الدكتور
عبد الله أبو زخم
استاذ في كلية الزراعة
جامعة دمشق

المهندسة
أميرة كامل
مشرفة على الاعمال في كلية الزراعة
جامعة دمشق

المهندس
سمير أبو طراب
قائم بالاعمال في كلية الزراعة
جامعة دمشق

جامعة دمشق
مكتبة الآداب والعلوم والفنون
الرقم التسلسلي

علم المناخ والأرصاد الزراعية

الجزء العملي

حقوق التأليف والطبع والنشر محفوظة لجامعة دمشق

منشورات جامعة دمشق

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

منهـاج مقـرر

علم المناخ والارصاد الزراعية ـ الجزء العملي

* الارض والغلاف الجوي .
* الاشعاع والحرارة .
* الضغط الجوي والرياح .
* رطوبة الهواء والتكاثف .
* الهطولات .
* دراسة الطقس .
* خرائط الطقس والتنبؤ الجوي .
* الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة .
* المنـاخ .
* المناخات الصحراوية .
* المناخات خارج المدارين .
* المناخات بين المدارين .

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الاعـــداد

* قام الدكتور عبد الله ابو زخم باعداد الجلسات العملية التالية :

الاولى ـ الثانية ـ الثالثة ـ الرابعة ـ الخامسة ـ التاسعة

العاشرة ـ الحادية عشرة ـ الثانية عشرة .

* قامت المهندسة اميرة كامل والمهندس سمير ابو طراب باعداد الجلسات العملية التالية :

السادسة ـ السابعة ـ الثامنة .

Damascus University


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقـدمة

يعد النصف الثاني من القرن الثامن عشر بداية لظهور عـلم المناخ والأرصاد الجوية الحديثة ، وبخاصة بعد اختراع موازين الحرارة والضغط وانتشار استعمالها في محطات الأرصاد الجوية . وقـد تطور هذا العلم بخطى متسارعة حتى نهـاية القـرن التاسع عشر .

وشـهد القرن الحالي نهضـة شـاملة في مختلف العلوم ، وكان نصيب علم المنـاخ وعلم الأرصاد الجوية كبيراً من هـذه النهضة بعد تعميم محطات الرصد ونشرها لتغطي أرجاء العالم كافـة سواء على اليابسة أو في المحيطات ، ولم يكتف الانسان برصد الجو على سطح الأرض بـل عمل على إرسال معدات الرصد الى الأعالي بوساطة البالونات والطائرات والأقمـار الصناعية في محـاولة منه للتنبؤ بالطقس ، ورسم خرائط مناخية دقيقة . وقد أدى استعمال الحاسبات الآليـة في معالجة المعطيات المناخية الى ثورة حقيقية في هذا المجـال .

تقوم المديرية العامة للأرصاد الجوية في القطر العربي السوري بدور هـام في إنشاء محطات الرصد وإدارتها ، وجمع المعلومات عن الطقس وأحـوال الجو ، وتنسيق الخطط ورسمها لدراسة التنبؤ الجـوي ، وإصدار الخرائط والنشرات المتعلقة بالمناخ والطقس ، وتعميمها على الجهات الرسمية ذات العلاقة .

وهي تشرف بالتعاون مع وزارة الزراعـة والاصلاح الزراعي على محطات الارصاد الزراعية التي تحاول تسخير المعلومات المناخية لخدمة الزراعة بما يضمن تنفيذ الخطط الإنتاجية الموضوعة لتـأمين الاكتفاء الذاتي من المنتجات الزراعية الرئيسة .

بعض المعطيات الرقمية لمكونات المجموعة الشمسية :

اسم الكوكب		البعد عن الشمس مليون ميل	مدة دورانه حول الشمس	مدة دورانه حول نفسه	درجة الحرارة العظمى على السطح
الشمس	Soleil	—	—	—	٥٦٠٠٠ مطلقة
عطارد رسول الآلهة	Mercury	٣٦	٨٨ يوم	٥٩ يوم	٥٤٠٠ م
الزهرة آلهة الحب	Venus	٦٧	٢٢٥ يوم	٢٤٣ يوم	٥٣٥٠ م
الأرض الكوكب الحي	Terre	٩٣	٣٦٥ يوم	٢٣ر٥٦′ ساعة	٥٦٠ م
المريخ إله الحرب	Mars	١٤١ر٥	٦٨٧ يوم	٢٤ر٣٧′ ساعة	٥٢٥ م
المشتري ملك الآلهة	Jupiter	٤٨٣	١١ر٧٥ سنة	٩ر٥٠′ ساعة	— ٥١٤٠ م
زحل الأب الأقدم	Saturne	٨٨٦	٢٩ر٥ سنة	١٠ر١٤′ ساعة	— ٥١٦٠ م
اورانوس الجد الأقدم	Uranus	١٧٨٣	٨٤ سنة	١٠ر٤٥′ ساعة	— ٥٢٣٠ م
نبتون إله البحر	Néptun	٢٧٩٣	١٦٤ر٧٥ سنة	١٥ر٤٨′ ساعة	— ٥٢٣٠ م
بلوتو إله الأعماق	Pluto	٣٦٦٦	٢٤٨ سنة	٩ ساعة + ٦ يوم	؟

١-٣- الشمس Le soléil :

هي كرة هائلة من الغازات المتوهجة ، يشكل الهيدروجين معظمها ، ويقدر قطرها بنحو ١٣٠٠ ألف كم ، ويزيد حجمها على حجم الأرض بأكثر من مليون مرة ، وتقدر كتلها بنحو ٣٣٠ ألف مرة كتلة الأرض (تقدر كثافة الشمس بـ ١ر٤ مرة من كثافة الماء ، بينما تقدر الكثافة المتوسطة للأرض بـ ٥ر٥ مرة من كثافة الماء) .

تقدر حرارة سطح الشمس بنحو ٦٠٠٠°ك (درجة مطلقة) بينما قد تصل الحرارة في مركز الشمس الى أكثر من ٢٠ مليون ° ك ، وهي تنتج هذه الكميات الهائلة من الطاقة المستمرة وكأنها قنبلة هيدروجينية منتظمة الانفجار ، إذ تتحول ذرات الهيدروجين بتأثير الحرارة والضغط الى غاز الهليوم وينتج عن هذا التحول طاقة .

تبعد الشمس عن الأرض نحو ١٥٠ مليون كيلو متر ، وهي مصدر الجزء الأعظم من الحرارة والأشعة الواصلة لسطح الأرض ، ويقدر هذا الجزء بأقل من واحد من مليار من الطاقة الكلية الصادرة عن الشمس ، والتي يضيع معظمها في الفضاء الكوني ، وقد تصل أجزاء بسيطة منها الى الكواكب الأخرى .

يصدر عن الشمس إشعاعات مختلفة مثل أشعة × والأشعة فوق البنفسجية Ultra - Violet وإشعاعات الراديو Radio ، ويحيط بها الكواكب الرئيسة التسعة والأقمار التابعة لها والتي يبلغ عددها ٤٥ قمراً إضافة الى آلاف من الكويكبات ، كما يدور حول الشمس الغبار الكوني والغازات والنيازك Météoroides والشهب Cométes .

تنتقل الطاقة الشمسية على شكل إشعاعات تشبه موجات الراديو ، بعضها مرئي وبعضها الآخر غير مرئي ، وهي تتحول الى طاقة حرارية بعد وصولها الى أي جسم مادي ، هذا ويمتص سطح الأرض نحو ٤٣٪ من الإشعاع الوارد ، بينما يمتص الجو نحو ١٥٪ منه ، وينعكس الباقي ٤٢٪ باتجاه الفضاء ، ويزداد الانعكاس في الأيام الغائمة ، فلا يصل الى سطح الأرض في مثل هذه الأيام أكثر من ٢٥٪ من الأشعة ،

بينما تمتص الغيوم وتعكس ٧٥٪ منها ، كذلك فان الأرض المغطاة بالثلج تعكس أكثر من ٧٠٪ من الأشعة ، بينما تصل الأشعة الممتصة في الأراضي المغطاة بالغابات الكثيفة الى ٩٥٪ من الأشعة الواردة ولا ينعكس أكثر من ٥٪ منها .

وهكذا فان شدة الإشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض ، وقدرة الامتصاص تحددان درجات الحرارة السائدة وتوزعها الجغرافي وتباياتها الفصلية والسنوية .

١ـ٤ـ الأرض والقمر La terre - la lune :

ينظر علماء الفلك في العصر الحالي الى الأرض والقمر الذي يدور حولها على انهما كوكبين مستقلين أكثر من كونهما كوكباً وقمراً تابعاً ، وذلك بسبب كبر حجم القمر بالمقارنة مع الأقمار التابعة للكواكب الأخرى .

يبلغ طول محيط الأرض ٤٠ ألف كم ، وهي كروية الشكل مفلطحة قليلاً من القطبين ، ولا يؤثر هذا التفلطح في مناخ الأرض ، كما يبلغ قطر الأرض ١٢٧٠٠ كم = ٧٩٢٦ ميلاً ، ويبلغ قطر القمر ٣٤٥٥ كم = ٢١٦٠ ميلاً أي أن قطره يزيد على ربع قطر الأرض ، ويقدر حجم القمر بنحو $\frac{1}{50}$ من حجم الأرض ، أما كتلته فلا تزيد على $\frac{1}{80}$ من كتلة الأرض .

يدور القمر حول الأرض على بعد نحو ٣٨٢ ألف كم = ٢٣٩ ألف ميل ، ويتم دورة كاملة كل ٢٧ يوماً و ٧ ساعات و ٤٣ دقيقة . أما الأرض فتدور دورة كاملة حول الشمس على بعد ١٤٩ مليون كم = ٩٣ مليون ميل خلال مدة ٣٦٥ر٢٥ يوماً ، ونتيجة هاتين الدورتين يعود القمر للظهور من جديد كل ٢٩ر٥ يوماً (الشهر القمري).

يغطي سطح الأرض بقشرة خارجية تقدر سماكتها بنحو ٤٨ كم = ٣٠ ميلاً

يليها الغلاف المحيط بالنواة الذي تصل سماكته الى ٢٨٨٠ كم = ١٨٠٠ ميل ، والذي يتألف من الصخور الثقيلة ، أما قلب الأرض أو النواة فيزيد قطره على ٣٢٠٠ كم = ٢٠٠٠ ميل .

١ـ٥ـ حركات الارض والظواهر الجوية

Mouvements de la terre et phénomènes météorologiques :

تتحرك الأرض في الفضاء خمس حركات مميزة هي :

١ ـ دوران الأرض حول محورها : تدور الأرض حول نفسها دورة واحدة كل ٢٤ ساعة أي في يوم واحد ، تبلغ سرعة دوران الأرض عند خط الاستواء ـ خط العرض ٠° ـ نحو ١٦٦٠ كم في الساعة ، وتتناقص هذه السرعة الى نحو ١٤٤٠ كم/ساعة عند خط العرض ٣٠° ، وتصل الى ٨٣٠ كم/ساعة عند خط العرض ٦٠° ، بينما يبقى كل من القطبين الشمالي والجنوبي ثابتين .

٢ ـ دوران الأرض حول الشمس : تدور الأرض حول الشمس بسرعة ٢٩٫٩ كم/ثا ، وتتم دورة كاملة كل ٣٦٥٫٢٥ يوماً أي سنة شمسية واحدة .

٣ ـ تنتقل الأرض ضمن المجموعة الشمسية باتجاه نجم الفيكا Véga بسرعة ١٩٫٥ كم/ثا .

٤ ـ تدور المجرة التي تحتوي على المجموعة الشمسية في الفضاء الكوني .

٥ ـ تقدر سرعة تحرك المجرة بنحو ٢٧٠ كم/ثا .

ـ ينتج عن دوران الأرض حول نفسها تعاقب الليل والنهار ، كما يؤثر هذا الدوران في تشكل الرياح وتحديد اتجاهها، ويكون الدوران من الغرب نحو الشرق.

هذا ويمكن تمييز خطوط الطول Les latitudes التالية :

١ ـ خط الاستواء : L'équateur وتمر الشمس فوق خط الاستواء تماماً (السمت) Zénith مرتين في العام .

٢ ــ المدارين Les tropiques .

مدار السرطان : Le trapique du cancer شمالاً •

ومدار الجدي : Le tropique de capricorne جنوباً •

٣ ــ الدائرتين القطبيتين :Les cercles polaires حيث يكون ارتفاع الشمس معدوماً في الشتاء في الدائرة الشمالية ، ويكون كذلك معدوماً في الصيف في الدائرة الجنوبية ، ويؤدي ذلك الى تباين طول فترة الإضاءة Illumination اليومية حسب الفصول ، وتغير زاوية ورود أشعة الشمس على سطح الأرض حسب خط العرض •

ــ ينتج عن دوران الأرض حول الشمس الفصول الأربعة :

فيحل فصل الصيف في نصف الكرة الشمالي اعتباراً من الانقلاب الصيفي Solistice d'été في ٢٢ حزيران • وعندها يبدأ الشتاء في نصف الكرة الجنوبي ، وتكون الشمس عمودية على مدار السرطان • ويبدأ فصل الشتاء في نصف الكرة الشمالي بالانقلاب الشتوي Solistice d'hiver في ٢٢ كانون الأول وعندها يبدأ الصيف في نصف الكرة الجنوبي ، وتكون الشمس عمودية على مدار الجدي •

ويحل الاعتدال الربيعي Equinoxe de printemps في ٢١ آذار •

والاعتدال الخريفي Equinoxe d'automne في ٢٣ أيلول •

في نصف الكرة الشمالي ، وتسير الشمس فوق خط الاستواء وتسقط أشعتها بشكل متساو على نصفي الكرة الأرضية ويكون الليل والنهار متساويين •

١ــ٦ــ الأرض والأغلفة المحيطة بها :

تمتاز الأرض عن باقي كواكب المجموعة الشمسية ، بتركيب خاص ، وجو مستقر ونظام حراري معتدل ، وتوفر الشروط كافة الضرورية للحياة على سطحها • هذا ويمكن تقسيم الأرض ، اعتباراً من الفراغ الكوني الذي يحيط بها وحتى

مركزها ، الى عدد من الأغلفة والطبقات المتميزة بتراكيبها وخصائصها ، والتي تتوزع توزعاً غير منتظم على سطح الأرض وخلالها ، وتتداخل مع بعضها بعضاً ، كما يشتق بعضها من بعض .

أما أهم الأغلفة المحيطة بالأرض والمكونة لها فهي :

١ ــ الغلاف الجوي Atmosphère .

٢ ــ الغلاف الرطوبي Hygrasphère .

٣ ــ الغلاف المائي Hydrosphère .

٤ ــ الغلاف الجليدي Cryosphère .

٥ ــ الغلاف الحيوي Biosphère .

٦ ــ الغلاف الترابي Pédosphère .

٧ ــ الغلاف الصخري Lythosphère .

٨ ــ قلب الأرض Baryosphère .

ــ يهتم علم المناخ والأرصاد الجوية بدراسة الغلاف الجوي والغلاف الرطوبي ، ويحلل تركيبهما والعلاقة بينهما ، ويحاول فهم الظواهر وتفسيرها التي تحدث في الجو ، وبخاصة تلك الظواهر التي تؤثر في الانسان ، ومختلف نشاطاته ، وسنحاول من خلال هذا الكتاب تسليط الضوء على الدراسة العملية لهذا الجزء الهام من الأرض ، والذي يعد الى حد بعيد مسؤولاً عن وجود الحياة بأشكالها كافة وتوزعها على سطح الأرض ، واستمرارها .

ويمكن دراسة الماء عن طريق علم المياه Hydrologie وعلم البحيرات Limnologie ، وعلم البحار Oceanographie ، سواء أكان هذا الماء موجوداً ضمن الغلاف الرطوبي ، أم في الأسطح المائية ضمن الغلاف المائي ، أم في مناطق الثلوج الدائمة في الغلاف الجليدي .

هذا وعلى الرغم من توافر كميات هائلة من المياه على سطح الأرض ، ومن أن المحيطات تغطي أكثر من ثلثي سطح الكوكب الحي ، فان توزع الأمطار والمياه العذبة يتم بشكل غير منتظم ، وتعاني بقاع كثيرة من العالم من العطش والتصحر ، كما تعاني مناطق عديدة من أخطار السيول والفيضانات المدمرة ، هذا بالاضافة الى التلوث .

وتقدر الاحتياجات البيولوجية الضرورية لحياة الشخص الواحد من الماء بلتر واحد فقط في اليوم يستهلكه الانسان للشرب ، بينما يتراوح الاستهلاك الفعلي من الماء بين ٣٠٠ و ٤٠٠ لتر في اليوم لكل شخص ، ويدل هذا على التبذير الكبير والهدر في استعمال المياه في الحياة المدنية الحاضرة ، بينما يكتفي البدوي بـ ٥ ـ ١٠ لترات من الماء في اليوم .

قدر استهلاك الانسانية بنحو ١٥٠٠ مليار لتر من الماء في اليوم عام ١٩٧٠ ، وقد ارتفعت هذه الكمية ووصلت الى ٢٠٠٠ مليار لتر في اليوم عام ١٩٨٠ ، وينتظر أن تصل الى ٢٥٠٠ مليار لتر عام ١٩٩٠ ، وهذا يعني استنزاف القسم الأعظم من مصادر المياه العذبة المتاحة على وجه الأرض ، وبحلول عام ٢٠٠٠ ستصل الاحتياجات المائية الى أكثر من ٤٠٠٠ مليار لتر في اليوم ، وهذا سيفرض على الانسان البحث عن مصادر جديدة للمياه العذبة في الجبال الجليدية ، والمياه المستحاثة المحصورة في طبقات الأرض منذ ملايين السنين ، كما يتوجب عليه تنظيم استعمال المياه ، وإعادة استخدام المياه المالحة ، وتحلية مياه البحر لاستعمالها في الزراعة والصناعة .

كما تستهلك الصناعة كميات كبيرة من الماء تقدر بالاحتياجات اليومية نفسها لكل فرد في المجتمع الصناعي ، بالاضافة الى الكميات اللازمة للزراعات المروية وتربية الحيوان ، وتتباين كميات المياه اللازمة لتصنيع بعض المواد ، فبينما يحتاج إنتاج لتر من الحليب الى خمسة لترات من الماء ، نجد أن إنتاج لتر من البنزين يتطلب ١٠ لترات من الماء ، ويتزايد استهلاك الماء كثيراً في بعض الصناعات إذ يلزم ٢٠٠ لتر من الماء لانتاج ١ كغ من الفولاذ ، و ٤٠٠ لتر من الماء لانتاج ١ كغ من النسيج ، كما يلزم ٢٤٠٠ لتر من الماء لانتاج ١ كغ من المطاط الصناعي .

تعرف التربة على أنها الطبقة السطحية من القشرة الأرضية ، التي يختلف عمقها بين عدة سنتيمترات وعشرات الأمتار ، والتي تحولت تحت تأثير المناخ السائد الى وسط ملائم لحياة النبات والحيوان ، وقد ساهمت الكائنات الحيـة ، وبقاياها العضوية في تطور الترب ونضجها .

وينظر الى التربة كثروة طبيعية هامة تحدد ليس فقط أنواع الزراعات الممكنة ، وانتاجها المنتظر ، بل تتحكم بأسلوب حياة الانسان وطريقتها ، وتطورها مع الزمن ، رعياً ـ زراعة ـ صناعة ـ صيداً ... أو غيرها .

وقد تعلم الانسان خلال التجربة والممارسة ، وطور طرق وأساليب استثمار الأرض ، ووصل به الأمر الى استنزاف خيراتها ، وإفقارها ، وإزالة غطائها النباتي ، مما أدى الى تدهور الخصوبة ، وتزهر الأمـلاح ، وحدوث الانجراف الهوائي والمائي وضياع مساحات شاسعة من الأرض وتصحرها التي كانت في الماضي مـن أخصب الأراضي .

ويهتم علم الترب Pédologie بدراسة نشأة الترب وتطورها ، وخصائصها الفيزيائية والكيميائية ، وتركيبها وعيوبها ، وطرق استصلاحها ، كما يبحث عـلم الزراعـة Agronomie بفروعه كافة ، بما فيها تربية الحيوان ، في الاستثمار الأمثل للأرض ، واختيار الأنواع الملائمة لكل تربة ، وتطبيق الأسس العلمية والتقنيات الحديثة ، في إدارة المزارع وتطوير الانتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني .

إن الغلاف الصخري هو المادة الأولية التي نشأت منها التربة ، وهو يمدها بكثير من العناصر المعدنية الضرورية لحيـاة النبات ، كما أن الصخور والفلزات تحتوي على ثروات معدنية يجري التنقيب عنها واستغلالها .

يسمى العلم الذي يدرس الغلاف الصخري وقلب الأرض علم طبقات الأرض أو الجيولوجيـا Geologie وهو يتطرق لدراسة طبقات الأرض جميعها حتى قلب الكرة الأرضية .

ويشكل الغلاف الحيوي قشرة بسيطة لا تزيد سماكتها على ١٠ سم فيما لو وزعت الأحياء كافة على سطح الأرض بانتظام ، وهو يشمل الكائنات الحية النباتية والحيوانية جميعها ويهتم علم الأحياء أو البيولوجيا Biologie والعلوم الأخرى المختصة بدراسة مكونات هذا الغلاف .

١ـ٧ـ الغلاف الجوي (جو الأرض) L'atmosphère :

يبدو الغلاف الجوي واضحاً للمسافر في سفينة فضاء بعد أن يبتعد عن الأرض، إذ يظهر القسم المضاء من الكرة الأرضية ، على شكل هلال أبيض اللون ، مغطى بكتل متفرقة من الغيوم ، وذلك بتأثير الإشعاع الشمسي المنتشر في الفضاء ، والتي تتركز فوق المناطق التي يسود فيها الغسق La zone crupusculaire أما الجزء المظلم من الأرض فيبدو أسود قاتم اللون تتخلله بعض النقاط المضيئة التي تدل على أضواء المدن الكبيرة والتي ترسل بصيصاً Lueur ضعيفاً خلال الغلاف الجوي يشاهد من مسافات قريبة .

والغلاف الجوي هو عبارة عن محيط هائل من الغازات نعيش في قاعه ، ويمتد الى أكثر من ١٠٠٠ كم ، وهو متباين جداً في التركيب والكثافة ، حيث تشكل الطبقة السفلى من الجو القريبة من سطح الأرض غلافاً سميكاً من الهواء المضغوط الذي يتكون من ٧٨٪ آزوتاً و ٢١٪ أوكسيجيناً و ١٪ غازات أخرى .

ويبقى هذا التركيب متجانساً حتى ارتفاع ٥٠ كم ، ويتغير تركيب الهواء ويزداد تخلخله مع الارتفاع ، حتى يصبح تركيبه ٥٠٪ هيدروجيناً و ٥٠٪ هليوماً على ارتفاعات فوق ٨٠٠ كم .

ويختلف المحيط الهوائي عن المحيطات المائية بالفرق الجوهري بين خواص الماء وخواص الهواء ، وهو أن الماء مادة غير قابلة للانضغاط : Incompressible إذ أن المتر المكعب من الماء في قاع المحيط يزن تقريباً وزن المتر المكعب نفسه على سطحه،أما الهواء فهو مادةشديدةالقابليةللانضغاط: Extrêmement compressible ،

فيبلغ وزن المتر المكعب من الهواء على سطح الأرض مليارات المرات من وزنه على الحدود الخارجية للغلاف الجوي ، وينحصر نصف وزن الغلاف الجوي في الطبقة القريبة من الأرض التي لا يزيد ارتفاعها على ٥ كم والتي تشكل مسرحاً للظواهر الجوية وتحدد حالة الطