



جغرافة النبات والحيوان





منشورات جامعة دمشق
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
الثانية (السوياء)

جغراففة النبات والحيوان (الجغراففة الحيوية)

الدكتورة

تهاني ياسين مخلوف

أستاذ مساعد في قسم الجغراففة
كلية الآداب والعلوم الإنسانية الثانية

الدكتور

ناظم أانس عسى

أستاذ في قسم الجغراففة
كلية الآداب والعلوم الإنسانية

جامعة دمشق

١٤٤١ . ١٤٤٢ هـ

٢٠٢٠ . ٢٠٢١ م



العنوان	رقم الصفحة
مقدمة	٩
الباب الأول	١١
الفصل الأول المدخل لدراسة الجغرافة الحيوية	١٣
أولاً . مفهوم الجغرافة الحيوية ومحتواها	١٣
ثاناً . تطور الجغرافة الحيوية	١٦
ثالثاً . مراحل تطور الجغرافة الحيوية	١٨
رابعاً . ميدان الجغرافة الحيوية	٣٩
خامساً . وظيفة الجغرافة الحيوية	٤٠
سادساً . أهمية الجغرافة الحيوية	٤١
سابعاً . علاقة الجغرافة الحيوية بالعلوم الأخرى	٤٣
الفصل الثاني المدط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي	٤٧
أولاً . مفهوم المدط الحيوي (الغلاف الحيوي)	٤٧
ثاناً . نشأة المدط الحيوي وتطوره	٥١
ثالثاً . نظريات تفسير نشأة المدط الحيوي	٥٣
رابعاً . الأداء على سطح الأرض وتطورها	٥٩
خامساً . البيئة الحيوية والنظام البيئي	٦٧
سادساً . الكمون أو السكون عند النبات والسبات أو البات عند الحيوان	٨٤
سابعاً . الدورات الحيوية الأرضة الكمائة (البيوجيوكمائة)	٨٥
الفصل الثالث مجالات الجغرافة الحيوية	٨٧
أولاً . المجال الحيوي المائي (المجال المدطي)	٨٨
ثاناً . المجال الحيوي الجوي (المجال الغازي)	٩٨
ثالثاً . المجال الحيوي الصخري (المجال الأرضي)	٩٨
الفصل الرابع العوامل الجغرافة المؤثرة في توزع الكائنات الحة على سطح الأرض	١٠٣
أولاً . العوامل التاريخة والجيولوجة	١٠٣
ثاناً . العوامل الجغرافة الطبعة (البيئة)	١١١

١٤٩	ثالثاً . العوامل التشرية (الفيزيولوجية) المؤثرة في توزيع الكائنات الحية
١٥٠	رابعاً . العوامل الحيوية (البيولوجية) المؤثرة في توزيع الكائنات الحية
١٧٢	خامساً . العوامل البشرية المؤثرة في توزيع الكائنات الحية
١٧٥	الباب الثاني
١٧٧	الفصل الأول الجغرافية النباتية (الفلورا)
١٧٧	أولاً . مفهوم الجغرافية النباتية
١٧٨	ثانياً . تطور علم الجغرافية النباتية
١٨٢	ثالثاً . التصنف النباتي ونظم التصنف النباتي وأقسامه
١٩٣	رابعاً . تصنف النباتات
١٩٩	خامساً . التسمية العلمية
٢٠٠	سادساً . التوزيع الجغرافي النباتي وأنماطه
٢٠٩	سابعاً . المجتمع النباتي
٢١١	ثامناً . تطور المجتمعات النباتية (التعاقب النباتي)
٢١٨	تاسعاً . طرائق دراسة المجتمعات النباتية وصفاتها الاجتماعية
٢٢٦	عاشراً . الممالك النباتية
٢٢٩	الفصل الثاني الجغرافية الحيوانية (الفاونا)
٢٢٩	أولاً . مفهوم الجغرافية الحيوانية وأهميتها
٢٣٠	ثانياً . تطور علم جغرافية الحيوان
٢٣٧	ثالثاً . التقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات وتوزيعها وتصنفها جغرافياً
٢٦١	رابعاً . العوامل الجغرافية المؤثرة في توزيع الحيوانات
٢٦٦	خامساً . الأقاليم الجغرافية الحيوانية
٢٧٦	سادساً . الممالك الحيوانية (مناطق جغرافية حيوانية)
٢٩٣	الباب الثالث
٢٩٥	الفصل الأول الأقاليم الحيوية
٢٩٥	١. مفهوم الإقليم الحيوي
٢٩٦	٢. أسس التقسيم الإقليمي الحيوي

٢٩٨	٣. التركيبة الحيوية للأقاليم الحيوي
٣٠٧	الفصل الثاني إقدام الغابات
٣٠٩	أولاً . إقدام الغابات المدارية الحارة
٣٠٩	١. إقدام الغابة المدارية المطيرة (الغابات الاستوائية المطيرة)
٣٣٥	٢. إقدام الغابات المدارية الموسمية
٣٤٨	٣. إقدام الغابات الشوكية أو الغابة المدارية الجافة
٣٥٧	ثاناً . إقدام الغابات المعتدلة
٣٥٨	١. إقدام الغابات المعتدلة الدافئة
٣٥٩	١.١. إقدام غابات البحر المتوسط غرب القارات
٣٩٥	٢.١. إقدام الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين)
٤٠١	٢. إقدام الغابات المعتدلة الباردة
٤٠٢	١.٢. إقدام الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا
٤١٢	٢.٢. إقدام الغابات المعتدلة النفضية
٤١٨	٣ . إقدام الغابات الجبلية
٤٣٧	الفصل الثالث إقدام الحشائش
٤٣٨	١. إقدام الحشائش المدارية (السافانا)
٤٥١	٢ . إقدام الحشائش المعتدلة
٤٥٧	الفصل الرابع إقدام الصحراء
٤٦٠	أولاً . إقدام الصحاري الحارة
٤٦٠	١. الصحاري المدارية الحارة
٤٩٤	٢. إقدام الصحاري المعتدلة
٥٠٣	ثاناً . إقدام الصحاري الباردة
٥٤١	المراجع



بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة:

تتناول الجغرافة الحيوية بالدراسة والتحليل الغلاف الحيوي Biosphere وهو أحد أغلفة الأرض Geosphere، حيث توضح التفاعل بين الغلاف الحيوي والغلاف المائي والغلاف الجوي والغلاف الصخري. فهي تهتم بدراسة الظواهر الحادة على سطح الكرة الأرضية (النبات الطبيعي والحيوان البري)، وتدرس الإنسان كونه عاملاً مؤثراً بشكل كبير في الغلاف الحيوي ونشاطاته المختلفة سواءً أكان تأثيره سلباً أم إيجاباً، حيث فقدت الأحياء الكثير من موائلها، وتقلصت مساحتها الفعالة بسبب الإنسان.

اهتم علماء البيولوجية بالجغرافة الحيوية إلى جانب اهتمام علماء الجغرافة الطبيعية بها، وهناك فرق في الدراسة الحيوية بين الجغرافة والبيولوجية، فالبيولوجية تبحث في الخصائص التشريحية للأحياء، أما الجغرافة فتهدف إلى تحقيق المنهج الجغرافي في دراسة الظواهر الحادة، وصور توزيعها الجغرافي، والعوامل المؤثرة فيه.

تعد الجغرافة الحيوية فرعاً من فروع الجغرافة الطبيعية في منطقة انتقالة بين الجغرافة والبيولوجية، فسامها بعض العلماء بجغرافة الحادة أو جغرافة الكائنات الحادة، وفي هذا الكتاب سنقدم مفهوم الجغرافة الحيوية عملاً بالخطة الدراسية المقررة بجامعة. لقد أتى الاهتمام بالجغرافة الحيوية متأخراً على الرغم من أهميتها، ولكن زاد الاهتمام بها اليوم مع ازدياد اهتمام الإنسان في الحفاظ على بيئته، وصانته من عوامل التدهور. تدرس الجغرافة الحيوية التوزيع المكاني للأحياء (النبات والحيوان) في بيئاتها الطبيعية، والعوامل المؤثرة فيها، والتي تؤدي إلى اختلاف أنماطها المكانية.

اعتمد في إعداد الكتاب على المنهج الجغرافي والمراجع العلمية الحديثة، والمصادر العربية والأجنبية التي تهتم بمجال الجغرافة الحيوية، وعلم البيئات النباتية والحيوانية، بغية تحقيق الهدف المنشود إعداده.

يتألف الكتاب من ثلاثة أبواب:

الباب الأول اشتمل على أربعة فصول تطرق على الفصل الأول إلى مفاهيم الجغرافة الحيوية ومحتواها، وتطورها، ووظيفتها، وأهميتها، وعلاقتها بالعلوم الأخرى. واحتوى الفصل الثاني المحط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي. ودرس الفصل الثالث مجالات الجغرافة الحيوية. وتناول الفصل الرابع العوامل الجغرافة المؤثرة في توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض، وعلاقة الكائنات الحية بالعوامل البيئية المحطة، وكذلك العلاقات الحيوية بين الكائنات الحية. أما الباب الثاني خُصص الفصل الأول منه لدراسة الجغرافة النباتية (الفلورا) وأهميتها، وتصنف الممالك النباتية، والمجتمع النباتي، والأساليب والطرق المتبعة لقياس الغطاء النباتي. وتناول الفصل الثاني الجغرافة الحيوانية وأهميتها، والتقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات وخصائصها، وتصنف الممالك الحيوانية. أما الباب الثالث فجاء الفصل الأول منه ليوضح أسس التقسيم الإقليمي الحيوي، ومفهوم الإقليم الحيوي، في حين تناولت الفصول الثاني والثالث والرابع خصائص الأقاليم الحيوية الغابات بأنواعها، وإقليم الحشائش، والإقليم الصحراوي، وتوزعها الجغرافي والبيئة الحيوية لكل منها، والتعرف على بعض مشكلات الغلاف الحيوي (المحط الحيوي)، ومدى تأثير الإنسان فيه وعلاجه.

نأمل أن يكون الكتاب قد غطى جوانب الجغرافة الحيوية المختلفة قدر الإمكان، وأن يكون إضافة جديدة متواضعة للمكتبة العربية. وقد زود الكتاب بمجموعة من الخرائط والرسوم التوضيحية التي اعتمدنا فيها على المراجع المختلفة.

ختاماً نرجو أن يكون عملنا المتواضع قد قدم خدمة للمكتبة العربية، والهدف الذي وضع من أجله، وهو تزويد الطلاب بالمعرفة اللازمة التي تُساعد على فهم الجغرافة الحيوية وفروعها الأساسية، والمهتمين فيها. وأن يكون الكتاب في ثوبه الجديد خطوة موفقه نحو الأفضل لخلق الوعي الحيوي بأهمية المحط الحيوي والأبعاد البيئية الخطيرة التي تنجم عن تدهوره واستنزافه، ودعماً للجهود التي تُبذل لإنقاذ محطنا الحيوي مصدر حياتنا، وصمام أمان مستقبلنا.

نسأل الله تعالى التوفيق وعلاجه قصد السبيل

المؤلفان

الباب الأول

الفصل الأول: المدخل لدراسة الجغرافة الحيوية

الفصل الثاني المدط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي

الفصل الثالث مجالات الجغرافة الحيوية

الفصل الرابع العوامل الجغرافة المؤثرة في توزع الكائنات الحة على سطح الأرض



الفصل الأول

المدخل لدراسة الجغرافة الحيوية (جغرافة النبات الطبيعي والحيوان البري)

أولاً . مفهوم الجغرافة الحيوية (Bio – Geography) ومحتواها:

تُعد الجغرافة الحيوية فرعاً من فروع الجغرافة الطبيعية (Physical geography)، وهي فرع متفرد كونها تختص بالجانب الحي من عناصر الجغرافة الطبيعية.

تتناول الجغرافة الحيوية بالدراسة والتحليل الأداء النباتة والحيوانة في بيئاتها الطبيعية، وتُعد فرعاً مميزاً من فروع الجغرافة الطبيعية (Physical geography)، ولكن يحاول البعض أن يفصلها عن الجغرافة الطبيعية منهم على سبيل المثال لا الحصر الباحث ك. بريان (K. Bryar) الذي قال عند مناقشته لمضمون الجغرافة الطبيعية: إن كل عناصر البيئة الطبيعية ما عدا العناصر النباتة والحيوانة، تدخل ضمن نطاق الجغرافة الطبيعية، في حين رأت الباحثة مارغريت أندرسون (M. Anderson ١٩٧٢م) عكس هذا الرأي وضمت كل من الإنسان والنبات والحيوان إلى عناصر الجغرافة الحيوية. لذلك تُعد الجغرافة الحيوية أكثر فروع الجغرافة الطبيعية تأثراً بالإنسان وأنشطته المختلفة سواء أكان تأثراً إيجابياً (بناءً) أم سلباً (هدماً)، وتُظهر بصمات الإنسان بصورة واضحة فما أصاب الغلاف الحيوي من تغير وتطور، حيث فُقدت الكثير من الأداء مناطقها بسبب الإنسان، وتقلصت مساحاتها الفعلية، لتحتل في الوقت الحاضر مساحةً ضئيلة قاسماً لما كان.

بعد هذا التمهيد لا بد من أن نتعرف على مفاهيم الجغرافة الحيوية وماهيتها، حيث حاول الكثير من الجغرافيين الطبيعيين أن يضعوا تعريفاً محدداً وواضحاً، وكثيراً ما تختلف وجهات النظر من خلال اختلاف رؤية كل منهم للهدف الذي يسعى لتحقيقه، فبعضهم يوسع مجال الجغرافة الحيوية، وبعضهم يضيق المجال كثيراً ويجعله يقتصر على دراسة وصفة توزيعه لكل من الغطاء النباتي الطبيعي والحيوان البري على سطح الأرض.

فالباحث **بيردانصروه** (Pierre Dansereau) ١٩٥٩م، يرى أن الجغرافة الحيوية هي (دراسة لأصل الفصائل النباتة والحيوانة وتوزعها الجغرافي وتأقلمها مع بيئتها الطبعية).

وعليه تصبح مهمة الجغرافة الحيوية تحديد وتبان العلاقة بين الكائنات الحة وبيئتها، وآلة هذه العلاقة، بما يؤثر في التوزع الجغرافي للأداء وخصائصها وتطورها.

ولا يختلف **باري كوكس** (Barry Cox) ١٩٧٦م وزملائه كثيراً عن رأي بيردانصروه إذ يرون أن الجغرافة الحيوية هي: (دراسة أصل الكائنات الحة على سطح الأرض، ودراسة تطورها، وتوزعها وتأقلمها على المستوى المكاني والزمني في بيئة طبعية ما). وهي دراسة يحاول من خلالها علماء البيئة والجغرافة الطبعية أن يكتشفوا العوامل البيئية التي تحدد التوزع الجغرافي للأداء النباتة والحيوانة وخصائصها.

بينما يرى **ج. لمي** (G. Lemee) ١٩٦٧م أن الجغرافة الحيوية هي: (علم توزيعات الأداء مع أسباب هذه التوزيعات وتعديلاتها، والتي ترتبط بكل من علم الجغرافة، وعلم الأداء)، فحسب رأي لمي يحاول علم الجغرافة الوصول إلى العلاقات الموجودة بين المجتمعات النباتة والمجتمعات الحيوانة، والظواهر والعملات التي تحدث في البيئة الجغرافية.

في حين يرى **ديفيد واتس** (D. Watts) ١٩٧١م أن الجغرافة الحيوية هي التي تبحث في أنماط أشكال الحاة المختلفة على سطح الكرة الأرضية ومجالاتها الحيوية، كما تهتم الجغرافة الحيوية بالآلة التي تنظم بها الأداء نفسها داخل مجموعات حيوية مميزة.

هذا يعني أن الجغرافة الحيوية تقوم تحديات البيئة ومدى استجابات الكائنات الحة النباتة والحيوانة لهذا التحدي. كما تهتم بوجه خاص بتأثير التغير البيئي الذي يمكن أن يعدل بشكل واضح كل العلاقات العضوية خلال فترة زمنية محددة، إضافة إلى ذلك يهتم علماء البيئة والجغرافة بتحليل ظاهرة تواجد أنواع معينة من الأداء في بعض البيئات واختلافها في بيئات أخرى. وذهبت **مارغريت اندرسون** (M. Anderson) ١٩٧٢م، في كتابها (جغرافة الأداء) أبعد من ذلك في تعريفها للجغرافة الحيوية، فهي: (لاست فقط دراسة توزع النبات الطبعي والحيوان البري على سطح الأرض، إنما أيضاً دراسة تأثير هذا التوزع في الإنسان وتأثير الإنسان فيه، ودراسة العلاقة الحيوية بين الإنسان وكل ما يحيط به من عناصر بيئته الحة وغير الحة).

فالإنسان شأنه شأن جمع الكائنات الحة الأخرى التي تخضع لقوانين علم الأداء وقوانين الطبعية. أما **هنري روبنسون** (H. Robinson) ١٩٧٢م، فيرى: (أن الجغرافيين الطبعيين كانوا يركزون في دراستهم للجغرافة الحيوية ولمدة طويلة على الدراسة الوصفة لأنماط النباتات

الطبعة والحيوانات البرية وتوزع هذه الأنماط ورسم خرائطها بصورة عامة، وكانوا يفصلون بين جغرافية النبات (Phytogeography)، وجغرافية الحيوان (Zoogeography)، ولكن البيوجغرافيين يتبنون الآن منهج النظم البيئية كأساس لدراساتهم، وهو منهج يتماشى ولا شك مع المفهوم الحديث والمتطور للجغرافية القائم على الربط والتحليل والتعليل ثم التقييم للظواهر الجغرافية المختلفة، فالأداء النبات والحيوان كظاهرة جغرافية حيوية يجب أن تخضع عند دراستها لهذا الأسلوب العلمي السليم وصولاً إلى المعرفة الكاملة لطبعة هذه الأداء وقمتها البيئية والاقتصادية بما يحقق الهدف من الدراسات الجغرافية، والذي يربط بين الجغرافية والأسلوب العلمي العقلاني لاستغلال موارد البيئة الحيوية بهدف صانتها والمحافظة عليها وتحقيق التوازن البيئي الذي هو سر استمرار الحياة على سطح الأرض دون مشكلات بيئية .

وعليه فإن الجغرافية الحيوية علم يهتم بدراسة الغلاف الحيوي (Bio Sphere) حيث تضم الأبحاث المتعلقة بالجغرافية الحيوية فرعين رئيسيين هما الجغرافية النبات (Phytogeography) وجغرافية الحيوان (Zoogeography)، وهكذا فإن هذا العلم يتفرع إلى ثلاثة اتجاهات رئيسية هي: الاتجاه الأول علم توزيع الأنواع (Corology) حيث يبحث في توزيع النوع (Species)، والجنس (Genus)، والعائلة (الفصيلة) (Family) للكائنات الحية بالإضافة إلى المنطقة الجغرافية التي تحتلها ضمن الأقاليم النباتية والحيوانية. أما الاتجاه الثاني علم البيئة (Ecology) فإنه يهتم بدراسة مختلف العلاقات بين الكائنات الحية والوسط الذي تعيش فيه، وكذلك علاقة الأداء بعضها مع بعض، والتأثير المتبادل بين الأداء والوسط الطبيعي الذي تعيش فيه، أما الاتجاه الثالث علم المجموعات الحيوية (Biocenology) يهتم بدراسة المجموعات النباتية والحيوانية بمختلف أشكالها، وتنظيمها، وتراكيبها التصنيفية، وهكذا فإنه بإمكاننا القول: بأن الجغرافية الحيوية هي علم يدرس توزيع الكائنات الحية، وكيفية توسع الكائنات الحية لمناطقها أو انكماش هذه المناطق، كذلك تدرس الجغرافية الحيوية الظروف البيئية، وتأثيرها في الكائنات الحية حيث يؤدي ذلك إلى انتظامها في مجتمعات تُشكل جزء من الغطاء الجغرافي الطبيعي للأرض .

ختاماً نخلص من هذا العرض لبعض وجهات النظر العلمية المختلفة حول مفهوم الجغرافية الحيوية وماهيتها بأنها:

(دراسة للأداء في بيئاتها الطبيعية من توزيع وتحليل وتقييم بما يُفسر طبعة العلاقة المتداخلة والمتفاعلة بين الأداء وبيئاتها، ويحاول العلماء بذلك أن يعرفوا عن الأداء، متى؟ ولماذا؟

وكف؟ إلى جانب أين تتواجد؟). فاتفق معظم البيوجغرافيون والبيولوجيين على تعريف الجغرافة الحيوية Biogeography بأنها دراسة توزع الأنواع والأجناس والفصائل النباتة والحيوانة، وبحث أسباب تفاوت هذا التوزع على مستوى المكان واختلافه وتطوره عبر الزمان، والعوامل التي جعلت توزع الحيوانات والنباتات على ما هي عليه.

وبمعنى آخر هي: دراسة إيكولوجية للمحيط الحيوي، ومن ثم يتعين على دارس الجغرافة الحيوية أن يهتم بالكشف عن الكفة التي تستجيب بها الأدياء للعوامل البيئية، وأثر هذه العوامل في إكساب الأدياء خصائص معينة، وتوزع جغرافي معين، كما يهتم بتوضيح دور التدخل البشري الذي بدأ يتعاظم لاسما منذ النصف الثاني من القرن العشرين في إحداث الكثير من التغيرات الحيوية، التي أحدثت الكثير من التدمير والتدهور للمحيط الحيوي، حتى أصبحت صيانة المحيط الحيوي هدفاً استراتيجياً للمجتمع الدولي خلال القرن الحادي والعشرين.

ثانياً. تطور الجغرافة الحيوية:

لقد أثرت العلوم الحيوية ودراساتها العميقة في مجال النبات الطبيعي Natural Vegetation، والحيوانات البرية Wild Animals في تهيئة وتبلور الجغرافة الحيوية. فبعد أن جمع علماء الطبيعة في رحلاتهم الاستكشافية معلومات واسعة تتعلق بعلوم الأرض، وملاحظة النباتات الطبيعية والحيوانات البرية، وتميزها من خلال الظواهر الطبيعية مع الفروق الحيوية واختلاف التوزع لهذه الأنواع، أدت إلى معرفة التعليل وراء هذا الاختلاف فبرزت فكرتان أساسيتان هما : التأقلم Adaptation والاصطفاء الطبيعي (الانتخاب الطبيعي) Natural Selection، مرتبطان ببعضهما البعض فالتأقلم يعني تأقلم الكائنات الحية مع ظروف بيئتها التي تعيش فيها، أما الاصطفاء الطبيعي ف يعود إلى التأقلم، حيث أن التأقلم يأتي من الكائنات الأكثر تكافاً مع بيئتها على قيد الحياة، وأطلق على هذه العملة البقاء للأصلح .

لم تأخذ الجغرافة الحيوية مكانتها العلمية والعملة إلا منذ وقت قريب، ويرجع تأخر الجغرافة الحيوية فترة طويلة من الزمن إلى عدة أسباب منها:

(١) محتوى الجغرافة الحيوية ومفهومها في الماضي، إذ كان الجغرافيون الأوائل يدرسون الجغرافة الحيوية من خلال دراسات وفروع علمة أخرى مثل الجيولوجيا، والتاريخ، والطب، وغيرها ...

٢) عدم وجود من يهتم بعلم الداء، وعلاقته بعلم الجغرافة، عدا قلة ضئيلة من الجغرافيين وعلى رأسهم الباحثة البريطانية ماريون نيوبجن M.Newbigen التي حاضرت لسنوات عديدة في مجال الجغرافة الحيوية، ونشرت كتابها في جغرافة النبات والحيوان عام ١٩٣٦م. فعلوم الداء لم تكن قد تقدمت بالقدر الذي يُساعد الجغرافي الحيوي على خوض مجالاتها خاصة وأن الجغرافة الحيوية كانت تعد مرادفة لجغرافة النباتات والحيوانات وتوزعها على سطح الأرض، كما لم تكن المعارف تراكمت عنها وعن نطاقات تواجدها بصورة مناسبة.

٣) الجيل الأول من الجغرافيين المحدثين كانت تخصصاتهم تبتعد عن تخصصات علم الداء، حيث لم يكن هناك إلا عند عدد قليل من الجغرافيين المهتمين بهذه العلوم، إلى جانب تركيز الدراسات على فروع أخرى من الجغرافة مثل علم أشكال الأرض (الجيومورفولوجيا)، والدراسات الإقليمية، ومجالات جغرافة أخرى.

٤) النظر إلى الجغرافة الحيوية (جغرافة النبات والحيوان) على أنها علم يهتم بصفة أولية بالتوزعات الجغرافة للكائنات الداء دون دراسة وتحليل وتفسير الظاهرة الحيوية.

٥) عدم اهتمام الجغرافيين بالتربة وبالعلاقات المتبادلة بينها وبين الجغرافة الحيوية.

٦) تأخر البحث في علوم عديدة ضرورية لتطور الجغرافة الحيوية، بسبب عدم توفر وسائل البحث الكافية، فضلاً عن عدم تطور الوسائل المختلفة لنقل المعرفة المتعلقة بالجغرافة الحيوية إلا في السنوات القليلة الماضية.

وهكذا استمرت الجغرافة الحيوية في التطور البطيء، حيث بدأت تحصل على ما تستحقه من اهتمام بعد طول إهمال، وأصبحت الجغرافة الحيوية في الوقت الحاضر منهجاً رئيساً ومادة أساسية ضمن مواد الجغرافة الطبعة.

ويفسر الاهتمام الحديث بالجغرافة الحيوية بعدة أسباب:

أ. تركز اهتمام الإنسان في الوقت الحاضر على تعديل طريقة استخدامه لبيئته، والانتباه إلى ضرورة حمايتها بعد أن تضاعفت آثاره التدميرية فيها.

ب. تحول إخضاع الإنسان للطبعة إلى عملة مدمرة جداً نتجة للتقدم والتطور التكنولوجي والعلمي، فقد دفعت الزراعة التكنولوجيا الناجحة الإنسان إلى إزالة الغابات على نطاق واسع لتوفير الأراضي القابلة للزراعة، مما أدى إلى نقص أنواع عديدة من الداء البرية واختفائها من الطبعة، وإلى الاستخدام الكثيف للتربة، وتعريتها، وتدميرها، وإلى إفساد الهواء والماء وتلويثهما، وإلى الاستثمار اللامبالي للموارد الطبعة بصورة لا يمكن تعويضها، فقد دعا كل هذا التدهور

الخطر للبيئة إلى اهتمام الجغرافيين لأنهم أقدر من غيرهم على بان كفة إبقاء على كوكبنا صالحاً للسكن والاستيطان .

ج . أدى ظهور علم البيئة Ecology الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية، وارتباط بيئاتها ببعضها ببعض، إلى المزيد من الاهتمام بالبيئة، كما أصبح هذا العلم حقلاً من حقول العلم الذي يُقْبَلُ عليه كثير من الباحثين، وكان لهذا كله أثره في صقل خبرة الجغرافي الذي يهتم دائماً بالعلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية وبيئاتها الطبعية (موائلها).

د . كان الاهتمام المتزايد من قبل الجيومورفولوجيين بالجغرافة الحيوية لاحقاً أثره في تطور هذا الفرع الحديث من الدراسات الجغرافية، ويتمثل هذا الاهتمام في دراسة تأثير عناصر الجغرافة الحيوية في دورة تعرية التربة Cycle of Erosion، وتغيير أشكال سطح الأرض Land Forms. فمنذ بداية القرن العشرين، كان الجيومورفولوجيين يعتقدون أن تعديل الأشكال الأرضية يحدث نتيجة لعوامل التجوية والتعرية، أما الآن فقد أصبح واضحاً أن تغيير وتعديل شكل سطح الأرض يدين بالكثير أيضاً إلى غطاء التربة وخصائصها، وإلى الغطاء النباتي، والأنشطة البشرية، التي لها آثارها المباشرة في تغيير البيئة الطبعية إلى بيئة من صنع الإنسان.

هـ . أدى التقدم التقني لكثير من العلوم إلى تطور الجغرافة الحيوية، إذ مكّن هذا التقدم علماء البيئة، والجغرافة، والجيولوجا، وعلماء التربة، من البحث التجريبي والتحليل الكمي والعملية، ما ساعد على تنفيذ بحوث متكاملة موحدة إيداناً بالتطور الحديث في الجغرافة الحيوية.

ولهذه الأسباب كلها تُعد الجغرافة الحيوية مرحلة متطورة في الجغرافة الحديثة.

ثالثاً . مراحل تطور الجغرافة الحيوية:

الجغرافة الحيوية من العلوم التي تطورت في القرن العشرين، ومرت كغيرها من العلوم بعدة مراحل، هي ثلاث مراحل تُمثل تطور علم الجغرافة الحيوية:

المرحلة الأولى: مرحلة العصور القديمة:

بدأت رغبة الإنسان في التعرف على بيئته وإمكاناتها منذ أن خلقه الله عزوجل على سطح الأرض، وسعى لتوفير حاجاته الضرورية من مأكّل ومشرب ومأوى، وهذه الأمور تتطلب منه معرفة المنطقة التي يعيش فيها، ومعرفة العلاقات المكائنة في بيئته، إن بدايات علمي الحيوان والنبات ترقى إلى مرحلة الجمع والصيد حين بدأ الإنسان البدائي يُميز الحيوانات والنباتات الصالحة وغير الصالحة للأكل، وتعرف تدريجاً إلى خصائص كل منها.

ولم يقف الإنسان في العصور القديمة عند حد التعرف على البيئة بل حاول تفسير وجود الظواهر التي تحط به وتنتشر حوله، ولكن هذه التفسيرات اعتمدت على الخال أحياناً فجاء بعضها نوعاً من الخرافات والاعتقادات الغريبة.

لقد لعبت الحضارة اليونانية القديمة (الإغريقية) دوراً كبيراً في تطور العلم بشتى أنواعه إلا أنها لم تخلو من بعض الأساطير التي آمن بها الإغريق، حيث كان الإغريق أكثر تأثر وحرصاً على الطבע، وكل شيء موجود، وقد صور ذلك في العديد من الأساطير والروايات القديمة، كما ارتبطت الأزهار والنباتات بالرموز، فأصبح الغار رمزاً للتعبير عن النصر يُكلل به الأبطال، وشجرة السرو رمز للحزن والأسى. كما ذُكر في الأساطير الإغريقية أن نارسس أحد رعايا الآلهة اليونانية كان من الجمال الأخاذ الذي رأى يوماً صورته في البحيرة فاقرب وسقط فيها ولم يكن يُجيد السباحة فمات فقررت الآلهة لحزنها لموته تحويل جسده إلى زهرة جميلة تُطل دائماً إلى الماء وتُزهر في الربيع. واستخدمت الآلهة ديمتر زهر الخشخاش لتوفر الهدوء والسكينة بعد أن فقدت ابنها بيرسيفون، وكان الخشخاش رمزاً لآلهة النوم وإله الموت هينبوس وثاناثوس. أما زهرة الكلايولس *Gladiolus* التي تعني زهرة السف لأن أوراقها حادة كالسيف كانت بالنسبة للرومان القدامى رمزاً للمصارعين وسيوفهم الحادة.

وأظهر البابليين والآشوريين اهتماماً كبيراً بالعلوم الجغرافية بما في ذلك علوم الأحياء حيث تُشير قصة خلق الأرض والسماء عند البابليين (قصة الخلقة) والتي ملخصها أن الماه كانت المادة الأولى التي ولدت منها جمع الأشياء وبعد انفصال الأرض عن السماء نشأت الداة الأخرى من نبات وحيوان وإنسان على الأرض، وتصوراً أن أصل الداة والأشياء قد جاء من اتحاد الهواء والتراب والماء بمساعدة الشمس.

وتوصل البابليون إلى معلومات مهمة تتعلق بالتشريح والعقاقير، وقسموا الأدوية حسب مصادرها نباتية وحيوانية ومعذنة ... كثيراً ما استخدم البابليون النبات والأعشاب للتداوي، وكان للبابليين مصنفان في النبات فجعلوها في مجامع متشابهة، وميزوا بعض أنواع الأشجار ذكورها وإناثها. وفما يخص الحيوان فقد وضع البابليون قوائم عن الحيوانات التي عرفوها وضمنوها معلومات قمة عنها وقسموها إلى أنواع وأجناس متشابهة. وكانت تربية الخيول شائعة عندهم، وكان الكلب من أقدم الحيوانات المنزلة، كما اعتنى البابليون بتربية القطط ونجد في المشاهد التصويرية لهم رسوماً كثيرة للثيران حيث كان الثور رمزاً لإله القمر وكان الملوك يلقبون أنفسهم بالقلب الإلهي الثور إشارة إلى القوة.

كما قام الآشوريون بإحصاء النباتات الطبية مثل الأعشاب والأشجار والجذور وقد ورد ذلك كثيراً في وصفاتهم الطبية، وكانت للسومريين والبابليين والآشوريين قوائم ذات هدف تعليمي تحتوي أسماء النباتات والحيوانات والمعادن، وقد تم العثور على أبحاث تعود إلى الألف الثالث قبل الميلاد كُتبت باللغة السومرية في علم الزراعة دُرست فيه خصائص التربة والنباتات الزراعة وغيرها.

كما قامت الحضارة المصرية القديمة على العلم والإيمان بالله، وأهم العلوم التي بزغ فيها المصريون القدماء علم الأدهاء. ومن البرديات الطبية التي وردت بها الوصفات العلاجية بالنباتات بردية هيرست ويرجع تاريخها إلى عهد الملك أمنحوتب الأول، وبردية برلين من عهد الملك رمسيس الثاني. كما اهتم المصريون القدماء بزراعة الحقائق النباتية التي احتوت على أصناف مختلفة من النباتات، واحتوى معبد الملك تحوتمس الثالث على حُجرة زخرفت جدرانها بزخارف محفورة تُمثل أنواع مختلفة من النباتات التي أحضرها من رحلته الاستكشافية من فلسطين إلى سورية. وقد اهتم المصريون القدماء بالزهور، وكانوا أول من قممها كهدايا للتعبير عن مشاعرهم في المناسبات المختلفة، وكانت زهرة اللوتس رمزاً للبلاد، وتتجلى زهور اللوتس كمكون أساسي في تجان الأعمدة في المعابد المصرية القديمة، وأغلب موماوات الملوك والأمراء محاطة بأكاليل من الزهور، ومن النباتات الزهرية التي كانوا يزرعونها في الحدائق: اللوتس، والبردي، والعنبر، والخشخاش، والغار الوردي، والعليق، والرمان، كما ورد في المخطوطات الفرعونية نبات الآس الذي أطلق عليه الفرعنة اسم خت آس وتعني ريحان القبور، وقد جاء الآس في العديد من الوصفات العلاجية في البرديات الفرعونية .

أما بالنسبة للحيوان فقد اعتقد المصريون القدماء أن العلاقة المتوازنة بين الإنسان والحيوان، تشكل عنصراً أساساً في النظام الكوني، واعتقدوا أن الإنسان والحيوان والنبات أعضاء في كان واحد، لذلك كانت الحيوانات تُشكل مصدراً حيوياً للروحانية، وقد لاحظ هيرودوت أن المصريين القدماء ربوا الحيوانات داخل منازلهم وانتشرت بشكل كبير عبادة الآلهة في شكل وهيئة حيواناتهم، ويظهر الآلهة آمون كبير الآلهة في مصر القديمة في أغلب الأحيان على هيئة مخلوق برأس كبش، وأبوديس إله الموتى على هيئة رأس حيوان ابن أوى، أما إله السماء كان يظهر عادة برأس صقر .

وكان لبعض الحيوانات مكانه خاصة في داتهم ومعتقداتهم فكانوا يقدسون الثور باعتباره رمزاً للخصوبة والقوة، ووفقاً للأساطير قيل إن الإله رع كان يتحول إلى هيئة نمس من أجل مكافحة

الشر، كما أن النمى يتميز بالقدرة على الدخول فى معارك مع الأفاعى وهزيمتها وهذا هو السبب الرئيس فى تقديمه. وكانت القطط شديدة القدسة عند الفراعنة إذ كانت تحمل لقب باستيت إلهة الحنان والوداعة، وكانت فكرة قتل القطه ولو عن طريق الخطأ جرماً عقوبته الموت، وكان المصريين القدماء يجدون أن الفهود حيوانات مستأنسة فالكثير من الملوك الفراعنة روضوا الفهود واحتفظوا بها بالقرب منهم كحيوانات ألفة وعلى رأسهم رمسيس الثانى. وكان التمساح يشغل حيزاً فى الديانات المصرية القديمة باعتبار أن الإله سوبك أحد أهم المعبودات المصرية كان يتجسد فى هيئة تمساح.

أخذ اليونان (الإغريق) عن مصر وبلاد الرافدين علوماً كثيرة ومن تلك العلوم علم النبات وعلم الحيوان، واهتموا بالموجود فى الطبعة، وتعنى الطبعة عند الإغريق العالم الطبعى الذى يُشير إلى الحاة عموماً، والذى يرتبط بشكل أساس بالخصائص الجوهرية التى تقوم النباتات والحيوانات والموجودات الأخرى فى العالم بتطويرها بكامل إرادتها دون تدخل، وارتبطت علوم النبات والحيوان بعلم الطب بسبب استعانتهم بكثير من الأعشاب والنباتات فى معالجة مختلف الأمراض، ويعلم الفيزياء والجيولوجيا تارة، أو كموضوع فى دراسة التاريخ والفلسفة تارة أخرى، حيث تُشير المصادر التاريخية إلى أن أصول علم الجغرافة الحيوية يعود لليونان القديمة التى أسهمت فى تأسيس مجموعة من الفروع العلمية. لو حاولنا الرجوع بفاصلة تاريخية نسلط الضوء بها على الجغرافة الحيوية فى هذه المرحلة لوجدنا إشارة إليها فى أول كتاب بالجغرافة بعنوان **الفترة الزمنية (Periods)** الذى ألفه هيكاتابوس (Hickatapus) يرجع إلى الفترة اليونانية، وفه معلومات عن نباتات أوروبا وما جاورها، وبرز عدد من المفكرين والفلاسفة مثل أبقرراط (Hippocrates) ولد عام ٤٥٠ ق.م، كان طوفاً فى البلاد وجوالاً عليها بسبب معالجته للأمراض، فرائقت له الأجواء فى حمص الشام فسكنها وكان معزداً ببعض علوم الفلسفة، سيداً للطبعيين فى عصره، ويُعد أعظم أطباء اليونان القديمة، ويُعد أول من أسس المبادئ الأولى لعلم الأدهاء، استعمل فى علاجه أكثر من ٣٢٠ عقاراً من النباتات الطبية، والعطرية، والسامة، ومن مؤلفاته كتاب الأهوية والماء والأماكن الذى يُعد أول كتاب يبحث فى علم المناخ الطبى، وفه يوجه أبقرراط الأنظار إلى أهمية المناخ وتأثيره فى الطباع، وإلى دراسة كل مسألة طبية فى جوها الجغرافى الخاص، ونظر أبقرراط فى أثر الإقليم فى الخلق والخلق حيث ينكر أن اختلاف الحيوان إنما هو اختلاف العوامل المؤثرة فه، واختلاف التربة والإقليم. وكتاب طبائع الحيوان، وبحث فى الأمراض الموسمية وتأثير فصول السنة فى صحة الإنسان وعلاقتها ببعض الأمراض.

لقد أسهم العالم الفيلسوف اليوناني أرسطو (Aristotle) الذي عاش في القرن الرابع قبل الميلاد، في تطوير العديد من المجالات العلمية في الأحياء، ويُعد أرسطو أول من وضع الأساس في صرح الجغرافة الحيوية عندما طرح سؤالين هما : من أين جاءت الحادة؟ وكيف تنوعت الحادة وانتشرت على سطح الأرض؟

لقد قدم أرسطو العديد من الملاحظات عن الطبعة لاسما عادات وخصائص النباتات والحيوانات في العالم من حوله، وكرس جهوداً واهتماماً كبيراً في تصنفهما حيث صنف نحو ٥٤٠ نوعاً حيواناً، وقام بتشريح ٥٠ منها على الأقل. وقسم الكائنات الحية إلى نباتات وحيوانات، وقسم الحيوانات إلى ذوات الدم، وديديمات الدم (يُشير إلى الفقاريات واللافقاريات)، كما صنف الحيوانات حسب أماكن معشتها إلى حيوانات برية، وحيوانات بحرية، وحيوانات طائفة، وصنف الفقاريات إلى حيوانات ولودة، وحيوانات بيوضة. وكانت المحاولات الأولى لتقسيم النباتات على أساس حجمها فقسمها إلى أشجار وشجيرات وأعشاب، لقد وصف أرسطو النبات بقوله (إنه كائن بسيط يعتمد على نفسه في التغذية، غير متحرك ولس له مركز إحساس، وإن كان يتأثر بدرجة حرارة ودرجة البرودة، وتتغذى النباتات بوساطة جذورها من التربة، ولا تميز بين الجنسين فلاس فيها ذكر ولا أنثى). وكان يؤمن أن المخلوقات مصنفة بدرجة مختلفة حسب درجة كمالها، وتبدأ من النباتات وهي الأقل إلى أن تصل للإنسان وهو الأعلى رتبة بحسب تصنف الكائنات الحية التسلسلي.

كما بحث المفكر الإغريقي ثيوفراستوس (Theophrastus) ٣٠٠ ق.م، تلميذ أرسطو في أنواع العديد من النباتات والحيوانات وخصائصها وظائفها، وأجرى دراستين للنباتات الدراسة الأولى بعنوان التحقيق في النبات (Enquiry into plants) تضمنت تصنفاً للنباتات التي كانت معروفة في زمنه وقسمها إلى ٤٨٠ نوعاً، لذلك لُقّب بأبو التصنف النباتي (The father of plant taxonomy)، وقدم تصنفاً لعدد من النباتات اعتماداً على الشكل العام للأشجار وحيدة الجذع، والأشجار المتفرعة الجذع، والجنابات، والأعشاب، والنباتات ديديمات الجذع التي تظهر أوراقها فوق سطح التربة. والدراسة الثانية بعنوان حول أسباب النبات (causes of plants) بحث في هذه الدراسة اختلاف توزيع النبات، وأسباب وجود أنواع معينة في أقاليم دون غيرها من الأقاليم الأخرى، حيث ذكر أن (هناك أصنافاً لها أزهار، وأن بعضها يُعمر وبعضها تصيبه العوامل والآفات، فتهلكه، وأنه يتأثر بالماء والجفاف). وقد سمي العديد من

النباتات بأسماء ما تزال مستخدمه حتى عصرنا الحالي مثل كاربوس Carpus للفاكهة، وبيريكاربيون Pericarpion للحبوب المحتوية على البذور.

كما ورد عددٌ من أوصاف النباتات في مؤلفات **ديوستوريدس** الطبيب اليوناني الذي عاش في القرن الأول بعد الميلاد، فقد أتاحت له تنقلاته مع الجش فرصة لجمع نباتات كثيرة وتصنفها وشرحها شرحاً دقيقاً، في كتاب العقاقير الذي ذكر فيه نحو ٩٥٨ نبات مع شرح لأشكال سوق نحو سبعة نبات، وجذورها وثمارها مع تحديد مناطق انتشارها، وخصائصها الصيدلانية، فعلى سبيل المثال وصف نبات الأفيون (Opium) وكفّة الحصول عليه من الثمار، وفوائده للنوم والتخدير والسعال، كما ذكر العديد من النباتات السامة مثل السكران (Henbane) وبصل العنصل (Squill) وخانق الذئب (Aconite) والصبار (Aloe) والزنجبيل ... وقد اعتمد هذا المؤلف حتى العصور الوسطى، ويُعرف كتابه لدى الغرب باسم المادة السامة (Materia Medica)، وفي المصادر العربية بعنوان كتاب الحشائش والأدوية.

ظهرت الحضارة الرومانية بعد ميلاد السيد المسيح، واشتهرت ثقافتها وعلومها وغزت ربوع الدنيا، لأنها استمدت معالمها من الحضارات السابقة، ونتجة الثراء العلمي ظهر العديد من العلماء البارزين في علوم الطب والنبات وعلى رأسهم **كايوس بلينيوس سكندوس** C.Plinius Secundus ويُعرف أيضاً باسم **بليني الأكبر** أشهر عالم تاريخ طبعي روماني فقد كان لكتاباته الجغرافية والتاريخية والطبعية حيز كبير في إثراء الثقافة الرومانية في تلك الحقبة وقد عاش في الفترة من سنة ٢٣ إلى ٧٩م، كتب في العديد من الأعمال منها علم الحيوان، وعلم النبات، والأدوية النباتية والحيوانية، وسواها، في مرجعه المكون من ٣٧ مجلداً والمُسمى بالتاريخ الطبعي، يُمثل موسوعة تضم مجموع المعارف السائدة في عصره، فجاء في ثنائيا هذه الموسوعة معلومات شتى تتعلق ببنة الكون، والجغرافة، ووصف العديد من النباتات، وأعطاهها أسماءً لاتينية لا يزال الكثير منها مُعترفاً به إلى الآن. ومن العلماء في هذه الحقبة **اندروماكو (Andromarque)** المولود في أوائل القرن الأول الميلادي والمكتشف دواء المسمى الترياق (Theriaque) المتكون من خلط من النباتات الطبية والسامة وعددها ٦٤ نباتاً.

لقد تركت الحضارات القديمة إرثاً في تطور علم الجغرافة الحيوية، إلا أن إسهام هذه الحضارات في علم الحيوان لم تكن واضحة مثل إسهامهم في علم النبات، فعلم النبات له صلة كبيرة بعلم الطب والتداوي لذا اعتنى علماء تلك العصور بأصناف النباتات لحاجاتهم إلى الدواء.

المرحلة الثالثة: مرحلة العصور الوسطى:

عُني العرب بكل جوانب المعرفة وكثيراً ما غلبت شهرتهم في الطب وكتبوا في الكماء، والفلك، والطبعة، والرياضات، والنبات، والحيوان وكثير من العلوم الأخرى.

انطلقت العلوم العربية في القرن التاسع الميلادي بعد سقوط الإمبراطورية الرومانية، مترجمة العلوم التي سبقتها، لهذا فإن علماء العرب والمسلمون قد قاموا في البداية بترجمة الأعمال التي أنتجها علماء اليونان وفي مقدمتها مؤلفات ديوسقوريدس التي اعتمدها الطب النباتي العربي، فترجموا أعمال أرسطو، وتلميذه ثيوفراستس، ثم ترجموا كتاب التاريخ الطبعي للعالم بليني الأكبر، وترجموا كتاب المدة الطبية تحت اسم الحشائش للعالم اليوناني ديسقوريدس. فازدهرت حركة الترجمة، لم يكتف علماء العرب والمسلمين بالترجمة والنقل عن العلماء الآخرين، لقد كان النقل مرحلة من مراحل تطور علم الأدهاء، ثم كانت المرحلة التي بعدها هي مرحلة التعليق على الكتب، وتناولها بالدراسة والنقد والشرح وإقرار بعض المعلومات ورفض معلومات أخرى، ثم انتقلوا إلى مرحلة التألف والكتابة ولابتكار، وأضافوا كثيراً من الآراء والنظريات التي نُسبت إلى غيرهم وسنذكر من هذه الآراء والنظريات ما يخص علم الأدهاء، فقد تكلموا في التطور، وإن نُسب إلى داروين في القرن التاسع عشر، فقد كتب فيه ابن مسكويه، وإخوان الصفا، وابن خلدون قبل داروين بقرون، ويذكرها ابن مسكويه في كتبه حيث يقول : إن النبات أسبق في الوجود من الحيوان، وقسم النباتات إلى ثلاث مراتب أولها ما نجم من الأرض ولم يحفظ نوعه ببذر، ذلك أنه في أفق الحماد، والفرق بينهما هذا المقدار السير من الحركة الضعفة في قبول الحاة، ولا يزال هذا الأثر يقوى ويشد في نبات آخر إلى أن يصير له من القوة في الحركة بحيث يتفرع وينبسط ويتشعب .

كذلك اهتم بهذه الدراسات ابن خلدون حيث قال : إن العادة قد تُغير من صفات العضويات بمثل ما يُغير الطقس، ويقول شارحاً تسلسل بعض الأدهاء من بعض، فقد قال في أول فصل من مقدمته المعروفة : انظر إلى عالم التكوين ابتداءً من المعادن ثم النبات ثم الحيوان على هيئة بدیعة من التدرج بحيث يتصل آخر أفق المعادن بأول أفق النبات مثل الحشائش وما لا بذر له، ويتصل آخر أفق النبات مثل النخيل والكرم بأول أفق الحيوان مثل الحلزون والصدف، ولم يوجد بينهما إلا قوة اللمس فقط،...

كما قدم أبو جعفر محمد بن محمد بن الحسن الطوسي المعروف باسم نصير الدين الطوسي في كتابه أخلاق ناصري تفسيراً لتطور الأنواع حيث يقول في نظريته عن تطور الكون: أنه كان

يحتوي على عناصر متماثلة ومتشابهة، وبدأت التناقضات الداخلة بالظهور، وتبعاً لذلك بدأت بعض المواد تتطور أسرع وبطريقة مختلفة عن غيرها من المواد، ثم يُفسر كف تطورت العناصر إلى المعادن، ثم إلى النباتات ثم إلى الحيوانات، ثم إلى البشر، ويشرح كف كان التباين الوراثي عاملاً مهماً في التطور الحيوي للكائنات الحية.

كما أن **إخوان الصفا وخلان الوفا** أطلقوا نظرية التطور وإن لم يكن ذلك بالحرف التي طرحها داروين، إذ رأوا أن الموجودات خلقت سلسلة متصلة، منفصلة بعوامل الزمن ما عدا الكائنات العليا مثل الإنسان والقرود حيث خلقوا من الطين مباشرة، أي أن الإنسان آخر المخلوقات وُجد بعد الحيوان والنبات، لأنهما مصدر غذائه، والحيوان خلق بعد النبات لأن النبات مصدر غذائه، والنبات خلق بعد المعادن لأنه مصدر غذائه، والمعادن وجدت بعد وجود الماء لأنه سبب تكوينه.

وأثر الطبعة والبيئة في الأداء من الدراسات المهمة التي اهتم بها **أبو القاسم المجريطي** ٩٥٠ م. و١٠٠٧ م، ويُعد أول من وضع كتاباً ظهرت في عناوينه كلمة البيئة من خلال كتابه الطبقات وتأثير النشأة والبيئة في الكائنات الحية.

واشتهر **رشيد الدين بن الصوري** في علم النبات حيث قام بالتدقيق والبحث عن النباتات في منابها، ودرس نباتات سورية من بذرة كل نبات حتى جفافه وبيسه، وكان يصطحب معه مصوراً مزوداً بالأصباغ على اختلاف أنواعها، فكان يتوجه إلى المواضع التي بها النبات فُشاهده ويُحققه ويُريه للمصور، ويطلب منه أن يُصور النبتة في بيئتها بألوانها الطبيعية، وفي أطوارها المختلفة، أي أن ابن الصوري درس النبات في بيئته، فاستخدم في اكتشافاته المنهج العلمي التجريبي المعتمد من قبل علماء النبات في الوقت الحاضر.

كما أن **ابن البطار** عالم النبات الصيدلاني دفعه اهتمامه الشديد بالنباتات والأعشاب إلى القيام برحلات علمية طاف فيها بلاد شمال إفريقيا، حيث كان يجتمع مع علماء تلك البلاد ويُدارسهم في أنواع النبات وفوائده وخصائصها، وكان يدرس النبات في منابها بل يدرس التربة والحجر الذي ينمو فيه، والأرض التي تنبت، والعوامل المختلفة المترتبة على ذلك، جمع خبره طويلة مستندة على الملاحظة فألف عدداً من المؤلفات أشهرها الموسوعة النباتية المسماة الجامع لمفردات الأدوية والأغذية.

من المواضيع المهمة التي مارس فيها العلماء العرب والمسلمين نشاطهم العلمي، العلم الذي نطلق عليه علم **الفائونا والفلورا (علم النبات والحيوان)** منذ نحو ٨٠٠ سنة ميلاديه، وهذا العلم

يختص بجمع العينات النباتية والحيوانية، ثم دراسة هذه العينات، وذكر أسمائها، حيث درسوا النباتات في بلاد مختلفة ابتغاء جمع العينات وجمع الحشائش والأعشاب بالإضافة إلى جمعها كانوا يُعرفون النبات ومواضع إنباته، وأنواعه المختلفة مع وصف الأراضي التي ينبت فيها إذا كانت مالحة، أو غير مالحة، أو تنمو على الماء. ويذكرون الأجناس المختلفة في النبات والأنواع المختلفة في الجنس الواحد، ومن ثم يذكرون أسماء هذه النباتات بلغات مختلفة، فكانت أسماء النباتات ومسماتها تشغل حيزاً كبيراً من معاجم مفردات اللغة العربية، ومن أوائل العلماء العرب الذين اهتموا بعلم النبات وكتبه هم علماء اللغة العربية، حيث بدؤوا في تأليف معاجمهم اللغوية التي تُورد كل الأسماء والألفاظ الموجودة في اللغة العربية ومنها أسماء النبات وأنواعه، والحيوان، ولعل من أول الجهود كانت على يد عالم اللغة عبد الملك بن جريج البصري، وويد الخليل بن أحمد في كتابه العين، وابن منظور في كتابه لسان العرب، والقاموس المحط للفيروز أبادي، وتاج العروس للزبيدي، وسار على نهجهم عدد كبير من علماء اللغة العربية. وأورد الشريف الإدريسي الذي يُعد عالماً جغرافياً وعالماً نباتاً، أسماء النباتات على هيئة معجم متعدد اللغات فقد كان يذكر اسم النبات بالعربية والسريانية واليونانية والفارسية والهندية واللاتينية والبربرية مع تعريف وشرح لها، في كتابه الجامع لصفات أشاتات النبات.

ثم بدأت الكتابات عن النبات تأخذ صبغة التخصص وتُفرد لها فصول في كتب متعددة. وكان هناك من العلماء يدونون ذلك ميداناً، ففي لسان العرب يقول ابن المنظور في نبات العفار (قال أبو حذفة أخبرني بعض أعراب السراة أن العفار شبه بشجرة الغبيراء الصغيرة إذا رأيتها من بعيد لم تشك أنها شجرة الغبيراء ونوهها أيضاً كنهها) ويذكر أن النضير بن شميل قضى نحو ٤٠ سنة في البادية لجمع أشاتات النبات، ويُشاهد النبات في بيئته، ويضبط مصطلحه.

كما أقاموا الحدائق لتكون بمثابة حقول تجارب نباتية، كما في بغداد، والقاهرة، وقرطبة ... وتفننوا في هذه التجارب إلى أن استولدوا ورثاً أسود. ويُعد أبو حذفة الدينوري الملقب بشيخ علماء النبات أول عالم نباتي يُشير إلى طريقة التهجين في النبات، حيث تمكن من أن يستولد ثمار ذات صفات جديدة، كما استطاع أن يُخرج أزهاراً جديدة بالمزاوجة بين الورد البري وشجرة اللوز. ووصف الدينوري مئات النباتات وصنف أسماءها مرتبة ترتيباً معجماً، وبدأ كتابه كتاب النبات بوصف شامل لأنواع التربة في بلاد العرب، وتركيبها، ومناخها، وتوزع مائها، والشروط الضرورية لنمو النباتات فيها، لذا يُعد الدينوري أول من ألف في علم الفلورا النباتية للجزيرة العربية.

أما بالنسبة **لعلم الحيوان**: بدأ علم الحيوان كبدائية علم النبات مبدأً على اللغة، فكانوا يتبعون المنهج نفسه من جمع للحيوانات، ودراستها، وذكر أسمائها، وتبيان صفاتها، وأشكالها وطبائعها، وأسماء أصواتها، وصنفوها في كل نوع من أنواع الحيوان ألفة ووحشة، وتعددت لديهم أسماء الحيوان الواحد تبعاً لمراحل تطوره فكان له اسم في كل مرحلة من مراحل حياته، إلا أن اعتناء العلماء العرب والمسلمين بعلم النبات أكثر من علم الحيوان، ولعل ذلك يعود في المقام الأول للعلاقة الوثيقة بين النبات والطب. ومن أشهر الذين ألفوا عن الحيوان وغلب على تناولهم الطابع اللغوي **النضير بن شميل** ومن آثاره كتاب الصفات في اللغة الذي تناول فيه الإبل، والغنم، والطيور، والفرس. و**هشام الكلبي** ومن تصانفه أنساب الخيل، و**أبو عبيدة التمي** من مؤلفاته كتاب الداء، وكتاب أسماء الخيل، وكتاب البازي، وكتاب الإبل ... و**الأصمعي** من مصنفاته خلق الفرس، والخيول، والإبل وكتاب الوحوش. ويتطور المعارف لديهم خصوصاً مؤلفات خاصة لكل حيوان، ومن العلماء من ألف عن الحيوان كما فعل **الجاحظ** في كتاب الحيوان، و**الدميري** في كتاب داء الحيوان الكبرى، وهما كتابان ضخمان فيهما وصف لكثير من أنواع الحيوان من طيور، ووحش، وأسماء، وحشرات، وزواحف، وثدييات، ووردت في ثنايا هذين المؤلفين وأمثالهما إشارات إلى آراء لم تُبحث إلا في العصر الحديث تحت مبحث علم الحيوان مثل التكافل أو المشاركة بين الحيوانات، إذ نجد إشارات واضحة لدى كل من **الجاحظ** و**القزويني** و**الدميري** لهذه النظرية التي مفادها : أن بعض الحيوانات التي تعيش في بيئة مكانة واحدة قد يربط بينها من نوع المصلحة المشتركة، لذا تنشأ بينها مودة، كأن يحط طائر البقر فوق البقر ليلتقط الهوام، أو كأن ينظف طائر التمساح أسنان التمساح ما علق بها من بقايا اللحم.

ومن المشاهدات والتجارب التي عرفها العرب قبل غيرهم شيء عن علم الوراثة، ولطالما استخدم العرب التهجين في إبلهم، واختاروا أفضل الفحول لأفراسهم، ومن قول **الجاحظ** في هذا المعنى إذا ضربت الفولج (الجمال ذات السنامين) في العراب (الإبل العربية) جاءت الجوامير (الإبل الممتازة)، والنُخت (الإبل الخرسانة) التي تجمع عامة خصال العراب وخصال النُخت، ومتى ضرب فحول العراب في إناث النُخت جاءت الإبل البهوتة أقبح منظرًا من أبويها. وفي هذا المعنى من التهجين يقول **الدميري**: المتولد من الفرس والحمار، إن كان الذكر حماراً فشديد الشبه بالفرس، وإن كان الذكر فرساً فشديد الشبه بالحمار، ومن العجب أن كل عضو فيه (التهجين) يكون بين الفرس والحمار، وكذلك في أخلاقه، فليس له ذكاء الفرس ولا بلادة الحمار، وكذلك صوته ومشة بين الفرس والحمار.

ومن المسائل التي سبق إليها العرب والمسلمين أثر البيئة في الحيوانات **الجاحظ** أول من أشار إلى أثر الهجرة والمحط في التغيرات التي تطرأ على حياة الحيوان فبعضها يغير لونه، أو سلوكه فقول: إن القملة تكون في الرأس أسود الشعر سوداء، والرأس أبيض الشعر بضاء، وفي رأس الخاضب بالحرمة حمراء، وهذا شيء يعتري القمل كما يعتري الخضرة دود البقل وجراده وذبابه وكل شيء يعيش فيه.

ولا يغيب أثر البيئة عند **القزويني** الذي يرى أن البيئة تؤثر في التوالد والتفريخ فقول في كتابه عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات: فالفيلة لا تتولد إلا في جزر البحار الجنوبية، وعمرها في أرض الهند أطول من عمرها بغير أرض الهند، وأذابها لا تعظم مثل ما تعظم بأرضها، والزرافة لا تتولد إلا بأرض الحبشة (أفريقيا الشرقية)، والجاموس لا يتولد إلا بالبلاد الحارة قرب الماء، ولا يعيش بالبلاد الباردة...

ويُعد علماء العرب والمسلمين من الأوائل في تطوير علم التصنف النباتي والحيواني، حيث برعوا في هذا الجانب فصنفوا نباتات بيئتهم تصنفات شتى منها ما يقوم على أساس لغوي، ومنها ما كان تقسماً تفصيلاً، ومنها ما يعتمد على النوع، كما عرفوا التصنف وفقاً لعوامل التربة، وما يُعرف حديثاً بالمجتمعات التربة أي تلك التي يتأثر تكوينها الخضري بعوامل التربة. تناول ابن سينا النبات وتوصل إلى أن من النبات ما هو مطلق (قائم على ساقه) ومنه ما هو حشيش مطلق (منبسط على الأرض)، ومنه ما هو بقل مطلق (لا ساق له) مثل الخس، ومن النبات ما هو شجر حشيش وهو الذي ليس له ساق منتصبه وساق منبسطة مستندة إلى الأرض، أو الذي يتكون ويتفرع من أسفل مع انتصاب كالقصب، أما الحشائش العشبية فمنها الذي له توريق من أسفله، وله مع ذلك ساق كالملوكة (الملوخة)، أما النبات البقلي فكثير منه ما لا ساق له تنتصب وليس مستنداً بما هو كورق الخس والحماض، والسلق، وذلك بحسب أغراض الطبيعة، أما النباتات المتسلقة فإن ما يحفزها على التسلق تعجيل نضجها.

ويُصنف **إخوان الصفا** في رسالتهم الثامنة النباتات إلى ثلاث مجموعات أشجار، وزروع، وأجزاء (كلأ وعشب وحشائش)، وتقترب آراء إخوان الصفا في مجملها من الآراء الحديثة التي ملخصها: أن النباتات هي كل جسم يخرج من الأرض، ويتغذى وينمو، ومنها ما هي الأشجار تُغرس قضبانها أو عروقيها، ومنها ما هي زروع تبذر حبوبها أو بذورها، أو قضبانها، ومنها أجزاء تتكون إذا اختلطت وامتزجت كالكلأ والحشائش، فالشجر نبت يقوم على ساقه منصّباً في الهواء، بخلاف النجم وهو نبت لا يقوم أصله على ساقه مرتفعاً في الهواء، بل يمتد على وجه الأرض أو يتعلق

بالشجر ويرتقي معه الهواء كالكرم، ومن الشجر ما هو تام كامل، ومنها ما هو ناقص، ومن التام ما هو أتم وأكمل من بعض ومن النبات والأشجار ما ورقه وثمره مناسب الكبير واللون والشكل واللمس كاللامون، والتفاح، ومنها ما هو غير متناسب كالرمان والتين والعنب. وأكثر النبات ينبت على وجه الأرض إلا القليل منه، فإنه ينبت تحت الماء كقصب السكر والأرز، ومنه ما ينبت على وجه الماء كالطحلب، أو ما ينسج على الشجر كالبلاب، أو ينبت على وجه الصخور كخضراء الدمن، ومن النباتات ما لا ينبت إلا في البلاد الدفيئة، ومنه ما لا ينبت إلا في البلاد الباردة، وبعضها لا ينبت إلا في الأرض الطيبة، ومنه لا ينبت إلا بين الحصى والحجارة والأرض الدابسة والصخور ومنها لا ينبت إلا في أراضي السبخة.

كما عرف العرب تصنفاً بيئياً للنباتات نجده عند الأصمعي الذي قال في كتابه النبات والشجر: النباتات الحجازية كالغردق والسدر والعوسج، أما النباتات النجدية فهي كالنخيل، وإحماض، والقناد، والبطم (الحبة الخضراء)، والنباتات الرملية كالغصن، والأرطي، والمطي، والعليقي، والمصاص، والنباتات السبخة كالقمر، والعكرش، والقلام، ونباتات جبال السراة كالشث، والعرعر، والطباق، والاسمين البري.

كما أبدع أبو الخير الإشبيلي المعروف بالشجار في اكتشافه لتصنيف علمي للنباتات حيث طريقته في التصنيف تقترح نسقاً ثلاثي العناصر: حجم وبيولوجيا النبات، والشكل المورفولوجي كالشكل العام، والمظهر الخارجي، وشكل تكثر الزهور، وشكل الأوراق.

ومن تصنفات العرب لأنواع النبات تصنيف يُقارب تقسم الفصائل المعروف اليوم، فالفصيلة المركبة أطلقوا عليها مجموعة المرار، وهي ذات مذاق مر، يظهر في لبن الحيوانات التي تتغذى بها، ومن هذه المجموعة: الشج، المرار، القصوم... والفصيلة الرمرامة مجموعة الحموض، وتضم مجموعة النباتات الحمضية أنواعاً شتى، وطعمها حمضي أو مالح منها: التليث، والحاذ، والخداف، والرغل، والرمث، والروثا، والطحماء، والعجرم، والغصن، والنيتون ... وفصيلة الحممات مجموعة الكحات، وتضم أنواعاً أطلقوا عليها كحات لاحتواء جذورها على مواد صلبة حمراء قاذية، ومن نباتاتها الكحل، الزريقاء الكحالة، والكحلاء، الكحلاء، والغيشاء ... والفصيلة الصلبة مجموعة الحرف، طعمها لاذغ (حرف) كالفلج ومنها الشقاي، والصفاري، والنجمة، والحسار، والحريشة ... وفصيلة الغرنوفات مجموعة الدمهمين، وسُميت الدمهمين لأن أوراقها داكنة دهماء اللون ومنها الدهماء، والدمغة، والقرنوة ...

كما صنف العرب نباتاتهم في ضوء ماءاتها (أماكن الماء) التي تسود حولها، ويعكس هذا التصنف صفات التربة وطبيعة الماء المتوافرة بالقرب منها، ومن أمثلة ذلك الغرقة وهي الماء التي تنبت حولها شجرة الغرقد، والطريفة التي تنمو حولها شجيرات الطرفاء، والثيلة وهي الماء التي تنبت الثيل، والصنجرة التي ينمو فيها الصنجر، والخذيفة وهي الماء الملحة التي تنبت حولها أنواع الحموض، والخريزة وهي ملحة وينمو فيها الخريزي، والحضافة وهي الماء التي ينجح فيها النخيل.

كما توصل العرب أيضاً إلى نظام للتسمية يُشبه ما يُعرف الآن بالتسمية الثنائية التي بدأها العالم السويدي كارولوس لينوس، فقد أطلقوا على كل نبات كلمتين إحداهما تُشير إلى صفة من صفات النبات مثل حمض الروث، والمرار القصوم، وحمض الخدراف وهكذا ... وكان ذلك باعثاً لعلماء النبات في أوروبا على استعارة الاسم العربي بعد تطويعه لقواعد اللغة اللاتينية لصير مصطلحاً علمياً للنباتات مثل نبات الصلة الشوكي واسمه العلمي (Zill spinosa)، ونبات الرتم (Retama)، والحاج (Alhagi)، والقات (Catha)، كما استعاروا الألفاظ العربية لتدل على اسم النوع في بعض الأشجار مثل الأكاسا (Acacia)، والعرفط (A. orafata)، والحرمل (Peganum harmala)، والرجل (Solenostelma argel).

كان التصنف الحيواني كذلك من انجازات العرب والمسلمين، وإسهاماتهم المميزة في علم الحيوان، فلم يكن تقسمهم للحيوان موحداً، فقد بدا عاماً مطلقاً، إذ قسموا الحيوانات إلى ألفه ومتوحشة وضارية، ثم انتقلوا من الوصف اللغوي إلى التناول شبه العلمي فقسموها إلى ما يطير، ويمشي وقسموا الماشي إلى ما يمشي على بطنه، أو على رجله، وما يمشي على أربع، وإلى أشكالها، وأنواعها، وتجمع غذائها وإدخاره القوت لوقت الشتاء كان هذا التقسم للقزويني الذي يجعل الحيوان في المرتبة الثالثة من الكائنات الحية من بعد أن جعل الأولى للمعادن، والثانية للنباتات، وقسم الحيوان بدوره إلى أنواع متعددة، وجعل الإنسان في قمة المخلوقات . وقسم الجاحظ الحيوان عامة إلى أربعة أقسام شيء يمشي، وشيء يسبح، وشيء ينساح.

وقسم ابن مسكويه (أحمد بن يعقوب بن مسكويه الخازن) الحيوانات إلى أقسام وضع كل قسم منها في وضعه الملائم من التصنف الحيواني، وذكر تأثير البيئة في جمع الأعداء من حيث التطور الإدراكي والعقلي، فحدث عن الحيوانات الدنيئة، والحيوانات ناقصة الحواس، وتلك التي استكملت حواسها الخمس، فالحيوانات الدنيئة عنده تلك التي لم تستوف الصفات الحيوانية الكاملة والتي تشابه النباتات في صفاتها كالسوطات التي تشبه الحيوانات في أنها قادرة على الانتقال

والحركة وتشارك النبات في قدرتها على التركيب الضوئي، وكالأصداف والحلزونات ولس لهما من الصفات الحيوانية إلا حس واحد وهو الحس العام الذي يُقال له حس اللمس، أما الحيوانات ناقصة الحواس الخمس فمثل لها الخلد وهو حيوان قارض فقد البصر، بتأثير البيئة تولد صغارها بعيون، إلا أن عيونها سرعان ما تضمر ويُغطّيها الشعر في حجورها المظلمة تحت الأرض، ومن أمثلة الحيوانات ناقصة الحواس النمل ومنه أنواع لا عيون لها إلا أن باقي حواسها مستكمل قوي كحاسة الشم، ومن النواقص أيضاً الحيوانات التي لس لها جفون كالدات، الأسماك الكبيرة، أما الحيوانات المستكملة الحواس الخمس فهي عنده على مراتب متفاوتة منها : البليدة الجافة الحواس، ومنها الذكة اللطيفة الحواس التي تستجيب للتأديب والأمر والنهي كالفرس من البهائم، والباري من الطير، أما القردة وما شاكلها فقد وضعها في قمة مرتبة الثدييات لكنها أخط من مرتبة الإنسان خاصة فما يتعلق بالمواهب من قبول التأديب والتميز والاهتداء إلى المعارف .

أما الحيوان عند **إخوان الصفا** فُصنف تام الخلقة، وناقص الخلقة، تام الخلقة هو الذي يتزوج ويحبل ويلد ويرضع، أما ناقص الخلقة فهو كل حيوان يتكون من العفونات، وقسموا الحيوانات وفق بيئتها: فمنها سكان الهواء، وهي أنواع الطيور، والحشرات جمعاً، ومنها سكان الماء وهي حيوانات تسبح في الماء، ومنها سكان البر وهي البهائم والأنعام والسباع، ومنها سكان التراب وهي الهوائم.

أما دور **الأوروبيون** في تطور علم الجغرافة الحيوية في العصور الوسطى خلال الفترة ما بين **القرن الخامس وحتى القرن الخامس عشر** (عصور الظلمة)، التي اتسمت باضمحلال العلوم وتراجع الثقافة وتدني طلب العلم ولم يبق من معارف **الآغريق** و**الرومان** التي ازدهرت في أوروبا سوى القليل محصوراً بين الأديرة والكاتدرائيات وبلاطات الحكام، وتميزت العصور المظلمة بتقشي الجهل والتزمت الديني الشديد وتعاضم دور الكذسة في مختلف مجالات الحياة بانتشار الحروب العسكرية بين الشعوب الأوروبية والجرمانية، إلا أن العصور الوسطى لم تكن كلها ظلامية، حيث قام قليل من الباحثين الأوروبيين مثل القديسة **هيلدغارد بنجين** (Hildegard Von Biongen)، كاتبة ألمانية وملحنة وفيلسوفة، كتبت نصوصاً لاهوتية ونباتية وطبية، وألّفت كتب عدّة حول الفيزياء والعلوم الطبعة، والكاهن **ألبيرتوس ماغنوس** (Albertus Magnus) (ألبيرت الكبير) فيلسوف ألماني، ألّف موسوعة نباتية وصف فيها مختلف أشكال الأوراق والأزهار والثمار، وقد ميّز بين الأشواك، والقارصات، والكأس، والتويج، وشرح بذرة البذور ووضع الأجنة في البذور. وبيّن العلاقة بين درجة الحرارة والضوء ونضج عناقيد العنب.

في القرن الخامس عشر الذي حدث في آخره ما يسمى بحركة النهضة، حيث تحرّر العقل الأوروبي من كثير من القيود الكنسية فأبدع في مجالات متعددة.

القرن السادس عشر هو قرن استقاظ أوروبا وخروجها من ظلمات العصور الوسطى، بدأ علم النبات في مطلع القرن السادس عشر بالانتقال من العمل الموسوعي إلى العمل الموضوعي، وهكذا قام العلماء بالبحث في الموضوعات الطبعة بعيداً عن التوجهات الفلسفة للكتابات القديمة، مبتدئين بجمع المعلومات النباتية العلمية الحقة من دون الوصول إلى تصانف قمة، منهم **اوتو برونفيلس Otto Brunfels** ١٤٨٨ . ١٥٣٤م، عالماً لاهوتاً، وعالم نبات ألماني، اعتبره كارولوس لينوس واحداً من مؤسسي علم النبات الحديث، نشر عدة مؤلفات في الصيدلة، وعلم الحشرات، وعلم النبات... نشر مؤلفين صور النباتات الحية (Herbarum vivae eicones) وصفها بشكل مستقل عن قمتها الطبية، وكتاب النباتات العشبية (Contrafayt herbal book) وقام بتمثيل النباتات الألمانية التي وجدها بالرسوم التوضيحية بنقشها على الخشب، من قبل الفنان الألماني **هانز فايديتز (Weiditz)**، فالرسوم التوضيحية التي قدمها فايديتز تمثل نهجاً جديداً، وتضع معاراً من الواقعة في تصوير النباتات الطبعة. و**ليونهارت فوش Leonhart Fuchs** ١٥٠١ . ١٥٦٦م، طبيب وعالم نبات ألماني، ألف كتاب عن النباتات واستخداماتها في الطب، اشتمل الكتاب على ٥٠٠ رسم دقيق ومفصل لنباتات، كانت الرسومات هي ما ميّز كتابه عن سابقه، وسُمي الجنس النباتي فوشة تكريماً لاسمه، أسس فوش واحدة من أوائل الحقائق النباتية الألمانية.

وكشف العالم السويسري **كونراد غسنر Conrad Gessner** ١٥١٦ . ١٥٦٥م، دور الأزهار والثمار في التصنف النباتي وترجع إليه أولى معلومات تحديد الجنس genre، وكان يجمع البيانات من المصادر القديمة، مثل العهد القديم، وأرسطو، وبليني، ... مضافاً ملاحظاته الخاصة، حيث بنى جسراً بين العلوم القديمة والوسطى والحديثة.

وقام **كارولس كلوزيوس Carolus Clusius** ١٥٢٦ . ١٦٠٩م، بالعديد من الرحلات النباتية في أروبة جمع فيها ملاحظاته في مؤلف عنوانه تاريخ النباتات النادرة (Rariorum plantarum historia)، الذي ضمّ وصفاً دقيقاً لبعض النباتات الراقية والفطريات، وعمل في علم الحيوان وألف موسوعة الحيوانات (Historie Animalium)، صنف الحيوانات فيها أربعة أصناف رباعي الأرجل، والبرمائيات، والطيور، والأسماك، وكانت هذه المحاولة الأولى لوصف العديد من الحيوانات بدقة، إلا أنه شمل أيضاً العديد من الحيوانات الخالدة مثل يودكورن (كائن خرافي

على هيئة حصان خرافي أبض اللون ذو قرن واحد، ذُكر في الأساطير الإغريقية)، والبازيلسك (حيوان زاحف خرافي) والتي كان قد سمع عنها من القرون الوسطى فقط.

وفي عام ١٥٨٣م، طبع الإيطالي أندريا تشيزالپينو **Andrea Cesalpino** الذي درس النبات في الأندلس، مرجعاً سمّاه النبات (De plantis)، وبقي لقرنين المرجع الرئيس في تصنف النبات، وازعاً قواعد التسمية الثنائية التي عزها لينوس فما بعد، كما أقم في القرن السادس عشر العديد من الحقائق النباتية كان في البندقية شمالي إيطاليا عام ١٥٣٣م، وأنشأ لويس الثالث عشر الحديقة الملكية للنباتات الطبية في فرنسا عام ١٥٣٦م، وفي بولونا عام ١٥٦٦م، وتبعتهما حدائق النبات في ألمانيا وفرنسا.

حدثت أول طفرة علمية في نهاية القرن السادس عشر من الميلاد، تحديداً في سنة ١٥٩٠م عندما استطاع صناع العدسات الألمان هانس ليرشي وزكريا جانسين أن يركبوا عدة عدسات في أنبوب بنظام معين لصنع أول مجهر عُرف بمرناة الصغائر.

تعمقت وتقدمت الدراسات التصنفية الفيزيولوجية والكماوية النباتية والتشريحية في القرن السابع عشر، وتزايدت رحلات بعثات الاستقصاء النباتي في العالم، وانتشرت الحقائق النباتية، إذ بدأت في هذا القرن الدراسات التخصصية المعتمدة على المجهر، وبحلول عقود ١٦٦٠ و ١٦٧٠م أصبح المجهر يستخدم بكثافة في البحث العلمي و الدراسة، حيث استطاع أنطوني فان ليفينهوك **Antonie van Leeuwenhoek** ١٦٣٢ . ١٧٢٣م، باحث وعالم هولندي اخترع أول مجهر ضوئي شاهد من خلاله كائنات حية دقيقة في قطرات الماء، وأعظم اكتشاف له جاء سنة ١٦٧٤م عندما سجل أول ملاحظاته عن المكروبات، وهو يفحص إحدى قطع القماش، عندما رأى كائنات عصوية الشكل. اكتشف في قطرة الماء عالماً قائماً بذاته، وقد تمكن من العثور على المكروبات في أماكن كثيرة، في المستنقعات وفي ماء المطر وفي الأفواه وأمعاء الإنسان، واستطاع أن يُصنف أنواعاً مختلفة من البكتيريا وحسب أحجامها جمعاً. كما أعطى وصفاً لثلاثة أنواع من البكتيريا العصيات، والمكورات، واللولبات. وقد ظل علم المكروبات خامداً حتى جاء القرن التاسع عشر الميلادي عندما تطورت أحجام العدسات وتطورت صناعة المكروسكوب.

انطلق مفهوم تصنف الزمر الطبعة الممثل بالفصائل النباتية على يد عالم النبات الفرنسي بيير مانيول ١٦٣٨. ١٧١٥م، وبيير ماغنول، واكتشفت البنية الخلوية على يد الفيزيائي روبيرت هوك **Robert Hooke** الملقب بالفيلسوف الطبيعي ١٦٣٥. ١٧٠٣م، حيث أنه تعرّف على الخلايا

النباتة، ففي عام ١٦٦٥م، عندما كان ينظر إلى شريحة من الفلين من خلال المجهر لاحظ بعض المسام (الخلايا) من خلال المكروسكوب. حاول يان بابتست فان هيلمونت **Jan Baptist van Helmont** طبيب وعالم نبات بلجيكي ١٥٨٠ . ١٦٤٤م، إثبات أن النبات يحصل على غذائه من الماء والهواء وأشعة الشمس عن طريق عملة البناء الضوئي، ولاحظ أن الأوكسجين يعود للهواء ثانية ويستفيد النبات من الغلوكوز في نشاطاته الحيوية. خلال منتصف القرن الثامن عشر، مع النهضة العلمية العالمية، كتب عالم التاريخ الطبي السويدي (عالم نبات وحيوان وطبيب) **كارل فون ليننيوس Carl von Linné** ١٧٠٧ و ١٧٧٨م، العديد من الكتب التي صنف فيها الكائنات الحية جمعها إلى نباتات وحيوانات، وصنف النباتات والحيوانات وفقاً للشكل الخارجي، وقسم الممالك إلى مجموعات أصغر تُسمى الأجناس، وقسم كل جنس إلى مجموعات أصغر تُسمى الأنواع، ووضع الأساس لعلمي النبات والحيوان في كتابه أنواع النباتات، ومن أهم إنجازاته التسمية الثابتة للأنواع المختلفة، حيث يتكون الاسم العلمي من اسمين، يدل الأول على الجنس الذي ينتمي إليه الكائن الحي، أما الاسم الثاني فهو اسم النوع.

في النصف الثاني من القرن الثامن عشر، قام جورج لويس لوكليرك كونت دي بوفون **George Louis Leclerc Connte de Buffon** عالم في الطبعة فرنسي، ١٧٠٧ . ١٧٨٨م، بتأليف ٣٦ مجلداً في التاريخ الطبي، ضمت جمع المعارف الخاصة بالعلوم الطبعة ومنها نظرية الأرض، والتاريخ العام للحيوانات، والتاريخ الطبي للإنسان، وعن الطيور والمعادن، اشتهر بكتابه التاريخ الطبي العام والخاص **Histoire naturelle generale et particuliere**. وكان تصنفه للحيوانات غير معقول، فقد رتبها حسب نفعها للإنسان، حيث بدأ بالحصان.

تطورت في الربع الأخير من القرن الثامن عشر العلوم الأدائية كعلم النبات وعلم الحيوان إلى فروع معرفة ذات احتراف عالية، بدأ علماء الفيزياء بربط العالمين الحي والجامد من خلال الفيزياء والكماء، ومن أشهرهم انطوان لافوازييه **Antoine Lourent de Lavoisier** الذي أثبت أن عملة التنفس احتراق، وأن الكائنات الحية تستمد طاقتها من عملة احتراق بطيئة للمواد العضوية مستخدمة في ذلك الأوكسجين الموجود في الهواء .

المرحلة الثالثة: مرحلة العصور الحديثة:

قام علماء الطبعة المستكشفون بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية وبيئاتها الطبعة، والطرق التي تعتمد فيها هذه العلاقات على الجغرافة، ما أدى إلى إنشاء علوم الجغرافة الحيوية، والبيئة،

والسلوك الحيواني. فظهر في القرن التاسع عشر ثلاث نظريات تبحث اختلاف الخصائص الشكلية والتشريد للكانئات الحدة وتغيرها بمرور الوقت ونشأة الكائنات الحدة وأصلها وتفاوت مقدرة الكائنات الحدة على التكيف مع الظروف البيئية السائدة، ولكن بقيت الدراسات المتعلقة بالجغرافة الحيوية غير واضحة من حيث منهجها، إلى أن تجمعت المعلومات الكافة في بداية القرن التاسع عشر من قبل علماء الطبعة أمثال كارل فون ليننيوس الذي أرسى أسس علم التصنف الحيوي، وعالم التاريخ الطبيعي والجغرافي الألماني ألكسندر فون همبولت **Alexander Von Humboldt** الذي وضع أسس الجغرافة النباتية، فألف كتاباً عام ١٨٠٤م، يحتوي على ستة وعشرين جزءاً تشمل مشاهدته الطبعة والنباتة، ودونها خلال رحلاته في أمريكا الجنوبية، ووضع خريطة لتوزع النباتات في أثناء سلسلة رحلاته في كل مكان من العالم، ثم ألف كتاباً آخر عام ١٨٠٧م، بعنوان شكل الطبعة قارن فيه بين النباتات في أمريكا الجنوبية وأوربة. وكان يرى أيضاً أن درجة الحرارة هي أهم عناصر المناخ الذي أدى إلى تغير أنماط النبات على سطح الأرض، ولهذا نجد أنه يحاول أن يقسم العالم إلى أقلام نباتة على أساس درجة الحرارة في المقام الأول، واستحدث فرعاً جديداً في الجغرافة لم يكن موجود من قبل هو الجغرافة الحيوية، ولكن لم يستطع بحث همبولت أن يثير الكثير من الاهتمام بهذا العلم، وبقيت دراسة الحيوان والنبات متروكة لأصحاب علوم النبات والحيوان.

كان للأبحاث التي أجراها عالم النبات النمساوي **غريغور يوهان مندل Gregor Johann Mendel** خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر أثر كبير في دراسة علم النبات وحقول أخرى من العلوم، وقد أسست تجاربه في تكاثر نباتات البازلاء، لتطور علم الوراثة، وكذلك تجاربه حول النحل أنتج سلالة هجينة من النحل، ووصف أنواع نباتة جديدة، ثم أضاف إلى قائمة مختصرات أسماء علماء النبات، ونشر أبحاثه في كتاب تجارب التهجين في النبات .

ومن أبرز إنجازات القرن التاسع عشر ظهور مفهوم التطور **evolution** الذي طرحه العالم الفرنسي المتخصص في علم الأدهاء، والنبات **جان باتست لامارك Jean Baptiste de Lamarck** ١٧٤٤ . ١٨٢٩م، وأصبح من الأوائل الذين اقترحوا نظرية تطور علم الأدهاء، وقد كان لامارك مؤسس علم المستحاثات اللافقاري الذي يبحث في أشكال الحدة في العصور الجيولوجية السالفة، ونشر كتابه فلسفة علم الحيوان **Philosophie zoologique** عام ١٨٠٢م، اعتقد لامارك أن التطور يتم عن طريق تمدد الأعضاء في الكائنات الحدة، فعلى سبيل المثال،

الزرافة حظيت برقبة طويلة لأنها دائماً ما ترتفع رقبتها إلى الأشجار، على الرغم من تفسيراته الخاطئة إلا أن الفضل يعود له في أنه أول من أثار أن الكائنات الحية تتطور باستمرار.

ثم جاءت مساهمة داروين Darwin، والفريد ولاس Alfred Wallace، وأكاسيز Agassiz، حيث أضافوا الكثير إلى الجغرافة الحيوية من خلال رحلاتهم العلمية ونظرياتهم.

لقد شرح عالم الطبيعة البريطاني تشارلز داروين (Darwin) نظرية الانتخاب (الانتقاء) الطبيعي بمزيد من التفصيل خلال الخمسينيات من القرن التاسع عشر الميلادي، واعتقد داروين أن النباتات والحيوانات قد نشأت تدريجاً من أسلافها القليلة المشتركة بوساطة الانتخاب الطبيعي، وهذا الاعتقاد مبني على أساس أن بعض الصغار تموت مبكراً قبل الأوان لأن هناك مصدراً محدوداً من الغذاء والماء والضروريات الأخرى للحياة لجمع الكائنات، لذا تتنافس هذه الكائنات وتتصارع للحصول على ضروريات البقاء، كما تكافح لدفع الأخطار التي تدمرها، ونتيجة لذلك تحدث الأفراد ذات الصفات الملائمة للبقاء ودفع الأخطار، بينما تموت الأفراد ذات الصفات غير الملائمة وغير القادرة على الحصول على ضروريات البقاء أو دفع الأخطار.

وطور نظريته في الانتخاب الطبيعي ١٨٣٨م، حيث لاحظ داروين نمط تطور الكائنات الحية، لكنه لم يكن على علم بالآلة التي يحدث بها ذلك، التي اكتشفت لاحقاً مع اكتشاف كفة ترميز المورثات لمختلف الصفات البيولوجية والسلوكية، وكف تُمرر هذه المورثات من الآباء إلى الأبناء، فما يعرف بالتركيبية التطورية الحديثة، التي تقول إن التغيرات الجسدية والسلوكية التي تجعل من الانتقاء الطبيعي ممكناً، تحدث على مستوى جزيئة الحمض النووي DNA وتسمى هذه التغيرات بالطفرات، وهذه الطفرات هي أساساً المواد الخام التي يعمل عليها التطور.

يُعد ألفرد راسل والاس Alfred Russell Wallace عالم بريطاني، من علماء التاريخ الطبيعي المعاصرين لداروين، طرح نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي بصورة مستقلة عن داروين واشتهر بها. أرسل والاس مقالته إلى داروين فأبدى إعجابه بها وبتتابق أفكارهما، قام والاس بعمل ميداني موسع، الأول في حوض نهر الأمازون في أمريكا الجنوبية، والثاني في أرخبيل مالاي، حيث تعرف على الانقسام الحيواني الذي يعرف اليوم بخط والاس، والذي يفصل الأرخبيل الإندونيسي إلى قسمين متميزين: القسم الغربي الذي تكثر فيه الحيوانات من أصل آسيوي، والقسم الشرقي الذي تعكس فيه الحياة الحيوانية بأستراليا. وكان سؤاله لماذا الحيوانات من الجزر ذات المناخ المتماثل تكون مختلفة، وفي عام ١٨٧٦م كتب في كفة توزيع النباتات والحيوانات في كتابه أرخبيل الملايو.

وقدم **لويس رودولف أكاسيز (Jean Louis Rodolphe Agassiz)**، عالم جيولوجي ومستحاثات أمريكي من أصل سويسري إسهامات علمية واسعة لعلم الحيوان، والمجالات ذات الصلة، ويُعد من أبرز مؤسسي أبحاث التاريخ الطبيعي للأرض، كما ساهم في تصنف الأسماك، بما في ذلك الأنواع المنقرضة، ونُشِرت أعماله في مجلدات بعنوان البحث عن الأسماك الأحفورية (Research on Fossil Fish) ، كما أنشاء متحف الحيوان المقارن في جامعة هارفارد الأمريكية حيث جمع نماذج الحيوانات من أنحاء العالم، ومنذ وصول لويس أكاسيز إلى الولايات المتحدة أصبح كاتباً فما يُعرف باسم العنصرية العلمية scientific racism حيث كان من المؤمنين بأن الأعراق المختلفة قد انحدرت من مخلوقات مختلفة ذات صفات مختلفة منذ البداية، وبشكل عام فإن عنصرية أكاسيز لم تكن غريبة عن المجتمع الأمريكي في تلك الحقبة، إلا أنه طرح تلك الأفكار في ساق علمي ما أكسبها السرعة لدى البعض وسهّل انتشارها، وتُعد أفكار أكاسيز العنصرية اليوم بمثابة وصمة تلوث إنجازاته العلمية في مجالات أخرى، وقد أدت البعض إلى المطالبة بإزالة اسمه عن العديد من المعالم والمعاهد والمدارس التي سُميت باسمه.

طور علماء الأداء في القرن العشرين أدوات مخبرية مع الميدان الذي يعملون فيه، لعزل عملهم بشكل أكبر عن التاريخ الطبيعي التقليدي وعمل علماء الحيوان، وعلماء النبات، فنبورت فكرة الجغرافة الحيوية وظهرت دراسات عدة قام بها **هس Hesse**، و**ولس Wallace** في مجال الجغرافة الحيوية، وكل من **شمبر Schimper**، و**كرينبر Craebner**، و**رمك Warming** في مجال الجغرافة النباتية، وبالتقاء هذه الثنائية تم توضيح الحدود الواضحة للجغرافة الحيوية كحقل من حقول المعرفة الجغرافية. لقد أعطت الكتب التي تناولت الجغرافة الحيوية تعريفات كثيرة لها فكانت تركز على وصف أنماط النباتات الطبعية، ورسم خرائط توزعها الجغرافي، مع الفصل بين جغرافة النبات وجغرافة الحيوان، أما المحدثين فسلكون منهج يتمحور حول النظم البيئية، وبذلك نجدهم يسيرون مع المفاهيم الحديثة للجغرافة، والذي يركز على الظاهرة من حيث التحليل والتعليل والربط والتقويم ويفسر العلاقة المتداخلة بين الأداء وبيئاتها.

تقدمت دراسة الإفلورة flora والمجموعات النباتية المتمثلة بعلم الحاة النباتية، إذ وصف كثير من الأنواع النباتية المكتشفة في القرن العشرين، ووصل عدد الأنواع الموصوفة نحو ٣٥٠٠٠٠ نوع، وتوسعت إقامة المعاشب herbarium العالمية المعتمدة مرجعاً لتوثيق المعارف التصنيفية للنباتات، وفي طاعتها معشب كيو Kew في المتحف البريطاني في إنكلترا، ومعهد كوماروف

Komarov في لينينغراد (سان بطرسبرغ)، ومتحف باريس، والتي يضم كل منها قرابة خمسة ملايين عينة نباتية مجففة. ومعشب برلين دهلم Dahlem على سبيل المثال. ظهرت علوم الإيتولوجيا النباتية التي تدرس الاستعمالات النباتية في الحضارات القديمة بغية الاستفادة منها في الحضارة الحالية، وتحولت المناهج التصنفية القديمة إلى علوم التاكسونومي Taxonomie، وإقامة تصنف يعبر عن العلاقات الطبعة بين الكائنات الحية ويوضح المسيرات التطورية، وقد استعملت في التصانيف المعاصرة طرائق رياضية. بدأ كثير من علماء النبات في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي في استخدام تقنيات وراثية جديدة اشتملت على دراسات حول الحمض النووي المعروف باسم DNA وقد مكنت هذه التقنيات العلماء من تعرف أنواع النباتات، وتحديد أنواع العلاقات بين هذه النباتات بصورة أكثر دقة. وصرح بعض علماء النبات، بأن نظام لينينوس لتصنف النبات غير عملي وعفا عليه الدهر. ونادت هذه الفئة بأن يعمل علماء النبات على مراجعة تسمية النباتات وتصنيفها، واستبدال نظام التطور النوعي للنبات لتصنف لينينوس، بتصنف يعتمد على علاقات التطور بين الكائنات الحية أينما وجدت. وتعددت تعريفات الجغرافة الحيوية بتعدد وجهات نظر كل من الدارسين والباحثين وكان كل منها متأثراً بمدى توفر المعارف الأساسية عن مظاهر الحياة من جانب ومدى تأثرها بالاتجاهات العلمية المتباينة. وقد عرفها ديمارتون De Martonne بأنها دراسة توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض وتعليل هذا التوزيع. تُعد ماريون نيوبيجن Marion Newbigin أول متخصصة بريطانية في الجغرافة الحيوية، ونشرت كتابها بعنوان جغرافة النبات والحيوان، وكانت وجهة نظرها أن الجغرافة الحيوية مرادفة لجغرافة النبات والحيوان، وعنيت بالتغيرات المناخية والجيولوجية باعتبار أنها مسؤولة عن التغيرات التطورية للحياة النباتية والحيوانية، وهي ترى أن الجغرافة الحيوية ليست فقط دراسة توزيع النباتات والحيوانات على سطح الأرض، وإنما أثر هذا التوزيع في الإنسان، ودراسة العلاقة الحيوية بين الإنسان وبين كل ما يحيط به من مظاهر الطبعة الحية وغير الحية في بيئته. ويذكر مولر Moller أن الجغرافة الحيوية تستكشف توزيع الكائنات الحية والتجمعات الحية والنظم البيئية في الظواهر الطبعة في بلدان وقارات العالم، ويُمثل بناء ووظائف وتاريخ المناطق المختلفة، وما تتميز به من خصائص من الأمور المهمة في الدراسة ويجب أن توجه عناية كبيرة إلى الكائنات الحية والبيئة بالإضافة إلى العناصر التطورية

(التاريخية) عند ايضاح البيانات الخاصة بمنطقة التوزيع والتي يجب أن ينظر اليها باعتبارها نظام مكاني.

كما أكد العالم الألماني **فلايمير كوبن** أهمية العناصر المناخية في توزيع النبات والحيوان على سطح الأرض من خلال تصدفة العالم إلى خمس أقاليم مناخية ونباتية (بيومناخية)، بحلول عام ١٩٠٠م خرجت نظرية تكتونية الألواح، التي أحدثت ثورة في عالم الإحياء بشكل عام والجغرافة الحيوية بشكل خاص.

استخدم علماء الأرض نظرية زحف القارات للتنبؤ بما سيكون عليه شكل سطح الأرض بعد ملايين السنين من وقتنا الحاضر. وقد ألقت هذه النظرية الضوء على التوزيع الجغرافي للكائنات الحية وتطورها.

بدأ الاتجاه نحو التخصص يتبلور بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية ١٩٢٩ . ١٩٤٥م، فبعد تكامل اكتشاف قارات العالم غدت المعرفة الجغرافية من الضخامة بحيث أصبح من العسير على الجغرافيين استيعاب هذا الكم الهائل من المعرفة الجغرافية المتراكمة، وخاصة بعد التغير الذي طرأ على أساليب البحث والمعرفة في العلوم البحتة التي أتاحت المعرفة المتعمقة للظواهر الجغرافية، فظهرت علوم بحتة جديدة لها نظرياتها كالجيولوجيا وعلم المعادن وعلم التربة وعلم النبات وعلم الحيوان وعلم الهيدرولوجيا والتي عرفت بالعلوم الطبيعية البحتة، وعلم الاقتصاد وعلم الاجتماع وعلم السياسة والتاريخ والتي تعرف بالعلوم الإنسانية البحتة، هذا فضلاً عن التخصصات التطبيقية والفنية والعلوم الهندسة وغيرها .

رابعاً . ميدان الجغرافة الحيوية:

تختص الجغرافة الحيوية بدراسة كل الظواهر الحيوية في الغلاف الحيوي، وبمعنى آخر فإنها تختص بدراسة الجوانب الجغرافية لحياة النبات الطبيعي والحيوان البري، وبخاصة توزيعهما الجغرافي، والعلاقات المتبادلة بينهما وبين بيئتهما من الناحيتين الطبيعية والحيوية. وأمكن منذ فترة طويلة التمييز بين فرعين من فروع الجغرافة الحيوية: الأول: Phytogeography (الفوتوغرافة) أي جغرافة النبات، والثاني: Zoogeography (الزوغرافة) أي جغرافة الحيوان. والواقع أن مجال الجغرافة الحيوية وميدانها ليس محدداً تحديداً واضحاً مثلها في ذلك مثل مجال الجغرافة ذاتها. وهناك فريقان يتناولان ميدان الجغرافة الحيوية:

الفريق الأول: يضيق ميدان دراسة الجغرافة الحيوية فجعله يقتصر على دراسة جغرافة النبات الطبيعي، والحيوان البري بصورة رُدسة مع التأكيد على دراسة جغرافة النبات الطبيعي، وهنا تتضمن الجغرافة الحيوية دراسة أصل النباتات الطبعة والحيوانات البرية وتوزعهما تأقلمهما وعلاقتهما المتبادلة في بيئتهم الطبعة.

أما الفريق الثاني: يوسع ميدان دراسة الجغرافة الحيوية لتضم فضلاً عن العناصر السابقة، دراسة أنواع التربة، وبعض الجوانب الجغرافة البشرية، والعلوم الاجتماعية مع الاهتمام بعلم الوراثة، والإنسان، مثل مارغريت أندرسون التي ترى أن الجغرافة الحيوية باعتبارها دراسة للجانب الحي من البيئة فإنها تركز اهتمامها على الإنسان وبخاصة العلاقة البيولوجية بين الإنسان وجمع ما يوجد في بيئته الطبعة من كائنات حية وغير حية.

أما حسب رأينا فالجغرافة الحيوية تتضمن دراسة النباتات الطبعة والحيوانات البرية، ودراسة الإنسان من حيث تأثيره في عناصر الغلاف الحيوي وما ينتج عن ذلك من خلل أو تدمير في المنظومة البيئية، وتختص جغرافة النبات بتوزع النباتات، كما تختص بدراسة التأثير المتبادل بين النباتات والبيئة.

وقد ظلت جغرافة النبات لفترة طويلة موضوعاً للدراسة والبحث المكثف بخاصة من جانب علماء البيولوجية والبيئة، مما أدى إلى تطوير مادين عالية التخصص في مجال علم النبات وجغرافة النبات، وبالذات الجوانب التاريخية والبيئة منها.

أما جغرافة الحيوان فتختص بدراسة توزع الحيوانات البرية وتفاعلها مع بيئاتها الطبعة، وتأثير كل منها في الآخر. وتتميز جغرافة الحيوان بصلاتها الوثيقة بجغرافة النبات وإن كانت قد دُرست وتطورت بصورة أقل تكاملاً من جغرافة النبات وفي خطوط مختلفة عنها. ولكن هذا لا يعني أن هناك نقصاً في البحث والدراسة بالنسبة لحياة الحيوان إذ أن هناك أبحاث وفيرة جداً في ميدان جغرافة الحيوان. ورغم أن الجغرافة الحيوية تشتمل على كل من جغرافة النبات وجغرافة الحيوان، إلا أنها تهتم بعالم النبات أكثر من اهتمامها بعالم الحيوان، ويرجع ذلك إلى أن الحيوانات تعتمد في وجودها إلى حد كبير على النبات، إضافة إلى أن الحيوانات لا تتميز بالصلات الوثيقة نفسها التي تربط النباتات بالعوامل البيئية، فضلاً عن التعقيد الكبير في العوامل المؤثرة في حياة الحيوان، والحققة أن علماء الحيوان يركزون اهتمامهم الرُدس على الجانب التوزعي أكثر من الأشكال التطورية، وانتشارها المتعاقب المرتبط بالتغيرات الجيولوجية التي طرأت على كوكب الأرض. ولكل هذا كانت جغرافة الحيوان ميداناً أكثر صعوبة في الدراسة

وإن لم تكن أقل أهمية وإثارة، ما أدى إلى استمرار الاهتمام الجغرافي المختص بمجال الجغرافية الحيوية في العصر الحديث بجغرافية النبات بدرجة أكبر نسبياً من جغرافية الحيوان.

خامساً . وظيفة الجغرافية الحيوية:

- تقوم الجغرافية الحيوية بمجموعة من الوظائف التي تُجسد الهدف من دراستها وذلك كالآتي:
- ١ . تفسير أسباب معشة أنواع خاصة من الكائنات الحية في الأماكن التي تعيش فيها الآن، مثل استئثار قارة أستراليا بالجربات العديدة المتنوعة، واقتصار وجود أشجار السكواة الكاليفورنية الجبارة Giant Sequoias على الجزء الأوسط من الساحل الغربي لأمريكا الشمالية، وعدم وجود السلاحف الجبارة Giant Tortoises إلا في جزر صغيرة قليلة في المدطين الهادئ والهندي.
 - ٢ . ايضاح استجابة النباتات والحيوانات لبيئاتها واستجابة بعضها لبعض كظاهرة حيوية، وكفاءة تأثير العوامل البيئية في تطور الكائنات الحية وانتشارها، وكفاءة تأثير الأحداث التي وقعت في العصور الجيولوجية في تطور وتوزع النباتات الطبعة والحيوانات البرية في الزمن الحاضر، وكذلك بان أثر ظهور الإنسان وانتشاره على سطح الأرض، وتأثيره في تدمير وانقراض بعض أشكال الحياة النباتية والحيوانية في بعض البيئات الجغرافية.
 - ٣ . دراسة الطاقات الإنتاجية البيولوجية في البيئات الطبعة المختلفة على وجه الأرض التي تُساعد في اتخاذ القرارات الخاصة بالاستخدام الأمثل للموارد الطبعة.
 - ٤ . تُساعد الإنسان في الوقت الحاضر على العيش بسلام وسعادة في بيئته عن طريق استخدامه وتطبيقه مبادئ الجغرافية الحيوية وأسسها، لأن محاولاته المبكرة والمتعددة لإخضاع الطبعة والتحكم بها، انعكست على اضطراب التوازن الطبيعي للبيئة وأسهم في تدميرها.
 - ٥ . ساعدت في التعرف على النباتات بأنواعها، وبالتالي التفريق بين ما هو نافع، وما هو ضار أو سام، علاوة على كفاءة استخدامه لكل نوع منها.
 - ٦ . يتضافر علم الجغرافية، مع مجموعة من العلوم الأخرى مثال علم الصيدلة والطب والكماء ذلك كمثال في عملة صناعة الأدوية، وتحديد مصدر الدواء سواءً أكان نباتاً أم حيواناً، ولمن سيتم إعطاء هذا النوع من الدواء، وذلك بما يناسب تركيبه الحيوي، والوظيفي.
 - ٧ . من ضمن فروع علم الجغرافية الحيوية علم البيئة، الذي أعطى نتائج دقيقة، ومهمة عن كل كائن حي في كفاءة تكيفه مع البيئة، وطرق معشته فيها إضافة إلى ما قدمه من حلول لعدم تلويث البيئة، وكفاءة الحفاظ عليها.

٨ . أصبحت الجغرافة الحيوية قادرة على نقل أنواع نباتة وحيوانة إلى بيئات مشابهة لبيئاتها الأصلية، كما توصلت لإنتاج سلالات جديدة ذات صفات تشريحية أكثر مقاومة لتحديات البيئة كالبرودة والجفاف.

سادساً . أهمية الجغرافة الحيوية:

تأتي أهمية الجغرافة الحيوية من خلال ارتباطها بالكثير من العلوم التي تعالج العديد من المشكلات التي يُعاني منها الإنسان في بيئته مثل مشكلة التصحر، ومشكلة التلوث، ومشكلة استنزاف الموارد الحيوية ضمن مجالات الجغرافة الحيوية بصورة عقلانية ونستطع أن نلخص أهمية دراسة الجغرافة الحيوية في الأمور التالية:

١ . **الجغرافة الحيوية والتخطيط البيئي:** لقد أدى التطور الصناعي والتفوق العلمي والتكنولوجي، إلى زعزعة النظام البيئي للكرة الأرضية، وإلى نضوب الموارد الطبيعية، كما أدى تزايد معدل النمو السكاني إلى زيادة كبيرة في الإنتاج العالمي للغذاء ومتطلبات الحاة لمسيرة النمو، ما أدى إلى إجهاد خطير للبيئة، وتحول الإنسان في كثير من الأحيان إلى عامل مخرب ومُدمر للغلاف الحيوي. ما دعا العلماء إلى الاهتمام بدراسة الغلاف الحيوي وصداسته، وأصبحت دراسته أساسية لبرنامج صيانة البيئات وإدارتها لأنها تُشكل القاعدة البيئية للتخطيط السليم. فكم أخطأ المخططون عندما أغفلوا العامل البيئي في وضع خططهم العمرانية والتنمية. ولعل ما تُعاني منه بعض المناطق من استنزاف لمواردها الطبيعية الحيوية المتجددة يصور لنا خطورة سوء استخدام الإنسان لهذه الموارد لجهله بطبيعتها ودرجة تعويضها ودورها في المحافظة على التوازن البيئي، لذلك فإن شعار المخطط الناجح هو كيف يطور استخدام الموارد البيئية الحيوية ويُنمّيها دون حدوث خلل في النظام البيئي.

كما أن الجغرافة الحيوية من خلال طبعة دراستها قادرة على التنبؤ عما إذا كانت الأنواع من الأحياء التي نرغب في التخطيط لاستزراعها أو تربيتها في بيئة ما يمكن أن تنمو وتزدهر وتعطي إنتاجة اقتصادية أم لا، وتنمّة الأنواع المحطة وتهجينها بخصائص جديدة قادرة على مقاومة الظروف القاسية للبيئة (الإجهاد البيئي) كالجفاف، أو البرودة، أو ملوحة التربة أو غيرها من المعوقات البيئية.

ويستهدف برنامج الأبحاث الذي تتبناه منظمة اليونسكو *Man and the Biosphere* (MAB)، تطوير الأسس العلمية لاستخدام وصيانة موارد الغلاف الحيوي وذلك للحفاظ على

التوازن البيئي، حتى تستمر الحياة على سطح الأرض. كل هذا يُبرز أهمية دراسة الجغرافية الحيوية في مجال التخطيط وعلى كافة المجالات.

٢ . **الجغرافية الحيوية والغذاء:** لجأ الإنسان في بحثه وسعده عن مصادر جديدة للغذاء بعد التزايد السكاني الكبير نحو استخدام بعض أنواع النباتات الطبعية، والحيوانات البرية والماءة غير المستخدمة وغير المألوفة كمصادر جديدة للغذاء، وقد استخدم الإنسان في مسيرة حياته عبر العصور نحو ٧٠٠٠ نوع نباتي وحيواني في غذائه، ولكن الإنسان اليوم يعتمد بكثافة على ٢٠ نوع غذائي رئيسي في غذائه كالقمح، والأرز، والدخن، والبطاطا، وغيرها. ويوجد في الطبيعة ٧٥٠٠٠ نوع نباتي ذات أجزاء صالحة للأكل، وهذا يؤكد أهمية الجغرافية الحيوية في الكشف عن المزيد من الأنواع النباتية الطبعية والحيوانات البرية الصالحة للغذاء. وقد بدأت تبشير هذا الاتجاه في استخدام بعض الأعشاب الماءة والبرية في صنع الغذاء البشري، فعلى سبيل المثال سكان تشاد يجمعون الطحالب الزرقاء من بحيرة تشاد منذ زمن بعيد ويستخدمونها كغذاء، وقبائل الأزتك (Aztec) في أمريكا الجنوبية يجمعون الطحالب من حول بحيرات أمريكا الوسطى للغرض نفسه. كما نجحت اليابان في استغلال بعض الطحالب البرية كغذاء بشري، ونجحت في استزراع نوع من الطحالب الخضراء وحيدة الخلة في مياه اليابان للاستهلاك البشري، كما زُرعت الفطور غير السامة مثل عشب الغراب (Mushroom) التي ثبت احتوائها على نسبة عالية من البروتين ٧٠%، وكمة كبيرة من فيتامين د.

٣ . **الجغرافية الحيوية والاستجمام والترفيه:** لا تقتصر أهمية الموارد الحيوية عند حد الغذاء والمجالات الاقتصادية الأخرى، وإنما تمتد أهمية المجال الحيوي كمصدر للترفيه والساحة والاستجمام لما تتسم به الحياة في البيئات الحيوية من نمط مغاير تماماً لنمط الحياة في المدن التي أصبحت صاخبة ومزعجة وملوثة. إذ يتمتع الإنسان في هذه المناطق الطبعية بفترات راحة وهدوء، فضلاً عن ممارسة بعض النشاطات الترفيهية كالصيد مثلاً. وهذا يدعونا إلى الاهتمام بدراسة الغلاف الحيوي وضرورة المحافظة عليه. وقد دفع هذا بعض الحكومات الى صيانة ما تبقى من نباتات وحيوانات برية في أراضيها من خلال إنشاء ما يسمى بالحدائق القومية أو المتنزهات العامة، أو الغابات المصانة أو المحميات الطبعية.

٤ . **الجغرافية الحيوية والنظام البيئي:** إن أهم ما يميز البيئة الطبعية هو ذلك التوازن الدقيق القائم بين عناصرها المختلفة، حيث تُمثل الموارد الحيوية العناصر الحادة الرُسة للنظام البيئي،

فدراسة هذه العناصر وأهمية دورها في النظم البيئية يُعد أمراً مهماً وضرورياً. فالغطاء الغابي مثلاً يُقلل من ظاهرة الألبيدو، كما يُساهم في ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو، ويُقلل من انجراف التربة وتذريتها، كما يخفف من سرعة الرياح، وكل هذا يؤثر في الدورة الهيدرولوجية (الماءة)، ودورة الحت والتعرية. ولهذا فإن المحافظة على النظم البيئية دون خلل أو تدمير يتطلب بالدرجة الأولى الاهتمام بالجغرافة الحيوية وصيانة الموارد الطبيعية الحيوية. لأن ما يجري من تدمير للموطن البيئية للنبات والحيوان، يؤدي إلى انقراض آلاف الأنواع النباتية والحيوانية، ما يؤدي إلى إخلال في النظام والتوازن البيئي.

سابعاً . علاقة الجغرافة الحيوية بالعلوم الأخرى:

ظل اهتمام الجغرافيين بالجغرافة الحيوية محدوداً لفترة طويلة، إلا أنه في الفترة الاخيرة زاد الاهتمام بها، واحتلت مكانها الملائم بين فروع الجغرافة الطبيعية، فالجغرافة الحيوية لم تعد مجرد علم أكاديمي بحت، وإنما أصبحت علماً يتضمن جانباً تطبقاً مرتبطاً بالكثير من المشكلات التي يعاني منها الإنسان في بيئته. ومن هنا نستطيع تبين علاقة الجغرافة الحيوية بمجالات العلوم الأخرى.

فعلم أشكال سطح الأرض (الجيومورفولوجيا) على علاقة قوية مع الجغرافة الحيوية من خلال تأثير أشكال سطح الأرض في الغطاء النباتي الطبيعي والحيوانات البرية، وتأثير الغطاء النباتي الطبيعي والحيوانات البرية فيها من خلال دورة الحت والتعرية العامة في الطبيعة، فالعلاقة بينهما قوية تأثير وتأثر.

أما المناخ بعناصره المختلفة فله التأثير الأقوى في الحاة البرية (النبات الطبيعي والحيوان البري) من خلال النظام الحراري والرطوبي للهواء والتربة، حيث تقوم الكائنات الحة بالتكيف والتأقلم مع بيئاتها الطبيعية حسب الظروف البيئية السائدة فيها، فالعلاقة ما بينهما متبادلة.

كما أن جغرافة التربة فهي على علاقة وثيقة بالجغرافة الحيوية، ترجع إلى أن النباتات لا يمكن دراستها بمعزل عن التربة التي تنمو فيها والأحوال المناخية التي تسود داخل التربة وفوقها، لذلك لا بد أن تشمل دراسة الجغرافة الحيوية على معلومات كافية حول التربة، وإذا أردنا الحديث عن التربة لا نتحدث عنها على أنها مادة جامدة غير حية إنما مركب ديناميكي حي متفاعل، فالتربة بما تحتويه من كائنات حية عضوية تُشكل غلافاً حيوياً حقاً، لذلك ينظر إليها البعض على أنها عنصر من عناصر الجغرافة الحيوية، كما أن النباتات والحيوانات تعتمد على التربة بصورة

مباشر أو غير مباشرة في غذائها لإتمام عملة نموها، وتُسهّم الكائنات الحية في عملة تكوين التربة وإغنائها بالمواد العضوية (الدبال) وبهذا التأثير فإن العلاقة متبادلة فما بين التربة والكائنات الحية.

وتهتم **جغرافية المياه** (الهيدرولوجيا) بدراسة المياه السطحية والجوفية التي هي مصدر الحياة للكائنات الحية، حيث أنه لا حياة بدون ماء، وقال الله تعالى (وجعلنا من الماء كل شيء حي) وتقوم النباتات والحيوانات من خلال الماء بتحقيق كافة العمليات الحياتية اللازمة لنموها، كما تُسهّم الكائنات الحية وبخاصة النباتات بشكل مباشر أو غير مباشر بالدورة الهيدرولوجية. وهكذا نجد التداخل الواضح والعلاقات المتبادلة والتأثير والتأثر ما بين فروع الجغرافية الطبعة والجغرافية الحيوية. **فالجغرافية النباتية** على علاقة وثيقة مع فروع علم النبات مثل التصنف النباتي، وفيزيولوجية النبات، وعلم الشكل الظاهري والتشريحي للنبات، والنباتات المنقرضة (الباليونتولوجيا)، وعلم الحفريات النباتية، وعلم النبات الاقتصادي، وعلم الأدياء البيولوجيا، وعلم توزع الأدياء في مجالها الحيوي (بيوكورولوجي Biochorology)، وعلم الحراج الطبعة، أما الدراسات **الجغرافية الحيوانية** فترتبط إلى حد كبير بعلم الحيوان المقارن، وعلم الأدياء المنقرضة، وعلم البيئات والمواطن الجغرافية بالإضافة إلى فروع الجيولوجية كالجولوجيا التاريخية، وعلم المناخ، وعلم البحار والمدطحات، أما **علم البيئة** يدرس الكائنات الحية في موائلها (موطن)، والعلاقات القائمة بين مكونات البيئة من كائنات حية مختلفة، وبين مكونات البيئة غير الحية. ويُعد فرع من فروع علم الجغرافية الحيوية الذي يُعنى بالعلاقات بين الكائنات الحية وبيئتها، وكف تتأثر هذه الكائنات بالعلاقات المتبادلة بين الأدياء كافة وبين بيئاتها المدطحة. وهناك ارتباطاً بين **علم الجيولوجيا** وعلم الجغرافية الحيوية، **فالجولوجيا الحيوية** Bio geology تُعد قسم من أقسام علم الجيولوجيا مختصة بتعريف الجيولوجيا وصلتها بالكائنات الحية عن طريق علم الأدياء القديمة أو **علم المتحجرات** Paleontology الذي يهتم بدراسة بقايا الأدياء المختلفة التي عاشت على الأرض خلال الفترة الزمنية التي تُقدر بملاارات السنين، ويبحث في أسباب انقراض بعض الكائنات الحية، وفي تطور أي نوع من أشكال الحياة منذ بدء ظهورها على الأرض حتى الآن، والتي تُعد ضرورية لدراسة الجغرافية الحيوية، فالأدياء التي نجدها على سطح الأرض نشأت وتطورت وارتقت خلال الأزمنة الجيولوجية، ولا يُمكن للجغرافي أن يفهمها على حقيقتها إلا إذا بحث في ماضيها، حيث الرجوع إلى الحفريات والتي تُمثل بقايا كائنات

حيوية ونباتة والتي عُثر عليها في تكوينات الصخور الجيولوجية التي هي دليل على وجود الكائنات الحية .



الفصل الثاني

المدط الحيوي (الغلاف الحيوي) والنظام البيئي

تختص الجغرافة الحيوية بدراسة الغلاف الحيوي، أي دراسة (النبات الطبيعي، والحيواني البري، والتربة)، والإنسان من حيث تأثيره في عناصر الغلاف الحيوي وما ينتج عن ذلك من اضطراب التوازن الطبيعي واختلاله، فالغلاف الحيوي يُشكل المادة العضوية المنتشرة بأشكالها، وأنواعها الشديدة التنوع من حيث الزمان والمكان، وبذلك فإن مجالات الجغرافة الحيوية يمكن أن تكون متسعة اتساع الداة نفسها، وهي بذلك تدرس الجانب العضوي من مكونات البيئة الطبيعية، وكذلك علاقاتها بالإنسان باعتبار أحد عناصرها من جانب، وواحد من أكبر العوامل التي تؤثر فيها من جانب آخر.

أولاً . مفهوم المدط الحيوي (الغلاف الحيوي) Biosphere وأهميته:

هو الحيز الذي توجد به الداة بأنماطها المختلفة، ويمتد من أكبر عمق توجد به داة في البحار إلى أعلى ارتفاع توجد علّه الداة في الجبال، وبمعنى آخر هو الجزء من سطح القشرة الأرضة (يابس وماء) والغلاف الجوي المدط بها الذي يتح فرص وجود أي شكل من أشكال الداة.

إذ يُعد الغلاف الحيوي أحد الأنظمة الفعّالة التي تكوّن كوكب الأرض، وهو أكثرها تميزاً وفعالية، ومن المعروف أن الأرض لها ثلاثة أغلفة مميزة هي : الغلاف الصخري Lithosphere، والغلاف الجوي Atmosphere، والغلاف المائي Hydrosphere، وهي تتفاعل جميعها في المحيط الذي يجمعها كلها وهو الغلاف الحيوي Biosphere، ويتضمن الغلاف الحيوي كل الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وفطريات التي تعيش في هذه الأغلفة الثلاث، وهو ليس غلافاً مستقلاً إنما هو متداخل مع الأغلفة الأخرى للأرض، ويُحدد الغلاف الحيوي في نظر بعض الباحثين بذلك الغلاف الذي يتألف من ثلاثة عناصر رئيسية هي:

- المادة الحية Living Matter: وهي مجموع الكائنات العضوية التي تُشكل كتلة الحية.
- المادة الناشئة بفعل الكائنات الحية Biogenic Matter: كالمعادن العضوية والمنتجات العضوية التي تنشئها المادة الحية مثل (البترول، والفحم، والبيومين، والدبال).
- الموارد الطبيعية الميتة (المواد المعدنية): تتكون من اتحاد الكائنات الحية، والمواد الطبيعية الميتة، مثل تكوّن الغازات في طبقات الغلاف الجوي، والصخور الرسوبية، والمعادن، والمياه المعدنية.

وهناك مظهران للغلاف الحيوي:

المظهر الأول: هو التنوع الكبير للكائنات الحية العضوية، فإن الحية التي بدأت على الأرض قبل نحو ٢٠٠٠ مليون سنة بدأت بأنواع بسيطة من الكائنات الحية أما اليوم فهي أكثر من ٣ ملايين نوع من النباتات والحيوانات والكائنات العضوية الدقيقة، ولكل نوع أهميته الخاصة في الحية.

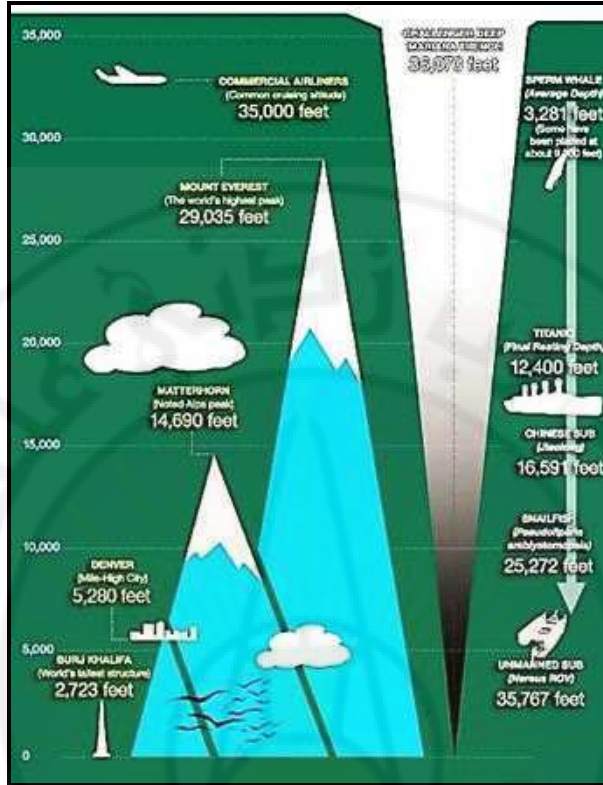
المظهر الثاني: هو النمط غير المنتظم وغير المتناسق لتوزيع الكائنات الحية، من حيث كميتها، ونوعها، حيث تختلف بصورة واسعة على سطح الأرض سواء من حيث خط الطول، أو دوائر العرض.

١. حدود الغلاف الحيوي:

إن حدود الغلاف الحيوي ليست حدود دقيقة بسبب تداخل مكوناته بعضها مع بعض، فأدنا ما يوصف الغلاف الحيوي بأنه مجرد غشاء رقيق من الحية على كوكب الأرض، وأن الغلاف الحيوي الفعلي يمتد عمودياً من جذور الأشجار وجحور الحيوانات في باطن الأرض إلى أعلى ارتفاع تصل إليه قمم الأشجار ويشمل نحو ٢٠٠ متر في الغلاف المائي فقط. أما العالم

الروسي فيرنادسكي يرى أن الغلاف الحيوي يشمل أجزاء من الغلاف الغازي تصل إلى ارتفاع ٢٥ كم، ويشمل أجزاء من الغلاف الصخري، وكامل الغلاف المائي ويمتد نحو ٢ كم تحت سطح الأرض بما في ذلك تحت أعماق البحار والمحيطات. ويتفق بعض الباحثين إلى حد ما مع ما يراه فيرنادسكي، بأن الغلاف الحيوي يصل في ارتفاعه إلى المجال الذي تطير فيه الطيور ويبلغ أحياناً نحو ٢ كم، وأن بعض أنواع المكروبات والبكتيريا اكتشفت حتى ارتفاع نحو ٢٠ إلى ٢٥ كم، وفي باطن الأرض وجدت المكروبات والكائنات الدقيقة في مكونات البترول والصخور الرسوبية العميقة، التي تصل إلى أعماق عدة مئات من الأمتار، وفي الغلاف المائي وجدت بندرة بعض أشكال الحاة في أعماق المنخفضات أو الوهجات المدطية على عمق يزيد عن ١١ كم. فالحدود العمودية للغلاف الحيوي هي:

الحد الأدنى للحاة في المياه ١١٠٠٠ متر في وهجات وخنادق المحيطات العميقة (مثل هوة ماريانا). والحد الأدنى للحاة تحت سطح الأرض ٣٠٠ . ٤٠٠ متر. والحد الأعلى للأشجار ١١٠ متر. والحد الأعلى لطيران الطيور العادية ١٠٠٠ متر. والحد الأعلى للطيور المهاجرة نحو ٣٠٠٠ متر. والحد الأعلى لطيران النسر الأمريكي (الكوندور) ٧٠٠٠ متر. والحد الأعلى لوجود المكروبات الفطرية ١١٠٠٠ متر. والحد الأعلى لوجود البكتيريا ٢٢٠٠٠ متر (أي في طبقة الأوزون)، ويوضح الشكل ١. الحدود العمودية للغلاف الحيوي.



الشكل ١. الحدود العمودية الغلاف الحيوي

إن وجود أشكال من الحياة في الأماكن المرتفعة في الغلاف الجوي، أو العميقة في الغلاف المائي أو الأرضي، هو وجود استثنائي ونادر، لأن الخصائص البيئية، كالأشعة الشمسية، ودرجة الحرارة أو درجة البرودة، واختلاف الضغط الجوي، ونقص الأوكسجين، والضوء، وغير ذلك من العوامل التي تعيق الحياة في هذه الأماكن.

٢. أهمية الغلاف الحيوي:

للمحيط الحيوي أهمية، ليس فقط لكونه الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحية وتتكاثر، وإنما بوصفه المكان الذي تجري فيه التغيرات الأساسية، الفيزيائية والكيميائية التي تطرأ على المواد غير الحية من الكرة الأرضية، فعلى سبيل المثال له:

- أهمية جيومورفولوجية، مثل التفاعل والعلاقات المتبادلة بين النبات والحيوان والتربة والماء وكذلك الإنسان.

- أهمية حيوية، كالتأثير المتبادل بين الكائنات الحية، وتأثيرها في غيرها من العناصر غير الحية، ولولا وجود عناصر الغلاف الحيوي ربما كان سطح الأرض مجدياً وقاحلاً.
- كما يضم الغلاف الحيوي النباتات البرية والماءة ولكل منها وظائفها وأثرها وأهميتها. ويضم الغطاء الحيواني المتنوع، في البر والبحر، من حيوانات كبيرة الحجم وصغيرة، وحشرات وطحالب، وأسماك ورخويات وكائنات دقيقة وغيرها، ولكل منها أثرها وأهميتها.
- والغلاف الحيوي هو المختبر الذي تجري فيه تحولات ضخمة للطاقة وتبادلها، وتتم فيه الدورات الطبيعية لمختلف العناصر الطبيعية. من خلاله يمكن دراسة التغيرات الحيوية التي جرت منذ أقدم العصور وإلى الآن.
- كما يضم الكائنات الحية النباتات والحيوانات الدقيقة، ولكل منها أثره المهم جداً في تحليل الصخور، وتفككها وتكوين التربة وتجديد خصوبتها، وتغيير خصائصها سلباً أو إيجاباً.
- أما أهميته الاقتصادية فهي كثيرة ومتنوعة، فهو مصدر للأخشاب سواء كانت وقود أو مواد صناعة كصناعة الورق، وصناعة الحرير الصناعي، وصناعة الزيوت النباتية، وصناعة الأصباغ وغيرها، كما تؤدي الكثير من الأحياء الحيوانية فوائد اقتصادية عديدة غير مباشرة فعلى سبيل المثال: لا يقتصر دور النحل في إنتاج العسل إنما يقوم أيضاً بنقل حبوب اللقاح بين النباتات، فالنحل وغيره من الحشرات من الملحقات المهمة لا يمكن الاستغناء عنها.
- يُعد المدط الحيوي مخزناً للجينات الوراثية التي تملكها الأحياء الفطرية نباتية أو حيوانية التي تظل محتفظة بقدراتها الوراثية العالية طالما ظلت هذه الأحياء في بيئتها الطبيعية. وتُعد هذه الجينات الوراثية العمود الفقري لبرنامج تطوير وتهجين السلالات الزراعية والحيوانية المرباة.
- تبرز أهمية المدط الحيوي في قمته الطبية حيث يحتوي على الكثير من الأعشاب والمواد الطبية التي تُكتشف كل يوم لتضيفي على المدط الحيوي أهمية بالغة. ما يزيد من هذه الأهمية أن علماء الطب المعاصرين ينادون بالعودة للعلاج بالأعشاب والمواد النباتية ونبذ المواد الكيميائية بعد أن أصبحت العقاقير ذات الأصل الكيميائي تحمل معها من الأخطار الكثير.
- كما تظهر أهمية الغلاف الحيوي في صيانة التربة من خطر الانجراف، فالنباتات تعد بمثابة غطاء التربة ضد عوامل الحت والتعرية والتآكل... وما ينجم عن ذلك من فقدان مساحات كبيرة من التربة التي تمثل المخزون الرئيس للمواد الغذائية مما أثر في الانتاج الزراعي.
- كما تؤدي النباتات دوراً مهماً في تنظيم حركة انساب المياه في المجاري المائية، وتقلل من خطر الفيضانات ومخاطر الإطماء.

- يساعد المدط الحيوي على إحداث درجة من الاستقرار للأنماط المناخية العالمية، إذ يؤثر في انتظام درجة الرطوبة النسبية في الغلاف الجوي، وتقليل ظاهرة الأبيدو، وكمة الأمطار الهائلة، إذ تشير الدراسات أن النباتات تنتج معظم ما تمتصه من رطوبة ٩٠ . ٩٥% ويُقدر أن نحو ٦٠% من مياه الأمطار التي تتسرب داخل التربة تعود مره ثالثة إلى الغلاف الجوي عن طريق النتج، ويُقدر نحو ٥٠% من أمطار حوض الأمازون تتولد بفعل تأثير نباتات الغابة المدارية المطيرة، ولكن من المحتمل أن يؤدي إزالة جمع الغابات المدارية وغابات الأمازون إلى تناقص الأمطار.
- يسهم المدط في تقليل مخاطر التلوث الجوي لاسما الناجم عن تزايد كمة ثاني أوكسيد الكربون، إذ يستوعب الغطاء النباتي في أثناء عملة التركيب الضوئي كمة كبيرة من CO₂، حيث تُشير تقارير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) أن الغابات تستهلك سنوياً ما بين ٢٠ . ٤٠ ملار طن من الكربون.
- يُمثل المدط الحيوي مناطق ترويجة وساحة مهمة في عالم بدأ يعاني من اختناقات وضوضاء المدينة.

ثاناً . نشأة المدط الحيوي وتطوره:

لا شك أن الغلاف الحيوي للأرض تشكل بعد أغلفتها الرُدسة الثالثة، لأن الداة على الأرض بدأت في منطقة الالتقاء بين الغلاف الغازي والغلاف المائي والغلاف الصخري، ثم خُلقت الأداء على الأرض وبدأت تتأثر بما حولها من هذه الأغلفة مكونة ما يُعرف بالغلاف الحيوي (المدط الحيوي). لم توجد أدلة توضح بالتحديد الوقت الذي بدأت فيه الداة على كوكب الأرض، ولكن التقديرات تُشير إلى ما يُقارب من ٣,٥ بليون عام، فإذا كان عمر الأرض يُقدر بنحو ٤,٥ بليون عام، فإن الداة بدأت على الكوكب بعد تكونه بنحو بليون عام. والمتوقع أن البناء الداخلي للأرض استقر خلال البليون الأول من عمر الأرض، وظهرت القارات والأحواض المدطية، وأصبحت البيئة ملائمة للداة.

وبظهور الداة على الأرض أمكن إنتاج عنصر جديد في الغلاف الجوي، ألا وهو الأوكسجين، فعلى مر الزمن الجيولوجي كان هناك تداخل بين تطور الداة وتطور الغلاف الجوي، ويُعتقد أن المكونات الرُدسة لهواء الغلاف الغازي في بداية تكوينه كانت تتألف من غازات مثل ثاني أوكسيد الكربون، والأمونيا، والميثان. وقد ظهر الأوكسجين بعد وقت طويل من ظهور الكائنات

الحدة وحيدة الخلّة التي كانت تعتمد في حياتها على كبريتيد الهيدروجين الذي تصاعد من البراكين. وبعد فترة زمنية طويلة ظهرت النباتات الخضراء والطحالب، واستخدمت ثاني أكسيد الكربون، والماء، والضوء الشمسي، والعناصر الغذائية الأخرى لبناء الكربوهيدرات (التمثيل الضوئي) (photosynthesis) التي قامت بها الطحالب والنباتات الأولية التي ظهرت على سطح الأرض، فكانت تستخلص ثاني أكسيد الكربون من الجو وتطلق الأوكسجين. في هذه العملية يستهلك النبات ثاني أكسيد الكربون الجوي (والطحالب من المياه العذبة أو البحرية) ويطلق الأوكسجين، وظهرت كائنات حية تحتاج إليه، ففي المرحلة الأولى بدأت تظهر بها الكائنات الحية كانت تعتمد على الماء، والهواء، وضوء الشمس، استمرت الخلايا بالنمو والتطور حتى أصبحت المسطحات المائية تعج بهذه المخلوقات وغطت سطح الأرض بالنباتات، وظهرت الحيوانات المعتمدة على النباتات في غذائها، فخلال مراحل العصور الجيولوجية التي مرت بها الأرض تدل على أن البحار في العصور الجيولوجية الأولى كانت مليئة بالأداء الرخوة أي قبل ما يقارب ملايين السنين، وغمر اليابس بالماء وتراجع عنه عدة مرات ما أدى لتطور الحادة أكثر وظهور الأسماك، والبرمائيات، والحيوانات. ومن المعتقد أن الكائنات التي خرجت من الماء لتعيش على الشاطئ فعلت ذلك بتأثير تارات المد والجزر، فقد كانت هذه التارات أقوى بكثير ما هي عليه الآن لأن القمر في ذلك الزمان كان قريباً من الأرض إلى حد ما، وكان تأثير قوة جذب الماء ظاهراً بشكل ملحوظ، وكانت تارات المد تحمل معها بعض الكائنات الحية التي تعيش في البحر وتقذف بها على الشاطئ على مسافات بعيدة من البحر، ولذلك فإن هذه الكائنات لم تكن تستطيع العودة إلى البحر عندما ينحسر الماء مع تارات الجزر. وكانت أغلب هذه الكائنات الحية تتعرض للجفاف الشديد عند سقوط أشعة الشمس المباشرة عليها، كما أن كثيراً منها كان يصاب بالعجز لعدم استطاعتها استخلاص ما تحتاجه من أوكسجين من الهواء مباشرة، ولا شك أن كثيراً من هذه الكائنات الحية كانت تتعرض للموت لعدم قدرتها على مقاومة هذه الظروف الجديدة، ولكن بمرور الزمن وتكرار هذه العملية استطاع بعض منها أن يتأقلم مع هذه الظروف، وتمكن من أن يبقى حياً عدة ساعات حتى يأتي المد التالي، وقد استطعت بعض هذه الكائنات أن تتحول بمضي الوقت إلى كائنات برمائية تستطيع أن تعيش جزءاً من حياتها في الماء، كما تستطيع أن تدا في الهواء على البر، ومن الطبيعي أن أكثر الكائنات تحملاً لهذه الظروف كان يعيش مدة أطول وبالتالي كان أكثر الأنواع تكاثراً، وكان نسل هذا النوع الجيد أقدر على الحادة من غيره من الأنواع الأخرى. وهكذا في مرحلة ظهور الحادة الطبعة انتقلت من البحر إلى

الابسة، وانتشرت بعض أنواع الكائنات الحية على شواطئ البحار والأنهار وحول البرك والمستنقعات.

ثالثاً . نظريات تفسير نشأة المدط الحيوي:

يهتم علم الجغرافة الحيوية بدراسة الشروط الضرورية لنشأة الحاة، وكف كانت نشأة الحاة على سطح الأرض؟ سؤال قد طرحه الكثير من العلماء وقاموا بفرض نظرياتهم في هذا الشأن، وتوجد العديد من النظريات العلمية لتفسير ظهور الحاة (المدط الحيوي) كما نعرفها اليوم، الذي يعتقد أنه يعود تاريخها إلى (٥,٣ . ٨,٣) ملايين سنة.

١ . فرضة التوالد الذاتي:

تقول النظرية أن الغازات التي كانت تكوّن الغلاف الجوي في هذا الوقت هي: الميثان، والأمونيا، وثاني أكسيد الكربون، والماء، والكبريت، وهي غازات بركانية نتجت من طبعة الأرض في ذلك الوقت، وكانت الأرض في ذلك الوقت مكوّنة من أراضي بركانية عديدة، وأن طبعة الأرض مع وجود الغازات البركانية والعواصف البرقية أدى إلى أن المواد المعدنية غير عضوية تفاعلت بعضها مع بعض وأنتجت المواد العضوية المكوّنة من الأحماض الأمينية التي أدت إلى تكوين البروتينات، ومن هنا بدأت الحاة على الأرض وسميت هذه النظرية بالتوالد الذاتي، حيث لاحظ بعض العلماء تكوّن بعض البكتيريا على الخبز، ووجود بعض الديدان في الطعام المتعفن إذا ترك في العراء، فافترضوا أنه قد حدثت بعض التفاعلات الكيميائية التي أدت إلى ظهور هذه الكائنات. ومن المواد التي ساعدت على حدوث هذه التفاعلات هو سانيدهيدروجين أو حمض ساني الماء hydrocyanic acids هو حمض لا عضوي، الذي نتج من المذنبات التي كانت تسقط على الأرض قبل ملايين السنين، وبتأثير الأشعة فوق البنفسجية، تسارعت هذه التفاعلات بوجود أشعة الشمس، فتوفرت هذه الظروف عند نشوء الأشكال البدائية للحاة على الأرض، وبعد أن بردت الأرض أصبحت تربة خصبة، وبدأت تلك التفاعلات في الحدوث، ويرجح أن الأماكن التي حدثت فيها هذه التفاعلات هي الينابيع الحارة البركانية، وذلك لكثرة انبعاث غازات الهيدروجين، وثاني أكسيد الكربون، في هذه الأماكن، وقد ذكر العلماء أن هذه الظروف اجتمعت مرة واحدة أي أن الحاة بدأت مرة واحدة ولم تتكرر ثانية، لأن الحاة أخذت في التوارث من جيل إلى جيل، ولكن هناك إجابة قاطعة على كف انتقلت الحاة من مواد غير عضوية،

ثم إلى مواد عضوية، ثم إلى خلة معقدة، ثم إلى كائنات أكثر تعقيداً، وفي الحقيقة أنه مع تقدم العلم أثبت خطأ وعدم صحة نظرية التوالد الذاتي .

٢ . فرضة التخليق أو البناء الضوئي:

حسب هذه النظرية بدأت أول النباتات الحقة في الظهور على سطح الأرض، وهي النباتات التي لم تعد تعتمد في الحصول على غذائها على التهام مركبات الكربون الذائبة في الماء، بل تولت بنفسها تصنع وتخليق ما تحتاجه من هذه المركبات العضوية في خلاياها من مركبات بسيطة مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، والماء. وتعرف هذه العملية اليوم باسم **التخليق أو البناء الضوئي**، ويقوم النبات فيها بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الجو، والماء من التربة، ويصنع منها في وجود ضوء الشمس، وفي وجود المادة الخضراء الموجودة بخلاياها والمعروفة باسم الاخضور وبعض المواد الكربوهيدراتية مثل السكر، كل ما يحتاجه من بروتينات ودهون وغيرها من المركبات العضوية المساندة للحياة، وتقع أهمية هذه الفرضة في أن النباتات عامل حاسم في ظهور الحياة إذ جعلتها قادرة على اختزان طاقة الشمس في أجسامها، كما أنه تتم عن طريقها تصنع كل ما نعرفه من أنواع الغذاء على سطح الأرض، ومازالت طريقة التخليق أو البناء الضوئي هي المصدر الرئس لغذاء كل من النبات والحيوان حتى اليوم .

٣ . فرضة التبذر الشامل (بذور الحياة) أو النطفة الفضائية Panspermia:

تقوم الفرضة على فكرة قدوم الحياة إلى الأرض عن طريق الفضاء، تقول الفرضة: بأن **بذور الحياة** كانت موجودة مسبقاً منذ نشوء الكون، وأنها وصلت إلى كوكب الأرض، وبدأت بالارتقاء بسبب قابليتها للحياة. فالعالم فرانسيس كريك هو من أشهر مؤيدي هذه الفرضة التي تُفسر نشأة الحياة على الأرض جاءت النظرية التي تقترض أن الحياة لم تأت من كوكب الأرض إطلاقاً، فربما كان قد تم نثر بذورها عبر النظام الشمسي كله أو حتى من الكون كله في شكل كائنات دقيقة متموضعة على سطح الكويكبات أو المذنبات، وانتقلت من كوكب آخر عن طريق الشهب أو النيازك، وقد تم إثبات أن بعض أنواع الشهب تحتوي على ١٤% من وزنها مواد عضوية، كما أن النيازك تحتوي على ٥% من وزنها مواد عضوية التي ربما تكون السبب في نشوء الحياة على الأرض، ولكن في الحقيقة تم إثبات خطأ هذا الفرض لعدة أسباب منها، هو أن الفضاء ملئ بالإشعاعات النووية الكثيفة بقتل أي نوع من أنواع الحياة، كما أن النيازك التي تنتج من تصادم الكواكب حتى وإن كانت تحمل مواد عضوية أو كما يسمونها بذور الحياة، فإنه من الصعب أن تقطع بذور الحياة كل هذه المسافة عبر الفضاء الخارجي وتصل إلى الأرض ببساطة غير أنه

إذا قطعت كل هذه المسافة افتراضاً فإنها ستحترق بمجرد اصطدامها بالغلاف الجوي الذي يرفع من درجة حرارتها بشدة، كما أن نسبة المواد العضوية أو بذور الدابة في هذه النازك تكون ضئيلة جداً، ولا يحتمل أن تكون هي التي سببت نشأة الدابة على الأرض ثم تطورها، وبعد أن تكونت هذه المواد العضوية بدأت تتطور إلى كائنات وحيدة الخلة مثل البكتيريا التي نشأت من عفن الطين، وفي هذا الوقت لم تكن الخلة متميزة إلى نبات أو حيوان ثم أخذت هذه الخلة في الانقسام إلى خليتين إحداها خلة نبات، والأخرى خلة حيوان، ثم بعد ذلك أخذت خلة النبات بالبحث عن طريقة لتحصل على مادة الكلوروفيل لتقوم بعملية البناء الضوئي وتتكاثر وأخذت تحط نفسها بمادة السليلوز لحماية نفسها واستغلال الطاقة الناشئة عن عملة البناء الضوئي، وفي المقابل عاشت الخلة الحيوانية على النباتات، وتعددت إلى أنواع مختلفة من الحيوانات على الأرض، ولا أحد يعرف كيف تطورت الحيوانات أو الكائنات وحيدة الخلة إلى كائنات متعددة الخلة، أو كيف انقرضت حيوانات وجاءت حيوانات أخرى .

٤ . فرضة المدط الحيوي العميق الساخن:

طرحها توماس جولد في سبعينات القرن الماضي، والتي أسماها الكون الحيوي العميق الساخن، تشير بأن الدابة قد تكون نشأت على أعماق كبيرة تحت الأمواج، وحول فتحات المدطات الدافئة، لأن عمق الأرض أكثر البيئات أماناً للكائنات الدابة لتحمي نفسها من الاضطرابات (النازك، والشهب، والانفجارات البركانية ...) وبالإعتماد على الإمدادات المستمرة من غاز الميثان المنبعث من قشرة سطح الأرض، كانت تتغذى الكائنات الدابة باستخدام مركبات غير عضوية مثل كبريتيد الهيدروجين المنطلق بدلاً من التمثيل الكمائي. وقد تم بالفعل اكتشاف أنواع تزدهر بعيداً تماماً عن أشعة الشمس تحت سطح الماء على أعماق لا تقل عن ٥ كيلومترات. حيث تُمثل فوهات الماء الحرارية وما يحيطها أماكن لبيئة حيوية تعيش عليها أدهاء من أنواع خاصة، والعامل الرئيسي في تغذية تلك البيئات الحيوية هو التمثيل الكمائي للبكتيريا مثل البكتيريا القديمة **Archaea** وبكتيريا الكبريت الخضراء التي تستغل أكسدة كبريتيد الهيدروجين وحرارة تلك الفوهات لتكوين مركبات عضوية من مواد غير عضوية، واستغلال ثاني أكسيد الكربون كمصدر للكربون في تكوين مركبات، ومن تلك الأدهاء التي تعتمد على تلك البكتيريا الديدان الأنبوبية كبيرة *Riftia pachyptila* الريفدا باكفتيلا التي تعيش في تعاون ذاتي مع بكتيريا من نوع يسمى بروتيو بكتيريا هذه البكتيريا قادرة على القيام بعملية التمثيل الكمائي، وبما أن الدودة الأنبوبية لا تستطيع الحصول على غذاء بنفسها إذ ليس

لها فتحة فم وليس لها أمعاء، ولهذا فإن حياتها معتمدة على التعايش مع هذه البكتيريا، تستخدم تلك البكتيريا مركبات الكبريت لاسمها كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء وتحويلها إلى مواد عضوية عبر سلسلة من التفاعلات، وبذلك تمتد الديدان بالطاقة والكربون، وتقوم تلك الكائنات المكونة بترسيب المعادن والمركبات الكمائية في قواعد الفوهات المائية الحرارية للمدخات السوداء، وبذلك تتم الدورة الحياتية لكائنات هذه البيئة.

لقد اعتمد القائمون على الدراسة الجديدة على كل تلك الآراء وغيرها من الاعتقادات، والدراسات والاكتشافات السابقة، وذلك رغبة في تكوين نظرية، قد تكون أساساً في فهمنا لنشوء الحياة على الأرض فانقسم العلماء إلى ثلاث مجموعات لتفسير كيف نشأت الحياة على سطح الأرض:

تقول المجموعة الأولى من العلماء: في بداية الأمر كان كل ما هو موجود عبارة عن مواد كمائية بسيطة، وكانت المسؤولة عن ظهور الأحماض الأمينية، البنية الأساسية للبروتينات والضرورية لخلق وحيدات الخلية، ولكي تنشأ الحياة على الأرض، كان يجب أن يسبقها تكون جزيئات الحمض النووي الريبوزي RNA، والحمض النووي الريبوزي هو واحد من ثلاثة جزيئات ضخمة بيولوجية التي تُعد أساساً لكل أشكال الحياة (الحمض النووي الريبوزي، والأوكسجين، والبروتينات). وجزء RNA فصل نفسه عن الأحماض الأمينية البدائية، والمواد الكمائية الأخرى، لبناء أول بروتين سُمي ببيتايد Peptide bond ومن بعدها لصناعة مستعمرات وحيدة الخلية. ويلعب DNA دوراً أساساً كمخطط في الخلية، حيث يحمل كل المعلومات الوراثية اللازمة لنمو الخلية، للحصول على المواد الغذائية والتكاثر.

من هؤلاء العلماء نذكر العالمان **ميلر ويوري** اللذان قاما بإجراء تجربة عام ١٩٥٣م، لتحضير أحماض أمينية بسيطة باستخدام المكونات التي يعتقد أنها تُكوّن القشرة الأرضية قديماً، وكانت تشبه تلك الأحماض التي تكون سلاسل بروتين البروتوبلازم، وهي : الماء، والميثان، والأمونيا، والهيدروجين، والجزيئات العضوية الأخرى التي تُعد لبنات أساسية للحياة، بما فيها اليوريا، والفورمالدهيد (مركب عضوي)، وهو غاز عديم اللون في درجة الحرارة العادية، سريع الذوبان في الماء وقابل للاشتعال اسمه النظامي ميثانال)، وسائيد الهيدروجين (حمض ساني الماء، يُسمى بـحمض البروسك هو حمض لا عضوي)، والقواعد والأحماض الأمينية، إلا أنها كانت أبسط كثيراً، ولم يعط العالمان أو غيرهما تفسيراً مقنعاً لأحداث النشاط البيولوجي لأول مرة، تعد التجربة دليلاً على النشأة الأرضية للحياة، ولكنها كباقي التجارب لم تشرح آلة ذلك.

وفي آخر الأبحاث التي أُجريت في هذا الموضوع، تم الكشف عن مُكون بدائي ساعد في صناعة الأحماض الأمينية، والتي تدعمها فكرة تطور الكائنات من خلايا وحيدة الخلة، إلا أن كفة تَجْمَع الأحماض الأمينية لتكوّن البروتينات ما زالت لغزاً يحير العلماء.

قام المجتمع العلمي بتحديد والتعرف إلى أقدم سلف لكل الكائنات الحية الموجودة حالياً على الأرض، وقد عاش هذا السلف قبل ٣,٦ مليار عام، وسُمي بـ **لوكا (LUCA)** ^١، هذا السلف على الأغلب كان وحيد الخلة، وانطلاقاً من لحظة وجود لوكا، فإنه من السهل تخيل كفة تطور الحاة كما نعرفها اليوم، لكن ومع هذا فلا وجود لدليل دامغ لكفة نشوء لوكا من المواد الكيميائية المهتاجة بسبب الغلان، والتي تكوّنت على الأرض بعد تشكّل الكوكب قبل ٤,٦ مليار عام، هذه المواد الكيميائية التي تفاعلت لتنتج الأحماض الأمينية والتي استمرت لتكون البنية الأساسية في جمع الخلايا الحية في وقتنا الحالي.

أما المجموعة الثانية من العلماء : فتعتقد أن تطور عمليات الأيض سبق ظهور الحاة على الأرض، والأيض هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية في خلايا الكائن تحافظ على الحاة، والأهداف الرئيسة الثلاث للأيض هي تحويل الغذاء (الوقود) إلى طاقة لتشغيل العمليات الخلوية، وتحويل الغذاء إلى وحدات بناء للبروتينات، والدهون، والأحماض النووية، وبعض السكريات، وإزالة الفضلات الأيضية النيتروجينية، وبناء المواد الكربوهيدراتية، والبناء الضوئي عبارة عن العملية التي تبنى فيها الخلايا النباتات الخضراء مواد كربوهيدراتية معينة من ثاني أكسيد الكربون والماء في وجود الطاقة الضوئية، وفيها يتصاعد الأوكسجين كناتج ثانوي.

فما تعتقد **المجموعة الثالثة من العلماء** بضرورة ظهور أغشية الخلايا قبل نشأة الحاة: ففي **المرحلة الأولى :** تكوّن جزيء قادر على مضاعفة نفسه، يُقدر أن هذا الجزيء هو RNA وليس DNA ولفترة طويلة استخدم الـ RNA كمادة وراثية تُضاعف نفسها، كمادة تحفز التفاعلات

١ . كائن وحيد الخلة شبه بالبكتيريا، يوصف بأنه الجد المشترك العالمي الأخير Last Universal Common Ancestor يكتب اختصاراً لوكا (LUCA) وقد يساعد هذا الكائن في تحديد كيف بدأت الحاة على الأرض في فترتها المبكرة جداً. عاش هذا الكائن في الفتحات الموجودة في أعماق البحار، حيث تندلع أعمدة معدنة غازية من مياه البحر التي تتفاعل مع المواد المنصهرة التي تأتي من قاع المحيط. وطبقاً لما ذكرته الدراسة التي نشرت في مجلة Nature Microbiology، فإن لوكا كائن لاهوائي، يقوم بتثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون، ويعتمد على مسار تمثيل غذائي خاص بالهيدروجين يسمى مسار وود ليوندا Wood-Ljungdahl pathway ، بالإضافة لتمكّنه من تثبيت غاز النيتروجين، وهو كائن محب للحرارة.

الكمائة (إنزيم)، حتى يومنا هذا، يُوجد عدد من الإنزيمات تدمج في عملها عناصر مهمة من RNA مثل الريبوزوم، لاحقاً استُبدل الـ DNA بـ الـ RNA كمادة وراثية بسبب ثباته، سُميت هذه النظرية عالم الـ RNA لاحقاً، نجح الجزيء الذي يُضاعف نفسه، في عزل نفسه داخل غشاء يحمه من البيئة، ويُساعده في توفير الشروط اللازمة لمضاعفة نفسه وهكذا، عملاً ظهرت الخلية الأولى.

أما المرحلة الثانية: هي تطور الخلية ذات النواة، إذ إنها تحتوي على نواة وعُضدات^١ أخرى محاطة بأغشية تفصلها بعضها عن بعض، ولكل عُضي منها يوجد DNA خاص به، يمكنه من ترجمة ما يحتاجه من زلاجات (البروتين)، التفسير لهذا هو ابتلاع طحلب قادر على التركيب الضوئي، في الحقبة القديمة من قبل خلية أخرى، بدلاً من هضم عُضدات الميتوكوندريا (Mitochondria)^٢ والكلوروبلاستيد (Chromoplasts)^٣ داخل الخلية التي ابتلعتهما، فقد تمكنا من البقاء، وطورا علاقة تبادلية مع الخلية المفترسة، وبدأنا بالانقسام معها، تسمى هذه الفرضية بالتكافؤ .

المرحلة الثالثة : هي إنتاج كائنات عديدة الخلايا، تكون بسيطة في البداية وبعد ذلك معقدة، بعد نحو مئتي سنة ظهرت مصادر كل الأنواع الموجودة اليوم، وتسارعت سيرورة تطور الحاة بشكل هائل، واستغرق ظهور الخلية الأولى نحو مئتي سنة، بعد مئتي من السنين، ظهرت الكائنات عديدة الخلايا الأولية، لكن بعد مئتي من السنين، ظهر تنوع كبير من الكائنات عديدة الخلايا من أجناس وأنواع متعددة، وسبب ذلك هو خلق شروط تُتيح إمكانية الحاة، وعندما تشكلت الخلايا الأولى، بدأت بتغيير بيئتها من خلال إفراز مواد مختلفة منها الأوكسجين، وثاني أوكسيد الكربون، أدت هذه الحالة إلى تغيير في تركيبة الغلاف الجوي وأسهمت في تكون طبقة الأوزون التي

١ . تُقسم الخلايا الحاة إلى نوعين: خلايا بدائية النواة، وهي خلايا بسيطة التركيب، لا توجد لها نواة مثل: خلية البكتيريا، والنوع الثاني هو خلايا حقيقيّة النواة، تحتوي على نواة محاطة بغشاء مزدوج، مثل: الخلايا النباتية، والحيوانية.

٢ . الإنزيمات الموجودة فيها تقوم بأكسدة المواد الغذائية وهي تقوم بتحويل الطاقة الموجودة في مختلف المواد الغذائية إلى طاقة مختزنة في الإنزيمات ATP وتستغل الخلية هذه الطاقة في القيام بنشاطاتها المختلفة

٣ . تحتوي على مادة ذات تركيز عالي تسمى بالكلوروفيل التي تعطي اللون الأخضر للنبات. وظيفتها إنتاج مواد عضوية (السكريات) من الماء وثاني أكسيد الكربون بواسطة الطاقة الشمسية. هذه العملة تسمى البناء الضوئي.

تصفي الأشعة فوق البنفسجية القاتلة، عند اكتمال الشروط، أي أصبحت البيئة الغنية بالأكسجين، وانعدام وجود الإشعاعات الخطرة، حصل ارتفاع ملموس في ظهور أنواع جديدة . تكونت الأنواع وفقاً لقواعد التطور، وأهمها البقاء للأصلح، لقد تطور التنافس على الموارد، وانقسمت الأنواع ما بين مُفترسين ومُفترسين، وبدأ التفدش على بيت التنمة المثالي، أنتج هذا التفدش مع قوى التطور سلالة من الأنواع المختلفة منها الأسماك، والبرمائيات، والزواحف، والطيور، والثدييات، في المقابل حصلت خمس حالات انقراض كبيرة، ما أتاح ازدهار أنواع جديدة، انقراض الديناصورات (الخامس) لس الأكبر، لكنه الأكثر شهرة.

رابعاً . الأدهاء على سطح الأرض وتطورها:

الأدهاء التي تنتشر اليوم هي نتاج مراحل وعمات طويلة وكثيرة متتابعة من التطور والتغير والتبدل تحت تأثير جملة العوامل البيئية المختلفة. ولفترة تصل إلى أكثر من ٢ ملار سنة. ويُعتقد أن الحاة أول ما بدأت في البحار، قبل نحو ٢,٥ ملار سنة، في زمن غير محدد في حقب ما قبل الكامبري، أي قبل انزياح قارات العالم التي كانت تُشكل أجزاء من قارات كبرى التي تتكون من أربع قارات هي قارة غندوانا أو القارة الجنوبية، ويمتد في النصف الشمالي ثلاث كتل قارية ضخمة هي قارة لوراسيا Laurasia أو القارة الشمالية. وقارة أركتس Arctis في الغرب. وقارة أنجارا Angara. ويفصل بينهما بحر عظم هو تيتس Tethes، تعرضت هذه الكتلة إلى حركة شد قوية، فانفصلت قارة اركتس عن قارة انجارا، وانفصلت امريكا الجنوبية عن الجانب الغربي لغندوانا، وأستزلا عن جانبها الشرقي. الشكل ٢. انفصال قارات العالم.



الشكل ٢. انفصال قارات العالم

وبعد سلسلة طويلة من التطور ولفترة تصل إلى نحو ١٥٠٠ مليون سنة ظهرت الحاة على اليابس، وخلال هذه الفترة الزمنية الطويلة أوجدت الكائنات الحة لنفسها أشكالاً مختلفة نتيجة للاصطفاء الطبيعي Natural Selection اختفي خلالها أنواع كثيرة وظهرت أنواع جديدة، ويُعد السجل الحفري للخور fossils في مختلف الأزمنة الجيولوجية دليل يمكن الاعتماد عليه لمعرفة

التسلسل الزمني لتطور الأدهاء، لقد كشف لنا التاريخ الجيولوجي أن الداة كانت في الماه، ومرت في عملة تطور عن طريق الاكتساب للصفات الجديدة، كما توضح الحفريات أن تاريخ ظهور وانتشار أي نوع نباتي أو حيواني جديد يتبع طريق واحد وهو أن تبدأ بظهور اختلافات منعزلة، ثم تنتشر هذه النماذج بالتدريج البطيء ولفترة زمدة طويلة حتى تصبح هذه الاختلافات هي السائدة، وتتضاءل وتختفي بالسرعة نفسها التي ظهرت بها، ومن أجل تسهيل الدراسة نأخذ تسلسل زمني وفقاً للأزمنة الجيولوجية:

١. **الأدهاء ما قبل الكامبري:** المعلومات قليلة عن هذه الفترة، لعدم وجود آثار لبقايا عضوية في هذا الزمن، اعتقد العلماء بأن الأرض كانت فيه شديدة درجة الحرارة، والجو كان ملتهباً ولم يبرد بعد، ما لم يسمح بظهور الداة، وقسم آخر من العلماء يؤكد بأن في نهاية ما قبل الكامبري ظهرت نباتات وحيدة الخلطة، وحيوانات حلقة وأسماك هلامية، وكانت الكائنات الداة في البداية لا هوائية مع تكون الغلاف الجوي بدأ ظهور النباتات البرية وتكون المركبات العضوية الناتجة عن تحلل هذه النباتات، أما الداة الحيوانية فكانت نادرة وهلامية أو بدائية ولينة ومن دون هكل عظمي، وبطيئة الحركة.

٢. **زمن الداة القديمة Palaeozoic (الباليوزوي):** هو الزمن الجيولوجي الأول ويشتمل على ست عصور:

أ. **الأدهاء في العصر الكامبري:** كان هذا العصر بداية نشأة الداة، ظهرت في العصر الكامبري مجموعة كبيرة من أشكال الداة وقد سمة هذه الحقبة **بانفجار الكامبري**، وهي كائنات عضوية صغيرة وحيدة الخلطة، وتطورت حتى أصبحت متعددة الخلايا وكانت غالباً تعيش في البحار وهي تشبه الطحالب أو الأميبا، وكل أشكال الداة ازدهرت في البحر، أما الدابة فقد كانت قاحلة ولا يوجد فيها سوى المكروبات.

ب. **الأدهاء في العصر الأوريفشي:** وفي هذا العصر تشكل معظم الغلاف الغازي والمائي للأرض وساد الأرض مناخ معتدل، وتطورت الكائنات العضوية في البحر وسادت السرخسات والطحالب، وظهر المرجان، واللافقاريات البحرية.

ج. **الأدهاء في العصر السيلوري:** هذا العصر به الكثير من الأحداث منها نشاط باطن الأرض، وكان مناخ الأرض معتدلاً، ما أدى إلى انتشار الداة النباتية، فانتشرت الأعشاب البحرية، وساد المرجان والإسفنجة، وهذا أدى إلى خروج بعض اللافقاريات إلى الدابس لتعيش على، كمقدمة لظهور البرمائيات.

د . **الأداء في العصر الديفوني (عصر الأسماك):** تطورت الداة في البحار، وكنتجة للمد والجزر بدأ زحف النباتات المائية نحو اليابس، حيث شهدت ظهور وتطور نباتات أرضة حققة متمثلة في النباتات الوعائية، وفيه تغلغت النباتات في اليابس، وظهرت النباتات ذات البذور، وظهرت الأسماك في العصر الديفوني وانتشرت وتحول بعضها إلى برمائيات، كما تطورت الحشرات بسرعة كبيرة، ويُسمى هذا العصر **بالعصر ذو التطور الكبير** حيث بدأت النباتات تنفس الهواء بعدما كانت تنفس الهواء المذاب بالماء. مع نهاية الديفوني بدأ ظهور الأشجار الكبيرة الحجم، والتي تُسمى بغابة السرخسات، والتي كانت سبب في وجود طبقات الفحم الحجري.

هـ . **الأداء في العصر الكربوني (الفحمي):** بدأ اضطرب باطن الأرض وظهرت الحركات البنائية للجبال عُرفت بالحركة الهيرسيذية، وشهد **عصر الكربوني** ظهور نباتات أرضة من أنواع السرخسات العملاقة، وظهرت نباتات حاملة للبذور، وفي نهايته ظهرت أوائل الصنوبريات التي حلت محل السرخسات العملاقة، وخلالها خرجت البرمائيات إلى اليابس وانتشرت معتمدة على الغطاء النباتي المتوفر، وبدأت بعض الزواحف في الظهور والانتشار، وانتشرت الحشرات.

و . **الأداء في العصر البرمي (عصر الصنوبريات):** بقيت القارات في هذا العصر على أوضاعها، واستمر خلاله آثار الحركة الهيرسيذية، انتشرت فيه الزواحف الثديية، سادت الصنوبريات على حساب السرخسات لذلك يطلق على العصر البرمي **عصر الصنوبريات**، وفي عصر البرمي نهاية الزمن الأول اختفت بعض الأنواع الحيوانية والنباتية، وظهرت أنواع جديدة بدلاً منها، وشهد هذا العصر أكبر انقراض جماعي في التاريخ لأعداد كبيرة من الحيوانات، وأطلق على هذا العصر **الانقراض العظيم**، ويعد الانقراض الوحيد من نوعه الذي أدى إلى اختفاء جماعي لمعظم أنواع الحشرات. أسباب **حدوث الانقراض العظيم**: أشار بعض علماء الجيوكيمياء إلى أن الضغط الكبير الذي تعرضت له الأرض والداة المائية في ذلك العصر تسبب في حدوث العديد من الانفجارات البركانية بصورة سريعة وفي أزمنة متقاربة، وذلك أدى إلى تحول بيئة المحيطات إلى أوساط حامضة ما أثر بدوره في الكائنات الداة المائية آنذاك، وتسبب في اختفاء نحو ٩٥% من أشكال الداة المائية، ونحو ٧٠% من الزواحف، والبرمائيات، والأنواع النباتية عن سطح الأرض، وتم تصنف مرحلة العصر البرمي على أنها من أكثر المراحل التاريخية تعقيداً جيوكيمائياً، وبنهاية هذا العصر يكون انتهى الزمن الأول من عمر الأرض زمن الداة القديمة Palaeozoic (الباليوزوي)، ويبدأ الزمن الثاني.

٣. زمن الداء الوسطى Mesozoic (الميزوزوي): شهدت الداء الوسطى تطورات وتغيرات

في الأداء النباتة والحيوانة، ويقسم إلى ثلاثة عصور:

أ. الأداء في العصر الترياسي: كانت القارات بالغة الارتفاع وشديدة التضريس وكانت المناخات جافة أو شبة جافة باستثناء أطراف القارة الأم غندوانا (القطبة الجنوبية) وماتت أغلب الحيوانات والكائنات الضعفة، ولم يبق سوى الحيوانات المفترسة التي تغلبت على تقلص الغطاء النباتي بافتراس الحيوانات. شهد عصر الترياسي زيادة في أشجار السكاد Cycade نباتات تشبه أشجار النخيل، والسرaxis، والصنوبريات. وفي مجال الأداء الحيوانة ظهرت الكثير من الزواحف البحرية العملاقة، والطيور الكبيرة.

ب. الأداء في العصر الجوراسي (عصر الديناصورات): تحول المناخ إلى مناخ رطب، رغم أن توزع القارات لم يختلف كثيراً، انتشرت في الزواحف البرية والحيوانات الهوائية، حيث تطورت الزواحف الكبيرة وظهرت أولى الديناصورات، لذلك يسمى أحياناً بعصر الديناصورات، وانتشرت الحشرات السامة، وأسلاف الطيور، وأولى أشكال الطيور والثدييات الحالية.

ج. الأداء في العصر الكريتاسي (العصر الطباشيري): زادت في أنواع وأعداد الثدييات الصغيرة البدائية كالكنغر وانتشرت النباتات الزهرية، ظهرت أشجار البلوط، والدرار والأشنيات، وارتبط ظهور الحشرات في هذا العصر إلى حد كبير بالنباتات كاسات البذور، ومن هذه الحشرات العسوب، وكان أغلب الحشرات في ذلك العصر مشابهة لحشرات اليوم كما ظهرت الديناصورات ذات الريش والتماسيح، ومنذ نحو ١٢٠ مليون سنة عاشت سمكة البكنودونت الرعاشة، وطيور اله سيرنيس بدون أجنحة، والنورس ذو الأسنان، وكانت الزواحف البحرية لها أعناق كالثعابين، ومنذ نحو ١٠٠ مليون سنة ظهرت سلحفاة الأركلون البحرية وكان لها زعانف تجدف بها، وقناديل البحر، ومنذ نحو ٨٠ مليون سنة كان يوجد بط السورلونس العملاق الذي كان يعيش بالماء وكان ارتفاعه ٦ متر وله عرف فوق رأسه. وفي هذه الفترة عاش ديناصور البرانصور المتعطش للدماء، وحيوان الإنكلوصور الضخم وهو من الزواحف العملاقة وكان مقوس الظهر وجسمه مسلح بحراشف عظيمة، وشهد هذا العصر نشاط انزياح لقشرة الأرض وأنشطة بركانية، وفيه وقع انقراض أودى بداء الديناصورات منذ نحو ٦٥ مليون سنة، وقضي على ٥٠% من أنواع اللاقاريات البحرية، ويقال أن سببه مذنبت ارتطم بالأرض أحدث بعض الحفر العميقة ما أدى إلى غبار وزوايح غبارية أدت إلى حجب أشعة الشمس عن الأرض لفترة طويلة، إضافة إلى انفجار البراكين، ما أدى إلى فناء عدد كبير من الكائنات الموجودة على سطح الأرض في هذا

العصر، ومنذ نحو ٧٠ مليون سنة ظهرت حيوانات صغيرة لها أنوف طويلة، تُعد الأجداد الأوائل للفيلة والخرتيت وأفراس البحر والحيتان المعاصرة . وانتهى العصر الكرييتاسي بانقراض الديناصورات باستثناء الطيور منها.

٤ . زمن الداة الحديثة Cenozoic (السينوزوي): يضم فترتين هما:

أ . الأداء في الزمن الثالث الكاينوزوي Cainozoic (زمن الثدييات): انتشرت بسرعة النباتات ذات البذور الكأسة ومغلفات البذور، وبدأت المجموعات النباتة الرؤسة تحتل مناطقها الحالة على سطح الأرض، وفيه انتشرت الثدييات والحيوانات ذات الحوافر، وظهرت الأفاعي والثعابين، ودخلت الثدييات مرحلة الذروة بظهور الرؤسات (Primates) التي تعد أجداد القردة والسعادين. وعصور هذا الزمن:

١ . الأداء في عصر الإيوسين Eocene: ساد الأرض مناخ مداري ومعتدل، ففي أوربا كانت تسود نباتات شبيهة بما هو موجود حالياً من نباتات في السودان، ونباتات الأقاليم المعتدلة انتشرت في المناطق الي تُعد حالياً قطبة وشبه قطبة، عُثر على حفريات من رواسب حوض الوم Alum Bay (خاج في الغرب من جزيرة وايت انكلترا)، تدل على وجود أشجار النخيل، وأشجار دائمة الخضرة، كما عُثر في جزيرة غرينلندا على حفريات لصخور هذا الزمن تحتوي على أشجار عريضة الأوراق، أما حيواناته انتشرت فيه الثدييات، حيث ظهرت أول أنواع الثدييات الحديثة في بداية عصر الإيوسين، وانتشرت القردة، وظهرت الثعابين.

٢ . الأداء في العصر الأوليغوسين Oligocene: ساد الأرض مناخات تميل إلى الرطوبة، وانتشرت به الأعشاب، وانحسرت أشجار النخيل، وشهد ظهور الثدييات الحديثة كالخنازير البرية ذات الأرجل الطويلة، كما ظهرت القطط البروايلورس Proailurus حيوان صغير أكبر قليلاً من القطط المنزلة، وحيوان الكركدن الضخم، كما ظهر الفيل المائي، وكان فمه واسعاً وله نابان مفلطحان لهذا أطلق عليه حيوان البلاتيبلادون الذي كان يعيش على الأعشاب المائية. وكانت الطيور كبيرة، ومن بينها النسور والطيور العملاقة التي كانت تشبه النعام إلا أنها كانت أكبر منها حجماً. وكانت لا تطير بل تعدو، ووجد طائر الفوروهاكس العملاق وكان رأسه أكبر من رأس الحصان ومنقاره يشبه الفأس، كما زاد أعداد القردة.

عُثر على أحافير من هذا العصر بصفة خاصة في حفرة مسيل منجم كان يُستغل في استخراج سجل زيتي في ألمانا، حيث عثر على أحفورة مستحاثة كاملة في الحفرة عرفت لاحقاً باسم أيدا^١، وتعد الأحفورة الوحيدة المكتملة من الرُؤس التي تم اكتشافها عبر العصور.

٣ . **الأداء في عصر الميوسين Miocene**: شهد هذا العصر الكثير من الحركات البنائية للجبال عُرِفَت بحركة الألبة . الهمالاثة، وكان مناخ العصر أبرد من مناخ العصر السابق، وتشكلت صفحة كبيرة من الجليد فوق قارة القطب الجنوبي، وفي نصف الكرة الشمالي تحولت مساحات شاسعة من الأرض كانت مغطاة في السابق بالغابات الكثيفة إلى مروج عشبة، كما ظهرت الصحاري. واشتملت حيوانات العصر على عدد من الثدييات، منها وحيد القرن والجمال والقطط والخيول، وظهر في هذا الزمن حيوان الصناجة أو المستودون ضخيم يشبه الفيل، والراكون وابن عرس. وعاشت في هذا الحين قرود كبيرة، وفي البحار تكاثرت الحيتان والفقمات، والأسماك التي يتميز بها عصر الميوسين أسماك القرش الضخمة ويسمى هذا القرش كاركارودون Carcharodon megalodon.

٤ . **الأداء في عصر الباليوسين Pliocene**: آخر عصور الزمن الثالث، وفيه عاد الهدوء للأرض وواصلت القارات زحفها حتى استقرت في وضاعها الحالي تقريباً. وبقيت المناطق المعتدلة تشمل أوسع مدى واشتملت مناطق الغابات الرطبة، إضافة إلى ظهور المناطق الجافة، وفي نهايته ظهرت الغطاءات الجليدية في المناطق القطبية، وفيه تم انحصار أشجار كثيرة من النباتات، وظهور أنماط جديدة من النباتات المعتدلة وتطورت شكل الثدييات إلى أشكالها الحالية، وظهرت حيوانات الجربيات والقوراض، والحيوانات ذوات الخف والحافر، والقرود المتطورة، ويُعتقد أن فيه تم تدهور الزواحف الضخمة.

ب . **زمن الداة الحديثة (الرباعي) Quaternary (الأنثروبوجين)**: ما يميز هذا الزمن هو حصول دورات متعددة من التغيرات المناخية، أدت إلى تشكيل جليديات واسعة الانتشار على الكرة الأرضية، أثرت هذه الدورات المناخية وما نجم عنها من جليديات وفترات جفاف في المجموعات الحيوانية والنباتية في البحار وعلى اليابسة. وحدثت معظم مراحل تطور الإنسان في

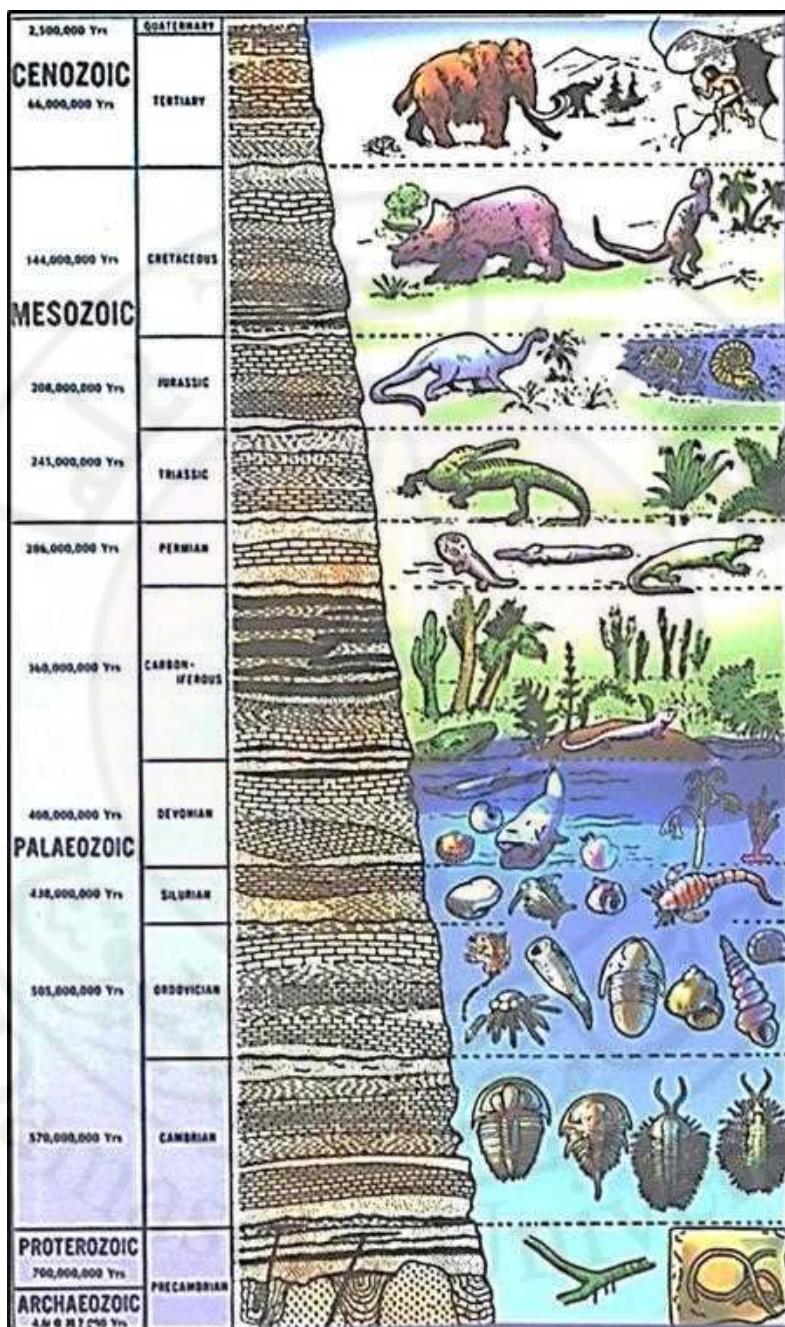
١ . أيدا كانت كائناتاً صغيراً لها ساقان أطول قليلاً من ذراعها مما ساعدها على تسلق الأشجار. وعاشت في غابة مطيرة قريبة من حفرة مسيل وقد ماتت نتيجة لاستنشاقها غاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث من الحفرة، وسقطت في الحفرة حيث حُفِظَت لملايين السنين بشكل جيد حتى تم اكتشافها.

هذا الزمن، اقترح تسميته بدور الأنثروبوجين Anthropogene period، اتخذ توزع القارات والمحيطات شكله الحالي تقريباً في الزمن الرابع، يُقسم إلى عصرين هما: البليوستوسين والهولوسين.

١ . الأدهاء في عصر البليستوسين Pleistocene (عصر الإنسان): هذا العصر قصير نسباً، إنّ أكثر ما يُعرف عن هذا العصر أنه عصر الجليد الأعظم Great Ice Age تشكلت فيه بصورة متكررة أغطية جليدية واسعة الامتداد، كانت نباتات البليستوسين وحيواناته مشابهة للنباتات والحيوانات التي تعيش في الوقت الحاضر، إلا أنها تختلف عنها في التوزيع المكاني، فقد أدى التغير في المناخ والبيئة إلى تكيفات تطورية جديدة، وإلى هجرات على نطاق واسع لأنماط المجموعات النباتية والحيوانية إلى مناطق أكثر ملاءمة لحاياتها، كما أدى أحياناً إلى بعض حالات الانقراض، فقد انقرضت في نهاية البليستوسين، وحتى في الهولوسين، الثدييات الضخمة التي تكيفت مع الأوضاع المناخية الباردة مثل الماموث الصوفي، ووحيد القرن الصوفي، والماستودون، والمدرع وغيرها من الحيوانات الأخرى، ولم يُعرف تماماً فما إذا كان سبب الانقراض يعود إلى تغيرات مناخية أو بسبب الصيد الجائر من قبل الإنسان. الشيء الأهم في عصر البليستوسين هو تطوّر أنواع جنس الإنسان ووصولها إلى النوع الحالي الإنسان العاقل Homo sapiens لذلك سُمي بعصر الإنسان، ويرجع تاريخه إلى نحو ثلاثة ملايين سنة ظهر الإنسان البدائي، قبل نحو ١٠٠ ألف سنة من ظهور الإنسان العاقل الحديث.

٢ . الأدهاء في عصر الهولوسين Holocene: العصر الحديث Recent، يُمثّل الفترة الأخيرة من الزمن الجيولوجي الرابع، منذ ١١٠٠٠ سنة وحتى الآن، آخر العصور الجيولوجية وقد بلغ فيه الأدهاء أقصى درجة الكمال، وهو عصر الإنسان الحالي، وفي هذا العصر ظهرت الحضارة الإنسانية والكتابة، وأدى ذلك إلى ولادة المجتمع البشري .

وهكذا ظهرت ونمت وتطور الأدهاء على سطح الأرض منذ فترة ما قبل الكامبري وحتى وقتنا الحاضر، يوضح الشكل ٣. تطور الحداة على سطح الأرض، والجدير بالذكر أن بعض الكائنات الحية البدائية القديمة لا تزال قائمة حتى الوقت الحاضر تركزت في بيئة معينة، واكتسبت خصائص معينة تمكنها من الحداة والازدهار في ظل الظروف البيئية القائمة.



الشكل ٣. تطور الحياة على سطح الأرض

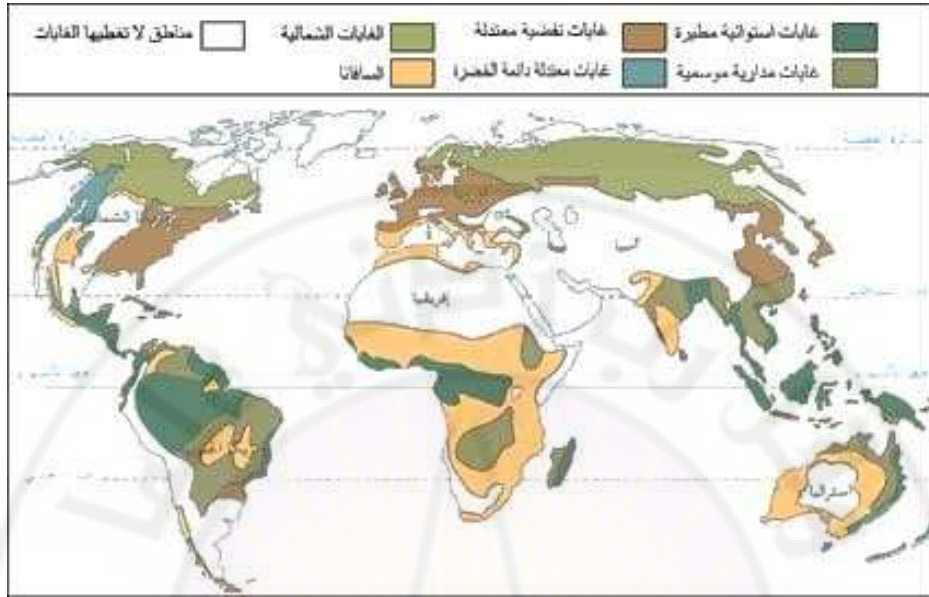
خامساً . البيئة الحيوية والنظام البيئي:

يُقصد بالنظام البيئي وحدة بناء الغلاف الحيوي، تتألف من مجموعة عناصر متوازنة، ومتفاعلة، ومُكملة بعضها لبعض، وتسير بانتظام لخلق واقع معين يتمثل في بيئة محددة، ولو حدث أن تم خلل في العلاقة بين هذه العناصر يخل النظام، فالنظام البيئي مجموعة عناصر حية، وعناصر غير حية متفاعلة معاً وظيفياً ضمن منطقة محددة، تكون هذه العناصر المُكونة للنظام متوازنة من حيث الانتاج والاستهلاك حتى يبقى النظام متوازناً، ويؤدي تنوع النظم البيئية إلى تنوع الأداء في الغلاف الحيوي، حيث أن كل نظام بيئي له نظام حيوي مخصص له، ويدعم أشكال وأنواع مختلفة من الحادة، فعلى سبيل المثال البيئة الجليدية تدعم النظام الحيوي المناسب للذب القطبي والبطاريق، أما البيئة الصحراوية تدعم النظام الحيوي المناسب للغالب والذئب والثعابين وهكذا.

ولما كان المدط الحيوي من الضخامة والتعقيد والتنوع إلى درجة تصعب معها دراسته كوحدة واحدة، على مستوى المدط الحيوي العالمي، فقد أملت الاعتبارات العلمية أن تكون أبحاث الجغرافة الحيوية، موجه نحو تحليل النظم البيئية الحيوية المختلفة التي يتضمنها المدط الحيوي العالمي، ولتسهيل دراسته يُقسم إلى بيئات أصغر متميزة بعضها عن بعض، وتُعرف هذه الوحدات الصغيرة بالنظم البيئية الحيوية، فما هو المقصود بالبيئة الحيوية والنظام البيئي الحيوي؟

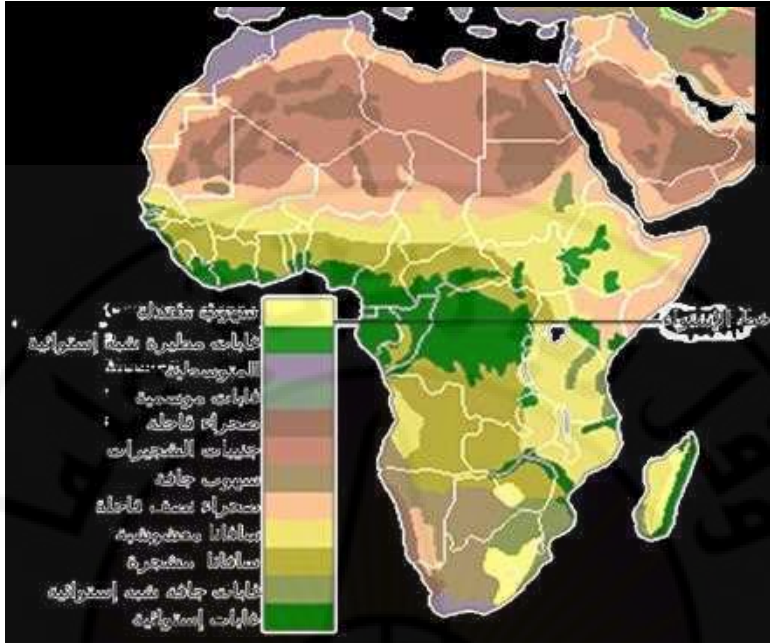
١ . البيئة الحيوية: يُقصد بالبيئة الحيوية كل ما يحيط بالأداء من عناصر حيوية، وغير حيوية، التي تؤثر في نمو الكائنات الحية، وتطورها، وتوزعها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وقد يتسع هذا المفهوم لشمول مساحة كبيرة جداً، وقد يضيق لشمول منطقة صغيرة جداً، وبالتالي نستطيع أن نميز بين ثلاث درجات من البيئة الحيوية على أساس المعار المساحي وهي:

أ . البيئة الحيوية الكبرى: هو مصطلح يعني الأقالام الحيوية (Biomes)، وعادة ما ترتبط بإقليم مناخي معين مثل إقليم المناخ المداري المطير، أو إقليم الصحراء... لتشكل جمع الأقالام على سطح الأرض المدط الحيوي في الخريطة ١. الأقالام الحيوية (Biomes).



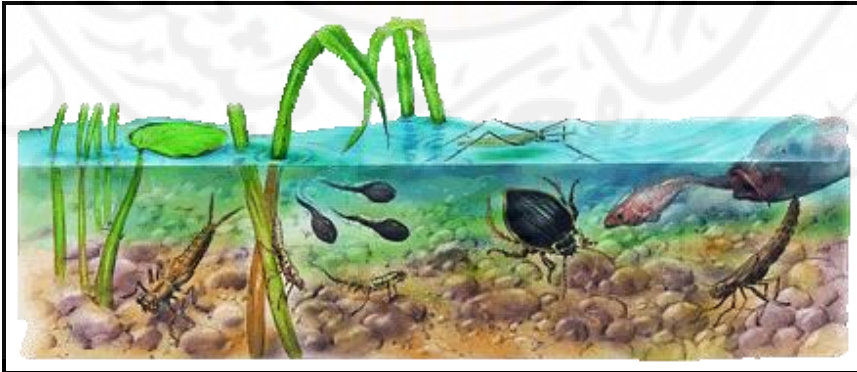
الخريطة ١. الأقاليم الحيوية (Biomes)

ب . البيئة الحيوية المحطة: هي جزء من البيئة الحيوية الكبرى، وهذا يعني أن البيئة الكبرى تنقسم إلى عدد من البيئات المحطة الأصغر، ويكون تحديدها مرتكزاً على التفاصيل التي تُستخدم كأساس للتقسيم أكثر من العمومات، وتكون أكثر أهمية وأثراً في الكائنات الحة لأنها ترتبط بها ارتباطاً مباشراً، ومن هنا يُطلق على المؤثرات التي تؤثر في الكائنات الحة بعوامل البيئة المحطة (Habitat Factors)، ويُصبح للمناخ المحلي، والتربة المحطة، ودرجة انحدار السفوح وغيرها من عناصر البيئة المحطة، أهمية في تحديد مساحة البيئة المحطة، وكثيراً ما تؤخذ عناصر أو مكونات البيئة المحطة لتفسير التغيرات أو الاختلافات الحيوية داخل الإقليم الحيوي الكبير. يبين الخريطة ٢. البيئة الحيوية المحطة



الخريطة ٢. البيئة الحيوية المحطة

ج . الموئل الحيوي أو الموطن (Habitat . Micro) أو (Bio - tope) : أصغر وحدة مساحه جغرافية في منطقة ذات ظروف بيئية متماثلة بحيث أنها توفر موطناً لتشكيلات معينة من الغطاء النباتي أو المجموعات الحيوانية، وتكاد أن تكون كلمة موئل حيوي مرادفة لكلمة موطن في ساق علم البيئة، ونستطع من خلال طبعة بيئة الموئل الحيوي أن نُفسر بعض الشذوذ الأدائي الذي نصادفه داخل البيئة الحيوية المحطة. ويوضح الشكل ٤. الموئل الحيوي.



الشكل ٤. الموئل الحيوي

ويمكن تقسم البيئة الحيوية إلى:

أ . البيئة الحيوية البرية (الابسة): تتكون من الهواء والتربة، وتتمثل في مجموعة الكائنات الحية التي تعيش على اليابسة، من أشجار، وحشائش، وأعشاب، ونباتات صحراوية، والحيوانات المختلفة من طائفة، وزاحفة، وماشاة، ومتسلقة.

ب . البيئة الحيوية المائية: تتكون من:

- البحار والمحيطات حيث تُشكل معظم الموئل المائي على سطح الأرض، وتحتوي على ثلاث مناطق رئيسة هي الرصيف القاري، والمنحدر القاري، والأعماق السدقة، يوضح الشكل ٥. الموئل المائي للبحار والمحيطات.



الشكل ٥. الموئل المائي في البحار

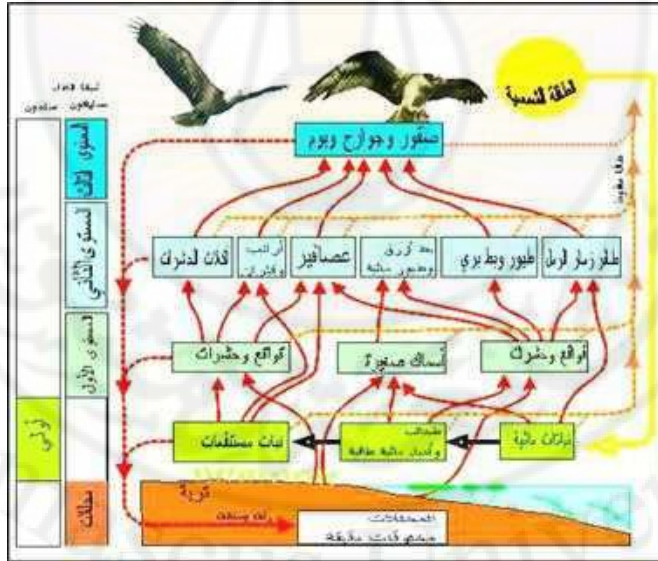
- المياه العذبة التي تشمل موائ المياه العذبة، في الجداول والأنهار، والمصبات، والبحيرات التي يمكن تقسمها رأساً اعتماداً على مقدار اختراق الأشعة الشمسية.

إذا كان الكائن الحي ابن بيئته، فإن النبات ابن البيئة وصورتها والدال على حقيقتها، فعلى الرغم من التشابه الكبير بين النباتات، والحيوانات، والإنسان في مقومات الحياة ومتطلباتها، إلا أن النباتات تختلف في آليات تحقيق هذه المقومات ووسائلها، وهي بخلاف الحيوانات والإنسان، لا تستطيع التنقل أو الحركة بحثاً عن الماء والهواء وعن الضوء والدفء والتربة الخصبة وعناصرها المعدنية، في حين تستطيع الحيوانات الحركة والتنقل لأبسط الأسباب وبآليات مختلفة تتغير من المشي إلى الطيران مروراً بالجري والزحف والسباحة.

وهكذا تخضع النباتات لأمر البيئة بأدق تغيرات عناصرها وعواملها ومقوماتها، وتقوم باصطفاء طبعي وتلقائي لنباتاتها التي ليس لها أي خيار سوى القبول بما توفره هذه البيئة، محاولة التساهل والتأقلم والتكيف والمقاومة، وإذا أخفقت كل هذه المحاولات يظهر التقهقر جداً على النبات، ويستمر لينتهي بالموت والاختفاء من البيئة، ومن ثم فإن النبات تمثل صورة البيئة التي

تعش فيها، حتى إن وجود بعض أنواع النباتات وتوزعها يرسم الحدود الجغرافية لهذه البيئة أو تلك المنظومة البيئية، إلى درجة تطابق الحدود الجغرافية والمساحة لتوزع بعض النباتات مع الحدود الجغرافية والمساحة لبيئاتها ونظمها البيئية والأمثلة كثيرة في هذا المجال، مما ساعد على استعمال النباتات في تمييز البيئات والنظم البيئية وتحديد جغرافياً.

٢ . **النظام الحيوي:** هو نموذج مصغر عن البيئة في أشكالها المختلفة، والنظم البيئية تشمل مكوّنات حدة ومكوّنات غير حدة، ترتبط بعضها ببعض وتعمل بشكل منفصل عن الآخر في سلسلة متكاملة من مستويات الطاقة. ويُعد نظام كثير التعقيد نظراً إلى العلاقات المتعددة الرابطة بين الأنواع الحدة المكونة له من جهة، وبينها وبين العوامل اللاحيوية من جهة أخرى، إنّ الركيزتين الأساسيتين للاستمرار والتوازن البيئي هما: **المادة والطاقة**، فتفاعل الطاقة مع المادة غير العضوية يعطي مادة عضوية تبني منها أجسام الأحياء، والتي تتحلل بدورها لتعود مرة ثانية إلى الحالة غير العضوية، وهكذا يتكرر استخدام المادة. والمادة هي في حالة دوران دائم بعكس الطاقة، وذلك أن الشمس تمد الأرض باستمرار بالطاقة. يوضح الشكل ٦ . دورة الطاقة والمادة.



الشكل ٦ . دورة الطاقة والمادة

٣. **التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية:** على الرغم من الاختلافات الكبيرة بين النظم البيئية الطبيعية، إلا أنها تشترك في صفة واحدة وهي التركيب الحيوي، الذي يعتمد على علاقات غذائية بين الأعضاء المختلفة.

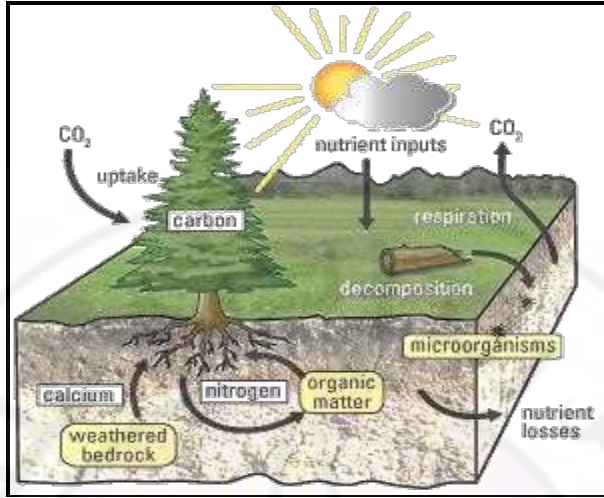
تحتاج الكائنات الحية من حيوانات ونباتات إلى مكونات النظام البيئي غير الحي للبقاء حية حيث تستخدم الماء للشرب وصنع الغذاء والهواء للتنفس والتربة والصخور للحصول على مأوى. إذا دأ الكائنات الحية تعتمد على مكونات النظام البيئي غير الحي وكذلك تعتمد على تفاعلها بعضها مع بعض، ويتكون النظام الحيوي بصفة عامة من أربع مجموعات هي:

المجموعة الأولى: تتمثل في المكونات غير الحية أو غير العضوية Abiotic components: وهي ما يُطلق عليها مجموعة الثوابت لأن ما يؤخذ منها يعوض عن طريق المجموعة الرابعة (المحللات). وتشمل المركبات الأساسية كالماء، وغاز ثاني أكسيد الكربون، والأوكسجين، والكالسيوم، والآزوت، والفوسفور، والأحماض الأمينية والأملاح المعدنية وغيرها.

المجموعة الثانية: تتمثل في العناصر الحية النباتية، ويُطلق عليها مجموعة الكائنات المنتجة (Producers) أو صانعة الغذاء، أو ذاتة التغذية، تعتمد على مجموعة الثوابت في صنع غذائها بنفسها، فهي ترتبط بالمجموعة الأولى ارتباطاً قوياً ووثقاً.

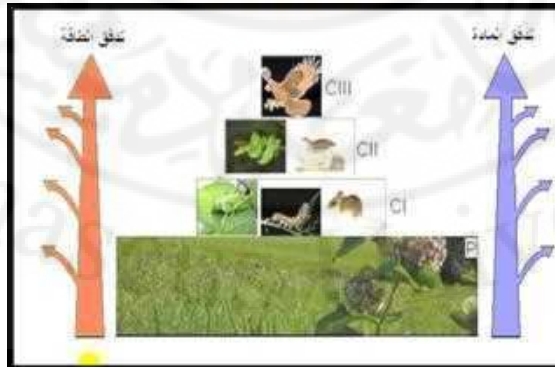
المجموعة الثالثة: الكائنات الحيوانية التي تتغذى على الكائنات العضوية النباتية، وتُسمى المستهلكات الأوائل (Primary Consumers) وهي الحيوانات العاشبة، والمستهلكات الثانوية (Secondary Consumers) التي تعتمد في غذائها على حيوانات أخرى، وتُسمى الحيوانات اللاحمة (Carnivores) وهذه المجموعة ترتبط بالمجموعتين الأولى والثانية ارتباطاً وثقاً. **المجموعة الرابعة:** تضمن المحللات الكائنات المفككة (Decomposers): وهي كائنات دقيقة جداً (مجهرية) وتتضمن هذه المجموعة البكتيريا.

وتأتي أهمية تحليل المواد العضوية الميتة في العودة بالعناصر غير العضوية مرة ثانية إلى البيئة، لإعادة استعمالها من جديد، وهكذا تُمتص المواد غير الحية داخل النظام البيئي الحيوي بوساطة النبات لتتحول إلى مركبات عضوية، وتُسمى العمليات التي تتم بين مجموعات أي نظام بيئي حيوي بالدورة الغذائية (Cycle of Nutrients) كما هو موضح في الشكل ٧.٧.



الشكل ٧. الدورة الغذائية (Cycle of Nutrients)

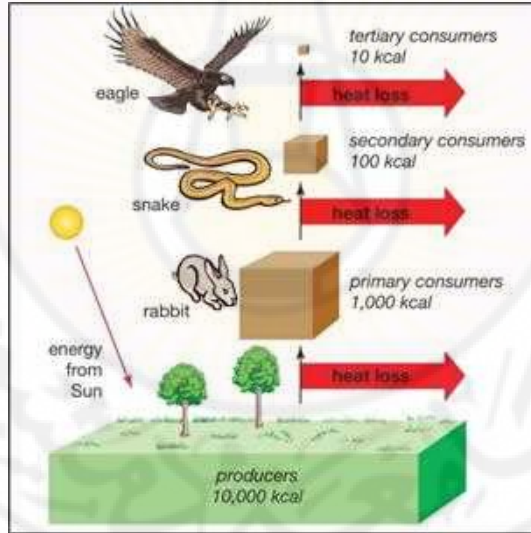
٤. تبادلات الطاقة والمادة في الأنظمة البيئية الحيوية: الطاقة تعني المقدرة على القيام بعمل ما، ويُعد الإشعاع الشمسي المصدر الرئيس للطاقة، وتسير الطاقة في النظام البيئي الطبيعي في اتجاه واحد: أي من الطاقة الشمسية إلى المنتجات ثم إلى المستهلكات وأخيراً إلى الكائنات الحة المحللة. وفي كل خطوة تفقد جزءاً من هذه الطاقة على شكل حرارة، إن الطاقة لا تفني ولا تتجدد، إنما تتغير من شكل إلى آخر. ومن الأمثلة على ذلك الطاقة الشمسية التي تتحول بواسطة عملية التمثيل الضوئي في النباتات الخضراء إلى طاقة كيميائية داخل المادة السكرية تستهلكها النباتات الخضراء، وتستهلك جزءاً من هذه الطاقة الكيميائية أثناء عملية التنفس في الليل. ويوضح الشكل ٨. سريان الطاقة داخل النظام الحيوي.



الشكل ٨. سريان الطاقة داخل النظام الحيوي

تحتاج الكائنات الحية للطاقة لتستطع القيام بالعمليات الحيوية الأساسية في الجسم مثل إنتاج الغذاء، والنمو، والطاقة لا تنتقل كاملة من كائن حي إلى آخر، لذا نجد أن كمية الطاقة تقل بالتدرج كلما ابتعدنا عن النبات المنتج، ولا تصل إلى المستهلك الأخير إلا نسبة ضئيلة من أصل الطاقة التي حصل عليها النبات من أشعة الشمس، ويتم إهدار الطاقة عند كل مستوى من المستويات الغذائية لعدة أسباب:

- إن الكتلة الحية التي تأكلها المستهلكات لا يتم هضمها كلياً وإنما يمر بعضها في الجهاز الهضمي دون الاستفادة منها.
 - يتحول قسم كبير مما تأكله المستهلكات إلى غاز CO_2 وطاقة تستخدمها في الحركة والتنفس والحفاظ على درجة حرارة حيث تنتشت هذه درجة الحرارة في البيئة المدونة.
 - يذهب قسم كبير من الكتلة الحية مباشرة إلى الكائنات الحية المحللة على شكل فضلات.
- ويوضح الشكل ٩. فقدان كمية الطاقة عند كل مستوى غذائي.



الشكل ٩. فقدان كمية الطاقة عند كل مستوى غذائي داخل النظام الحيوي

وتعد أبسط صور لسريان الطاقة في النظام البيئي الطبيعي هي: التمثيل الضوئي، والسلاسل الغذائية، والشبكات الغذائية، والأهرام الغذائية.

١ . **التمثيل الضوئي:** تُعد النباتات قاعد هرم الطاقة فالنباتات كائنات حية منتجة تصنع طعامها بنفسها بوجود عناصر أساسية هي الماء، والطاقة المستمدة من أشعة الشمس، وغاز ثاني أكسيد الكربون في عملية تسمى بعملية البناء الضوئي حيث يقوم الكلوروفيل وهي المادة الخضراء

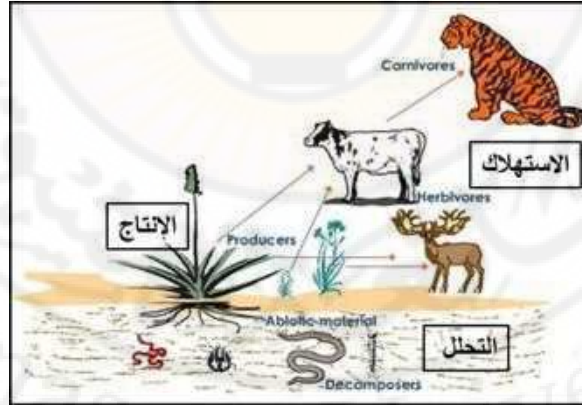
الموجودة في الورق على تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كـمائية، تعمل هذه الطاقة الكمائية على تحويل غاز ثاني أوكسيد الكربون، والماء، إلى أوكسجين وسكريات بسطة حيث يتم إطلاق الأوكسجين في الهواء، أما السكريات البسطة توزع في الأوعية النباتية لتوفير النمو للنباتات .

٢ . السلاسل الغذائية: ترتبط جمع مكونات البيئة الحيوية بسلسلة غذائية في منظومة متكاملة تعمل بشكل ديناميكي، ويتم ذلك عن طريق انتقال الطاقة من مستوى إلى مستوى آخر بطريقة بسطة وبشكل منظم، وتُعد النباتات المستوى الأعلى، والمحللات تأتي في أدنى مستوى، ويوجد ثلاث آلات مرتبطة في السلسلة الغذائية تكمل بعضها بعضاً، يوضحها الشكل ١٠. آلات السلسلة الغذائية، وهذه الآلات هي:

أ . الإنتاج: وظيفة الحاة النباتية أو المنتجات، وتقوم النباتات بإنتاج الغذاء لنفسها، وذلك عن طريق عملة البناء الضوئي، وتُعد النباتات أيضاً غذاءً للكائنات الحة الأخرى.

ب . الاستهلاك: عملة تتم في عدة مستويات من مستويات الطاقة، وتعتمد على المستهلكات التي تتغذى على النباتات، ثم المستهلكات التي تتغذى على اللحوم، والإنسان كمستهلك يستهلك الاثنين معاً، النباتات واللحوم.

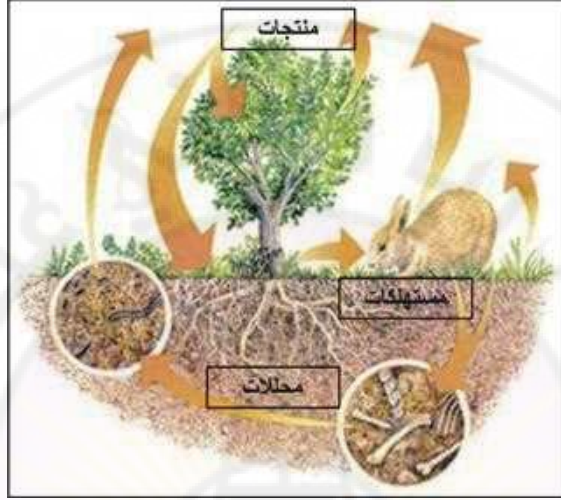
ج . التحلل: وظيفة المحللات، والتي تعمل على تحليل بقايا النباتات والحيوانات وغيرها من الكائنات الحة، والتحلل هو آخر مستوى من مستويات الطاقة.



الشكل ١٠. آلات السلسلة الغذائية في النظام البيئي الحيوي

فالسلسلة الغذائية هي تحويل الطاقة الكماوية أو طاقة الطعام المستمدة من الطاقة الشمسية، وانتقالها من كائن لآخر عبر مسارات تُعرف بالسلاسل الغذائية، يوضح الشكل ١١. مسارات الطاقة في السلسلة الغذائية، تبدأ السلسلة الغذائية دائماً بالنباتات الخضراء أو الطحالب التي

تتلقى طاقتها من الشمس، ويتحول قسم من الطاقة إلى مواد غذائية يستفيد منها النبات في نموه، وهذه الطاقة تنتقل عبر السلسلة الغذائية، من النباتات إلى بقية الكائنات الحية، ثم إلى المتعضات أو الرمات التي تختزن بعضاً من الطاقة بحيث يتم إطلاقها من جديد.

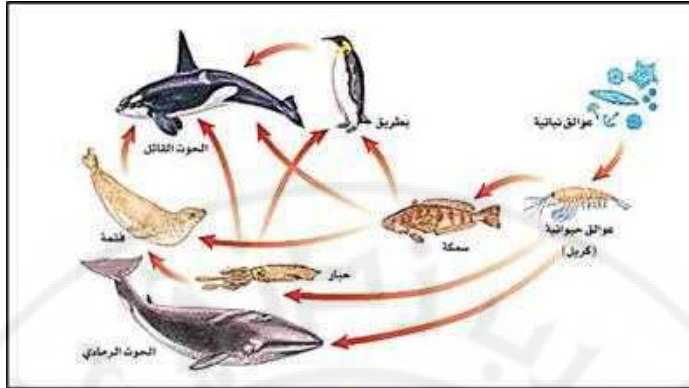


الشكل ١١. مسارات الطاقة في السلسلة الغذائية

وعدد المستويات الغذائية في النظم البيئية الحيوية غالباً لا تزيد عن ثلاثة أو أربعة مستويات على اليابسة، وقد تصل إلى خمسة مستويات وأكثر في البحار. ويوضح الشكلان ١٢ و١٣ السلسلة الغذائية على اليابسة، وفي البحار.



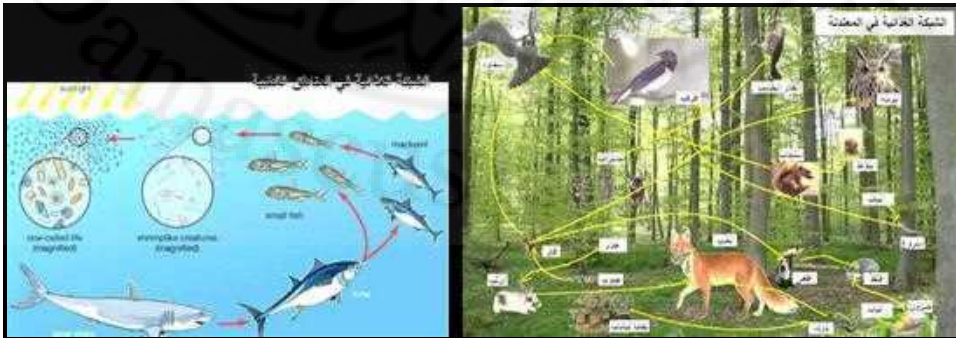
الشكل ١٢. السلسلة الغذائية على اليابسة



الشكل ١٣. السلسلة الغذائية في البحار

ويقوم كل كائن حي في السلسلة الغذائية بدور يختلف عن أدوار الكائنات الحية الأخرى، ويؤدي اختفاء أحد هذه الأنواع من الكائنات الحية إلى الإضرار بالسلسلة الغذائية كاملة، فهناك كائنات حية توجد في الطبيعة قد يعتقد البعض أنه من الأفضل لو تختفي كالبعوض مثلاً، إلا أن هذه الكائنات الحية لها دور في السلسلة الغذائية، فهي تعد طعاماً للأسماك والضفادع وبعض الطيور واختفاؤها قد يضر ببقية هذه الكائنات.

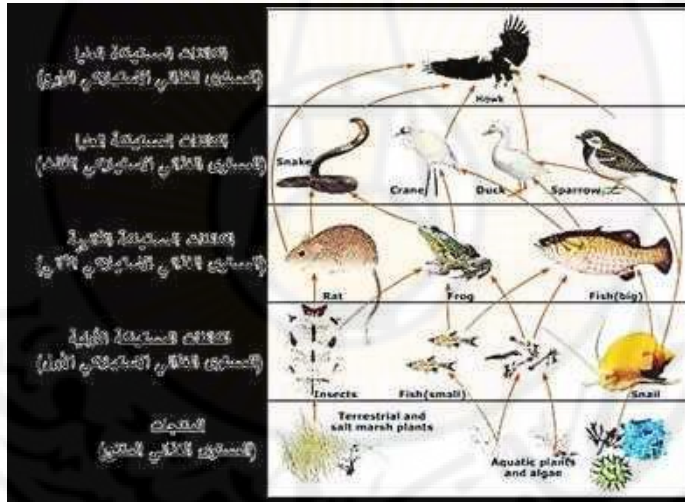
٣ . الشبكات الغذائية (Food web): نموذج يمثل السلاسل الغذائية المتداخلة المتنوعة والمسارات التي تنتقل فيها الطاقة خلال مجموعة من الكائنات الحية. ومع أنه بالإمكان تتبع كل مسار أو كل سلسلة غذائية لوحدها، إلا أنه في الواقع تتشابك أو تتداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض مشكلة ما يسمى بالشبكة الغذائية (Food web)، لأن الكثير من المستهلك لا تخصص بنوع واحد من الغذاء، وبالتالي يمكن أن يكون كائن ما جزء من سلسلتين غذائيتين، كما هو موضح في الشكل ١٤. الشبكة الغذائية. وتوجد أبسط الشبكات الغذائية في المناطق القطبية نظراً لقلّة الأنواع، وأعدها في المناطق المعتدلة والاستوائية لكثرة عدد الأنواع.



الشكل ١٤. الشبكة الغذائية

إن فهم ديناميكية الشبكات الغذائية يُمكن من الاستفادة منها في مكافحة الكائنات الدة الضارة مثل الحشرات الضارة وهو ما يُعرف بالمكافحة الحيوية (biological control)، والتعرف على بعض أنواع الكائنات الدة المهدد بالانقراض، كما يُفيد في توفير مؤشرات جيدة للسماح بنقل أو عدم نقل نوع معين من الكائنات الدة إلى بيئة جديدة لما قد تسببه هذه العملة من إخلال شديد بالتوازن البيئي وما قد يجره ذلك من كوارث تصيب الأنواع المحلية.

٤ . **المستويات الغذائية:** كل خطوة في السلسلة أو الشبكة الغذائية يُطلق عليها مستوى غذائي، وتحصل الكائنات الدة في كل مستوى غذائي على طاقتها من المستوى الغذائي الذي يله باستثناء المستوى الغذائي الأول. وتصنف المستويات الغذائية في النظام البيئي من الكائنات المستهلكة العا، والكائنات المستهلكة الثانوية، الكائنات المستهلكة الأولية، والمنتجات كما هو موضح في الشكل ١٥. المستويات الغذائية.



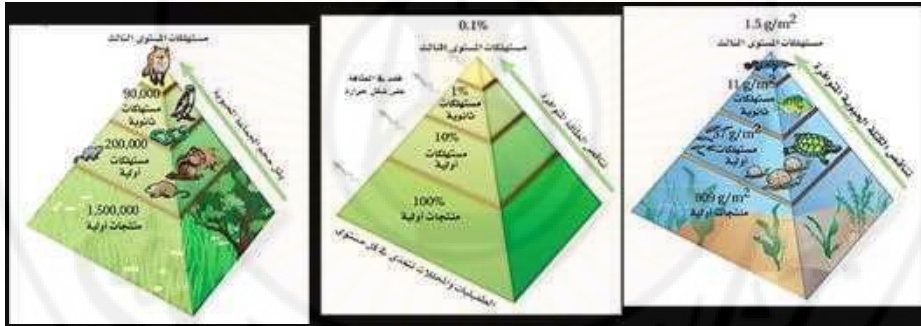
الشكل ١٥ . المستويات الغذائية

٥ . **الأهرام الغذائية:** يُمكن تمثيل العلاقات الغذائية على شكل أهرامات، وهي عبارة عن تدرج للمستويات الغذائية للكائنات الدة بحيث يتوزع كل حسب دوره الغذائي الوظيفي على شكل هرم، وتكون قاعدته الكائنات المنتجة، ويتبعها الكائنات آكلات الأعشاب، ثم مستويات مختلفة من الكائنات آكلات اللحوم، إلى أن نصل أقوى الكائنات المستهلكة في قمة الهرم، ويوجد عدد من الأهرامات الغذائية منها:

أ. هرم الأعداد: إن عدد الكائنات الحة يقل كلما اتجهنا من قاعدة الهرم إلى قمته، ويرجع ذلك إلى الفقد في الطاقة، وتحتل المنتجات قاعدة الهرم الغذائي، وهي الأكثر عدداً ثم نقل الأعداد باتجاه قمة الهرم الغذائي، وتنقل الطاقة في الهرم الغذائي من القاعدة إلى القمة.

ب. هرم الكتلة الحيوية: كلما ارتفعنا في المستويات الغذائية يحدث نقصان في الكتلة الحة^١، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة باذاً بما يسمى هرم الكتلة الحة، وسبب نقصان الكتلة الحة عند الانتقال من مستوى غذائي لمستوى أعلى منه هو أن جزءاً كبيراً من الغذاء الذي تأخذه المستهلكات لا ينتقل إلى أنسجة أعضائها، بل يخرج على شكل فضلات، ويُحرق جزء آخر منه في الجسم لحصول الكائن المستهلك على الطاقة الكامنة فيه لاستعمالها في أنشطته المختلفة كالحركة والتنفس.

ج. الهرم الإنتاجي: يُعبر عن مخزون الطاقة، التي تكون وفيرة عند قاعدة الهرم الغذائي في المستوى الإنتاجي الذي تمثله المنتجات، ثم تتناقص تدريجاً بما مقداره ١٠ أضعاف في المستويات الغذائية العليا التي تمثلها المستهلكات. ويوضح الشكل ١٦. الأهرامات الغذائية.



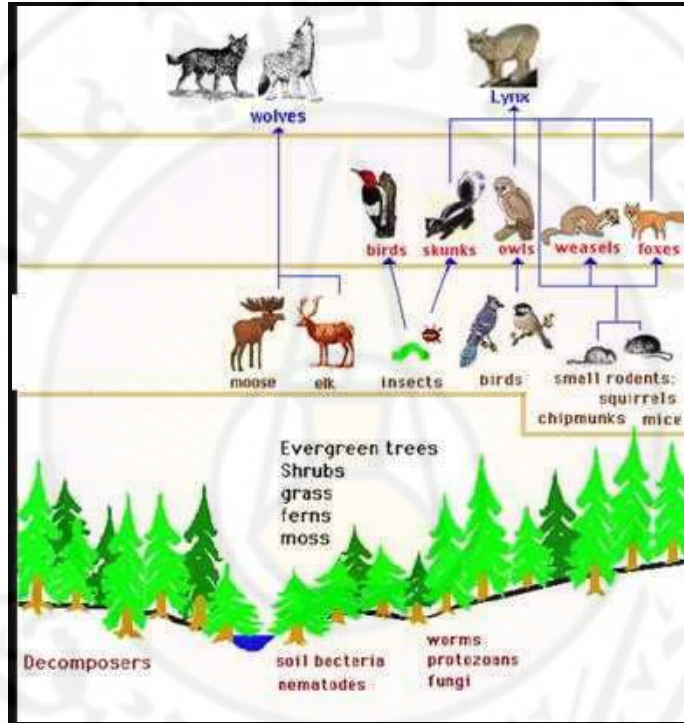
الشكل ١٦. الأهرامات الغذائية

٦. التركيب الحيوي للبيئة (مستويات البيئة الحيوية):

النظام الحيوي عبارة عن مجموعة من المجتمعات الحيوية Biotic community، ويُعرّف على أنه تجمعات لكائنات حة تنتمي لأنواع مختلفة، تعيش في نظام بيئي حيوي وترتبط بينها علاقات غذائية. تحت ظروف بيئة معينة، فالمجتمع الحيوي قد يحتوي على نباتات وحيوانات وبكتيريا وفطريات، وقد يكون هذا المجتمع الحيوي كبيراً جداً مثل المجتمع الحيوي في غابة: يضم الأشجار العالمة، والشجيرات، والأعشاب، وحيوانات متنوعة تشمل اللاقاريات، وزواحف،

١. الكتلة الحة هي مقدار الكتلة الإجمالية للمادة العضوية الجافة في وحدة المساحة، غرام لكل متر مربع.

والأفاعي، وطيور متنوعة، وثدييات، والقوارض. كما في الشكل ١٧. مجتمع حيوي في الغابة. وقد يكون المجتمع الحيوي صغيراً جداً كما هو الحال في مجتمع بحيرة الذي يتكون من الطحالب، والأعشاب، والزنابق، والأسماك، والحشرات، والضفادع، والطيور ... الشكل ١٨. مجتمع حيوي في بحيرة.

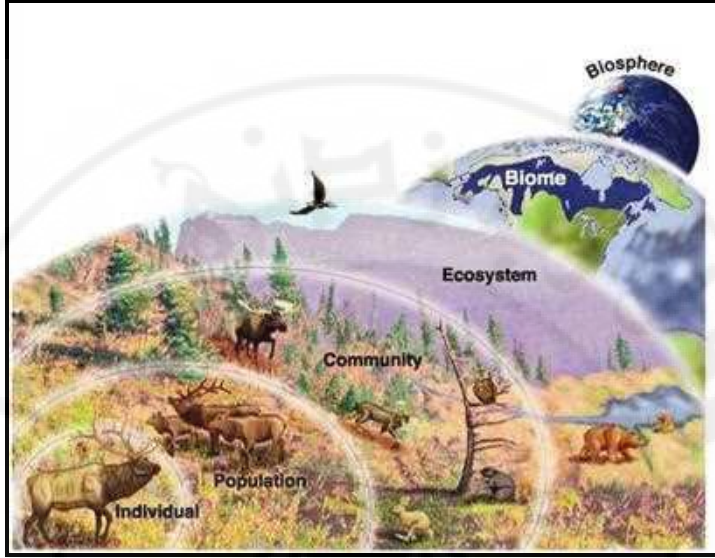


الشكل ١٧. مجتمع حيوي في الغابة



الشكل ١٨. مجتمع حيوي في بحيرة

ويمكن تعريف مستويات البيئة الحيوية الأساسية كما هو موضح بالشكل ١٩. التركيب الحيوي للبيئة وبما يلي:



الشكل ١٩. التركيب الحيوي للبيئة (مستويات البيئة الحيوية)

أ . النوع **Species**: يعد وحدة بناء المجتمعات الحيوية، ويشمل جمع الكائنات الحة المتشابهة وراثاً، والقدرة على التكاثر وإنجاب الأجيال المخصبة.

ب . الجماعة أو العشيرة **Population**: تُطلق على مجموع الأفراد التي تنتمي عادة إلى النوع نفسه المتفاعلة معاً، والتي تعيش في مكان واحد في الوقت نفسه الجماعة أو العشيرة.

ج . المجتمع **Community**: عبارة عن مجموعات من أنواع مختلفة من النباتات والحيوانات التي تعيش معاً في منطقة معينة. المجتمع الحيوي **Community Biotic** هو المكون الحي من نظام بيئي معين، ويتكون من كل الجماعات في النظام البيئي الحيوي.

٧. نظام بيئي **Ecosystem** (إقليم حيوي): وحدة مكانة تشمل كائنات حة ومواد غير حة متفاعلة بحيث تؤدي إلى تبادل للمواد بين الأجزاء الحة وغير الحة، ويشمل النظم البيئية المتشابهة أو المرتبطة بعضها مع بعض تدعى الأقاليم الحيوية **Biomes** مثل إقليم الغابات الاستوائية وإقليم الصحاري ...

٨. المدط الحيوي **Biosphere**: يشمل المدط الحيوي جمع النظم البيئية المتشابهة (الأقاليم الحيوية). وتتكون من ثلاث أوساط هي الوسط المائي **Hydrosphere**، الوسط الأرضي

Lithosphere، الوسط الهوائي Atmosphere. ومن ناحية أخرى يمكن النظر إلى المدط الحيوي على أنه إقلام بيئي طبعي هائل Super Ecosystem يتكون من جمع أنواع الكائنات الحة الموجودة فوق الأرض، وتحت سطحها، وفي الغلاف الجوي، مع بيئاتها المختلفة التي تعيش فيها.

٩. التحمل عند الأداء المدى الحيوي The Tolerance :

يُقصد بالمدى الحيوي قدرة الأداء على النمو، والحاة بدون تلف أو تدمير بخلاياها داخل إطار الحدين الأعلى والأدنى لأي عنصر من عناصر الحاة.

أ . قانون الحد الأدنى law of minimum ليبغ Liebig law :

عبر العالم الألماني ليبغ (١٨٤٠ م) عن المواد الكماوية اللازمة لنمو وديمومة النباتات والحيوانات في بيئتها الطبعية، حيث أوضح أن: نمو النبات لا يُحدده إجمالي العناصر المتوفرة، ولكن يُحدده العنصر الأقل توفراً في بيئة النمو. شبه ليبغ هذا القانون العوامل المحددة لإنتاج النبات، بالعناصر المغذية، والظروف البيئية، والتربة... إلخ في صورة برميل ذو أركان خشبة مختلفة الأطوال والمحصول هو السائل الذي يملئ هذا البرميل، كما في الشكل ٢٠. برميل غير متساوي الأركان.

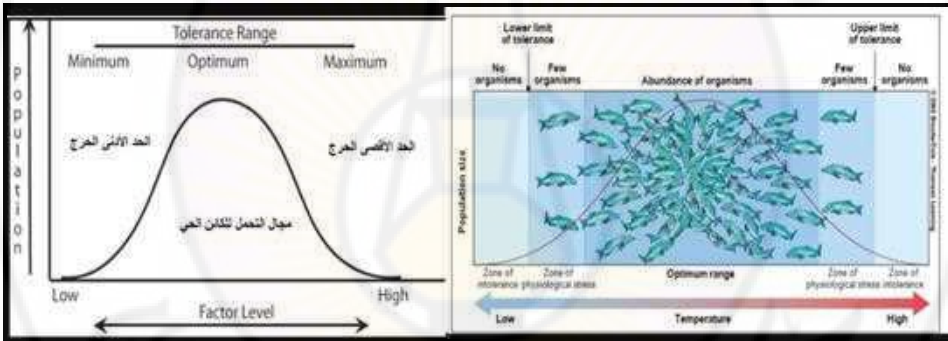


الشكل ٢٠. برميل غير متساوي الأركان والمحصول هو السائل الذي يملئ هذا البرميل

فإذا كان الوسط يحوي جمع العناصر بشكل غزير، عدا عنصراً واحداً يوجد بكمة قليلة، فإن هذا الوسط سوف يسمح بنمو النبات حتى ينضب هذا العنصر، وهكذا يتحدد النمو بسبب غاب عنصر واحد.

ب . قانون التحمل (الحد الأعلى) (law of maximum) (شيلفورد) Shelford law:

لقد قام شيلفورد في عام (١٩١٣ م) بتوسع قانون الحد الأدنى (قانون ليبغ)، حيث ذكر أن أية كمة أو عامل يفوق الحد الأقصى الحرج أو الحد الأدنى الحرج يستطع أن يوقف نمو وتكاثر الكائن الحي في بيئته الطبعية، فإذا حدث أي تعدي عن حدود التحمل لنوع معين فإنه يؤدي إلى اختفاء هذا النوع من المنطقة طالما كانت الظروف قائمة، أما إذا وقعت أي قمة بين الحد الأدنى الحرج، والحد الأقصى الحرج فإنها تكون في مجال التحمل للكائن الحي، كما هو موضح في الشكل ٢١. مجال التحمل للكائن الحي.



الشكل ٢١. مجال التحمل للكائن الحي قانون شيلفورد للتحمل

ج . قانون العوامل البيئية المحددة Law of Limiting Factors:

العامل المحدد هو ذلك العامل الفيزيائي أو الكمائي أو الحيوي الذي يؤدي إلى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نمواً طبعياً حتى مع توفر جمع المتغيرات الأخرى اللازمة لعش ذلك الكائن. وهو المدى الذي يستطع أن يعيش فيه الكائن الحي وعندما يتغير هذا المدى زيادةً أو نقصاناً فإن الكائن الحي يموت. ومن أمثلة العوامل المحددة غير العضوية الماء نقصاناً أو زيادةً، وقد يكون العامل المحدد منافساً طبعياً أو مفترساً من نوع آخر. ويندرج تحت قانون التحمل بعض المبادئ الأساسية:

- لكل كائن حي مدى تحمل للظروف البيئية المتعددة قد يكون ضيق أو واسع.
- قد يكون أحد الكائنات الحية واسع التحمل لعوامل معينة وضيق التحمل لعوامل أخرى.

- الكائنات الحية التي لها مدى تحمل واسع لمجمل الظروف البيئية المدطمة تكون واسعة الانتشار.
- لا تعيش الكائنات الحية في الوضع الطبيعي في الظروف المثالية من مجال التحمل وذلك لأن تأثيرات العوامل البيئية تتداخل بعضها مع بعض.

سادساً . الكمون عند النبات (Dormancy) والسبات عند الحيوان (Torpor):

يُقصد بالكمون أو السبات حالة من الخمول والكسل وشبه التوقف عن الحياة، تمر بها الأدياء نباتية أو حيوانية في فترة من دورة حياتها، تتسم بطبعها الحرجة أو القاسية، وهي عادة ما تكون ظروفًا مناخية حرارية قاسية (شدة البرودة أو شدة درجة الحرارة)، أو مطرية (شدة الجفاف أو ندرة الأمطار، القحط). إن لجوء الأدياء نباتية أو حيوانية للدخول في الكمون أو السبات هو أحد أهم طرق المقاومة التي يلجأ إليها الأدياء نباتية أو حيوانية ضد الظروف البيئية الصعبة.

١ . سكون النبات (كمون) (Dormancy): هو مرحلة حيوية ضرورية تمر فيها النباتات لاسما المعمرة في أثناء الدورة السنوية لنموها وتطورها في فصلي الشتاء والصف. ويمكننا تعريف حالة السكون (الكمون) بأنها عملة انخفاض شديد في النشاط الأيضي^١ النباتي، ويعد السكون النباتي تكافاً بيئاً للنباتات اكتسبته في أثناء اجتازها التاريخي لمراحل نموها وتطورها، وصار من خصائصها الوراثية، وهناك عوامل خارجية مثل درجة الحرارة والرطوبة اللتان تلعبان أيضاً دوراً أساساً في إدخال بعض النباتات في حالة السكون، تختلف مدته بحسب الشروط البيئية.

إن أكبر التغيرات التي يمكن ملاحظتها في أثناء فترة الكمون، أن عملة التركيب الضوئي تقل إلى أدنى درجة، وربما تتوقف كلاً، وذلك لأن هذه العملة التي يصنع النبات بواسطتها غذاءه تتم عن طريق الأوراق من خلال اتحاد ثاني أكسيد الكربون والماء عن طريق الطاقة الشمسية، ومن ثم تتوقف عملة صنع الغذاء لأن الحصول على الطاقة اللازمة يصبح غير ممكناً من بعد سقوط

١ . عملة الأيض هي إحدى العملات الحيوية التي تحدث في خلايا جسم الكائنات الحية، تحافظ على الحياة، وهي المسؤولة عن إنتاج الطاقة في داخل خلايا الجسم عن طريق تحويل الغذاء (الوقود) إلى طاقة لتشغيل العملات الخلوية، وتحويل الغذاء (الوقود) إلى وحدات بناء للبروتينات، والدهون، والأحماض النووية، وبعض السكريات، وإزالة الفضلات الأيضية النيتروجينية، والوظيفة الرئيسة للأيض هي توفير الطاقة اللازمة لوظيفة الجسم أو الحفاظ على الوظائف الحيوية ما يسمح للكائنات بالنمو والتكاثر، والمحافظة على تركيبها، والاستجابة للبيئة.

الأوراق التي تحوي مادة الخضور، كما أن الأشجار التي لا تنفض أوراقها مثل أشجار الصنوبر، فإنها تُمارس نوعاً من الكمون نتجة تجمد ماء التربة وتوقف حركته، وبالتالي الغذاء من التربة للنبات.

٢ . السبات أو البات عند الحيوان (Torpor):

وتعني نوم الحيوان لفترة طويلة شهر أو لعدة أشهر، هنالك عدة أسباب تؤدي إلى دخول الحيوان في سبات، وبخاصة عندما تبدأ درجة الحرارة بالتغير، ويُمكن السبات الحيوانات من البقاء على قيد الحياة فترات عدم توافر الغذاء. فبعض الحيوانات تذهب موسماً لفترة طويلة من الخمول، وهناك حيوانات تدخل في سبات شتوي أي تنام كل فصل الشتاء. ومعظم التغيرات الحيوية التي تحدث خلال البات الشتوي تكمن في انخفاض نشاط الجسم، واستهلاكه للطاقة، حيث تحتاج الحيوانات إلى توليد درجة الحرارة لكي تبقى دافئة، وللحصول على درجة الحرارة فهي تحتاج إلى صرف الكثير من الطاقة لديها، إذ سكونٌ عليها حرق الدهون أو السكريات في الجسم. فمثلاً: تستطيع سناجب الأرض القطبية أن تعيش لتسعة شهور كاملة على الدهون المخزنة داخل جسمها دون الحاجة لتناول أي طعام.

وبعض الحيوانات تبيت خلال الصيف، في المناطق الجافة والصحراوية عندما يُصبح الغذاء شحاً جداً في الشهور الحارة من السنة لتدخل الحيوانات بحالة شبيهة بالبات الشتوي، ولا تصحو من سباتها إلا عندما تستشعر أن ظروف درجة الحرارة والرطوبة أصبحت ملائمتين للنشاط وممارسة دورة الحياة.

سابعاً . الدورات الحيوية الأرضية الكمائية Biogeochemical Cyclers:

الدورات الحيوية الأرضية الكمائية عبارة عن مخطط يظهر الطريق والأسلوب الذي تدور فيه مادة كمائية، سواء على شكل عنصر أو مركب كيميائي، وذلك في أغلفة الأرض الحيوية منها، وغير الحيوية مثل الغلاف الصخري، والجوي، والمائي، ويُقصد بالدورة مجموعة التغيرات التي تحدث على المادة الكمائية التي تعود بها إلى نقطة البداية والتي يمكن أن تتكرر، حيث تأخذ الكائنات الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

ويُسمى انتقال هذه المواد الكمائية من العالم الحيوي إلى العالم الجيولوجي، وبالعكس، بالدورات الحيوية الأرضية الكمائية (الدورات البيوجيوكمائية)، حيث يُشير مصطلح الدورة البيوجيوكمائية إلى العوامل الحيوية والجيولوجية والكمائية التي تؤثر في الشكل الذي يتم فيه

تدوير المادة، ولكل مركب أو عنصر كمائي دورته الخاصة به. وهناك ثلاثة أنواع رئيسية من الدورات التي يُمكن ملاحظتها في النظام البيئي هي: الدورة المائية Hydrologic cycle، والدورة الغازية Gaseous cycle، ودورة الكربون CO_2 (Carbon Cycle)، ودورة الأوكسجين (O_2) Oxygen Cycle، ودورة الآزوت (النيتروجين) Nitrogen، والدورة الرسوبية Sulfur Cycle cycle Sedimentary كدورة الفوسفور Phosphor Cycle، ودورة الكبريت Sulfur Cycle. . ويُمكن التمييز بين دورتين أساسيتين للعناصر في الطبقة هما الدورة الكبرى وتُسمى بالدورة الجيولوجية وهي دورة طويلة الأمد وتتم ببطء شديد وتستمر آلاف السنين، ويتم خلالها هجرة بعض المركبات وتراكمها في صخور القشرة الأرضية على شكل فحم، أو نفط، أو أحجار كلسية. والدورة الصغرى تُسمى بالدورة البيولوجية (الحيوية) وتُعد جزءاً من الدورة الكبرى، وتتخلص بأن المواد العضوية الموجودة في الماء والتربة تتجمع في النباتات وتُستهلك في بناء الجسم الحي، وبعد موته تقوم الأعداء الدقيقة (المحللات) بتحليل الأجساد الميتة وتفككها وتحويلها إلى مواد عضوية تدخل من جديد في الدورات الطبيعية.

الفصل الثالث

مجالات الجغرافة الحيوية

تهتم الجغرافة الحيوية بدراسة العلاقة المتبادلة بين مجموعة الأغلفة الأساسية المكونة لكوكب الأرض وهي: الغلاف الصخري والغلاف المائي والغلاف الجوي، وينتج عن تفاعل الأغلفة تشكيل الغلاف الحيوي Bio-Sphere، ويتضمن الغلاف الحيوي جمع الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وفطريات، فهو ليس غلافاً مستقلاً وإنما متداخلاً مع الأغلفة الثلاثة السابقة . تحتل الجغرافة الحيوية موقعاً وسطاً بين علمي الجغرافة والبيولوجية Bio Geography أي أنها تتناول جانباً من الدراسات التي يهتم بها علم الجغرافة Geography وعلم الحاة Biology، وتدرس الكائنات الحية التي تعيش في الجزء الذي يلتقي فيه الغلاف الصخري Lithosphere، والغلاف الجوي Atmosphere، والغلاف المائي Hydrosphere، ومنطقة الالتقاء هذه تُسمى نطاق الحاة Lifebelt. وتشمل أبحاث الجغرافة الحيوية سائر مظاهر الحاة الموجودة على الكرة الأرضية، والشكل ٢٢. يُضح المجالات الحيوية للغلاف الجغرافي الأرضي (Geosphere).



الشكل ٢٢. المجالات الحيوية

المجال الحيوي:

يتكون المجال الحيوي في معظمه من مادة عضوية، من الكائنات الحة النباتية، والحيوانية، والإنسان، وكائنات عضوية مكروبية. ويُشير المجال الحيوي إلى جمع الكائنات الحة على كوكب الأرض، بدءاً من الأقل تطوراً كالبكتيريا، حتى الأرقى تطوراً كالثدييات، وبذلك يضم التنوع الحيوي على كوكب الأرض نحو ١,٧ مليون نوع كائن حي تم اكتشافها وتصنفها من نباتات، وطحالب، وكائنات دقيقة، ولاقاريات، وغيرها من الكائنات الحة.

بشكل عام المجال الحيوي هو: عبارة عن المساحة اللازمة لنمو واستمرار الكائنات الحة، فهو المجال الذي يحدث فيه نشاط الكائنات الحة، وتمتد حدوده من ٣٠ . ٥٠ م فوق سطح البحر، ومن ١٠ . ١٢ م في باطن التربة، ويشمل كذلك تلك الكائنات التي وجدت على سطح الأرض خلال العصور الجيولوجية المختلفة، ومن ثم تلاشت، وانقرضت كالديناصورات. كما يُعرف المجال الحيوي بأنه: النطاق السطحي من الأرض سواء يابس أو ماء، والغلاف الجوي المتاخم لهذا النطاق السطحي، حيث تعيش فيه الكائنات الحة، ويمتد من الطبقة السفلى للغلاف الجوي بما يُقدر بنحو ١٣ كم، ويتركز معظم الأداء قرب سطح الأرض بما لا يتعدى ٧٠ متراً، وبعدها يبدأ عدد الأداء بالتناقص كلما ازداد الارتفاع، على الرغم من أن هناك عدداً قليلاً من الطيور يُحلق على ارتفاعات عالية مثل النسر الأمريكي (Condor)، الذي يستطع الطيران على ارتفاع ٧ كم. وفي الوسط المائي يقتصر انتشار النباتات في المياه على الطبقات العالية حيث يمكن أن يصل ضوء الشمس، ولكن البكتيريا وجدت في أعماق المدطحات. ولا شك أن الغلاف الحيوي للأرض تشكل بعد تشكل أغلفتها الثلاث، وبدأت الحاة على الأرض في منطقة الالتقاء بين الغلاف الصخري، والغلاف الغازي، والغلاف المائي.

أولاً . المجال الحيوي المائي (المجال المدطي):

يُعرف المجال المدطي بالمساحة المائية الشاسعة التي تتميز بزيادة كبيرة في نسبة المواد الصلبة الذائبة فيها، ويشمل على مكونات غير حة وكائنات حة نباتية وحيوانية متنوعة في أشكالها وألوانها وطرق معيشتها، ويُقدر العلماء عدد الأنواع الحة التي تسكن بحار العالم بما يزيد عن ربع مليون نوع، وتعش معظم حيوانات البحر بالقرب من سطح الماء، حيث يكون ضوء الشمس قوياً ودرجة حرارتها تدفئ المياه، فغالبية حيوانات البحر تتواجد إما على عمق بضعة أمتار تحت السطح، أو بمحاذاة السواحل والشواطئ قريباً من اليابسة. وتتباين كائنات المجال المائي في طرق

تواجدها عبر البحار والمحيطات تبايناً كبيراً، ويمكن تقسمها من حيث طرق معشتها إلى ثلاث مجموعات رئيسية هي:

١ . الكائنات القاعية أو القاعات (Benthic organisms): تعيش فوق قاع البحر مباشرة، وهي تضم أنواع تنتمي إلى كثير من الشعب والطوائف النباتية والحيوانية، وتتباين تلك الكائنات في أشكالها وأحجامها وسلوك تكاثرها وتغذيته وطرق معشتها وتلعب تلك الكائنات دوراً مهماً في السلاسل الغذائية، وتنقسم الكائنات القاعية من حيث طبعة منشأها إلى:

أ . قاعات حيوانية Zoo benthos: تضم جمع الكائنات البحرية الحيوانية التي تعيش على قاع البحر بدءاً من الأولات، واللاسعات، والديدان، والفقاريات كالأسماك.

ب . قاعات نباتية Phytobenthos: تضم جمع الكائنات البحرية النباتية مثل الطحالب، والأعشاب والحشائش البحرية، والفطريات، والأولادات Protista (الطلائعيات)، والدياتومات، والسوطات Flagellate ويضم إليها البكتيريا والفيروسات.

٢ . الكائنات التي تعيش قرب القاع (Demersal animals): تنتمي جمع الكائنات التي تعيش قرب القاع إلى الأسماك وتعرف بأسماك قاع البحر، وهذه الأسماك تقسم حسب شكلها وأماكن معشتها إلى ثلاث مجموعات هي:

أ . الأسماك المفلطحة Flat fishes : تتميز تلك الأسماك بأجسام منبسطة، ومفلطحة، ولعلها اتخذت تلك الأشكال نتيجة تكيفها وتأقلمها على سكن قاع البحار والمحيطات، ومن أمثلتها أسماك السول أو ما يسمى سمكة موسى Sole fish ، وأسماك البلطس (Plaice) وأسماك الهاليبوت (Halibut) ، وأسماك الراي اللاسع (Rays) ، وأسماك الشفنين Skates ، وتتميز تلك الأسماك بالمقدرة على التخفي ومحاكاة الوسط فتتلون بأشكال تشبه البيئة المحيطة.

ب . الأسماك المستديرة Round: تتميز بأشكال مستديرة ومن أشهرها سمكة القد، وسمكة البربوني وسمكة الهك Hake، وسمكة الكات فش (Cat fish)، وسمكة البياض والأسماك المستديرة قاطنة الشعاب المرجانية.

ج . أسماك الشعاب المرجانية: تضم هذه المجموعة آلاف الأنواع من أسماك الشعاب المرجانية التي تأتي إليها إما للتغذية أو الحماية أو التكاثر وأجسام تلك الأسماك منضغطة الجانبين ذات أشكال وتحورات مختلفة تمكنه من الهرب والتخفي وسط الشعاب المرجانية، منها أسماك الفراشة (utterfly fishes) والجراح (Surgeon fishes).

٣ . **الحيوانات التي تعيش قرب السطح:** تتميز حيوانات تلك المجموعة بأنها تقضي وقتاً كبيراً في السباحة قرب السطح وأن كانت تعود للقاع على فترات بين الحين والآخر، وتتنوع تلك الكائنات وتتباين فما بينها من حيث الأشكال والأنواع فمنها سمكة الرنجه (Herring)، وأسماك التونه، والعديد من الأسماك العظمة مثل أسماك البوري (Mulletts)، والبراكودا المفترسة (Barracud)، والغضروفية مثل القروش، وبعض الثدييات كالحيتان، والدلافين، والسلاحف البحرية.

تشكل الأدهاء المائة أكبر قسم من الأدهاء التي تعيش في المجالات الأخرى، ويعود التنوع الكبير للأدهاء التي تعيش في المجال المائي إلى الأسباب التالية:

١ . **إمكانة الداة بأشكال مختلفة،** وفي سائر الأعماق البحرية، فقد اكتشفت بعض أشكال الداة في هوات المحطات العميقة عند عمق ١١ كم تحت سطح الماء ، فقد تم التوصل إلى وجود كائنات بحرية تعيش في خندق ماريانا (Mariana Trench) في المدط الهادئ، حيث تعيش الحيوانات المائية في أعماق الخندق في الظلام الدامس، والضغط العالي، وقد تمت مشاهدة سمك صغير فيه^١، وفي عام ٢٠٠٩م تم بعث مركبة هروف إلى أعماق البحر، والتي أكدت على وجود داة في أعماق البحار، وأن الكائنات الموجودة فيها تعتمد بشكل أساسي على المصادر الحرارية، وكبريتيد الهيدروجين. وتتميز بجلدها الهلامي، والذي يساعدها بشكل كبير على مقاومة الضغط الموجود في عمق البحر. أما بخصوص النباتات فإنه لا يوجد أي نوع من النباتات، لانعدام الضوء فيها.

٢ . **ينتشر المجال المائي على ما يقارب ثلاث أرباع مساحة الكرة الأرضية،** لكن نوعية الأدهاء المائية وكميتها، تختلف من مكان لآخر تبعاً للعوامل البيئية الطבעية، والداة المتباينة، واختلاف المواد المغذية المنحلة في الماء، ودرجة حرارة الماء، والإضاءة، والتارات المائية، والعروض الجغرافية، والتنافس الحيوي.

وتُقسم الداة في البحار والمحطات إلى ممالك مختلفة، تضم كل منها مجموعة خاصة من الكائنات الدة، وتتغذى هذه الكائنات على بعضها البعض، وعلى الأدهاء النباتات المائية

١ . اكتشف باحثين من جامعة هاواي وجامعة نيوكاسل وجامعة واشنطن، أسماك تعيش على عمق ٨٠٠٠ متر تحت سطح المدط، وتعود إلى صنف الأسماك الطحلبية أو من رخويات البحر، تشبه شرغوف مغطى بغلاف مخاطي، تمتلك تكويناً تشريحياً فريداً من نوعه، يسمح لها بالعيش في أحد أعماق الأماكن على كوكب الأرض، وسميت سمكة شبح (ghost fish) ويبلغ طولها نحو ١٠ سم، وتتخذ شكل الثعابين.

الأخرى. وتأتي في المقام الأول مملكة الأداء التي تعيش في المنطقة الشاطئة حيث يلتقي البحر بالابسة، حيث يضم جزء من الحاة البيولوجية البحرية التي تشمل الكثير من المجهرات، بما في ذلك معظم العوالق النباتية، والعوالق الحيوانية. تليها مملكة الأداء التي تعيش في منطقة البحار الضحلة حول القارات يصل عمقها إلى ١٥٠م تقريباً، وفي هاتين المنطقتين تتجمع الغالبة العظمى من الكائنات الحية النباتية والحيوانية، ثم مملكة الأداء التي تعيش في منطقة الأعماق المتوسطة، ومنطقة الأعماق الكبيرة في أعماق البحار والمدطحات حيث تُقسم إلى منطقتين: منطقة الضوء، ومنطقة الظلام الدائم. وتنتهي منطقة الضوء عند عمق ١٨٠م، وتحت هذا المستوى لا ينفذ إلا القليل من الضوء مما لا يساعد على نمو حشائش البحر التي تعد القاعدة الأساسية للهرم الغذائي للمجال الحيوي المائي. لقد استطاع العلماء أن يقسموا الحيوانات المائية إلى ٢٦ شعبة:

١. شعبة الحلقات أو الديدان الحلقة: توجد أنواع متعددة من الحلقات تعد بالآلاف، تعيش في كل جزء من البحار والمدطحات من منطقة الشاطئ إلى مناطق الأعماق. الصورة ١. الديدان الحلقة



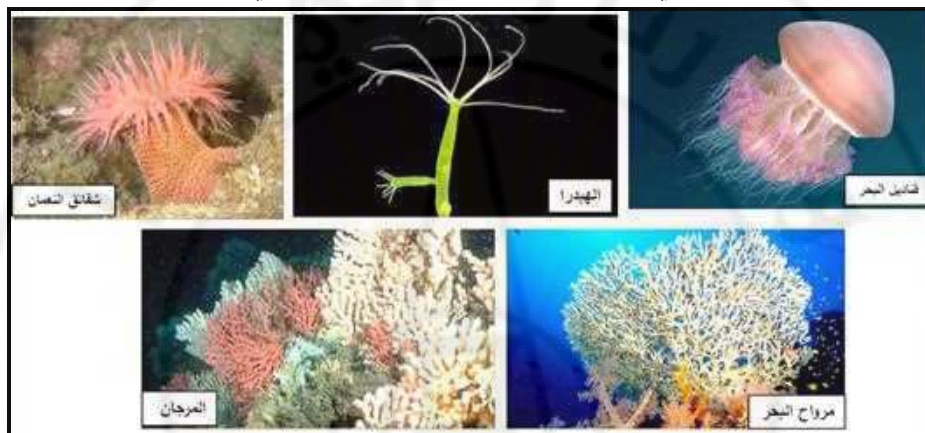
الصورة ١. الديدان الحلقة

٢. شعبة الإسفنجيات: تقسم إلى الأولات أي الحيوانات الأولية وحيدة الخلية، والعديدات أي عديدة الخلايا. الصورة ٢. الإسفنجيات البحرية، ويُعد الإسفنج أكثر بدائية من العديدات، ثم وضعوه في المسامات، ثم إيجاد مملكة جديدة للإسفنجيات تسمى البارازوا parazoa.



الصورة ٢. الإسفنجيات البحرية

٣ . **شعبة الجوفمعويات:** تضم هذه الشعبة أنواعاً هائلة من اللاقاريات تعيش في الماء، وتتدرج من أشكال بسيطة إلى أنواع معقدة التركيب معظمها مستعمرات ذات هياكل كلسية صلبة كالشعاب المرجانية، وشقائق النعمان الزاهية الألوان، وقناديل البحر السابحة، وقد تم استبدال هذا التصنف باللاسعات، وتنقسم إلى عدة طوائف منها: الهيدريات اللاسعة مثل هديات البحر، وفنجانات اللاسعة أو الكأسات اللاسعة مثل قناديل البحر، وشعاعات اللاسعة مثل مرواح البحر، وشقائق النعمان البحرية، والمرجان. الصورة ٣. شعبة الجوفمعويات



الصورة ٣. شعبة الجوفمعويات

٤ . **شعبة المفصليات:** وهي من أكبر الشعب، تتوزع بين اليابسة والماء ويعيش منها ما يزيد عن ٣٥٠٠ نوع في البحر، ومن هذه الشعبة سرطان البحر، والجمبري. الصورة ٤. شعبة المفصليات



الصورة ٤. شعبة المفصليات

٥ . **شعبة الرخويات:** هي من الكائنات الحية التي تتكوّن جمعها من أجسام طرية، وتتألف عادةً من رأس وقدم، وغالباً ما يغطي أجسادها الهيكل الخارجي الصلب، مثل القواقع والمحار، وتعد الرخويات واحدة من أكثر مجموعات الحيوانات تنوعاً في العالم. الصورة ٥. شعبة الرخويات.



الصورة ٥. شعبة الرخويات

٦. الهائمات أو العوالق البحرية (البلانكتون): هي مجموعة متباينة من الكائنات الحية الدقيقة المعلقة في ماء المحيط وتسمى بالبلانكتون الحيواني، ونباتات دقيقة تعرف بالدياتومات (diatoms) توجد طاقة على سطح الماء مع أنواع أخرى من الطحالب (Algae) وتسمى بالبلانكتون النباتي. فما يتميز بالبلانكتون الحيواني بأنه شفاف يمكن رؤية بعض أنواعه بالعين المجردة. الصورة ٦. العوالق البحرية (الهائمات).



الصورة ٦. العوالق البحرية (الهائمات)

٧. شعبة شوكة الجلد أو قنفذيات الجلد: سبب تسميتها شوكات الجلد لأنها تحمل على جلدها أشواكاً مختلفة، الصورة ٧. شوكات الجلد البحرية. ويعيش معظمها حرة، ويميز منها مجموعتان: المنتبئات (Pelmatozoa)، وهي تنتبث على مرتكز ما بسويقة تنتهي بهيئات تنبثها على المرتكز كالزنبقات، أو أشباه الزنبق (Crinoidea) التي تضم نحو ٦٥٠ نوعاً، والمتجولات (Eleutherozoa) التي تكون حرة الحركة لأنها من دون سويقة، مثل القنفذيات التي تضم قنفاذ، والنجمات التي تضم نجم البحر، والذارات (Holothuroidea) مثل خار البحر.



الصورة ٧. شعبة شوكلات الجلد البحر

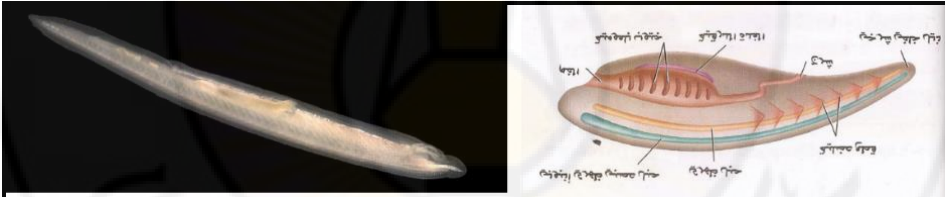
٨ . شعبة الحببات: تُعد الحببات من أكثر الكائنات الحيوانية شيوعاً وتكافأ وانتشاراً، فهي تظهر تنوعاً كبيراً في الشكل، والبيئات، ولحبات ثلاث خصائص مشتركة هي: امتلاكها حبل ظهري (هو حبل رفع مرن، يمتد على طول جسم المخلوق الحي أثناء نموه)، وحبل عصبي (يقع فوق الحبل الظهري)، والشقوق الخشومية في منطقة البلعوم، وقد تختفي في بعض المجموعات ويستعاض عنها بتراكيب تنفسية أخرى كالرئتين. وصنف العلماء الحببات إلى ثلاث مجموعات هي:

أ . الفقاريات: لها جمجمة وعمود فقري ولها حبل عصبي يمتد داخل العمود الفقري ويتضخم الجزء الأمامي منه مكونا الدماغ، وتشمل نحو ٦٤٠٠٠ نوع، وتعد الأسماك أكبر مجموعات الفقاريات التي تعيش في الماء، والحببات الغضروفية مثالها سمك القرش. الصورة ٨. الفقاريات التي تعيش في الماء.



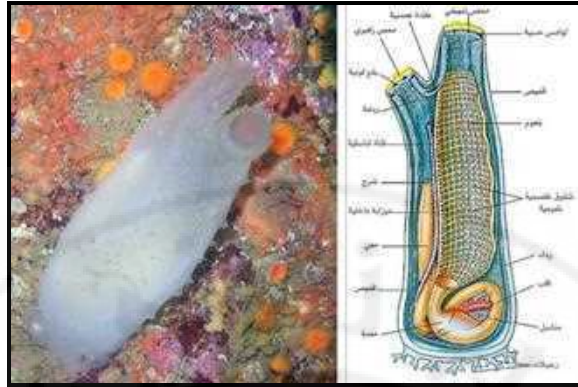
الصورة ٨. الفقاريات التي تعيش في الماء

ب . **حبّات الرأس:** يمتد الحبلان الظهري والعصبي على امتداد طول الجسم ومنها السهم حيوان بحري صغير ثعباني الشكل يعيش أغلب حياته مغروساً بالرمال عند شواطئ البحار مع بقاء نهايته الأمامية بارزة خارج الرمال، ويوجد من أنواعه ٢٣ نوعاً، الصورة ٩. حيوان السهم.



الصورة ٩. حبّات الرأس حيوان السهم

ج . **حبّات الذيل:** يوجد بها الحبل الظهري، والحبل العصبي في المنطقة الذيلية مثل الأسيديا هو كائن بحري كسي الشكل يغطي الجسم غطاء جلدي جيلاتيني، يتكون الجسم من فتحة شهقه يدخل منها الماء المحمل بالغذاء والأكسجين، وفتحة زفيريه يطرح منها الفضلات. الصورة ١٠. حبّات الذيل الأسيديا



الصورة . ١٠. حبات الذيل حيوان الأسيدا

٩. **الثدييات المائية الفقريات الرافدة:** الثدييات البحرية والتي تشمل الفقمة، والحيتان، والدلافين، وثعالب الماء ...، تشكل مجموعة متنوعة تبلغ نحو ١٢٩ نوع تعتمد في تواجدها على الماء، وهي لا تشكل تصدفاً بيولوجياً مميزاً، وإنما تم جمعها وتحديدتها على أساس اعتمادها على البيئة البحرية للعش، بعضها يعتمد اعتماداً كلياً على البيئة البحرية في جمع مراحل حياتها على سبيل المثال الدلافين والحيتان، بينما الفقمة تعتمد على البيئة البحرية في التغذية، ولكن تولد على الأرض. ويمكن تقسم الثدييات البحرية إلى أربع مجموعات هي:

أ . **الحوتات:** وتشمل الحيتان والدلافين وخنازير البحر.

ب . **زعنفات الأقدام:** فهي شبه مائدة حيث تقضي معظم وقتها بالماء وتحصل على غذائها من الماء ولكن هي بحاجة للعش على اليابسة للقيام بأنشطة مهمة مثل التزاوج ورعاية الصغار والراحة وتشمل حيوانات الفظ، والفقمات، وأسود البحر.

ج . **الخيول:** حيوانات مائدة تماماً فهي تسكن المدط وتتغذى منه وتتكاثر به، وتشمل خراف البحر أو حيوانات الأطوم.

د . **مشقوقات (ذوات الأصابع):** مجموعة من الحيوانات آكلة اللحوم، فهم أقل تكافاً من بقية الأنواع بالنسبة للعش بالماء كالدب القطبي وثعالب الماء. الصورة . ١١. مجموعات الثدييات البحرية.



الصورة ١١. الثدييات البحرية

ونورد فيما يلي تقسماً مبسطاً لتواجد الأحياء المائية على أساس اختلاف الأعماق:

أولاً . مجال المياه القليلة العمق (الرصف القاري المنطقة المحصورة ما بين خط الساحل وعمق ٢٠٠م): تتأثر المياه القليلة العمق بالفعالات البشرية، وتختلف درجة غذوبتها وملوحتها وحرارتها حسب درجة المؤثرات فيها، ويُمثل أكثر الأجزاء نشاطاً من الجانب الحيوي بسبب وصول نسبة كبيرة من الإشعاع الشمسي إليه، فتُساعد على نمو أنواع كثيرة من الأحياء النباتية الخضراء، التي تؤمن غذاءها ذاتاً كالحشائش المائية (الأشنيات)، والشجيرات، أما الأحياء الحيوانية التي تعيش في هذا المجال فهي الأسماك، والرخويات (الصدفيات)، والقشريات.

ثانياً . مجال المياه المتوسطة العمق (المنطقة المحصورة ما بين ٢٠٠ . ٥٠٠م): تُدعى أيضاً منطقة التمثيل الضوئي الضعيف، والتي تبدأ من أعماق ١٥٠م، وتنتهي على عمق ٤٠٠ أو ٥٠٠م، تكثر في هذا المجال النباتات المتعايشة مع غيرها، والمتطفلة على غيرها من النباتات كبعض أنواع البلانكتون (الهائمات) التي تُعد غذاءاً للأحياء المائية الأكبر التي تعيش بجوارها.

ثالثاً . مجال المياه العميقة: يُقسم مجال المياه العميقة إلى ثلاثة أقسام هي: منطقة أعماق الأساس ما بين ٥٠٠ . ٤٠٠٠ م، ومنطقة الأعماق السدقة ما بين ٤٠٠٠ . ٨٠٠٠ م، ومنطقة الهوات المدطمة ما بين ٨٠٠٠ . ١١٠٠٠ م.

ثانياً . المجال الحيوي الجوي (المجال الغازي):

يتكون الغلاف الغازي من غازات تُعد من مقومات الحياة للكائنات الحية كالأوكسجين والنيتروجين، لهذا فإن أية تغيرات تطرأ على المكونات الطبعة للهواء الجوي، تؤدي إلى تأثيرات سلبية في هذه الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات.

فالمجال الحيوي الجوي عبارة عن طبقة رقيقة تحيط بالكرة الأرضية لتحفظ لها عوامل الحياة، ويدحط بالأرض من جمع الجهات ويبدأ من سطح الأرض، حيث يمثل سطح البحر الحد الأسفل للغلاف الجوي ويرتفع إلى ما لا نهاية في الجو. وتعد طبقات الجو القريبة من سطح الأرض (طبقة التروبوسفير) حتى ارتفاع ٢٠٠ م أغنى مناطق المجال الحيوي الجوي بالأحياء الحيوانية الطائفة والجرثومة والنباتات من حيث الكم والنوع.

واكتشف العلماء وجود ثلاثة أنواع جديدة من البكتيريا غير معروفة على الأرض، خلال دراسة قاموا بها على الطبقات العليا من الغلاف الجوي، وجدوا فيها أن هذه الكائنات لها القدرة على مقاومة الأشعة فوق البنفسجية. وأن البكتيريا الجديدة لا تطابق أي من أنواع البكتيريا الأخرى الموجودة على كوكب الأرض، حيث استطاع العلماء جمع عينات من هذه البكتيريا على سطح بالونات قاموا بإطلاقها في طبقة الستراتوسفير للغلاف الجوي، (وعادة ما تكون نسبة الأشعة في طبقة الستراتوسفير كافة لقتل معظم الكائنات الحية) وأطلقوا على أحد أنواع البكتيريا الجديدة اسم جاني باكثير هوللي Janibacter Hoylei، رغم أن الاكتشاف لا يعطي معلومات كافية عن أصل الكائنات الدقيقة، إلا أنها تعد تشجعاً للاستمرار في السعي لاكتشاف أصل الحياة.

ثالثاً . المجال الحيوي الصخري (المجال الأرضي):

يشكل الغلاف الصخري القشرة الأرضية الصلبة التي تشكل القارات وقعان المحيطات، ويتباين سماكة القشرة الأرضية، حيث يزداد عمقها على الدابس وخاصة تحت المناطق المرتفعة بينما يقل عمقها في قعان المحيطات، وتمثل الدابسة الأجزاء الصلبة من الغلاف الصخري، ويصل إلى عمق ثلاثة كيلو مترات تقريباً، حيث تنعدم الحياة بعد هذا العمق، بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وانعدام الهواء، وعدم توفر الغذاء، ويتكون هذا الجزء الصلب من الصخور التي تختلف في أنواعها، لاختلاف المعادن المكونة لها.

ومن الجدير بالذكر أن التربة تختلف عن مكوناتها الصخرية الأساسية والتي يرجع السبب في تغييرها لعمليات التفاعل التي تحدث بين الأغلفة الأربعة لسطح الأرض، فالتربة جزء من الغلاف

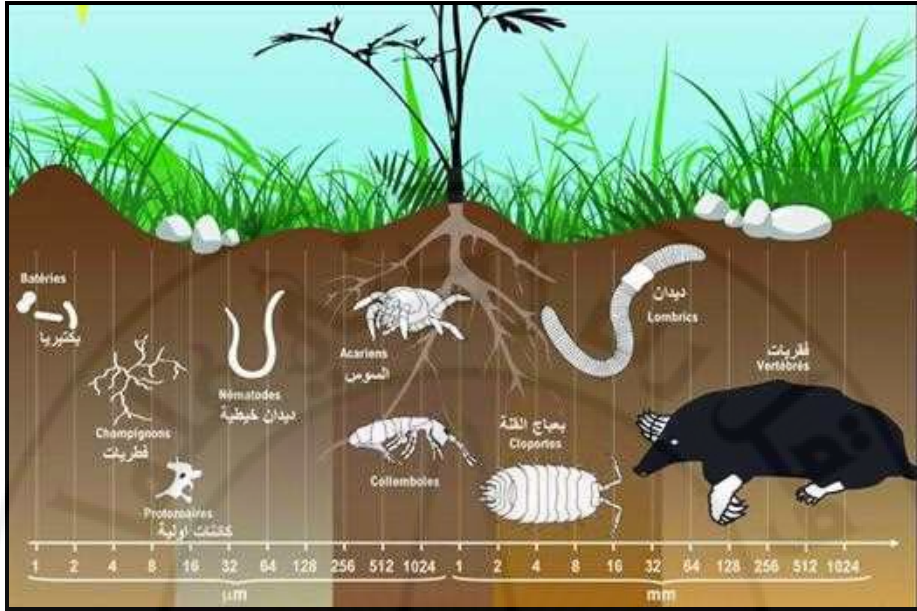
الصخري الأرضي الذي يمثل الطبقة المفتتة الهشة التي تلتقي فيها الداة العضوية (النباتة والحيوانة)، بعالم المعادن (الماء والهواء)، وتُعد التربة إحدى النظم البيئية الأكثر تعقيداً في الطبقة، وهي أكثر الموائل تنوعاً على الأرض: فهي تحتوي على مجموعة من الكائنات الدة المختلفة التي تتفاعل بعضها مع بعض، وتسهم في الدورات الطبعة التي تجعل الداة ممكنة، حيث يشكل تفاعل الكائنات الدة في التربة بعضها مع البعض، في النظام البيئي شبكة معقدة من النشاط الحيوي تُعرف بشبكة العناصر الغذائية في التربة.

إذا كانت العوامل المناخة تحدد مجال انتشار الكائنات الدة، فإن التربة هي المسؤولة عن تواجد نوع الكائن الحي في مواقع مختلفة ضمن المجال نفسه، فعمق التربة، وخصائصها، ونوعه الصخر الأم هي التي تحدد انتشار النوع، حيث تشكل التربة موطناً للكثير من الكائنات الدة ابتداءً بالجذور النباتة المرئة، مروراً بالحشرات الصغيرة والديدان، وصولاً للفطريات والبكتيريا والطحالب وغيرها من الكائنات المجهرية. حيث ترتع في هذا المجال الحيوي الأرضي الملايين من الكائنات الدة النباتة والحيوانة، بعضها يمكن رؤيته بالعين المجردة وبعضها الآخر لا يمكن رؤيته إلا بالمكروسكوب كالبكتيريا النباتة، التي تعد أهم الكائنات الدة الدقيقة التي تعيش في التربة بأعداد كبيرة جداً تُقدر ما بين ١ . ٤ مليون في الغرام الواحد من التربة، وفي التربة أيضاً بعض الحيوانات من اللافقاريات مثال ديدان الأرض وكثيرات الأرجل (أم الأربع والأربعين) والحلزونات، وبعض الحشرات كالنمل والخنافس، ومن الفقاريات مثال بعض الأفاعي والعظايا والخلد والفئران وغيرها.

وتتوزع الكائنات الدة في التربة، كما هو موضح بالشكل ٢٣. توزعين رأسي وأفقي:

١. التوزيع الرأسي: تتوزع أداء التربة بصورة غير متجانسة في قطاع التربة الرأسي نحو الأعلى والأسفل، إذ يتركز معظمها في طبقة البقايا العضوية، وهي السنتمرتات الخمسة العلوية في أراضي الغابات أو الطبقة التي تلي السطح مباشرة في الأراضي الأخرى، وقد قدر أن نحو ٩٠٪ من الأداء تنتشر في الطبقة العلوي في قطاع التربة.

٢. التوزيع الأفقي: يختلف هذا التوزيع تبعاً لاختلاف محتوى التربة من المواد العضوية، ولمستوى جفاف الأرض أو غمرها بالماء، كما يؤثر وجود النبات أو المحصول في أعداد الأداء وأنواعها المنتشرة في المحط الجذري rizosphere.



الشكل ٢٣. توزيع الكائنات الحية في التربة

تؤدي الكائنات الحية في التربة العديد من الوظائف الحيوية في النظام البيئي للتربة، من خلال التفاعل المباشر مع النظم الحيوية، والغازية، والمائية، وهي مسؤولة عن دورة المغذيات، ويعود الفضل لها في إعادة تدوير المواد الميتة، وتنظم حركة المادة العضوية في التربة، واحتباس الكربون في التربة، وتغيير التركيبة المادية للتربة، ونظم المياه، وتعزيز صحة النبات، فضلاً عن وظائف أخرى.

وعلى أساس الوظيفة التي تقوم بها الكائنات الحية في التربة يمكن تقسمها إلى مجموعتين هما:

١. المجموعة التي تقدم المواد الأولية اللازمة لصناعة المادة العضوية في التربة وتشمل عموماً النباتات على اختلاف أنواعها وأصنافها، والتي تلعب دوراً مهماً في تشكيل التربة أكثر من الكائنات الحية الحيوانية وذلك من حيث أنها تُعد المصدر الرئيس للمادة العضوية، حيث تقدم هذه المجموعة المواد الأولية اللازمة لصناعة المواد العضوية، والتي ترتبط كميتها بتوزيع الغطاء النباتي ونوعيته.

وتحتوي التربة على كائنات حية تعيش فيها، حيث يُقدّر أنه في كل ١٠ متر مكعب من التربة يوجد ٢٠٠ ألف حشرة، و ١٠٠ ألف نوع من العثة، ٢٥ ألف حيوان صغير، ومن الحيوانات التي تعيش في التربة نذكر منها:

النباتات: فالتربة وسط استنادي لمعظم النباتات الهوائية وفيها ينمو المجموع الجذري، وعن طريقه تمتص النباتات الماء، والأملاح المعدنية الضرورية للنمو. ويعش النمل في أشكال مختلفة من المستعمرات في أنفاق داخل التربة. **والسمكة الرئوية:** يعد هذا النوع من الأسماك الأكثر احتمالاً للبقاء خارج الماء والتي يمكنها العيش في الابسة لسنوات عديدة، تعيش هذه السمكة في غرب أفريقيا، لديها خاشم، ورثة بدائية، وخلال مواسم الجفاف، تقوم بلف نفسها بشرنقة من المخاط داخل الوحل والطين، وتبقى كامنة هناك لعدة سنوات، وعند سقوط المطر، فإنها تخرج من الطين الذي كانت مختبئة بها. **ديدان الأرض** يمكنها أن تقضي الفصل الجاف مغروسة في أعماق التربة. وتشكل الحشرات المجموعة الأكثر تنوعاً من الكائنات الحية على سطح الأرض فهي تحوي ما يزيد على مليون نوع تم تصنفها، حيث يُقدّر عدد الفصائل غير المصنفة بقرابة ٣٠ مليوناً، وتتواجد الحشرات في جمع البيئات تقريباً. **وحوانات صغيرة من فصيلة الثدييات:** تعيش بشكل كامل تحت الأرض كالخلد، وزبابة الخلد الشبيهة بالخلد. كما تفضل الزواحف العيش تحت سطح الأرض في الجحور مثل السحالي والثعابين والضرب. ويعش الغرير في شبكة من الانفاق تحت سطح الأرض.

٢. المجموعة التي تقوم بصناعة المواد العضوية عن طريق تحليلها للبقايا النباتية، وتشمل الحيوانات والكائنات الحية التي تعيش في التربة، والتي تتمثل بالأداء الدقيقة التي تعيش داخل التربة، ويبين الشكل ٢٤. نماذج من هذه الأداء الدقيقة.



الشكل ٢٤. نماذج الأداء الدقيقة التي تعيش داخل التربة

وعلى الرغم من كثرة الأداء الدقيقة (Organisms Micro) التي تعيش في التربة وتعدد أنواعها إلا أن أهمها ثلاثة أنواع هي:

- أ. البكتريا Bactria:** هي كائنات دقيقة جداً، تعيش عموماً في الآفاق العلوية من التربة حيث يتوفر الغذاء، وظروف درجة الحرارة والرطوبة المناسبة لنموها وتكاثرها، وبأعداد كبيرة جداً قد تصل إلى ثلاثة أو أربعة بلايين في الغرام الواحد من تربة الحشائش في الأحوال الملائمة.
- ب. الفطريات Fungis:** من الكائنات الحية غير ذاتة التغذية، ويؤثر محتوى رطوبة التربة في انتشار الفطريات، وعملها بالتربة لذلك ينخفض نشاطها بانخفاض درجة الرطوبة، ويؤدي التحسن

في مستوى الرطوبة إلى زيادة أعداد الفطريات، ومع ذلك فإن بعض هذه الفطريات يعمل في الظروف شبه الجافة، وتنتشر الفطريات بأعداد كبيرة في التربة إلى عمق يصل لأكثر من متر حسب المادة العضوية في التربة، وتتميز بقدرتها على تحمل حموضة التربة، لذا نجدها عموماً تسود في ترب الغابات الحامضة التي تقل فيها نسبة النتروجين.

ج. الاكتينوميسايت Actinomycets: أداء دقيقة ولكنها تكون بأعداد أقل من البكتيريا في التربة، وأصغر حجماً من الفطريات، وقد اكتشفت حديثاً أن البعض منها ينتج مواد تقتل الجراثيم، وتستعمل اليوم في انتاج البنسلين penicillin والستربتومايستين Streptomycin وكليهما أدوية طبية مهمة في القضاء على البكتيريا التي تصيب الإنسان، أما وظيفة الاكتينوميسايت في التربة تحلل الأنسجة النباتية والحيوانية، فأنها مشابهة لوظيفة البكتيريا ولكن تعمل بسرعة أبطأ في تحلل المواد العضوية وتثبيت النتروجين في التربة.

د. الطحالب Algae: تنتشر في كل الأراضي تقريباً، وتتميز الطحالب باعتمادها في تغذيتها على التغذية الضوئية الذاتية Photoautotrophs لوجود الخضور في خلاياها. وتقوم بتثبيت النيتروجين ما يزيد من خصوبة التربة، وبعضها يتكافل مع الفطريات في الأشنات لتفتيت الصخور، وإمداد التربة بالمزيد من المعادن الصخرية المفتتة والكربون، حيث تُعد من أهم الكائنات المسؤولة عن زيادة نسبة المحتوى الكربوني في التربة التي تعيش فيها.

الفصل الرابع

العوامل الجغرافية المؤثرة في توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض

الأدباء كما نعرفها اليوم (نباتة أم حيوانة) هي نتاج عمليات طويلة وكثيرة متدرجة ومنظمة من التطور والتغير والتبدل تحت تأثير العوامل البيئية المختلفة في كل من الماضي السحيق والقريب بل والحاضر أيضاً. إن معرفة العلاقات بين الكائنات الحية والوسط المحيط بها يلازمه شرطين: الشرط الأول دراسة خصائص الوسط الجغرافي الذي تعيش فيه الكائنات الحية، أي العوامل الجغرافية غير الحيوية Abiotic التي تتعلق بالظروف البيئية الخارجية في بيئة الكائن الحي، وتشمل مجموعة العوامل الفيزيائية (الطبعة) المتعلقة بالوسط الجغرافي.

والشرط الثاني دراسة تصرفات وردود فعل الكائنات الحية التي تعيش في وسط ما والتفاعلات المتبادلة التي تحدث بينها، فكل كائن حي بيئة معينة مرهونة بوجود كائنات حية أخرى، أي العوامل الحيوية Biotic أو التداخلات البيولوجية (الحيوية). وتتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في كامل المنطقة، ونتيجة لذلك تستطع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطع، وفما يلي نبيين العوامل الجغرافية التي تؤثر في توزيع وانتشار الكائنات الحية على كوكب الأرض.

أولاً . العوامل التاريخية والبيولوجية المؤثرة في توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض:

يتأثر توزيع أي نوع أو مجموعة من الكائنات الحية بزمان نشأتها (متى؟)، ومكان هذه النشأة (أين؟)،

لذلك تعتمد دراسة التوزيع الجغرافي للحيوانات والنباتات بشكل أساسي على البيانات من التاريخ الجيولوجي للأرض لذلك من دون معرفة تاريخ القارات، من المستحيل أن نفهم لماذا توجد الثدييات الجرابية في الوقت الحالي في أستراليا وأمريكا فقط.

لقد عاشت الحيوانات والنباتات ثلاث مراحل رئيسية في تاريخ الأرض تُعرف بالأحقاب (الدهور) وامتدت حُقب الدابة القديمة ما بين ٥٧٠ و ٢٤٠ مليون سنة خلت، والدابة المتوسطة ما بين ٢٤٠ مليون إلى ٦٣ مليون سنة خلت، أما حُقب الدابة الحديثة فقد بدأت قبل نحو ٦٣ مليون سنة مضت، وأثناء كل من هذه الأحقاب حدثت تغيرات كبيرة في أنواع الحيوانات والنباتات التي عاشت على الأرض، وتنقسم الأحقاب الثلاثة إلى عصور زمنية أقصر، وقد تكونت طبقات صخرية مختلفة في قشرة الأرض أثناء كل فترة، وتزود هذه الصخور العلماء بمعلومات عن

التغيرات في معالم سطح الأرض ومناخها، والصخور والأحافير الموجودة فيها، تمكن الباحثون من تحديد الحيوانات والنباتات التي كانت تعيش في كل عصر. فمن المعروف أن الحيوانات والنباتات التي ظهرت خلال العصور الجيولوجية القديمة لم تستمر ذاتها إلى اليوم، بل معظمها انقرض بسبب التغيرات المناخية والجيولوجية، والمنافسة من جانب الأنواع الأخرى (التنافس الحيوي)، وغير ذلك من الأسباب. وأثناء كل من هذه الأحقاب حدثت تغيرات كبيرة في أنواع الحيوانات والنباتات التي عاشت على الأرض.

فالأحداث الجيولوجية . مثل غرق مناطق أرضية معينة . أدت إلى تدمير الطرق التي سلكتها الكائنات الحية القديمة خلال هجرتها، وقد أدت عدم صلاحية هذه الطرق للانتشار بعد ذلك إلى جعل حركة الأنواع الحديثة من الكائنات الحية محدودة، كما أدى هبوط مستوى البحار في الفترات الجليدية إلى بروز جسور قارية سهلت هجرة الحيوانات البرية إلى مختلف القارات، كما حدث بين سيبيريا وألاسكا عبر مضيق بهرنغ، وأرض دوغر أرض التي كانت تقع في جنوب بحر الشمال ربطت بين أوروبا والجزر البريطانية خلال العصر الجليدي الأخير، وبين أوروبا وإفريقيا عبر مضيق جبل طارق، وكذلك بروز جسور قارية بين آسيا وجزر جنوب شرقي آسيا وبين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية عبر بنما، أما النوبان الجزئي في الفترات بين الجليدية (فترات دفء) لآخر جليدية من جليديات الباستوسين أدى إلى ارتفاع في مستوى البحار والمحيطات، وإلى تجاوز بحري غمر الجسور القارية التي كانت موجودة في الباستوسين، وهذا ما سبب انفصال الكتل القارية ببحار، مثل بحر بهرنغ، وبحر المانش، وبحر جاوة، وتوقف هجرة الحيوانات البرية، غير أن هذه التجاوزات سهلت من جهة أخرى انتقال الحيوانات البحرية بين البحار المتجاورة، وهو ما يفسر تميز الحيوانات اللاقارية في الماضي بمدى انتشار أكبر من الفقاريات.

كذلك يُعد طول العصر الجيولوجي عاملاً مهماً في التوزيع الواسع لنوع معين وفصائل معينة من الكائنات الحية، وإن كان هذا التأثير لا يظهر أحياناً بسبب وجود حواجز طבעية أو بيئية أو بسبب تدخل الإنسان أو لعوامل أخرى بالنسبة للنباتات بطيئة الانتشار، وتُفسر هذه العوامل انحصار الحيوانات أحادية المسالك¹ Monotremata، في قارة أستراليا وغينا الجديدة. ووجود

١ . تتميز حيوانات أحادية المسالك بكونها نثية وتضع البيض في الوقت نفسه، وتملك مسلكاً واحداً للتبرز والتناسل، وهناك نوعان من الثدييات التي تضع بضعاً، حيوان خلد الماء أو منقار البط (Platypus البلاتيوس)

بعض الحيوانات في مناطق معينة دون أخرى مثل تركيز الجرابيات^١ (الثدييات الكسدة) في قارة أستراليا، يوضح الشكل ٢٥. حيوانات أحادية المسالك الجرابيات، كما يفسر عدم نشأة الثدييات العدا في أستراليا وتطورها في المناطق القارية الأخرى، عقب انفصال قارة أستراليا عن قارة آسيا، وأن الثدييات المشيمية Placental mammals الوحيدة التي تمكنت من الوصول إلى قارة أستراليا فما بعد كانت تلك التي تستطع السباحة أو الطيران أو تلك التي حملتها السفن بطريق الصدفة، كذلك تفسر هذه العوامل وجود الأفاعي ذات الأجراس Rattle snakes في المكسيك وعدم وجودها في قارة آسيا بسبب اختفاء مضيق بهرنغ.



الشكل ٢٥. حيوانات أحادية المسلك

إن كانت هناك عوامل بيئة وجغرافية تسهم في تفسير توزيع الأنواع الحية على سطح الأرض، ولماذا يكون على النمط الذي هو عليه، فهناك في المقابل عوامل تاريخية يعتقد العلماء أنها قد حدثت في عصور قديمة، وأسهمت في التوزيع، فمن خلال دراسة التاريخ الطبقي للكرة الأرضية،

يستوطن بحيرات وأنهار تسمانيا وأستراليا، والآخر النضاض أو آكل النمل الشائك (إيكيدنا Echidna) يوجد النضاض ذو المنقار القصير في أستراليا وغينا الجديدة أما النضاض ذو المنقار الطويل يقطن غينا الجديدة. ١ . أشهرها، حيوان الكنغر، وبب الكولا، وشيطان تسمانيا، الدصيور أو السنور الجرابي، تتميز عن بقية الثدييات، بفترة حمل قصيرة، ومن ثم خروج مولود صغير جداً، غير مكتمل النمو، يتحسس طريقه إلى جراب بطني ومن داخل الجراب، يواصل فترة نموه وتطوره.

والمرتبط بالفترات الجيولوجية، نجد أن كثيراً من التغيرات الواسعة التي أدت لاختلاف توزيع الكائنات الحية قد حدثت نتيجة تغير الظروف البيئية وأهمها:

أ . **انقراض الأنواع الحية:** أمر معروف في تاريخ الأرض، فالحفريات تدل على أشهرها حفريات الديناصورات التي عُثر عليها في أماكن متفرقة من العالم، وحفريات أسد الكهوف الأوروبي التي عُثر عليها داخل كهوف أوروبا، وكذلك الكتب التي ذكرت لنا أنواعاً منقرضة في قرون حديثة مضت كطائر الدودو (طائر عاجز عن الطيران وقد كان مستوطن في جزيرة موريشيوس شرقي مدغشقر في المحيط الهندي)، وحيوان البهضم (كسلان الأرض العملاق) Megatherium أستوطن في أمريكا الوسطى والجنوبية في وقت متأخر من العصر الحديث حتى نهاية العصر الجليدي، وهو من أكبر الحيوانات الثديية البرية المنقرضة، ويأتي بالحجم بعد الماموث، وحيوان الباراسيراثيرم أو البهقروني paraceratherium وحش بلوخستان، أكبر حيوان ثديي مشي على اليابسة عاش في عصر الألفوسين منذ ٢٣ مليون سنة مضت، اكتشفت عظامه لأول مرة في باكستان في منطقة بلوخستان .

كما أثبتت لنا الكتب المدونة توزيع أنواع حية في قرون قديمة على مناطق لم تعد تقطنها في عصرنا الحديث، وهناك كتب غنيت بالحيوانات ككتاب الحيوان للجاحظ، وكليلة ودمنة لابن المقفع، يُستنبط منها الكثير عن التوزيع الحيوي للحيوانات، حتى أن هناك كتابات لأرسطو وهيرودوتس أثبتت أن الأسود الآسيوية كانت تتواجد في بلاد البلقان، ومن المعروف لدى العلماء أن الأنواع الثديية تحديداً تظهر وتتقرض بمعدل أسرع عن باقي أنواع الحيوانات، مما يُسهم في تقليل درجة انتشارها على سطح الأرض، ويجعل توزيعها ينحصر في مناطق معينة.

يعترف العلماء الجيولوجيون والجغرافيون بأن الالتواءات والانكسارات والثورات البركانية التي حدثت خلال الأزمنة الجيولوجية قد طمست أغلب السجل الحفري للأنواع التي عمرت الأرض، وأضاعت بالتالي إمكانية كتابة تاريخ توزيع الأنواع الحية والمنقرضة بشكل كامل. الصورة ١٢. حيوانات عملاقة منقرضة، والصورة ١٣. نباتات منقرضة



الصورة ١٢. حيوانات عملاقة منقرضة



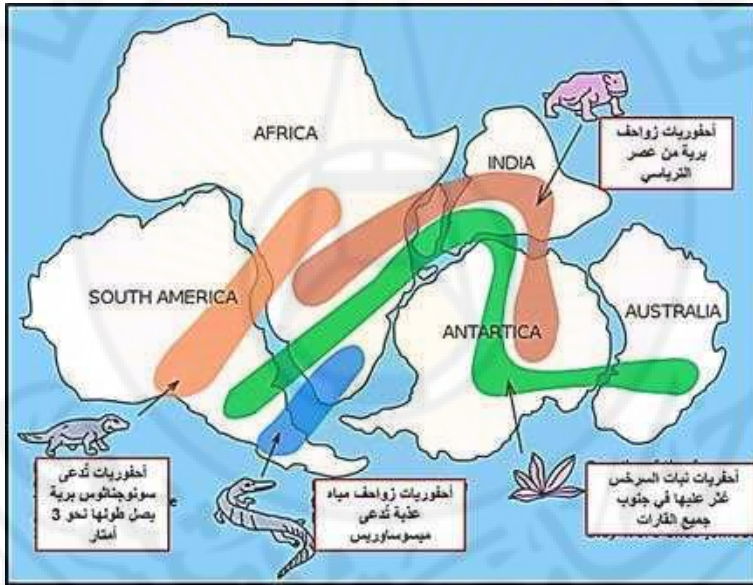
الصورة ١٣. نباتات منقرضة

ب . الانجراف القاري (نظرية زحزحة القارات) فغير: هي نظرية تقترض حدوث انفصال بين اليابسة في عصور قديمة، ثم زحزحة للكتل المنفصلة التي شكلت قارات العالم الحالية والجزر المنفصلة عنها إلى أن استقرت في مواقعها المعروفة.

يفترض كثير من العلماء أنه قد يكون من أسباب اختلاف الفونا الحيوانية والفلورا النباتية من إقليم لآخر ومن قارة لأخرى هو حدوث انعزال بيولوجي بعد الانجراف القاري والزحزحة المكثفة، مما

جعل ظروف بيئة معينة أكثر ملاءمة لأنواع ما في موقعها الجديد، بينما انقرضت من الإقليم الأول.

إن علماء النبات أكثر اقناعاً بهذه النظرية من علماء الحيوان، فهناك تشابه بين نباتات أستراليا وجنوب أفريقيا، وهناك اختلاف بين نباتات أستراليا وغينيا الجديدة. ويفسر الشكل رقم ٢٦. التغيرات في اختلاف توزيع الكائنات الحية وفق نظرية الانجراف القاري والانقراض. يشكل الانجراف القاري مع الانقراض ثنائياً يُسهم بشكل كبير في تفسير الكثير حول التوزيع الكائنات الحية، على سبيل المثال: تتفرد قارة أستراليا بالثدييات الكسوة (الجرابة) كالكنغر، ونظراً أنه يستحيل من خلال حفريات أي حيوان تحديد ما إن كان مشمي أو جرابي، فبالإمكان لا يمكن مطلقاً نفي فرضة أن الجرابات عاشت قبل الانجراف القاري في القارات الأخرى.



الشكل رقم ٢٦. التغيرات في توزيع الكائنات الحية وفق نظرية الانجراف القاري والانقراض

٣ . الانتواع (Speciation): العامل التاريخي الثالث الذي قد يُسهم في تفسير التوزيع الحيوي، وهو عملة تطورية تظهر بواسطتها أنواع جديدة من الكائنات الحية، وهناك أربعة نماذج جغرافية للانتواع في الطبيعة، وهي مبنة على مدى انعزال التجمعات المتنوعة بعضها عن البعض، وهي:

- انتواع تبايني **Allopatric Speciation**: عزل جغرافي كامل بين أفراد المجموعة أو مجموعتين من النوع نفسه، بحيث يمنعهم عن التواصل الجنسي وتزويج جيناتهم، أي ينقسم التجمع لتجمعين منعزلين جغرافياً، وقد يحدث ذلك على سبيل المثال، بفعل تجزؤ الموطن بسبب

التغيرات الجغرافية كنشوء الجبال، أو انهيار أرضي أو ارتفاع مستوى الماء لعزل منطقتين، مع الوقت يحدث التغير في المحتوى الجيني بشكل مختلف لكل مجموعة، مثال عن انتواع تبايني (الحيوانات) الانقسام بين مجموعات سمك الخنزير Pork fish قبل ارتفاع برزخ بنما وهو عبارة عن شريط ضيق من اليابسة يقع ما بين البحر الكاريبي والمدط الهادئ ويربط ما بين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية قد تشكل قبل ٣,٥ مليون سنة، فالعزل الجغرافي هنا منع الانساب الجيني بين مجموعات من النوع نفسه، ما أدى إلى أن كل مجموعة تطورت بشكل منفصل لإعطاء نوعين مختلفين.

مثال انتواع تبايني (النباتات): ظهور أكثر من ٣٠ نوعاً من نبتة عباد الشمس، الذي وصل جزر هاواي الواقعة في المدط الهادئ قبل ٥ ملايين سنة، ومع الوقت تحول لأنواع مختلفة تماماً عن بعضها، هذا التنوع عُرف باسم السف الفضي Silversword alliance، حيث أثبتت التحاليل الحيوية انحدار كل أنواع عباد الشمس من نبتة واحدة. الصورة . ١٤. انتواع تباين.



الصورة . ١٤. انتواع تباين عمك الخنزير والسف الفضي

• **انتواع خارجي peripatric speciation:** تنعزل مجموعة صغيرة جغرافياً عن التجمع الرئيس الذي انعزلت عنه خارجاً، فه تنشأ أنواع جديدة في تجمعات صغيرة منعزلة لدرجة تمنع أو تعيق تبادل الجينات مع التجمع الرئيس الذي انعزلت عنه خارجاً، مثال ذلك: طائر أبو قلنسوة الذي يستوطن أغلب دول القارة الأوربية، حيث كشفت دراسة ألمانية في جامعة فرايبورغ الألمانية أن التركيبة الجينية للطيور المهاجرة التي تزور الحدائق الأوربية شهدت تطورات، إذ تعرضت أجنحتها ومناقيرها لتغييرات، خلال ثلاثين جيلاً إلى درجة أنها تحولت إلى كائنات لها

مواصفات خاصة جديدة، وأفادت الدراسة أن طيور أبو قلنسوة التي كانت تتكاثر جنباً إلى جنب في غابات وسط أوروبا، اتخذ بعضها مسارات هجرة شتوية مغايرة، ففي الوقت الذي هاجرت فيه إحدى المجموعتين في الشتاء إلى الجنوب إلى إسبانيا لتققات على أشجار الزيتون وضروب من الفاكهة، فضلت المجموعة الثاثة مسار أقصر في الهجرة، ذلك أنها هاجرت إلى الشمال الغربي إلى بريطانيا، حيث تجد ما يكفي من الطعام على أيدي محبي الطيور، نتيجة لذلك فإن الطيور التي تهاجر إلى بريطانيا لها أجنحة أكثر استدارة، وهو ما يساعدها على المناورة بشكل أفضل، لكنها تجعلها أقل قدرة على الهجرة لمسافات طويلة، كما أن مناقيرها أصبحت أكثر طولاً وتحدياً لتحدي الطيور التي اعتادت أن تققات على الطعام الذي توفره متاجر الحيوانات الأليفة، لكنها لا تصلح لتناول الفاكهة. مع مرور الوقت واختلاف فترات الرحلتين بدأت الأفراد من الرحلة نفسها يتزاوجوا مع بعض، نتج عنه بأن المجموعتين اختلفا عن بعض تشريداً، وبدأ العزل الجنسي تدريجاً. الصورة ١٥. الانتواع الخارجي طائر أبو قلنسوة.



الصورة ١٥. الانتواع الخارجي طائر أبو قلنسوة

- **انتواع محاذي parapatric speciation:** يشبه الانتواع الخارجي في أن العازل بين التجمعين هو تكاثري أكثر مما هو جغرافي، بسبب التغيرات في البيئة، مثال العشب الربيعي Anthoxanthum odoratum بسبب تلوث معدني ناجم عن وجود المناجم، فإن بعض أفراد العشب الربيعي كونوا مقاومة للتلوث المعدني، وفي النهاية وبعد حدوث التطور (الاصطفاء الطبيعي) حصل عزل تكاثري بين المجموعتين.
- **انتواع تماثلي sympatric speciation:** يحصل من غير عزل جغرافي، داخل أفراد المجموعة، وقد يكون السبب عزل سلوكي أو تزاوج انتقائي، كل فرد يختار فرد معين للتزاوج. في هذا الانتواع تتشعب الأنواع بينما تعيش في المكان نفسه، من الأمثلة: عملة الانتواع التي تسبب فيها زراعة أشجار التفاح في الولايات المتحدة، كانت بعض أنواع الذباب تضع بيضها داخل نسيج ثمار أشجار الزعرور البري Hawthorn، مع انتشار زراعة التفاح فضلت بعض أنواع الذباب أن تضع البيض على داخل نسيج ثمار التفاح، مع تتابع الأجيال نشأ نوع من الانفصال

وانقطع الانساب الجيني بين النوعين ذبابة التفاح، وذبابة الزعرور البري، من دون أي عزل جغرافي .

مثال آخر هو تنوع أسماك البلطي الموجودة في بحيرة فكتوريا رغم تواجدها في البحيرة نفسها حدث نوع من الانتواع دون عزل جغرافي، وكانت أحد أسباب هذا الانتواع هو التفضيل اللوني، فمن المعروف أن انكسار الضوء في مياه البحيرات يعطي الماء لون مائل للأزرق بقرب السطح، ومائل للأحمر بقرب القاع، فالأسماك التي عاشت بقرب السطح طورت إمكانيات للتعايش في بيئة لونها أزرق، للتخفي من المفترسات، أما الأسماك التي عاشت بقرب القاع طورت إمكانيات للتعايش في بيئة لونها مائل للأحمر، نتج في النهاية نوعين من السمك أزرق وأحمر، كل نوع من الذكور يُفضل إنثاه من نفس لونها . الصورة ١٦. انتواع تماثلي.



الصورة ١٦. انتواع تماثلي (ذبابة التفاح، وذبابة الزعرور البري) (أسماك البلطي)

الانتواع التطوري: يفترض التطوريون أن الانجراف القاري وزحزحة القارات والجزر، قد أعقبه حدوث الانعزال الحيوي لبعض أنواع الكائنات الحية، ثم تلاه وعبر زمن طويل حدوث تعديلات في تلك الأنواع، بتأثير الانتقاء الطبيعي (الاصطفاء الطبيعي) Natural Selection، فاختلعت الأنواع القديمة ونشأ عنها أنواع جديدة، فكون الانتواع التطوري يقف خلف توزيع الكائنات الحية.

ثانياً . العوامل الجغرافية الطبعة المؤثرة في توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض:

إن لكل كائن حي احتياجات معينة وقدرة تحمل معينة للظروف البيئية بما يمكنه من إتمام دورة حياته بصورة عادية، وتشتمل هذه الاحتياجات على عناصر مختلفة من مكونات البيئة تقوم بتوفير الحد الأدنى الضروري واللازم لاستمرار الحياة للأنواع المختلفة، ومن ثم كثيراً ما تكون

خصائص الكائن الحي وسلوكه وتوزعه الجغرافي وانتشاره تعبيراً صادقاً لتأثير هذه العوامل ومن أهمها:

١. **تأثير المساحة:** هناك ارتباط واضح بين المساحة الجغرافية وعدد الأنواع الدة، فإذا قارنا جزيرة كبيرة مثل جزيرة تسمانا، بجزيرة صغيرة قريبة منها، تتفق معها في الخصائص المناخية والتاريخ الجيولوجي، نجد جزيرة تسمانا تضم أنواعاً من النباتات والحيوانات أكثر مما تضمه الجزيرة الصغيرة، فقد تضم الجزيرة الكبيرة العديد من الثدييات المتنوعة مثل الحيوانات الكبيرة آكلة العشب، والحيوانات آكلة اللحوم، في حين لا تضم الجزيرة الصغيرة إلا القليل من الثدييات البرية الصغيرة.

وللمساحة أثر مباشر في حجم الأنواع الدة، فقد بينت التجارب أن حجم أفراد النوع الحي يختلف باختلاف المساحة المتاحة لها، مثال ذلك بعض أنواع الأصداف تكون أحجامها أكبر إذا أُنحت لها مساحات أوسع، وقد تكون أشكال الحيوانات القزمة على الجزر الصغيرة هي رد فعل للمساحة المحدودة، ويتضح ذلك في الحيوانات الألبية القزمة المتنوعة التي كان لأجداها حجم أكبر ومدى اتساع أكثر في العصور الجليدية. وفما يلي بعض التقديرات العامة عن أثر المساحة في الكائنات الدة تتفق مع اكتشافات علماء الدة:

١. تحتاج الحيوانات الكبيرة الحجم إلى نطاق أكبر مما تحتاجه الحيوانات الصغيرة الحجم، التي تنتسب إلى السلالة نفسها.

٢. لا توجد الحيوانات الكبيرة الحجم على الجزر صغيرة المساحة.

٣. عدد الأنواع النباتية على الجزر أقل من عددها في المناطق القارية الابسة المجاورة لها.

٤. المساحة المتاحة لها أثر مباشر في حجم الأنواع الدة التي تعيش فيها.

٥. تضم الجزر والواحات الصغيرة المعزولة عدداً أقل من الكائنات الدة، مما تضمه المناطق غير المعزولة، وإن تشابهت معها في حجمها.

٦. كلما زادت المساحة زادت وفرة الحيوانات بشكل عام، مع تساوي العوامل الأخرى المؤثرة في نمط داتها.

٧. المساحات الواسعة ذات الخصائص البيئية المتجانسة تناسب نمو أشكال خاصة محددة، بينما المساحات ذات الظروف البيئية المتنوعة جداً تضم أعداد كبيرة غير محددة من الأنواع، كما تناسب نشأة ونمو أنواع فرعة.

وهكذا فإن نمط الانتشار الجغرافي الرئيس كان من المناطق الكبيرة إلى المناطق الأصغر، ومن القارات الأكبر إلى القارات الأصغر، ومن القارات إلى الجزر.

٢. المناخ وعناصره: لا شك بأن العلاقة بين عامل المناخ والكائنات الحية تُعد من أكثر العوامل تميزاً، حيث أن لعناصر المناخ تأثيراً مباشراً في خصائص الكائنات الحية (الحيوان والنبات)، وتوزعها، وكثافتها على سطح الأرض، إذ ترتبط الأقاليم الحيوية بعنصري المناخ الأساسيين درجة الحرارة والرطوبة، ولكن لس معنى هذا أن المناخ يؤثر منفصلاً عن بقية العوامل الجغرافية الأخرى، إنما يكون الدور الذي يقوم به مباشراً في الكائنات الحية، وغير مباشر من خلال دوره وتأثير في التربة، والعوامل الحيوية التي تؤثر بدورها في الكائنات الحية.

وتتضح العلاقة بين المناخ والكائنات الحية في وجود تناقص واضح في عدد الأنواع النباتية والحيوانية كلما اتجهنا من الإقليم الاستوائي إلى الأقاليم القطبية، فهناك آلاف الأنواع من الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة، بينما لا تزيد الأشجار الموجودة في غابات الأقاليم الشمالية عن عشرات الأنواع. كذلك توجد أنواع عديدة من الحيوانات في أراضي الحشائش المدارية أكثر من الأراضي المعتدلة. كما يوجد تناقص عام في عدد نمط الحياة الحيوانية وأنواعها في الاتجاه نفسه.

وإذا نظرنا إلى المناطق المدارية في أمريكا الجنوبية نجد آلافاً من أنواع الحشرات من سلالات مختلفة، كما تضم غابات الأمازون الرطبة ما لا يقل عن ٢٥٠٠ نوع من الأشجار في حين لا توجد غير ستة أنواع فقط في جنوب القارة، وثلاثة أنواع من النباتات المزهرة الصغيرة في جنوب جزيرة تيريرا ديل فويغو أو أرض النار^١، بينما لا تحوي القارة القطبية الجنوبية (أنتاركتكا) إلا على الطحالب والأشنيات والفطريات ونوع واحد من الحشرات ذبابة القطب الجنوبي الحشرة الوحيدة الموجودة في بر القطب الجنوبي.

١ . أرخبيل يقع في أقصى جنوب أمريكا الجنوبية، بين المحيط الأطلسي والمحيط الهادي، أكبرها جزيرة تيريرا ديل فويغو Isla Grande de Tierra del Fuego، وتعد أقرب منطقة من القارة القطبية الجنوبية، وصل إليها ماجلان عام ١٥٢٠م، وكانت هناك نيران ترى في الليل لذلك سماها أرض النار، ربما كانت تلك النيران ظاهرة الشفق القطبي التي لم تكن معروفة آنذاك.

فمن المعروف أن لكل نمط مناخي معين حاة نباتة وحيوانة، فإذا أخذنا بيئة التندرا على سبيل المثال نجد أن: من أكثر أنواع النباتات شيوعاً الأنواع الوسادية أي التي تنمو براعمها ملازمة ومتاخمة لسطح الأرض، بالإضافة إلى بعض الشجيرات القزمة، وترجع سادة هذه الأنواع حتى تتمكن من مواصلة دورة حياتها في ظل ظروف الشتاء القاسية لاسما عندما تحمل الرياح معها حبيبات الثلج التي يكون لها تأثيراً ضار للبراعم أو النباتات التي تحاول أن تطلع، فهذا الأسلوب من أساليب التأقلم والتكيف يختفي في مناطق المناخات الدافئة حيث يختفي أثر الثلوج، وتصبح الفرصة مهأة للبراعم أن تطلع فوق سطح الأرض وتأخذ شكل الأشجار. ومن ناحية أخرى قد يؤدي البرد الشديد أو الجفاف الشديد في موسم معين إلى ممارسة الأشجار ظاهرة نفص أوراقها، وممارسة نوع من الكمون، كما هو الحال بالنسبة لأشجار الغابات النفضة المعتدلة الباردة والمدارية.

وتُظهر الحيوانات بدورها نوعاً من التأقلم مع أنماط المناخات المختلفة كمقاومة البرد الشديد من خلال القراء أو ممارسة ظاهرة السبات (البات السنوي) أو ممارسة السبات الصيفي لمواجهة الظروف الحرارية المرتفعة جداً والجافة كما في الصحاري المدارية.

وبما أن المناخ هو تفاعل جملة عناصر متداخلة ومكملة بعضها لبعض، وحتى نقف على طبعة أثر كل عنصر من هذه العناصر في توزع الكائنات الحة (نباتة وحيوانة) وانتشارها وخصائصها، فإننا سنتناول بالدراسة والتحليل كل عنصر من هذه العناصر، ولا يعني هذا الفصل في الدراسة لعناصر المناخ أن كل منها يعمل منفرداً عن بقية العناصر، إنما هي عناصر متداخلة متكاملة:

١.٢. تأثير الضوء: يُعد الضوء من أهم العناصر غير الحيوية التي تؤثر في نشاط وتوزع الكائنات الحة، وعملياتها الحيوية وسلوكاتها، فالضوء من العناصر المحددة للنمو النباتي، أما بالنسبة للحيوانات لس له أهمية تذكر فهناك أنواع تعيش في أعماق المدطات في ظلام دائم وتام وكذلك بعض الفطور والبكتريا.

فمن المعروف أن الحاة النباتة تعتمد اعتماداً مباشراً على وجود الضوء، فهو أساسي في عملة التمثيل الضوئي التي تؤديها النباتات الخضراء، لصنع غذائها، ولما كانت الحاة الحيوانة تعتمد أساساً في وجودها على الحاة النباتة، فإننا نستطيع أن ندرك بسهولة أن الحاة الحيوانة نفسها تعتمد أيضاً على الضوء بطريقة غير مباشرة. وهناك جوانب مختلفة لتأثير الضوء وهي:

١.١.٢. أثر طول الموجات الضوئية (نوع الضوء): يلعب طول الموجة الضوئية دوراً في مدى امتصاصها، فالنباتات لا تستخدم الأشعة من كل أطوال الموجات، وأكثر الأشعة استخداماً هي الحمراء . البرتقالة ذات الموجات الطويلة، يليها الأشعة البنفسجية والزرقاء، وأقلها استخداماً الأشعة الخضراء والصفراء .

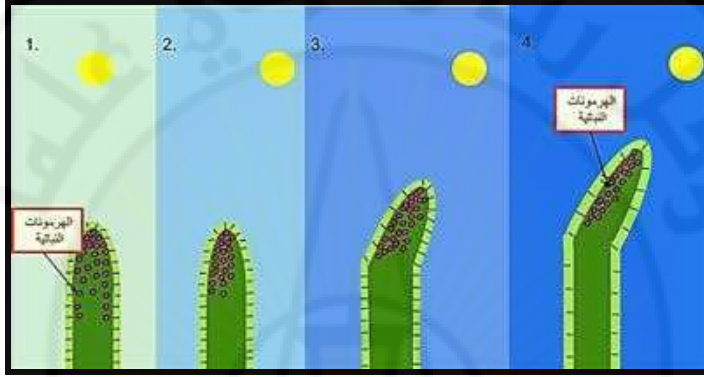
يُعد الضوء ذو اللون الأزرق أو الأحمر أهم الألوان لتكوين المادة الخضراء واكتمال تكوين الصانعات الخضرية (البلاستيدات الخضراء) في حين تعكس الألوان الأخرى، وتؤثر ألوان الضوء في الهرمونات النباتية (الأكسينات) فاللون الأحمر يزيد من إنبات بعض البذور مثل بذور الخس. كذلك نجد أن الأشعة فوق البنفسجية والزرقاء تساعد في تكوين اللون الأحمر في ثمار التفاح، أما الأشعة فوق البنفسجية تعد ضارة وتؤدي إلى تقزم النباتات، ولها تأثير في النباتات النامية على قمم الجبال

كما أن بعض الحيوانات مجهزة بجهاز مستقبل للضوء يسمح لها تمييز أطوال الأمواج المختلفة، أي تستطع رؤية الألوان التي تلعب دوراً في سلوكها كالبحث عن الغذاء، والتعرف على الجنس، فالفراشات الليلة تتجذب نحو الضوء الغني بالأشعة فوق البنفسجية، كما أن النحل يحدد وجهة سيره وفقاً للشمس، حتى عندما تكون محجوبة في يوم غائم . ويعود ذلك إلى حساسة أعين النحلة المركبة لأشعة فوق البنفسجية التي تخترق السحب من الشمس.

٢.١.٢. أثر الشدة الضوئية: تختلف شدة الإضاءة بصفة عامة في منطقة ما باختلاف اليوم والموسم، فهي تزيد تدريجاً من شروق الشمس إلى منتصف النهار ثم تنخفض تدريجاً إلى غروب الشمس، وتكون مرتفعة في الصدف ومتوسطة الارتفاع في الربيع والخريف، ومنخفضة في الشتاء. كما تصل إلى أقصى ارتفاع لها عند خط الاستواء ثم تنخفض تدريجاً كلما اتجهنا إلى القطبين.

أ. أثر الشدة الضوئية في النبات: إن تغيرات شدة الضوء لها دور في عملة التركيب الضوئي، فعندما تكون الشدة الضوئية زائدة عن حاجة النبات لها تأثير ضار في النبات حيث يؤدي إلى توقف عملة التمثيل الضوئي عند بعض النباتات وقد تتلف مادتها الخضراء، لذلك نجد في المناطق ذات الضوء الشديد عادة ما تمارس أوراق النباتات حركة دوران أو تعديل في أوضاعها بحيث لا يتعرض للضوء الشديد إلا حافات تلك الأوراق.

كذلك تؤثر شدة الإضاءة في عملة النمو النباتي الانتحاء الضوئي لأن هذه الهرمونات النباتية (الأكسينات) المسببة للنمو تتحرك النبات نحو الضوء. يوضح الشكل ٢٧. ظاهرة الانتحاء الضوئي. وللضوء التأثير الجوهري في التعرق النباتي (النتج) حيث يزيد في الضوء، ويقل في الظلام، وذلك بسبب دور الضوء في حركة الثغور، حيث تتفتح ثغور الورقة النباتية بصفة عامة، عند تعرضها للضوء، وتستمر مفتوحة تحت ظروف الإضاءة المستمرة، ما لم تصبح بعض العوامل الأخرى محددة، وتغلق الثغور عند تعرضها للظلام.



الشكل ٢٧. ظاهرة الانتحاء الضوئي وتوزع الهرمونات النباتية (الأكسين)

كما أن للضوء تأثيراً واضحاً في التمنطق **Stratification** في الغابات، حيث تتركز نباتات الظل في الأسفل والنباتات الشجرية ذات الأوراق العريضة إلى الأعلى، ويعد الضوء مسؤولاً عن خلق نظام الطبقات الرأسية، فعلى سبيل المثال الغابة المدارية المطيرة نموذجاً عن نظام الطبقات الرأسية (التمنطق):

أ . الطبقة العليا: تُسمى طبقة التاج أو المظلة، وتتكون من الأشجار الطويلة التي تستفيد من الضوء لنموها للوصول إلى أوج نموها، ونسبة كثافة الضوء ١٠٠%.

ب . الطبقة الثانية: تتمثل في طبقة الأشجار الأقل طولاً، وعادة ما تتكون من الأشجار التي تنتمي إلى مجموعة الأشجار السابقة التي لم تتح لها الفرصة بعد لاستكمال أوج نموها، وتنتمي إلى الأنواع التي تتحمل قلة الضوء، ونسبة كثافة الضوء ٥٠% وتحجب ٤٠% من الضوء.

ج . الطبقة الثالثة: طبقة الشجيرات التي تنمو في ضوء منخفض نسبة كثافة الضوء ١٠.٥%.

د . الطبقة الرابعة: طبقة الأنجم وتتمثل بالنباتات الأرضية الأعشاب، والسراخس، وهي أنواع تحتاج إلى كمية ضوء قليلة نسبة كثافة الضوء ما بين ١.٥% وقد تخفي هذه الطبقة تماماً من الغابات الكثيفة حيث تصبح أرض الغابة معتمدة جداً كثافة الضوء أقل من ١%.

ب . أثر الشدة الضوئية في الحيوانات: يطال هذا التأثير بعض الأنواع الحيوانية، مثلاً الإضاءة الشديدة تؤدي إلى توقف نمو ذبابة الخل وتسبب موتها. والكثير من الحيوانات تظهر تفضيلاً للدرجة المثلى من الضوء، انجذاب ضوئي ايجابي أو سلبي، الحشرات الليلية تنجذب نحو الضوء، الصرصار يركض في غرفة مظلمة وسرعان ما يختبئ عند إشعال الضوء.

هناك عدد من الحيوانات يطلق عليها اسم الحيوانات النهارية وهذه الحيوانات تخرج نهاراً للسعي وراء الغذاء مثل معظم الطيور وبعض الثدييات وقد لوحظ أن كثير من هذه الحيوانات النهارية تتخذ أوضاع النوم عند كسوف الشمس بدلاً من بقاءها نشطه طول اليوم كالمعتاد أثناء النهار كما لوحظ أيضاً أن أسراب الجراد المهاجر ينقطع عن الطيران مباشرة وتهبط إلى الأرض إذا ما حدث أن اختفت الشمس وراء السحب الكثيفة ولكنها سرعان ما تواصل الطيران مرة أخرى عندما تظهر الشمس من وراء السحب الكثيفة.

وهناك أيضاً العديد من الحيوانات التي يطلق عليها الحيوانات الليلية وهي تختبئ في مخابئها في ضوء النهار فإذا أقبل الليل تخرج من المخابئ سعاً وراء غذائها ومن هذه الحيوانات الليلية عدداً كبيراً من الثدييات والخفافيش وبعض الطيور مثل اليوم. كما تؤثر شدة الضوء في هبوط العوالق الحيوانية من الطبقات السطحية للبحار إلى الأسفل لعمق يصل إلى نحو ١٠٠م لتتجنب الضوء الشديد، بينما تصعد العوالق النباتية إلى السطح للقيام بعملية التركيب الضوئي، كما أن لضوء القمر ارتباطاً وثيقاً في بعض الكائنات الحية، ومن الأمثلة على ذلك دورة التناسل للديدان البحرية حيث تبين أنها تصل فترة البلوغ عندما يكون القمر في الربع قبل الأخير حيث تبدأ بالتجمع في أسراب وتسيح إلى سطح البحر ليتم الإخصاب وتكوين البيرقات. لذا يعد هنا شدة الاستضاءة للقمر هي العامل المحدد في تكاثر مثل هذه الحيوانات.

٣.١.٢. أثر الفترة الضوئية (التأقيت الضوئي) Photoperiodic response : الفترة الضوئية هي عدد ساعات الإضاءة في اليوم وتختلف من موقع إلى آخر ومن موسم إلى آخر. حيث تكون الفترة الضوئية ثابتة عند خط الاستواء، أي يكون للنهار المدة نفسها طول العام، بينما تراوح عند القطب الشمالي ما بين صفر شتاء إلى ٢٤ ساعة صيفاً.

وتؤثر الفترة الضوئية تأثيراً مباشراً في سلوك الكائنات الحية (النبات والحيوان) سواء فما يتعلق بعملية الإزهار، وإنبات البذور في النباتات، أو هجرة الطيور والحشرات والأسماك من بيئة إلى أخرى، وكذلك تتحكم الفترة الضوئية بالعديد من الدورات التناسلية في الثدييات، والطيور عن طريق التحكم في الإنتاج الهرموني لديها وبالتالي تؤثر في بقائها.

أ - أثر الفترة الضوئية (التأقيت الضوئي) في النبات: إن التزهير والنمو الخضري، وانبات البذور، وتساقط الأوراق، والسكون ما هي إلا مظاهر استجابة النبات للفترة الضوئية. تحتاج النباتات الخضراء للضوء للقيام بعملية التركيب الضوئي وصنع الغذاء، ولكن معدل حاجتها للضوء يختلف من نوع لآخر، فالنباتات الصحراوية تحتاج إلى فترة ضوء طويل لاستمرار حياتها، بينما نباتات الظل التي تعيش في الغابات تحتاج إلى فترة ضوء قصير لأنها لا تستطع تحمل ضوء الشمس القوي، وبالتالي تختلف النباتات حسب حاجتها إلى طول الفترة الضوئية في مجموعات ثلاثة هي:

➤ نباتات النهار الطويل (Long - Day . plants (LDP) : تحتاج إلى أكثر من ١٢ ساعة وهي النباتات التي لا تزهر إلا بعد تعرضها لفترة إضاءة تزيد عن حد معين مثل: نبات زهر الجميل (فوشا) Fuchsia hybrid (قرط السيدة)، ويُزهر نبات السبانخ ونبات باماء الزهور السورية Hibiscus syriacus. الصورة ١٧. نباتات النهار الطويل.



الصورة ١٧. نباتات النهار الطويل

➤ نباتات النهار القصير (Short - Day - plants (SDP) : تحتاج إلى أقل من ١٢ ساعة وهي عبارة عن نباتات تحتاج إلى نهار قصير لكي تزهر، فالعامل المؤثر في الإزهار هو طول فترة الظلام وهي أساساً نباتات ليل، لذلك تُسمى بالنباتات ذات الليل الطويل، ومن أمثلتها نبات سالف العروس (الأمارانتس) Amaranthus caudatus، السبانخ الصينية Chinese spinach، ونبات الغريب البري (الأقحوان الهندي) Chrysanthemum indicum، والداودي (الأرولا) morifolium Chrysanthemum، ونبات الأقحوان أو ذهبي الزهر Chrysanthemum. الصورة ١٨. نباتات النهار القصير.



الصورة . ١٨. نباتات النهار القصير

➤ نباتات محايدة (NDP) - Neutral - Day - plants: هي عبارة عن نباتات لا تتأثر بطول فترة الإضاءة وتزهر نباتات تحت أي ظرف، غير تابعة لنظام الفترة الضوئية. مثل الغاردينا *Gardenia jasminoides*، والأقحوان الأذريون *Calendula officinalis*، ونبات البندورة، ونبات القطن، ودوار الشمس، تعرف بنباتات النهار المحايد. الصورة . ١٩. نباتات محايدة.



الصورة . ١٩. نباتات محايدة

ب . أثر الفترة الضوئية (التأقيت الضوئي) في الحيوان: تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بعامل الفترة الضوئية، فمنها من يستطيع العيش بعيداً عن الضوء، كما تعيش بعض الأحياء البحرية كحيوانات القاع في أعماق المحطات والبحار في ظلام دامس، أو في أعماق التربة والكهوف المظلمة. وبالتالي تتأثر أعضاء البصر عند الحيوانات سلباً عند انعدام الضوء لذا يلاحظ بأن بعضها الذي يعيش في ظلام دامس يكون أعمى أو ضعف البصر. وبعضها يحتاج الضوء لحياته. كما هو الحال في هجرة الطيور والحشرات والأسماك حيث تهاجر عندما يقصر النهار، فالطيور تهاجر شمالاً عندما يطول النهار وجنوباً عندما يقصر.

لقد وجد الباحثون أن الضوء هو العامل الأساسي في تكوين الحبيبات الصبغية في الجلد فيلاحظ أن الحيوانات في أعماق البحار يكون لون جلدها أسود أو أحمر قاتم، وحيوانات الكهوف التي تقضي حياتها داخل الكهوف المظلمة تكون أجسامها خالية من الأصباغ وذلك لأنها تعيش بعيدة عن الضوء. وكذلك التلون الوقائي الذي يشاهد في كثير من الحيوانات ويعمل على إخفائها عن الأنظار ينتج من تكوين أصباغ مختلفة في الجلد بفعل الأشعة الضوئية، فمثلاً يتغير لون فراء

الأرانب القطبية من اللون البني صدفاً إلى اللون الأبيض شتاءً، وبعض أنواع الحرياء تميل لتغيير لونها تبعاً لكثافة الأشعة الشمسية الواردة.

٤.١.٢. أثر الضوء في النواحي الشكلية (المورفولوجية) للنبات: يمكن معرفة تركيب الضوء من خلال مقارنة الأشجار ألفة الضوء وألفة الظل: فالأشجار ألفة الظل تتميز بتجان كثافة مؤلفة من عدة طوابق وأوراقها الداخلة الظليلة تتابع نشاطها في التركيب الضوئي. أما الألفة الضوء فتكون تجانها خففة مفتوحة وأوراقها معرضة للشمس مباشرة. تتقد الأشجار الألفة الظل أغصانها الجانبية ببطء، أما الألفة الضوء تتقد أغصانها الجانبية بسرعة لاسما إذا كانت تنمو بشكل كذف. الغابات المتحملة للظل تحتوي على عدد من الأشجار في الهكتار أكثر مما تحتويه الغابات كثافة الضوء من العمر نفسه والارتفاع. النمو الطولي عند الأشجار ألفة الضوء يكون أسرع منه عند الأشجار ألفة الظل لاسما في المراحل الأولى من العمر.

٢.٢. تأثير درجة الحرارة في توزع الكائنات الحية على سطح الأرض:

تعد درجة حرارة الهواء وكذلك درجة حرارة التربة العنصر المناخي الأكثر فعالية في تحديد الأقاليم الحيوية، ودرجة تواجد الأحياء وأشكالها وتوزعها، كونها مصدر القدرة (الطاقة) الرئيس لكل الكائنات الحية الضرورية لاستمرار حياتها. فهي أساس عملة التركيب الضوئي، وتتحكم درجة الحرارة في توزع وانتشار الكائنات الحية حيث أن لكل كائن حي درجة حرارة مثلى للنمو فضلاً عن مدى معين من درجة الحرارة. فهناك كائنات تعيش في المناطق الباردة وكائنات تعيش في المناطق الحارة. ولكل نبات أو حيوان حدود تحمل معينة يمكن أن يعيش ويزدهر، لقد قام العالم شارأرس Char Aras بدراسة تأثير درجة الحرارة في أنواع مختلفة من الحشرات أكلات الأخشاب سكو لوتس Scolytes فبين أنها تستطيع العيش في درجة حرارة تراوح ما بين - ١٥ و + ٥٠ م°، ولكنها لا تكون نشطة إلا في درجة حرارة تراوح ما بين + ٥ و ٤٠ م°، وتكون درجة الحرارة المثلى لنشطها ما بين ١٨ و ٢٩ م°.

كما أن درجة الحرارة الأنسب ليست درجة واحدة بالنسبة لجمع النباتات، فمثلاً: بعض النباتات المدارية تبلغ أوج نموها في درجة حرارة تزيد عن ٣٠ م°، في حين أن بعض النباتات القطبية تنمو في درجة حرارة تعلو بضع درجة فوق درجة التجمد، وهناك بعض الكائنات النباتية الدقيقة أو الطحالب تستطيع العيش في مياه الينابيع الحارة التي قد تصل درجة حرارتها نحو ٩٠ م°، كما أن بعض الطحالب القطبية والحزازات الأشدات تستطيع أن تعيش في درجة حرارة ٦٥ م°،

وينتق معظم العلماء على أن درجة الحرارة 6°C ضرورة كحد أدنى لنمو النبات في المناطق المعتدلة ولذلك تسمى هذه الدرجة **صفر النمو** لأغلب النباتات في المناطق المعتدلة، ويقل صفر النمو عن هذا في المناطق الباردة، ويزداد في المناطق الحارة.

ويتحدد في ضوء صفر النمو طول فصل النمو الذي يختلف طوله وقصره من منطقة لأخرى، ففي المناطق الاستوائية والمدارية يتضمن السنة كلها، ويأخذ في القصر كلما اقتربنا من القطبين، ويكاد يختفي في المناطق القطبية المتطرفة التي تتسم بانخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي طوال السنة. ونتيجة لهذا التباين الحراري وعلاقته بطول فصل النمو أو قصره، أصبحت درجة الحرارة في العروض العليا تمثل العنصر المناخي الحرج بالدرجة الأولى في نمو الأبداء وتوزعها وتحركاتها، في حين يقل هذا الأثر الحراري في العروض الدنا (المدارية) حيث تصبح الأمطار العنصر الحرج والأكثر تأثيراً.

١.٢.٢. **تأثير درجة الحرارة في النباتات:** تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في كل الوظائف الحيوية للنبات، وعلى العموم تؤدي زيادة درجة الحرارة في حدود معينة إلى زيادة معدل التنفس، كما ينخفض معدل امتصاص الماء في كثير من طراز النباتات إذا انخفضت درجة حرارة التربة إلى درجة قريبة من الصفر أو دون درجة التجمد، ويزداد معدل النتج مع زيادة درجة حرارة الهواء المدط بالمجموع الخضري، كما تؤثر درجة الحرارة في الانبات إذا لم توجد عوامل محددة أخرى فإن بذور أي نوع نباتي تنبت في مجال معين من درجة الحرارة تختلف من نوع لآخر، إن تحمل الكائنات الحية لدرجة الحرارة الصغرى (الدرجة الدنا) والعظمى (الدرجة القصوى) يختلف حسب الأنواع من جهة، وحسب مراحل نموها من جهة أخرى. فعند الحدود الدنا أو القصوى لدرجة الحرارة يمكن أن يتوقف النشاط الحيوي للكائنات الحية أو تدخل في حالة من الداء البطيئة. وطبقاً للاحتياجات الحرارية للنباتات قسم رونكير Raunkiaer الغطاء النباتي بشكل عام إلى الطرز الآتية:

• **النباتات المحبة للحرارة المرتفعة Thermophiles:** تتضمن الأنواع التي تتحمل أو تتطلب لنموها درجة حرارة عالية على مدار السنة، حيث تنمو وتتم دورة حياتها في درجة حرارة تراوح بين 30°C إلى 45°C ، وهي نباتات المناطق الحارة والرطبة (نباتات المناطق الاستوائية)، ونباتات المناطق الحارة والجافة (النباتات الصحراوية).

• **النباتات المحبة للحرارة المعتدلة Mesophiles:** تتضمن الأنواع التي توجد في العروض الوسطى (نباتات البحر المتوسط) التي تأقلمت مع التغيرات الحرارية الفصلية بين الصفر

والشتاء، إذ تنخفض درجة الحرارة شتاءً لتراوح بين ١٨.٦ م°، وترتفع صفاً إلى أكثر من ٢٢ م°، ولا تستطيع مقاومة درجة الحرارة العالية ولا المنخفضة.

• **النباتات المحبة للبرودة Psychrophiles:** التي تعيش في المناطق الباردة (المناطق الشمالية من الكرة الأرضية) تنمو وتتم دورة حياتها في أوساط تراوح درجة حرارتها بين صفر و ١٠ م°، ومثل هذه النباتات لا تستطيع تحمل درجة الحرارة العالية.

• **نباتات الانجماد Hekistotherms Plants** (نباتات المناطق القطبية): تتمثل في بعض الطحالب القطبية كالحزازات والأشذات وبعض النباتات التي تستطيع أن تنمو في ظل درجة الحرارة منخفضة تصل إلى -٦٥ م°، ويطلق عليها الثلجات. وهي نباتات المناطق الباردة والمناطق الألبية، تستطيع أن تقاوم الشتاء القاسي الطويل جداً.

أ . **تأثيرات درجة الحرارة المرتفعة في النبات:** درجة الحرارة العظمى (القصى): هي أعلى درجة حرارة يمكن للكائن الحي أن يتحملها، فإذا زادت عن هذا الحد فإن نموه يتوقف أو يموت، والنباتات التي تستطيع أن تتحمل درجة حرارة عالية مع نقصان كمية الماء في الوسط المحيط تدعى نباتات مقاومة للجفاف، لس درجة الحرارة العظمى أهمية تذكر على حياة الكائنات الحية كما هو عليه الحال في درجة الحرارة الصغرى، فنادرًا ما تموت الأشجار أو تصاب بأذى بمجرد ارتفاع درجة الحرارة. يعود السبب في موتها تحت تأثير الجفاف إلى ما يلي:

١ . **الاختلال في التوازن بين الماء الممتص والماء المفقود من قبل النبات:** عند ارتفاع درجة الحرارة يتزايد معدل فقد النبات للماء عن طريق النتح ويبدأ النبات في الذبول عندما يصبح التوازن المائي له سالباً (كمية الماء المفقودة عن طريق النتح تفوق كمية الماء الممتصة بوساطة الجذور) غالباً يموت النبات بسبب توقف العمليات الحيوية التي تعتمد على الماء.

٢ . **الاختلال في توازن العمليات الاستقلابية:** حيث تزداد كمية الطاقة المصروفة على التنفس وهذا يؤدي إلى استهلاك كمية كبيرة من المواد المغذية فصبح النبات عاجزاً عن تأمين تلك المواد أو قد تتخثر المكونات البروتينية بدرجة الحرارة العالية فتؤدي إلى موت الخلايا ومن ثم موت النبات.

ج . **تأثيرات درجة الحرارة المنخفضة في النبات:** درجة الحرارة الدنا (الصغرى): هي أخفض درجة حرارة يستطيع النبات تحملها، فإذا قلت عن هذا الحد يتوقف نمو النبات، والنباتات التي

تتحمل درجة حرارة دنا هي نباتات مقاومة للبرد. وتعرض الأنسجة النباتية في درجة حرارة منخفضة لبعض الأضرار مثل:

١ . **تجمد البروتوبلازم:** انخفاض درجة الحرارة يؤدي ترسب البروتينات المكونة للبروتوبلازم الخلوي، ما يؤدي إلى موت النبات.

٢ . **الجفاف الخلوي:** إن الماء الموجود في الخلية يبدأ في الانتشار باتجاه الفراغات الخلوية الموجودة بين الخلايا حيث يتجمد، وباستمرار خروج الماء من الخلية يفقد البروتوبلازم الماء حيث ينهار نتيجة تجمع البروتينات، وتأثيرات درجة الحرارة المنخفضة لا تقتصر في أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة كالأوراق والساقان والثمار بل يكون هناك تأثير في الجذور.

٣. **الجفاف الفيزيولوجي:** يعود موت النسيج النباتية لتشكيل البلورات الجليدية داخل الخلايا، فتكون ذات رؤوس حادة ما يؤدي لتمزق الخلايا، وموت النسيج النباتية تحت تأثير الصقع بسبب فقدانها للماء ما يسبب جفاف الأنسجة وصعوبة انساب المواد الغذائية عبر الماء من التربة وهذا ما يطلق عليه الجفاف الفيزيولوجي.

٢.٢.٢. **تأثير درجة الحرارة في الكائنات الحيوانية:** تلعب درجة الحرارة دوراً رئيساً في حياة الحيوانات من حيث توزيعها في المناطق المختلفة، أو من حيث نشاطها واستمرارها، والتحركات والهجرات الموسمية، وعلى الرغم أن بعضها يستطع أن يتحمل درجة حرارة عالية، وأخرى درجة حرارية منخفضة إلا أن وجودها مقيد بدرجة حرارة تتراوح بين الصفر المئوي أو أقل بقليل كحد أدنى، ودرجة حرارة ٥٠ م° كحد أقصى، وخارج هذه الحدود تصبح الحياة الحيوانية صعبة وتتعرض بعض الحيوانات للموت، ويلجأ بعضها إلى السبات أو الهجرة.

وهناك عدة حالات يظهر فيها تأثير درجة الحرارة واضحاً تماماً مثال ذلك: انتشار الحيوانات المرجانية بوفرة على الساحل الشرقي للقارة الأفريقية (ساحل البحر الأحمر) حيث المياه الدافئة، في حين لا تعيش على الساحل الغربي للقارة الأفريقية وذلك لأن هذا الشاطئ معرض للتيارات الهوائية الباردة التي تصل من الشمال. كما أن طائر البطريق لا يستطع أن يعيش إلا في المناطق الثلجية (بيئة التندرا)، في حين ذبابة تسي تسي لا تعيش إلا في المناطق الاستوائية. كما تؤثر درجة الحرارة في نشاط الحيوانات، فمع انخفاض درجة الحرارة نجد أن الحيوانات ذات

١ . البروتوبلازم Protoplasm: هي مادة الحياة الموجودة في خلية الحيوان أو النبات ، وهو مركب من عدة مواد منها الماء والأملاح وغيرها من المواد العضوية.

الدم البارد تُخفف من نشاطها، ويظهر أيضاً لدرجة الحرارة تأثير في حجم الحيوانات، حيث يُلاحظ أن بعض الثدييات والطيور يقل حجمها من منطقة الاستواء إلى المناطق القطبية، ومن بين الأعضاء التي تختلف بسبب درجة الحرارة مثلاً الأذنين، والأنف، والأرجل ... كما هو الحال عند الثعالب، والأرانب تبين الصورة ٢٠. اختلاف أعضاء الثعلب القطبي والصحراوي، والأرنب الصحراوي والقطبي.



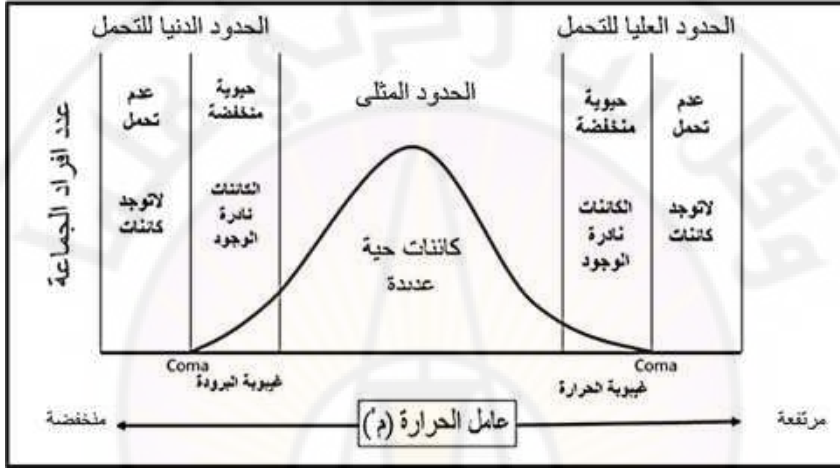
الشكل رقم ٢٠. اختلاف أعضاء الثعالب والأرانب القطبية والصحراوية

وحسب تأثير درجة الحرارة في أجسام الحيوانات تنقسم إلى مجموعتين:

١. الحيوانات ذات درجة حرارة متغيرة Poikilothermic animals: درجة حرارة أجسامها تتغير ارتفاعاً أو انخفاضاً تبعاً للتغيرات الحرارية اليومية أو درجة حرارة الوسط الذي يحيط بها.
٢. الحيوانات ذات درجة حرارة ثابتة Homeothermic animals: تحتفظ دائماً بدرجة حرارة ثابتة لا تتغير تبعاً للمؤثرات الحيوية، بمعنى أن درجة حرارة الجو أو البيئة التي تحيط بها مهما ارتفعت درجة حرارتها أو انخفضت فإن أجسام هذه الحيوانات تظل محتفظة بدرجة الحرارة الخاصة.

٣.٢.٢. الكائنات المتساهلة (المرنة) وغير المتساهلة (غير مرنة) لدرجة الحرارة:

عندما نقول عن كائن ما أنه متساهل (مرن) في التغيرات لدرجة الحرارة، فهذا يعني أن الكائن الحي (النبات والحيوان) قادر على تحمل التغيرات الحرارية، أما إذا كان الكائن يستطيع العيش ضمن حدود ضيقة من درجة الحرارة فإنه يدعى غير متساهل (غير مرن) للتغيرات الحرارية. ويعبر الشكل ٢٨. عن الأداء المتساهل (المرنة) وغير المتساهل (غير المرن) لدرجة الحرارة.



الشكل ٢٨. الأداء المتساهل (المرنة) وغير المتساهل (غير المرن) لدرجة الحرارة

ففي الحدود الدنيا أو العليا للتساهل يكون عدد أفراد الجماعة منعماً أو قليلاً جداً، مقارنة مع المساحة المثلى والتي يكون فيها تأثير درجة الحرارة مثلاً لنمو أفراد الجماعة. وهناك العديد من الكائنات الحية التي يمكن أن تصنف ضمن نطاق الكائنات المتساهلة أو المرنّة إزاء التغيرات الحرارية نذكر منها: يستطيع النمر تحمل مناخ سيبيريا والمناخ الاستوائي. وكذلك أشجار السنديان العادي يمكن مصادفتها على ارتفاع ابتداءً من ٢٠٠ م فوق سطح البحر في الجبال الساحلة السورية وحتى ارتفاع ١١٠٠ م فوق سطح البحر رغم انخفاض درجة الحرارة، وأيضاً الأشنات الزرقاء تعيش في ينابيع تتجاوز درجة حرارتها ٨٥ م°، وبعض أنواعها الأخرى يمكن أن تعيش على ارتفاع ٦٠٠٠ م في جبال همالايا.

٤.٢.٢. تكيف الكائنات الحية مع درجة الحرارة: يُعرف التكيف على أنه قدرة الكائنات الحية المختلفة على التكيف في الأوساط الطبيعية التي تتواجد فيها، من خلال اعتمادها على الصفات الجسدية والسلوكية والمظهرية والتركيبية المختلفة، بحيث تتمكن بواسطة هذه الصفات من ممارسة النشاطات الحيوية اليومية لها بشكل طبيعي، وتتنوع هذه الخصائص وتتباين من كائن

حي لآخر. بسبب تباين الوسط أو اختلافه بشكل مفاجئ، فعند إدخال كائن ما إلى بيئة جديدة فإنه يتأقلم مع تلك الظروف فنقول عنه كائن متكيف للدلالة على أن هذا الكائن استطاع القيام بكافة وظائفه الحيوية واستطاع الانسجام مع بيئته الجديدة.

أ . **تكيف النباتات مع درجة الحرارة:** إن أثر درجة الحرارة يكون واضحاً في الذات لاسمها في العمليات الفيزيولوجية للنباتات، وينعكس ذلك على شكل النبات بذاته، فقد لوحظ هذا الأثر على نبات **الملفوف** حيث تلتف أوراقه في بداية الخريف عند انخفاض درجة الحرارة. ويفسر ذلك فيزيولوجياً لقلة التعرق بسبب قلة امتصاص الجذور للماء وهذا ينتج عن انخفاض حرارة التربة. وكذلك تم إثبات ذلك بنبات **الهندباء** حيث وضع هذا النبات في درجة حرارة مختلفة مع ثبات شروط الرطوبة والإضاءة ف لوحظ أن النبات المزروع في درجة حرارة وسطية ١٧ م°، له أوراق تامة غير مفصصة، أما إذا زرع النبات في درجة حرارة ٥ م°، فإن شكل الورق يكون ضيق ومفصص ويفسر ذلك بنتيجة النظام المائي الذي يقل بسبب نقصان درجة الحرارة. تغطي معظم النباتات **الصحراوية** أوباراً بضاء كثيفة تعكس أشعة الشمس لتقليل التعرق في النباتات وهي إحدى مميزات النباتات الجافة.

ب . **تكيف الحيوانات مع درجة الحرارة:** يمكن ملاحظة التكيفات في فراء ثدييات المناطق الباردة (نمر سيبيريا مثلاً) تكون أكثر ثخانة من فراء ثدييات المناطق الحارة (نمر الهند). كما أن هناك بعض الكائنات الحية تستطيع أن تتأقلم مع الداء في درجة الحرارة إما بتغيير درجة حرارة جسمها مع تغيير درجة الحرارة الخارجية كما في الجمل فعلى الرغم من أنه من الحيوانات ثابتة درجة الحرارة إلا أن درجة حرارة جسمه ترتفع في النهار إلى ٤٠ م° وتنخفض في الليل إلى ٣٥ م°، فضلاً عن أن الحيوانات تستطيع أن تغير أماكنها بانتقالها إلى مناطق ذات درجة حرارة أقل يسكن الماعز الجبلي أعالي الجبال صيفاً وينزل في الشتاء إلى المناطق الأقل ارتفاعاً حيث تكون درجة الحرارة أقل قساوة، كما أن بعض الثدييات كالرنة، والثور القطبي، والدب القطبي، والفقمة يمكنها أن تعيش وتتكاثر في درجة الحرارة المنخفضة حيث يمكنها أن تحتفظ بحرارة جسمها ثابتة بفضل العزل الحراري عن طريق الفراء أو الريش الكثيف أو الطبقة الدهنية تحت الجلد، أو تتأقلم مع الداء في درجة الحرارة العالية بالنشاط الليلي للهروب من درجة الحرارة العالية في النهار كما في الزواحف وكثير من القوارض وبعض الحشرات، أو تهاجر كالطيور، أو تدخل في حالة من السكون أو السبات حتى تعود الظروف لتصبح أكثر ملاءمة لها .

٣.٢. تأثير الرطوبة (الماء) في توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض: يُعد الماء أساس الحياة، فهو يؤثر في الفعاليات الحيوية لكل الكائنات الحية، فنشاط العمليات الحيوية يتم بوسط مائي، ويكون تأثير الرطوبة أكثر وضوحاً وأثراً في المناطق المدارية والمعتدلة الدافئة حيث تمثل الضابط في النمو النباتي بينما يقل أثر الرطوبة الجوية في العروض العليا (الباردة)، حيث يصبح العنصر الحراري أهم من عنصر الرطوبة كضابط مناخي.

١.٣.٢. أشكال الكائنات الحية بالنسبة للرطوبة: تقسم إلى أربع فئات:

أ . الكائنات المائية: تعيش في الماء بشكل دائم مثل: الأسماك والحيوانات المائية، أما النباتات المائية فتتطور إما في وسط مائي كامل أو في تربة غدقة مشبعة بالماء.

ب . الكائنات الألفة للرطوبة: هذه الكائنات لا تستطع العيش إلا في الأوساط الرطبة مثل: ديدان الأرض، وأغلب حيوانات المغاور والسراخس الحقةمة.

ج . الكائنات متوسطة الألفة للرطوبة: هذه الكائنات تحتل مكاناً وسطاً بين الكائنات الجافة، والكائنات الرطبة، وبشكل عام هي متساهلة (مرنة) إزاء تغيرات الرطوبة. فمنها ما هو أقرب إلى النباتات الجافة مثل: الزيزون *Tilia*، ومنها ما هو أقرب إلى الكائنات الألفة للرطوبة مثل: النباتات الموجودة في المناطق المعتدلة ذات الرطوبة المتوسطة منها أشجار البلوط *Quercus*، والسنديان العادي *Quercus calliprinos*، والبطم الفلسطيني *Pistacia palaestina*، والبرمائيات *Amphibia* التي تعيش في المناطق حيث المصادر المائية كثيرة ومتوفرة، وسهلة الوصول إليها، مثل الضفادع، والتماسيح.

د . الكائنات الجافة (ألفة الجفاف): تشتمل الكائنات الموجودة في مناطق شح المياه وقلة الرطوبة، فالنباتات تأقلمت مع البيئة الجافة، والحيوانات مكيفة لمجابهة ندرة الماء، فالكثير منها يحصل الرطوبة اللازمة له من طعامه، وهي مهارة في غالبيتها بطبقة تمنع التبخر، كما في الحشرات والعنكبوتات، والكثير من حيوانات البيئة الجافة ذات نشاط ليلي (فلا تظهر نهاراً).

٢.٣.٢. تأثير الرطوبة: تؤثر في توزيع الكائنات الحية حسب البيئات المختلفة، فالسرخسات تتواجد

في مناطق ذات رطوبة عالية، وتكثر الزواحف في الصحراء على الرغم من قلة الرطوبة، في حين أن الضفادع لا تستطع العيش في البيئات الجافة بعيداً عن الماء.

أ . تأثير الرطوبة في النباتات: تُعد الرطوبة من عناصر المناخ الرئيسة المؤثرة في نمو النبات الطبيعي، فهو يحتاج للماء التي يمتصها من التربة بوساطة جذوره لصنع غذائه في أوراقه، كما أن الماء يعمل كمذيب للعناصر الغذائية والغازات والتي تنتقل بين خلايا النبات، فعملية التمثيل

الضوئي تتم بوجود الماء كما يعمل الماء على تحلل النشاء (الأميلوز) إلى سكر في عملة إنبات البذور، وبالإضافة إلى ذلك فإن الماء تعمل على ضبط درجة حرارة جسم النبات بعملة النتج. لقد أجريت تجارب عديدة لمعرفة تأثير رطوبة الهواء في التشكيل النباتي، وذلك من خلال مقارنة بين خصائص لنباتات تعيش في جو رطب وأخرى تعيش في جو جاف، فوجد أن الهواء الرطب يجعل سوق النباتات طويلة وخلايا البشرة^١ في الأوراق كبيرة، مقارنة مع نباتات تعيش في جو جاف. والنسج النامية في الهواء الجاف تكون أكثر مقاومة وقساوة وخلاياها أصغر حجماً وأثخن غلافاً مما هي عليه النسج النامية في الهواء الرطب. كما يُساعد الهواء الجاف على زيادة التعرق، مما يؤدي لطرح كمية كبيرة من الماء تفوق ما تمتصه الجذور من التربة، مما يسبب اختلال الأعمال الحيوية في النبات. كما يزيد عدد الأشواك بينما الرطوبة تزيل هذه الأشواك أو تعيدها إلى الشكل الذي اشتقت منه، كما في نبات البربريس: هو نبات ذو أشواك تتجمع على شكل باقة في الساق تتحول الأوراق إلى شكل شوكة فلا يبقى على الأغصان إلا الأشواك مجتمعة، أما في الهواء الرطب فتزول هذه الأشواك وتعود الأوراق لتأخذ شكلها.

وتصنف النباتات الطبعة حسب حاجتها للماء إلى ثلاثة أنواع رئيسة وهي كالآتي:

- **النباتات المائية Hydrophytes** : تعيش مغمورة كلياً تحت سطح الماء، ومن أمثلتها نبات الألويا، أو تكون جذورها مغمورة بالماء مثل نباتات المانجروف Avicennia، ونبات ورد النيل Eichhornia، ونبات النيلوفر Nymphaea alba، ونبات الشمبلان المغمور Ceratophyllum demersum، فضلاً عن نباتات المستنقعات كالقصب (الأسل) والبردي. الصورة ٢١. نباتات مائية.

١ . البشرة: الجلد الفوقي، طبقة تحيط بالأوراق، والجذور، والأزهار، والفاكهة، والبذور، وعادةً ما تكون شفافة، وتحمي النبات من فقد الماء، وتنظم تبادل الغازات، وتفرز المكونات الأيضية.



الصورة ٢١. نباتات مائية

- **النباتات الوسطية Mesophytes (المتغيرات):** هي مجموعة نباتات مهأة فيزيولوجياً للعش في بيئة تتميز بوجود فترة مطر (رطوبة) وفترة جفاف. حيث تُظهر نوعاً من التأقلم والتكيف يتفق مع بيئتها المتغيرة بين فصل رطب وآخر جاف. كما هو الحال في معظم نباتات المحاصيل الحقلية كالحنطة والشعير، والشوفان، ونباتات الزينة كالورد، ونبات الاسمين الساحلي (كاميليا)، ونبات اللبلاب هيدرا Hedra helix وشجرة الكينا Eucalyptus spp وشجرة الأكاسيا Acacia spp وشجرة الدفلة Nerium oleander. الصورة ٢٢. النباتات الوسطية (المتغيرات).



الصورة ٢٢. النباتات الوسطية (المتغيرات)

- **النباتات التي تكيفت مع البيئة الجافة (النباتات الجافة) Herophytes :** تتضمن الأنواع القادرة على مواجهة وتحمل فترة طويلة من الجفاف من خلال ما تملكه من وسائل التأقلم والتكيف، فتُصبح أوراقها صمغية أو شمعية لتقلل من كمية المياه المفقودة بعملية النتح، مثل شجرة المال (Money Plant) Crassula ovata (دمعة الطفل)، أو تكون أوراقها وسقائها محتوية على عصارة مائية تُخزنها في موسم هطل الأمطار كنبات الصبير Cactus، أو تكون

ثغورها على السطح السفلي للورقة وفي منطقة الظل لتقلل من كمية المياه المفقودة، أو يكون نمو المجموع الجذري كبيراً حيث يمتد إلى عمق كبير في التربة بحثاً عن الماء أو تنتشر على مساحه كبيرة لتحصل على أكبر كمية من المياه كما في نبات المسكيت السوري *prosopis fracta*، والعاقول *Alhagi maurorum*. الصورة ٢٣. النباتات الجافة.



الصورة ٢٣. النباتات الجافة

ب . تأثير الرطوبة في الحيوانات: تحصل الحيوانات على الماء إما بطريقة مباشرة من خلال شربها للماء أو بطريقة غير مباشرة عن طريق الماء الموجود في الغذاء، وكذلك الماء المتولد في الجسم نتيجة لعمليات التمثيل الغذائي. ترتبط الحيوانات أساساً مع وجود النباتات في أحيان كثيرة لما تعتمد عليها كمصدر لغذائها أو موطنها. لذا فإن ما ذكر من تأثير الرطوبة في النباتات وانتشارها وتحديد نوعيتها يمكن أن يؤثر في الحيوانات كذلك.

ونستطع أن نتبين العلاقة بين الرطوبة والأداء الحيوانية من الأمثلة الآتية: تكثر الحشرات (البعوض) في المناطق الرطبة، بينما تقل في المناطق الجافة. كما تنتشر في المناطق الرطبة الكثير من الحيوانات المائية مثل فرس النهر، والجاموس، والتمساح، والثعبان المائية، والديدان، والقواقع في حين يعيش البعض الآخر في المسطحات المائية المختلفة كالأسماك والحيات. وفي المناطق الجافة حيث يندر الماء، تأقلمت حيوانات هذه البيئة مع ندرة الماء ففي المناطق الصحراوية نجد أنواعاً من الحيوانات لا تشرب الماء فالفأر الصحراوي لا يشرب الماء بينما يحصل عليه من خلال تغذيته على جذور النباتات، ومنها ما يتحمل العطش لمدة طويلة الإبل، ويمكن لبعض الحشرات كالجراد الهجرة بحثاً عن الماء والغذاء.

ج. تكف النباتات مع الرطوبة: أهم التكافات بالنسبة للنباتات مع الرطوبة نذكر:

١. **المجموع الخضري:** تؤثر الرطوبة في شكل النبات وطبيعة أوراقه، فإذا أخذنا الغابات المدارية الرطبة مثلاً نجد أن أشجارها تتسم بأوراقها العريضة جداً، تُمكن الأشجار من امتصاص أكبر كمية ممكنة من الرطوبة المتاحة في التربة، والتخلص بسرعة من الماء الزائد عن حاجة النبات عن طريق النتح، بينما الأشجار التي تنمو في بيئات جافة نسبياً فإن أوراقها تكون ثخينة، وقاسية، والمسام عميقة، وبوجود طبقة شمعة أو برية لتقليل ظاهرة النتح. وتُعرف ظاهرة تغير أشكال أوراق النباتات **بالتحور**، تتحور بعض النباتات في شكلها الظاهري لتتأقلم مع الأجواء الحارة أو الجافة. قد تكون على هيئة أشواك كما في نبات التين الشوكي، والعاقول، والسلة، أو بشكل أبر كما في نبات إكليل الجبل، والصنوبر، أو تكون مجزأة لأجزاء ضيقة كما في نبات الشج، وفي كثير من الحالات نجد الأوراق تضمر ولا يبقى منها إلا حراشف كما في نبات إفيدرا Ephedra والسرو. أو تحور الأوراق إلى مخزون مائي كالنباتات الصحراوية التي تحتفظ بنسبة كبيرة من الماء في أنسجتها العصارية كالصبار، أو مغطاة بالأوبار الكثيفة تعمل على تقليل شدة التعرق وتعكس وتنتشر الأشعة الشمسية الساقطة على الأوراق، مثل نبات البنج أو السكران Hyoscyamus. أو ذات أوراق صغيرة وثنينة كالسنديان، أو تلتف الأوراق لتشكّل جوفاً، وأثناء الرطوبة تنبسط من جديد كنبات العذم للتقليل من شدة التعرق، الصورة ٢٤. التحور بشكل الأوراق النباتية.



الصورة ٢٤. التحور بشكل الأوراق النباتية

٢. **المجموع الجذري:** يؤدي توفر الرطوبة إلى التأثير في طبعة الجذور النباتية، ففي البيئات الرطبة، حيث الرطوبة متاحة للنبات في الأفاق العلوية من التربة تتسم الجذور بضخالتها وقلة امتدادها، أمّا في البيئات الجافة وشبه الجافة، تتسم بعض جذور النباتات بطولها، وتوغلها نحو طبقات المياه الجوفية مثل: نبات العاقول *Alhagicameloroum* تصل جذوره إلى أعماق تصل حتى ١٥ متر.

كما تؤثر قلة الأمطار وفترة هطلها القصيرة في المناطق الجافة وشبه الجافة في حياة النبات إذ تنمو نباتات حولة سريعة النمو حيث تنمو وتزدهر وتلقي بذوره خلال بضعة أيام وهو عمر الفترة الرطبة.

د . **تكيف الحيوانات مع الرطوبة:** تحاول الحيوانات التقنين من صرف الماء الذي حصلت عليه بكل الوسائل الممكنة من خلال لجوء بعض الأنواع الحيوانية إلى الحاة الليلة والاختباء أثناء النهار. فعلى سبيل المثال فإن اليربوع وهو من القوارض الصحراوية الصغيرة يرقد نهاراً في جحره حيث درجة الحرارة لا تتجاوز ٣٣°م (وهي أقل من درجة حرارة السطح بكثير) ويسد جحره بسداد ترابي فحفظ رطوبة ما يفره من الهواء. وهناك بعض الأنواع الحيوانية تختار نباتات معينة للأكل ترتفع في نسبة ما تحتويه من الماء، أو تأكلها في فترات الساعات المبكرة الأولى من النهار، وهي الفترة التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة.

كما أن بناء جسم بعض الأنواع الحيوانية ملائم للبيئة فمثلاً هناك حيوانات تخفض التعرق كالإبل، أو كساء الجسم يكون قاسماً حيث تمتلك بعض حيوانات الصحراء غطاءً خارجاً على هيئة حراشف تمنع تبخر الماء أو امتلاك بعضها قشيرة كتمه، ويعد الإفراغ السبب الرئيسي في خسارة الماء عند الحيوانات، لتقلل فقد الماء، حيث تقوم بعض الحيوانات إعادة امتصاص الماء من البراز خلال المستقيم، أو إخراج البول على شكل حمض البول. كما عند كثير من الحشرات. ولتقادي التعرض للجفاف استطاعت الحشرات من التغلب على تأثير عامل الرطوبة لامتلاكها صفائح صلبة من مادة الكيتين (الهكل الصلب الذي يغطي أجسامها) تمنع الأنسجة الداخلة من الجفاف، مما يقلل من تبخر الماء من أجسامها. وهناك بعض الحيوانات لا تشرب الماء كالكنغر البري^١.

١. يوجد لديه مصنع لتركيب الماء إذا أكل نوع من الحبوب موجودة في بيئته بعد هضمها في الجهاز الهضمي تنتج غاز الهيدروجين، وكما هو معروف أن الماء مكون من نرتي هيدروجين ونرة أوكسجين (H_2O) هو يحصل على

قد لا يكون لارتفاع كمية الرطوبة في منطقة جغرافية ما أي مدلول حيوي إلا إذا أخذنا بالحسبان عامل درجة الحرارة، فدراسة التأثير المشترك للرطوبة ودرجة الحرارة يعطي أساس تأثير عامل المناخ في الكائنات الحة، وقد أجريت عدة دراسات على الحشرات الضارة ضمن شروط مخبرية، تفيد في مكافحة الآفات. قام هميلتون Hamilton بدراسة الجراد الرحال وكان يغير الرطوبة ودرجة الحرارة في وسط التربة (المخبر)، ودرس تأثير هذه التغيرات في الظواهر الفيزيولوجية. فقام هميلتون بعمل تجربتين مختلفتين التجربة الأولى: في درجة حرارة ٣٢,٢°م ورطوبة ٧٠%، والثانية: في درجة حرارة ٣٧,٨°م ورطوبة ٧٠%، فوجد أن درجة الحرارة تزيد في خصوبة الجراد الرحال عندما تتساوى الشروط الأخرى حيث: ازداد عدد البيوض من ٣ بيوض في اليوم عند درجة حرارة ٣٢,٢°م إلى ٥ بيوض في اليوم عند درجة حرارة ٣٧,٨°م إلا أن درجة الحرارة هذه أدت إلى تقصير فترة حياة الجراد البالغ.

فكمية الأمطار قد تكون مضللة في معظم الأحيان، لذلك لا بد من معرفة فعاليتها، ذلك أن فعالة كمية من الهطل مقدارها ٢٥٠ ملم في العروض المدارية الحارة تختلف عن فعاليتها في العروض المعتدلة الباردة. وكمية الهطل الصافي مقدارها ٣٠٠ ملم تختلف من حيث فعاليتها عن فعاليتها من الهطل الشتوي.

٤.٢. تأثير الرياح: يعد الهواء عامل ثانوي ومحلي الأثر في توزيع وانتشار الكائنات الحة على سطح الأرض، ويكون تأثير الرياح كبيراً ومباشراً في الغطاء النباتي الطبيعي أكثر مما تؤثر في الأحياء الحيوانية، لما لها من قدرة ومرونة على الحركة والتنقل لمسافات بعيدة، وتؤثر الرياح في الوسط المدط للكائنات الحة من ناحيتين:

الناحية الأولى: تلعب حركة الهواء دوراً في توزيع وانتشار الكائنات الحة على سطح الأرض من حيث أنها عامل أساس في نقل غبار الطلع والبذور، وتحدد توزيع الأمطار وبالتالي تؤثر في توزيع الكائنات الحة.

الناحية الثانية: تركيبه الكمائي المؤلف من غازات ضرورية لاستمرار حياة الكائنات الحة خاصة (O₂) الضروري لتنفس الأحياء و(CO₂) الضروري للنباتات الخضراء ونسبة بخار الماء في الجو تجعل الهواء رطب أو جاف حسب المناطق الجغرافية.

الأوكسجين من الهواء تقوم مصنع الماء الداخلي بتركيب ذرتين من الهيدروجين الناتجة من الجهاز الهضمي وذرة من الأكسجين الناتجة من الجهاز التنفسي ويكون الماء داخلياً.

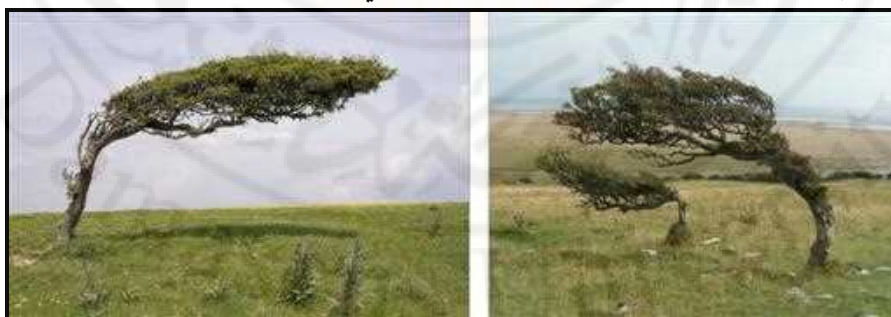
١.٤.٢. التأثير الفيزيولوجي للرياح في النباتات: تؤثر الرياح في بعض العمليات الفيزيولوجية للنباتات فحدة التعرق تزداد بزيادة حركة الرياح، فالرياح القوية والمتواصلة تؤدي إلى الحد من درجة النمو النباتي من خلال زيادة معدل التبخر، وزيادة معدل النتح.

فإذا قارنا شدة التعرق لأوراق نبات زيبيرينا *zebrina* المعرضة للرياح وشدة التعرق لأوراق نفسها في الوسط الهادئ نجد أن شدة التعرق تزداد من ٣ إلى ٤ مرات في أثناء هبوب الرياح عما هي عليه في الوسط الهادئ.

كما تزداد شدة التعرق عندما تكون الرياح جافة وحارة وتسبب فقدان كمية كبيرة من الماء لدرجة لا تستطيع الجذور امتصاص كمية كافية لتعويض الكمية المفقودة عن طريق التعرق مما يسبب ذبول النباتات، وجفاف الثمار.

إن تأثير الرياح واضح في عملة تبادل الغازات ما بين الغلاف الجوي وورقة النبات عبر الثغور، فالرياح الخفيفة تنشط التنفس والنتح والبناء الضوئي عند النباتات عن طريق تجديد الهواء وغاز CO_2 من حول الأوراق، أما الرياح الشديدة والمستمرة على النباتات تؤدي إلى انخفاض عملة التركيب الضوئي وبالتالي نقص في تركيب المواد العضوية وهذا ما يلاحظ في الأنواع النباتية النامية في مناطق الرياح المستمرة.

كما تؤثر سرعة الرياح واتجاهها في شكل النباتات، فإذا كان هبوب الرياح من اتجاه واحد وباستمرار فإن شكل النباتات يأخذ شكل يشبه العلم كما هو موضح في الصورة ٢٥. فالأوراق والأغصان المعرضة للرياح تجف وتموت بينما المحجوبة عنها تتابع نموها مما يعطي الشجرة شكل علم. ونلاحظ هذه الظاهرة على شاطئ البحر وأعلى الجبال الساحلة.

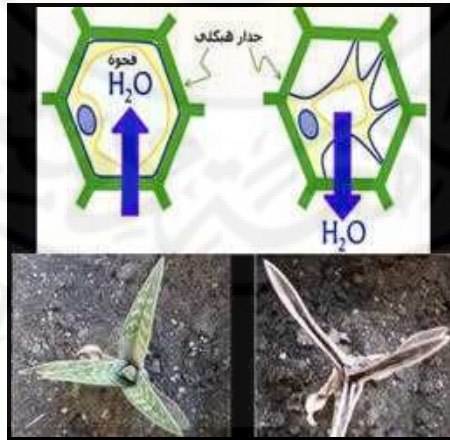


الصورة ٢٥. شكل العلم لتأثير هبوب الرياح من اتجاه واحد

٢.٤.٢. التأثير الميكانيكي للرياح في النباتات: يكون الضرر الميكانيكي للرياح على النباتات التي تتلقى الصدمة الأولى، عندما تحمل الرياح ذرات الرمال، فتصطدم بالجذع فتزيل اللحاء من

الأشجار مما يؤدي لموتها، كما أن الأشجار التي تتأثر بالرياح الثلجة من الناحية العلوية غالباً تأخذ الأغصان شكل خاص لها منبسط أو مسطح أو قصيرة، وعندما تنمو الأشجار في منحدر فالأغصان العلوية تصبح موازية لسطح الأرض.

تقاوم النباتات أثر الرياح بالمجموع الجذري المتطور فكلما كان المجموع الجذري عمقاً كلما كان التأثير الميكانيكي للرياح قليلاً، أما النباتات ذات المجموع الجذري السطحي تكون شديدة التأثر بالرياح الشديدة. كما تزيد الرياح القوية من عملة التذرية والحت مما يؤدي إلى نقل (تعرية) الأفاق السطحة للتربة لاسمها المناطق الجافة مما يؤدي إلى كشف جذور النباتات التي تحول دون نمو كثير من أنواع النباتات وأحياناً موتها. إن الأثر الميكانيكي للرياح في المجموع الخضري يكون بشكل أكبر في الأوراق العرضية والكبيرة منه في الأوراق الإبرية والصغيرة. كما أن النبات الذي يتعرض إلى رياح جافة بصفة متكررة يكون أقل حجماً (متقزم) مقارنة بنبات من النوع نفسه ينمو في منطقة لا تهب فيها الرياح، ويعود سبب التقزم إلى أن الخلايا لس بها ماء كاف لتتمدد إلى حجمها الكامل، كما أن نقص الرطوبة يعيق انقسام الخلايا. الشكل ٢٩. الأثر الميكانيكي للرياح في الخلايا النباتية. وللرياح تأثير ضار في النبات يعود إلى المواد التي تحملها الرياح، فعلى سبيل المثال الرياح التي تهب في المناطق الساحلية من البحر تحمل الملح والرمل والتي يمكنها قتل البراعم والأوراق، وتؤثر الرياح في تكسير الأغصان في الأشجار والشجيرات ويمكن أن تؤدي أحياناً إلى اقتلاع الأشجار من جذورها.



الشكل ٢٩. الأثر الميكانيكي للرياح في الخلايا النباتية

إلى جانب أضرار الرياح فإن لها فوائد وأهمها تساعد الرياح في عملة التلقح الهوائي وذلك ينقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى وتساعد الرياح على انتشار البذور وثمار العديد من النباتات إلى مسافات بعيدة مما يوسع رقعة انتشارها، كما أن الرياح تؤدي دوراً إيجابياً في تكوين الغطاء النباتي فمثلاً رياح الشنوك (كلمة هندية أمريكية تعني صاهرة الثلوج) التي تتصف بارتفاع درجة حرارتها لانحدارها وانضغاطها بشدة من على السفوح جبال الروكي توفر كمية من المياه يسمح بنمو الحشائش على السفوح التي تقع في ظل الرياح الغربية.

٣.٤.٢. تأثير الرياح في الحيوان: تأثير الرياح في الحيوانات أقل من تأثير في النباتات وذلك لقدرة الحيوانات على الانتقال، ولكن تؤثر الرياح في النشاط الحيوي لبعض الأعداء الحيوانية، كالحشرات، فالبعوض على سبيل المثال لا يستطيع الطيران عندما تتجاوز سرعة الرياح (١٢ كم/سا)، ويتوقف الجراد الرحال أمام الرياح، وتختار ذبابة المنزل الأماكن الهادئة لتستقر، ونمل الحصاد لا يترك جحره عندما تكون هناك رياح. كما تؤثر الرياح في عدم قدرة الطيور على الطيران في الأيام التي تكون فيها الرياح شديدة، وللرياح تأثير خاص في هجرة الطيور، حيث تقوم الرياح الثابتة الاتجاه بنقلها في طريقها دون جهد كبير من الطيور. فطيور السمائم تُوجه نفسها نحو تارات الرياح لتسمح لها بحملها معها، ما يسمح لها بأن تنام وهي تُحلق. ويؤدي اتجاه الرياح دوراً كبيراً في هجرة الطيور، فالرياح الجنوبية المعتدلة مناسبة للطيور المهاجرة شمالاً إذ تدفعها برفق للشمال، وعند اشتداد الرياح وهبوب العواصف، أو تغير اتجاه الرياح تضطر الطيور في هذه الحال للهبوط والمكوث انتظاراً لتغير اتجاه الرياح. كما تؤثر الرياح في انتقال وتوزع وهجرة الحشرات والكائنات الدقيقة، مثل الجراد ينتقل عبر الرياح، كما تنقل الرياح الآفات الحشرية من النبات المريض إلى النبات السليم، وتنقل الرياح بذور وبيوض ويرقات الكائنات الحية ما يسهم في انتشارها، كما يزداد حدوث عملة التعرق في الحيوانات بزيادة سرعة الرياح.

٣. تأثير التربة: يرتبط التواجد النباتي بوجود التربة، فالتربة هي مكان نمو وتطور الغطاء النباتي، فالعلاقة بينهما هي علاقة جذرية، وتعد دراسة التربة من أهم المواضيع التي تهتم بها الجغرافة الحيوية، غير أنها لا تدرس التربة، من وجهة علم التربة، وإنما تبحث عن مدى ملائمة تربة ما لنوع من الأنواع النباتية والحيوانية. وإذا كان للتربة تأثير غير مباشر في الحاة الحيوانية عن طريق الحاة النباتات، فإن لها تأثير مباشر في بعض الحيوانات التي تعيش فيها أو في جحورها.

ومن التربة يحصل النبات على ما يحتاج إليه من المواد الغذائية والماء والهواء، ويعتمد عالم الحيوان في غذائه ومقومات حياته على النبات، وفي الوقت نفسه ترجع النباتات والحيوانات إلى التربة مخلفاتها وبقاياها التي يتم تحليلها بوساطة الكائنات الحية التي تعيش فيها، وبذلك تعاد العناصر المعدنية التي أخذها النبات والحيوان من التربة مرة أخرى إلى التربة. ويقول روبنسون: (التربة تمثل موطن الكثير من الكائنات العضوية، حيث يتم فيها نشاطها الحيوي الذي يعد مسؤولاً عن إعادة دورة المواد الغذائية من المواد العضوية وغير عضوية).

والحقبة التربة ليست وسطاً ساكناً، بل هي عالم حافل بالحركة والنشاط، فهي وسط حيوي له أهميته وقمته في دراسة الجغرافة الحيوية، كعامل مؤثر في الكائنات الحية، وسنقوم بتوضيح دور التربة كعامل مؤثر في الكائنات الحية من خلال تركيبها الفيزيائي والكماي.

١.٣. الخصائص الفيزيائية للتربة وتأثيرها في توزيع الكائنات الحية: يؤثر العديد من الخصائص الفيزيائية تأثيراً مباشراً في الكائنات الحية التي تعيش في التربة ومن أهم الخصائص الفيزيائية التي تؤثر في توزيع الكائنات الحية وانتشارها نذكر:

١.١.٣. عمق التربة: تختلف التربة بعمقها، حيث يتفاوت عمق التربة بين بضعة سنتيمترات إلى عدة أمتار، ويؤثر هذا التباين في عمق التربة في أنماط وخصائص النباتات التي تنمو فيها، ففي مناطق الغابات المدارية المطيرة حيث التربة الضحلة تنسم الأشجار بجذورها الضحلة (جذور سطحية) بشكل لا يتناسب مع ضخامة وطول جذوعها التي تزيد عن ٣٠ متراً. ويظهر أثر تباين عمق التربة بشكل واضح على سفوح الجبال، ففي المناطق الجبلية ذات الأمطار التي تسمح كميتها بنمو الأشجار، تختفي الأشجار وتسود الحشائش حيث نجد أن السفوح شديدة الانحدار يقل عمق التربة إلى حد كبير نتيجة شدة الانجراف. أما على السفوح قليلة الانحدار يزداد عمق التربة فتكثر الأشجار بشكل واضح، ولا نستطيع أن نفسر هذا التباين في الصورة النباتية رغم تساوي كمية الأمطار إلا بالرجوع إلى عوامل أخرى وهي عمق التربة. وبالتالي يلعب عمق التربة دوراً مهماً في حياة الكائنات الحية، فكلما زاد عمق التربة كلما ازداد محتواها المائي والعناصر الغذائية الموضوعة تحت تصرف الكائنات الموجودة فيها مثال: ديدان الأرض يمكنها أن تقضي الفصل الجاف مغروسة في الأعماق، فإذا كانت التربة سطحية لا تستطيع ذلك. إن تأقلم النباتات مع عمق الترب يعود إلى أشكال نمو الجذور المتعلقة بطبيعة النباتات معمرة أم حولية، عشبة أم شجيرية أو شجرية، فالحوالات تتصف بحجم جذري بسيط تنمو في الترب السطحية، في حين

تتواجد النباتات المعمرة في التربة الأكثر عمقاً. أما الأشجار والشجيرات فالتربة العميقة هي الأصلح لنموها وتطورها، ويمكن أن تصل جذورها إلى أعماق تزيد عن ٢ إلى ٣ م.

٢.١.٣. قوام التربة (نسج التربة): أي محتوى التربة من غضار، ورمل، وسلت. إن رطوبة التربة ودرجة تهويتها يتوقفان على قدرة التربة على خزن الرطوبة بداخلها والاحتفاظ بها أكبر فترة ممكنة من نادرة، وضمان درجة مناسبة من التهوية من نادرة أخرى. وكل ذلك مرتبط بنسج (قوام) التربة وهنا تتدخل التربة كعامل طبيعي في الكائنات الحية داخل الأقاليم الحيوية. فالتربة الرملية في المناطق الرطبة تعد تربة جافة نسبياً لأنها تحتفظ بكمية أقل من المياه إذ ما قورنت بالتربة الطينية. وفي المناطق الجافة وشبه الجافة ينعكس الوضع وتصبح التربة الرملية بصفة عامة رطبة نسبياً إذا ما قورنت بالتربة الطينية التي تميل أن تكون جافة نسبياً. إذ تزداد قدرة التربة الرملية في هذه المناطق القليلة الأمطار على تسرب أكبر كمية من المياه، والاحتفاظ بها قبل أن تتعرض للتبخر أو الانسحاب السطحي، بينما تقل قدرة التربة الطينية على هذا التسرب، لأن التربة الطينية بطبيعتها صعبة النفاذية لا تسمح للمياه أن تتسرب بسرعة داخلها، ومن ثم يضع جزء كبير من الأمطار بالتبخر من نادرة، والجريان السطحي من نادرة أخرى قبل أن تتوغل في التربة.

وبالتالي التربة الرملية تشكل وسطاً يلائم عدد قليل من النباتات، وتكون غير ملائمة لنمو البذور لعدم توفر الماء اللازم في الطبقة السطحية لتغذية البذور في بداية إنباتها، ومن النباتات التي تستطع العيش فيها: الصنوبر الثمري، والسنط، والطرفاء، والخرنوب. أما التربة الطينية الثقيلة ذات النفاذية الضعيفة كتمه للماء والهواء في الأقاليم الرطبة جداً قد تخلق بيئات مستنقعة، ويرتبط بها صور نباتة تسودها الحشائش والنباتات المائية مغيرة بذلك للنطاق الشجري المدط بها، كما هو الحال في جنوب السودان.

كما يؤثر قوام التربة في تحديد نوعية النباتات وتوزعها داخل الإقليم الحيوي حتى لو تساوت كمية الأمطار الهائلة، ففي إقليم الغابات النفضية في غربي قارة أوروبا ووسطها نجد أن شجرة البلوط تسود في بريطانيا وفرنسا حيث التربة الطينية الثقيلة، بينما تسود أشجار الزان حيث توجد التربة الكلسة والخفيفة، أما في مناطق التربة الرملية والضحلة تنتشر أشجار البتولا.

ولحجم حبيبات التربة أهمية بالنسبة للأداء الحيوانية التي تعيش بالتربة أو تحفر فيها، فعلى سبيل المثال: يرقات الحشرات لا تستطع العيش في التربة ذات القوام الحصى، وتتطلب تربة

ناعمة كغشائات الأجنحة (من أكبر رتب الحشرات) التي تحفر حجوراً لتسكن صغارها مثل الجراد الذي يغرس بيوضه في التربة. الصورة ٢٦. جراد يغرس بيوضه في التربة.



الصورة ٢٦. جراد يغرس بيوضه في التربة

والقشريات التي تعيش في رمال البحر تشترك بصفة واحدة تماثل في الشكل، فجسمها متطاوّل لتستطع الانسلاّل بين حبيبات الرمل وطبقة الماء التي تغطيها. الصورة ٢٧. قشريات في رمال البحر.



الصورة ٢٧. قشريات في رمال البحر

كما يوجد حيوانات بحرية تظهر تقضياً مختلفاً تجاه نوعية الرمل. فمنها يفضل الرمل الخشن، أو الرمل الناعم، ومنها يفضل السلت كالديدان الحلقة عديدة الأشواك، التي تعيش مدفونة في الرمال مثل دودة الرمل النيرس (Neris). الصورة ٢٨. حيوانات بحرية تعيش في الرمل



الصورة ٢٨. حيوانات بحرية تعيش في الرمل

٣.١.٣. لون التربة: يعد اللون من أهم الخصائص الفيزيائية المميزة للتربة، وأكثرها استخداماً في الوصف، وكان تصنف التربة يعتمد على اللون، ويتأثر لون التربة بنوع المعادن المكونة للمادة الأم والتربة، حيث تتصف كل تربة بلون مميز، ولكل لون دلالة معينة.

تحتوي التربة الداكنة (بني داكن أو رمادي داكن) في تركيبها المعدني على عنصر المنغنيز أو تكون غنية بالمادة العضوية، تحتوي كمية كبيرة من النتروجين وغالباً ما تكون عالية الخصوبة. والتربة الحمراء لونها الأحمر دليل على أن نسبة أكاسيد الحديد مرتفعة في التربة، كما أن الاحمرار يكون مؤشراً على أن التربة جيدة التهوية وجيدة الصرف، والتربة الصفراء فيها أكاسيد الحديد ولكن نتيجة للرطوبة والأمطار يتحول لون التربة للأصفر. وفي المقابل نجد أن اللون الفاتح أو البضاء يعني قلة المواد العضوية وقلة الخصوبة بصفة عامة وانخفاض نسبة أكاسيد الحديد في التربة، وارتفاع نسبة مركبات الكالسيوم فصبح لون التربة أبيض، والتربة الزرقاء دلالة على سوء الصرف وتغدق التربة، حيث يشير إلى أن التربة رديئة التهوية ورديئة الصرف. فكل نوع من هذه الترب نباتات توجد فيها من حيث النمو والإزهار، فاللون هو انعكاس لما يحدث داخل التربة من تفاعلات وتأثيرات.

٤.١.٣. **هواء التربة:** يرتبط هواء التربة بقوامها، والتهوية تعد مهمة بالنسبة لتنفس وامتصاص جذور النباتات للماء. حيث يكون الامتصاص في الترب ذات التهوية الجيدة أسرع من الترب ذات التهوية السيئة. كما أن تركيز الأوكسجين (O_2) تكون نسبته أقل منها في الهواء، وغاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) تكون نسبته في التربة أعلى من الهواء، وتختلف الأنواع النباتية من حيث متطلباتها لنفاذية التربة للهواء، فالأشجار المخروطية حساسة لقلة نفاذية التربة للهواء، في حين أشجار الكينا تنمو في الترب الرملية ذات التهوية الجيدة.

٥.١.٣. **ماء التربة (رطوبة التربة):** رطوبة التربة هي كمية الماء المتوفرة في التربة والمتاحة للكائنات الحية، فهو ضروري لمختلف التفاعلات الكيميائية، وللنشاط الحيوي في التربة، وإذابة الأملاح. ويختلف الجهاز الإعاشي لنبات الذي يعيش في منطقة رطبة عن الجهاز الإعاشي لنبات يعيش في منطقة جافة، إن هذا الاختلاف ناتج عن تحورات طرأت على أعضاء النبات بغرض البحث عن الماء والتقليل من فقدانه لمقاومة الجفاف وأهم تحورات الجهاز الإعاشي لنبات نذكر:

أ. **الجذور:** كلما انخفض معدل الرطوبة في الآفاق السطحية من التربة ازداد تعمق الجذور النباتية، وتكون جذور النباتات في المناطق الجافة كثير التفرع، حيث تنقرع في كل الاتجاهات أفقاً وשאقولاً، وطويلة، وتتغلغل داخل التربة لأعماق بعيدة بحثاً عن الماء، مثل نبات العاقول، ونبات الشح، أو تنمو الجذور بشكل أفقي وسطي مثل نباتات الأرتي Calligonum والإيريموسبارتون Eremosparton تمتد جذورها الأفقية أكثر من ٣٠ متراً بعيدة عن منافتها.

ونبات الصبار جذوره سطحة للاستفادة من الرطوبة لأنه ينمو في بيئات رملة خفيفة، حيث الهطل المطري قليل والتبخر كبير، بينما في الترب الرطبة يكون تفرع الجذور قليل لوفرة الماء والعناصر المعدنية، وإن ازدياد الرطوبة في التربة (التربة الغدقة) يؤدي إلى توقف نمو الجذور نهائياً، بسبب عدم توفر الأوكسجين.

ب . **الجزء الهوائي:** في الترب الجافة والحار تكون جذوع الأشجار لحمة لتدخر الماء في أنسجتها، وغطائها الغشائي يمنع تبخر الماء مثل نبات الصبار، أو تحمي نفسها ضد البخر باتخاذ قشرة سمكة أو غطاء من الفلين، أما أوراقها تكون صغيرة، وقليلة، ومتحورة إلى أشواك كالنبات الشوكي السدر، أو ملتفة حول نفسها مثل نبات الحلفاء، أما في الترب الرطبة تكون سقان النباتات طويلة ورفعة، والأوراق عريضة كثيرة العدد ذات مساحة كبيرة للقيام بعملية النتح.

كما تؤدي رطوبة التربة إلى تقصير فترة النمو الخضري ودفع النباتات للتزهير المبكر وهذا ما يُعرف بالارتجاع، حيث أن الإزهار والإثمار يتأخران في السنوات الرطبة، بينما نجد العكس في السنوات الجافة، حيث تقصر فترة النمو الخضري ويتطور النبات ويؤثر مبكراً. كما تعد رطوبة التربة عامل أساسي في وجود بعض الحيوانات، فالكائنات التي تتواجد في التربة الرطبة تختلف عن مثيلاتها في التربة الجافة، مثال ذلك ديدان الأرض لا تتواجد إلا في الترب الرطبة. وحشرة الترميت الإفريقية (النمل الأبيض) تحفر سراديب عميقة في التربة لتزويد مستعمراتها بالماء. كما أن الرطوبة العالية للتربة تقتل الكثير من يرقات الحشرات.

٦.١.٣. **الجفاف وأثره في الغطاء النباتي:** يقصد بالجفاف نقص ماء التربة المسر للنبات الذي يؤدي إلى نقص كمية الماء الداخلي للنبات بدرجة تقلل من نموه. وبالرغم من أن ضرر الجفاف يسببه أساساً نقص ماء التربة إلا أن الضرر يزداد بالعوامل الجوية المختلفة مثل درجة الحرارة المرتفعة، والرطوبة المنخفضة، والرياح التي تزيد من سرعة النتح، وهناك نوع آخر من الجفاف هو **الجفاف الفسيولوجي Physiological Drought** الذي ينتج عنه نقص ماء النبات الناتج عن تجمد التربة، أو حدوث الغرق وقلة امتصاص الأوكسجين اللازم لتنفس الجذور، فقل بذلك امتصاص الماء رغم توفره في التربة حيث يعاني النبات الجفاف لعدم قدرته على امتصاص الماء في التربة.

٧.١.٣. **درجة الحرارة المتراكمة للتربة Accumulated Temperature**: يقصد بدرجة الحرارة المتراكمة مجموع درجات الحرارة التي تزيد عن المتوسط الأصغري اليومي لدرجة الحرارة، والذي يُمكن أن تنمو فيه النباتات بشكل طبيعي، ويُقدر هذا المتوسط عند معظم الباحثين في مجال البيئات المناخية الحيوية ومن بينهم فلاديمير بيتز كوين Wladimir Peter Koppen وأوستين ميلر A.Austin Miller بنمو ٦ م° وهو يُمثل صفر النمو عند النبات، وعلى هذا الأساس يمكن أن تُحسب درجة الحرارة المتراكمة ليوم واحد أو أسبوع أو شهر أو لأي فترة زمنية حسب القانون التالي:

$$م = (ح - ٦ م°) \times \text{الفترة الزمنية}$$

وتؤثر درجة حرارة التربة بفعالة في نمو النباتات ونشاط الأحياء الدقيقة وتطورها، فهي تؤثر في العمليات الطبيعية، كالنفاذية، وامتصاص الماء والمواد الذائبة فيها، وفي انحلال المركبات المعدنية وانحلال الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، وسرعة نمو الجذور، وإنبات البذور إلخ، ويعتمد معدل هذه العمليات على تغير درجة حرارة التربة، إذ ترتفع معدل هذه العمليات بارتفاع درجة حرارة التربة، وتنخفض بانخفاضها، لذلك يختلف نمو النباتات وأنواعها بين فصول السنة. ويعود الفضل لدرجة الحرارة المتراكمة في نمو الغابات الصنوبرية في الأقاليم الباردة في العروض الشمالية رغم قصر طول فصل النمو.

إن درجة حرارة التربة لها تأثير شديد في معدل امتصاص الماء من قبل النبات، فمعدل امتصاص الماء من التربة ينخفض بانخفاض درجة حرارتها ويزداد بارتفاعها. وهو ما يُعرف بالجفاف الوظيفي **Physiological Drought**. ويقصد به ندرة المياه أو الرطوبة المتاحة للأحياء، وهذه الندرة إما تكون نتيجة لشح الأمطار الساقطة مع شدة ارتفاع درجة الحرارة، مما يقلل من قمة الأمطار الفعالة إلى أدنى مستوى ممكن، كما في المناطق الصحراوية، وإما تكون نتيجة لانخفاض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر، حيث تهبط القمة الفعالة للرطوبة إلى ما دون الصفر كما في المناطق القطبية بسبب تجمد التربة.

٢.٣. **الخصائص الكيميائية للتربة وتأثيرها في الكائنات الحية**: يُعد التكوين الكيميائي للتربة من أهم خصائصها تأثيراً في توزيع النباتات، فإذا كانت العوامل المناخية تحدد مجال انتشار نوع نباتي ما، فإن التربة هي المسؤولة عن تواجد نوع نباتي في مواقع مختلفة ضمن المجال نفسه، فالنباتات الحساسة لوجود ملح الصوديوم NaCl أو زيادة نسبة الكلس في التربة، لا تنتشر في البقع التي تتميز بهذه الخصائص وإن كان المناخ ملائماً.

تختلف الترب كماداً بين ترب حمضة، وأخرى قلوية، وثالثة ملحة ورابعة متعادلة، ولكل نوع من هذه الترب كائنات حية توجد فيها. ونستطع على هذا الأساس أن نقسم الترب إلى:

١.٢.٣. الترب الكلسية: تتصف هذه الترب بأنها غنية بمكونات الكلس وهي ترب قلوية أو قاعدية وهي أحياناً ذات خصوبة عالية وتصل قمة PH التفاعل الأرضي ٨ وأكثر، وتتواجد عادة في الأقاليم ذات الهطل الخفيف ٢٥٠ ملم، وتتضمن الترب السوداء، والترب البنية، والترب الصحراوية. إن ازدياد كمية كربونات الكالسيوم CaCO_3 في محلول التربة يؤدي إلى تبدلات في خصائص التربة مما يؤثر في التغذية المعدنة للنباتات ومن هذه التبدلات: ارتفاع قمة PH التربة يؤدي إلى تثبيت الحديد وبالتالي صعوبة حصول النبات عليه. وتثبيت الفوسفور بشكل غير قابل للامتصاص، فعلى سبيل المثال تتحمل شجرة الفستق الحلبي وجود الكلس في التربة إلى نسبة تتراوح من ٥٠ . ٦٠ %، كما توجد بعض الأنواع تنفر من الكلس مثل الكستناء حيث تصفر الأوراق، وينخفض نمو الأشجار، كما أن أشجار البلوط والسنديان والمولود تنمو في الترب الكلسية.

أما تأثير الكلس في الحيوانات فهو يعد عنصراً أساسياً لبناء العظام والأسنان بتكوين فوسفات الكالسيوم، كما أن بعض الحيوانات تحتاج إلى الكلس بشكل أساسي كما في مزارع الدواجن المقامة على أرض فقيرة بالكلس، فضاف مسحوق صناعي كي تصنع الدجاجة بيوض صلبة. كما لو حظ في هضبة سيناء تواجد معديات الأرجل التي تبني قواقع كالحلزون بشكل غزير ومتنوع على الأتربة الكلسية بينما تختفي في المناطق ذات الترب الغرانيتية.

٢.٢.٣. الترب المعدنة: تتسم الترب المعدنة بوجود نسبة كبيرة من أكاسيد الحديد والألمنيوم، ولكن ينقصها الكلس وهي تربة حامضة ذات خصوبة منخفضة وتصل قمة PH إلى نحو ٤ أو أقل. إن زيادة الحموضة في التربة تعيق أو توقف المعدل الذي تمتص جذور النباتات بوساطة المواد الغذائية من التربة. وتتمثل الترب الحامضة في تربة التندرا، والبودزول، والتربة الحمراء والصفراء، وشبه المدارية، والترب المدارية الحمراء (لاتريت). فبعض النباتات لا تعش إلا في التربة الحامضة كأشجار الغار الجبلي، والصنوبريات ألفة الحموضة بسبب كون جذورها تحوي على فطر المكوريزا التي تسهل لها التغذية الأزوتية. في حين ينخفض نمو بعض الأشجار في الأتربة الشديدة الحموضة لانخفاض التغذية الأزوتية، وهذا يظهر بوضوح في أشجار الزان التي تخشى حموضة التربة، ولدرجة الحموضة في التربة أثر مهم في نشاط وغزارة أنواع الكائنات الحية الدقيقة فيها، فهناك أنواع من الفطريات تفضل أن يكون وسط التفاعل حامضي.

٣.٢.٣. **الترب المتعادلة:** تربة وسط بين الترتين السابقتين فهي ليست حامضة ولا قلوية وتكون قيمة PH فيها نحو 7 وهي أنسب الترب للنمو النباتي، ونشاط الكائنات الحية الدقيقة المختلفة.

٤.٢.٣. **الترب الملحة:** وهي الترب المنتشرة في المناطق الجافة وشبه الجافة، إن تراكم الأملاح الذائبة في منطقة انتشار الجذور بتركيز عالي لدرجة تعيق فيها النمو المثالي للنبات، وتحول قطاع التربة إلى بيئة غير صالحة لانتشار الجذور.

إن زيادة تركيز الأملاح تُضعف قدرة النبات على امتصاص الماء رغم وجود الماء بكمية كبيرة، ما يؤدي لجفاف النبات وهذا ما يُعرف **بالشد الأسموزي** الذي يؤدي إلى نقص عدد الثغور التي تنتج الماء، وتتنقص مساحة الورقة، وينخفض نمو المجموع الجذري، وتقزم النبات، وتلون أوراقه بلون أخضر داكن، وزيادة سمك الأوراق، وحروق على الأوراق للنباتات الخشبية، قلة النمو والتفرعات الجذرية، وسقوط الأزهار والثمار بعد عقدتها.

ويُعد **عنصر الصوديوم** من العناصر السامة لأغلب النباتات، والقليل من النباتات التي يمكنها النمو والتطور في تربة مالحة حاوية على نسبة عالية من الصوديوم والسبب هو أن زيادة الصوديوم يؤدي إلى جفاف التربة فيزيولوجياً نظراً لأنه يرفع من قيمة الضغط الاسموزي فجعلها كتمه غير نفوذه للماء والهواء. ويعد **كلور الصوديوم** ساماً لكائنات الحية الدقيقة. وتؤثر الملوحة في شكل النبات فتجعله قصير، وتضمّر الأوراق، أو تظهر طبقة شمعة على سطحها وتجعلها ذات لون أخضر داكن. وتدعى النباتات المتحملة للتركيز العالي من الصوديوم في التربة **ألفة الملوحة** ولا تستطيع بذورها الانتاش إلا إذا احتوت التربة على كمية كافية من الملح، مثل الطحماء التي تنبت في أرض السبخات وبالقرب من الشواطئ لديها القدرة على نزع الأملاح من الماء وطردها مع مياه النتج عبر مسامات الأوراق.

من كل هذا نرى أن التربة تمثل عاملاً طبعياً محطاً في تحديد نوعية الأحياء النباتية داخل الأقاليم الحيوية المختلفة في ظل تشابه الظروف البيئية المحيطة الأخرى، لاسمما الظروف المناخية.

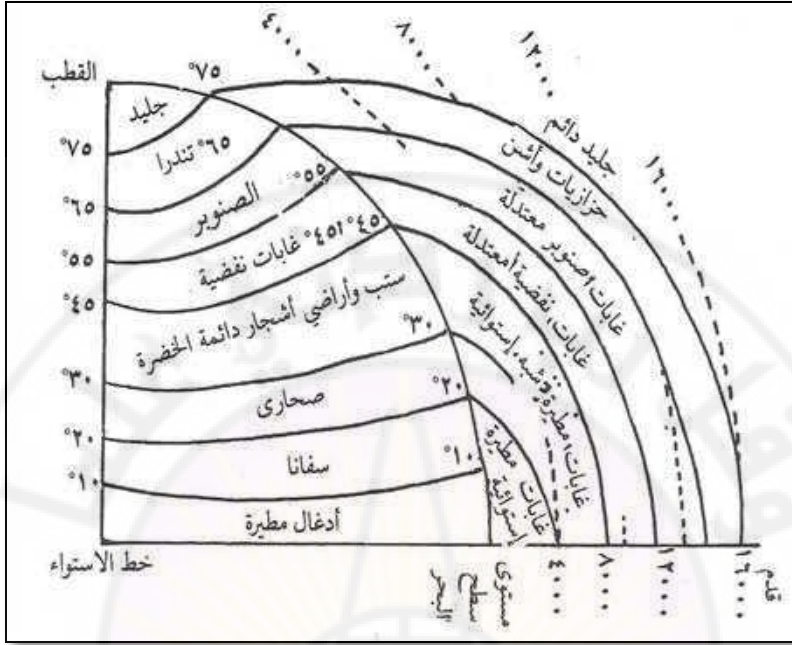
٤. **العوامل التضاريسية:** تؤثر العوامل الطبوغرافية بشكل غير مباشر في وجود الكائنات الحية عن طريق تأثيرها في عناصر المناخ، وبالتالي تحدد توزيع الكائنات الحية في منطقة جغرافية معينة. تلعب التضاريس دوراً رئيساً في تنوع المناخ المحلي، وهو دور يسهل إدراكه من مقارنة الأنواع المناخية على الجوانب المتقابلة للجبال، ومن مقارنة مناخ الوديان والسهول بمناخ

المرتفعات المجاورة لها. ويظهر أثر هذا العامل واضحاً في كل العناصر المناخية، ولكنه يبدو أكثر وضوحاً لعنصري درجة الحرارة والأمطار، كما تؤثر التضاريس في خصائص التربة حيث نجد تربة الوديان أعمق وأغنى بالعناصر الغذائية وأكثر إنتاجاً من التربة على قمم الجبال وسفوحها.

أما بالنسبة للحياة الحيوانية فإن دور التضاريس يكاد يكون محدوداً، ومع هذا نجد أن مناطق الجبال يرتبط بها حيوانات معينة لها القدرة على الحركة والانتقال وتسلق السفوح الجبلية، لذلك تكثر في المناطق الجبلية أنواع معينة من الحيوانات مثل الماعز . اللاما . البغال . ثور التيب... كما يُلاحظ أثر التضاريس في الحياة الحيوانية من خلال تنوع الحيوانات من حيث الضخامة تبعاً لاختلاف التضاريس، فالمناطق السهلة تتميز بحيواناتها الضخمة كالأيل، والفيلة، والأبقار، والنعام، والغزال الشائك القرن، والحمار الوحشي،... بينما تتميز حيوانات المناطق الجبلية بصغر حجمها وخفة حركتها ومقدرتها على القفز، وسرعة الحركة، في المناطق الجبلية الصخرية والجروف الصخرية الشديدة الانحدار كالماعز، واللاما، والأغنام الجبلية، كما تعيش الحيوانات صغيرة الحجم مثل حيوانات البكا الشبيهة بالأرانب، كما يبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخري وغير ذلك ويمكن أن نتبين تأثير التضاريس من خلال ثلاثة عوامل:

١.٤. تأثير الارتفاع عن سطح البحر في الكائنات الحية: إن التغيرات التي تصيب عناصر المناخ تحت تأثير الارتفاع عن سطح البحر تؤثر في توزيع الكائنات الحية لاسمًا النباتات، ومن ثم كثيراً ما تكون منطقة الجبال في إقليم ما منطقة شذوذ مناخي . نباتي. لهذا تسهم خطوط التسوية في خلق نطاقات حرارية رأسية متدرجة ومتتالية يصاحبها تدرج في الأقاليم الحيوية على سفوح الجبال على شكل نطاقات إحداة متباينة تسمى بنظام النطاق الرأسي للأدواء.

أ. تأثير الارتفاع عن سطح البحر في توزيع النباتات: لقد ترتب على تباين درجة الحرارة وكمة الأمطار والرطوبة وطول الفترة الضوئية وشدة الإضاءة مع الارتفاع ظهور أنواع متباينة من النباتات الطبعة التي تتدرج من قاعدة الجبل إلى قمته بطريقة مشابهة لتتابع الأقاليم النباتية ما بين خط الاستواء والقطب، حيث ربط هوبكنز Hopkins بين الارتفاع عن سطح البحر ودرجة العرض وبين الغطاء النباتي في قانون يُعرف بقانون هوبكنز للمناخ الجوي والذي يفسر بأن: الارتفاع بمقدار ٣٠٥م يحدث تغيراً مظهرياً حيوياً مماثلاً لما يمكن ملاحظته من التغير عند الاتجاه شمالاً لمسافة ١٠٧ كم. ويوضح الشكل ٣٠. توزيع الأقاليم النباتية حسب قانون هوبكنز.



الشكل ٣٠. توزيع الأقاليم النباتية في العالم حسب قانون هوبكنز

فالغطاء النباتي في سلسلة الجبال الساحلة على ارتفاع ٣٠٠ . ٤٠٠م، يختلف عن الغطاء النباتي في السلسلة نفسها على ارتفاع ١٠٠٠ . ١٦٠٠م، ومن الأمثلة على ذلك التدرج الواضح في نمو الأشجار في الغابات من أسفل السفح إلى قمة الجبل، الغابات الصنوبرية التي على جبال الألب أو الهمالايا، هي من نوع الغابات الصنوبرية نفسها الواقعة في شمالي سيبيريا وأوروبا، وكذلك في أعلى الجبال يوجد ما يسمى بالحشائش الألبية وهي تعادل حشائش التندرا في أقصى الشمال.

تختلف الأحزمة النباتية من إقليم لآخر فلكل نطاق جبلي مناخه ونطاقه النباتي، فعلى سبيل المثال تسود الغابة المخروطة دائمة الخضرة على سفوح جبال الألب الفرنسية على ارتفاع يراوح بين ٢٤٠٠ . ٢٧٠٠م، بينما تسود المروج النباتية الألبية على الارتفاع نفسه في إقليم الهضاب الوسطى، وعلى الارتفاعات نفسها يسود نبات العرعر الملائم للظروف المناخية شبه الجافة في جبال الأطلس في المغرب.

كما وجد هوند Honde أن التغيرات التي تصيب عناصر المناخ تحت تأثير الارتفاع عن سطح البحر تؤثر في توزيع النباتات وفي نموها وشكلها حيث تزداد نسبة التفرعات والأغصان،

وينخفض طول النبات، وتطول فترة نمو وتطور الشجرة لتصل إلى مرحلة النضج مقارنة مع المناطق المنخفضة، ويقترّب تاج الشجرة تدريجاً من الأرض، ويبعد ساق الشجرة عن الشكل الأسطواني.

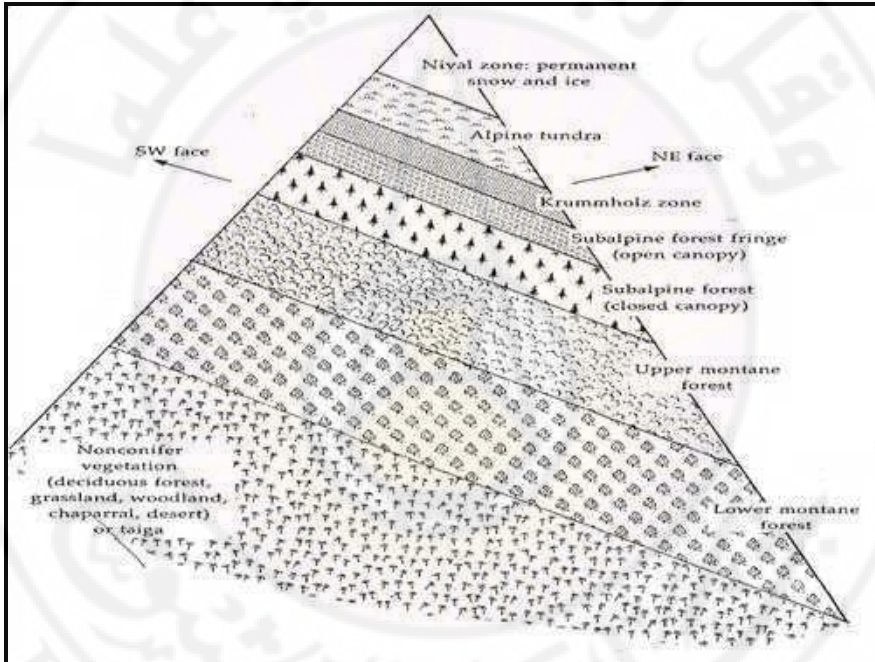
وتلعب المنخفضات خاصة المناطق الحوضيّة دوراً واضحاً في إحداث الكثير من التغيير في توزيع الكائنات الحية داخل الإقليم الحيوي الواحد، ففي المناطق الجافة وشبه الجافة، تصبح المنخفضات (الأحواض والأودية) مناطق تجمع لأكبر قدر ممكن للرطوبة بالقاس إلى المناطق المجاورة، مما يتيح فرصة أفضل لإعالة نمو نباتي أكثر غنى مقارنة بالمناطق المجاورة الأكثر ارتفاعاً، ولكن في المناطق الرطبة كثيراً ما تتحول هذه المنخفضات إلى مناطق مستنقعة تخلق ظروفاً بيئية مغايرة لبيئة المناطق المجاورة مثال المستنقعات جنوب السودان، ويرتبط بهذه المستنقعات الكثير من النباتات المائية مثل نبات البردي ووردة النيل وهي تغاير تماماً الصورة النباتية الشجرية . الحشائش في المناطق المجاورة .

ب . تأثير الارتفاع عن سطح البحر في توزيع الحيوانات: من الصعب تحديد ارتفاع معين لمناطق عيش الحيوانات الجبلية لأنها تتحرك في هجرات موسمية بين النطاقات العالية والنطاقات المنخفضة حسب فصول السنة، وتتغير أنواعها وفقاً لارتفاع الجبال بعضها يعيش في نطاق الغابات الجبلية مثل القردة ذات الفراء وهي توجد في غابات السفوح المنخفضة في جبال الهمالايا وهضبة التبت، والدب والأسود والنمر الأرقط يوجد بصفة خاصة في هضبة منغوليا، وبعضها الآخر يعيش في نطاق الحشائش الجبلية، مثل التيتل في جبال الألب، والأك في هضبة التبت، واللاما في جبال أمريكا الجنوبية، وهناك طائر السمامة النيبالي الذي يُقَم أعشاشه على ارتفاع ٦١٠٠ م فوق سطح البحر في جبال الهمالايا.

٢.٤. تأثير اتجاه السفوح في توزيع الكائنات الحية: يلعب اتجاه السفوح بالنسبة للرياح المحملة بالرطوبة دوراً مهماً في إحداث التنوع الحيوي على جانبي الجبل، إذ يؤدي هذا الاتجاه إلى خلق نطاقين حيويين مختلفين تقريباً على الجبل الواحد وفي منطقة جغرافية بيئية محددة. ففي الجبال الساحلية في سورية على سبيل المثال نجد أن السفوح الغربية المواجهة للرياح الغربية القادمة من البحر المتوسط نمواً شجرياً غزاً متمثلاً في غابات رطبة من أشجار البلوط والسنديان والصنوبر، والشوح، والأرز....، بينما تسود على السفوح الشرقية (ظل المطر) حيث لا تبعد أكثر من ٤٠ كم

عن السفوح الغربية نباتات شبه جافة مثل السنديان العادي، والطم الأطلسي... وشجيرات صحراوية.

كما أن لاتجاه السفح أثر كبير في نموه وتطوره، من خلال تأثيرها في درجة حرارة التربة والهواء المحيط ورطوبة التربة، ففي فصل الربيع تحتضن السفوح الدافئة المواجهة للناحية الجنوبية أو الغربية أنواع نباتة تتقدم في نموها عن تلك الموجودة في السفوح الباردة المواجهة للشمال أو الشرق. ويوضح الشكل ٣١. تأثير اتجاه السفوح في توزيع الغطاء النباتي.



الشكل ٣١. تأثير اتجاه السفوح في توزيع الغطاء النباتي

كما تفضل الحيوانات الرعي أثناء الشتاء في السفوح الجنوبية والغربية، بسبب الارتفاع في درجة حرارتها، أما في فصل الصيف فإنها تفضل الرعي في السفوح الشمالية والشرقية لأن درجة الحرارة باردة ولكون النباتات في مراحل نموها الأولى ولتوافر الظل بدرجة أكبر.

٣.٤. تأثير انحدار السطح في توزيع الكائنات الحية: يعد الانحدار عاملاً طبوغرافياً مهماً ومؤثراً في نمو الغطاء النباتي وتنوعه، إذ تميل السفوح الشديدة الانحدار إلى أن تكون أجف كثيراً من السفوح الأقل انحداراً، وذلك لأن السفوح شديدة الانحدار تقلل من القمة الفعلة للتساقط لأنها

تسرع من جريان الماء فوق السطح، ومن ثم لا تتاح للماء الفرصة الكافية لتسربها داخل مسامات التربة، وتتسم هذه السفوح أيضاً بالترب الرقمة قليلة العمق، وبالتالي تسود في مثل هذه السفوح نباتات جفافة رغم كمية التساقط الفعلة تسمح بالنمو الشجري في ظل الظروف العادية. ما يؤدي إلى ترك السفح عارياً ما لا يسمح بنمو الغطاء النباتي إلا حيث توجد بعض الشقوق. وفي المقابل نجد السفوح القليلة الانحدار التي تعمل على زيادة القمة الفعلة للتساقط، والتي تتميز بوجود ترب عمقة نسبياً وتسمح لماء الأمطار بالتسرب داخل التربة بكمية كبيرة، مما يساعد على غنى النمو النباتي والحيواني واختلافه عن السفوح الشديدة الانحدار.

وقد صنف جديبي Gdebe الأراضي الحراجة حسب درجة الانحدار:

١. أراضي ذات انحدار لطيف (٥ . ١٠ درجة) تكون أتربتها عمقة ومحتواها المائي جيد، يمكن أن تنمو عليها مجموعات نباتة كثفة إذا توفر المناخ الملائم.
 ٢. أراضي ذات انحدار متوسط (١١ . ٢٠ درجة) التربة متوسطة العمق ومحتواها المائي جيد، تنمو مجموعات حراجة كثفة إذا توفرت العناصر المناخة الملائمة.
 ٣. الأراضي المنحدرة (٢١ . ٣٠ درجة) التربة قليلة العمق، تنمو عليها بعض الأشجار والشجيرات ذات جذور سطحة.
 ٤. الأراضي الشديدة الانحدار (٣١ . ٤٥ درجة) تربتها سطحة غنة بالأحجار والصخور إنتاجيتها ضعفة، تكون مغطاة بأشجار وشجيرات صغيرة.
 ٥. الأراضي شديدة الانحدار جداً أكثر من (٤٥ درجة) تتواجد فيها بعض الأشجار والشجيرات المتفرقة، وتكون التربة على شكل بقع بحيث تظهر الصخرة الأم.
- ومما سبق نرى أن التضاريس تلعب دوراً واضحاً في تباين المنظومة الحيوية داخل الإقليم الحيوي.

ثالثاً . العوامل التشريدية (الفيزيولوجية) المؤثرة في توزيع الكائنات الحة على سطح الأرض:

تؤدي الخصائص الفيزيولوجية والتشريدية والسلوكية التي يتمتع بها الكائن الحي إلى تفاعله مع بيئته بطريقة خاصة، لذلك فإن الكائنات الحة تتميز بتأقلمها مع الظروف البيئية الخاصة بها، فإذا انتقلت خارج هذه البيئة استحال عليها العيش فبعض الكائنات الحة لم تستطع التأقلم والتكيف مع التغيرات البيئية فكانت النتجة هي انقراضها كما حدث للديناصورات والمأموث، أو واجهت صعوبات كبيرة في التأقلم مع البيئة الجديدة.

تختلف الكائنات الحية من الناحية الفيزيولوجية، فالثدييات والطيور تختلف عن الزواحف والبرمائيات في أنها تتميز بوجود نظام عضوي آلي داخلي يُساعد على الاحتفاظ بدرجة حرارة دائمة داخل أجسامها، وهذا يفسر قدرتها على تحمل درجة الحرارة المنخفضة، لذلك توجد في العروض الباردة جداً، بينما لا تسمح هذه البرودة بوجود الزواحف والبرمائيات حيث تتميز البرمائيات بأنها من ذوات الدم البارد التي تتغير درجة حرارة جسمها حسب درجة حرارة الوسط الموجودة فيه، لذلك فإنها عندما تبرد تضطر للبحث عن أشعة الشمس لتدفئة نفسها، فتصبح نشطة، وإذا ارتفعت درجة حرارتها أكثر من اللازم، فكون عليها البحث عن ملجأ ظليل أو جحر تحت الأرض للاختباء فيه.

أما العوامل الفيزيولوجية في النباتات تتميز بأشكال حادة متميزة تعتمد على خصائصها الفيزيولوجية مثل الصنوبريات التي تتميز بقدرتها على النمو في بيئات قاسية لا تصلح للأشجار عريضة الأوراق، فالصنوبريات تنمو في العروض العليا، وعلى ارتفاعات شاهقة، وظروف رطبة، وفي تربة فقيرة، وفي هذه الظروف لا تستطع الأشجار عريضة الأوراق أن تتحملها.

رابعاً . العوامل الحيوية (البيولوجية) المؤثرة في توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض:

تتأثر حادة كل كائن بحياة الكائنات الأخرى التي تشاركه العيش في المنطقة الجغرافية، إن وجود هذه الكائنات بعضها مع بعض في وحدة متفاعلة تشكل المجتمع الحيوي، ويمكن أن يكون المجتمع كبير الحجم كجماعات النباتات في غابة، ويمكن أن يكون المجتمع صغيرة كمجتمع الأعداء الدقيقة، ويُطلق على تجمع الجماعات المختلفة اسم المجتمع (مجتمع نباتي مجتمع حيواني)، إن أفراد الجماعة الواحدة لا يعيشون بمعزل بعضهم عن بعض، ولا تعيش الجماعة بمعزل عن الجماعات الأخرى، فهناك تفاعل ما بين الأنواع، وهذا التفاعل يأخذ أشكال عدة، وهناك نمطين من العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية التي تعيش في منطقة بيئية معينة، النمط الأول العلاقات بين أفراد النوع الواحد، والنمط الثاني العلاقات بين أفراد تابعين لأنواع مختلفة.

١.٤ العلاقات الحيوية بين أفراد الجماعة:

يرى ديفيد واتس أن الجغرافة الحيوية تبحث في أنماط أشكال الحادة الحالة المتعددة والمختلفة على سطح الأرض، كما تهتم بالآلة التي بها تنظم الكائنات الحية نفسها داخل مجموعات صغيرة مميزة، تقاوم تحديات البيئة، ومدى استجابة الكائنات الحية المختلفة لهذا التحدي،

فالكائنات الدة لا تعيش كأفراد منعزلة بعضها عن بعض، إنما يوجد أفراد كل نوع ضمن تنظم معين يُعرف بالجماعة. والجماعة **Population** هي مجموعة من الأفراد تابعة لنفس النوع، ولها القدرة على التكاثر فما بينها، وتوطن منطقة بيئية محددة. أما النوع **species**: فهو وحدة بناء المجتمعات الحيوية، إذ يوجد في كل نظام بيئي عدد من أنواع الكائنات الدة يميزه عن غيره. فالنوع يشمل مجموعة أفراد متشابهة وراثاً والقادرة على التكاثر وإنجاب نسلأ خصبأ يشبه الأبوين.

١.١.٤. نظام الجماعة الحيوية: يمكن دراسة التغيرات في التوزع المكاني والزمني والوفرة أو الغزارة لمختلف الكائنات الدة من خلال ما يُعرف بدينامكة الجماعة **Population dynamics** ويمكن وضع المتغيرات والفعالات التي تحدد توزع الجماعة وغزارتها ضمن ما يسمى بنظام الجماعة، حيث يمكن التعبير عن وضع أو حالة الجماعة بخصائص أو متغيرات تشمل:

١.١.١.٤. خصائص الأفراد: يتمتع كل فرد من أفراد الجماعة بخصائص مميزة، ويمكن تقسم الخصائص التي يتمتع بها الأفراد إلى خصائص فيزيولوجية، وخصائص فيزيائية، وخصائص سلوكية، هذه الخصائص هي التي تحدد استراتيجية داة الفرد وبالتالي المجموعة ككل. إن تسارع النمو أو ما يسمى **تأثير الجماعة** و**تأثير الكتلة** لس إلا مظاهر ناجمة بحد ذاتها عن الخصائص الفيزيولوجية والفيزيائية للأفراد في حال اجتماعها.

يدل أثر الجماعة على جملة التغيرات التي تبدو على الأفراد في حال اجتماعهم، فالعديد من الكائنات الدة لا يمكنها أن تتكاثر وتستمر في الداة إلا إذا وجدت بشكل مجموعات، فمثلاً لابد من توفر ٢٥ رأس من الفيلة، وتوفر ٣٠٠ رأس من الرنة، كي يبقى القطع (الجماعة) على قيد الداة. إن أثر الجماعة هنا يتجلى برفع احتمالات الإخصاب عند الإناث، ومساعدة الأفراد بعضها لبعض في البحث عن الغذاء، ومقاومة الأعداء، فالذئاب على سبيل المثال تستطع أن تقتل حيوانات كبيرة إذا كانت مجتمعة بينما تعجز عن ذلك إذا كانت منفردة.

أما أثر الكتلة فهو عكس أثر الجماعة حيث أن زيادة عدد الأفراد في الوسط يؤدي إلى موت العديد منها لأسباب مختلفة وبالتالي النقص في كثافة الجماعة. مثال: وجد أن عدد البيوض عند سوسة القمح المنتجة يوماً يصل إلى حد أعظمي عندما تصل النسبة بين الأفراد وعدد حبات القمح ٢٠٠/١، وهذا يعود إلى كثرة العدد مما يخفف الإباضة. فتأثير المنافسة بين أفراد النوع الواحد انعكس سلباً على الأفراد لارتفاع كثافة الأفراد في وحدة المساحة.

٢.١.١.٤. **خصائص الوسط (القدرة الاستيعابية):** القدرة الاستيعابية هي العدد الأقصى من أفراد النوع الواحد الذي تستطع بيئة جغرافية معينة على دعمه ومساعدته للعش لأطول فترة ممكنة، أي توفير المأكل، والسكن، والمشرب، وغيرها. والقدرة الاستيعابية محددة بتوفر الطاقة، والماء، والأكسجين، والمواد الغذائية. وعندما تنمو الجماعات في بيئة تتوفر فيها الموارد يزيد عدد الولادات على الوفيات، مما يؤدي إلى وصول الجماعة سريعاً إلى مستوى القدرة الاستيعابية للبيئة فتصبح الموارد محدودة، فإذا تجاوزت الجماعة القدرة الاستيعابية يزيد عدد الوفيات على عدد المواليد لأن الموارد تصبح غير متوفرة لدعم الأفراد جمعها، مما يؤدي إلى انخفاض عدد أفراد الجماعة إلى أقل من مستوى القدرة الاستيعابية نتيجة موت أفرادها.

٣.١.١.٤. **فعالات الجماعة الحيوية:** للجماعة الحيوية صفات أو خصائص متنوعة ذات طبيعة إحصائية، فالصفة الأساسية للجماعة الحيوية هي كثافتها Population density وهذه الصفة تحدد بأربعة قياسات هي:

أ. **معدل الولادات Natality:** الولادة هي قابلية الجماعة الغريزية للازدياد، والتي تدل على ازدياد الجماعة تحت ظرف بيئي معين وتختلف باختلاف حجم وتركيب الجماعة والظروف الجغرافية المدطمة، ويجب التمييز ما بين معدل الولادة النظري (الكامن) وبين معدل الولادة الفعلية (الحقيقي). **فمعدل الولادة النظري:** هو عدد الأفراد الذي يمكن لجماعة ما أن تنتجها في وحدة الزمن تحت الشروط البيئة المثالية، وهي تعبر عن القدرة الكامنة لإنتاج الأفراد وهي ثابتة. أما **معدل الولادة الفعلية:** هو عدد الأفراد الناتجة في وحدة الزمن تحت الشروط البيئة الحالية، وهي ليست ثابتة، بل تتغير حسب كثافة الجماعة، وحسب العوامل البيئة المدطمة بها. ويعبر عن معدل الولادة بصورة عامة كالتالي:

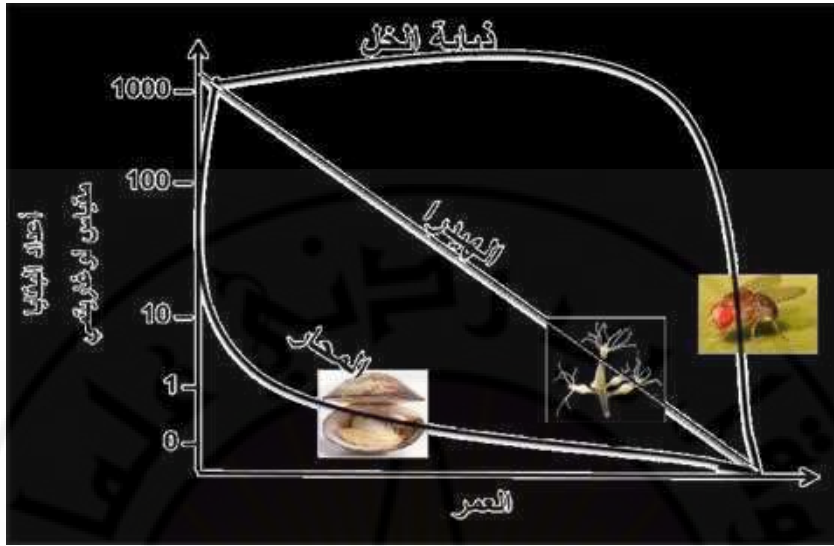
عدد الأفراد الجدد المنتجة	=	معدل الولادة للجماعة الحيوية
الزمن		

ومن الجدير بالذكر أن معدل النمو أو الزيادة الحقة للجماعة مرتبط بمجموعة من عوامل الوسط الجغرافي التي تحد من الزيادة كعدم توفر الغذاء الكافي، والأمراض المختلفة، وحوادث التطفل، والافتراس وغيرها ... فزيادة عدد أفراد الجماعة إذا لم يكبح فإنه سيتم وفق متوالاة هندسة، حيث تتزايد الجماعة بالسرعة التي تستطعها إذا لم تقاوم من عوامل أو شروط الوسط الجغرافي.

ب . **معدل الوفيات (Mortality):** عدد الأفراد الذين يموتون في جماعة ما في فترة زمنية محددة، وتحدث الوفيات لأسباب فيزيولوجية Physiological mortality الشخوخة وهي ثابتة، أو لأسباب بيئية Ecological mortality معينة وهي غير ثابتة، كموجات الحر والبرد، والجفاف، والبراكين، والزلازل وغيرها، ولابد من التمييز بين العمر النظري (درجة التعمير النظرية) ودرجة التعمير الفعلية (الحقيقة). **فدرجة التعمير النظرية:** هي طول مدة الحياة للأفراد تحت الشروط البيئية المثالية، أي أن الوفاة تحدث نتيجة الشخوخة وليس بسبب عوامل الوسط. أما **درجة التعمير الفعلية:** المدة الفعلية لطول حياة الأفراد تحت ظروف الوسط الطبيعية، وهي ليست ثابتة أي أن الأفراد يموتون بسبب تداخل عوامل الوسط. وعندما تُحدد أعمار مختلف الأفراد في مجموع ما، فإنه يمكن أن نحصل على ما نسمة جداول الحياة Life tables، فهي تشير إلى نماذج الوفيات، ووقت حدوث الوفيات، وعدد تلك الوفيات، ونوع الوفيات وأسباب ذلك. ومن بيانات جداول الحياة يمكن رسم منحنيات البقاء. **منحنيات البقاء** هي تمثيل بياني يُعبر عن عدد الأفراد الباقية على قيد الحياة في الجماعة خلال مدة من الزمن. وبشكل عام يوجد ثلاثة أنواع أساسية لمنحنيات البقاء كما في الشكل ٣٢. أنواع منحنيات البقاء:

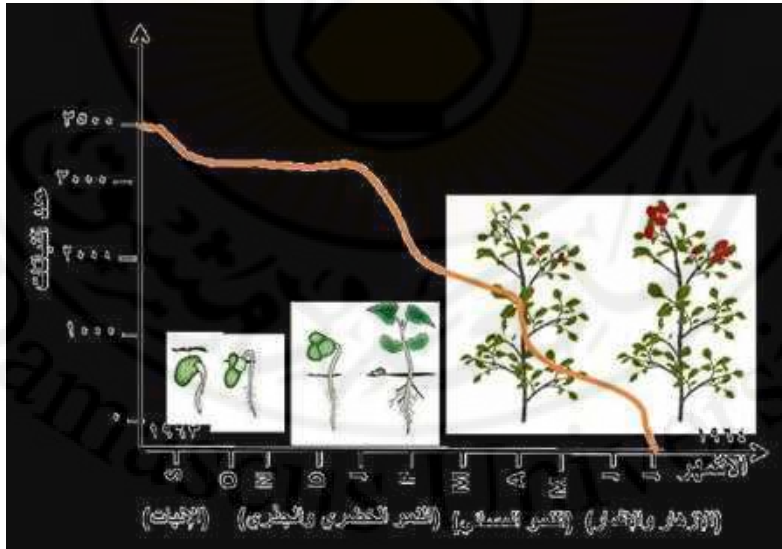
- **نمط المنحنى الهابط:** حيث تتميز أفراد تلك المجموعة بوفات كبيرة في المراحل الفتية، لتقل بعدها الوفيات ولكنها تتم بصورة بطيئة والمنحنى هابط. مثل المحاربات ذوات المصراعين، والكثير من الطيور والأسماك واللافقاريات.
- **نمط المنحنى المستقيم** كما في حالة الهيدرا^١ Hydra يتميز أفراد تلك المجموعة بأن معدل الوفيات يبقى ثابتاً طيلة فترة الحياة وعندها يكون المنحنى على شكل مستقيم.
- **نمط المنحنى الصاعد** في حالة ذبابة الخل وتتميز أفراد تلك المجموعة بوفات قليلة في المراحل الفتية، لتزيد بعدها الوفيات ولكنها تتم بصورة بطيئة والمنحنى الصاعد.

١ . الهيدرا حيوان صغير من الجوفمعويات، ويكثر في مياه البرك العذبة، طوله من ٢ إلى ٢٠ ملم، ويرتبط بالأعشاب المائية والحجارة بواسطة مادة لاصقة تنتجها قاعدته القرصية، للهيدرا قدرة على إعادة توليد جسد متكامل من أي قطعة صغيرة يتم اقتطاعها من الجسد الرئيس.



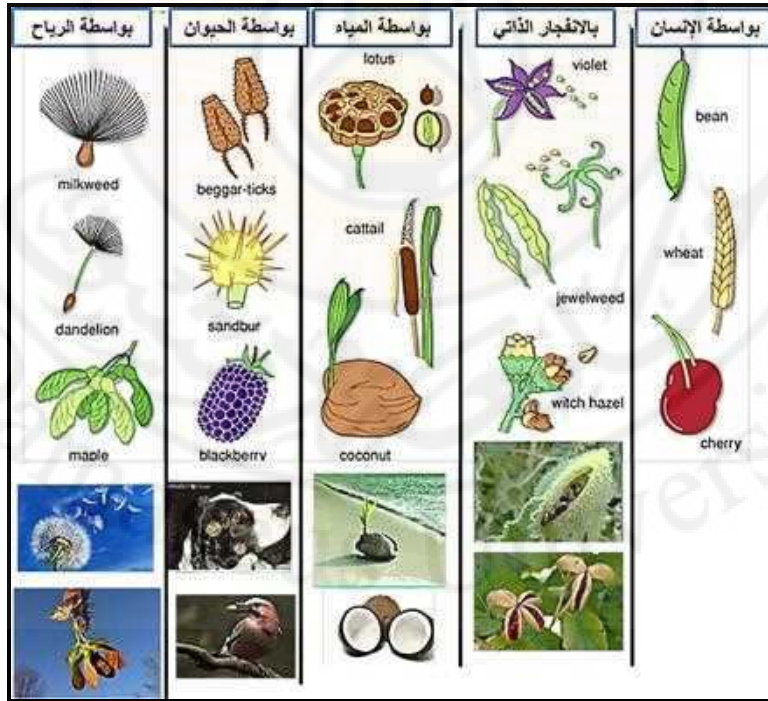
الشكل ٣٢. أنواع منحذات البقاء

وقد تبدي الكائنات الحة مراحل متوسطة بين المنحذات الأساسية، فبعض النباتات تظهر خصائص المنحذات الثلاثة خلال دورة حياتها، مثل النباتات الحولة الشتوية في صحراء نفادا، كما في الشكل ٣٣. منحذات البقاء للنباتات الحولة.



الشكل ٣٣. منحذات البقاء للنباتات الحولة الشتوية في صحراء نفادا

د . انتشار الجماعة الحيوية **Population dispersal (الهجرة)**: تتحرك الأفراد المكونة لجماعة حيوية معينة من وإلى وسط المعيشة، وهذا ما يعرف بالانتشار، حيث تنتقل خلاله الكائنات الحية إلى الأماكن التي توفر لها ظروفًا معيشة أفضل، إن ظاهرة ترك منطقة النشوء والتحول إلى مناطق أخرى جديدة ومختلفة عن المناطق الأصلية تسمى **الانتشار dispersal** أو **الهجرة migration**، حيث تنتشر البذور والنباتات بطرق متنوعة قد تكون بذارًا خفيفة ريشة لها مظلات من شعر أو أجنحة يمكن أن تحملها الرياح وتنقلها من مكان إلى آخر مثل القلقب، والبذور ذات الزغب في نبات الطرخشقون، وشجرة الصفصاف، وقد تطفو على سطح الماء، وتنقل بمساعدة الماء الجارية كما في جوز الهند، وتساعد الحيوانات كذلك في انتشار البذور، حيث تكون بذور بعض النباتات ذات أشواك أو مواد لزجة تعلق بفراء أو ريش الحيوانات، وتأكل الحيوانات أنواع عديدة من الثمار لكنها لا تهضم البذور، أو بوساطة (الانفجار) التبعثر لبذورها فعلى سبيل المثال تقذف ثمار نباتات البلسم بذورها لدى أدنى لمسة، كذلك الإنسان أسهم في نقل بعض الكائنات الحية من موطنها الأصلي إلى أماكن جديدة ويوضح الشكل ٣٤ طرق انتشار النباتات.



الشكل ٣٤. طرق انتشار النباتات

أما الهجرة migration فهي الحركة المباشرة من مكان لآخر، بمعنى هجرة الأفراد إلى خرج مناطق نشوؤها وعدم العودة إليها، أو هجرة الأفراد إلى منطقة معينة لم تكن قد دخلتها من قبل. ويعد الانتشار من العوامل التي تحدد نمو الجماعة الحيوية، وكثافتها، فعلى سبيل المثال التزامم يجعل المكان والغذاء غير كافيين فيدفع الكائن الحي إلى البحث عن غذاء أفضل ومكان أوسع. وهناك عدة أشكال حركة الهجرة هي:

١. الهجرة الدورية: حيث تتحرك الحيوانات دورياً، أو فصلاً استجابة لتغيرات مناخية، أو لتوافر الغذاء، أو لتأمين تكاثرها. كهجرات طائر اللقلق الأبيض الذي يمضي الربيع والصيف في شمالي قارة أوروبا، وشتاءً في جنوبي قارة إفريقيا، وتوضح الخريطة ٣. الهجرة الدورية لطائر اللقلق.



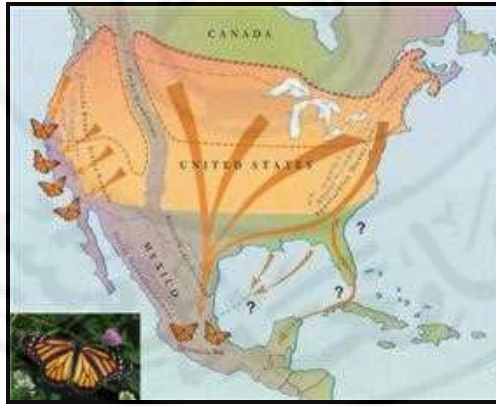
الخريطة ٣. الهجرة الدورية لطائر اللقلق الأبيض

وقد تتطلب الهجرة الدورية كامل حياة الحيوان كما في هجرة أسماك السلمون الأحمر في المحيط الهادئ الذي يلد في أعالي مجاري الأنهار، وبعد سنوات عديدة، تعود إلى الأماكن التي ولدت فيها في أعالي مجاري الأنهار للتكاثر ثالثة قبل موته. الخريطة ٤. الهجرة الدورية لأسماك السلمون.



الخريطة ٤. الهجرة الدورية لأسماك السلمون

والهجرة السنوية للفرشات الملكة في أمريكا الشمالية، فالفرش الملكي لا يستطيع احتمال برودة فصل الشتاء في أمريكا الشمالية، لذا تهجر نحو أماكن أكثر دفئاً، في جبال المكسيك وكاليفورنيا، وتستغرق رحلتها ما بين ٨ إلى ٩ أشهر. ويوضح الخريطة ٥. الهجرة الدورية للفرشات الملكة في أمريكا الشمالية.



الخريطة ٥. الهجرة الدورية للفرشات الملكة في أمريكا

٢. الهجرة باتجاه واحد خارج الجماعة الحيوية أي ترك الأفراد لمكان تواجد الجماعة.
٣. الهجرة باتجاه واحد داخل الجماعة الحيوية عدد الأفراد الذين ينضمون إلى الجماعة ويدخلونها.

٤.١.١.٤. **متغيرات الجماعة الحيوية:** هي الكثافة، ونموذج التوزيع، والتركيب العمري، وشكل النمو، هذه المتغيرات تختلف مكاناً وزماناً، وسبب الاختلاف يعود إلى تأثير هذه المتغيرات بفعالات الجماعة الحيوية معدل الولادة، ومعدل الوفاة، والانتشار.

أ. **كثافة الجماعة الحيوية (حجم الجماعة):** الكثافة هي عدد الأفراد أو الكتلة الحية في وحدة المساحة أو الحجم خلال فترة زمنية محددة.

الكثافة الحيوية =	عدد الأفراد أو الكتلة الحية
	المساحة أو الحجم

وتحدد صفة الكثافة بأربعة عوامل هي: الهجرة الداخلة، والهجرة الخارجة، والولادات، والوفات. إن العوامل التي تزيد من الكثافة الحيوية هي الولادات والهجرة الداخلة في حين العوامل التي تنقص من الكثافة هي الوفاة والهجرة الخارجة.

العوامل المؤثرة في كثافة الجماعة (حجم الجماعة):

١. **الظواهر الطبيعية:** مثل التغيرات المناخية (الجفاف، والفيضانات، وارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة، والأعاصير).

٢. **تغيير الإنسان لمعالم سطح الأرض:** التي أدت إلى تحديد حجم الجماعة الحيوية مثل بناء السدود، وتحويل مسار الماء، وإدخال أنواع دخيلة، والتلوث.

٣. **عوامل حيوية، ومن أمثلتها الافتراس:** أظهرت الدراسات أنه كلما زاد عدد الذئاب قل عدد الغزلان والعكس صحيح. **المرض:** ينتشر بسرعة وسهولة عندما يكون عدد افراد الجماعة كثيراً وكثافتها كبيرة. **التنافس:** نتيجة زيادة حجم الجماعة الحيوية وقلة الموارد الطبيعية، يؤدي إلى انخفاض الكثافة نتيجة المجاعات، أو الهجرة.

ب. **التوزيع المكاني للجماعة الحيوية Dispersion:** إن الأفراد التي تُكوّن جماعة معينة تتوزع في المكان بأنماط مختلفة تعكس ردود فعل هذه الأفراد تجاه التأثيرات الخارجية المختلفة مثل البحث عن الغذاء أو نتيجة للتنافس. من المفيد معرفة نمط توزيع الكائنات الحية لاسمها عندما يراد تقدير كثافة الجماعة.

١. **التوزيع المنتظم (المتجانس) Uniform:** الانتشار بمسافات متساوية تقريباً، ويُعد التوزيع المتجانس نادر الحدوث في الطبيعة، وهو ينتج عادة عن تنافس شديد بين أفراد الجماعة، كما هو الحال بالنسبة لتوزيع الضب الذي يتميز بأنه يعيش منفرداً وبالتالي يكون توزيعه متجانساً.

٢ . التوزيع العشوائي **Random**: يقال عن أفراد جماعة ما بأنهم متوزعون عشوائاً عندما يكون تواجد أي فرد من الأفراد في مكان ما ليس له علاقة بتواجد الأفراد الأخرى كما هو الحال في توزع حشرة الأرضة *puceron* في الحقل خلال الفترة الأولى من الغزو وعندما تكون الكثافة منخفضة. تكون بيوض الحشرات واليرقات الفتة الناتجة عنها موزعة بشكل عشوائي ولكن عندما تكبر اليرقات فإنها تميل إلى التجمع.

٣ . التوزيع التجمعي (المكتل) **Clumped**: التوزيع على شكل جماعات، هو أكثر الأنماط شيوعاً في الطبيعة للحيوانات والنباتات حيث أن أفراد أي جماعة تميل إلى التجمع، وقد يرتبط هذه التكتل بالموارد البيئية، حيث تنتشر الأفراد في مناطق معينة متقاربة وبكثافة عالية وتخلو مناطق أخرى منهم كلاً. يوضح الشكل ٣٥. أنماط انتشار الجماعة الحيوية.



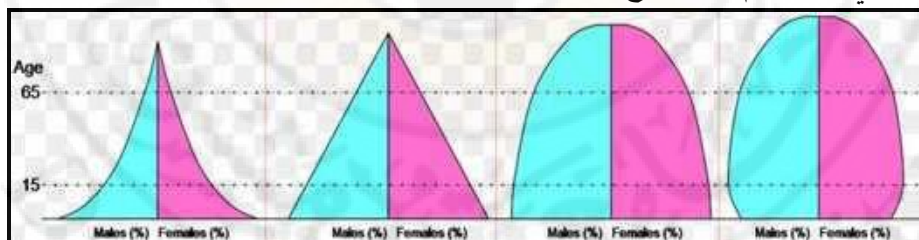
الشكل ٣٥. يوضح أنماط انتشار الجماعة الحيوية

ج . التركيب العمري والنسبة حسب الجنس (نسبة الذكور والإناث) للجماعة الحيوية: التوزيع العمري (Age distribution): يوجد في كل مجموعة حيوية أعداد مختلفة من الأعمار بصورة طبعية يعرف كل منها بالفئة العمرية (أجل جديدة، يافعون، بالغون، مسنون) ونسبة كل فئة إلى المجموع الكلي يسمى بالتركيب العمري، فمثلاً قُسمت الحشرات في هذا المجال إلى مجموعة من الأطوار تبدأ بالبطخة ثم اليرقة التي تمر بمجموعة من الأعمار تتحدد بإنسلاخات لتتحول أخيراً إلى طور العذراء التي ستعطي الحشرة الكاملة. وكذلك الحال بالنسبة للضفدع، والطيور، والثدييات، يوضح الشكل ٣٦. التوزيع العمري لبعض الجماعات الحيوية.



الشكل ٣٦. التوزيع العمري لبعض الجماعات الحيوية

ويُعبّر عن التوزيع العمري للأفراد بأهرامات العمر وهي بيانات تعبر عن نسبة الأفراد في كل عمر حسب الجنس، ومن خلال البيانات يمكن إعطاء فكرة عن تركيب الجماعة الفتية كانت أم كهلة. ومن خلال البيانات يمكن معرفة الأحداث التي تحدث بالجماعة الحيوية من حيث الزيادة أو النقصان والتنبؤ عن مستقبل الجماعة ويمكن أن نحدد أهرامات الأعمار حسب أحد النماذج المبينة في الشكل رقم ٣٧. نماذج أهرامات الأعمار.



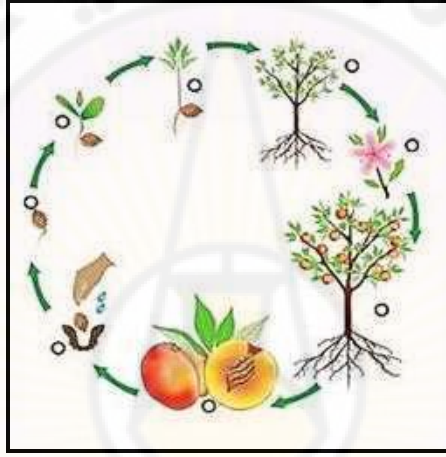
الشكل ٣٧. نماذج أهرامات الأعمار

أ: نموذج هرم قاعدة واسعة، نسب كبيرة من الصغار، ويشير إلى زيادة نسبة الأفراد الفتية أي أن الجماعة متزايدة وهي ذات نمو سريع، ويكون شكل الهرم مثلثي.

ب: نموذج الهرم جرسى يدل على نسبة متوسطة من الأفراد الفتية بالنسبة للأفراد الهرمين، وتميز الجماعات الثابتة عددياً.

ج: نموذج هرم قاعدة ضيقة (شكل نبات الفطر) متضمنة أفراداً معمرة أكثر من الأفراد الفتية، ويدل على أن الجماعة متناقصة أو التي بطريقها إلى الزوال.

كما يُقسم علماء النبات فترة حياة النباتات إلى عدة مراحل تقيد في التنبؤ عن حالة الجماعة ضمن المجتمع النباتي، كالتالي: المرحلة الأولى مرحلة البذور الحرة، المرحلة الثانية مرحلة البادرات، المرحلة الثالثة مرحلة الشباب، المرحلة الرابعة مرحلة النمو الخضري، المرحلة الخامسة مرحلة تمام النمو الخضري، المرحلة السادسة مرحلة بدء الإثمار، المرحلة السابعة مرحلة الإنتاج الأعظمي، المرحلة الثامنة مرحلة الشخوخة. الشكل ٣٨. مراحل حياة النباتات



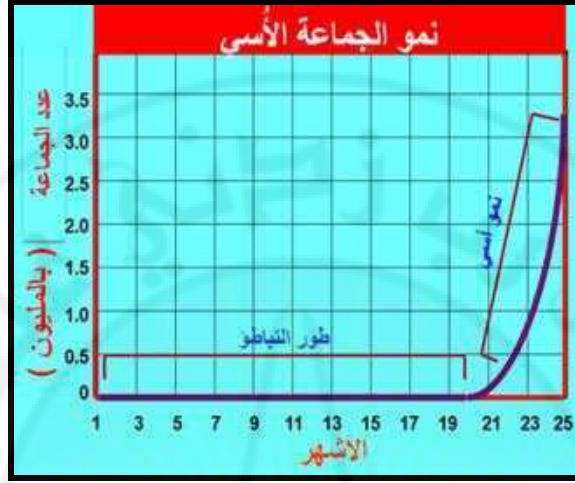
الشكل ٣٨ . مراحل حياة النباتات

لو أظهرت جماعة نباتية ما المراحل الأربع أو الخمس الأولى لأمكن القول إن هذه الجماعة نوع دخيل (غازية) للموقع. لو أبدت جماعة ما المراحل الثماني فنقول إنها جماعة متوازنة وقد تكون من نباتات الأوج. أما إذا أبدت جماعة المراحل الأربعة الأخيرة فتكون في مرحلة الانقراض.

د . شكل النمو في الجماعة الحيوية: تتميز كل مجموعة بشكل خاص من النمو، ومعرفة طبيعة النمو أو الزيادة في حجم أو أعداد الجماعات مهم لمعرفة مختلف العوامل المؤثرة في كثافة الأنواع، وتوزعها، وشكل النمو يُعبر عن الطريقة التي تزداد أو تنقص بها أعداد جماعة ما عبر الزمن. لفهم سبب نمو الجماعات يجب معرفة نموذجين رياضيين لنمو الجماعة الحيوية هما:

١. نموذج النمو الأسّي: هو النمو الأسّي للكائنات الأحادية، عندما تكون وفرة الموارد في الموطن، فهذا يؤدي إلى نمو الجماعة الحيوية التي تعيش في الموطن بطريقة أسّيّة أو هندسة، يدخل نمو الجماعة مرحلة بطيئة في البداية، ثم يتسارع معدل نمو الجماعة عند زيادة الأفراد

القادرين على التزاوج والإنجاب، وعندما يبدأ نمو الجماعة بسرعة يأخذ الشكل حرف (J) الذي يمثل النمو الأسّي. كما هو موضح في الشكل ٣٩.



الشكل ٣٩. نموذج النمو الأسّي للجماعة الحيوية

فإذا تصورنا مثلاً نوعاً ما من الحيوانات عدد الذكور مثل عدد الإناث في الصغار التي تبقى جمعها على قيد الحياة، وتكون مستعدة للتناسل تكون النتيجة ما يلي: في العام الأول ينتج الزوج من هذا النوع من الحيوانات ويكون عدد الجمع (٤) حيوانات، وفي العام الثاني يكون لكل من الاثنين صغيران وبذلك يصبح العدد (٨)، (٤) ذكور و(٤) إناث، وفي العام الثالث تنتج (٤) إناث (٨) صغار ويكون المجموع الكلي (١٦) وبذلك يتضاعف عدد هذه الحيوانات سنة بعد أخرى وفي السنوات المقبلة يتزايد هذا العدد إلى (٣٢، ٦٤، ١٢٨، ٢٥٦) وهكذا.

٢. نموذج النمو النسبي يحدث عندما يتباطأ نمو الجماعة أو يتوقف بعد النمو الأسّي، عند قدرة الجماعة الاستيعابية أو حمولة الوسط، وتتوقف زيادة حجم الجماعة عندما يقل عدد الولادات عن عدد الوفيات، وعندما يزيد معدل الهجرة الداخلة على معدل الهجرة الخارجة، ويمثل نمو الجماعة باذاً على شكل حرف (S) كما هو موضح في الشكل ٤٠. النمو النسبي للجماعة الحيوية.

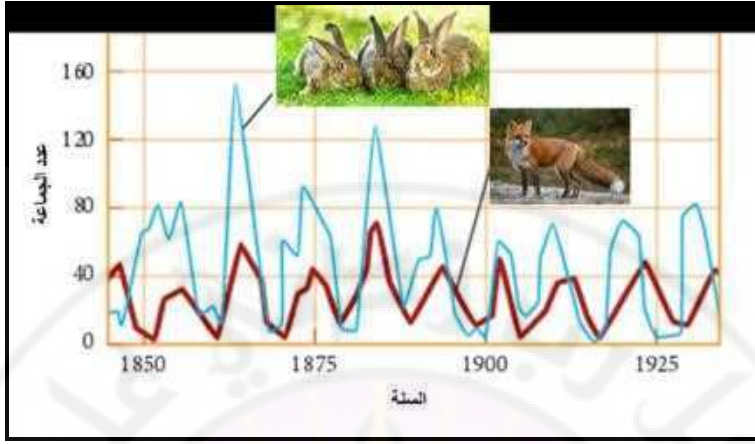


الشكل ٤٠. نموذج النمو النسبي للجماعة الحيوية

تتوقف مستويات النمو النسبي عند خط معين يسمى القدرة الاستيعابية، إن أغلب الجماعات الحيوية تنمو بشكل أسي في بادئ الأمر، وهذا يشكل ضغطاً على موارد البيئة الغذاء وأماكن المعيشة، وتصبح الظروف غير مناسبة مما يحدد النمو، وهذا يؤدي إلى نشوء التنافس الحيوي بين أفراد الجماعة الواحدة، ويترتب على هذا زيادة في معدل الوفيات، ويقل بعدها معدل الولادة، وينشأ عن كل ذلك تباطؤ في نمو الجماعة إلى أن تصل إلى حالة من الاتزان يكون فيها عدد ما يضاف إليها يساوي تقريباً عدد ما يموت منها من أفراد الجماعة.

٥.١.١.٤. تأرجحات الجماعة الحيوية (التوازن في حجم الجماعة الحيوية) (القدرة الاستيعابية):

تميل الجماعات الحيوية بشكل عام إلى الوصول إلى نوع من التوازن في منحنى النمو، وقد دلت العديدة من الدراسات أن كثافة الجماعة تتأرجح تحت وفوق الخط المقارب، (زيادة ونقصاناً)، فالجماعة الحيوية لا تتزايد بشكل مستمر، فهناك ضوابط لتحديد حجم الجماعة بما يتناسب مع حمولة الوسط وإمكاناته. ولتوضح ذلك نورد المثال التالي: حقل تنمو فيه أعشاب، تعيش فيه أرانب، وثعالب، الأرانب تأكل العشب والثعالب تأكل الأرانب، إذا كثرت الأرانب لكثرة العشب، فإن أمرين يحدثان: الأول تقل كمية العشب لكثرة الأرانب، والثاني تفتقر الثعالب كثيراً من الأرانب فيزداد تولد الثعالب ومن ثم يزداد عددها. وفي حالة قلة العشب فإن الأرانب يقل تولدها، ومع افتراض الثعالب لها يقل عددها أكثر، ولذا يقل غذاء الثعالب فقل تولدها. ونظراً لقلة عدد الأرانب فإن العشب يكثر. وفي الدورة الثالثة يزداد عدد الأرانب لكثرة العشب، وتبعاً لذلك يزداد عدد الثعالب لكثرة عدد الأرانب، وهكذا تتكرر الدورات متعاقبة. الشكل ٤١. التوازن في حجم الجماعة الحيوية.



الشكل ١٠.٤. التوازن في حجم الجماعة الحيوية

٢.٤. العلاقات الحيوية بين الكائنات الحية:

١.٢.٤. العلاقات بين كائنات حية تابعة لنوع واحد:

أ . التكاثر: يعد التزاوج من أهم العلاقات ضمن النوع لأنه الوسيلة لحفظ النوع واستمراره.
 ب . العناية بالصغار: من أهم العلاقات ضمن النوع، وغالباً ما تقوم الأنثى بهذه الوظيفة، كما في حالة العديد من الثدييات، ولكن ذكور الكثير من أنواع الطيور تشارك الإناث في حماية البض ورعاية الصغار.

ج . الحادة الاجتماعية: هناك العديد من العلاقات الاجتماعية في الطبيعة مثل العش في جماعات، مثل حادة الحشرات الاجتماعية التي تعيش في مستعمرات، وتنقسم المستعمر إلى فئات تؤدي كل فئة وظيفة معينة، كالنحل، والنمل.

د . التنافس بين أفراد النوع الواحد: ينشأ التنافس بين أفراد النوع الواحد على المصادر الطبيعية مثل الغذاء والمكان وغيرهما كما يحدث التنافس على التزاوج.

هـ . الافتراس الذاتي: الافتراس ضمن النوع الواحد أو بين الأنواع القريبة بعضها من البعض، وهو عبارة عن قام أفراد من نوع معين بافتراس باقي أفراد النوع نفسه، وهذه العلاقة شائعة عند أنواع الطيور، والقوارض والأسماك وبعض أنواع الحشرات.

و . التعاون ضمن النوع الواحد: رغم تنوع أنماط التعاون بين أبناء النوع الواحد وتعدد أشكالها فإن العلماء يقسمون أهدافها إلى قسمين هما الدفاع أو الحماية، والحصول على الغذاء والمأوى. من مظاهر تعاون الحيوان بغرض الدفاع مثلاً تحرك الطيور في أسراب، فالسرب الذي يطير

ضمنه الزرزرور يتركون بينهم مسافات طويلة أثناء الطيران وإذا رأوا طائراً مفترساً يقترب كالصقر فسرعان ما يقللون ما بينهم من مسافات مقتربين بعضهم من بعض بتلك يقللون من إمكانية إقحام الصقر للسرب. تعش الذئاب ضمن عائلة واحدة تتألف من ذكر وأنثى وصغيرهما وربما واحد أو اثنين من ولادات سابقة، وكل الحيوانات البالغة تقوم بمهمة حماية الصغار، وأدانا تبقى إحدى الإناث في الكوكر لتقوم بمهمة الحاضنة لأحد الصغار طول الليل بينما تقوم الأم بالخروج إلى الصيد مع باقي أفراد الجماعة. والتعاون الحيوان من أجل جلب وتأمين الغذاء.

٢.٢.٤. العلاقات بين كائنات دة تابعة لأنواع مختلفة:

تُعرف المجتمعات الحيوية على أنها تجمعات لكائنات دة تنتمي لأنواع مختلفة، وتعش بعضها مع بعض تحت ظروف طبعة معينة، وتحصل بينها علاقات متبادلة منها:

١.٢.٢.٤. **التكاثر والانتشار:** يتطلب تلقح العديد من النباتات الزهرية وجود حيوانات متحركة لنقل حبوب اللقاح، كالطيور والحشرات، كما تعتمد العديد من النباتات على بعض أنواع الحيوان في الانتشار، وعلى سبيل المثال تتغذى بعض الطيور على الثمار وتخرج البذور مع الفضلات في مكان آخر، وبهذا ينتشر النبات في مكان جديد، وتلتصق بذور بعض النباتات بفراء الحيوانات، ومع انتقال الحيوان إلى مكان آخر تنتقل البذور لتثبت في مكان بعيد عن النبات الأم.

٢.٢.٢.٤. **الحداد Neutrality:** هذه الحالة نادراً ما توجد في الطبعة، فهذه العلاقة تعني عدم تأثر نمو جماعة ما نتجة جوارها أو مرافقتها لجماعة أخرى. وهذه الحالة مثالة لذلك قلما توجد في الطبعة.

٣.٢.٢.٤. **التنافس Competition:** يُعرف التنافس بأنه علاقة متبادلة ضارة بين نوعين أو أكثر وفي هذه الحالة يمكن تمييز نوعين منه:

أ. **تنافس مباشر (التنافس):** وهذا النمط من العلاقة معروف بخاصة لدى النباتات، ويقوم فيه نوع ما بالحد من نمو وانتشار النوع الآخر عن طريق تحويل الوسط لمصلحته وذلك عن طريق إفراز مواد كمائة وهي سامة. مثلاً جذور نبات الهندبة الوبرية تفرز مادة سامة تسمح لها بإزالة النباتات الحولة والسطرة بشكل كامل على مساحات واسعة. التنافر في الأوساط المائية حيث تفرز بعض الأشذات مواد كمائة سامة في الماء تسبب تسمم الحيوانات المائية والماشة التي تشرب من هذا الماء، كما يوجد شكل من التضاد ما بين النباتات والعواشب حيث تحوي النباتات مواد سامة وبالتالي تمنع الحيوانات من التغذي على هذه النباتات.

ب . تنافس غير مباشر: وهو التنافس الحقيقي وهو تزامن نوعين أو أكثر على نفس المورد في البيئة كالغذاء أو مكان الإبطاء أو مكان الراحة.

٤.٢.٢.٤. **التعايش Mutualism**: علاقة بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين، يعود النفع كله على أحد الشريكين ويسمى متعايش، ولا يعود أي نفع أو ضرر على الآخر ويسمى مضف، ومن أبرز الأمثلة على التعايش:

• ارتباط شقائق النعمان (الأذمون) **anemon** نوع من المرجان بالسرطان الناسك **Hermit Crab** حيث يثبت شقائق النعمان جسمه فوق محار السرطان الناسك، ويضمن الانتقال وتزداد فرصته في الحصول على الغذاء، أما السرطان فلا يحصل على أية فائدة أو يقع عليه أي ضرر من جراء العلاقة.

• العلاقة بين سمك الريمورا **Remora** المسمى بقمل القرش وأسماك القرش يستعمل أسماك قمل القرش مصات لتثبيتته على جسم القرش ما يضمن له الانتقال مع القرش وعدم التعرض لأي اعتداء، والحصول على بعض بقايا الطعام المتبقي من سمك القرش.

• العلاقة بين طائر القراد وحيوان وحيد القرن حيث يقع طائر القراد على ظهر وحيد القرن ليتغذى على القراديات الموجودة على جلد وحيد القرن فهو يستفيد الغذاء والتنقل والحماية بينما يستفيد وحيد القرن تخلصه من القراديات وتنبيهه عند الخطر بسبب حذر الطيور.

• العلاقة بين نوع من طائر الزرقاق والتمساح حيث يقوم التمساح بفتح فمه لسمح للطائر بالتغذية على الغذاء الملتصق بأسنانه ولثته والتمساح يستفيد بتنظيف أسنانه. الصورة ٢٩. علاقة التعايش بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين.



الصورة ٢٩. علاقة التعايش بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين

النباتات المتسلقة يمكن أن ينمو بجانب الأشجار نباتات تتسلق على ساق الأشجار لتصل إلى الضوء، مثل نبات **العشقة المتسلقة** أو اللبلاب السام **Hedera helix** الذي يتسلق على أشجار السنديان والهدف من التسلق هو تعريض النباتات المتسلقة نفسها للضوء أو الرطوبة الجوية. يستفيد النبات المتسلق من الشجرة للوصول إلى الضوء في حين لا تستفيد الأشجار من النبات المتسلق ولا تتضرر منه. الصورة ٣٠. علاقة التعايش بين النبات المتسلق والأشجار



الصورة ٣٠. علاقة التعايش بين النبات المتسلق والأشجار

٥.٢.٢.٤. التكافل Symbiosis والتعاون Mutualism:

أ. التكافل Symbiosis: في هذا النوع من العلاقات تزود الكائنات الدة بعضها بعضاً بالاحتياجات المختلفة اللازمة لعشها وبقائها، وجمع الكائنات التي تشارك في هذه العلاقات تجني فائدة منها ولا يلحق ضرر بأي من الكائنات، ويمكن أن تكون هذه العلاقة ضرورية للنوعين (مجبرة) لا يستطيعان الاستغناء عنها أو اختارية، ومن أبرز الأمثلة على علاقة التكافل:

العلاقة بين سمكة الغوبي مع الروبان (القريدس): تعيش سمكة الغوبي (goby fish) مع القريدس في ذات الجحر، يقوم القريدس (shrimp) بحفر وتنظيف الجحر الذي يعيشان به معاً في الرمل، والقريدس ضعف البصر ما يجعله فريسة سهلة، تقوم سمكة الغوبي بلمس القريدس بوساطة ذيلها لتنبهه في حالة الخطر وعند حدوث ذلك، يتراجعا لداخل الجحر ويختبئان.

التثبيت التعايشي للنتروجين: العلاقة بين نبات الفول والبكتيريا العقدية حيث يزود الفول البكتيريا العقدية بالسكريات الناتجة عن عملة التركيب الضوئي بينما تقوم البكتيريا بتثبيت النتروجين.

العلاقة بين النمل وأشجار الأكاسا ذات الأشواك المنتفخة: يقوم النمل ببناء أعشاشه حول جذع الشجرة ويتغذى على الرحيق المفرز من الغدد الرحيقة الورقية، وبالمقابل تقوم الشغالات بحراسة النبات ومهاجمة جمع الحشرات والفطريات التي تقترب من الشجرة، كما تنظف الأعشاب حول سوق الأشجار بحيث يحميها من خطر انتشار الحرائق الموسمية. وتهاجم الفيلة لمنعها من التهام قشرة الشجرة. الصورة ٣١. علاقة التكافل بين الكائنات الدة.



الصورة ٣١. علاقة التكافل بين الكائنات الحية

ب . التعاون **Mutualism** : يمكن أن يتعاون الحيوان مع حيوانات أخرى من غير نوعه. ومن أبرز الأمثلة على ذلك التعاون:

- **التعاون بين الطائر الإفريقي المعروف بالذبسي (مرشد العسل) وبين حيوان البادجر (عَنَاق الأرض).** فالذبسي لا يأكل العسل بل يتغذى على الشمع فقط، ويمكنه رصد مواقع أعشاش النحل بسهولة، لكنه لا يستطيع دخولها لأن معظم أنواع النحل البري تبني أعشاشها في تجاويف شبه مغلقة بجذوع الأشجار لا تتسع أبوابها إلا لدخول النحلة الصغيرة. أما عَنَاق الأرض فهو حيوان ثديي يعيش العسل، وله مخالب قوية يمكنه أن يحطم بها قلف الأشجار ويقتحم أعشاش النحل بشرط أن يرشده أحد إلى مكانها. ولهذا فإن الطائر يقوم بالبحث عن أعشاش النحل، وحالما يعثر على أحدها يسارع إلى أقرب عَنَاق فيلفت انتباهه بإشارة صوتية معينة يفهمها الحيوان على أنها اتباعني. وعلى الفور يتحرك عَنَاق الأرض إلى المكان المقصود، يُصدر في الجو رائحة تنفر النحل وتدفعه إلى الهرب، ثم ينقض على العش محطماً جدرانها ويأخذ في التمتع العسل بينما ينتظر الذبسي حتى يشبع عَنَاق الأرض من العسل لينال وجبته.

- هناك تعاوناً بين **الزرافة والفيل**، فالفيل لديه حاسة سمع قوية وأذانه الواسعة تعد راداراً لاقطاً لأي صوت مقابل حاسة بصر ضعيفة، أما الزرافة فلها حاسة بصر قوية وتعد كمرصد مرتفعة للمراقبة، وعندما تتحد جهود الفريقين لا يغلبان لا من نظر ولا من سمع ولا يمكن الاقتراب من قطعانهما. الصورة ٣٢. علاقة التعاون بين الكائنات الحية.



الصورة ٣٢. علاقة التعاون بين الكائنات الحية

٦.٢.٢.٤. التطفل Parasitism:

التطفل علاقة بين نوعين من الأعداء لمصلحة أحد الطرفين على حساب الطرف الآخر. ويطلق مصطلح متطفل Parasite على الكائن الحي الذي يتغذى على نوع آخر من الكائنات الحية، بدون أن يسبب الموت الفوري للعائل Host الطرف الذي يقدم الغذاء. وفي علاقة التطفل إذا مات العائل يموت المتطفل أيضاً ما لم يجد عائلاً آخر يتطفل عليه. ومن أبرز الأمثلة على التطفل: الفيروسات، والبكتيريا، والفطريات، والديدان، والحشرات، والعناكب، والنباتات كالحامول المتطفل على البرسم، والهالوك المتطفل على الفول، والدبق المتطفل على الصنوبر. الصورة ٣٣. علاقة تطفل النباتات



الصورة ٣٣. علاقة تطفل النباتات

كما تختلف الطفيليات بحسب مكان وجودها عند المضيف، فهناك طفيليات خارجية تعيش على السطح الخارجي للمضيف، تمتص دم الكائن الحي لتتغذى، وغالباً مؤقتة مثل: تطفل القراد أو البعوض أو القمل على جسم الإنسان، وسمك اللامبيري عديمة الأسنان تمتص دم السمك، وطفيليات داخلية تستطع العيش في مختلف أجواف الجسم والنسج وضمن الخلايا، وتظل داخل جسم الكائن الحي وأنسجته وتموت معه مثل ديدان الإسكارس أو الدودة الشريطية، ودودة الفلاريا التي تسبب مرض الفيل وغيرها، وتشارك العائل الغذاء المهضوم، أو تتغذى على محتويات الخلايا. الصورة ٣٤. طفيليات خارجية



الصورة ٣٤. طفيليات خارجية

هنالك نوع آخر من التطفل يدعى **التطفل الاجتماعي social parasitism** بعض الأعداء تعتمد في حياتها على أنواع أخرى مثال : بعض أنواع الطيور تقوم بإلقاء بيوضها في أعشاش أنواع أخرى من الطيور وبذلك تضمن من إكثار نوعها بسهولة ودون عناء ويطلق عليه اسم **التطفل في الحضانة** الذي تمارسه العديد من أنواع طيور **الوقواق** وطيور **البقر**، حيث لا تبني هذه الطيور أعشاشاً لنفسها، ولكنها تودع بويضها في أعشاش أنواع أخرى من الطيور، وفي هذه الحالة يتصرف الطير العائل على اعتبار أنه حاضن البض ويتولى رعايته حتى يفقس ويربي الأفرار كما لو كانت أفرارها، الصورة ٣٥. التطفل الاجتماعي لطيور الوقواق.



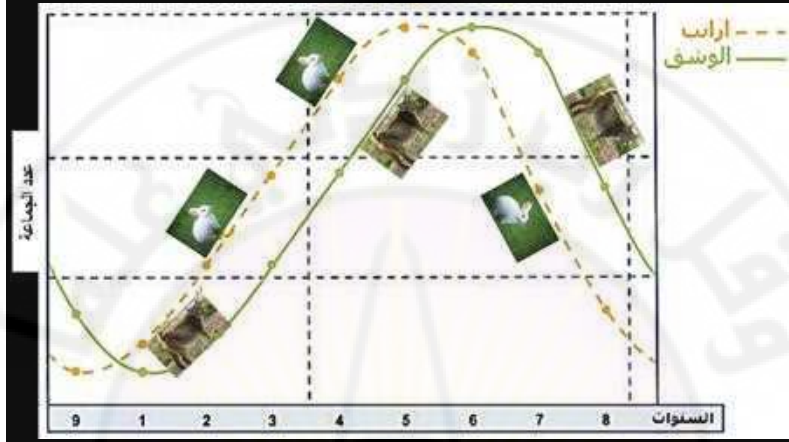
الصورة ٣٥. التطفل الاجتماعي لطيور الوقواق

٧-٢-٢-٤. الافتراس Predation:

يعد الافتراس شكلاً من أشكال انتقال الطاقة، فالافتراس علاقة بين كائنين حيين مختلفين أحدهما المفترس والآخر الفريسة، وغالباً تكون المفترسات أكبر حجماً من الفرائس التي تلتهمها، ومن الأمثلة الغزلان والأرنب والحشرات. (مفترسات الأعشاب) تقترب النباتات. والأسود والفهود (أكلة اللحم) تقترب الغزلان والأغنام.

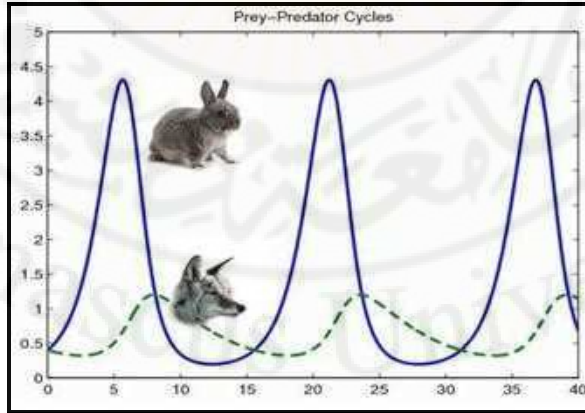
لا يقتصر الافتراس على الحيوانات فقط، ولكن بعض النباتات لا تستطع امتصاص النيتروجين من التربة لتكوين البروتينات اللازمة لها. لذلك تلجأ لافتراس الحشرات لتحصل منها على النيتروجين، تُعرف بالنباتات آكلة الحشرات مثل: الديونا Dionaea، ونباتات القدر، وحامول

الماء. ويمكن شرح العلاقة القائمة بين المفترس والفريسة حسب نموذج لوتكا فولتيرا Lotka Volterra، والمعروفة بمعادلة المفترس والفرائس، ويبين الشكل ٤٢. العلاقة بين المفترس (الوشق) والفريسة (الأرنب).



الشكل ٤٢. العلاقة بين المفترس (الوشق) والفريسة (الأرنب)

من خلال الشكل نلاحظ: أنه كلما ازداد حجم الجماعة المفترسة فإن أعداد الجماعة الأخرى (الفريسة) يقل تدريجاً إلى مرحلة تنعكس فيها الحالة. فتبدأ أعداد الجماعة المفترسة بالتناقص التدريجي وفي هذه الأثناء تتكاثر أعداد الفريسة لتوفر الغذاء وهكذا تستمر الدورة إلى ما لا نهاية. حيث يُظهر الشكل ٤٣. علاقة متذبذبة بين عدد الأرانب وعدد ذئب البراري.



الشكل ٤٣. الدورة بين أعداد الفريسة وأعداد المفترس

يلعب المفترس دوراً بيئياً في حاة الفرائس كونه عنصراً فعالاً في عملة الاصطفاء الطبيعي لجماعة الفرائس وذلك بتخلص القطع من الأفراد الضعفة والمريضة، وبذلك يقوم بتركيز الصفات الجيدة في القطع للوصول إلى الفرد القادر على التأقلم والاستمرار في المعيشة.

٨-٢-٢-٤. الترمم Saprophytism:

هي علاقة غذائية بين كائنين أحدهما حي ويُسمى المترمم والأخر ميت، وتحصل فيها الكائنات المترممة على غذائها بتحليل البقايا العضوية والأجسام الميتة. وهناك رمات حيوانية مثل بعض أنواع الديدان، ورمات نباتية مثل نبات الغليون الهندي مونتروبا يونفلورا *Monotropa uniflora*، والفطريات مثل عشب الغراب *Mushroom* (المشروم)، وفطر عفن الخبز. الصورة ٣٦. رمات نباتية



الصورة ٣٦. رمات نباتية

ومن خلال هذه العلاقة يتخلص الإنسان من المواد العضوية الميتة وإزالة الفضلات وزيادة خصوبة التربة.

خامساً . العوامل البشرية المؤثرة في توزيع الكائنات الحية:

يُسهم الإنسان كعامل حيوي بصورة أو بأخرى في تشكيل الصور الحيوية، لتعاظم تأثيره في المحط الحيوي بشكل واضح، ولأس ثمة شك في أن المحط الحيوي لم يعد بعيداً عن متناول الإنسان الذي أحدث الكثير من التغير، والتحويل، والتبديل، بل التدمير في أحيان كثيرة، ولهذا إذا كانت كلمة نبات طبيعي يقصد بها النباتات التي تنمو طبعاً دون أي تدخل من جانب الإنسان، فإننا يمكن القول بأن الكثير ما يسمى نباتات طبعية لم تعد في الوقت الحاضر نمواً طبعياً خالصاً مائة في المائة. وإنما أصبحت بصمات الإنسان واضحة سواء كانت بصمات إيجابية من خلال عمليات الاستزراع لنباتات المراعي، أو التشجير، وإدخال سلالات جديدة بهدف تطوير إنتاج الغابة أو المراعي، أو بصمات سلبية مدمرة من خلال الضغط الاستهلاكي، وما يصاحبه

من تغير وتدمير للحياة النباتية والحيوانية، بما يلغي في كثير من الأحيان أثر العوامل الجغرافية الطبعة السائدة في تحديد الحياة النباتية والحيوانية. مثال: لقد اختفت مناطق غابة كثيرة وحل محلها مناطق حشائشة، وأجهدت منطقة حشائشة وحل محلها نباتات وشجيرات صحراوية.

من هذا المنطلق يمكن القول: إن مناطق الغطاء النباتي الطبيعي البكر التي لم يمسه الإنسان بالتغير والتبديل أصبحت محدودة، وتتركز في المناطق المنعزلة وغير المضادة لوجود الإنسان ونشاطاته، مثل المناطق الداخلة والنائة من الغابات المدارية المطيرة في حوض الأمازون، وحوض الكونغو، وبعض المناطق الصنوبرية في شمالي كندا وسيبيريا، حيث لا تزال مساحات محدودة منها يمثل فيها أوج النمو النباتي Climax، الذي يعبر عن النمو الطبيعي الذي لم يتأثر بتدخل الإنسان، وهذا يعني أن ظاهرة الأوج النباتي أصبحت قليلة الوجود وحل محلها الأوج النباتي الثانوي Disclimax.

وما يقال عن النباتات يقال عن الحيوانات فكم أسهم الإنسان من خلال إفراطه في عملة الصيد (الصيد الجائر) في تعرض الكثير من الحيوانات لخطر الانقراض، وكما أسهم في تغيير ملامح بيئتها الأصلية، مما يضطر الكثير من الحيوانات إلى الهجرة والانتقال إلى مناطق جديدة. لكل هذا لا نستطيع أن نغفل أثر الإنسان كعامل حيوي مؤثر في البيئة الحيوية بشكل أو بآخر. فقد أدى تزايد السكان لاسمًا في القرن العشرين (قرن الطفرة السكانية) إلى الضغط غير العاقل على موارد البيئة الحيوية، وقد أثر هذا بصورة أو بآخر في التوزيع الجغرافي للأنواع وأنواعها.

من كل هذا نرى أن الكائنات الحية تتأثر في وجودها وتنوعها وكثافتها وتوزيعها وتطورها ... بالعوامل الجغرافية الطبعة، وكشفت الدراسات أن النباتات أكثر تأثراً من الحيوانات بظروف هذه العوامل لمقدرة الحيوانات على الحركة والانتقال، والمناخ هو سيد العوامل الجغرافية وتأثيره إقلاماً بالدرجة الأولى، عكس العوامل الأخرى التي تعد محطة التأثير.



الباب الثاني

الفصل الأول: الجغرافة النباتة (الفلورا)

الفصل الثاني الجغرافة الحيوانة (الفاونا)



الفصل الأول الجغرافة النباتة

أولاً . مفهوم الجغرافة النباتة Phytogeography:

الجغرافة النباتة Phytogeography مصطلح اشتق من اليونانة، حيث phyto يعني النبات و geography تعني جغرافة. وهي علم قائم على ذاته له صلات مع كل من علم النبات وعلم الجغرافة ويدرس العلاقة بين النباتات من جهة والمكان من جهة أخرى في الماضي والحاضر، للتنبؤ بالتطورات المستقبلية للأنواع النباتة وبيئاتها، فالجغرافة هي العلم الذي يدرس توزع الأنواع النباتة على سطح الأرض ومناطق انتشارها، والقوانين النازمة لهذا التوزع، وخصائص الموقع الجغرافي الموجودة فيها هذه النباتات، ومنطقة نشؤها، وكفة تطورها، كما يدرس أسباب وجود النباتات في منطقة معينة دون غيرها وكم مضى عليها في تلك المنطقة، وما سرعة هجرة أفرادها وما هي الاتجاهات التطورية التي ترافق سلوكها.

لا تقتصر دراسة الجغرافة النباتة لتوزع النبات على الفترة الحالة بل تدرسها في الأحقاب الجيولوجية المختلفة، ومعلوماتنا عن توزع النباتات على سطح الكرة الأرضة في تغير مستمر، وذلك لأن عدد كبير من الأنواع النباتة غير معروف حتى الآن وكل عام يكتشف الباحثون العديد من الأنواع النباتة. ففي القرن الثامن عشر حدد نحو ٢٠ ألف نوع من النباتات أما في القرن التاسع عشر فحدد ٤٠ ألف نوع، وتقسم الجغرافة النباتة إلى:

جغرافة البيئة النباتة Ecological geography تدرس العلاقات والتأثيرات بين الأنواع النباتة والوسط المحيط لمعرفة الارتباط بين شكل ومساحة انتشار النوع والأحوال البيئية المحيطة.

جغرافة النبات التاريخية Historical geography تدرس أسباب وجود أنواع نباتة في حقبة زمنية معينة، وانقراضها في المنطقة نفسها والأسباب التي أدت لذلك، وتدرس الأسباب والعلاقات بين النباتات والوسط الجغرافي الطبيعي في العصور الجيولوجية القديمة.

جغرافة النبات الفلورية Floristic geography تدرس مجموعة من الأنواع التي تعيش في منطقة ما، وتستخدم لفظة الفلورا Flora لوصف النمو النباتي الطبيعي، وهو يختلف عن النمو النباتي المزروع من قبل الإنسان.

ثانياً . تطور علم الجغرافة النباتة:

نجد أولى المعلومات عن علم الجغرافة النباتة في كتابات **اليونانيين** وذلك قبل الميلاد، لكن لم تتعدى دراسة اليونانيين منطقة حوض البحر المتوسط، وعندما وصل الاسكندر المقدوني إلى الهند ٣٢٧ . ٣٣٤ ق.م، تمكن اليونانيون من الخروج من منطقة حوض البحر المتوسط، والتعرف على الغطاء النباتي لمناطق مختلفة (سهول آسا الوسطى، والصحاري، والغابات الاستوائية في الهند)، وارتبط علم النبات عندهم بعلم الطب بسبب استعانتهم بكثير من الأعشاب والنباتات في معالجة مختلف الأمراض.

قام اليونانيين بإجراء أول دراسات علمة للنباتات، فقد جمع **أرسطو** الذي عاش في القرن الرابع قبل الميلاد، معلومات عن معظم النباتات المعروفة آنذاك في العالم، ووصف النبات حيث يقول: إنه كائن بسيط يعتمد على نفسه في التغذية، غير متحرك، ولـ له مركز إحساس، وإن كان يتأثر بدرجة الحرارة والبرودة، وتتغذى النباتات بوساطة جذورها من التربة، ولا تميز فيها بين الجنسين، فـس فيها ذكر ولا أنثى، وقسم النباتات إلى أشجار وشجيرات وأعشاب ويُعد هذا التصنف بدائي لأنه لم يركز على أسس علمة.

كما حاول **ثيوفراست** تلميذ أرسطو تصنف النباتات وتسميتها، وذلك على أساس أشكالها وطرائق نموها، حيث جمع أنواعاً نباتية من مناطق مختلفة وقارنها مع بعضها وأشار إلى تأثير المناخ والتربة في النباتات . ووصف النباتات في كتاب أسباب النبات حيث يقول: أن هناك أصنافاً لها أزهار، وأن بعضها يعمر، وبعضها تصيبه العوامل والآفات فتهلكه، وأنه يتأثر بالماء والجفاف. وفي عهد **الرومان** جمع **بلينيوس الأكبر** كل معارف عصره المتصلة بالنبات، وسجل العديد من الحقائق عن النباتات في مرجعه المكون من ٣٧ مجلداً والمسمى بالتاريخ الطبي.

ألف **ألبيرت الكبير** ١٢٠٠.١٢٨٠م، موسوعة نباتة حقة وصف فيها مختلف أشكال الأوراق والأزهار والثمار، وقد ميّز بين الأشواك والقارصات والكأس والتويج، وشرح بذة البذور، ووضع الأجنة في البذور، وبيّن العلاقة بين درجة الحرارة والضوء ونضج عناقيد العنب. بدأ الاهتمام بالأعشاب وظهرت **فترة العشابين Herbalists**، وانتشرت كتب الأعشاب الطبية التي تهتم بالنباتات كأطعمة وأدوية كما برز عدد من العلماء العرب الذين اهتموا بدراسة النباتات وخصائصها وتصنفها وطرق تكاثرها.

في بداية القرن السابع عشر ظهر بعض العلماء وألفوا كتب عديدة اعتبرت خطوة مهمة في تقدم علم التصنف النباتي منهم عالم النبات الإيطالي **أندرياس سساليينو A. Caesalpino**

١٥١٩ . ١٦٠٣م، يُعد أول مصنف نباتي، وقد أٌستند في تصنفه للنباتات على أساس طبعة النمو وأشكال الأثمار والبذور، وعالم النبات السويسري **كاسبار بوهان Gaspard Bauhin** ١٥٦٠ . ١٦٢٤ م صنف النباتات إلى أجناس وأنواع وابتكر التسمية الثنائية الجنس والنوع، قبل لينوس.

يعد عالم النبات السويدي **كارلوس لينوس Caroles Linnaeus** ١٧٠٧ . ١٧٧٨م أشهر من قام بتصنف النباتات حيث وضع الأساس الصحيح لنظام التسمية الثنائية المعمول به حالياً .

يمكن أن ننسب تاريخ تشكل علم الجغرافة النباتة إلى سنة ١٨١٧م، وذلك عندما صدر كتاب عالم النبات الألماني **ألكسندر فون همبولت Alexander von Humboldt** بعنوان أفكار في علم الجغرافة، والذي كان ثمرة لرحلاته المتعددة، والتي مكنته من الاطلاع على نباتات مختلفة، وجمعها، وتنسب إليه أول دراسة فصلة للتفاعلات الموجودة بين الكائنات الحة وبيئتها، وعلاقة النباتات والمناخ، كما سعى إلى شرح التوزع الجغرافي لها مستنداً إلى المعطيات الجيولوجية.

وظهرت أعمال عالم النبات السويسري **أوغستان بيرام ديكاندول Da Candolle** في عام ١٨٥٥م، بكتاب عن الجغرافة النباتة، حاول ديكاندول فيه إيجاد العلاقة بين توزع النباتات والأحوال البيئية الحالية والقديمة، ويُعد تحليل أثر العوامل التاريخية في توزع النباتات الحالي من أهم الأفكار التي أتى بها ديكاندول، والتي ساعدت على تطور الجغرافة النباتة التاريخية .

تُعد أعمال عالم النبات الألماني **وغست هاينريش رودولف غريسباخ August Heinrich Rudolf Grisebach** للغطاء النباتي للكرة الأرضة ١٨٧٢م، من أهم الأعمال التي ظهرت في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، فقد قسم فلورا الكرة الأرضة إلى ٢٤ منطقة جغرافية نباتة.

مرّت الجغرافة النباتة في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين بمرحلة ركود، وذلك بسبب تطور علم البيئة، وظهر الاهتمام بجغرافة البيئة النباتة، التي يبحث في العلاقات المتبادلة بين الوسط والنباتات، وتأثير الوسط على مورفولوجيا (شكل) وتشريح النبات، وتفسير ذلك عن طريق وظائف الأعضاء النباتة.

ومنذ أوائل القرن العشرين أصبحت الجغرافة النباتة تهتم بمجالين أساسيين هما: البيئة والنبات. فعلم البيئة يدرس مختلف العلاقات التي تربط الكائنات الحة بالوسط الجغرافي الذي تعيش فيه.

وعلم اجتماع النبات يهتم بتحديد مساحات تواجد الأنواع النباتية، والعوامل التي تتحكم بتوزيعها الجغرافي، وتكوين المجتمعات النباتية وتطورها.

بدأ كثير من علماء النبات في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحالي باستخدام تقانات وراثية جديدة اشتملت على دراسات حول الحمض النووي الريبسي، وقد مكَّنت هذه التقانات العلماء من تحديد أنواع النباتات، وتحديد علاقاتها بعضها مع بعض بدقة، ونادت هذه الفئة بأن يعمل علماء النبات على مراجعة تسمية النباتات وتصنفها، وباستبدال تصنف لينبوس بنظام التطور النوعي للنبات الذي يعتمد على علاقات التطور بين الكائنات الحية أينما وجدت.

أما الاتجاه العصري للجغرافة النباتية، فيركز على دراسة التجمعات النباتية، ومحاولة تفسيرها ودراسة العلاقة التي تربط هذه التجمعات النباتية بالوسط الطبيعي والبشري الذي تعيش فيه، وتعتمد في دراساتها للتجمعات النباتية، على الخرائط وعلى العمل الميداني، فالخرائط تساعد الدارس على التعرف على مجالات تواجد التجمعات النباتية، والتعرف على أنواع التشكيلات النباتية، والمساحات التي تشغلها هذه التشكيلات، وتطور هذه التجمعات النباتية. أما العمل الميداني فُعد مكملاً ومدققاً لما هو على الخرائط، ويُمكن الدارس من التأكد من المعلومات الموجودة على الخريطة وتحديثها، والتعرف بدقة، على الأنواع النباتية السائدة.

تختلف أهداف الجغرافة النباتية من الوجهة البيولوجية عن أهدافها من الوجهة الجغرافية. فالبيولوجيون يتوقعون أن تُسهم في تدعيم نظرية التطور، بينما يهدف البحث الجغرافي فيها إلى شرح خصائص النظم الجغرافية Geo systems وهي تحقق أغراضها عن طريق التعرف السلم على الكائنات الحية التي تسكن النظم الأرضية. وتشمل الجغرافة النباتية فرعين رئيسين هما:

أ . الجغرافة النباتية المتخصصة: التي تهتم بالعوامل الكامنة وراء هذا التوزيع الغطاء النباتي سواء في وضعه الحالي أو العصور الجيولوجية السابقة، أي تدرس توزيع النبات الطبيعي على سطح الكرة الأرضية وتشرح الخصائص الطبعة التي أدت إلى هذا التوزيع وتتعمق دراستها لغايات علمة واقتصادية، وتقدم المادة للفرع الثاني الجغرافة النباتية العامة.

ب . الجغرافة النباتية العامة: تهتم بدراسة أشكال النمو النباتي على سطح الكرة الأرضية، وتوزيع المجموعات النباتية في أقاليمها وبيئاتها الخاصة.

ولعلم الجغرافة النباتية صلات مع علوم أخرى، وقد أدرك ذلك علماء النبات فكان منهم الرواد الأوائل لعلم الجغرافة النباتية، ومن العلوم التي لها علاقة بالجغرافة النباتية نذكر:

- **علم الشكل الظاهري Morphology**: يدرس الشكل الخارجي للنبات، ويعتمد على التمييز بين النباتات المختلفة على شكل أعضاء الزهرة، والأوراق، والتفرع، والجذور.
- **علم التشريحي للنبات Anatomy**: يعتمد على علوم الأنسجة والخلايا، واستناداً لهذه المعلومات قسمت المملكة النباتية إلى نباتات وعاءة ولا وعاءة، وكذلك عرفت الفروقات بين ذوات الفلقة والفلقتين ومعرفة ومغطاة البذور.
- **علم المستحاثات (الحفريات) النباتية Palenobotany**: يعد من العلوم المهمة في تحديد أوجه القرابة بين النباتات من خلال دراسة السجلات القديمة (المتحجرات)، ويدرس المراحل التي مرَّ بها تطور نبات ما، والخصائص البيئية المرافقة.
- **علم البيئة النباتية Plant Ecology**: يدرس العلاقة بين النباتات وتأثير المدط عليها، وانتشار الأنواع في المجتمعات النباتية (الفلورا) وتوزعها، والتغيرات التي تحدث ضمن المجتمعات النباتية والتكيفات التي تصاحبها نتيجة التباين في العوامل الطبعة المدطة.
- **علم تقسيم النبات Systematic Botany**: يهتم بالتعرف على النباتات وتسميتها باسمها المتعارف عله (المحلي) ومن ثم ترتيبها ضمن مجموعات نباتية التي تنتمي إليها خاصة بالنسبة للجنس والنوع.
- **علم الوراثة (المنشأ) Plat genetic**: يدرس انتقال الصفات الوراثية بين الأجيال النباتية لتعليل أوجه التشابه والاختلاف فما بينها. ويستفاد من هذا العلم أيضاً في اكتشاف الهجائن الطبعة والانعزال التكاثري.
- **علم البيئة Ecology إيكولوجيا (Oecologia)**: يُعنى بالبحث في كفاءة تفاعل الكائنات الدة مع بيئتها، التي تشكل مجموع العوامل المحطة اللاحيوية كالمناخ، والتربة، وطبعة الأرض، إضافة للكائنات الدة الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي.
- **علم وظائف الأعضاء النباتية (فيزيولوجيا النبات) Plant physiology**: يُعنى بدراسة وظائف الأعضاء المختلفة للنبات، وشرح طرق قام تلك الأعضاء بوظائفها، وربطها بالشروط البيئية المدطة بالنبات، وذلك بغية توجه هذه الوظائف من قبل الإنسان لإيجاد الطرائق الفاعلة للتوسع العمودي بالرقعة الزراعة مما يساعد على زيادة الإنتاج الزراعي ويساير مشكلة ازدياد السكان.
- **علم تصنف النبات Taxonomy**: يقوم علم التصنف بتقسيم النباتات تبعاً لعلاقاتها بعضها ببعض، ويهتم أيضاً بدراسة بقايا النباتات، أو الأحافير.

• علم تأثير التربة (الإيدافولوجيا) **Edaphology**: يهتم بدراسة تأثير التربة في الكائنات الحية، لاسما النباتات.

• علم النباتات القديمة **Paleobotany**: يتعامل مع بقايا النبات من منظور جيولوجي، واستخدامها للتعرف على الأحوال البيئية القديمة، والتاريخ التطوري للنباتات .

ثالثاً . التصنف النباتي **Plant Taxonomy** ونظم التصنف النباتي وأقسامه:

يهتم علم التصنف النباتي بدراسة التنوع النباتي، حيث يقوم بجرد الأنواع النباتية (flora) في العالم من خلال وصف النبات، وتعريف النبات وهويته Identification، وإعطاء اسم للنبات، وضع سجل Inventory (لائحة لأسماء أنواع النباتات) لمجموعات النباتات البرية التي تنمو طبعاً في منطقة جغرافية معينة فما يعرف بالفلورا Flora، كما يهدف التصنف وضع تصور للعمليات التطورية، والصلات التي تربط النباتات بعضها مع بعض ويقدم معلومات عن تطورها، ويُجهز المعلومات التي تحتاجها الفروع العلمية الأخرى.

وتكمن أهمية التصنف النباتي في أن كل عالم يتعامل مع النبات مهما كان اختصاصه يحتاج إلى أن يشير إلى كل نبات باسم صحيح ودقيق وثابت ومُعترف به عالمياً.

١ . **نظم التصنف النباتي** : اختلفت أنظمة التصنف باختلاف واضعيها، وذلك لاقتناع المصنف بصفات خاصة لتقويم نظامه دون الآخر، فمنهم اعتبر الصفات المتعلقة بالأعضاء الجنسية هي صفات أساسية في التصنف، ومنهم من استعمل الصفات المظهرية والتشريحية عماداً لنظامه يسمى علم التصنف التقليدي (الكلاسيكي)، وآخرين اعتمدوا أشكال الصفات والمميزات الشكلية، ومنهم اعتمد خصائص البيئة وعناصر المناخ في تصنفه ...، أما لاتجاه الحديث أو التجريبي في تصنف النباتات هو دراسة نباتات كافة الأجناس دراسة ذاتها مقارنة ومتكاملة، وإعطاء الشواهد الجيولوجية أهميتها، فاعتمد على الدراسات الحقلية التي تهدف إلى جمع أكبر قدر من المعلومات ومن كل الجوانب التصنفية المتوفرة مثل المظهرية، والتشريحية، والبيئية، والخلوية، وحبوب اللقاح وغيرها، وصاغت في قالب يعكس العلاقات التطورية بين المراتب التصنفية. وتُقسم أنظمة التصنف النباتي إلى ثلاث أنواع هي:

أ . **النظام التصنفي الميكانيكي Mechanical classification**: نظام يستند إلى صفة مظهرية واحدة ويترك بقية الصفات الأخرى، مثلاً تقسم النباتات استناداً إلى طبعها إلى أشجار وشجيرات وأعشاب أو اعتماد صفة الجنس لوحدها مثلاً كصفة مميزة لعزل المجامع النباتية دون

الصفات الأخرى، ومن أشهر العلماء الذين اتبعوا هذا النظام ليننيوس الذي اعتمد على الأعضاء الجنسية لوحدها في تصنف نباتاته، وسالبينو A. Caesalpino، والأخوين بوهين J. Bauhin و G. Bauhin، وجون راي John Ray.

ب . النظام التصنفي الطبقي **Natural classification**: يعتمد هذا النظام على شكل واحد من أشكال العلاقات بين النباتات، على سبيل المثال استخدام الصفات المظهرية على اختلاف أشكالها ومواقعها في جسم النبات، وأشهر العلماء الذين اعتمدوا هذا النظام أنطون لوران دو جوسيو De Jussieu، وأوغستين دي كاندول Augustin de Candolle، وجورج بنثام وجوزيف دالتون هوكر J-Hooker & G-Bentham.

ج . النظام التصنفي التطوري **Phylogenetic system of classification**: يستخدم في هذا النظام أكبر عدد ممكن من الصفات لترتيب النباتات في فئات تصنفه معينة، كما يوضح علاقة النشأة والنسب والقربى بين النباتات، ويستند هذا التقسيم إلى التاريخ السلفي والتعاقب التطوري، ويعكس الأواصر الوراثية بين النباتات من أشهر من اتبع هذا النظام آيشلر August Eichler، وبسي Charles Bessey، وإنجلر Adolf Engler، وجون هتشينسون Hutchinson.

٢ . أقسام التصنف النباتي:

إن الاطلاع على تاريخ وتطور أي علم من العلوم يزيد من فهم المنتبج لذلك العلم، فبالنسبة إلى تاريخ علم التصنف النباتي يمكن أن يُقسم إلى عدة فترات، وكل فترة تتميز بعمل مميز، إن هذا النوع من التقسيم لا يعني هناك حدود فاصلة بين فترة وأخرى إذ أنه توجد أعمال أخرى غير تلك الأعمال، ولسهولة تتبع تاريخ علم التصنف النباتي قُسم إلى فترات كما يلي:

أ. فترة التصنف القديم **ancient classification**: نظراً لعلاقة الإنسان منذ القديم بالنباتات وحاجته الماسة لها لذا فقد تعلم أسماء وخصائص مجموعة من النباتات لاسمها تلك التي كان يحتاجها، ويُطلق على هذا النوع من المعرفة بالتصنف الشعبي **folk taxonomy** وهو التصنف الذي نشأ لحاجة الإنسان إليه دون الاستناد إلى أي أساس علمي وتتميز هذه الفترة بالأسماء العامة أو الدارجة. لقد كانت أول محاولة لتصنف النباتات إلى نباتات نافعة ونباتات ضارة ونباتات طبية، ونباتات سامة أي تبعاً لقيمتها، بعد ذلك صنفت النباتات تبعاً لطريقة الاستخدام، إن أول من كتب عن تصنف النبات هو العلم اليوناني Theophrastus ثيوفراستس ٢٨٥ . ٣٧٠ ق.م.

ب . فترة العشابين **the herbalists**: قل الاهتمام بالنباتات خلال العصور الوسطى، وبقي الاعتماد على ما كان مكتوباً من زمن الاغريق، وكان لاختراع الطباعة الأثر الكبير في انتشار كتب الأعشاب الطبية، وظهر ما يسمى بالعشابين **Herbalists**، ومن بين هؤلاء العشابين **Otto Brunfels** ١٥٣٠ . ١٥٣٦م، عالم نبات ألماني قدم معلومات حول النباتات الألمانية ووصفها بشكل مستقل عن قمتها الطبية، وتمثيل النباتات خلال دراساته النباتية مع النقوش الخشبية بوساطة الفنان **هانز ويديتز Hans Weidits** فالرسوم التوضيحية التي قدمها تمثل نهجاً جديداً وتضع معاراً من الواقعة في تصوير النباتات. وألف الطبيب وعالم النبات الألماني **ليونهارت فوكس Leonhart fuchs** ١٥٠١ . ١٥٦٦م، كتاباً عن النباتات واستخداماتها كأدوية، بعنوان العشبة العظيمة، يحتوي الكتاب على وصف نحو ٤٩٧ نوع من أنواع النباتات البرية، وأكثر من ١٠٠ نوعاً من النباتات واستخداماتها الطبية حسب الترتيب الأبجدي، ويحتوي على أكثر من ٥٠٠ رسمة توضحه بدقة ومفصلة للنباتات طبعت على ألواح خشبية. كما برز عدد من العلماء العرب الذين اهتموا بدراسة النباتات وخصائصها وتصنفها وطرق تكاثرها، ومن أشهرهم **رشيد الدين بن أبي الفضل بن علي الصوري** كانت دراساته لأنواع النبات دراسة دقيقة اتبع فيها المنهج العلمي الحديث الذي سبق في تطبقه علماء الغرب بسبعة قرون، وقد تجسد ذلك في تصويره للنبات تصويراً ملوناً في سائر مراحل عمره، كما في الشكل ٤٤. ، ويدرس شكله ولونه وأصوله ومقدار أغصانه وورقه، فجتهد في تصويره ومحاكاة طبعته وسماته... ثم يقوم في ضم تلك الدراسة والصور إلى كتابه الأدوية المفردة.



الشكل ٤٤. تصوير الصوري للنبات في سائر مراحل عمره

وانصرف أبو العباس أحمد (ابن الرومة) إلى تأليف عدد من الكتب والرسائل تضمنت معلومات وشروح وتطبيقات في كتابه الرحلة النباتية رتب فيه أسماء النباتات ترتيباً هجائياً على حروف المعجم. وابن سينا كانت معظم مؤلفاته في تاريخ النبات والنباتات الطبية، كان مهتماً بدراسة النباتات الطبية التي تُفيد في علاج المرضى، وابن البطار الذي وصف نحو ١٤٠٠ نبات، ويُعد أعظم عالم نباتي ظهر في القرون الوسطى ومن أكثر العلماء إنتاجاً علمياً، حيث درس النباتات وخصائصها في بلاد واسعة، وكان لأبحاثه الأثر الكبير في تطور علم النبات، واستخدم ابن البطار التصنف حسب الحروف الأولى للنباتات، وقد ظلت موسوعته هذه مستعملة إلى بدايات القرن الثامن عشر بعد ترجمتها إلى العديد من اللغات. وقد صنف أبي سعيد الأصبغي النباتات على أساس توزيعها الجغرافي، في كتابه النبات والشجر، وهناك مجهودات كثيرة لعلماء العرب في هذا الشأن، لن نستطع أن نستقصيها في هذا المبحث.

ج . فترة المصنفين الأوائل the early taxonomists:

ظهر في نهاية القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر بعض العلماء الذين اهتموا بتصنيف النباتات، وتعد الكتب التي ألفت من قبلهم خطوة مهمة في علم تصنيف النبات ومن هؤلاء:

➤ **سسالينو A. Caesalpino**: ١٥١٩ . ١٦٠٣م عالم ايطالي صَنَّف نحو ١٥٠٠ نوعاً نباتاً، وقد استند في تصنيف النباتات على طبعة النمو، والثمار، والبذور، كما استخدم الصفات الخضرية والزهرية، واستطاع أن يحدد بعض المجامع النباتية والتي تطابق تلك المعتمدة حالياً كالعائلة (الفصيلة) الصليبية Brassicaceae والفصيلة المركبة Asteraceae وقد خُلد اسم هذا العالم بالجنس النباتي Caesalpinia والذي يعود إلى العائلة البقولية Leguminosae .

➤ **الأخوين جان بوهين Jean Bauhin** ١٥٤١ . ١٦٣١م، وكاسبر بوهين **Gasper Bauhin** ١٥٠٠ . ١٦٢٤م، هما من سويسرا نشرتا كتاباً بعنوان التاريخ العالمي للنباتات ضمناه نحو ٥٠٠٠ نوعاً نباتاً، ويعد كاسبر Gaspard أول من استخدم نظام التسمية الثنائية (اسمين فقط لكل نبات) حيث بين مستويين تصنيفين هما الجنس والنوع غير أن هذه الطريقة لم تستخدم على نطاق واسع حتى مجيء العالم السويدي ليننوس، وقد خُلد اسم كاسبر بالجنس النباتي Bauhinia والذي يُسمى بخف الجمل، إن معظم الأسماء التي وردت في كتابه بقيت كما هي إلى الوقت الحالي .

➤ **جون راي John Ray** ١٦٢٧ . ١٧٠٥م : عالم انكليزي، أول من اقترح الفصيلة كفئة تصنيفية، واشتمل تقسمه على ما يقارب ١٨٠٠٠ نوعاً نباتاً، ووضع النباتات في قسمين رئيسين هما النباتات الخشبية Arborescences والنباتات العشبية Herbae، يقوم تقسم راي على أساس الشكل والصفات المورفولوجية الكبرى للأجزاء النباتية، ويُعد أول من عرّف النوع بأنه: (جماعة من الأفراد لها صفات مورفولوجية متشابهة وتتزاوج فيما بينها وتنتج أفراد تشبهها وتكون خصبة غير عقيمة).

➤ **كان جوزيف بيتون دي تورنفورت J. P. De. Tournefort** : ١٦٥٦ . ١٧٠٨م، عالم نبات فرنسي صنف نحو ٩٠٠٠ نباتاً ضمن ٦٩٨ جنساً في ٢٢ صفاً (طائفة)، وكان أول من وضع تعريفاً واضحاً لمفهوم جنس النباتات، ويُنسب إليه أول من يميز بوضوح بين الجنس والنوع.

➤ **كارلوس ليننيوس Caroles Linnaeus**: عام ١٧٥٣م، أول من وضع الأسس العلمية السليمة للتسمية الثنائية النباتية المعمول به حالياً، وأهم إنجازاته الكتابين المشهورين الأجناس النباتية *Genera Plantarum*، والأنواع النباتية *Species Plantarum*، وتبلغ عدد الأجناس التي عرفها ليننيوس من النباتات ١١٠٥ جنساً، وتتضمن ٧٧٠٠ نوعاً، وقسم المملكة النباتية إلى ٢٤ صفاً *Class*، كما قام بتقسيم النباتات إلى مجموعتين كبيرتين هما النباتات الوعائية، والنباتات اللاوعائية، كما في الشكل ٤٥. واتبع ليننيوس ثلاثة مبادئ في التصنيف هي التسمية: إعطاء اسم علمي للنبات، والتسمية الثنائية، واستخدام اللغة اللاتينية في التسمية لأنها لغة قديمة لا يتحدث بها أي شعب الآن وهذا لا يعرضها لأي تغيير أو تحريف.



الشكل ٤٥. النباتات الوعائية، والنباتات اللاوعائية

د . فترة مصنفين الأنظمة الطبوعية بعد ليننيوس **post-linnaean natural systems**:

من أهم العلماء الذين برزوا في هذه الفترة (القرن الثامن عشر):

➤ **جان باتيست لامارك Jean-Baptiste de Lamarck** متخصص في علم الأعداء والنبات، عُرِفَ بنظريته الخاصة عن التطور ووراثة الصفات المكتسبة، أصبح من الأوائل الذين اقترحوا نظرية تطور علم الأعداء.

➤ **أنطوان لوران دو جوسيو Antoine-Laurent de Jussieu**، هو أول من اقترح نظاماً لتصنيف النباتات المزهرة، قسم النباتات إلى ثلاثة مجاميع تشمل النباتات اللازهرية، وبعض

الأنواع من ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين، ومعرفة البذور ويعد هذا بداية النظام الحديث للتصنيف.

➤ **أوغستين بيراموس دي كاندول Augustin Pyramus de Candolle ١٧٧٨** . ١٨٤١م، عالم نباتي سويسري، وهو أول من استخدم كلمة التصنيف taxonomy، كما قسم النباتات إلى مجموعتين كبيرتين هما cellulares النباتات اللاوعائية و vasculares النباتات الوعائية.

➤ ثم جاء بعده ابنه ألفونس لويس دي كاندول **Alphonse Pyramus de Candolle ١٨٠٦** . ١٨٩٣م، وأهم مؤلفهما كتاب تقديم نظام طبيعي لتقسيم المملكة النباتية prodromus systemis naturalis regni vegetabilis وقد ورد فيه أكثر من ٥٨٠٠٠ نوعاً نباتاً تعود إلى ١٦١ عائلة نباتية.

➤ **جورج بنثام وجوزيف دالتون هوكر Bentham & Hooker** عام ١٨٨٣م، كانا عالمي نبات بريطانيين عملاً لصالح الحدائق النباتية الملكية، ويُعد كتابهما الأجناس النباتية Genera Plantarium أحد أهم الأنظمة التصنيفية، ووصفا نحو ٢٠٠ عائلة نباتية و ٧٥٦٩ جنساً نباتياً، وأطلقا عليها اسم الرتبة المعروفة الآن باسم الفصائل، وضعا نظاماً مشهور ذو الأقسام الأربعة:

١. **النباتات الثالوسية Thallophyta**: لس لها جذور أو سقان أو أوراق حققة كما هو الحال في النباتات الوعائية. ولها أحجام مختلفة وتحتوي على صبغة الاخضر، وتشمل أشكالاً وحيدة الخلة وعديدة خلايا مائة، مثل الدياتومات^١، والطحالب البنية (عشب البحر).

٢. **النباتات الحزازية Bryophyta** (النباتات الطحلبية الحزازيات والكبديات): هي نباتات خضراء صغيرة تنمو عادة في الماء وفي الأماكن الرطبة الظليلة، لا تحتوي على جذور فهي تثبت بالأرض بوساطة جذيرات دقيقة ورفعة جداً، تُعرف بجذامير rhizoids، وتكون الأوراق رقيقة جداً، كثيرة العدد وتنمو على الساق الرقيقة، أي لا تحتوي على سقان أو أوراق حققة ولكن لها أشباه سقان وأشباه أوراق.

٣. **النباتات التريدية (النباتات اللازهرية الوعائية) pteridophytes**: تشمل مجموعة كبيرة من النباتات، تتباين كثيراً في أشكالها وفي الأوساط التي تعيش فيها، وتجمعها صفات مشتركة فهي

١ . الدياتوم Diatom كائن حي مجهرى وحيد الخلة، توجد الدياتومات في المحطات والبحيرات العذبة والأنهار، والجداول، وفي التربة الرطبة، وتدعى هذه الكائنات الحة بالعوالق المائنة تشكل مصدراً مهماً لغذاء الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى.

هـ. فترة مصنفين الأنظمة التطورية Post – Darwinian Phylogenetic System :

هي الفترة التي تلت ظهور نظرية التطور التي جاء بها دارون، بعد ظهور نظرية التطور ورسوخها بدأ العلماء بالاعتقاد أن الكائنات الحية لم توجد دفعة واحدة بل نشأت خلال فترة زمنية طويلة تمتد ملايين السنين، وأن الكائنات الأولية حسب معطيات علم المستحاثات كانت بدائية، ثم تعقدت بنيتها، مما دفعهم للقول إن الكائنات قد نشأت بعضها من بعض، وما النباتات الحالة إلا نتجة لعملات تطورية مستمرة، وهكذا بدأت دراسة العلاقات بين الأنواع المختلفة، ومحاولة إيجاد نظم تصنفية يراعى فيها أواصر القرابة ووحدة الأصل بين المجموعات النباتية المختلفة، ويُحدد مدى الرقي في النباتات على أسس مختلفة منها: **التركيب العام للنبات**، فالنباتات الوحيدة الخلية أقل رقاءً من النباتات العديدة الخلايا، والنباتات غير المتميزة إلى أعضاء أقل رقاءً من النباتات المتميزة إلى أعضاء، والنباتات المائة أقل رقاءً من النباتات الأرضية. **والتركيب التكاثري للنباتات**، فالنباتات التي تتكاثر بالجراثيم أقل رقاءً من النباتات التي تتكاثر بالبذور. **والتركيب الخلوي**، فالنباتات ذات الخلايا التي لا تتميز بها نواة واضحة أقل رقاءً من التي تحتوي خلاياها على نواة واضحة. **وظاهرة تبادل الأجيال**، ففي دورة حياة معظم النباتات يوجد جيلان يتبادلان معاً، ويختلف كل منهما عن الآخر في المظهر والحجم والتركيب. ومن العلماء الذين برزوا في هذه الفترة نذكر:

➤ **دولف إنجلر Adolf Engler** ١٩٠٩م عالم نبات ألماني، قسم المملكة النباتية إلى ١٤ قسماً، القسم الأخير منها هو قسم النباتات البذرية، التي قسمها إلى تحت قسمين: هما تحت قسم عاريات البذور، وتحت قسم كاسيات البذور، ثم قسم تحت قسم كاسيات البذور إلى صنفين هما، صنف ذوات الفلقة الواحدة، ووصف ذوات الفلقتين، قسم صنف ذوات الفلقتين إلى تحت صنفين هما: تحت صنف النباتات التي أزهارها ذات بتلات سائبة أو غائبة، وتحت صنف النباتات التي أزهارها ذات بتلات ملتحمة، كما في الشكل ٥٧.

➤ **بسي Charles Bessey** ١٨٤٥ . ١٩١٥م، عالم النبات الأمريكي اهتم بالخصائص الميكروسكوبية للنباتات، وقد أدى فحصه لهكل الخلية وتنظيمها إلى نشر العديد من الأبحاث حول الأمراض النباتية، أهم مطبوعاته تصنف علم الوراثة للنباتات المزهرة، الذي نُشر عام ١٩١٥سنة.

➤ **أوغست فلهيلم آيشلر August Wilhelm Eichler** اعتمد النظام على تقسيم المملكة النباتية إلى نباتات غير زهرية، وأخرى زهرية.

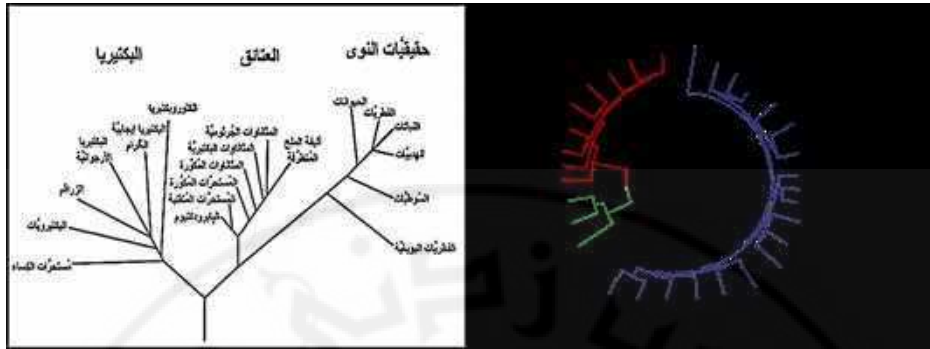
➤ **جون هتشينسون Hutchinson** ١٩٢٦ . ١٩٣٤م، عالم نبات انكليزي اعتمد في تصنفه على قواعد تطورية منها أن يكون التطور في اختزال الأعضاء النباتية، لس بالضرورة أن يشمل التطور كل أجزاء النبات، وحسب رأيه الأشجار والشجيرات أقدم من المتسلقات، والنباتات المعمرة أقدم من الحولية، والأوراق البسطة أقل تطور من الأوراق المركبة، الثمار المتجمعة أكثر تطوراً من الثمار الفردية.

و . فترة التصنف العددي **numerical taxonomy** :

يعتمد هذا التصنف على المقارنة العددية لعدد كبير من الصفات التي لها الأهمية نفسها وتكون أفرادها متجمعة على أساس التشابه الملاحظ وتدعى الوحدات المعاملة بالتصنف العددي بـ **otu** أي الوحدات التصنفة التشغيلية **operational taxonomic unit** إذ يعتمد على تحويل المعلومات المأخوذة من جوانب تصنف عديدة مظهرية، أو تشريحية، وغيرها، كاللون، وطبعة النبات، وشكل الورقة، الخ. ثم توضع هذه البيانات في الحاسوب الذي يعالجها ضمن برنامج خاص وبطرق إحصائية (حسابية) معينة إلى أرقام وجداول، وبالتالي أشكال تعكس العلاقات التطورية بين الوحدات التصنفة المدروسة، وبذلك نحصل على شكل شجري يوضح العلاقة بين الوحدات التصنفة المستعملة **otus**.

ز . فترة التصنف التطوري الحديث **modern Phylogenetic methods** الكلاستيك (cladistics):

حيث يتم تصنف النباتات في مجموعات بناءً على السلف المشترك، والأقرب، وتُبنى العلاقات على السمات المشتقة المشتركة التي يمكن إرجاعها إلى السلف المشترك الأحدث (الأقرب)، وغير موجودة في المجموعات والأسلاف الأبعد. ويُستخدم في إظهار العلاقة بين الكائنات مخطط النسل الكلاويكرام **cladogram** وهي: عبارة عن رسم بداني على شكل شجرة تظهر العلاقات التطورية بين مختلف الأنواع الحيوية أو مجموعة من الوحدات التصنفة التي تربطها علاقة وراثية، التي تعبر عن الأصل المشترك. وتُسمى شجرة النشوء أو شجرة التطور (**phylogenetic tree**) وتوجد العديد من الأشكال لمخططات النسل لكن جميعها تحتوي على خطوط تتفرع من خطوط أخرى. كما هو موضح في الشكل رقم ٤٧. يوضح شجرة النشوء.



الشكل ٤٧. شجرة العائلة لمجموعة حيوية حسب التصنف التطوري

ح. فترة التصنف النباتي الحديث:

بعد اكتشاف انطوني فان ليفينهوك Antonie van Leeuwenhoek، باحث وعالم هولندي اخترع أول مجهر ضوئي بسيط، مما مكّن العلماء من اكتشاف العديد من الكائنات الحية الدقيقة، والتي تتميز بصفات مختلفة، وقد ثار الجدل في البداية حول موقع هذه الكائنات في النظام الحيوي للكون، هل هي حيوان أو نبات؟

وقد لجأ العلماء إلى تقسم هذه الكائنات الحية المكتشفة بين المملكة الحيوانية Kingdom Animalia والمملكة النباتية Kingdom Plantae استناداً إلى صفاتها الظاهرية، حيث وضعت تلك التي تتميز بقدرتها على الحركة الانتقالية ضمن المملكة الحيوانية، وتلك التي تحتوي على مادة الكلوروفيل الخضراء ضمن المملكة النباتية، غير أن ذلك سبب الكثير من التضارب، لأنه وُجد أن عدداً من هذه الكائنات الحية الدقيقة يحتوي على الصفات الحيوانية والنباتية، مثل اليوجلينا *Euglena* انظر الشكل ٤٨. حيث اعتبرها علماء الحيوان بأنها حيوان وذلك لكونها تتحرك كالحيوانات، بينما اعتبرها علماء النبات بأنها نبات، لأنها ذاتة التغذية .



الشكل ٤٨. اليوجلينا Euglena

وفي عام ١٩٦٩م اقترح العالم روبرت وايتكر **Robert Whittaker** نظاماً حديثاً في تصنف الكائنات الحية، حيث صُنفت هذه الكائنات الحية في خمس ممالك بدلاً من مملكتين سابقاً. حيث استحدثت ثلاث ممالك جديدة هي مملكة البدائيات Monera، ومملكة الطلائعيات Protista، ومملكة الفطريات Fungi.

ثم ظهر تقسم جديد الكائنات الحية يضعها في ست ممالك حيث يضع البكتيريا في مملكتين منفصلتين كل مملكة لها صفات تميزها عن المملكة الأخرى، هي مملكة البكتيريا البدائية، ومملكة البكتيريا الحقة.

إن ظهور الأجهزة المخبرية المتقدمة، بينت للعالمين في مجال علم النبات كائنات لم يكونوا على بينة منها من قبل، ما أدى إلى تشعب الدراسة النباتية في العصر الحديث، واتسعت أفاقها اتساعاً كبيراً حتى أصبح من المتعذر أن يلم علم واحد بجمع شعبها، ومن هنا بدأ التخصص، فقسم علم النبات إلى عدة فروع رُسِمة، شأنه في ذلك شأن بقية العلوم، وركز كل متخصص اهتمامه على فرع من هذه الفروع، مع الإحاطة العامة ببقية الفروع.

رابعاً . تصنف النباتات:

إن العدد الكبير من النباتات المدطلة بنا يستوجب أن يكون هناك نظام أو طريقة يتم فيها ترتيب هذه النباتات بغية تسهيل دراستها والتعرف عليها منها:

١. تصنف النباتات على الطريقة التي تجدد نفسها بها: نباتات المزهرة التي تتجدد بواسطة البذور. ونباتات غير المزهرة التي تفتقر إلى الزهور المنتجة للبذور تجدد نفسها عن طريق الأبواغ.

٢. تصنف النباتات على أساس أشكال حياتها ومميزات تركيبها، وبنيتها مثل نباتات حاملة للبذور، ونباتات غير حاملة للبذور.

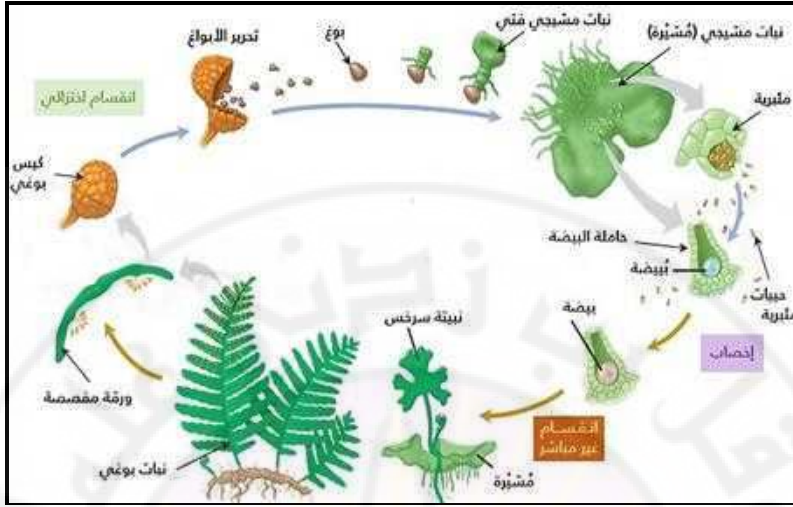
➤ **النباتات البسطة:** تتميز بخلاصة بسيطة وعدم وجود أوراق أو جذور أو ساقان محددة ويضم أقسام من الطحالب والفطريات والأشنيات ويبلغ عددها أكثر من ١٠٠ ألف صنف.

➤ **النباتات الطحلبية:** bryophyte: تضم ٢٥ ألف صنف، لها أوراق وساقان بدائية، وليس لها جذور بالمعنى المتعارف عليه، وبدلاً من ذلك تثبت بالأرض بواسطة الجذامير، وهي نباتات لاوعائية لأنها لا تحتوي أي أوعية للنقل للماء والغذاء من الجذور إلى الأوراق، وتنقسم النباتات اللاوعائية إلى النباتات الزهرقنة، والطحلبية، والكبدية، الصورة ٣٧. النباتات اللاوعائية



الصورة ٣٧. النباتات اللاوعائية

➤ **السرخسيات:** Polypodiopsida: هي نباتات خضراء لا زهرية، لها جذور وأوراق وساقان. من النباتات الوعائية لديها أوعية موصلة للماء، وتتكاثر بواسطة الأبواغ بدلاً من البذور، ويوضح الشكل ٥٨. دورة نمو نبات السرخس.



الشكل ٥٨٠. دورة نمو نبات السرخس

➤ **النباتات المزهرة:** وتضم النباتات حاملة البذور وتنقسم إلى طبقتين: نباتات عارية البذور مثل الصنوبريات، ونباتات كاسات البذور.

٣ . **التصنيف الشكلي للنباتات:** هذا التصنيف يفيد الجغرافي، ويعتمد على أجزاء النبات المتجددة، ويشمل هذا التقسم ستة أقسام:

➤ **الزهریات:** تضم الأشجار والشجيرات، وتتميز بكونها نباتات معمرة، ومتوسطة ارتفاعها بين ٢ إلى ٧ متر، والبعض الآخر يتعدى هذا الارتفاع بكثير، ففي أمريكا اللاتينية وصل ارتفاع بعض الأشجار إلى ١٤٢ متر، ويزيد عمرها عن ٢٠٠٠ سنة.

➤ **النباتات الخشبية:** تشمل النباتات الخشبية المنخفضة النمو، والنباتات العشبية الدائمة طوال السنة، والتي تحمل براعمها بين مستوى الأرض وارتفاع ٢٥ سم فوق سطح الأرض، فهي تنمو على شكل مكور لتحتمي من الرياح وانخفاض درجة الحرارة، ومن أمثلة ذلك الزعتر، والتبان، والشج.

➤ **النباتات نصف اللازهرية:** تضم الأعشاب والحشائش مثل نبات القراص والنرجس، وترتكز براعمها المتجددة عند سطح التربة أو تحتها مباشرة وتوجد في أقاليم المناخ البارد الرطب.

➤ **النباتات الأرضية (الزاحفة):** تنمو براعمها تحت سطح الأرض طيلة الفصل القاسي بسبب الجفاف أو البرودة مثل نباتات المكحلة الحدقة (التراديسكانتا)، والسوسن، والحنظل، الحثرة الزاحفة (المديد). بمجرد تحسن الفصل، تنمو هذه النباتات بسرعة فائقة مستعملة ما خزنته في

أدائها، بعد انتهاء الدورة الحيوية، يجف الجزء العلوي لهذه النباتات، ثم يختفي بعد ذلك، وبهذه الطريقة يتم حماية براعمها من الصقع والرياح ودرجة الحرارة.

➤ **النباتات الحولية:** نباتات دائمة تكمل دورة حياتها في فصل نمو واحد، تبقى بذورها مختلفة داخل التربة، تتميز هذه البذور بمقاومة شديدة للبرد والجفاف.

➤ **النباتات الهوائية (المتسلقات):** لس لها جذور في التربة وإنما تنمو مستندة على الأشجار حيث تستخدم فروعها لكي ترتفع وتتسلق لتصل إلى الضوء. تستعمل هذه النباتات محاليق لولبة تلتف للتشبث بالأجسام الأخرى مثل الجهنمة المجنونة *Bougainvillea glabra*، واللبلاب (الهيدرا) *Hedra helix*، والكرمة العذراء *Cissus striata* (الخمسة).

٤ . التصنف البيئي **Ecological classification**

هذا التقسم يعتمد على الخصائص الطبعة للبيئة التي تنمو فيها النباتات، وتنقسم إلى ثلاثة أقسام :

➤ **نباتات البيئات الرطبة:** تتميز نباتاتها بأنها تنمو طبعاً عند توفر الرطوبة الأرضية العالية في التربة مثل نباتات المستنقعات والبرك والبحيرات منها القصب الشائع *Phragmites communis*، وجار النهر *Potamogeton crispus*، والجرجير *Nasturtium officinale*، والإيلوديا *Elodea*.

➤ **نباتات البيئات الجافة:** والمثال على ذلك نباتات الصحاري التي تنمو في المناطق الصحراوية بصورة طبعة وتتميز بأن لها مجموع جذري قوي التكوين وغالباً مجموعها الخضري محور بطرق خاصة لخصن الماء وتقليل النتج. إضافة إلى ذلك يرتبط وجود النباتات الملحة *halophytes* بتوفر تربة غنة بالأملاح، مثل الشنان *Anabasis*، والصر *Noea*، والخرض *Salsola* وغيرها.

➤ **نباتات البيئات العادية:** تسود نباتات هذه البيئات في المناطق المعتدلة والباردة، وتتميز بتوازن وظائفها الفيزيولوجية.

٥ . التصنف المناخي **Climatic Classification**

يعتمد نمو النباتات وإثمارها على المناخ السائد، وعده فإن توزعها في العالم مرتبط بالعناصر المناخية وبعدها أو قربها من خط الاستواء، وتصنف النباتات في التقسم المناخي إلى :

➤ **النباتات الاستوائية:** تقع بين خط الاستواء ودائرتي عرض ٢٠ شمالاً وجنوباً.

- نباتات المناطق شبه استوائية: تقع بين خطي عرض ٢٠ و ٣٠ شمالاً وجنوباً.
- نباتات المنطقة المعتدلة الدافئة: تقع شمال المنطقة شبه استوائية بين دائرتي عرض ٣٠ و ٤٠ شمال خط الاستواء وجنوبه، وقد تتداخل بعض أجزائها مع المنطقتين المتاخمتين لها وذلك بسبب التضاريس أو وجود البحار التي تؤثر في المناخ.
- نباتات المنطقة المعتدلة الباردة تقع بين دائرتي عرض ٤٠ و ٦٠ شمال خط الاستواء وجنوبه.

٦ . التصنف حسب دورة النمو Growth Cycle :

- برزت المعايير المستخدمة في هذا التقسيم فترة النمو الخصري وموعد تكوين البذور وفقاً لدوره الداء وتقسم إلى ما يلي :
- النباتات الحولية Annual Plants: تقضي هذه النباتات في استكمال دوره حياتها من البذرة حتى تنضج البذور على موسم نمو واحد يختلف طوله من شهرين إلى ثلاثة إلى سنة.
- النباتات ثنائية الحول Biennial plants : تحتاج نباتات هذه المجموعة لاستفاء حلقة نموها إلى حولين متعاقبين أو على الأقل فترات من موسمي نمو تتخللها مدة سكون، بحيث تكون النباتات الناتجة خضرية فقط في أول موسم نمو لها ثم تسبب أثناء الشتاء ليبدأ نشاطه مع بداية موسم الربيع التالي.
- النباتات المعمرة Perennial Plants : تستمر الداء أو تتجدد لأكثر من فصلي نمو متتالين ويتعاقب في داء النباتات المعمرة النمو الخصري والأزهار والثمار والبذور في حلقات أو دورات حولية.

- ٧ . التصنف التنظيمي للنباتات: يقصد بهذا التصنف ترتيب تسلسلي من سبعة مستويات لتصنف النباتات وفقاً لشكلها وتركيبها:
- المملكة النباتية (Plant Kingdom) (Plantae): تعد أوسع مراتب التصنف، وتضم الكثير من النباتات، فمنها نباتات وعاءة ونباتات لا وعاءة، ونباتات بذرية، وأخرى لا بذرية، ونباتات مزهرة وأخرى غير مزهرة.
- الشعبة phylum: تُصنف المملكة إلى مجموعات أصغر، وتُسمى كل واحدة من هذه المجموعات بالشعبة.
- الطائفة (الصف) Class: تُقسم الشعبة الواحدة إلى عدة طوائف (صفوف).

➤ **الرتبة: Order** تُقسَم الطائفة الواحدة إلى عدة رُتب.

➤ **العائلة (الفصيلة) Family**: تُقسَم الرتبة الواحدة إلى عدة عوائل، أو فصائل.

➤ **الجنس Genus**: تُقسَم العائلة الواحدة إلى مجموعة من الأجناس، ويعرف الجنس أنه مجموعة من الأنواع أكثر ترابطاً وتشابهاً وتتشترك في أصل واحد.

➤ **النوع Genus**: وهو المستوى التصنيفي الأصغر والأخير.

وفما يلي نورد بعض الأمثلة عن مستويات التصنيف:

١. **نبات القطن** اسمه العلمي جوسيبوم باربادانس *Cossypium barbadense* L المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية، طائفة ثنائية الفلقة (ذوات الفلقتين)، رتبة الخبازيات، الفصيلة الخبازية، الجنس جوسيبوم *Gossypium*، النوع القطن.

٢. **أبو طيلون الأشعث** اسمه العلمي *Abutilon hirtum* المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية رتبة الخبازيات، الفصيلة الخبازية، الجنس أبو طيلون *Abutilon* النوع الأشعث *hirtum*.

٣. **أبو طيلون الشجيري** اسمه العلمي *Abutilon fruticosum* المملكة النباتية، شعبة النباتات البذرية، رتبة الخبازيات، الفصيلة الخبازية، الجنس أبو طيلون *Abutilon*، النوع الشجيري *fruticosum*.



٤. **التفاح المستأنس** أو التفاح الشائع اسمه العلمي *Malus domestica*، المملكة النباتية، شعبة البذريات، الطائفة الوردانزات، الرتبة ورديات، الفصيلة الوردية، الجنس التفاح *Malus*، النوع *domestica*.

٥. المشمش **Apricot**، اسمه العلمي *Prunus armeniaca* (برقوق أرماناكا) المملكة النباتية، الشعبة البذريات، طائفة ثنائية الفلقة، الرتبة ورديات، الفصيلة الوردية، الجنس برقوق، النوع أرماناكا *armeniaca*.

لم يكتف العلماء بهذا العدد من الجماعات بل أضافوا إليها جماعات أخرى بأن قسموا كل جماعة إلى جماعات فرعة بإضافة المقطع تحت (Sub) إلى اسم الجماعة مثل تحت طائفة Subclass، وتحت شعبة Subphylum، وتحت عالم Subkingdom ...

خامساً. التسمية العلمية :Nomenclature

يعد الاسم العلمي بمثابة دليل للنبات يمكن بواسطته تمييزه عن غيره. حيث يطلق على كل نبات اسماً مزدوجاً يحدد الجنس والنوع التابع له. والاسم العلمي للنبات الذي يعرف به في جمع أنحاء العالم ويتكون من كلمتين باللغة اللاتينية الأولى تبدأ دائماً بحرف كبير وهو اسم الجنس الذي يتبعه، والثانية تبدأ بحرف صغير وهي اسم النوع وتكتب الأسماء العلمية للنباتات بأحرف لاتينية (مائلة) أو يوضع تحتها خط تمييزاً لها عن اللغة الانكليزية أو غيرها.

خط مائل <----- *Zea maize*
وضع خط <----- *Zea maize*

يستخدم علماء النبات الأسماء اللاتينية بدلاً من الأسماء الدارجة، ويرجع ذلك إلى ما تسببه الأسماء الدارجة من مشكلات يمكن إيجازها فيما يلي:

- الأسماء الدارجة أسماء مطحة ولست عالمية، حيث لكل لغة مفرداتها التي تخصها وحدها على العكس من الأسماء العلمية التي تستخدم في أنحاء العالم.
- يطلق الاسم الدارج على النباتات دون تمييز معبراً عن الجنس أو النوع أو الصنف.
- لا تعطي الأسماء الدارجة أي معلومات عن العلاقات بين الأجناس أو الفصائل أو أنواع الجنس الواحد.

• قد يسمى النبات بأسماء دارجة متعددة خصوصاً إذا كان واسع الانتشار، مثل نبات سينوبوديوم مورلا *Chenopodium murale* L. الذي يعرف بعدة أسماء دارجة مثل الزربج، الرمرم، والمننة، بينما يطلق عليه اسماً علمياً واحداً يستخدم في كافة أنحاء العالم.

ويشتق الاسم العلمي للنبات من مصدر مثلاً من اسم عالم تخليداً لذكره مثل الجنس *Caesalpinia* من اسم العالم سسليينو، أو *Bauhinia* من اسم العالم بوهين وقد يشتق من

اسم شائع مثل السكر بالعربية كما في الجنس *Saccharum*، أو من صفة معينة مثلاً الجنس *Trifolium* من صفة ثلاثة الوريقات أو الجنس *Terminalia* من طرفة الأوراق، أو نعت النوع فشتق من مصادر عديدة وأغلبها شيوفاً صفات معينة ومنها:

<i>spinasa</i>	<i>Capparis</i>	الشفلح الشوكي	النعت من صفة الأشواك
<i>aquatica</i>	<i>Mentha</i>	النعناع المائي	النعت من الطبعة المائية
<i>arabica</i>	<i>Coffea</i>	القهوة العربية	النعت من القومة العربية
<i>euphratious</i>	<i>Populus</i>	(الغرب) الفراتي	نسبة إلى نهر الفرات

سادساً . التوزيع الجغرافي النباتي وأنماطه:

تتحكم الخصائص البيئية والجغرافية في تكوين المجتمعات النباتية بشكل كبير، فهناك نباتات برية وأخرى حقلية، ونباتات تنمو بالجبال، وأخرى تنمو في المناطق المنخفضة، بعضها ينمو في المناطق الألبية وبعضها الآخر في المناطق الاستوائية وهكذا.

١ . الأنماط الجغرافية للغطاء النباتي: هي نباتات ينحصر وجودها في مناطق جغرافية دون غيرها. وهناك عوامل جغرافية يمكن بواسطتها تقسم النباتات كالآتي:

➤ العامل الأول: عدم استمرارية سطح الأرض ووجود الحواجز الطبعية كالماء والجبال والصحراء وهي تؤدي إلى الفصل الجغرافي.

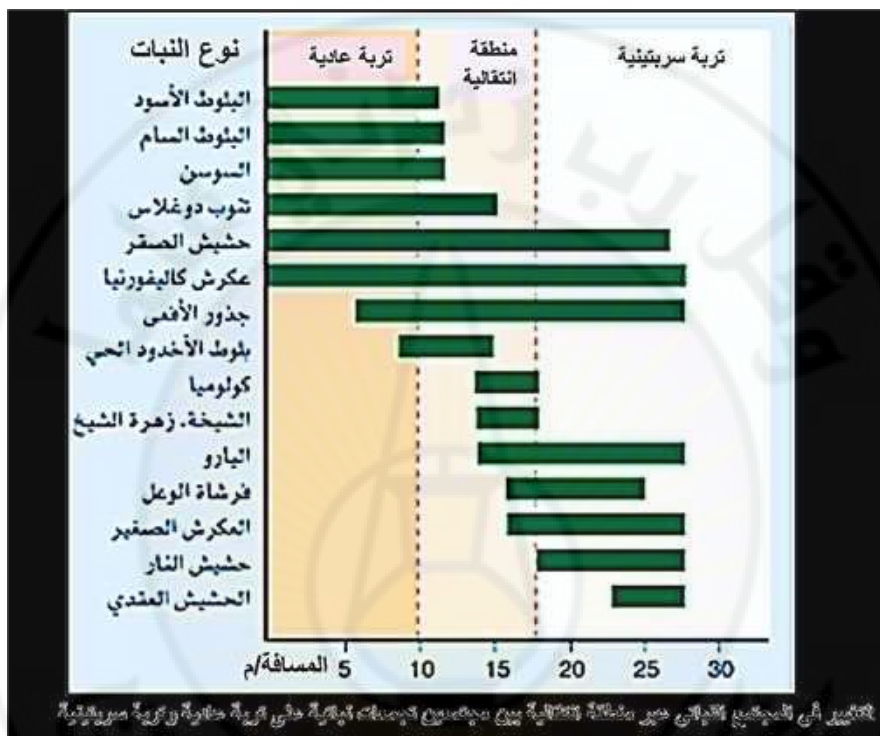
➤ العامل الثاني: كل نمط من التكوين النباتي^١ يوجد في مناطق تتميز بأحوال مناخية خاصة تعطيه شكلاً ذاتاً معيناً وتتكيف معه بصورة خاصة تجعله أكثر قدرة على المنافسة ضد النباتات الأخرى ويكون هو الشكل السائد.

➤ العامل الثالث: هو اختلاف خصائص المنطقة الواحدة التي يشغلها تكوين نباتي من حيث الارتفاع عن سطح البحر، والتربة، والمناخ، وهذا يؤدي إلى وجود تجمعات نباتية مختلفة في التكوين الواحد.

ولكن بالرغم من ذلك فنادر ما توجد حدود تفصل النباتات بعضها عن بعض وكثيراً ما يتدرج نمط نباتي داخل نمط آخر. تسمى المنطقة الانتقالية التي تفصل بين منطقتين حيويتين باسم الإيكوتون **Eco-Ton** المنطقة التي يتفاعل فيها مجتمعان نباتان قد تكون ضيقة أو واسعة،

١ . التكوين النباتي مجموعة من المجتمعات النباتية تتميز بهيئة أو ملامح خاصة محددة، نتجة لسادة نوع ما فيها.

وقد تكون محطة أو إقلامة، مثلاً: منطقة الانتقال بين التندرا والغابة في شمال كندا، والمنطقة الانتقالية من الإستبس الشجري التي تفصل الغابات في شمال آسيا الروسية عن الحشائش في جنوبها. والشكل ٥٩. الإيكوتون Eco-Ton بين مجتمعان نباتان.

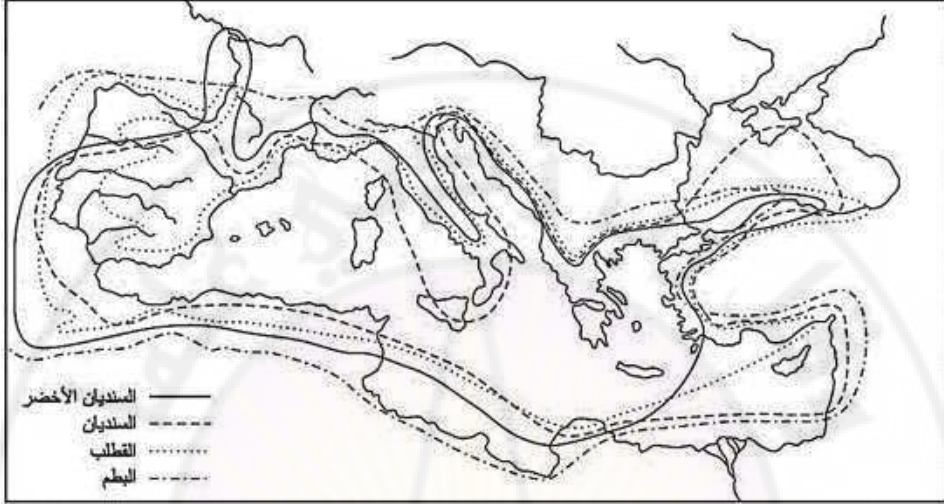


الشكل ٥٩. الإيكوتون Eco-Ton بين مجتمعان نباتان

وتنقسم أنماط التوزيع الجغرافي للنباتات إلى الأصناف النباتية:

- **نباتات عالمية الانتشار Cosmopolitan distribution:** هي نوع له انتشار جغرافي واسع وغير محدد، يكون توزيعها على سطح الأرض في جميع أنحاء العالم تقريباً، كما هو الحال في الفصيلة الخمة Umbelliferae، من نباتاتها البقدونس، والانسون، والكمون، والكراوية.
- **النباتات النطاقية (الإقلامة):** يتوافق توزيع بعض النباتات النطاقية (الإقلامة) وحدود منظومة جغرافية (الإقلام)، مثال حدود التوزيع الجغرافي لبعض الأنواع النباتية يتوافق وحدود المنظومة الجغرافية الإقلامية المتوسطة، فهناك أنواع شجرية مميزة للإقلام المتوسطي مثل السنديان الأخضر Quercus ilex، والملول Quercus infectoria والقطلب Arbutus

unedo، والبطم *Pistacia terebinthus*. الخريطة ٦. توزع أنواع شجرية مميزة للإقليم المتوسطي.

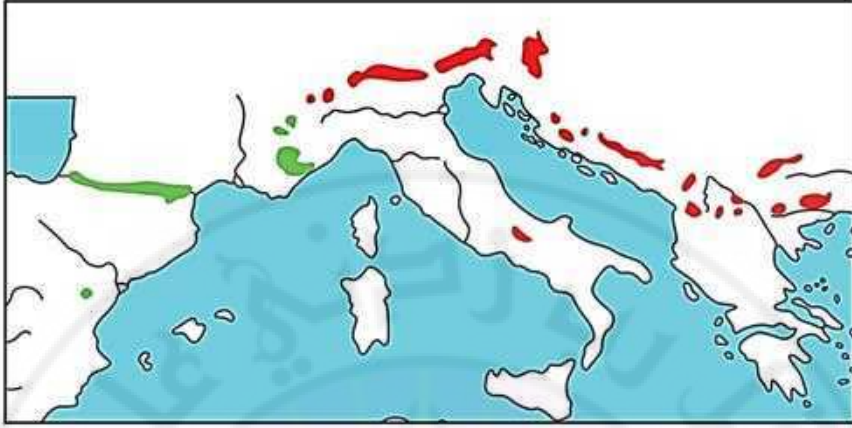


الخريطة ٦. توزع أربعة أنواع شجرية مميزة للإقليم المتوسطي

➤ **النباتات المتوطنة endèmiques**، يُقال إن الأنواع النباتية مستوطنة في منطقة جغرافية محددة، عندما تكون موجودة فقط في منطقة ما في الحالة التلقائية. يمكن أن يحدث التوطن أيضاً في المناطق المعزولة حيوياً. ونميز نمطين من النباتات المتوطنة:

أ. **نمط التوطن الواسع**: تنحصر أصنافه في إقليم نباتي واحد يضم نباتات تختلف عن النباتات التي توجد في إقليم نباتي آخر، من أمثلتها: القصب السكري في شرق الولايات المتحدة، وشجرة المطاط والكافور حوض الأمازون.

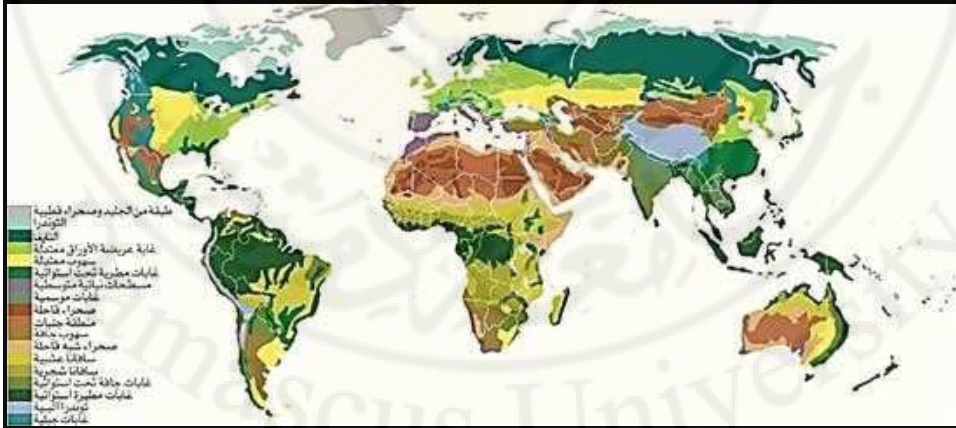
ب. **نمط التوطن الضيق**: يشمل أنماط لا يزيد امتدادها عن عدة كيلو مترات وتتميز أصنافها بقوة تحملها، وندرة وجودها، ومن أمثلتها بعض الأصناف النباتية المتوطنة في كاليفورنيا التي يرتبط وجودها بالمنطقة التي تنتمي إلى مناخ البحر المتوسط فقط وبنوع معين من الصخور. كوجود السنديان العادي *Quercus calliprinos* في الجزء الشرقي من حوض المتوسط والسنديان الأخضر في الجزء الغربي منه. وحدود توزع الصنوبر الجبلي *Pinus montana* يتوافق وتوفر منظومات بيئة مطاة، غالباً ما يوجد الصنوبر الجبلي في المناطق الجبلية في وسط وجنوب أوروبا. الخريطة ٧. توزع الصنوبر الجبلي.



الخريطة ٧. نمط التوطن الضيق لتوزيع الصنوبر الجبلي في وسط وجنوب أوروبا

٢. الأنماط الطبعية للغطاء النباتي:

هي الأشكال الناتجة من تجمع النباتات جنباً إلى جنب، وتؤلف منظومات جغرافية حقة، وتتميز بمواقعها الجغرافية، وخصائصها النباتية (الفلورية)، والمناخية، والتربة، والطبوغرافية. فعلى سبيل المثال يتطابق التوزيع الجغرافي للغابات الاستوائية المطيرة مع المنظومة البيئية للإقليم الاستوائي المطر، ويتوافق وجود التوندرا والتايغا مع المنظومة البيئية للإقليم البارد والشديد البرود في الجزء الشمالي من الكرة الأرضية. الخريطة ٨. الأنماط الطبعية للغطاء النباتي في العالم.



الخريطة ٨. الأنماط الطبعية للغطاء النباتي في العالم

وتدل غابات المانغروف على وجود منظومة بيئية مألوفة كما في الخليج العربي وعلى السواحل الشرقية للبحر الأحمر، كما أن هيئة النباتات تُحدد حالة المنظومة البيئية، فالماكي maquis والغاريك Garigue يدلان على منظومة بيئية غابية متوسطة متدهورة ولو بدرجة

٣ . الأنماط الحيوية (أشكال الحياة النباتية والطف المناخى):

١ . العلم الذي يهتم بدراسة المظهر الخارجي للغطاء النباتي والأشكال الداتة للأنواع التي تتكون من الغطاء النباتي.

➤ **نباتات ظاهرة التجدد Phanerophytes (الفانيروفيت):** هي نباتات معمرة خشبية، تشمل قسمان نباتات عارية البراعم، أو تكون براعمها مغطاة بحراشف حيث تتمركز البراعم المتجددة على قمة الساق والأفرع التي تحملها، لذلك يعد مكانها بعيداً عن سطح الأرض، ويتواجد من تلك النباتات نوعان مستديمة الخضرة، ومتساقطة الأوراق، وتختلف نباتاتها بين الأشجار، والشجيرات، والمتسلقات، وتنتشر نباتاتها في المناطق الاستوائية، ويتناقص تواجدها في المناطق المعتدلة حيث تتزايد الأشجار متساقطة الأوراق شتاءً، ونقل في المناطق القطبية.

➤ **النباتات المتقزمة Chamaephytes (الشمايفيت) (نباتات غير مستديمة الخضرة):** يغلب تواجدها في موقعين الأول مع تزايد الارتفاع عن سطح البحر، والثاني مع تزايد دوائر العرض باتجاه القطبين، وتنمو البراعم المتجددة بالقرب من سطح الأرض على ارتفاع لا يزيد عن ٢٥ سم من سطح التربة، وفي كثير من تلك النباتات تموت أجزائها الهوائية خلال فترة البرودة تاركة البراعم المجردة الحرسفة قريبة جداً من سطح التربة، وتغطيها الأجزاء الميتة، وبحلول الربيع تنشط البراعم المتجددة لتكوّن مجموعاً خضرياً جديداً .

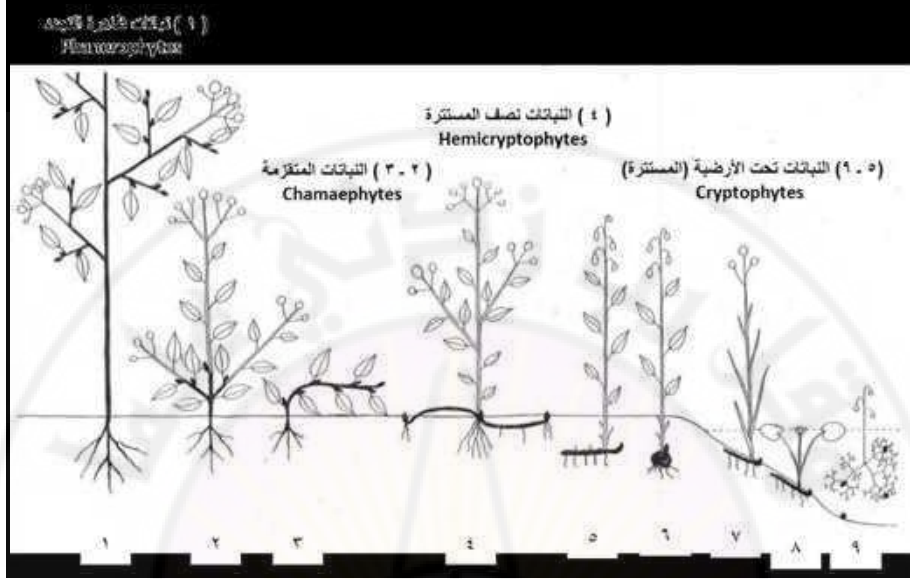
➤ **النباتات نصف المستترة Hemicryptophytes (الهيمكريتوفيت):** تنتشر في الجزء الأعظم من المناطق المعتدلة الباردة، وتتواجد البراعم المتجددة مختبئة تحت سطح التربة، حيث توفر لها التربة والمخلفات الميتة الحماية، وفي موسم الدفء تستأنف البراعم نموها مكونة المجموع الخضري، ومعظمها عشبي التركيب وهي من النباتات ذات الحولين، أو النباتات المعمرة.

➤ **النباتات البذرية (الحولية) Therophytes (ثروفيت):** تتواجد بكثرة في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتكمل حياتها بسرعة خلال موسم توفر الرطوبة، وتعش في موسم البرد أو الجفاف في شكل بذور.

➤ **النباتات تحت الأرضة (المستترة) Cryptophytes (الكريتوفيت):** هذه النباتات لها براعم تحت الأرض أو تحت الماء، وتنقسم إلى :

أ . **النباتات المستترة الأرضة geophytes:** تتواجد البراعم المجدة تحت سطح التربة، ويتم تخزين الغذاء في الجزء المعمر (الأرضي)، مثل الأبصال، أو الدرناات.

ب . **النباتات المستترة المائية Hydrophytes:** نباتات مائية تكمل دورة حياتها من خلال احتفاظها بالبراعم المجدة للنمو مختفة تحت سطح الماء. كما في الشكل ٦١. التمثيل التخطيطي للأنماط الحيوية.



الشكل ٦١. التمثيل التخطيطي للأنماط الحيوية حسب راونكير Raunkiaer

لا يتم توزيع الأنماط النباتية (أشكال الداء) بالتساوي على سطح الكرة الأرضية، فالغطاء النباتي تحت الأحوال المناخية يحتوي على نسب مئوية للأنواع المختلفة متغيرة حسب المناطق المناخية، ويُطلق على أشكال الداء النباتية في أي منطقة تتكون من مجتمع نباتي **الطف الحيوي** **spectre biologique** أو **الطف المناخي النباتي**، فكل منطقة مناخية طيفها الحيوي الخاص وفقاً لأنماطها الحيوية، وبما أن كل نمط من أشكال الداء مرتبطة بالبيئة، فإن الطيف الحيوي هو مؤشر مباشر لبيئتها، واستخدم راونكير الطيف الحيوي لتمثيل فئات شكل الداء على النحو التالي: نباتات ظاهرة التجدد تمثل نسبة ٤٦٪، النباتات المتقزمة تمثل نسبة ٩٪، النباتات نصف المستمرة تمثل نسبة ٢٦٪، النباتات تحت الأرضية (المستمرة) تمثل نسبة ٦٪، النباتات البذرية (الحولية) تمثل نسبة ١٣٪. وحسب نوع النبات في منطقة ما يمكن تحديد ما إذا كانت غابة أو مرج، أو صحراء، الشكل ٦٢. الطيف الحيوي الطبيعي حسب راونكير Raunkiaer.



الشكل ٦٢. الط ف الحيوي الطب عي حسب راونكير Raunkiaer

يتم مقارنة الأطاف الحيوية بالط ف الحيوي الطب عي لراونكير، فعلى سبيل المثال تشير النسبة المئوية لنباتات ظاهرة التجدد أكثر من ٧٤٪ في الغابة المطيرة الاستوائية، إلى المناخ الحار، وتشير النسبة المئوية أكثر من ٤٠٪ من النباتات البذرية (الحولة) إلى المناخ الصحراوي، وتشير النسبة المئوية أكثر من ٥٠٪ من النباتات المتقزمة إلى مناخ شديد البرودة... ومن خلال تحديد أشكال الحاة المختلفة في نباتات منطقة معينة، يمكننا الحصول على ط ف أشكال الحاة والذي يعكس علاقة معينة مع مناخ المنطقة.

يرجع وجود هذه الأنماط المختلفة من التوزع الجغرافي الحالي للنباتات إلى عدة عوامل منها مكان وزمن نشأتها وتطورها، وتوزع العناصر المناخية، وخصائص التربة، وتوزع الدابس والماء حالاً وسابقاً (الأحداث البيئية القديمة)، والتأثيرات البشرية.

وأهم المناطق الحيوية الأرضية ابتداءً من خط الاستواء حتى القطبين هي:

- ١- الغابات الاستوائية المطيرة: Equatorial Rain Forests: وتسود في المناطق الاستوائية غزيرة الهطل السنوي (٢٠٠٠-٤٠٠٠ مم)، ومتوسط درجة الحرارة السنوية نحو ٢٥ درجة مئوية. تتميز بغناها بالأشجار الباسقة التي يبلغ متوسط ارتفاعها بين ٥٠ و ٦٠ متراً.
٢. الغابات المدارية متساقطة الأوراق: Deciduous Tropical Forests: توجد في المناطق المدارية التي يسود فيها فصل ماطر طويل وفصل جاف قصير، وسطي الهطل السنوي (١٠٠٠-٢٥٠٠ مم)، معظمها من الغابات الموسمية

٣. السافانا: Savana: توجد في المناطق التي يزيد فيها الهطل السنوي على ٦٠٠ مم، وتراوح فترة الجفاف بين ٤ و ٦ أشهر، وهي منطقة انتقالاً بين الغابات المدارية والصحاري، وتسود فيها

الحشائش التي يزيد طولها على المتر، إضافة إلى الأشجار المتناثرة مثل أنواع السنط والطلح وغيرها.

٤. **الصحاري: Deserts:** تتميز بندرة أمطارها، التي نادراً ما تتجاوز الـ ٢٥٠ مم في السنة، وارتفاع درجة الحرارة التي تتجاوز الـ ٤٥ درجة مئوية في الفترة الحارة، وتسود فيها النباتات العشبية الحولة والمعمرة قصيرة العمر، التي تنتهي دورة حياتها في أشهر عدة تلي هطل الأمطار، إلى جانب الشجيرات الجافة.

٥. **الغابات قاسية الأوراق: Sclerophyllous Forests:** تنتشر على سواحل البحر المتوسط والمناطق المشابهة، ذات الصدف الحار والجاف والشتاء المعتدل والرطب. وأهم الأنواع في هذه الغابات هي السنديان، والغار، والبطم، والقطلب، وأنواع الصنوبر، وغيرها.

٦. **السهوب: Steppes:** تسود في المناطق التي تقع بين الصحاري والغابات المعتدلة ساقطة الأوراق، حيث المناخ الحار صيفاً والبارد شتاءً، يراوح الهطل السنوي بين ٣٠٠ و ٥٠٠ مم، وتنتشر فيها الحشائش والأعشاب.

٧. **الغابات المعتدلة ساقطة الأوراق: Temperate Forests:** توجد في المناطق المعتدلة حيث يراوح الهطل السنوي فيها بين ٧٥٠ و ١٠٠٠ مم، وتهطل الأمطار على مدار السنة مع زيادة واضحة في فصل الصدف الدافئ، ومعظم أشجار هذه الغابات عريضة الأوراق.

٨. **التايغا: Taiga** توجد في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وهي كبرى المناطق الحيوية اتساعاً، وتتميز بمناخ شديد القارية، إذ تصل درجة الحرارة الدنا إلى أقل من ٥٠ م° تحت الصفر، ولا يزيد متوسط درجة الحرارة صيفاً على ١٠ م°. تسود فيها الغابات المخروطية كالصنوبر والتنوب واللايكس وغيرها.

٩. **التندرا: Tundra** يوجد معظمها ضمن الدائرة القطبية الشمالية حيث الصدف قصير، ولا يتجاوز متوسط درجة حرارة تموز الـ ١٠ م°، والشتاء طويل وشديد البرودة حيث تنخفض فيه درجة الحرارة الدنا إلى ما دون الـ ٥٠ م° تحت الصفر، كما يراوح الهطل السنوي بين ٢٠٠ و ٢٥٠ مم. وتسود في الغطاء النباتي الأشنات وقليل من الشجيرات والأعشاب.

وبناءً عليه فإن النباتات بخصائصها المختلفة الحيوية، والجغرافية، والبيئية، والفيزيولوجية تمثل العامل الحيوي المهم في رسم حدود جغرافية المنظومة البيئية، ومكوناتها الحيوية، وخصائصها المناخية، حتى فما يتعلق بالحيوانات التي يرتبط وجودها بوجود النباتات التي تمثل الغذاء

والمأوى لهذه الحيوانات، كما تدل أيضاً على الكثير من النشاطات البشرية المختلفة من زراعة، وصناعة، ورعي، واحتطاب، واستصلاح وغير ذلك.

سابعاً . المجتمع النباتي Plant Community:

المجتمع النباتي: عدد من أنواع النباتات التي توجد بينها علاقات المنافسة، وتتواجد في وحدة جغرافية معينة، وتشكل رقعة جغرافية موحدة نسبياً، والتي يمكن تمييزها عن الوحدات الجغرافية المجاورة لها، فهو عبارة عن مجموعة نباتية محددة، لها امتداد المنطقة التي تحتلها والمظهر الخارجي نفسه، ما بقيت الخصائص الجغرافية الطبعة والعلاقات المتبادلة بين النباتات المشكلة لها والوسط المحيط واحدة. فالغابات متساقطة الأوراق المنتشرة في أواسط أوروبا وغربها على سبيل المثال تُعد كل واحدة منها مجتمعاً نباتياً، ومجموعة الأشجار أو الطحالب الخضراء التي تغطي جذع شجرة من أشجار تلك الغابة تعد مجتمعاً، وكذلك مجموعة النباتات الطافة أو المغورة في بركة ماء تُعد كل منهما مجتمعاً نباتياً قائماً بذاته.

فالمجتمع النباتي عبارة عن أصناف وأنواع من النباتات التي تنمو بجوار بعضها في بيئة واحدة بالرغم من أنها لا تنتمي بعضها إلى بعض سلباً فمثلاً: أراضي الغابات المتوسطة (الأحراج) تضم أشجار الصنوبر والسنديان والأرز وأشجار البلوط الفليني والشربين والصنوبر الحلبي وغيرها، وشجيرات، ونباتات متسلقة، ونباتات عشبية، ونباتات حولية، ونباتات شوكية، تعرف هذه التجمعات النباتية بالمجتمعات النباتية.

ولقد جرت محاولات متعددة من قبل مجموعة من الباحثين النباتيين لتصنيف ودراسة الجماعات النباتية، تبعاً لبيئاتها الجغرافية في وحدات النبت الطبيعي، ومن أهم مراتب المجتمعات النباتية:

١. التكوين النباتي (Plant Formation):

هو أعلى مراتب المجتمعات النباتية، وتحدد أنماط التكوينات عوامل بيئة مختلفة، وتسمى التكوينات التي تحدد صفاتها العوامل المناخية بالتكوينات المناخية، أما تلك التي تحددها عوامل الترب بالتكوينات النباتية الترابية، ويحدد أنماط التكوينات النباتية صورة الحاة المميزة لنباتاتها السائدة من حيث شكلها، ارتفاعها، طراز الحاة.

أ. التكوينات النباتية المناخية Climatic Plant Information: يضم التوزيع التقليدي لغابات العالم الذي يعتمد على اختلاف المناخ ثلاثة أنواع هي الغابات المخروطة، وغابات المناطق المعتدلة ذات الأشجار عريضة الأوراق، وغابات المناطق الاستوائية. وتضم سهوب المراعي

الدافئة حيث تنمو حشائش قصيرة فقط، والصحاري حيث الحاة النباتات ذات قدرة على التكيف بصور متعددة لمجابهة ظروف الجفاف. هذه الأنماط هي صور ما يعرف بالتكوينات النباتية المناخية لأن وجودها يعتمد على العوامل المناخية (الرطوبة والمطر).

ب . التكوينات النباتية التربة (الأرضة) Edaphic Plant Information: يعتمد وجودها على عامل التربة، وخصائصها، وعلى ذلك يتحدد وجود التكوينات النباتية بعامل التربة مثل: غابات الشورة أو القرم (المانغروف) التي توجد في تربة لزجة مشبعة بالماء عالية الملوحة، ونباتات المستنقعات القصبية Reed Swamps التي تغطيها الماء الضحلة على شواطئ البحيرات والأنهار بطيئة التار. وتتنوع نباتات الكثبان الرملية Sand dunes تبعاً للخصائصها، فهناك الكثير من النباتات التي تنمو في البيئة الرملية مثل قصب الرمال *Ammophila arenaria*، والعديد من أنواع الطرفاء، والرتم، والعوسج، كما تنمو في الترب الرملية الملحة نباتات مثل الغرقد، والقطف الملحي، والعنظوان. ونباتات المستنقعات الملحة حيث التربة المالحة كشواطئ البحار والسبخات مثل نبات السالكورزا (إشنان).

٢. العشيرة: Association:

تمثل مجتمعات أقل مرتبة من التكوينات النباتية، والعشيرة هي تجمع نباتي لأنواع تعيش في مساحة ما، تسمى كل عشيرة باسم النوع السائد مثل عشيرة البلوط الأخضر، عشيرة الأرز...، ويمتلك هذا التجمع الطبيعي خصائص متميزة تفصله عن التجمعات النباتية الأخرى، إذ تتميز العشيرة النباتية بتركيب نباتي محدد، وبسادة أكثر من نبات واحد، فإذا كانت السادة لنوع واحد فقط سمي المجتمع تحت عشيرة Consociation، فالنباتات في منطقة الأهوار في جنوبي العراق على سبيل المثال هي من طراز المستنقعات القصبية، حيث يسود في مواضع نباتات البردي *Phragmites australis* وفي مواضع أخرى يسود نباتات الشمبلان *Ceratophyllum* (ذيل القط)، وأخرى يسود فيها القصب، وفي كل هذه المجتمعات تتشابه صور الحاة إذ إن الصورة القصبية تشملها جميعاً لذلك يسمى كل مجتمع من هذه المجتمعات تحت عشيرة، ومن الصعب تعيين حدود أي عشيرة نباتية. تفسر هذه الصعوبة بالتغير التدريجي لعناصر البيئة. لذا يلاحظ وجود مساحات انتقالية بين مختلف العشائر، وتتميز هذه المساحات الانتقالية بالتنافس بين عشيرتين. تتضح سادة إحداها على الأخرى، كلما اقتربنا من مساحة تواجهها، فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا عشيرتي من البلوط الأخضر والصنوبر الحلبي،

فالمساحة الانتقالية تتكون من أفراد العشيرتين، غير أنه كلما اقتربنا من دائرة انتشار الصنوبر الحلي، كانت السادة لهذه العشيرة، وكلما اقتربنا من دائرة انتشار البلوط الأخضر، عادت السادة لهذه العشيرة الثالثة.

٣. الجماعة society:

توجد داخل العشيرة، مجتمعات نباتية أقل مرتبة، تحتل مواقع مختلفة من العشيرة، تُعرف بالجماعات Societies ويسود في كل جماعة نوع واحد من النباتات، ووجود ذلك النوع السائد نتيجة تغير خصائص البيئة بشكل يلاءم النبات أكثر ما يلاءم بعضها الآخر، ويمكن تسمية تلك الجماعات بالأنواع الغازية أو الدخيلة، فالمكونات الحيوية للنظام البيئي تتغير وتتبدل باستمرار، لاسمى النباتات، فهي عرضة للانتقال، واختفاء أنواع جديدة غير قادرة على التأقلم مع الخصائص البيئة الجديدة. فشكل الجماعة هو محصلة التفاعل ما بين مكونات الوسط البيئي، خلال فترة حياة وتطور أفرادها، ففي أحد فصول السنة تحتل إحدى الجماعات بقعة من البقاع داخل العشيرة، بينما تحتلها جماعة أخرى في فصل آخر أو تملأ منها الأرض خلوًا تاماً.

ثامناً. تطور المجتمعات النباتية (التعاقب النباتي plant succession):

يُعرف التعاقب بأنه مجموعة من المراحل المتتالية، التي يحتل فيها مجتمع نباتي ما، ذو متطلبات بيئية خاصة، موقع مجتمع نباتي آخر، عبر الزمن، وتشكل كل مرحلة من المراحل مجتمعات نباتية قائمة بذاتها قد تدوم طويلاً أو قليلاً وفقاً للخصائص البيئية المدطة، حتى الوصول إلى مجتمع يكون في حالة توازن مع البيئة المدطة يدعى مجتمع الأوج أو الذروة climax بحيث لا يظهر بعده أي مجتمع يكون أكثر تقدماً. تسمى مجموعة المجتمعات التي توالت على موقع ما للوصول إلى مجتمع الأوج مجموعة المجتمعات الانتقالية أو العرصة sere، ويلعب المناخ الدور الأساس في تحديد اتجاه التعاقب ونوعية الأوج وتأتي بعده التربة إلا أنه في بعض الأحيان قد يعجز المناخ عن القيام بدوره وفرض أوجاً مناخاً ومجتمعات أوجه تلعب التربة دوراً أساساً في تشكيلها وتسمى أوجاً تريباً، وبذلك تنشأ مجتمعات أوجه متعددة ضمن منطقة ذات مناخ واحد.

اقترح نحال إبراهيم ١٩٨٢م تسميات خاصة للأوج النباتي للمناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي في شرقي المتوسط عامة وسورية خاصة:

١ . **أوج مناخي:** المجتمع النباتي الذي يتعلق وجوده بالمناخ، نذجة تأثير العناصر المناخية نجد أشكالاً مختلفة ومتباينة من النمو والتطور النباتي، وبصورة مختلفة، فمواقع فيها غطاء نباتي عشبي وأخرى شجيري وثالثة عارية من غطائها النباتي والترابي لتصبح فيها أشكال الداة شبه معدومة.

٢ . **أوج ترابي:** يطلق على المجتمع النباتي الذي يتعلق وجوده بالتربة، ضمن منطقة حراجة معينة اسم الأوج الترابي حيث أن الصفة الأساسية للمناخ في المتوسطي الجفاف الصفي الطويل نسباً، وبالتالي لا يستطع المناخ فرض سطرته التامة على الصخر الأم، مما يؤدي إلى مجتمعات نباتة مختلفة حسب الصخرة الأم ونوع التربة، مثل أشجار اللزاب التي تنمو على الترب الكلسة المارزة، وشجيرات اللوز البري والزعرور البري التي تنمو في الترب الكلسة القاسية، والخرنبية والطفراء والغرد (النتراريا) في الترب الرملية أو الملحة.

٣ . **أوج فيزيوغرافي:** نجد أشكالاً مختلفة ومتباينة من النمو والتطور النباتي نذجة تباين ارتفاع الطوابق النباتة على مختلف السفوح الجبلية، وعلى مختلف الارتفاع عن سطح البحر، لذلك نجد التباين في المجتمعات النباتة حسب الارتفاع عن سطح البحر أو تأثير اتجاه السفوح.

٤ . **أوج كاذب (شبه أوج):** المجتمعات النباتة الحالة تختلف عن المجتمعات النباتة السابقة نذجة تدهور البيئة الناتج عن فعاليات ونشاط الإنسان فالبيئة الحالة لا تسمح بعودة الأوج الأصلي لتباين الخصائص البيئة الحالة والتي لا تسمح بوصول المجتمعات النباتة إلى المجتمع الأوجي وتوقفها عند مرحلة معينة من التعاقب.

إن المجتمع النباتي لس ثابتاً، فالمجتمعات النباتة تظهر وتنمو تحت تأثير العوامل البيئة، ورد فعل النبات تجاه هذه العوامل، وعملة نمو المجتمعات النباتة تعتمد على **ظاهرة التعاقب** إن عملة انتشار مجموعة نباتة في منطقة ما، لا يمكنها أن تصل إلى مرحلة الاتزان، إذ لا بد من أن تحدث تغيرات وتطورات متتابعة، ومن مراحل متلاحقة متميزة بعضها عن بعض يُطلق عليها **التعاقب النبات plant succession** فخلال مراحل التعاقب تعمل المجموعات النباتة على سطرة أنواع نباتة أكثر تأقلاً مع شروط الوسط البيئي، إلى أن تنتهي هذه المراحل بسادة غطاء نباتي معين، متأقلم مع أحوال الوسط البيئي، وهذه المرحلة المتميزة بنبات معين سائد في ظروف مناخية معينة، يطلق عليها اسم **الأوج النباتي climax**، فالأوج النباتي هو نهاية التتابع النباتي، وفيه تصبح المجموعة النباتة في حالة توازن مع الوسط، وتسود أنواع ملائمة للمناخ والتربة، قادرة على تحمل الخصائص البيئة المدطية. الشكل ٦٣. التعاقب النباتي، فالميزة الأساسية في

هذه الظاهرة، هي النمو التدريجي للنبت نتيجة توالي عدة مجتمعات نباتية ذات متطلبات بيئية وتركيب نباتي مختلف على الموقع نفسه ويدل على أن المجتمع النباتي وصل إلى حالة ثبات، وأنه أصبح في حالة توازن مع بيئته، وسوف يظل النبات هو نفسه دون تغيير لمدة طويلة.

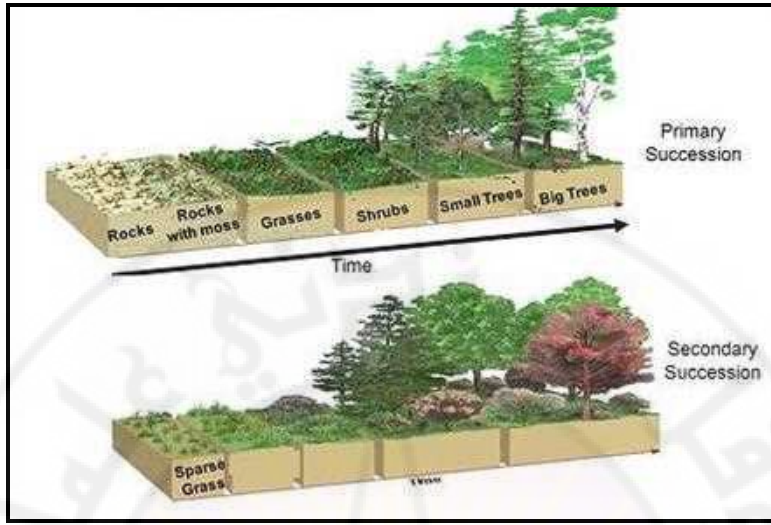


الشكل ٦٣. التعاقب النباتي

ويُقسم التعاقب النباتي إلى نوعين هما التعاقب الأولي primary succession، والتعاقب الثانوي secondary succession، انظر الشكل ٦٤. أنواع التعاقب النباتي.

أ . **التعاقب الأولي primary succession**: يُطلق على توالي المجتمعات على أرض جديدة لم يسبق أن غزتها النباتات من قبل، وهو يبتدىء بنباتات رائدة pioneer plats حتى يصل إلى الأوج ويحدث هذا التعاقب بصورة بطيئة ويتألف من تتابع عدة مراحل، وقد يطلق على التعاقب الأولي اسم التعاقب التقدمي أي أنه يدل على تقدم النبات باتجاه الأوج.

ب . **التعاقب الثانوي secondary succession**: يحدث نتيجة تدهيم الأوج لسبب من الأسباب كالحرائق أو السيول أو الاستثمار غير الصحيح. حيث تغزو النباتات موقعاً لم يسبق أن وجدت فيه مجتمعات أوجه، أي تكون أرض الموقع متطورة نسبياً لدرجة تسمح بغزوها من قبل المجتمعات أكثر ملائمة لنمو نباتات أخرى. وقد يطلق على التعاقب الثانوي اسم التعاقب التراجعي أي ابتعاد النبات الطبيعي عن الأوج تحت تأثير عوامل التخريب المختلفة، يأخذ التعاقب مئات السنين للوصول إلى الأوج. والتعاقب الثانوي أسرع من التعاقب الأولي في الوصول إلى الأوج.



الشكل ٦٤. أنواع التعاقب النباتي

١.٨. مراحل التعاقب النباتي:

١ . بداية التعاقب: يبدأ التعاقب النباتي في بقعة تربة مستقرة إذا كانت عارية لا يشغلها غطاء نباتي أو عندما تتعرض منطقة لتبدل في العوامل الحيوية مثال ذلك التعرض للرعي، أو الحرائق، أو الاحتطاب، أو الحرائق.

٢ . هجرة الأنواع النباتية (البعثرة النباتية): هجرة البذور والأبواغ وأعضاء التكاثر الخضرية من المواقع المجاورة إلى المواقع الجديدة، عن طريق الهواء أو الماء أو الطيور أو الحيوانات.

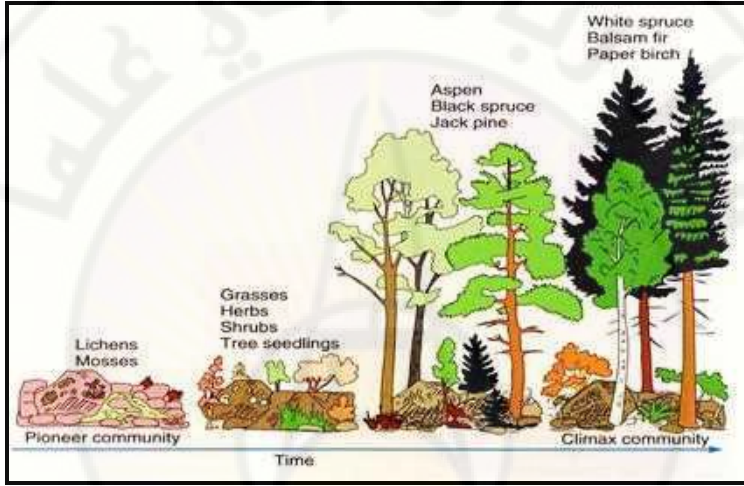
٣ . التأقلم: وهي مرحلة الإنبات والنمو وتثبيت النباتات لنفسها في الموقع.

٤ . التنافس: التزاحم بين الأنواع النباتية أي تنافسها بعضها مع بعض بحيث أن وجود النوع الواحد يقلل من فرص وجود النوع الثاني. ويأخذ التنافس أحد شكلين: أما التزاحم على الموارد الطبيعية كالتنافس على الرطوبة المتوفرة في التربة، والعناصر الغذائية، وعلى الضوء. أو إفراز مواد سامة تعيق نمو الأفراد الأخرى عن طريق زيادة حموضة التربة، أو زيادة قلويتها، أو ملوحتها...

٥ . ردة الفعل: وهي مرحلة تحوير وتطوير النباتات للبيئة.

٦ . الاستقرار: وهي مرحلة الأوج أو الغطاء النباتي الذروي، ويسمى المجتمع النباتي الذي ينتهي إليه التعاقب (الأوج) أو الغطاء النباتي الذروي، ومن أهم ميزات الأوج استقراره أو توازنه مع شروط البيئة والمناخ السائد.

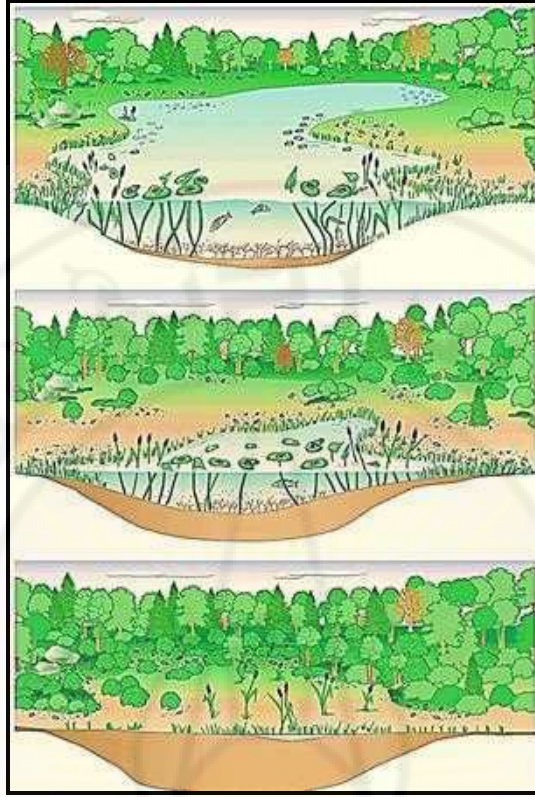
١.١.٨. **مراحل التعاقب الأولي (التعاقب التقدمي):** يحدث على أرض جديدة لم يسبق أن غزتها نباتات، ويحدث هذا التعاقب بصورة بطيئة لصل إلى مرحلة الأوج عند ظهور أرض عارية نتجة انبثاق أرض كانت مغمورة تحت سطح البحر، أو ترسب طبقات من الطمي أو جفاف إحدى البحيرات. تأتي النباتات وتحتل هذه الصخور وتغير من خصوبتها وتجعل البيئة أكثر ملائمة لنمو النباتات الأخرى. وتسمى سلاسل التعاقب التي تبدأ على صخور عارية أو الابسة بسلاسل التعاقب الجفافة. الشكل ٦٥. مراحل التعاقب الأولي (التعاقب التقدمي).



الشكل ٦٥. مراحل التعاقب الأولي (التعاقب التقدمي)

٢.١.٨. **مراحل التعاقب المائي:** تنمو في البحيرات الضحلة نسباً نباتات مغمورة بالماء مثل الأيلوديا *Elodea*، ولسان البحر، وحامول الماء وباستمرار نمو هذه النباتات تبدأ المواد العالقة التي تحملها مياه تار مائي بالترسيب فوق النباتات ثم تهبط إلى قاع البحيرة، كما تموت الأجزاء المسنة من النباتات وتغوص إلى القاع، وباستمرار الترسيب يؤدي لنقص عمق الماء، ويرتفع مستوى القاع، فتصبح الظروف غير ملائمة لنمو النباتات الأصلية، وتلائم ظهور نباتات جديدة. وتبدأ أنواع من النباتات الطافة زحفها على الرقعة التي تشغلها نباتات الغمر، وكلما ازداد عدد هذه النباتات واستمر انتشارها وزادت تغطيتها لسطح الماء انخفضت كمية الضوء وازداد ترسب التربة والمواد التي يحملها الماء، وبالتالي تُصبح الأجزاء القريبة من الشاطئ والتي كانت تسودها النباتات الطافة صالحة لغزو نباتات جديدة هي نباتات المستنقعات القصبية، وباستمرار تناقص عمق الماء، وارتفاع مستوى القاع، وازدياد خصوبة التربة، تغزو الرقعة نباتات تنشب جذورها في القاع وتكون مغمورة جزئاً بحيث ترتفع أوراقها وأجزاءها العليا فوق سطح الماء، وكثافة نموها

الخضري تُظل على ما تحتها من نباتات، فينقطع الضوء عن النباتات الطافة، وتخفي بعد فترة قصيرة. كلما ارتفع مستوى القاع وبرز فوق الماء، وأصبحت البذرة غير صالحة لنمو نباتات المستنقعات، وباختفاء نباتات المستنقعات يأخذ الغطاء النباتي في التحول من مستنقعات إلى مروج فتظهر أنواع عديدة من النجيلات، وبالتالي تصبح التربة جافة، ما يجعلها غير صالحة لنمو النباتات التي كانت موجودة من قبل، وفي النهاية تصبح المروج على درجة من الجفاف لا تسمح بنمو النباتات المحبة للماء، واستمرارها تتحول في الأجواء الجافة إلى أراضي حشائش جافة، أما في البيئات المطيرة الرطبة تتحول إلى غابات. وعندما يرتفع مستوى سطح الأرض إلى الحد الذي تصبح فيه التربة مشبعة بالماء في بعض أوقات السنة، وجافة نسبياً في بقية العام تبدأ بعض الأنواع الشجرية والأشجار بالظهور، وهذه النباتات الخشبية تنشر على سطح الأرض ظلال، وتخفيض من مستوى الماء الأرضي عن طريق النتج، وتُصبح تلك التربة أكثر جفافاً وبيئة صالحة لنمو أنواع من النباتات الأكثر احتمالاً للشمس والجفاف. وباستمرار تراكم الدبال، وازدحام التربة بالبكتيريا والفطريات والكائنات الأخرى ... تزداد خصوبتها فتُتاح الفرصة لأشجار جديدة تغزو الرقعة، وتزداد كثافتها تدريجاً. الشكل ٦٦. مراحل التعاقب المائي.



الشكل ٦٦. مراحل التعاقب المائي

٢.١.٨. التعاقب الثانوي (التعاقب التراجعي): هو ابتعاد النبات الطبيعي عن الأوج تحت تأثير عوامل التخريب المختلفة كالرعي والقطع الجائرين والاستثمار السيئ... فتبدل الشروط البيئية في المنطقة سبباً في تحول الغابة باتجاه تراجعي أي غابة متدهورة، ولما كان المناخ العام ثابت نسبياً لفترة طويلة من الزمن والصخر الأم ثابت، فإن التحولات تكون نتيجة تغير الخصائص البيئية الناتجة عن تأثير الأنشطة البشرية المختلفة.

ومن البديهي أن هذه السلسلة من التعاقب التراجعي لا يمكن إرجاعها كلياً بشكل طبيعي إلى الأوج النباتي عبر وقف النشاط البشري والإدارة البيئية الرشيدة، نظراً لحدوث تغيرات متنوعة غير قابلة للعودة إلى ما كانت عليه قبل تخريبها لاسمًا انجراف التربة، ومن هذا المنظور فإن حماية البيئة المتدهورة ولفترة زمنية طويلة ربما يساعد على إعادة الغطاء النباتي إلى ما كان عليه من قبل التدهور، ومن الممكن أن يصل المجتمع النباتي إلى مرحلة الأوج بعد فترة زمنية طويلة نسبياً بعيداً عن النشاط البشري السلبي.

تاسعاً. طرائق دراسة المجتمعات النباتية وصفتها الاجتماعيات:

تتم عادةً دراسة المجتمعات النباتية ووصفها في الحقل من خلال طريقتين لكل منهما أساليبيها الخاصة والأهداف التي تحققها وهاتان الطريقتان هما:

أ. الطريقة الأولى: وصف الغطاء النباتي بناءً على المظهر العام، حيث يتم من خلالها وصف المجتمعات النباتية تبعاً لمظهرها وشكل نمائها وحجمها وتستخدم هذه الطريقة عادةً لتصنيف الغطاء النباتي ودراسته في مناطق واسعة كالعالم أو قارة أو دولة ...

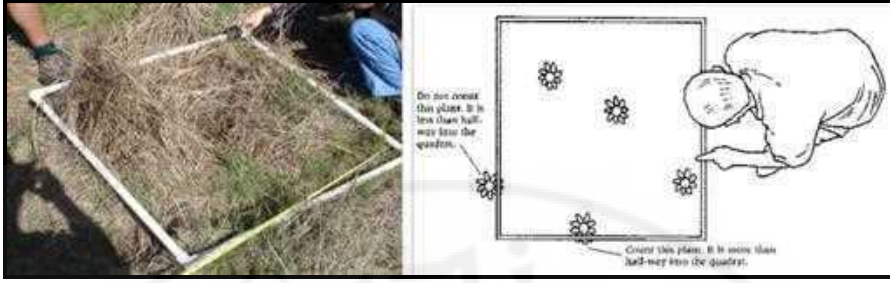
ب. الطريقة الثانية: طريقة وصف الغطاء النباتي بناءً على المحتوى النباتي ويتم من خلال هذه الطريقة دراسة المجتمع النباتي وذلك تبعاً لوجود أو عدم وجود الأنواع النباتية المميزة للمجتمع النباتي في منطقة معينة ودرجة وفرتها وكثافتها ودرجة تغطيتها وسادتها ويتم معالجة هذه العناصر والوصول إليها بالطرق الكمية.

١.٩. طرائق دراسة المجتمعات النباتية: تتطلب دراسة مجتمع نباتي ما حصراً للأنواع التي يتكون منها ذلك المجتمع، ومعرفة النسبة العددية، وتوزع الأنواع داخل المجتمع، إن الدراسة الشاملة للمجتمع النباتي مستحيلة لذا نلجأ إلى أخذ العينات من الغطاء النباتي الممثل للمجتمع، وبتجمع العينات نستطيع أخذ فكرة عن المجتمع بأسره، لذا فمن اللازم التدقيق في اختبار مواضع العينات وعددها وحجمها وشكلها وهناك طريقتان لتحليل الغطاء النباتي الأولى طريقة المربعات Quadrats Method، والثانية طريقة القطاعات Sectors Method.

أ. طريقة المربعات Quadrats Method:

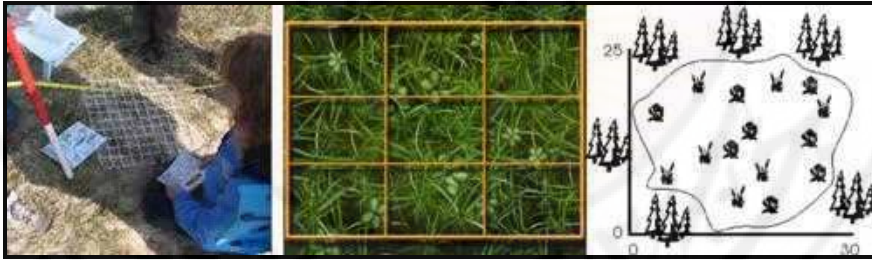
المربع اسم يطلق على وحدة جمع النماذج وهي مساحة معينة قد تكون بشكل مربع أو مستطيل أو دائرة، وتختلف المربعات بالحجم والشكل والعدد، وتعتمد على طبعة النباتات الموجودة ولغرض دراسة أنواع النباتات وترددتها بالحقل، ومعرفة فما إذا كان المجتمع متجانساً، أو غير متجانس، وتعد هذه الطريقة أكثر شيوعاً في أخذ العينات لدراسة وتحليل الغطاء النباتي، وهناك عدة أنواع من المربعات التي نستعمل في هذا الجانب وهي:

١- المربع التعدادي الجدولي List count quadrat: يمكن بوساطته حصر الأنواع النباتية التي تستوطن مساحة معينة من الأرض ومعرفة عدد الأفراد من كل نوع وذلك بطريقة العد. الشكل ٦٧. دراسة مجتمع نباتي باستخدام المربع التعدادي الجدولي.



الشكل ٢٧٠. المربع التعدادي الجدولي

٢. **المربع المرسوم Chart quadrat**: تسمح هذه الطريقة بدراسة الغطاء النباتي في أوقات متعاقبة لمعرفة ما يطرأ عليه من تغييرات موسمية أو تغييرات ناشئة عن تغير الخصائص البيئية، وتتج الفرصة لتقدير التغطية النباتية الكلية Total plant cover في المجتمع النباتي، وكذلك التغطية النسبية لكل نوع Relative cover of species وبذلك يمكن معرفة درجة كثافتها Density. يعمل المربع المرسوم على صفحة من ورق المربعات بمقاس رسم ملائم، ثم يقسم إلى مربعات صغيرة يسهل تمثيلها على الرسم، ثم تنزّل النباتات الموجودة على الأرض على مربع الخارطة المرسوم على الورق، وتوضح الأنواع النباتية على الورق بإعطائها رموز خاصة. الشكل ٢٨٠. دراسة مجتمع نباتي باستخدام المربع المرسوم.



الشكل ٢٨٠. المربع المرسوم

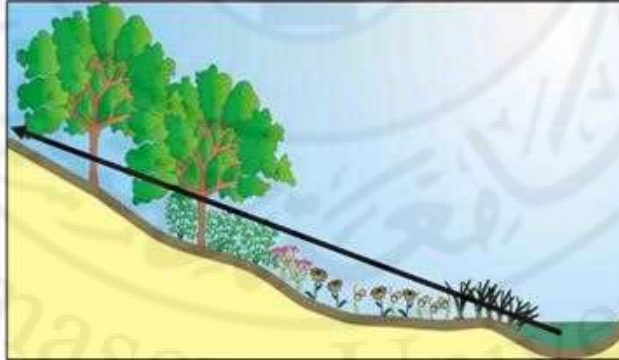
٣. **المربع المستديم Permanent quadrat**: يعمل هذا النوع من المربعات في الحالات التي تتطلب فيها دراسة تكرار المشاهدة وتفيد هذه الطريقة بدراسة حالة التعاقب النباتي (التتابع النباتي) ودراسة سرعة التغطية في مساحة يمنع فيها الرعي وتدخل الإنسان (المحركات)، وتوضح التغيرات المناخية، الصورة ٣٨٠. دراسة مجتمع نباتي باستخدام المربع المستديم



الصورة ٣٨. المربع المستديم

ب . طريقة القطاعات Sectors Method:

تستخدم عندما يكون استخدام المربعات متعذراً أو غير مناسب لدراسة الغطاء النباتي في المناطق ذات الغطاء النباتي المتناثر والمبعثر، كما هو عليه الحال في المناطق الصحراوية، وفي أراضي الغابة غير قابلة للاختراق. ويمكن استخدام طريقة القطاعات في التعبير عن تأثير الاختلافات في منسوب سطح الأرض أي الأراضي المتدرجة الارتفاع عن سطح البحر فمن الممكن عن طريق القطاع تميز عدد من التكوينات النباتية تبدأ بالنباتات المغمورة ثم الطافة ثم المستنقعات القصبية فالمراعي وتنتهي بالغابات، الشكل ٦٩. طريقة القطاعات في التعبير عن تأثير الاختلافات في منسوب سطح الأرض.

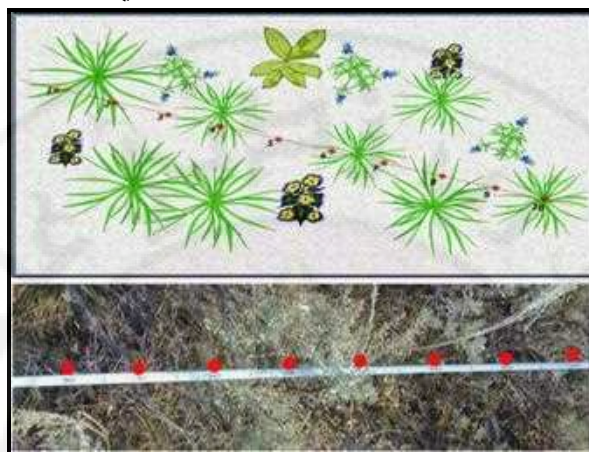


الشكل ٦٩. طريقة القطاعات في التعبير عن تأثير الاختلافات في منسوب سطح الأرض

وأهم أنواع القطاعات هي:

١. **القطاع الخطي Line transect** : تتم هذه الطريقة عادةً بمد شريط قياس مقسم إلى أمتار قد يصل طوله إلى مسافات طويلة قد تبلغ مئات الأمتار أحياناً. يُمد الشريط بين نقطتين عبارة

عن بداية ونهاية ويتم اختار النقطتين بشكل عشوائي، وتُسجل جمع أفراد الأنواع النباتية التي تلامس أو تعترض طريق الشريط ويتم حساب التغطية النباتية بواسطة قاس طول المسافة من الخط التي تلامس الأنواع النباتية. الشكل ٧٠. طريقة القطاع الخطي



الشكل ٧٠. طريقة القطاع الخطي

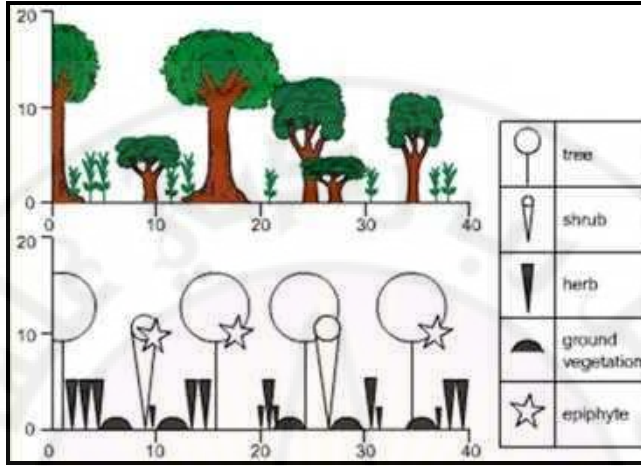
٢. **القطاع الحزامي belt transect**: يمكن تطوير القطاع الخطي وذلك بقاس الأنواع النباتية ضمن عرض معين بين خطين متوازيين يُعرف باسم القطاع الحزامي ويتم معاينة النباتات فيها كما تم توضحه في طريقة القطاع الخطي. الصورة ٣٩. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الحزامي.



الصورة ٣٩. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الحزامي

٣. **القطاع الطيفي Stratum transect**: طريقة عمله إن يمد شريط القياس في الاتجاه المطلوب ثم يقاس ارتفاع النباتات التي يمسها الشريط بمسطرة في وضع قائم ويبين في القطاع الطبقي أيضاً الامتداد الأفقي للنباتات عند الارتفاعات المختلفة وذلك بطريقة التعبير عن كل نوع

من النباتات برسم توضح يبرز أهم مميزاته الشكل وطريقة امتداده وتفرعه. الشكل ٧١. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الطفي.



الشكل ٧١. دراسة مجتمع نباتي باستخدام طريقة القطاع الطفي

٢.٩. الصفات الاجتماعية التي تميز المجتمعات النباتية:

إن دراسة الصفات الاجتماعية تسمح بوصف المجتمعات النباتية ومن ثم تمييزها، وتُقسم الصفات الاجتماعية إلى:

١.٢.٩. صفات تحليلية: Analytical characters: تنقسم إلى:

أ. صفات كمية Quantitative characters: تتناول الصفات الكمية:

• **الغزارة أو السادة Abundance (الكثافة)** هي إجمالي عدد أفراد النوع النباتي في وحدة المساحة. تعتبر كثافة النوع النباتي الواحد كثافة جزئية لأنه جزء من الغطاء النباتي الكلي، لذلك تسمى كثافة جزئية أو نوعية، ولمعرفة كثافة جمع النباتات نحسب الكثافة الكلية كالآتي:

$$\text{الكثافة النوعية} = \frac{\text{إجمالي عدد أفراد النوع الواحد}}{\text{وحدة المساحة}} \times 100$$

ولمعرفة كثافة جمع النباتات نحسب الكثافة الكلية كالآتي:

$$\text{الكثافة الكلية} = \frac{\text{إجمالي عدد أفراد كل الانواع}}{\text{وحدة المساحة الكلية}} \times 100$$

• **التغطية Cover:** هي المساحة التي تغطيها أفراد النوع النباتي الواحد أو كل الأنواع النباتية في المجتمع النباتي. ويعبر عنها بنسبة مئوية، فالنسبة المئوية ١٠٠% تعني أن سطح التربة

مغطى بشكل كامل، والنسبة ٧٠% تعني أن ٣٠% من سطح التربة غير مغطى بالنباتات إذا نظرنا له من الأعلى. فالتغطية الكلية = مجموع تغطيات النباتات، أما التغطية النسبية:

$$\text{التغطية النسبية} = \frac{\text{مساحة تغطية النبات}}{\text{المساحة الكلية}} \times 100$$

• **التردد (التكرار) Frequency:** الكثيرة من الأنواع النباتية لا يكون انتشارها على كافة المساحة التي يحتلها المجتمع النباتي، والتردد هو عبارة عن درجة احتمال وجود النوع النباتي في أي مربع من المجتمع المدروس، ويعبر عنها بنسبة عدد المربعات التي يوجد فيها النوع إلى عدد المربعات المدروسة.

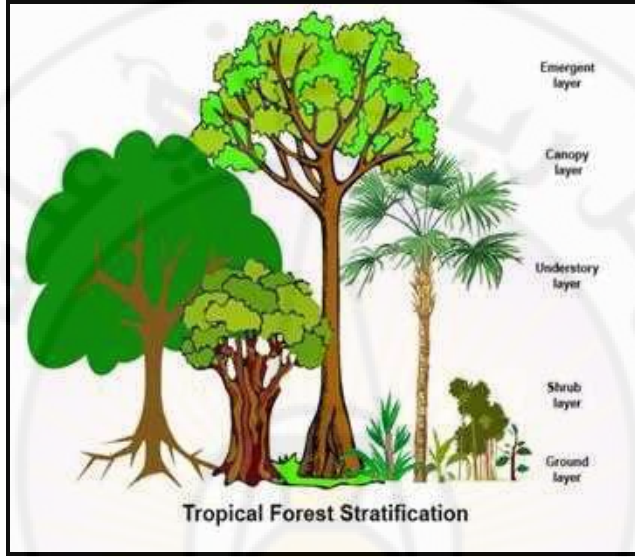
$$\text{التردد } \% (R) = \frac{\text{مجموع المربعات التي ظهر بها النوع}}{\text{المجموع الكلي للمربعات المدروسة}} \times 100$$

٢.٢.٩. صفات وصفية Descriptive characters:

١.٢.٢.٩. **الاجتماعية أو جماعة النوع Sociability:** صفة تحدد درجة تجمع أفراد كل نوع أو تفرقها داخل حدود المجتمع النباتي، وللصفة الاجتماعية مقياس لنمط التوزيع وتنظم الأنواع، هل هي تنمو أفراد مبعثرة ومعزولة عن بعضها أم هي مجتمعة على شكل رقع كثيفة. وقد اقترح براون بلانكه مقياساً لجماعة النوع مؤلفاً من خمس قم: (١) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل مبعثر (مفرد)، (٢) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل مجموعات صغيرة (باقات)، (٣) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل بقع (رقع صغيرة)، (٤) يدل على أن أفراد النوع تتجمع في مستعمرات صغيرة أو كبيرة، (٥) يدل على أن أفراد النوع تنمو بشكل جمهرة نقية (حشود كبيرة) وتعد الحالة الأخيرة أوفى الحالات الاجتماعية. تقيّدنا الجماعة في تمييز المجتمعات النباتية، لاسمّا عندما تتماثل الأغطة النباتية بأنواعها وتختلف تماماً في نمط توزيع هذه الأنواع.

٢.٢.٢.٩. **الحيوية Vitality:** أي حيوية الفرد ونشاطه ضمن المجتمع النباتي، وذلك لأن الأنواع إذا لم تستطع التكاثر وإكمال دورة حياتها وإنتاج الثمار والبذور بنجاح كان ذلك دليلاً على عدم ملائمة ظروف البيئة لها ما يؤدي إلى زوالها من المجتمع، واقترح براون بلانكه أربع درجات من الحيوية (٤) نباتات تنبت مصادفة لكنها لا تستطع التكاثر، (٣) نباتات تنمو خضرياً غزراً لكنها لا تكمل دورة حياتها، (٢) نباتات طבעة النمو، (١) نباتات تنمو جيداً وتتم دورة حياتها بانتظام وتزدهر وتثمر، وغالباً ما يكون التغيير في حيوية بعض الأنواع دليلاً على أحوال المجتمع أو الانتقال إلى مرحلة جديد من مراحل التتابع (التعاقب) في نمو الغطاء النباتي .

٣.٢.٢.٩. **النتضد Stratification**: يترتب الغطاء النباتي في طبقات متميزة أعلاها طبقة النباتات السائدة، ففي الغابات مثلاً تتميز بوجود طبقة الأشجار، طبقة الشجيرات، طبقة الأعشاب، الطبقة الأرضية أو طبقة الحزازيات. يوضح الشكل ٧٢. مقطع طولي (طبقات نباتية) في غابة مدارية.



الشكل ٧٢. مقطع طولي (طبقات نباتية) في غابة مدارية

٤.٢.٢.٩. **التغير الموسمي (Periodicity)**: تؤثر الظروف الطבעية ومن أهمها المناخ في نمو النبات الطبعي، وتسهم بشكل كبير في تشكيل صورته، وتحديد نوعه وحجمه وكثافته. يتميز مظهر الغطاء النباتي إلى عدد من المظاهر الموسمية ولكل مظهر نباتاته المميزة التي تزدهر خضرياً أو زهرياً في ذلك الوقت من العام حتى تضفي شكلها ومظهرها على المجتمع النباتي بأسره فتظهر بمظهر السادة لدرجة تحجب غيرها من النباتات، ثم لا تلبث نباتات هذا المظهر إن تتوارى لتظهر نباتات المظهر التالي التي تنعقد لها السادة المظهرية لفترة تختفي بعدها وهكذا. ومن الممكن تميز المظاهر الآتية المظهر الربيعي المبكر، والمظهر الربيعي، والمظهر الصيفي، والمظهر الخريفي، والمظهر الشتوي. ويستغرق كل مظهر من المظاهر وقتاً محدداً من العام، ويختلف باختلاف الأحوال المناخية، ويُعد المظهر الشتوي أقل المظاهر وضوحاً لأنه يمثل موسم الكمون لمعظم النباتات.

٣.٢.٩. صفات تركيبية Synthesis characters:

إن دراسة المجتمعات النباتية من المواضيع الأكثر أهمية في الجغرافة الحيوية، لذا فقد استقلت، وأصبحت ميداناً لاختصاص جديد نسبياً وهو علم اجتماع النبات، يعتمد هذا الفرع من الجغرافة الحيوية، على تحليل التركيب النباتي، لمعرفة مدى ما بينها من تشابه أو تباين، ومدى التجانس في تركيبها، ولمعرفة مدى ولاء الأنواع المختلفة لمجتمعاتها، ودرجة ثبوت كل نوع نباتي للمجتمع.

أ. **الولاء Fidelity**: تدل صفة الولاء عن التوزع للأنواع النباتية، وتدل درجة الولاء على مدى ارتباط نوع معين بالمجتمع النباتي، فهناك أنواعاً يقتصر وجودها على مجتمع معين ولا توجد في سواه، وهي بذلك تكون ذات ولاء قوي للمجتمع، وفي المقابل هناك من الأنواع ما يتكرر وجوده في مجتمعات نباتية متعددة، لذا فإنه يوصف بضعف الولاء، وقد عرف برون بلانكة خمس درجات من ولاء الأنواع النباتية لمجتمعاتها هي:

- **الأنواع الاقتصادية**: أنواع يقتصر وجودها على مجتمع معين.
- **الأنواع الانتخابية**: أنواع توجد بوفرة في مجتمع نباتي معين لكنها قد توجد مصادفة، وبصورة نادرة في مجتمعات أخرى.
- **الأنواع التفضيلية**: أنواع تفضل أن تتواجد بين أفراد مجتمع نباتي معين، فهي من الأنواع الدالة المميزة للمجتمع النباتي ذات أهمية بيئية، وتحدد مكان المجتمع في سلسلة التعاقب النباتي.
- **الأنواع لا اكتراثه**: أنواع غير متحيزة لهذا المجتمع أو ذاك وتسمى أنواع مرافقة.
- **الأنواع الغريبة**: نباتات دخيلة في المجتمع، ووجودها فيه هو محض صدفة، قد تكون منقولة من مجتمع نباتي آخر، أو تكون بقايا مجتمع نباتي سابق.

ب. **الثبات Constancy**: الثبات يُعبر عن حالة المجتمع النباتي، يصف الثبات حالة توزع الأنواع في منطقة معينة، أي درجة انتظام الأنواع المختلفة التي يتكون منها المجتمع في توزيعها داخله ويقاس كنسبة مئوية، وتقسم الأنواع حسب صفة الثبوت إلى خمس درجات حسب نسبة الثبات هي: الدرجة الأولى أقل من ٢٠%. والدرجة الثانية بين ٢١ . ٤٠%. والدرجة الثالثة بين ٤١ . ٦٠%. والدرجة الرابعة بين ٦١ . ٨٠%. والدرجة الخامسة بين ٨١ . ١٠٠%. وكلما زادت الأنواع النباتية في المجتمع كان ذلك دليلاً على التجانس، والدرجتين الرابعة والخامسة يوجد فيها عدد كبير من الأنواع، ما يدل على الدرجة العالية من التجانس في المجتمع.

٤.٢.٩. نماذج التوزيع الجغرافي: يكون لبعض الأنواع النباتية انتشار أو توزيع في مناطق جغرافية مختلفة:

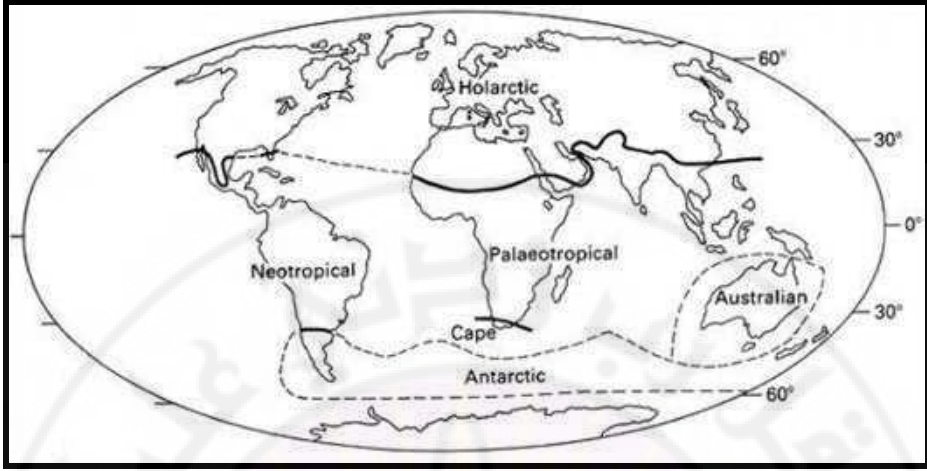
أ . الانقطاع والانتباز: بالرغم من أن معظم الأنواع النباتية تكون متصلة إلى درجة مقبولة خلال توزيعها إلا أن بعض منها له مناطق توزيع متباعدة تفصلها مساحات خالية منه، توصف هذه الأنواع بأنها ذات توزيع متقطع والذي يمكن أن يكون نشأ من طرق عديدة غالباً ما يكون عن طريق الانتشار من منطقة لأخرى.

ب . التوطن: تسمى الأنواع النباتية التي توجد منفردة على مساحات جغرافية محددة، نباتات متوطنة، وهناك نوعان من التوطن: **توطن قديم**: أي أن النوع النباتي كان له توزيع واسع الانتشار، ولكنه أصبح محصوراً في منطقة محددة مثال ذلك نبات الجينكو *Ginko biloba* الذي ينحصر وجوده في جانب صغير من الصين، ولكنه واسع الانتشار في شكل حفريات في نطاق الشمال المعتدل. و**توطن محدث**: يكون النوع النباتي حديث العهد بالمنطقة ولم يستطع الانتقال إلى مناطق أخرى.

ج . النباتات الأجنبية: هي النباتات التي جلبت إلى منطقة جديدة بواسطة الإنسان للأغراض التطبيقية. يمكن أن تكون هذه النباتات مدجنة فتحافظ على كائنها وتصبح جزءاً من نباتات المنطقة أو أن تكون عرضة فتموت سريعاً بسبب عدم ملائمة الظروف غير الملائمة.

عاشراً . الممالك النباتية:

يُعد الغطاء النباتي للكرة الأرضية نتجة لعملة تطورية طويلة تمت تحت تأثير عوامل الوسط المختلفة سواء في الماضي أو الحاضر، فالتغيرات التي طرأت على قارات الكرة الأرضية، وتبدل مكان القطبين، وتغيرات المناخ الموافقة لذلك خلال الأحقاب الجيولوجية المختلفة أدت إلى تمايز الممالك النباتية، وانطلاقاً من ذلك قُسمت الكرة الأرضية إلى ستة ممالك نباتية كما في الخريطة ٩. توزيع الممالك النباتية، وهي:



الخريطة ٩. توزع الممالك النباتية

١. **المملكة الشمالية (الهولركتك) Holarctic Relam**: تضم هذه المملكة القسم الأكبر من نصف الكرة الشمالية، تمتد من جنوب كاليفورنيا، والمكسك، والجزء الجنوبي من فلوريدا، وعلى جزء الرأس الأخضر، وتجتاز الصحراء الكبرى، والصحراء العربية، وجبال إيران الجنوبية على طول جبال همالايا، وجنوب الصين وتحاذي خط العرض ٣٠ شمالاً في المحيط الهادئ.

٢. **المملكة الاستوائية الجديدة Neo tropical**: تشمل المملكة النباتات الاستوائية في أمريكا الوسطى والجنوبية المتضمنة شبه جزيرة كاليفورنيا، وجزء من المكسك، والجزء الجنوبي من فلوريدا، وكامل أمريكا الجنوبية، باستثناء الثلث الجنوبي من التشيلي، وجزء صغير من جنوب الأرجنتين.

٣. **المملكة الاستوائية القديمة Palaeo tropical**: تأتي بعد المملكة الشمالية من حيث المساحة والغنى بالأنواع النباتية، وتشمل إفريقيا باستثناء الجزء الشمالي منها، ومنطقة الكاب (الجزء الجنوبي الغربي من إفريقيا) وجنوب آسيا ونيوزيلندا، (هناك خلاف من قبل الباحثين حول منطقة نيوزيلندا فبعض الباحثين ينسبها على المملكة القطبية الجنوبية وبعضهم إلى المملكة الاستوائية القديمة)، وتحوي الفصل المشترك بين المملكتين الاستوائية الحديثة والقديمة، وتقسم المملكة الاستوائية القديمة إلى قسمين الأول هندي . إفريقي : يشمل إفريقيا، ومدغشقر، والجزء الغربي من الهند، أما القسم الثاني ماليزي يشمل جنوب شرق آسيا، وإندونيسيا، وشمال نيوزيلندا.

٤. **المملكة الأسترالية Australian**: تشمل كامل قارة أستراليا وتسمانيا، وتتميز بفلورا خاصة بها، وأغلب أجناسها متوطنة، ويوجد ١٥% فقط من أنواعها في الممالك الأخرى

٥ . مملكة الكاب **Cape**: أصغر مملكة فلورية ولكنها تحتوي على عدد كبير من الأنواع يقدر نحو ٦٠٠٠ نوع، كما تحتوي على عدد كبير من الأنواع المتوطنة، وتحتوي على فصائل ذات قرابة أو مشتركة مع الفصائل الموجودة في استراليا، والقطب الجنوبي، والمملكة الاستوائية القديمة.

٦ . المملكة القطبية الجنوبية **Antarctic**: تشمل القارة القطبية الجنوبية والجزر المحيطة التي توجد خارج المملكة الاستوائية والتي تنتشر بالقرب من القطب الجنوبي وجزء صغيراً من أميركا الجنوبية، وبعض مناطق نيوزيلندا.

الفصل الثاني

الجغرافة الحيوانة (الفاونا) Zoogeography

أولاً . مفهوم الجغرافة الحيوانة وأهميتها:

يتمثل هدفه الأساسي للجغرافة الحيوانة في تحديد الأنواع الحيوانة البرية، والمائية، ووصفها وشرح توزيعها الجغرافي، مع الأخذ بالحسبان التركيز على العلاقات السببية للظواهر الحيوية التي تربط بين الكائن الحي والعوامل الجغرافية (الطبعة والبشرية) في بيئته. تدرس جغرافة الحيوان Zoogeography توزيع الأنواع الحيوانة البرية، والمائية مكاناً وزماناً، فهي إحدى فروع الجغرافة الحيوية، التي تهتم بالتوزيع الجغرافي الحالي والماضي للحيوانات على سطح الأرض، والعوامل البيئية الحالية والتاريخية التي تحدد التوزيع الجغرافي للمجموعات الحيوانة على نطاق (قارة أو قارات)، أو على نطاق إقليمي، أو على نطاق محلي، كتوزيع الحيوانات في منطقة جغرافية، وعلاقتها بالبيئة التي يعيش فيها، وتعد الحيوانات البرية، والمائية مؤشراً حاداً للخصائص البيئية، عن طريق مناطق التوزيع الخاصة به، حيث يحدد علماء الجغرافة الحيوية على هذا الأساس المناطق التي تكون فيها الظروف البيئية موحدة أو متشابهة، وتكتنف دراسة الجغرافة الحيوانة صعوبات عدة منها أن الحيوانات لا يمكن رؤيتها في أماكن يسهل الوصول إليها، لأن بعض الحيوانات بحرية تعيش على أعماق كبيرة، وبعضها الآخر يعيش في شقوق، إلى جانب ذلك تتميز الحيوانات بحرية الحركة .

تقوم الجغرافة الحيوانة بمجموعة من الوظائف، حيث يتجسد الهدف الأول من دراستها من خلال تفسير العديد من مشكلات التوزيع الحيواني، ومنها تفسير أسباب معشة أنواع خاصة من الحيوانات في الأماكن التي تعيش فيها الآن مثل استئثار قارة استراليا بالجرباب، وإيضاح كلفة استجابة الحيوانات لبيئاتها وبعضها لبعض، وكلفة تأثير العوامل البيئية في تطورها وانتشارها، كما تتمثل أهميتها في أن دراسة الطاقات الإنتاجية الحيوية في البيئات الطبعة المختلفة تساعد إلى حد كبير في اتخاذ القرارات الخاصة بالاستخدام الأمثل لها.

كما ترتبط جغرافة الحيوان Zoogeography ارتباطاً وثيقاً بجغرافة النبات، ويعزى ذلك إلى أن الحيوانات تعتمد في وجودها إلى حد كبير على النبات.

وتتألف الجغرافة الحيوانة من عدة فروع وتخصصات فرعية، لكنها تتضمن بعض المفاهيم العامة الموحدة التي تربط بين فروعها المختلفة وتسير عليها جمع الدراسات والبحوث منها:

١. علم الأحياء التطوري **developmental biology**: يهتم بدراسة أصول وأسلاف الكائنات الحية وتطورها عبر الأجيال، وتكاثرها وتمايزها بعضها عن بعض عبر الزمن، والعمليات التي أدت إلى تنوع الحياة.

٢. علم الحيوان الوصفي **Zoography**: يصف حيوانات، كما يصف موائلها (أماكن معشتها).

٣. علم التشريح المقارن **Comparative anatomy**: يدرس تركيب الحيوانات.

٤. علم البيئة السلوكي **Behavioral ecology** هو دراسة الأساس البيئي والتطوري لسلوك الحيوان، وأدوار السلوك في تمكين الحيوان من التكيف مع بيئته.

٥. علم التصنيف الحيواني **Taxonomy**: يقوم على دراسة الأنواع المختلفة من الحيوان ووصفها وتسميتها، ويهتم بتصنيف الحيوانات المختلفة والأسس التي يُبنى عليها في مجامع متقاربة.

٦. علم الحيوانات المتحجرة (المستحاثات) **Paleozoology** الذي يُعنى بدراسة الحيوانات المتحجرة وانتشارها على مدى الزمن في العصور الجيولوجية القديمة، ويشمل تطور الكائنات وعلاقاتها بعضها البعض وعلاقتها بالبيئة التي تعيش فيها،

٧. علم البيئة **Ecology** يدرس العلاقة بين الكائنات الحية، وبين البيئة المحيطة بهم، وكيف يؤثر كل منهما بالآخر.

٨. الجيولوجيا التاريخية وبعض العلوم الإنسانية، بما في ذلك التاريخ وعلم الآثار وعلم الأعراق، والتي توفر معلومات عن التغيرات التاريخية في عالم الحيوان.

ثانياً. تطور علم جغرافية الحيوان:

لقد بدأت جذور العلم منذ ظهور الإنسان على سطح الأرض، بسبب حاجة الإنسان من جهة وغريزة حب الاستطلاع من جهة أخرى، حيث أن الإنسان الأول سجل رسوماً وأشكالاً للكثير من الحيوانات في مغارته وكهوفه المنتشرة في كل بقاع العالم. ظهرت بذور علم الحيوان في مطلع الألف الثالث قبل الميلاد، وهو علم يبحث في أحوال وخصائص الحيوانات وعجائبها ومنافعها ومضارها، ويعد أرسطو أول من ألف كتاباً في علم الحيوان واسمه تاريخ الحيوانات، وصنّف فيه الحيوانات حسب صفاتها المشتركة ضمن نوعين: ذوات الدم الأحمر، وكانت تشمل الفقاريات، واللاذمويات التي شملت مفصليات الأرجل، وبعدها درس الحيوانات البحرية، وكان أرسطو يهتم

بسلوك الحيوانات ويدرس تأثير المناخ في معشيتها ويصف بيئتها وأمراضها، ومن خلال تشريحه للكائنات البحرية اكتشف تكوينها ودوّنه في كتابه تاريخ الحيوانات، الذي كان مرجعاً رئيساً للعلماء حتى القرن السادس عشر، وقد اشترك في كتابته مع الطبيب اليوناني إرس ستراتوس ويعد البذرة الأولى لنشر إجراء التجارب على الحيوانات خلال القرنين الرابع والثالث قبل الميلاد.

قام بليني **Pliny** عام ٢٣ . ٧٩م، بوضع موسوعة بعنوان التاريخ الطبيعي **Natural History** من ٣٧ مجلداً حول أنواع الحيوانات وحيث تعيش، وكانت مزيجاً من الحقائق والخرافات. لقد كانت معظم الكتب التي كُتبت عن علم الحيوان في العصور الوسطى منقولة عن أرسطو وبليني، فلم تكن هناك أي إضافات أصيلة للتحقق من صحة ما ذكره هؤلاء أو خطئهم، ولكن الطبيب اليوناني **جالينوس Galen** عام (١٣١ . ٢٠١م) قام بالعديد من التجارب وعملات التشريح على الحيوانات، واعتمد في ذلك على تشريحه للخنزير والقرد.

بدأت الاكتشافات الأولى التي أسهمت في تطوير الجغرافة الحيوية كعلم في منتصف القرن الثامن عشر. وكانت معظم وجهات النظر حول العالم خلال القرن الثامن عشر تتشكل من خلال الدين والكتاب المقدس بالنسبة للعديد من اللاهوتيين الطبيعيين.

وضع **كارل لينيوس** في منتصف القرن الثامن عشر طرق تصنف الكائنات الحية، وعُدّت نتائج لينيوس أساساً للجغرافة الحيوية البيئية، والذي أفسح المجال بعد ذلك لبعض وجهات النظر حول التوزيع الجغرافي للحيوانات، وقال إن بذرة الحيوان ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمدته المادي. كانت هذه الفكرة مهمة لنظرية التوزيع الخاصة بـ **جورج لويس بوفون**، حيث لاحظ تغيرات في المناخ وكفاءة انتشار الأنواع في جمع أنحاء العالم كنتيجة لذلك، كما لاحظ أوجه تشابه بين بعض المناطق مما دفعه للاعتقاد بأن القارات كانت مرتبطة في وقت ما ثم فصلتها المياه وتسببت في حدوث اختلافات في الأنواع، وأشار أن بعض الأنواع المُتشابهة، مثل الخيول والحمير، أو الأسود والنمور والفهود، من الممكن أن تكون سلالات منحدرّة من جد مشترك، وأصبح قانون بوفون مبدأ الجغرافة الحيوية من خلال شرحه كيف كانت البيئات المتماثلة تستضف أنواع متشابهة من الكائنات الحية. وكان **أوغسطين دي كاندول** أول من وصف الاختلافات بين أنماط التوزيع الجغرافي للكائنات الحية في جمع أنحاء العالم، وقد كان لنظرياته تأثير كبير في تشارلز داروين الذي كان مصدر إلهام للنظر في تكيف الأنواع والتطور.

شهد القرن التاسع عشر ازدهار السفر بحراً، وكانت السفن الأوروبية تعود محملة بصناديق من عينات السلالات الحيوانية التي يُعثرون عليها، وبدأ العلماء في فهم تنوع الحياة الحيوانات

وتوزعها الجغرافي، وتصنفها. منهم **كونراد جسنر** طبيباً سويسرياً وعالمًا في علم الحيوان، والنبات، أول من وصف أنواع الحيوانات في أوروبا، حيث قام بتجمع معرفته في ذلك الوقت وكتب مجلة الحيوان ١٥٥١ . ١٥٨٧م، والتي تعد منشأ علم الحيوان الحديث. **وجون راي** ١٦٢٧ . ١٧٠٥م أول من وضع تصنف النباتات والحيوانات على أسس علمة ووضع أسس الاختلاف في الصفات الخارجية، وعرف النوع واعتبره الوحدة التي يقوم عليها التصنف، وقام العالم السويدي **كارلوس لينوس** ١٧٠٧ . ١٧٧٨م، بتوسع نظام تصنف أرسطو، واستخدم طريقة تصنف أرسطو نفسها تبعاً للفروق بين الكائنات الحية في الشكل والسلوك والبيئة، وصنف الحيوانات والنباتات ووضع لها أسس التسمية الثنائية (الجنس والنوع)، وأصبح تصنف لينوس يُعتمد باعتباره أول نظام رسمي للتصنف.

كما أسهم العديد من العلماء الآخرين في القرن التاسع عشر بوضع نظريات جديدة لتطوير مفهوم الجغرافة الحيوية. حيث قام العالم الجيولوجي **تشارلز لایل** بتطوير نظرية الوتيرة الواحدة، حيث بينت هذه النظرية أن التحولات الجيولوجية تتم خلال عصور وأبعاد زمنية هائلة، فهي لا تتسجم بالضرورة مع نظرية الخلق، واستنتج أنه من الممكن أن تنقرض الأنواع، ويتغير توزع الأنواع وفقاً لتغيرات مناخ الأرض. لقد أثرت هذه الأفكار إلى حد كبير بتشارلز داروين أثناء وضعه لنظرية التطور، وكان أهم دراسات **تشارلز داروين** في جزر غالاباغوس. حيث طرح داروين فكرة الانتقاء الطبيعي، وكان لأعماله دوراً مهماً في تطوير علم الحيوان، وساعدت دراساته لحياة الحيوان كثيراً في أبحاثه حول نظرية النشوء والارتقاء، بالعديد من المقارنات والأبحاث والتجارب والمراسلات لمختصين بمجال الأداء لعدة سنوات قبل قامه بجمع كل تلك الملاحظات في كتابه أصل الأنواع، الذي نشر في عام ١٨٥٩م، مما مكن بعض العلماء اللاحقين من تطوير أفكاره حول التوزع الجغرافي للكائنات الحية في جمع أنحاء العالم.

قام عالم الأداء الفرنسي **جان باتيست لامارك** عام ١٨٠١م بنشر كتاب نظام الحيوانات اللاقارية، ويعد أول من تحدث عن نظرية تطور الكائنات الحية الذي أعلن فيه عن أفكاره الخاصة بتمايز أنواع الحيوانات من خلال الظروف البيئية الخاصة بداتهم، تطورت منها من خلال تطور بطيء مبني على آلة الانتقاء الطبيعي، وقد ضرب مثلاً بذلك في حيوان الزرافة، بأنها اكتسبت تلك الرقبة الطويلة لأنها تمد رأسها لأعلى من أجل الحصول على الطعام من الأشجار، وذلك أدى إلى انتخاب صفة طول الرقبة على مدار آلاف الأجيال.

واعتبر ألفرد راسل والاس في القرن التاسع عشر عالم بارز في التوزيع الجغرافي لأنواع الحيوانات، واشتهر لتصوره المستقل لنظرية التطور في الانتخاب الطبيعي، وورقته البحثية التي نشرت بالمشاركة مع بعض كتابات تشارلز داروين، وقد قام والاس بعمل ميداني موسع، الأول في حوض نهر الأمازون ثم في أرخبيل مالاي، وأجرى والاس أبحاث ميدانية، ودرس توزيع الفراشات والطيور مقارنة بوجود أو عدم وجود عوائق جغرافية، حيث تعرّف على الانقسام الحيواني الذي يُعرف اليوم بخط والاس، والذي يفصل الأرخبيل الإندونيسي إلى قسمين متميزين: القسم الغربي الذي تكثر فيه الحيوانات من أصل آسيوي، والقسم الشرقي الذي تعكس فيه الحياة الحيوانية أسترالاسيا Australasia التي تضم استراليا، ونيوزيلندا، وبابوا غينيا الجديدة، والجزر المجاورة. وأدت ملاحظاته إلى استنتاج أن عدد الكائنات الحية الموجودة في مجتمع ما يعتمد على كمية الموارد الغذائية في موطنها، وتبين الخريطة ١٠. خط والاس الذي يفصل بين ودش أسترالاسيا عن ودش جنوبي شرقي آسيا.



الخريطة ١٠. خط والاس الذي يفصل بين ودش أسترالاسيا عن ودش جنوب شرق آسيا وعلى الرغم من أن إسهام العرب في حقل الحيوان لم يكن واضحاً مثل إسهامهم في بقية العلوم، إلا أن لهم آراء سبقوا بها أفكار بعض المُحدثين، وبرز العديد من العلماء في هذا المضمار، كان من أشهر الذين ألقوا عن الحيوان وغلب على تناولهم الطابع اللغوي النضر بن شميل ٨٢٠م، ومن آثاره كتاب الصفات في اللغة، الذي يتكون من خمسة أجزاء، خصص الجزء الثالث منه

للإبل، كما تناول الغنم والطيور وخلق الفرس في الجزأين الرابع والخامس، وكذلك أبو زياد بن عبدالله الكلابي ٨١٥م، له كتاب الإبل، وهشام الكلبي ٨١٩م، من تصانفه أنساب الخيل، وأبو عبيدة التميمي ٨٢٣م، ومن مؤلفاته كتاب الفرس، وكتاب الإبل، وكتاب الدات، وكتاب أسماء الخيل، ودرس الأصمعي ٨٢٩م، بعض أصناف الحيوانات البرية والبحرية والأدفة والمتوحشة، وكان جل تركيزه على دراسة بيولوجية الخيل والإبل بشكل موسع في مصنّفاته خلق الفرس، والخيّل، والإبل، والشاء، وكتاب الوحوش، وابن السكيت ٨٥٧م، من تصانّفه كتاب الوحوش، وكتاب الحشرات، وكتاب الإبل، والدينوري ٨٩٥م، وله كتاب الخيل، وألف الجاحظ ٨٩٦م، موسوعته بعنوان الحيوان، درس فيها سلوك الحيوان وأعضائه وتطوّراته وطعامه وشرابه وسلاحه وطباعه وأمراضه وعمره وموطنه وأثر البيئة فيه وعلاقته بغيره من الحيوانات، كما اشتمل على ملاحظات علمية صدّحة كقوله: إن الخفافش تلد ولا تبض، وترضع، أما التمساح والسحفاة والضفدع فإنها تبض وتحضن بضعها، ومن ملاحظاته أن جمع الحشرات وجمع العقارب والذبابات والأجناس التي تعض وتلّسع تكمن في الشتاء دون أكل أو شرب ما عدا النمل والنحل، فإنها تدخر ما يكفيها أثناء فترة سباتها. ويُعد الجاحظ أول من قال عن أسس **المكافحة الحيوية**، حيث قال: فعلمت أن الصواب في جمع الذباب مع البعوض، فإن الذباب يفذه. هذا الكلام له مفهوم بيئي مهم في السطرة على الكائنات الحة الضارة بدلاً من استعمال المبيدات والمواد الكيميائية التي تلوث البيئة. ويعد العالم **المجريطي** ١٠٠٨م، أول من وضع كتاباً أبرز في عناوينه كلمة **البيئة** من خلال كتابه في الطبّعات وتأثير النشأة والبيئة في الكائنات الحة، ولعلّ المجريطي كان أول من تحدث فما يعرف اليوم بمراتب الهمنة لدى الحيوانات، حيث أشار إلى أن للحيوانات رؤساً ومرؤوساً فقول: إن الحيوانات فيها التفاضل موجود كوجوده في بني آدم وفيها رؤساء وقادة في كل جنس من أجناسها. وقسم ابن مسكويه ١٠٣٠م في كتابه الفوز الأصغر، الكائنات الحة إلى مراتب، وقسم الحيوانات إلى أقسام وضع كل قسم منها في وضعه الملائم من الشجرة الحيوانية، وذكر تأثير البيئة في جمع الأعداء، وتحدث عن الحيوانات الدنيئة، التي لم تستوف الصفات الحيوانية الكاملة، والتي تشابه النباتات في صفاتها، كالسوطات التي تشبه الحيوانات في أنها قادرة على الانتقال والحركة، وتشارك النبات في قدرتها على التركيب الضوئي، وكالأصداف والحلزونات، لاس لهما من صفات الحيوانية إلا حس واحد، وهو حس اللمس، والحيوانات ناقصة الحواس فمثل لها بالخلد، الذي فقد البصر بتأثير البيئة، تُولد صغاره بعيونها، غير أن عيونها سرعان ما تضمّر، ومن أمثلة الحيوانات ناقصة الحواس النمل، ومنه

أنواع لا عيون لها، إلا أن باقي حواسها مُستكمل قوي كحاسة الشم، وتلك التي استكملت حواسها الخمس فهي عنده على مراتب متفاوتة، منها البليدة الجافة الحواس، ومنها الذكة اللطيفة الحواس التي تستجيب للتأديب، وتقبل الأمر والنهي كالفرس من البهائم والباري من الطير، أما القردة وما شاكلها فقد وضعها في قمة مرتبة الثدييات. ألف **الدميري** ١٤٠٥م، كتاب حاة الحيوان الكبرى، وأورد الكتاب في نحو ٩٠٠ نوع من الحيوانات وأسماءها وفصائلها وطبائعها وخصائصها، ويُعد كتابه مرجعاً لغوي لأسماء الحيوانات والطيور والأسماك، حيث جاء ترتيب هذا الكتاب على حروف المعجم، ويبدأ كل مادة بتعريف اسم الحيوان، وشرح الاسم شرحاً لغوياً، ويورد الأسماء التي يُكنى بها الحيوان ثم يتلو ذلك وصف الحيوان، وذكر طباعه وأنواعه، ويورد أحياناً قصصاً اشتهرت عن حيوان مثل: البُراق، والعنقاء، وهدد سلمان، وحوت موسى، وفرس فرعون ... لقد بحث في كتابه مواضع الحيوانات الخالدة والحقة، وخط هذا الكتاب العلم بالأدب والحقائق بالخرافات. أما الحيوان عند **إخوان الصفا** صنفان الحيوانات: **تام الخلقة**: هو الذي ينزو ويحبل ويلد ويرضع، أما **ناقص الخلقة**: كالتي تنفذ وتبض وتحضن وتربي، والحيوانات **الناقصة الخلقة** متقدمة الوجود على التامة الخلقة بالزمان في بدء الخلق، وقسموا الحيوانات وفق بيئاتها فمنها **سكان الهواء**، وهي أنواع الطيور أكثرها والحشرات جمعاً، ومنها **سكان الماء** وهي حيوانات تسبح في الماء كالسمك والسرطان والضفادع والصدف ونحو ذلك، ومنها **سكان البر** وهي البهائم والأنعام والسباع، ومنها **سكان التراب** وهي الهوام.

ومن المشاهدات والتجارب التي عرّفها العرب، شيء من **علم الوراثة**، ولطالما استخدم العرب التهجين في إبلهم، واختاروا أفضل الفحول لأفراسهم، ومن قول الجاحظ في هذا المعنى إذا ضربت الفولج (الجمال ذات السنامين) في العرب (الإبل العربية) جاءت هذه الجوامير (الإبل الممتازة) والبخت (الإبل الخراسانية) الكريمة التي تجمع عامة خصال العرب، وخصال البخت، ومتى ضربت فحول العرب في إناث البخت، جاءت الإبل البهوتة أقبح منظرًا من أبويها، وفي هذا المعنى من التهجين يقول **التميري**: المتولد من الفرس والحمار، إن كان الذكر حماراً فشديد الشبه بالفرس، وإن كان الذكر فرساً فشديد الشبه بالحمار.

ومن المسائل التي سبق إليها العرب والمسلمون **أثر البيئة في الحيوانات** يورد الجاحظ عدداً من الإشارات العلمية التي توضح فهمه لهذا الأمر، وهو أول من أشار إلى أثر الهجرة والمحط في التغيرات التي تطرأ على حاة الحيوان، فبعضها يغير لونه أو سلوكه. ولا يغيب أثر البيئة عند **القزويني** الذي يرى أن البيئة تؤثر في التوالد والتفريخ، فقول في كتابه عجائب المخلوقات

وغرائب الموجودات: فالقيلة لا تتولد إلا في جزائر البحار الجنوبية، وعمرها في أرض الهند أطول من عمرها بغير أرض الهند، وأذابها لا تعظم مثل ما تعظم بأرضها، والزرافة لا تتولد إلا بأرض الحبشة (إفريقيا الشرقية)، والجاموس لا يتولد إلا بالبلاد الحارة قرب الماء، والصقر والبازي والعقاب لا يُفرخ إلا على رؤوس الجبال الشامخة...

كما أننا نجد إشارات واضحة لدى كل من الجاحظ والقزويني والدميري لنظرية التكافل أو المشاركة الحيوانية التي مفادها أن بعض الحيوانات التي تعيش في بيئة مكانة واحدة قد يربط بينها نوع من المصلحة المشتركة، لذا تنشأ بينها مودة، كأن يحط طائر البقر فوق البقرة ليلتقط منها الهوام، أو كأن ينظف طائر التمساح أسنان التمساح مما علق بها من بقايا اللحم... كان التصنف الحيواني كذلك من إنجازات العرب وإسهاماتهم المميزة في علم الحيوان، فلم يكن تقسمهم للحيوان موحداً، فقد بدأ عاماً، إذ قسموا الحيوانات إلى ألفة ومتوحشة وضارية، وعندما انتقلوا من الوصف اللغوي إلى التناول شبه العلمي، قسموها إلى نوع يمشي وآخر يطير وثالث يسبح ورابع ينساح (يزحف)، ومنهم من قسمها إلى تام وناقص... إلخ.

تطورت العلوم الحيوية إلى فروع معرفة، وبدأ أنطون لافوازييه وغيره من علماء الفيزياء بربط العالمين الحي والجامد من خلال الفيزياء والكيمياء. وقام علماء الطبعة المستكشفون برحلات استكشافه مثل ألكسندر فون هومبولت الذي قام برحلة استكشافه طويلة إلى أمريكا اللاتينية، وجمع كم هائل من المعلومات والاكتشافات العلمية، واهتم بدراسة العلاقات بين الكائنات الحية وبيئاتها الطبيعية، إضافة للكائنات الحية الأخرى التي تشاركها موطنها البيئي، وعلم السلوك الحيواني الذي يدرس سلوك الحيوان في ظل الخصائص الجغرافية الطبيعية، والتكلفة التطورية. اتسع مجال علم الحيوان تدريجاً، وأسهم تقدم العلوم الأخرى في تقدم علم الحيوان، باختراع المكروسكوب المركب عام ١٩٥٠م، الذي ساعد في تقدم مجال العلوم المختلفة مثل العثور على أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة التي لم تكن مرئية بالعين المجردة.

تميزت التطبيقات الحديثة لجغرافية الحيوان المعاصرة باستخدام واسع النطاق للبيانات من التخصصات، وينصب تركيز علماء الجغرافية الحيوانية فيها بشكل رئيس على العوامل الجغرافية وتأثيرها في الحيوانات، وتأثير الإنسان في توزيع الأنواع المحددة في الدراسة، كما سمحت التطورات التكنولوجية بتصوير ودراسة الأرض بالأقمار الصناعية، بإعطاء بيانات على نطاق

عالمي على سطح الأرض مثل مواقع الحيتان، ودرجة حرارة سطح البحر، وقاس الأعماق....، وتحديد مناطق الحيوانات في العالم وتوزعها الجغرافي.

ومع تطور علم الحيوان وتشعب فروعه واعتماده المتزايد على التخصصات الأخرى وابتكار التقنيات الحديثة والاتجاه نحو المعالجة البيئية، تطور علم الحيوان لشمّل التشريح المقارن، والفيزيولوجي، وعلم الوراثة، وسلوك الحيوانات، والخصائص الجغرافية البيئية، والجغرافية الحيوية، وعلم الحيوانات القديمة، والوراثة الخلوية، وعلم التوزيع الجغرافي للحيوانات وغيرها من أفرع علم الحيوان المتطورة.

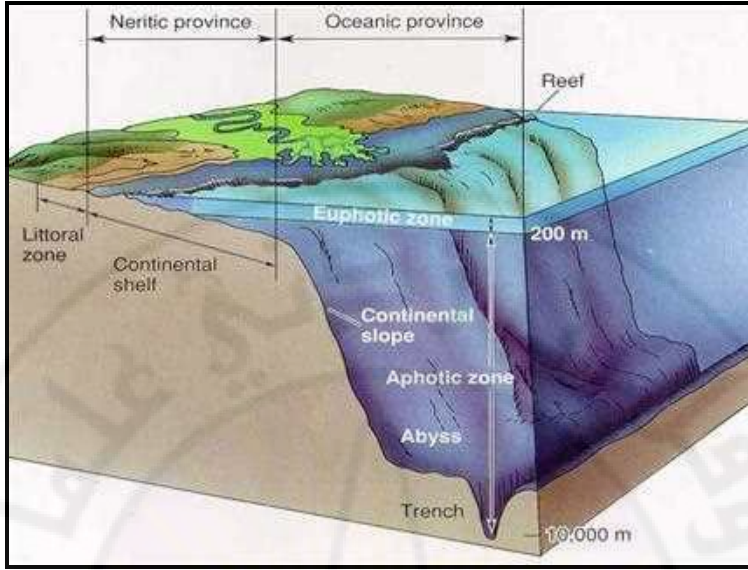
أصبح علم الحيوان يشكل مجالاً دراسياً دائماً الاتساع تجري فيه خطوات سريعة بواسطة الكثير من الباحثين ولأن هناك وفرة من علماء القرن العشرين، فإنه من غير الممكن ذكرهم، ولكنه يمكن أن يذكر أن أحد أهم هذه المساهمات هي تلك الخاصة بـ **جيمس ديوي واتسون** عالم أداء أمريكي، مشهور بأنه واحد من مكتشفي بنية الـ DNA عام ١٩٥٣ مع **فرانسيس كريك** العالم البريطاني و**روزاليند فرانكلين** عالمة فيزياء حيوية بريطانية.

ثالثاً . التقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات وتوزعها وتصنفها جغرافياً:

١ . التقسيم البيئي الجغرافي للحيوانات ومواطنها: الموطن أو المسكن Habitat: هو ذلك الجزء أو المساحة المدطّة بالكائن الحي التي قد تتشابه بالخصائص المدطّة بالكائن، وقد تكون هذه المساحة مختلفة الحجم ابتداءً من البيئات الدقيقة مثل جذوع الأشجار وقد تكون بيئات كبيرة مثل الصحاري والمدطّات ويمكن تقسيم المسكن جغرافياً إلى:

١.١. المساكين (مواطن) الجغرافية المائيّة تقسم إلى:

١.١.١. (مساكن) مواطن المياه المالحة: تشكل البحار والمدطّات معظم المواطن المائيّة، ويحتوي البحر على عدة مناطق رئيسية لها أشكال داء واضحة، الشكل ٧٣. يوضح المناطق الرئيسية لأشكال الداء في البحار والمدطّات.



الشكل ٧٣. المناطق الرئيسة لأشكال الداء في البحار والمحيطات

ونورد فيما يلي تقسماً مبسطاً للمجتمعات الحيوية المأهولة المختلفة على أساس اختلاف الأعماق:

أ . منطقة الساحل **zone littoral** أو منطقة المد و الجزر **intertidal zone**: حيث يتقابل البحر مع اليابس أغنى البيئات البحرية، وحيوانات هذه المنطقة معرضة للأمواج العذبة ولأشعة الشمس والرياح والأمطار، وللتغيير في درجة الحرارة، وعوامل التعرية والترسيب. وغذاء بالأملاح المعدنية، لذلك تزدهر بها الحيوانات مثل الأطوم والقواقع والكيتون والبطلينوس وبلح البحر وقنفد البحر وحيوانات أخرى كثيرة.

ب . المنطقة تحت الساحة **sublittoral zone**: وهي تلي منطقة الساحل وتكون مغمورة بالماء دائماً. تضم مجموعة متنوعة من الحيوانات وغابات من الطحالب البنية.

ج . منطقة الرصف القاري **continental shelf** منطقة المياه الضحلة **neritic**: تحيط بالقارات وتمتد إلى عمق ٢٠٠ متر، وهذه المنطقة أكثر إنتاجاً عن عرض المحيط، لأنها تستفيد من الأملاح المعدنية القادمة من الأنهار، ومن الذرات الصاعدة عند حافة الرصف القاري، وعلى ذلك فإن نمو النباتات يكون وفيراً، وبالتالي يدعم داء متنوعة للحيوانات، وهي تشمل مصايد أسماك العالم.

د . منطقة السباحة **pelagic zone**: هي عرض المحيط الواسع، وبالرغم من أن حجمها ٩٠% من مساحة المحيط، إلا أن هذه المنطقة فقيرة نسبياً من الناحية الحيوية، وذلك لأن

الكائنات الحية تموت، ثم تترسب خارج المنطقة المضئية، وتصل الأملاح المعدنية إلى المنطقة القاعية.

هـ . المنطقة القاعية **abyssal habitat**: توجد في أقصى أعماق المدط، وتتميز بالضغط الهائل والظلام الدائم، ودرجة الحرارة الثابتة القريبة من الصفر، وقد بقيت هذه المنطقة عالمياً مجهولاً للإنسان إلى وقت قريب حين استُحدثت آلات تصوير القاع، وشباك القاع التي تم إنزالهما إلى قاع المدط لتصويره وأخذ عينات منه، حيث اكتشف حديثاً مستعمرات لحيوانات قاعة ذات اعتماد ذاتي، إذ لا تعتمد على الطاقة الشمسية إطلاقاً، ولا على تساقط المواد العضوية من أعلى.

كما يُقسم المدط تبعاً لاختراق الضوء إلى منطقتين وذلك يعتمد على مدى عمق الماء هما:

١. المنطقة الضوئية **Photic zone**: عمقها يصل إلى ٢٠٠ م، وتوجد فيها الكائنات الحية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، وكذلك الحيوانات التي تعتمد مباشرة في غذائها على تلك الكائنات، ويمكن تقسيم الكائنات التي تعيش في المنطقة الضوئية إلى ثلاث مجموعات هي:

أ . العوالق **Plankton**: كائنات دقيقة الحجم، وتشمل العوالق النباتية **phytoplankton** والحيوانية **zooplankton** الأساسية في عملة نقل الطاقة خلال الهرم الغذائي

ب . السواحيق **Pelagic**: وتمثل الكائنات السابحة في المناطق الشطية والبحر المفتوح.

ج . القاعات **Benthos**: وتمثل الكائنات الحية التي تعيش في الأعماق بما في ذلك النباتات والحيوانات وبعض الفطريات والأولات والبدائيات.

٢. المنطقة المعتمة **Aphotic zone**: تشمل أعماق المدط ما بعد ٢٠٠ م تحت سطح الماء ولا يصلها الضوء، ولذلك فهي خالية من الكائنات الحية التي تعتمد على التمثيل الضوئي، وتقتصر على بعض الحيوانات اللاحمة، والبكتيريا والفطريات التي تتغذى على المواد العضوية المتحللة.

٢.١.١. المساكن (مواطن) الجغرافية للمياه العذبة: تفرض بيئات المياه العذبة كثيراً من التحديات للعديد من الحيوانات المائية التي تعيش فيها حيث تحتاج الحيوانات المائية إلى تكيف خاص للاحتفاظ بالأملاح، والتخلص من الماء الزائدة، لأن المياه العذبة تحتوي على كمية أملاح ضئيلة. والحيوانات التي تعيش في المجاري المائية سريعة الجريان ذات تكافعات معينة مثل أعضاء الالتصاق، أو يكون شكلها انساباً لنفاذي جرفها مع تيار الماء المستمر. كما أن كمية الأوكسجين الذائب في الأنهار والبرك والبحيرات ذات المياه الساكنة يكون أقل مما هو عليه في

بيئة المياه الجارية، ومن حيوانات المياه العذبة التي تعيش على القاع، أو على النباتات المغمورة القواقع والمحار والقشريات وأنواع عديدة من الحشرات، وحيوانات سابحة وتضم الأسماك، والبرمائيات.

١.٢. المساكين (مواطن) الجغرافية على اليابسة Terrestrial Biome:

تقسم مواطن اليابسة إلى عدة مناطق بيئية متميزة حسب دوائر العرض والارتفاع عن سطح البحر، وقد قسّم علماء النبات اليابسة إلى وحدات كبيرة ذات نباتات متميزة، مثل الغابات، والمراعي، والصحاري، أما بالنسبة لتوزيع الحيوان كان ذلك أكثر صعوبة بصفة دائمة حتى بعد أن جمع علماء الطبعة المعلومات الأساسية حول مجالات ومراكز توزيع الحيوانات حول العالم، ووجدوا أن توزيع النبات والحيوان لا يتطابق، ولذلك فإن علماء التوزيع الجغرافي للحيوان تقبلوا توزيع النبات كوحدات حيوية أساسية، لاعتماد الحيوانات على النباتات في غذائها، فإن كل منطقة جغرافية تكفل حيوانات معينة، وتقسّم بيئة اليابسة إلى :

١.١.٢. موطن الغابات الماطرة الاستوائية Tropical rain forests : هناك صفة واضحة للغابات الاستوائية وهي وجود التسلسل الطبقي الداتي، ويشمل عدداً من طبقات التغذية كالاتي: الجزء الأعلى من الغابة تقطن الطيور آكلة الحشرات والخفافش، وأسفل هذه الطبقة توجد طيور وخفافش الفاكهة، وثدييات تتغذى على الأوراق والثمار، في المنطقة الوسطى توجد ثدييات متسلقة الأشجار مثل القروء وحيوان كسلان الأشجار والعديد من الطيور، وهناك مجموعة مميزة من الحيوانات توجد أعلى وأسفل جذوع الأشجار تتغذى من جمع الطبقات، مثل القوارض الكبيرة، كما توجد مجموعة مختلطة من آكلة الحشرات الصغيرة، وآكلة اللحوم، وآكلة الأعشاب، وكلها تبحث عن غذائها في الأوراق المتساقطة والأجزاء السفلى من جذوع الأشجار .

٢.١.٢. المواطن العشبية Grasslands: تنتشر في هذه المنطقة أنواع مختلفة من الأعشاب القصيرة والطويلة، وتوجد بها أنواع عديدة من الثدييات آكلات النبات كالأبقار، والجواميس، والمواشي، والظباء، والأرانب البرية، والزراف والأسود والفيلة ...

٣.١.٢. موطن الغابات المعتدلة المتساقطة الأوراق Temperate deciduous forests:

تتميز هذه المنطقة بقلة تنوع الحيوانات التي تقتصر على تلك التي تستجيب للتغيرات الموسمية بطرق مختلفة، فبعضها يهاجر، والبعض الآخر يدخل في حالة بات شتوي، وهناك حيوانات أخرى غير قادرة على الهروب تتعايش باستخدامها الغذاء متاح كالغزلان، أو تخزن الغذاء

كـبـعـض أنـواع السـنـاجـب، وـتـوجـد كـنـك في هـذه المـنـاطـق الـحيـوانـات الكـبـيرة آكـلة الـحـوم مـثـل أـسـود الجـبل وـالـذئـاب، وـتـوجـد بـكـثـرة مـسـتـعـمـرات الحـشـرات، وـالـلـافـقـاريـات.

٤.١.٢. **الموطن الصحراوي Deserts:** تـنـتـشـر في هـذه المـنـطـقة الـحيـوانـات ذات القـدرة العـالـة عـلى تـحـمـل الجـفـاف وـالـخـصـائـص البيئـة القـاسـة، وـلـلعـيد من حيـوانـات الصـحـراء الكـبـيرة تـحـورات تـشـريـدة وـفـسيـولـوجـة مـمـيزة لـتـحـتـظ بـدرجـة حرارتـها مـنـخـفـضة، وـكـذلك لـتـحـتـظ بـالمـاء، وـتـتـقـادى مـعـظم الـحيـوانـات الصـغـيرة الخـصـائـص الصـعـبة أو القـاسـة بـأن تـعـش في حـجـور أو تـنـشـط لـيلاً.

٥.١.٢. **موطن التايغا Taiga:** تـتمـيز بـانـتـشـار الـحيـوانـات ذات الفـراء السـمـكة كـالـدبـة وـالثـعـالب وـغـيرها، كـما تـكـثـر فـيها الطـيـور في فـصل الصـف.

٦.١.٢. **موطن التندرا Tundra:** تـقـتـصر الـحيـوانـات عـلى بـعض أنـواع التـديـات مـثـل الرنـة، وـثـعلـب المـسـك، وـالثـعلـب القطـبي، وـالأرنب البري القطـبي، بـالإـضـافـة لـلطـيـور المـهاجـرة أثنـاء فـصل الصـف. ٧.١.٢. **الموطن القطبي Polar area:** تـشـتهـر بـوجـود حيـوانـات الفـقمة، وـالبـطـريق، وـالدبـة الـتي تـعـتـمـد في داتـها عـلى البـحر.

يـتـضـح مـما سـبق أن لـكـل مـوطـن من المـواطـن الجـغـرافـة الـحيـوانـة مـجمـوعـة خـاصـة من الـحيـوانـات تـعـش فـه وـتـتـلـام مـعـه كـما أن لـها من الصـفـات التـشـريـدة وـالفـسيـولـوجـة ما يـجـعلـها تـخـتـلف كـل الـاخـتـلاف عـن المـجمـوعـات الأخرى.

٢ . التوزع الجغرافي للحيوانات وأشكال انتشارها:

إن دراسة التوزع الجغرافي للحيوان تهتم بالإجابة على السؤال: لماذا تعيش الحيوانات في مناطق معينة؟ كما توضح لنا نماذج انتشارها والعوامل المسؤولة عن انتشارها. فكل بيئة من البيئات الحيوانية مجموعة خاصة من الحيوانات تعيش فيها، وتتلائم معها كما أن لها من الصفات التشريحية والفسيولوجية ما يجعلها تختلف كل الاختلاف عن المجموعات الأخرى، وكثيراً ما تنتقل بعض الحيوانات من بيئة جغرافية إلى أخرى، أو من مكان إلى مكان لتستقر في الأماكن الملائمة لها، وقد يكون الانتقال مسوراً حيث تستطيع الحيوانات الانتقال بسهولة، أو أنه يجد في طريقها بعض العوائق التي يصعب اجتازها تقف كحجاز طبيعي ضخم يمنع أو يعرقل هذا الانتقال مثل الصحاري المتسعة أو الجبال الشاهقة أو المحطات الكبيرة التي تمنع أو تحد من انتشار المجموعات الحيوانية من مكان إلى مكان .

لقد أثبتت البحوث الجيولوجية الحديثة أنه قد حدثت تغيرات كبيرة فما يتعلق بتوزيع الماء والابسة على سطح الأرض وذلك خلال العصور الجيولوجية القديمة فمثلاً كان يوجد اتصال أرضي

مباشر بين العالمين القديم والجديد في نصف الكرة الشمالي (أوراسيا وأمريكا الشمالية) وكان هذا الاتصال في بحر بيرنغ، مما سمح بتحريك المجموعات الحيوانية من الشرق إلى الغرب والعكس، أيضاً كان هناك اتصال بين أفريقيا وأمريكا الجنوبية ويستدل من تشابه حيوانات هاتين القارتين على وجود هذا الاتصال السابق. لهذه الأسباب فإن علماء البيئة الحيوانية عندما يقوموا بتوزيع الحيوانات على سطح الكرة الأرضية لا يتقيدون بالمفهوم الجغرافي الذي يقسم العالم إلى قسمين قديم وجديد، بل أنهم يتخذون من الدراسات البيئية أساساً لينقسم هذا العالم إلى قسمين العالم الشمالي Arctogaea، والعالم الجنوبي Notogaea.

١.٢ أشكال انتشار الحيوانات: توجد طريقتان لظهور التوزيع الجغرافي للحيوانات إما أن تتحرك الحيوانات إلى موقع جغرافي جديد ويعرف ذلك بالانتشار أو يتحرك الموقع نفسه حاملاً الحيوانات معه ويُعرف ذلك بالحمل:

١.١.٢ التوزيع بالانتشار (بالانتشار) (الانتشار الحيوي) Distribution by dispersal:

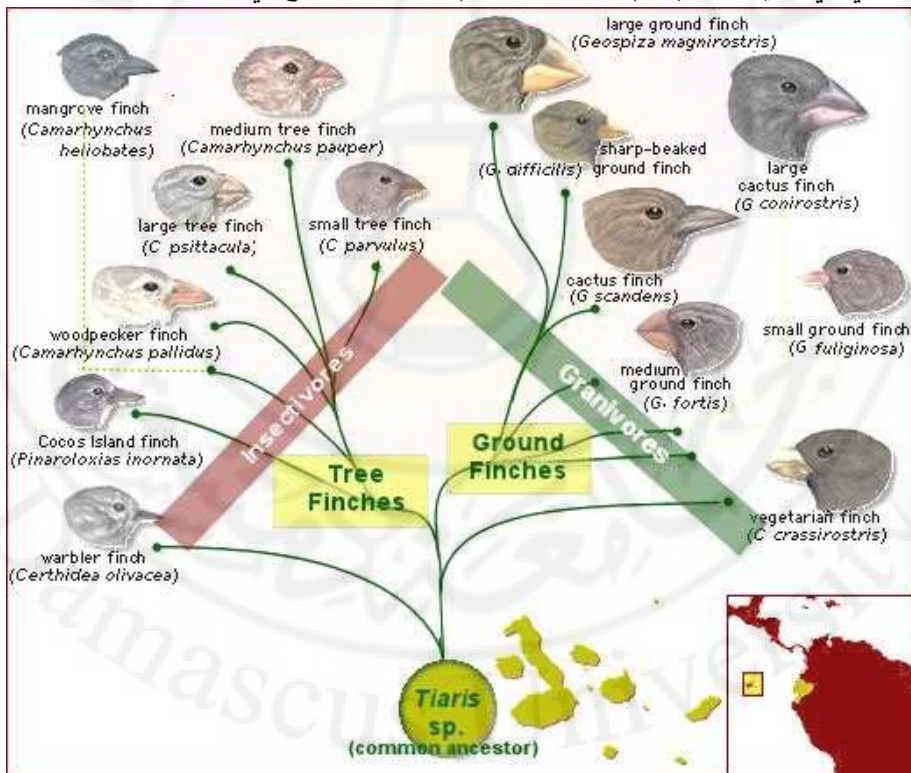
حركة أفراد النوع بعيداً عن موطنهم الأصلي، حيث تنتشر الحيوانات بالانتشار إلى مواقع جديدة بعيدة عن مكانها الأصلي، وتؤدي التغيرات البيئية إلى إرغام الحيوانات على تغيير مسكنها لتحصل على ظروف ملائمة. فعلى سبيل المثال معدل التكاثر للحيوانات كبير جداً لدرجة حدوث ضغط مستمر على الأفراد للحركة لمساحات جديدة لتقليل التنافس على الغذاء والمأوى. ويجب أن يميز الانتشار عن الهجرة، فالهجرة هي تحرك موسمي من وإلى موقعين جغريين، مثل الهجرة الموسمية لطيور، أما الانتشار فهو تحرك للخارج وفي اتجاه واحد، ويمكن أن تتحرك الحيوانات المنتشرة إيجاباً بقوتها الذاتية إما أن تكون زاحفة، أو متسلقة، أو عداءه، أو قافزة (نطاطة)، أو طائرة، أو أنها تنتشر سلباً متأثرة بالرياح وتيارات الهواء، والطفو على سطح الماء، أو تلتصق بحيوانات أخرى.

٢.١.٢ التوزيع بالحمل الجغرافي الحيوي Distribution by Vicariance: يحدث التوزيع

بالحمل الجغرافي الحيوي عندما يُعزل نوع حيواني ما بحاجز جديد كجبل أو صحراء، أو بالتغير الجغرافي وانفصال المساحات التي كانت متصلة في يوم ما، فعلى سبيل المثال انشطرت قارة استراليا قبل ٥٠ مليون سنة من القارة القطبية الجنوبية، وكونت حاجزاً أمام دخول المشيمات، وبذلك ازدهرت وتنوعت الكسبات في استراليا، هذا ويتطابق التوزيع بالحمل الجغرافي الحيوي مع نظرية الانزياح القاري، التي صاغها العالم الألماني ألفريد فغنير.

يتوافق توزيع الحيوانات جغرافياً مع آلة نظرية التطور، لقد لاحظ علماء الطبيعة أن المناطق المعزولة جغرافياً بجبل أو واد أو بحر أو نهر تكون بيئة مناسبة لنشأة أنواع مختلفة من الحيوانات، ويكون فيها الاختلاف ملائماً للبيئة وموافقاً للانتخاب الطبيعي، وحدث التغيير بعد الانفصال الجغرافي هذا الانفصال والانعزال أتاح للكائن الحي الفرصة للتغيير في الصفات مبتعداً عن المستودع الجيني، كما لاحظ العلماء كلما كانت عزلة المنطقة أشد وأقدم كان الاختلاف أكبر وهذا موافق تماماً لآلة التطور التي تحتاج إلى الوقت والانعزال لحدوث التغيير بين بني العمومة من الكائنات الحية.

من الأمثلة على ذلك التنوع والاختلاف بين طيور (عصافير داروين) الجزر القريبة من بعضها في أرخبيل جزر غالاباغوس البركانية في المدط الهادي، وبين بني عموماتها الأبعد على البر الرئسي في أمريكا الجنوبية (شواطئ الإكوادور). كما هو موضح في الشكل ٧٤.



الشكل ٧٤. التنوع والاختلاف بين طيور جزر غالاباغوس القريبة من بعضها

كان العالم البريطاني داروين زار جزر غالاباغوس عام ١٨٣٥م، وكانت مشاهداته التي أوضحت أن أنواع الطيور ذات صلة القرابة تختلف من جزيرة إلى أخرى، إذ تختلف الأنواع في

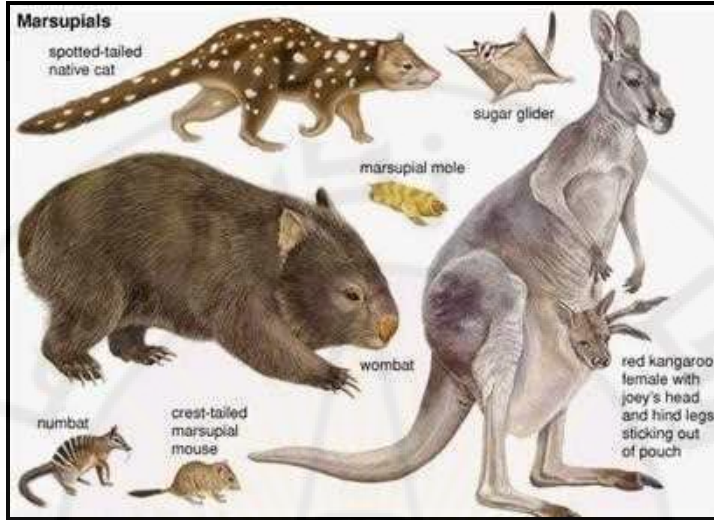
شكل مناقيرها للتلائم مع مختلف مصادر الأغذية، كانت للعصافير التي تتغذى على البذور مناقير قصيرة وغلظة، في حين أن العصافير التي تتغذى على الحشرات كانت لها مناقير طويلة ونحيفة، استخلص داروين أن جمع هذه الاختلافات كانت لفصيلة واحدة من العصافير كانت تعش أصلاً على الألبس، وبالتدريج نمت مناقيرها وتطورت بشكل يتناسب ونوع الغذاء المختار الذي تقتات عليه، وكانت تتناسل وتتهاجن فقط مع سلالتها الخاصة، وتطورت في نهاية المطاف إلى أنواع منفصلة، فالوقت والعزل أتاح لطيور الجزر التطور بدرجة كبيرة عن طيور القارة بينما لم يتح لطيور الجزر القريبة نفسها لتختلف كثيراً بعضها عن بعض. الشكل ٧٥. أشكال مناقير عصافير داروين.



الشكل ٧٥. أشكال مناقير عصافير داروين

مثال آخر على الانعزال الجغرافي هو خلو أستراليا من كل أنواع الثدييات إلا الجرابية (الكسرة)، باستثناء الوطواطيط التي تستطع الطيران وعبور الجزر، إن سلفاً مشتركاً بين الثدييات الأولية هاجر في وقت كانت فيه أستراليا متصلة مع العالم، وأمكن لهذا الحيوان الثديي البدائي أن يتطور وينشئ سلالة فريدة كالكنغر والكوالا وشيطان تسمانيا، كما أن أنواع أخرى من الثدييات الجرابية تعش في أمريكا الجنوبية، وهذا ما يؤكد أن قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية كانت متصلة في

مرحلة ما قبل الانفصال والابتعاد إلى مواقعها الحالية . الشكل ٧٦. الثدييات الجرابية التي تعيش في قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية.



الشكل ٧٦. الثدييات الجرابية التي تعيش في قارتي أستراليا وأمريكا الجنوبية

جاء اكتشاف نظرية الانزياح القاري لتؤكد نظرية التطور وتتوافق مع التوزيع الجغرافي الحالي للكائنات الحية، حيث نجد بني العمومة في القارات رغم انفصالها الحالي، ونرى الاختلاف والتنوع في كل عائلة وجنس ونوع في شجرة عائلة الكائنات الحية، فعلى سبيل المثال هناك قرد أمريكا الجنوبية العنكبوتي، ولمور مدغشقر، ومكاك إندونيسيا الأسود، وشمبانزي أفريقيا... كل هذا التنوع الذي لم يكن لحدث لولا ابتعاد القارات والعوازل الجغرافية التي أتاحت لها التميز.

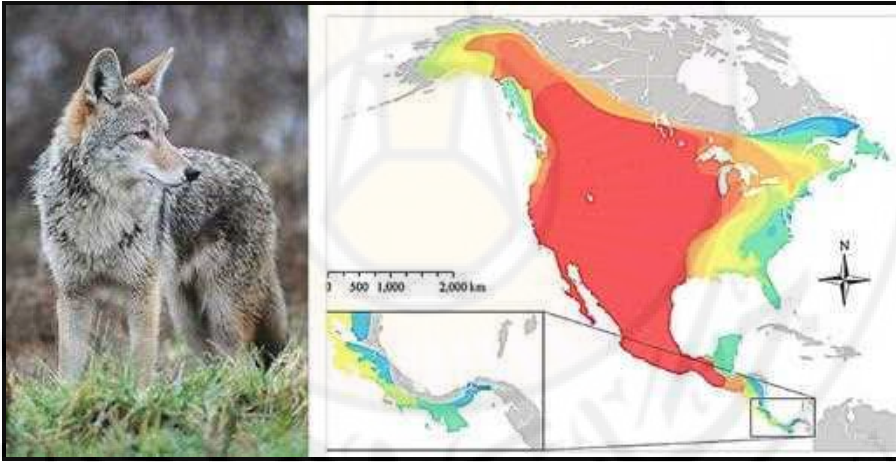
٢.٢ مظاهر الانتشار الحيواني:

إن حدود انتشار أي نوع حيواني غير ثابتة على مر الزمان، ففي حال حدوث أي تغير شروط الحياة في موطن نوع حيواني وظهور شروط أكثر ملائمة له في مناطق مجاورة فإن هذا النوع سيهاجر إليها، وبذلك تتغير حدود انتشاره، ولانتشار الحيواني مظهران أحدهما سلبى والآخر إيجابى:

٢.٢.١ مظهر إيجابى: يتمثل في توسع انتشار النوع الحيواني عن حدود نطاق انتشاره، أي توسع مجال انتشاره الحيوى، فالانتشار الإيجابى لبعض الحيوانات لاسما الصغيرة منها يمكن أن يتم بمساعدة التارات المائية والهواء، أو الإنسان، فالتقدم في وسائل النقل الحديثة على سبيل المثال ساعد على انتشار الحشرات بدرجة كبيرة ونقلها إلى بيئات جديدة ذات ظروف أكثر ملائمة،

وغذاء أكثر توافراً، وانعدمت في هذه البيئات الأعداء الطبعة الموجودة في البيئة الأصلية للحشرات والتي كانت تحد من تكاثرها وانتشارها.

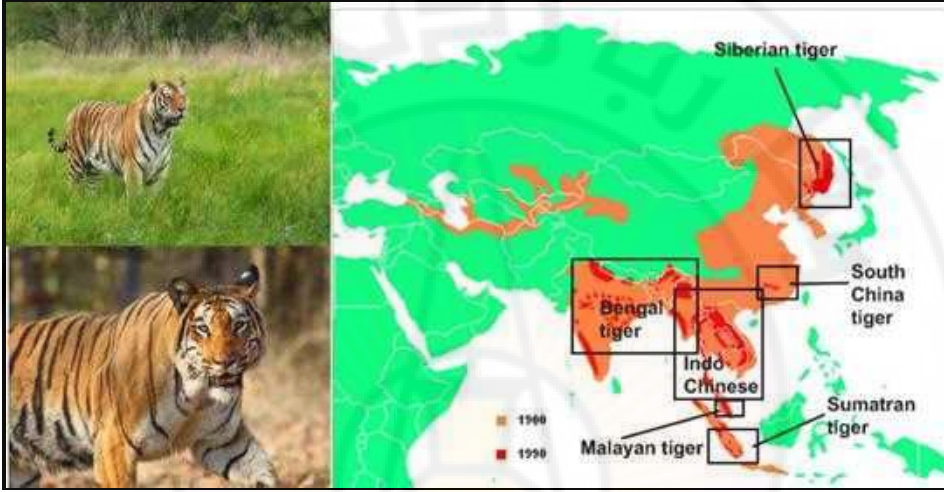
كما يظهر الانتشار الإيجابي في الطبعة بأشكال متعددة عن طريق حركة الحيوانات نفسها بحثاً عن الغذاء أو هرباً من الأخطار التي تهدد حياتها، ما يساعد على توسع مجال انتشارها لضمان استمراريته. كانتشار ذئب القيوط Coyotes في قارة أمريكا الشمالية، حيث أشار العلماء في جامعة نورث كارولينا الأميركية إلى اقتراب وصول القيوط إلى أميركا اللاتينية بعد انتشاره الواسع على قارة أمريكا الشمالية، ما يجعل منه أكثر الحيوانات قدرة على التكيف والاستمرارية، كما صورت خرائط جغرافية مناطق انتشار الذئب بين عامي ١٩٠٠ و ٢٠١٨م، وأظهرت مدى سرعة ومرونة انتشاره في الولايات المتحدة وكندا خلال ١٠٠ عام، وكذلك قدرة القيوط على التزاوج مع الكلاب والذئاب الأخرى لإنجاب مواليد هجينة ذات قدرات تكيف عالية، وقادر على أكل أي شيء، وعلى الإنجاب السريع. الخريطة ١١. مناطق انتشار ذئب القيوط في أمريكا الشمالية.



الخريطة ١١. مناطق انتشار ذئب القيوط في أمريكا الشمالية (الانتشار الإيجابي)

٢.٢.٢. مظهر سلبي: يتمثل في تراجع انتشار النوع الحيواني عن حدوده التي وصل إليها، أي تقلص مجال انتشاره الحيوي، وأسباب هذا التراجع يعود إلى خسارة مواقع عشاها وتراجع مساحة الأماكن التي تستوطنها، وهي مرتبطة بالعلاقات بين الحيوانات، وبخصائص الحيوان الفسيولوجية وقدراته ويشمل حالة العداء والمنافسة التي قد تظهر في بعض المجتمعات الحيوانية، حيث تقتصر الأنواع القوية من الحيوانات ضعافها أو تحرمها من غذائها وتطردها من موطنها، أو تقتك بها عن طريق إصابتها بالأمراض الجرثومية، أو تعرضها للكوارث الطبعة أو الأنشطة البشرية

كتراجع انتشار حيوان النبر *Panthera tigris*، على سبيل المثال حيث أدى القنص اللاشعري للبيور من أجل الحصول على فرائها وعظامها وكل عضوٍ من جسمها تقريباً للاستخدام في الطب الصيني التقليديّ، بالإضافة إلى تدمير موائلها تراجعت أعداد النبر فمنذ قرنٍ مضى كان هناك نحو ١٠٠ ألف ببر في العالم، أما الآن فقد انخفضت الأعداد إلى نحو ٥٠٠٠ فقط. والخريطة ١٢. يظهر الموطن الحالي للبر والمناطق التي اختفت منها.



الخريطة ١٢. الموطن الحالي للبر (اللون الغامق)، والمناطق التي اختفى منها (اللون الفاتح)

٢.٣. عوائق الانتشار الحيواني: تُقسم عوائق انتشار الحيوانات إلى قسمين طبعة وأخرى حيوية:

١.٢.٣. العوائق الطبعة:

تشمل كافة العوامل الجغرافية الطبعة التي لا تلائم انتشار النوع الحيواني، ومنها على سبيل المثال العوائق المائية البحرية، فكثير من الحيوانات لا تنتشر في الجزر ومناطق المدط لأنها لا تستطيع العوم أو الطيران فوق مساحات شاسعه من الماء، ومناطق ذات درجة الحرارة العالية، والمناطق ذات درجة الحرارة المنخفضة تشكل عوائق أمام انتشار الحيوانات فمثلاً حيوانات ذوات الدم البارد لا تستطيع تحمل درجة الحرارة المنخفضة لذلك تنحسر مناطق انتشارها دون المناطق القطبية المتجمدة، كما تقف التضاريس العالية في كثير من الأحيان كجدار منيع يحول دون التوسع في انتشار أنواع معينة من الحيوانات.

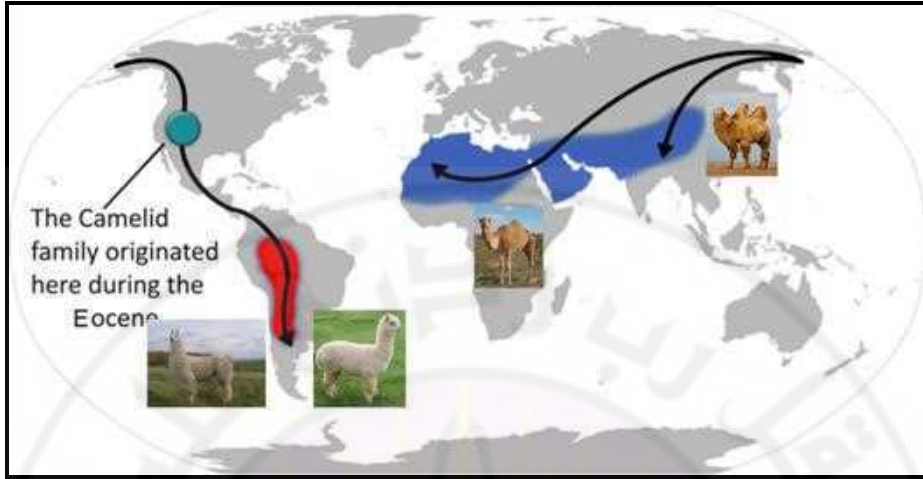
٢.٢.٣. العوائق الحيوية:

مرتبطة بالعلاقات بين الحيوانات، ومرتبطة أيضاً بخصائص الحيوان وقدراته، ويشمل حالة العداء والمنافسة التي قد تظهر في بعض المجتمعات الحيوانية.

فصراع نوعين متشابهين في حاجتهما يمكن أن يؤدي إلى انقراض أحدهما أو ابتعاده عن المنطقة التي جرى الصراع عليها، وتدعى هذه الظاهرة بالتنافس، ومن نتائجها مثلاً اختفاء الجرادات على كامل الأرض باستثناء أستراليا وأمريكا الجنوبية. وتدل الأبحاث أن هذه الحيوانات كانت منتشرة في الحقب الجيولوجي الثالث في العالم كله، ولكن مع ظهور الثدييات الحقة تراجعت الجرادات وانقرضت. وبالمثل أدى تطور القرديات إلى اختفاء اللاموريات باستثناء وجوها في مدغشقر المعزولة.

إن وصف توزيع الكائنات الحية في علم الجغرافة الحيوية هو مدخل لاستخلاص أنماط وأسباب هذا التوزيع. ونقول عن نوع حيواني إنه **مستوطن** إذا كان مستعمراً لأرض صغيرة المساحة، ونجد أمثلة متميزة على استطانات لحشرات كهفه لا نجدها سوى في مغارة واحدة في جبال البيرينيه مثلاً. ولهذه الحيوانات المستوطنة وسائل انتقال وانتشار ضعيفة.

كذلك نلاحظ أن التوزيع **المتقطع** ظاهرة متواترة، حيث يشغل الكائن الحي عدداً من المناطق التي تفصلها مسافات متباعدة نسبياً. وغالباً ما تكون مناطق التوزيع المتقطعة نتجة لتقلص وتجزؤ مساحة أولية أكبر وأكثر اتصالاً. ومثال ذلك الثدييات من عائلة الجملّات (إبلّات) Camelidae التي تضم الجمل ذا السنمين في آسيا الوسطى وذا السنم الواحد في الصحراء الكبرى واللاما والفكونه في أمريكا الجنوبية وجبال الأنديز. وتدل الأبحاث الباليونولوجية أن أصل هذه العائلة يرجع إلى أمريكا الشمالية في الحقب الثالث، ومنها انتشرت إلى أمريكا الجنوبية وآسيا عبر مضيق بيرنج. الخريطة ١٣. مناطق التوزيع المتقطعة للثدييات من عائلة الجملّات (إبلّات).



الخريطة ١٣. مناطق التوزع المتقطعة الثدييات من عائلة الجملّات (إبلّيات)

وهناك أيضاً ما يُدعى بالأسباب القديمة للتوزع الجغرافي للكائنات وانتشارها، فجغرافية القارات تغيرت على مدى العصور الطويلة، وثمة مثلاً مجموعات حيوانية كثيرة اليوم يرجع تشابهها وتوزعها في أفريقيا وأمريكا الجنوبية إلى اتصال هاتين القارتين في عصور سابقة، إن توزع الكائنات الحالي وانتشارها هو نتاج تاريخ طويل جداً.

٣. التصنف الجغرافي للحيوانات ومستويات التصنف:

يُعد تصنف الحيوانات ودراستها أصعب من تصنف النباتات ودراستها، ويعود ذلك إلى أن الحيوانات دائمة الحركة والتنقل من مكان لآخر، وهناك أكثر من ١٣ مليون نوع من الحيوانات لم يصنف إلا القليل منها، وما يزال تصنفها مستمراً حتى يومنا هذا، وتتكون مملكة الحيوان من مئات الآلاف من أصناف الحيوانات المختلفة، والتي تتباين في الحجم من حيوانات وحيدة الخلية لتصل إلى الحوت الأزرق الذي يعد أضخم الحيوانات على الإطلاق.

١.٣. التصنف الجغرافي للحيوانات: من أبسط أسس التصنيفات للحيوانات التي تعتمد عليها جغرافية الحيوان هي:

١.١.٣. تصنف الحيوانات على أساس العمود الفقري:

يتم تمييز الحيوانات على أساس معيار واحد بسيط بناءً على ما إذا كان الحيوان يمتلك عمود فقري أو لا، وهذا المعيار يساعد على وضع الأنواع الحيوانية في واحدة من المجموعتين، مجموعة الحيوانات الفقاريات التي تشكل ٩٥% من المملكة الحيوانية، ومجموعة الحيوانات اللافقاريات التي تشكل ٥% من المملكة الحيوانية:

أ. الحيوانات الفقارية: تُعد مملكة الفقاريات من أكبر الممالك الحيوانية، والفقاريات هي الحيوانات التي تمتلك هكل عظمي داخلي (عمود فقري وجمجمة)، وتختلف أحجام الفقاريات وأشكالها والأوساط التي تعيش فيها وطرق تغذيتها، أصغرها فهو نوع من الضفادع لا يتجاوز طوله بضعة ملاترات ٧,٧ ملم، والخفاش الطنان طوله ٣٠. ٤٠ ملم، أضخمها الحوت الأزرق يصل طوله إلى ما يقارب ٣٣ متراً، وتشمل الأغلبة العظمى من شعبة الحيات نحو ٦٤٠٠٠ نوع موصوف، وتُقسم إلى طوائف هي:

١. طائفة الأسماك: أول الفقاريات التي ظهرت وتعيش في الماء هناك الكثير من الأسماك المتنوعة والغريبة، منها أسماك عديمة الفك (اللافكة) منها: سمك الجللي^١ وسمك الجريث^٢ والأسماك الغضروفية تحتوي في أجسامها على غضاريف طرية مثل أسماك القرش، وأسماك الراي أو أسماك الشفنين اللاسعة، وهناك أنواع أخرى من الأسماك لا يحتوي جسمها على عظام مثل نجمة البحر وقنديل البحر، وهناك نوعية القشريات مثل الروبان والجمبري، وأنواع الرخويات مثل الأخطبوط. أما الأسماك العظمية فهي الأكثر تنوعاً بين مجموعات الفقاريات، منها سمك السلمون، وسمك الهامور، وسمك البلطي (المشط)، وغيرها، والأسماك العظمية المجزأة الزعانف لزعانفها أجزاء عضلة ومفاصل لذلك زعانفها أكثر مرونة، مثل: السمكة الرئوية^٣.

٢. طائفة البرمائيات: تُشكل إحدى رتب الفقاريات وتجمع بين العيش في الماء وعلى اليابسة، تعيش البرمائيات في جمع قارات العالم ما عدا القارة المتجمدة الجنوبية (أنتاركتكا)، وتفضل العيش في البيئات الرطبة، بالقرب من المستنقعات، والبحيرات، كما تعيش بعض البرمائيات في المناطق الجافة، حيث تقضي أسابيع، أو أشهر تحت الأرض حتى تهطل الأمطار. وتضم

١. هذه الأسماك البدائية التي تشبه الأنقليس (ثعبان البحر)، يعتبرها العلماء من أقل الفقاريات تطوراً، لم تتغير على مدى ملايين السنين، تمتلك فكوك ولها أسنان قرنية تشبه الممصات لتستخدمها في الالتصاق بالأسماك، وتقوم بالتغذي على دماء وأنسجة الأسماك المضفة، ولها هكل عظمي، بل لها جبل ظهري يشبه العمود الفقري، ويتكون من نسج مطاطي يُسمى الغضروف، ويصل طول جللي البحر إلى ٩٠ سم، ويعيش في المدطين الأطلسي والهادئ.

٢. سمك الجريث أو ثعبان البحر المخاطي تشبه ثعبان البحر وتفرز سائل أبيض مخاطي، يمتلك عمود فقري هش ولكن ليس بالظهر، وجسمه مملوء بسائل تسبح فيه الأعضاء، تعيش في المدط الأطلسي.

٣. تتنفس عن طريق الرئة بالإضافة إلى الخاشم، وقادرة على العيش على اليابسة من دون ماء لعدة شهور متتالية، وحتى لسنين في بعض الأحيان، أي تدخل في الفصل الجاف في سبات، كانت منتشرة في العصر الديفوني.

البرمائيات: الضفادع والعلاجيم والسلمندرات، والسطة أو السلطان عديمة الأرجل تعيش مختبئاً تحت سطح الأرض، وتشبه كثيراً ديدان الأرض، ويُعد السمندر الياباني العملاق من أكبر البرمائيات حيث يصل طوله إلى أكثر من ١,٥ م.

٣. طائفة الزواحف : هي من أنواع الحيوانات التي تزحف للتحرك والانتقال، وهناك أربعة أنواع من الزواحف هي: السحالي والثعابين تمثل هذه المجموعة أكبر مجامع الزواحف، والسلاحف هي الزواحف الوحيدة ذات الأصداف، منها يعيش على الأرض ومنها في الماء العذبة أوفي المحطات، والتمساحات يُقدر عمرها بنحو أربعة ملايين إلى مليوني سنة، وتشمل هذه المجموعة تماسيح أمريكا وهي القاطورات الأمريكية والكمينات Caimaninae التماسيح الأمريكية الاستوائية، وتماسيح هندية والجافالات gharial أو تماسيح الماء المالحة أكبر أنواع الزواحف الحية، ويُعد تماسيح النيل من أقدم أنواع التماسيح في مصر، حيث يعود تاريخه إلى ٢٠٠ مليون عام، ويُعد التماسيح الصيني من أندر التماسيح المتواجدة في العالم، والظُرْطرة عظاية التواتارا البدائية تعيش على جزر قليلة وصغيرة بعيداً عن سواحل نيوزيلندا، وهي تشبه السحالي، لكنها أقرب صلة بالديناصورات المنقرضة.

٤. طائفة الطيور : حيوانات فقارية، من ذوات الدم الحار، تضع البض، وهي نشأة الحركة، وذات أجنحة وريش، ويُعرف منها نحو ٩٠٠٠ نوع، وهذا يجعل صف الطيور أكثر الصفوف غناءً بالأنواع بين صفوف الفقاريات رباعات الأطراف كلها، والطيور الحية كلها تُدرج تحت طبقة الطيور الحديثة Neornithes، التي تتميز بالريش الذي يغطي جلدها، والمناقير الخالية من الأسنان، ووضعها لبض صلب القشرة، وتعيش الطيور في جميع المناطق البيئية على سطح الأرض وتكثر في المناطق الاستوائية وتقل أعدادها وأنواعها كلما أُنْجَها إلى القطبين وتختلف الطيور في أشكالها وأحجامه من كبير مثل النعام والتي يصل طولها إلى ٢,٥ م ووزنها إلى ١٨٠ كغ تقريباً إلى صغير مثل طائر الطنان والذي يصل طوله إلى ٥ سم ووزنه إلى ٢,٨ غرام تقريباً. ومعظم أنواع الطيور تستطيع الطيران، أما الطيور التي لا تستطيع الطيران مثل طيور البطريق، وطيور النعام، وطيور الكيوي وهو أصغر أنواع النعامات الحية حجماً، وطيور الدودو المنقرضة طائر عاجز عن الطيران منقرض وقد كان مستوطناً في جزيرة موريشيوس، شرق مدغشقر في المحيط الهندي، وطائر المواقير أكبر نوع من جنس النعامات التي تعرضت للانقراض قبل عام ١٤٠٠م، وهو من الطيور التي لا تطير. وأكثر الطيور نهائية تكون مستقطبة ونشطة مع بداية النهار وتبقى في سعيها وراء طعامها طوال اليوم، والبعض الآخر ليلي مثل البومات

التي ينشط عملها في الليل ويبدأ ويسكن نهاراً. وتمتلك الطيور هكل عظمي خفف الوزن قوي، وتنقسم إلى مجموعات كثيرة منها: البطريقات والنعامات، والحمامات، والبعجات، والقلقات، والدجاجات وغيرها. وينتمي صف الطيور إلى شعبة الحبليات وشعبية الفقاريات، ويقسم إلى صنفين:

١. صف الطيور القديمة **Archaeornithes** الذي يضم الطائر المجنح القديم، مثل تيتان (الرخ الماغاشي أو الطائر الفيل) هو جنس طائر عملاق منقرض، طوله نحو ٣ أمتار كان يعيش في مدغشقر منذ ١٠٠٠ عام تقريباً، حجمه كبير، يزن نحو ٧٠٠ كيلوغرام سقانه ضخمة، وفكه كبير، وبسبب وزنه وحجم جسمه لا يمكنه الطيران، اختفت هذه الطيور منذ نحو ١٠٠٠ عام على الأرجح بسبب البشر. والطيور المستحاثه ذوات الأسنان، وهي مجموعة منقرضة من الطيور البدائية الأولى ذات أجنحة بدائية، وذيل طويل مستدق، وأسنان، تشبه السلطة، مثل أركيوبتركس **Archaeopteryx** ويسمى أيضاً المجنح العتيق، ويعد أول طائر يظهر الريش على جسمه، ويمثل أقدم الطيور عُثر عليه على شكل مستحاثات في طبقات أواخر الجوراسي من الحقب الجيولوجي الثاني، كان لهذا الحيوان ريش تماماً كالطيور مع احتفاظه على بعض خصائص الزواحف، لذلك فهو واحد من الحلقات الوسطية بين الطيور والزواحف، وقد عُثر في الفترة الواقعة ما بين عام ١٨٦٠ . ١٩٨٧م على سبع عينات من المجنح القديم منطقة سولنهورف في ولاية بافاريا جنوبي ألمانيا. الصورة ٤٠. صف الطيور القديمة **Archaeornithes**.



الصورة ٤٠. صف الطيور القديمة **Archaeornithes**

٢. صف الطيور الحديثة **Neornithes**: الذي يضم بقية الطيور الأخرى، ويُقسم إلى فوق رتبين: فوق رتبة قديمات الفك **Paleognathae**: تضم الطيور العاجزة عن الطيران كالنعامة والكيوي. فوق رتبة حديثات الفك **Neognathae**: تضم كل الطيور الأخرى الحية اليوم والتي تتوزع في اثنتين وعشرين رتبة أهمها:

١. رتبة البجعيات: طيور مائية، من أنواعها: طائر البجعة، وطائر الأطرش، والغاقات: تمتلك طيور الغاق جراب في رقبته تستخدمه في تخزين الأسماك. والقاذفات: وتدعى أيضاً الطيور الثعابذة لأنها لها رقبة رقبة شبيه بجسد الثعابين وأبو مركوب أو حذاء النيل الأبدى.
٢. رتبة القلقات: تنتشر في القارات كافة ماعدا القطب الجنوبي، ومن أنواعها طائر اللقلق، وطائر البالشون أو المالك الحزين، وطائر الواق، أبو منجل وقد سمي تشبيها بالمنجل في شكل منقاره ويُعرف عنز الماء وهناك ما يقرب من ٣٠ نوعاً في جمع أنحاء العالم، وطائر أبو ملعقة له منقار طويل على شكل الملعقة، وطائر الفلامنغو (النحام).
٣. رتبة الإوزيات (البطيات): تضم نحو ١٥٠ نوعاً، في ثلاث فصائل هي: فصيلة الإوز: يشبه البط يوجد أكثر من ٤٠ نوعاً من الإوز البري وبخاصة في آسيا وأوروبا وشمال أمريكا، وقد تم استئناس الإوز لأول مرة في آسيا منذ آلاف السنين. وفصيلة الصراح: لهذه الفصيلة ثلاثة أنواع تعيش فقط في أمريكا الجنوبية إذ يمتد موطنها من فنزويلا إلى شمال الأرجنتين. وفصيلة البطيات: للبط عدة سلالات منتشرة في جمع أنحاء العالم. ويتبع فصيلة البطيات كل من طائر البجع أكبر الطيور ضمن فصيلة البطيات، وطائر التّم قريب الصلة بالبط والإوز، ولكن غالبية التّم أكبر حجماً وأطول عنقاً من البط أو الإوز.
٤. رتبة الجوارح أو الكواسر: الجوارح وهي رتبة من الطيور تضم معظم الطيور الجارحة كالنسر أكبر طائر من الجوارح يوجد بالعالم ٢٣ نوعاً من النسور، منها ١٦ موجودة بالعالم القديم، ويقصد بنسور العالم القديم: النسور الموجودة بالقارات الثلاث أوروبا وآسيا وأفريقيا، و٧ موجودة بالعالم الجديد الأمريكتين، ونسور العالم القديم وتضم إضافة إلى نسور العالم القديم كلا من العقبان وطيور الباز والحدأة، وهذه الطيور ليست قريبة جيداً من عائلة نسور العالم الجديد، على الرغم من وجود تشابه ظاهري بين أفراد العائلتين، فنسور العالم القديم لا تمتلك حاسة الشم القوية التي تمتلكها نسور العالم الجديد، ولنسور العالم القديم حاسة بصر قوية تساعدها على إيجاد الجف، أما نسور العالم الجديد فتعثر على الجف مستخدمة حاسة شمها القوية، وتعيش نسور العالم الجديد في أمريكا الشمالية، والجنوبية، والوسطى، وتتميز برأسها الخالي من الريش ومن أشهر أنواع نسور العالم الجديد النسر الرومي، والنسر الأسود، والنسر الملك، وكندور الأنديز، وكندور كاليفورنيا. أما نسور العالم القديم تعيش في أوروبا، وإفريقيا، وآسيا، وتتميز بخصائص مختلفة عن نسور العالم الجديد، لها منقار قوي بنهاية معقوفة، وأجنحة واسعة ومن أشهر نسور العالم القديم: النسر الرمادي ويُسمى أحياناً النسر الأسود، والنسر المصري أو دجاج فرعون.

والباشق، والشاهين، والسنقر، والعقبان يعيش معظمها في أوراسيا وأفريقيا، ومن أشهرها العقاب الذهبي الذي يدعى أحياناً ملك الطيور، وقد استخدم الهنود الحمر ريش العقاب في تزيين رؤوسهم، لذلك أطلق عليه اسم عقاب الحرب، وهناك باحثون ينكرون أنها الموطن الأول لطائر العقاب سورية^١ وتحديداً في جبل سنجار، ويقال: إن هذا الجبل هو مصدر الصقور الثمينة، ومنشأ الصقور النادرة ومنه ظهرت الصقور الموجودة في العالم، وإذا كان بعض الباحثين يريدون دليلاً علمياً على هذا القول إلا أن جمع الباحثين يرون من الثابت أن جبل سنجار منشأ الصقور السوداء ومكان تواجدها حتى اليوم، والتسمية الشائعة لهذا النوع من العقبان هي السنجاري ويطلق هذا اللقب على أي صقر أسود نسبة لجبل سنجار.

٥. رتبة الدجاجات: إحدى أهم رتب الطيور الثقيلة جسدياً، أرضية الغذاء، وهي طيور قديمة واسعة الانتشار، يعيش معظمها على الأرض، تضم الأنواع الاقتصادية من الطيور ذات الفائدة الكبيرة لغذاء الإنسان، من أنواعها الدجاج الحبشي، ويُعرف بالدجاج الفرعوني. وطائر الطيهوج والذي يمكن العثور عليه في المناطق الباردة من نصف الكرة الشمالي، والديك الرومي من الطيور ذات الحجم الكبير، والهنود الحمر أول من قام بتربية الديك الرومي قبل أن ينتشر في جميع أنحاء العالم، وموطنه الأصلي القارة الأمريكية الشمالية. وحجل الشوكار أو الشنار يعيش على الأرض في الأراضي الصخرية الجبلية يعيش في جماعات صغيرة ويُعرف بالعامية بالحجل، والطاووس: ومن أنواعه الطاووس الأخضر (الطاووس الجاوي)، وطاووس الكونغو من أصل أفريقي يفتقر إلى الذيل الملونة، أكثر أنواع الطاووس ألواناً هو الطاووس الهندي، والفري السُماني.

٦. رتبة الحمامات: تضم أربعة أجناس و١٣ نوعاً من طيور الحمام والمام، وتُطلق تسمية يمام على الأنواع صغيرة الحجم، وتسمية حمام على الأنواع كبيرة الحجم، ولكن لا يوجد منطلق علمي يدعم ذلك. تنتشر في جميع أنحاء الأرض ماعدا المرتفعات الجبلية، وتضم أنواعاً مختلفة من الحمام، وهناك نوع من الحمام الكبير يتواجد فقط في جزيرة ساموا الواقعة في المدط الهادي،

١. العقاب: هو شعار سورية منذ أقدم العصور وحتى الآن، وتعد سورية أقدم دول العالم في اتخاذ طائر العقاب شعاراً، ودلت المكتشفات الأثرية على وجد نقش للعقاب على حجر بازلي في حفريات جرف الأحمر بحلب في عام ١٩٩٥م، يعود إلى ثمانية آلاف عام قبل الميلاد، وفي النقش طائر بأسط جناحه، ويرتفع شعار العقاب حالاً على واجهة البرلمان السوري، والمباني الحكومية، والرتب العسكرية، والعملة.

ويعد من الحيوانات المهددة بالانقراض وقد كان يتواجد سابقاً في جزيرة تونغا في جنوب المحيط الهادي ويعتبر حالياً الطير الوطني لجزيرة ساموا.

٧. رتبة الببغاوات: يعد الببغاء أحد أنواع الطيور، التي تتميز بألوانها الزاهية، ويوجد ٣٧٢ نوع منها، ويعد من أذكى أنواع الطيور، ويمتلك القدرة على تقليد الأصوات، ويستخدم كثيراً لغايات الأغراض التجارية، ويوجد أكثر من ١٣٠ نوع مهددة بالانقراض، وذلك نتيجة فقدان الموائل، والصيد. وتعيش الببغاوات في مجموعات كبيرة يُطلق عليها اسم قطعان، وتشترك هذه الببغاوات في بعض الصفات مثل شكل المنخار المقوس، وعدد الأصابع إذ يمتلك كل نوع منها ٤ أصابع في كل قدم، اثنين نحو الأمام واثنين نحو الخلف، وتختلف أحجام الببغاء فما بينها ويرأوح طولها ما بين ٨ . ١٧ سنتيمتر وحتى ١٠٠ سنتيمتر، بينما يرأوح وزنها ما بين ٦٤ غراماً وحتى ٤ كيلوغرامات، وتحتوي هذه الرتبة على فصيلتين: **الفصيلة الأولى بستاكيدي Psittacidae ببغاء إفريقي**، تحتوي على مجموعة واسعة من أنواع الببغاء وتعيش هذه الببغاوات في المناطق الاستوائية من أفريقيا، يطلق على بعضها اسم ببغاوات العالم القديم منها الببغاء الرمادي الإفريقي هو طائر معروف بذكائه وقدرته العالية على الكلام وتقليد الأصوات، تشمل ببغاء الكاسكو أو ببغاء الكونغو الرمادي الإفريقي، وببغاء النمنه الرمادي، والببغاء البادجي، وببغاء المكاو، وببغاء الأمازون ويسمى الببغاء الأخضر من أكثر أنواع الببغاء شيوعاً في العالم وهي من الطيور المحبوبة لدى البشر ويتم تربيتها لشكلها الجذاب وسلوكها الاجتماعي وقدرتها على الكلام. أما **الفصيلة الثانية الكوكاتو Cacatuidae** وتضم هذه الفصيلة ٢١ نوعاً، تنتشر في أستراليا، ولون ريشها في الغالب أبيض أو أسود أو رمادي، لطيور الكوكاتو جمعها أعراف، والكوكاتو كبيرة الحجم مقارنة بالببغاوات الأخرى.

٨. رتبة البومات: من الجوارح ذات نشاط ليلي، تنتشر في كل مكان ماعدا القطب الجنوبي، تتميز بحاسة البصر القوية ليلاً، معظم البومات ليلية، حيث تختار الصيد في الظلام الدامس، وهناك بعض الأنواع شفقة أي تنشط في ساعات الشفق، كمثال البومة القزمية، وبعضها ينشط في ساعات النهار مثل البومة قصيرة الأذنين. يعد وجوده ومشاهدته علامة على نقاء البيئة من المبيدات الحشرية. ويوجد نحو ٢٠٠ نوع من البومات وتُعد البومة العفريتة، أو البومة القزمية أصغر أنواع البوم، حيث يبلغ طولها نحو ١٥ سم، وأكبر أنواع البوم البومة الرمادية العظمية، ويبلغ طولها نحو ٧٥ سم، ويرأوح طول جناحيها المنفردين بين ١٣٧ و ١٥٢ سم، والبومة الثلجة، والبومة الكبيرة ذات القرون يوجد خصل شعر كبيرة على رأسها على شكل قرون، وبوم

الحظائر تعيش في معظم الأماكن عدا المناطق الباردة، وهي غالباً ما تبني أعشاشها في الأماكن المظلمة وفي حظائر الحبوب والأعلاف، ومن هنا نشأ اسم هذا اليوم، ويشجع الفلاحون في بعض المناطق الأوروبية يوم الحظائر لإقامة أعشاشه في حظائرهم وذلك بعمل باب خاص في تلك الحظائر يُعرف بباب اليوم يسمح بحرية الدخول والخروج.

٩. رتبة الشقرقات: الشقرقات أو الضؤضئات أو غدقات الشكل رتبة كبيرة، طيورها ذات ألوان زاهية، تنتشر في المناطق الاستوائية والمعتدلة، معظمها شجرية. وتشارك بأن لديها ارتفاع الأصابع أو التصاق الأصابع، من أنواعها: الرفراف أو صائد السمك، وطار الهُدُ الذي تم ذكره في القرآن الكريم هو أحد الطيور المتميزة، يُسمى بملك الطيور، حيث أنه يتميز بعرفه البني الفاتح الشبه بالتاج، وبأنه يستطع التكف مع كل البيئات، وينتشر في جميع أنحاء العالم، وطارر الوروار (أو أشباه العصفوريات) يُعد أحد أعداء النحل، وهو منتشر في كل أنحاء العالم وله أسماء عديدة في المنطقة العربية.

١٠. رتبة النقرات: تضم طيوراً صغيرة ومتوسطة الحجم، مختلفة الأشكال والألوان، تنتشر في جميع أنحاء العالم وخصوصاً في الأماكن المليئة بالأشجار، ومن أبرز أماكن تواجده هي جنوب شرق الولايات المتحدة، وتقسّم إلى رتبتين هما: رتبة الجكماريات Galbulae (القمريّة) طيور صغيرة أو متوسطة الحجم، تنتشر في غابات المناطق المدارية من أمريكا الوسطى والجنوبية وأدغالها، وتتميز بالذيل الطويل والمنقار الطويل المدبب. تتغذى بالحشرات الطائرة، وتضم هذه الفصيلة ١٥ نوعاً منها فصيلة الأشعة تتميز برؤوسها الكبيرة وريشها المنفوش، ومن هنا جاءت تسميتها. وفصيلة الرأس الملتحة تتميز بوجود أشعار قاسية تغطي قاعدة المنقار والمنخرين مشكلة ما يشبه اللدة، وهذا سبب تسميتها بالملتحات. وفصيلة الطوقانة (طوقان) طيور شجرية، تعدّ من أكبر نقاريات الخشب، تتميز بمناقيرها الكبيرة، وتطير بصعوبة لثقل أجسامها وضخامة مناقيرها، لذلك تتجنب الطيران مسافات بعيدة، ثمضي معظم وقتها جائمة على أغصان الأشجار. ورتبة نقارات الخشب Pici تتألف من فصيلة نقارات الخشب الحقة تضم أكثر من ٢٠٠ نوع من الطيور الصغيرة والمتوسطة الحجم، وهي متكفة لتتسلق جذوع الأشجار، يساعد على ذلك أرجلها القوية رباعية الأصابع المجهزة بمخالب حادة، وكذلك ريش الذيل القاسي الذي يستخدم مسنداً في أثناء تسلقها شاقولاً على الأشجار، والمنقار طويل ومستقيم تشبه نهايته الإزميل، يستخدم لحفر الخشب بحثاً عن الغذاء (الحشرات وبقراتها)، وفصيلة اللواء (لواءات العنق): طيور ذات مناقير صغيرة لا تشبه مناقير نقارات الخشب ولا تستخدم في الحفر،

ولا تستطع تسلق الأشجار، وإنما تقف على الأغصان، وعندما تشعر بالخطر تمد أعناقها، وتلويها يمناً ويسرة، ومن هنا جاءت تسميتها. وفَصِيْلَة **Picumninae** بـ **كومينا**، أصغر الطيور في عائلة نقار الخشب ينتشر بشكل رُؤسي في أمريكا الجنوبية الاستوائية.

١١. رتبة **العصفوريات (الجواثم)**: رتبة ضخمة من الطيور، حيث ينتمي إليها أكثر من نصف أنواع الطيور في العالم، وهي أحد أكثر رتب الفقاريات تنوعاً، حيث تضم نحو ٥٤٠٠ نوع، ويبلغ عدد فصائلها ما يقرب من ٥٦ فصيلة، والعصفوريات عالمة الانتشار الجغرافي، قليلة في القطب الجنوبي، وبعض الجزر الصغيرة في المدطات، وكثيرة الأنواع والعدد في غابات المناطق الاستوائية والمدارية.

إن ما يميز الطيور الجاثمة، أن أغلبها طيورها مغردة منها الشحور، الدخلة، والزرزور، وعصافير القرقف، والكناري، والحسون، وطائر الدوري، وطائر الجاوا، والبلبل، والسنونو، وأبو الحن، والعندليب، وطيور النمنمة، وهناك نوع من العصافير يطلق عليها اسم طيور الحب ... إن أكثر الجواثم تطوراً هي أعضاء فصيلة الغرايات، فالغراب، والزاغ، والعقعق، وأبو زريق، وتُعد الجواثم من أهم مؤشرات التوازن البيئي والتنوع الحيوي لما لها من دور كبير بالتوازن البيئي، ومن هذه الأدوار القضاء على الحشرات.

٥. طائفة **الثدييات**: فقاريات ثابتة درجة الحرارة، تنتشر الثدييات في جميع أنحاء الكرة الأرضية، فمنها ما يعيش على اليابسة، ومنها ما يطير مثل الخفاش، ومنها ما يعيش في البحار مثل الحوت والدلفين وبقر البحر (عروس البحر) والفقمة، ومنها ما يعيش في الماء العذبة مثل القندس والقضاعة وجرذ المسك. وتختلف الثدييات في أشكالها وأحجامها، وجمع الثدييات تلد باستثناء أحاديات المسلك التي تضع البض، ويمكن تقسم الثدييات إلى ثلاث مجموعات على أساس الطريقة التي تنشأ عنها أفراد جديدة حسب طريقة ولادة صغارها هي:

أ. **ذوات المشمة (الثدييات الحقةمة)**: الأغلبية العظمى من الثدييات حيوانات مشمة تبدأ الصغار في التكون داخل الرحم يحصل على غذائه من الأم عبر المشمة، وتختلف فترة الحمل إذ تراوح ما بين ١٦ يوماً عند الهمستر الذهبي و ٦٥٠ يوماً عند الفيلة. وتلد معظم الأنواع ولادة.

ب. **ذوات الجراب وتعرف بالثدييات الكسمة (الثدييات البعيدة)** مجموعة من الثدييات تلد نسلأ صغيراً جداً غير كامل النمو، وبعد الولادة مباشرة تبقى الصغار بجوار ثدي الأم داخل كس

بطني يسمى جراباً، وتظل هناك إلى أن يكتمل نموها، وهناك نحو ٢٦٠ نوعاً من ذوات الجراب يعيش ثلثها تقريباً في أستراليا والجزر القريبة، مثل حيوانات الكنغر، ودببة الكوالا، والومبت.

ج . وحيدة المسلك (الثدييات الأولية) لا تلد صغاراً بل تضع بضعاً جلدي القشرة، يفقس بعد انقضاء فترة الحضانة، وتشمل هذه المجموعة قنفاذ النمل وحيوانات البلاتيوس (حيوان يتحرك مثل الزواحف لكنه ليس من الزواحف، ويشبه الطيور لكنه ليس من الطيور، ويعتبره العلماء من الثدييات، لكنه يبيض، لديه منقار يشبه منقار البط لكنه منقار لحمي).

وتتضمن هذه المجموعة العديد من الرتب أهمها رتبة آكلة الحشرات ومن أمثلتها القنفاذ. رتبة الخفافيش ومن أمثلتها الخفافيش. رتبة الحيتان ثدييات مائية كبيرة الحجم. رتبة اللحمان أو الضواري وتتضمن القطط والكلاب والدببة. رتبة القوارض وتتضمن الجرذان والفئران الذئب أو الشيهيم. رتبة الخرطوميات مثل الفيل. رتبة الأرنبات مثل الأرنب والبكاوات. رتبة جلدية الأجنحة مثل الامور الطائر والسنجاب الطائر. رتبة وتريات الأصابع مثل الحصان والحصار الوحشي. رتبة زوجة الأصابع مثل الخنازير وفرس النهر والجمال والغزال والزرافة. رتبة الرئيسات تشمل على عدد من الحيوانات كالقردة والغوريلات وأيضاً الإنسان.

ب . حيوانات لافقارية:

أي تقتصر إلى العمود الفقري، وتشكل الحيوانات اللافقارية نحو ٩٥%، وتمتلك بعض الأنواع من اللافقاريات هكل عظمي ولكنه لا يتكون من العظام، وتشير الدراسات إلى وجود مليون نوع معروف من أنواع الحيوانات اللافقارية منها:

١. **الأولات (البرزويات)** معتصات ذات خلة واحدة، نشأت أوائل الحيوانات في العالم من كائنات وحيدة الخلة تسمى البرزويات قبل نحو بليون سنة عاشت في البحر وهي أبسط أنواع الحيوانات، لا يزال الكثير منها موجودة اليوم في الماء والتراب والدم، وهي تتنقل بالطفو أو بتحريك أعضاء على أجسامها شبيهة بالشعر، وهي اليوم تصنف في مملكة خاصة تعرف بالأولات.

٢. **الإسفنجيات:** الإسفنج هو الأكثر بدائية في الحيوانات المتعددة الخلايا، تشكل شعبة مستقلة تدعى شعبة الثقبات أو المسامات أو الإسفنجيات، لا يوجد لها أعضاء داخلية أو أعصاب أو عضلات معظم مستحاثاتها التي عثر عليها وجد أنها تعود إلى عصر ما قبل الكامبري.

٣. **جوفمعويات:** منها الهيدريات اللاسعة (الهيدرا) والفنجانات اللاسعة (قناديل البحر)، والشعاعات اللاسعة (شقائيق النعمان والشعاب المرجانية).

٤. **الديدان المفلطحة (العريضة) والمثقبات (الديدان الورقية) والشريطيات:** لهذه الحيوانات أجسام لينة ونحيلة ومسطحة، تملك ماصات وخطاطف، تعيش كطفيليات في أجسام حيوانات أخرى، وبعضها الآخر في المواطن البيئية الرطبة.

٥. **الديدان الحلقية:** ديدان أجسامها مكونة من عقل أو حلقات متجاورة ومتشابهة تقريباً، جمعها ذات أجسام لينة دون هكل عظمي صلب، يوجد عدة أنواع من الديدان الحلقية تتمثل في **صنف ديدان عديدة الأشواك** مثل دودة الرمل (النيرس) والدودة الشوكية، تقوم بالتطفل على المفصليات مثل القشريات والحشرات وعلى الفقاريات من الأسماك. **وصنف ديدان قليلة الأشواك** أجسامها مقسمة إلى عقل تحمل كل عقلة أشواكاً قليلة، ومنها دودة الأرض. **وصنف العلقات** لس لهذه الحيوانات أرجل أو أشواك وأجسامها مفلطحة لها قدرة كبيرة على التمدد والانكماش لها ممصات للالتصاق والحركة، مثل العلق الطبي.

٦. **الديدان الاسطوانية (الذماتودا):** الخطات أو الديدان الشعبانية ديدان نحيلة ومستديرة، بعضها صغير جداً حتى إنه لا يرى إلا بالمجهر، هناك أكثر من ١٥ ألف نوع يعيش في التربة والماء، والعديد من أنواع الديدان بغالبيتها ديدان طفيلية مثل ديدان الإسكارس، وديدان الفيلاريا تسبب مرض الفلاريا أو داء الفيل.

٧. **الرخويات** للرخويات أجسام لينة ذات جزء سفلي غالباً ما يشكل قدماً عضلة، هناك أكثر من مئة ألف نوع منها تشمل الأخطبوط، والبزاق.

٨. **مفصليات الأرجل:** تشمل العناكب والعقارب والديدان المئويّة (أمات الأربع والأربعين) والقشريات كالسلطعون وجراد البحر والحشرات.

٩. **شوكات الجلد:** القنقذيات تشمل نجم البحر، وزنبق البحر، وقنفذ البحر، وخار البحر.

٣.١.٣. **تصنف الحيوانات على أساس التكاثر:** حيوانات تتكاثر بالولادة مثل الثدييات كالفيلة والقردة والذئب والضباع...، وحيوانات تتكاثر بالتقوس (بالبيض) مثل الطيور والأسماك والحشرات والزواحف.

٣.١.٣. **تصنف الحيوانات على أساس السلسلة الغذائية** وتشمل حيوانات آكلة اللحوم مثل الأسود والنمور والثعالب. وحيوانات آكلة الأعشاب مثل الأغنام والغزلان والفيلة.

والقوارت Omnivore وهي حيوانات آكلة اللحوم والأعشاب معاً مثل الدببة، والقرود، والغراب، والنمل.

٢.٣. مستويات التصنيف:

عملة التصنيف هي وضع الكائنات الحية في مجموعات حسب أوجه الشبه والاختلاف بينها بحيث يسهل دراستها والتعرف عليها ولا شك أن المنشغلين بدراسة الكائنات الحية يجدون صعوبة كبيرة في التعرف على الكائنات الحية بسبب وجود أعداد هائلة من الأنواع، فكان لا بد من تصنيفها بوضع الأنواع المتشابهة في جماعات وترتيب هذه الجماعات على حسب قرابتها وتشابهها على أساس ثابت ويعرف هذا النوع من الدراسة بعلم التصنيف.

بدأت محاولات تقسم الكائنات الحية من قبل الإنسان منذ زمن بعيد، ويعود وضع نظام تصنيفي محدد إلى عهد قدماء اليونان، حيث اهتم فلاسفتهم مثل أرسطو وثيوفراستس بوضع أنظمة تقسم مختلفة مثل تقسم الحيوانات إلى مجموعة تعيش على اليابسة، وأخرى تعيش في الماء، وثالثة تعيش في الهواء، كما وضعوا نظاماً لتقسم الحيوانات إلى حيوانات تلد وأخرى تبض، كما قسمت الحيوانات حسب أهميتها الاقتصادية إلى حيوانات ضارة، وحيوانات غير ضارة، وحيوانات تؤكل وحيوانات لا تؤكل إلخ. يؤخذ على هذا التصنيف التقليدي أنه لا يضع حداً فاصلاً بين النباتات والحيوان لاسمما في الكائنات بسيطة التركيب فهي مزيج من الخصائص المميزة لكلا من النبات والحيوان مما يصعب وضعها في أي من المملكتين، وقد دعا ذلك إلى تصنيف حديث يفسر التشابه بين الأنواع على أساس انحدارها أو تطورها من أصول سابقة مشتركة. ويتم ترتيب الحيوانات إلى مجموعات بناءً على خصائصها، فالتصنيف الذي يستخدمه العلماء هو جزء من نظام هرمي متسلسل تقع فيه كل فئة ضمن الأخرى :

١. **المملكة Kingdom**: مجموعة كبيرة جداً من الشعب تضم ملايين الأنواع من الكائنات الحية المتشابهة من حيث أسس التصنيف.

٢. **الشعبة phylum**: مجموعة صفوف مثلاً: جمع الحيوانات التي لها عمود فقري تصنف في شعبة الحبلات ضمن المملكة الحيوانية.

٣. **الصف Class**: مجموعة رتب، التي تمتاز بأنها ذات دم حار وتنتج إناثها الحليب .

٤. **الرتبة Order**: مجموعة فصائل متقاربة.

٥. **الفصيلة Family**: مجموعة الأجناس المتشابهة.

٦. **الجنس Genus**: مجموعة الأنواع المتشابهة في بعض الصفات من الكائنات الحية.

٧. النوع **Species**: مجموعة من الأحياء الأكثر تشابهاً في صفاتها الظاهرية ويمكنها التزاوج فيما بينها لتعطي أفراداً جديدة خصبة قادرة على التكاثر.

لتوضح المستويات المختلفة في نظام التصنيف الحديث نورد الأمثلو التالية:

- **القطعة**: المملكة حيوانات متعددة الخلايا، الشعبة الحبليات، شعبة تحتة فقاريات، الصف فقاريات رباعية الأطراف، الطائفة ثدييات، الرتبة حيوان مفترس، العائلة الكبرى قططي، العائلة قطة، الجنس قطة برية من العالم القديم، النوع قطة برية، نوع تحت قطة منزلة.

- **الدب الأمريكي الأسود**: فوق المملكة حققة النوى، المملكة الحيوانات، الشعبة الحبليات، الصف الثدييات، الرتبة آكلات اللحوم، العائلة الدببة، الجنس الدب، النوع الأمريكي.

- **الدب الآسيوي الأسود**: فوق المملكة حققة النوى، المملكة الحيوانات، الشعبة الحبليات، الصف الثدييات، الرتبة آكلات اللحوم، العائلة الدببة، الجنس الدب، النوع الآسيوي.

- **قنديل البحر الخالد**: فوق المملكة حققة النوى، المملكة الحيوانات، الشعبة لاسعات، الصف أبابات (الهدريات)، الرتبة اللاغمديات، العائلة مدطات، الجنس توريتوبسيس *Turritopsis*، النوع قنديل البحر الخالد.

- **خنازير البحر**: المملكة الحيوانات، الشعبة الحبليات، الصف الثدييات، الرتبة حيتانات، العائلة دلافين مدطية، الجنس دلفين، النوع خنازير البحر.

- **الزروع أو الأرملة السوداء**: المملكة الحيوانات، الشعبة مفصليات الأرجل، الصف عنكوبات، الرتبة الرتيلاوات، العائلة الشحاذيات، الجنس الزروع، النوع الأرملة السوداء.

- **الإنسان**: ينتمي إلى فوق مملكة حققات النوى، مملكة الحيوانات، شعبة الحبليات، وطائفة الثدييات، ورتبة الرئيسات، وفصيلة القرود العليا، وجنس هو *Homo sapiens*، ونوع سابينز *sapiens*.

رابعاً. العوامل الجغرافية المؤثرة في توزيع الحيوانات:

إن وجود العوامل الجغرافية أو غيابها، أو زيادتها أو نقصانها، قد يؤثر في مقدرة الكائنات الحية على المعيشة ولكن الأنواع المختلفة تتأثر بكل واحد من هذه العوامل بطرق مختلفة، وتبعاً لتجاوب الأنواع المختلفة مع هذه العوامل البيئية غير الحادة تتحدد إمكانية وجود الأنواع أو عدم وجودها في جزء من المنطقة أو في المنطقة جمعها. ونتيجة لذلك تستطيع بعض الكائنات الحية البقاء، وغيرها لا تستطيع.

١. المناخ وعناصره:

١.١. درجة الحرارة: تعد درجة الحرارة من العوامل البيئية الهامة في حياة الكائنات الحية، حيث تحدد وجود أو عدم وجود الحيوانات على سطح الأرض، وغالباً ما تكون درجة الحرارة عاملاً محدداً في توزيع الكائنات الحية على البيئات المختلفة فهناك كائنات تعيش في البيئة الباردة وكائنات تعيش في البيئة الحارة، فمثلاً طائر البطريق لا يستطيع أن يعيش إلا في المناطق الثلجية (بيئة التندرا). أما الزواحف فتوجد في المناطق الحارة (حزام خط الاستواء) وتقل باتجاه القطبين من حيث التنوع ووفرة الأعداد، وذبابة التسي تسي لا تعيش إلا في المناطق الاستوائية التي يكون متوسط درجة الحرارة فيها في حدود 20°C ، كما أن هناك بعض الكائنات الحية تستطيع أن تتأقلم مع الحارة في درجة الحرارة العالية كما في الصحراء إما بتغيير درجة حرارة جسمها مع تغيير درجة الحرارة الخارجية كما في الجمل فعلى الرغم من أنه من الحيوانات ثابتة درجة الحرارة إلا أن درجة حرارة جسمه ترتفع في النهار إلى 40°C وتهبط في الليل إلى 35°C ، كما أن بعض الثدييات كالرنة والثور القطبي والدب والفقمة يمكنها أن تعيش وتتكاثر في درجة الحرارة المنخفضة حيث يمكنها أن تحتفظ بحرارة جسمها ثابتة بفضل الاستقلابات العالية، وبفضل العزل الحراري عن طريق الفراء أو الريش الكثيف أو الطبقة الدهنية تحت الجلد. وتتأقلم بعض الحيوانات مع الحارة في درجة الحرارة العالية بالنشاط الليلي للهروب من درجة الحرارة العالية في النهار كما في الزواحف وكثير من القوارض وبعض الحشرات. فعلى سبيل المثال اليربوع من القوارض الصحراوية الصغيرة فهو يرقد نهاراً في جحره حيث درجة الحرارة لا تتجاوز 33°C ، وهي أقل من درجة حرارة السطح بكثير. ويسد جحره بسداد ترابي فحفظ رطوبة ما يفره من الهواء. كما نجد أن الحيوانات متغيرة درجة الحرارة يتوقف نشاطها عندما تنخفض درجة الحرارة في بيئتها عن الحد الأدنى لمجالها الحراري وتدخل في البات الشتوي. فضلاً عن أن الحيوانات تستطيع أن تغير أماكنها بانتقالها إلى مناطق ذات مناخات أكثر ملاءمة ويساعدها في ذلك أعضائها الحسنة وامتلاكها آلات توجه خاصة (تدعى الانجذاب) التي توجه الحيوان نحو الوسط الأكثر ملاءمة، وهذا ما يمكن ملاحظته مخبرياً عندما وضع الجراد الرحال في قفص متناول تتغير درجة حرارته بشكل منتظم من نهاية لأخرى، فوجد أن الجراد يتجمع حول منطقة تكون حرارتها قريبة من قمة معينة هي درجة الحرارة المثلى.

وبالتالي عندما نقول عن كائن ما أنه متساهل (مرن) في تغيير درجة الحرارة فهذا يعني أن الكائن الحي قادر على تحمل تغيرات درجة الحرارة، مثال ذلك النمر يستطيع تحمل مناخ سيبيريا

والمناخ الاستوائي. أما إذا كان الكائن يستطع العيش ضمن حدود ضيقة من درجة الحرارة فإنه يدعى غير متساهل (غير مرن) للتغيرات درجة الحرارة، مثال ذلك ذبابة تسي تسي لا تعيش إلا في المناطق الاستوائية الإفريقية حيث يتجاوز متوسط درجة الحرارة السنوية ٢٠ م°.

لقد تكيف الحيوانات مع درجة الحرارة مثلاً: نجد أن ثعلب الصحاري تكون أطرافه طويلة وأذناه كبيرتان بينما الثعلب الأوروبي تكون أطرافه قصيرة وأذناه قصيرة (أقصر من الصحاري) أما الثعلب القطبي أذناه قصيرتين جداً وخرطوميه قصير. ويمكن ملاحظة التكيفات في فراء ثدييات المناطق الباردة (نمر سيبيريا مثلاً) تكون أكثر ثخانة من فراء ثدييات المناطق الحارة (نمر الهند) حيث تلعب الفراء دوراً واقعاً في حماية الحيوان من تأثير درجة الحرارة.

٢.١. الضوء: يلعب دوراً في نشاط وتوزيع الأعداء وعملياتها الحيوية وسلوكياتها، ولكن عنصر الضوء ليس له مجال محدد (معين) كما لعنصر درجة الحرارة حيث نجد أن العديد من الكائنات الحية تستطيع أن تعيش في الظلام الحالك أو حتى في الضوء المستمر.

١.٢.١. أثر طول الموجات الضوئية (نوع الضوء) بعض الحيوانات مجهزة بجهاز مستقبل للضوء يسمح لها تمييز أطوال الموجات المختلفة أي تستطيع رؤية الألوان التي تلعب دوراً في سلوكها، فالفراشات الليلية تتجذب نحو الضوء الغني بالأشعة فوق البنفسجية.

٢.٢.١. تؤثر الشدة الضوئية في الحيوانات إذ يطال هذا التأثير في بعض الأنواع الحيوانية مثلاً تؤدي إلى توقف نمو ذبابة الخل وتسبب موتها، وكثير من الحيوانات تظهر تفضيلاً للدرجة المثلى من الضوء، انجذاب ضوئي إيجابي أو سلبي، الحشرات الليلية تتجذب نحو الضوء، الصرصور يركض في غرفة مظلمة وسرعان ما يختبئ عند إشعال الضوء.

هناك عدد من الحيوانات يطلق عليها اسم الحيوانات النهارية وهذه الحيوانات تخرج نهاراً للسعي وراء الغذاء مثل معظم الطيور وبعض الثدييات، وهناك أيضاً عديد من الحيوانات التي يطلق عليها الحيوانات الليلية وهي تختبئ في مخابئها في ضوء النهار فإذا أظلم الجو وأقبل الليل فإنها تخرج من هذه المخابئ سعياً وراء غذائها مثل الخفافيش والبوم.

٣.٢.١. أثر الفترة الضوئية في الحيوان، تختلف الحيوانات في مدى تأثرها بعامل الفترة الضوئية، فمنها من يستطع العيش بعيداً عن الضوء كحيوانات القاع في أعماق المحيطات والبحار، وبعضها يحتاج الضوء لحياته.

كما أن الفترة الضوئية تسبب التكاثر في وقت ملائم فمثلاً أسماك الأومبل يعيش في الينابيع ويضع بوضه في شهر تشرين الثاني أي عندما تتناقص الفترة الضوئية إلى ٨ ساعات، فعندما

حفظ قسم من هذه الأسماك في فترة ضوءة متزايدة في البداية ثم متناقصة تدريجاً فإن وضع البض كان يتم عندما تصل الفترة الضوءة إلى ٨ ساعات مهما تكن الفترة من السنة التي تجري فيها.

كما تتحكم الفترة الضوءة في هجرة الطيور والحشرات والأسماك، فالطيور تهاجر شمالاً عندما يطول النهار، وجنوباً عندما يقصر.

٣.١. الرياح: يعد عاملاً مهماً ومؤثراً من ناحيتين: الناحية الأولى حركة الرياح التي تلعب دوراً في توزيع الحيوانات وانتشارها على سطح الأرض، والناحية الثانية تركيبه الكمي المؤلف من غازات ضرورية لاستمرار حياة الكائنات الحية خاصة (O_2) الضروري لتنفس الأعداء. تؤثر الرياح في نشاط الكثير من الحشرات: فالبعوض لا يستطيع الطيران عندما تتجاوز سرعة الرياح ١٢ كم/سا، يتوقف الجراد الرحال أمام الرياح، وتختار ذبابة المنزل الأماكن الهادئة لتستقر، ونمل الحصاد لا يترك جحره عندما تكون هناك رياح. وعدم قدرة الطيور على الطيران في الأيام التي تكون فيها الرياح شديدة، وتقل الرياح الآفات الحشرية من النبات المريض إلى النبات السليم، كما تنقل الرياح بذور وبيض ويرقات الكائنات الحية مما يسهم في انتشارها، ويزداد حدوث عملة التبخر في الحيوانات بزيادة سرعة الرياح.

٤.١. الرطوبة: يعد الماء أساس الحياة، وبالتالي فإن عامل الرطوبة يعد مهماً في توزيع الكائنات الحية فالرطوبة العالية تحد من انتشار كثير من الكائنات الحية، كما أن الرطوبة المنخفضة تحد من انتشار بعضها الآخر. حيث تنتشر بعض الحيوانات في المناطق الرطبة كالحشرات مثل البعوض. وتعد المناطق الرطبة موطناً لأنواع أخرى من الحيوانات كالجاموس والتماسيح والثعابين المائية والديدان والقواقع في حين يعيش بعضها الآخر في المسطحات المائية المختلفة كالأسماك والحيتان، بينما لا يحتاج بعض الحيوانات إلى توافر المياه بصورة كبيرة فالفأر الصحراوي لا يشرب الماء بينما يحصل عليه من خلال تغذيته على جذور النباتات، كما تتحمل الجمال العطش.

إن درجة الرطوبة للوسط المحيط تتحكم في معدل فقدان الجسم للماء من خلال الجلد أو الرئة لذلك تحاول الحيوانات التقنين من صرف الماء الذي حصلت عليه بكل الوسائل الممكنة من خلال سلوكها لجوء بعض الأنواع إلى الداء الليلية والاختباء أثناء النهار. واختار نباتات معينة

للأكل. كما أن جسم الحيوانات يكون ملائماً للبيئة مثلاً: حيوانات تخفض التعرق أو لا تتعرق مثل الإبل، كما تمتلك بعض الحيوانات كساء جسم قاسي تمنع تبخر الماء.

٢. التربة من المعروف أن طبعة التربة تعين إلى حد كبير نوع النباتات والحيوانات التي يمكن أن تعيش عليها، فالحيوانات تستقر في نوع التربة التي تلائمها سكناً وملجأً تحتمي فيه من الأعداء ومن الحرارة ومن الجفاف ويعيش بالتربة أعداد لا حصر لها من الحيوانات والديدان الخطة والحشرات والثدييات القارضة.

ويلعب عمق التربة دوراً في حاة الكائنات الحة، فكلما زاد عمق التربة كلما ازداد محتواها المائي فعلى سبيل المثال: ديدان الأرض لا تتواجد إلا في الترب الرطبة، وتقضي الفصل الجاف مغروسة في الأعماق. فإذا كانت التربة سطحة لا تستطع ذلك ولا تبقى إلا الحيوانات القادرة على التصرف. كما أن رطوبة التربة العالة تقتل كثيراً من يرقات الحشرات.

ولحجم الحبيبات أهمية بيئية بالنسبة للأداء التي تعيش بالتربة أو تحفر فيها، فيرقات الحشرات لا تستطع العيش في التربة كثيرة الحصى وتتطلب تربة ناعمة كغشائات الأجنحة التي تحفر حجوراً لتسكن صغارها مثل الجراد الذي يغرس بيوضه في التربة الناعمة، كما يوجد حيوانات بحرية تظهر تفضيلاً مختلفة تجاه نوعية الرمل، فمنها يفضل الرمل الخشن كبرايرس جنس من المحار، أو الرمل الناعم كالنقاعة جنس من المحار، والحلقات ككثيرات الأشعار ساكنات الأنابيب تفضل السلت مثل دودة الرمل.

٣. العوامل الطبوغرافية (التضاريس): يُلاحظ أثر التضاريس في الحاة الحيوانية من خلال:

١.٣. تنوع الحيوانات من حيث الضخامة تبعاً لاختلاف التضاريس، فالمناطق السهلة تتميز بحيواناتها الضخمة كالفيلة، والأبقار، والنعام، والغزال الشائك القرن، والحمار الوحشي، بينما تتميز حيوانات المناطق الجبلية بصغر حجمها وخفة حركتها ومقدرتها على القفز، كالماعز، واللاما، والأغنام الجبلية، والبيكا، كما يبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخري.

٢.٣. تأثير الارتفاع عن سطح البحر في توزيع الحيوانات: تتغير أنواع الحيوانات الجبلية وفقاً لارتفاع الجبال: ومن أمثلتها الحيوانات الجبلية في جبال المناطق المدارية يوجد أنواع من القردة ذات الفراء وهي توجد في غابات السفوح المنخفضة في جبال همالايا وهضبة التبت، والدب الأسود والنمر في هضبة منغوليا، أما الحيوانات التي تعيش في نطاق الحشائش فتوجد العاشبات الخفيفة الحركة مثل التيتل الذي يوجد في جبال الألب، والاك في هضبة التبت، واللاما في جبال

أمريكا الجنوبية، وتتميز هذه الحيوانات بأن لها حوافر قوية تساعد على تسلق الجبال ذات المسالك الوعرة. وطائر السمامة النيبالي الذي يتخذ أعشاشه على ارتفاع ٦١٠٠ م فوق سطح البحر كما في جبال همالايا.

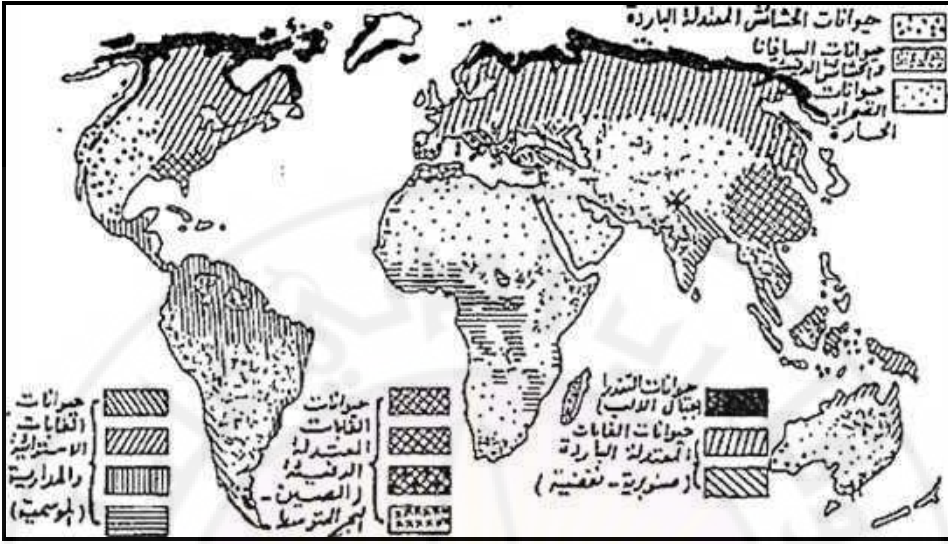
٣.٣. **القرب والبعد عن السواحل ودرجة العمق** بعض الحيوانات تعيش قريباً من السواحل، ومنها على سبيل المثال عائلة الاطوم، بينما البعض الآخر لا تعيش إلا بعيداً عن السواحل، في عرض البحر ويبرز هنا عامل العمق لقسم هذه البيئة إلى ثلاثة أقسام، بيئة سطحية وقريبة من سطح الماء، وبيئة متوسطة العمق، وبيئة عميقة جداً. لا شك أن أهم عامل يقترن بالأعماق ومداهما هو الضوء وهو عامل بيولوجي مهم لنمو وتكاثر العضويات.

خامساً . الأقاليم الجغرافية الحيوانية:

الإقليم الحيواني: هو جزء سطح من الأرض يتميز بتركيب وتجمع حيواني معين، بخاصة الحيوانات الندية التي تتصف بملامح تميزها عن الأقاليم الأخرى، ولكل إقليم حيواني أنواع فريدة تقتصر على، والملاحظ أن الأقاليم الحيوانية لا تتفق بصورة دقيقة مع القارات، لتتخصص في مناطق أكثر امتداداً منها، وتفسر حدود الأقاليم الحيوانية بالتغيرات التي طرأت على المناخ وعلى توزيع اليابس والماء في العصور القديمة.

إن الاختلافات بين الأقاليم الحيوانية نتج من وجود حواجز عاقت حركة الحيوانات في الماضي وتُعيقها في الحاضر، سواء كانت مناخات إقليمية، أو حواجز طبعية (جبال، مسطحات مائية) التي تسببت في عزل بعض الحيوانات وحبسها في بعض الأقاليم دون غيرها.

وبالتالي تتباين الأقاليم الجغرافية من منطقة لأخرى تبعاً لاختلاف خصائصها البيئية، لاسمى مدى توافر الحشائش والأعشاب التي تعد أكثر العوامل تأثيراً في أنواع الكائنات الحيوانية وتوزيعها وكثافتها وخصائصها. وتعيش في كل إقليم من الأقاليم النباتية حيوانات وطيور وحشرات متنوعة الأشكال والأحجام، بحيث تتلاءم مع طبعة الإقليم الذي تعيش فيه بما يساعدها على البقاء والتكاثر. وتوضح الخريطة ١٤. الأقاليم الجغرافية الحيوانية في العالم تبعاً لخصائص البيئة.



الخريطة ١٤. الأقاليم الجغرافية الحيوانية

١: إقليم حيوانات الغابات:

على الرغم من تنوع الغابات تبعاً للعروض التي تقع فيها، فإن الداء الحيوانية بها زخرة، وتنوع كذلك بتنوعها، وسوف نقدم شرحاً للداء الحيوانية حسب أنواع الغابات:

١.١. حيوانات الغابات الاستوائية والمدارية: تعد موطناً لتنوع حيوي هائل، ونظراً لازدحام الغابة الاستوائية بالنبات والأشجار، ولصعوبة الحركة والانتقال، فإنه لا يس هناك متسع للحيوانات الكبيرة الحجم والضخمة، فالغابة موطن للحيوانات التي تعيش على أعالي الأشجار ويمضي العديد من هذه الحيوانات حياتها على الأشجار ولا يهبط إلى الأرض أبداً، وتكون الثمار والجوزات المتكونة في الظلة العلوية والسفلى قاعدة غذاء لها مثل القردة والسناجب واللبغاوات، وحيوانات الكسلان، وتسكن الضفادع والسحالي وبعض الثعابين بين فروع الأشجار، وتتأقلم معظم حيوانات الظلة مع الداء فوق قمم الأشجار فبعضها ينزلق من شجرة إلى أخرى مثل اللامور الطائر والسناجب الطائرة، بينما تقفز حيوانات الجلاجو، والقرد المخطط من فرع إلى آخر، ويطوف بعضها أرضة الغابة كالظباء، والأياثل، والخنازير، والتابير، والكثير من القوارض، حيث تتغذى بجذور النباتات والبذور والأوراق والثمار التي تسقط على الأرض. وتنتشر العديد من الحشرات مثل النحل والفراشات والبعوض والعث والنمل الأبيض والعناكب. أمّا الغابات المدارية (الموسمية) فإنها مأوى الحيوانات التي تعيش على العشب كالغزل والخريث (وحيد القرن) وآكلة اللحوم كالنمر،

والحيوانات التي تعيش على الأشجار في الجهات الكثيفة منها كالقردة والسناجب. الصورة ٤١. حيوانات الغابة الاستوائية والمدارية.



الصورة ٤١. حيوانات الغابة الاستوائية والمدارية

٢.١. حيوانات الغابات الباردة: الحيوانات التي تعيش في هذه الغابات سواء في تلك الغابات النفضية أو الصنوبرية، وتشمل بعض أنواع الطيور التي تعيش على الفاكهة، وبعض الحيوانات القارضة مثل السناجب، وبعض القطط المتوحشة، والحيوانات العشبية مثل الأرانب كما يعيش فيها الثعالب والدب والذئب والخنزير البري، والغزال الضخم، وتوجد هذه الحيوانات بصفة خاصة في غابات شمال أوراسيا وأمريكا الشمالية، كما تكثر بها الحيوانات المائية القارضة مثل كلب الماء.

٣.١. حيوانات غابات المناطق المعتدلة: تعيش حيوانات مختلفة الأحجام، منها ذوات الحجم الصغير، مثل الصيدناني، والقنفذ، والشهم أو الذئب، وبعض أنواع القوارض والسناجب، كما تعيش فيها حيوانات كبيرة الحجم مثل الدب، والخنزير البري، والأيل الأحمر، والراكون، والغزلان، والكوالا... وحيوانات برمائية منها القندس، والضفادع، وثعلب الماء، والسلاحف المائية، ويبنى الكثير من الطيور أعشاشه فيها، وتقاوم بعض حيوانات الغابات المعتدلة درجة الحرارة المنخفضة في فصل الشتاء من خلال السبات، بينما تهجر حيوانات أخرى إلى المناطق ذات الأحوال

المناخة الأفضل، ثم تعود إلى مكانها الأصلي عندما يمر الشتاء. الصورة ٤٢. حيوانات غابات المناطق المعتدلة.



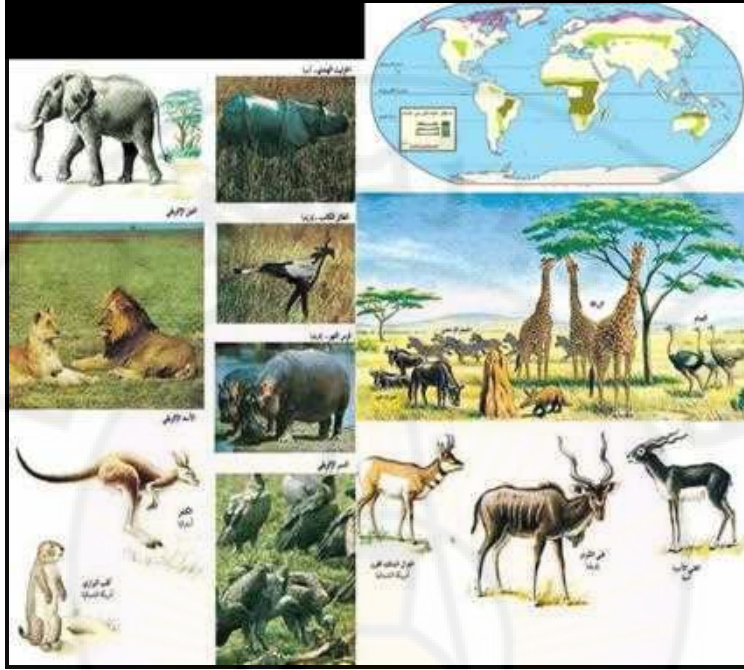
الصورة ٤٢. حيوانات غابات المناطق المعتدلة

٢. إقلام حيوانات مناطق الحشائش الطيبة:

تنمو الأعشاب في عدة مناطق حارة وفي مناطق أخرى معتدلة دفيئة أو معتدلة باردة، وتختلف الحاة الحيوانة فيها تبعاً لاختلاف الأحوال البيئية في كل منها:

١.٢. حيوانات أعشاب المناطق الحارة (السافانا): تتميز الحيوانات بأنها كبيرة الحجم وسريعة العدو في مساحات شاسعة من السهول المكشوفة، ومن بين أكبر حيوانات السافانا حجماً البقر الوحشي، والجاموس، والحمار الوحشي، والزراف، وفرس النهر، ووحيد القرن، والفيل والغزال، وبعض الحيوانات المفترسة آكلة اللحوم مثل النمر، والأسد، والفهد، وحيوانات السريعة العدو الطيبي الأسود وبقر الكودو الوحشي، والغزال الشائك القرن، ويعد الكنغر أكثر حيوانات مناطق شيوعاً في قارة أستراليا، وتتواجد بعض أنواع القوارض التي تعيش في أوكاراً تحفرها لنفسها في الأرض للمأوى، ويعيش في إقليم السافانا بعض الحشرات والديدان التي تكثر في خلال فصل المطر والحرارة، وهنا تعيش بعض الطيور المتوطنة التي فقد بعضها القدرة على الطيران نظراً

لضخامة جسمه وقصر أجنحته مثل النعامة. الصورة ٤٣. حيوانات أعشاب المناطق الحارة (السافانا).



الصورة ٤٣. حيوانات أعشاب المناطق الحارة (السافانا)

٢.٢. حيوانات أعشاب المناطق المعتدلة الباردة: تتعرض الحيوانات في مناطق الإستبس للجفاف والبرد، لهذا فإن بعض الحيوانات يضطر للهجرة إلى مناطق أخرى، بينما يضطر البعض الآخر إلى السبات في مسكنه حتى فصل الدفء. ومن أهم الحيوانات الغزال والجمال ذو السنامين، والثور الوحشي وكثير من الحيوانات القارضة مثل السنجاب، ومن صفات حيوانات الإستبس أنها حيوانات ليلية، أي أنها لا تخرج من جحورها إلا ليلاً، أما الطيور فمن أهمها السمان، والقنابر (قنبرة) وبعض الطيور الجارحة كالحدأة والنسور. الصورة ٤٤. حيوانات أعشاب المناطق المعتدلة الباردة.



الصورة ٤٤. حيوانات أعشاب المناطق المعتدلة الباردة

٣. حيوانات الصحاري:

١.٣. حيوانات الصحاري الحارة: ولما كانت النباتات الصحراوية قليلة أو نادرة، فإن الحياة الحيوانية محدودة، وهي تتركز عادة في الواحات وقرب حدود الصحراء، ولدى معظم حيوانات الصحاري أجسام صغيرة الحجم تُمكنها من الهروب من درجة حرارة الشمس التي تُلْهب الصحاري، حيث تخفي معظم تلك الحيوانات في أوكارها الأرضية خلال النهار، وتستظل حيوانات الصحاري الأخرى تحت الشجيرات الصغيرة والصخور، ومن حيوانات هذه الصحاري نذكر الجمل ذو السنام الواحد (الجمل العربي)، والغزالان كغزال دوركاس (العفري)، وغزال الأريل هو أحد أصغر أنواع الغزال وأكثرها شيوعاً، والطبي (غزال الريم)، وظباء ادكس، والفقران، والأرانب البرية، وفأر الكنغر (الجربوع)، والعجوم المجرافي القدم (نوع من أنواع الضفادع) والوعور أو (ذئب البراري) والكلب الأسترالي (دنغو)، والفنك ثعلب الصحراء، وفهد الصحراء (فهد شمال افريقيا)، والأرنب البري، والطيور التي تسطع الطيران مسافات شاسعة بحثاً عن الماء، كالبزة والشواهين، وطائر القطا، وطائر البوم، وتنتشر الكثير من الزواحف منها الأفاعي كالأفعى القنءاء (الصوندر)، والسحالي كالوُزل من السحالي السامة، والعقارب كعقرب ستوكر المميت، ويمكن لمعظم حيوانات الصحاري العش دون ماء لعدة أيام، كما أن أغلبها يتميز بلونه الذي لا يختلف كثيراً عن لون رمال الصحراء، تُساعده على الاختفاء من أعدائها، كما أنها تتميز أيضاً

بتحملها للجفاف الشديد، والسير بسهولة في الجهات التي تغطيها الرمال، لأن لأقدامها شكلاً خاصاً يساعدها على ذلك. الصورة ٤٥. حيوانات الصحاري الباردة.



الصورة ٤٥. حيوانات الصحاري الحارة

٢.٣. حيوانات الصحاري الباردة (التندرا): على الرغم من الظروف القاسية فهناك بعض الحيوانات التي تعيش في المناطق الصحراوية الباردة، حيث الثلج والجليد طوال العام، مثل الثعلب القطبي الشمالي، والرنه إحدى الأيوانات، وثور المسك، وأرنب القطب الشمالي، والقاقوم أو ابن عرس قصير الذيل، والدب القطبي، واللاموس من القوارض، والذئب القطبي أو الذئب الأبدض، ومن الطيور البطريق، وبيغاء الغطاس أو بغن الأطلنطي، وحجل الثلج الألباني، وبومة الثلج، وطائر القطقاط الذهبي، وزعنفات الأقدام مجموعة من الثدييات البحرية تشمل الفقمة، وأسد الماء، والفظ، وهناك عدد قليل جداً من أنواع الأسماك في المدط الجنوبي تُعرف بأسماك الدم الأبدض فهم يفتقرون إلى الهيموغلوبين، ما يؤدي إلى دمائهم عديمة اللون، وكريل رائع أو كريل قطبي جنوبي يشبه القريدس. الصورة ٤٦. حيوانات الصحاري الباردة.

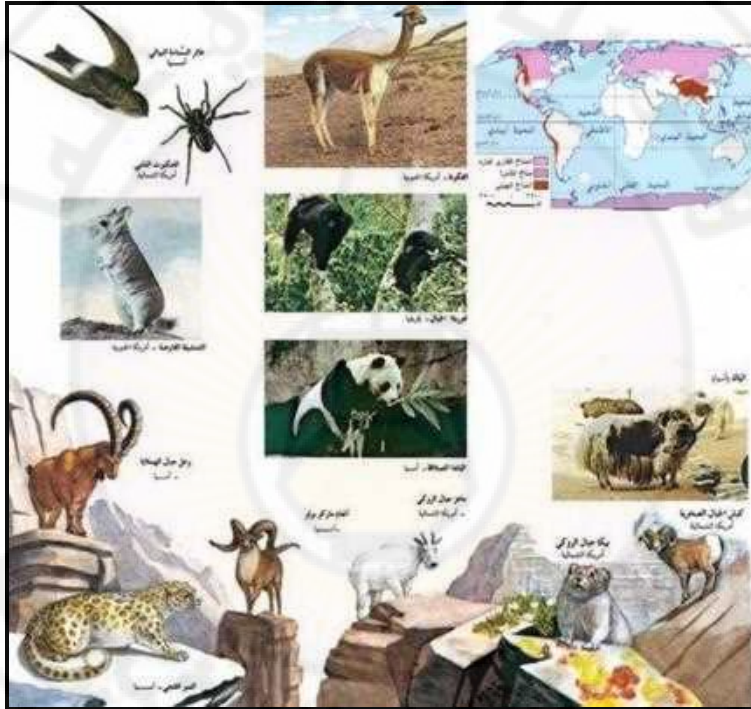


الصورة ٤٦. حيوانات الصحاري الباردة

٤. حيوانات إقليم الجبال:

إن الحيوانات التي تعيش في المناطق الجبلية العالية ذات تكيفات سلوكية وتركيبية مع بيئة المنحدرات الجبلية العالية، مثل كبش الجبال الصخرية الذي يعيش في جبال روكي في أمريكا الشمالية، وماعز الظبي (ماعز جبال روكي)، لقد تكيفت قوائم الكباش والماعز حيث تتسلق وتقفز فوق الصخور العالية والمنحدرة بشدة. كما تعيش اللاما في جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية حيث يوجد لها أخفاف مبطنة تساعد على الحركة، كما أنها تستطيع أن تتكيف مع نقص أوكسجين الهواء. أما التكيفات السلوكية فمثلما تهاجر بعض الحيوانات شمالاً وجنوباً مع تغير الفصول، هناك حيوانات جبلية تتحرك على المنحدرات الجبلية إلى الأعلى صيفاً، وإلى الأسفل شتاءً، فالظبي إلك في أمريكا الشمالية يبحث عن طعامه في المراعي المرتفعة صيفاً ثم ينتقل نحو الأودية المنخفضة شتاءً، ويعيش الفهد المرقط فوق جبال وسط آسيا على ارتفاعات تصل إلى نحو ٦٠٠٠ متر فوق سطح البحر صيفاً، ثم يهاجر نحو الأسفل شتاءً، وهناك حيوانات لا تستطيع الانتقال على سفوح الجبال صعوداً وهبوطاً مسافات كبيرة مثل القوارض لذلك يلجأ معظمها إلى السبات الشتوي أيام البرد القارس شتاءً مثل البكا، وطيائر السبد الطائر الوحيد الذي يقوم بالسبات الشتوي عندما يشتد البرد، وهناك العديد من الحيوانات التي يمكنها العيش على ارتفاعات شاهقة مثل الراك (ثور التيت) الذي يعيش على ارتفاعات تصل إلى ٥٤٠٠ متر، حيوان الفكونة من فصيلة الجمال الذي يستوطن المناطق المرتفعة التي يراوح ارتفاعها بين

٣٥٠٠ إلى ٥٥٠٠ م فوق مستوى البحر. كما يبني الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخرية مثل طائر تدرج الثلج التيني، الذي يبقى دائماً على المنحدرات الصخرية على ارتفاع أكثر من ٥٠٠٠ م فوق سطح البحر يبني عشه على علو ارتفاع يصل إلى ٦٣٣٢ متراً، والكوندور الأنديز أو النسر الفحاح يبني أعشاشه على ارتفاع ٥٠٠٠ متر عن مستوى البحر، ويبنى طائر السمامة النيبالي أعشاشه في جبال همالايا على ارتفاع ٦١٠٠ م فوق سطح البحر. الصورة ٤٧. حيوانات إقليم الجبال.



الصورة ٤٧. حيوانات إقليم الجبال

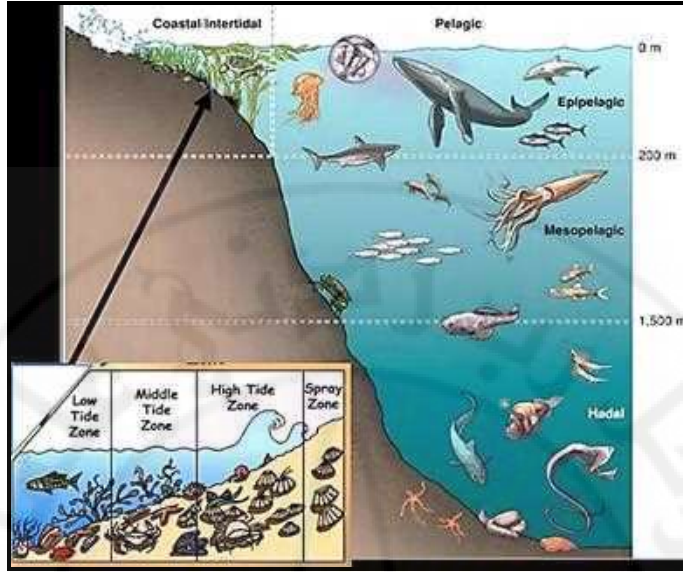
٥ . حيوانات البحار والمحيطات:

تعش مجموعة كبيرة جداً من الكائنات الحية المتنوعة في المحيطات، وتتراوح الحداة البحرية بين كائنات مجهرية وحيدة الخلية، والحيات الأزرق أكبر حيوان. وأغلب الحيوانات البحرية تعيش بالقرب من سطح الماء (النطاق الضوئي)، والحداة في البحار ذات تنوع كبير، حيث يُقدر العلماء عدد الأنواع الحية التي تسكن بحار العالم بما يزيد عن ربع مليون نوع ويمكن تقسم أنواع الحداة الحيوانية في المحيطات والبحار إلى ثلاث مجموعات هي:

١.٥. **العوالق الحيوانية المائية:** كائنات بحرية صغيرة لها قدرة محدودة على الحركة في الماء، ولا يمكن رؤية معظمها إلا بالمجهر وتشمل بعض الأنواع الدقيقة من البكتيريا وتعش هذه الحيوانات في ماء سطحة وعمقة، والقشريات تشكل نحو ٧٠% من العوالق الحيوانية ويعد الكريل من القشريات التي تتغذى بها الأسماك، والطيور البحرية، والفقمة، والحبار، والحيتان وتشمل حيوانات العوالق أيضاً حيوانات أخرى مثل الديدان السهمية والقواقع البحرية.

٢.٥. **السوايح:** تتكون من السمك، والحيوانات الأخرى التي لها القدرة على السباحة بدون مساعدة التيارات المائية، وتعش معظم السوايح في الطبقة السطحة من المدط، وتشمل السوايح الحبار والأخطبوط، والصبيد نوعاً من الرخويات، والثدييات السباحة مثل الأطوم وخروف البحر، وخنزير البحر، والحيتان، وجمعها تبقى في المدط طوال دورة حياتها، بينما تقضي بعض الثدييات البحرية الأخرى مثل أسد البحر، وقندس البحر، والفقمة والفظ بعض الوقت على اليابسة.

٣.٥. **القاعات:** تتكون من كائنات بحرية تعيش في قاع البحر، وتكون بعض أنواع القاعات ملتصقة بقاع المحيط في موضع واحد خلال دورة حياتها. ومن الحيوانات التي تعيش على قاع البحر المحار الملزمي وسرطان البحر والكرند ونجمة البحر وأنواع عديدة من الديدان، ولبعض الأسماك القاعة خصائص تجعلها تتأقلم مع طبيعة الداة في قاع البحر، فعلى سبيل المثال لكل من سمك الهلبوت، وسمك موسى، يأخذان شكلاً مسطحاً على القاع، عينان على جانبي الرأس متجهتان إلى أعلى. الصورة ٤٨. الداة الحيوانية في المدطات والبحار (العوالق والسوايح والقاعات).



الصورة ٤٨. الداءة الحيوانة في المدطات والبحار (العوالق والسوايح والقاعات)

سادساً . الممالك الحيوانة (مناطق جغرافية حيوانة) Zoogeographic Realms :

لقد كانت أول محاولة لتقسيم العالم إلى ممالك حيوانة تلك التي قام بها سكلاتر P.L Sclater عالم حيواني من المملكة المتحدة، على أساس الطيور المختلفة الموجودة في ستة أقالام مختلفة، ثم تبعه عام ١٨٧٦م، والاس D. Wallace عالم جغرافي وأداء من بريطانيا، الذي أوضح أن جمع الحيوانات البرية المعروفة لها توزع جغرافي مشابه تماماً لتوزع الطيور، واقترح تقسماً للأقالام الحيوانة معدلاً تعديلاً طفيفاً عما اقترحه سكلاتر.

إن الممالك الحيوانة التي اقترحها كل من سكلاتر ووالاس مازالت تُستخدم حتى الان، كما يُلاحظ أنها تتفق إلى حد كبير مع الكتل القارية اليابسة، وينفصل كل منهما عما يجاوره بواسطة حاجز طباعي واضح المعالم تماماً مثل سلسلة جبال عالية أو مسطحاً مائلاً واسعاً أو نطاقاً صحراوياً جافاً، وهذه الممالك الحيوانة هي كالآتي:

١. مملكة المنطقة القطبية الشمالية القديمة **Palaearctic Region**: ويشمل قارة أوروبا، وشمال قارة أفريقيا، وقارة آسيا عدا جنوبها وجنوبها الشرقي، ومعظم شبه الجزيرة العربية.
٢. مملكة إقليم العالم الجديدة **Nearctic region**: ويشمل معظم قارة أمريكا الشمالية وغرينلاند وأيسلندا.

٣. مملكة إقدام المداري الجديدة **Neotropical region**: ويشمل كل من قارة أمريكا الجنوبية ومعظم أمريكا الوسطى.

٤. مملكة الإقدام الأثيوبية **Ethiopian Region**: ويضم قارة أفريقيا جنوب الصحراء، والزواية الجنوبية لشبه الجزيرة العربية، وجزيرة مدغشقر.

٥. مملكة الإقدام الشرقية **Oriental Region**: أو الإقليم الهندي ويُطلق عليه سكلاتر، ويشمل قارة آسيا الجنوبية من بلوختان إلى بورما وجنوب شرقي أسا وبعض جزر الأرخيل الإندونسي.

٦. مملكة الإقدام الأسترالية **Australian Region**: ويشمل استراليا وتسمانيا ونيوزيلندا وغينا الجديدة والجزر الشرقية من أندونسا (قارة أوقانوسيا). وتوضح الخريطة ١٥. الأقالام حيوانية التي اقترحها كل من سكلاتر ووالاس على أساس الطيور المختلفة الموجودة في ستة أقالام مختلفة.



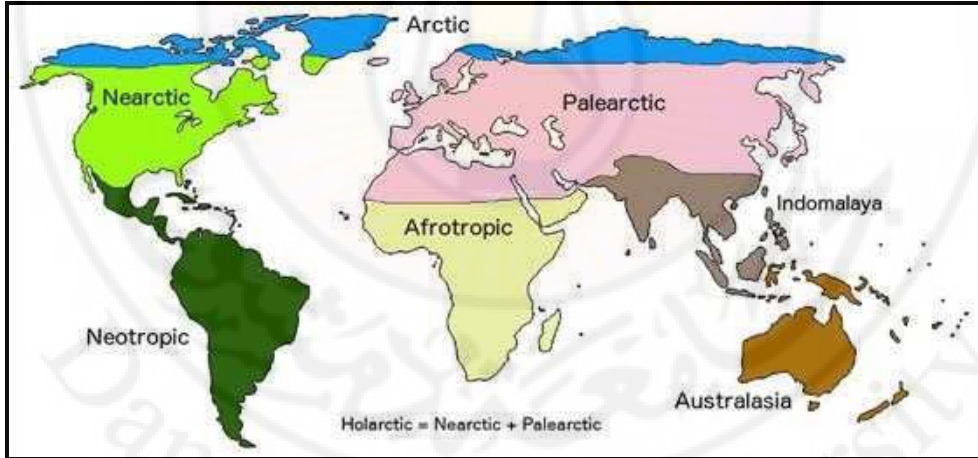
الخريطة ١٥. الأقالام حيوانية التي اقترحها كل من سكلاتر ووالاس

في أوائل عام ١٨٨٧م، اقترح هيلبرين Heilprin، إماج مملكة إقدام العالم الجديد ومملكة إقدام المنطقة القطبية الشمالية القديمة في مملكة واحدة تُعرف بمملكة إقدام الهولاركي **Holarctic Region** بسبب الملامح المشتركة بينهما والتي كانت سبباً في قبول الكثيرين له، وعدّ

الإقليمين فرعين للإقليم الهولاركتي. وتوضح الخريطة ١٦. إقليم الهولاركتي Holarctic Region وفق اقتراح هيلبرين.



الخريطة ١٦. إقليم الهولاركتي Holarctic Region وفق اقتراح هيلبرين
وسنعمد في دراستنا تصنف سكلاتر ووالاس كما هو موضح في الخريطة ١٧. وشرحاً مفصلاً
عن كل مملكة من الممالك الحيوانية وهي:



الخريطة ١٧. الممالك الحيوانية Zoogeographic Realms

١. مملكة المنطقة القطبية الشمالية القديمة Palearctic Region faunal: يُعد الإقليم أحد أكبر الأقاليم الحيوانية الجغرافية الموجودة على سطح الأرض، يُقدر مساحتها بنحو ٥٤,١ مليون كم^٢. يشمل عالم Palearctic في معظمه مناطق شمالية. شبه قطبية ومناطق مناخية معتدلة، يمتد في جميع أنحاء قارة أوروبا وقارة آسيا شمالي سفوح جبال الهيمالايا وشمالي قارة إفريقيا

والأجزاء الشمالية والوسطى من شبه الجزيرة العربية. وأهم الحيوانات هي الطيور منها عصفور الشوك Prunellidae، وطائر الغواص Gaviidae الذي يُعد واحد من أقدم وأكثر الطيور بدائية، والطيحوج Tetraoninae، والأوك auks Alcidae هو طائر من فصيلة البطريقات، وطائر جناح الشمع Bombycilla، وهناك العديد من الثدييات المستوطنة في المنطقة منها الهامستر Calomyscidae، وبرولاغيدا الأرنب البدائي Prolagidae، والباندا الأحمر، وظباء سايغا نوع من الظباء كان يقطن السهول الأوراسية وهي معرضة لخطر الانقراض.

كما نشأت عدة أنواع من الثدييات في الإقليم، وانتشرت خلال العصر الجليدي منها الدب البني Ursus arctos والمعروف في أمريكا الشمالية باسم أسيب، والغزلان الأحمر (الأيل الأحمر) Cervus elaphus في أوروبا، والإلكة Cervus canadensis هي واحدة من أكبر فصائل الأيائل في العالم، والبيزون الأمريكي أو الثور الأمريكي Bison bison، والرنة Rangifer tarandus ويسمى أيضاً كاريبو caribou في أمريكا الشمالية.

لقد انقرضت العديد من الحيوانات القديمة من العصر الحجري القديم، بما في ذلك الأيائل الأيرلندية Megaloceros giganteus أو (الغزال الأيرلندي العملاق Irish giant deer)، والأوروك Bos primigenius الأرخص وهو نوع ضخّم جداً من الماشية كان يعيش في معظم أوروبا، والشرق الأوسط، وشمال إفريقيا، وآسيا الوسطى، والهند قبل أن ينقرض في الربع الأول من القرن السابع عشر عام ١٦٢٧م، ووحيد القرن الصوفي Coelodonta antiquitatis وهو نوع منقرض كان شائع في أوروبا وشمال آسيا خلال فترة البليستوسين واستمر حتى العصر الجليدي الأخير، والماموث الصوفي Mammuthus primigenius مُنقرض منذ ما يقرب من عشرة آلاف عام، والفيل الصيني Elephas maximus rubridens ينتمي إلى سلالات منقرضة من الفيلة الآسيوية، ودب الكهف Ursus spelaeus كان من الدببة التي عاشت في أوروبا في العصر البليستوسيني وانقرض في نهاية آخر العصور الجليدية منذ نحو ٢٠٠٠٠ سنة، والأسد الأوروبي Panthera leo europaea أسد الكهوف عاش في العصر الجليدي في المناطق الشمالية من آسيا، ومعظم أجزاء أوروبا، وقد عثر على بعض عظامه داخل كهوف في أوروبا. ويعتقد العلماء أن سبب انقراض أسود الكهوف هو تغيّر المناخ الذي حصل قبل ١٢٠٠٠ سنة تقريباً، حيث سادت الأرض موجه برد شديدة أدت إلى موت العديد من الأنواع. توضح الصورة ٤٩. حيوانات منقرضة كانت تعيش في إقليم المنطقة القطبية الشمالية القديمة.



الصورة ٤٩. حيوانات منقرضة كانت تعيش في إقليم المنطقة القطبية الشمالية القديمة

٢. مملكة المنطقة الأثيوبية **Ethiopian Region faunal** (أفريقيا الاستوائية): يمتد الإقليم على الجزء الأكبر من القارة الأفريقية، باستثناء منطقة البحر المتوسط، تشمل أفريقيا جنوبي الصحراء الكبرى، والهوامش الجنوبية والشرقية من شبه الجزيرة العربية، وجزيرة مدغشقر، وجنوبي إيران وجنوبي غربي باكستان، وجزر المحيط الهندي الغربي، وتقدر مساحته بنحو ٢٢,١ مليون كم^٢. وتضم المنطقة العديد من عائلات الطيور المستوطنة بما في ذلك النعام *Struthionidae*، والطائر الأمين *Sagittarius serpentarius* والطائر الكاتب أو الطائر السكرتير أو صقر الجديان *Secretary Bird* هو طائر أفريقي، ودجاج غينا *Numididae* الدجاج الحبشي، والطيور البرية الكولات أو آكلات الفئران *Coliidae*، وطائر القاذفات الصخرية *Chaetopidae*، والطيور الصخرية *Picathartidae* منها نسور العالم القديم مثل النسور الهندي، ونسر الهمالايا، والنسر أبيض الظهر يسمى هذا النسور أحياناً النسور الإفريقي، والرخمة المصرية أو العقاب المصري. ويوجد بالمنطقة ثلاثة أنواع مستوطنة من الثدييات هي خنزير الأرض *aardvarks* أو شفاط النمل، والخلد الذهبي *Afrosoricida*، والقنفذ الكبير *tenrecs*، والقنفذ القزم الأفريقي *Atelerix albiventris*، وزيادات الفيل *Macroscelidea* ويكثر تواجدها في أفريقيا، وجنوب الصحراء الكبرى. الصورة ٥٠. حيوانات تعيش في إقليم المنطقة الأثيوبية.



الصورة ٥٠. حيوانات تعيش في إقليم المنطقة الأثيوبية

وتشتهر سهول شرق إفريقيا بتنوعها من الثدييات الكبيرة، هناك أربعة أنواع من القردة العظيمة Hominidae مستوطنة في إفريقيا هي الغوريلا الغربية، والغوريلا الشرقية (غوريلا بيرنجي)، والشمبانزي وينقسم إلى نوعين هما الشمبانزي الشائع *Pan troglodytes* ، والشمبانزي بونوبو *Pan paniscus* (الشمبانزي القزم).

٣. مملكة المنطقة الشرقية Oriental Region faunal:

تُعد المملكة الشرقية صغيرة المساحة نسباً، تمتد إلى جنوب جبال الهمالايا في جنوب وجنوبي شرقي آسيا تشمل مناطق الهند، وسريلانكا، وسومطرة، والملايو، وبورما، وماليزيا، وجنوب الصين، تُقدر مساحتها بنحو ٧,٥ كم^٢. وتقع مناخاً في منطقة المناخ الاستوائي، وتتميز بأنواعها المتعددة من الحيوانات، وتمتلك نحو ٣٥ عائلة من الثدييات، و٧١ عائلة من الطيور، و٣٥ من عائلة الزواحف، و٩ من البرمائيات، و١٣ من أسماك المياه العذبة. ومن بين هذه العائلات هناك ١٢ عائلة غريبة في المنطقة منها حيوان الأبخص Tarsiidae من حيوانات جنوب آسيا يعيش على الأشجار ولا يظهر إلا في الليل، هو نوع فريد من الحيوانات الرئيسة، وجلديات القوائم اللامور الطائر الكوليجوس Galeopithecidae. وإنسان الغابة، أو أورنج أوتان أو سغلاء، وسعادين العالم القديم منها قرد جيبون Hylobates، وقرد سامانغ Siamanga، وقرد مكاك ريسوسي أو القرد الرايزيسي، وقرد لوريس بطي Nycticebus الحيوان الوحيد في جنسه وجد في الجنوب وجنوب شرق آسيا، وقرد التارسير Tarsius. ومن آكلات الحشرات: زبابات الشجر Tupaiidae، والنمس الرمادي الهندي Viverridae وبنات عرس Mustelidae منها غرير نتن Mydaus، ودب الكسلان Melursus ursinus، ودب الشمس Helarctos malayanus، ومن الحيوانات المجترة شفروتين Chevrotain ويطلق عليه علماً اسم الغزال الفأر هو من أصغر أنواع الغزلان في العالم يعيش فقط في جنوب شرق آسيا، وهناك العديد من الماشية البرية الجاموس، ووحيد القرن، والفيل الآسيوي، وزيبو Bos taurus indicus ويعرف باسم الماشية الهندية أو الماشية المحدبة. وحيوان بانغولين pangolin أو أكل النمل المدرع، وحيوان التابير الآسيوي يشبه الخنزير، ونمور الثلج في جبال همالايا، بانتنغ أو بقرة جاوة Bos javanicus. وتُعد طيور الثرثار Timaliidae عبارة عن عائلة كبيرة من الطيور الجاثمة من العالم القديم. وهي متنوعة بشدة في الحجم والألوان، تتواجد أكبر تنوعاتها في جنوب شرق آسيا وشبه القارة الهندية، وطائر شوكي الذيل Enicurus Myiophonus، والطاوس الهندي، وتعش العديد من أنواع طائر الدراج، وطائر الوقواق cuckoos، ونقار الخشب، واللبغاوات،

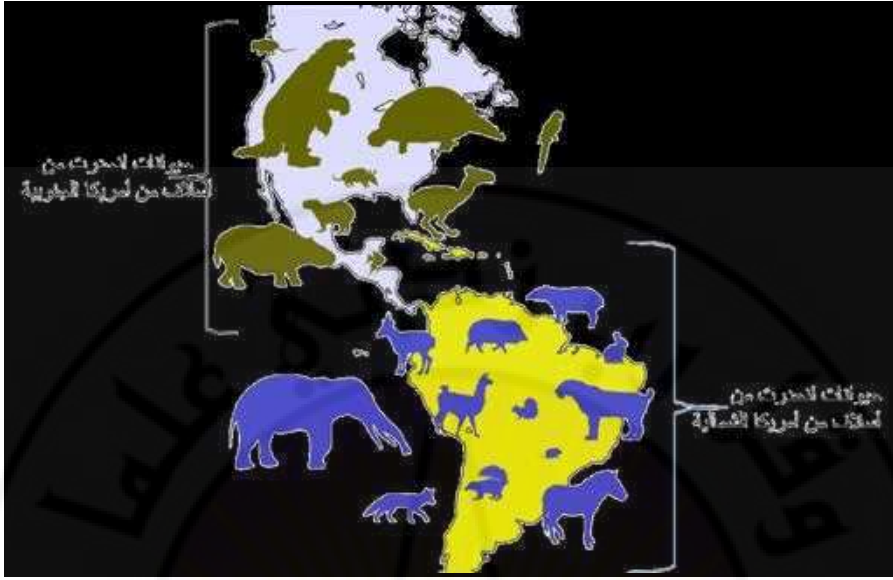
وهناك مجموعات كبيرة من الزواحف منها التماسيح، وسلحفاة ألدابرا العملاقة Testudinidae من أضخم السلاحف على وجه الأرض، والسحالي الطائرة Flying Lizard أو سحلة دراكو، والعديد من الأفاعي منها الكوبرا الملكة king cobra آكلة الأفاعي، وأفعى راسل Russell .

٤. مملكة المنطقة الاستوائية الجديدة neotropical region faunal:

يتم تحديدها على أساس الثدييات الحية، من قارة أمريكا الجنوبية، وأمريكا الوسطى، وجزر الكاريبي، وجنوبي قارة أمريكا الشمالية، ومعظم المكسيك، وشبه جزيرة يوكاتان والأراضي المنخفضة الجنوبية، ومعظم السواحل الشرقية والغربية، بما في ذلك الطرف الجنوبي لشبه جزيرة باجا، وكاليفورنيا، وتقدر مساحة الإقليم بنحو ١٩ مليون كم^٢.

كانت قارة أمريكا الجنوبية في الأصل جزءاً من قارة غوندوانا، والتي شملت قارة إفريقيا، وأستراليا، والهند، ونيوزيلندا، وأنتاركتكا، لذلك تتشابه العديد من سلالات النباتات والحيوانات مع هذه القارات، بما في ذلك الثدييات الجرابية والنباتات القطبية الجنوبية.

بعد الانفصال الأخير لقارة غوندوانا قبل نحو ١١٠ مليون سنة، تم فصل أمريكا الجنوبية عن إفريقيا وانجرفت شمالاً وغرباً، ونتيجة لعزل أمريكا الجنوبية عن القارات الأخرى خلال حقبة العصر الباليوسيني والنيوجين، منذ ما يقرب من ١٠٠ مليون سنة، تطورت النباتات الاستوائية والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة في عزلة تامة، حيث كانت المياه تغطي منطقة بنما وذلك قبل تكوين البرزخ الحالي فالمسطح المائي الكبير الذي يُعرف ببحر أمريكا الوسطى يفصل قارتي أمريكا الشمالية عن الجنوبية، قد سمح بتمزج مياه المحيط الأطلسي مع مياه المحيط الهادئ مع مرور الوقت تراكمت كمية هائلة من الرواسب أدت إلى تكون برزخ بنما بين أمريكا الشمالية والجنوبية قبل نحو ٣ ملايين سنة، الذي شكل جسراً سهلاً على الحيوانات الهجرة ما بين القارتين ويعرف هذا الحدث باسم التبادل الأمريكي الكبير Great American Interchange فعلى سبيل المثال يوجد اليوم في أمريكا الشمالية حيوانات أبوسوم فيرجينيا Didelphis virginiana من الجرابيات، والمدرع أو الأرماديلو من الثدييات، والنص أو الشيهم أو الدعلج وهي عائلة من القوارض يميزها غطاء من الأشواك الحادة، التي ترجع أصولها إلى الأسلاف التي عبرت الجسر البري من أمريكا الجنوبية، وبالمقابل فإن أسلاف الدببة، والقطط، والكلاب، والخيول، واللاما، والراكون قد عبرت البرزخ إلى الجنوب، وتوضح الخريطة ١٨. هجرت بعض الحيوانات بين القارتين الأمريكيتين أثناء التبادل العظيم.



الخريطة ١٨. هجرت بعض الحيوانات بين القارّتين الأمريكيتين أثناء التبادل العظيم والحيوانات في المنطقة الاستوائية الحديثة غدا بالأسر المستوطنة، ما يقرب من ٤٠ أسرة مستوطنة من أصل ١٥٥ عائلة من الفقاريات، وهناك نحو ٣٢ عائلة من الثدييات، ١٦ عائلة منها فريدة من نوعها يمثل الجمل نوعان من اللاما الفكونة أو الفكونا vicuna واللاما غوناق guanaco تتبع الفصيلة الجمادات. وتشمل القروود على قروود العنكبوت التي تتواجد في الغابات الاستوائية من أمريكا الوسطى والجنوبية، وقروود السنجاب، وسعدان العواء، وسعدان كبوشي، وتشمل الثدييات المستوطنة كسلان ثنائي الأصابع Choloepus كولوبيوس، وكسلان ذو ثلاثة أصابع Bradypus براديبوس، وعدة أنواع من العائلات الكلبة واللوام منها جاكوار jaguar وهو النوع الوحيد الموجود في الأمريكيتين، والأصلوت ocelot والمعروف أيضاً باسم النمر القزم. وأسد الجبال cougar من فصيلة السنوريات، أصله من الأمريكيتين، ومن الأسر المستوطنة الخفافش وهي خفافش الأجنحة القرصة، والخفافش مصاصة الدماء، وهناك عائلة الأبوسوم تشمل ١٢ جنس منها (الأبوسوم الشائع Didelphis) و(الأبوسوم المائي Chironectes)، هذه الحيوانات هي الجرادات الوحيدة التي تعيش خارج أستراليا. ومن القوارض أرنب شنشلس Shanshla، وخنزير الماء أو الكابيبارا capybaras يُعد من أضخم القوارض في العالم.

وهناك ما يقرب من ٦٧ عائلة من الطيور، منها ٢٥ عائلة مستوطنة في المنطقة، وهناك طائر طوقان من رتبة نقاريات الشكل، وطائر عازف البوق، وطيور روبكولا تعيش معظم أنواع هذه الطيور في النطاق الأعلى من أشجار الغابة الاستوائية، وعدة أنواع من الببغاوات مثل الببغاء الأصفر، والببغاء المكفوف، والببغاوات ذات اللون الأحمر والأزرق. وطائر النحل الطنان فهو أصغر طائر حجماً، والروحاء أو الريا أمريكا من النعامات يوجد في أمريكا الجنوبية، ومن الزواحف هناك الكثير من الثعابين، والسحالي الإغواني، والقاطور الأمريكي (التمساح) Crocodilus، والتمساح الأمريكية الاستوائية أو الكامن Caiman، وهناك ثعابين البواء (الأصلة)، وثعابين الأناكوندا، وسلاحف جانبة الرقبة، ومن البرمائيات الضفادع ضفدع الشجر الرمادي hylid، وضفدع الشجرة الكوبي، وضفدع الورق Phyllomedusa السامة، ومن الأسماك عائلة الكارب هي أكبر عائلة سمكة وأكثرها تنوعاً، ويوجد ثعبان البحر الكهربائي Gymnotidae أو انقلاس، وسمك السلور المخملية وهي عائلة بدائية من السلوريات مستوطنة في شيلي، وسمك البيرانا أو الضاري Piranhas تعيش في المياه العذبة في أنهار أمريكا الجنوبية، ومن أسماك الرئدة ذفافة أمريكا الجنوبية Lepidosiren paradoxa وهي سمكة نهريّة مزدوجة التنفس، موطنها مستنقعات الأمازون ونهر بارانا .

٥. مملكة الإقليم الأسترالي Australian Region faunal: من المنظور الجغرافي، فإن عالم أستراليا هو منطقة متميزة لها تاريخ جيولوجي وتطوري مشترك والعديد من النباتات والحيوانات الفريدة، وتشمل هذه المنطقة أستراليا وتسمانيا وغينيا الجديدة ونيوزيلندا والجزر الواقعة شرق خط والاس. تُقدر مساحتها نحو ٧,٦ مليون كم^٢.

يحتوي هذا الإقليم أغرب المجموعات من الحيوانات في العالم، وينفرد الإقليم من بين أقلام العالم بكونها موطن الثدييات الدنا (ثدييات تتبع الأنواع البدائية) كوحيدات المسالك، والجربيات التي اختفت من أوروبا منذ بداية الحقب الجيولوجي الثالث، ويرجع السبب في أن حيوانات الإقليم شديدة التميز إلى أن أستراليا عزلت عن المنطقة في وسط آسيا منذ عدة ملايين من السنين، أي قبل أن تتطور الثدييات الأكثر رقاً، وتمثل هذا الإقليم الحيوانات الثدييات ثمان من تسع أسر للجربيات فريدة من نوعها، وتعد حيوانات الكنغر أشهر الحيوانات الكسة، والخلد الأسترالي نوعان هما: الخلد الجرابي الشمالي والخلد الجنوبي الجرابي، وذئب تسمانيا (ثيلاسين)، والكوالا، والكلب الأسترالي (الدنغو) هذا النوع من الكلاب البرية موجود في قارة أستراليا منذ نحو ٥٠٠٠

سنة، والومبت أو السحمور وهو حيوان جرابي شكله يشبه إلى حد كبير الدب، والنضناض أو آكل النمل الشائك هو حيوان ثديي بيوض ينتمي إلى رتبة أحادييات المسلك، وشيطان تسماندا أو عفريت تسماندا من الثدييات الجرابية، وبيلبي الكبير أو البندقوط ذو أذن الأرنب حيوان قارض من الجرابات. والخفافش منها الخفافش الطنان Craseonycteridae وتكثر في غرب تايلاند وجنوب شرق بورما، وخفافش خنازير Kitti أصغر أنواع الخفافش، من القوارض الفئران الصخرية الدياتوميديا Diatomyidae تسمى أحياناً سنجاب الفئران. وهناك نحو ١٠ عائلات من الطيور المستوطنة منها الكاسواري (شبنم) وهو طائر ضخم عاجز عن الطيران شبه بالنعامة لكنه أصغر منها حجماً، وطائر الكيوي هو طائر صغير الحجم لا يطير، وطيور الجنة، والبعج الأسترالي (البجعة السوداء)، والإيمو الأسترالي أو الأمو هو ثالث أكبر الطيور في العالم، وهذا الطائر لا يطير، وببغاء البومة أو كاكابو الببغاء الوحيد الذي لا يطير موطنه الأصلي نيوزيلندا، طائر موا Moa هو طائر عملاق من جنس النعامات انقرض عام ١٤٠٠م، بسبب الصيد الجائر، واختفاء الغابات. ومن الزواحف هناك الثعابين يوجد نحو ١٤٠ نوعاً من الأفاعي البرية، وسحلية الطرطرة أو التوتارا وهي أحد أنواع الزواحف التي تشبه السحلية وتوجد فقط في جزر بعيدة عن شاطئ نيوزيلندا، وسلاحف ثعبان العنق، والشيطان الشائك سحلية صحراوية تتواجد وتعيش في وسط استراليا. والضفدع العملاق المُقَلَّم، والضفدع ذو القدمين البضاء (Neobatrachus)، وضفدع نوتادن بينيتي (Notaden) جسمها مستدير الشكل مع رقبة قصيرة، والسلفاة ذات الأنف الشبيه بأنف الخنازير Carettochelys insculpta، والأسماك منها سمكة قرزة الأسنان، أو سمكة الرئة الكوينزلاندية، والحبار العملاق الاسترالي هو الأكبر من نوعه ... الصورة ٥٠. حيوانات الإقليم الأسترالي.



الصورة ٥٠٠. حيوانات الإقليم الأسترالي

٦. مملكة إقلام العالم الجديد Nearctic Region (منطقة المدط المتجمد الشمالي):

تغطي معظم أمريكا الشمالية، وغرينلاند، والجزر الكندية غرب غرينلاند، ووسط فلوريدا وهضاب المكسيك. تُقدر مساحتها بنحو ٢٢,٩ مليون كم^٢. تشبه الحيوانات الموجودة في شمالي أمريكا الشمالية نظائرها في أوروبا وشمالي آسيا، وفي وقت ما كانت أمريكا وآسيا متصلتين حيث يفصلهما الآن مضيق بهرنغ، وفي ذلك الوقت كان من الممكن للحيوانات أن تعبر دون عائق ما بين القارتين، ولذا نجد حيوانات كالدبية والبسون، والقنادس، والذئاب في الجزء الشمالي من كليهما، ومن ناحية أخرى فإن الكثير من حيوانات جنوبي أمريكا الشمالية، مثل أكل النمل، والمدرع، والتي نشأت أصلاً في أمريكا الجنوبية.

وثدييات أخرى عاشت في أمريكا الشمالية، كما أن الجمال، والخيول، والفيلة الموجودة الآن ظهرت أولاً في العصر الجليدي. حيث نشأ الحصان والجمال في أمريكا الشمالية، ثم عبّرا مضيق بهرنغ إلى آسيا، وتطور الفيل، والثور الأمريكي والغزال، والدب في أوروبا وآسيا، ثم أتت إلى أمريكا الشمالية، وهاجرت الخيول واللاما، والكسلان العملاق، والمدرع (الأرماديلو) إلى أمريكا الجنوبية.

تتضمن الحيوانات الفريدة في إقليم العالم الجديد: الكلاب والذئاب والثعالب وبنات آوى والقيوط ... منها الذئب الأحمر أو ذئب فلوريدا *Canis rufus* ، وراكون أمريكا الشمالية *North American Raccoon*، والوعور أو ذئب البراري أو القيوط *Coyote*، والذئب الرمادي *Canis lupus* عاشت الذئاب الرمادية على وجه الأرض منذ ما يُقارب ٣٠٠٠٠٠ سنة، وتُعد إحدى الحيوانات الناجية من حادثة الانقراض الجماعي التي حدثت في أواخر العصر الجليدي الأخير، وكانت الذئاب الرمادية واسعة الانتشار قديماً في جميع أنحاء أوراسيا وأمريكا الشمالية، أما اليوم فهي تقطن جزء صغيراً من موطنها السابق بسبب تدمير مواقع سُكنها. ومن حيوانات المملكة قندس الأرض ويدعى الغرير الأمريكي أو المرموط خنزير الأرض، والكوجار الذي يعرف أيضاً باسم أسد جبال شمال أمريكا *Puma concolor cougar* موجود في كل مكان تقريباً في أمريكا الشمالية، وهو واحد من ثلاث سنوريات فقط يعود أصلها إلى كندا هي الوشق الأحمر أو الوشق الكميث، والوشق الكندي. ومن عائلة الإبل والجمال وأقاربهم يتواجد حيوان اللاما من الثدييات من فصيلة الجمالات التي نشأت في أمريكا الشمالية قبل نحو ٤٠ مليون سنة ثم هاجر إلى أمريكا الجنوبية منذ نحو ٣ ملايين سنة، واللقام أو الشره ويدعى أيضاً الدب الظربان *Gulo gulo* وهو حيوان ثديي يشبه الدب. والدببة السوداء الأمريكية هي أصغر أنواع الدببة وأكثرها وجوداً، والموظ *Alces alces* غزال أمريكي ضخم أحد أنواع الأيائل في العالم، والبسون الأمريكي أو الثور الأمريكي أو الجاموس الأمريكي، والدببة الرمادية أو المنقطة أو الأشمط أو الأشيب، والظبي الأمريكي *Antilocapra americana* له قرنان في مقدمتهما نتوء بارز يشبه الشوكة. وأرنب حذاء الثلوج البري أو القواع المتغير، وحيوان جيب غوفر أو فأر الأرض من فصيلة القوارض يمتلك جيوب مبطنة من الفراء خارج فمها تحمل الغذاء فيها. ويتواجد في المملكة عائلة واحدة من الطيور هي طيور الثرثار من العالم القديم أو *timaliids* مستوطنة في إقليم العالم الجديد وهي عبارة عن عائلة كبيرة من الطيور الجاثمة من العالم القديم، وهي متنوعة منها الدُرسة الثلجة *Snow Bunting* طائرٌ صغير الحجم من الطيور المشابهة للعصافير، ودوري بيرد *Baird's Sparrow* هو عصفور صغير من الطيور المهاجرة، وهناك أربع أسر مستوطنة هي الغواصون *Gaviidae* طائر الغواص، و طائر الطيهوج *grouse* منها الطيهوج المطوق، و طائر الأوك *Alcidae (auks)* تشبه في ظاهرها البطاريق، و طائر الشمع *Bombycillidae* منها طائر الأرز الشمعي الجناح. ومن الطيور أوز كندا *Canada Goose*، والنسر الأصلع *Haliaeetus leucocephalus* وعقاب رخماء أو عقاب صلعاء،

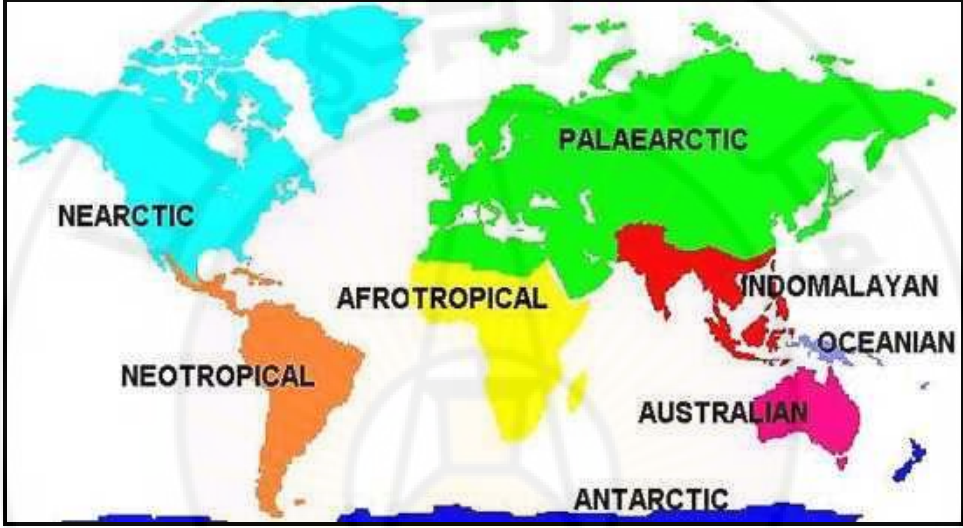
ومن الزواحف التمساح الأمريكي *Crocodylus acutus*، والقاطور الأمريكي أو الألاغيتير *Alligator*.

تعرض العديد من حيوانات إقليم العالم الجديد إلى الانقراض، حيث انقرضت في أمريكا الشمالية العديد من الثدييات آكلة اللحوم، مثل القطط ذات الأسنان السفية سميلودون *Smilodon* وهو جنس مُنقرض من السنوريات سفية الأسنان وهو أحد أشهر الثدييات قبل التاريخة، الذي عاش في العصر الجليدي متجولاً بين الأمريكيتين، ويُعزى انقراضها إلى التغير المناخي السريع، والمنافسة مع الضواري الأخرى، والذب العملاق قصير الوجه *Arctodus simus* أُركتدس سمس كان يعيش في الكهوف في العصر البليستوسيني، ودببة سمس هي أكبر أنواع الدببة التي عاشت خلال الـ ٢٠,٠٠٠ سنة الأخيرة، والذئب الرهيب *Dire Wolf* أكبر الكلاب التي عاشت على سطح الأرض إبان العصر البليستوسيني ويعد أكبر الذئاب كافة، وقد تواجد في قارة أمريكا الشمالية، وعاش فترة العصر الجليدي، وعاصر كل من الماموث، وفيل المستدون، والكسلان الأرضي العملاق، والخنازير الجهنمية أنتيلودون *Entelodonts* من حيوانات آكلة اللحوم الشبيهة بالخنازير عاشت من عصر الأيوسيني إلى العصر الميوسيني، وصناجة *Mastodon* أو الماموث الأمريكي حيوان ضخم يشبه الفيل انقرض في العصر الميوسيني، والماموث الكولومبي *Mammuthus columbi*. الصورة ٥١. حيوانات انقرضت كانت تعيش في إقليم العالم الجديد. ويعتقد العلماء بانقراض نحو ٥٥ نوعاً من الحيوانات الكبيرة الحجم في الإقليم، وأن تغيّر المناخ أسهم في هذه الانقراضات، والصيد من قبل البشر الذين وصلوا حديثاً، والتنافس الحيوي (الاقتراس).



الصورة ٥١. حيوانات انقرضت كانت تعيش في إقليم العالم الجديد

في الوقت الحاضر، هناك نحو ثماني مناطق (ممالك) جغرافية حيوانية The Eight Biogeographic Realms معترف بها من قبل الصندوق العالمي للحياة البرية (WWF) وهي مقسمة وفقاً لنظمها البيئية التي تتقاسم تاريخاً تطورياً حيوياً مشابهاً وأنماط توزيعه للكائنات الحية الأرضية. هذه الممالك هي كما موضحة في الخريطة ١٩. الممالك الجغرافية الحيوانية الثمانية:



الخريطة ١٩. الممالك الجغرافية الحيوانية الثمانية

١ . المملكة الحيوانية أنتاركتيكا (القطبية الجنوبية) **Antarctic Biogeographic Realm**: أصغر المناطق الحيوانية، تشمل القارة القطبية الجنوبية، وتتألف من المنطقة المحيطة بالقطب الجنوبي، بما في ذلك: أنتاركتيكا، والجزر، والجليد الموجود في المياه والمحيط تشكل ٢٠ ٪ من نصف الكرة الجنوبي، وهذا المجال الجغرافي هو موطن لأنواع النباتات مثل الأشنات، والطحالب، وعشب الشعر في القطب الجنوبي، أما أنواع الحيوانات تشمل البطاريق، والحيتان، والحبار، وطائر القطرس، والأختام ...

٢ . المملكة الحيوانية أوقيانوسيا **Oceania Biogeographic Realm**: ثاني أصغر المناطق الحيوانية، تقع منطقة أوقيانوسيا الجغرافية في المحيط الهادئ، وهي تتألف من عدد من الجزر، وبولينيزيا (باستثناء نيوزيلندا)، ومكرونيزيا، وجزر فججي، بما في ذلك ولاية هاواي الأمريكية، وجزء من اليابان، وجزر خوان فرنانديز، وجزر كوكوس، وجزر كامبل، وبسبب

الطبعة المنعزلة للجزر داخل هذا المجال الجغرافي، فإن الداء نباتة والداء الحيوانة فريدة للغاية في هذه المنطقة.

٣ . المملكة الحيوانة ملايو الهندية Indo-Malayan Biogeographic Realm: تشمل

شبه القارة الهندية وجنوب شرق آسيا وجنوب الصين، وإندونيسيا والفلبين ... وتغطي هذا المجال الجغرافي الغابات الاستوائية وشبه الاستوائية التي تم تقسمها إلى ثلاث مناطق حيوية: الهند الصينية، وشبه القارة الهندية، وموندا الجرف والفلبين. وتعد المنطقة موطناً لعدد من الأنواع المستوطنة النباتة والحيوانة على حد سواء، وبعض الأمثلة على الأنواع المستوطنة الموجودة الطيور الزرقاء الجنة، والغيبونز، والزحافات، والخفافش طويلة الأنف من Kitti، والزواحف الفلبينية، والثدييات الكبيرة الأخرى مثل النمر، وأورانجوتانج، ووحيد القرن الهندي، والفيل الآسيوي، والجاموس المائي.

٤ . المملكة الحيوانة الأسترالية Australasian Biogeographic Realm: تشمل غينا

الجديدة، ونيوزيلندا، وتسمانيا، وأستراليا، والمنطقة الشرقية للأرخبيل الإندونيسي، وتعد أستراليا الأكثر تنوعاً بيئياً في هذا المجال لأنها تتكون من الصحراء، والغابات المطيرة، والمراعي، والجبال، تقع المنطقة بين المنطقة أنتاركتكا ومنطقة الهند الملايو. وهي مفصولة عن منطقة آسيا بخط والاس. لذلك يمكن العثور على بعض الأنواع النباتة والحيوانة في هذا المجال الجغرافي كالتي في منطقة الهند، ومنطقة مالي، ومنطقة القارة القطبية الجنوبية، يعتقد الباحثون أن السبب وراء ذلك هو أن المناطق الثلاث كانت تتكون من شبه جزيرة غندوانا، أما غينا الجديدة وتسمانيا وأستراليا ظلت على اتصال لفترة طويلة مع غندوانا، واليوم لا يفصلها إلا مائة ضحلة نسبياً.

٥ . المملكة الحيوانة الاستوائية الحديثة Neotropical Biogeographic Realm:

تتكون من المناطق المدارية للأميركتين، وتشمل جمع أمريكا الجنوبية، وأمريكا الوسطى، ومنطقة البحر الكاريبي، وشبه جزيرة يوكاتان في المكسك، والمنطقة الجنوبية لولاية فلوريدا الأمريكية، وجزء صغير من الطرف الجنوبي لولاية تكساس الأمريكية، وتختلف الأنواع النباتة والحيوانة في هذا المجال الجغرافي عن المنطقة الحيوانة في أمريكا الشمالية، حدث هذا الاختلاف في الأنواع بسبب انفصال عالمين بين ٢ و ٣ ملايين عام، والمنطقة الجغرافية الحيوانة الاستوائية الحديثة تغطيها غابات مطيرة استوائية أوسع من أي مجال جغرافي آخر.

٦ . المملكة الحيوانية الأفريقية الاستوائية Afrotropical Biogeographic Realm:

تضم جنوبي غربي باكستان، وجنوبي إيران، والمناطق الجنوبية من شبه الجزيرة العربية، ومنطقة جنوب الصحراء الكبرى في إفريقيا، وجزيرة مدغشقر، والجزر في الجزء الغربي من المحيط الهندي. تتمتع المنطقة بمناخ مداري، على الرغم من أنه متنوع في الموائل البيئية الصحراوية، والمرتفعات، والسافانا، والغابات الساحلية، والأراضي المنخفضة، فهي موطن لأكثر من ٢٠٠ نوع من الأسماك المستوطنة، ونحو ١٢ عائلة نباتية مستوطنة، و٧ أسر للطيور المستوطنة، و٣ عائلات من الثدييات المستوطنة، بالإضافة إلى ذلك فإن المنطقة موطن لنوعين من الغوريلا ونوعين من الشمبانزي.

٧ . المملكة الحيوانية القريب Nearctic Biogeographic Realm: ثاني أكبر المناطق

الجغرافية الحيوانية، تشمل معظم أمريكا الشمالية الولايات المتحدة، وكندا، وغرينلاند ومناطق المرتفعات في المكسيك، وينقسم هذا المجال الجغرافي إلى أربع مناطق بيئية متميزة من الأنواع النباتية والحيوانية، تشمل العائلات الحيوانية التي نشأت وما زالت تزدهر في هذا المجال الجغرافي مثل حيوانات الأذاب (الكلاب والذئاب)، والخيول (الخيول والحمير)، والظباء، وبعض الأسر الحيوانية التي نشأت وانقرضت، على الرغم من أن أقاربها يسكنون عالم المناطق الاستوائية.

٨ . المملكة الشمالية القديمة Palearctic Biogeographic Realm: هي أكبر الممالك

مساحة في العالم، تتألف من المنطقة الواقعة شمال الصحراء الصحراوية في إفريقيا، والمنطقة الواقعة شمال جبال الهimalايا في آسيا، والمنطقة الشمالية من شبه الجزيرة العربية، والمنطقة بأكملها في أوروبا، وهي مقسمة إلى سبع مناطق بيئية، تحتوي على الغابات الشمالية، ومناخ البحر المتوسط، والصحاري الساحلية، وأحواض الأنهار، والتضاريس الجبلية القديمة، وهي موطن لعدة عائلات حيوانية متوطنة منها حيوانات الباندا الحمراء، والهامستر.



الباب الثالث

الفصل الأول: الأقاليم الحيوية Bio-region

الفصل الثاني إقدام الغابات

الفصل الثالث إقدام الحشائش

الفصل الرابع إقدام الصحراء



الفصل الأول

الأقالام الحيوية Bio-region

تأثرت الكائنات الحية على سطح الأرض في وجودها ونموها وتطورها وتوزعها بمجموعة من العوامل الجغرافية، كما أن التنوع في صور الأحياء هو محصلة طبعة للتفاعل والتأقلم بين الكائنات الحية من ناحية، وعناصر بيئتها من ناحية أخرى، وسنحاول في هذا الفصل تقسم عالم الأحياء الفطرية البرية إلى عدد من الأقالام الحيوية، ونتناول دراسة الظواهرات الحيوية المختلفة داخل كل إقليم دراسة قائمة على التحليل والتعليل، وربط كل ذلك بالخصائص البيئية الضابطة أو الحاكمة. وكمدخل لدراسة الأقالام الحيوية يجب أن نتعرف على ماهة الإقليم الحيوي، وأسس التقسيم الإقليمي الطبيعي الحيوي.

١. مفهوم الإقليم الحيوي Biomes:

هو مساحة معينة من الغلاف الحيوي يسودها أشكال معينة من الكائنات الحية، بحيث تميزها عما يجاورها من مساحات تختلف عنها في صور الأحياء، بمعنى: أن تتجانس فيه الخصائص الطبيعية المختلفة من موقع جغرافي وتضاريس ومناخ وتربة ونبات وحيوان، وكل هذه الخصائص تجعله يتميز عما حوله من أقالام أخرى. وتتجمع المساحات المتماثلة في وحدات تعرف بالأقالام الحيوية Biome مثل: إقليم الغابات الاستوائية، وإقليم الصحاري... ومجموع الأقالام الحيوية على سطح الأرض يُعرف بالغلاف الحيوي Biosphere، ويشمل الغلاف الحيوي جمع الأقالام الحيوية الموجودة على سطح الأرض. ومن ناحية أخرى يمكن النظر إلى الغلاف الحيوي على أنه إقليم حيوي هائل يتكون من جمع أنواع الكائنات الحية الموجودة فوق الأرض، وتحت سطح التربة، وفي الغلاف الجوي، في بيئاتها المختلفة التي تعيش فيها. ومن الحقائق العلمية التي يجب أن نشير إليها هنا:

١. أنه من السهل التعرف على الأقالام الحيوية النباتية والحيوانية المتباينة على الأرض.
٢. من الصعب على العلماء التعرف على الأقالام الحيوية في المسطحات المائية بسبب: تجانس البيئة المائية، وسهولة انتقال الأحياء منها لاسما الحيوانات، وتركز الأحياء المائية بالقرب من السطح وقلتها كلما اتجهنا نحو القاع لتركز الضوء، والأكسجين، وثنائي أكسيد الكربون في النطاق العلوي للماء، ولقلتها كلما اقتربنا من القاع.

ويتسم كل إقليم حيوي بسمات تعكس شخصية الإقليم هي:

- الارتباط المميز والواضح بين النباتات والحيوانات الكائنة فيه.
 - أن كل إقليم قد مر في عدة مراحل تطورية ظهرت وانقرضت في أثنائها أنواع مختلفة من الأحياء حيث تمثل الصورة الإحداية الحالة المحصلة النهائية لهذه المراحل التطورية.
 - يُظهر كل إقليم نوعاً من التوازن والتوازي بين ظروف بيئته وما به من كائنات حية.
 - الشخصية الحيوية الإقلامية المميزة ليست ثابتة وليس لها صفة الديمومة، وقابلة للتغيير والتبدل طبقاً للتغيرات التي تمس عناصر الوسط الجغرافي وما يصاحبها من تغيرات في صور المدط الحيوي، وهذا يعني أن الإقليم الحيوي يتسم بدينامية الشخصية بين السلبية والإيجابية.
- فالإقليم الحيوي هو التشكيلات النباتية والكائنات الحيوانية التي تعيش فيه، وتتميز بمظهر مميز وبصورة حادة متشابهة، وتنتشر على مساحات واسعة من سطح الأرض، وهي انعكاس لخصائص الوسط الجغرافي لا سيما المناخ السائد في المناطق التي تنتشر فيها، ويتميز كل نوع فيه بخصائص تميزه عن الأقاليم الحيوية الأخرى، ويُبنى هذا التقسم على أساس الأحوال المناخية غالباً، وعلى الرغم من وجود فرق في الحاة الحيوية داخل الإقليم الواحد غير أن كل أجزاء الإقليم في النهاية يجب أن تمثل وحدة حيوية واحدة، حيث أنها تتأثر بالمؤثرات البيئية والطبعة الواحدة نفسها.

٢. أسس التقسم الإقليمي الحيوي:

يهدف التقسم الحيوي إلى تقسم سطح الأرض لأقاليم تتشابه في خصائصها المناخية والحيوية وتتشترك في العوامل المسببة لتلك الخصائص على مستوى الكرة الأرضية، حيث نجد الغابة المدارية الكثيفة، وأعشاب السافانا، وأعشاب الإستبس، والغابة المعتدلة، والتوندرا... وهي مجالات حيوية جغرافية كبرى، يتحكم في توزيعها دوائر العرض، أما على المستوى الإقليمي أو القاري فإن هذه المجالات يمكن أن تكون أكثر تعقيداً، حيث يمكن للحدود بينها أن تكون متداخلة، والذي يحدد المجال الحيوي الجغرافي هو المناخ، ولا سيما عنصري الحرارة والهطل، ويمكن أن نضف إلى ذلك العنصر اللانطاقي وهو الارتفاع.

لذلك يتم التقسم الإقليمي الحيوي من خلال اختار معار معين نقس من خلاله درجة التفاوت والاختلاف التي هي في الأساس جوهر التقسم الإقليمي الحيوي، ولما كانت الأحياء تنقسم إلى نوعين: نباتات، وحيوانات فإن هذا يدعونا للتساؤل أيهما تتخذ معاراً للتقسم الإقليمي وتحديد

الشخصية الإقليمية، يتفق الجيوبويوغرافيين (علماء الجغرافة الحيوية) على اتخاذ النبات كمعيار لهذا التقسيم وذلك للاعتبارات التالية:

- يعتمد النبات بشكل مباشر على عناصر الوسط الجغرافي الطبيعي حيث يصنع غذاءه بنفسه معتمداً على مجموعة الثوابت وهي عناصر البيئة الطبعة غير الحدة.
 - يتأثر النبات أكثر بالعوامل البيئية بحكم كونه ثابتاً في مكانه عكس الحيوان الذي يتمتع بالحركة والقدرة على الانتقال والهجرة لتفادي ظروف الوسط الجغرافي الطبيعي الحرجة.
- تتشترك الكثير من بقاع الأرض في عوامل المناخ والتضاريس ونوع التربة، مما يؤدي إلى تطور مجتمعات حيوية متشابهة لهذه المناطق، وتعرف أنواع النظم البيئية الرؤسة والمتشابهة مناخاً بالأقالام الحيوية، ويعتمد وجود الأقالام الحيوية وتوزيعها بشكل رئيس على درجة الحرارة وكمة الهطل، وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر، ووجود الجبال، وشكل سطح الأرض...
- تُعرف معظم الأقالام الحيوية بناءً على نوع النباتات السائدة، فعلى سبيل المثال نقول: إقليم الحشائش، أو إقليم الغابات متساقطة الأوراق...، أما تنوع الحاة الحيوانية يعتمد على نوع النباتات الرؤسة السائدة والعوامل البيئية.

ومن المعروف أن الإقليم أيّ كان نوعه ليس له مساحة ثابتة، وإنما تكبر هذه المساحة أو تصغر تبعاً لدرجة التعمم أو التفاصيل (التخصص) المستخدمة في التقسيم الإقليمي الحيوي، فإذا أخذنا المعيار النباتي بصفة عامة كأساس للتقسيم الإقليمي الحيوي يمكن أن نقسم العالم الحيوي إلى ثلاثة أقالام حيوية كبرى هي: إقليم الغابات، وإقليم الحشائش، إقليم الصحراء، وإذا تركنا التعمم وانتقلنا إلى التفاصيل والفروقات الحيوية داخل كل إقليم من هذه الأقالام فإننا نستطيع أن نقسم كل إقليم من الأقالام الثلاثة السابقة إلى عدد آخر من الأقالام الفرعة الأصغر، على سبيل المثال إقليم الغابات نجد أنه رغم سادة النمو الشجري فيه بصفة عامة، إلا أننا نستطيع أن ننتج الكثير من الفروقات الواضحة في نوعية الأشجار وكثافتها ودرجة تأقلمها مع بيئتها إذ يمكن أن نقسم إقليم الغابات من خلال معيار درجة الحرارة (النطاقات درجة الحرارة) إلى ثلاثة أقالام حيوية فرعة هي إقليم الغابات المدارية الحارة، وإقليم الغابات المعتدلة الدفيئة، وإقليم الغابات المعتدلة الباردة. وإذا أخذنا كل إقليم من هذه الأقالام الحيوية الفرعة وبحثنا في التفاصيل وما بينها من فروقات، فإننا نستطيع أن نقسم كل إقليم من هذه الأقالام إلى عدد آخر من الأقالام الغابة الأصغر (فرع الفرع)، فمثلاً يمكن تقسيم إقليم الغابات المدارية على أساس اختلاف كمية الأمطار وموعد سقوطها إلى ثلاثة أقالام فرعة هي إقليم الغابات المدارية المطيرة، وإقليم الغابات

الموسمية (المدارية النفضة وشبه النفضة)، وإقليم الغابات المدارية الجافة الشوكية. من هذا نرى أن مساحة الإقليم تتفاوت بين الكبر والصغر تبعاً لدرجة التعمم أو التخصص المستخدمة كمعار في هذا التحديد.

٣. **التركيبية الحيوية للأقاليم الحيوية:** تُكوّن عناصر البيئة الجغرافية، ما يسمى بالإقليم الحيوي، فالإقليم عبارة عن مساحة من الأرض تساعد على نمو نوع أو مجموعة من الأنواع النباتية. تتميز هذه المساحة بخصائص مناخية وحيوية وبتربة مختلفة عن غيرها، فالأمطار بنمط وبزمن سقوطها، ودرجة الحرارة بتغيراتها، والعوامل الحيوية بتدخلاتها، والتربة بخصائصها تعطي لهذه المساحة هوية خاصة.

ويرتكز استعمال النباتات في رسم حدود الأقاليم الحيوية على إجراء مسح شامل للنبات ينجم عنه حصر الأنواع النباتية وأفرادها وعددها وتحديد الأجناس والفصائل التابعة لها، ثم محاولة ربط التوزيع الجغرافي لهذه النباتات بالمساحة التي تشغلها، وتحديد مدى تطابق حدود توزيع بعض الأنواع أو الوحدات النباتية مع الحدود الجغرافية لها، وهنا تبرز أهمية النباتات في رسم حدود الخريطة الجغرافية للأقاليم الحيوية. وخريطة الإقليم الحيوي هي رسم مساحي بمقاس معين لموقعها مع حدودها الجغرافية، وغالباً ما يرافق ذلك تحميل بعض الخصائص المميزة لها، كبعض الخصائص المناخية أو التربة أو التوزيع الجغرافي لبعض أنواع النباتات أو وحداتها، لأن النباتات تمثل الصورة الحقة والظاهرة للعان لتكف هذه النباتات مع الخصائص البيئية السائدة والمحددة والمميزة للمنظومة البيئية.

عندما تصبح النباتات دالة على الإقليم الحيوي من خلال الارتباط الوثيق لبعض خصائصها وصفاتها بالمنظومة البيئية، فإن الرابط الأساس بين النباتات والمنظومة البيئية هو معار الوجود، أي إن وجود النبات يعني تماماً وجود المنظومة البيئية ومن أبرز خصائص النباتات المستعملة في رسم المنظومة البيئية وتحديد الإقليم الحيوي هو موقعه وحدوده ومساحته، وعناصر المناخ وخصائصها، والخصائص الحيوية للكائنات الحية (نباتية وحيوانية)، والتوزيع الجغرافي لها.

لقد حاول بعض العلماء تقييم هذه التركيبية الحيوية، باقتراح مجموعة من المعادلات والقوانين التي تهتم بإيجاد علاقات رقمية بين مختلف العوامل. غير أن معظم هذه المعادلات والقوانين تأخذ بالحسبان عامل المناخ وعناصره فقط، بل إنها تقتصر على عنصري الأمطار ودرجة الحرارة. وتهدف هذه المحاولات، إلى وضع مؤشرات ومعاملات تقييم التركيبات الحيوية.

تعد التصنيفات المناخية من أهم أدوات الجغرافي الحيوي التي يستخدمها لفهم كثير من الحقائق الحيوية، ويقسم سطح الأرض إلى أقلام حيوية تتصف كل منها بخصائص معينة تبعاً لعدة تصنيفات مناخية. نباتية، وتختلف القواعد التي يمكن إتباعها في تقسيم العالم إلى أقلام مناخية، تبعاً لغاية ذلك التقسيم. فنقسم علماء النبات للأقلام المناخية، يعتمد اعتماداً أساساً على الغطاء النباتي الطبيعي، بينما يستند علماء البيولوجيا استناداً أساساً إلى عنصرَي درجة الحرارة والرطوبة. ولذلك، ظهر العديد من التصنيفات لأقلام العالم نذكر منها:

❖ **تقسم كوبن Koppen** : فلاديمير كوبن عالم نبات ألماني قام بدراسة المناخ وعلاقتها بالنبات، وكان كوبن يهدف إلى التوصل إلى علاقة تربط بين النبات والمناخ، عبر جمعه لخريطة الغطاء النباتي العالمي الصادرة سنة ١٨٦٦م، وخريطة تقسم المناخ، ولقد انتهج كوبن نهجاً حيوياً، حيث اتجه منذ البداية نحو إيجاد تصنيف مناخي يعتمد على أسس إحصائية، يمكن استخدامه في أي مكان في العالم، ووضع الحدود للأقلام المناخية الرُءسة تتطابق حدودها مع حدود الأقلام النباتية.

ومن الأسس المعتمدة في تصنيف كوبن:

١. استوحى من دراسته المعتمدة على فسيولوجية النبات، أن النبات يمكن أن يكون وسيلة للتعبير عن المناخ، حيث صمم كوبن تصنيفه على أساس خبرته كعالم نبات، لذا تعتمد مجموعات المناخ الرُءسة على مجموعة متنوعة من النباتات التي تنمو في المناخات التي تنتمي إلى كل مجموعة. نظراً لارتباطه بالحياة النباتية للمنطقة، فإن تصنيف كوبن مفيد في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية في حياة النبات داخل المنطقة.

٢. لقد اعتمد كوبن في تحديده للعلاقة بين المناخ ونوع الحياة النباتية الطبعة على تقسيم نباتي اقترحه عالم النبات سويسري دي كاندول A.De candolle عام ١٨٧٤م، الذي اعتبر الحدود الفاصلة بين الأقلام المناخية هي حدود نباتية، وفيه قسم العالم إلى خمس أقلام حيوية كبرى هي:

أ. **نباتات الأقلام الحارة الممطرة Megatherms**: تشمل جمع النباتات التي تحتاج في نموها إلى درجة حرارة مرتفعة وأمطار غزيرة طوال العام، ومن أهمها الأشجار التي تنمو في الغابات الاستوائية، وغابات الأقلام الموسمية الحارة ذات الأمطار الغزيرة وأعطى الإقليم رمزاً **A**.

ب . نباتات الأقالام الجافة **Xerophytes** تشمل النباتات التي يُمكنها أن تنمو بأمطار قليلة، ومعظمها شوكة لتحفظ بالماء، كما هو الحال في أقالام الحشائش والمناطق الصحراوية الحارة صفاً الباردة شتاءً، وأعطى الإقليم رمزاً **B**.

ج . نباتات الأقالام المعتدلة المطيرة **Mesotherms** تنمو بصفة عامة بين درجتي عرض 22° و 45° في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، في المناطق التي تتميز بوجود فصل غزير الأمطار نسبياً، وتمثلها بصفة خاصة النباتات التي تنمو في مناخ حوض البحر المتوسط، كأشجار العرعر، والأرز، والفلين، والكروم، والحمضات، والبلوط، والسنديان، والزيتون، وأعطى الإقليم رمزاً **C**.

د . نباتات الأقالام الباردة الرطبة **Mikrotherms** أقالام الغابات الباردة، النباتات التي تستطع الحاة في المناخ البارد (شتاء قاسي البرد)، ويشترط أن يوجد فصل دافئ تسقط في أثناؤه كمية مناسبة من الأمطار، وتمثلها الغابات الصنوبرية والنفضة، وأعطى الإقليم رمزاً **D**.

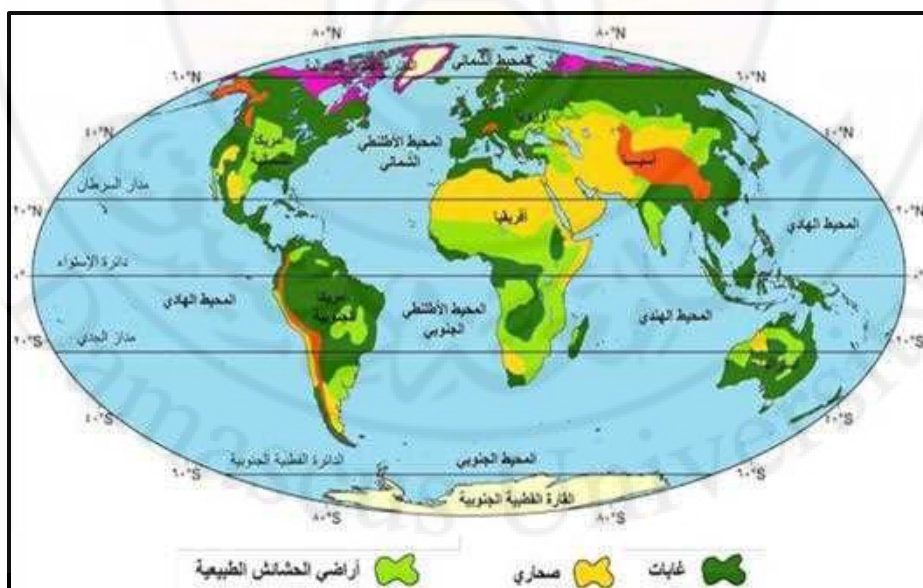
هـ . نباتات قطبة **Hekistotherms** حيث الصدف قصير، ولا يتجاوز متوسط درجة حرارة تموز الـ ١٠ درجات مئوية، والشتاء طويل وشديد البرودة حيث تنخفض فيه درجة الحرارة الدنا إلى ما دون الـ ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر، كما يراوح الهطل السنوي بين ٢٠٠ و ٢٥٠ مم. وتسود في الغطاء النباتي الأشذات، ونباتات عشبة أو طحالب، ولا تصلح بسبب برودتها لنمو أي نوع من أنواع الأشجار، وأعطى الإقليم رمزاً **E** .

لقد جاء تصدف كوبن يحمل الأسس النباتة والمناخة (المدلول النباتي . المناخي) في تقسم العالم إلى أقالام، ويرتبط توزع الغطاء النباتي الطبعي على سطح الأرض بنطاقات المناخ المختلفة التي تمتد من خط الاستواء وباتجاهه القطبين. ويؤثر المناخ في النباتات تأثيراً كبيراً لأنه لكل نبات مناخ معين. الخريطة ٢٠٠. الأقالام الحيوية حسب تقسم كوبن

واستخدم ثورنثويت معدل التبخر . النتج مقاساً لدرجة الحرارة، حيث تؤثر درجة الحرارة تأثيراً مباشراً في كل من النباتات والحيوانات، ما يجعلها تتميز بصفات وتحويلات تتلاءم مع الخصائص البيئية.

❖ **تقسم ديمارتون De Martonne:** قسم العالم الفرنسي ديمارتون سطح الكرة الأرضية أقلام مناخية ونباتية اعتماداً على عنصري درجة الحرارة والمطر، الخريطة ٢١. الأقاليم الحيوية حسب تقسم ديمارتون، من أجل تقدير شدة الجفاف وشدة درجة الحرارة أو البرودة، وعلاقتها بالحياة النباتية الطبعية، وعلى أساس قمة معامل الجفاف اقترح ديمارتون الحدود الآتية للأقاليم النباتية والمناخية كالآتي:

معامل الجفاف	النوع المناخي	النموذج النباتي
أقل من ٥	جاف	صحراء
من ٥ إلى ١٠	شبه جاف	حشائش فقيرة
من ١٠ إلى ٢٠	شبه رطب	إستبس
من ٢٠ إلى ٣٠	رطب	حشائش غدة مختلطة بالأشجار
أكثر من ٣٠	رطب جداً	غابات



الخريطة ٢١. الأقاليم الحيوية حسب تقسم ديمارتون

تقسم أوستن ميلر **Austin Miller** : يؤكد ميلر في تصدغه المناخي على العلاقة بين المناخ والنبات الطبيعي على سطح الأرض معتمداً على العلاقة بين طول الفصل الدافئ وأثره في فعالة المطر وتوزيع الغطاء النباتي الطبيعي، واعتبر ميلر أن الفصل الدافئ هو الفصل الذي يطلق عليه اسم فصل النمو النباتي، أما الفصل البارد فيتواءم مع الفترة التي يتوقف أثنائها نمو بعض النباتات، حينما ينخفض معدل درجة الحرارة عن صفر النمو والبالغ نحو ٦ م° (صفر النمو النباتي). الخريطة ٢٢. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم أوستن ميلر



الخريطة ٢٢. الأقاليم الحيوية حسب تقسيم أوستن ميلر

❖ تقسيم أمبرج ٤:

اعتمد أمبرج ٤ في تقسيمه على العوامل التي تؤثر تأثيراً مباشراً في بيولوجية الأحياء، منها وجود فترة جفاف من عدمه ومدتها وشدها، والبحر، والمجموع السنوي للأمطار، ومتوسط درجة الحرارة للقم القصوى لأحر شهر بالدرجة المطلقة (الكلفن)، المتوسط درجة الحرارة للقم الدنا لأبرد شهر بالدرجة المطلقة (الكلفن). وقسم أمبرج ٤ الطوابق الحيوية المناخية أو البيو مناخية إلى ما يلي:

✓ **الطابق الرطب جداً Per-humide**: يتميز بهطل يزيد عن ١٢٠٠ ملم سنوياً، يتمثل في المرتفعات التي يزيد ارتفاعها عن ٨٠٠ م، تنمو به أنواع نباتية نادرة مثل أشجار الحور الراجف *Populus trennula*، والتتوب النوميدي أو الشوح الجزائري *Abies numidie*، وغابات الأرز الأطلسي *Cedrus atlantica*، والسنديان الفليني أو البهش أو بلوط الفلين *Quercus suber*.

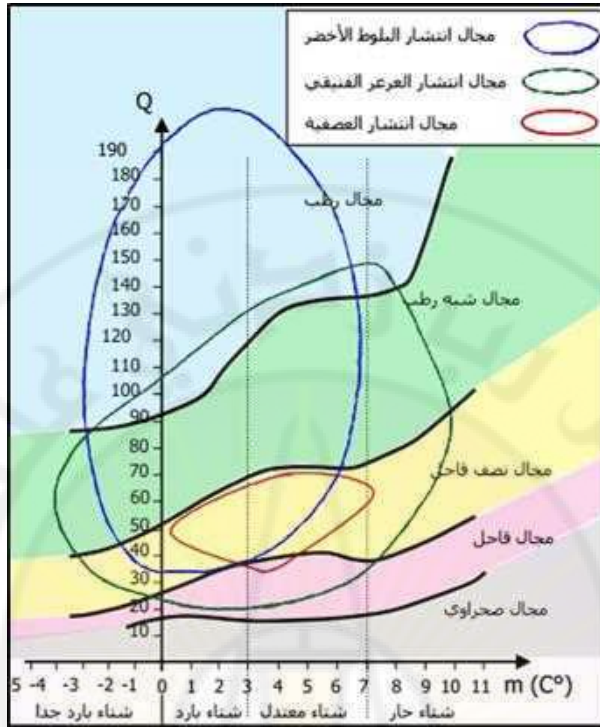
✓ **الطابق الرطب Humide:** يراوح الهطل بين ٩٠٠ ملم إلى ١٢٠٠ ملم سنوياً، تسود به غابات السنديان الزاني *Quercus faginea*، والسنديان الفليني *Quercus suber*، وبلوط الأفراس *Quercus afares*، والأرز الأطلسي *Cedrus Atlantica*.

✓ **الطابق شبه رطب Sub- humide:** يراوح الهطل بين ٦٠٠ ملم إلى ٩٠٠ ملم سنوياً، تسوده غابات الصنوبر الحلبي *Pinus halepensis*، والسنديان الأخضر *Quercus rotundifolia*، والسنديان الفليني *Quercus suber*.

✓ **الطابق الشبه جاف Semi - aride:** يراوح الهطل بين ٣٠٠ ملم إلى ٦٠٠ ملم سنوياً، توجد به بساتين الزيتون وغابات الصنوبر الحلبي، والخروب *Ceratonia siliqua* شجرة دائمة الخضرة، والسنديان الأخضر *Quercus rotundifolia*، في المرتفعات تظهر منطقة الإستبس وتنتشر فيها عشب الأسبارتو أو عشب الحبل السري أو البردين *Lygeum spartium*، والعزم الحلفائي *Stipa tenacissima* (الحلفاء) والشج الأبدض *Artémisia halba erba*.

✓ **الطابق الجاف Aride:** يراوح الهطل بين ١٠٠ ملم إلى ٣٠٠ ملم سنوياً، يتميز باختزال كبير للغطاء النباتي، تنتشر به الأنواع النباتية التالفة الشج الأبدض *Artémisia halba erba*، عشب الأسبارتو أو عشب الحبل السري *Lygeum spartium*، والعزم الحلفائي *Stipa tenacissima*.

✓ **الطابق الجاف جداً** يتميز بهطل أقل من ١٠٠ ملم سنوياً مع غاب الشكل الشجري وظهور الإستبس، تنتشر به النجيلات وبعض الشجيرات مثل الأكاسا *Acacia ssp*. ويوضح الشكل ٧٧. مجال انتشار بعض الأنواع النباتية وفق تقسم أميرج ه.



الشكل ٧٧. مخطط أمبرجيه مجال انتشار بعض الأنواع النباتية

إن التقسيمات السابقة اعتمدت على عنصري درجة الحرارة والأمطار كأساس للتصنيف، وبذلك أهملت بقية العناصر المناخية، والعوامل الجغرافية الأخرى بالرغم من أهميتها في إعطاء صورة كاملة عن الإقليم الحيوي وخصائصه، لذلك تقتصر على إعطاء نظرة شمولية للإقليم الحيوي. ومن المهم أن نشير إلى أن التجارب التي أجريت لتحديد القمة الفعالة لدرجة الحرارة، والأمطار كانت مقصورة على أنواع قليلة من النباتات، ولذلك فقد يكون من الخطأ تطبيق نتائجها على الحاة النباتية بصفة عامة، إذ من المعروف أن لكل نبات ظروفه واحتياجاته الخاصة التي قد تختلف اختلافاً كبيراً عن ظروف واحتياجات غيره من النباتات. كما أن حدود الأقاليم المناخية أو حدود الأقاليم النباتية التي تُرسم على الخريطة لا يمكن أن تمثل الحدود الواقعة لهذه الأقاليم لأن مثل هذه الحدود ليس لها وجود فعلي في الطبيعة، إذ الواقع أن الانتقال من أي نوع مناخي أو نباتي إلى الأنواع الأخرى المجاورة له يحدث غالباً بشكل تدريجي بحيث تظهر بين كل نوع نباتي والنوع المجاور له منطقة انتقالية يتدرج فيها المناخ وما يتبعه من نباتات طبعة تدرجاً حسب الظروف السائدة خصوصاً ما يتعلق منها بمظاهر السطح، ويكون التدرج بطيئاً بصفة خاصة في

الأقالام السهولة، أما في المناطق التي توجد بها حواجز جبلة مرتفعة فإن الانتقال يأتي غالباً بشكل فجائي، وكثيراً ما نجد أن سلاسل الجبال تفصل في بعض المناطق أنواعاً مختلفة عن بعضها تمام الاختلاف، سواء في مظاهرها المناخية وفي أنواع الحاة النباتية والحيوانية التي توجد فيها، ويظهر هذا بوضوح إذا قارنا على سبيل المثال الأنواع المناخية والنباتية الموجودة إلى الغرب من جبال الأنديز أو جبال روكي بالأنواع الموجودة إلى الشرق منها.

ولما كانت جمع التصانف ركزت في تقسم العالم لأقالام حيوية على عنصري درجة الحرارة والأمطار اللذان يتحكمان بصفة عامة في توزيع الحاة النباتية والحيوانية فوق سطح الأرض، واستُخدم كآساس للتقسم الحيوي، وسوف نعتمد في هذا الكتاب لتحديد شخصية الإقليم الحيوي الجغرافية وإبراز التباين الإقليمي في الوحدة المكائنة لإبراز شخصيته الجغرافية وتحديد السمات المميزة له بالاعتماد على هذين العنصري، وذلك بصرف النظر عن الفوارق البسطة التي قد تميز بعض هذه المناطق عن البعض الآخر، وبهذه الطريقة يمكن تقسم العالم إلى أقالام حيوية رءسة يتميز كل إقليم منها بمظاهر حيوية ومناخية معينة، ويضم جمع الأماكن التي تتواجد فيها هذه المظاهر.

إن الأقالام الحيوية لاسما نطاقات الغطاء النباتي الطبيعي في نصفي الكرة الأرضية غير متماثلة، وذلك لأن كتلة اليابسة في النصف الشمالي تفوق مثيلتها في النصف الجنوبي الأمر الذي ينعكس على المناخ والنطاقات الحيوية، فعلى سبيل المثال الصحاري الواسعة في النصف الشمالي لا تقابلها إلا مساحات صغيرة في النصف الجنوبي، والغابات المخروطة في المناطق المعتدلة الباردة لنصف الكرة الشمالي تنعدم تقريباً في النصف الجنوبي، ويمكن أن نميز عدة أقالام جغرافية حيوية (الغطاء النباتي والحيواني) متميزة حسب درجة العرض والارتفاع عن سطح البحر .

الفصل الثاني

إقليم الغابات

يمثل إقليم الغابات إقليماً حيوياً متفرداً عن باقي الأقاليم الحيوية الأخرى كونه يعول نمواً شجرياً بالدرجة الأولى وما يرتبط به من حيوانات معينة. يمتد هذا الإقليم الحيوي في نطاقات مختلفة تتباين فيها ظروف البيئة، وما يصاحب هذه من اختلاف في القدرة البيولوجية لكل الكائنات الحية. يمتد من العروض الدنماركية الحارة إلى العروض العليا المعتدلة الباردة.

تركيب الغابات:

تنقسم الغابات إلى طبقات مختلفة، ولكل طبقة مجتمع أدائي، حيث تحتوي على مختلف النباتات والحيوانات التي تكيفت مع الحياة في تلك الطبقات.

ترتيب الغطاء النباتي في طبقات مختلفة وفقاً للارتفاعات المختلفة التي تنمو فيها النباتات، وتشمل الطبقات الرئيسة الخمس للغابة، بدءاً بأعلىها إلى أدناها:

أ . **طبقة الظلة (المظلة):** تشير إلى أعلى طبقة من النباتات في الغابة، تتكون في الغالب من تيجان أكثر الأشجار ارتفاعاً، ويراوح طولها بين ٣٠ و ٤٥ متراً، وقد تصل إلى ٧٠ و ٨٠ متراً طولاً، وهذه الأشجار تتحمل درجة الحرارة المرتفعة، والرياح القوية، كما تنمو المتسلقات والنباتات الهوائية وتكون الظلة في بعض الغابات كثيفة لدرجة أنها تُشكل ما يشبه السقف فوق الطبقات السفلى، ويوجد العديد من الأنواع الحيوانية الفريدة التي تسكن هذه الطبقة مثل النسر المتوج، وقرود الملك، وتعش آكلات الثمار من الطيور والحشرات ...

ب . **الطبقة السفلى:** تتألف من أشجار أقل ارتفاعاً من أشجار الظلة، ويتوقع أن تكبر مع مرور الزمن، وتنضم إلى طبقة الظلة، وتوفر الطبقة السفلى الغذاء والمأوى لكثير من حيوانات الغابة.

ج . **طبقة الشجيرات:** تتكون في الغالب من شجيرات لها سقان خشبية متعددة الأفرع، ولا يصل ارتفاع أي من هذه الفروع إلى ارتفاع الشجرة. وتكون طبقة الشجيرات بقعاً متناثرة، وتعش طيور وحشرات عديدة في طبقة الشجيرات.

د . **الطبقة العشبية:** تتكون من السراخس، والحشائش، والأزهار البرية وغيرها من النباتات ذات السقان الغضة، وبادرات الأشجار، وتنمو الطبقة العشبية بكثافة عالية في الغابات ذات الظلة والطبقة السفلى المفتوحة، حيث تصل كمية كافية من ضوء الشمس إلى الأرض تُساعد في نمو بعض الأعشاب. وتعد الطبقة العشبية موطناً لحيوانات الغابة التي تعيش على الأرض.

The diagram illustrates the vertical structure of a forest. On the left, a vertical scale from 0m to 30m is shown. The layers are labeled from top to bottom:

- طبقة الظلة** (Canopy layer): The uppermost layer of the forest.
- الطبقة السفلى** (Lower layer): The layer below the canopy.
- طبقة الشجيرات** (Shrub layer): The layer of shrubs.
- الطبقة العشبية** (Herbaceous layer): The layer of herbs.
- طبقة الفطريات والعُقاب** (Fungal and epiphyte layer): The bottom layer of the forest floor.

 On the right, a detailed view of the forest floor shows various plants and their interactions. Labels include:

- شجرة** (Tree): A large tree with a **جذع** (Trunk) and **أوراق** (Leaves).
- شجيرة** (Shrub): A smaller plant.
- نبات** (Plant): A small plant.
- فطر** (Mushroom): A mushroom growing on the forest floor.
- عقرب** (Epiphyte): A plant growing on the tree trunk.
- فطر** (Mushroom): A mushroom growing on the forest floor.
- شجرة** (Tree): A smaller tree.
- شجيرة** (Shrub): A smaller shrub.
- نبات** (Plant): A small plant.
- فطر** (Mushroom): A mushroom growing on the forest floor.
- عقرب** (Epiphyte): A plant growing on the tree trunk.
- شجرة** (Tree): A small tree.
- شجيرة** (Shrub): A small shrub.
- نبات** (Plant): A small plant.
- فطر** (Mushroom): A mushroom growing on the forest floor.
- عقرب** (Epiphyte): A plant growing on the tree trunk.

 A scale bar indicates 5m.

وهناك عدة طرق ونظم لتصنف غابات العالم، بعض النظم تصنف الغابة حسب خصائص الأشجار السائدة فيها، فالغابة إبرية الأوراق مثلاً هي الغابة التي تكون لأشجارها السائدة أوراق طويلة رفعة شبيهة بالإبر، وتسمى هذه الغابات أيضاً غابات مخروطية (حاملة المخاريط)، والغابة عريضة الأوراق تتكون في الغالب من أشجار ذات أوراق عريضة ومسطحة، أما الغابات التي تتساقط أوراق أشجارها السائدة في بعض المواسم خلال العام، لتنمو أوراق جديدة فتُصنف غابات متساقطة الأوراق (غابات نفضة)، وفي الغابة الدائمة الخضرة تتخلص الأشجار السائدة من الأوراق القديمة، وتستبدل بها أخرى جديدة بصفة مستمرة، ولذلك تظل مخضرة طوال العام.

309

أولاً . إقليم الغابات المدارية الحارة

يتضمن الغابات التي تقع داخل نطاق العروض الدائري عرض ٣٠ شمال خط الاستواء وجنوبه، حيث لا يقل متوسط درجة الحرارة السنوي عن ١٨م°، وهو إقليم الأشجار ذات الأخشاب الصلبة، ويتسم بالتنوع الكبير في نباتاته وحيواناته بصفة عامة. يُقسم هذا الإقليم من خلال اختلاف كمية الأمطار وموعد هطولها إلى عدد من الأقاليم الفرعية هي: إقليم الغابة المدارية المطيرة (الغابات الاستوائية المطيرة). وإقليم الغابات الموسمية أو المدارية النفضية وشبه النفضية. وإقليم الغابات الشوكية أو الجافة.

١. إقليم الغابة المدارية المطيرة (الغابات الاستوائية المطيرة) Tropical rainforest:

إقليم غابات دائم الخضرة ويطلق عليه إقليم السلفا selva كلمة هندية تعني الغابة المظلة لشدة كثافتها أو إقليم الغابة الاستوائية، ويعد حوض الأمازون أكبر منطقة في العالم تغطيها هذه الغابات.

عادةً ما يستخدم المصطلحان الغابات المطيرة، والغابات الاستوائية المطيرة كمترادفين، فإن الأخير أشمل وأعم من الأول.

يُعد إقليم الغابات الاستوائية أكثر الأقاليم الحيوية تنوعاً على سطح الأرض، حيث تغطي الغابات الاستوائية المطيرة نحو ٧ ٪ من مساحة سطح الأرض، فهي موطن ما يقارب ٥٠ ٪ من الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة على الأرض، ويعود ذلك إلى العزلة الجغرافية في المناطق الاستوائية، بما في ذلك التحولات البيئية المتكررة بسبب تغير المناخ، فالعزلة الجغرافية للمجموعات الصغيرة لفترة طويلة من الزمن تعزز تكوين الأنواع، وتصبح تلك المجموعات المعزولة مستقلة وراثياً، وبالتالي تعد وحدات تطورية مستقلة، ويحدث ذلك إذا كان تجمع الجينات صغيراً وكانت البيئة فريدة من نوعها.

١.١. التوزيع الجغرافي:

تقع الغابات الاستوائية الرطبة في أمريكا اللاتينية وإفريقيا وجنوب شرق آسيا، ضمن ٢٣,٥ درجة شمال أو جنوب خط الاستواء، حيث درجة الحرارة المرتفعة طوال السنة والأمطار الحملانية غزيرة. حيث يتوزع هذا الإقليم في مناطق واسعة داخل الإقليم المداري، وبخاصة المناطق التي يقل ارتفاعها عن ٦٠٠ متر فوق سطح البحر، ويتمثل في نطاق عريض في أمريكا الجنوبية عبر غويانا وحوض الأمازون حتى الحواف الشرقية لجبال الأنديز والساحل الشرقي للبرازيل حتى

مدار الجدي، كما يتواجد في أمريكا الوسطى على السواحل الشرقية جنوب المكسيك، وفي أفريقيا في ساحل غانا وحوض الكونغو والجزء الشرقي من جزيرة مدغشقر، في آسيا في المناطق الموسمية في الملايو واندونيسيا والفلبين وغيانا الجديدة وشريط ضيق على الساحل الشمالي الشرقي لأستراليا ويمتد جنوباً حتى يقترب من مدار الجدي، الخريطة ٢٣. توزع الغابات الاستوائية حول العالم (إقليم الغابة المدارية المطيرة).



الخريطة ٢٣. إقليم الغابة المدارية المطيرة

٢.١. الخصائص المناخية:

يرتبط هذا الإقليم بالمناخ المداري المطير، حيث الأمطار على مدار السنة، ومع الابتعاد عن خط الاستواء تظهر فترة جفاف قصيرة تزداد مدتها كلما ابتعدنا عنه، المدى درجة الحرارة السنوي قليل 3°C وتُعد السنة كلها صدف دائم أي أن الشتاء غير واضح، ومتوسط درجة الحرارة في بوجر Bogor في جزيرة جاوة على سبيل المثال يراوح بين 24°C في شهر شباط و 25°C في شهر تشرين الثاني، ويرجع السبب إلى غزارة الأمطار واستمرارها، وكثافة الغطاء النباتي. ولكن من ناحية أخرى نجد أن مدى درجة الحرارة اليومي عالٍ نسبياً حيث يرتفع إلى نحو 15°C ، لهذا يقال إن شتاء المناطق المدارية المطيرة ليلها وصدفها نهارها، وفي الوقت نفسه يتساوى طول النهار على مدار السنة ولا يختلف إلا في حدود ساعة واحدة فقط. وتسقط الأمطار على مدار السنة بصفة منتظمة وبكثرة تكاد تكون متقاربة مع وجود قمتين واضحتين للمطر في كثير من المناطق تتفقان مع فصلي الربيع والخريف حيث تكون الشمس عمودية على خط الاستواء

(الأمطار تصاعدية) تراوح كميتها بين ٢٠٠٠ و ٥٠٠٠ ملم، ويهطل المطر بعد منتصف النهار على شكل زخات عذفة ولفترات قصيرة.

٣.١. الخصائص الحيوية:

تبدى أنواع وخصائص الكائنات الحة في هذا الإقليم تأقلاً واضحاً مع بيئتها التي تتسم بكونها دائمة درجة الحرارة والرطوبة الجوية، وتأتي في مقدمة هذه الخصائص الحيوية التنوع الكبير للآداء الحيوانية والنباتية، إذ يضم هذا الإقليم نحو ١٠٠ ألف نوع من النباتات، بالإضافة إلى آلاف الأنواع من الحيوانات. وهي صفة حيوية يكاد يتفرد بها هذا الإقليم عن باقي الأقاليم الحيوية فمثلاً أرخبيل الملايو يضم نحو ٤٥ ألف نوع، وجرى مسح إحصائي لحصر أنواع النباتات في مساحة محدودة من الغابة المدارية المطيرة في حوض الأمازون تبين وجود ٣٠٠ نوع من النباتات في مساحة لا تتعدى ٢ كم^٢، ويرجع هذا التنوع إلى توفر فرص الداء المتمثلة بدرجة الحرارة والرطوبة الدائمتين على مدار السنة، كما أن هذه المناطق لم تتأثر بخطر العصور الجليدية التي قضت على الكثير من الأنواع التي كانت قائمة قبل العصور الجليدية في العروض العليا والوسطى، لقد أدى عدم تجانس أشجار الغابة إلى عدم تركيز نوع معين في منطقة معينة بأعداد كبيرة متجاورة، ما جعل استغلال الغابة بصورتها الطبعة عملة صعبة وغير اقتصادية، لاسمّا إذا علمنا مدى صعوبة الحركة والانتقال داخل الغابة نتيجة كثافة الغطاء النباتي.

ومن أهم الخصائص التي تتميز بها أشجار الغابة الاستواء المطيرة أنها لا تحتوي على نوع سائد من الأشجار، وتتصف جذور الأشجار بالضخامة أو السطحة وذلك لتوفر الرطوبة في التربة العلوية بصفة عامة، وتتكون الغابات المطيرة في جملتها من أشجار دائمة الخضرة، عريضة الأوراق، لها جذوع مرتفعة، تتشابه أجزاؤها العليا بدرجة لا تسمح بوصول الضوء إلى أرض الغابة، الذي يكون لهذا السبب شديد الظلمة في بعض الأدان، ومن هنا تشهد هذه الغابة الصراع من أجل الضوء الذي يعد عنصراً مهماً له دوره في تحديد أنواع النباتات السائدة وخصائصها. وتتميز بظهور الأزهار والثمار على السقان أو على الجذور العلوية بدلاً من الفروع العليا، والأشجار المدارية المطيرة متنوعة، بعضها له قمة اقتصادية كبيرة، إما لأخشابه أو لثماره، أو لما يستخرج منه من مواد أولية، وتنقسم الداء النباتات في الغابة إلى:

١- الأشجار: ومن أهم أنواع أشجار إقليم الغابة المدارية المطيرة نذكر:

أ . أشجار الأبنوس Ebony: تنمو في المناطق الاستوائية والمدارية في أفريقيا وآسيا، وتصل شجرة الأبنوس الأفريقي إلى ارتفاع ٢١ متراً، أما الأبنوس الآسيوي فشجرته قصيرة، يراوح طولها بين ٤,٥ متر و٩ أمتار، وأشجار الأبنوس مهددة بالانقراض بسبب عمليات القطع غير السليمة، ويعد خشبها من أرقى أنواع الأخشاب فهو يُستخدم في صناعة التحف والتماثيل، والأثاث الفاخر، والأدوات الموسقة، كما يتميز بأنه مقاوم للحشرات.

ب . أشجار الماهوجني mahagoni: تتسم بكبر الحجم، ويمتد طول جذعها من ١٨ إلى ٢٤ متراً، فهي شجرة منتجة للخشب من أفضل أنواع الخشب في العالم يستخدم في صناعة الأثاث وبناء القوارب.

ج . أشجار المطاط (الهفا) Hevea Brasiliensis: يراوح ارتفاعها بين ١٣ . ٥٠ متر، تنتج عصارة مطاطة تدخل في العديد من الصناعات، موطنها الأصلي الغابات الاستوائية المطيرة في أمريكا الجنوبية، وغابات حوض الأمازون في البرازيل، وكان المكسك يستخدمون مادة مرنة يسمونها كاو أوتشو Cao Achu وتعني في لغتهم شجرة الدموع.

د . أشجار التيك (الساج) Tectona grandis من الأشجار العملاقة، والصلبة الاستوائية، قد يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٤٠ متر، وتنتج نوعاً من الصبغ البنفسجي، لها ملمس زيتي، وتشكل غابات الساج في مانهار ما يقرب من نصف خشب الساج الطبيعي في العالم. ولأخشاب التيك قمة كبيرة في صناعة السفن، وفي صنع الأثاث، لأنها قوية، ولا تتأثر بالماء، وتُستخدم أوراق التيك في سقف البيوت، وفي إنتاج مواد التغليف.

هـ . أشجار الكابوك (القابوق) أو السيبا Ceiba شجرة استوائية معمرة يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٢٥ متراً، تنتج قروناً فيها القطن، وتعد من أجود أنواع القطن، ويستخرج من بذورها زيت يستخدم في الطهي وصنع الصابون ومواد التشحيم.

و . أشجار البلسا Ochroma pyramidale: شجر البلسا دائم الخضرة، سريعة النمو، يمكن أن يصل نمو أحدها إلى ارتفاع ٣٠ متراً، وخشبها أخف أنواع الخشب، ويستخدم خشب البلسا في بناء نماذج من الطائرات والمنازل والديكور ...

ز . شجرة الكاجو (سن العجوز) Anacardium occidentale: شجرة دائمة الخضرة، وتُعد أمريكا الجنوبية الموطن الأصلي لشجرة الكاجو، وانتشرت زراعتها في الهند عن طريق التجار البرتغاليين، ويُطلق على الكاجو اسم فاكهة السنة، لأن الشجرة لا تثمر إلا مرة واحدة في السنة.

ح . أشجار سوكراتا إكسوريلا *Socratea exorrhiza*: هو نوع من أنواع أشجار النخيل الاستوائية ويمكن أن تنمو إلى ارتفاع ٢٥ متر، وتركيبية جذورها تختلف عن غيرها حيث أنها تنمو بشكل أطول وأقوى من باقي الأشجار، فتصبح الجذور وكأنها على شكل الأقدام.

ط . شجرة الكاكاو *Theobroma cacao*: من الشجيرات المعمرة دائمة الخضرة، يبلغ ارتفاعها نحو ٧ أمتار ويعد الموطن الأصلي لشجرة الكاكاو هو الغابات الاستوائية الممطرة بأمريكا الجنوبية منطقة الأمازون ويزرع بكثرة في غرب إفريقيا١.



الصورة ٥٢. أشجار تنمو في إقليم الغابة المدارية المطيرة

٢. الشجيرات: توجد بالإضافة إلى الأشجار في الغابات الاستوائية المطيرة، كثيراً من الشجيرات التي تشكل طباقاً مستقلاً تختلط به الأشجار التي لم يكتمل نموها بعد، والتي لم تبلغ بعد طولها الكامل مع بعض الحشائش الطويلة، ويتلقى طباق الشجيرات كمية قليلة من الضوء بالمقارنة مع الأشجار، حيث تحصل الشجيرات على الضوء الذي ينفذ من بين أوراق وأغصان الأشجار التي تعلوها، وتتميز الشجيرات بكونها قليلة التفرع مثل أشجار هذه الغابة.

٣. **الأعشاب والحشائش:** تتميز الغابات الاستوائية المطيرة بوفرة الأنواع العشبية مقارنة مع الأنواع الشجرية والشجيرية، ويرجع ذلك في الغالب إلى انخفاض شدة الإضاءة في مستوى الطوابق السفلة وفوق سطح تربة الغابة، لذلك لا ينمو إلا الأنواع القادرة على النمو في هذا الضوء المنخفض، وأغلب الحشائش والأعشاب من النوع المعمر، بحيث تبقى أجزاءها الهوائية حية لسنوات عديدة، وسبب ذلك هو انعدام الفصول، ويساعدها ذلك على أن يصل ارتفاعها إلى عدة أمتار، وقد يساعدها ذلك في الوصول إلى مستوى طابق الشجيرات في بعض الأحيان.

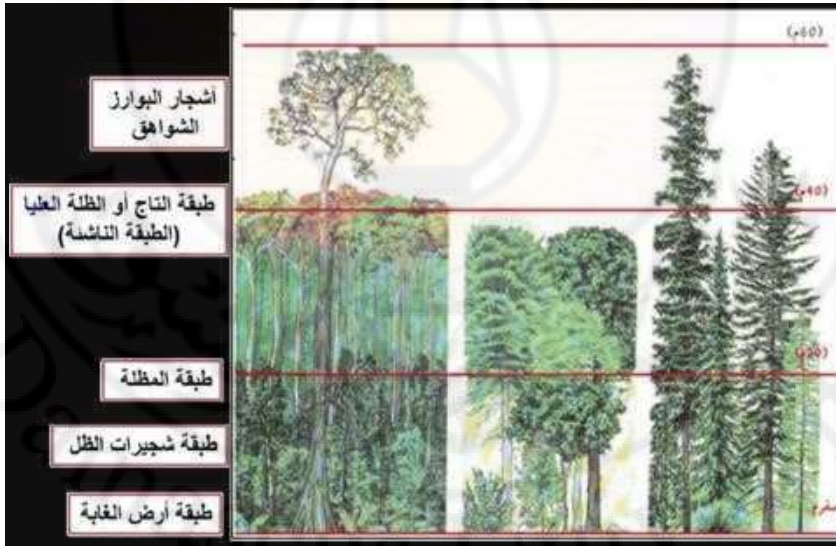
٤. **النباتات المتسلقة:** إلى جانب الأشجار نجد مجموعة من النباتات التي تتصارع للوصول إلى القمة من أجل الغذاء والضوء وأهمها المتسلقات، المعلقات (العكازية) نباتات هوائية، حيث تُعد النباتات المتسلقة سمّة من سمات الغابات المدارية المطيرة، حيث تتسلق أشجار الظلة للوصول إلى المناطق المضاءة جيداً في الغابة، كالسرخسات، الأوركيد Orchid Flower، والحزازيات، والبروميلاد bromelia، والالانا liana، هذه النباتات تتطفل على المكان فقط، وهي غير النباتات الطفيلية التي تستمد غذاءها من النبات المضف، وغالباً ما تشكل النباتات المتسلقة جسوراً وسط ظلات الغابة، وترتبط الغابة بأكملها.

أما **النباتات الطفيلية** فتتميز بكثرتها وانتشارها في الغابات المدارية المطيرة وتستخدم النباتات كدعامة لها تعيش عليها، تُعرف بالأشجار الخانقة إذ تبدأ هذه الأشجار حياتها نباتات هوائية، لكنها تكون جذوراً تصل إلى الأرض، تحط هذه الجذور بجذع الشجرة التي يعيش عليها النبات الخانق، وقد يتمكن النبات الخانق مع الوقت من قتل الشجرة الأخرى بحرمانها من الغذاء والضوء والماء، كشجرة التين الخانق Strangler Fig، وشجرة كلوسا Clusia. إضافة إلى بعض النباتات التي تعيش على المواد المتطفلة كالفطريات وبعض النباتات الدرة. كما تعيش بكتيريا التعفن على البقايا العضوية الميتة التي تغطي أرضة الغابة وتشمل بعض أنواع الفطريات والسحليات. الصورة ٥٣. نباتات متسلقة تنمو في الغابات المدارية المطيرة.



الصورة ٥٣. نباتات متسلقة تنمو في الغابات المدارية المطيرة

٤.١. التطبيق النباتي في الغابات الاستوائية المطيرة: من الخصائص الحيوية في الغابات الاستوائية المطيرة نطاقات نباتية رأسية، حيث تنقسم الغابات المطيرة إلى طبقات مختلفة، وكل طبقة عبارة عن مجتمع حيوي فريد من نوعه يحتوي على نباتات وحيوانات مختلفة تتكيف مع الداء في تلك الطبقات المعينة. يوضح الشكل ٧٨. الطوابق النباتية الرأسية داخل الغابات.



الشكل ٧٨. الطوابق النباتية الرأسية داخل الغابات

ونتبين داخل الغابات الاستوائية المطيرة الطوابق النباتية الرأسية من الأعلى إلى الأسفل كالآتي:

- طبقة التاج أو الظلة العليا (الطبقة الناشئة) طبقة الأشجار الطويلة يراوح ارتفاع أشجارها بين ٥٠ و ٥٥ متر وأحياناً تزيد عن ٦٠ متر، وتتميز بأغصانها العالية وجذوعها المستقيمة وجذورها

الكبيرة وتكون فروع وأوراق هذه الأشجار تاجاً متصلة. وهناك أشجار تسمى البوارز أو الشواقي ترتفع فوق مستوى الظلة العدا، وتعش آكلات الثمار من الطيور والحشرات. ويوجد العديد من الأنواع الحيوانة الفريدة التي تسكن هذه الطبقة مثل النسر المتوج من أضخم الطيور الجارحة في العالم، والثعلب الطائر الكبير أو خفاش الثمار العملاق نوع من الخفافش يمتلك رأس تشبه الثعالب، وقرد كوليس هو من سعادين العالم القديم من الرؤسات موطنها الأصلي أفريقيا يعيش على الأشجار ولا ينزل إلى الأرض إلا للحصول على الأملاح والنباتات المائدة من المستنقعات.

• **طبقة المظلة** تقع تحت طبقة التاج وتمثل طبقة الأشجار الأقل ارتفاعاً يراوح ارتفاع أشجارها بين ١٠ و ٢٥ متراً، وتتكون من الأشجار الشابة التي تنتمي إلى فصيلة أشجار التاج التي لم تنح لها فرصة بعد لاستكمال أوج نموها، إضافة إلى أنواع محبة للظل، وتنمو على فروعها نباتات كالطحالب، وزهور الأوركيد، والكروم الخشبية، وتنمو لكثير من الأشجار أزهار على جذوعها تسمى الإزهار الساقية، وتمثل هذه الطبقة منطقة القردة والحيوانات المتسلقة، وتشبه الحيوانات الموجودة في الطبقة الناشئة، ولكنها أكثر تنوعاً، وعدد كبير من الأنواع المفصلة، وعلى العديد من أنواع الطيور مثل قرن الباض المرقط الأصفر يطلق عليه اسم أبو قرن.

• **طبقة المظلة السفلى أو طبقة شجيرات الظل** (المحبة للظل) تنسم بالقصر يراوح ارتفاعها بين ٥ و ١٠ أمتار. وتضفي على الغابة مزيداً من الكثافة وتعزل الحركة داخل الغابة.

• **الطبقة العشبية** تتميز الطبقة العشبية بكثافة قليلة لقلة الضوء الذي يتسرب خلال الظلال الكثيفة، وتتكون من السراخس، والحشائش، والأزهار البرية، وتعد الطبقة العشبية موطناً لحيوانات الغابة التي تعيش على الأرض، وتشمل هذه الحيوانات الحشرات والعناكب والفئران ...

• **طبقة أرض الغابة** طبقة النباتات الأرضية (الأنجم) تتكون عادة من الأعشاب والنباتات الزاحفة، تتحمل قلة الضوء والبيئة الرطبة جداً، وتغطيها مجموعات من الطحالب، وأنواع من الأشنات، والحزازيات، بالإضافة إلى بقايا الحيوانات والنباتات الميتة، وتوجد أعداد هائلة من الأعداء الصغيرة، التي تشمل ديدان التربة والفطريات والحشرات والعناكب، والبكتيريا، وأنواع أخرى من الأعداء المجهرية.

٥.١. الحياة الحيوانة بالغابة الاستوائية المطيرة :

تتعرض صورة الحياة النباتية الوفيرة بالغابة الاستوائية المطيرة بشكل واضح على صور الحياة الحيوانة بها، حيث تظهر الحيوانات عموماً نوعاً من التأقلم والاستجابة لنوعية الغطاء النباتي. وبما أن الغطاء النباتي في هذه الغابة يتميز بالتنوع الكبير، فإن الكائنات الحيوانة توازي التنوع

في الغطاء النباتي، فهي حيوانات تجمع بين الحيوانات الثديية والمتسلقة، والطيور، والحشرات، وبعض الثدييات الكبيرة، والزواحف البرية ... تعيش الحيوانات الثديية المتسلقة في أعالي الأشجار مثل القروء والغوريلا والشمبانزي، وحيوانات الكسلان، ونوع من القطط المتوحشة مثل قط أمريكا الجنوبية، إلى جانب حيوان الجاكور (الغُور أو النمر الأمريكي)، وتوجد حيوانات الجييون والسنجاب ... بينما في طبقة القمة أو التاج يكثر وجود الطيور ذات الألوان الزاهية، مثل الببغاوات، وطائر الجنة، وطائر الطوقان، وتكثر بالطبقة النازلة الحشرات المجنحة مثل الفراشات ذات الألوان الزاهية، إلى جانب البعوض والذباب، وتوجد بكثرة على أرضة الغابة الرطبة المظلمة بعض أنواع الحيوانات منها الزواحف (الحات والثعابين) والتماسح وبخاصة في غابات إفريقية المدارية المطيرة، كما يكثر التماسح المعروف بالقاطور في غابات أمريكا الجنوبية، إلى جانب النمل الأبيض، كما تأتيها حيوانات مهاجرة من السافانا في أوقات الجفاف التي تصيب إقليم السافانا.

تتوزع الغابة المدارية المطيرة في ثلاث مناطق رئيسة تتميز بوجود مجموعة مختلفة من أنواع الحيوانات والنباتات هي:

أ . الغابات الاستوائية المطيرة في حوض الأمازون: تعد أكبر الغابات في الكرة الأرضية وتسمى رئة الأرض، حيث تمتد العالم بنحو ٢٠% من الأوكسجين المتوفر في الغلاف الجوي، تقع في قارة أمريكا الجنوبية، وتغطي ٦٠% من غابات البرازيل، ونحو ١٣% من غابات البيرو، تبلغ مساحة الغابات الاستوائية الكثيفة ٥,٥ مليون كم^٢، وتصنف كواحدة من الغابات البكر في العالم، التي وجدت على الأرض منذ نحو ٥٠٠ مليون سنة، الأمر الذي ساعد في حدوث التنوع الكبير للحياة الطبعة فيها. ومن أشجارها شجرة جوز البرازيل العملاقة Brazil nut التي يصل طولها إلى نحو ٦٤م، وهناك أنواع رئيسة تتضمن شجرة قذيفة المدفع Couroupita guianensis، وشجرة العنب البرازيلي (بلينة الجذعة الإزهار) Plinia cauliflora أو الجابوتكابا ينمو الشمر مباشرة على الجذع وليس على الأغصان كباقي الشجر، وأشجار الماهوجني، وأشجار المطاط، وأشجار خشب الورد، وتنتج من هذه الغابات فواكه كشجرة الأساي أو الأكاي^٢، وشجرة فاكهة

١ . جاءت تسميتها من ثمارها التي تشبه ثمار جوز الهند، إذا سقطت من الأعلى وانقسمت إلى جزئين تحدث دويًا كدوي المدافع والمفرقات، لذلك نجد تحت الأشجار لاقتات كُتب عليها (احترس من وقوع المدافع).

٢ . من أنواع النخل الأمازوني، ويصل طولها إلى نحو ١٥م، وتثمر حبات صغيرة من التوت بنفسجي اللون.

الباشن فروت Passion Fruit، وأشجار الجوافة، وشجرة نخيل الخوخ البوبونها puppunha، يغطي جذعها حلقات واسعة من أشواك سوداء طويلة يصل طولها حتى ١٢ سم تشبه الإبرة، الثمرة تشبه الخوخ أو المشمش. نبتة الموز الأحمر وهو أحد أنواع الموز^١. كما تتميز غابة الأمازون بكثافة نباتاتها وصعوبة اختراقها، كثرة طبقاتها ونباتاتها المتسلقة والنباتات الأرضية، تنتشر على طول مجرى الأمازون الغابة المستنقعة في التربة الفضة والبحيرات الواسعة وتعرف باسم الغابة المغمورة.



الصورة ٥٤. أشجار تنمو في غابات الأمازون

كما يوجد بغابة الأمازون مجموعات مختلفة من الحيوانات، يعيش فيها ما يزيد عن ١٥٠٠ نوع من الطيور، منها بباغات الباركييت أو الدّراء، وبيغاء الكايك، والمكاو، وطيائر الطوقان من رتبة النقاريات الشكل، وغابات الأمازون مليئة بجمع أنواع الأفاعي المختلفة، منها أفعى الأناكوندا، والأفعى الجرسية، ويعيش فيها العديد من الحشرات منها البعوض، والفراشات الملونة، والخنافس، والنمل الأمازوني، والعنكبوت البرازيلي الجوال (العنكبوت المسلح) عنكبوت سام وعدواني، ومن الحيوانات الثديية كابيبارا Hydrochoerus hydrochaeris وهي من القوارض الأكبر في

١ . الموز نبتة من فصيلة الأعشاب، وقبل تدجينه واستهلاكه في الحضارات البشرية، كان مليئاً ببذور كبيرة صلبة وغير صالحة للأكل، وتوصل الإنسان لتهجين أشجار الموز لإنتاج فاكهة موز خالية من البذور وذلك قبل ٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد، وتواجد في البداية في جنوب شرق آسيا، ثم انتقلت إلى أفريقيا ثم الأمريكتين قبل ٣ آلاف عام.

العالم، واكل النمل العملاق يعرف أديانا باسم دب النملgiant anteater، وتعيش القضاة العملاقة أو ثعلب النهر العملاق، ومن الزواحف تمساح كمان الأسود أكبر أنواع التماسيح في العالم، والضفدع السام ذو الألوان الزاهية وسم الضفدع السام يتواجد في جلده، وسحرة البازيلسق Basiliscus التي يمكن أن تمشي على الماء، ومن الحيوانات المائية التي تعيش في مياه نهر الأمازون سمكة بيرانا السمكة الضارية المفترسة، وسمكة الاربمة من أضخم الأسماك النهرية في العالم، وسمكة الانقليس الرعاد تستطيع إحداث تفريغ كهربائي قوي من خلال جسده، ودولفين نهر الأمازون، وقرن الأسد الذهبي المهدهد بالانقراض، وحيوان الكسلان ذات الثلاث أصابع، والتابير السناد حيوان ثديي من ذوات الظلف الواحد، ونمر جاكوار. الصورة ٥٥. حيوانات تعيش في غابة الأمازون.



الصورة ٥٥. حيوانات تعيش في غابة الأمازون

لم تسلم غابة الأمازون من انتهاكات الإنسان الجائرة، حيث ساعد موقعها المتميز في قارة أمريكا الجنوبية، وخصوبة الداء فيها على جذب الكثير من الطامعين إليها، دون أي اهتمام منهم تجاه المحافظة على دورة الداء الطبعة فيها، ويمكن حصر الأضرار التي تعرضت لها بالآتي: قطع الأشجار وقلع النباتات لتحويلها إلى مراعي، واستخدام أخشابها في صناعات متعددة، وتجريف التربة بهدف إنشاء طرق تربط بين المناطق المحطة بها، وإنشاء مناطق سكنة على أطرافها، وتركيز الحطابين على اقتلاع أصناف معينة من الأشجار دون غيرها، نظراً لقمة وجودة

أخشابها العالية، مما تسبب في تهديد وجودها في الغابة، كما أسهم الجفاف الذي حل بغابة الأمازون منذ أربعة عقود في جفاف العديد من أنهارها وموت أعداد كبيرة من الأسماك فيها، ناهيك عن اضطراب الحيوانات الجائر...

تعرضت الغابات في عام ٢٠١٩م، لأسوأ موجة حرائق من سنوات طويلة، حيث تم إشعال نحو ١١٣٠ حريقاً، بحسب المعهد الوطني البرازيلي لأبحاث الفضاء، وتقع أكثر من نصف الحرائق في حوض الأمازون ولا تقتصر الحرائق على البرازيل فحسب، إذ أتت النيران على ما لا يقل عن عشرة آلاف كيلومتر مربع في بوليفيا بالقرب من حدودها مع باراغواي والبرازيل، وغالباً ما يتم إشعال حرائق في غابات الأمازون عمداً لإخلاء الأرض، وبعد أن يحصل قاطعو الخشب على ما يريدون، يحرق مضاربون ما يتبقى من نباتات لإخلاء الأرض على أمل بيعها للمزارعين، بلغت حرائق الغابات في كل أنحاء البرازيل أعلى مستوياتها منذ عام ٢٠٠٣م، وازدادت بنسبة ٨٤ % عام ٢٠١٩م، وتُعد غابات الأمازون واحدة من المحميات الطبعة التي تضم نباتات فريدة من نوعها وما يقرب من ١٦٠٠٠ نوع من الحيوانات وهناك أنواع أخرى مازالت تحت الاكتشاف.

ب . الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا: يعد حوض الكونغو ثاني أكبر غابة مطيرة استوائية في العالم بعد الأمازون، حيث تبلغ مساحته نحو مليوني كيلومتر مربع من الغابات الرطبة يقع في المقام الأول في جمهورية الكونغو الديمقراطية، تتميز الغابة المدارية المطيرة في أفريقيا بأنها تشبه غابة أمريكا الجنوبية لكنها أقل نمواً وتطوراً، وأقل غنى بالتنوع الحيوي من غابة الأمازون، وعلى غرار غابة الأمازون، تمتص غابات حوض الكونغو أطناناً من ثاني أكسيد الكربون وعادة ما تسمى غابة حوض الكونغو الرئة الخضراء الثانية للكوكب بعد الأمازون، يعتبرها الخبراء وسيلة أساسية لمكافحة تغير المناخ، كما أنها تعد ملاذاً لأنواع مهددة بالانقراض. تتوزع الغابة في أفريقيا في ثلاث مناطق رئيسة هي النطاق المتقطع غير المستمر على طول سواحل غرب أفريقيا، والجزء الشمالي من حوض الكونغو، ومواقع متفرقة على طول سواحل شرق أفريقيا وعلى طول الساحل الشرقي لجزيرة مدغشقر.

وتضم آلاف الأنواع من النباتات الخضراء والحيوانات، وتُعد مأوى لبعض الكائنات النادرة، إذ إنها تحتوي على ٤٠٠ نوع من الثدييات، و٧٠٠ نوع من الأسماك، و١٠٠٠ نوع من الطيور و١٠

آلاف نوع مختلف من النباتات الاستوائية والتي ٣٠% منها عبارة عن نباتات استوائية متوطنة في الغابة.

تعد الموطن الرئيس لأنواع متعددة من القروء منها الغوريلا الشرقية، وهي نوعان غوريلا السهل التي تعيش على ضفاف الأنهار في الغابون وزائير والكاميرون، وفي غابات شرق الكونغو، وغوريلا الجبال التي تعيش فوق جبال وهضاب الكونغو وأوغندا. وقرود الشمبانزي، وقرود الماندريل من القروء ضخمة الحجم، والقرود الأزرق وهو نوع فريد من القروء، وهو من قروء العالم القديم، كما تعيش في الغابة المدارية المطيرة في أفريقيا حيوانات ثدييات كبيرة مثل حيوان أوكابي، والزرافة التي تشهد أعدادها تراجعاً في ظل تدهور بيئاتها الطبيعية، وانتشار الأمراض، واستمرار صيدها وقطع رؤوسها، والنمر الأفريقي، والفيلة التي تشتهر بالقرون الطويلة من العاج تناقص أعدادها بسبب ممارسات الصيد غير المشروع من أجل اللحوم والعاج، وبونغو هو حيوان ثديي، ونوع كبير من الطباء، وفرس النهر القزم وهو حيوان نادر، ومن الحيوانات الآكلة للحوم حيوان الفوسا وهو يشبه القط في الشكل، وهو يعد أكبر أنواع الثدييات آكلة اللحوم في مدغشقر. كما تشمل الغابات الأفريقية على أنواع متعددة من الطيور، وتوجد من الزواحف الثعابين مثل ثعابين البايثون، وثعابين المامبا وهو نوع من أنواع الافاعي السامة جداً، وهناك العديد من الضفادع منها الضفدع ذا العلامات المربعة لوجود مربعات على رأسه، والضفادع الأفريقية المخالب، والضفدع الأفريقي العملاق أو العلجوم الأفريقي، والحرباء المستوطنة، كذلك توجد الحشرات بأعداد ضخمة، حيث يوجد هنالك نحو ١٠٠ ألف نوعاً من الحشرات منها حشرة السرافف العسوية الأرضية أو النمل الأبيض، ومن القوارض فئران العشب المخططة، وزبابات أفريقية الخلد الذهبي، وشيهم العالم القديم. تشمل الغابات المطيرة في مدغشقر على العديد من الحيوانات مثل حيوان اللامور، تواجهت اللامورات في جمع أنحاء الجزيرة قبل وصول البشر منذ ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠م عام، وهنالك ما يقارب ١٠٠ نوع من حيوان اللامور، ولكنها مهددة بالانقراض، الصورة ٥٦. حيوانات تعيش في الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا.

تشمل غابة أفريقيا العديد من الأشجار مثل الماهوجني الأفريقي، وشجرة القطن الحريري، ونخيل الزيت، وبعض الأشجار الحاملة للمطاط. كما تتميز بمظلة واضحة وطبقاتها المتميزة. ونباتاتها الهوائية والمتسلقة.



الصورة ٥٦. حيوانات تعيش في الغابات الاستوائية المطيرة في أفريقيا

تشهد الغابة الإفريقية ظاهرة إزالة حيث يتم قطع الأشجار في أديال إفريقيا والغابات الاستوائية بطرق غير شرعة، ويعتمد المزارعون المحليون على إنتاج الفحم كطوق نجة لإطعام أسرهم، خاصة في مواسم الجفاف، وينتقل منتجو الفحم النباتي ضمن مجموعات عائلة، حيث يقومون بتقدم كافة الأشجار التي يمكنهم قطعها، كما تتعرض الغابة للحرائق بسبب الجفاف وتغير المناخ.

ج . الغابات الاستوائية المطيرة في إقليم والاسا أرخبيل الملايو أو الإندونيسي . الماليزي: يعد ثاني أكبر مناطق الغابات المدارية المطيرة يشبه في تكوينه تكوين سابقه الأمريكي والإفريقي إلى جانب أنماط خاصة بهذا الإقليم بسبب خصائص السطح والتربة والمناخ.

يحتوي أرخبيل الملايو (ماليزيا) على أكبر مجموعة من الجزر في العالم، ويمر خط الاستواء في وسط المجموعة، ويقع الأرخبيل بين جنوب شرقي آسيا وأستراليا، إذ يضم نحو عشرين ألف جزيرة، ويضم الفلبين وإندونيسيا، بما في ذلك جزر سوندا، وجزر سوندا الكبرى، وجزر سوندا الصغرى، وتبلغ مساحة الأرخبيل ٢,٨٨٦,٢١٠ كم^٢. تغطي الغابات نصف مساحة إندونيسيا (١٧ ألف جزيرة) على الدابة، ويوجد في الغابات المطيرة الاستوائية الإندونيسية تنوع كبير بالنباتات والحيوانات، وسبب هذا التنوع الكبير هو خط والاس الذي يقسم إندونيسيا إلى نطاقين

جغرافيين النطاق الأول نطاق متأثر بالحيوانات والنباتات الآسيوية، والنطاق الجغرافي الثاني المتأثر بالحيوانات والنباتات الأسترالية، وتنقسم النباتات والحيوانات في إندونيسيا من قبل خط والاس الذي يمتد بين بالي ولومبوك (سوندا الصغرى)، ويستمر باتجاه الشمال بين كلاً من كلاً من جزيرة بورنيو، وسولاويزي الواقعة تقع بين جزيرة مالوكو وجزيرة بورنيو، وخط والاس عبارة قناة في المياه العميقة التي تمثل الحافة الجنوبية الشرقية بجرف سوندا الذي يربط بورنيو وبالي وجاوا وسومطرة تحت الماء بالبر الرئيس لجنوب شرق آسيا، وبالمثل فإن استراليا مرتبطة بواسطة جرف ساهول بغينيا الجديدة، الحدود الجغرافية الحيوية المعروفة باسم خط لينكر، الذي يفصل الحافة الشرقية لوالاسيا عن المنطقة الأسترالية، والخريطة ٢٤. الحواف القارية لجزر سوندا وسوهول ووالاسيا هي المنطقة بينهما.

والاسيا أو والاسيا Wallacea هي تسمية لمجموعة بيوجغرافية تتكون بشكل رئيس من جزر إندونيسية مفصولة بمضائق المياه العميقة عن الجروف القارية لآسيا وأستراليا، بخط والاس، حيث تتشارك جزر السوندا الموجودة على الغرب من الخط، المشتملة على سومطرة وجاوة وبالي وبورنيو، المجموعة الحيوانية الندية مع تلك الموجودة في شرق آسيا، والتي تشمل النمرور والقردة ووحيد القرن، بينما الثدييات الموجودة في لومبوك والمناطق الممتدة باتجاه الشرق تسكنها الجرايات والكظامات (أحاديات المسلك) والطيور المشابهة لتلك الموجودة في المنطقة الأسترالية الآسيوية. وبالتالي نستنتج أنه كان عائقاً في المحط يمنع هجرة الأنواع.



الخريطة ٢٤. الحواف القارية لسوندا وسوهول والاسا

ومن أهم الحيوانات الأسبوية الموجودة بها هي حيوان التابير، والدب الشمسي، ووحيد القرن، والنمر، والفيل، والقرود، أما في الجزر الشرقية من إندونيسا يوجد بها الحيوانات الأسترالية والتي من أهمها حيوانات الكنغر، وطائر الكاسواري (شبنم) طائر ضخم لا يطير، ومن أهم هذه المناطق الشرقية هي جزيرة سولاوسي، وجزيرة مالوكو، وجزيرة نوسا تنقارا.

هناك تنوع في الحياة البرية لإندونيسا من حيث النباتات والحيوانات ويعود ذلك لمساحتها الكبيرة والمناخ الاستوائي وطبيعة تضاريسها المتنوعة ما بين غابات وسواحل وشواطئ وكثبان رملية وغيرها ما جعلها تقع في المرتبة الثالثة بعد البرازيل من حيث التنوع الحيوي، تملك إندونيسا الواقعة في جنوب شرق آسيا ثالث أكبر غابات استوائية في العالم بعد البرازيل والكونغو، وهي تشكل أحد أهم المواطن لأنواع نباتية وحيوانية نادرة، وللحفاظ على الحياة البرية في الغابات الإندونيسية تم إعلان حدائق وطنية كمحمات كبيرة في الأرخبيل والتي هي منتشرة على مساحات

واسعة من سومطرة، وبورنيو (كل منتان)، سولاويسي، وبابوا. وتشمل أنواع المجموعة الحيوانية في غابات إندونيسيا الاستوائية، كما في الصورة ٥٧. منها:

الأنوا الجاموس القزم anoa، أصغر جاموس في العالم، مهدد بالانقراض بسبب الصيد المفرط. و**البابيروسة** حيوان ثدي شبه بالخنزير متوطن في جزيرة سولاوسي والجزر المحيطة بها من جزيرة سولا، و**جزيرة بورو**. و**نمر سومطرة** هو الأصغر بين جمع أنواع النمر، يعيشون في جزيرة سومطرة، أنواعه مهددة بالانقراض، بسبب فقد الموائل والصيد غير المشروع. و**قروود المكاك** **السوداء** من فصيلة سعادين العالم القديم، وتعد من فصائل الحيوانات المعرضة للانقراض. و**الكوسكوس** حيوان ثديي من فئة الجرابي يعيش ويتكاثر في أستراليا والجزر القريبة منها وبابوا الإندونيسية، وهو نوع نادر من الجرابيات، و**قروود الترسيير** أصغر الرئيسات في العالم، حجمه فقط بين ١٠ و ١٥ سم، ويزن نحو ٨٠ غراماً، و**وحيد القرن السومطري** أحد الثدييات الضخمة، ووحيد القرن الجاوي أدرج على قائمة الأنواع المعرضة للانقراض، و**غزلان الفأرة** أو غزال جاوة في إندونيسيا. و**قرود الأورانجوتان** Orangutan (إنسان الغابات) هناك نوعان إنسان الغابة البورنيوي ويسمى أيضاً بالقرود الأحمر، والنوع الآخر إنسان الغابة السومطري، و**دجاج أيام سمانى** هو نوع من أنواع الدجاج الإندونيسية النادرة. و**التنين كومودو** أكبر سلطة في العالم .



الصورة ٥٧. أنواع المجموعة الحيوانية في غابات إندونيسيا الاستوائية

تُعد والاسا موطناً لأنواع من النباتات النادرة كما في الصورة ٥٨. نذكر بعض النباتات في غابات أرخبيل إندونيسيا الاستوائية:

زهرة رافلسا أرنولدية *Rafflesia arnoldii* من أكبر الزهور في عالم النبات، حيث يصل قطرها لمتر ووزنها لـ ١١ كيلوغراماً، لس لها جذور ولا أوراق ولا سقان، حيث تتطفل على النباتات المحطة بها، وتتمتع برائحة غريبة وكريهة لس كالزهور الأخرى، إذ يطلق عليها تسمية زهرة الجثة وذلك لرائحتها القوية كرائحة الجثة. ونبات **دراكونكولاس فولجارز** *Dracunculus vulgaris* يطلق على هذه النبتة شجرة التنين هي عبارة عن ساق بنفسجة اللون مرتبط معها أوراق عديدة تتميز برائحتها الكريهة تتغذى هذه النبتة على الحشرات الطائرة. وأشجار **الصنوبر** *Pinus* تنمو في مناخ شبه استوائي في التلال الباردة من الجبال البركانية، وأشجار **الأوكالبتوس (الكينا)** *Eucalyptus* توجد أنواع قليلة منها، وهي أشجار بارزة في أستراليا، وفي والاسا. ونبات **البوقة المخادع** (عشبة الأباريق البوقة الصفراء) *Sarracenia flava* **rubricorpora** الذي يأكل النمل. و**شجرة الجامبو** (البامبوزيا) *Syzygium cumin* وتسمى تقاحة الورد، لأن ثمارها تشبه التفاح في شكلها. و**جوز الجندم** *Garcinia mangostana*. و**مسبحة البازلاء** *Rosary Pea* (عين العفريت) نبات متعشش يمكن أن يبلغ قمة الأشجار العالية، موطنه الأصلي إندونيسيا والمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في العالم.



الصورة ٥٨. بعض النباتات النادرة في غابات أرخبيل إندونيسيا الاستوائية

كما يُعد أرخبيل الفلبين من أغنى مناطق الغابات المدارية المطيرة في تنوعها الحيوي، حيث تغطي معظم الجزر الجبلية غابات استوائية مطيرة والتي هي بركانة في الأصل. تزخر الغابات

المطيرة الفلبينية بمجموعة واسعة من النباتات، قُدر عدد أنواع نباتة في الغابات المطيرة الفلبينية بنحو ١٣٥٠٠ نوع، منها ٣٢٠٠ فريدة من نوعها توجد فقط في هذه الجزر الفلبينية، الصورة ٥٩. أنواع نباتة في الغابات المطيرة الفلبينية. بما في ذلك الأنواع النادرة العديدة: السحلبات، وزهرة رافلسا، وقنب مانيل (الأبكا) Abaca ، ونبات كرمة الشم من النباتات النادرة، وأشجار جوز الهند، والبابايا Papaya، والأناناس Pineapple (تقاح الصنوبر) كما يسمونه بالفلبينية، وأشجار الرامبوتان Rambutan ، وأشجار دوريان Durian هي فاكهة شوكية استوائية حلوة المذاق ولكن لها رائحة مثل الجبن المتعفن، يلقبونها بطعم الجنة ورائحة النار. وارتوكاربوس Artocarpus blancoi، وتعني شجرة ثمر الخبز. وشجرة اللهب أو الشعلة الملتهبة، أو البونسانا، Royal Poinciana or Flamboyant وشجرة الماهوجني الفلبيني.



الصورة ٥٩. أنواع نباتة في الغابات المطيرة الفلبينية

أما الحيوانات تشمل الأنواع المتوطنة الأيل الفلبيني المرقط Rusa alfredi وهو نوع من الأيل المهدد بالانقراض، والغزال الفأر الفلبيني (تراجولا) Chevrotain، وخنزير البابيروسا Babiroussa أكثر الخنازير بدائية، والامور الطائر الفلبيني (كُولجو Colugo) وهو حيوان جرابي، والعقاب الفلبيني، المعروف أيضا باسم العقاب آكل القردة، وطائر دراج بالوان Palawan Peacock Pheasantd شبه الطاووس، وزباد النخيل الآسيوي المهدد بالانقراض نتيجة إزالة الغابات وفقدانها للكثير من الموائل الطبيعية، وهناك عدة أنواع من الثعابين منها

الكوبرا الفلبينية، وهي من أكثر الأنواع سمية من خلال البصق، والأصلة البورمة وهي من الثعابين الكبيرة العاصرة غير سامة. الصورة ٦٠. حيوانات تعيش في الغابات المطيرة الفلبينية



الصورة ٦٠. حيوانات تعيش في الغابات المطيرة الفلبينية

غابات أشجار المانغروف: من أهم الملامح الرؤسة لهذا الإقليم غابات المانغروف، وهي مجموعة من النباتات الملحة تُمثل نمطاً خاصاً من أشجار دائمة الخضرة، ويراوح طول الأشجار ما بين ٥ إلى ٧ أمتار، ومن أفضل مناطق نموها المناطق الساحلة في كل من إندونيسيا وغينيا الجديدة والفلبين، حيث تمثل نحو ٧٥٪ من مساحة السواحل الاستوائية في العالم، وتُستأثر إندونيسيا بـ ٣٧٪ من مساحة غابات المانغروف على مستوى العالم، حيث تحتل مساحة تُقدر بنحو ٣,٧ مليون هكتار، وتمتد غابات المانغروف مئات الكيلومترات بمحاذاة السواحل كما في سومطرة وجاوة، وكلا منتان، وإيربان، وجاية. وتحتل ما يزيد على أربعة ملايين هكتار. الصورة ٦١. غابة أشجار المانغروف.



الصورة ٦١٠. غابة أشجار المانغروف

٦.١. تأثير الإنسان في الغابات الاستوائية المطيرة:

لعبت الغابات على مر العصور دوراً حضارياً وتاريخياً مهماً حيث كانت موطناً للعنصر البشري منذ القدم. فعلى مر السنين لم يقطن الغابات المطيرة إلا القليل من الناس، ويقوم معظم هؤلاء بإخلاء مناطق صغيرة ليزرعوا مكانها المحاصيل حيث يقومون بقطع الأشجار وحرقها وزراعة البذور بين الرماد، لكن بعد سنوات قليلة لا تعطي الطبقة قليلة العمق من التربة محصولاً جيداً، حينئذ ينتقل المزارعون إلى مكان آخر وتبدأ هذه العملية من جديد، يمكن لهذا النوع من الزراعة المسماة زراعة القطع والحرق دعم حياة عدد قليل فقط من السكان، ولا يمارس بعض سكان الغابات المطيرة حرفة الزراعة، فالأقزام في الغابات المطيرة في وسط إفريقيا، على سبيل المثال، يعيشون على صيد الحيوانات البرية وجمع النباتات البرية والتجارة مع القبائل الزراعية .

أما اليوم يهدد النمو السريع لسكان العالم وزيادة الطلب على الموارد الطبيعية معظم الغابات الاستوائية المطيرة لما تحتويه من موارد طبيعية كأخشاب، ولب الورق، والمطاط الطبيعي، وكائنات حية متعددة، فقد قام الناس بتدمير مساحات كبيرة منها عن طريق قطع الأشجار لإنشاء المزارع والمدن، وتسببت أعمال التعدين الضخمة، وتربية الماشية، ومشروعات إنتاج الخشب في حدوث أضرار كبيرة، ويقدر العلماء أنه يتم تدمير نحو ٥,٥ إلى ٢٢ مليون هكتار من الغابات الاستوائية المطيرة سنوياً. كما أنهم يخشون أن تؤدي الزيادة في تدمير الغابات إلى القضاء على السكان المحليين ومئات الآلاف من أنواع النباتات والحيوانات.

وتعد حرائق الغابات الاستوائية المطيرة من أخطر المشكلات التي تواجهها الغابات المدارية المطيرة، وهناك عاملان أساسيان في نشوب مثل هذه الحرائق عوامل طبعية لا دخل للإنسان فيها، مثل الرعد، والشرارات الناتجة عن حركة تحرج الأحجار، والثورات البركانية، والاشتعال الذاتي نتيجة درجة الحرارة العالية في مواسم الجفاف، وما يزيد من تأثيرها هو ارتباطها بهبوب عواصف قوية تعمل على انتشار النار بسرعة أكبر. إن الغابات المدارية المطيرة على الرغم من مقاومتها للحرائق الطبعية، إلا أنها قد تصبح أكثر عرضة لهذه الحرائق خلال فترات الجفاف الشديد، فالارتفاع غير المسبوق لدرجة الحرارة من ١٠٠ عام أي من ١٨٢٠م حدث جفاف نتيجة عدم سقوط الأمطار ما يتسبب في جفاف الأوراق ومن ثم خروج غاز الميثان وتفاعله مع الأوراق فبسبب حرائق في الغابة.

أما العوامل البشرية: يكون الإنسان سببها، غالباً ما ترتبط الحرائق التي تحدث في الغابات المطيرة بالممارسات الزراعية، فالقطع والحرق هو أسلوب زراعي يتضمن قطع وحرق النباتات في الغابات لإيجاد الأراضي الزراعية، كما هو الحال لبعض القبائل كالأقزام في حوض نهر الكونغو في أفريقيا، والهنود الحمر في حوض نهر الأمازون، وقبائل أورانغ أسلي Orang Asli في جنوب الملايو، وغينا الجديدة... التي تعتمد على استخدام تقنيات زراعة بسيطة، وتستخدم النار في حرق أشجار الغابات من أجل الزراعة وعندما تضعف خصوبة الأرض التي تمت زراعتها ينقلون إلى منطقة أخرى.

يمكن لهذه الحرائق المتعمدة أن تخرج عن نطاق السيطرة ما يؤدي إلى كارثة بيئية، ومن الأمثلة على العوامل البشرية حرائق غابات إندونيسا وهي مجموعة حرائق متتالية بدأت في عام ١٩٩٩م، وانتهت في عام ٢٠٠٥م، وامتدت على مساحات شاسعة في كل من كلمنتان وسومطرة وجاوة وغيرها، حيث أدت إلى تدمير مئات آلاف الكيلومترات من الغابات الإندونيسية، وذلك لإفساح المجال أمام زراعة أشجار نخيل الزيت، وكذلك توفير مساحات إضافية لإقامة مناطق سكنة جديدة لمواجهة متطلبات الزيادة السكانية، ولذا نجد أن الحرائق الضخمة تعد من أبرز الكوارث البيئية التي تشتهر بها إندونيسا منذ مطلع القرن العشرين.

كانت الغابات الاستوائية في نهاية الثمانينات من القرن العشرين تغطي مساحة تقدر بنحو ١٠ مليون كم² تقريباً، يباد منها ما يقرب من ١٠٠,٠٠٠ كم² كل عام، لقد تسبب قطع الأشجار بغرض التجارة لبيعها كأخشاب في دمار بيئي كبير، حيث تهدد عملة قطع أشجار الأخشاب

الصلدة، بانقراض بعض الأنواع، ومن الأنواع المعرضة لهذا الخطر أشجار التيك والزان والماهوجني والأخشاب الاستوائية الحمراء الأخرى... ويهدد هذا الأمر الكثير من الأصناف الحيوانية التي تعيش في إقليم الغابة المدارية المطيرة.

ففي دراسة أوردتها دورية (تغير مناخ الطبعة) أن إزالة الغابات في المنطقة المدارية تسهم في تفاقم ظاهرة الاحتباس درجة الحرارة، وتهدد إنتاج الغذاء في العالم عن طريق الإخلال بأنماط هطل الأمطار في أرجاء العالم، وقالت الدراسة التي أوردتها دورية (تغير مناخ الطبعة) إنه بحلول عام ٢٠٥٠م، قد تؤدي عمليات إزالة الغابات إلى تراجع هطل الأمطار بالمناطق المدارية بنسبة ١٥% بما في ذلك مناطق الأمازون بأمريكا الجنوبية، وجنوب شرق آسيا، ووسط أفريقيا، وقد تؤدي إزالة الغابات المدارية بالكامل إلى زيادة في درجة حرارة الأرض قدرها ٠,٧°م.

كما أن إزالة الأشجار وزراعة محاصيل مكانها يؤدي إلى إطلاق غاز ثاني أوكسيد الكربون في الجو ما يسهم بدوره في إحداث الاحتباس درجة الحرارة، وأشارت الدراسة إلى أنه إذا استمرت أنشطة قطع الغابات على معدلاتها الحالية في منطقة الغابات المطيرة بالأمازون في أمريكا الجنوبية فإن محصول فول الصويا الذي تنتجه المنطقة قد يتراجع بنسبة ٢٥% بحلول عام ٢٠٥٠م.

إن مسألة حماية وإدارة الغابات الاستوائية المطيرة لم تعد شأنًا محلياً بالنسبة إلى الحكومات الوطنية، بل أصبحت محور الاهتمامات الدولية ومحل مناقشات واتفاقات دولية لوضع خطط لوقف تدمير هذه الغابات وتفعيل حلول ملموسة لمعالجة هذه الظاهرة.

وهناك الكثير من المحميات الطبيعية في إقليم الغابات الاستوائية المطيرة، وربما يمكن القول أنه لا توجد دولة تخلو من محمية طبيعية على الأقل، فالغابات المطيرة من أكثر بقاع الأرض زخراً بالحياة، فهي ليست فقط مأوى لأنواع من النباتات والحيوانات الفريدة من نوعها، ولكنها أيضاً بمثابة الوطن لأولئك الذين يعيشون بين أشجارها الكثيفة.

خصصت إندونيسيا نحو ٤٤ من المتنزهات الوطنية كمحميات كبيرة في الأرخيبيل والتي هي منتشرة على مساحات واسعة من سومطرة، وبورنيو (كالمنتان)، وسولاويسي وبابوا...، تضم الحاة البرية الأكثر عرضة للانقراض، ومن المحميات الحيوية الأرخيبيل الإندونيسي نذكر:

١. **حديقة بوابة الجدم حديقة** (بوكت لوانج الوطنية) في سومطرة تندرج تحت قائمة التراث العالمي للغابات الاستوائية المطيرة تعد الحديقة محمية طبعة لحيوان إنسان الغابة.

٢. **حديقة تامان سفاري**، تقع غربي جاوة، تتميز بالتنوع الحيوي، حيث يستوطنها العديد من النباتات والحيوانات والطيور بعضها مهدد بالانقراض، كالنمور البنغالية، والزراف، ودب الملايو، والقروء، وفرس النهر، والحمار الوحشي، والفهد، وفيل سومطرة، وأرنب سومطرة المخطط، والسحفاة جلدية الظهر.

٣. **حديقة تامان نجارا** في ماليزية أول وأقدم منطقة محمية رسمية في ماليزيا، ومن أقدم الغابات المطيرة في العالم والتي يقدر عمرها بنحو ١٣٠ مليون سنة، تتسم بالتنوع الحيوي، ويعش السكان في الغابة في تجمعات صغيرة يراوح عددها من ١٠ . ٣٠ فرد ويمارسون الصيد من أجل طعامهم،

٤. **حديقة بينانج الوطنية** مساحتها ما يقارب الـ ٢٠٠٠ هكتار من الغابات الكثيفة في ماليزيا، وهي عبارة عن محمية غابات طبعة حيث أنها تحتوي على ٤١٧ نوعاً من الحاة النباتات و١٤٣ نوعاً من الحاة الحيوانات، بالإضافة إلى الأشجار الضخمة المعمرة، كما تضم أنواع متعددة ومتنوعة من أشجار المانغروف العملاقة بالإضافة إلى العديد من أنواع الحيوانات البحرية والبرية والحشرات والطيور وغيرها، ومحمية بينانج تحتوي على بعض أنواع الفراشات الغريبة والنادرة والمهددة بالانقراض.

٥. **محمات منطقة دافاو**: في جزيرة مينداناو جنوب الفلبين موطن للمحات الطبعة تحتوي على مجموعة من الحدائق البيئية، حديقة النسور، وحديقة الفراشات، وحديقة التماسيح ... ومحمية جبل آبو، وأعلى قمة فيه تبلغ ارتفاعها ٣٤١٢م، وتتميز قمته بأنها قمة من البراكين شبه النشطة كما تحتوي جزيرة مينداناو على محمية طبعة لمجموعة كبيرة من الطيور، ويمارس سكانها الزراعة، وأشهر محاصيلها البن والكافور...

أمّا المحمات الإفريقية: متميزة في عظم مساحاتها التي تزيد عن مساحات بعض دول العالم كما تتميز بتنوع الحيوانات والنباتات فيها وندرتها، منها:

١. **محمية لامبوبو العابرة للحدود** في إفريقيا تُعد محمية لامبوبو من أشهر المحمات الحيوانية الموجودة في العالم وأكبرها، تُقدر المساحة الإجمالية للحديقة العابرة للحدود نحو ٣٧,٥٧٢

كيلومتر مربع، تربط مجموعة من الحدائق الوطنية في جنوب أفريقيا وزيمبابوي وموزمبيق، وتحمي الحديقة تنوعاً كبيراً من الحياة البرية في منطقة إفريقيا الجنوبية، مثل الزرافات، والفيلة، والأسود، والجوامس، والنمر الأفريقي، ووحيد القرن الأبيض، وغيرها من الحيوانات، أما النباتات فقد تم إلحاق محمية صغيرة تهتم بالنباتات النادرة.

٢. **محمية كروجر الوطني** أكبر المنتزهات الوطنية في جنوب إفريقيا، يغطي مساحة تُقدر بنحو ١٨,٩٨٩ كيلومتر مربع، ويمتد لمسافة ٣٥٠ كم من الشمال إلى الجنوب، و٦٠ كم من الشرق إلى الغرب، يوجد فيه أكثر من ٥٠٠ فصيلة من الطيور، و١٠٠ من الزواحف، وما يقرب من ١٥٠ من الثدييات، ومواقع أثرية متعددة وتنوع كبير في الأشجار والزهور. حيث تسكن المحمية أنواع مختلفة من الحيوانات بعضها مهدد بالانقراض، كوحيد القرن الأسود، والإمبالا (الظبي الإفريقي)، والإيلاند نوع من الظباء من فصيلة البقرات... وتوجد في المحمية حيوانات لا يمكن أن توجد في مكان آخر بسبب ندرتها ومنها العقاب النوبي المهدد بالانقراض، والحبارى الكوري المميز بشكله وحجمه الكبير، والعقاب المقاتل...

٣. **محمية ماساي مارا الوطنية** في كينيا تبلغ مساحتها الكلية ١٥١٠ كم^٢، وهي واحدة من أهم وأكبر محميات أفريقيا، وتشتهر بوجود بعض الحيوانات المميزة مثل أسود الماساي، والنمور الأفريقية، والفهود التنزانية، وأعداد من حيوانات جنس الظباء ويشمل هذا كل من الغزلان والإمبالا والديكر، زرافة الماساي. وتحتوي المحمية على ٤٧٠ نوع من أنواع الطيور، والعديد منها من الطيور المهاجرة، مع وجود ٦٠ نوع من الطيور الجارحة، من أنواع النسور المختلفة. كما تتميز عن غيرها من محميات أفريقيا بوجود الهجرات الجماعية للحيوانات البرية السنوية مثل هجرات الحمير الوحشية، وغزال طومسون، وحيوان النّو (التيتل الأفريقي)...

٤. **منتزه سيرينغيتي الوطني** في تنزانيا واحد من مواقع التراث العالمي، يغطي مساحة ١٥ ألف كم^٢، ويضم المنتزه مخزوناً غنياً من الحيوانات البرية، منها الأسد، والفهد، والفيل، والجاموس، والكركن الأسود.

٥. **محمية نجورو نجورو** التي كانت جزءاً من منتزه سيرينغيتي الوطنية عندما تم إنشاؤها، وتضم مجموعة واسعة من الحيوانات البرية المهددة بالانقراض مثل الكركن الأسود، وإلى الجنوب الغربي منه يقع محمية ماسوا الطبيعية. وفي كل عام عندما يحل موسم الجفاف، تهاجر مئات الآلاف من الحيوانات البرية بحثاً عن العشب الطازج.

ومن محمات القارة الأمريكية نذكر:

١. محمة بانتال يقع الجزء الأكبر من هذه المحمة في البرازيل، بينما تمتلك كل من دولتي بولفا والباراغواي على أجزاء بسيطة من المحمة، تبلغ مساحتها الإجمالية ١٨٧٨١٨ هكتاراً، تُعد واحدة من أكبر المناطق الرطبة الاستوائية (مستنقعات) في العالم، تحيط بها الجبال المرتفعة من كل جانب تتدفق ماها الأمطار من هذه المرتفعات إلى بانتال، فتغرق الكثير من المناطق المنخفضة فتكون جزراً صغيرة، تنمو حولها نباتات استوائية تتجذب إليها الحيوانات، ومن أندر الحيوانات التي تعيش في الأراضي الرطبة هي الغزلان المستنقعة، وثلث النهر العملاق، وهي موطن للأنواع التالية المهددة بالانقراض الببغاء، واكل النمل العملاق، وتمساح الكايمان أكبر الحيوانات المفترسة في الأمازون، والجاكوار النمر الأمريكي، وبعض الزواحف مثل تجو الكولومبي (تجو الذهبي)، والسحفاة حمراء القدم، وثلثان الأناكوندا الصفراء، والعديد من الطيور بلشون أغامي ...

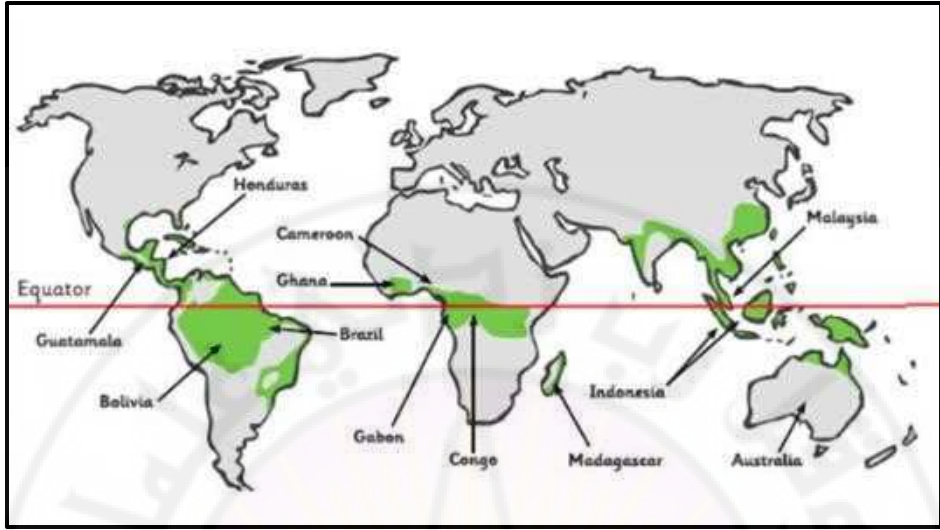
٢. حديقة تجوكا الوطنية غابة مطيرة استوائية في ريو دي جانيرو البرازيل، تغطي الحديقة مساحة ٣٢ كم^٢، تحتوي هذه الحديقة على مساحات خضراء واسعة حيث كانت جزءاً من الغابات المطيرة الأطلسية التي تمتد من جنوب البرازيل إلى الشمال قبل قطعها وإعادة تطويرها لإنتاج القهوة وقصب السكر، موطن لمئات الأنواع من النباتات والحياة البرية، والعديد منها فريدة من نوعها في المنطقة وتواجه الانقراض.

٢. إقدام الغابات المدارية الموسمية (seasonal tropical forests)

يطلق عليه أحياناً اسم غابات السافانا Savanna Forests وتُعرف أيضاً بالغابات الرطبة المتساقطة الأوراق أو الغابات الاستوائية الموسمية، وهي تمثل مرحلة انتقال بين الغابات الاستوائية المطيرة من جهة والسافانا من جهة أخرى. فهي نمط من أنماط الأقالام الموسمية ذات المطر الصفي ودرجة الحرارة المرتفعة، ويُسميها البعض بالغابات الموسمية لأنه يتمثل فيها المناخ الموسمي. تتميز هذه الغابات عن الغابات المدارية الاستوائية المطيرة بأن كثيراً من أشجارها ونباتاتها تسقط أوراقها أو تتوقف عن النمو في فصل الجفاف، وأشجارها تكون أقل ارتفاعاً وأكثر تباعداً منها في الغابات المطيرة، كما أن الكثير منها يتفرع بالقرب من سطح الأرض، وتتغطى أرضها بكثير من الشجيرات والحشائش التي تجعل التنقل داخل الغابة أمراً صعب في كثير من الأحيان.

١.٢. التوزيع الجغرافي:

يمتد بين دائرتي العرض ١٠° و ٢٠° شمال وجنوب خط الاستواء، يتركز هذا الإقليم في المناطق التي تمتع بالمناخ الموسمي، وتوزع في العالم على النحو التالي في قارة آسيا: يضم معظم أجزاء شبه الجزيرة الهندية خاصة سواحلها، والصين الهندية (بورما وتايلاند وفيتنام) وجزر الفلبين. وفي قارة أمريكا الشمالية: يضم جنوبي شرقي الولايات المتحدة، وحول خليج المكسيك، وشرق أمريكا الوسطى، وجزر الهند الغربية ووسط وشرقي كوبا. وفي قارة أمريكا الجنوبية: يضم شرقي البرازيل، وأجزاء من كولومبيا، وفنزويلا، وفي قارة إفريقيا: يضم هضبة الحبشة، وشرقي مدغشقر، وساحل موزمبيق، وجنوب السودان، وفي وسط إفريقيا في المناطق الانتقالية بين الغابات الاستوائية وإقليم السافانا، وفي شمال استراليا وشمالها الشرقي. الخريطة . ٢٥. أقالام الغابة الموسمية.



الخريطة ٢٥. إقليم الغابات المدارية الموسمية

٢.٢. الخصائص المناخية: يتميز إقليم الغابات المدارية الموسمية بوجود فصل شتاء جاف واضح، وفصل صيف طويل حار غزير المطر، مما يعني أن هذا يختلف عن الإقليم السابق بوجود فترة جفاف واضحة، تستمر لبضعة شهور، وتتفق مع فصل درجة الحرارة المنخفضة نسبياً، وتمتد هذه الفترة لمدة تصل إلى ما بين ٣ و ٥ شهور، تتراوح كمية الأمطار بين ١٠١٦ و ٢٥٤٠ ملم، وتزيد في بعض المناطق كما في كلكتا في الهند حيث يبلغ المتوسط ٤٥٠٠ ملم، ويتركز هطلها في فصل الصيف، أما درجة الحرارة فهي مرتفعة وعلى مدار السنة، ففي أشهر الصيف تصل درجة الحرارة إلى ٢٧ م°، ونادراً ما تنخفض درجة الحرارة في أشهر الشتاء إلى أقل من ٢١ م°، ولكنها تختلف عن الأقاليم الاستوائية في أن المدى الحراري السنوي واليومي مرتفعان حيث يبلغ المدى السنوي نحو ١٠ م°، وذلك لأن الابتعاد عن خط الاستواء في اتجاه المدارين يؤثر في مجمل العناصر المناخية، فكلما ابتعدنا عن خط الاستواء يزيد طول فترة الجفاف مع انخفاض درجة الحرارة وقلة كمية الأمطار، كما يتسم بوجود بعض التغيرات الفصلية، ومن ثم فإن طبعة الكائنات الحية في هذا الإقليم ستتأثر بالفصلية.

٣-٢. الخصائص الحيوية في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

تتصف الكائنات الحية في الإقليم بخصائص معينة تعكس الخصائص البيئية ودرجة تلائم هذه الكائنات الحية مع بيئتها الطבעية ويعد فصل الجفاف المميز لهذا الإقليم العامل الحاسم في الكثير من الخصائص الحيوية.

أ. الحاة النباتية في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

نستطع أن نجمل بعض الخصائص النباتية التي تميز إقليم الغابات الموسمية عن إقليم الغابات الاستوائية المطيرة بالآتي:

❖ يتميز الغطاء النباتي في إقليم الغابات الموسمية بأنه أقل كثافة من إقليم الغابات الاستوائية المطيرة، مع وجود تباين في كثافة الغطاء النباتي، حيث تزداد الكثافة في المناطق الساحلية التي تتلقى معدل أمطار أعلى.

❖ الغابات الموسمية هي غابات نفضة يسميها البعض الغابات المدارية النفضة تتميز لها عن الغابات المدارية دائمة الخضرة، إذ ترتبط الحاة في إقليم الغابات الموسمية المتغيرة ارتباطاً وثيقاً بالتغيرات المناخية الموسمية، خلال موسم الجفاف تتخلص النباتات من أوراقها، كما تبقى الأشجار والشجيرات القصيرة والتي تُكوّن الطابق السفلي من الغابة خضراء.

❖ تركيب الغابات الموسمية نتجة قلة كمية الأمطار وطول فترة الجفاف، ظهرت بهذا الإقليم أنماط نباتية مختلفة تتمثل بنمطين من الغابات المدارية:

١. غابات مدارية ذات خضرة شبه دائمة (الغابات المدارية شبه النفضة) وتوجد في المناطق التي يراوح فيها فصل الجفاف من شهر إلى ثلاثة، وفي هذه الغابات تسقط أوراق الأشجار المكونة للطوابق العلوية دون غيرها، أما الأشجار والشجيرات المكونة للطوابق السفلية فتبقى دائمة الخضرة، ولذلك توصف هذه الغابات بأنها ذات خضرة شبه دائمة.

٢. غابات مدارية رطبة متساقطة الأوراق (الغابات المدارية النفضة) وتنتشر في المناطق ذات الصدف المطير والشتاء الجاف، وفترة الفصل الجاف أكثر من ثلاث أشهر، تتألف من أشجار أقل كثافة من السابقة، أما الغطاء العشبي كثف، وتوجد هذه الغابات في شرقي أفريقيا وتعرف في الهند بالغابات الموسمية.

❖ الغابات الموسمية عبارة عن غابات مفتوحة، تتسع المسافات بين أشجارها، لا تتمتع بسقف أو تاج متصل من الخضرة، ويتح قلة المتسلقات والعكازيات فرصة أكبر للضوء في أن يتغلغل

إلى أرضة الغابة، مما يؤدي إلى كثرة النمو الأرضي، والذي يظهر على شكل الأدغال والأنجم، ما يجعل اختراقها أصعب من اختراق الغابة الاستوائية المطيرة.

❖ قلة تنوع الأشجار، حيث الكثير من الأشجار ذات النوع الواحد تتركز في مساحة كبيرة، كما هو الحال في أشجار الساج والخيزران في جنوب شرق آسيا حيث تسود في مساحات واسعة.

❖ غابات هذا الإقليم ذات أهمية تجارية كبرى، اقتطع الإنسان مساحات كبيرة منها لحل محلها زراعة المحاصيل المدارية مثل قصب السكر، والرز، والمطاط، والقطن، والشاي... حيث لم يبق منها إلا مساحات محدودة في أماكن منعزلة ووعرة.

❖ الغطاء النباتي هنا لا يُمثل الذروة الحقة بل هي مجتمع متدهور بسبب الحرائق، والتدخل البشري، لذلك تُعد من الغابات الأولية والثانوية بشكل خاص في شبه القارة الهندية.

التطبيق النباتي في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

تتميز الغابات المدارية الموسمية بوجود ثلاث طبقات نباتية، وكل طبقة عبارة عن مجتمع حيوي فريد من نوعه يحتوي على نباتات وحيوانات مختلفة تتكيف مع الداءة في تلك الطبقات المعينة.

١. الطبقة السفلى أرض الغابة، طبقة عشبة سمكة تغطي سطح الأرض، تكثت مع الإضاءة المنخفضة، وتسمح هذه النوعية من النباتات بسهولة الحركة من الحيوانات الكبيرة مثل: ذوات الحوافر مثل الأكاب، والتابير، ووحيد القرن السومطري، والقروء، وكذلك العديد من أنواع الزواحف والبرمائيات والحشرات، كما تحتوي أرض الغابة على النباتات المتحللة، والعديد من أشكال الفطريات تساعد في تحليل فضلات الحيوانات والنباتات.

٢. طبقة الشجيرات تقع الطبقة الشجيرية بين المظلة وأرضة الغابة، يتكون الغطاء النباتي في هذه الطبقة عموماً من الشجيرات التي تتحمل الظلال، والكروم الخشبية التي تتسلق الأشجار لالتقاط أشعة الشمس، ومن الشجيرات السرخسات، والأركيدات، وهي موطن لعدد من الطيور والثدييات الصغيرة والحشرات والزواحف والحيوانات المفترسة

٣. طبقة المظلة هي الطبقة الأساسية للغابة التي تشكل سقفاً فوق الطبقتين تحتوي على غالبية الأشجار، ويراوح ارتفاعها بين ٣٠ و ٤٥ م، وتتميز في كثير من الأحيان بوجود نباتات متسلقة نبات لانا.

ومن أهم أنواع أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية:

■ **شجرة الساج (التك) teak (Tectona grandis)** يمكن اعتبار أشجار هذا النوع مكوناً أساساً في الغابات الموسمية في الهند، وبورما، وتايلاند، والمناطق الجافة نسبياً في جاوة الشرقية، حيث لا تزال هناك بقع صغيرة من غابات المناطق الطבעة، تتساقط أوراقها في موسم الجفاف ثم تعيد نموها في موسم الأمطار، ذات أخشاب صلبة، يصل ارتفاعها أحياناً إلى ٤٥م، تحتوي على زيوت تحمي الشجرة، من العوامل الجوية، والتعفن. ولأخشاب التك قمة كبيرة في صناعة السفن، وفي صنع الأثاث، وتستخدم أوراق التك في سقف البيوت، وفي إنتاج مواد التغليف.

■ **شجرة البامبو bamboo** تعرف أيضاً باسم الخيزران، وهذا الاسم يُطلق على ما يقارب ألف نوع من أنواع الأعشاب والشجيرات ذات الأغصان العملاقة يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٣٧ متراً، وأغلبها تكون بأغصان مجوفة ومقسمة إلى مفاصل أو عقد، وقد استخدمت شجرة البامبو منذ القدم في العديد من الأشياء، حيث استخدمها الصينيون لصناعة الورق وصناعة الأثاث المنزلي، وتعد من أفضل النباتات التي تنقي الهواء، لأنها تطلق ٣٠% من الأوكسجين إلى الغلاف الجوي، وتمتص نسبة أكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بغيرها من النباتات، وتُعد غذاءً أساساً للكثير من الحيوانات، فبراعم الخيزران اللينة، والأوراق مصدر الغذاء الرئيس لدب الباندا العملاق في الصين، ودب الباندا الحمراء في نيبال، ولمور الخيزران في مدغشقر، والغوريلا الجبلية، ويرقات (ديدان) الخيزران التي تعيش على سقم النباتات، وتتغذى على لب الخيزران، في المقابل تُعد هذه اليرقات طعاماً شهياً، في لاوس، وماليزيا، وتايلاند، والصين.

■ **شجرة التين البنغالي أو فكس بنغالي Ficus benghalensis** أو الرولة شجرة دائمة الخضرة، وتبدو الشجرة الواحدة من أشجار التين البنغالي كأنها أشجار متجمعة بعضها مع بعض وذلك لأن لهذه الشجرة عدة جذوع، وقد يصل ارتفاعها إلى ٣٠ متر، تتدلى من فروعها جذور هوائية لا تلبث أن تصل الأرض وتنمو فيها مكونة دعامة للأفرع ما يزيد من قطر الشجرة وقد يصل قطرها إلى ١٥٠ متر، ومساحة أعلى الشجرة (التاج) قد تصل إلى ٦٠٠ متر. تستخدم ثمار التين البنغالي في صناعة الحلوى التقليدية الهندية.

■ **شجرة اللبخ lebbeck (Albizia lebbeck) (ألبيزيا لبك)** شجرة كبيرة متساقطة الأوراق، موطنها الأصلي الهند، حيث أنها ممتدة من الهملايا إلى بورما، تنمو الشجرة إلى ارتفاع يراوح ما بين ١٨ . ٥٠ متراً، ويراوح قطر الساق من ٥٠ سم إلى المتر الواحد، وتُعرف الشجرة أنها مثبته

للنيتروجين وذات قمة عالية للتظليل، ولحاء الشجرة يشتهر في الطب الشعبي في علاج بعض الأمراض (آلام المغص والبطن)، كما أنه يحتوي على نسبة عالية من التانين^١ المستخدم في صناعة الجلود، وتزرع الشجرة في شمال تايلاند في مشاريع إعادة التحريج لاستعادة الغابات الأصلية.

■ **أليزيا سامان Samanea saman**: سميت شجرة المطر Rain tree بسبب الاعتقاد أنها تجلب الأمطار، هي شجرة دائمة الخضرة، موطنها الأصلي قارة أمريكا الجنوبية، تنمو في معظم البيئات بالنظر إلى قوة النبات وقدرته على التكيف، يصل ارتفاعها إلى نحو ٣٠م، ثمارها ذات مذاق أقرب للحلاوة وهي مستساغة من قبل السناجب، وتستخدم في كثير من مناطق نموها الطبعة كعلف للمواشي وخاصة الخيل، وتستخدم في الطب التقليدي في بعض دول أمريكا الجنوبية والقارة الهندية، كما تستخدم أخشابها في النحت حيث تتميز بقابليتها الكبيرة للتشكيل.

■ **شجرة الكافور أو الأوكالبتوس Eucalyptus** من الفصيلة الغارية من الأشجار الخشبية المهمة التي تدخل في كثير من الصناعات الخشبية في العالم، أشجار دائمة الخضرة ذات جذع عريض، عند فرك أوراقها تنطلق منها رائحة منعشة ناتجة عن انبعاث زيت الأوكالبتوس، وهناك أكثر من ٦٠٠ نوع، لكن القليل منه ينمو طبعاً، والمواطن الأصلية لهذه الشجرة في الفلبين، وماليزيا، وجزر المحط الهادئ، ولأسمها جزيرة تايوان حيث يكون نوع الكافور التايواني العطري غابات حققة على جبالها، كما تنتشر غابات الكافور على مساحات كبيرة في جنوبي اليابان إلى فيتنام، كما تنتشر في أستراليا وتُسمى أشجار الصمغ، لأن الثمار تفرز صمغاً راتينجاً لزجاً، استخدم الكافور كتوابل للطهي، والبخور، وكدواء، طارد للحشرات، وفي صناعة الأثاث.

■ **أشجار نخيل الزيت: من أهم أنواعه: شجرة نخيل الزيت الأفريقي Elacis Gumeersis** ايلس جيننس، شجرة ضخمة يمكن أن يصل ارتفاعها من ٢٠ إلى ٣٠ متراً، موطنها غرب أفريقيا الاستوائية في غامبيا، وانغولا، ونيجيريا، والكونغو، وتنمو أيضاً في ماليزيا وأمريكا الوسطى (البرازيل) وإندونيسيا، وبسبب أهميتها الاقتصادية كمصدر للزيوت الصالحة للأكل، تم نقل بعض ثمار النخيل إلى الأمريكيتين، وثمره نخيل الزيت تشبه إلى حد كبير ثمار التمر (البلح) إلا إنها غنية بالزيوت، والدهون النباتية بدلاً من السكريات الطبعة، و**شجرة نخيل جوز الهند Cocos Mueifera** يبلغ طولها ٣٠ متراً، وتُعد واحدة من النباتات الأكثر شيوعاً في

١ . التانين Tannin مادة قابضة تحتوي على الغصص تستخدم في تسمير ونباعة جلود الحيوانات، كما يستخدم في علاج الإمساك، ويستخدم أيضاً مثبت للون أو الصبغة، وفي صناعة الحبر.

المناطق المدارية تنمو بجانب الشواطئ، ويعد موطنها الأصلي أرخبيل الملايو، والمناطق المدارية في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي، في إفريقيا والهند وماليزيا والفلبين، تنتشر بذور جوز الهند وثمارها بوساطة التارات المائية المدطية حول العالم، فثمرة جوز الهند مقاوم للماء، ويمكن أن تطفو عبر الأمواج، ويحملها تار المدط إلى قارات وجزر أخرى، وهكذا يمكنها أن تصل إلى أماكن بعيدة عن مكانها الأصلي على مسافة تصل إلى ٥ آلاف كيلومتر، وتوضح الخريطة ٢٦. حركة ثمار نخيل جوز الهند بوساطة التارات البحرية السائدة.



الخريطة ٢٦. حركة ثمار نخيل جوز الهند بوساطة التارات البحرية السائدة

ويستخلص من ثمارها زيوت، كما أن ثمارها تؤكل طازجة وتدخل في الكثير من الصناعات الغذائية والصناعة، أما على صعيد الوطن العربي فينحصر وجودها في منطقة ظفار في سلطنة عمان. الصورة ٦٢. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية.



الصورة ٦٢. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية

■ **شجرة الجاكرندا** تسمى أيضاً بشجر الأبنوس الأخضر، وهي شجرة متساقطة الأوراق يصل طولها إلى علو ١٨ متر وأكثر، في موطنها الأصلي البرازيل، وتوجد في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، وتضم نحو ٤٥ نوع ما بين الأشجار والشجيرات، وتتميز بخشبها القوي والمتين، ويعطي رائحة عطرية مميزة بعد نزول المطر، تُستخدم أخشابها في عمل الأثاث، وعلقات النحت، وعمل الأصابع السوداء لآلة البانو. انتشرت زراعتها على نطاق واسع في عدة أماكن في العالم بسبب أزهارها الزرقاء الجذابة.

■ **نبات الداسمين الهندي أو البلوميريا Plumeria** الموطن الأصلي لها قارة آسيا (جنوب وجنوب شرق آسيا)، كما يزرع في المناطق المدارية من العالم، البلوميريا من الأشجار نصف متساقطة الأوراق، حيث أنها تزهر على مدار العام، وتتمو لتصل إلى ٧م طولاً، أزهارها لها عدة ألوان، ولها رائحة عطرية جميلة، وله أهمية اقتصادية حيث تصنع منه بعض المركبات الطبية، والعطور.

■ **شجرة الصندل Santalum album** شجرة دائمة الخضرة معظمها من طفيليات الجذر يراوح ارتفاعها بين ٨ . ١٠م، يتطفل على الأشجار القريبة فيتعلق عليها، وخشب الصندل هو ثاني أكثر الأخشاب قيمة بعد خشب الأبنوس الأفريقي. موطنها الأصلي إندونيسيا ومنها دخلت الهند، كما أنها توجد في جنوب شرق آسيا. ويستخدم خشبها في صناعة العطور وأنواع الصابون

والشموع وصنع الأثاث، والبخور، كما لخشب الصندل مكانة خاصة في الطقوس الدينية الهندوسية، ويستخلص الزيت من الجذور ومن السوق لذلك تقتلع الأشجار من جذورها.

■ **شجرة الصندل الأنغولي** *Pterocarpus angolensis* أو ما يعرف بشجرة الدماء، التي تنمو في جنوب أفريقيا، يرجع تسميتها إلى السائل الأحمر اللون الذي يخرج منها عند قطع جذوعها والذي يشبه الدماء. وتلك الشجرة من نوع خشب الساج الأصلي، حيث يعتبر أهالي المنطقة هذا النوع من الأشجار علاجاً طبياً وبديلاً للأدوية في حالات الملاريا ومشكلات المعدة ما أدى إلى انخفاض عددها. الصورة ٦٣. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية.



الصورة ٦٣. أشجار إقليم الغابات المدارية الموسمية

ب. الداء الحيواني في إقليم الغابات المدارية الموسمية:

تتميز الداء الحيواني في هذه الغابات بالغنى النسبي، وتشبه الأدياء الحيوانية في هذه الغابات أدياء الغابات الاستوائية، وأكثر أنواع الحيوانات انتشاراً هي الحيوانات آكلة العشب ومن أهمها الفيل، والجاموس البري، والخرتيت أو وحيد القرن، والغزال، والخنازير البرية والظباء والحمر الوحشية، إلى جانبها الحيوانات آكلة اللحوم أهمها الأسود، والنمور، والذئاب، وهي حيوانات قادمة من منطقة السافانا المجاور (حيوانات دخيلة) عندما يقل الغذاء والماء فيها في فصل الجفاف، ويعيش العديد من القوارض وأكثرها تنوعاً السناجب ومنها السناجب العملاقة التي تعيش في أعالي الغابة على علو يصل إلى ٤٠م، وسناجب ذيل الحصان، وسناجب النخيل الآسيوي

المخطط، والسنباب الأسود العملاق، ويمكن العثور على الذئب الكبير، وفأر القردة الكبير هو نوع من القوارض، وقط الزباد ينتج عن طريق غدد العجان مادة ذات رائحة تسمى الزباد، تُستخدم في تثبيت روائح العطور يتم الحصول على تلك المادة بقتل قط الزباد. كذلك الطيور التي تتسم بألوانها الزاهية ومن أشهر الطيور الطاووس حيث تعد هذه الغابة الموطن الرئيسي له، ودجاج الغابة (كالوس جالوس) Gallus gallus التي تتخذ من أجسام الخيزران مأوى لها، والبيغاء الآسيوي (بسيكولا) ... ومن الحشرات الفراشات والبعوض وذبابة تسي تسي كما نجد مجموعة من الزواحف البرية مثل السحالي والحيات ومعظمها من الأنواع السامة، والسلاحف، والتماسيح... وبعض الحيوانات الثديية الصغيرة المتسلقة مثل القردة والنمسانس، والباندا، وهابالمور Hapalemur، المعروف باسم لَمور الخيزران، وهي مهددة بالانقراض بسبب فقدان الموائل والصيد الجائر.

ج. تأثير الإنسان في إقلام الغابات المدارية الموسمية:

يعد إقلام الغابات المدارية الموسمية أكثر أقلام العالم ازدحاماً بالسكان، حيث شهد الإقلام نمواً سريعاً في السكان، والنشاط الاقتصادي، أدى ذلك إلى ازدياد الطلب على الموارد الطبيعية، حيث دمر الإنسان جزءاً كبيراً من هذه الغابات، فقطع الأشجار للحصول على الأخشاب لاستخدامها في الصناعات الخشبية المتعددة، كما حول معظم أراضيها إلى أرض زراعية، ما تسبب في حدوث تحول شامل في أنظمتها البيئية الطبيعية، وقد تحول الكثير من الغابات الموسمية منذ زمن بعيد إلى إنتاج بعض المحاصيل المهمة مثل الرز والقطن، وقصب السكر، والتوابل، والبن، وشجيرات الشاي، والتوت، والتبغ، والموز، ونخيل الزيت، والذرة الرفيعة، والمطاط ... في موقع الغابات المقطوعة. وتسبب تدمير الغابات المدارية الموسمية في عدة مشكلات بيئية أهمها انقراض العديد من الأنواع الحية، نتيجة فقدان موائلها الطبيعية، فعلى سبيل المثال أصبح دب الباندا العملاق على قائمة الحيوانات المهددة بالانقراض لقلّة أشجار الخيزران بسبب عمليات القطع أصبح دب الباندا العملاق يواجه خطر فقدان مصدر الغذاء الرئيس ما يُعرضه لخطر الانقراض.

كما قام الإنسان بحرق مساحات واسعة من الغابة لتوفير أراضي زراعية فعلى سبيل المثال الحرائق التي اندلعت في غابة الخيزران في جبل كينا التي تمثل موطناً لأكبر غابة بامبو (الخيزران) في العالم، حيث لجأ مزارعي الماريجونانا في شهر نيسان ٢٠١٩م إلى حرق مساحات

من الغابة بهدف توفير مساحات لزراعة الماريجونانا (القنب الهندي نبات علاجي له تأثير مخدر) ما أدى إلى تدمير عشرات الآلاف من الهكتارات في الغابة. كما شهدت غابات اندونيسيا مجموعة حرائق متتالية بدأت في عام ١٩٩٩م وانتهت في عام ٢٠٠٥م، وامتدت على مساحات شاسعة في كل من كلمنتان وسومطرة وجاوة وغيرها، حيث أدت إلى تدمير مئات الآلاف من الكيلومترات من الغابات الإندونيسية وذلك لإفساح المجال أمام زراعة أشجار نخيل الزيت، وكذلك لتوفير مساحات إضافية لإقامة مناطق سكنة جديدة لمواجهة متطلبات الزيادة السكانية.

فإزالة الغابات في المنطقة المدارية بنصف الكرة الجنوبي أحد أهم أسباب تفاقم ظاهرة الاحتباس درجة الحرارة، وتسريع التغير المناخي، وتهديد إنتاج الغذاء في العالم.

وتؤدي التقلبات المناخية السنوية في درجة الحرارة وهطل الأمطار إلى الجفاف وزيادة شدة موسم الجفاف، مع ازدياد الاحترار الناتج عن الأنشطة البشرية، تزداد شدة وتواتر ظاهرة النينو والتذبذب الجنوبي (El Nino-Southern Oscillation) (ENSO)، ما يجعل مناطق الغابات المطيرة المدارية عرضة للإجهاد وزيادة معدل موت الأشجار والنباتات الأخرى، وبالتالي أصبح من الضروري حماية وإدارة الغابات المدارية حتى تتمكن من الجمع بين مختلف أنشطة كسب العيش القائمة على موارد الغابات.

لقد شهدت السنوات القليلة الماضية صحوة من المجتمع الدولي حال إعادة تجديد الغابات المدارية، والحد من زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، لذا اجتهدت الهيئات المعنية بحماية البيئة بدراسة البدائل الممكنة لمنع تدمير الغابات كإيجاد بدائل لخشب الغابات منها: استعمال **الخشب الصناعي** ما يُعرف بالألم دي أف MDF الأخشاب الصناعية اللافة ذات الكثافة المتوسطة Medium-density Fibreboard . استعمال **محاصيل الطاقة** كتلك النباتات

١. تحدث ظاهرة النينو كل سنتين إلى سبع سنوات، وعادة ما تأتي متبوعة بظواهر لا نينا، وكلتا الظاهرتين تشكلان التذبذب المناخي الجنوبي المعروف باسم (ENSO)، وهو المصطلح الذي يصف التقلبات في درجة الحرارة بين المدط والغلاف الجوي في الوسط الشرقي الاستوائي، وظاهرة النينو أو التذبذب الجنوبي هي زيادة دورية في درجة حرارة ماء المدط إلى جانب ضعف الرياح التجارية وزيادة هطول الأمطار في الأجزاء الاستوائية من المدط الهادي، ويمكن لظاهرة النينو أن تلحق الضرر بالنظم الإيكولوجية في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك تدمير الشعاب المرجانية، لأنها تساهم في حدوث فضانات شديدة في أفريقيا وآسيا، وجفاف في مناطق أخرى من العالم، كالتى حدثت في أعوام ١٩٨٢ و ١٩٩٨ و ٢٠١٥ و ٢٠١٦م .

التي تزرع لاستخدامها لصنع الوقود الحيوي، ويستخلص هذا الوقود السائل من الذرة، وفول الصويا، وبذور القطن، والسمسم، والدخن، ومخلفات قصب السكر، وكذلك من روث الحيوانات، وقشر الرز، والقش... وبالإضافة إلى بدائل خشب الغابات تم تحديد مساحات من الغابات كمحمات طبيعة خضراء يُحظر التعدي عليها، للحفاظ على التنوع الحيوي في هذه الغابات، ومنع تناقص مساحاتها، كما تم وضع بعض الغابات على قائمة التراث العالمية لليونسكو.

وقد أعلنت بعض المناطق كمحمة في هذا الإقليم نذكر منها:

١. محمة لوبومبو: موطناً لمجموعة متنوعة من أنواع الحاة البرية والنباتة في جنوب إفريقيا، تتداخل في أرضها حدود ثلاث دول هي موزامبيق، وجنوب أفريقيا، وزيمبابوي. تبلغ مساحتها ٩٩ ألف كم^٢، تضم بداخلها عشرات المحمات الصغيرة، تُعد مأوى للعديد من الحيوانات مثل الأفاع، والفهود، والزرافات، وأنواع من الحيوانات الأخرى، ما سمح للحيوانات أن تسلك طرق هجرتها القديمة التي كانت مغلقة قبل ذلك بسبب الحدود المساسة.

٢. محمة لوساكا الوطني (زامبيا): تقع في زامبيا، على مساحة ٦٠٧١٥ هكتار، ويعيش فيها ٢٢ نوعاً مختلفاً من الحيوانات البرية، مثل الحمار الوحشي، والزرافات، ووحيد القرن، والظبي، والبقر الوحشي... وأكثر من ١٠٠٠ نوع من النباتات المتنوعة التي تشكل توازناً ما بين السلالات المحطة والدخيلة.

٣. منطقة غوا Goa في الهند: تحتل شريطاً ضيقاً من الساحل الهندي الغربي، يبلغ طوله نحو ١٠٥ كم وعرضه ٦٥ كم، تُعد موطن لمجموعة من الحيوانات وبعض أنواع الطيور، يعيش نحو ٥٠ نوعاً من الثدييات البرية، الأفاع البرية، والنمور، والبسون الهندي، والغزال المرقط، والبانغولين الليلي (النمل المنقشر) من الحيوانات النادرة، وقطة النمر الآسيوية، والزياد الهندي. تتمو في المنطقة الساحلة لمحمة غوا مجموعة واسعة من أشجار المانغروف، ومن نباتات المحمة أشجار النم الهندي أو الأزدرخت الهندي، ونبات اللبخ، أشجار جوز الهند، والموز، والمانجو، وتين الهند أو تين البنغال. ومنطقة غوا هي أيضاً موطن للحرياء، والسحالي والسلاحف ونوعين من السلاحف ذات الصدفة، والسلاحف ذات الأحواض السوداء، وهي مهددة بالانقراض، والكوبرا الملكة. وعدد كبير من الطيور، منها طائر سمك الملوك Kingfishers، وأكل النحل، وطائر الأوريول، والبلشون (مالك الحزين الهندي)، وطيور الأرز، وطائر الشمس الأرجواني الفزحي، وصائد الذباب، والطيور الجارحة كالنسور، والصقر وغيرها.

لقد حظي الحفاظ على الغابات الموسمة بأولوية عالمية، إلا أن اتساع رقعة المناطق المحمية ترافق ببعض الممارسات السيئة، كإزالة الأشجار واستغلالها، والرعي والصيد غير المشروع، فما زالت الغابات المدارية بإندونيسيا على سبيل المثال تتعرض للقطع أو الحرائق، فالمزارعين الذين يستفيدون من الأحوال الجافة لإزالة بقايا المزروعات باستخدام طريقة القطع والحرق لتطهير الأراضي الزراعية وللتخلص من بقايا المحاصيل، وغالباً ما تخرج هذه الحرائق عن نطاق السيطرة وتنتشر في مناطق الغابات المحمية.

٣. إقدام الغابات الشوكية أو الغابة المدارية الجافة subtropical dry:

ينتشر في المناطق ذات الصيف الماطر والشتاء الجاف، ويعد إقلاماً انتقاليّاً بين أرض الأشجار وأرض السافانا، ويحتل هوامش النطاق الغابي المداري، ونظراً لأنها تتواجد في أقل مناطق الغابات رطوبة يطلق عليها الغابة المدارية الجافة.

في الحقيقة ليست غابات بالمعنى المفهوم، بل أراضٍ تغطيها بعض الأشجار ذات الأشواك يراوح ارتفاعها بين ٣ و ٧ أمتار، ومعظم أشجار هذا الإقليم قليلة التنوع عبارة عن أشجار وشجيرات وأجمات شوكية، ونباتات قصيرة النمو مقاومة للجفاف.

١.٣. التوزيع الجغرافي:

يُغطي هذا النوع من الغابات المناطق المدارية الداخلية القارية في الغالب، التي يطول فيها فصل الجفاف، وتقل كمية الهطل المطري، وتتوزع هذه الغابة في بقع مختلفة من أمريكا الجنوبية، وأفريقيا، وجنوب شرق آسيا، وأستراليا. كما في الخريطة ٢٧. توزع الغابات المدارية الجافة في العالم، كانت هذه المناطق مغطاة بغابات الأشجار المدارية النفضية، ولا يزال بقايا هذه الغابات في بقع معزولة.



الخريطة ٢٧. توزع الغابات المدارية الجافة في العالم

تتركز الغابات الشوكية في أمريكا الجنوبية في شمال شرق البرازيل حيث توجد مساحات واسعة من الغابات نحو ٨٥٠ ألف كم^٢، يُطلق عليها محلاً اسم كانتنغا Caatinga والتي تعني في لغة

الهنود الحمر الغابة الخفيفة، أو المكشوفة light forest، تميزاً لها عن غابة السلفا Selva المطيرة في حوض الأمازون، منطقة بيئية تتميز بالغطاء النباتي يتألف من الأشجار الشائكة الصغيرة التي تترك أوراقها موسماً، كما يتمثل في إقليم غران تشاكو Gran Chaco أو Dry Chaco في أمريكا الجنوبية الذي يمتد على مناطق كبيرة من الأدغال الشوكية الجافة، وغابة الأدغال التي يتخللها السنط والنخيل وتقطعها رقع من السافانا الخشنة من شمال الأرجنتين إلى بوليفيا وباراغواي، وفي مناطق متناثرة على امتداد سواحل البحر الكاريبي في كل من فنزويلا وكولومبيا وجنوب غرب المكسيك، وبعض جزر الهند الغربية، ووسط كوبا.

أما في أفريقيا، تمتد الغابات الشوكية في نطاق عظم في الجهات الداخلة من إفريقيا على تخوم الغابات المدارية المطيرة، في نطاق انتقالي، فتوجد في مناطق متعددة منفصلة ونادراً ما توجد متصلة، وأكبر هذه المناطق اتساعاً في جنوب موزمبيق وبعض البقع المتناثرة في تنزانيا والسودان، حيث يقع إقليم غابات ميومبو Miombo بين إقليم الغابات الاستوائية وشبه الاستوائية، والسافانا، تغطي غابات ميومبو مساحة أكثر من ٢,٤ مليون كم^٢ في أفريقيا الوسطى والجنوبية، وقد بقيت هذه الغابات البكر إلى حد كبير بمنأى عن التأثيرات البشرية ومن أجل الحفاظ عليها في حالتها الطבעة تم تحديد هذه المنطقة كمحمية طבעة.

في آسيا توجد الغابة المدارية الجافة في شبه القارة الهندية، حيث تمثل المناخة الموسمية أصدق تمثيل في هضبة الدكن، وتشغل مساحة تقرب من ٤٠% من مساحة الهند أي نحو ١,٣ مليون كم^٢، حيث تسود الرياح الجنوبية الغربية الموسمية الرطبة التي تفرغ جزءاً من حملاتها فوق جبال الغات الغربية، التي تشكل حاجزاً طبعياً أمام الرياح الموسمية لذلك تنتشر في أواسطها ذات الأمطار التي تراوح بين ٥٠٠ و ٧٥٠ ملم، الغابات الشوكية المختلطة مع الحشائش، كما توجد في حوض الغانج بشمالها، وفي شمال شرق جزيرة سيلان، وبورما، وتايلاند، وتسمى هذه الغابات في هذه المناطق بأسماء مطلة مثل غابات ديكان شوكية فرك في جنوب الهند وشمال سريلانكا، غابة إنداينك Indaing في شمال غرب ميانمار (بورما)، وغابة الباندن Pandeng في تايلاند. وتغطي مساحات كبيرة في المناطق الداخلة في الشمال لأستراليا المتاخمة لنطاق الغابات الموسمية.

٢.٣. الخصائص المناخية في الغابة المدارية الجافة:

يتميز إقليم الغابات الشوكية بوجود فصلين متباينين فصل حار ومطير صيفاً، وفصل حار وجاف شتاءً وفترة طويلة من الجفاف التي تمتد لأكثر من ٧ أشهر، ويمكن تشبيه نمط الهطل المطري في هذا النوع بالمناخ المداري الموسمي، لكن لا تتلقى هذه المناطق كمية كافية من الأمطار في الفصل الجاف، حيث يراوح كمية الأمطار بين ٧٠٠ ملم خلال موسم الأمطار القصير، وأقل من ١٠٠ ملم من الأمطار في الأشهر الأكثر جفافاً، وهي كمية غير قليلة إلا أن قمتها الفعلة منخفضة، حيث يتوافق فصل المطر مع فصل درجة الحرارة الشديدة، فموسم المطر هو أشد أوقات السنة درجة حرارة التي يمكن أن تتجاوز درجة الحرارة ٢٨°م ما يؤدي إلى ارتفاع معدل التبخر، إذ يزيد معدل التبخر والنتح الكامن على ٢٤٥٠ ملم، في العام، بينما لا يزيد معدل المطر السنوي على ٧٠٠ ملم، أي أن معدل التبخر والنتح الكامن يزيد على ثلاثة أمثال معدل المطر السنوي، كما تؤثر طبعة الهطل في القمة الفعلة للأمطار، إذ أن تركيز هطل الأمطار في موسم محدد، يساعد على فقدان كمية كبيرة نتجة الانسحاب والتبخر معاً، وتتوقف القمة الفعلة للهطل في الإقليم على عوامل أخرى منها عدم انتظام الأمطار، فهي أمطار عاصفه تسقط على شكل زخات عذفة ولفترة قصيرة ما يجعل كمية كبيرة من الماء تتساقط على شكل مجار مائة ما يقلل حجم الكمية المتسربة إلى التربة، ونقل من فعالة الأمطار.

٣.٣. الخصائص الحيوية للغابة المدارية الجافة:

تفرض الأحوال المناخية السائدة على هذه الغابات خصائص نباتية وحيوانية معينة، وتعد هذه الغابات من المناطق التي تحتوي على سلاسل غذائية متكاملة، فهي تحتوي على ٦٩٥٨ نوعاً من نباتات الغابات، والعديد منها لا يوجد في أماكن أخرى من العالم.

أ. الحاة النباتية:

إن موسمية الهطل تخلق فصلاً جافاً تشد فيه حاجة النبات إلى الماء، ما يؤثر في طبعة النباتات والحيوانات، فكمية الأمطار ووجود فصل جاف طويل لا تسمح إلا بنمو غابات جافة، تتكون من أشجار مفتوحة منخفضة شائكة ذات جذوع قصيرة يراوح ارتفاعها بين ٦ . ٩م، والدورة الإنباتية واضحة حيث تبلغ الأشجار ذروة حيويتها في الفصل الرطب، وتقعد الأشجار أوراقها وتجف الحشائش في الفصل الجاف، وتتحول الغابة إلى اللون البني والقليل من الأشجار التي لا تنفض أوراقها، وتتأقلم نباتات أخرى مع فصل الجفاف الطويل بوسائل متعددة.

ويمتد من هذه الغابات السنة داخل إقليم السافانا المجاورة على شكل أشربة مستطيلة من الأشجار حول المجاري المائية يطلق عليها غابات الأروقة ذات أشجار لضمة مقارنة بأشجار الإقليم ودائمة الخضرة في معظم الأحيان. ومن أهم أنواع نباتات الإقليم نذكر:

■ أشجار الفصيلة النفضة السنطة : التي تتمثل في السنط *Acacia Arabica*، وشجرة السلم *Acacia flave*، وشجرة الكثر *Acacia Mellifera*، وشجرة الطلح التي تُعد أفضل الأشجار في إنتاج الصمغ *Acacia Seyal*، وشجرة السمر *Acacia Tortilis*، وشجرة الحراز *Acacia Albida*... والسنط، تسمية مصرية قديمة، ومن مرادفاته العربية الأكاسا، الأقاقا، السنط النيلي، أم غيلان، ديلم، سلم، سمر، سالة، طلح، كثر، كاد هندي... اسم لمجموعة ضخمة من النباتات تنتمي إلى الفصيلة البقولية، تضم نحو ١٣٠٠ نوع، تتميز بصلاية أخشابها، وتحتوي على أشواك طويلة وحادة، بعد انتهاء موسم الأمطار تبدأ شجرة السنط في إنتاج الصمغ بكمة كبيرة، ولشجرة الأكاسا أهمية اقتصادية حيث يستخلص منها الصمغ، ولجنوعها لحاء أسود به شقوق حمراء، حيث تفرز مادة شمعة حمراء تعرف بالصمغ العربي تستخدم في عملة دباغة الجلود، وفي صناعة الألوان، وصناعة المواد الحافظة، ويستخدم خشب الأكاسا في صناعة البخور، والأثاث والأرضيات والمعدات الخشبية، وتستخدم أوراق شجرة السنط كمصدر لغذاء الماشية، كما تدخل زهوره في صناعة العطور، وتدخل بذور شجرة السنط في العديد من الأطعمة في المطبخ الآسيوي. الصورة ٦٤. أشجار الفصيلة النفضة السنطة.



الصورة ٦٤. أشجار الفصيلة النفضة السنطة

■ **شجرة الهشاب أو Acacia Senegal**: هي عبارة عن شجيرة صغيرة يصل طولها إلى ٨ أمتار وتشتهر بالصمغ العربي، يمكن تمييز هذه الشجرة بسهولة بأشواكها السوداء التي تظهر في مجموعة من ثلاثة أشواك الجانبية معقوفتان إلى أعلى بينما الشوكة الوسطى معقوفة إلى أسفل وطولها نحو ٠,٥ سنتيمتر، وهذا ما يميزها عن غيرها من أشجار الأكاسيا، تنتج شجرة الهشاب ثماراً تسمى الصمغ العربي، ويستخدم القرص في أمور كثيرة منها دبغ الجلود والبخور...

■ **السكاد Cycads**: تشبه أشجار النخيل ذات جذع أسطوانى الشكل التي لا فروع لها وتاج أخضر من الأوراق الكبيرة المركبة، سعتها ذا ملمس ناعم ينتهي إلى شوكة مدببة مثل شوكة النخلة، والسكاد مجموعة قديمة من النباتات كانت موجودة قبل ٢٨٠ مليون سنة على الأقل من تاريخ الحفريات الموجودة في الصين، كانت أكثر وفرة في العصر الجوراسي الذي يشار إليه أحياناً باسم عصر السكاد من قبل علماء النبات، يوجد حالياً نحو ٢٥٠ نوعاً، والعديد من الأنواع مهددة بالانقراض بسبب الطلب عليها للأغراض الطبية، وفقدان موائلها.

■ **البابواب Baobab أو التبليدي**: تكثر في غرب السودان، حيث تسقط فيها الأمطار بغزارة ثم يعقبها فترة جفاف طويلة، لذلك تختزن أشجار هذا النبات كمية هائلة من الماء في جذوعها الضخمة، وقد يصل قطر جذع الشجرة إلى عدة أمتار، يصل في بعض الأنواع إلى ٤٢ متراً، ويستخدمها الأهالي في غرب السودان مخزناً لتجمع مياه الأمطار، وشجرة البابواب شجرة عديمة الأوراق لتقلل من عملة النتح وبالتالي يقل الفاقد من الماء ما يساعدها على تحمل الجفاف في فصل انقطاع الأمطار، وتبقى شجرة البابواب عارية من أوراقها معظم أوقات السنة، فتبدو جذوعها كجذور ممدودة في السماء، مما يجعل منظرها كشجرة مقلوبة على رأسها، لهذا اشتهرت باسم الشجرة المقلوبة، وفي موسم المطر تظهر على فروعها أزهار طيبة الرائحة، وأوراق خضر لامعة، ويصل طول ثمرتها الناضجة إلى طول موزة كبيرة تحتوي لباً بذرياً يُستخدم كغذاء للإنسان والحيوان. ويُصنع من لحائها أدافاً لشباك صيد الأسماك، وحبال، وأقمشة للحقائب، والملابس الخشنة، تعرف البابواب كذلك بشجرة القردة، وذلك يعود لثمارها التي تفضلها القردة وتتجمع حولها بأعداد كبيرة.

■ **شجرة البرازيل زجاجة الشكل brazilian bottle tree**: يطلق عليها في البرازيل باسم Palo Borracho، بالو بوراشو عصا سكران، أو شجرة مخمور لأنها تبدو مثل زجاجة نبيذ، موطنها الهضبة البرازيلية والأرجنتين في أمريكا الجنوبية، جذعها يتحول مع نمو الشجرة إلى شكل يشبه القارورة الزجاجية حيث يكبر من الأسفل ويصغر من الأعلى مشكلاً عنق زجاجة، تمتص الماء

وتختزنه في جذوعها خلال موسم الجفاف الطويل، وتنمو بسرعة عندما يكون الماء وفيراً، خلال الفصل الرطب، لديها على الجذع أشواك سمكة حادة مخروطة الشكل، مع تقدمها في العمر، تتلاشى الأشواك، وثمارها ذات شكل كمثري خضراء صلبة، تحتوي على بذور سوداء شبيهة ببذور البازلاء داخل طبقة من مادة حريرية ناعمة الملمس تشبه الحرير وألياف القطن لذلك أخذت تسميتها من ثمارها شجرة خط الحرير، وتستخدم تلك المادة في الصناعة والغزل وحشو الوسائد، وصناعة الورق، والحبال، والحصول على الزيت النباتي من البذور.

■ **المسكيت Mesquite** أشجار شائكة دائمة الخضرة، تنمو تحت أحوال بيئة مختلفة وهي متوسطة الارتفاع ما بين ٥ و ٦ أمتار، تتميز بكثافة فروعها وسقانها، وشوكها القاسي، وبطول جذورها التي تمتد عمقاً في التربة للوصول للماء، وموطنها الأساسي أمريكا الجنوبية، وخصوصاً المكسيك، والأرجنتين، كما توجد خارج نطاقها الأصلي في إفريقيا وغرب آسيا والجزيرة العربية والهند... إلا أنها تعد شجرة دخيلة تهدد كافة النباتات المستوطنة، حيث جلبت بغرض استخدام خشبها في صناعة السفن، أو زراعتها كساج للمزارع لإيقاف الزحف الصحراوي، وتثمر قروناً صفراء غدة بالعناصر الغذائية التي تصلح كعلف للحيوان، وينضج لحاء الشجرة سائل شفاف يشبه الصمغ العربي المستخدم في صناعة الحلويات والأصباغ المكسكة. الصورة ٦٥. نباتات تنمو في الغابة المدارية الجافة.



الصورة ٦٥. نباتات تنمو في الغابة المدارية الجافة

■ **غابات الأروقة Galeries Forests :** تمتد من الغابات الجافة السنة داخل إقليم السافانا المجاور على شكل أشرطة مستطيلة من الأشجار على طول ضفاف المجاري المائية غابات يُطلق عليها غابات الأروقة أو الدهاليز، تتشابك تجان أشجارها فتبدو على شكل نفق أخضر طويل وتشكل مظلة مورقة ارتفاعها يصل إلى ٣٠ م وأكثر، تمنع هذه المظلة أشعة الشمس من الوصول إلى أرض الغابة، ومعظم الأشجار تشترك في بعض السمات، فمعظمها محبة للرطوبة، تتعرض لفضانات طوال العام، ومعظمها من الأخشاب الصلبة الكثيفة مثل أشجار الماهوجني، وأشجار الساج، وبعض أنواع النخيل والباباسو، ولغابات الأروقة أهمية بيئية لأنها تزيد من التنوع الحيوي، وهي بمثابة ممر لأنواع الحيوانات التي تسمح للحيوانات بالتحرك بحرية للبحث عن الطعام والتكاثر. ومن غابات الأروقة ننكر:

١. **غابات منطقة يانوس Llanos ecoregion** الرواقية: تشمل هذه المنطقة مساحة واسعة في فنزويلا وكولومبيا، وهي موطن رعاة البقر الكولومبي، تشكلت غابات الأروقة على طول نهر ميتا River Meta، تدعم المنطقة نحو ٧٠ نوعاً من الطيور المائية، بما في ذلك أبو منجل القرمزي كما يتوافد الآلاف من مالك الحزين والبط... عدد أ من الثدييات والزواحف والبرمائيات.

٢. **غابات سيرادو Cerrado** الرواقية: ثاني أكبر منطقة حيوية في البرازيل وغالباً ما يطلق عليها غابة الأمازون الثانية في البرازيل، تقع في وسط البرازيل إلى الجنوب من حوض الأمازون حيث تحتل الهضبة الوسطى للبلاد، وتوجد على طول مجاري أنهار المنطقة، وتُعد واحدة من الموائل الأكثر أهمية في العالم حيث تشمل الحيوانات العاشبة الكبيرة مثل التابير البرازيلي، وغزلان البامباس، والحيوانات المفترسة الكبيرة مثل الذئب الخشن، والجاكوار، و ثعالب الماء العملاقة، وعدة أنواع من القروء، بما في ذلك قرد الكبوشي، وقرود العواء الأسود.

تعرضت هذه المناطق الأحيائية للتهديد من قبل الزراعة أحادية المحاصيل، كزراعة فول الصويا، ومرعي الماشية لتربية الأبقار، وحرق الغطاء النباتي للفحم، وتطوير السدود لتوفير الري... وفضلاً عن انبعاث ثاني أكسيد الكربون من شركات التعدين.

٣. **غابات الأروقة في مدغشقر** تمتد على العديد من الأنهار والجداول في مدغشقر مثل نهر مانانارا Mananara، وأشجار السنط أكثر أنواع الأشجار المهمة التي تشكل غابة في نقاط مختلفة من النهر.

لقد تقلصت غابات الأروقة في أنحاء مختلفة من العالم، نتجة العديد من الأنشطة البشرية مثل بناء السدود، والدمار الناجم عن الحرائق، وتأثرت برعي الماشية، وقطع الأشجار، وتغير المناخ، وغزو الأنواع النباتية الغريبة (الدخيلة).

ب . الحاة الحيوانية:

أكثر غنى من إقليم الغابات المدارية النفضة خاصة بالنسبة للحيوانات العاشبة وما يرتبط بها من حيوانات آكلة اللحوم، وبعض الطيور مثل الريا طائر يشبه النعامة، واللقلاق، والبيبغاء، الحبار الهندي يشبه النعامة، وهي معظمها طيور مهاجرة تترك الإقليم في فصل الجفاف وتعود إليه في فصل المطر، كما توجد أسراب من الحشرات مثل النمل الأبيض، والجراد ... ولكن تقل فيه الحيوانات المتسلقة والزواحف الأرضية، حيث يوفر الغطاء العشبي الكثف والعالي خلال الفترة الرطبة تغذية وفيرة لأكبر الحيوانات، مثل الفيلة، والزرافات، ووحيد القرن، وفرس النهر، والحرر الوحشة، والظباء، والبسون أكبر أنواع الأبقار، والتي بدورها تجذب الحيوانات المفترسة الكبيرة مثل الأسود، والنمور، والضباع، وغيرها. لقد كانت الحيوانات منتشرة على نطاق واسع، ولا يُرى اليوم سوى قطعان صغيرة مبعثرة، انخفضت أعدادها بسبب الصيد المفرط وإزالة الغابات (قطع الأشجار، وإزالة الحشائش) وتدهور الموائل.

ج . تأثر الإنسان:

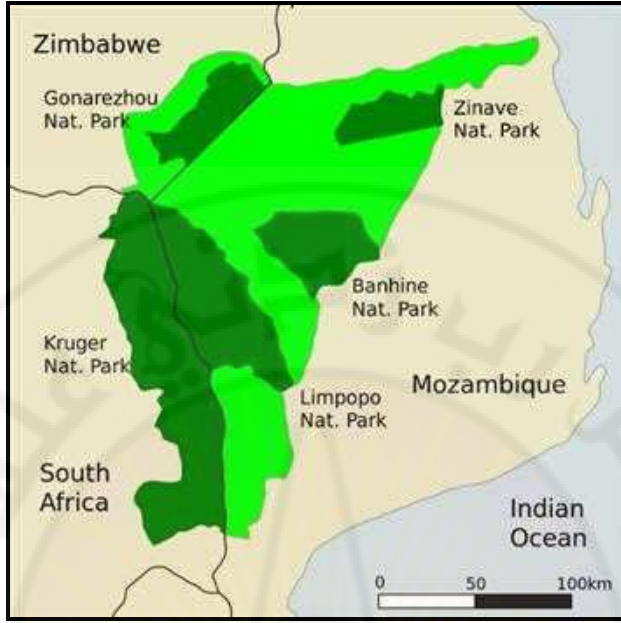
النشاط الاقتصادي في هذا الإقليم هو الزراعة، إذ أن التربة الخصبة والمناخ الملائم، جعل من الإقليم مكاناً مثالية لزراعة المحاصيل النقدية مثل فول الصويا، والقمح، والذرة، والرز، والقطن. فهناك تصور شائع بأن هذه الغابات الجافة ليست مهمة، لذلك فإن الرعي وإزالة الغابات متفشان، بالرغم من الأهمية الحيوية والجيدة لأنواع كثيرة من الأحياء في هذه المنطقة البيئية والتي لا توجد في أماكن أخرى من العالم، فإن عدداً قليلاً منها حظي بالحماية، ولقد جرى تجاهل الغابات الجافة في أغلب الأحيان لصالح الغابات المطيرة الأكثر جذباً.

تحدث الحرائق الطبعية في كل موسم جاف في معظم الغابات المدارية الجافة إلا أنها لا تحدث اضطرابات في أنظمتها البيئية، كالحرائق التي يفتعلها الإنسان في مواسم الجفاف الطويل وتؤثر سلباً في التنوع الحيوي لهذه الغابات، حيث يقوم بعض المزارعين بحرق الأعشاب الجافة، لتهيئة الأرض وتحويلها إلى أراضي زراعة، كما أن النظم البيئية الفريدة للغابات المدارية الجافة مهددة بالزحف الصحراوي، لذلك رأى العلماء أنه في ظل أنماط المناخ التي من المحتمل أن تكون أكثر

دفعاً في المناطق المدارية، فإن الحفاظ على أنواع الغابات الجافة الفريدة والتي يمكنها التكيف مع درجة الحرارة والجفاف يجب أن تحظى بأولوية عالمية. وفي سبيل حماية التنوع في الغابات الجافة، أنشأت بعض الدول عدد من المحميات، والمنتزهات الوطنية، وعدد من المناطق المحمية الصغيرة التي توفر الحماية للحياة البرية، نذكر منها:

١. **محمية غابات ميمبو Miombo** توجد في غرب زامبيا، وقد بقيت هذه الغابات البكر بمنأى عن التأثيرات البشرية ومن أجل الحفاظ عليها في حالتها الطبيعية هذه، تم تحديد المنطقة كمحمية طبيعية.

٢. **حديقة لمبوبو الكبرى العابرة للحدود (GLTP):** Great Limpopo Transfrontier Park
في موزمبيق، وزيمبابوي، وجنوب إفريقيا، وملاوي، وتنزانيا، وزامبيا، وسوازيلاند، وهي دول تشترك معها في مناطق بيئية وتشكيلات أرضية، حيث تُعد موطناً للغابات والأراضي العشبية القاحلة، وموائل للعديد من الحيوانات منها الفيل الإفريقي، وقرن النهر، ووحيد القرن الأسود، والحمار الوحشي، والضباع المرقطة، والأسود، والفهود، والكلب البري الأفريقي. تتعرض هذه الغابات للتهديدات البشرية بما في ذلك الحرائق، وإزالة الغابات، والإفراط في الرعي، والحروب ... لذلك تم إنشاء محمية تضم ثلاث حدائق وطنية منفصلة هي حديقة كروجر الوطنية Kruger National Park في جنوب أفريقيا، وحديقة لمبوبو الوطنية Limpopo National Park في موزامبيق المعروفة رسمياً باسم كوتادا، وحديقة جوناريتشو الوطنية Gonarezhou National Park في زيمبابوي، وتبين الخريطة ٢٨. توزع الحدائق الوطنية لمحمية لمبوبو الكبرى. والهدف من ذلك الحفاظ على الحياة البرية النادرة التي تعيش في هذا المجال، وتسويقها ساداً على أنها أعظم مملكة للحيوان في العالم.



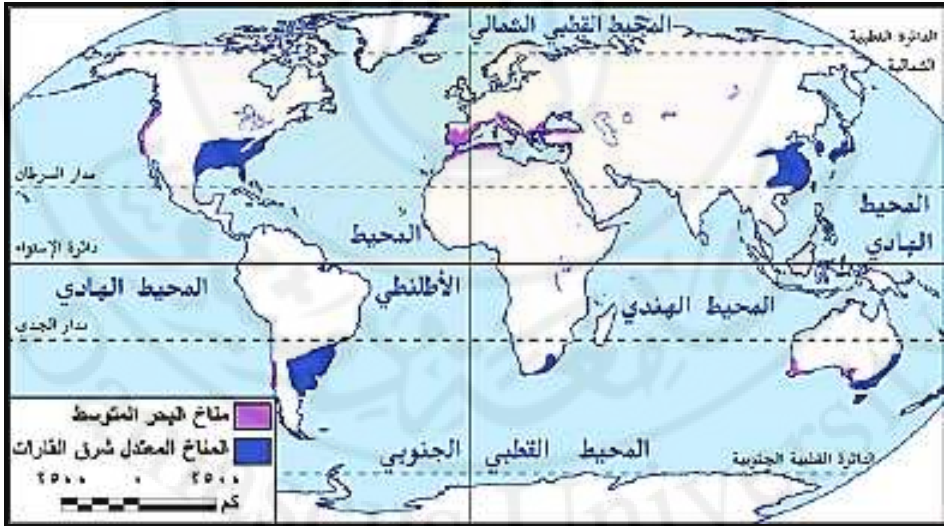
الخريطة ٢٨. توزع الحدائق الوطنية لمحمة لمبوبو الكبرى.

ثانياً . إقليم الغابات المعتدلة

تعد الغابات المعتدلة إقلاماً مناخياً وحيوياً معقدة نسبياً نظراً لتنوع النباتات الموجودة فيها، فهي غابة مختلطة من الأشجار المخروطية أو الصنوبرية دائمة الخضرة، والأشجار دائمة الخضرة عريضة الأوراق، والأشجار النفضية عريضة الأوراق، ويعتمد نمو أي نوع من هذه الغابات على طبيعة التربة المحطة، وعلى درجة الحرارة، والهطل المطري، ويعيش فيها حيوانات مختلفة تكيفت مع اختلاف درجة الحرارة صيفاً وشتاءً، وتوجد في المناطق المعتدلة حول العالم في الشريط حيث تصطدم كتل الهواء القطبية بكتل الهواء المداري، وتقدم هذه الغابات نمطاً موسماً ملحوظاً للصف الدافئ، وشتاء بارد ورطب مع تساقط الثلوج، الذي تنخفض فيه درجة الحرارة أحياناً إلى ما دون الصفر، وتظهر فيها الفصول الأربعة. وتقسم الغابات المعتدلة إلى نوعين إقليم الغابات المعتدلة الدافئة، وإقليم الغابات المعتدلة الباردة:

١. إقدام الغابات المعتدلة الدافئة

تمتد نباتات المناطق المعتدلة الدافئة بما تضمه من أحاء متنوعة بالعروض الوسطى فما بين دائرتي العرض ٣٠ . ٤٠ درجة شمال خط الاستواء وجنوبه، رغم أن هذا الإقليم يعد وحدة حيوية مميزة وله شخصيته، إلا أننا نستطع أن نتبين داخله بعض الفروقات الحيوية التي تدعو إلى تقسيمه إلى إقليمين فرعيين هما: إقليم غابات أو أحراج البحر المتوسط، وإقليم الغابات المعتدلة الدفيئة المطيرة، ورغم أنهما ينتميان إلى إقليم الغابات المعتدلة الدفيئة إلا أن الدراسة التفصيلية لهما تبين الفروقات. فهما يتناقضان في التوزيع الجغرافي إذ يتركز إقليم غابات المتوسط في غرب القارات، بينما الإقليم الآخر في شرق القارات، وعلى المستوى المناخي نتبين بينهما أيضاً بعض الفروقات إذ تهطل الأمطار في الإقليم الأول (المتوسطي) شتاءً، وبكمية تراوح بين ٥٠٠ . ١٠٠٠ ملم، نجد أنها تهطل في الإقليم الثاني (الصيني) على مدار السنة مع تركيز واضح في فصل الصيف، وبكمية كبيرة تراوح بين ١٠٠٠ . ١٥٠٠ ملم، ولكن أهم ما يجمع بينهما رغم التباين المناخي أنهما من الأقاليم الغابية دائمة الخضرة. الخريطة ٢٩. توزيع إقليم الغابات المعتدلة الدافئة.



الخريطة ٢٩. إقدام الغابات المعتدلة الدافئة

١.١. إقدام غابات البحر المتوسط غرب القارات

يسمى أحياناً إقدام الغابات المعتدلة الدفيئة العريضة الأوراق دائمة الخضرة. وتنتشر غابة إقدام البحر المتوسط في الأقالام التي تتمتع بمناخ البحر المتوسط، ويتباين الفصول، وتنوع تضاريسه. هذه الغابة هي من بقايا غابة دائمة الخضرة كانت موجودة في المنطقة عندما كان المطر أغزر وعلى مدار السنة في العصر المطير الأخير (عصر الفورم) وعندما حدث التحول المناخي انقرضت بعض الأنواع واستطاعت أنواع آخر أن تبقى من خلال التأقلم والتكيف مع الأحوال المناخية الجديدة.

١.١.١. التوزيع الجغرافي:

يتوزع إقدام غابات البحر المتوسط بين دائرتي عرض ٣٠ . ٤٠ درجة شمال خط الاستواء وجنوبه، خاصة غرب القارات، ويتركز بصفة خاصة في المناطق المحيطة بالبحر المتوسط (المنطقة الأم) في جنوبي أوروبا، شمالي غربي أفريقيا، غربي أسيا (ساحل بلاد الشام في أسيا)، وفي إقدام الكاب في أقصى جنوبي غربي أفريقيا، وجنوبي غربي وشرقي استراليا، ووسط كاليفورنيا في أمريكا الشمالية، ووسط شيلي في أمريكا الجنوبية. تبين الخريطة ٣٠. توزيع غابات البحر المتوسط (إقدام غرب القارات)



الخريطة ٣٠. توزيع غابات البحر المتوسط (إقدام غرب القارات)

وبالتالي تمثل غابات الإقليم منطقة انتقالة بين الإقليم المعتدلة الباردة في وسط قارة أوروبا بالشمال، والإقليم الصحراوي الجاف في شمالي أفريقيا بالجنوب.

٢.١.١. الخصائص المناخية:

مناخ إقليم البحر المتوسط عامة مناخ معتدل، يتميز بوجود فصلين واضحين شتاء معتدل دافئ ممطر، يمتد بين ٤ . ٦ أشهر في السنة، لا ينخفض في أثنائه المتوسط اليومي لدرجة الحرارة في معظم المناطق انخفاضاً يؤدي إلى توقف نمو معظم الأشجار، أما فصل الصيف يتميز بدرجة حرارته وجفافه وارتفاع قم التبخر، ويمتد بين ٦ . ٨ أشهر في السنة، وأمطار شتوية إعصاريه تسببها الرياح العكسة الغربية والمنخفضات الجوية التي تصاحبها، لمرورها فوق المسطحات المائية وتشبعها بخار الماء، وتختلف كميتها من منطقة الى أخرى، تراوح الأمطار التي تهطل غالباً في فصل الشتاء، بين ٥٠٠ مم و ١٠٠٠ مم سنوياً ، تتصف درجة الحرارة في بيئة البحر المتوسط بالاعتدال صفاً وشتاءً، يصل معدلها ٢٧ °م في فصل الصيف الجاف، ويمكن أن تصل إلى نحو ٤٠ °م صفاً، معدل درجة الحرارة على السواحل في فصل الصيف تتجاوز ٢٢ °م، وفي المناطق الجبلية تسود درجة حرارة معتدلة لارتفاعها عن سطح البحر، أما المناطق الداخلة فإنها تتجاوز ٣٠ °م، ولا تقل عن ١٠ °م، في فصل الشتاء، إلا أنها قد تنخفض الى أقل من ٥ °م في بعض أيام الشتاء، وقد تقارب الصفر المئوي شتاءً عندما تتعرض بيئة البحر المتوسط إلى رياح ومنخفضات جوية باردة، مصدرها المناطق القطبية الشمالية والجنوبية، تهب رياح محلة ساخنة مصدرها الصحراء تعرف باسم السيروكو والخماسين، والسوموم... ورياح باردة جافة (المسترال).

فعلى الرغم من أنه لا يوجد فصل شديد البرودة، فالصقعة عادة يحدث من وقت لآخر حيث يكون الشتاء بارد، وفصل الربيع فصل النمو، في حين فصل الصيف فترة حرجة بالنسبة للرطوبة، وبالتالي هذه الأحوال المناخية سوف تنعكس على طبعة الكائنات الحية وأنواعها.

٣.١.١. الخصائص الحيوية:

تعطي خصائص الكائنات الحية في هذا الإقليم نموذجاً لدرجة التأقلم والتكيف مع الأحوال البيئية إذ تواجه البرودة النسبية شتاءً بالحد من عملة النمو (الكمون)، وإذا حل الربيع يأخذ النمو بالإسراع بتجديد الأوراق والأزهار والثمار، ويعد فصل الربيع قمة النشاط الحيوي، ثم يعقب هذا فترة نمو نسبي في الفصل الجاف، لعاود النمو نشاطه مرة ثانية مع سقوط مطر الخريف، وبالتالي تنقسم السنة من حيث النشاط الحيوي إلى أربعة فترات منها فترتين تتميز بالنشاط الحيوي وفترتان تتسمان بالخمول النسبي.

١. الحاة النباتية:

غابات البحر المتوسط في جملتها تتكون من أشجار متوسطة الارتفاع أو قصيرة، أما الأشجار الضخمة فقل وجودها بصفة عامة، إلا في بعض المواضع التي تساعد أحوال المناخ والتربة فيها على سرعة النمو، فهنا تنمو أشجار ذات جذوع سمكة. استطاعت نباتات هذا الإقليم دائمة الخضرة مقاومة حالات الجفاف التي تسوده خلال شهور الصيف بعدة طرق.

ويتميز انتشار النبات في الإقليم بالتدرج عمودياً، أي ظهور نطاقات نباتية حسب الارتفاع عن سطح البحر، حيث تختلف المجموعات النباتية باختلاف مستويات الارتفاع عن مستوى سطح البحر على السفوح الجبلية، ويأتي هذا الاختلاف نتيجة اختلاف درجة الحرارة والرطوبة، إضافة إلى العوامل الأخرى التي تتمثل في السفح المواجه للرياح أو الأشعة الشمسية.

١.١. تدرج النطاقات النباتية في إقليم غابات البحر المتوسط حسب الارتفاع عن سطح البحر: وبذلك نستطيع ملاحظة ثلاثة نطاقات متدرجة هي:

■ **النطاق الجبلي السفلي:** ويسود على ارتفاع بين ٥٠٠ . ٨٠٠ متر فوق سطح البحر، هناك تنوع كبير في نباتاته التي تنمو على مدار العام، ويتألف من غابة متوسطة دائمة الخضرة قاسية الأوراق يعرف بحزام السنديان والزيتون، تتركب هذه الغابات من عدد من الطوابق النباتية الطابق الشجري وهو كثف ويتألف من أشجار السنديان، وطابق الشجيرات ويضم الغار النبل والبطم، وطابق النباتات المتسلقة مثل اللبلاب، وطابق الأعشاب مثل السفندر Ruscus والهيلون Asparagus، والحلاب Euphorbia، والبنفسج، وطابق الحزازيات وهو قليل النمو. وغابات مخروطية متوسطة تنتشر بشكل قليل في النطاق السفلي، وغالباً ما تكون على شكل مجموعات صغيرة، أو أفراد متباعدة، وأهم الأنواع المشكلة للغابات المتوسطة المخروطية هي الصنوبر الثمري الذي ينتشر في أغلب أجزاء المتوسط، والصنوبر الحلبي والبحري والبروتي والعرعر الفيزقي.

■ **النطاق الجبلي المتوسط** الذي يقع بين ارتفاع ٨٠٠ و ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، ونجد فيه الغابات ساقطة الأوراق، والغابات المخروطية، تحل هذه الغابات محل الغابات دائمة الخضرة قاسية الأوراق في النطاق السفلي ونجد في هذه الغابات أنواع البلوط ساقطة الأوراق مثل بلوط الغصص أو الحلبي، والسنديان الوبري Quercus pubesce، والجوز Juglans، والدردار، والقمب Acer، والكستناء Castania، والغابات المخروطية مؤلفة من الأرز، والشوح، والبتولا، والتنوب، كما تبرز شجرة اللزاب القادرة على تحمل الجفاف والبرودة الشديدة.

▪ **النطاق الجبلي الأعلى:** يتمثل بقمم الجبال فوق حدود الغابات فيوجد في شمال المتوسط على ارتفاع ١٨٠٠م وفي جنوبه يصل الارتفاع إلى ٣٠٠٠م فوق سطح البحر، مناخ هذا النطاق شتاء بارد كثير الثلوج، حيث تنخفض درجة الحرارة، ويسود الصقوع، كما تقل كمية المطر عن النطاق المتوسط، وبصف جاف ذي شدة إضاءة عالية، وتصبح التربة ضحلة، وتختفي الأشجار، ويتألف الغطاء النباتي من أنواع جفافة تتحمل برد الشتاء، وحر الصيف، وشدة الرياح، ويسود في الجزء السفلي من هذا النطاق الشجيرات وأهمها العرعر *Juniperus* والصنوبر *Pinus*، والأشكال الوسادية الشوكية القادرة على حماية نفسها من الصقوع والرياح منها التبان، كما تنتشر النباتات ذات الجذور العميقة بشكل متبعثر، والنجليات مثل *Festuca glauca* الفستوكية أو عكرش، والقبأ *Poa*، والفصيلة البربريسية *Berberidaceae*.

نجد هذا التدرج النطاقي في الإقليم بنظامين مختلفين: نظام السفوح الشمالية لحوض البحر المتوسط، ونظام السفوح الجنوبية للحوض، فالسفوح الجبلية الجنوبية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية تستقبل الأشعة الشمسية طول النهار، وتكون قريبة من العامودي فتكون حارة وجافة نسبياً، بينما السفوح الشمالية تتلقى الأشعة بشكل مائل فتكون محمية من الشمس مدة طويلة من الزمن خلال اليوم فتبقى باردة كما تتميز بارتفاع الرطوبة، وبالتالي تسخن تربة السفوح الجنوبية أكثر من السفوح الشمالية لورود الأشعة عليها بشكل عمودي وبقائها لفترة زمدة أطول، وهذا بدوره يؤثر في نوع الحاة النباتات، حيث يختلف تدرج النبات في السفوح الجنوبية عن ذلك الموجود في السفوح الشمالية. سنحاول فما يأتي وصف التكوينات النباتية للنظامين مع ربطها بالارتفاع عن سطح البحر:

أولاً: نظام السفوح الشمالية لحوض البحر المتوسط:

- ❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٣٠٠ و ٤٠٠ متر عن سطح البحر، تسطر غابات البلوط، والصنوبر، والعرعر، غير أنها غابات متقهقرة.
- ❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٤٠٠ و ١٠٠٠ متر عن سطح البحر، يتغير شكل الغابة لتصبح أقل تقهقراً، غير أنها لا تشكل غابات كثفة، تتكون هذه الغابات من البلوط النفضي، والقسطل، والعرعر، ويسمى هذا النطاق محطاً بالنطاق الجبلي السفلي.
- ❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠ و ١٧٠٠ متر عن سطح البحر، فالسادة للمخروطات كالزان، والصنوبر البري، والصنوبر البحري، تُكوّن هذه الأنواع غابات كثفة نسبياً، ويسمى محطاً بالنطاق الجبلي العلوي.

❖ المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ١٧٠٠ متر عن سطح البحر، تتميز بسادة أعشاب

ثاناً: نظام السفوح الجنوبية لحوض البحر المتوسط:

❖ النطاق الجبلي السفلي، المتواجد على ارتفاع يراوح بين ٦٠٠ و ١٧٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، السادة هنا لأشجار البلوط الأخضر، ومن ثم الصنوبر الأسود، تشكل غابات غير كثفة أو ما يعرف بالغابات المفتوحة.

❖ النطاق الجبلي العلوي، أي المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ١٧٠٠ و ٢٢٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، تسود الغابات الكثفة. تتكون هذه الغابات من الأرز والزان أساساً، مع أرضة عشبة متنوعة جداً.

❖ المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٢٠٠٠ و ٢٧٠٠ متر عن مستوى سطح البحر، أي المناطق القريبة من القمم، فالغطاء النباتي يتكون أساساً من العرعر الفواح، والشوكات.

❖ تسود النباتات الشوكية، التي تنمو على شكل تجمعات، في المناطق التي يراوح ارتفاعها بين ٢٧٠٠ و ٣٥٠٠ متر عن مستوى سطح البحر.

❖ أما في القمم تكون النباتات نصف المخفات *hemicryptophytes* هي المسطرة على المجال، وتتكون هذه النبات أساساً من شوكات متأقلمة مع المرتفعات.

كما يختلف تدرج النبات ويظهر نظام الطاقة على سفوح جبال البرانس حيث تعد السفوح الشمالية أكثر غنى بالغابات من السفوح الجنوبية، وتتعاظم خصائص النبات من نموذج البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، كما تتزايد المساحات القفراء بالاتجاه نفسه، وتغلب الغابات المؤلفة من شجر البلوط دائم الخضرة وشجيرات الماكي في الجنوب والشرق، حتى ارتفاع ٦٠٠ م. ٧٠٠ م فوق سطح البحر، أما على السفوح الغربية والشمالية فتغلب الغابات ذات الأوراق العريضة والأشجار النفضية (المتساقطة الأوراق)، وتنتشر غابات السرو في القسم الشمالي للسفوح الجبلية. أما على الأجزاء العليا للنطاق الغابي الجبلي، فتغلب غابات الزان والشوح والتوب المختلطة. تليها باتجاه القمم ١٨٠٠ . ٢٠٠٠ م فوق سطح البحر، المروج الألبية وشبه الألبية.

١.٢. التدرج الأفقي للنباتات في إقليم غابات البحر المتوسط: أي الأقاليم النباتية تبعاً لاختلاف كمية الأمطار التي تتباين بدورها من مكان لآخر تبعاً لعوامل القرب أو البعد عن المسطحات المائية، كما يؤثر الاتجاه في صد الرياح السائدة أو توغلها في الداخل، بحيث تنتشر نباتات ألفة للرطوبة كالسنديان العذري والشوح والأرز، في حين تنتشر نباتات مقاومة للجفاف كالنباتات

العشبة والحولة والمعمرة المنتشرة في المناطق الداخلة مثل السنديان العادي، والبطم الأطلسي. ويمكن ملاحظة هذا في سلاسل بلاد الشام الغربية وفتحاتها الجبلية.

٢. الطوابق النباتية في إقلام غابات البحر المتوسط:

تنقسم الحاة النباتية في الغابة المتوسطة إلى عدة طوابق هي:

أ. **الطابق الشجري:** تنمو في هذا الإقلام الأشجار الكثيفة وذلك في النطاقات التي تسمح عناصر المناخ (درجة الحرارة والأمطار) والتربة بذلك، يصل ارتفاعه إلى ١٥ م، ولا تنفض الأشجار أوراقها بسبب الجفاف، وهي ذات أخشاب صلبة وأوراق عريضة دائمة الخضرة، وذات أوراق سمكة وتتحمل الجفاف، بما تدخره في أوراقها من عصارات، وبما لها من جذور طويلة تتوغل في التربة. وكثير من الأنواع يفرز مواد عطرية يؤدي تبخرها إلى خفض درجة حرارة الأوراق، وتتكون هذه الأشجار من ثلاثة أنواع هي:

• **أشجار دائمة الأوراق:** من بين الأشجار التي تتميز بديمومة أوراقها، نوعان: البلوط الأخضر والبلوط الفليني.

يشغل **البلوط الأخضر** دائم الخضرة مساحات واسعة في حوض البحر المتوسط، ويطلق عليه اسم الشجرة المطاطة لتمييزه بالتأقلم مع الأحوال البيئية، فهو ينمو في المناطق الممطرة وفي المناطق الأقل مطراً، يتواجد على ارتفاعات مختلفة بين ١٥٠٠ . ٢٨٠٠ م، يمكن أن يبلغ ارتفاع شجرة البلوط الأخضر في بعض المناطق ٢٠م، ويتواجد على شكل غابات خاصة في الضفة الشمالية (الجانِب الشمالي) لحوض البحر المتوسط. **البلوط الفليني** دائرة انتشاره أقل من البلوط الأخضر، يتواجد بالقرب من المناطق الساحلية، التي يراوح ارتفاعها بين ٦٠٠ . ١٦٠٠ م، يتطلب البلوط الفليني كمية كبيرة من الأمطار، كما يخشى انخفاض درجة الحرارة.

• **أشجار نفضة:** تتواجد هذه الأشجار، على وجه الخصوص، في المناطق الانتقالية بين المناطق الرطبة ومناخ البحر المتوسط، وتكون، هذه الأنواع غابات مختلطة مع البلوطات.

• **أشجار مخروطية:** يعد هذا النوع من أكثر الأنواع تواجداً في حوض البحر المتوسط، خاصة منها الصنوبر الحلبي، فهو يحتل مساحات واسعة جداً يفسر هذا الاتساع بتأقلم هذا النوع مع الأحوال البيئية، غير أن يخشى الانخفاض الشديد في درجة الحرارة -١٠ م°، ويتميز الصنوبر الحلبي بسرعة الانتشار. أما النوع الثاني فهو الصنوبر البحري غير أنه أقل مساحة، يوجد هذا النوع قريباً من المناطق الساحلية، في الجهة الشمالية لحوض البحر المتوسط، ويخشى هذا النوع

من انخفاض درجة الحرارة، يتأقلم مع ارتفاع الرطوبة الجوية، تتواجد بالإضافة إلى هذين النوعين، عدة أنواع أخرى كالصنوبر الأسود، والتنوب، والأرز، والعرعر، والعفصة....
من أشجار البحر المتوسط نذكر:

أ . **السنديان أو البلوط Quercus**: يعد من الأشجار المعمرة والضخمة، تعمر بما يقارب الـ ٥٠٠ . ٢٠٠٠ سنة، ويوجد أكثر من ٦٠٠ نوع من الأشجار والشجيرات تنتشر في النصف الشمالي من الأرض، ويصل ارتفاع بعض الأشجار إلى ٣٠ متراً، الأوراق مسننة أو مفصصة أو مجزأة، وهي إما دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق، وتكون الثمار جافة تدعى بلوطة محاطة بقمع مؤلف من حراشف متلاصقة أطوالها مختلفة تراوح ما بين ١٣ . ٥٠ ملم، والساق إما مفردة منتصبية متفرعة في جزئها العلوي وإما متعددة متفرعة القاعدة.

تعدّ أشجار البلوط مصدراً مهماً من مصادر الخشب، حيث إن خشبها يتميز بالقوة، ويُستخدم في صناعة الأثاث، وعوارض السكك الحديدية، والبراميل، وتشبيد المنازل، واستخراج مادة التانين التي تستعمل في صناعة الحبر الأزرق وفي دبغ الجلود، وهذه المادة تتواجد في قلف الأشجار والعفصات، وتُعد ثمار وأوراق البلوط مصدراً مهماً للغذاء في الحاة البرية لكثير من الحيوانات. ومن أنواع السنديان المتوسطة، وتوضح الصورة ٦٦. بعض أنواع السنديان Quercus:



الصورة ٦٦. بعض أنواع السنديان *Quercus*

- السنديان العادي أو القلبريني *Quercus calliprinos*: شجرة قد يتجاوز ارتفاعها ٢٠ متراً، كثيرة التفرع إذا قطعت، الأوراق دائمة، قاسية، مسطحة أو مجعدة، ذات حافة مسننة شوكة، وتعطي كل ثمرة بلوطة بضوية محاطة بقمع نصف كروي مغطى بحراشف سفلة منطبقة على القمع.
- السنديان القرمزي *Q. coccifera*: شجرة يصل ارتفاعها إلى ١٥م، وتتميز بضخامة التاج وكبر الثمار التي يصل طولها إلى ٤,٥سم. ينبت في الأراضي الفقيرة والصخرية، ويقاوم البرد ويتحمل الجفاف إلى حد ما، ويستخرج منه صباغ أحمر.
- السنديان المنفتك *Q. infectoria*: المعروف محلاً بالبلوط، يصل ارتفاعها إلى ٢٠م، الأوراق متساقطة، بضوية متطاولة ومسننة، وقد تكون شبه تامة، وحراشف قمع الثمرة منطبق

بعضها على بعض ومكسوة بأوبار قصيرة، ويؤلف في سورية غابات خالصة تكون نطاقاً غاباً مستقلاً يحتل الجبال الساحلة على ارتفاع بين ٧٠٠ . ١٠٠٠ م فوق مستوى سطح البحر.

• **السنديان الأشعر pseudocerris** أو البلوط التركي أو العذر: شجرة كبيرة يمكن أن يصل ارتفاعها حتى ٣٠ متراً جذعها مستقيم مغطى بقشرة رمادية فاتحة فليضة تتخللها شقوق غزيرة طولانية وعرضانية، الأوراق مفصصة، والثمار ضخمة طولها ما بين ٢,٥ و ٣,٥ سم، أقماصها أسطوانة مغطاة بحراشف طويلة مخزنية الشكل.

• **السنديان الفليني Q.suber**: من أسمائه البهش، قشرتها سمكة متقلنة مشققة، ارتفاعها يراوح ما بين ٢٠ و ٢٢ متر، والأوراق دائمة بضوية، مستدقة القمة مسننة، ويؤلف غابات في المغرب تغطي مساحات واسعة، وينتشر بالمجالات التي يراوح ارتفاعها ما بين ١٢٠٠ و ١٣٠٠ متر، إلى حدود ٢٢٠٠ متر بالأطلس الكبير، ويُستحصل منه على الفلين التجاري إذ يبلغ ثخنه ٢,٥ سم.

• **السنديان الأخضر Q.ilex**: تتميز بقامة متوسطة تتراوح ما بين ٨ و ١٠ أمتار، أوراقها دائمة الخضرة بضوية متطاولة تامة الحافة أو مسننة شوكة، الثمار محاطة بأقماع نصف كروية، ينتشر إلى حدود ارتفاع ٢٢٠٠ متر، وينمو نتيجة للاحتطاب الجائر في أفراد مبعثرة بعد أن كان يؤلف غابات كثيفة.

• **سنديان البيرينة Q.pyrenaica**: شجرة متوسطة الارتفاع، أوراقها متساقطة والثمار حولة النضج، وتنتشر في المغرب لاسمًا في المواقع الجبلية.

• **شجرة الكستناء أبو فروة Castanea sativa**: وتلقب بفاكهة الشتاء، وتعرف في بلاد المغرب العربي بالقسطل شاه بلوط، شجرة متساقطة الأوراق يصل ارتفاعها إلى ١٥ . ٣٥ متراً، والكستناء معروفة منذ القدم في اليونان، ويقول البعض أن موطنها تركيا، بينما يرى آخرون أن موطنها الأصلي هو إيران ومنه انتقلت إلى اليونان.

وقد ساعد الإنسان على انتشارها في مناطق عديدة نظراً لفائدتها، وتعش بصورة طبعية في المناطق الجبلية متوسطة الارتفاع، تنمو على ارتفاع يراوح بين ٤٠٠ . ١٠٠٠ متر، وتتحمل أشعة الشمس، والصقوع والثلوج في فترة السكون، ومن الأشجار النافرة من الأتربة الغضة بكربونات الكالسيوم. وخشب الكستناء مصدر التانين التي تستخدم لدباغة الجلود، وتستعمل أوراقها وأغصانها الغضة والمجففة علماً للماشية، والثمرة جوزية مستديرة الشكل مغطاة بزوائد تشبه أشواك القنفذ، تحتوي على بذرة واحدة، ذات قمة غذائية عالية تُستخدم كمكسرات.

• **أشجار الزان** : الزان الشائع أو الأوروبي *Fagus sylvatica* فاغس سيلفاتكا أشجار متساقطة الأوراق، وتبلغ أشجار الزان ارتفاعاً يصل نحو ٣٠ متراً خلال ١٠٠ سنة، ثمرة الزان بندقة مثلثة مغطاة من الخارج بأشواك صلبة تشبه ثمرة الكستناء وموطنها الأصلي المناطق المعتدلة في نصف الكرة الشمالي، في أوروبا وآسيا ومناطق أخرى من العالم، وهي نادرة في الوطن العربي، وتُزرع شجرة الزان في بريطانيا تحت نظام خاص لإدارة الغابات يعرف بالنظام الانتخابي أي لا تُقْتطع أشجارها كلها مرة واحدة، وإنما يؤخذ من الغابة عدد من الأشجار على فترات، ويعوض النقص عن طريق النمو الطبيعي أو الزراعة الذاتية.

ب . المخروطات Pinophyta: رتبة نباتات من عريانات البذور أو الراتنجيات، متميزة باجتماع بذورها العارية في مخروط، والأوراق إبرية الشكل، ويحوي كثير من المخروطات مركبات راتنجية تسيل خارج النبات، الأمر الذي سبب تسميتها بالراتنجيات، تختلف أشكال مخروط المخروطات باختلاف الأنواع والأجناس: فالمخروط منتصب في الأرز، ومتجه إلى الأسفل في الصنوبر، وصغير كروي في عرعر الأرز الإبري *Juniperus oxycedrus*، والبذور يختلف شكلها من نوع إلى آخر، وهي عادة مجنحة هوائية الانتشار.

أولاً . الأشجار الصنوبرية: ينتمي الصنوبر إلى مجموعة من النباتات تندعى باسم المخروطات، تشبه صنوبريات المناطق المعتدلة الباردة، وهي ترتبط بمناطق معينة وبصفة خاصة المناطق المرتفعة نسبياً حيث تنخفض درجة الحرارة نسباً، أشجار الصنوبر هي أشجار دائمة الخضرة، ولأوراق الصنوبريات شكل إبري وطبقة واقية شمعة ما يساعد الأشجار على توفير الماء، ويكون تكاثر هذه النباتات من خلال مخاريط حراشفة متخشبة تنتج البذور وجيوب اللقاح، ويبلغ طول المخروط ما بين ٤ إلى ٨ سم، وتتنوع المخاريط في شكلها فإما أن تأخذ الشكل البضاوي أو الشكل المخروطي، ولونها يميل إلى اللون البني، وتتميز أشجار الصنوبر بارتفاعها المتفاوت تبعاً لنوعها بعض هذه الأشجار يصل إلى نحو ٦٠ متراً، وبعضها يكون صغيراً وأشبه ما يكون بالشجيرات، ويوجد ما يفوق ١٠٠ نوع من أنواع أشجار الصنوبر، قد تختلف هذه النباتات في الخصائص المورفولوجية ، مثل شكل التاج، وطول الإبرة، وبذرة الساق ... وتحوي جذورها وسوقها على مادة راتنجية زيتية، وتمتلك تاجاً كروياً عند الأشجار الفتية، ثم تتخذ شكل المظلة عند نضجها، ومن أشجار الصنوبريات في الإقليم نذكر:

• **الصنوبر الحلبي Pinus Aleppo**: شجرة دائمة الخضرة يصل ارتفاعها إلى ٢٠ متر، ينتشر الصنوبر الحلبي في مناطق حوض البحر المتوسط، وبخاصة في جبال المغرب العربي، وجبال المشرق العربي (بلاد الشام) وصولاً إلى إسبانيا وجنوب فرنسا. الخريطة ٣١. مناطق انتشار الصنوبر الحلبي في إقليم غابات البحر المتوسط.



الخريطة ٣١. مناطق انتشار الصنوبر الحلبي في إقليم غابات البحر المتوسط.

إن شجرة الصنوبر الحلبي مقاومة للجفاف، وتُفضل الأماكن ذات المناخ الدافئ فهي حساسة لفترات طويلة من الصقيع، وتحمل الكلس وتنمو بشكل طبيعي في الترب الكلسية.

• **الصنوبر الثمري Pinus pinea** : هي شجرة يصل ارتفاعها إلى ٢٥ متراً، تاجها كثف ومنبسط بشكل مظلة، ويستوطن هذا النوع في المناطق الشمالية من منطقة البحر المتوسط، بدءاً من أراضي البرتغال وصولاً إلى آسيا الصغرى، بين ارتفاع ٣٠٠ إلى ١٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر، الخريطة ٣٢. مناطق انتشار الصنوبر الثمري في إقليم غابات البحر المتوسط.



الخريطة ٣٢. مناطق انتشار الصنوبر الثمري في إقدام غابات البحر المتوسط

• **الصنوبر الكورسكي Corsican Pinus**: الموطن الأصلي له هو جزيرة كورسكا، وجنوب إيطاليا، وجزيرة صقلية، ويوجد بشكل واسع أيضاً في جبال البرانس والألب والمرتفعات في قبرص، ويُستخدم لب الخشب الناتج عنه في صناعة الورق.

• **شجرة الأرز Deodar**: الأرز من الأشجار المعمرة من الفصيلة الصنوبرية، لها تاج مسطح وفروع أفقية، والأرز شجرة بطيئة النمو وقد يلزمها ما لا يقل عن ١٢ سنة، لتبدأ بالارتفاع و٤٠ سنة لتعطي ثمارها، ويراوح طولها ما بين ٣٠ و٤٥ متراً، وتزرع للزينة، ورائحتها العطرية، ولأخشابها عالة الجودة، أوراقها دائمة الخضرة وتشبه الإبرة الناعمة، تحمي الأوراق من الجفاف طبقة الشمع، موطنها الأصلي هو لبنان وشمال سورية، حيث ينتشر في النطاق المتوسطي الجبلي البارد محتلاً السفوح الشرقية الواقعة بين ارتفاع ١١٠٠. ١٣٠٠م فوق سطح البحر، في الجرد السورية اللبنانية، وشجرة الأرز كانت رمزاً للحضارة الفينيقية القديمة، ومن أنواعها ننكر:

أ. **الأرز اللبناني Cedrus libani**: موطنه الجبال الساحلة للساحل الشرقي للمتوسط من لواء إسكندرون شمالاً إلى شمال ووسط فلسطين، وتوجد أكبر كثافة له في أعالي في جبال لبنان خاصة أجمة بشري غابة أرز الرب في جبل المكمل وتُعد من أقدم أشجار الأرز في لبنان، وفي جبال اللاذقية قرب صلفندة، منتشرة من جبال الشعرة في منطقة صلفندة إلى حدود منطقة الغاب في حماة، وشجرة الأرز في سورية من أهم الأشجار وأكثرها انتشاراً في سورية، إلا أنها تعرضت وتعرض بشكل مستمر للقطع الجائر، كان لشجرة أرز لبنان دور مهم في الثقافة القديمة، عُرفت في الحضارة الفينيقية، واستعمل صمغ الأرز بخوراً في الاحتفالات الدينية، وزيته للحماية من

العفن، وخشبه في بناء الكنائس المذابح، والأواني المقدسة والهدايا، واستخدم السومريون زيت الأرز المستخرج من أوراق الشجرة وجذورها، واستخدمه المصريون القدماء في بناء القصور وفي تحنط الفراعنة.

ب . الأرز الأطلسي **Cedrus atlantica**: شجرة تتواجد في جبال الأطلس في الجزائر والمغرب منذ آلاف السنين، على شكل غابات على ارتفاع بين ١٣٧٠ إلى ٢٢٠٠ م فوق سطح البحر، ويُعد أرز أطلس نوعاً مستقلاً من أشجار الأرز، وهي مشابهة لأرز اللبناني.

ج . الأرز القبرصي **Cedrus brevifolia**: نوع من الأشجار النادرة يتبع جنس الأرز من الفصيلة الصنوبرية، موطنه جبال جزيرة قبرص، بعض العلماء يعتبرونه من سلالات الأرز اللبناني، تختلف عن الأنواع الآخر بأن أوراقها إبرية صغيرة، ومخاريط قصيرة. الصورة ٦٧. شجرة الأرز.



الصورة ٦٧. شجرة الأرز

• أشجار الشوح : تتبع الفصيلة الصنوبرية، شجرة متوسطة الحجم دائمة الخضرة، يراوح طولها بين ٢٠ . ٣٥ م، وريقاتها خضراء سمكة ولامعة طويلة وواسعة يصل طولها ما بين ١,٥ و ٢,٥ سم، ومخاريطها ذات شكل مستقيم على السقان، وينمو في مناخ البحر المتوسط على ارتفاع عالي بين ١٨٠٠ . ٢٠٠٤ م فوق سطح البحر، وترتبط ارتباطاً وثيقاً بجنس الأرز، ويضم نحو ٤٥ . ٥٥ نوعاً، منها: الشوح السوري أو الكيلكي **Abies cilicica** أبس سيلسكا: نبات مهدد بالانقراض وهو يعيش بصورة طبعية في الجبال الساحطة شمال المشرق العربي في لبنان وسورية لم يبق من غاباته في سورية سوى بضعة مئات من الهكتارات على السفح الغربي لقمة جبل النبي متى في الجزء الشمالي من سلسلة الجبال الساحطة على ارتفاع ١٢٥٠ . ١٤٠٠ م عن سطح البحر، كما يمكن أن يُلاحظ على ارتفاع ٩٥٠ م في منطقة جب الشوح، ومنطقة لواء اسكندرون، وفي سلسلة جبال لبنان الغربية، والشوح النوميدي أو الشوح الجزائري **Abies**

numidica: يعيش في جبال بابلور أو منطقة القبائل الصغرى في شمال الجزائر، والشوح الإسباني **Abies pinsapo** موطنه جبال الأندلس في جنوب إسبانيا وجبال الريف على ارتفاع يراوح بين ١٤٠٠ . ٢١٠٠م فوق مستوى سطح البحر. يتميز خشب الشوح بجودته الصناعة للأعمال الخشبية ولصناعة عجينة الورق، وتحتوي مخاريطه على مادة راتنجية تستخدم في بعض الصناعات الغذائية، ويستخدم الزيت الطار المستخرج من قمم الأفرع الحديثة لمعالجة التهاب الحلق. الصورة ٦٨. أشجار الشوح



الصورة ٦٨. أشجار الشوح

ثالثاً . السرويات **Cupressaceae**: منها:

١. اللزاب أو العرعر **juniperus spp** من رتبة الصنوبريات، الفصيلة السروية، من الأنواع النادرة على مستوى العالم، اللزاب أشجار معمرة دائمة الخضرة، مخروطية الشكل لها ساق قائمة كثيرة التفرع، يراوح طولها ما بين ٢ إلى ٨ أمتار، وأوراقها حشيفة صغيرة، طولها يصل إلى سنتيمتر واحد، ثمارها تسمى توت العرعر تشبه ثمار العنب، والعرعر نوعان، النوع الأول يتميز بثماره الزرقاء التي تميل إلى اللون البنفسجي، والنوع الثاني تميل لونه ثماره إلى اللون البني، والجذور منتشرة وعميقة، حيث تمتد إلى أعماق كبيرة وتتمكن من اختراق الشقوق الصخرية وصولاً إلى التربة، وتقرز أغصان وجنوع أشجار العرعر مادة صمغية تُعد غذاءً أساساً للنحل، وتتميز أخشاب العرعر بأنها تعطي طاقة حرارية كبيرة جداً لدى استخدامها كوقود، لها رائحة زكية عند حرقها، وأخشاب الشجرة متينة جداً لذلك تُستخدم كدعائم لسقوف المساكن المبنية من الطين والحجر هذه الشجرة باتت من الأنواع المهددة بالانقراض جراء عوامل مختلفة منها الجفاف، والقطع والرعي الجائرين الذي تتعرض له منذ سنوات عديدة.

ويوجد نحو ٥٠ نوع من أشجار اللزاب ومن أنواعها: العرعر السوري **Excelsa Juniperus** ينتشر في جمع أنحاء شرق البحر المتوسط، كان عرعر المرتفعات يغطي في الماضي مساحات

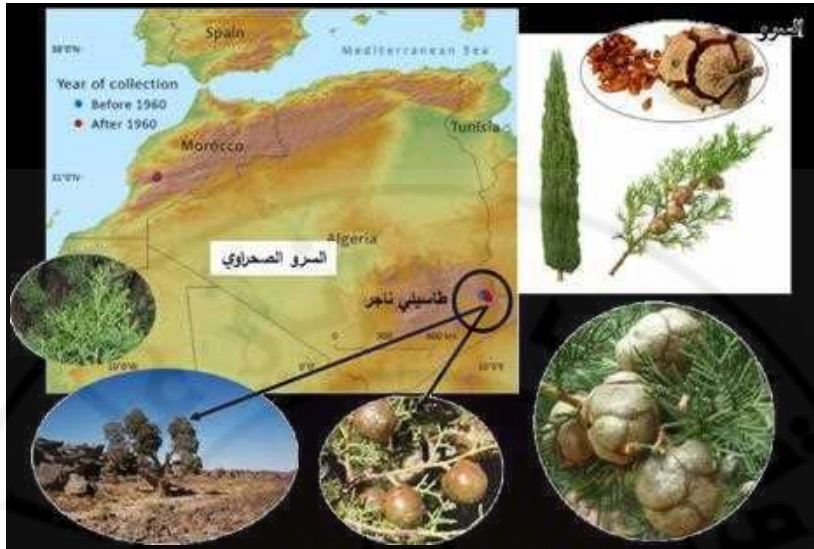
واسعة من جبال القلمون والسفوح الشرقية لسلسلة لبنان الشرقية، وتتكون من تجمعات شجرية تمتد من جبل حامة في منطقة قارة التي ترتفع نحو ٢٤٦٥ متراً شمالاً إلى جبرود ورأس المعرة وعسال الورد جنوباً. ويصل عمرها إلى أكثر من ٦٠٠ عام. على سفحي سلسلة الجبال الغربية، من جزئها الأوسط حتى شمالها وصولاً إلى مرتفعات عكار من ارتفاع ١٠٠٠ متر في أفق أعلى وادي نهر إبراهيم حتى ٢٨٠٠ متر في مرتفعات جبل المكمل. وعرعر الشربيني **Juniperus oxycedrus** أو العدريش شجرة أو شجيرة يصل ارتفاعها إلى ١٠ أمتار، وأوراقها إبرية الشكل، ويستخلص بوساطة عملة التقطير لأخشاب أشجارها زيت الكاد **oil of Cade** ينتشر في كافة أرجاء البحر المتوسط من المغرب العربي وإسبانيا غرباً إلى المشرق العربي حتى العراق وإيران شرقاً. والعرعر الفيزقي **Juniperus phoenicea** أو ما يعرف (العرعر الأحمر) له ثمار عنبية ذات لون أزرق إلى بنفسجي، وقد استخدم الفيزقيون خشب العرعر في صناعة السفن التجارية والحربية والمنشآت، مما أكسب هذه الأشجار قمة خاصة. والعرعر الفواح **Juniperus thurifera** (عرعر البخور) من الأصناف النادرة في العالم لتواجدها فقط في شمال إفريقيا على سفوح جبال الأطلس الكبير في المغرب، وجبال الأوراس في الجزائر، والجنوب الغربي لأوروبا.

تدخل أشجار اللزاب أو العرعر في دائرة التهديد بالانقراض، جراء عوامل مختلفة، منها الجفاف والرعي والتحطيب الجائرين، في ظل جهود متواضعة حال حمايتها، هذه الأشجار عندما تقطع لا تعاود النمو، والمشكلة تكمن في أن تكاثر الشجرة صعب، وهو ما يجعل خسائر اليوم تنعكس على الأجيال اللاحقة، لذلك يرى الكثير من البيئيين أن تقطع أشجار اللزاب كارثة وطأة وبيئة لا تعوض، إنَّ عدم تكاثر هذه الشجرة ناجم عن فقدان أنواع من الطيور ومنها طائر الكخن **fieldfare** (السمن البواشقي)، يفضل طائر الكخن بذور اللزاب السوداء غذاءً له، وبعد تناولها يبدأ جهازه الهضمي بإفرازات تفكك المواد العازلة التي تمنع إنبات بذور اللزاب، ثم يطرحها مع بقايا فضلاته في التربة هكذا تنبت هذه الشجرة، وهذا الأمر دفع الباحثين إلى القيام بتجارب لاستبدال الطريقة الطبعية لإنبات اللزاب بأخرى صناعية، وذلك بإخضاع بذور اللزاب لفترة تحضيرية على مدى أربعة أشهر بمعاملة حرارية وكفاءة معينة، لتبدأ من بعدها مرحلة الزراعة في التربة والإنبات، وفي فترة زمنية تراوح بين ٣ و٦ أشهر. الصورة ٦٩. أشجار اللزاب (العرعر).



الصورة ٦٩٠. أشجار اللزاب (الععر)

٢. أشجار السرو: تتبع الفصيلة السروية، من الأشجار دائمة الخضرة هرمية الشكل يصل ارتفاعها إلى ٣٠ متراً، تتحمل الجفاف وتقلبات درجة الحرارة، ذات أوراق صغيرة شبيهة بالحرشف خضراء، ومخاريط السرو كروية الشكل تحوي بذور صغيرة ومجنحة، يحوي السرو على زيت طار يدخل في تصنع العديد من المنتجات مثل الصابون، والعطور، وموطنها الأصلي شرق حوض البحر المتوسط ومن أهم أنواعه سرو البحر المتوسط *Cupressus sempervirens*، والسرو الأطلسي *Cupressus atlantica*، والسرو الصحراوي *Cupressus dupreziana* وهي أشجار نادرة، وموطنها منطقة طاسيلي في الجنوب الشرقي للجزائر، مهددة بالانقراض حيث لم يبق منها إلا نحو ٢٣٠ شجرة. الصورة ٧٠٠. أشجار السرو.



الصورة ٧٠. أشجار السرو

رابعاً . أشجار الغار أو الغار النبيل أو الرند **Laurus nobilis**: من الأشجار العطرية المعمرة ودائمة الخضرة، يصل طولها من ٧ إلى ١٨ متر، وثمارها تشبه ثمار الزيتون ويستخرج منها زيت عطري يدخل في صناعة الصابون الطبيعي، وتُستعمل أوراق الغار كنوع من أنواع التوابل. وموطنها الأصلي دول البحر المتوسط، ينتشر بكثرة في الساحل السوري وخاصة في منطقة كسب، واحتلت أشجار الغار مكانة بارزة في الثقافة اليونانية والرومانية، حيث وضعت أغصان الغار كأكاليل نصر على رؤوس الفائزين في الألعاب الأولمبية، الصورة ٧١. شجرة الغار النبيل.



الصورة ٧١. شجرة الغار النبيل

خامساً . شجرة المصطكاء *Pistacia lentiscus* (البطم العدسي أو بطم اللاندسك أو المستكة) شجرة الصمغ شجرة صغيرة دائمة الخضرة، من الفصيلة البطمية، وموطنها الأصلي هو منطقة البحر المتوسط من المغرب وشبه جزيرة أيبيريا وجزر الكناري غرباً، حتى العراق وإيران شرقاً، لها ثمر أحمر مر الطعم، يُستخرج من جذوع الأشجار مادة صمغية راتنجية تدعى المصطكاء أو أضرار المسكة، بعمل شقوق طويلة في جذع الشجرة والأغصان الكبيرة للنبات فتسيل عصارته الراتنجية سائلة تجمد بسرعة وتبقى متعلقة بالشجرة على هيئة دموع هشة لونها أصفر. استعملت فصوص المصطكى كالبخور، وفي الطب الشعبي. الصورة . ٧٢. شجرة المصطكاء.



الصورة ٧٢. شجرة المصطكاء

سادساً . الدردارية أو البوقصة *Ulmaceae*: تعرف بتسماتها الأخرى الغبيراء، وشجرة النبق... من الأشجار النفضية، يصل ارتفاعها من ٢٤ إلى ٣٠ متر فوق سطح البحر، ملمس أوراقها خشناً، لون بذورها أخضر فاتح أو بني، وتكون مكسوة بغلاف مجنح تحمله الريح بعيداً، وتتواجد في الجزائر وتسمى الألموس، وتنتشر في مجال ضيق في سورية ولبنان وفلسطين في الأراضي الغدقة حيث ينتشر في مستنقعات وتُعرف بالمران السوري أو الدردار

السوري *Fraxinus syriaca* ويعد سهل الغاب البيئة الحاضنة الوحيدة لشجر الدردار السوري، وهي مهدد بالانقراض بسبب خسارة موئله وتجفف المستنقعات التي ينمو فيها في سهل الغاب، ويقتصر التوزيع الحالي للدردار السوري على الشريط المحاذي لجبال السلسلة الغربية من سهل الغاب، وعلى ضفاف نهر بردى، ونهر اليرموك. تُستخدم شجرة الدردار منذ آلاف السنين في علاج الكثير من الأمراض، وفي صناعة الأثاث. الصورة ٧٣. شجرة الدردارية.



الصورة ٧٣. شجرة الدردارية

سابعاً . الققب أو الإسفندان *Acer sp*: أغلب أنواع الققب من الأشجار النفضية، وأنواع قليلة منها دائمة الخضرة، بعض أنواعها صغيرة ولا يزيد ارتفاعها عن ١٢ متراً وبعض الأنواع يصل ارتفاعه إلى ٣٠ متراً وتسمى ثمار الققب بالثمار المجنحة، للشجرة نظام جذري كثف للغاية يمنع نمو النباتات بالقرب من الشجرة، من أنواعه: الققب الدائم الخضرة أو الققب الكريري *Acer sempervirens*. وققب أوبالي الققب الإيطالي *Acer opalus*. والققب عريض الأوراق أو الققب السوري *Acer obtusifolium* وتتمثل في النبات السوري اللبناني بثلاثة أنواع هي: الققب الحرموني (جبل الشيخ) *Acer hermoneum* والققب السوري *Acer syriacum* والققب الطوروسي *Acer tauricum*، ولا يشكل الققب غابات في سورية، ولكنه ينتشر مرافقاً في غابات السنديان والبطم والصنوبر البري، وأشجار الققب بشكل عام هي من الأشجار المهددة بالانقراض والاختفاء نتيجة القطع الجائر الذي تتعرض له هذه الشجرة فخشبها مرغوب

في المدافئ والمواقد لأنه قليل الدخان عند احتراقه. خريطة ٣٣. مناطق توزيع أشجار الققب (الإسفندان).



خريطة ٣٣. مناطق توزيع أشجار الققب (الإسفندان)

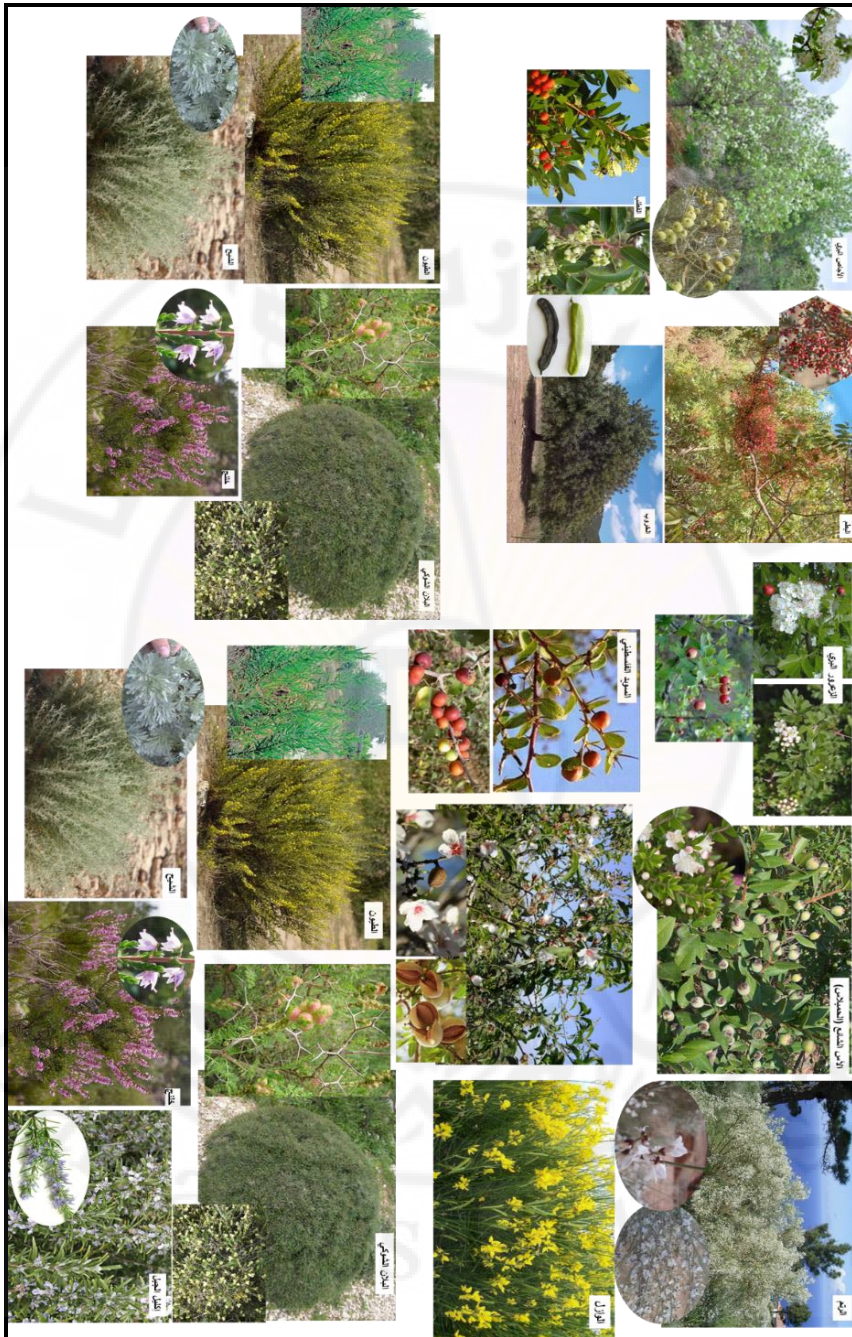
ب . طابق الأحراج (الشجيرات): عبارة عن مجمع نباتي تُهم من علّه الشجيرات بصورة رُدسة، حيث يتألف بشكل أساسي من الأنواع التي كانت تعيش تحت الطابق الشجري في الغابات دائمة الخضرة قبل أن تُزال، وتسوده الشجيرات دائمة الخضرة والتي يراوح ارتفاعها ما بين ١ . ٥ أمتار، والتي تمثل بقايا الغابة الأصلية. وتنمو هذه الجنبات بشكل طبيعي في البيئة المتوسطة، في خمسة أقاليم حول العالم ويطلق عليها عدة أسماء محطة ففي الدول المدطية بالبحر المتوسط يطلق عليها اسم الماكي Maqui، ويُطلق عليها اسم ماتورال matorral أراضي الأشجار القمّة أو أراضي الأجام في إسبانيا، والغاريك garrique في جنوبي إيطاليا، و macchia في إيطاليا، والفرايكنة phrygana في اليونان، وفي وسط كاليفورنيا اسم شابارول Chaparral، وفي غرب وجنوب أستراليا حيث تشهد مناخاً متوسطاً يطلق عليها اسم الكوونكان kwongan، واسم fynbos فنبوس في إقليم الكاب في أقصى جنوب غرب أفريقيا الذي يتمتع بمناخ البحر المتوسط. وفي وسط تشيلي في أمريكا الجنوبية ماتورال matorral، حيث تعد نمطاً متدهوراً من غابة الأحراج تتميز بانخفاضها، وتوجد في بقع منفصلة، ومقاومتها كبيرة للجفاف، من أهم أشجارها وأكثر الأنواع انتشاراً شجيرة الرتم Retama raetam، والأس أو الحمبلاس Myrtus communis، والزعرور البري Crataegus، واللوز البري Amygdalus، والسدر أو النبق أو السويد الفلسطيني Rhamnus palaestina، والبطم الأطلسي Pistacia atlantica، والأجاص السوري Pyrus Syriaca، والخروب Ceratonia siliqua، والقطلب Arbutus.

والوازل *Spartium junceum*، والخلنج *Calluna vulgaris*، والأجمات من الطيون *Inula viscosa* L، والبلان الشوكي أو النتنش *Poterium spinosum*، وإكليل الجبل أو حصي البان *Rosmarinus officinalis*، والشج *Artemisia* ... وتوضح الصورة ٧٤. بعض أشجار طابق الشجيرات في البيئة المتوسطة. إن إزالة الغابات المتوسطة الأصلة من أجل زراعة الزيتون والكروم والحبوب، وإدخال الأغنام وخاصة الماعز، وصناعة الفحم، وتعرض سطح الأرض للعوامل الجوية ما أدى إلى تراجع الماكي، وحل محله الغاريك *Garique* الذي يتألف من شجيرات قصيرة، وأعشاب حولها ومعمره، وينتشر في الأمكنة الصخرية الجافة، وهي الأنواع المحتملة للجفاف وأهم نباتات الغاريك الزعتر *Thymus*.

ج . طابق النباتات المتسلقة وأهمها اللبلاب أو حبل المساكين *Convolvulus*، تنتشر في غابات منطقة البحر المتوسط، وتُطلق تسمية اللبلاب على عدد من الأنواع النباتية المنتسبة إلى فصائل مختلفة، سميت الفصيلة بالالفة، إشارة إلى خاصية الالتفاف الموجودة في سوق عدد من أنواعها، وتتنوع أشكالها وأنواعها كثيراً، فمنه اللبلاب الصغير، والمداد، ولبلاب الحقول، وطربوش الغراب، ولبلاب الختمي، وهيديرا، وست الحسن، والكرمة العذراء (الخمس)، وستيريا *Wisteria*...

هـ . طابق الأعشاب تنمو في مناطق الغابات المتدهورة في منطقة البحر المتوسط، وهي نباتات بصلية ودرنات مثل العكوب والبلان والجعدة والزعتر ونباتات ذات رائحة عطرية... كما تنمو مجموعة من الأعشاب الفصيلة وقت هطل الأمطار وتزول بعد فترة قصيرة بسبب الرعي، تخنفي النباتات التي تأكلها الماشية من الغطاء النباتي (المستساغة)، وتنتشر بعض أنواع النباتات الغازية في الإقليم مثل الحشائش السامة *Asphodelus* تعد من النباتات السامة، والنباتات الشائكة القتاد (الأسترغالوس *Astragalus*)، وبعض نباتات الفصيلة النجمة أو المركبة *Asteraceae* هي أكبر عائلة من حيث عدد النباتات تضم أكثر من ٢٣٠٠٠ نوع منها السلبين أو الخرفش الشج، وسلبين مريمي، والقنطريون العنبري، والصر، والشبرق، واللغملول اللبناني، والجعدة، والهيبي وغيرها. تتميز معظم نباتات هذا الإقليم بأنها تتأقلم مع بيئتها بطرق متنوعة لتقليل النتج

و . طابق الحزازيات والطحالب وهو قليل النمو عموماً يتألف من الأشنيات والطحالب القائمة (الحزازات).



الصورة ٧٤. بعض أشجار طابق الشجيرات في البيئة المتوسطة

ب الحاة الحيوانات:

إن معظم الحيوانات في الإقليم ليست حيوانات أصيلة، بل وافدة، وتُنسب للأقاليم الحيوية المجاورة مكونة منطقة انتقالية، وأهم حيوانات هذا الإقليم الماعز الجبلي، والغزال الأطلسي، والطبي الإلكة، والسنجاب الأحمر الأوربي، والسنجاب الرمادي، والذئب الرمادي، والدب الرمادي، الدب البني السوري أو الدب الأسمر السوري، والأسد الجبلي، والخنازير البرية، وابن آوى، والنمس، والنص، وقرود المكاك البربري، والأرانب البرية، والماعز البري كبش جبلي (الأروية أو الموفلون) وأنواع أخرى كثيرة، وتحلق في أجواء المنطقة الطيور من أنواع مختلفة البلابل، والحمام، والشحور ذ المنقار البرتقالي اللون، ودجاجة جبلة، وعقق زرقاء، ونسر أسود، وطائر سردينا، والباز، والنسر وهما طائران جارحان، والطيور الليلة مثل، البومة والبومة البضاء، وغابات البحر المتوسط غدة بالحشرات كالغراشات، والبعوض كما أنها موطن لأنواع عديدة من الثعابين والسحالي وبعض الزواحف. أدى رعي الماعز والأغنام، والحرائق، واستغلال الأراضي إلى تدمير شبه كامل للغطاء النباتي الطبيعي وتآكل التربة، وانقراض بعض حيوانات الإقليم.

ج. تأثير الإنسان:

تواجه غابات البحر المتوسط مزيجاً من التهديدات نتيجةً لعدة عوامل أبرزها تغيير المناخ، والتوسع الزراعي، حيث تقع هذه الغابة في نطاق زراعة الزيتون الذي يعد نمطاً نباتياً واضحاً في إقليم البحر المتوسط. وقطع الغابات لكون الأشجار وأخشابها ذات نوعية جيدة وقاسية ومناسبة لبناء السفن، أو استخدامها كعوارض خشبه تحت الخطوط الحديدية، واستخدام أخشاب الأشجار في بناء أسقف منازل البيوت الريفية، وللتدفئة، والصناعات المنزلة الريفية كالمحراث، ورعي الماعز، والتوسع العمراني في أماكن انتشار النباتات الطبيعية، والصيد الجائر وتخریب بيئة الحيوان، والحرائق كون النباتات المتوسطة ذات طبعة زيتية لذلك نراها تشتعل بسرعه خاصة في ظل درجة حرارة الصدف العالية ووجود الرياح، إضافة إلى ممارسات التحول في استخدامات الأراضي لأغراض متعددة ما ينجم عنه خسائر في المناطق الشجرية، كما تشهد غابات حوض البحر المتوسط ازدهاراً وتوسعاً منتظماً نتيجة للأنشطة الزراعية وحملات إعادة التشجير، وإقامة المحميات والمنزهات لحماية الحاة البرية، ولحفاظ على النظم البيئية في الإقليم المتوسطي وحماية الأنواع النباتية والحيوانية الموجودة، لاسما المهددة منها بالانقراض، وقد تم إنشاء عدد من المحميات الطبيعية على أساس برامج وطنية للحفاظ على الطبيعة، نذكر منها:

Paeonia mascula. وكانت منطقة موئلاً للعديد من الأنواع التي واجهت الانقراض كالنمر السوري حيث تشير الاستقصاءات والمشاهدات إلى أن آخر صيد له كان في الستينات، والدب البني السوري الذي اختفى قبل ذلك ويتم العمل على إعادته. وتوضح الخريطة ٣٥. مناطق انتشار الدب البني السوري.



الخريطة ٣٥. مناطق انتشار الدب البني السوري

ب . محمية التليّة للحاة البرية في البادية السورية: تقع على بعد ٢٠ كم من مدينة تدمر، تهدف المحمية المحافظة على نباتات البادية الطבעة والإبقاء على الحيوانات التي تعيش فيها وتكاثرها بشكل يضمن استمرار وجودها وعدم انقراضها، وتم حصر أنواع نباتات التي يفوق عددها الخمسين نوعاً وأهمها: الروثا، والخدرف، والصر، والرمرام، والشنان السوري، والشح، والقصوم، والقيباء السينائي، والكمأة (الفقع) وغيرها من النباتات العشبة الحولة والمعمرة، وتم تمييز أكثر من سبعين نوعاً من الطيور وأكثرها شيوعاً الغواص، والعقاب، والقبرة، وأبو بلاقة، والصدرد الزرقاق، وطائر النوق (أبو منجل) الذي يُعتقد أنه انقرض من سورية والشرق منذ الثمانينات، حيث تم رصد وتوثيق اكتشاف مستعمرة مكونة من ثلاثة أزواج تحضن البيض على جروف الجبل الأبدض شمال مدينة تدمر، كما تم إحصاء نحو ٢٢ نوعاً من الثدييات مثل ابن آوى، والذئب، والثعلب، والضبع، والققط البري، والأرنب البري، والإبل... و٢١ نوعاً من الزواحف كالسحالي والثعابين، ونوع واحد من البرمائيات كالضفادع، وعدد كبير من الحشرات مثل الخنافس وتم اكتشاف نوع من الخنافس لم يكن معروف عالمياً تم تصدّفه وإعطائه اسم خنفساء التليّة، ومن أهداف المحمية هو إعادة الحيوانات التي كانت تعيش في المنطقة الغزلان من نوع الريم الصحراوي، والمها البقر الوحشي، والنعام، والحمار البري المنقرضة فقد تم عام ١٩٩٦م، جلب

حيوانات المها من الأردن، والغزلان من السعودية وتكاثرت في المحمة. الصورة ٧٥. حيوانات مهددة بالانقراض في محمة التليلة.



الصورة ٧٥. حيوانات مهددة بالانقراض في محمة التليلة

ج . محمة جبل أبو رجمين: تقع شمال مدينة تدمر محمة بيئة حرجة متعددة الأغراض، فهي عبارة عن مخزون وراثي متنوع ففيها العديد من النباتات والأشجار كالبطم الأطلسي، والسويد، والعديد من الطيور والحيوانات ومن أنواع الطيور: الحجل، ، والدرج، والصقر، والباشق، والعقاب، والنسر، والفري، والحباري، والقطا، والحسون، والهدهد... وهي آخذة بالانقراض نتيجة لتدهور الغطاء النباتي والصيد الجائر، ومن النباتات الحولة والمزهرة الخزامى، والجعدة، والزعر، والروثة، والقباء، والشح، والأشنان، والحرمل، والقصوم، والحلبة، والخشخاش البري، والعصان، والنيتون...

د . محمة جبل عبد العزيز: تقع في محافظة الحسكة، تُعد الموطن الأصلي والرؤس لأشجار بطم الكونجوك، والبطم الأطلسي، بالإضافة إلى أشجار الزعرور، وأشجار اللوز الشرقي، والتين البري، والسويد الفلسطيني، كما تمتلك المحمة بين أراضيها عدد من النباتات الرعوية المعمرة كالقصوم، والروثة، والصر، كما تحتوي على العديد من النباتات التي تُستخدم في الطب كالشح، والزعر البري، والدعجة، والنعناع البري، والقبار، والبابونج، والختمة، والخبازة، والخشخاش، والحرمل، والقصوم، والأربان، والتوليب الجبلي، والبختري القندريس، والعصان، والشوفان البر، وكعوب الباعر، والخراف، وأبو شويرب (الشعير البري)، وأجرد الكماء، ... وأهم أنواع الطيور البرية في المحمة الحجل، والباشق، والنسر، والرخمة، واليوم، والقبرة، والهدهد، والورار، والدرغل، والقطا، والنسر الأسود، والنسر الأسمر، وأبو زريق، وبعض الحيوانات البرية كالذئاب والثعالب والأرانب والغزلان وغيرها الكثير.

هـ . محمة غابات الفرنلق تقع في محافظة اللاذقية وهي محمة بيئة حراجة، تتألف بشكل أساسي من السنديان شبه العذري مع الصنوبر البروتي تنمو على تربة ناشئة على صخور إندفاع خضراء نادرة الوجود في سورية، وأهم الأنواع النباتية السائدة القطلب، والدلب، والعرعر، والريحان، والعجرم، والكرز البري، والعديش، والعفص، والميرمة، والزعتر، والبنفسج، والزوفا، والنعنec البري، وتعد المحمة مؤثلاً مهماً للعديد من الأنواع الحيوانية منها الخنازير البرية، وأرانب برية، وغزلان، وثعالب، وسلاحف، والخلد، والنمس، وابن عرس، وقطط برية، والسنباب كما توجد فيها طيور مستوطنة مثل الشحرور والسمن، وأبو الحن، وطيور مهاجرة ونظراً لموقع المحمة الجغرافي بين جنوب أوروبا وآسيا الصغرى.

٢. المحمات الطبعة في لبنان: توضح الخريطة ٣٦. توزع المحمات الطبعة في لبنان، منها:

أ . محمة أرز الشوف: تمتد من ظهر البيدر شمالاً إلى جبل نحا جنوباً، مغطاة بغابات البلوط على المنحدرات الشمالية الشرقية، وغابات العرعر والبلوط على المنحدرات الجنوبية الشرقية، تشتهر بغابات الأرز الثلاث وهي: غابة أرز معاصر الشوف، وغابة أرز الباروك، وغابة أرز عين زحلتا. يقدر عمر بعض الأشجار بنحو ٢٥٠٠ سنة، من الأشجار البربريس اللبناني، وغرنوقي لبنان، والقرنفل السحاري اللبناني، والتفاح البري، وهناك أنواعاً مهدداً بالانقراض على الصعيدين العالمي والوطني، مثل سحلب الأناضول، والفصة الزراعة، والنقل المثاني، بالإضافة إلى أنواعاً متقدراً في المنطقة مثل توليب أوشه، وسيلينة المكمل، وأنواعاً نادرة مثل جلبان لبنان، وباذنجان الغول، وأنواعاً من النباتات الطبية، بالإضافة إلى عدد كبير من النباتات العطرية، وتشكل ملاذاً نادراً للحياة البرية في لبنان مثل الذئب، والوشق، والغير، الهر البري، والهر النمر... وتعد المحمة منطقة مهمة لطيور المهاجرة بين أوروبا وأفريقيا، ومن الزواحف سحاة السقاية الجبلية، والحنش، وتم إدخال أنواع بعض الحيوانات المنقرضة مثل الغزال الجبلي، وقط الأدغال اللبناني.

ب . محمة حرش إهدن هي المنطقة المحمة الوحيدة في لبنان التي تحتوي على آخر مجتمع غابات متبقي من التفاح البري المتوطن في لبنان، وتقع على المنحدرات الشمالية الغربية لجبال لبنان الغربية، وتضم عدد كبير من أنواع الأشجار النادرة في شرق البحر المتوسط، وأنواع زهور ونباتات مستوطنة فقط في لبنان وأهم المجتمعات النباتية في المحمة مجتمع غابات الأرز اللبناني، ومجتمع غابات الشوح السوري، مجتمع غابات اللزاب، ومجتمع غابات التفاح اللبناني.

وأنواع من الأزهار البرية غير موجودة في أي مكان آخر في العالم، مثل مخلب عقاب إهدن، وقرنفلة يوسف بك كرم، وزعفران الرّؤس سلمان فرنجة، ومن الطيور نسر البونيلي الموجود منه زوج واحد في المحمة من أصل ٨ أزواج في العالم، ومن الثدييات عفريت الشجر، ووطواط أوروبي، ووطواط فأرة، والذئب، ابن عرس، والغريز الأوراسي، والقنفذ، والشهم.



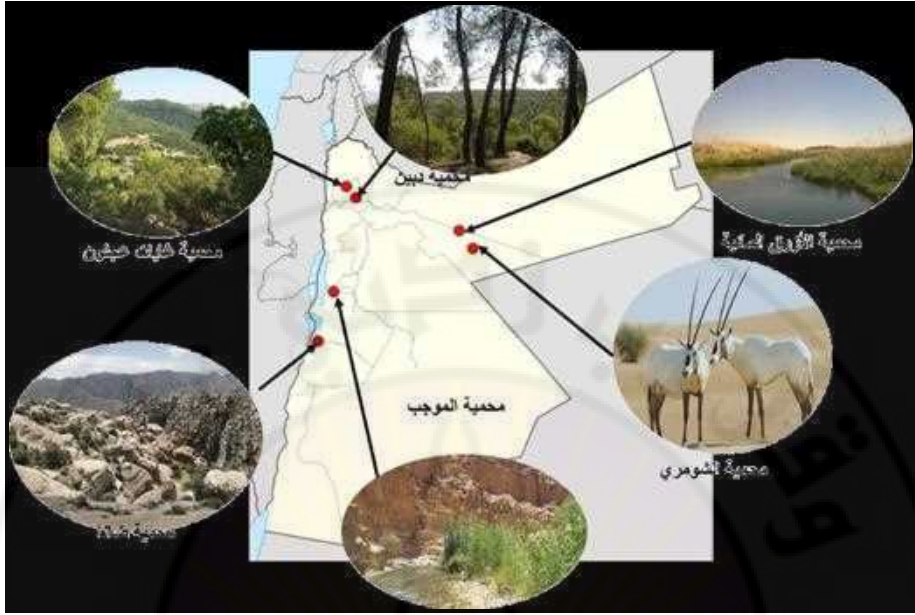
الخريطة ٣٦. توزع المحمات الطبيعة في لبنان

٣. المحمات الطبيعة في الأردن: توضح الخريطة ٣٧. توزع المحمات الطبيعة في الأردن:
 أ. محمة عجلون: محمة طبيعة تقع في شمال الأردن تغطيها غابات كثيفة من أشجار الصنوبر، والفرولة البرية، والبطم، وأشجار البلوط، والققب، والخروب، والزعرور، والأجاص، والسويد وغيرها، ويوجد في المحمة نباتات وأزهار برية ونباتات طيبة مثل رجل الحمامة، والعنصل، والجعدة، كما تسهم المحمة في إكثار الأيل الأسمر، التي تتميز بندرتها والتي انقرضت من المنطقة منذ أكثر من ١٠٠ عام، وتضم عدد من الحيوانات المقترسة، ومن

القوارض السنجاب الفارسي، والذئب، والخلد، ومن الزواحف السحاة الخضراء، والأفعى الفلسطينية، والسحفاء الإغريقية، من الطيور الصقر الحوام، وعقاب الدات، الهدهد، والحجل، وغيره.

ب . محمة ضانا: أكبر محمة طبعة في الأردن، توجد في محافظة الطفيلة، تتميز بأنها تضم تنوعاً في الأقالام الطبعة حيث تضم: إقليم الصحراء العربية، وإقليم البحر المتوسط، والإقليم الإيراني الطوراني، والإقليم السوداني. يوجد في المحمة غابات أشجار السرو دائمة الخضرة التي كادت أن توشك على الفناء في تلك المنطقة، نتجة التقطع والاجتثاث. والبلوط دائم الخضرة، والعرعر، ويوجد فيها حيوانات مهددة بالانقراض مثل النعار السوري، والماعز الجبلي، وصقر العويسق، والثعلب الأفغاني، ومن الزواحف المهددة بالانقراض الحرباء والضب والورل والسحفاة اليونانية.

ج . محمة الموجب في الأردن تمتد المحمة مسافة ٤٠٠ متر منها تحت سطح البحر، و ٨٠٠ متر فوق سطح البحر، لذا تعد أخفض محمة على وجه الأرض، مما أدى إلى وجود أنماط متنوعة من الحاة البرية من نباتات وحيوانات، ويوجد في المحمة نباتات وأزهار نادرة مثل زهر الأوركيد، والأكاسا، وأشجار الطرفة، والنخيل، ويوجد بها الكثير من الحيوانات البرية مثل حيوان البدن (الماعز الكبير)، والذئب الوبري، والغزال الجبلي، والوشق، والنموس، وابن آوى، والغريز، والثعلب الأحمر، وثعلب الجبال (ثعلب بلانفورد)، كما يوجد فيها طيور سواء محطة أو مهاجرة مثل الشنار، والبلبل، والغراب المروحي الذنب، والقبرة المتوجة، والابلق الحزين، والسوداية، والرخمة المصرية من النسور التي تهاجر وتفرخ في الأردن، وطائر العقاب البونلي، وطائر المويسق من أنواع الطيور الجارحة، والعصفور الشينائي من الطيور التي تعيش في المناطق الجنوبية الأردنية في منطقة وادي الموجب ويُعد بمثابة طائر وطني للأردن.



الخريطة ٣٧. توزيع المحميات الطبيعية في الأردن

٤. المحميات الطبيعية في المغرب: لضمان حماية التنوع الحيوي تم إحداث منتزهات وطنية منها:

أ . منتزه طوبقال: جنوب مدينة مراكش، ويضم أعلى قمم سلسلة جبال الأطلس الكبير جبل طوبقال ٤١٦٧ متر عن سطح البحر، وبحيرة إيفني على ارتفاع ٢٦٠٠ متر عن سطح البحر عند أقدام جبل طوبقال، يتميز المنتزه بثروة حيوانية ونباتية استطاعت أن تتكيف مع الأحوال المناخية، وتتكون من الثدييات كالأروي المغربي (حيوان ثديي عاشب ينتمي إلى الطباء الماعزي)، والقرد زعطوط^١ (القرد الأمازيغي الفصيلة الإفريقية الوحيدة من المكاك)، والسنجاب، والضربان (الشيهم)، والقط الوحشي، والثعلب، كما تعيش عدد من أنواع الطيور منها الحجل، والغراب، والنسر، والعقاب، والزواحف منها أفعى الأطلس، والحرباء، أما الثروة النباتية تتغير نباتاتها بتغير مع الارتفاع عن سطح البحر، واتجاه السفوح، والفصل، حيث توجد أشجار العرعر الفواح على ارتفاع يزيد عن ٢٥٠٠ متراً، وأشجار البلوط الأخضر، والفليني، والسرو والصنوبر،

١ . يلعب القرد زعطوط دوراً في الحفاظ على التوازن البيئي، لأنه يتغذى على مجموعة من الحشرات التي تصيب أشجار الأرز، وفي غاباه يحتمل فقدان هذا التوازن، نظراً إلى التكاثر الكبير لليرقات النافرة لأشجار الأرز.

والأرز، تليها أشجار الزيتون البري، واللوز، والتين،... ثم الحلفاء والأزهار مثل الزنبق والأقحوان...

ب . **منتزه تازكة:** يقع في المنطقة الشمالية الشرقية للمملكة المغربية بجبل الأطلس المتوسط، جنوب غرب تازة، ويتوزع الغطاء النباتي بالمنتزه تبعاً لعنصر الارتفاع، حيث تسود في الشرق غابة البلوط الأخضر بين ارتفاع ٨٠٠ و ١٨٠٠ م، أما في الغرب غابة البلوط الفليني بين ارتفاع ٦٠٠ و ١٤٠٠ متر، وتنتشر غابة أشجار أرز الأطلس (مأرزة تازكة) بين ١٤٠٠ و ١٩٨٠ متر فوق سطح البحر، وتحتضن الغابات حيوانات برية منها الخنزير البري، وثعلب الماء، كما تم إعادة إدخال الغزال البربري الذي انقرض من المنطقة، وإعادة الضأن البربري (الأروي أو عتروس الجبل)، ومن بين أصناف الطيور الموجودة بالمنتزه العقاب البونيلي، والسقاوة المفترسة، والصقر، والباز، وطيائر الزريقاء، وطيائر أبو الحناء ذو العنق الأحمر، والقرقب الأسود، والعرارة الصفراء، وغيرها. ويُعد المنتزه بمثابة مختبر طبيعي، إلى جانب الأهمية الساحة. وتوضح الخريطة ٣٨. توزع المحميات الطبيعية في المغرب.



الخريطة ٣٨. توزع المحميات الطبيعية في المغرب

٥. **المحمات الطبيعية في الجزائر:** تضم الجزائر محمات وحظائر وطنة كثيرة ومتنوعة نظراً للمساحة الشاسعة للبلاد من بين هذه المواقع الطبيعية توجد نحو ١٠ محمات طبيعية تنتمي إلى التراث الطبيعي العالمي المحمي دولاً من طرف منظمة اليونسكو توضح الخريطة ٣٩. توزع المحمات الطبيعية في الجزائر منها:

أ . **حظيرة تازة الوطنة (ولاية جيل)** تقع شمال شرق الجزائر وتطل على البحر المتوسط، أسست من أجل حماية الأنواع الحيوانية والنباتية إضافة إلى الخصائص الجيولوجية والحيوية والمحافظة على التوازن البيئي، فيها مجموعة متنوعة من النباتات ممثل في غابات البلوط بأنواعه الثلاثة: الفليني، والزان، والأفارس (هي من أنواع البلوط، لا توجد هذه الشجرة في العالم إلا بشمال الجزائر وشمال تونس)، والأرز الأطلسي والأرز الحلي، إضافة إلى العديد من أنواع النباتات مثل الحلفا، والحظيرة موطن لأكثر من ثلاثين نوعاً من الثدييات بما في ذلك النادرة، منها: النمى، وكلب الماء، والقط المتوحش، والقرود البربري المهددة بالانقراض، ومن الطيور الحدأة السوداء، وقنبرة الغط، والنمنمة، والقرقف الفحمي، ومن الطيور النادرة كاسر الجوز القبائلي، وطائر النسبة الزرقاء، إضافة إلى الثروة الحيوانية البحرية مثل بعض القواقع والسلحفاة البحرية والأسماك.

ب . **محمّة جبل البابور** يقع جبل البابور في شمال الجزائر، وهي واحدة من غابات الجزائر القديمة القليلة المتبقية، وتتكون من أشجار الصنوبر المتوسطي، والغابات المختلطة، وتعد المنطقة موئلاً للعديد من الحيوانات المستوطنة والنباتات النادرة، فبعد انفصال القارتين الإفريقية والأوروبية استوطنت العديد من الحيوانات والنباتات الأوروبية في شمال إفريقيا، مثل شجرة الشوح النوميدي أو الشوح الجزائري، وقرود المكاك البربري وهي القرود الوحيدة التي تعيش في أوربا، وكذلك موطناً لغزلان الأطلس والذي يُعرف باسم الأيل البربري، وتشمل الطيور التي تعيش في المحمة على نقار الخشب المرقط، والحمّام الخشبي، والطائر الذبابي، وطائر خطاف الدّباب الأبقع، وطائر بلبل زيتوني، وحمّامة الصخور.



الخريطة ٣٩. توزيع المحميات الطبيعية في الجزائر

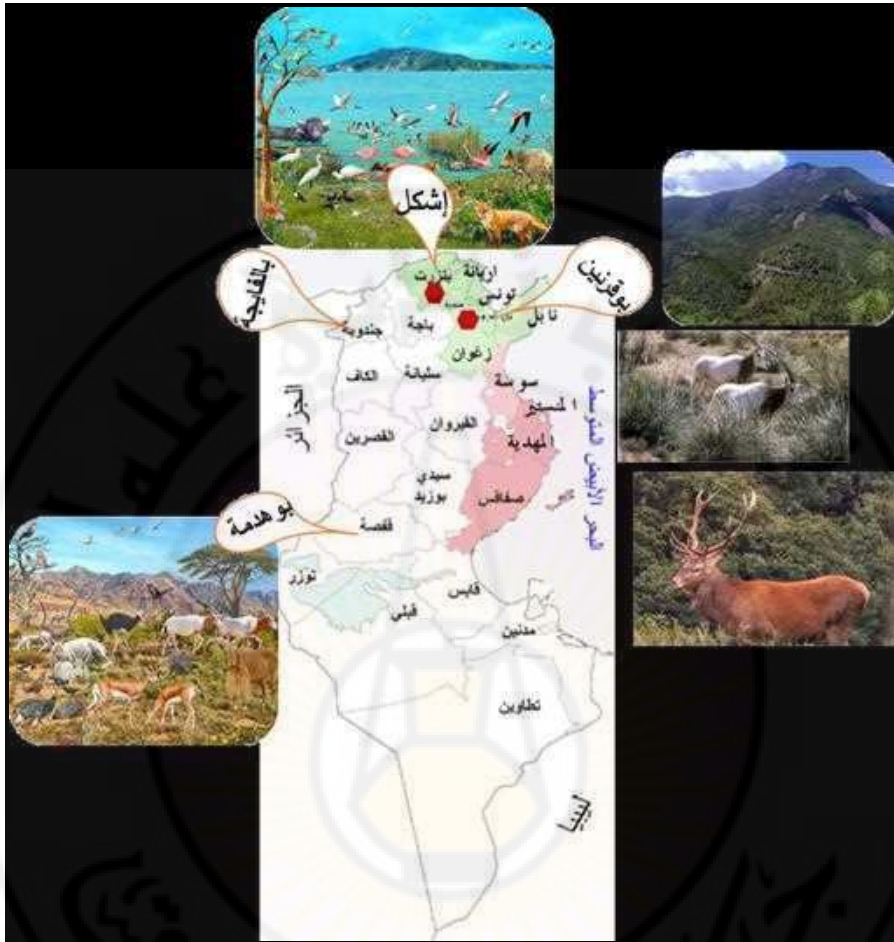
٦. المحميات الطبيعية في تونس: تتميز تونس بتنوع ثرواتها الطبيعية والبيئية، إذ توجد بالبلاد العديد من المحميات الطبيعية والحدائق البيئية، وتوضح الخريطة ٤٠. توزيع بعض المحميات الطبيعية في تونس منها:

أ . محمية إشكل: تقع في ولاية بنزرت، شمال البلاد، وتتكون المحمية من منظومتين بيئيتين المناطق الرطبة (بحيرة إشكل التي تصب فيها العديد من الأودية التي تفردها بالماء العذبة) والمنظومة الجبلية (جبل إشكل الذي يرتفع عما حوله إلى ٥١١ متر فوق سطح البحر) حيث يكسو جبل إشكل حراج غابية متوسطة تتكون من أشجار الخروب، وشجيرات البطم العدسي أو المستكة، والعرعر الفينقي، والقندول، والعوسج، ونبتة سبجان الخلاق النادرة (تنبت الثمرة من الأوراق)، نباتات السكوم (الهليون)، والأوفريس نبتة من السحلبات مظهر زهورها يشبه شكل الحشرات، والزنبات والسوسنات، والفربيون الشجراني، كما يوجد بعض أنواع السرخس الفوجير النادرة (نفروليبس) (ويسمى السرخس السف او السرخس بوسكن)، والديس من فصيلة

النجيليات (الحلال)، وتوجد بالمستنقعات أو على ضفاف البحيرة منابت من القصب، والسمار (الأسل)، وشجيرة الطرفاء الإفريقية.

وهناك العديد من الحيوانات تسكن المحمة وأهمها كلاب الماء، والسلاحف، وفي سبخات إشكل يعش قطع من جاموس الماء (جاموس إشكل)، وتعج المحمة في فصل الشتاء بالطيور المهاجرة القادمة إليها من أوروبا وإفريقيا، كما تعش فيها طيور مثل الدجاجة السلطانة والبلشون الأبيض، والإوز الرمادي، والغرة الزرقاء بين قصب ضفاف البحيرة وهي من الأنواع النادرة. وتهدد المحمة عدة مخاطر منها ارتفاع درجة ملوحة البحيرة بسبب نقص كمية المياه العذبة التي تصلها من جراء بناء السدود في المنطقة، ونتج عن ذلك تراجع عدد الطيور المهاجرة التي تقتات من نباتات المياه العذبة.

ب . الحديقة الوطنية بالفايجة: توجد بأقصى الشمال الغربي لجبال خمير، تتكون الحديقة أساساً من غابة الزان متساقطة الأوراق، وغابة السنديان الفليني، والقطلب (اللنج) كما تضم الحديقة مجموعة من النباتات المهددة بالانقراض أهمها نبات الحامول المائي، ونبات الحلحال (إكليل الجبل)، والعنصل، والوزان، ونباتات السحلبات. ويمثل الأيل الأطلسي أهم الحيوانات التي تميز محمة الفايجة، والتي من أجله أحدثت المحمة لحياته ورعايته، وتأوي الحديقة أنواعاً أخرى متعددة من الطيور نثار الخشب، وصقر بولحناش، والبوحرش (طائر الحريش حارس الغابة، الذي يغرس بذرة البلوط في التربة)، ومن الجوارح الساف من فصيلة الصقور، والبجراة (العوسق أو صقر الجراد أو الشبوط)، ومن الزواحف سحاة الجزائر، وسحاة الجدران، وشحمة الرمل، والثدييات منها الخنزير البري، وثعلب الأطلس، والزيردة (القط البري)، والدلدل أو الشيهم، والنمس، بالإضافة إلى عدد وفير من الفراشات مثل الفراشة القمرية المذنبه وفراشة كليوبترا.



الخريطة ٤٠. توزع المحميات الطبيعية في تونس

٧. المحميات الطبيعية في ليبيا: يحتل منتزه وادي الكوف الوطني موقعاً وسط مرتفعات الجبل الأخضر وتم اختيار الموقع بما يوفره من بيئة طبعية متباينة، يجمع بين الأحياء البرية والبحرية والبرمائية، تكسو المنطقة أشجار البلوط، والصنوبر بأنواعه، والسرو، والخروب، والزعرور المعروف باسم البطوم في ليبيا، والقعمول (خرشوف ليبيا)، وشجيرة المرسين (الأس الشائع)، وبعض النباتات المميزة للجبل كالععرعر، والشماري (Shmari) (ويوجد منها أصناف عديدة، وقد تم التعرف على نحو ٢٠ صنفاً منها ثلاث أصناف لا توجد إلا في ليبيا فقط)، الذي وضعه الاتحاد الدولي لصون الطبيعة بالقائمة الحمراء ضمن النباتات المهددة بالانقراض. وتعيش فيها حيوانات برية مثل الثعلب، والقط البري الليبي، والظربان الليبي، كما توجد أعداد من الطيور المهاجرة

والمستوطنة، والنظام البيئي في المحمة مهددٌ ولازال الغطاء النباتي في تدهور مستمر بسبب تعرضه لشتّى أنواع العبث والقطع والحرق العديد من التجاوزات والتعديات. وتوضح الخريطة ٤١. موقع منتزه وادي الكوف وبعض نباتاته المُميزة.



الخريطة ٤١. موقع منتزه وادي الكوف وبعض نباتاته المُميزة

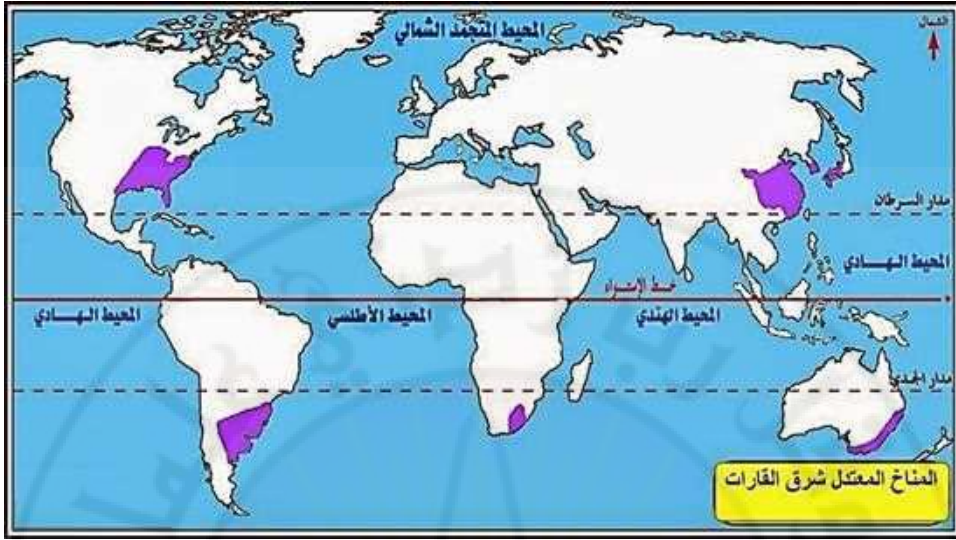
٢.١. إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين)

توأم إقليم البحر المتوسط في نطاق العروض المعتدلة الدافئة، تنمو الغابات الرطبة الدافئة (غابات الصين) في شرق القارات في بعض العروض التي توجد فيها غابات البحر المتوسط، وذلك في المناطق التي تنتمي عموماً إلى المناخ المعروف بالمناخ الصيني.

١.٢.١. التوزيع الجغرافي:

يتوزع بين دائرتي عرض 30° . 40° شمالاً، ودائرتي عرض 30° . 40° جنوباً، ولكنه في الواقع يتعدى هذه الحدود في اتجاه خط الاستواء حيث يتزحزح قليلاً نحو العروض المدارية خاصة في نصف الكرة الشمالية لامتد بين دائرتي العرض 23° . 35° شمالاً وجنوباً، ومن أجل ذلك يمكن أن نسمي هذا الإقليم أحياناً بإقليم الغابات دون المدارية الرطبة، والعامل الذي أدى إلى هذه الزحزحة نادرة خط الاستواء في هذا الإقليم هو تأثير التيارات البحرية التي تمر بمحاذاة السواحل الشرقية للقارات التي تعمل على خفض درجة الحرارة، مما يجعل هذا الغابات تميل إلى الامتداد أكثر في اتجاه المدارين، كما تلعب التضاريس دوراً في توغل هذه الغابات داخل العروض المدارية حيث تنتشر على ارتفاع أكثر من ٩٠٠ متر فوق سطح البحر.

تتوزع غابات الإقليم الصيني في آسيا في معظم جنوب ووسط الصين، وجنوب اليابان في مساحة محدودة، والساحل الجنوبي الشرقي لأستراليا، وجنوب شرق أفريقيا (إقليم ساحل ناتال)، وأمريكا الشمالية في جنوب شرق الولايات المتحدة خاصة في شبة جزيرة فلوريدا، وأمريكا الجنوبية في أقصى جنوب شرقي البرازيل، ومنطقة جنوب وسط تشيلي جنوب نهر بيو . بيو، كما تنمو في الأقاليم المدارية، ولكن على مستويات أعلى من ٩٠٠ متر فوق سطح البحر، في أمريكا الوسطى شرق المكسيك، وعلى المنحدرات الشرقية لجبال الأنديز. وتبين الخريطة ٤٢. التوزيع الجغرافي لإقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين).



الخريطة ٤٢. التوزيع الجغرافي لإقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة (غابات الصين)

٢.٢.١. الخصائص المناخية:

يتميز هذا الإقليم أنه حار صيفاً وبارد شتاءً، ومطره طول العام لكن أغلبه في فصل الصيف، المتمثل في جنوب ووسط الصين ويتميز هذا الإقليم عن إقليم المناخ الموسمي بأنه أقل حرارة، ويتعرض هذا الإقليم صيفاً إلى هبوب الرياح الموسمية الرطبة الجنوبية الشرقية في الصيف وتجلب أمطاراً وحرارةً، ما يجعل درجة الحرارة أعلى مما هو عليه في أماكن أخرى في العالم تقع على درجة العرض نفسها. وفي الشتاء تهب الرياح الشمالية وتجلب البرد والجفاف، مما يجعل درجة الحرارة أقل مما هو عليه في مناطق أخرى بالعالم تقع على درجة العرض نفسها، لذلك يتميز الإقليم بارتفاع درجة الحرارة صيفاً حيث تزيد درجة الحرارة في الصيف عن ٢٧°، والمدى درجة الحرارة السنوي يزيد على ١٥م°، أما نظام هطل الأمطار يكون طول العام، وأكثرها في فصل الصيف بسبب هبوب الرياح الموسمية، أما في الشتاء بسبب وجود منخفضات جوية، وتراوح بين ٧٥٠ . ١٦٥٠ ملم، على مدار العام مع تركيز واضح في الصيف.

٣.٢.١. الخصائص الحيوية:

نظراً لأن أمطار هذه الأقاليم تهطل طول السنة فإن الغابات التي تنمو بها تكون غالباً أكثر كثافة من غابات إقليم البحر المتوسط، ولكنها أقل كثافة من الغابة المدارية المطيرة.

أ. الحاة النباتة:

من الصعب تحديد شخصية هذا الإقليم الحيوية بصورة واضحة، لأنه كثيراً ما تختلط به أنواع كثيرة من الأشجار، ويحتوي على مجموعة من النظم البيئية المختلفة، يرتبط كل نظام منها بمجموعة أشجار معينة، منها أشجار ذات أوراق عريضة دائمة الخضرة، وأشجار ذات أوراق عريضة ولكنها نفطة، وأشجار ذات أوراق إبرية (صنوبرية). وإن كانت هذه الغابات في معظمها دائمة الخضرة لتوفر الرطوبة على مدار السنة، إلا أننا ننتبين اختلافاً في نوعية الأشجار وكثافتها، ولعل هذا التباين يعكس طبعة الإقليم الذي يضم مجموعة من النظم البيئية المحطة، حيث يرتبط بكل نظام مجموعة معينة من الأشجار.

ففي منطقة جنوب شرق الولايات المتحدة كانت تحتل الغابة الأراضي الساحلة التي تمتد من رأس هاتراس في كارولينا الشمالية على المحيط الأطلسي حتى دلتا نهر المسيسيبي، وكانت تتسم بأشجارها عريضة الأوراق دائمة الخضرة، إلا أن هذه الغابات تأثرت بالتدخل البشري، فانكمشت مساحتها لتحتل مناطق صغيرة منعزلة، وحل محلها أشجار الصنوبر، ومن أكثر الأشجار العريضة الأوراق الدائمة الخضرة انتشاراً شجرة البلوط، وشجرة ماغنولا *Magnolia grandiflora* دائمة الخضرة ذات الرائحة العطرية، كما تنمو على طول قعان الأنهار أشجار السرو، والطوبال *Nyssa* أشجار ضخمة تتركز في المستنقعات على طول خليج المكسيك. ومن الأشجار النفضة عريضة الأوراق في الإقليم أشجار الزان *Fagus sylvatica*، والبتولا *Betula*، والهكوري *hickory*، والهور، والأسفندان (القب)، وتختلط بهذه الأشجار الكثير من الأشجار الصنوبرية ذات الأوراق الإبرية التي تنتشر في المناطق التي تسودها التربة الرملية الخفيفة، أو حيث تتعرض الغابة الأصلية للتدمير، وأهم الأشجار الصنوبرية: الصنوبر *Pinus*، والشوكران الراتنجي الكاروليني *Conium* من الأشجار النادرة في أعالي جبال الأبلش، ويتضح مما سبق أن هذه الغابة لس لها شخصية حيوية واضحة لهذا يُطلق عليها اسم الغابات المختلطة.

كانت تنتشر في جنوب ووسط الصين، وجنوب اليابان مساحات واسعة من الغابات المعتدلة الدافئة الرطبة، إلا أن معظم هذه المساحات أزيلت وتحولت نتيجة الضغط السكاني إلى مزارع للأرز والحبوب الغذائية. وأهم الأشجار هنا البلوط دائم الخضرة مع أشجار الغار *Laurus nobilis*، وأشجار الشاي، والأسفندان *Acer* (القب)، وأشجار البامبو *Bambusoideae*

وتغطي أشجار البامبو (الخيزران) المناطق المرتفعة من مقاطعة شانغدونغ حيث توجد أكبر غابات البامبو في المنطقة غابة يون دين بامبو.

وفي جنوب شرقي استراليا بين بريسبان وملبورن تتكون غابة من أنواع مختلطة من الأشجار تميزها عن باقي مناطق الإقليم، حيث يوجد نطاق عريض من الغابة شبه المدارية الدائمة الخضرة، اختفى معظمها مع قدوم الأوربيين إلى استراليا، ويسودها أشجار الكافور العملاقة (الكيناء) *Cinnamomum camphora*، وأشجار الأكاسا *Racosperma*، وشجرة أوكالبتوس ساليينا، المعروفة باسم صمغ سيدني الأزرق، وشجرة الدردار *Ulmus*، وأشجار السراخس الأسترالي *Cyathea cooperi*، وتكثر نباتات السرخس الأرضية مكون طبقة ثالثة.

كما تنتشر في جنوب البرازيل مساحات واسعة من الغابات المختلطة دائمة الخضرة، تُسمى غابة أروكاريا، لأنه يسودها أشجار صنوبر أروكاريا البرازيل (شجرة الشمعدان) *Araucaria angustifolia* التي تُشكل طبقات مظلة، وعندما تسود الغابة أشجار أروكاريا تقتصر لنمو أرضي، وعندما تسود الغابة أشجار عريضة الأوراق دائمة الخضرة، والشجيرات مثل شجيرات الشاي الأمريكي، يكون نمواً أرضياً كثفاً.

في إقليم ناتالي والساحل الشرقي من ولاية الكاب جنوب إفريقيا، تنمو غابات دافئة دائمة الخضرة، تتكون من طبقتين يسود الطبقة العليا أشجار الصنوبر، وأنواع عديدة من الأشجار العريضة الأوراق الدائمة الخضرة، ثم طبقة الشجيرات، والكثير من المتسلقات وبعض المعلقات، وتغطي أرض الغابة نباتات السراخس، ولكن كلما اتجهنا شمالاً حيث يصبح الجفاف صفة واضحة تتحول السراخس إلى نباتات أرضية وبصلة.

أما في جنوبي وسط تشيلي تسود أشجار الزان الدائمة الخضرة، والعذر من أضخم أنواع شجر السنديان، وشجرة الصابون *Sapindus saponaria* تحتوي ثمارها وأوراقها على مادة صابونية تسمى (الصابونين) وعند تدلك الثمار أو الأوراق بالماء تنتج عنها رغوة يمكن استخدامها بديلاً للصابون وهي شجر دائمة الخضرة. الصورة ٧٦. نباتات من إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة.



الصورة ٧٦- نباتات من إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة

ب . الحاة الحيوانات:

تتميز الحيوانات البرية في هذا الإقليم بالغنى والتنوع، ففي منطقة جنوب شرق الولايات المتحدة تعيش مجموعة من الحيوانات منها التمساح الأمريكي، والوحش جيل Heloderma suspectum وهي السحلة السامة الوحيدة التي تستوطن الولايات المتحدة، والموظ أو الأيل الأمريكي، والقندس الأمريكي Castor canadensis، وحيوان المدرع ذو التسع شرائط (الأرماديلو)، والظربان المخططة، والراكون Procyon، والبوبكات Bobcat القط البري (Lynx rufus) الوشق الأحمر أو الوشق الكمي، وولفيرين wolverine أكبر أفراد عائلة ابن عرس، والصيدناني Tamias حيوان قارض صغير مخطط، والسمندر Salamander يشبه السحلة من حيث المظهر (إحدى أقدم الفقاريات الحية، ترجع أصولها إلى نحو ١٥٠ مليون سنة في العصر الجوراسي)، ومن الطيور القرقف ذو العرف، والنسر الأصلع، وغيره. كما يعيش جنوب ووسط الصين الببر الصيني، وقد تم إدراجه على إنه من الأنواع المهددة بالانقراض، بسبب انخفاض كثافة الفرائس، وتدمير البيئة وتجزئتها على نطاق واسع، والضغط البشرية الأخرى، ومن الحيوانات البرية النادرة دب الباندا العملاق الذي يعيش اعتماداً على الخيزران ومصنف ضمن الحيوانات المهددة بالانقراض، والكركي الأحمر التاج (كركي الأسود العنق)، وتمساح نهر الانغستي، وعظايا السمندر العملاق الصيني النادرة، فهي مهددة بسبب التلوث، والدجاج البني ذو أذنين (دجاج خه ما)، وغيرها. أما منطقة جنوب شرقي استراليا تنفرد عن المناطق الأخرى، حيث تهمن عليها الجرابيات، ويعيش حيوان الدصيور النمري Dasyurus

maculatus، ودب الكوالا أو الكوال الرمادي الذي يتميز بقدرته على العيش دون أن يشرب الماء لفترة طويلة حيث يحصل على الماء عن طريق تناوله أوراق الكافور. ويعيش في جنوب البرازيل حيوان غونق *Lama guanicoe* الذي ينتمي إلى فصيلة إبل أمريكا الجنوبية، وفسكاش *Viscachas* تشبه الأرانب، والخنزير البرازيلي، وبعض الغزلان ذات الذيل الأبطس، ومن الحيوانات المفترسة الوشق الأمريكي، والذئب ذو العرف، والثعالب آكلة السلطعون، والدببة، والأسلوت (القط البري أو جاكوار القطط)، والكوجر يعيش في المناطق النائية من الأنديز، ويوجد عدد قليل من الطيور الموجودة في الغابات الصنوبرية بشكل دائم، مثل نقار الخشب، والبومة الصغيرة، والطوقان توكو، ونبغاء جندايا. الصورة -٧٧. حيوانات برية تعيش في إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة.



الصورة -٧٧. حيوانات برية تعيش في إقليم الغابات المعتدلة الدافئة المطيرة

ج . تأثير الإنسان:

تعد الغابات الصنوبرية والغابات المختلطة مورداً من المورد المهمة للأخشاب في العالم، إذ إن كثيراً من أشجارها يتميز بجودة أخشابه، ومثال ذلك أشجار الجوز، والزان، وقد أزيلت هذه الغابات من مناطق واسعة في العالم لكثرة الطلب على أخشابها من جهة ولإحلال الزراعة محلها من جهة أخرى، حيث إن الأقاليم التي توجد بها تعد عموماً من أكثر جهات العالم ازديحاً بالسكان، ويعد الرز والشاي من أهم الغلات التي انتشرت زراعتها مكان هذه الغابات في شرق

آسء؁ أماً فف الولاءفء المءءءة فءء انءشرف مكانها زراعة الذرة والقطن. وءء زراعة القهوءة أهم الغلاء الفف انءشرف البرازفل.

وقء بءأء كءفر من الءول ءءرك الءطر الءف فءءء بزوال غاباءها الطبعة؁ نءءة لعظم الطلب علفها من ءهة ولطغان الزراعة علفها من ءهة أخرى؁ فبءلء ءهوء كبفرة لزراعة غاباء ءءفءة؁ لءعوفض النقص الناءء عن كءرة الاسءهلاك؁ فإزالة الغاباء كان له ءور واءح بظهور بعض المشكلاء فعلى سبفل المءال ءعانف الصفن مسءوفاء عالة من الضباب الءخافف والءلوء فف المءن مءل بكفن؁ كما أءء عملة ءءصر إلى ءعرض مناءق واسةة إلى ءءرفة.

٢. إءلام الغاباء المءءلة البارة

فقق بصفة عامة بفن ءائرفف عرض ٤٠° . ٦٠° شمال ءط الاسءواء وءنوبه؁ فءمفز الإءلام بصفة عامة بءءانس أشءاره إلى ءء كبفر؁ ومعظمها ذاء أشءاب لفنة؁ ومعظم مناءقه فر صالءة للزراعة؁ لهذا ظلف مساحاء كبفرة من غاباء هءا الإءلام قائمة ءفى الفوم. ومن ءم ءمءل مسءوءع الأخشاب اللفنة الرءس فف العالم.

فمءء إءلام هءه الغاباء إلى الشمال من نطاء الغاباء المءءلطة؁ ونءءة لاءساع عرض هءا الإءلام ءبافنء الءصائص الطبعة ءاءله؁ مما فمكن معه أن نقسمه إءامفن فرعفنن هما: إءلام الغاباء الصنوبرفة (المءروطة)؁ فءئل المناءق الءاءلة الأبرء والأقل رطوبة؁ وإءلام الغاباء المءءلة النفضة فءئل المناءق السالطة الأءفأ والأكءر رطوبة.

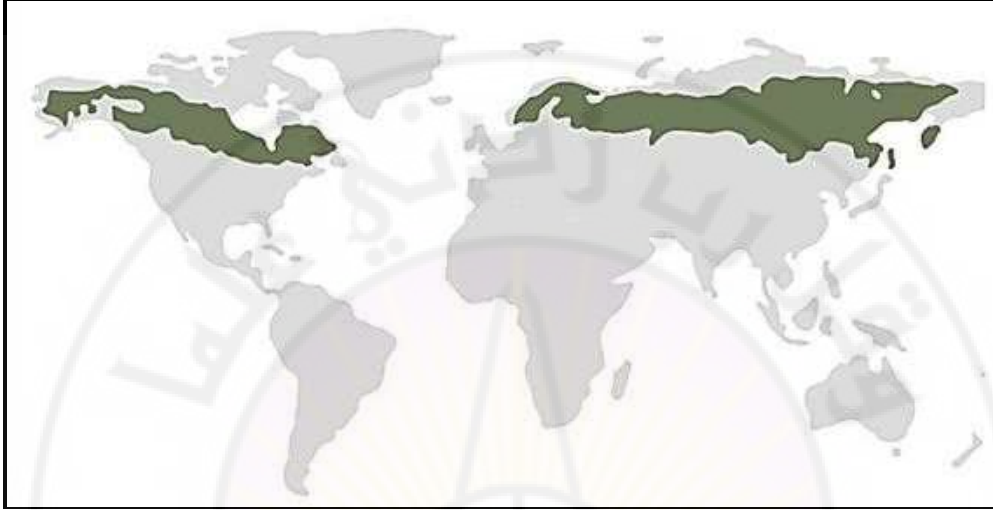
١.٢. إقليم الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا taiga

يحتل إقليم الغابات الصنوبرية نحو ١٧% من مساحة اليابسة ضمن الحزام القطبي في نصف الكرة الشمالي وهو آخر المناطق المشجرة إلى الشمال، ويُعد الإقليم منطقة بيوجغرافية شمالية تحت قطبية متميزة بغطاء نباتي متكون من غابات إبرية الأوراق أشجارها متأقلمة مع المناخ البارد، لذلك يُسمى إقليم الغابات الشمالية، لأنه يكاد يتركز تقريباً في نصف الكرة الشمالي، ويحتوي هذا الإقليم على احتاطي ضخم من الخشب، وتزود غاباته الغلاف الجوي بكمية كبيرة من الأوكسجين.

١.١.٢. التوزيع الجغرافي:

يمتد نمو هذه الغابات من خط عرض ٥٠ درجة شمالاً في أوراسيا، ومن دائرتي عرض ٤٥° شمالاً في أمريكا الشمالية بالاتجاه نحو القطب الشمالي، وأقصى امتداد لها يصل إلى خط درجة الحرارة المتساوي ١٠م° في فصل الصيف، وتضم الغابات الشمالية نحو ثلث أراضي الغابات في الكرة الأرضية، نصفها يقع في روسيا، وثلثها في كندا، والباقي في ألاسكا واسكندنافيا. ففي قارة أمريكا الشمالية تمتد من الغرب إلى الشرق، من المحيط الهادئ إلى المحيط الأطلسي، بأكثر من خمسة آلاف كيلومتر، حيث تحتل نطاقاً عريضاً من الأرض يمتد من أقصى غرب أمريكا الشمالية (ألاسكا) إلى أقصى شرقها، وفي الغرب ينحرف الحد الجنوبي في أمريكا الشمالية نحو الجنوب في اتجاه الشرق لصل دائرة العرض ٥٥م° شمال خط الاستواء في شرق القارة، ثم ينحرف جنوباً أكثر في أقصى شرقي القارة حتى دائرة عرض ٤٥م° شمال خط الاستواء. تمتد في أوراسيا من شمال أوروبا إلى أقصى شرق آسيا على المحيط الهادئ، والدول الاسكندنافية، وروسيا، وعبر آسيا، وعبر سيبيريا ومنغوليا، وشمال الصين، وشمال اليابان، وتُعد التايغا الأوراسية هي أكبر منطقة غابات مستمرة على الأرض، تحتل أكثر من ٦٠٪ من أراضي الاتحاد الروسي، ويلاحظ هنا تأثير تار شمال المحيط الهادئ الدافئ في الغرب، وتيار لبرادور البارد في الشرق. أما الحد الشمالي للإقليم يتفق مع خط الشجر القطبي الذي يعد الحد الفاصل بين الصنوبريات في الجنوب والتندرا شمالاً. وتُغطي هذه الغابات نطاقاً ضيقاً في النصف الجنوبي يمتد مع امتداد جبال الأنديز في أقصى الجنوب فما بين دائرتي العرض ٣٥° و ٥٥° جنوباً، على شكل شريط ضيق، شمالي . جنوبي، وبعض أجزاء من جزيرة أرض النار أو

تيرادلڤو Tiradelvigo التي تتفصل عن قارة أمريكا الجنوبية بواسطة مضيق ماجلان.
الخريطة ٤٣. توزع الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا.



الخريطة ٤٣. توزع الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا

٢.١.٢. الخصائص المناخية:

يتميز مناخ الغابات المخروطية بأنه قاري جداً، حيث تسود أحوال مناخية باردة وقاسية نسبياً في فصل الشتاء، فمتوسط درجة الحرارة السنوي ينخفض ليليل نحو ٤,٥°م وقد ينخفض عن هذا كثيراً في بعض المناطق المتطرفة شمالاً، والمدى درجة الحرارة كبير في هذا الإقليم، ويتميز الشتاء بالبرودة الشديدة والطول حيث تراوح بين ٧ . ٨ شهور، وتنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي في مدة تراوح ما بين ٤ . ٥ شهور، وهي درجة حرارة يستحيل أن ينمو معها أي نبات أو يزول فيها أي نشاط الحيوي، وتمثل فترة كمون للنبات، والسبات لمعظم الحيوانات. أما الصيف فهو قصير نسبياً ٥ . ٤ شهور ترتفع فيه درجة الحرارة إلى ١٠م°، ويعوض قلة درجة الحرارة وقصر فصل الصيف طول ساعات النهار في هذا الفصل حيث يراوح بين ١٥ . ٢٠ ساعة، وأثر هذا في درجة الحرارة المتراكمة وكمة الضوء ودورها في دفع عملة النمو النباتي وتسريعه رغم قصر فصل النمو. أما الهطل فهو قليل حيث يراوح بين ٢٥٠ . ٧٦٠ ملم مع تركيز واضح في شهور الصيف الدافئة، وعادة ما يسقط على شكل ثلوج. وتنقسم السنة مناخاً وحيوياً إلى فصلين: فصل الصيف فصل النشاط الحيوي، وفصل الشتاء فصل السكون والخمول.

٣.١.٢. الخصائص الحيوية:

نباتات وحيوانات الغابات الصنوبرية (المخروطية) التايغا متكيفة مع موسم نمو قصير، والشتاء الطويل والبارد جداً، والنهار قصير.

أ. الحاة النباتية:

تسمة الغابات الصنوبرية نسبة إلى أشجار الصنوبر الذي يتواجد بكثرة في هذا النوع من الغابات، وإن كانت هناك بعض النباتات الأخرى لكنها بنسبة أقل وتكاد لا تُذكر. وتتمثل الحاة النباتية في الإقليم بالأشجار الصنوبرية (المخروطية)، التي استطاعت أن تتأقلم مع الأحوال البيئية. ومن أهم مظاهر التكيف والتأقلم: الشكل المخروطي لأشجار الغابات الصنوبرية، مما يساعدها على انزلاق الثلوج ومنع تراكمها فوق الأشجار، كما يعطيها القدرة على مقاومة الرياح الشديدة التي تسود الإقليم. وجذوعها مستقيمة بصفة عامة تتغطى بلحاء صمغي سمك لمساعدتها على حماية الأنسجة الخشبية من أخطار الصقوع، وذرات الثلج التي تحملها الرياح. وأوراقها سمكة تغطيها طبقة صمغية تحول دون فقدان ماؤها وعصارتها بالتبخّر، ومقاومة البرودة الشديدة شتاءً. كما أن الثغور غالباً ما تكون غائرة مما يقلل من النتح، وتقلل هذه المسامات تماماً في فصل الشتاء لوقف عملة النتح والاحتفاظ بما لديها من مخزون مائي يساعدها على تخطي فترة الجفاف الفيزيولوجي شتاءً.

لا تسقط الأوراق في أي فصل من فصول السنة ولكنها تكون في حالة سكون خلال الفصل البارد ثم تبدأ في النمو بسرعة عندما يرتفع المعدل اليومي لدرجة الحرارة إلى ٦°م في بداية فصل الصيف، وتتسم جذورها بالضخالة بسبب ضخالة التربة نتيجة تجمد الطبقة التحتية بصفة دائمة، وبذورها مغلقة بمخروط سمك نسبياً يحميها من التلف بسرعة إذا سقطت على الأرض مما يتيح لها فرصة أكبر للتعويض وإعادة النمو للأشجار في ظل الأحوال البيئية القاسية.

تتسم الغابة الصنوبرية بالتجانس النباتي أي بقلّة تنوع أشجارها، فمن المألوف أن نجد مساحة واسعة يسود فيها نوع واحد أو نوعان. كما أنها قليل التطبيق النباتي، وترتبطها تقتصر إلى الحشائش، والشجيرات القصيرة، ويعزى ذلك إلى الحموضة العالية لأوراق أشجارها الإبرية، وكثافة تظلل أرضها. لذلك تتميز هذه الغابات بأبسط تركيب بين جمع تكوينات الغابات، طبقة الأشجار غير متساوية الارتفاع، ويسودها المجتمع النباتي أشجار راتنتجة من ذوات الأوراق الإبرية كالنتوب والصنوبر والشوكران، وطبقة الشجيرات الصغيرة من حاملات الثمار العنبة مثل التوت البري، والتوت الأحمر، وعنب الثور، والتوت الأزرق... ونظراً لكثافة الأشجار فإن نسبة ما يصل من

الضوء إلى أرضة الغابة قليل، لهذا تقل أو تكاد تختفي النباتات الأرضية، وإن وجدت نباتات تحته فهي عادة تكون مبعثرة وتتكون أساساً من البتولا القزمة والأشنيات والحزازات، و يتحدد نوع الأشجار بالغابة الصنوبرية إلى حد كبير نوع التربة التي تنمو بها الأشجار، فمثلاً تنمو أشجار التنوب في التربة الطينة حيث تتميز بالمجموع الجذري السطحي، بينما جذور الصنوبر عميقة وتنمو في التربة الرملية، ومن أنواع الأشجار نذكر:

الصنوبر: أهم الأنواع النباتية المنتشرة في الإقليم أشجار الصنوبر بأنواعه المختلفة، وتشارك أشجار الصنوبر في العديد من الخصائص الرئسية فأوراقها دائمة الخضرة تحتوي على إبر مغطاة بطبقة شمعة أو صمغة، والمخاريط الخشبية الكبيرة هي مخاريط تحمل بذور مجنحة، الصورة ٧٨. أوراق ومخاريط أشجار الصنوبر.



الصورة ٧٨. أوراق ومخاريط أشجار الصنوبر

- إقدام أشجار صنوبر في أمريكا الشمالية: تمتد أشجار صنوبر في أمريكا الشمالية لتغطي أجزاء من ألاسكا، ويتصل امتدادها في الأراضي الكندية وشمال الولايات المتحدة حول البحيرات العظمى لتصل شرقاً حتى سواحل المحيط الأطلسي عند خليج سانت لورانس، وجزيرة نيوفاوندلاند. ويُعرف في شمالي كندا غابات البوريال Boreal Forests. ينمو نحو ٦٥ نوعاً من أنواع الصنوبر في أمريكا الشمالية، ويعد الصنوبر الأحمر اشتق اسمه من قلفه ذي اللون البني المحمر، ويُعرف أيضاً باسم صنوبر النرويج (الصنوبر الراتنجي)، والصنوبر الأمريكي، نوعين مهمين من الصنوبر ينمون في كندا، والجزء الشمالي الشرقي من الولايات المتحدة، ويشير مصطلح صنوبر أمريكي إلى مجموعة من أنواع الصنوبر منها الصنوبر الأبيض الشرقي Pinus strobus (صنوبر ستروبوس) وهو أطول الصنوبريات المحلة في شرق أمريكا الشمالية، وصنوبر تيدا، وصنوبر لودجبول lodgepole حيث تكون جذوع الشجرة ملتوية لذلك تُسمى بالملتوية، والصنوبر الطويل (البالوستريس) palusris وهي شجرة مستقيمة وطويلة، ويُعد صنوبر السكر (لامبرتانا) أطول الأشجار المخروطية، وأشجار الصنوبر الرملية، والصنوبر

توري وهو نوع نادر ، ولا يوجد إلا في المناطق الساحلة والمحمة في جنوب كاليفورنيا، وصنوبر فيرجينا virginiana. وتتفاوت الأنواع السائدة في إقليم الغابة الصنوبرية في الولايات المتحدة من مساحة إلى أخرى ومن أكثر الأنواع شيوعاً نذكر: **شجرة التنوب: Fir** من الأشجار دائمة الخضرة تنتمي إلى الفصيلة الصنوبرية، لها مخاريط أسطوانة مميزة تنمو بشكل مستقيم على الفروع، وهناك ١٠ أنواع محلة من التنوب في أمريكا الشمالية مثل التنوب الأبيض، والتنوب الأحمر، والتنوب البلسمي المعروف بشجرة عيد الميلاد، وينتج التنوب نوع من الزيوت التي يتم جمعها من لحاءها، وأشجار **تنوب دوغلاس Douglas Fir**، هي ذات قمة خشبة، لا تُعد تنوباً حقاً. فهي تنتمي إلى جنس نوع مختلف من الفصيلة الصنوبرية، تنتشر بصفة خاصة في كاليفورنيا. و**شجرة الراتينجة الشائكة Glauka Globoza**: موطنها الأصلي نصف الكرة الشمالي، لها أوراق إبرية طويلة وحادة، وتعطي الطبقة الشمعة السمكة للأوراق الإبرية مظهر اللون الأزرق الفضي، وتحمل مخاريط تتدلى باستقامة لأسفل. **وأشجار الحور** جنس شجري من الفصيلة الصفصافة وموطنها الأصلي نصف الكرة الشمالي، كما تنقسم أشجار الحور إلى ثلاثة أصناف رئيسة وعامة وهي: **الحور الرجراج Aspens**: شجرة متساقطة الأوراق، وقد اكتسبت هذا الاسم نظراً لنعومة أوراقها التي تهتز لأقل هبة نسيم، وهي شجرة رائدة بعد الحرائق وقطع الأشجار، ويُعد أوراق لحاء الحور الرجراج الغذاء المفضل لبعض الحيوانات مثل الأرانب، والأبائل، والغزلان، والسمور، ويُستخدم خشب الحور الرجراج في صناعة الورق، وفي إنتاج أعواد الثقاب والصناديق الورقية. **والحور القطني Cottonwoods**: أشجار كبيرة متساقطة الأوراق، موطنها جنوب غرب الولايات المتحدة، تحتوي بذور أشجار الحور القطني على آلاف التي تشبه القطن، وفي أوائل الربيع تتدلى أزهارها القصيرة المخضرة في عناقيد، وتشكل كتلاً من البذور القطنية. و**بلسم الحور Populus balsamifera**: ينتشر على نطاق واسع عبر كندا، وهي شجرة صلبة سريعة النمو قصيرة العمر بشكل عام تعرف الشجرة بعطرها القوي الذي ينبعث من براعمها اللزجة الراتجة، وتقل هذه الأنواع الشائعة تدريجاً في اتجاه الغرب حيث يحل محلها الشربين الألبى والصنوبر في شمال كولومبيا البريطانية وألاسكا.

- **إقليم أشجار الصنوبر في أوراسيا**: يمتد على مسافة طويلة تبلغ نحو ٨٠٠٠ كيلومتر، من الساحل الأطلسي لشبه جزيرة إسكندنافيا في شمال قارة أوروبا، وحتى السواحل الشرقية المحط الهادئ، على شكل حزام عريض ومتصل من الغطاء الشجري دائم الخضرة وعادة يُطلق على هذا النوع من الغابات تسمية الحزام الصنوبري الشمالي، كما يُعرف باسم الغابات المخروطة أو

الصنوبرية، لأن معظم أشجاره من الصنوبر، ويسمى هذا الإقليم في بعض المراجع لاسما الأوربية، بالتايغا، وهي كلمة روسية تعني الغابات الشمالية البكر، الخريطة ٤٤. إقليم أشجار الصنوبر في أوراسيا.



الخريطة ٤٤. إقليم أشجار الصنوبر في أوراسيا

يعد الاقليم من أوسع أقلام الغابات الصنوبرية في العالم بسبب عدم تدخل الإنسان في تقلص مساحته الممتدة في مناطق تتميز بأحوال مناخية لا تشجع على الاستيطان البشري. تتفاوت الغابات المخروطة في شمالي أوروبا وسيبيريا تفاوتاً واضحاً، لاسماً في تنوعها الشجري، فالتقلبات المناخية القديمة والحالة أثرت ولا تزال تؤثر في توزيع الأصناف فما بين العالم القديم والعالم الجديد. لذلك يتسم القسم الغربي (الأوربي) من هذا الإقليم بأنه أقل غنى في الأنواع من القسم الشرقي (الآسيوي)، فأنواع الأشجار في الغابات المخروطة محدودة في شمالي أوروبا، فلا ينمو في المساحات الممتدة من غرب النرويج حتى سلسلة جبال الأورال التي تفصل أوروبا عن آسيا سوى نوعين من الأشجار المخروطة هما شجرة الصنوبر الإسكتلندي، وشجرة التنوب النرويجي. كما ينتشر الشربين الفضي *Silver Birch* خاصة في فنلندا، ويتزايد التنوع بتجاوز جبال الأورال نحو الشرق، ففي سيبيريا حيث تشتد قساوة الشتاء وتخفض درجة الحرارة تحت الصفر -٧٠م°، تظهر أنواع من المخروطات ذات الأوراق النفضة مثل الشربين السيبيري *Lanix daburica*، والتنوب السيبيري *Picea Sibirica*، والشوح السيبيري، أما أكثر الأشجار تحملاً للبرودة أشجار اللاركس السيبيري (الأرزية) وهي من أكثر أنواع الأشجار انتشاراً في

سيبيريا الشرقية ، وتتحول غابات الصنوبر جنوباً إلى غابات مختلطة صغيرة الأوراق ثم عريضة الأوراق، وكلما اتجهنا جنوباً تكثر النباتات الحشائشة النجيلية السهلة.

أما غابة سيبيريا المستنقعة فهي تتمثل في الحوض الأدنى والأوسط من نهر أوب ونظراً لاستواء الأرض وانخفاضها، فإن فضان النهر تغرق مساحات كبيرة ويسودها الشربين السيبيري، وتنمو بعض الأشجار النفضة على ضفاف النهار مثل شجرة الأسبن، والبتولا، وجار الماء (الغيت)، والهور، والصنوبر. في حين تسود أشجار اللاركس Larches ذات الجذور الضحلة، والمتساقطة الأوراق، شرق سيبيريا محتلة بذلك المناطق المرتفعة حيث تزداد برودة فصل الشتاء، وتشتد سرعة الرياح، بينما تنمو في المناطق المنخفضة نسبياً أشجار الشربين السيبيري، الصنوبر الإسكتلندي، الصنوبر الصخري (الأرز السيبيري)، وكلما اتجهنا شرقاً ازدادت أنواع النباتات ومن أكثر الأنواع انتشاراً أشجار اللاريش، والشربين الصنوبري، والصنوبر الصخري... حيث تنتشر غابات الصنوبر الباسفكة التي تحتل الهوامش الشرقية من قارة آسيا من شبه جزيرة كمشتكا في الشمال إلى سلاسل سخوت ألن في الجنوب التي تتسم بتنوع أشجارها التي تميل نحو القزمة عند أطراف الغابة باتجاه التندرا، أما في الأطراف الجنوبية حيث المناخ الدافئ والرطب تتداخل مع الأشجار الصنوبرية. الصورة ٧٩. مخاريط أشجار الصنوبر.



الصورة ٧٩. مخاريط أشجار الصنوبر

ب . الحاة الحيوانات:

أما بالنسبة للأحاء الحيوانات فهي محدودة بسبب قسوة المناخ شتاءً، وفقرها في الحشائش والأعشاب، فالأنواع التي تعيش في الإقليم مُكفّة للبقاء على قيد الحاة في درجة حرارة الشتاء القاسية، وهي حيوانات ذات فراء كثف يحميها من البرد الشديد القارس شتاءً، ويبقى الكثير منها في سبات شتوي في جورها خلال فصل الشتاء، وتنشط في فصل الصيف القصير، وتهاجر معظم الحيوانات إلى المناطق ذات المناخ الأكثر دفئاً، فعندما يشتد البرد تهاجر جنوباً إلى حواف الغابات الصنوبرية، وعندما يأتي الصيف تعود مرة أخرى شمالاً.

ومن الحيوانات العاشبة الأيائل التي تعتمد على أوراق التنوب أشجار في الصيف وعلى لحائها شتاءً، والموظ ويُسمى في أوراسيا الإلكه elk مهده بالانقراض، والكاريبو، ويتميز الكاريبو Caribou والموظ Alces alces بطول أرجلها لتساعدها على الخوض في الثلج، وكبش باران دله نوعاً من الكبش يتميز بفرو أبيض، والغزال الأحمر Cervus elaphus، وأيل سيبيريا المسكي Moschus moschiferus هو الأكثر شيوعاً في غابات الصنوبر في جنوب سيبيريا، ونظراً للصيد غير المشروع للأيل المسكي، فإن عدد الغزلان مستمر في الانخفاض. الصورة ٨٠.

الأيائل



الصورة ٨٠. الأيائل

ومن الحيوانات العاشبة . اللاحمة الدببة: الدب الأسود Ursus americanus أو الباريبي في ألاسكا، والدب البني في سيبيريا، وحيوان ولفيرين wolverine يشبه الدب، من عائلة ابن عرس يتم اصطادها بهدف الحصول على فرائها السمك والمقاوم للماء، وحيوان الدُسمان الروسي

Desmana moschata وهو نوع من الثدييات المأدة الصغيرة تراجع عددها بسبب زيادة الطلب في الحصول على فرائها، وتدمير موائلها، وتلوث النظم البيئية المائية. وحيوانات **آكلة اللحوم** منها الذئب التي تعيش في سيبيريا منذ آلاف السنين، وقد أدت عمليات التكيف مع البيئة إلى بقائها على قيد الحياة في الظروف القاسية، بسبب معطفها الذي يتكون من الفراء السمك، وقدرتها على الصيد بحرص، والعمل معاً في حزم أو مجموعات. والذئب الرمادي، وذئب الغابات، والنمر السيبيري *Siberian tiger* والمعروف باسم نمر أمور *Amur tiger* وهو حيوان مهدد بالانقراض. كما تعيش في الإقليم الثعالب، والوشق *Lynx* ومن أنواعه الوشق الأوراسي وهو أكبر نوع من الأوشاق، والوشق الكندي، والوشق الأيبيري المهدد بالانقراض، والوشق الكميث، وابن عرس قصير الذيل *Mustela ermine* أو القاقم. والمنك *Mink* من عائلة ابن عرس، والظربان *skunk* حيوان صغير ذو فرو مميزة سوداء وبضاء، وما يميز هذه العائلة هو الرائحة الكريهة التي تخرج من غدة توجد في المؤخرة، والسمور يتبع جنس ابن عرس يعيش في الغابات شمال آسيا وأوروبا، كما يعيش بعض **القوارض** مثل السناجب الطائرة، والأرانب فهي أكثر أنواع الحيوانات انتشاراً. الصورة ٨١. حيوانات إقليم الغابات الصنوبرية



الصورة ٨١. حيوانات إقليم الغابات الصنوبرية

توجد بعض الطيور المتوطنة التي تأقلمت مع الأحوال البيئية مثل طائر القرزبيل *crossbill* أبو المنقار المتصالب الذي يستطيع من خلال منقاره النقاط البذور من داخل مخاريط أشجار الصنوبر، والبومة ذات الأذن الطويلة (بومة قرناء)، والطيحوج وهو طائر من رتبة الدجاج، وكاسر الجوز الأوراسي، وطيائر القراع أو نقار الخشب، والكركي السيبيري أو الغرنوق السيبيري، والنسر الأصلع، وعصافير سكن الصنوبر *Pine siskin*. ويعتمد الكثير من الطيور والثدييات

على بذور الأشجار ذات الأوراق الإبرية في غذائها. وعندما يقل محصول البذور تهاجر بحثاً عن مصدر جديد للغذاء. الصورة ٨٢. طيور إقليم الغابات الصنوبرية.



الصورة ٨٢. طيور إقليم الغابات الصنوبرية

٥. تأثير الإنسان:

لقد استغلت هذه الغابات على نطاق واسع في شمال أوروبا خصوصاً في السويد والنرويج وفنلندا، فلقد أزيلت الغابات التي كانت تغطي مساحات كبيرة من أوروبا لإفساح المجال للزراعة، ونمو المدن، والاستفادة من أخشابها حيث تقطع الأشجار في فصل الشتاء، ثم تجر على الجليد إلى مجاري الأنهار، وتترك فيها حتى تنقلها المياه إلى المصب بعد ذوبان الجليد.

تعد سيبيريا أكبر منطقة تغطيها الغابات الصنوبرية، لبعدها عن الاستغلال، ويرجع ذلك إلى عدة عوامل منها: قسوة المناخ وقلة السكان، وكثافة الغابات وصعوبة اختراقها، كما أن الأنهار في سيبيريا تتجه عموماً من الجنوب إلى الشمال لتصب في المدح المتجمد الشمالي، مما يقلل من أهميتها كطرق لنقل الأخشاب، كما ترتب على فضان مياه الأنهار في الربيع والصف على الأراضي المجاورة تحول منطقة واسعة إلى مستنقعات تزيد من صعوبة اختراق الغابات، كما تؤثر تأثيراً سلباً في الأشجار لأنه يتلف الأخشاب ويقلل من قيمتها الاقتصادية.

لقد كانت الغابات الصنوبرية تغطي كذلك مساحات واسعة من شرق الولايات المتحدة وكندا، ولكنها أزيلت من مناطق كثيرة لإحلال الزراعة محلها من جهة، والاستفادة من أخشابها من جهة أخرى، وقد بدأت هاتان الدولتان تتبعان سياسة ترمي إلى تنظيم استغلال الغابات والمحافظة عليها، وتعد الغابات التي تنتشر على المنحدرات الغربية لجبال روكي أعظم مورد للأخشاب في الولايات المتحدة.

وإلى جانب حرفة قطع الأشجار وتصدير أخشابها، حرفة أخرى مهمة منها حرفة صيد الحيوانات ذات الفراء.

لقد دفع الاستغلال المكثف للغابات الشمالية إلى جانب المخاوف المتعلقة بآثار الاحتباس درجة الحرارة، بدعاة الحفاظ على البيئة إلى المطالبة بتخصيص مساحات واسعة من الغابات كمحمات طبيعة لحماية نظامها البيئي المهم لمستقبل الحاة على الأرض. كما تقوم الحكومات الأوروبية بتنظيم قطع الأخشاب لحماية الغابات من الزوال.

٢.٢. إقدام الغابات المعتدلة النفضة:

توأم الغابات الصنوبرية، تنتشر الغابات النفضة في نصف الكرة الشمالي في المناطق ذات المناخ المعتدل المحطي، وتسمى بالغابات النفضة الصرفة أو الغابات النفضة ذات الأوراق العريضة.

١.٢.٢. التوزيع الجغرافي:

تشغل الغابات المعتدلة النفضة نحو ١٦% من مساحات الغابات في العالم، وتنمو الغابات النفضة بصفة خاصة في غرب القارات ما بين دائرتي عرض ٤٠° و ٦٠° تقريباً، وذلك في الأقاليم التي ينتمي مناخها إلى النوع المعروف باسم مناخ غرب أوروبا، وقد يمتد في اتجاه المدارين حتى دائرة عرض ٣٥° شمالاً وجنوباً حيث تعمل التارات البحرية الباردة على زحزة النطاق درجة الحرارة المعتدل البارد، حيث تتركز معظم الغابات النفضة في أوروبا وآسيا بين ٤٥° و ٦٠° درجة شمالاً، أما في شمال شرق أمريكا ما بين ٣٥° و ٤٨° شمالاً. الخريطة ٤٥. توزيع الغابات المعتدلة النفضة.



الخريطة ٤٥. توزيع الغابات المعتدلة النفضية

وأهم مناطقه معظم الأراضي المنخفضة في غربي ووسط أوروبا بين خطي عرض 42° و 60° شمالاً، وتتناقص هذه الغابات كلما توغلنا في أوروبا نحو الشرق تبعاً لتناقص الأمطار حتى تختفي تقريباً عند جبال أورال، إلا أنها لا تلبث أن تظهر من جديد في شرقي آسيا حيث تغطي مساحات واسعة في منشوريا والسهل العظيم في شمال الصين، وشمال جزيرة هنشو باليابان، وكوريا، وفي أمريكا الشمالية توجد الغابات النفضية بصفة خاصة شمال غرب الولايات المتحدة وغرب كندا، كما توجد في شمال شرق أمريكا بين جبال الأبلاش شمالاً وحتى نهر المسيسيبي غرباً، أما في نصف الكرة الجنوبي فهو محدود المساحة يتمثل في مناطق صغيرة أقصى جنوب أمريكا الجنوبية على السفوح الشرقية من جبال الأنديز، مساحات صغيرة في جنوب شيلي، وبعض أجزاء الجزيرة الجنوبية لنيوزيلندا، ولكن النباتات تختلف عن تلك التي في الغابات النفضية الشمالية، حيث تتسم بنفض أوراقها جزئاً وليس كلياً.

٢.٢.٢. الخصائص المناخية:

تنمو غابات المناطق المعتدلة في مناطق ذات مناخ معتدل، أي ذات صيف دافئ، وشتاء بارد، وممطر طول العام لتعرضه للرياح العكسة، وهذا المناخ ملائم لنمو الغابات النفضية.

تتعرض مناطق هذه الغابات إلى التقاء الكتل الهوائية الدافئة مع الكتل الهوائية الباردة، والتي تسببت في تعرض هذه الغابات إلى أربعة مواسم، حيث تختلف درجة الحرارة على نطاق واسع

من موسم إلى موسم حيث نجد جمع الفصول الأربعة فخلال فصل الخريف تقعد الأشجار أوراقها، لتستعد لموسم الشتاء، حيث أن المناخ يكون بارد جداً، وبذلك تتكف الأشجار مع فصل الشتاء بدخول فترة من السكون، وتتمو أشجار الزهور خلال موسم الربيع والصف الحار والرطب.

يتسم الإقليم بأنه أكثر درجة حرارة من الإقليم غابات المخروطة حيث ترتفع درجة حرارة شهور الصف إلى أكثر من ١٥م°، وطول الصف بين ٥ . ٧ شهور، ولكنه شديد البرودة في الشتاء، ويبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي نحو ١٠م°، أما كمية الهطل بين ٧٦٠ . ١٥٠٠ ملم على مدار السنة، مع تركيز واضح في الشتاء والربيع وعادة ما يسقط معظمه على شكل ثلوج، وتهطل الأمطار بشكل متساوي إلى حد ما على مدار العام.

٣.٢.٢. الخصائص الحيوية:

أ. الحاة النباتية:

تتميز أشجار الغابات النفضة بنفض أوراقها خلال شهور الشتاء بسبب انخفاض المعدل اليومي لدرجة الحرارة إلى ما دون حاجة النباتات، ولس بسبب انقطاع الأمطار خاصة أن المياه الموجودة في مسام التربة تتعرض للتجمد خلال شهور الشتاء (الجفاف الفيزيولوجي) ومن ثم تعجز الجذور عن امتصاص المياه من التربة، وما أن ترتفع درجة الحرارة إلى أكثر من ٦م° (صغر النمو النباتي) تبدأ الأشجار بالنشاط وتظهر البراعم، وتتمو الأعشاب والشجيرات في أرضة هذه الغابة قبل الأشجار لكي تستفيد من الضوء لإتمام عملة النمو قبل أن يحجب الضوء نتجة النمو الغزير الجديد لأوراق الأشجار الكبيرة.

كما تتسم أوراقها بأنها عريضة ورققة، أما الجذوع فغلفها لحاء سمكاً صلباً لحييها من خطر الصقع، وذرات الثلوج التي تحملها الرياح القوية، كما تتناقص أطوال أشجار هذه الغابات تبعاً لتناقص كمية الأمطار، لذا تتناقص أطوالها في أوروبا كلما اتجهنا من الغرب إلى الشرق حتى تكاد تختفي في شرق القارة بالقرب من جبال الأورال.

١. التطبيق النباتي: يمكن أن نميز في الغابات النفضة أربع طبقات:

- الطبقة الأرضية: طبقة الأعشاب حيث تسود الحزازات وحشدة الكبد. وتظهر النباتات المبكرة النمو في الطبقة العشبة في أوائل الربيع، قبل أن تجدد الأشجار أوراقها، وتستبدل بها نباتات قادرة على النمو تحت ظلال الأشجار المورقة.

- **طبقة الحقل:** تعلق الطبقة الأرضية وهي نباتات مختلطة.
- **طبقة الشجيرات:** مجموعة من النباتات متعددة السقان يصل ارتفاعها إلى ٤,٥ متر، مثل شجيرات الالكس وشجيرة العليق مثل الأزالات، والغار الجبلية.
- **طبقة الأشجار العالية:** وتُشكل المظلة في الغابات النفضة يزيد ارتفاعها عن ٣٠ متر مثل البلوط، والزنان، والقنب، وجوز الكستناء، والدردار، والزيزفون، والجوز.

تكوين الغابات النفضة: يختلف تكوين الغابات النفضة بالمناطق المعتدلة من غابة إلى أخرى، فالغابات النفضة في أوروبا تختلف أنواع الأشجار النفضة داخل الإقليم من منطقة لأخرى، فبينما تسود شجرة البلوط الغابة النفضة في الجزر البريطانية، وشمال فرنسا حيث تنتشر التربة الصلصالة الثقيلة (التربة الطينية)، فإن أشجار الزنان والدردار (لسان العصفور) تسود التربة الكلسية الجافة التي يرتفع محتواها من كربونات الكالسيوم في التربة CaCO_3 ، أما في التربة الضحلة والرملية ينتشر فيها أشجار البتولا، والبلوط، أما المناطق الرطبة مثل فنلندا يسودها أشجار العدار، والصفصاف.

تحتل الغابة النفضة في أمريكا الشمالية منطقة واسعة في شمال شرق القارة تمتد ما بين جبال الأبلش في الشرق حتى نهر المسيسيبي في الغرب، وهي أكثر تنوعاً وتجانساً من الغابة الأوروبية، والأشجار السائدة هنا هي: المران الأمريكي، والزنان، وشجرة ماغنوليا الخار *Magnolia acuminata*، وشجرة الجوزية *Juglandinae* وهي ليست جوز نباتي حقيقي، والقنب السكري أو الإسفندان، والزنبق الأمريكي، وأنواع عديدة من البلوط، وكثير من الأشجار مغطاة بالعشقة السامة أو اللبلاب السام *Hedera helix*، كما ينمو البلوط السام *Toxicodendron diversilobum*، ككرمة أو شجيرة، ويوجد في غرب الولايات المتحدة وكولومبيا البريطانية، وتشبه أوراقه أوراق البلوط الحققة، والسماق السام *Toxicodendron vernix*، والعنب البري. تغطي الغابات النفضة مساحات واسعة شرقي آسيا، وتشمل الأشجار التي تكون طبقة الظلة الصنوبر الكوري، والقنب، والبلوط، والجوزية، والتتوب الكوري، ولسان العصفور، وتُشكل أشجار البتولا المنشوري غابات واسعة الانتشار. ولأن هذه الغابات تنمو على تربة خصبة فقد قطعت نسبة كبيرة منها لتوفير الأخشاب والوقود وإفصاح المجال للزراعة... كما تتميز هذه الغابات بوجود العنب البري، ونباتات متسلقة (الانان الخشبية). والزهور البرية مثل البلوبلز (الجريس)،

وتريليوم Trillium الذي يُعد في كندا رمزاً لمقاطعة أونتاريو. والأزالات شجيرات مزهرة، والطحالب، وزهرة الربيع المسائية. الصورة ٨٣. أشجار إقليم الغابات المعتدلة النفضة.



الصورة ٨٣. أشجار إقليم الغابات المعتدلة النفضة

ب . الحاة الحيوانات:

تكفت حيوانات الغابات النفضة المعتدلة مع تغير الفصول، فالعديد من حيوانات الإقليم تمارس البات الشتوي (السبات)، وبعضها الآخر تهاجر، ويضم الإقليم مجموعة كبيرة من الكائنات الحاة الحيوانات تتمثل في بعض أنواع الدببة، والخنزير البري، والثيران، والأيل، والجرذ السنجابي، والغريز الآسيوي، والثعالب الحمراء، والقنفذ، والراكون، والزبابة، والسنجاب، وابن عرس، كما يضم الإقليم بعض الطيور مثل الصقور عريضة الجناحين، والكرادلة (الكاردينال الشمالي)، واليوم الثلجي، والقراع أو نقار الخشب، والقرقف، وتتميز معظمها بأنها من الأنواع المهاجرة نحو المناطق الدفينة في الشتاء، وتحتوي على عدد كبير من الثدييات الدخيلة على المنطقة، مثل قط الغابة، والفهد، والوبر، وطيور مثل صداد الذباب الآسيوي، والشقراق عريض المنقار، وأعداد هذه الحيوانات انكمشت نذجة الأنشطة البشرية، والتلوث وما ينجم عنه من أمطار حامضة وأثرها في تدهور الغابات.

٤. أثر الإنسان:

لأشجار هذه الغابات أهمية اقتصادية، وقد قُطعت ملايين الأشجار من أجل استخدام أخشابها ولإنتاج الفحم، كما ساعد على استغلال هذه الغابات وقوعها في مناطق مكتظة بالسكان، بالإضافة إلى صلاحية أراضيها للرعي والزراعة، كما أن مناطقها غنية بالمعادن. ويُعد التلوث الصناعي السبب الرئيس لزوال هذه الغابات.

تجدر الإشارة إلى أن معظم هذه الغابات قد تعرضت للإزالة وحلت محلها الزراعة، ومراكز العمران، والمصانع، وغير ذلك من صور استغلال الأرض، حيث لا توجد إلا في مساحات بسيطة متناثرة، وتعمل الحكومات على الحفاظ عليها وحمايتها بإصدار القوانين التي تنظم استغلالها.

إن تغيير تركيبة الغابات في هذا الإقليم أدى إلى تراجع دورها في الحد من الاحتباس درجة الحرارة، حيث ذكر العلماء إن الاتجاه إلى زراعة هذه الغابات أدى إلى زيادة درجة الحرارة في أوروبا صفاً بواقع ٠,١٢ م° منذ عام ١٧٥٠م، كما أن عدة دول تقوم بزراعة المخروطات مثل الصنوبريات، وأشجار التنوب، التي تسهم ألوانها الخضراء الداكنة في احتجاز وتخزين درجة حرارة الشمس، في حين تسهم الأوراق الخضراء الفاتحة اللون والعريضة الأوراق مثل أشجار البلوط، والبتولا في عكس أشعة الشمس وارتدادها.

ومن آثار الاحتباس درجة الحرارة التغيرات المناخية العالمية وأثر ذلك في الغابات فعلى سبيل المثال الغابات الألمانية والنمساوية والسويسرية تعاني منذ عام ١٩٩٢م، من موت عدد كبير من أشجار الشربين بسبب انتشار الإصابة بخنافس اللحاء، حيث لاحظ خبراء أن الأحوال المناخية الجديدة شكلت بيئة مناسبة لبعض الآفات الضارة على الأشجار، وتحول بعض الحشرات الألفة الموجودة بشكل طبعي في الغابة إلى حشرات ضارة، ويعزو الخبراء تحول خنافس اللحاء إلى حشرات ضارة إلى موجات الجفاف الشديدة واختفاء الصقع الشتوي وارتفاع درجة الحرارة في الصيف.

ثالثاً . إلقاء الغابات الجبلية

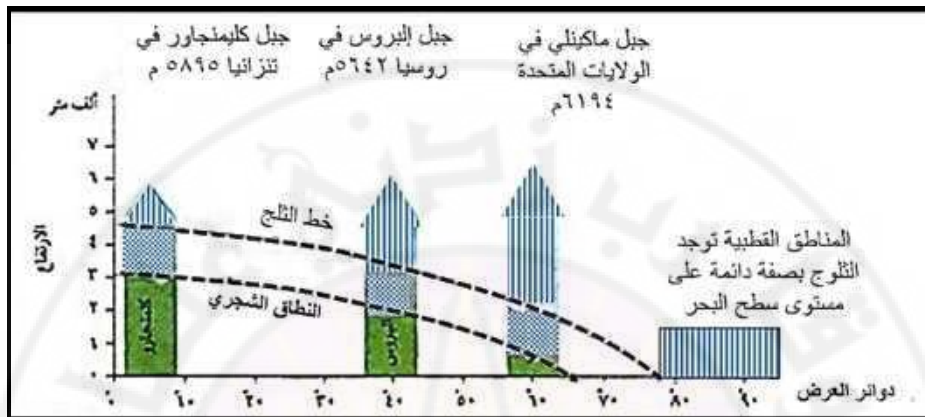
ينفرد المناخ الجبلي عامة بغض النظر عن التباين بين خطوط العرض، والقرب والبعد عن البحر بأنه مناخ لا نطاقي تتأثر مميزاته بظاهرة الارتفاع عن سطح البحر، وتتميز البيئات الجبلية بتنوع النباتات التي تنمو على السفوح الجبلية تنوعاً كبيراً، حيث يتغير الغطاء النباتي بشكل تدريجي وفقاً للارتفاع عن سطح البحر، والتعرض لأشعة الشمس، والوضع الجغرافي للكتلة الجبلية... وتسمى الغابات التي تحتل المنحدرات السفلى والوسطى بالغابات الجبلية، أما الغابات التي تغطي المنحدرات العليا فتعرف بالغابات تحت الألبية، وتسود الأشجار الراتينجية غابات الجبال العالية في أوروبا التي تشبه بعض الغابات الشمالية، وتتكون الغابات الجبلية في آسيا من أنواع من الراتينجية بالإضافة إلى الصنوبريات، أما في أمريكا الشمالية فأنواع الأشجار الرُدة في الغابات الجبلية من أنواع التنوب والصنوبر. وتحتوي الغابات الجبلية غالباً على أشجار ذات جذوع ملتوية، نتيجة لزيادة شدة الرياح مع زيادة الارتفاع، ويُسمى الارتفاع الذي لا تنمو فيه الأشجار بخط الشجر. الخريطة ٤٦. توزيع البيئات النباتية الجبلية.



الخريطة ٤٦. توزيع البيئات النباتية الجبلية

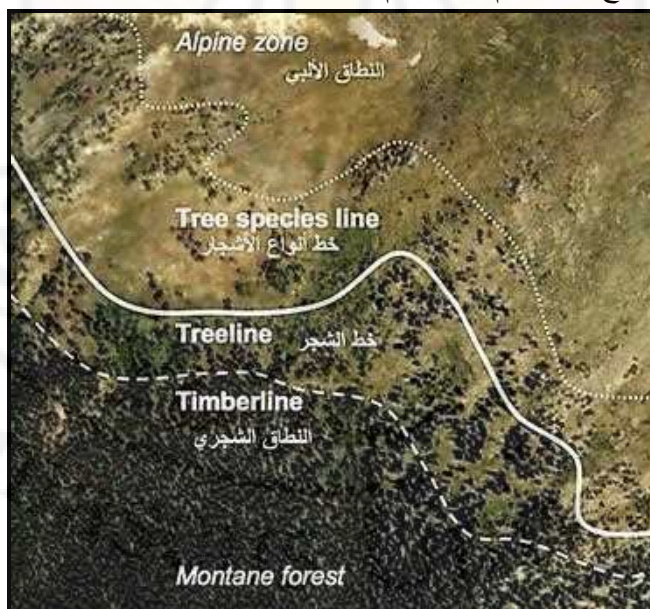
تتفرد البيئة الجبلية بتشكيلة نباتية متميزة، لارتباطها بدوائر العرض، والارتفاع عن سطح البحر، واتجاه السفوح (التوجه)، والبعد أو القرب من البحر، حيث نجد أن تدرج النباتات مثلاً في جبلين لهما نفس الارتفاع، ودرجة الانحدار، لكنهما يقعان في دائرة عرض مختلفة تدرج نباتي مختلف

بينهما، كما في الشكل ٧٩. قطاعات لثلاث جبال على مواقع مختلفة من خط الاستواء توضح حدود النطاق الشجري وارتفاعه.



الشكل ٧٩. حدود النطاق الشجري

فحدود النطاق الشجري يقع أسفل خط الثلج الدائم، وهو الحد الذي لا ينمو بعده أي نوع من الأشجار لوجود الثلوج بشكل دائم طول العام. الصورة ٨٤. حدود خط الشجر.



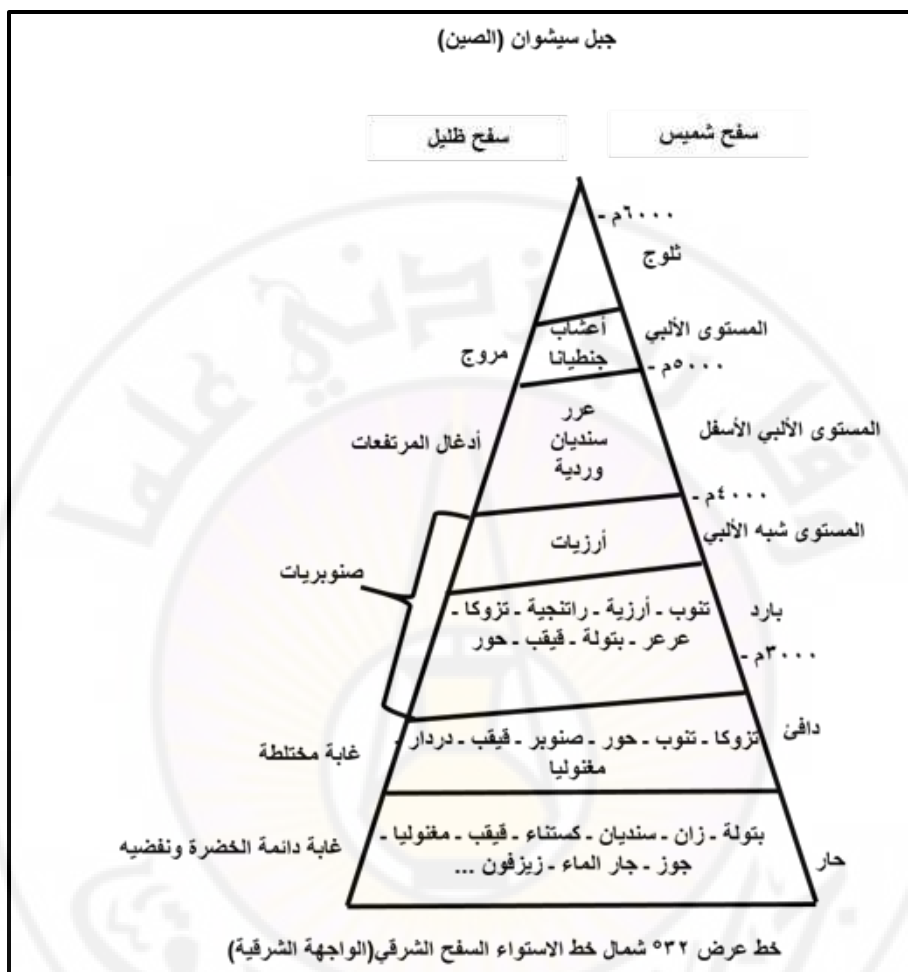
الصورة ٨٤. حدود خط الشجر

ويُطلق على المنطقة الموجود أعلى خط الشجر بالنطاق الألبّي أو التندرا الألبّة، والتي تهمن عليها الأعشاب والشجيرات منخفضة النمو، وينمو العديد من أنواع النباتات المختلفة، بما في ذلك النباتات المعمرة، والسعدية، والنباتات المزهرة، والوسادية الشكل، والحزازية، والأشنات، التي تكثت مع درجة الحرارة المنخفضة، والجفاف، ومواسم النمو القصيرة. وقد يكون ارتفاع خط الأشجار أعلى من ٤٠٠٠ متر فوق سطح البحر في المناطق المدارية الموجودة بجنوب شرق آسيا، بينما يصل الارتفاع إلى ٤٥٠ متر فوق سطح البحر في إسكتلندا. أما المنطقة الموجودة أسفل خط الأشجار مباشرةً يُطلق عليها النطاق شبه الألبّي.

إن كل منطقة جبلة تتفرد إلى حد ما بخصوصيات محطة يفرضها عليها موقعها الجغرافي ضمن المجموعات المناخية الكبرى، وهذا ما يبرر الانفراد بدراسة الغطاء النباتي الجبلي حسب الموقع من دوائر العرض، وتُبين الأشكال ٨٠ و ٨١ و ٨٢ . اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح.



الشكل ٨٠. اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح



الشكل ٨١. اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح



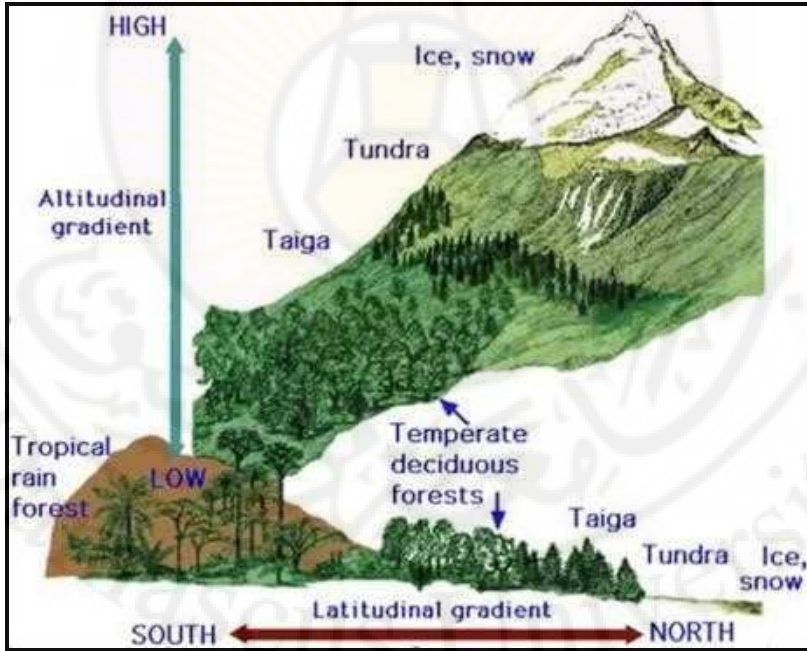
الشكل ٨٢. اختلاف التدرج النباتي حسب الموقع من دوائر العرض واتجاه السفوح

أ . النباتات الجبلية:

تختلف نباتات الغابات الجبلية عن نباتات غابات الأراضي المنخفضة الموجودة في المنطقة نفسها، فمناخ الغابات الجبلية أبرد من مناخ الأراضي المنخفضة الواقعة على دائرة عرض نفسها، ولذلك تحتوي الغابات الجبلية على أنواع نباتية نموذجية من غابات الأراضي المنخفضة الواقعة على دوائر العرض الجغرافية العدا.

١. نطاقات الارتفاع النباتية عن سطح البحر (التدرج النباتي):

تتنظم الغابات الجبلية في مستويات ارتفاعه متتالية، بشكل أحزمة أو أشربة، تُعرف بالآفاق* النباتية أو الطوابق النباتية Vegetational Zones، ويعمل كل من الارتفاع عن سطح البحر، وانحدار السفوح واتجاهها، وشكل السطح على تقسم الوسط البيئي الجبلي للمجتمعات النباتية إلى أوساط بيئية موضوعة Microhabitats، متباينة ومتميزة، من خلال تأثيرها في المناخ المحلي، وبالتالي تتغير الأنواع النباتية كلما ازداد الارتفاع عن سطح البحر، وبالطريقة نفسها التي تتغير معها المجتمعات النباتية مع دوائر العرض، حيث ربط هوبكنز Hopkins بين الارتفاع عن سطح البحر، ودوائر العرض، وبين الغطاء النباتي، في قانون يعرف بقانون هوبكنز والذي يفسر بأن: الارتفاع بمقدار ٣٠٥ م يحدث تغيراً مظهرياً حيوياً (العلاقة بين المناخ والنبات) مماثلاً لما يمكن ملاحظته من التغير عند الاتجاه شمالاً لمسافة ١٠٧ كم، ويوضح الشكل ٨٣. توزيع الأقالم النباتية في العالم على أساس الارتفاع عن سطح البحر ودوائر العرض حسب قانون هوبكنز.



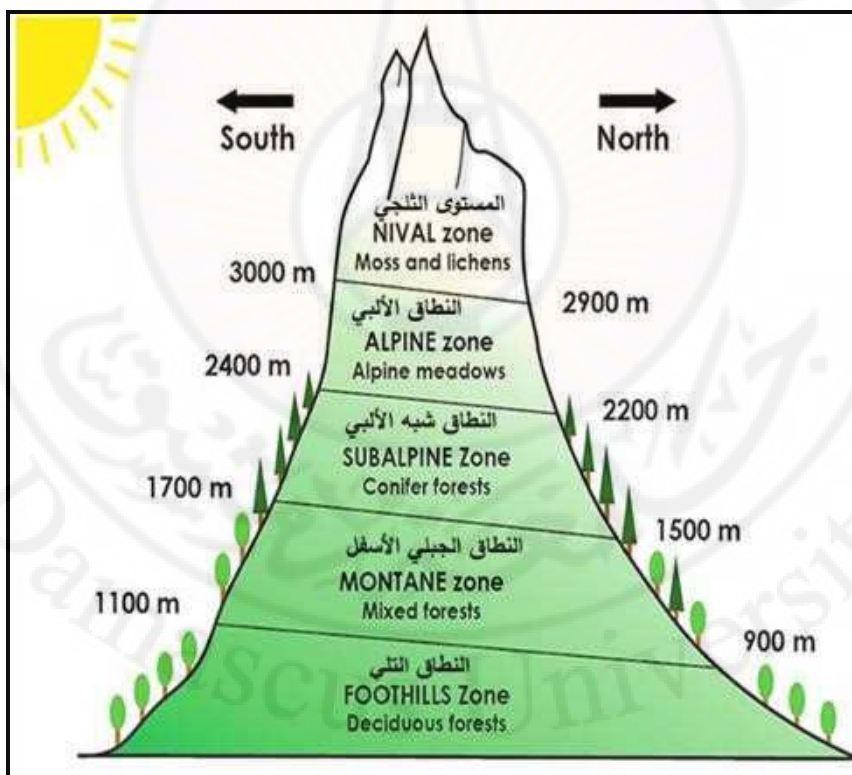
الشكل ٨٣. توزيع الأقالم النباتية حسب قانون هوبكنز

* يُستخدم مصطلح الآفاق حتى لا يحصل التباس بينها وبين مصطلح النطاقات على سطح الكرة الأرضية (النطاق القطبي - المعتدل - المداري - الاستوائي).

ويقول عالم النبات الفرنسي بول أوزيندا Paul Ozenda أن تغير درجة الحرارة مع تغير الارتفاع هي المسؤولة عن تشكل الغطاء النباتي، وقد اقترح بأن الطابق النباتي هو عبارة عن المجموعات النباتية مجتمعة فيما بينها برابطة بيئية في نفس الشريط الارتفاعي، فمن الطبيعي أن الأنواع النباتية المكونة لطوابق الغطاء النباتي تختلف في مناطق الجبال شبه الجافة إلى جبال المناطق الرطبة وحسب دوائر العرض أي من الشمال إلى الجنوب. كما تختلف الأحزمة النباتية من إقليم لآخر فكل نطاق جبلي مناخه ونطاقه النباتي.

١.١. نطاقات الارتفاع النباتية عن سطح البحر (التدرج النباتي) في جبال المناطق المعتدلة:

إن التدرجات النباتية تختلف داخل المنطقة المعتدلة في تكويناتها ومظهرها وكثافتها حسب دوائر العرض، والارتفاع، وشدة الانحدار، واتجاه السفح. كما في الشكل ٨٤. التدرج النباتي في جبال المناطق المعتدلة.



الشكل ٨٤. التدرج النباتي في جبال المناطق المعتدلة

ومن الأمثلة على التدرج النباتي في المناطق المعتدلة نذكر:

١.١.١. التدرج النباتي في جبال جنوب أوروبا الغربية (الواجهة الشمالية):

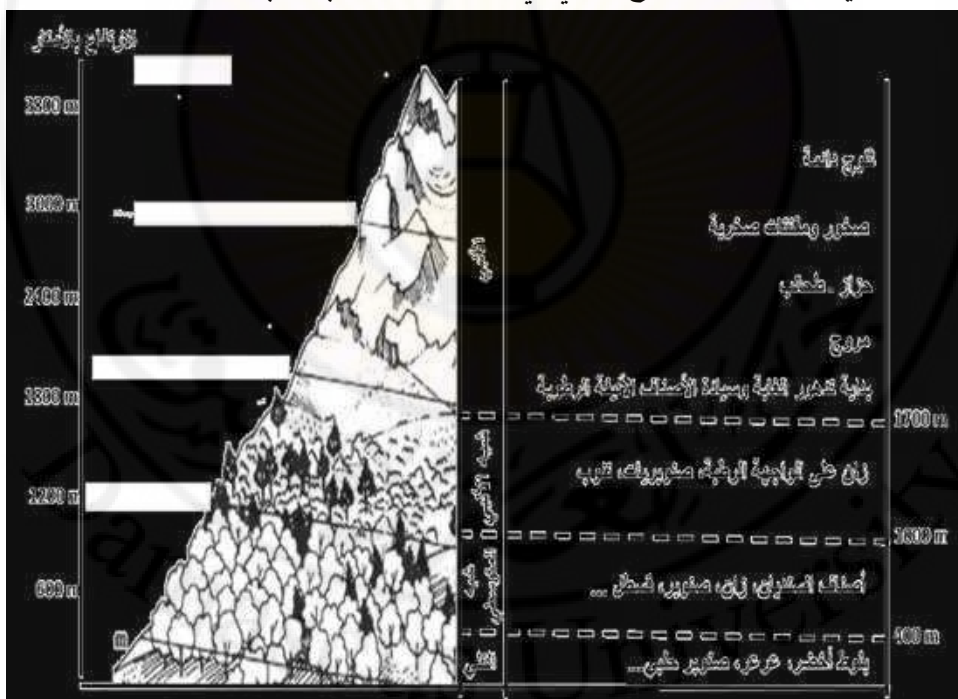
أ . **النطاق التلي Foothills Zone**: يُمثل المستوى الأولى من التدرج النباتي مع الارتفاع عن سطح البحر، والذي غالباً ما يكون امتداد لبيئة السهول والهضاب المجاورة، وهذا المستوى يختلف في ارتفاعه وتشكيلته النباتية باختلاف الموقع المناخي ودرجة تدخل الإنسان. فعلى سبيل المثال: يراوح ارتفاع هذا المستوى بين ٤٠٠ و ٥٠٠ متر في جبال فوج Vosges الواقعة شمال شرق فرنسا، وفي سلسلة جبال البرانس الواقعة في جنوب غرب أوروبا والتي يصل ارتفاعها إلى ٣٤٠٤ م في قمة أنيتو، حيث يراوح ارتفاع مستوى النطاق التلي بين ٥٠٠ و ٨٠٠ متر. ويمتد موسم النمو النباتي من ٨ إلى ٩ أشهر، ومن أهم مكوناته النباتية النفضات وأهمها أشجار البلوط، والكستناء، والزان التي تختلف في شكلها وتكفها باختلاف المناخ المحلي، والقاعدة الترابية، واتجاه السفح، ومستوى الانحدار، ودرجة تدخل الإنسان، وهكذا نجد القيقب، والصنوبر البري... وغالباً ما يستوطن السفوح الموجهة نحو الجنوب. أما الزان يستوطن الجهات الأقل جفافاً، والتربة الأكثر احتفاظاً للرطوبة، وغالباً ما تتوفر هذه الظروف في السفوح الموجهة نحو الشمال.

ب . **النطاق الجبلي الأسفل (شبه المتوسطي)**: يراوح معدل الارتفاع بين ٩٠٠ إلى ١٦٠٠ متر م فوق سطح البحر، ومن أهم مميزاته كثافة الغطاء النباتي حسب اتجاه السفوح، ودرجة الانحدار، وضعف تدخل الإنسان بالرعي والقطع، ويستمر موسم النمو النباتي من ٦ إلى ٧ أشهر، تسطر هنا المخروطات المتحملة للرطوبة، والبرودة، والتلج، وشدة الرياح، ومن أهمها أشجار التنوب، ومن مميزات هذا المستوى تعايش أشجار التنوب مع الزان، وتنافس الصنوبريات أشجار التنوب نتيجة عملة التشجير، وعلى السفوح الأقل رطوبة من المستوى الجبلي الأعلى وفي المستوى من الارتفاع نفسه تسود الأجناس الأكثر تحملاً للجفاف ومنها الصنوبر البري، والصنوبر الأسود، والنمساوي، وأجناس نباتية تنتمي إلى البيئة الباردة من المستويات العليا، ويُسمى **بالمستوى الجبلي الأعلى** الذي يتصل مباشرة بالمستوى شبه الألبى.

ج . **النطاق شبه الألبى**: يراوح معدل الارتفاع من ١٦٠٠ إلى ٢٣٠٠ متر فوق سطح البحر، ويستمر موسم النمو من ٣ إلى ٥ أشهر، وبيئته أكثر برودة من المستويات السفلى، لذلك تتراجع أو تختفي الأجناس النباتية النفضية، وغالباً ما تسطر فيه المخروطات المقاومة للبرودة على السفوح كافة، وتختلط مع الارتفاع بالأرزية المخروطية، وتظهر المراعي في المستويات العليا.

د . **النطاق الألبى:** يبدأ من ارتفاع ٢٣٠٠ إلى ٣٠٠٠م فوق سطح البحر، ويستمر موسم النمو من شهر إلى شهرين، تواجه الأشجار ظروف معيشة صعبة لذلك تتخذ شكلاً متقزماً، على العموم تختفي الأشجار لتحل محلها الجنبات والقزيمات (الجفافات)، حيث تكفت نباتات هذا المستوى مع شدة الانحدار، وشدة البرودة، وقوة الرياح، وتراكم الثلوج، وانعدام التربة... كما تزدهر الأعشاب كالخنجات، والطحالب، والحزازيات، تليها مع الارتفاع المساحات العشبية المروج حيث تزدهر السعديات، وبعض الشقاريات، والنبجيات التي تختلف في توزيعها وكثافتها باختلاف نوعية التربة، ومستوى تجمد التربة خلال السنة.

و . **النطاق الثلجي:** يقع على ارتفاع فوق ٣٠٠٠م فوق سطح البحر، يأتي مباشرة بعد المستوى الألبى، يشبه في منظره العام بيئة التوندرا، حيث الثلوج الدائمة، والأنهار الجليدية، ونقل أو تتعدم التكوينات النباتية الخشبية، وتتركز بعض الخنجيات، والسعديات، والأشنة، والطحالب في شقوق الصخور. ويبين الشكل ٨٥. التدرج النباتي في جبال جنوب أوروبا الغربية.



الشكل ٨٥. التدرج النباتي في جبال جنوب أوروبا الغربية (الواجهة الشمالية)

٢.١.١. التدرج النباتي في جبال حوض البحر المتوسط :

تتميز الجبال المتوسطة رغم صغر مساحتها، وقلة ارتفاعها بالمقارنة مع نطاقات الارتفاع

النباتية عن سطح البحر في جبال جنوب أوروبا الغربية بخصائص متميزة أهمها:

أ. انقسام الجبال المتوسطة من الناحية النباتية إلى قسمين: قسم تسطر فيه الأنواع النفضة المعتدلة غالباً في الجهات الشمالية من النطاق المتوسطة، والقسم الثاني تسطر فيه الأنواع المتوسطة في الواجهة الجنوبية من جبال أوروبا المتوسطة، وجبال شمال أفريقيا ١.

ب . تتميز جبال شمال أفريقيا بالتشكيلات النباتية الجبلية كونها تطل في بعض الجهات على البحر، أو على المنخفضات، أو على السهول المعتدلة، أو شبه الجافة، وفي الجهات الأخرى تطل على الصحراء، حيث تتأثر مباشرة بالمؤثرات الجافة والحارة.

ج . تأثير النشاط البشري في التشكيلة النباتية الجبلية من خلال الرعي، والاحتطاب، والزراعة، والحرائق، وعمليات التشجير...

د . تنوع التشكيلات النباتية الجبلية من مستوى تسطر فيه نبات الحلفا إلى مستوى غابي أكثر كثافة، حيث يتباين التدرج النباتي في الشكل والمضمون حسب موقع الجبل، واتساعه، وارتفاعه، واتجاه سفوحه، ودرجة تدخل الإنسان.

حيث قسم الباحثون الجبال المتوسطة من الناحية النباتية إلى فئتين أساسيتين:

الفئة الأولى: شمال حوض البحر المتوسط تشمل السفوح الجبلية الشمالية للمرتفعات، حيث تتدرج النباتات من النطاق المتوسطي، إلى النطاق المختلط، إلى النطاق المعتدل، إلى النطاق البارد. ففي جبال البرانس الشرقية مثلاً يلاحظ التدرج النباتي التالي مع الارتفاع عن سطح البحر:

• **نطاق متوسطي** تسوده غابات السنديان الدائمة الخضرة بين ارتفاع ١٠٠ إلى ٥٠٠ متر تقريباً، ويتكون من أشجار السنديان، والبلوط، والععر، والصنوبر...

• **نطاق شبه متوسطي** تسوده غابة نفضة ما بين ٥٠٠ و ١٢٠٠ متر ويتكون من أشجار السنديان النفضة، والهور، والصفصاف، وسرو، وقسطل، وصنوبر، وزيزفون، والأرزية...

• **نطاق غابة مختلطة** ابتداءً من ارتفاع ١٢٠٠ أو ١٦٠٠ متر، حتى ارتفاعات تزيد عن ٢٢٠٠ أو ٢٤٠٠ متر فوق سطح البحر، وحسب اتجاه السفوح، ويتكون أساساً من غابات الصنوبر المخروطة، والبتولة، والمران، والتنوب، والغيراء، والزان، والطقسوس...

• **نطاق الشبه الألبى** فوق ارتفاع ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر وحسب اتجاه السفوح، عرعر، وصنوبر... ونباتات وصادية.

• **النطاق الألبى** يخفي النطاق الغابى في التدرج الألبى لمعوض بتشكيلات نباتة قصيرة، قزمة، ك بعض الأعشاب والزهور الألبية التي تتميز بقصرها، وقدرتها على تحمل البرد والصق.

الفئة الثاثة: السفوح الجبلية المتوسطة الواقعة شمال إفريقيا (الجزائر والمغرب) تتدرج النباتات من النطاق المتوسطي، إلى النطاق المختلط، إلى النطاق المعتدل، إلى النطاق البارد. فعلى سبيل المثال يمكن تميز التدرجات النباتة في جبال الريف والتل وجبال الأطلس اكما في الشكل ٨٦. التدرج النباتي في جبال شمال إفريقيا كالآتي:

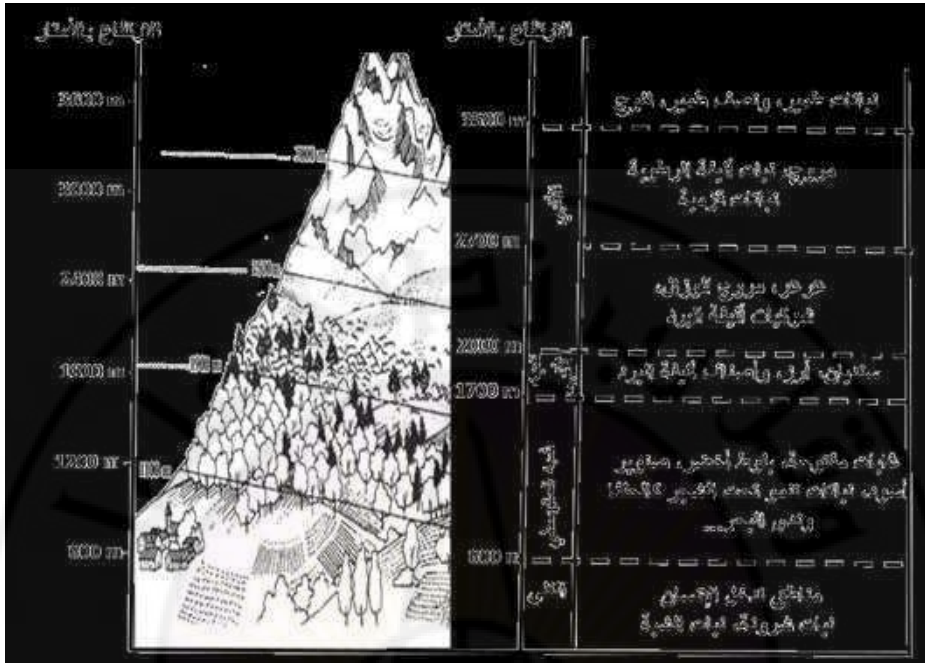
• **النطاق التلى:** وهو نطاق تدخل الإنسان يمتد ما بين ١٠٠ و ٦٠٠ متر تقريباً فوق سطح البحر، ويتكون من تجمعات غابة السنديان الأخضر، وغابة السنديان الفليني محلاً، ونبات الشخة أقحوانة الأوراق، ونبات الشبة Cyanus.

• **نطاق شبه متوسطي:** يمتد من مستوى سطح البحر حتى ارتفاع ٦٠٠ أو ١٧٠٠ متر فوق سطح البحر، يتميز بتنوع نباتي كبير ويضم تجمعات غابة في بعض الأدهان كغابات السنديان الفليني، أو الصنوبر الحلبي، أو أشجار سندروس رباعي وهي شجرة صغيرة من الفصيلة السروية تنتج زيوتاً ورائحةً يُدعى سندرك وهو مادة تشبه الصمغ، وصنوبر أسود، ونباتات تنمو تحت الشجر كالحلفا وندى البحر (إكليل الجبل) ...

• **النطاق شبه ألبى:** يمتد ما بين ١٧٠٠ و ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، متقطع على شكل محطات منعزلة، ويتكون أساساً من التشكيلات الغابة المختلطة للأشجار النفضة والمخرطة.

• **النطاق المعتدل (الجبلى المتوسطي):** يمتد من ٢٠٠٠ إلى ٢٣٠٠ أو ٢٧٠٠ متر فوق سطح البحر، وهو نطاق الغابات المخرطة المتوسطة، وتضم غابات الأرز الأطلسي، أو غابات العرعر الفواح، وشوكات ألفة البرد.

• **النطاق البارد (أعالي الجبال المتوسطة):** يمتد على القمم الجبلية التي يزيد ارتفاعها عن ٢٧٠٠ متر فوق سطح البحر، تظهر تشكيلات سهبه تتكون أساساً من نباتات جفافة شوكية التي تتحمل درجة البرودة الجليدية خلال فصل الشتاء الطويل، والرياح القوية التي تهب بسرعة كبيرة على هذه القمم العالة.



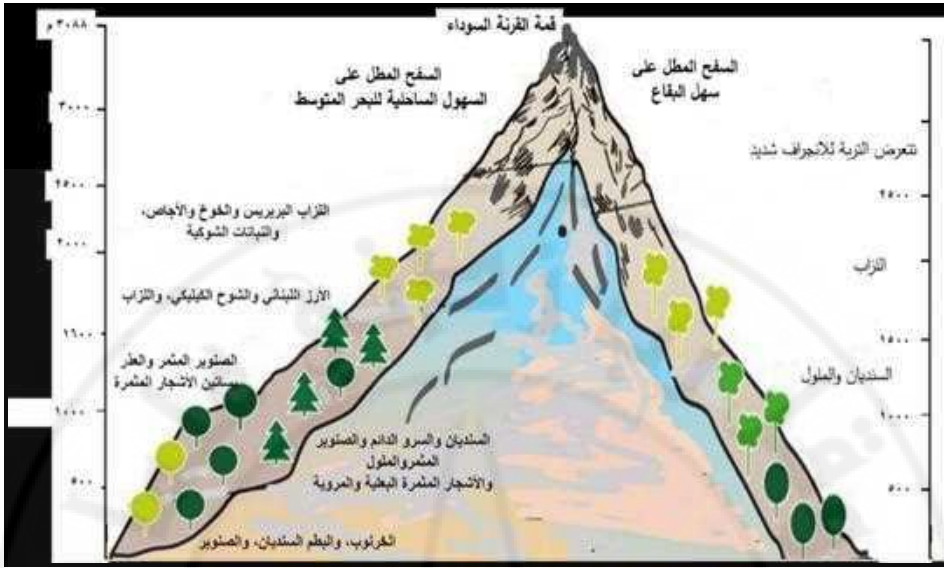
الشكل ٨٦. التدرج النباتي في جبال شمال إفريقيا ١

أما التدرج النباتي في جبال لبنان الغربية: يمكن تقسمها نباتاً إلى فئتين: السفوح الغربية المطلة على البحر، والسفوح الشرقية المطلة على سهل البقاع، كما في الشكل ٨٧. التدرج النباتي في جبال لبنان الغربية على السفحين الغربي والشرقي:

الفئة الأولى: السفوح الغربية المطلة على السهول الساحلية للبحر المتوسط: تتضمن خمس نطاقات جبلية نباتية متوسطة هي :

- **النطاق الجبلي السفلي (شبه المتوسطي):** يمتد من مستوى سطح البحر حتى ارتفاع ٥٠٠ متر فوق سطح البحر، تتميز بأشجار الخرنوب، والبطم، وحب الآس، وتحتوي على مجموعات حرجة من السنديان، والصنوبر. وتستغل هذه الأحراج كمراع طبعة للماعز والغنم، يواجه النطاق اجتاحتاً عمرانياً ما يعرض الأنواع الحدة فيه للتدهور والانقراض.
- **النطاق الجبلي الأوسط:** يمتد بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر فوق سطح البحر، يتميز بأحراج السنديان ومجموعات من السرو الدائم الخضرة، وغابات الصنوبر المثمر، وتنتشر فيها زراعة الأشجار المثمرة البعلة والمروية.

- **النطاق الجبلي الأعلى:** يمتد بين ١٠٠٠ و ١٦٠٠ متر فوق سطح البحر، هنا تتوزع المجموعات الحرجية وفقاً للصخور الكلسية أو الرملة، ففي مواقع الصخور الكلسية نجد أحراج السنديان والملول، وتظهر أشجار العذر *Quercus cerris* (السنديان الأشعر أو البلوط الأشعر) كمجموعات حرجية على ارتفاعات تقارب ١٢٠٠ متر، وقد انحسرت مساحة أحراج العذر بسبب تحويل أرضها الى زراعة الأشجار المثمرة، أما مواقع الصخور الرملة فتتميز بغابات الصنوبر المثمر، وهذه النطاق نطاق رعي، وتكثر فيها بساتين الأشجار المثمرة كالتفاح والكرز والأجاص...
- **النطاق الجبلي شبه الألبى:** بين ١٦٠٠ و ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، نطاق الأرز، حيث نجد مجموعات الأرز اللبناني، وهي بقايا غابة الأرز الكبيرة التي كانت تغطي هذا النطاق من أقصى شمال لبنان إلى جبل نحا في جنوبه، وغابات الأرز مختلطة مع الشوح الكيلكي، والزاب، وأنواع بلوط متساقطة الأوراق، وبسبب التعديت والحرائق والرعي الجائر قلت فيها أنواع الأشجار الحرجية والشجيرات والأعشاب التي ترافقها.
- **النطاق الجبلي المرتفع (الألبى)** يزيد ارتفاعه على ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر، ويصل في شمال لبنان إلى قمة القرنة السوداء البالغ ارتفاعها ٣٠٨٨ متراً، يتميز بغابات أشجار الزاب الضخمة، كانت فما مضى تعيش في مجموعات كثيفة عالية، أما اليوم عبارة عن أشجار منفردة متباعدة نذجة الرعي والقطع الجائرين، وأهم الأنواع المرافقة للزاب البربريس وأنواع من الخوخ البري والأجاص البري، وقد أدت كثافة الرعي في هذه المنطقة إلى ظهور كثف للنباتات الشوكية، أما النباتات الرعية فمتعددة وكلها في طور الاندثار.
- الفئة الثالثة السفوح المطلية على سهل البقاع: يمكن تمييز المناطق النباتية المتوسطة الآتية:
- **النطاق السفلي** يراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠ و ١٥٠٠ متر، يتكون من أشجار السنديان والملول التي تتعرض لرعي جائر ما يفقدها حيوية التجدد، فضلاً عن فقرها بالأنواع الشجرية والعشبية المرافقة.
- **النطاق الجبلي الأوسط** يقع بين ١٥٠٠ و ٢٥٠٠ متر فوق سطح البحر، يظهر فيه الزاب أشجاراً منفردة ومتباعدة.
- **النطاق الجبلي الأعلى** فوق ارتفاع ٢٥٠٠ م تتعرض التربة للانجراف شديد بسبب تدهور الغطاء النباتي.



الشكل ٨٧. التدرج النباتي في جبال لبنان الغربية على السفحين الغربي والشرقي

مما سبق يتضح أن التشكيلة النباتية الجبلية مع الاختلاف في التدرج والتباين السفحي تشكل عنصراً أساساً ضمن النطاقات النباتية المكونة لسطح الأرض.

ب . **الحياة الحيوانية للغابات الجبلية:** يعيش من الحيوانات ما يستطع أن يتسلق الصخور والجروف الصخرية بكفاءة عالية، مثل الماعز والأغنام الجبلية، كما تعيش الحيوانات صغيرة الحجم، مثل حيوانات البكا، ويبنى الكثير من الطيور أعشاشه بين الجروف الصخرية، مثل طائر السمامة النيبالي الذي يتخذ أعشاشه على ارتفاع نحو ٦١٠٠ متر فوق سطح البحر كما في جبال الهملايا، والدببة كان **الدب الأسمر** يجوب معظم أنحاء أوروبا، وآسيا، وأمريكا الشمالية، أما الآن فقتصر وجوده على بعض المناطق الجبلية المنعزلة، ويعيش الأسد الأمريكي (**البورما**) في الغابات الجبلية بجبال روكي وجبال الأنديز، كما يعيش فهد الجليد في الغابات الجبلية بآسيا، وفي الصين يعيش حيوان الباندا العملاق في غابات المرتفعات العالية. وتعيش **الباندا الحمراء** في جبال الهملايا وهي مهدد بالخطر بسبب إزالة غابات القصب التي تتغذى منها. ويُعد **العقاب الذهبي** سيد الاجواء في المناطق الجبلية في معظم أنحاء نصف الكرة الشمالي. والأيايل الجبلية، والثعالب... وتقوم بعض الحيوانات الجبلية بالهجرة الرأسية (هجرة فصلية) بحثاً عن الطعام عبر المنحدرات الجبلية من أعلى إلى أسفل الجبال، فعلى سبيل المثال يقضي **حجل**

الثلوج الألبى، والغزال الأحمر الصدف في أعالي الجبال وينزلان إلى الوديان في الشتاء. الصورة ٨٥. حيوانات الغابة الجبلية.



الصورة ٨٥. حيوانات الغابة الجبلية

ج. أثر الإنسان:

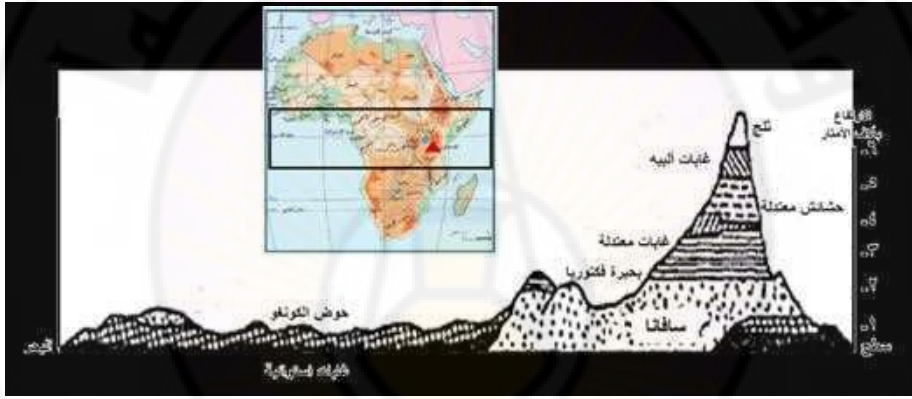
يتخذ النشاط البشري في المناطق الجبلية الطابع الزراعي . الرعوي، واستغلال الموارد الغابية، لقد استحدث سكان الجبال سُبلاً للزراعة، وأنتجوا مجموعة متنوعة من المحاصيل المتكيفة مع الارتفاعات المختلفة، وخصائص المنحدرات الجبلية، والمناخ الموضعي، مما أدى إلى انخفاض مستوى ارتفاع خط الشجر، نتجة قطع الأشجار لتحويلها إلى مراعي، وأراضي زراعة، فأصبحت المناطق الجبلية عرضة للإجهاد البشري والبيئي نتجة الاستغلال المفرط لها، والتغير المناخي مع استمرار اتجاه المناخ العالمي نحو الدفء، وازدياد تواتر الجفاف، وذوبان الأنهار الجليدية في الجبال بمعدلات غير مسبوقه نتجة ارتفاع درجة الحرارة، كل ذلك في أثر بذات أخرى، كتوحد السدود، وانهارات أرضة، وانزلاقات التربة وانجرافها. كما تسببت ظاهرة الاحتباس الحراري بهجرة رأسة للنباتات الجبلية، حيث تشير الدراسات إلى أن التغيرات المناخية لا تؤثر في توزيع الأنواع

النباتات من حيث خطوط الطول ودوائر العرض فحسب بل أيضاً من حيث الارتفاع عن سطح البحر، حيث كشفت مجموعة من الباحثين الدوليين أن النباتات في أوروبا تحاول التأقلم مع الظروف المناخية التي يسببها الاحتباس الحراري عبر اللجوء إلى قمم الجبال مُستخدمة استراتيجيات الهروب من أماكنها الطبيعية والوصول لقمم الجبال بحثاً عن درجة الحرارة الأقل والمناسبة لنموها، وأنه على مدى العقود الماضية، زاد عدد الأنواع النباتية على قمم الجبال الأوروبية بمقدار خمسة أضعاف ما كان عليه خلال الفترة من ١٩٥٧م وحتى ١٩٦٦م، حيث ارتفعت درجة الحرارة ما بين ٠,٤ - ٠,٨°م خلال القرن الماضي حسب تقرير اللجنة الدولية المعنية بالتغيرات المناخية التابعة للأمم المتحدة. وقد حذر الباحثين من أن هجرة النبات الرأسية قد تصيب الأنظمة البيئية في أعالي الجبال باضطراب، فالنبات الذي يعيش أصلاً في قمم الجبال يصمد أمام الأحوال الجوية القاسية، لكنه لا يصمد في المنافسة مع أنواع أخرى التي غالباً ما تكون غازية، أي سريعة الانتشار، ما أدى إلى اختفاء بعض النباتات التي كانت موجودة سابقاً في قمم الجبال.

وقد بدأت هذه الظواهر تسترعي اهتمام الحكومات، لذلك تُبذل الجهود لإعادة تحريج بعض الغابات، ويمنع قطع الأشجار في مناطق أخرى، كما أنشئت المحميات الطبيعية والحدائق الوطنية مثل:

١. **منتزة بودوكاربوس Podocarpus الوطنية:** يقع في جنوب الإكوادور وشمال بيرو، حيث المناخ الاستوائي والجبلية، أنشئ لحماية الغابة المطيرة في جبال الأنديز من ارتفاع ١٠٠٠م إلى ٣٠٠٠م فوق سطح البحر لتصل إلى غابات elfin الغابات الضبابية، وتحتوي المحمية على نباتات متنوعة أكثر من ٤٠٠٠ نوع من النباتات مثل شجرة المعلاقة (بودوكاربس) Podocarpus هي نوع من الصنوبريات، كما تنمو أشجار السنط، والجوز، والأرز، والغار، والصبار، وزيت الخروع، وأشجار الكينة (الأوكالبتوس) الشجرة الوطنية لإكوادور، كما تم تسجيل نحو ٦٨ نوعاً من الثدييات تابير جبلي Mountain tapir، ودب أبو نظارة Tremarctos ornatus، وأيل البودو Pudu، والغور Panthera onca (النمر الأمريكي)، وظربان ذو أنف الخنزير المخطط Conepatus semistriatus، وأبوسوم تيت الشرير (الكينولستيد) Caenolestes fuliginosus، وهناك ٥٦٠ نوعاً من الطيور المسجلة، إلا أن المحمية مازالت تتعرض للضرر بسبب قطع الأشجار غير المضبوط والصيد غير الشرعي.

٢. **حديقة جبل كل منجارو**^١ (الجبل الأبيض): في إفريقيا الاستوائية (تتزاذا)، تبلغ مساحتها ٧٥٦ كم^٢، ورغم وجوده بالقرب من خط الاستواء إلا أنه يتميز بأن قمته مغطاة بالثلوج طوال العام بسبب ارتفاعه الشاهق ٥٨٩٥ متراً فوق سطح البحر، فسفوحه مغطاة بالغابات الكثيفة، حيث تتدرج النباتات على النحو التالي: ففي السفوح السفلى نجد الغابات الاستوائية، تتدرج إلى السافانا الغنية بالأشجار، فالغابات المعتدلة، ثم الغابات النفضية، فالغابات المخروطة، ثم نصل إلى منطقة تكثر فيها الحشائش تشبه التندرا، وتعرف نباتاتها بالنباتات الألبية، وأخيراً نصل إلى منطقة الثلج الدائم التي لا تظهر إلا على القمم المرتفعة جداً. الشكل ٨٨. النطاقات النباتية في جبل كل منجارو حسب الارتفاع عن سطح البحر



الشكل ٨٨. النطاقات النباتية في جبل كل منجارو

٣. **محمية جبل برع** إحدى مواقع المحميات الطبيعية في اليمن، في محافظة الحديدة المطلّة على ساحل البحر الأحمر، يراوح ارتفاعه بين ٢٧٠٠ م و ٣٠٠٠ م فوق سطح البحر، تتميز بتنوعها النباتي والحيواني، وتسودها نباتات الإقليم السوداني، وقليل من نباتات الإقليم الصحراوي، ويقدر الخبراء عدد الأنواع التي تنمو في أراضي المحمية بـ ٣١٥ نوعاً تتبع ٨٣ فصيلة و ٢٠٩ أجناس، حيث تحتضن عدداً من الأشجار والنباتات النادرة أهمها شجرة البرطم (أكالف) *Acalypha* وشجرة فاكهة القشطة (خرمش)، وشجرة العرّفط (الوهط) *Tamarix Arabica*، ونبات إنخر *Lemon grass* يسمى أيضاً طيب العرب وتين مكة. أما التنوع الحيواني فهناك

١ . قمة الجبل مغطاة بالجليد بالكامل وبشكل دائم، إذ تغطي ما مساحته ٤٠٠ كم^٢، إلا أن هذه المساحة أخذت تتناقص من عام ١٩١٢م، بسبب ذوبان الجليد المستمر، ويعود ذلك إلى التغيرات المناخية، ويتوقع العلماء بأن يخفي الجليد عن هذا الجبل بحلول عام ٢٠٢٢م، ما لم تحصل ظروف استثنائية في التغيرات المناخية.

العديد من أنواع الحيوانات التي استطاعت البقاء رغم التهديدات التي تواجه المحمة حيث يعيش في الغابة الذئب والثعالب والضباع والنمور والأسود والوشق وقرود البابون والقط البر، كما توجد مجموعه من الطيور النادرة مثل الحمام البري، والحسون الاماني، ونقار الخشب، والحمامة المطوقة، وطائر الزرياب، والعقاب، ويوجد في المحمة أيضاً نحو ١٣ نوعاً من الزواحف، مثل الثعابين والسلاحف الصغيرة.

٤. المحمة القوقازية (خ. غ. شابوشنكوف) H. G. Shaposhnikova : تقع على المنحدرات الشمالية والجنوبية من غرب جبال القوقاز، هي أكبر محمة غابات جبلة في أوروبا، وكانت تسمى محمة بسون القوقازية، حيث كان الغرض الرئيس من إنشائها هو الحفاظ على البسون، وظهر الاسم الحديث للمحمة في عام ٢٠٠٧م تكريماً للعالم وأول مدير لمحمة كريستوفر شابوشنكوف، وتبلغ مساحتها أكثر من ٢٨٠ ألف هكتار، وتتميز بارتفاع من ٢٦٠ م إلى ٣٣٦٠ م فوق مستوى سطح البحر على الحدود بين المناطق المناخية المعتدلة من حيث درجة الحرارة وشبه الاستوائية، إلى مناطق المروج الألبية في القمم المرتفعة التي يغطيها غطاء ثلجي لمدة أكثر من خمسة أشهر، مما جعلها تتميز بالتنوع المناخي والحيوي فهي بمثابة مختبر طبي للعلوم والمراقبة العلمية، والبحث العلمي.

وتنتشر غابات التنوب القوقازي في المحمة على نطاق واسع من ارتفاع ٥٠٠ إلى ٢٢٠٠ م، كما تنمو غابات أشجار الزان، والبلوط، والبتولا من ارتفاع ١٠٠٠ إلى ١٨٠٠ م، وأشجار الكستناء من ارتفاع ٦٠٠ إلى ١٤٠٠ م، وشجرة القنب باريك من ارتفاع ١٥٠٠ إلى ١٧٠٠ م، أما على الارتفاع الذي يزيد عن ٢٠٠٠م يشغله المروج الألبية، كما تحتوي نباتات غابات المحمة على العديد من الأنواع المستوطنة في القوقاز القديمة على سبيل المثال: البلوط الجورجي، والسفوف الكبير المزهر، وخشخاش مشعر، وأشجار الزان الشرة قوقازي، والغار الطبي القوقازي، وتوت يوي... ويعش في المحمة حيوانات وطيور نادرة منها البسون القوقازي، والغزال الأحمر، والمسكا، وجولات كوبان، والوشق، وذئب قزوين، والنسور السوداء، وغزال الشامواه.

الفصل الثالث

إقليم الحشائش

يحتل هذا الإقليم المناطق التي لا تساعد الظروف البيئية لاسما المناخية على نمو الأشجار، لتسطر الحشائش، وهذا التغيير النباتي يصاحبه تغيير في طبيعة وأنواع الحيوانات السائدة وعددها. يقع الإقليم في الأجزاء الداخلة من الدابسة باستثناء المناطق الصحراوية، حيث تغطي الحشائش مساحات واسعة من سطح الدابس، حيث تهطل فيها كمية من الأمطار تزيد على أمطار المناطق الصحراوية، ولكنها لا تكفي لنمو الأشجار.

والحشائش في جملتها من النباتات الحولية أو الفصلية التي تنتهي داتها أو يتوقف نموها بانتهاء فصل النمو، ولكنها تعود للظهور والنمو من جديد بمجرد ابتداء فصل النمو التالي، وتختلف الحشائش في كثافتها من منطقة إلى أخرى تبعاً لكمية الأمطار التي تهطل خلال فصل النمو، فتنمو الحشائش في الأجزاء الداخلة من الإقليم المداري ويعرف هذا النوع من الحشائش باسم السافانا، كما تنمو الحشائش في الأجزاء الداخلة من المنطقة المعتدلة ويعرف هذا النوع باسم الإستبس والبراري، وتبين الخريطة ٤٧. مناطق توزع إقليم الحشائش، وسنتناول بالدراسة كل نوع من أنواع الحشائش على حدة.



الخريطة ٤٧. مناطق توزع إقليم الحشائش

أولاً . إقدام الحشائش المدارية (السافانا)

تمثل حشائش السافانا savane انعكاساً طبعياً واضحاً لقانون التوزيع النطاقي zonal، فهي تشغل بقاعاً متباينة من النطاق المداري في كل من الكتل القارية الثلاث أمريكا الجنوبية وإفريقيا وأستراليا، وتطلق السافانا على إقليم الحشائش الكثيفة، المختلطة بالشجيرات على شكل مجموعات (أحراج)، أو فردى متناثرة ومتباعدة.

تنتشر حشائش السافانا في المناطق التي تتميز بوجود مناخ مداري جاف أو مداري رطب، حيث تقل فيه كمية الأمطار عن أن تعول نمو الغطاء الشجري، وكلمة السافانا في الأصل هي كلمة من لغة الهنود الحمر Sabana، وتعني منطقة الحشائش الخالية من الأشجار.

يعود نشأت غابات السافانا نتيجة للانخفاض التدريجي في هطل الأمطار على حواف المناطق المدارية خلال عصر سينوزويك أي منذ ٦٦ مليون سنة من الوقت الحالي، وقد ظهرت الأعشاب والنباتات السائدة في السافانا قبل نحو ٥٠ مليون سنة، ويعود السبب الأساسي في نشأة السافانا إلى المناخ الذي أصبح أكثر برودة خلال تلك العصور، حيث أدى هذا الانخفاض في درجة الحرارة إلى الانخفاض في نسبة تبخر الماء على سطح الأرض، مما تسبب في إبطاء الدورة الهيدرولوجية بأكملها، وبالتالي تأثرت النباتات الطבעة في مناطق دوائر العرض الوسطى بشكل كبير. ونتيجة للتغير المناخي نشأة السافانا.

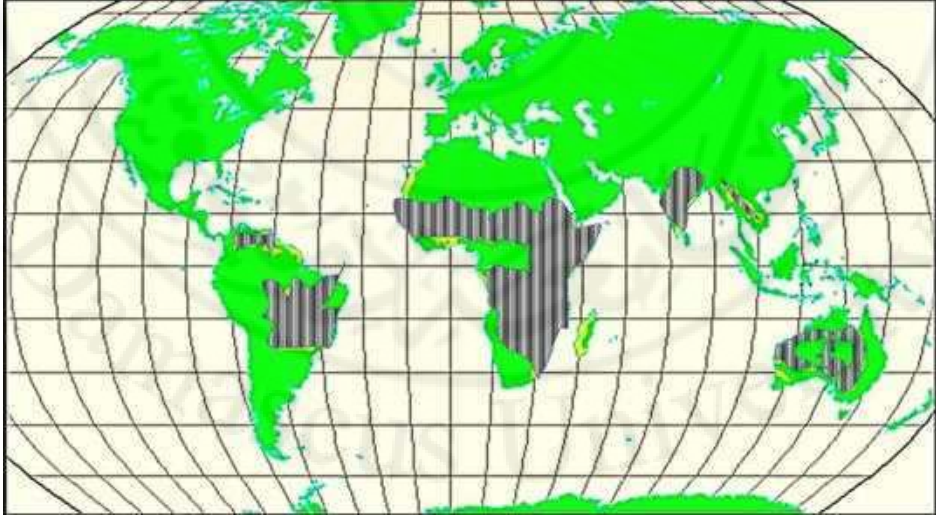
أما الفرضية الثاثة لنشأة السافانا هي العلمات المرتبطة بتدخل الإنسان إذ غزا الغابة المدارية وتوسع على حسابها، بعد عصر الزراعة بوساطة الحرائق والقطع للحصول على الأراضي الزراعية، حيث أن للإنسان الدور البارز في تشكيلها نتيجة انتشار الحرائق، وقطع الغابات المطرية من أجل إحلال الزراعات مكانها وعندما تقل خصوبة التربة ينتقل المزارعون إلى أماكن أخرى يقومون بحرقها من أجل زراعتها، وبالتالي يُدمر الأوج الغابي ويتحول إلى أوج عشبي من نباتات السافانا.

١. التوزيع الجغرافي:

تمتد حشائش السافانا بالمناطق المدارية شبه الرطبة فما بين دائرتي عرض ٨° و ١٨° شمال خط الاستواء وجنوبه، وهي تتمثل بصفة خاصة في قارة إفريقيا، حيث تتوسع السافانا في أكثر من ست دول في إفريقيا، وهو السبب وراء كونها رمزا للقارة السمراء، حيث يتكون منها نطاقان عظيمان يشملان معظم الأجزاء الداخلة للقارة على شكل نطاق من ساحل إفريقيا الشرقي حتى الساحل الغربي، ويمتد أحدهما إلى الشمال من الغابات المدارية، بينما يمتد الثاني إلى الجنوب

منها، تمتد بشكل متصل من الشمال إلى الجنوب ومطوقة الغابات المدارية المطيرة في حوض الكونغو، فتمتد جنوب الصحراء الكبرى من أقصى غرب القارة حتى هضبة الحبشة، وتمتد في وسط القارة فوق هضبة البحيرات ومنها إلى نصف القارة الجنوب جنوب حوض الكونغو ممتدة من أقصى الغرب إلى أقصى الشرق.

وتظهر السافانا كذلك في أمريكا الجنوبية في منطقتين الأولى منهما معظم هضبة البرازيل إلى الجنوب مباشرة من نطاق الغابات المدارية المطيرة في حوض الأمازون، وتُعرف السافانا هنا باسم الكامبوس Campos، أما المنطقة الثانية في فنزويلا فتوجد إلى الشمال من نطاق الغابات وتشمل حوض نهر الأورينوكو واحد من أطول الأنهار في أمريكا الجنوبية، لا يرجع سبب سادة السافانا إلى نقص كمية الأمطار في الحوض، بل يرجع السبب إلى سادة التربة الرملية التي تقلل المخزون المائي بالتربة شديدة النفاذية، ومعظم مرتفعات جانا، وهذه المنطقة تشتهر باسم اللانوس Llanos، وتوجد في شمال شرق قارة استراليا على هيئة نطاق دائري حول الصحراء الوسطى، حيث يفصل بين إقليم الغابات الموسمية في الشمال، والأقاليم الصحراوية في الوسط، أما في آسيا يقل فيها إقليم السافانا بشكل واضح وذلك لسطرة المناخ الموسمي الغزير الأمطار، ومع ذلك ننتبين بعض المناطق المنعزلة والمحدودة من السافانا في أجزاء من هضبة النكن، ومناطق متفرقة في شبه جزيرة الهند الصينية. الخريطة ٤٨. توزع إقليم حشائش السافانا.



الخريطة ٤٨. توزع إقليم حشائش السافانا

٢. الخصائص المناخية لإقليم الحشائش المدارية (السافانا):

تنقسم السنة إلى فصلين: فصل الشتاء وتهب فيه الرياح التجارية الجافة، وفصل الصيف الرطب تسقط فيه الأمطار، حيث يتميز الإقليم بارتفاع درجة حرارته، التي لا تقل عن ١٨°م في أي شهر من شهور السنة، وترتفع صفاً لتصل إلى أكثر من ٣٢°م. حيث يراوح متوسط درجة الحرارة في الفترة الرطبة في نطاق السافانا البرازيلي ما بين ١٨ و ٢١°م، بينما تنخفض في الفترة الجافة إلى ١٤ و ١٥°م بسبب عامل الارتفاع عن سطح البحر فوق هضبة البرازيل، أما في السافانا الأفريقية فتصل درجة الحرارة إلى ما بين ٢٠ و ٢٤°م في فصل المطر، وإلى ما بين ١٨ و ٢٠°م في فصل الجفاف. ويختلف طول الفصل الرطب من منطقة لأخرى تبعاً لظروف الموقع الجغرافي حيث يراوح بين ٤ . ٨ شهور، وكمة الأمطار ما بين ٥٠٠ . ١٢٠٠ ملم، تتناقص بالابتعاد شمالاً وجنوباً عن نطاق الغابات المدارية نحو النطاق الصحراوي الجاف. ويمكن القول إن هناك فصلة واضحة في الهطل المطري، فهناك فصل جفاف في الشتاء، وفصل ممطر في الصيف، وما نمو الحشائش في الإقليم، إلا استجابة لمحدودية كمية المطر الهائل عليها، مقارنة بكميته في الغابات المدارية، وطول فصل الجفاف. وإن كانت هذه الكمية كبيرة إلا أن قمتها الفعلية محدودة نتيجة هطلها في فصل درجة الحرارة المرتفعة، ويؤدي ذلك إلى انخفاض فاعلة هذه الأمطار على إعالة النمو الشجري الوفير، وسادة الحشائش ما يُعطي الإقليم شخصيته. وتصبح الحشائش هي النوع النباتي الوحيد الذي يستطع النمو بغزارة وعلى نطاق واسع في هذه الأجزاء فتتمو وتكبر بسرعة في موسم المطر، وتموت بسرعة كذلك في موسم الجفاف، وتتمو وسط حشائش السافانا أشجار قليلة متفرقة هنا وهناك، وهي نوع من الأشجار التي تقاوم موسم الجفاف بوسائل مختلفة.

٣. الخصائص الحيوية لإقليم الحشائش المدارية (السافانا):

تتكون السافانا عموماً من أعشاب كثيفة تنمو بها أشجار قصيرة متفرقة تتزايد كلما اقتربنا من خط الاستواء تبعاً لتزايد كمية الأمطار وطول الفصل المطير، ولهذا فإن الانتقال بين الغابات المدارية والسافانا يكون غالباً تدريجياً حتى إنه لصعب إيجاد حد فاصل بينهما، وعلى العكس من ذلك تتضاءل الحشائش وتتناقص الأشجار كلما ابتعدنا عن خط الاستواء تبعاً لتناقص الأمطار وتناقص طول الفصل المطير، حتى نصل إلى نطاق شبه صحراوي لا تنمو فيه إلا حشائش قصيرة من نوع الإستبس.

وحشائش السافانا في جملتها من الأنواع الخشنة ذات الأوراق النصلة الطويلة، وهي تبدأ في النمو بسرعة بمجرد أن يبدأ الفصل المطير، وقد يصل ارتفاعها في هذا الفصل إلى ٧ أمتار في بعض الجهات، ولو أنه يراوح في الغالب ما بين ٢ و٤ أمتار، ويكون اختراق المنطقة عندئذ أمراً غاية في الصعوبة، أما في فصل الجفاف فسرعان ما تذبل وتجف بمجرد انقطاع الأمطار، ويتحول سطح الأرض إلى مساحات شاسعة جرداء تغطيها طبقة من الحشائش الجافة ويستمر الحال على ذلك حتى يبدأ موسم المطر من جديد.

والأشجار التي تنمو في أقالم السافانا معظمها من النوع النفضي، وكثير منها يتميز بأوراقه الشوكية التي تساعد على تحمل الجفاف، وقد يوجد أشجار قليلة دائمة الخضرة تغطي أوراقها بطبقة جلدية غير مسامية، كما تغلف جذوعها بقشور سمكة، والصفة الغالبة على الأشجار هي أنها تكون أشبه بالمظلات ويعود ذلك إلى تباعدها وتعرض هذه الأقالم لهبوب الرياح التجارية القوية في معظم شهور السنة، ما يعاكس نمو الفروع إلى أعلى وتأخذ شكل المظلة لمواجهة الرياح القوية.

أ. الحاة النباتات في إقليم السافانا: يمكن التمييز، في إقليم السافانا، بين نوعين من النباتات الحشائش والأشجار.

١. طبقة الحشائش والأعشاب: تتصف حشائش السافانا أنها خشنة وجافة إلى حد كبير، وأنها تنمو بسرعة في فصل الرطوبة حتى تستفيد من توافر الرطوبة ودرجة الحرارة، والميزة الطבעة لحشائش السافانا هي قدرتها على مقاومة الجفاف الطويل، وتختلف أطوال هذه الحشائش نتيجة اختلاف كمية الأمطار وطول فصل الرطوبة. وتسود النجيلات المعمرة التي يزداد شبهها بالجفافات، كلما ابتعدت عن خط الاستواء، نحو الأقالم الصحراوية الجافة يراوح طول هذه الحشائش ما بين بضعة سنتيمترات وعدة أمتار. ويتفاوت انتشارها من مكان لآخر حسب توافر الرطوبة في التربة، وتبعاً لتوافر الأمطار. وتنتمي حشائش السافانا إلى الفصيلة النجيلية ومن أمثلتها:

عشبة الفيل Elephant grass (ثيوم الأرجواني) Pennisetum purpureum نبات عشبي معمر ينمو بشكل حزم كثفة، يبلغ ارتفاع النبات من مترين إلى أكثر من أربعة أمتار، يتبع الفصيلة النجيلية تحبه الأقال وتغذى علاه، ومن هنا أخذ النبات اسمه. ويتم تصدق عشب الفيل على أنه غازي نظراً لقدرته على شغل موائل جديدة بسرعة ومنع نمو النباتات المحلة. وحشائش السفون أو رُكُيب أندروبوكون Andropogon يتبع الفصيلة النجيلية، يمكن أن تنمو

بطول ٤ أمتار، وقطرها ٧٠ سم، وحشائش الغفة أو الصفوة الأريستيدا *Aristida* الأكثر خشونة، والأقل طولاً، من حشائش السافانا الرطبة. وحشائش قصب عملاق (غاب عملاق) *Arundo donax* أروندو دوناكس ينمو عموماً إلى ٦م.

وغالباً ما تتعرض أعشاب السافانا إلى حرائق طבעة في كل موسم جاف، ولكن عندما يأتي موسم الأمطار، فإنها تعود للحياة مرة أخرى.

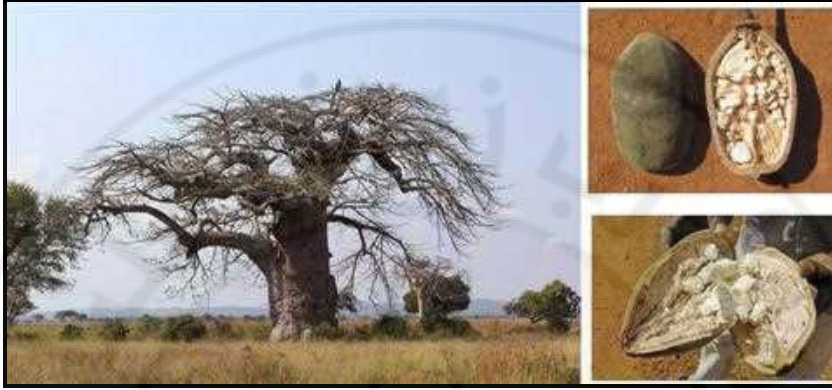
ومن الحشائش التي استفاد منها الإنسان بعض أنواع الحبوب التي تمثل مصدر رئيس في غذائه، وتنقسم هذه النجيلات التي زرعها الإنسان إلى ثلاثة أنواع هي النجيلات التجارية مثل قصب السكر، والذرة السكرية، وذرة غينا، والخيزران وغيرها. والنجيلات الغذائية (الحبوب) مثل الذرة، والرز، والشعير، والشيلم، والشوفان. والنجيلات الطبية مثل حشيشة برمودا وغيرها.

٢. طبقة الأشجار: تنمو شجيرات وأشجار متباعدة في شكل تجمعات هنا وهناك أو في شكل غابات صغيرة محدودة المساحة مبعثرة داخل إقليم السافانا، وقد يُطلق عليها اسم الواحات، وأشجار السافانا نفضية، شوكة الأوراق لتتحمل الجفاف، وقد يوجد قليل من الأشجار دائمة الخضرة التي تغطي أوراقها بطبقة شمعة لتقلص كمية النتح، وتغلف جذوعها قشور سمكة، ما يسهم في الحفاظ على الرطوبة، وتتسم الأشجار بشكل مظلي مميز، إذ تنبسط تيجانها أفقاً، ولا ترتفع إلى الأعلى، ويُعزى ذلك إلى تباينها، وهبوب الرياح القوية .

وتزداد أشجار السافانا كثافة، ويزداد ارتفاعها، بالاقتراب من نطاق الغابات المدارية، وقد حاول البعض تصنف السافانا الشجرية حسب كثافة طبقة الأشجار إلى: سافانا نجيلية تسودها الحشائش فقط، وسافانا شجرية ذات شجيرات متناثرة، وسافانا دغله تعمرها شجيرات كثفة، وغابات السافانا إذا كانت تجان أشجارها متقاربة. ومن أشجار إقليم السافانا:

- شجرة البواباب أو شجرة خبز القروء *Adansonia digitata* أكثر الأشجار المعروفة الموجودة في السافانا الأفريقية، كما تُعرف في السودان وبعض الدول العربية بالقنفلاس أو التبليدي، والاسم العلمي أدانسوزة، وهي شجرة متساقطة الأوراق، وتكثر في غرب السودان، تخترن أشجار هذا النبات كمية هائلة من الماء تمكنها من الحياة، في أنسجة الجذع، تستخدم في فصل الجفاف، وقد اعتادت الفيلة على سلخ لحاف الجذع، للوصول إلى الأنسجة الرطبة المشبعة بالماء، وقد يصل قطر جذع الشجرة إلى عدة أمتار، وتتفرع أغصان شجرة التبليدي، وتقل أوراقها حتى يخيل للناظر إليها أنها جذور، وذلك للتقليل من عملة النتح، وبالتالي يقل الفاقد من الماء عن طريق التبخر، ولأشجار التبليدي شكل مميز يلفت الأنظار، ثمارها طرية كثيرة العصارة،

الصورة ٨٦. شجرة البابواب (التبليدي) وثمارها، وقد تعيش هذه الأشجار لما يزيد على ٢٠٠٠ عام، وتثمر هذه الأشجار المعمرة بعدما تبلغ نحو ٢٠٠ عام، وتُعد ثمار التبليدي وأوراقه مصدراً للغذاء والعلاج.



الصورة ٨٦. شجرة البابواب (التبليدي) وثمارها

- شجرة الطّاح (السّنت) أكاسا **Acacia**: جنس كبير في السافانا الأفريقية، وهي شجرة دائمة الخضرة شائكة، ذات أوراق خضراء ريشة الشكل، تحتوي الشجرة على أشواك حادة كبيرة تحميها من العديد من الحيوانات العاشبة التي تعيش في السافانا، وهي شجرة معمرة يصل ارتفاعها في بعض الأحيان إلى ٢٠ متراً، تحمل أزهاراً صفراء، وثماراً قرنية يصل طولها إلى ١٥ سم، تحمل بداخلها بذور تشبه إلى حد ما بذور الفاصولة لونها بني، يفرز جذع الشجرة مادة صمغية اشتهرت باسم الصمغ العربي gum acacia، تتحمل الظروف المناخية والبيئة القاسية مثل الجفاف، وذلك لأنها تمتد جذورها لأعماق التربة وقد تصل للماء الجوفية، وتحتوي بعض أنواع أشجار الأكاسا على أشواك طويلة وحادة، وتبعث رائحة كريهة ما يحمي أوراقها وزهورها من أن تأكلها الحيوانات البرية. تُستخدم هذه الأشجار من قبل الحيوانات كمظلات طبعية من الأشعة الحارقة تحت تاج واسع الانتشار في وقت جاف. وتتميز الأنواع الأفريقية بأنها شائكة وتنتج ثماراً قرنية عالية الاستساغة. وتُسمى أيضاً الشجرة بشجرة أكاسا النمل، حيث يتطفل النمل على أشجار الأكاسا ويطبق مبدأ تبادل المنفعة، كما في الصورة ٨٧. شجرة الطّاح (السّنت) أكاسا **Acacia**.



الصورة ٨٧. شجرة الطلح (السَّنْط) أكاسا ١ *Acacia*

- شجرة السمر أو السنط الملتوي *Acacia tortilis* أكاسا ١ تورتيلاس، من الأشجار دائمة الخضرة وسريعة النمو، يتباين شكل شجرة السمر من متعددة الجذوع، إلى أشجار وحيدة الجذع، كما في الصورة ٨٨. جذع شجرة السمر، أما الأوراق فتراوح من ورقتين إلى ست أوراق في العقدة الواحدة، وتظهر عليها زهور في فصل الصيف بضاء اللون صغيرة الحجم، وعطرة الرائحة، ثمار نبات السمر بشكل قرون، وجذورها طويلة تمتد حتى تصل إلى المياه الجوفية، ومعدل ارتفاع هذه الشجرة بين ١ . ٥ أمتار، ذات تاج مدور أو مسطح، كما تتميز شجرة السمر عن بقية الأنواع الأفريقية بوجود نوعين من الأشواك طويلة مستقيمة، وقصيرة معقوفة. وشجرة السمر شديدة الاحتمال للجفاف، تتعرض أشجار السمر إلى الاحتطاب والرعي الجائرين، ما جعلها تدافع عن ذاتها بظهور تاج بديل يمتد جذعه من وسط الشجرة إلى أعلى.



الصورة ٨٨. جذع شجرة السمر السنط الملتوي *Acacia tortilis*

- شجرة السلم *Acacia Ehrenbergiana*: يتفرع جذع شجرة السلم مباشرة بعد خروجها من الأرض، كما في الصورة ٨٩. تفرع جذع شجرة السلم، وأوراقها رفعة، وأشواك شجرة السلم طويلة وحادة، وأغصان السلم لينة ضعفة، وحطب السلم خفف يحترق سريعاً ولا يُمسك جمرة النار طويلاً، وللسلم أزهار ذات لون أصفر، وقرون طويلة يبلغ طولها ١٠ سم، وجذورها متشعبة في الأرض لمسافات كبيرة، وتُستخدم أجزائها وثمارها في التداوي، ويمكن صنع من لحائها حبال لفة، وتُستخدم كعلف، وتُستخرج منها سائل القطران يستخدم لطلاء جلود الحيوانات لعلاج الجرب، تنتج السلم صمغاً يُستخدم كبديل عن الصمغ العربي.



الصورة ٨٩. تفرع جذع شجرة السلم

- شجرة الأوكالبتوس الكافور *Eucalyptus*: أكثر أنواع الأشجار انتشاراً في السافانا الأسترالية، في الأجزاء التي تتلقى كمية كبيرة من الأمطار الفصلية، شجرة سريعة النمو ومقاومة للجفاف دائمة الخضرة طوال السنة، ضخمة وساقها قائمة وعريضة وتفرعاتها كثيرة.

- الكجلة الأفريقية *Kigelia africana* (شجرة النفاق) يبلغ طول الشجرة ما بين ٦ . ١٢ متراً، وسميت بهذا الاسم بسبب ثمارها المتدلة والتي تشبه النفاق، الصورة ٩٠. شجرة الكجلة (النفاق) وثمارها، حيث يصل طول الثمرة الواحدة إلى ٧٥ سم، وتعد غذاء مفضلاً لعدد من الحيوانات التي تعيش في السافانا مثل قروود البابون والأفال، ويستخدم السكان المحليون قشرة هذه الشجرة في علاج الأمراض الجلدية.



الصورة ٩٠٠. شجرة الكجلة (النقانق) وثمارها

في ضوء طول الحشائش ودرجة وجود الأشجار يمكن أن نقسم السافانا إلى النماذج التالية:

١. **السافانا الرطبة Humid Savana** (السافانا الطويلة): وتدعى سافانا الفيل، تحتل الأجزاء الأكثر رطوبة داخل الإقليم، حيث تكثر الأمطار ويطول فصل المطر، يمتد هذا النطاق على تخوم الغابات المدارية المطيرة، ما بين 5° و 7° شمال خط الاستواء وجنوبه، ويفوق إجمالي التساقط السنوي ١٢٠٠ ملم، ويهطل معظمها خلال فصل الأمطار الطويل الذي يتجاوز ثمانية أشهر في السنة، فتكتسي الأرض بالنباتات اكتساء تاماً. ويراح ارتفاع الحشائش بين ٦ أمتار و١٢ متراً. وهي من النوع الخشن، النصلي الأوراق، وأهم أنواع أعشابها حشائش ثُبَجَة تُعرف باسم مخلب الكنغر ومخلب القط اعتماداً على شكل أزهارها، والحشائش الزرقاء blue grasses وأعشاب الفستوكة Fescue تنتمي إلى فصيلة النجيليات، ويتخللها الكثير من الأشجار من فصيلة الأكاسيا، مثل الهشاب والطلح والسلم...، التي يزداد علوها وكثافتها بالاقتراب من خط الاستواء، إلى جانب بعض الأشجار النفضية، كما تنمو بعض الأشجار الدائمة الخضرة التي تتركز حول المجاري المائية على شكل شريط تعرف بغابات الدهاليز أو الأروقة لهذا تسمى بالسافانا البستانية، وتتصف معظم الأشجار بجذورها العميقة وتاجها المضلع مع أوراق صغيرة جافة شوكة، وتعد موطن الفيلة.

٢. **السافانا الجافة Dry Savana**: تحتل المناطق الأقل رطوبة داخل الإقليم، حيث ينخفض معدل الأمطار السنوي إلى ٥٠٠ ملم، ويمتد طول فصل الجفاف من ٣ إلى ٧ أشهر، ويتدرج التغير بالابتعاد عن خط الاستواء شمالاً وجنوباً مؤثراً في الغطاء النباتي، حيث تتناقص كثافة

الحشائش، ويقل عدد الأشجار والشجيرات، المتداخلة مع الحشائش، ويقل ارتفاعها إلى المتر الواحد، عند أطراف السافانا الجافة، وتبدو متباعدة وربما تخلو تماماً من الأشجار في بعض المناطق، ونظراً لقلة الحشائش أو اختفاء الأشجار يطلق عليها السافانا المكشوفة.

٣. **السافانا الشوكية Thornbush**: يمتد إلى الشمال والجنوب من نطاق السافانا الجافة حزام عازل بين حشائش السافانا والغطاء النباتي الشوكي للإقليم الصحراوي، ويمثل نطاقاً انتقالاً بينهما، وتسهم قلة الأمطار وتناقصها إلى قرابة ٢٠٠ ملم سنوياً، وامتداد فصل الجفاف إلى أكثر من ٩ أشهر، في تدهور الغطاء النباتي، ويصل طول حشائش السافانا إلى أقل من ٥٠ سم، وتزداد خشونتها، وتقل كثافتها، ويكثر تعرضها للحرائق، في فصل الجفاف الطويل.

ب . الحاة الحيوانية في إقليم السافانا:

يتميز هذا الإقليم بأنه من أقلام الوفرة الحيوانية، وأنه الموطن الأصلي للكثير من حيوانات آكلة العشب وما يتغذى عليها من الحيوانات آكلة اللحوم، ويرجع ذلك لوفرة الغذاء، وأن تركيبه النباتي يجعله أنسب من الغابات من ناحية تحركات الحيوانات وتنقلاتها بين الحشائش، وتتميز الحيوانات العاشبة بأنها من الأنواع العداء والقافزة، ما يساعدها على البعد بنفسها عن خطر حيوانات آكلة اللحوم. حيث يضم إقليم السافانا مجموعة من الحيوانات الثديية مثل الفهد أو الشيتا هو أسرع حيوان ثديي في العالم، وفرس النهر، والأسد الإفريقي، والفيل الإفريقي الأسود، والزرافات، وغيرها العديد من الثدييات، كما تضم مجموعة من الزواحف مثل ثعبان النمر الشرقي، وبعض أنواع السلاحف والسحالي، كما يعد كل من النمل، والنمل الأبيض أكثر الحشرات انتشاراً في السافانا الإفريقية. وتضم السافانا في أمريكا الجنوبية مجموعة متنوعة من الحيوانات مثل الغزلان، وقرود العنكبوت الأبيض، وتامندوا، بعض أنواع البط، كما تعد السافانا في أمريكا الجنوبية موطن الأناكوندا العملاقة. وتشكل حيوانات الخفاش ثلث الحاة الحيوانية في السافانا الأسترالية، كما تضم هذه السافانا مجموعة من الجرابيات التي تشتهر بها أستراليا كالكنغر، وبعض أنواع الطيور والزواحف واللافقاريات الأخرى، كما ينتشر في السافانا الآسيوية في جنوب الهند بعض أنواع الطيور الفريدة من نوعها، كما أنها موطناً لكل من الفهود، والفيلة الهندية، ووحيد القرن، وبعض أنواع التماسيح وغيرها.

وتعش بعض الحيوانات القارضة الحافرة التي تحفر جحور لها تحت الأرض، ولا تخرج إلا مع حلول الظلام ليلاً لتتفادى خطر الحيوانات المفترس، وتستوطنه طيور أصالة ولا تهجره منها

النسور، وأبو سعن، والنعام الأفريقية. ويتبع كثير من حيوانات السافانا نظام الهجرة الجماعية بحثاً عن الغذاء والماء، خلال فصل الجفاف، ويفرض ذلك على الحيوانات آكلة اللحوم هجرة مماثلة، بحثاً عن غذائها.

ج. تأثير الإنسان في إقليم السافانا:

إن مناطق الحشائش المدارية أكثر ازدهاماً بالبشر من مناطق الغابات المدارية المطيرة المجاورة، حيث يمكن بالسافانا رعي الماشية، وممارسة النشاط الزراعي لإنتاج المحاصيل الغذائية والنقدية، لاسمًا في بعض المناطق جهات السافانا صالحة للاستغلال الاقتصادي بسبب وفرة المطر، وخصوبة التربة، واستواء السطح، وسهولة المواصلات، وغنى الموارد الطبيعية. لقد أصاب الإقليم الكثير من مظاهر التدمير والتخريب نتيجة:

١. الحرائق: إن اندلاع النار هو جزء مهم من الطبيعة، فالنظم البيئية في السافانا لم تكن لتستمر في الوجود إلا عبر تعرضها للحرق بانتظام، ومن خلال النار يفسح المجال أمام نمو أشجار ونباتات جديدة.

إن حرائق الغطاء النباتي في السافانا لا تشكل في الواقع ضرراً في البيئة، فالنيران تشتعل على سطح الأرض منذ ملايين السنين، وكانت موجودة بأبعاد مختلفة في فترات مختلفة من تاريخ الأرض، والدليل على ذلك يرجع إلى أكثر من ٤٠٠ مليون عاماً، حيث تشكل الفحم. إلا أن تدخل الإنسان واستغلاله للأرض على مدى مئات السنين أحدث تغييرات في السافانا من خلال الزراعة، والرعي، وعبر استخدام النار، ما أدى إلى إلحاق ضرراً كبيراً بالبيئة، فالمنطقة مهددة عبر عمليات الحرق المتعمدة للغابات، فالكثير من الأشجار تتعرض للانقراض نتيجة هذه الحرائق حيث تحرق الأشجار وتُقتل البذور والبادرات، لذا لا بد من إيجاد توازن بين صحة البيئة والطبيعة من جانب، وحاجة الإنسان من جانب آخر، في إطار ما يعرف بإدارة الحرائق.

٢. الرعي الجائر: تعرضت السافانا إلى عمليات رعي جائرة منذ القديم وحتى اليوم، الأمر الذي يجعل المراعي عاجزة عن تلبية حاجات الحيوانات من الغذاء. وللرعي الجائر أثر عظيم في منع تحديد نمو النباتات الطبيعية، وبذلك تصبح المراعي عاجزة عن تقديم طعام كاف للمواشي بالرغم من اتساع رقعة انتشارها، فقد الغطاء النباتي يتبعه اختفاء الحيوانات التي ترعاه، وبلا شك فإن الرعي في هذه الحالة يؤدي إلى نمو أنواع غير مستساغة، كما أن نقص الغطاء النباتي يساعد

على تعرية التربة وانجرافها، فيؤدي ذلك بدوره إلى جفاف الأرض في تلك المناطق وتحولها إلى أراض ذات طبيعة صحراوية جافة.

٣. إزالة الأشجار: تعد ظاهرة الاحتطاب واقتلاع الأشجار والشجيرات لأغراض مختلفة من الأسباب الأساسية التي قضت على الغطاء الشجري، حيث يتم إزالة الأشجار من مساحات شاسعة من السافانا بهدف تحسين إنتاج المراعي، والزراعة. مما يؤدي إلى تغيرات كبيرة في السافانا وهكلها.

٤. الزراعة: تحولت مساحات كبيرة من أراضي السافانا إلى زراعة المحاصيل الغذائية والتجارية (أرض محصول)، وهي في غالبيتها زراعة حبوب غذائية، ولا سما الذرة وكذلك النباتات الدرنة كالمانيوك نبات يستخرج من جذوره أو درناته نشاء، يصنع منه الخبز والمعجنات، والبطاطا، وبعض النباتات الزيتية كالفول السوداني، والغللات النقدية كالقطن، وقصب السكر، والبن، لقد أحدثت الزراعة تأثيرات كبيرة في تغير المكونات الحيوية للطبيعة لإقليم السافانا فقد صاحب هذا نتائج سلبية تؤدي إلى تدهور التربة وتصحرها وتدني إنتاجيتها.

٥. الصيد: تعرضت بعض حيوانات السافانا لخطر الانقراض نتيجة الصيد الجائر، فقدانها لموائلها بسبب تجرد مناطق تواجدها من غطائها النباتي والشجري الواسع، ما جعلها أكثر عرضة للصيد وللتجاوزات البشرية الأخرى كجمع بيوض الطيور وصغارها وتناقصت قدراتها على الحاة والتكاثر حتى انقرض بعضها وأصبح معظمها مهدداً بالانقراض، فعلى سبيل المثال اختفى من مناطق السافانا في السودان العديد من الحيوانات البرية التي كانت تتواجد بكثرة مثل النعام، والبقر الوحشي، والغزلان، والماعز الوحشي...

٦. تغير المناخ: يؤدي التغير المناخي الناجم عن الاحتباس درجة الحرارة إلى تغير في البنية والوظائف الأساسية للسافانا، ومن نتائج التغير المناخي تدمير السلسلة الغذائية في مناطق السافانا، والهجرات الجماعية للحيوانات، وتهديد العديد من الأنواع الحيوانية والنباتية بالانقراض، ويؤثر في وفرة الحشائش والأشجار وهذا بدوره سيؤثر في الحيوانات التي تعيش على الأعشاب وغيرها من الحيوانات في المنطقة ما يؤثر على النظام البيئي بأكمله.

يواجه التنوع الحيوي في هذا الإقليم تهديداً من جراء التغيرات المناخية المتسارعة، واجتثاث الأشجار، والصيد الجائر، إضافة إلى عدد من العوامل الاقتصادية والاجتماعية، وبالتالي حماية بيئة السافانا يجب أن تتمثل في زيادة المناطق المحمية للمحافظة على التنوع الحيوي والاستخدام

المستدام لمكوناته، وبسبب التنوع الحيوي والأهمية البيئية للمنطقة السافانا، تم إدراج العديد من المنتزهات ضمن قوائم اليونسكو على أنها واحدة من مواقع التراث العالمي منها:

١. **حديقة سيرينغيتي Serengeti National Park** تقع شمال تنزانيا بالقرب من حدودها مع كينيا، وهي واحدة من أشهر وأكبر المحميات الطبيعية في العالم، وتشتهر بعدد هائل من الحيوانات البرية والطيور المختلفة، فهي ملتقى الهجرة السنوية للكثير من الحيوانات، تتميز بكثافة الحيوانات المفترسة والفرائس به، يضم المنتزة أكبر عدد من الأسود في إفريقيا، والفهد الأفريقي، والفيل الأفريقي، ووحيد القرن الأسود، والجاموس الأفريقي هذا بالإضافة إلى الغزال والضبع والبابون والطبي والكلب الأفريقي والزرافة، وتضم الحديقة أيضاً ٥٠٠ نوع من الطيور.

٢. **حديقة تشابادا دوس فيديروس الوطنية في البرازيل:** هي واحدة من أكبر حدائق السافانا في العالم وتضم الحديقة، التي أدرجتها منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) ضمن موقع التراث العالمي، عدداً من أقدم تشكيلات الصخور في العالم، وتعيش فيها عدة أنواع مهددة بالانقراض، مثل الذئب ذو العرف أو البط الغواص البرازيلي.

٣. **حديقة تسافو الوطنية كينيا** (بين نيروبي ومومباسا) إجمالي المساحة ٢٢ ألف كم^٢، تنقسم الحديقة إلى منطقتين تسافو الشرقية وتسافو الغربية. يغطي شرق تسافو السافانا العشبية مع غابات الشجيرات الشائكة، بالإضافة إلى التضاريس المستنقعة بالقرب من نهر فوي، والحياة البرية للمحمة متنوعة يعيش الأسود، والفهود، والحمير الوحشة، والزرافات، والضباع المرقطة، والنعام، والغزلان، والجاموس، وأنواع مختلفة من الطباء، والفيل الأفريقي، ويوجد أكثر من ٥٠٠ نوع من الطيور الموجودة في الحديقة مثل نسر النخيل، والعديد من أنواع النساجين بما في ذلك الطيور المهاجرة التي تستقر فيها. وإقليم تسافو الغربي أصغر مساحة مقارنة بالمنطقة الشرقية، ٧ ألف كم^٢، ومع ذلك هناك مجموعة متنوعة من النباتات والحيوانات، يعيش ما يقرب من ٧٠ نوعاً من الثدييات، وبسبب ظهور المياه الجوفية على السطح، تم تشكيل العديد من الخزانات في المحمة التي توفر لثدييات رطوبة حيوية فرس النهر، ووحيد القرن.

ثانياً . إقليم الحشائش المعتدلة

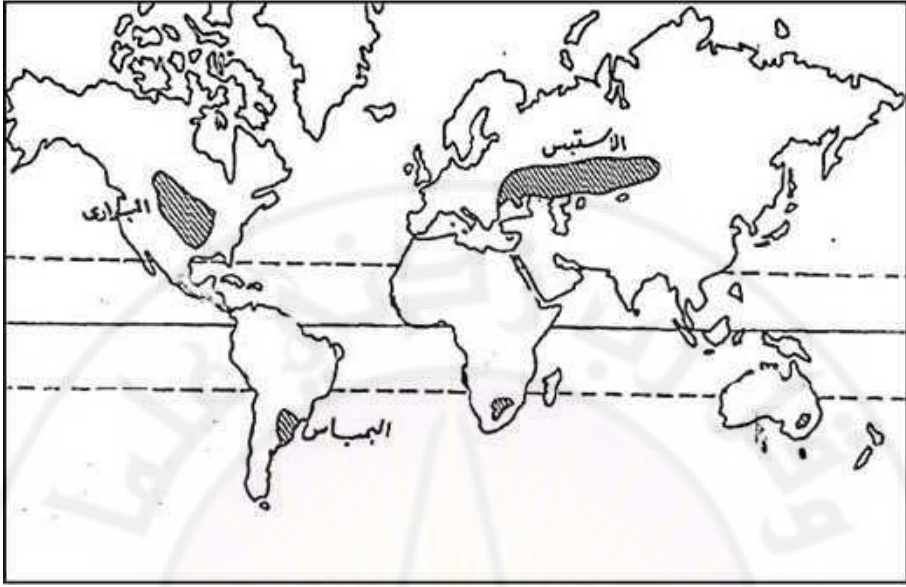
حشائش المنطقة المعتدلة هي النوع النباتي السائد في قلب القارات بصفة عامة، وذلك في المناطق التي تسقط بها كمية من الأمطار تزيد على أمطار الجهات الصحراوية، ولكنها لا تكفي لنمو الأشجار، وتشغل مساحات واسعة في نصف الكرة الشمالي في أوراسيا حيث تسمى بالإستبس Steppes (كلمة روسية الأصل تعني أراضي فسحة قليلة الأشجار)، وفي أمريكا الشمالية تسمى بالبراري prairie ، أما في نصف الكرة الجنوبي محدود المساحة بسبب ضيق الابس الذي يسمح بوصول المؤثرات البحرية إلى أكبر مساحة ممكنة ما يقلل من ظاهرة القارية، كما يحمل إقليم الحشائش المعتدلة أسماء مطلة مثل السهوب في سيبيريا، واللباس pampas بالأرجنتين.

١. التوزيع الجغرافي:

يتوزع إقليم حشائش المنطقة المعتدلة في وسط القارات (المناطق الداخلة)، فما بين دائرتي عرض ٣٠° و ٥٠° شمال خط الاستواء وجنوبه، حيث تقل كمية الأمطار إما بسبب البعد عن المسطحات المائية، أو لوقوع المنطقة في ظل المطر، وتتوزع حشائش المنطقة المعتدلة على النحو التالي:

تتمثل أهم مناطقه في نصف الكرة الشمالي الذي يختص بمساحات واسعة أهمها نطاق أوراسيا نجد أنها تنتشر في معظم دول شرقي أوروبا وجنوب روسيا وغرب آسيا، يُعد هذا النطاق أكبر امتداد له في قلب أوراسيا من غرب أوكرانيا مروراً ببحر قزوين إلى أراضي تربة اللوس في شمال غرب الصين، ويتميز هذا النطاق بأنه يتلقى كمية محدودة من الأمطار بسبب البعد عن المسطحات المائية مصدر بخار الماء. ونطاق براري أمريكا الشمالية يوجد الإقليم في العروض الوسطى من أمريكا الشمالية فما بين جبال الروكي والأبلش بوسط القارة في كل من كندا والولايات المتحدة.

أما أهم مناطقه في نصف الكرة الجنوبي إقليم اللباس أمريكا الجنوبية في الأرجنتين وباراجواي، إلى الشرق من جبال الأنديز. وتوجد مساحات في هضبة إفريقيا الجنوبية إلى الشرق من صحراء كاهاري، بهضبة الفلد في جنوب شرق جمهورية جنوب إفريقيا، وتعرف الحشائش في هذه المناطق بحشائش الفلد، وجنوب شرق استراليا في حوض مري ودارلنج، وفي منطقة أوتاجو في الجزيرة الجنوبية من نيوزيلندا. توضح الخريطة ٤٩. التوزيع الجغرافي لإقليم الحشائش المعتدلة.



الخريطة ٤٩. التوزيع الجغرافي لإقليم الحشائش المعتدلة.

ومن المجتمعات المماثلة لإقليم حشائش المنطقة المعتدلة التي يمكن العثور عليها في مناطق مناخ منطقة البحر المتوسط التي تُعرف بالبادية، وتتميز البوادي بوجود مناطق للرعي نظراً لوجود نباتات عشبية وعدم وجود أشجار، نتيجة قلة الهطول المطري، وبذلك فهي تعد سهوباً شبه استوائية، مثل بادية الشام التي تغطي أجزاء واسعة من المشرق العربي، ووسط جزيرة صقلية، ووسط إسبانيا الشرقية خاصة في الساحل الجنوبي الشرقي، وأماكن معزولة عن الرطوبة الكافية بسبب قلة الأمطار، حيث يُغطي هذا النوع مساحة كبيرة من شمال العراق، وسورية، وفلسطين، والأردن، وبرقة في ليبيا، ومساحات واسعة من تونس والجزائر والمغرب، وتنمو في هذه المناطق حشائش قصيرة.

٢. الخصائص المناخية:

يتميز إقليم الحشائش المعتدلة بالقارية الواضحة أي التطرف في درجة الحرارة لبعده عن المؤثرات البحرية، فالصيف حار يتزامن وتساقطات مطرية غزيرة، والشتاء شديد البرودة جاف، ويحدث تباين أيضاً بين أجزاء الإقليم من حيث درجة الحرارة في الفصل الواحد، فتصل درجة الحرارة في فصل الصيف إلى ١٧°م بالقرب من العروض القطبية، وترتفع إلى نحو ٣٥°م بالقرب من أطراف العروض المدارية، وتتنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي (ما دون درجة التجمد) بالقرب من المناطق القطبية في فصل الشتاء، فغطى سطح الأرض بالجليد

لا سيما في أوراسيا، وأمريكا الشمالية، بسبب ما يجتاحه من موجات باردة قادمة من العروض القطبية، ولا تصل درجة الحرارة إلى هذا الحد من الانخفاض في فصل الشتاء في مناطق الإقليم بنصف الكرة الجنوبي بسبب ضيق الابس، فدرجة الحرارة في إفريقيا وأستراليا في الشتاء تتأرجح حول ١٠ م° أي لا تنخفض دون الصفر المئوي، ويظهر المدى الحراري السنوي واليومي كبير، وظاهرة الصقع واضحة.

ومطر الإقليم صفي حيث تهطل أمطار انقلابية في أواخر فصل الربيع وأوائل فصل الصيف، وكميتها قليلة، نتيجة بعده عن البحر، وطول المسافة التي قطعتها الرياح في طريقها إلى داخل القارات، حيث يوجد إقلام الحشائش وبذلك تفقد معظم حملتها من الرطوبة قبل الوصول إليها، فلا يصيبها إلا قدر ضئيل من المطر لا يسمح إلا بنمو نوع نباتي خاص هو الحشائش القصيرة الفقيرة، أو المتوسطة في الطول والغنى بحسب اختلاف الكمية الفعلية للأمطار التي تصيب الجهات المختلفة، كما تتفاوت كمية الأمطار من مكان إلى آخر داخل الإقليم نفسه، وتراوح كمية الأمطار السنوية ما بين ٢٥٠ و ٥٠٠ ملم، وقد تزيد في إقليم البمباس بالأرجنتين إلى ١٠٠٠ ملم، وعلى الرغم من غزارة الأمطار في البمباس إلا أن الإقليم يسوده الحشائش الغضة نظراً لأن الهطل في معظمه يكون في فصل درجة الحرارة المرتفعة، وبالتالي قمتها الفعلية تقل كثيراً نتيجة ارتفاع كمية التبخر.

٣. الخصائص الحيوية في إقليم الحشائش المعتدلة:

يتسم الغطاء النباتي بسادة الحشائش وقلة النمو الشجري، ويحاول البعض تفسير سادة الحشائش وندرة الأشجار إلى انتشار وسطرة ظاهرة الصقع شتاءً، وقلة التساقط، وارتفاع معدل التبخر صفاً، إضافة إلى تكرار حدوث الحرائق يعوق نمو الأشجار لاسمما الصغيرة والشتلات.

أ. **الحياة النباتية:** يتميز الإقليم بندرة الغطاء الشجري إلا حول المجاري المائية وعلى جوانب المنحدرات التي تتلقى كمية كبيرة من الأمطار، والغطاء النباتي بها من الحشائش والأعشاب المقاومة للجفاف، وتتباين الحشائش المعتدلة في كثافتها من جهة إلى أخرى حسب كمية الأمطار، فبعضها مكون من حشائش كثيفة تختلط بها بعض الأشجار، وبعضها الآخر فقير نسبياً ويخلو تماماً من الأشجار. وتتسم حشائش المناطق المعتدلة بأنها من الأنواع اللينة والناعمة، ومعظمها من النباتات الحولية أو الفصيلة التي تنتهي حاتها أو يتوقف نموها بانتهاء

فصل النمو، ولكنها تعود للظهور والنمو من جديد بمجرد ابتداء فصل النمو التالي، ويختلف طول حشائش الإستبس من مكان لآخر بالإقليم.

تتكون الحشائش بصفة خاصة من نباتات عشبة معظمها ينتمي إلى النجيلات، لها جذور نامية تسمح لها بالبحث عن الماء في أعماق التربة بوساطة شبكة قوية من الجذور المتشابكة، إن هذا الجهاز الجذري المتشابه يحول دون إمكانية استقرار بذور الأشجار كف ما كانت الظروف المناخية، ولا تسمح النباتات العشبية بنمو الأشجار لأنها تشكيلة مغلقة تستفيد بطريقة فعالة من الأمطار مباشرة بعد سقوطها إذ يتم امتصاصها بوساطة شبكة الجذور القوية في التربة. ومن حشائش الإقليم نذكر: النبات الحزازي ومن أمثلتها نبات الفيوناريا *Funaria* يتكون من شبه ساق قائم يحمل أوراق خضراء صغيرة الحجم، بالإضافة لأشباه الجذور المثبتة في التربة، وقبا المروج أو حشدة المروج يُعد من أهم نباتات المروج نظراً لقدرته على تغطية الأرض بكثافة، ينتشر أفقاً عن طريق الجذامير، والعزم المكنسي، نبات أدونس سمي النبات نسبة إلى أدونس الآلهة الإغريقية، نباتات عشبة معمرة من الفصيلة الحوذانة يضم نحو ٢٠ . ٣٠ نوع من النباتات المزهرة، ومن أسمائه المتناقلة ناب الجمل، عين الجمل، نقطة الدم، الزغليل. وعشبة البرسم الأبض عشبة معمرة ساقها زاحفة معقدة وتتجذر في الأرض. والقنطريون العنبري ويُسمى أيضاً وردة الذرة الزرقاء *Blue Cornflower*، ونبات مشط الراعي *scandix* يُعرف النبات بعدة أسماء منها سقندس، المشطية، مشط فينوس. والنفل البنفسجي ويعرف أيضاً باسم نفل المروج، وعشبة الهليون *Asparagus officinalis* من النباتات الربعية المزهرة، ويتبع للفصيلة الزنبقية، والنباتات القزحة *ris* زهرة إلهة اليونانية إيريس تعني قوس قزح، لأنها تأتي في العديد من الألوان، من النباتات العشبية المعمرة البصلة المزهرة، والزنبق البري *Lily* من النباتات المزهرة والمعمرة هناك مئات الأصناف من الزنبق من الفصيلة الزنبقية *Lilium*، ونبات الثمام العصوي *Panicum virgatum* (البليستم) واحدة من الأنواع السائدة في المروج في أمريكا الشمالية، ونبات سفون جيرارد أو لحة الرجل *Andropogon gerardii* (أندروبوغون جيراردي). الصورة ٩١. نباتات السهوب في إقليم الحشائش المعتدلة.



الصورة ٩١. نباتات السهوب في إقليم الحشائش المعتدلة

ب. الحاة الحيوانات:

يُعد إقليم الحشائش المعتدلة الموطن الأصلي لعدد من الأنواع الحيوانية التي تمكنت من التأقلم مع ظروف البيئة الطبعية السائدة بالإقليم، مثل جفاف فصل الشتاء وشدة برودته، وفقر الحاة النباتية أثنائه، وتعدد وسائل التأقلم كأن تمارس بعض الحيوانات ظاهرة الهجرة الفصلية، تهاجر في فصل الشتاء إلى مناطق أخرى حيث يتوفر الغذاء والدفع، وتقوم الحيوانات المتوطنة بالإقليم بممارسة السبات الشتوي (البات الشتوي) حتى يحل فصل الجفاف.

وأهم الحيوانات البرية التي توجد في الإقليم الثدييات أهمها الغزال، والجمل ذو السنامين في إستيس آسيا وأوروبا، وحيوانات الثيران الوحشية والتي تعرف باسم البسون في براري أمريكا الشمالية ولكنه كاد ينقرض في الوقت الحاضر بسبب كثرة اصطاده من جهة، وتحول كثير من مناطق الحشائش للإنتاج الزراعي أو الرعوي المنظم من جهة أخرى، وحيوان الكنغر في استراليا والحمار الوحشي، والحصان البري، أو التاربان في آسيا، والأيل...

والحيوانات القارضة الحافرة مثل السنجاب البري، واليربوع الآسيوي، والأرانب البرية، والحيوانات آكلة اللحوم مثل ابن أوى، والذئب، والثعلب... والطيور فأهمها طائر الشمان الذي يهاجر في أواخر الخريف نحو المناطق الدافئة هرباً من برودة فصل الشتاء وبحثاً عن الغذاء، وطيور الحجل، والقنابر (قنبرة)، وبعض الطيور الجارحة مثل الحداة، والنسر... وتكثر الحشرات في الصيف والتي تشكل مصدراً غذائاً لكثير من الطيور.

أما الحيوانات التي تربي في المراعي المعتدلة هي الأبقار والأغنام، وترعى الأبقار عادة في مناطق البراري الغنية، أما الأغنام فتربي في المناطق الفقيرة نسبياً، وتشتهر مراعي أستراليا ونيوزيلندا بصفة خاصة بتربية الأغنام التي تربي غالباً من أجل الصوف، أما مراعي الأرجنتين وأمريكا الشمالية فتسود فيها تربية الماشية على تربية الأغنام، وتعد الخيول كذلك من حيوانات المراعي المعتدلة، وتكثر تربيتها بصفة خاصة في مراعي آسأ.

ج. تأثير الإنسان:

تعرضت مناطق الحشائش المعتدلة لكثير من أعمال التدمير والإزالة البشرية، إن معظم مناطق الحشائش المعتدلة فقدت هويتها الحيوية وتحولت إلى مزارع بغرض الاستغلال الزراعي لإنتاج الحبوب ولأسماء القمح والذرة، ويرجع ذلك إلى خصوبة تربتها، كما تُعد أهم مناطق الرعي، وإنتاج اللحوم، والألبان، والأصواف في العالم. مع ذلك لم يتبق سوى القليل من مساحة الأراضي العشبية، حيث أحدث الإنسان الحرائق في مناطق الأعشاب النجيلية كما في أمريكا والسهوب في أوروبا لتوسع رقعة الزراعة أو للتخلص من النباتات غير المرغوبة رعوياً، والشجيرات التي لا ترعاه الحيوانات واستبدالها بنباتات عشبية ذات قمة غذائية وإنتاج أعلى من إنتاج النباتات المحروقة.

فأصبحت المراعي الطבעة المعتدلة الآن نادرة، لأنه تم استبدالها بالكامل بالمراعي التي من صنع الإنسان، وهذا يعني أن الأرض قد حرثت وأخصبت وزُرعت بذور الأعشاب المدخلة، وعلاوة على ذلك، فإن العديد من النباتات والحيوانات التي لا تزال تعيش في هذه الأراضي تصنف على أنها عرضة للخطر الانقراض، فهناك تهديد حقيقي لهذا المجتمع البيئي المميز والعديد من الأنواع التي يحتوي عليها قد تختفي تماماً، إذا لم تكن محمية من الرعي المفرط، والأسمدة، والمحراث.

الفصل الرابع

إقليم الصحراء

يمثل إقليم الصحراء المناطق التي تتسم بالفقر الحيوي سواء على المستوى النباتي أو الحيواني نتيجة لسطرة الظروف البيئية قاسية تحول دون إتاحة الفرصة لوجود الأحياء بصورة غنية كثافةً وتنوعاً. فالصحراء في الأصل كلمة حيوية (نباتية) بالدرجة الأولى، وهي تعني الفقر الحيوي.

ويعتقد الكثيرون خطأً أن الصحاري هي مناطق قحراء جرداء تنعدم فيها الحياة، بل هي في الحقيقة نظام بيئي يقوم بدعم طيف واسع من أشكال الحياة في منظومة فريدة من التنوع الحيوي. وتنقسم الصحاري وفقاً لمواقعها وعوامل نشوئها إلى نوعين هما:

أ . **الصحاري القارية (الداخلية):** تسود عروض الضغوط المرتفعة المدارية، ومن أسباب نشأة بعض الصحاري الداخلية وقوعها في مناطق ظل المطر مثل صحراء موهافو في جنوب غرب الولايات المتحدة، وصحراء تكلامكان وسط آسيا.

ب . **الصحاري الساحلية:** تنشأ في العروض شبه المدارية على السواحل الغربية للقارات، وسبب نشوئها التيارات المائية الباردة، باستثناء صحراء شرق وشمال الصومال.

ومن أهم الصحاري الساحلية صحراء أتاكاما التي تمتد بموازاة ساحل البيرو وتشيلي، ويمر بجوارها تار همبولت البارد، وصحراء ناميب التي تمتد بمحاذاة ساحل جنوب إفريقيا الغربي ويمر بجوارها تار بنغويلا البارد، وفي أمريكا الشمالية صحراء سونورا شمال غرب المكسيك ويمر بجوارها تار كاليفورنيا البارد، والأطراف الغربية من الصحراء الكبرى في أفريقيا والممتدة على المحيط الأطلسي والتي يمر بجوارها تار كناريا البارد. تبين الخريطة ٥٠. توزيع الصحاري الداخلية والساحلية.



الخريطة ٥٠. توزيع الصحاري الداخلية والساحلية

والصحراء تعبير نباتي يطلق على الأقاليم التي يندر فيها النبات نتيجة عنصرين مناخيين هما: قلة المطر، ودرجة الحرارة العالية ومن هنا انقسمت الصحاري إلى ثلاثة أنواع: وتبين الخريطة ٥١. توزيع أقاليم الصحاري في العالم.



الخريطة ٥١. توزيع أقاليم الصحاري في العالم

١. **الصحاري المدارية الحارة**: توجد في المناطق الغربية من قارات الكرة الأرضية، وتتميز هذه الصحاري بأنها أكثر جهات العالم جفافاً وذلك لوقوعها في نطاق الضغط المرتفع المداري، ومن أهم هذه الصحاري الصحراء العربية الكبرى، والصحراء الإفريقية الكبرى، وصحراء ثار الهندية، وصحراء كلهاري الإفريقية، وصحراء أريزونا في أمريكا الشمالية، والتي تتميز بارتفاع درجة الحرارة، وانخفاض نسب الرطوبة الجوية، وقلة السحب والأمطار.

٢. **الصحاري المعتدلة**: تتواجد في وسط القارات غالباً ومن الأمثلة عليها صحاري أمريكا الشمالية، وصحراء أمريكا الجنوبية، وصحراء وسط آسيا، ويتميز مناخها بالبرودة الشتوية الشديدة، وارتفاع درجة الحرارة في الصيف، وأمطارها قليلة، ويعزى جفاف تلك الصحاري إلى بعدها عن المسطحات المائية.

٣. **الصحاري الباردة أو القطبية (التندرا)**: ويقصد بها الصحاري المغطاة بالجليد طوال السنة، ونادراً ما يحدث له ذوبان، إذ لا ينحسر إلا عن ١ % فقط من مساحتها الإجمالية، ومن ثم فهي تعرف بالصحاري البضاء أو الثلجة، وتتواجد في المناطق الشمالية من القارات، ومن أهمها صحاري أنتاركتكا، وصحراء أوراسيا، وصحراء أوراسيا، وتتميز بأن درجة الحرارة فيها منخفضة، والأمطار فيها عبارة عن ثلوج قليلة.

إن السمات الحيوية العامة متشابهة بينها من حيث الفقر الحيوي، فالصحاري الحارة ترجع إلى ندرة الأمطار بالدرجة الأولى، أما الصحاري الباردة ترجع إلى ندرة درجة الحرارة التي لا توفر طاقة حرارية كافية للنمو النباتي، وبالتالي سيطرة الجفاف الفيزيولوجي، إلا أنه يوجد بينهما الكثير من أوجه التشابه: للصحراء كائنات حية مميزة تكيفت لتحمل الجفاف، ويمارس الكثير من الكائنات الحية حالة من الكمون (السبات) وتمارس بعض الحيوانات نوعاً من الهجرة الفصلية، والنباتات الصحراوية قزمة ويسطر عليها ظاهرة التبعثر.

وسندرس كل وأقدم على حدا نظراً لاختلاف طبعة الأداء، وأنواعها، ووسائل تأقلمها مع الخصائص البيئية في كل منها.

أولاً . إقليم الصحاري الحارة

يضم هذا الإقليم كل من الصحاري المدارية الحارة، والمعتدلة، ويتشابهان في ندرة الهطل، ويختلفان في درجة الحرارة، وتحتل المناطق الصحراوية الحارة والمعتدلة مساحة كبيرة تبلغ نحو $\frac{1}{3}$ مساحة اليابسة ويخص آسيا وإفريقيا النصيب الأوفر، وسندرس كلاهما على حدا.

١. إقليم الصحاري المدارية الحارة

توجد الصحاري المدارية الحارة حيث درجة الحرارة الوفيرة، والمطر القليل، وتقع الصحاري الحارة في غرب القارات شمال وجنوب الأقاليم المدارية وهي جهات يسودها الضغط المرتفع والتارات الهوائية الهابطة وكلا العاملين يحرم الجهات الصحراوية من الظروف المسببة للمطر.

أ . التوزيع الجغرافي:

تشغل الصحاري الحارة مساحات كبيرة في نصف الكرة الشمالي، بين دائرتي عرض 18° و 30° شمال وجنوب خط الاستواء، حيث تمتد في شمال إفريقيا في الصحراء الكبرى من ساحل المحيط الأطلسي غرباً إلى البحر الأحمر شرقاً، ثم تتجاوز البحر الأحمر إلى شبه الجزيرة العربية وصحراء بادية الشام، وامتداداتها شرقاً في شكل صحراء وسط إيران (صحراء لوط الإيرانية)، وأفغانستان وباكستان وشمال غرب الهند ممثلة في صحراء ثار، وفي أمريكا الشمالية توجد الصحراء الحارة في كاليفورنيا يشمل صحراء أريزونا، وامتداداتها في شمال غرب المكسيك.

أما في نصف الكرة الجنوبي فالمساحات الصحراوية أقل لعدم اتساع مساحة اليابس في هذه الجهات، تمتد في الساحل الغربي الجاف لأمريكا الجنوبية تنحصر الصحراء في شريط ضيق بين جبال الأنديز وبين ساحل المحيط الهادئ في كل من البيرو وشمال تشيلي فما يعرف فيهما بصحراء أتاكاما، وفي جنوب إفريقيا توجد صحراء كاهاري في غرب جنوب القارة وتمتد حتى المحيط الأطلسي حيث توجد صحراء ناميبيا.

وفي استراليا تحتل الصحراء مساحة كبيرة وسط غرب القارة، وتُعد استراليا ثاني أجف قارات العالم بعد القارة المتجمدة لوجود أربع صحاري بها هي: صحراء فكتوريا، وصحراء الرمل الكبرى، وصحراء جبسون، وصحراء سمبسون. الخريطة ٥٢. التوزيع الجغرافي لإقليم الصحاري الحارة.



الخريطة ٥٢. التوزيع الجغرافي لإقليم الصحاري الحارة

ب. الخصائص المناخية:

تنشأ الصحاري الحارة عن الضغوط الجوية المرتفعة ذات الهواء الهابط، كما تُسهم في نشوئها التارات المحطة الباردة المارة قرب السواحل الغربية للقارات، في العروض المنخفضة. يتميز المناخ بالتطرف الشديد، ويتسم بقلّة أو ندرة المطر التي تعدّ العنصر الفاعل في عملة النمو النباتي، ويصعب تحديد كميته وإن كان يراوح بين ٢٥٠ و ٣٥٠ ملم وقد ينخفض عن ذلك كثيراً، كما هو الحال في الصحراء الكبرى الإفريقية، وصحراء كلهاري، وصحراء أتاكاما، وصحراء غرب استراليا، وصحاري ثار وسونورا في شمال غرب المكسيك، وجنوب غرب الولايات المتحدة إلى أقل من ١٠٠ ملم، وقد تنعدم الأمطار لعدة سنوات، بل أن الأمطار قد تنعدم تماماً كما يحدث في شمال تشيلي في محطة كالاما التي لم تسجل بها أي كمية مطر، وحتى المناطق التي يهطل الحد الأقصى للأمطار تنعدم قمتها الفعلة بسبب ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع معدل التبخر. ويكون الضباب ظاهرة مميزة على ساحل الصحراء التي تمر بجوارها التارات البحرية. وتعد درجة الحرارة الشديدة التي تتميز بها المناطق الصحراوية أحد أسباب الجفاف بها، حيث يتم تسجيل أعلى درجة حرارة في العالم في هذه المناطق الصحراوية، ويتميز المدى درجة الحرارة بالانتساع الكبير، وبسبب ارتفاع درجة الحرارة يرتفع معدل التبخر ومعدلاته تفوق أضعافاً مضاعفة كمية الأمطار الساقطة مما يزيد من حدة الجفاف. وعله يتسم المناخ الصحراوي

بالجفاف، الذي لا يرتبط بكمية أمطاره فقط، بل بدرجة الحرارة، وسرعة الرياح، والرطوبة الجوية، ونوعية التربة.

ج . الخصائص الحيوية:

تتعرض صورة الجفاف في الصحاري الحارة على الغطاء النباتي من حيث الندرة أو قلة كثافة الحاة النباتية، وتتوافق معها الحاة الحيوانية، وتختلف هذه الندرة الحيوية من مكان لآخر تبعاً لسادة ظروف بيئة معينة. وتتسم الكائنات الحة في إقليم الصحاري الحارة بخصائص حيوية تمكنها من التأقلم والتكيف مع الخصائص البيئية القاسية.

١. الحاة النباتية:

النباتات الصحراوية هي تلك النباتات القادرة على التكيف والحاة في بيئات تغتفر فيها مقومات الحاة النباتية، حيث تلجأ إلى آلات كي تحافظ على بقائها في البيئة الصحراوية ذات المناخ القاس. تتكيف الكائنات مع هذه البيئات وفق ثلاثة أسس الحصول على أكبر كمية من الماء، وتحزين الماء، والتقليل من خسارة الماء، وتستخدم هذه النباتات أساليب عدة تجعلها قادرة على التكيف مع البيئة الصحراوية.

١.١. تكيفات النباتات الصحراوية: تُقسم إلى

أ. التكيفات المورفولوجية (شكلية):

١. التوسع في نمو المجموع الجذري كي تتمكن من الحصول على الماء واختزال المجموع الخضري، مثال نبات المرخ *Leptadenia pyrotechnica* ارتفاعه ١٦٠ سم، بينما تمتد جذوره لعمق ١٠٠م، وقطر ١٠م، وأشجار المسكيت *mesquite tree* التي يبلغ عمق جذورها نحو ٢٨م، وبعض النباتات تتمتع بمجموع جذري سطحي ممتد لمسافة كبيرة أفقياً لتستفيد من مياه الندى والضباب.

٢. إسقاط الأوراق في الصيف فتصبح فروعها عارية تماماً، ما يؤدي لانخفاض فقد الماء بالنتج.

٣. هناك أنواع نباتية لا تحمل أوراقاً وتسمى نباتات غير ورقة، حيث تقوم الساق والفروع بعملية التمثيل الضوئي، وفي موسم الجفاف الشديد قد تفقد بعض فروعها كنبات الرمث.

٤. هناك أنواع نباتية أوراقها صغيرة كنبات ذيل الخيل *Equisetum*، من أجل تقليل وتصغير القسم المعرض للشمس، أو تكون أوراقها فاتحة (خضراء فاتحة) من أجل عكس الأشعة الشمسية،

أو تكون أوراقها مغطاة بأوبار تشكل ما يشبه المظلة الواقة من أشعة الشمس، أو تكون أوراقها ذات مسامات قليلة وذلك من أجل تقليل النتح.

٥. تحور في شكل الأوراق إلى شكل يقلل النتح: تحور الأذينات لأشواك كنبات السدر، وتحور الفروع لأشواك كالعاقول، وتحور الأوراق لأشواك كالصبار.

٦. هناك أنواع نباتة يغطيها الشوك لحمايتها من الشمس الحارقة التي تتعرض لها، ومن الحيوانات التي تعيش في البيئة الصحراوية.

٧. النفاق أو انطواء الأوراق عند اشتداد الجفاف فيتشكل جوف مغلق تنفتح عليه الثغور ما يقلل النتح، ونرى ذلك عند نباتات الفصيلة النجيلية كنبات قصب الرمل *Ammophila arenaria*.

٨. فقد معظم المجموع الخضري فوق سطح التربة عند النباتات النجيلية المعمرة في الصيف لتقليل فقد الماء وتبقى البراعم حية عند قاعدة النبات، ثم تنمو هذه البراعم من جديد في موسم الأمطار مثال نبات الثمام *Panicum*

٩. تغير الورقة زاويتها مع الساق لتقاوي سقوط أشعة الشمس بشكل عمودي على الورقة، كنبات الشبرق *Senna italica*.

١٠. بعض أسطح النباتات السفلة تغطيها شعيرات كثفة فتعكس هذه الشعيرات جزءاً من أشعة الشمس، وتسمى هذه النباتات بالنباتات شعيرية الأوراق.

١١. بذورها صغيرة يمكن أن تنمو عند توفر الرطوبة أو هطل المطر حتى لو مر على تساقط البذور عشرات السنين.

١٢. تتجنب النباتات أن تكون قريبة بعضها من بعض مما يوسع رقعة التغذية ويحد من درجة المنافسة النباتية على مصادر الرطوبة الشدحة.

ب. التكيفات التشريحية:

١. تحمل أوراق وسقان معظم نباتات المناطق الجافة طبقة سمكة من الكيتين أو يكون جسم النبات مغطى بالكامل بطبقة من الشمع، وذلك للتقليل من تبخر الماء منه وفي حال هطل الأمطار تنزلق تلك الماء على الطبقة الشمعة للنبات إلى الأرض فلا تتبخر بل تقوم بامتصاصها عن طريق الجذور.

٢. وجود طبقة تحت بشرة نسيج إضافي تحت البشرة خلاياه مليئة بمواد مخاطة عند بعض الأنواع لمنع خروج الماء من النبات.
٣. وجود خلايا مائدة واسعة في النسيج البرانشمي تقوم بخزن الماء (النباتات العصيرية) من تلك النباتات ما يخترن الماء في أوراقه أو في الساق كنبات الصبار، أو في جذوره مثل الكمأة (٧٥% من حجم الكمأة عبارة عن ماء).
٤. وجود غدد ملحة على بشرة بعض النباتات فتمتص هذه الأملاح الرطوبة ليلاً.
٥. وجود الثغور ضمن انخفاضات دون مستوى البشرة أو في فجوات (ثغور غائرة) كالدفلة أو تحمي فتحاتها شعيرات واقية.
٦. وجد فتحات على سطح أوراق النباتات، لا تفتح إلا في المساء فقط لامتصاص ثاني أكسيد الكربون، حيث تكون درجة الحرارة منخفضة والرطوبة عالية، وبذلك يكون معدل التبخر أيضاً منخفض.

ج . التكيفات الفيزيولوجية:

١. قلة المحتوى المائي للنبات نتيجة قلة الماء في الخلايا أو تغلظ جدر الخلايا، مما يجعلها تتحمل الجفاف دون أن تتضرر.
٢. ارتفاع نسبة الماء المقيد بالمواد الغروية في الخلايا مما يعني عدم تبخر الماء بسهولة، وتُعد هذه من أهم صفات النباتات الصحراوية.
٣. تجمع البرولين (حمض أميني يدخل في تركيب الكولاجين ومسؤول عن قوة وقساوة الجلد مع الكرياتين) في أنسجة النباتات التي تتعرض للجفاف أو درجة الحرارة المرتفعة أو الملوحة مما يجعلها محبة للماء وتمسكة به.
٤. الضغط الأسموزي المرتفع في الجذور، مما يزيد من قدرة النبات على امتصاص الماء المرتبط بحبيبات التربة.
٥. قفل الثغور في فترات الحر الشديد، وفتحها في ساعات الصباح الباكر لتقوم حينها بالتركيب الضوئي وتقليل النتح قدر الإمكان.
٦. النباتات الملحة التي تنمو في التربة الملحة تمتلك القدرة على مقاومة التأثير الضار للملوحة الزائدة في التربة أو الماء الجوفية، فبعضها يقاوم الملوحة من خلال إفراز الأملاح والتخلص منها، والبعض الآخر يتجنب تأثير الأملاح بتوقف دورة حياتها في الفترة التي ترتفع فيها درجة الرطوبة في التربة.

٢.١. أشكال نمو النباتات الصحراوية حسب دورة حياتها: تنقسم النباتات الصحراوية بخصائص معينة في أشكال نمو مميزة حسب دورة حياة النبات:

أ . نباتات حولة سريعة الزوال **Ephemeral** تنمو بعد هطل الأمطار مباشرة، ولا تتعدى فترة النمو والإزهار وإلقاء البذور ثمانية أيام.

ب . النباتات العشبية المعمرة **Ephemeroïds** هي نباتات ذات سقان أرضة معمرة مطمورة في التربة مثل الأبصال والريزومات وتتكون بها الأوراق والأزهار خلال عدة أسابيع في أثناء الفترة التي تهطل بها الأمطار

ج . الأشجار ذات الجذور الطويلة التي تتغلغل إلى أعماق التربة وتمتد بعيدة لتصل إلى مصادر المياه الجوفية لتؤمن مورداً مائداً دائماً، تأخذ أوراقها أشكال تمكنها من التكيف لتحمل الجفاف.

د . الشجيرات القصيرة تنمو في الفترة الرطبة أثناء الانخفاض النسبي في درجة الحرارة.

٣.١. أشكال نمو النباتات الصحراوية حسب شدة القحولة: وجد الباحثون أن النباتات الصحراوية في شح الماء والجفاف الشديد تنقسم إلى ثلاثة أقسام :

• نباتات هاربة من الجفاف: هي نباتات عادية وسطه معتدلة (Mesophytes) ويقتصر وجودها الخضري على فترة المطر فهي تهرب من الجفاف بالإنبات، والنمو، والإزهار، والإثمار، وانتشار البذور قبل حلول موسم الجفاف، وتبقى بذورها ذات الأغلفة المقاومة للجفاف ودرجة الحرارة إلى موسم الأمطار القادم، مثل الخشخاش البري *Papaver sp*.

• نباتات الجفاف الحقة: المتميزة بالمجموع الخضري الصغير والمجموع الجذري المتعمق لعشرات الأمتار، وهناك آلات للنبات لتقليل النتح والاحتفاظ بالماء، حيث تكون الأوراق صغيرة وتتساقط بعد مدة كما في نبات العاقول *Alhagi marumum* أو تبقى الأوراق طوال فترة الأمطار ثم تسقط قبل حلول فترة الجفاف مثل نبات القتاد أو الزلة *Zilla spinosa*. وقد تتعدم الأوراق تماماً وتقوم الساق بعملية البناء الضوئي كما هو الحال في نبات الرتم *Retama raetam*، وأحياناً تلتف الأوراق حول نفسها لتقليل مساحة الورقة المعرضة للبيئة الصحراوية كما في نبات قصب الرمال *Ammophila arenaria*، كما يغطي سطح النبات طبقة من الكيوتين الشمعة السمكة حفاظاً على المحتوى المائي، أو يحاط النبات بطبقة عازلة من الزيوت الطارة مثل نبات الشح *Artemisiaabsinthum*، ونبات الزعتر *Tymus serpyllum*.

• **نباتات عسيرة:** تُخزن المياه في وقت توفرها لاستغلالها وقت الجفاف، ومنها نباتات التين الشوكي *Opuntia tuna*، والرطريط *Zygophyllum album*، ولها شبكة جذور سطحية واسعة الانتشار تحصل على المياه فور سقوطها.

ومما يجدر ذكره أن كل النباتات التي تنمو في الصحراء ليست كلها جافة، بل تنمو في المناطق الرطبة كالأودية الجافة بعض النباتات التي تعتمد على المياه الباطنة في بطون الأودية.

٤.١. **التنوع النباتي في إقليم الصحاري الحارة:** يتسم الإقليم الصحراوي بالتنوع النباتي إذ يضم عدة آلاف من الأنواع النباتية، ومن الأنواع النباتية المميزة للإقليم ننكر: **صبار ساجوارو** *saguaro cacti*: تعد النبتة الوطنية لولاية أريزونا الأمريكية، تتميز ببشرتها الشمعة الملمس حيث يوجد عليها أشواك بسمك ٥ سم، لس لديه أوراق، حيث أن جذعه سمك وأشواكه كبيرة، ولها أذرع جانبية، وتقوم بامتصاص الماء والاحتفاظ به، ويكثر صبار الساجوارو في صحراء سونورا جنوب شرق كاليفورنيا، وجنوب أريزونا، وشمال غرب المكسيك، ويراوح عمرها نحو ٢٠٠ سنة تقريباً. ويقوم طائر نقار الخشب بحفر عدة ثقب بالنبتة للوصول إلى المياه المخزنة في الداخل.

الصبار البرميلي *Ferocactus*: نبات عصاري، يخزن الصبار الماء داخل سقانه، له أشواك حادة مقوسة وكبيرة يبلغ طولها ٧,٥ - ١٠ سم، حيث كان الهنود يستخدمون أشواكه كسهم لصيد الأسماك، جذورها ضحلة جداً حتى تتمكن من امتصاص أكبر قدر ممكن من الماء بمجرد هطل الأمطار، يوجد في صحراء أمريكا الشمالية مثل صحاري سونورا، وموهافي في ولاية كاليفورنيا، وأريزونا، والمكسيك.

أشجار جوشوا *Joshua tree* ليست في الواقع أشجار، إنها نباتات صحراوية عسارية، تخزن المياه، وتوجد بشكل شائع في صحراء موهافي في جنوب غرب الولايات المتحدة، وعادة ما يكون لأشجار جوشوا جذع واحد، وتنتهي فروعها بمجموعات من الأوراق الشائكة، تصل الجذور إلى عمق ١١ متر، من الأنواع المهددة بالانقراض بسبب تغير المناخ، وللحفاظ على أشجار جوشوا تم الإعلان عن حديقة شجرة جوشوا الوطنية في ولاية كاليفورنيا في الجنوب من صحراء موهافي.

نبات الغلفيتشة *Welwitschia mirabilis*: (الويلويتشا أو أخطبوط الصحراء) نبات مستوطن في صحراء جنوب غرب أفريقيا في ناميبيا وأنغولا، وهو نبات معمر بطيء النمو يعيش ما بين ٤٠٠ و ١٥٠٠ سنة، وتعد النبتة مستحاثه حية بسبب ندرتها، ويتكون هذا النبات من

ورقتين وجذر، وتتضخم الورقتان بشكل كبير حتى يصل طولها لمترين وعرضهما لثمانية أمتار، تنمو مباشرة من قاعدة النبات، ولديها شبكة كثيفة من الجذور العميقة والقريبة من سطح الأرض. **صبار الشولا jumping cholla** الصبار القافز: سمي بذلك كون أفرعها مرتبطة بشكل ضعيف بالجذع، وسهلة الكسر، وتعلق بالمارة بجوارها سواء من الناس أو الحيوانات، مغطى بالكامل بأشواك فضة حادة، تحمي النبات من درجة حرارة الصحراء، وتقوم الفروع بتخزين الماء، يوجد في صحاري جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية.

نبات كرة البسبول the Baseball Plant نبات سام، يوجد في صحراء كارو في جنوب أفريقيا، يشبه كرة البسبول، من النباتات النادرة جداً في البرية، ويوجد فقط في الحدائق النباتية والمختبرات، ولا تغطي هذه النبتة أي أشواك، وتساعد الساق المستديرة السمكة على تخزين الكثير من الماء، وتظهر أزهار هذا النبات من منتصف الجذع الكروي. الصورة ٩٢. بعض الأنواع النباتية في إقليم الصحاري الحارة.



الصورة ٩٢. بعض الأنواع النباتية في إقليم الصحاري الحارة

شجرة دماء الصحراء (Desert bloodwood) *Corymbia opaca* نوع من الأشجار المتوطنة في أستراليا، حيث تنتشر في المناطق القاحلة الوسطى والجافة الشمالية من أستراليا، تحصل شجرة دم الصحراء على اسمها من عصارة حمراء تسمى الكينو تعني الصمغ الأحمر، الذي يشبه الدم، تنمو شجرة دم الصحراء عادة إلى ارتفاع ٣-١٥م، وأوراقها جلدية، تخزن الجذور الماء للاستخدام في فترات الجفاف. الصورة ٩٣. شجرة دماء الصحراء.



الصورة ٩٣. شجرة دماء الصحراء *Corymbia opaca*

نبات هيدنورا أفريكانا *Hydnora Africana*: تنتشر هذه النبتة في صحاري جنوب أفريقيا ١، تنمو هذه النبتة تحت الأرض ولا يظهر منها سوى الزهرة فوق سطح الأرض، ويغطي سطحها المكشوف الكثير من الشعيرات التي تتميز بشكلها الذي يشبه الأسنان، كما في الصورة ٩٤. نبات هيدنورا أفريكانا، هذه الزهرة عبارة عن مصيدة تصطاد بها فرائسها، وعندما تبدأ في النمو فإنها تشبه تماماً الفطريات في الشكل والخصائص، ولكنها عندما تبدأ زهرتها في التفتح تختلف عن شكل الفطريات، وتختلف أيضاً عن باقي النباتات لأنها خالية تماماً من الأوراق، كما أنها لا تحتوي على مادة الكلوروفيل.



الصورة ٩٤. نبات هيدنورا أفريكانا

صنوبر وولميا Wollemi pine (نبات الأحفوري): غالباً ما يشار إلى الشجرة باسم شجرة الديناصورات، كان يعتقد أن هذا النبات انقرض منذ العصر الجوراسي، ولم يُعرف إلا من خلال السجلات الأحفورية، يشار إليه عالمياً باسم صنوبر على الرغم من أنه لس صنوبر حقيقي، ينتمي إلى عائلة من عاريات البذور، شجرة دائمة الخضرة، يراوح طولها بين ٢٥ و ٤٠ متراً، وتحمل مخاريط لإعادة إنتاج، وساق سمك يستخدم لتخزين الماء، ولحاء الأشجار القديمة يشبه الشوكولاتة الفقاعة، الصورة ٩٥. صنوبر وولميا Wollemi pine، لا يوجد هذا النبات إلا في صحاري أستراليا، داخل واد ضيق في منتزه Wollemi الوطني المكان الوحيد في العالم.



الصورة ٩٥. صنوبر وولميا Wollemi pine (نبات الأحفوري)

زنبق الصحراء desert lily (*Hesperocallis undulata*): يُعد نادر نسباً حيث يقتصر في معظمه على موائل صحراء موهافي، وصحراء سونوران، ويطلق عليه الزنبق الثومي Ajo آجو تعني الثوم، بسبب قرب طعمه من نكهة الثوم، ويستخدمها السكان كمصدر غذائي، وهو نبات معمر ينتمي إلى فصيلة الزنباق، ولبينات الزنبق الصحراوي زهور قمعية الشكل بضاء اللون، لا تتفتح إلا بعد هطول الأمطار. الصورة ٩٦. زنبق الصحراء.



الصورة ٩٦. زنبق الصحراء desert lily

زهرة الشبح **ghost flower (Mohavea confertiflora)**: من النباتات الحولية، سُميت بذلك نسبة إلى زهورها نصف شفافة، وأوراقها طويلة يغطيها شعر، والساق قصير، منتصب يتفرع لعدة فروع، تنمو في صحراء موهافي وصحراء سونوران وصحراء كولورادو. الصورة ٩٧. زهرة الشبح ghost flower .



الصورة ٩٧. زهرة الشبح ghost flower

ومن نباتات الصحاري العربية نذكر:

وردة أريحا **Rose of Jericho**: المعروف باسم زهرة مريم Flower of Mariyam، تتميز بقدرتها على إعادة الانبعاث عند توفر الماء مرة أخرى، حتى بعد عام كامل من انقطاع الماء عنها، تلتف فروع النبات في موسم الجفاف إلى أعلى لتكون على شكل كرة مغلقة بإحكام على الثمار الناضجة الجافة، كوسيلة للبقاء على قيد الحياة في الظروف القاحلة، وعندما يحصل النبات على الرطوبة من الأمطار تنمو لها جذور جديدة وتفتح الفروع لتحرر بعض البذور الموجودة في الثمار، وتظهر لها أوراق جديدة ثم تزهر من جديد، وعند حدوث الجفاف فإن الأفرع تلتف مرة أخرى منقبضة إلى أعلى، وكان يستخدم منذ العصور القديمة كعنصر لتخمين المناخ، ففي الطقس الجاف يبقى النبات مغلقاً تماماً، وفي الطقس الرطب يفتح ببطء، نبات مستوطن في صحراء غرب آسيا، من سورية إلى شبه الجزيرة العربية، والصحراء الكبرى من مصر إلى المغرب. الصورة ٩٨. وردة أريحا (زهرة مريم).



الصورة ٩٨٠. وردة أريحا (زهرة مريم)

الرقروق أو الجريد *Helianthemum* نبات عشبي من النباتات الصحراوية المعمرة أوراقه صغيرة الحجم، والرقروق من الأعشاب المصاحبة لفطر الكمأة (الفقع أو الزبيدي) لذلك يُسمى بعشبة الكمأة حيث أن هناك علاقة تطفلة ففطر الكمأة لا يصنع غذائه بنفسه لأنه لا يتوفر لديه الكلوروفيل المسؤول عن صنع الغذاء، كما يُعد من النباتات الرعوية تأكله الحيوانات إذا كان غرضاً صغيراً. الصورة ٩٩. نبات الرقروق وفطر الكمأة.

الكمأة الصحراوية *Terfeziaceae* نبات الرعد: تختلف تسميته حسب الدول والمناطق التي يتوفر بها يُسمى في دول الخليج الفقع، وفي دول المغرب العربي ترفاس، وفي بلاد الشام والعراق الكما، وهي نوع من أنواع الفطر الصالح للأكل، فهو عبارة عن نبات فطري طفيلي يشبه البطاطا ينبت تحت الأرض ويمكن الاستدلال عليه من خلال نبتة أخرى تنبت بالقرب منه حيث ينمو متكافلاً مع نبات الرقروق، له شكل كروي لحمي رخو، وسطحه أملس أو درني يتواجد عادة في المناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية في شبه الجزيرة العربية، وبادية بلاد الشام والعراق، والصحراء الكبرى. الصورة ٩٩. نبات الرقروق وفطر الكمأة.



الصورة ٩٩. نبات الرقوق وفطر الكمأة

نبات الحنظل *Citrullus colocynthis* : قرع الصحراء، هو أحد النباتات العشبية المعمرة والتي تنمو زاحفة على الأرض، ثماره كروية الشكل كبيرة الحجم خضراء اللون مخططة بالأبيض المائل إلى الأصفر، تسمى الحدج، ملساء ولبها إسفنجي، داخلها بذور قاسية تعرف ببذور الهبيد، وأزهاره صفراء، ويتميز الحنظل بالخضرة طول العام لأن جذوره عميقة في الأرض تصل إلى الماء الجوفية، ثمرته وأوراقه شديدة المرارة، واستخدمه بعض أطباء العرب قديماً في علاج ارتفاع سكر الجسم وتنقية الجسم من السموم، وتتغذى الجرذان على ثمر الحنظل وتقوم جحورها على مقربة من النبات، ويتواجد بكثرة في المناطق الصحراوية العربية. الصورة ١٠٠. نبات الحنظل



الصورة ١٠٠. نبات الحنظل

نبات النصي *Stipagrostis plumosa* (ستيياغروستس): نبات معمر من الفصيلة النجيلية، منتشر بصورة واسعة في الصحراء حيث يشكل علفاً مهماً للحيوانات ومثبتاً للكتبان الرملية، ويُطلق عليه في بداية ظهوره أسم الشتيل، وعندما يكبر يُطلق عليه اسم النصي، وينمو في شكل كتل كثيفة، ويرتفع إلى قرابة المتر، وأوراقه كثيفة ورمحه طويلة وخفيفة، وسنبله في أعلى السقان، وينتفع الساق بكثافة عند قاعدته، وهو ذو تحمل عالٍ جداً للجفاف يتواجد هذا النبات بشكل كبير في الأراضي الرملية. الصورة ١٠١. نبات النصي.



الصورة ١٠١. نبات النصي

شجيرة الروثة Salsola: نبات معمر، من الأنواع الجافة الملحة، وتكون على شكل شجيرة قزمة خشبة ذات سقان متفرعة، وترتفع نحو ٧٠ سم، يكسوها زغب، السوق تحمل الكثير من الأفرع المزهرة، والثمار مجنحة كبيرة، والأوراق دقيقة لحمية، تشبه الأشواك، الصورة ١٠٢. شجيرة الروثا Salsola، ومن النباتات ذات الأهمية الرعوية في المناطق الجافة لرعي الإبل، ويستخدم في إعادة تأهيل البيئات المتدهورة.



الصورة ١٠٢. شجيرة الروثا Salsola

أشجار الرمث Haloxylon Salicornicum: أشجار معمرة يراوح ارتفاعها ما بين ٥٠ و١٠٠ سم، يبدأ تفرعها من عند القاعدة، ذات لون أخضر مغبر له هذب طويل، وأوراقها اسطوانة دقيقة وطويلة نسبياً، يكون الجزء السفلي من النبات مدفوناً بالرمل، والجذور تتعمق

كثيراً في التربة، وأغصان وجذور الرمث تتميز بالرائحة الزكية، وانتشاره دليل على وجود رعي جائر من قبل الحيوانات الرعوية، إذ يغاب النباتات المستساعة للرعي يعطى هذا النبات الفرصة للتكاثر والنمو والانتشار، ومصدر للحطب وللصابون. الصورة ١٠٣. أشجار الرمث.



الصورة ١٠٣. أشجار الرمث

شجرة السَّلم أو السنط الأرنبرغي *Acacia ehrenbergiana* : شجيرة شوكية طويلة، يصل ارتفاعها إلى ٥,٥ م، تنفرع سقانها مباشرة بعد خروجها من الأرض، وأغصان السلم لينة ضعفة، وأشواك شجرة السلم طويلة وحادة تصل إلى ٤ سم مبطنة اللون، وأزهارها صفراء كروية رائحتها طيبة، وتنتشر بشكل واسع في المنخفضات والأودية التي يتجمع بها ماء الأمطار، والشجرة تتحمل الجفاف والملوحة بدرجة عالية، لها أهمية في الحفاظ على تماسك التربة، ويُستخرج منه سائل القطران يستخدم لطلاء جلود الحيوانات لعلاج الجرب، ويستخدم أيضاً لطلاء أشجار الفاكهة لحمايتها من الفطريات والحشرات. الصورة ١٠٤. شجرة السَّلم (السنط الأرنبرغي).



الصورة ١٠٤. شجرة السَّلم (السنط الأرنبرغي)

شجيرة العرفج *Rhanterium epapposum*: شجيرات معمرة، له فروع متعددة وكثافة خضراء اللون وناعمة الملمس، ينبت بارتفاع ما بين ٢٥ الى ٩٠ سم، وله أوراق رمحه صغيرة خضراء، وأزهاره شعاعية صفراء اللون صغيرة وكثيرة، ومن الجدير بالذكر أن زهرة العرفج الزهرة الوطنية للكويت، ولها ثمار صغيرة على هيئة جوزة محاطة بأجنحة غشائية جافة، وجذوره وتدية الشكل وعميقة، ويكثر تواجد نبات العرفج بالمناطق الرملية المتماسكة وله فوائد طبية عديدة، كما يُستخدم كحطب، حيث إنه سريع الاشتعال، وعند احتراقه يعطى رائحة زكية ومنعشة، يتعرض للكثير من الرعي الجائر، واقتلاعه من جذوره، مما أدى لتناقص أعداده لذلك تعد من النباتات النادرة الوجود والمهددة بالانقراض. الصورة ١٠٥. شجرة العرفج.



الصورة ١٠٥. شجرة العرفج

العوسج: شجرة شوكية معمرة تنبت في الأرض الرملية والصخرية، تعيش على القليل من الرطوبة، يصل ارتفاعها إلى المتر ونصف وهي مورقة في جمع الأوقات، الأوراق صغيرة وبسطة ويوجد على جانب الأوراق شوكتان حادتان سامة، وتثمر حبات صغيرة عنبية حلوة المذاق تحبها الطيور (الغذاء المفضل لدي الحباري)، وتمتاز هذه الشجيرة بتحملها الجفاف والصقع وارتفاع درجة الحرارة، ويتم استخدام الأوراق والساق والجذور في العلاج والوصفات الشعبية. الصورة ١٠٦. شجرة العوسج.



الصورة ١٠٦. شجرة العوسج

شجرة الآراك *salvadora persica* (سالفادورا بيرسكا): شجرة السواك، كما أن البعض يسميها شجرة الأسنان، أشجار دائمة الخضرة، لا يزيد ارتفاعها عن ٤ أمتار، أوراقها كثفة بضائبة الشكل، خضراء تتمتع برائحة زكية طيبة، ولها أزهار صفراء تميل للخضرة، وثمارها صغيرة، اسمها الكباث، عذبة الشكل، ولها طعم حلو، جذورها عميقة، وتمتد تحت سطح التربة عرضاً لمسافات كبيرة، وتكثر في الأودية الصحراوية، تتمتع مكوّنات وأغصان شجرة الآراك بالعديد من الخصائص الفعّالة حيث تحتوي أغصانها على مركبات طبعة تقضي على الجراثيم والبكتيريا الموجودة في الفم، وتمنع تسوسها، يُستخرج منها السواك. الصورة ١٠٧. شجرة الآراك وثمارها وجذورها.



الصورة ١٠٧. شجرة الآراك وثمارها وجذورها

نبات الثمام (الباذكام) *Panicum turgidum*: من النباتات التي تتحمل الجفاف والملوحة ومثبت جيد للرمال، الثمام عشب معمر ينمو على شكل أجمات كثفة الأفرع، يبدأ نموه الخصري بعد هطل المطر مباشرة، ويدخل مرحلة سكون صيفاً، يرتفع إلى نحو المتر والنصف، ويخرج من الأرض متعدد الفروع مفترش عند القاعدة تنتصب عوداته إلى الأعلى، ومجموعه الجذري متين، والألاف الجذرية قوية ومتخشبة، تغطيها أوبار تفرز مادة صمغة تسهم في تجمع حبيبات الرمال الدقيقة حولها، أوراقه ملساء تستسغها الماشة، تعرّض هذا النبات إلى الرعي الجائر، ويلجأ بعض البدو إلى جز الأفرع وتخزينها علفاً إلى وقت الحاجة، ووقوداً وفي صناعة الأسقف والأسجة والحصر، ويجمع آخرون الثمار لتطحن ويصنع منها عصيدة، الصورة ١٠٨. أجمة الثمام وبذورها والنورات.



الصورة ١٠٨. أجمة الثمام وبذورها والنورات

شجيرة الرمرام *Heliotropium sp* هيليوتروبيوم: من الشجيرات المعمرة، يراوح ارتفاعها ما بين ٣٠ إلى ٥٠ سم، سقانها خشبة كثيرة الأفرع، وأوراقها قاتمة الخضرة بضائية الشكل، يكسوها زغب خشن الملمس، الأزهار كثقة في صفين صغيرة بضاء اللون، والثمار مستديرة زغبه، استخدم في مجال الطب حيث تدخل في علاج العديد من الأمراض مثل العلاج من لدغات الحيات والعقارب. إلا أنها تعد نبتة سامة، حيث لا تصلح البتة لرعي الإبل والغنم. الصورة ١٠٩. أجمة الرمرام.



الصورة ١٠٩. أجمة الرمرام

نبات الملاج (دعاع) *Aizoon Hispanicum* (هسبانكوم): نبات عصاري، حولي، ينبت بعد هطل أمطار الشتاء ينمو في السهول الرملية وحول السباح، نبات زاحف متفرع من الأصل، له أوراق عصارية، والثمار عبارة عن كبسولات مفلطحة، لها بذور سوداء تسمى الدعوب، نبات مالح الطعم، الثمار لديها آلة لتشتيت البذور، فعندما تمطر تملأ المناطق تدريجاً بالماء، بالقرب

من مركز الكبسولة، وعندما تهطل قطرات مطر أخرى على الكبسولة، يتم دفع نفثة من الماء والبدور عبر فوهة. الصورة ١١٠. زهرة نبات الملاح والثمرة.



الصورة ١١٠. زهرة نبات الملاح والثمرة

التين الشوكي (صبير التين الهندي) *Opuntia ficus-indica* موطنه الأصلي جنوب أمريكا الشمالية ومنها انتشر إلى مناطق كثيرة وهي عبارة عن شجيرة عسارية محاطة بالأشواك، ويتكون النبات من ساق قصيرة تحمل عدداً من الألواح المتصلة بعضها ببعض، وأزهاره صفراء اللون، وتُعد ثمارها نوع من الفاكهة. الصورة ١١١. التين الشوكي (صبير التين الهندي)



الصورة ١١١. التين الشوكي (صبير التين الهندي)

نبات الشج Artemisia herba-alba : نبات عشبي معمر عطري الرائحة، ويتفرع من القاعدة بأفرع خضر قائمة ملمسها خشن، وهو دائم الخضرة، ومكسو بشعيرات رمادية، وأوراقه مفصصة، يغطيها زغب أبيض، وله أزهار ذات لون أصفر يطلق عليها اسم قنابة، وجذور الشج وتدية تتفرع منها جذور ثانوية تنتشر بكثافة كبيرة في الطبقة السطحية من التربة، ويتميز بتحملة لدرجات الحرارة المختلفة، وتعد الأراضي الرملية الملحة مثالية لنموه، وترعاه الماشية، ويستعمل في صناعة الأدوية والمنتجات الطبية، الصورة ١١٢. نبات الشج.



الصورة ١١٢. نبات الشج

الأثل (الطرفاء) Tamarix: تنمو في الأتربة الرملية والملحة، وتحمل الطرفاء الملوحة ولكنها لا تتحمل الجفاف الشديد. شجرة متوسطة الارتفاع لا يتجاوز ارتفاعها المترين، لها أغصان خشبية متفرعة، دائمة الخضرة، وأوراقها صغيرة حرشفة الشكل، تحتوي على نسبة مرتفعة من الملح، حيث تفرز غدها الورقية ملح كلور الصوديوم في أثناء الليل، مما يؤدي إلى تراكم هذا الملح على سطح التربة، وأزهارها عنقودية الشكل، وثمارها مخروطية الشكل زغبية، ومجموعها الجذري عميق وتدي يصل عمقه إلى نحو ١٠ أمتار، وجانبية كثافة يمكن أن يمتد نموها أفقياً في الترب الرملية مسافة ٥٠ متر. وتمنع شجرة الطرفاء نمو النباتات بجوارها بسبب قدرتها على امتصاص كمات هائلة من المياه، تُعد علفاً جيداً للجمال، ويستفاد منها في تشجير المناطق الجافة وشبه الجافة، وتستعمل حاجزاً مانعاً لانتشار الحرائق. الصورة ١١٣. شجرة الطرفاء



الصورة ١١٣. شجرة الطرفاء

الخذراف *Salsola imbricata* Forssk: نبات معمر ينمو في المناطق الرملية والسبخ، تتفرع الفروع من أصل واحد رؤسي، الأوراق لحمية عصارية الصورة ١١٤. نبات الخذراف، وعند عصر الأوراق تخرج منها رائحة غير مستحبة، والأزهار بضاء صغيرة تتجمع في سنبلات، وثماره مجنحة بضاء اللون، تشبه ثمار الرمث، النبات يرعى بشرهة من المواشي والإبل في سنوات الجفاف.



الصورة ١١٤. نبات الخذراف

الحرمل *peganum Harmala* : نبات معمر، ينبت في الأراضي الرملية، نبات سام لا تقريه الحيوانات، ارتفاع النبتة لا يتجاوز ٦٠ سم، يمتلك أوراق مفصصه، ذات رائحة عطرة مميزة، وأزهاره بضاء اللون كبيرة الحجم، الصورة ١١٥. نبتة الحرمل، وتستخدم الأجزاء التي تنمو فوق سطح الأرض في الأغراض الطبية، وينقسم الحرمل إلى نوعين يتم تمييزهما باللون، الحرمل الأبيض والمعروف بالحرملة العربي، والحرملة الأحمر ويعرف باسم أسفند.



الصورة ١١٥. نبتة الحرمل

نبات الغضا أو الغضى ***Haloxylon ammodendron***: ينتشر بكثرة في مناطق الكثبان الرملية، وهو عبارة عن شجرة صغيرة معمرة يراوح ارتفاعها بين ١ و ٤ أمتار، وهي قادرة على تحمل الملوحة والجفاف، كما تتميز بجذورها العصارية الطويلة، والتي تمتد على نطاق واسع لعشرات الأمتار بما يمكنه من الوصول إلى المياه الجوفية، ولحاء الشجرة سمك يشبه الإسفنج ومتشعب بالماء، يتواجد في جذور الغضا نبات طفيلي الطرثوث معمر طويل مستدق كالقطر يتطفل على جذور بعض النباتات الصحراوية. الصورة ١١٦. نبات الغضا ونبات الطرثوث الطفيلي، وبدأت السلطات المعنية في دول الخليج التشدد في حماية هذه الأشجار من التعديات بعد أن تراجعت أعدادها.



الصورة ١١٦. نبات الغضا ونبات الطُرْتُوثُ الطفيلي

الغَصَفُ Nannorrhops ritchiana: من الفصيلة النخلة، شبه النخيل، شجيرة معمرة، كثيرة السعف، والفروع النابتة من جذع قزم، ارتفاعه من متر إلى مترين، أوراقها مروحة الشكل، طويلة وملساء طولها بين ١٢ إلى ٣٠ سم. الصورة ١١٧. شجيرة الغَصَفُ.



الصورة ١١٧. شجيرة الغَصَفُ

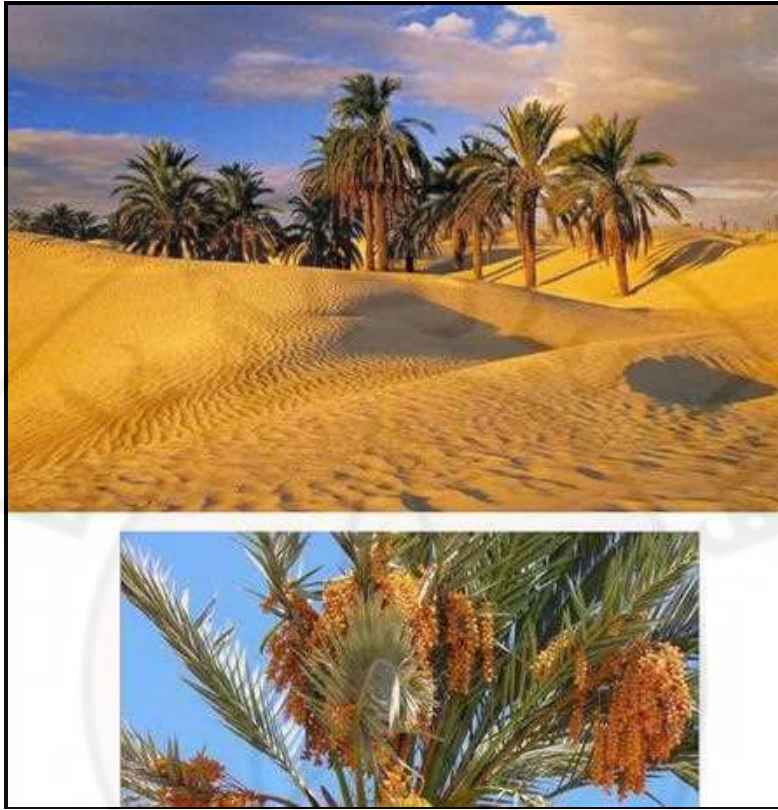
شجرة الغاف Prosopis البروسوبس: وهي أشجار نادرة، معمرة مستديمة الخضرة، يصل ارتفاعها إلى ١٢ متراً، ذات أفرع متدلة تعطي التاج شكلاً مستديراً، ولأفرعها عدة أشواك قصيرة مثلثة متباعدة، وأوراق الغاف طويلة ومقسمة إلى ريشتين كل ريشة مقسمة إلى وريقات، والثمار

عبارة عن قرون طويلة تحتوي على بذور عديدة، وتتألف جذور أشجار الغاف من مجموعة من الجذور السطحية الكثفة التي تنتشر على سطح التربة، لتستفيد من مياه الأمطار، أما الجذور العميقة فتتعمق في التربة بحثاً عن طبقة المياه الجوفية ولمسافات بعيدة قد تصل إلى ٥٠ متراً، وتحتوي جذور أشجار الغاف على العقد البكتيرية كغيرها من البقوليات. الصورة ١١٨. شجرة الغاف.



الصورة ١١٨. شجرة الغاف

أشجار النخيل: شجرة النخيل من الأشجار المعمرة، وهناك أكثر من ٢٥٠٠ نوع من أشجار النخيل، وتعد شبه الجزيرة العربية الموطن الأصلي الذي تنمو فيه هذه الأشجار، وتتميز شجرة النخيل بجذع قائم أسطواني غير متفرع خشن السطح مغطى بأعقاب السعف (قواعد الأوراق) ينتهي بتاج كثف من الأوراق الكبيرة الحجم، يراوح ارتفاع الجذع بين ١٠ م، و ٣٥ م، ويقوم الجذع بخرن كمية كبيرة من المواد النشوية الضرورية في مراحل نمو الشجرة، وجذورها طويلة تمتد أفقياً لمسافة عشرة أمتار تبحث بواسطتها عن الماء، وتسمى أوراقها بالسعف وهي عبارة عن أوراق ريشة كبيرة الحجم، ومغطاة بطبقة شمعة لتقليل عمليات النتح وتوفير الرطوبة لها، وثمار النخيل عبارة عن عنبية تظهر متجمعة وبغزارة، ومتدلة عند نهاية العنق الثمري، والعنق الثمري عبارة عن ساق، ويطلق على هذا الساق بالعرجون، الصورة ١١٩. أشجار النخيل والعرجون.



الصورة ١١٩. أشجار النخيل والعرجون

٢. الداء الحيوانية في الصحاري الحارة:

تعد الداء الحيوانية انعكاس للداء النباتية في الإقليم، وبما أن الإقليم الصحراوي إقليم الفقر النباتي فإن الداء الحيوانية في المناطق الصحراوية قليلة في أعدادها ومتفرقة ومتباعدة، ولكنها غنة بالأنواع، وتتركز بصفة عامة بالمناطق الهامشة شبه الجافة، حيث تتوفر سبل الداء من ماء وغذاء.

١.٢. الخصائص الحيوية للحيوانات وأهم الأنواع المنتشرة والمميزة للإقليم:

لقد وهب الله حيوانات الإقليم خصائص معينة تستطع من خلالها التكيف مع قلة الماء ندرتها، لذلك فإن الكثير من حيوانات الصحراء ليلي النشاط فلا يظهر نهاراً، وبعضها يمارس الهجرة والانتقال نحو المناطق الرطبة إذا سطر الجفاف الشديد على منطقته الأصلية، وهناك بعض الحشرات محصنة بطبقة عازلة من الشمع، ومنها ما يتسم بالرشاقة وخفة الحركة مما يمكنها من

الوصول إلى مواقع المياه المتباعدة، أو تمارس السبات الصيفي، وبعضها يحصل على احتاجه من الماء عن طريق ما يحصل عليه من طعامه، وتعد الطيور في الصحراء أقل معاناة مع درجة حرارة الطقس، فبمقدورها الطيران مسافات شاسعة بحثاً عن الماء، كما تستطيع بعض الطيور مثل البزاة والشواهين التحليق عالياً لساعات والاستفادة من الهواء البارد في سماء الصحراء، وبعض الطيور ليلي النشاط، وأخرى نهاري النشاط. وكأحد طرق التكيف مع الإقليم الصحراوي تكون لبعض الحيوانات قوائم رفعة وذلك لتقليل القسم المعرض والملامس لسطح التربة الحار، كما أن لون معظم حيوانات الصحراء فاتحه من أجل التمويه، وعكس الأشعة الشمسية.

٢.٢. أمثلة عن الحيوانات في الصحاري الحارة ووسائل تكيفها:

جمال الصحراء: (الإبل) من الحيوانات التي لها قمة عظيمة عند العرب، وهي نوعان، الجمل العربي *Camelus dromedaries* الذي يكون له سنام واحد، يعيش في شمال أفريقيا والشرق الأوسط، والجمل ذو السنامين *Camelus bactrianus*، يعيش في وسط وشرق آسيا استطاع الجمل منذ مئات السنين التكيف مع البيئة الصحراوية، حيث امتلك صفات تمكنه من التحمل والصبر على هذه البيئة، وقد طور من أساليبه لأجل البقاء والحصول على الغذاء اللازم، ومن أبرز تكيفات الجمل نذكر:

يمتلك الجمل صفيين من الرموش الطويلة وجفنًا إضافيًا لحماية عينيه من الشمس والرمل، كما أن أنفه يستطيع تبريد الهواء الذي يدخل إلى رئته، ويقوم بتحويل الهواء الذي يخرج من الرئة بعملة الزفير إلى ماء من خلال عملة تُعرف بالكثاف، ما يجعل جسمه لا يفقد المزيد من الماء. ويمتلك الجمل شفاة مشقوقة سمكة ما يساعده على أكل الشجيرات الشائكة. ويساعد الوبر الكثيف الموجود على جسم الجمل على توفير الدفء أثناء ليلي الصحراء الباردة وعزل الجسم عن درجة الحرارة خلال النهار، وعلى تخفيف العرق، ويتم تخزين الدهون في السنام لاستخدامها كمصدر للطاقة عندما لا يتوفر الغذاء، والأنسجة الدهنية هي مصدر للماء أيضاً، ويمكن للجمل البقاء على قيد الحياة لمدة شهر دون طعام ولمدة أسبوعين بدون ماء، كما تستطيع الإبل استخراج المياه من بقايا العلف غير المهضومة والمختزنة في أمعائها.

الكنغر الأحمر *Macropus rufus* : من فصيلة الكنغريات (الجربابت)، ويعد من أكبر الكنغريات، يعيش في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، في غرب ووسط قارة أستراليا (صحراء جيبسون)، ويستطيع الكنغر أن يصمد لفترة طويلة جداً بدون طعام، وتتميز أنثى الكنغر بقدرتها

على تجميد نمو الجنين داخل رحمها لفترة قبل أن يستكمل نموه، وهو ما يُعرف بطور السكون أو البات وتحدث هذه الظاهرة في حالة الجفاف وشح مصادر الغذاء.

ثعلب الصحراء (الفنك): من الحيوانات الليلة التي تعيش في الصحراء، يتميز بحجمه الصغيرة، وذيله طويل وبكبر حجم الأذن التي تساعده على الاحتفاظ ببرودة جسمه، ويميل لون فراءه إلى لون الرمال وهو سمك كي يحتفظ بالجسم بارد في ساعات اليوم الساخن ودافئ خلال الليالي الباردة، تعيش ثعالب الفنك لفترة طويلة بدون ماء، وتقضي الساعات الحارة في النوم داخل الجحور الباردة، والخروج في الليل للصيد، ويساعد هذا النمط من الحياة الليلية في منع فقدان الماء.

غزال اربيل (دوركاس): (العفري) هو أحد أصغر أنواع الغزلان وأكثرها شيوعاً، تستوطن السلاسل المتعددة لغزال دوركاس معظم شمال أفريقيا (الصحراء الكبرى)، وشبه الجزيرة العربية، وبداية بلاد الشام، وإيران، وصولاً إلى شمالي الهند، وتُصنف غزال دوركاس على أنها مهددة بالانقراض وفقاً للقائمة الحمراء للاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة لعام ٢٠٠٣م.

المها أبو عدس Addax nasomaculatus: ظبي أداكس أحد أنواع الظباء الصحراوية المهددة بالانقراض والذي يعيش في بضعة مناطق معزولة في الصحراء الكبرى، منذ آلاف السنين عبر شمال أفريقيا بكامله وصولاً لشبه الجزيرة العربية، وتُظهر الرسومات في المقابر المصرية القديمة أن هذه الحيوانات أحتفظ بها كمواش مستأنسة، ولكن أعدادها تراجعت وانحصرت في مناطق محددة بسبب تدمير موائلها، والصيد المكثف بغية الحصول على قرونها وجلدها، ولديها العديد من التكيفات يلعب فراءها دوراً في تحقيق الاستقرار في درجة حرارة الجسم، حيث يتغير لون الفراء مع الموسم، فكون لونه أبيض تقريباً في الصيف الحار، وهكذا تنعكس أشعة الشمس بعيداً عن أجسادهم، وفي موسم الشتاء يميل لون الفراء إلى الرمادي النخاني وهذا يبقي الجسم دافئاً، وتنشط خلال الصباح الباكر، وخلال المساء وذلك نظراً لأن الماء في النباتات الصحراوية تزيد خلال هذه الساعات، وبالتالي يمكنهم الحصول على ما يكفيها من الماء من النباتات التي تأكلها، يُمكنها تحمل العطش الشديد، وقد تقضي أياماً عديدة دون شرب الماء.

قط الرمال Felis margarita : حيوان ليلي النشاط، ويفضل الأماكن الرملية يحفر له جُحراً تحت الشجيرات المعمرة، وهو أصغر من الهررة، ويتميز عن باقي الأنواع برأس كبير وعريض، وأذنان كبيرتان، ويغطي جسمه شعر كثيف ناعم يحمه من برودة الليالي الشتاء، وجلده سمك

جداً، وجسمه مُتأقلم على العيش بدون ماء، لا يحتاج إلى الماء بل يروى ظمئه بالسوائل التي يمتصها من الحيوانات. الصورة ١٢٠. حيوانات في الصحاري الحارة



الصورة ١٢٠. حيوانات في الصحاري الحارة

القنفذ الأثيوبي (قنفذ حبشي) Paraechinus aethiopicus ينتشر في الصحراء الكبرى، وصحاري شبه الجزيرة العربية، جسمه مغطى بأشواك بنية اللون بينما أطرافها بضاء، وله خطم مستقيم أسود وأذنان كبيرتان، وله أرجل طويلة ونحيلة تساعد على الجري السريع في الصحراء وتعزل جسمه عن درجة حرارة الرمال، والكلب يعمل في وضع توفير الماء.

عائلة العضلان Gerbillus : قوارض متكيفة مع الحياة الصحراوية، يضم نحو ستين نوعاً تنتشر في المناطق الجافة من شمال وشرق أفريقيا وجنوب غرب آسيا، يعيش حول نبات الأرض التي توفر له المأوى، وبساتين النخيل، والواحات، وأطرافه الخلفية طويلة، وله ذيل طويل منتهي بخصلة ذات لون رمادي مبيض، والسمة المميزة لهذا الحيوان أنه لا يقرب الماء طوال حياته ولكنه يتغذى على ساق النباتات العصارية ويستخلص الماء اللازم منها، ويركز البول حتى لا يفقد الكثير من الماء، ويختبئ نهاراً في جحور يحفرها تحت الأرض.

حيوان السرقات أو الميركات Suricata : يعيش في صحراء كالاهاري، وصحراء ناميب، هو حيوان صغير نهاري، يعيش في جحور يحفرها في الأراضي الرملية، ولا يغادرها إلا أثناء النهار، تحتوي أقدامهم على ما يشبه الوسائد الرقيقة التي تحميهم من درجة حرارة الأرض، وله أذنان تحاطان بطبقة من الفرو تساعد في حمايته من أشعة شمس الصحراء الحارقة، ويعيش في مستعمرات، ويقوم بعض أفرادها بالتخصص في حراسة الجحور. الصورة ١٢١. حيوانات في الصحاري الحارة



الصورة ١٢١. حيوانات في الصحاري الحارة

طائر النعام: من الطيور التي لا تطير، هو أكبر وأثقل الطيور في العالم، يمتلك العديد من القدرات التي تجعله مكف بشكل جيد للعش في الأراضي الصحراوية لديه ساق طويلة وقوية لديه اصبعان في كل قدم، حتى يتمكن من التحرك عبر الكثبان الرملية في الصحاري دون صعوبة، والنعام يمكن أن لا يأكل لعدة أيام، والبقاء دون ماء لفترة طويلة، ويكتفي من الماء المشتق من النباتات الخضراء، ولكن إذا ظهرت الماء بالقرب منه فهو يشرب الكثير.

طائر السبد: (أبو النوم نظراً لنومه أثناء ساعات النهار) هو من أنواع الطيور التي تنشط ليلاً، ويعش في الصحاري الرملية، ويستغني عن شرب الماء بما يجده من رطوبة في أغصان النباتات، وفي بعض الحشرات التي يتغذى عليها، ويتميز بعينه الواسعة وفتحة الفم الكبيرة التي تساعده على الصيد ليلاً، ويقضي نهار الصدف الشديد درجة الحرارة راقداً على الأرض، مستظلاً بظل شجرة بلا حراك، نصف نائم مُغمضاً عيناً ومبصراً بأخرى، أما في فصل الشتاء فإن معظم طيور السبدان تهاجر إلى المناطق الدافئة هاربة من برد الشتاء. ولا يستطيع أن يقف بوضع سلام وذلك بسبب موضع رجله الصغيرتين، حيث أنهما تقعان في الثلث الأخير من جسمه، ولذلك يسند صدره على الأرض. الصورة ١٢٢. طيور في الصحاري الحارة



الصورة ١٢٢. طيور في الصحاري الحارة

أرنب الصحراء *Lepus capensis*: القوابع الصحراوي، يستوطن أفريقيا وشمالها خاصة المناطق الجافة الصحراوية وشبه الجافة، وله أيد أقصر من الأرجل، وذيله قصير، لونه بيج صحراوي فاتح، يتناغم مع بيئته المحطة، وتستغني الأرناب البرية الصحراوية عن شرب الماء في حال عدم توفرها وتعوض عن شرب الماء بأكل النباتات الصحراوية التي تتوفر فيها كمية من الماء تعوضها عن شرب الماء.

الجرذ الكنغري *Dipodomys*: يوجد في الصحاري الشمالية الغربية لأمريكا الشمالية، وهو حيوان صغير يشبه الفأر، أرجله وذيله تشبه أرجل وذيل الكنغر الاسترالي، ويستطيع أن يعيش بدون أن يذوق قطرة من الماء أبداً، وكل الماء الذي يحتاج إليه يتم صنعه في داخل جهازه الهضمي.

اليربوع *Jerboa*: يتواجد في أغلب الدول العربية، حيوان ليلي يشبه الفأر، ويعيش في جحور تحت الأرض للهروب من درجة الحرارة المرتفعة خلال النهار، وأكثر ما يميز حيوان اليربوع سقانه الطويلة، فهو من الحيوانات التي لا تشرب الماء إذ يحصل عليه عن طريق تناول النباتات الخضراء، ويمارس نوع من البات الصفي في أشهر القظ، يجري بطريقة أقرب للقفز والوثب كالكنغر.

تتشابه حيوانات اليربوع وجرذان الكنغر التي تعيش في الولايات المتحدة بدرجة يصعب معها التفريق بينهما، ويعد علماء الأحياء هذه الحيوانات مثلاً لما يسمونه نظرية النشوء التقاربي.

الصورة ١٢٣. قوارض في الصحاري الحارة



الصورة ١٢٣. قوارض في الصحاري الحارة

النورل الصحراوي: يعيش في الصحراء العربية والمناطق القاحلة في آسيا الوسطى، وهو نوع من أنواع السحالي الكبيرة أكلة اللحوم، ينشط خلال النهار، وجلده متكف تماماً للعش في البيئة الصحراوية، لديه أيضاً غدد ملحة تساعد على منع فقدان الماء، وهو مثل الثعابين لديه لسان شوكي يستخدمه لشعر بآي مؤشرات كمائة في الهواء.

سلحفاة الصحراء أغاسيز *Gopherus agassizii* من حيوانات الدم البارد تعيش في صحراء موهافي، وسونورا، تقضي السلاحف معظم وقتها داخل الجحور، لذا تساعد الجحور على التبريد من درجة الحرارة العالية، وتحافظ على أكبر قدر ممكن من الماء، وهي قادرة على البقاء على قيد الحياة مع القليل من الطعام، وتقوم بتخزين الماء داخل المثانة لكي تمتصه عند الضرورة، وتوفر صدقتها مساحة كبيرة لرتبتها ولتنظيم درجة الحرارة لديها.

سلحفاة سولكاتا: من السلاحف السودانية التي تشبه الصخور، وتعيش على طول الحافة الجنوبية للصحراء الكبرى، وهي ثالث أكبر أنواع السلاحف في العالم، ويمكنها أن تعيش من ٥٠ إلى ١٥٠ سنة، تحفر جحور في الأرض للوصول إلى المناطق ذات مستويات الرطوبة العالية، وتبقى في الأوقات الساخنة في الجحور، وهذا ما يعرف بالبات صفي، ونظراً لشعبيتها في تجارة الحيوانات الأليفة، تقلصت أعدادها وأصبحت معرضة للانقراض.

الأفعى المقرنة *Cerastes cerastes* : جاءت تسميتها لوجود قرنين صغيرين يعلوان رأسه، كما تسمى أم جنيب لطبعة حركتها الجانبية (الانزلاق الجانبي) أو الحركة اللويزة والتي تميزها

عن غيرها من الأفاعي، وهو ثعبان سام، يتواجد في صحاري شمال أفريقيا مروراً بالشرق الأوسط، لغاية الجزيرة العربية، تدفن نفسها تحت الرمال التي تحميها من درجة حرارة الصحراء الشديدة، قصيرة الطول، وعريضة الجسم والرأس، في الشتاء تدخل الأفعى في البات الشتوي، إن تدمير الموائل الطبدعة للمقرنة، والإفراط في جمع سُمها، والتغير المناخي، أدى إلى هروب أعداد من الأفاعي المقرنة من بيئتها الصحراوية إلى أماكن تواجد الإنسان.

حيوان الشيطان الشائك (Thorney devil (Moloch horridus : سحالي التنين، يعيش في صحراء وسط أستراليا، يشبه الحرباء، تغطي جسمه نتوءات مثل الأشواك، ولا يمكنه شرب الماء كبقاى الحيوانات، فجلده خاصة القدرة على امتصاص الماء ونقله إلى فمه وشربه، من خلال عملة تسمى الاسترطاب، حيث يقوم الجلد باستخلاص وامتصاص الماء، وعن طريق قنوات جسمية صغيرة مجهرية، تقوم بجمع الماء، ونقلها إلى فمه، فضلاً عن حصوله على الماء عن طريق استخلاصها من الرمال الرطبة خلال فترة الصباح الباكر، فعمد الى استعمال رجليه لرمي الرمل المبثمل فوق ظهره، واستخلاص الرطوبة من الرمال وسحبها إلى القنوات الشعرية. الصورة ١٢٤. زواحف في الصحاري الحارة



الصورة ١٢٤. زواحف في الصحاري الحارة

الخنفساء الصحراوية: تعيش في الصحراء النامية، ويكتنف هذه الصحراء في الصباح ضباب كثف منطلقاً من المحط الأطلسي، ويحتوي هذا الضباب على قطرات من الماء على شكل بخار، وقد تمكنت الخنفساء من تطوير آلة لتحويل هذا البخار إلى ماء، حيث تتميز الخنفساء بوجود سطح متعرج على ظهرها، وتتكون قمم هذا السطح من مادة شمعة تساعد على خزن

الماء، بينما تتميز أجواف السطح بوجود مادة جافة غير دهنة تحافظ على الماء، وعندما تهب الرياح المحملة بالضباب والبخار تتحني الخنفساء في الهواء لتجذب قطرات الماء إلى القمم الصغيرة على سطح ظهرها، وتتنامى هذه القطرات الصغيرة إلى قطرات أكبر ثم تنحدر إلى الأسفل باتجاه القمم.

نملة الصحراء الكبرى الفضة silver ants: يُعد نوعاً استثنائياً، من بين أنواع نمل الصحراء الأخرى، ذلك أنه يتكيف مع موائل الكثبان الرملية في الصحراء الكبرى شمال إفريقيا، جسمها مغطى من الأعلى ومن جانبه بشعيرات، بينما أسفله خالٍ من الشعر، هذه الشعيرات هي أنابيب صغيرة مثلثة الشكل، تُعطي النملة لوناً فضاً لامعاً يمنحها اللون بعض الحماية من ارتفاع درجة الحرارة، ويعكس أشعة الشمس، تغادر فصائل النمل أعشاشها بحثاً عن الطعام عندما تصل درجة حرارة الرمال إلى ٦٠°م، فما يختبئ مفترسوها، ولأرجل نملة الصحراء الكبرى الفضة التحرك أسرع من أقرانها ذوات الأرجل الأطول، وملامسة سطح الأرض لوقت أقل.

عنكبوت الجمل Solifugae Camel Spider: السولفيوجيد: أحد العناكب الصحراوية ذات الأحجام الضخمة، على الرغم من اسمه فهو لا يعد من العناكب الحققة بل ينتمي إلى فصيلة المعتزلات التي تجمع بين صفات العقارب والعناكب، ولذلك له أسماء عديدة مختلفة ولكن الأكثر انتشاراً بين الناس هو عنكبوت الجمل نسبة إلى وجوده بجانب الجمال، جسمه شبيه بالعقرب، ويستطيع تخزين الدهون في جسمه للاستفادة منه حينما يندر الغذاء في بيئته، ومن الممكن أن يعيش فترة طويلة دون الحاجة للماء أو الغذاء، ويتبع الإنسان في الصحراء لدمشي في ظله، وإن قام بالعض فذلك لأنه في وضعة الدفاع عن النفس.

العقرب الصفراء أو الجرارة Compsobuthus arabicus: سميت بالجرارة لجره ذنبه، أكثر أنواع العقارب سمة في العالم، وعندما يكون الطعام نادراً جداً في الصحراء يستطيع تقليل مُعدّل الأيض لديه (أي كمية استهلاكه للطاقة)، وهذا يسمح لها بتخفيض استهلاكها من الأوكسجين، بحيث يعيش لمدة عام كامل على عدد قليل من الحشرات، ويستهلك الماء اللازمة من الطعام الذي يأكله، وتجنباً لدرجة حرارة الشمس وهو يختفي في النهار، وينشط في الظلام. الصورة ١٢٥. حيوانات في الصحاري الحارة.



الصورة ١٢٥. حشرات في الصحاري الحارة

على عكس ما يعتقد الكثيرون، تزخر المناطق الصحراوية بالعديد من الأنواع النباتية والحيوانية التي تتميز بتأقلمها الواسع مع الظروف المحلّة، فالصحراء نظام بيئي متكامل تعيش فيه الكائنات الحة مع المكونات الأخرى بتنظيم متكامل ومتداخل.

٢. إقليم الصحاري المعتدلة

الصحاري المعتدلة عبّارة عن أحواض محصورة بين سلاسل جبلة مرتفعة، ويختلف اتساعها من منطقة إلى أخرى، ويُعد وجود السلاسل الجبلية المرتفعة حول هذه الأحواض عاملاً من العوامل التي ساعدت على ظهور هذه الصحاري، وترجع قحولة الصحاري المعتدلة إلى ثلاثة عوامل رئيسة هي البعد عن البحر، وشكلها الحوضي بين أراضٍ مرتفعة، والضغط الجوي المرتفع الذي يسيطر عليها شتاءً.

أ. الخصائص المناخية:

يتشابه مناخ هذه الصحاري مع مناخ الصحاري الحارة من حيث كمية الأمطار وتذبذبها، ومناخ الصحاري المعتدلة متطرف فالمدى الحراري اليومي السنوي كبير بسبب صفاء الجو، وقلة الغيوم، وانخفاض الرطوبة النسبية، ويتميز مناخها بالبرودة الشتوية القارسة، وقد يتساقط الثلج، أما في الصيف فتصل درجة الحرارة إلى مستويات عالية، ومعدل الرطوبة يراوح بين ٥% و ٣٠%، ومتوسط كمية الأمطار قليل جداً لا تزيد عن ٢٥٠ ملم سنوياً، ومعظمها أمطارها صدفية، ويختلف موسم هطل الأمطار في صحاري آسيا من الغرب إلى الشرق تبعاً لاختلاف موسم هطل الأمطار في الأقاليم المجاورة، ففي صحاري بلاد الشام، والعراق، وإيران، والصحاري الواقعة حول بحر قزوين، وبحر آرال، تهطل الأمطار في نصف السنة الشتوي، وعلى العكس من ذلك نجد أن الأمطار تهطل في صحراء غوبي، وصحراء تاكلامكان في نصف السنة الصيفي.

ويعزى جفاف تلك الصحاري إلى بعدها عن المسطحات المائية، وبالتالي تصل الرياح إليها جافة، بعد أن تكون قد تخلصت مما كانت تحمله على هيئة أمطار، فالعامل الرئيس في تكوين هذه الصحاري هو المناخ، ويتشكل فيها شتاءً مناطق متسعة من الضغط المرتفع بسبب برودة الهواء، أما في فصل الصيف تتشكل مناطق من الضغط المنخفض تجذب لها الرياح من المحيط، ومع ذلك لا يسقط بها إلا نذر يسير من المطر، وذلك لأن الرياح تقطع مسافات بعيدة، وتجتاح جبالاً عالية قبل الوصول إلى هذه الجهات، وبذلك تفقد معظم ما بها من رطوبة قبل الوصول إليها.

ب. التوزيع الجغرافي:

تمتد الصحاري المعتدلة غالباً في الأجزاء الداخلية للقارات بين دائرتي عرض ٤٠° إلى ٦٠° شمال خط الاستواء وجنوبه، حيث تظهر في وسط آسيا وأمريكا الشمالية، أما في نصف الكرة

الجنوبي فتظهر فقط في باتاغونيا في أمريكا الجنوبية، ولا تظهر الصحاري المعتدلة في أفريقيا واستراليا لعدم امتداد القارتين جنوباً نحو العروض التي تظهر فيها هذه الصحاري. خريطة ٥٣. التوزيع الجغرافي لإقليم الصحاري المعتدلة.



الخريطة ٥٣. التوزيع الجغرافي لإقليم الصحاري المعتدلة

تمتد الصحاري المعتدلة في وسط قارة آسيا بسبب اتساعها العظم في العروض المعتدلة مثل:

١. **صحراء تاكلامكان Taklimakan**: (صحراء حوض تاريم) أكبر صحراء في الصين، تقع في غرب الصين، فهي معزولة عن تأثيرات الرياح الغربية المعروفة في هذه العروض، تشكل حوضاً بضواياً شبه مفتوح في مستنقع لوب نور. ويحيط بالصحراء من الجنوب جبال كونلون، وجبال بامير، وجبال تان شان، وأما من الشرق فتقع صحراء غوبي، وتعد تاكلامكان الصحراء الثامنة الرملية المتحركة في العالم، وتتميز بالمناخ الصحراوي البارد القاري شديد الجفاف، بسبب تعرضها للكتل الهوائية المتجمدة القادمة من سيبيريا، وكذلك قلة الأمطار التي تحجزها جبال الهمالايا، وأدناً تتكون طبقة رقيقة من الثلوج تغطي الكثبان الرملية.

٢. **صحراء غوبي**: خامس أكبر صحراء في العالم تغطي الجزء الجنوبي من منغوليا، وشمال غرب الصين، محصورة بين جبال وهضاب وسط آسيا. التي تحجب عنها كتل الهواء الرطبة القادمة من المحيط الهندي، وبالتالي فإن تصب أمطارها على السفح الجنوبي للهمالايا، أما الجانب الآخر يتلقى رياح جافة. وتتميز بالمناخ الصحراوي البارد لارتفاعها عن سطح البحر حيث يراوح الارتفاع بين ٩٠٠ و ١٥٠٠م، درجة حرارة منخفضة في الشتاء تنخفض إلى -٤٠°م،

في حين أن الصدف غالباً ما يكون حار جداً +٥٠ م°، وكمة الأمطار لا تتجاوز ١٥٠ ملم سنوياً، وتتساقط فيها الثلوج فالكثبان الرملية مغطاة بالثلوج في الشتاء.

٣. **صحراء الحوض العظيم** Great Basin Desert: محاطة بسلاسل جبلة تحول دون وصول الرياح الممطرة إليه من أي ناحية، تُعد أكبر صحاري الولايات المتحدة، يحدها غرباً سلسلة جبال سيرانغادا، ومن الشرق جبال روكي، ومن الشمال هضبة كولومبيا، ومن الجنوب صحراء موهافي وسونورا، وهي صحراء باردة شتاءً لوقوعها ظل المطر.

٤. **صحراء باتاغونيا** : تقع في نهاية الجزء الجنوبي من القارة الأمريكية الجنوبية، تقع غالبية الصحراء في الأرجنتين، مع وجود جزء صغير منها في دولة التشيلي، يحدها جبال الأنديز من الغرب، والمدط الأطلسي من الشرق، ونهر كولورادو من الشمال، ويمكن اعتبار مضيق ماجلان الحد الجنوبي لهذه الصحراء، وهي منطقة جافة وقاحلة، وذلك بسبب الجبال في المنطقة الغربية التي تمنع وصول الرياح الرطبة القادمة من المدط الهادئ إليها، ترتفع درجة الحرارة صفاً حتى تلامس ٤٠م°، لكنها تعود وتخفض شتاءً وتراوح بين ١٢ و ٣ م°، الأمر الذي يسبب الصقع بسبب جفاف الهواء، يهطل المطر بشكل رءس في فصل الشتاء.

ج . الخصائص الحيوية:

نباتات الصحاري المعتدلة محدودة من حيث الأنواع، وتعاني من التدهور بسبب الرعي الجائر من قبل الماشية، ويميل كثير من مربى الماشية إلى تسمم الحيوانات آكلة اللحوم خشة أن يهاجموا ماشيتهم وصيدها من أجل لحومها وجلدها وريشها، أو لمجرد ممارسة الرياضة، ما يؤدي إلى انخفاض في أعداد العديد من الأنواع.

أ . الداء النباتية:

تمتلك نباتات الصحاري المعتدلة الرءسة وسائل تساعد على التغلب على مشكلة ندرة الماء، وتنمو بعض الأشجار في المناطق التي تتوفر فيها بعض الرطوبة من وقت لآخر عن طريق بعض المجاري المائية، وحول الواحات، التي تشكلت من تتدفق ماء الجبال المدطة بتلك الصحاري، ومن نباتات الصحاري المعتدلة نذكر:

أشجار الحور *Populus diversifolia* تنبت في شمالي حوض تاريم مساحة كبيرة من أشجار الحور التي تشكل ممراً أخضر يبلغ طوله الإجمالي يُقدر بنحو ٤٠٠ كم، ومساحته نحو ٣٨٠٠ كم^٢، وأشجار الحور تحمل الجفاف، والأرض المالحة القلوية والعواصف الرملية، ودرجة

حرارة الصدف الحار، أو الشتاء القارس، لذلك تُلقب بشجاع الصحراء، وتُعد أقدم نوع من الحور في العالم، وهي تحت الحماية، وتنمو على امتداد نهر تاريم. الصورة ١٢٦. أشجار الحور على ضفاف نهر تاريم.



الصورة ١٢٦. أشجار الحور على ضفاف نهر تاريم

الميرمية Big sagebrush: هي الأكثر انتشاراً وشيوعاً في صحراء الحوض العظيم، وتُشكل ملجأً تحت فروعها للعديد من الحيوانات، مثل أرنب الأقدام وسطاة الميرمية. والميرمية شجيرة عطرية دائمة الخضرة، والسقان والأوراق مغطاة بطبقة شمعية، والأوراق مغطاة بوبر فضي ناعم كثف، تساعد النبات على منع جفافه في درجة الحرارة المرتفعة والرياح، والاحتفاظ بالرطوبة، وتقليل التبخر، كما يساعد طول الجذر الرئيسي والجذور المنتشرة أفقياً بالقرب من السطح امتصاص الماء، تراجعت المساحة التي تغطيها شجيرات الميرمية حيث يقومون مربّي الماشية بحرق، وإزالة مساحات شاسعة

نبات اشنان القلي الخزية **Salicornia europaea** (السالكورنيا): عشبة بلا أوراق فهو مجرد مجموعة من الغصينات اللحمية العصارية تتميز بوجود مفاصل في نقاط تفرع الغصينات، تنمو نحو الأعلى من نباتات السبخات تتحمل ملوحة التربة، ويتميز بطعم مالح، ترعاه الجمال بعد يابس، وينمو في صحراء غوبي، وصحراء تاكلامكان، وصحراء الحوض العظيم.

الطريرط Zygophyllum أو الهرم: ينبت في الأرض الرملية بالقرب من السباخ، تتحمل الملوحة ويبدو على هيئة شجيرة قزمة مفترش، وأوراقه عصارية ملساء ناعمة تحمل الكثير من الماء المالح، يمتلك مجموع جذري وتدي عميق، وجذور سطحة تمتص رطوبة المطر أو الندى، وترعاه الإبل في الصدف إن لم تجد غيره.

الحاجي سبارس فولدا Alhagi sparsifolia العاقول: نبات عشبي معمر دائم الخضرة شوكي، يتحمل درجة الحرارة العالية والمنخفضة، والظروف الجافة، جذوره عميقة في باطن التربة ويصل عمق الجذور في بعض الاحاد من ١٠ و ١٥م، الثمرة قرنية داكنة اللون اسفنجية، يتمتع بقدرة على أخذ النيتروجين من الهواء، ويساعد على تثبيت الرمال.

النبق البحري Deciduous: شجيرات شائكة، نفضية، تمتلك لحاء سمكاً، وأوراق مستطيلة يكون لون سطحها العلوي أخضرًا، بينما يميل السطح الداخلي إلى اللون الأخضر الداكن، وتنمو له ثمار صفراء تشبه اللؤلؤ في شكلها، ولها مذاق حامض.

شجرة الجوز البري: نوع من الأشجار المتساقطة الأوراق، تشبه مظهر الجوز، حيث تبدو أوراقها أكبر من أوراق الجوز، وثمارها أصغر حجماً، يستخدم كأصل للجوز العجمي وأغراض الزينة، ويتميز بمقاومة للصق، وتعد المناطق الوسطى والغربية من القارة الآسيوية الموطن الأساسي لهذه الأشجار.

نبات الساكسول Saxaul (Haloxylon ammodendron): تنمو في الترب الرملية ذات قدرة الترشح الجيدة، والتربة المالحة، جذعها سمك نسبياً، تُخزن الماء في لحائها، وتثبت الرمال، وهناك نوعان رؤسان الساكسول الأبيض وتتغذى على الإبل له قمة علفة عالية، والساكسول الأسود، وتشكل شجيرات الساكسول الأسود غابة كثيفة في المناطق الرملية في صحراء تاكلامكان، كما تنمو في صحراء غوبي.

شجيرة الكريوزوت الصحرالية: تنمو في صحراء الحوض العظيم، وصحراء باتاغونيا، شجيرة تكفت مع بيئتها، مقاومة للجفاف، والأوراق صغيرة الحجم شمعة وسمكة للحفاظ على الرطوبة، وتوجد جذورها بعيداً عن النبات، وعميقة للاستفادة من أي ماء جوفية، وقريبة من السطح لتكتسب أي رطوبة متاحة.

البصل البري Allium altaicum Pallas أليوم ألتكوم: ينمو في صحراء غوبي وهو نبات معمر، الأوراق قاعدية خطية ضيقة وهي بنكهة البصل أزهاره بضاء على شكل جرس.

الغاسول الملاح Aizoanthemum (الملاح) عشبي حولي، ينبت بعد هطل الأمطار، بشكل زاحف، وأوراقه عسارية أسطوانية، والأزهار بضاء الأطراف وصفراء في الوسط، فتبدو الأزهار كقرص شمس مشع.

الإيفيدرا Ephedra (شاي الصحراء): استخدمه الصينيون طباً لأكثر من ٥٠٠٠ سنة، ينمو في معظم أنواع التربة الرطبة، تتحمل الجفاف، والتربة الملحة، لها سقان خشبية يزيد ارتفاعها عن المتر، والأوراق حرسفة خشنة الملمس، والنمار صغيرة شبه مخروطية بداخلها بذرة واحدة.

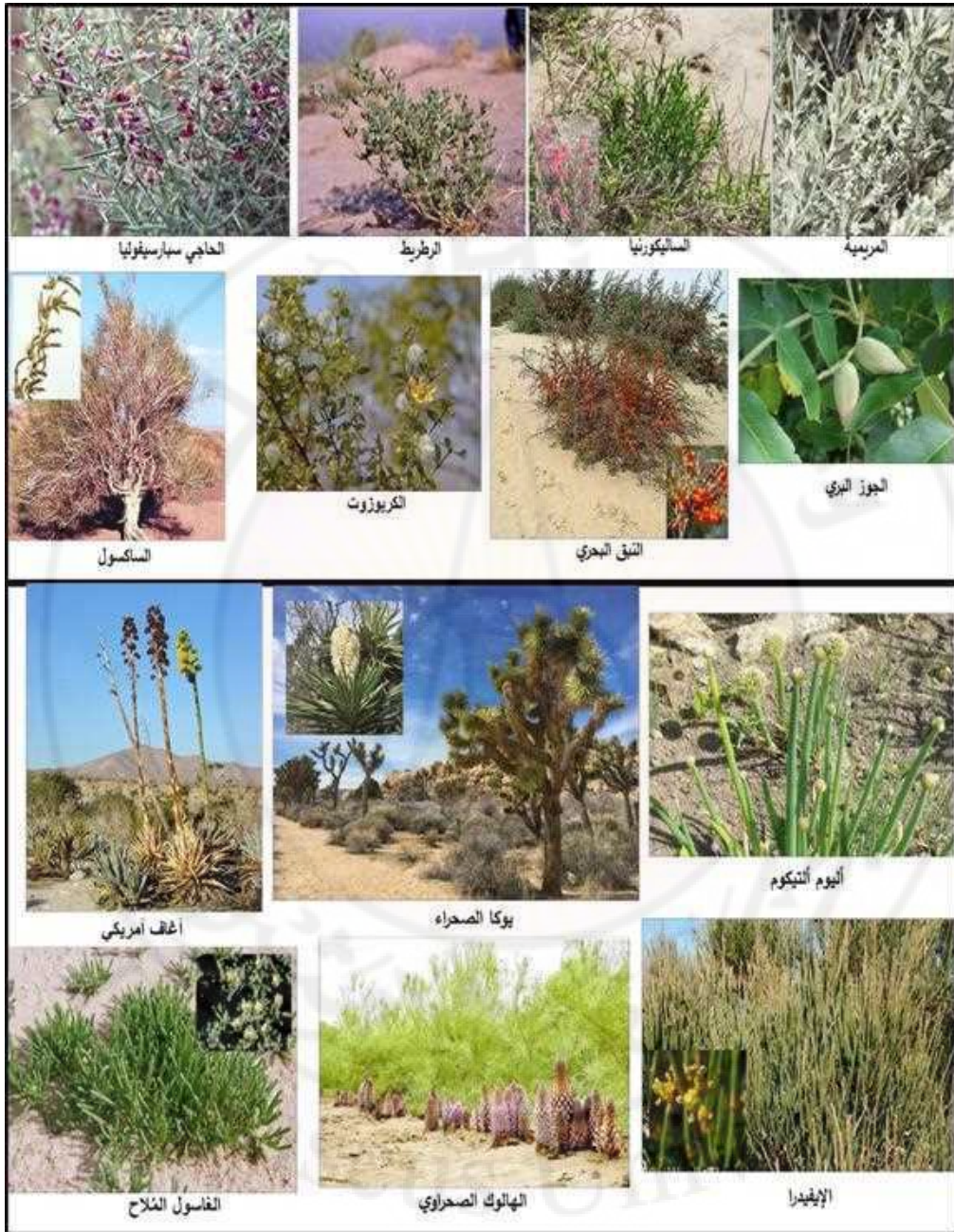
- **الأعاف أو الصبار الأمريكي (Agave Americana)**: موطنها المناطق القاحلة وشبه القاحلة في المكسيك وجنوب أمريكا الشمالية، يكثر في صحراء الحوض العظيم وحالاً يُزرع عالمياً كنبات للزينة، والأعاف لا ينتمي إلى الصبار ولكن أطلق عليه الاسم للتشابه بينه وبين الصبار، وهو نبات يتحمل الجفاف، والتربة الملحة الفقيرة، وهو نبات معمر الأوراق رمحه خضراء عصارية، تنمو عند مستوى الأرض من الساق المركزية، لها حواف من الشوك ومسمار حاد في الرأس.

. **نبات يوكا الصحراء Yucca** : موطنه المناطق الصحراوية في أمريكا الشمالية، نباتات معمرة ودائمة الخضرة، تتحمل أحوال الطقس القاسية كالجفاف ودرجة الحرارة المرتفعة، تشبه الشجرة لها جذع خشبي، في بعض الأنواع متشعب، ويتم تشكيل حزمة من الأوراق في نهايات الجذع أو الفروع، وتكون الأوراق قاسية ذات قاعدة عريضة وقمة مدببة طويلة النصل سفي أو شريطي.

. **الهالوك الصحراوي Cistanche deserticola** : نبات طفيلي زهري يتطفل على جذور بعض النباتات الصحراوية، لأنه يفتقر إلى الكلوروفيل لإنتاج المواد الغذائية لنفسه، ويزداد تكاثره ونموه عقب هطل الأمطار ساقها سمك ولبادي، له ممصات يدخلها في أنسجة العائل الذي يتطفل عليه، ويمتص منه الغذاء والماء، ويعيش عاله فيه لعله أو يضعفه، يعيش في صحراء غوبي والحوض العظيم.

. **شجرة الطرفاء نحيلة الأغصان Tamarisks**: شجرة معمرة صغيرة نفضة متعددة السوق، يحتاج الطرفاء إلى تربة رملية، وتتحمل الطرفاء الملوحة، وترب السبخات ولكنها لا تتحمل الجفاف الشديد، أزهارها عبارة عن سنيبلات بضاء على شكل كريات صغيرة. الصورة ١٢٧.

بعض النباتات في الصحاري المعتدلة.



الصورة ١٢٧. بعض النباتات في الصحاري المعتدلة

ب . الحاة الحيوانات:

نظراً لفقر الحاة النباتات في الصحاري فإن الحيوانات التي يمكن أن تعيش فيها قليلة جداً، ومن هذه الأنواع القادرة على العيش بدون ماء لفترات طويلة من الزمن نذكر:

الجمال ذو السنامين: الإبل الآسيوي *Camelus bactrianus* كامليوس باكترينوس، (الجمال البكتيري)، يتميز هذا الجمال بأن له سنامان، يساعده على تخزين أكبر قدر من الدهون والغذاء، والإبل البكتيرية واحدة من أكثر الحيوانات تكيفاً من حيث تحمل درجة الحرارة من ٤٠ م° في الصيف، إلى -٣٠ م° في فصل الشتاء، وهو متأقلم مع البيئة القاسية بشكل مثالي، فشراب المياه المالحة جداً، ويأكل النباتات ذات القمة الغذائية المنخفضة، ويعد من الأنواع المهددة بالانقراض، ويقتصر وجوده بعدد صغير في المناطق النائية من صحاري تاكلامكان وغوبي، نتجة الصيد الجائر، وتهجينها مع جمال البكتريا المستأنسة.

الدب البني (دب غوبي) Gobian : يعيش في صحراء غوبي المنغولية، صغير الحجم نسبياً، فراءه خشن، وتعد مجاري الأنهار الجافة في جبال غوبي التي تنمو بها شجيرات متناثرة، موطناً المفضل له في فصل الصيف، وتُعد الكهوف ملاذاً لها في فصل الشتاء، حيث يدخل في وضع السبات، إن دب غوبي مهدد بالانقراض.

جربوع طويل الأذن: هو من القوارض الصغيرة التي تسكن أجزاء من صحراء تاكلامكان، وغوبي، يتميز بطول أذناه، حيث يبلغ طول أذانه نحو ثلثي طول جسمه.

الحمار البري الآسيوي: كولان kulans حيوان من عائلة الخيول، يعيش في صحراء تاكلامكان وغوبي، متكف مع العيش في البيئة الصحراوية فهو يمتلك جهازاً هضمياً قادراً على هضم نبات الصحراء واستخراج العصارات منها، والبقاء بدون ماء لفترة طويلة نسبياً، ويُعد من الثدييات السريعة العدو، ويهاجرون بشكل جماعي من موقع إلى آخر بحثاً عن الغذاء والماء في حالة جفاف شديد، يحفرون ثقوباً في قعان الأنهار الجافة، ومصادر المياه للوصول إلى المياه الجوفية للشرب، وقد تم تصنّفه على أنه مهدد بالانقراض بسبب الإفراط في الصيد من أجل لحومها، وفقدان الموائل، ويتواجد حالياً في بعض المناطق المحمية حيث يحظى بحماية كاملة.

حصان البرزوالسكة أو البرزفالسكة Equus ferus przewalskii: من الخيول النادرة والمهددة بالانقراض، موطن هذه الخيول سهول وصحاري أسا الوسطى، وبخاصة منغوليا والصين، تتميز هذه الخيول برأسها الكبير ورقبتها القوية القصيرة، وذو جسم ممتلئ، لديها نظام

دقيق يتكرر كل يوم ففي الصباح يأكلون ويروون عطشهم، وبعد الظهر يستريحون ويستعيدون قوتهم، وفي المساء يبحثون مجدداً عن الطعام.

الأرنب القزم *Brachylagus idahoensis* : النوع الوحيد في جنسه، وعلى وشك الانقراض، يُعد أصغر أنواع فصيلة الأرانب، يتميز عن غيره من الأرانب من حيث الحجم الصغير، والأذنين القصيرتين، وساقه الخلفيتين الصغيرتين، ويعش في المناطق التي تغطيها شجيرات الميرمة، ويشمل نطاق معشته معظم الحوض العظيم .

المدرع ذو التسعة أشرطة *Armadillo* : (حيوان الأرماديللو) (مدرع تكساس) من ثدييات العالم الجديد، يعش في المناطق الجافة وشبه الصحراوية في الأمريكيتين نشأ في أمريكا الجنوبية منذ ملايين السنين خلال حقبة الداء الحديثة، وعندما كان برزخ أمريكا الوسطى لم يتشكل بعد وكانت هذه القارة معزولة عن أمريكا الشمالية، وبعد ظهور برزخ التقاطع الأمريكي، هاجرت أنواع من حيوان المدرع شمالاً، يغطي جسمه درع مكون من صفائح صغيرة عظمية مرصوصة بجانب بعضها البعض، شديدة الصلابة، أما الجزء الأوسط تغطيه تسعة أشرطة مفصولة، وهو مهدد بالانقراض بسبب فقدان مسكنه الطبيعي، والصيد المفرط، وهناك العديد من السكان في كلا الأمريكيتين يتناولون لحمه. الصورة ١٢٨. بعض الحيوانات في الصحاري المعتدلة.



الصورة ١٢٨. بعض الحيوانات في الصحاري المعتدلة

ثانياً . إقليم الصحاري الباردة

الصحاري الباردة هي الصحاري التي يغطيها الجليد، وتنخفض فيها درجة الحرارة إلى مستويات قد تصل إلى -٨٨ درجة تحت الصفر، كما سجل ذلك في القطب الجنوبي سنة ١٩٦٠م، وتتميز هذه الصحاري بالجفاف، حيث تكون الرطوبة محتسبة في التراكمت والصفائح الجليدية، ونادراً ما يحدث ذوبان للجليد، وتغطي مساحة تصل إلى ما يقارب ٥ مليون كم^٢، ما يجعلها أكبر الصحاري على الأرض.

أ . التوزيع الجغرافي:

يوجد في الصحاري الباردة موطنان بيئان هما التندرا والصحاري القطبية، ويوجد هذان الموطنان بأقصى الكرة الأرضية باتجاه القطبين، وتشمل شمال القارات الأمريكية والأوروبية والآسيوية، والقارة المتجمدة الجنوبية، وتتوزع أراضي الصحاري الباردة كما هو موضح في الخريطة ٥٤. توزع إقليم الصحاري الباردة، كالتالي:



الخريطة ٥٤. توزع إقليم الصحاري الباردة

١. صحراء القطب الجنوبي: (أنتاركتكا Antarctica)، أكبر صحراء بالعالم مساحتها نحو ١٣ مليون كم^٢، من أكثر الأماكن عزلة ووحشة على وجه الأرض، وهي شبه خالية من المجتمع السكاني، والناس المتواجدون فيها قليلون، وغالبهم من العلماء والباحثين.

يُغطي المنطقة صفحة جليدية دائمة تحتوي على ٩٠% من المياه العذبة على الأرض، وهناك ٢% فقط منها لا يغطيها الجليد، وهي الأرض التي تمتد على طول السواحل، حيث تتجمع جمع أنواع الداء التي تُقَم فيها، وتسمى المناطق العشبة باسم التندرا القطبية الجنوبية.

٢. **صحراء القطب الشمالي Arctic** : ثاني أكبر صحراء باردة في العالم، تقع فوق دائرة العرض ٧٠° شمالاً في القطب الشمالي، وتغطي مساحة إجمالية تُقدر بنحو ٢,٦٠٠ مليون كم^٢، وتقع جغرافياً في القارة القطبية الشمالية، ويشمل أقصى الشمال من روسيا، وفنلندا، وشبه جزيرة اسكندنافيا، وأعلى مرتفعات إسكندنافيا، وجزيرة أيسلندا، ومعظم أراضي جزيرة غرينلاند، وألاسكا، وفي بعض الجزر الأوروبية في المدط المتجمد الشمالي، وأرخيل القطب الشمالي الكندي، والجزر الواقعة قبالة سواحل القارة القطبية النرويج والسويد وأيسلندا، وجزر فارو^١...

٣. **منطقة التندرا**: يتركز هذا الإقليم بصفة خاصة في نصف الكرة الشمالي، حيث يتاخم صحراء القطب الشمالي على شكل نطاقاً متصلاً حلقي الشكل حول المدط المتجمد الشمالي، وصحراء القطب الجنوبي، نوع من الأراضي العشبة تُعرف باسم سهوب التندرا كلمة مشتقة من الروسية، وتعني حقول جليدية بلا أشجار. وتشكل نحو ٤% من مساحة اليابسة وتحتل أوسع مساحة لها في النصف الشمالي من الكرة الأرضية.

وتُعد منطقة الحزام الواقعة بين خط الغابات الصنوبرية في شمال آسيا وأوروبا وشمال أمريكا، وجنوب منطقة الثلوج الدائمة من أهم مناطق التندرا.

ويتباين هذا النطاق في عرضه من مكان لآخر، أكبر اتساع له في شمال كندا وجزيرة غرينلاند حيث يمتد إلى الجنوب من الدائرة القطبية حتى دائرة العرض ٥٣° شمالاً، بينما يقل اتساعه في سيبيريا حتى أنه لا يصل حده الجنوبي إلى الدائرة القطبية.

أما التندرا في النصف الجنوبي حيث اليابسة ضيقة وتغطيها الثلوج بصفة دائمة، وعدم وجود اتصال مباشر بينها وبين قارات العالم الأخرى، جعل الاختلاف كبيراً بينها وبين التندرا في شمال الكرة الأرضية، وقد أثر هذا في تطور ونمو الداء النباتية والحيوانية، وعلاهُ تصبح خارج نطاق مناطق المدط الحيوي حيث تقتقد مقومات الداء، باستثناء بعض المساحات الصخرية الصغيرة

١. أرخيل جزر فارو مكون من ١٨ جزيرة، يقع في أقصى شمال أوروبا بين البحر النرويجي والمدط الأطلسي الشمالي، في منتصف المسافة بين النرويج وأيسلندا. تتبع الجزر التاج الدنماركي.

والمبعثرة تدعم وجود داء نباتة. كما يشمل إقليم التندرا جزءاً صغيراً من مساحة أمريكا الجنوبية ويتمثل في أقصى جنوب القارة وإلى الجنوب من دائرة العرض ٥٠° جنوباً.

ب . الخصائص المناخية:

يسود الصحاري الباردة أحوال مناخية قاسية، فالسنة تنقسم إلى فصلين غير متكافئين، شتاء طويل شديد البرودة، حيث تبلغ درجة الحرارة -٥٠ م° تحت الصفر، ويستمر هذا الوضع نحو تسع أشهر، أما فصل الصيف فهو بارد وقصير لا يتعدى شهرين أو ثلاثة أشهر، ونادراً ما ترتفع درجة الحرارة فيه عن ١٠ م°، والفصل هنا تتضح في عنصر درجة الحرارة وليس في عنصر المطر، والصيف هو عادة موسم هطل للأمطار على الرغم من أن هطل الأمطار خفيف، إلا أن التبخر ضئيل نسبياً خلال فصل الصيف، فالمناخ في أنتاركتكا هو أبرد مكان على سطح الكرة الأرضية، حيث سجلت أخفض درجة حرارة -٨٩,٢ م° في محطة فوستوك الروسية في أنتاركتكا، ويراوح الحد الأدنى لدرجة الحرارة بين -٨٠ م° و -٩٠ م° في المناطق الداخلية، بينما في المناطق الساحلية تراوح درجة الحرارة القصوى بين ٥ م° و ١٥ م°، وكمة الأمطار منخفضة جداً، تتلقى الأجزاء الساحلية ٢٠٠ ملم، أما المناطق الداخلية الجافة ٥٠ ملم، ويكون معظم الهطل على شكل ثلوج.

وتُعد صحراء القطب الشمالي **Arctic** أكثر دفئاً من صحراء القطب الجنوبي، فمتوسط درجة الحرارة يكون عند الصفر المئوي في فصل الصيف، أما في فصل الشتاء فكون عند -٣٤ م°، وتوجد أكثر المناطق برودة في شمال شرقي سيبيريا، حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة -٤٠ م°، وتصل أحياناً إلى -٦٩ م°، أما المناطق المجاورة للمنطقة القطبية الشمالية الموجودة في آسيا الوسطى وكندا وألاسكا الوسطى يبلغ متوسط درجة الحرارة ما يقرب من -٢٩ م°، أما في المناطق الساحلية من المحيطين الأطلسي والهادي يبلغ متوسط درجة الحرارة ما يقرب من -١ م° شتاءً، أما في فصل الصيف يبلغ متوسط درجة الحرارة ما يقرب من ٧ م°، ويصل معدل سقوط الأمطار ما بين ١٥٠ و ٢٥٠ ملم في السنة، يمتد الليل في القطب الشمالي لستة أشهر متوالة، وكذلك الحال بالنسبة للنهار.

يقع إقليم التندرا وراء الدائرتين القطبيتين ٦٠° شمالاً وجنوباً، ويتميز بصيف قصير، وشتاء طويل شديد البرودة، ومظلماً تنخفض فيه درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي، وتستمر لمدة تسعة أشهر، ويزداد هذا الانخفاض بالاتجاه من الغرب إلى الشرق، حيث تتأثر الجهات الغربية بتار الخلع الدافئ، ما يقلل من الانخفاض الشديد في درجة الحرارة، خلال فصل الصيف ترتفع درجة

الحرارة ١٠ م°، حيث يمكنها إذابة الجليد السطحي، والهطل قليل يراوح بين ١٥٠ إلى ٢٠٠ ملم سنوياً، وتهطل الأمطار خلال فصل الشتاء، وغالباً ما تسقط على شكل ثلوج، وسببها الرياح القطبية الشمالية الشرقية.

ج . الخصائص الحيوية:

أهم الخصائص الحيوية ندرة الحاة النباتية وتبعثرها وقلة الأنواع وتناقص الكائنات الحة كلما اقتربنا من القطب حتى تختفي الكائنات الحة تماماً في المناطق التي يغطيها الجليد بصفة دائمة.

١ . الحاة النباتية:

كفّ النبات نفسه بظروف البيئة الموجودة، فهو من نوع خاص يتميز بقدرة كبيرة على تحمل البرد الشديد، وعلى النبات أن يقطع أدوار حاته الثلاثة (الإنبات والنمو والنضوج) خلال فصل الصيف القصير، قبل أن يدهمه الشتاء بصقعه الدائم، تتصف النباتات بقصر سقماتها وصغر حجم أوراقها، وذات نسج جلدي أو مغطاة بطبقة وبرية، وهي نباتات عشبية دائمة تعتمد على براعمها الأرضية (تحت التربة) وذلك لأن قصر فصل النمو لا يسمح بوجود النباتات الحولية البذرية، كما أن البراعم التحتية لهذه النباتات تعطي نوعاً من الحماية ضد أخطار ثلوج الشتاء، وتتسم جذورها بضالتها وسطحيتها لأن انصهار الجليد في فصل الصيف يكون قاصراً على الطبقة العلوية الرقيقة من التربة فقط، بينما غالبية التربة في حالة متجمدة بصفة دائمة (طبقة الإنجماد السرمدي Permafrost)، ما لا يسمح للجذور بالتعمق فيها، وأهم أنواع النباتات:

■ نباتات صحراء القطب الجنوبي (أنتاركتكا) Antarctica : مجتمع نباتي متميز تنتمي إلى النباتات الوعائية التي تطورت منذ ملايين السنين في قارة غوندوانا، وتوجد في عدة مناطق متفرقة من النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، بما في ذلك جنوب أمريكا، وجنوب أفريقيا ونيوزيلندا وأستراليا، استناداً إلى أوجه التشابه في النبات حدد عالم النبات البريطاني رونالد جود مملكة نباتات منفصلة في أنتاركتكا، تتكون مملكة النباتات من نحو ٢٥٠ أشنة، و ١٠٠ حزازية، و ٢٥ . ٣٠ من أنواع حشيشة الكبد، و نحو ٧٠٠ نوع من الطحالب، البرية والبحرية التي تعيش على حافة القارة، ونوعين وحيديين من النباتات المزهرة تنمو في المناطق الشمالية والغربية لشبه الجزيرة القطبية الجنوبية هي ديشمبية قطبية جنوبية Deschampsia antarctica (حشيشة الشعر القطبية الجنوبية)، ونبته كولونب كيتوني Colobanthus (عشبة اللؤلؤ). الصورة ١٢٩.

نباتات صحراء القطب الجنوبي. لقد ازدادت التغطية الموسمية للطحالب في أنتاركتكا بشكل مطرد على مدار الخمسين عاماً الماضية بسبب ارتفاع درجة الحرارة، ويتوقع العلماء أن تصبح القارة الباردة أكثر خضرة مع استمرار ارتفاع درجة الحرارة في العالم.



الصورة ١٢٩. نباتات صحراء القطب الجنوبي

■ **نباتات صحراء القطب الشمالي Arctic** لا تشكل غطاءً مستمراً، وارتفاع النبات نادراً ما يتجاوز ١٠ سم، والأنواع الأكثر شيوعاً تكفت مع الحادة هي:

الطحالب (طحالب الرنة) Cladonia spp، يعد غذاءً مهماً لحيوانات الرنة وثور المسك، والكاريبو في أشهر الشتاء، وهو حزاز ذو لون فاتح رمادي أو أبيض لأن الجزء الأكبر منه يتكون من أنابيب عديمة اللون (خيوط فطرية)، له شكل وسادي، ويرأوح ارتفاعه بين ١٠ و ١٥ سم، ويكون الطحلب إسفنجاً (لين ومرن) عندما يكون رطباً، ولكن بعد جفافه، يصبح هشاً يتم حمل الأجزاء الصغيرة بواسطة الرياح بسهولة. الصورة ١٣٠. طحالب الرنة.



الصورة ١٣٠. طحالب الرنة

نبات كاسر الحجر Saxifrag ساكسفراج نبات صغير، شديد القدرة على احتمال البرودة القاسية، ينمو وسط صخور، وأوراقه كثفة وسمكة قريبة من سطح الأرض، وتتمو سويقة الزهرة مستقيمة إلى أعلى، وتحمل عناقيد من الأزهار متعددة الألوان.

. الخشخاش القطبي **papaver radicum** هو نوع من الخشخاش، والمقاومة للرياح الباردة، ويمكن العثور عليه حيث تنمو الطحالب والأشنات، وأزهاره صفراء اللون.

. حوذان القطب الشمالي (حوذان أصفر) **Ranunculus** ينتمي إلى العائلة الحوذانية، ينمو في سيبيريا، والقطب الشمالي في أوروبا وأمريكا الشمالية، في مستنقعات التندرا، بالقرب من حقول الثلج، ولونها يتوافق مع اسمه.

. نباتات السعدى عشب القطن (cottongrass): نباتات عشبية معمرة ذات أوراق رفعة، وتغطي رؤوس البذور كتلة رقيقة من الألياف التي تشبه القطن والتي يتم حملها بالريح مما يُساعد في تشتيتها، وقد تم استخدامها كبديل في إنتاج الورق، وحشو الوسائد، وفتائل الشموع، وضمدات الجروح. الصورة ١٣١. نباتات صحراء القطب الشمالي.



الصورة ١٣١. نباتات صحراء القطب الشمالي

■ نباتات التندرا:

تتميز منطقة التندرا بنمو الأعشاب التي تكون جذورها قصيرة، لأن ذوبان الجليد في فصل الصيف يقتصر على التربة السطحية، وأما التربة السفلى فتظل متجمدة لا تسمح لجذور النبات بالتعمق فيها، لذلك جذور نبات التندرا تنمو أفقياً في طبقة رقيقة من التربة، وقد يتخلل هذه الأعشاب بعض الشجيرات القصيرة، وغالباً ما تأخذ النباتات أشكالاً زاحفة ووسائد، وهذا يسمح لها باستخدام درجة حرارة السطح والحفاظ عليها، وحمايتها من الرياح القوية، ويمكن القول بصفة عامة إن هذا الإقليم عبارة عن سهول عديمة الأشجار وهذا يعود لظاهرة الجفاف الفيزيولوجي،

وضعف إنتاجة البذور، وانخفاض قدرتها على الإنبات، واعتماد بعض حيوانات الإقليم عليها كمصدر غذاء وحيد، ما يزيد احتمالات موت بذور الإنبات.

تنقسم التندرا إلى ثلاثة أقسام **القسم الشمالي** البارد حدوده مع منطقة الثلج الأبدي، حيث يقل تواجد النباتات بالاتجاه نحو القطب حتى تختفي تماماً عندما يسود الغطاء الجليدي الدائم، ولا ينمو فيه إلا بعض الأشنات، والطحالب، والحشائش القصيرة، **والقسم الأوسط** تنمو الحزازيات والأشنات بكثافة بحيث تشبه الوسادة، مع بعض الشجيرات التي يزداد طولها ويكثر عددها كلما تقدمنا نحو الجنوب، **والقسم الجنوبي** المناطق الانتقالية بين التندرا والغابات الصنوبرية، تظهر السنة من أشجار الغابات الصنوبرية تتوغل نحو الشمال داخل إقليم التندرا، ويكون ذلك حول المجاري المائية، والمستنقعات، والبحيرات، كما تنمو بعض أنواع الشجيرات القصيرة التي لا يتعدى ارتفاعها نصف متر، وتتحمل الأحوال المناخية القاسية، الصورة .. بعض أنواع شجيرات التندرا، ومن نباتات التندرا نذكر منها:

شجيرة توت القطب الشمالي (كلودبيري) cloudberrries : يُعرف في الدول الاسكندنافية باسم الذهب الاسكندنافي، شجيرة معمرة صغيرة، لها ساق قصيرة لا يزيد ارتفاعه عن ٣٥سم، تنتشر عن طريق جذع زاحف يشبه الجذور أو جنمور، أوراقها مسننة دائرية مع فصوص مدورة، تنتج النباتات فاكهة تشبه التوت، الصورة ١٣٢. توت القطب الشمالي.



الصورة ١٣٢. توت القطب الشمالي (كلودبيري)

شجيرة صفصاف قزم أو الصفصاف القطبي أو صفصاف الثلج *Salix herbacea*: هو نوع من الصفصاف الزاحف الصغير، ينمو بالقرب من البحيرات والأنهار، يتحمل درجة الحرارة المنخفضة حتى -٥٠ م°، يراوح ارتفاعها من ١٠ إلى ٤٠سم، والسقان الشجرية الصغيرة مغطاة

ببضعة أوراق صغيرة، ومدورة الشكل، لا تسقط في الخريف، ولكنها تختبئ في الغطاء الثلجي، تتميز بزهوره الطويلة وينمو على شكل كتل، الصورة ١٣٣. شجيرة صفصاف قزم.



الصورة ١٣٣. شجيرة صفصاف قزم

شجيرة قزم الأرز elfin (إلفين) : تنتمي إلى الفصيلة الصنوبرية، تتحمل البارد القارس، ودرجة الحرارة -٤٥°م تحت الصفر، وهي شجيرة متفرعة تزحف على الأرض، تغطيها الثلوج، والفروع كثيفة ومن الصعب اختراقها لها إبر صلبة تتجمع في حزمة واحدة لها شكل شعاعي، والمخاريط صغيرة الحجم، ومستديرة الشكل، يصل طولها إلى ٤ سم، ولونها بني فاتح، وينمو ٢ إلى ٤ مخاريط لكل فرع. الصورة ١٣٤. قزم الأرز elfin.



الصورة ١٣٤. قزم الأرز elfin

شجيرة ألدن *alni fructus* ألني فركتوس: تنمو على طول حواف الغابات، شجيرة نفضة ذات تاج بضاوي، وأوراقها طويلة بضاوية الشكل مسننة الحواف، والزهور متدلة على شكل أقراط، ثمارها على شكل مخروط جاف والبذور صغيرة لها أجنحة ضيقة شفافة، يُستخدم لعلاج الجروح وكعامل مطهر ومضاد للالتهابات. الصورة ١٣٥. شجيرة ألدن.



الصورة ١٣٥. شجيرة ألد *alni fructus*

شجيرة البتولا القزمة *Betula nana*: من النباتات الأكثر خاصة في الجزء الجنوبي من التندرا، عبارة عن شجيرة صغيرة زاحفة، يبلغ ارتفاعها من ٢٠ إلى ٧٠ سم، وأوراقها صغيرة مستديرة الشكل، ذات حواف خشنة، الثمرة عبارة عن جوزة صغيرة، يبلغ طولها وعرضها عدة ملامترات، ويحتوي البتولا على نظام جذر سطحي متفرع، ويمكنها البقاء تحت طبقة سمكة من الثلج تحميها من التجمد، تُشكل البتولا القزم غذاء للحيوانات، ويستخدم السكان المحليون أوراق الشجر وبراعم النبات في الطب الشعبي، وتُستخدم كوقود. الصورة ١٣٦. شجيرة البتولا القزمة.



الصورة ١٣٦. شجيرة البتولا القزمة

شجيرة العنبية الآسدة أو عنب الأحرش *Billberry*: ذات صلة وثلقة بلوبيري *Blueberry* التوت الأزرق، الجذع منتصب ومتفرع بكثرة، لا يزيد ارتفاعها عن ٤٠ سم، ثمارها عنبية الشكل تُستخدم لصنع المربي والفطائر، أوراقها إهليلجيه مسننة الحواف، . الصورة ١٣٧. شجيرة العنبية الآسدة.



الصورة ١٣٧. شجيرة العنبية الآسدة

شجيرة التوت البري **Cranberry** شجيرات قزمة زاحفة، دائمة الخضرة، تتحمل درجة الحرارة المنخفضة -٤٠°م، أوراقها صغيرة من ٥ إلى ١٠ ملم، وتتميز ثمارها بلونها الأحمر القاني، وعصيرها الحامض المذاق، وثمار شجرة التوت البري أكبر من أوراقها. الصورة ١٣٨. شجيرة التوت البري **Cranberry**.



الصورة ١٣٨. شجيرة التوت البري **Cranberry**

شجيرة نبات جار الماء **Alnus**: النعت شجرة صغيرة متساقطة الأوراق، تنمو على أطراف البحيرات والأنهار، ويراوح طول جذعها بين ٣ و١٢ متراً، مع لحاء رمادي أملس، وأوراقها خضراء لامعة مسننة الحواف الأوراق، والثمار صغيرة مدورة مخروطية تظهر في مجموعات ولها حراشف خشبية سمكة وتحمل كل حشفة في قاعدتها من الداخل بذرتين، البذور صغيرة، وتنتشر البذور بواسطة الرياح والماء، وتحتوي على نظام جذري ضحل، توجد على الجذور درنات تحتوي على

بكتيريا تساعد على تثبيت الآزوت الجوي، ويُستخدم الفحم المستخرج من أشجار جار الماء في صناعة البارود، أما قلفه فستقاد منه في دباغة الجلود، كما يستخدم في إنتاج الأصبغة. الصورة ١٣٩. نبات جار الماء.



الصورة ١٣٩. نبات جار الماء

٢. الداء الحيوانية:

يُطلق على الحيوانات التي تعيش وتتكاثر في مناخات الثلج والصقوع ألفة الثلج أو محبة الثلج، هذه الحيوانات لديها ميزات تكيفية خاصة تُساعدُها على البقاء، وتحمل قسوة الأحوال المناخية (البرد القارس)، حيث تمارس نوعاً من أنواع التكيف استجابة لخصائص البيئة الطבעية التي تحكمها، للحفاظ على النظام درجة الحرارة في جسمها، من خلال امتلاكها الفراء السمك الذي يغطي جلودها، أو الريش الفضفاض، أو من خلال طبقة دهنية تحت الجلد تعتمد عليها في فترة البات الشتوي، وتُشكل طبقة عازلة ومصدر طاقة لها، أو تهاجر إلى مناطق أخرى بحثاً عن خصائص بيئية أفضل، كما تطوّرت عند الأسماك القطبية بروتينات ضد التجمد، هذه الجزيئات الموجودة في دمها تمنع تجمده، فجسمها يُركب مباشرة الغلاسيرين مما يمنع تجمدها في درجة الحرارة -٣٥°، ومن أي أشكال الداء الحيوانية في الصحاري الباردة ننكر:

١.٢. الحيوانات في صحراء القطب الجنوبي (أنتاركتكا) Antarctica : على الرغم من عدم وجود المساحات الخضراء المورقة، والغاب الكامل للبرمائيات، والزواحف، والثدييات الأرضية، يسكنها عدد قليل جداً من الفقاريات الأرضية، حيث يعيش عدد كبير من الحيوانات البحرية، وشبه المائية في مستعمرات كبيرة على طول سواحل أنتاركتكا، وفما يلي بعض هذه الحيوانات:

طيور البطريق Penguin : نوع من الطيور البحرية غير القادرة على الطيران، تقضي هذه الطيور نصف حياتها تقريباً على اليابسة، بينما تقضي النصف الآخر تحت الماء، وهي من الحيوانات ذات الدم الحار، وتواجه درجة حرارة - ٤٠ م°، ودرجة حرارة الماء - ٢,٢ م°، إن جسم البطاريق ملائم للعش في الأماكن الباردة وفي الماء الجليدية الباردة، وتتمتع بخواص مقاومة للماء، إذ أن جسم البطاريق يحتوي على طبقة من الدهون تحت الجلد ويعلو هذه الطبقة ريش كالزغب، يعلوه طبقة من الريش الخارجي قصير وسمك، يحول دون تجمد ذلك الريش، كما يوجد على جسمه بعض الغدد تُفرز زيتاً لتغطية ريشه، ويجعل جسمه مقاوماً للماء والرياح، وتهاجر في مجموعات كبيرة قاطعة مسافة أكبر من ٧٠ كم من أجل التنازل، يقوم بتدفئة البض والصغار بإبقائهم تحت ثنية في منطقة البطن وبحملها على الأرجل. وهناك عدة أنواع من طائر البطريق تتكاثر في القطب الجنوبي منها طيور البطريق الإمبراطور Emperor Penguin هو أطول وأثقل أنواع البطاريق التي تعيش وتتوطن في القارة القطبية الجنوبية، ويقضي حياته كلها على الجليد وماهه في القطب الجنوبي، وطيور البطريق شريطي الذن Chinstrap penguin له شريط أسود ضيق على ذقونها ووجنتيها، وطيور البطريق آديلي Adelie Penguin من أصغر أنواع البطاريق حجماً، وأكثرها شيوعاً، وطيور البطريق المكرونة أو البطريق الذهبي Macaroni Penguin يتميز بقمة صفراء مميزة، والوجه باللون الأسود، وطيور البطريق الملكي Royal Penguin تتميز بوجه وذقن أبيض اللون، وطيور البطريق ماجلاني Magellanic penguins ، تعيش على سواحل الأرجنتين وتشيلي وجزر فوكلاند وهذه الأنواع على أنها من أكثر أنواع البطاريق المهددة بالانقراض، وطيور البطريق جنتو Gentoo Penguin لديها شريط أبيض واسع يمر عبر قمم رؤوسهم من عين إلى أخرى، يعيشون على جزر فوكلاند (تقع في جنوب المحيط الأطلسي على الجرف باتاغونيا، والطرف الشمالي لأنتاركتكا)، وطيور البطريق روك هوبر Southern rockhopper penguins ناطط الصخور، هو نوع صغير الحجم من البطاريق، ويتميز بخصله من الريش الأصفر، فوق العينين ويشكل نوعاً من الحواجب، الصورة ١٤٠. بعض أنواع طيور البطريق.



الصورة ١٤٠. طيور البطريق

طيور الخرشفة Arctic Tern : (خطاف البحر القطبي): يتبع الفصيلة النورسة، من الطيور البحرية متوسطة الحجم عموماً، فطولها يراوح من ٣٠ إلى ٣٩ سم، وعرض جناحيها من ٧٦ إلى ٨٥ سم، ولون ريشها أبيض ورمادي، في حين أن منقارها وأقدامها حمراء، وتشتهر الخرشفة القطبية برحلة هجرتها السنوية الطويلة فهي تُسافر من القطب إلى القطب، من أراضي تكاثرها في القطب الشمالي إلى أطراف أنتاركتكا، وهذا يعني أنها تمر بفصلي صيف خلال العام، صيف القطب الشمالي حيث يتكاثر، والصيف الآخر في أنتاركتكا، يستفيد من الرياح للتمكن من ركوب تيارات الهواء، وهي تقوم بالغالبية العظمى من حاجاتها ووظائفها الطبعية خلال طيرانها دون الحاجة إلى الهبوط.

طائر القطرس albatrus الباتروس: من الطيور البحرية الكبيرة الذي يقضي معظم حياته بالقرب من البحر، يعيش في المحيط ثم ينتقل إلى اليابسة في مواسم التكاثر، يمتلك جناحين يمتدان لأكثر من ثلاثة أمتار وقت الطيران، ويقضي طائر القطرس معظم حياته في الهواء، ويهبط على الأرض فقط من أجل الغذاء والتكاثر وخلال فترة التعشيش، يبني أعشاشه في أعلى الشواطئ الصخرية لجزيرة ستيل جسون النائية، هذه الطيور من الأنواع المهددة بالانقراض بسبب حصار الطيور بشباك الصيد، وانخفاض فرائسها الطبعية. الصورة ١٤١. طيور الخرشفة والقطرس.



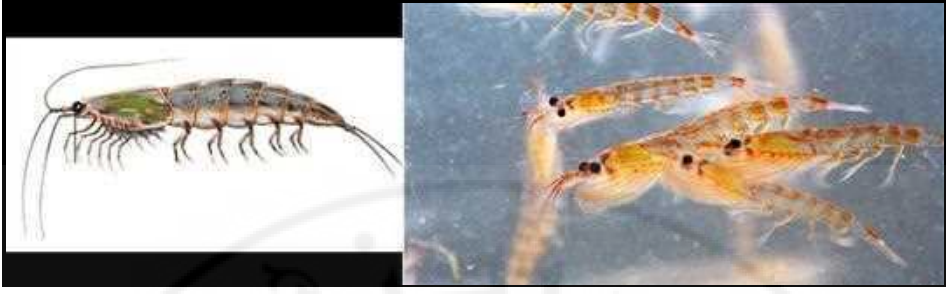
الصورة ١٤١. طيور الخرشفة والقطرس

ذبابة القطب الجنوبي *Belgica antarctica* بلغكا أنتاركتكا : الحشرة الوحيدة التي يمكنها البقاء على مدار السنة في أنتاركتكا، ذبابة صغيرة بدون أجنحة، يراوح حجمها ما بين ٢ و٦ ملم، دانتها قصيرة فقط لمدة عشرة أيام في الصيف، وتقضي معظم دورة حياتها في مرحلة اليرقة التي تصل لمدة عامين مجمدة في جليد القارة القطبية الجنوبية، على عمق ١ سم، حيث يُساعد الغطاء الثلجي والجليد في الحفاظ على درجة حرارة ثابتة، وعند البلوغ تقضي الذبابة من ٧ إلى ١٠ أيام تتزاوج، وتضع بضعها، ثم تموت، تحمي نفسها من البرد عن طريق تخزين السكريات في خلاياها، مما يساعدها على منع التجمد. الصورة ١٤٢. ذبابة القطب الجنوبي.



الصورة ١٤٢. ذبابة القطب الجنوبي

الكريل *Kril* نوع من القشريات الصغيرة التي تشبه الجمبري، ويوجد بأعداد كبيرة في المدط الجنوبي، ويُعد من أهم حيوانات القطب الجنوبي في السلسلة الغذائية، تتغذى على العديد من حيوانات القطب الجنوبي، بما في ذلك الحيتان، والفقمة، والطيور البحرية، يعيش في أسراب تهاجر باستمرار، في المياه العميقة خلال النهار، ثم تصعد إلى السطح ليلاً. الصورة ١٤٣. كريل القطب الجنوبي.



الصورة ١٤٣. كريل القطب الجنوبي

فقمة أنتاركتيكا: زعنفات الأقدام Pinnipedia، تعيش في المياه المتجمدة في أنتاركتيكا، ثدييات بحرية تقضي معظم وقتها في المدط، تحولت أطرافها إلى ما يشبه الزعانف، وأجسامها مغطاة بالشعر وجلدها مزود بطبقة دهنة ثخينة تمكنها من تحمل البرد الشديد، وتخرج عادة من الماء من أجل الراحة أو تناول الطعام أو للتعرض لأشعة الشمس أو التزاوج أو الولادة. والفقمات من الحيوانات المهددة بالانقراض، وذلك لكثرة صيدها بهدف الحصول على جلودها، واستخلاص الزيت من شحوماتها. وتشتمل الفقمات الموجودة في القطب الجنوبي على **فقمة الفيل الجنوبية** *Mirounga leonine* تُعد أحد أكبر الثدييات المائية، تتواجد في مدط القطب الجنوبي. والفقمة **آكلة السلطعون** *Lobodon carcinophagus* الأكثر شيوعاً في العالم، وأكثر الفقمات عدداً في العالم، ويعود انتشارها وأعدادها الهائلة لاعتمادها في التغذية على قريدس القطب الجنوبي الغني بالمدط المتجمد الجنوبي، وعلى عكس ما يوحي به اسمها لا تأكل السلطعانات، بل تعيش على جراد البحر والأسماك، والحبار. والفقمة ذات الفراء أو دب البحر *Arctocephalus pusillus* أريكتوسفالوس بوزيلوس تتميز بالفراء السمك، والذي يساعدها على الحفاظ على البقاء في منطقة التجميد للمياه الباردة، وأعدادها آخذة في الانخفاض، نتيجة عمليات الصيد التجاري الذي أدى إلى انخفاض أعداد الأسماك، والتشابك في معدات الصيد. **وفقمة النمر أو نمر البحر** *Hydrurga leptonyx* هيدرونغا ليبينوكس، ثاني أكبر أنواع الفقمة في القطب الجنوبي، وهو الأكثر شيوعاً في نصف الكرة الجنوبي على طول ساحل القارة القطبية الجنوبية، وهي حيوانات مفترسة وشرسة، حيث تستخدم أسنانها القوية والطويلة لقتل الفقمات الصغيرة، والسمك، والحبار، وطيور البطريق. **وفقمة ويدل** *Weddell Seal*، موطنها هو الأقرب إلى القطب الجنوبي، يُشبه وجهها وجوه القطط. الصورة ١٤٤. فقمة أنتاركتيكا.



الصورة ١٤٤. فقمة أنتاركتكا

الحيتان Cetacea: تُعد الحيتان من أكبر المخلوقات على الأرض، ثدييات بحرية كبيرة الحجم، تتنفس الهواء من خلال الرئتين، وهي من ذوات الدم الحار، تنقسم إلى قسمين، الحيتان ذوات الأسنان، والحيتان التي لا تمتلك الأسنان، تنجذب الحيتان إلى المياه الباردة لمنطقة القطب الجنوبي في اتجاه أسراب الكريل الموجودة في المدط الجنوبي، وهناك ١٠ أنواع من الحيتان تعيش في مياه أنتاركتكا، وكثير من هذه الأنواع هي مهاجرة خلال فصل شتاء القطب الجنوبي بانتظام إلى المياه الأكثر دفئاً، لتخفف الضغط الذي تسببه درجة الحرارة على جلودهم، ومنها **حوت المنك القطبي الجنوبي** *Balaenoptera bonaerensis* واحدة من أصغر أنواع الحيتان، ويُعد **الحوت الأزرق** *Balaenoptera musculus* أكبر الحيوانات المعروفة على الإطلاق، **والحوت الأحدب** *Megaptera novaeangliae* أو الحوت السنامي (حوت الجمل)، **وحوت العنبر** *Physeter macrocephalus* يُشتق اسمه من سائل شمعي يُعرف باسم العنبر يوجد في رأسه الضخم، **والحيتان قارورية الأنف الجنوبية** *Hyperoodon*. الصورة ١٤٥. حيتان أنتاركتكا.



الصورة ١٤٥. حيتان أنتاركتكا

دولفين حوت أوركا *Orcinus orca* : الحوت القاتل لا يُهاجر مـاه أنتاركتكا، هو أكبر أنواع عائلة الدلافين، ويوجد في قمة السلسلة الغذائية، ويتغذى الحوت القاتل على حيوانات القطب الجنوبي الأخرى مثل الفقمة وحتى الحيتان الأخرى، طوله نحو ٨ أمتار، ويصل وزنه إلى ٦ طن، ويتميز بتلونه باللونين الأسود في الظهر، والأبيض في الأجزاء السفلى من جسمها. الصورة ١٤٦. دولفين حوت أوركا



الصورة ١٤٦. دولفين حوت أوركا

أسماك أنتاركتكا هناك عدد قليل جداً من أنواع الأسماك تعيش في مـاه أنتاركتكا، والمعروفة أيضاً باسم أسماك الدم الأبيض، إنها فريدة من نوعها لأنها الفقاريات الوحيدة في العالم التي تنقر إلى هـمـوغلوبيـن البروتين المرتبط بالأوكسجين، وهناك نوعان سمكة القطب الجنوبي المسننة *mawsoni*، وسمكة باتاغون المسننة *eleginoides*، ويعيش هذان النوعان في قاع البحر في عمق ما بين ١٠٠ متر حتى ٣٠٠٠ متر، يصل طولها نحو ٢ م، ووزنها إلى ١٠٠ كـغ، وتعيش أسماك القطب الجنوبي المسننة بالقرب من البر في القارة القطبية الجنوبية، في حين يعيش سمك الباتاغون المسنن في المـاه تحت القطبة الأكثر دفئاً نسبياً. ونظراً لدرجة حرارة

الماء المنخفضة، تنتج هذه الأسماك بروتينات مضادة للتجمد في الدم والأنسجة، والسكريات تمنع تشكيل بلورات الجليد، والصيد المفرط أدى إلى خفض أعدادها. الصورة ١٤٧. أسماك تعيش في مياه أنتاركتكا



الصورة ١٤٧. أسماك تعيش في مياه أنتاركتكا

٢.٢. حيوانات صحراء القطب الشمالي **Arctic**: صحراء القطب الشمالي تشمل كامل المحيط المتجمد الشمالي، الذي تغطيه الثلوج بصفة دائمة وعده يصبح خارج نطاق مناطق المحيط الحيوي، حيث يفتقد مقومات الحياة، ولكن تظهر بعض الحيوانات على حدود الدائرة القطبية الشمالية، دأهم كلها مرتبطة بماء المحيط، ودرجة حرارته، فالبهار المحطة بالصحراء القطبية الشمالية موطن لعدد من الحيوانات تكفت مع ظروف طبعها المحطة بها، ويتباين أعداد الحيوانات فيها ما بين الصيف والشتاء القطبي، تبعاً لتوفر الغذاء، ففي الصيف تشرق الشمس باستمرار، فيتاح بذلك للعوالق النباتية أن تقوم بعملية التركيب الضوئي على مدى ٢٤ ساعة يوماً، لذلك تنمو وتتكاثر بسرعة، وتشكل العوالق النباتية غذاء وفيراً للعوالق الحيوانية التي يتراد عددها أيضاً، التي تتغذى جمع الحيوانات، حيث تشكل هذه العوالق أساس حياة المحيط. لذلك تُعد موطناً لعدد من الحيوانات منها:

الدببة القطبية Ursus maritimus : من أكثر حيوانات القطب الشمالي تكافاً مع بيئتها، لما يتمتع به من صفات تمكنه من التأقلم مع تحديات شتاء القطب الشمالي ومن هذه الصفات امتلاكه فراء بلون أبيض مماثل للبيئة التي يعيش فيها، ويتكون هذا الفراء من طبقتين، طبقة فرو خارجية مكونة من شعر طويل يتميز بأنه زيتي، ويرأوح طول الشعر بين ٥ و ١٥ سم، كما توجد طبقة من الدهون يرأوح سمكها ما بين ٥ و ١٠ سم، والتي توفر للبد مخزوناً من الطاقة عندما لا يتوفر له الطعام، وتعمل كطبقة عازلة لحمايته من البرد، وتساعد على الطفو على الماء، وتحت

الفراء الأبيض جلد أسود اللون يمكنه من امتصاص أشعة الشمس، كما يمتلك مخالب قوية، وحادة تُمكنه من حفر الجليد، قوائمه قصيرة ضخمة جداً وذلك كي يتوزع ثقل الحيوان عليها أثناء سيره على الثلج أو الجليد الرقيق، لمساعدته على التجذيف عند السباحة، كما أن باطن القدم عنده مغطى بطبقات صغيرة ناعمة تؤمن لها الثبات على الجليد، ويقلل من خطر الانزلاق. والدببة القطبية لا تتدخل في حالة بات شتوي حقة، ولذلك يُسمون باتها النوم الشتوي، بل تنشط على مدار السنة، باستثناء الإناث الحوامل يحفرون جحر الأمومة وفي خلال تلك الفترة لا تأكل إناث الدببة ولا تشرب، إن تراكم الدهون قبل السبات في الدببة القطبية الأنثوية يمكنهم من توفير بيئة كافية ودافئة ورعاية للدياسم (الديسم صغير الدب)، تولد أغلب الدياسم خلال فترة السبات الشتوي للأنثى. ويُصنف الدب القطبي على أنه مهدد بالانقراض، نتيجة الصيد الجائر.

الثعلب القطبي Arctic Fox (رفيق الدب القطبي) هو ثعلب صغير الحجم، يعيش في المناطق القريبة من القطب الشمالي، وهو قادر على البقاء في درجة حرارة قصوى تصل حتى - ٥٨ م°، وهو رفيق الدب القطبي لأنه يعتمد في غذائه على بقايا الحيوانات التي تقتلها الدببة، تكف مع هذه الطبقة لما يتميز به من فراءه الأبيض السمك العازل ونظامه درجة الحرارة يجعله حيوان قطبي بمعنى الكلمة، بالإضافة إلى أن أذنه الصغيرتين، وخطمه القصير، وأقدامه مغطاة بالفرو، والتي لا تغوص في الثلج بفضل قطرها وعرضها السمك، وفي الصيف يستبدل الثعلب القطبي فراءه الأبيض بفراء رمادي، وثلث القطب الشمالي لا تقوم بالسبات بل تبقى نشطة طوال السنة. **أرنب القطب الشمالي** *Lepus arcticus* : نوع من الأرانب البرية التي تكف مع الموائل القطبية، بفضل معطف سمك من الفرو، وهو عادة ما يحفر حفراً عميقة تحت الثلج للنوم وطلب الدفء، ويمتلك مخالب طويلة، خاصة على ساقيه الخلفيتين، له آذان قصيرة، للتقليل من فقدان درجة الحرارة. الصورة ١٤٨. ثدييات القطب الشمالي.

ذئب القطب الشمالي Polar Wolf (*Canis lupus arctos*) : الذئب الأبيض، هو نوع فرعي من الذئاب الرمادية يعيش ذئب القطب بالقرب من الدائرة القطبية الشمالية، في شمال كندا، وألاسكا، والأجزاء الشمالية من غرينلاند، وهو أصغر حجماً من الذئب الرمادي، إذ يراوح طوله من ٩٠ إلى ١٥٠ سم، والذئاب القطبية قادرة على تحمل درجة الحرارة دون الصفر، وتمتلك فرو سمك يتكون من طبقتين، إحداها خارجية كثيفة، والثانية داخلة بالقرب من الجلد تحمى من الماء، وتعمل آذانها الصغيرة وتركيبه أقدامها على الحد من فقدان درجة حرارة الجسم، وتنام هذه

الذئب بجانب بعضها البعض لتدفئة أجسادها خلال البرد القارس. ويستهلك كمية كبيرة من الغذاء حين يكون الطعام متوفراً، أما في أحوال الندرة فممكنها أن تبقى بدون طعام لأكثر من أسبوع، ويهاجر قطع الذئب القطبية إلى الجنوب في الخريف أو الشتاء المبكر، حيث أنها تتبع الرنة وثور المسك. الصورة ١٤٨. ثدييات القطب الشمالي.



الصورة ١٤٨. ثدييات القطب الشمالي

زعنفة الأقدام: منها الفقمة seals تعيش بشكل أساسي في مياه القطب الشمالي الباردة، هناك ١٨ نوع من حيوان الفقمة، الصورة ١٤٩. زعنفات الأقدام في مياه القطب الشمالي الباردة. ومن أنواعها الفقمة القيثارية harp seal فقمة عديمة الأذنين. والفقمة الفيلة elephant seal (فيل البحر) نسبة إلى خطمها المنتفخ الشبه بخراطوم الفيل، وهي فقمة نادرة الوجود. والفقمة الفرائدة fur seal فقمة كبيرة ذات أذنين بارزتين، وقد أوشكت الفقمة الفرائدة الشمالية على الانقراض بسبب صيدها من أجل فروها. والفقمة الحلقة Ringed أصغر أنواع الفقمة، ولديها رأس صغير يشبه القط، وقد حصلت على اسمها من فروها، لديها فرو بنقوش مميزة للبقع الداكنة المحاطة بحلقات رمادية فاتحة.

حيوان الفظ Walrus: أحد الثدييات زعنفات الأقدام، يشبه الفقمة، حيوانات كبيرة ضخمة الجسم تعيش في مجموعات على الجليد في المحيط المتجمد الشمالي، ويتميز بأذنيه العاجية الطويلة البارزة التي يصل طول كل منها لأكثر من مترين، يستخدمها الفظ كوسيلة للدفاع عن نفسه، وتسلق الصخور الجليدية، ويدط بأذابه حيوان الفظ غطاء كثف من الشعر الخشن

القاسي، أما جسمه مغطى بطبقة كثفة من الدهون تشكل عازلاً للهواء، وتعمل على المحافظة على درجة حرارة الجسم، ويمتلك أكاساً هوائية حول رقبته تساعده في إبقاء رأسه فوق الماء حتى ولو كان نائم، ويتعرض لخطر لصيد الجائر للحصول على أذابه العاجية ولحمه ودهنه.

أسود البحر sea lion أوتارينا Otariinae : حيوان بحري يشبه الفقمة، لكن الاختلاف هو أن أسد البحر يمتلك أذناً واضحة، أما الفقمة فأذنها عبارة عن فتحة خلف العين، بالإضافة إلى أن حجم أسد البحر أكبر وله زعانف أكبر من الفقمة، وسمي أسد البحر لوجود عرف حول رقبة الذكور يشبه لبدة الأسد، وتتميز أسود البحر بطبقة من الشعر الخشن القصير.



الصورة ١٤٩. زعنفات الأقدام في مآه القطب الشمالي الباردة

الحيتان: تكفت الحيتان للعش في مآه القطب الشمالي، تمتلك جمع الحيتان طبقة سمكة من الشحم يصل سمكها إلى نصف متر تقريباً، تُمكنها من الحركة بشكل انسابي، وكذلك من الطفو فوق الماء، والعزل درجة الحرارة وتخزين الطاقة اللازمة للصدام عند هجرتها نحو مآه المنطقة الاستوائية في مواسم التزاوج لحماية صغارها، وتبقى تلك الحيتان خلال فصل الشتاء في مآه المنطقة الاستوائية حتى تُطور صغارها ما يكفي من الدهن لتحمل درجة الحرارة المنخفضة جداً في القطب، ومن حيتان مآه القطب الشمالي نذكر:

الحوت المقوس الرأس Balaena mysticetus حوت نادر، يعيش في المحط المتجمد الشمالي، قرب كتل الثلج العائمة، خاصة في بحر غرينلاند، وبحار سيبيريا، يراوح طوله بين ١٦ إلى ٢٠ متر، ووزنه أكثر من ٦٠ طن، لديه عظمة الجمجمة ضخمة التي يستخدمها لاختراق جليد القطب الشمالي للتنفس، من أكثر الحيتان التي كانت تصطاد تجارياً، مما أدى إلى انخفاض عددها بشكل كبير. وحوت شمال الأطلسي الصائب Eubalaena glacialis من أكثر

أنواع الحيتان المهددة بالانقراض، لاصطاد الكثير منه، وغالباً ما تموت نتجة للاصطدام بالسفن، وبسبب التلوث الكمائي للماء، بالإضافة إلى قوعها في شباك الصيد. **وحوت حريش البحر (النروال المرقط) Narwhal** (وحيد القرن)، حوت نادر، ومن السمات المميزة الناب الطويل البارز من أمام رأسه، يمتد من الجانب الأيسر من الفك العلوي، ويبلغ طول السن من ٢ إلى ٣ أمتار. **وحوت البيلوغا Beluga** الدلفين الحوت الأبيض White Whale يتميز بلونه الناصع الباض وعدم وجود الزعنفة الظهرية كما هو الحال في باقي أنواع الحيتان المعروفة، وهو من الحيوانات الألفة حيث يظل يسبح بجوار القوارب، ويهدده خطر بعض الحيوانات المفترسة مثل الدب القطبي والحيتان القاتلة، بالإضافة إلى عمات الصيد للحصول على لحومها وجلودها والدهون الموجودة بها. **والحوت الأبيض مغالو Migaloo** أحد أنواع الحيتان الحذاء التي تنتمي إلى فصيلة الحيتان القافزة، له مميزات الخاصة به، مثل لونه الأبيض، وصوته، ورأسه الكبير، وجسمه قصير، وزعنفته الظهرية القصيرة نسبياً، ويصل طوله إلى نحو ١٦م، ووزنه يراوح ما بين ٤٠ إلى ٤٥ طن. **وحيتان الأوركا Orcinus** أو الحيتان القاتلة، ويتراأس الهرم الغذائي البحري حيث لا يوجد حيوان يتغذى عله، وتتميز الأوركا بنمط تلوينها الأبيض والأسود. الصورة ١٥٠. حيتان في ماء القطب الشمالي.



الصورة ١٥٠. حيتان في ماء القطب الشمالي

طيور القطب الشمالي: على الرغم من أن أغلب الطيور تهاجر من القطب الشمالي في فصل الشتاء، إلا أن بعضها يفضل البقاء مستخدماً الريش الذي يغطي الجسم والأقدام في تدفئة جسمه وأقدامه خلال فصل الشتاء، وذلك مثل طائر **ترمجان الصخر** Lagopus muta من فصيلة الدجاجات تكف مع بيئته حيث يتقوم بتغيير ريشه إلى اللون الأبيض للتمويه طوله لا يزيد عن

٤٠ سم، ووزنه لا يزيد عن ١ كغ. وطائر البومة الثلجة (هاري بوت Hedwig) واسعة الانتشار تتواجد في جميع الأراضي المحيطة بالدائرة القطبية الشمالية، وتفضل البقاء في منطقة القطب الشمالي، ولكن عندما لا يتوافر لديها الغذاء في فصل الشتاء فإنها تهجر إلى الجنوب، ويغطي جسمها وأقدامها ريش كثيف وسمك يُساعد على المحافظة على درجة حرارة جسمها. وطائر النورس الوردي *Rhodostethia rosea* من الفصيلة النورية، هو طائر يشكل الجنس الوحيد في عائلة النورس، يعيش الطائر في الفترة الباردة من العام في التندرا بالقرب من ساحل البحر فقط خلال فترة التعشش، وفي الأشهر المتبقية تحلق فوق سطح البحر، وتهبط في بعض الأحيان على الجليد لأخذ قسط من الراحة، ويغادر منطقة التعشش في أوائل فصل الصيف متجهاً إلى القطب الشمالي، يصل طول النورس الوردي إلى نحو ٣٥ سم، ولون ريش الصدر والبطن وردي اللون، يُعد من الأنواع المهددة بالانقراض. الصورة ١٥١. طيور القطب الشمالي.



الصورة ١٥١. طيور القطب الشمالي

٣.٢. حيوانات تندرا القطب الشمالي: على الرغم من قسوة الظروف البيئية فإن الإقليم يتسم بالوفرة النسبية، وهذا يعود إلى توافد بعض حيوانات القطب الشمالي شتاءً، وإقليم التايغا المجاور صيفاً، وتتميز حيوانات التندرا بهجرتها الفصلية، فعندما يشتد البرد تهجر جنوباً إلى حواف الغابات الصنوبرية، أو تقضي معظم الأوقات في سباتها الشتوي، وعندما يأتي الصيف تعود مرة أخرى شمالاً، عندما تزدهر الحياة النباتية والحيوانية في فصل الصيف، وتتمثل أهم أنواع حيوانات صحراء التندرا:

الذئب الرمادي Polar Wolf: (*Canis lupus*) أكبر أنواع الذئب وأشهرها وأكثرها انتشاراً، فهو يشغل مساحة واسعة من التندرا في القطب الشمالي، قد يبدو الذئب أضخم حجماً مما هو عليه، وذلك بسبب فرائه الضخم المؤلف من طبقتين، وتمتلك الذئب فراء صفراء وأخرى شتوية حيث تقوم بتبديلها في الربيع والخريف، وتم إدراج الذئب الرمادي ضمن الأنواع المهددة بالانقراض حيث لا يزال يتم صيده.

ثور المسك *Ovibos moschatus*: مظهره يشبه حيوان الجاموس وسُمي بهذا الاسم لانبعاث رائحة المسك منه لوجود غدد تحت عيونها تترك رائحة المسك عند فركها مع أغصان الأشجار، ويغطي جسمه شعر خشن كثف وطويل من الممكن أن يصل طول شعره إلى ١٠٠سم، ويوجد تحت الشعر طبقة سفلى كثيفة من الصوف تعمل كعازل لتدفئة الجسم والحفاظ على درجة الحرارة ولتمنع البلل، وقوائم قصيرة وقوية، وحوافر عريضة ومشقوقة يستخدمها لحفر الجليد للبحث عن الطعام، تعرض إلى الانقراض بسبب أنشطة الصيد غير القانونية، والتقلبات المناخية، لقد انقرض نهائياً من أمريكا الشمالية وكندا منذ قرن مضى، غير أن جهود الإنقاذ المكثفة ساهمت في السنوات القليلة الماضية في عودة نموه وانتشاره.

أيل الرنة *Rangifer tarandus*: يسمى كاريبو في أمريكا الشمالية، ويختلف عن أنواع الأيائل في عدد من الأشياء. منها يمتلك قرون كبيرة وأظلاف كبيرة وعريضة، وله طبقة صوفية سمكة، ويتلى شعره الطويل الكثيف إلى الأرض، والحوافر ضخمة تمنعه من الغوص في الثلج وترتحل بشكل متكرر إلى أماكن جديدة عندما يُصبح غذاؤها نادراً، ويريه سكان القطب الشمالي في شكل قطعان حيث يدرّبونها على حمل الزحافات وعربات الجليد وجرها، ويستخدمون جلودها في صنع الأحذية والملابس والخاب، كما يشربون لبنها، ويقعدون لحوم غير المستأنس منها. وبعد حادث تشرنوبل النووي في الاتحاد السوفييتي (سابقاً) عام ١٩٨٦م، حملت الرياح الموسمية الإشعاعات الذرية إلى شمالي إسكندنافيا، وأصبحت الأشنة التي تقتاتها حيوانات الرنة ملوثة، وانتقلت الملوثات إلى الرنة، ووجد مستوى الإشعاع في لحوم الرنة عالياً جداً حتى أنها لا تصلح للاستهلاك البشري ونتيجة لذلك كان لابد من قتل الآلاف منها.

ولفرين *wolverine*: حيوان الشره يشبه الدب، من عائلة ابن عرس، يُطلق عليه شيطان الشمال، لون فراءه بني مائل للأسود مع خطوط فاتحة على كلا الجانبين، يحمه من التجمد، ويوجد في أقدامها وسائد، ومخالب حادة حتى تمنع انزلاقه على الجليد، ويدخل هذا النوع من الحيوانات في قائمة الحيوانات النادرة في الوقت الحاضر، بسبب صيده للحصول على فرائه.

حيوان اللاموس *Lemming*: هو نوع من فصيلة القوارض يعيش في المنطقة الجليدية أو تحت طبقة الجليد، ويقوم بصنع الأعشاش من الأعشاب والريش وصوف ثور المسك، ويقضي معظم أوقاته في أنفاقه تحت الأرض، ملون الفراء بالبرتقالي والأسود، ويملك شعر طويل وناعم، ولديه ذيل قصير جداً، وخطم قصير مكسو بالشعر، وأرجل قصيرة، وآذان صغيرة.

القاقم أو القاقوم *Mustela erminea* ينتمي إلى عائلة ابن عرس، يراوح طوله من ١٦ إلى ٣١ سم، كما أن ذيله يبلغ طوله بمفرده من ٦ إلى ١٢ سم، فراءه في فصل الشتاء كثف جداً وناعم، في حين أن الفراء في الصيف يكون أقصر ومتفرقة، ويتحول لون الفرو البني في فصل الشتاء إلى اللون الأبيض، ويعيش القاقم بالقرب من البرك والبحيرات الصغيرة، حيث تتغذى على الرخويات والقشريات الصغيرة.

أرنب حذاء الثلج *Lepus americanus* snowshoe hare: سُمي بهذا الاسم نظراً لكبر حجم أرجله الخلفية والتي يبدو وكأنه يرتدي حذاء الثلج، وينمو شعر طويل على جانبي أقدامه وبين أصابعه تحميه من درجة الحرارة والغوص في الثلج، ويتغير لون فراءه من اللون البني في الصيف إلى اللون الأبيض في فصل الشتاء، وأذنه أقصر من الأرناب الأخرى وحواف أذنه وذيله لونها أسود. الصورة ١٥٢. حيوانات تنдра القطب الشمالي.



الصورة ١٥٢. حيوانات تنдра القطب الشمالي

عثة القطب *Gynaephora groenlandica* (كاتريلر): تعيش يرقاته في درجة حرارة أقل من -٦٠ م° تحت الصفر، ويبقى هذا النوع في حالة يرقات، لمدة سبع سنوات تقريباً، لذلك معظم الوقت تقضه بفترة سكون، مختبئة عادة بين الصخور، ما يمنحها الحماية من الطفيليات، ودرجة الحرارة كونها محاطة بالصخور، ويقتصر نشاط اليرقات على فترة قصيرة بعد ذوبان الجليد من ٣ إلى ٤ أسابيع خلال فصل الصيف، عندما تكون درجة الحرارة خلال النهار بين ٥ و ١٠ م°، وتكون اليرقات مغلقة بالشعر الناعم الكثيف، وتساعد الشعيرات على الاحتفاظ بدرجة حرارتها. الصورة ١٥٣. عثة القطب الشمالي.



الصورة ١٥٣. عثة القطب الشمالي

كما يقطن التندرا بعض الطيور، ومعظمها يُهاجر إلى الجنوب حين يشتد البرد منها: طيور البط الغواص Common Loons: من الطيور المائنة تقضي معظم عمرها في الماء ومن أنواعه: الغواص ذو الحنجرة الحمراء Red-throated Loon تتكاثر في مناطق القطب الشمالي في أمريكا الشمالية وأوراسيا، والغواص ذو الحلق الأسود أو غواص قطبي Arctic Loon تتكاثر في أوراسيا وغرب ألاسكا، ويهاجر نحو المناطق الساحلية والبحيرات الكبيرة والبحر المفتوح في فصل الشتاء، وغواص المحيط الهادئ Pacific Loon يتكاثر في بحيرات التندرا بكندا وشرق سيبيريا، والغواص أصفر البطن Yellow-billed Loon أكبر الأنواع ويتكاثر في منطقة القطب الشمالي على طول سواحل شمال المحيط الهادئ والأجزاء الشمالية الغربية من النرويج، ويتميز بمنقاره الطويل والحاد الذي يشبه الرمح، وريش أسود وأبيض كبير. الصورة ١٥٤. طيور الغوصات



الصورة ١٥٤. طيور الغوصات

طيور الأوك Auks (السيد): طيور تشبه في ظاهرها البطاريق بسبب ألوانها السوداء والبضاء، وقامتها المنتصبية وبعض من عاداتها، ومع أنها لا ترتبط بطيور البطريق، إلا أنه اعتقد العلماء أن طيور الأوك واحدة من أقدم سلالات النوراسات المتميزة بسبب شكلها، وخلافاً للبطريق يملك الأوك القدرة على الطيران، باستثناء الأوك الكبير الذي انقرض بحلول منتصف القرن التاسع عشر، ويوجد ٢٢ نوعاً من طيور الأوك يقتصر تواجدها على المياه الشمالية الأكثر برودة، تعش طيور الأوك في عرض البحر وتذهب للشاطئ فقط لوضع البيض، تقم معظم طيور الأوك أعشاشها بين الصخور، وتتميز طيور الأوك بقصر أجنحتها، منها **أوك دوفكي** Dovekie هو أصغر أنواع الفصيلة. **والمور الشائع** Common murre (أبو موس Razorbill iceland) أوك كبير الحجم ذو منقار مدبب أسود. **وأوك البفن** Puffin Fratercula arctica فراتيركولا أركتكا (ببغاء البحر)، وهو من الطيور النادرة والمهددة بالانقراض. **الغلموت** Black (Cepphus grylle) guillemot أو حمامة الغلموت، في موسم الصدف تغزو مناطق القطب الشمالي، وفي الشتاء تسلك طريق الجنوب، التي توصلها أحياناً حتى البحر المتوسط. الصورة ١٥٥. طيور الأوك



الصورة ١٥٥. طيور الأوك

البط المهرج أو **البطة المبرقشة** *Histrionicus histrionicus* : وتعرف باسم اللوردات والسيدات بسبب ريشها الجميل، بطة قصيرة المنقار، للذكر ريش رمادي أزرق ونقوش بضاء

فاقعة وكستنائية، مع هلال أبيض عند قاعدة المنقار، وله شرائط رققة بضاء على الصدر وخطوط بضاء على الجناحين، الأنثى رمادية بُدة مع رقع بضاء على الوجنة والأذن، وتقضي معظم فصل الشتاء بالقرب من السواحل الصخرية على سواحل المدط الأطلسي والمدط الهادي. الصورة ١٥٦. البط المهرج.



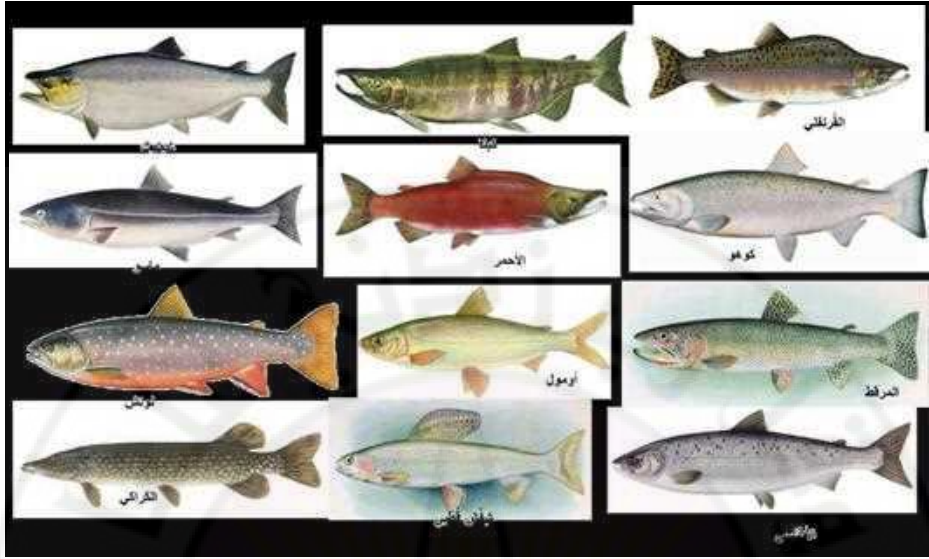
الصورة ١٥٦. البط المهرج

الأسماك: هناك عدة أنواع من الأسماك تعيش في البحيرات الباردة من أحواض التندرا، والبحيرات الجليدية العميقة، وهناك أنواع تقضي الشتاء في مياه المدط، ومع ذوبان الجليد يذهبون إلى الأنهار والجداول لتتكاثر ومن أنواع الأسماك نذكر:

سمك الكراكي (Esox (hecht : من أسماك المياه العذبة من القسم الشمالي للكرة الأرضية بين أمريكا الشمالية، وأوروبا، وشرقي سيبيريا، يرجع أصلها إلى أمريكا الشمالية، وهو يتميز باللون الرمادي والأخضر الذي يظهر دائماً بخطوط مرقطة على طول الظهر، وتفضل العش في البحيرات متجددة المياه والأنهار بطيئة الجريان والمعشبة، وتتكاثر في المياه الضحلة قريباً من الشاطئ، متزامناً مع ارتفاع درجة حرارة الماء إلى ٣ . ٦ م°، هذه الأسماك تحتوي على مجموعة من الأسنان الحادة.

السلمونيات: سمك السلمون Salmon اسم لعدة أصناف من السمك لها سمات مشتركة، تعيش في المدطين الأطلسي والهادي، وفي البحيرات الكبيرة، وهناك أنواع مختلفة من سمك السلمون، ويعيش معظمها في المياه المالحة، أو يهاجر بين الأنهار والبحار، ويعد سمك السلمون من أهم أنواع الأسماك التي تحتوي أجسامها على زيوت أومغا ٣ التي تعد علاج لكثير من الأمراض، وتحتوي أفواهها على صف واحد من الأسنان الحادة، تضع السلمونيات بضعها في مجرى المياه

العذبة، ويقضي معظمها بعض الوقت في مياه المدط المالحة، بعد ذلك تعود إلى المجاري العذبة الذي بدأت حياتها فيه لتبض، وتسمى دورة الحياة هذه بالهجرة حيث يسبح السلمون إلى أعلى النهر في موسم وضع البض، وتكافح التيارات المندفعة، وتقفز خلال دوامات وشلالات شديدة المنحدرات بارتفاع يصل إلى ثلاثة أمتار، وتستغرق هذه العملية من سنتين إلى ثلاث سنوات قبل الخروج اللاحق إلى أماكن التكاثر. ومن أنواع سمك السلمون المدط الهادي سمك السلمون الوردي الثرنفلي أو سمك السلمون الحذاء *Oncorhynchus gorbuscha* أصغر سمك السلمون، وسمك السلمون كيتا *Oncorhynchus keta* (تشام سلمون *Chum salmon*) يُعرف أيضاً بسلمون الكلب لأذنيه الكبيرة جداً بحيث لا يغلق فمهم. والسلمون كوهو (*Coho*) *Oncorhynchus Kisutch* المسمى أيضاً بالفضي بسبب لونه الفضي. والسلمون الأحمر (السلوقي) *Sockeye salmon*. وسمك السلمون شينوك (*Chinook*) *Oncorhynchus tschawytscha* أكبر سمك السلمون. والسلمون ماسو *Oncorhynchus masou* أصغر سمكة لديها أسنان كبيرة جداً. وسمك السلمون المرقط (سفاح) *Oncorhynchus clarki*. ومن أنواع سمك السلمون الأطلسي *Salmo Salar* السلمون الأسود. وسلمون غرايلنغ *Grayling* *Thymallus arcticus* شِفَش قُطبي *Arctic grayling*. وسمكة لوتش القطبي *Arctic char* (شار *loaches*) من أسماك المياه الباردة في عائلة السلمون التي تعيش معظم حياتها في المدط المتجمد الشمالي، ويشبه جسدياً السلمون، وجلدها الفضي مرقط باللون الوردي. وسمكة أومول بايكال *Baikal omul*: سمكة تفضل العيش في ماء بارد ونقي غني بالأكسجين، والأماكن العميقة على عمق ٣٠٠ متر، تعيش بالمنطقة القطبية الشمالية في جمع المسطحات المائية الشمالية تقريباً. الصورة ١٥٧. بعض أنواع الأسماك في مناطق التندرا في نصف الكرة الشمالي.



الصورة ١٥٧. بعض أنواع الأسماك في مناطق التندرا في نصف الكرة الشمالي

بناءً على ما سبق يتسم إقليم الصحاري الباردة بالوفرة الحيوانية النسبية رغم الأحوال البيئية المناخية القاسية وندرة النباتات، وهي ظاهرة حيوية يتقرب بها الإقليم عن إقليم الصحاري الحارة.

٣. تأثير الإنسان:

يفترض الكثير من الناس أن الصحاري خالية من الدابة، والحققة الصحراء عالم يعج بالكثير من الكائنات الحية، وهناك أصناف غير موجودة في أي بقعة أخرى من العالم، فريدة الوجود في الصحاري، فإذا انقرضت، فإنها تنقرض تماماً من الكرة الأرضية. يعتقد العلماء أن الأراضي الصحراوية تكونت من أراضٍ مماثلة قبل آلاف السنين، ومنذ ذلك العهد الغابر لم يحدث أي تغيير في العوامل الطبعة المكونة للصحراء، حيث أثبتت الدراسات التي قام بها الباحثون أنه في عام ألفين قبل الميلاد، كانت الصحراء أرضاً واسعة مغطاة بالنبات الأخضر^١، وبها العديد من الغابات والمروج والأنهار، والعديد من الحيوانات البرية، والنهرية،

١. في دراسة قامت بها جيسكا تيرني Jessica Tierney من جامعة أريزونا مختصة في علم المناخ القديم بقياس معدل هطل الأمطار من خلال تحليل الرواسب البحرية التي أخذت من قبالة ساحل غرب أفريقيا، وجدت أن الطقس كان أكثر رطوبة من اليوم بعشرة أضعاف وتتراهم هذه الفترة الزمنية مع هجرة بشرية جلبت معها الزراعة إلى المنطقة. كما يؤكد العلماء الباحثون أن هناك دورة مناخية لا بد أن تتكرر من جديد لتعود الصحراء إلى ما كانت عليه سابقاً، مروجاً خضراء، وستعود تجري فيها الأنهار والبحيرات.

والبحرية، وذلك وفق ما تم اكتشافه نتجة الأحافير والرسومات والنقوش التي عثر عليها الباحثون والعلماء، حيث توجد تحت أعماق الرمال الصحراوية علامات لأنهار قديمة، وآثار لنباتات وحيوانات كانت تعيش فيها، إلا أنه خلال ٣٠٠ عام تبدلت صفاتها لتغدو صحراء شاسعة مترامية الأطراف في عام ١٧٠٠ قبل الميلاد، حيث لعب سلوك الإنسان دوراً محورياً في إحداث التغيرات السريعة في البيئة الصحراوية التي تسببت في انخفاض معدل هطل الأمطار، وعمل على انتشار هذه المناطق، وإتلاف الملايين من المساحات الخضراء سنوياً المتاخمة للأراضي الصحراوية، وهدد الثروات النباتية والحيوانية التي تعيش في الصحراء، وذلك نتجة قطع الأشجار، والرعي الجائر، زراعات مطرية وأراضي مروية، وعمليات الجمع الجائر للنباتات لاسما الطبقة، وصيد الحيوانات البرية، وإدخال أنواع غريبة (الغازية) من الكائنات، واستغلال الثروات المعدنية، والتوسع العمراني والصناعي الكبير، وزيادة تلوث البيئة نتجة الأنشطة الصناعية لاسما قطاع الغاز والبترو، ودفن المواد الإشعاعية مما يؤدي إلى تلوث البيئة، كل هذا وغيره أدى إلى فقدان الموائل الطبقة وضعف التنوع الحيوي.

وتؤكد الدراسات حول آثار السلوك البشري في النظام البيئي في الأراضي الجافة لمجموعة بيوديفير سيدي للأبحاث بالمعهد الأرجنتيني لأبحاث الأراضي القاحلة أن: الأنشطة البشرية تؤدي لاختلال في التوازن الطبقي للصحراء على مستوى العالم، وأن لها تأثير كبير في الحيوانات الثديية، إن طبقة التنوع الحيوي في الصحاري تتمثل في حالة الثدييات، فالثدييات الكبيرة تعطي إشارة واضحة إلى صحة النظام البيئي، إذ يشير العدد المستقر لقطعان الثدييات إلى وجود كثير من النبات للحيوانات العاشبة، وفرائس كثيرة للحيوانات اللاحمة، وبالتالي يدل تناقص قطعان الثدييات الكبيرة في الغالب، على أعراض نظام بيئي مضطرب. فمن الممكن أن تكون الحاة في الصحراء غير مستقرة بالنسبة للكثير من الثدييات، لأنها معرضة لأخطار حسب الأحوال البيئية، بما له من تأثير سلبي في القضاء على الموارد الغذائية التي تعتمد عليها، ويظهر التأثير الأكثر سلبيه بتعديل بنه أو أنواع النباتات السائدة، واختفاء النباتات المفضلة للرعي، وسادة النباتات الأقل استساغة، وهذا له وقع كبير على آكلة الأعشاب، وتبعاً لذلك على الحيوانات الرؤسة التي تقتربها.

كما تسببت الأنشطة البشرية في زيادة حدة التصحر، بالإضافة إلى التغيرات المناخية التي أدت إلى المزيد من الجفاف، وارتفاع درجة الحرارة، وقلة الأمطار في تلك المناطق (الاحتباس الحراري)، وبالاحتباس الحراري السريع الذي نعشه اليوم الناتج عن الاستخدام المفرط للوقود

الأحفوري، ينذر بحدوث تحول مهم في الظروف المناخية، وهو يتزامن على ما يبدو مع بداية انقراض جماعي^١ مماثل لانقراضات سابقة ارتبطت بتغيرات في المناخ العالمي في فترات مختلفة من تاريخ الأرض، ويعتقد العلماء أننا بصدد انقراض سادس عظم ولكن تلك المرة لن يكون مثل أي انقراض سابق تسببت به الكوارث الطبيعية مثل النازك والبراكين والزلازل، بل الإنسان هو من سيتسبب في الانقراض السادس أو كما هو معروف بانقراض الهولوسين.

كشفت العديد من الدراسات أن أفعال الإنسان ستدمر العصر الحالي، وتنتهي حاة الكائنات الطبيعية الأخرى، نتيجة تغيرات عديدة في المحيط الحيوي لاحظها العلماء، ناجمة عن التغيرات المناخية أو ما يُعرف بالاحتباس درجة الحرارة نذكر منها :

١. اخضرار الصحاري الجافة والحارة: يُذكر أن الصحراء لم تكن مغطاة بالرمال دائماً، إذ كانت منذ ١٠ آلاف عام عبارة عن سهل أخضر ضخم كان يزخر بالعديد من الأنواع النباتية، ويشير علماء الأنتروبولوجيا إلى أن الصحراء الخضراء أسهمت في مغادرة أسلافنا لأفريقيا، والانتشار في جميع أنحاء العالم. وأن الصحراء قد اخضرت وعادت إلى وضعها الحالي عدة مرات، وجاء ذلك متزامناً مع تغير المناخ على الأرض، وجاء تقرير معهد أبحاث المناخ^٢ في مدينة بوتسدام

١ . هناك خمس علامات انقراض جماعية للعالم الحيوي حدثت سابقاً، هي الانقراض الأوردوفشي . السيلوري، وانقراض العصر الديفوني المتأخر، وانقراض العصر البرمي، وانقراض العصر الترياسي . الجوراسي، وانقراض العصر الطباشيري، ويعتقد كثير من العلماء أن سادس عملة موات شامل للتنوع الحيوي وذلك بسبب أنشطة نوع واحد من الكائنات تطورت في نهاية المطاف مقارنة مع بقايا الكائنات السابقة وتمكن من استعمار الأرض، وهذا النوع هو الإنسان، مشيرين إلى أن الإنسان خلق مزيجاً ساماً من فقدان مواطن السكن والتلوث والتغير المناخي، مما أدى إلى فقدان ما لا يقل عن ٧٧ نوعاً من الثدييات، و ١٤٠ نوعاً من الطيور و ٣٤ نوعاً من البرمائيات منذ عام ١٥٠٠م.

٢ . يتغير المناخ اليوم بالوتائر السريعة نفسها التي كانت عندما تحولت الصحراء إلى السافانا، مما دفع الباحثين في المعهد إلى التنبيه بكلفة تغير المناخ في الصحراء خلال ١٠٠ عام مقبلة، حيث طور العلماء في المعهد ٣٠ نموذجاً مناخياً مختلفاً يأخذ بالحسبان تغير دورة التارات في المحيطات والرياح في الغلاف الجوي فوق أفريقيا، مع مراعاة زيادة متوسط درجة الحرارة السنوية. وتوصلوا إلى أن منسوب الأمطار التي تهطل على أراضي الصحراء سيزيد بنسبة ٣٠٠% بحلول عام ٢١٠٠م، وستجري هذه الزيادة بسرعة، خلال ٥ أعوام أو أقل، ونتيجة ذلك ستغطي أراضي كل من تشاد والنيجر وموريتانيا ومالي والعديد من الدول الأخرى الواقعة في إفريقيا الصحراوية بالسافانا، وسكون الاحتباس الحراري سبباً لهذه التغيرات ما سيؤثر على طابع حركة الرياح الموسمية قرب السواحل الأفريقية وسحرفها نحو الساحل خصوصاً والصحراء عموماً، إضافة إلى ذلك سيثير ارتفاع درجة الحرارة التبخر بشكل أسرع لماء المحيط الأطلسي، مما يزيد حجم الأمطار الموسمية ويسبب في ارتفاع الرطوبة، واستخلص العلماء أن تطور

في ألماندا ستخضر أطراف الصحراء ومناطق الجفاف خلال ١٠٠ عام، وستتحول الصحراء إلى السافانا، نتيجة تزايد كمية الهطل المطري الذي سيثيرها الاحتباس الحراري. وهناك مؤشرات إلى تزايد الداء النباتية في الصحراء وتتجه للاخضرار مجدداً ولكن اخضرار بطيء جداً.

٢. **ذوبان التربة الصقعة في التندرا:** تشير الدراسات أن منطقة التندرا آخذة في الاحترار بسرعة أكبر من أي منطقة حيوية أخرى على الأرض، بسبب ارتفاع حرارة الأرض. ويتسبب الاحترار العالمي في ذوبان التربة الصقعة، وذوبان هذه التربة قد يغير الأصناف التي تعيش هناك، كما أن ثلث الكربون المحبوس في التربة على أراضي التايغا والتندرا، وعندما تذوب التربة الصقعة فإنها تطلق الكربون في الجو على شكل ثاني أكسيد الكربون، حيث تشير التقديرات إلى أن نحو ١٤ % من نسبة الكربون في الأرض موجودة في التربة الصقعة، الذي ينتج عن تحلل الغطاء النباتي في البحيرات والأراضي الرطبة وهي غازات دفيئة، وحتى وقت قريب كانت التندرا تعمل كوسيلة لتقليل لكربون، حيث تمتص كمية ضخمة من ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي كجزء من عملة التمثيل الضوئي، وساعدت هذه العملة في منع تراكم هذه الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، أما اليوم فمع ذوبان طبقة الصقعة، وتحلل النباتات الميتة وإطلاق ثاني أكسيد الكربون، فقد تحول دور التندرا من امتصاص الكربون إلى نشر الكربون.

٣. **الآثار في النباتات:** يتسبب ارتفاع درجة الحرارة الناتج عن ظاهرة الاحتباس الحراري الكثير من الآثار السلبية المتوقعة في النباتات، كانتقال الحزمة النباتات بعيداً عن خط الاستواء باتجاه القطبين، وتزايد طول الشجيرات المنخفضة والأعشاب وغيرها من النباتات في القطب الشمالي بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وإزهار النباتات بأضعاف ما تزهر به في الوضع الطبيعي، وظهور واحات مائية غير اعتيادية في القطب الشمالي تنمو فيها الشجيرات والأعشاب نتجت عن ذوبان الجليد الأزلي، وتسارع في نمو الطحالب التي تنمو على ضفاف المدط المتجمد الجنوبي، ويأتي

الأحداث المشابهة في عدد كبير من النماذج تؤكد أن الصحراء ستخضر، بشرط ألا يتوقف ارتفاع درجة حرارة الجو والمحيطات. لقد أصبحت الصحراء أكثر اخضراراً حين ارتفعت درجة الحرارة في حدود نهاية العصر الجليدي قبل ١٢ ألف سنة، فبمقدور الهواء الأنفاً امتصاص كمية أكبر من الرطوبة من المحيطات ليهطل في شكل أمطار على المناطق القارية البعيدة، واليوم الشيء نفسه يحدث، وهو ارتفاع درجة حرارة العالم.

الخريف متأخراً وتذوب المزيد من التربة الصقعة في جنوب القطب الشمالي، وتنتشر الشجيرات التي لم تكن قادرة في السابق على تكوين جذور في التربة الصقعة.

٤. **تغيرات سلوكية، وفيزيولوجية، وتكاثرية، عند الحيوانات:** بسبب تدمير بيئاتها، وعدم قدرتها على التكيف مع الأحوال البيئية، هذا يدفع بعض الحيوانات إلى الانتقال من مكان إلى آخر بحثاً عن بيئة أفضل، كهجرة العديد من الأنواع الحيوانية في التندرا إلى الشمال، أو إلى مناطق أكثر برودة، فالكثير من الأسماك بدأت تهاجر نحو المناطق الشمالية بحثاً عن مياه أبرد، وانتقل الثعلب الأحمر الذي يعيش عادة في التندرا إلى الشمال ويتنافس الثعلب الأحمر مع الثعلب القطبي على الغذاء، كما قلت أعداد حيوانات المناطق الباردة مثل البطريق والدببة القطبية، فبعض أنواع البطريق كلبطريق الإمبراطور تناقص عددها من ٣٠٠ زوج إلى ٩ أزواج فقط، كما أن الدببة القطبية تراجعت أعدادها وقلت أوزانها مقارنة بشكلها قبل ٢٠ عاماً، ويضطر البكا الأمريكي الذي يعيش في غرب الولايات المتحدة، إلى الانتقال إلى ارتفاعات أعلى، لضمان ألا يقتله فروه الدافئ بسبب الطقس الحار، وهناك أنواع من السناجب بدأت تنهي فترة باتها أبكر بثلاثة أسابيع عما كانت تفعل قبل ٣٠ عاماً، وهناك حيوانات غيرت نظامها الغذائي، فعلى سبيل المثال الفقمة والحيتان في القطب الشمالي مضطرة لتغيير عاداتها الغذائية بسبب الاحترار المناخي لزيادة فرصها بالصمود، حيث يؤثر انحسار الجليد البحري في أعداد الفقمة المطوقة والفقمة الملتحة التي تستعمل القطع الجليدية الطافية للاستراحة والولادة، فما انتقلت الحيتان البضاء للصيد في أماكن أخرى، وغيرت نظامها الغذائي مستفيدة من وصول أنواع جديدة من الأسماك دفعها نحو الشمال احترار مياه المحيطات.

٥. **تغير أنماط هجرة الطيور** التي تعد أمراً حاسماً ومصيرياً لبقاء العديد منها، حيث وجد الباحثون أن ارتفاع درجة الحرارة يتسبب في تسريع عملة الهجرة، وحث الطيور على الهجرة مبكراً في جمع أنحاء العالم باختلاف أنواعها، وتسببت هذه التغيرات في خلل في التوازن الدقيق في النظام البيئي، إذا كان وصول الطيور المهاجرة في مناطق تكاثرها في وقت مبكر أو في وقت متأخر، فإن هناك فرصة وإمكانة لحدوث عدم تطابق في التفاعلات الغذائية، لأن الطيور تعتمد على الغذاء والموارد الأخرى أثناء سفرها، وقد يكون توقيت النباتات المزهرة أو ظهور الحشرات غير متزامن مع مرور الطيور المهاجرة، وثمة أنواعاً من الحيوانات امتنعت عن الهجرة كلاً، في حين باتت أنواع أخرى تهاجر إلى مناطق لم يسبق أن سجل وجودها فيها، وكان الوروار الأوروبي نادراً جداً في ألمانيا، فبات يتكاثر في أنحاء البلاد. والحسون المبوق الوردي الصدر،

الذي كان وجوده محصوراً في المناطق القاحلة من شمال أفريقيا والشرق الأوسط، بات موجوداً بأعداد متزايدة في جنوب إسبانيا.

٦. **ظاهرة البلوب The Blob (الارتفاع المتزايد في درجة الحرارة):** نفوق العديد من الكائنات البحرية في ظاهرة موت جماعي تعزى إلى موجة الارتفاع درجة الحرارة التي تركزت على هيئة بقعة من مياه شمال شرق المحيط الهادي، وذلك في الفترة الممتدة بين عامي ٢٠١٣ و٢٠١٦م، وهي الظاهرة المعروفة باسم البلوب، وعزا الباحثون السبب في ذلك إلى بقعة من المياه السطحية^١ كانت تركزت في شمال شرق المحيط الهادي ابتداء من ألاسكا وصولاً إلى كاليفورنيا، وتميزت بارتفاع درجة حرارتها بمعدل درجتين إلى ثلاث درجات عن متوسط درجة حرارة بقعة ماء المحيط، إضافة إلى الجوع الناجم عن انخفاض كمية العوالق الحيوانية في مياه المحيط الهادي، وعلى سبيل المثال الموت الجماعي على الشواطئ الممتدة من كاليفورنيا إلى كولومبيا لعدد من طيور المور، وهي أحد أنواع طيور الأوك الكبيرة، التي تتواجد في مياه شمال المحيط الهادي، سبب نفوق الطيور الجماعي ارتفاع حرارة المياه، ونقص الغذاء.

٧. **حدوث اختلال في السلسلة الغذائية:** لقد أدى ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى تقلص مساحات الجليد، وكمة الطحالب البحرية التي يستهلكها الكريل الذي يُشكل بدوره مصدر غذاء رئيسي لطيور البطريق، والحيتان، والفقمات... باتت الكريل أقل وفرة من السابق، وإن استمرت ظاهرة تقلص مساحات الجليد، فقد تؤدي إلى تراجع جمع أنواع الحيوانات التي تتغذى على الكريل ومنها الحيتان الزرقاء التي تتغذى بصورة أساسية على الكريل الموجود في القطب الجنوبي.

كما أن انخفاض نسبته الطحالب التي تقوم بعملة التمثيل الضوئي داخل المحيطات والبحار بجمع أنواعها، سيؤثر في الثروة السمكية، وبالتالي خللاً في النظام البيئي العالمي. وقد لا تنكف الدببة القطبية بالسرعة اللازمة مع تغير أوضاع الجليد التي تؤثر في موائل فرائسها من الفقمات، كما أن ذوبان الجليد البحري يهدد بقاء هذه الدببة، إن تواجد المفترسات يتأثر بوجود الفريسة، فالحبار الشائع غادر جنوب كاليفورنيا مع بدء ظاهرة النينو. وتبعته الحيتان التي

١ . يرى الباحثون أن عدد تلك البقع من المياه السطحية الحرارية باتت أكثر شيوعاً على مدار القرن الماضي، ومن المتوقع أن يزداد تواتر حدوثها مع ارتفاع درجة حرارة الكوكب، وتتشكل حالياً بقع مماثلة من مياه المحيط الساخنة في جميع أنحاء العالم؛ ما يهدد بكوارج خطيرة في الحياة البحرية، ما يعني أن نسبة الوفيات التالية ستكون أكبر بكثير.

تفترسه، وعندما عاد الحبار ملأت دلافين ريسو الفجوة التي خلفتها الحيتان، وقد ارتفع في الوقت ذاته عدد الدلافين القارورية الخطم، لكنه لم ينخفض بعد انتهاء ظاهرة النينيو، وحدثت تغيرات في أوضاع حوت العنبر شمال شرق المدط الأطلسي التي يُمكن أن تُنسب إلى تحوّل في تقلبات المدط تهلك الحبار الذي يفترسه

رغم الصورة القاتمة التي رسمتها الدراسات إلا أن معديها يؤكدون أنه لا تزال هناك إمكانية لتلافي تدهور هائل في التنوع البيولوجي من خلال تبني وسائل حفاظ مكثفة، ويؤكد العلماء أن تجنب حصول انقراض جماعي سادس يتطلب جهوداً سريعة ومكثفة، للحفاظ على الأنواع المهددة، وتخفيف الضغوط على أعدادها، وخاصة فقدانها مواطنها نتيجة السعي المفرط لتحقيق مكاسب اقتصادية مما سرع التغيرات المناخية.

للمحافظة على التنوع الحيوي في الصحاري، وحماية الأنواع المهددة بالانقراض، والعمل على إعادة تأهيلها، أولت العديد من الدول أهمية كبيرة في استراتيجيتها لحماية الأنواع المهددة بالانقراض وهناك العديد من المشاريع والبرامج التي تُركز على رصد الأنواع النادرة وبذل الجهد في سبيل حمايتها وإعادة صانته عن طريق إقامة المحميات الطبعة ونذكر منها على سبيل المثال:

١. **محمّة الجلف الكبير وجبل العوينات، وبحر الرمال الأعظم:** أكبر محميات مصر تُقدر مساحتها بنحو ٤٨٥٠٠ كم^٢، وتُمثل نظام بيئي فريد حيث يحتوي على مكونات التنوع الحيوي من النباتات والحيوانات النادرة والمهددة بخطر الانقراض دولاً مثل الكبش الأروبي، وتتميز الوديان بالنمو الكثيف لأشجار الطرفة والرطريط والطلح وغيرها. وأثبتت الدراسات تسجيل ٧٩ نوعاً من النباتات، كما تم تسجيل ١٠ أنواع من الزواحف البرية، وتسجيل ٢١ نوعاً من الثدييات البرية منها الغزال وتُلب الرمال، والكبش الأروبي، بالإضافة لانتشار فراشة السيدة الملونة، وشعبان أبو السيور المصري، وصرعوف الصحراء، وطائر المكاء، والأملق أبض كما كانت تحتوي المنطقة على المها العربي، والأبقار الوحشة التي انقرضت تماماً، والحاء النباتات بمحمّة الجلف الكبير تضم قرابة ١٠٠ نوع من النباتات التي تكفّت مع الأحوال المناخية شديدة القسوة، حيث تنتشر أشجار السال، والسلم، والسنت، والسلة، والقطنة الجبلي، وأعشاب الحنظل، والدهمة وغيرها من الحشائش.

٢. **محمّة دبي الصحراوية** هي أكبر محمية طبعة في دولة الإمارات العربية المتحدة، تغطي مساحة تُقدر بنحو ٢٢٥ كم^٢، وقد تم تسيجها لحماية الحيوانات والنباتات التي تنمو وتعش

بشكل طبيعي فيها، تأسست المحمة عام ٢٠٠٤م، وهي تُشكل موطناً لأكثر من ٥٠ نوعاً من النباتات، و١٢٠ نوعاً من الطيور، و٤٣ نوعاً من الثدييات والزواحف.

٣. **محمة كالاهاري الوطنية** Kalahari Game Reserve تُغطي مساحة ٥٢٨٠٠ كم^٢ تتميز أراضيها بالسهول المفتوحة الشاسعة مغطاة بالشجيرات والأعشاب، والبحيرات المالحة، وقعان الأنهار القديمة، والكثبان الرملية، سكن البوشمن في كالاهاري منذ آلاف السنين منذ العصر الحجري، وما زالوا يعيشون فيها ويتنقلون في جميع أنحاء المنطقة مثل الصيادين الرحل.

٤. **محمة أخدود انفيرنييللو**: تعد المكسك البلد الأول على مستوى العالم الذي يوجد به أكبر عدد من أنواع الصبار، حيث تضم أراضيها ما يقرب من ٢٠٠٠ نوع من الصباريات والنباتات الصحراوية الأخرى، مسجلة جمعاً بالشبكة العالمية لمحمات التنوع البيئي التابعة لمنظمة الأمم المتحدة للتعليم والثقافة (اليونسكو). تم إعلان منطقة تضم نحو ٨٠٠ هكتار من أخدود انفيرنييللو Cañón del Infiernillo شمال العاصمة مكسكو، وهي محمة طبعية بيئية وذلك من أجل الحفاظ على فصيلة نبات الصبار الذهبي المعروف عالمياً بالجولدن كاكنتوس golden barrel cactus، فضلاً عن حماية أكثر من ٥٠ نوعاً آخر من النباتات الصبارية المختلفة تتعايش في مكان واحد.

٥. **محمة القطب الشمالي الكبير**: تم إنشاؤها بهدف الحفاظ على أندر النظم الإيكولوجية في القطب الشمالي، والأنواع الفريدة والمهددة بالانقراض من النباتات والحيوانات التي تعيش على الساحل الشمالي لشبه جزيرة تايمر والجزر المجاورة، وتبلغ مساحة هذه المنطقة المحمة ٦٩٢٤١ كم^٢، مما يجعلها أكبر محمة في روسيا وكل منطقة أوراسيا، فضلاً عن أنها واحدة من أكبر المحميات في العالم، وتضم نحو ١٦٨ نوعاً من النباتات، هناك ١٥ نوعاً من الطحالب الكبدية، و ٧٤ نوعاً من السقان الورقية، وتتميز المنطقة المحمة بوجود ١٥ نوعاً من الفطر ينتمي معظمها إلى الأنواع النادرة، ويوجد ٧٠ نوعاً من الثدييات وأكثر الثدييات شعبة في المحمة القوارض ويحدد عددها عدد الحيوانات المفترسة، والثعالب القطبية الشمالية، والدب القطبي، والرنه... والأنواع النادرة من النوارس مثل النورس الوردي وهو نوع نادر مدرج في الكتاب الأحمر للاتحاد الروسي والحيات بيلوجا.



المراجع

باللغة العربية:

١. أبو شمة، محمود، وآخرون، الدراسات الجغرافية، مركز المناهج الفلسطينية، ٢٠١٧م.
٢. ابراهيم، علي عسى، الفكر الجغرافي والكشوف الجغرافية، دار المعرفة الجامعة، جامعة الاسكندرية، ٢٠٠٠م.
٣. أرزقي، أريج محند، انجراف التربة وحمايتها في التل الجزائري. المؤسسة الوطنية للكتاب. الجزائر. ١٩٨٥م.
٤. إ. أ. رادفورد، ج. كاتولو و ب. دي مونتولان، المناطق النباتية الهامة في جنوب وشرق البحر المتوسط المواقع ذات الأولوية للحفظ، الاتحاد الدولي لصون الطبيعة، ٢٠١١م.
٥. بابكر كرار، عصام عباس، أساسات الجغرافية الحيوية والأيكولوجية، كلة علوم الجغرافية والبيئة، جامعة الخرطوم، ٢٠١٥م.
٦. تشاح، عبد السلام، جغرافية النبات، دار إفريقا الشرق، ١٩٩٠م.
٧. حامي، عبد القادر، مدخل في الجغرافية المناخية والحيوية، ديوان المطبوعات الجامعة، الجزائر. ١٩٨١م.
٨. الحمداني، عبد الأمير، مكانة الأفعى في المعتقدات الرافدانية، مجلة الآداب السومرية. العدد الثالث، السنة الأولى ٢٠٠٨م.
٩. الخفاف، علي، شلش علي، الحادثة الجغرافية، دار الفكر، عمان، الأردن، ٢٠٠٠م.
١٠. الخوري، أكرم، وآخرون، الغطاء النباتي، منشورات جامعة دمشق، ١٩٩٣م.
١١. دراز، عمر، عبد الله مصري، المراعي في الوطن العربي، منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب، وزارة الثقافة، ٢٠١١م.
١٢. الدفاع، علي عبد الله، إسهام علماء العرب والمسلمين في علم النبات، مؤسسة الرسالة، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٥م.
١٣. دلو، برهان الدين، حضارة مصر والعراق، دار الفارابي، بيروت، ٢٠١٤م.
١٤. دننون، مايكل، التطور نظرية في أزمة، ١٩٨٥م، ترجمة آلاء حسكي، مؤمن الحسن، وآخرون، ط١، ٢٠١٧م.
١٥. سمير، معاذ، بصمات داروين في الكون. هندسة الحاء وتطورها، دار إي الكتب، لندن ٢٠٢٠م.
١٦. سلوم، محمد غسان، سهيل نادر، علم البيئة النباتية، منشورات جامعة دمشق، ٢٠١٢م.
١٧. الشاذلي، محمد، علي المرسي، علم البيئة العام والتنوع، دار الفكر العربي، القاهرة، ٢٠٠٠م.

١٨. الظاهر، نعم، الجغرافة الحيوية، قضايا حيوية معاصرة، الطبعة العربية، دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن عمان، ٢٠٠٩م.
١٩. عبد المجيد، فايد، جغرافة المناخ والنبات، دار النهضة العربية، بيروت ١٩٧١م.
٢٠. عبد الله، محمد كباشي، مدخل لدراسة الجغرافة الطبعة، أغلفة الأرض، ٢٠٠٥م.
٢١. عبد العال، عادل، الطب القديم؛ خلاصة أسرار الأطباء القدامى من الطبعة، ط٣، دار أجال للنشر والتوزيع، القاهرة.
٢٢. عبد العظم، أحمد محمد، تصنف الكائنات الحية، جامعة قناة السويس، بلا تاريخ.
٢٣. عزيز، ستار، تصنف النبات، جامعة بغداد، ٢٠١٧م.
٢٤. العسكر، محمود، عامر عبد المجيد، الغطاء النباتي وحفظ التربة، منشورات جامعة حلب، ١٩٩٥م.
٢٥. العودات، محمد عبو، وآخرون الجغرافة النباتية، مطابع جامعة الملك سعود، الطبعة الثانية، ١٩٩٧م.
٢٦. عسى، ناظم، الجغرافة النباتية والحيوانية، منشورات جامعة دمشق، ١٩٩٣م.
٢٧. الغريزي، عبد العباس، سعدية الصالحي، جغرافة الغلاف الحيوي (النبات والحيوان)، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ١٩٩٨م.
٢٨. غزمي، زين الدين عبد المقصود، أسس الجغرافة الحيوية، منشأة المعارف بالاسكندرية، ٢٠٠١م.
٢٩. مسلماني، نجوى، عبد المنعم أحمد، البيئة وتوزع النبات الجغرافي، منشورات جامعة حلب، ١٩٩٨م.
٣٠. مهدي، عبد الخالق صالح، عبد الوالي أحمد الخليوي، الجغرافة النباتية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ١٩٩٩م.
٣١. الموسى، فوز، جغرافة المخاطر والكوارث الطبعة، منشورات جامعة حلب، ٢٠١٨م.
٣٢. موسى، علي حسن، التغيرات المناخية، دار الفكر، دمشق، ١٩٨٦م.
٣٣. الموصللي، عماد، الجغرافة النباتية والحيوانية، منشورات جامعة دمشق، ١٩٨٩م.
٣٤. الواصل، ياسمين، نطاقات الغطاء النباتي، جغرافة حيوية، ٢٠١٨م.
٣٥. وهدان، وهدان، دور علم المناخ الحيوي في رصد تأثيرات البيئة على الإنسان، ٢٠٠٩م.
٣٦. الوهبي، منى، تصنف نباتات زهرية، جامعة الملك سعود، ٢٠١٤م.
٣٧. هولاند، بيتر، المملكة الحيوانية، ترجمة منير علي الجنزورين، ط١، مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة، القاهرة، ٢٠١٦م.

باللغة الأجنبية:

1. Huetz De Lemp: la végétation de la terre. Masson et C ie Editeurs. Paris. 1970.
2. P. Estienne, A. Godard: climatologie. Armand Colin. Paris. 1970.
3. P. Pédelaborde: Introduction à l'étude scientifique du climat. SEDES. Paris. 1970.
4. R. Emsalem: climatologie générale. SNED. Alger. 1970.
5. Escourou. G: climat et environnement. Masson.1981.
6. Grisolet, H et autres: climatologie, Méthodes et pratiques. Gautier-villars. Paris.1962.
7. Tabeaud. M: la climatologie générale. Armand Colin. Paris. 1998.
8. Péguy. Ch, P: Précis de climatologie. Masson. Paris. 1970.
9. A. Huetz De Lemp: la végétation de la terre. Masson et C ie Editeurs. Paris. 1970.
10. P. Estienne, A. Godard: climatologie. Armand Colin. Paris. 1970.
11. P. Pédelaborde: Introduction à l'étude scientifique du climat. SEDES. Paris. 1970.
12. R. Emsalem: climatologie générale. SNED. Alger. 1970.
13. Escourou. G: climat et environnement. Masson.1981.
14. Grisolet, H et autres: climatologie, Méthodes et pratiques. Gautier-villars. Paris.1962.
15. Raunkiær (1934) The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press

مواقع الشبكة العنكبوتية:

- 1 . www.qalqilia.edu.ps
- 2 . http://animalgroup2.blogspot.com/p/blog-page_31.htm
- 3 . <http://ar.wikipedia.org>
- 4 . <https://www.google.com/search>
- 5 . <http://www.sudaress.com/akhirlahza> 11 - 2 -2014

- **P.J. Darlington**, 1957. The zoogeography: The geographical distribution of animals. Wiley Publ. New York. Krieger Pub. Co. (June 1980).
- **Wilma George**, 1962. Animal geography. Heinemann Edu. Books Ltd.
- **John C. Briggs**, 1974. Marine zoogeography (Population Biology).
- **Frank Evers Beddard**, 2008. A Text-Book of zoogeography. Published by BiblioBazaar, LLC, 2008.
- **Miklos D. F Udvardy**, 1969. Dynamic zoogeography: With special reference to land animals. Van Nostrand Reinhold (1969).
- **L F De Beaufort**, 1951. Zoogeography of the Land & Inland Waters.
- **S.K. Tiwari**, 1985. Zoogeography of India And South East Asia. International Book Dist. Dehra Dun.
- **S. K. Tiwari**, 2006. Fundamentals of World zoogeography. Vedams eBooks (P) Ltd (India). (Sarup & Sons, Ansari Rd. Daryaganj, Delhi).
- **S K Tiwari**, Faunal Regions of the World. Vedams eBooks (P) Ltd (India).
- **John R. Merrick**, 2006. Evolution and Biogeography of Australasian Vertebrates. Publisher: Ausci (January 2006)
- **Alfred Russel Wallace**, 1876. The Geographical Distribution of Animals, With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface. (New York: Harper and Brothers, 1876).
- **A.R. Wallace**, 1962. The geographical distribution of animals. Hafner Publ. Co.

اللجنة العلمية:

الدكتور أمين طربوش

الدكتورة فاتنة الشعال

الدكتورة مريم عسى

المدقق الغوي:

الدكتورة صفاء جنيدي



حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات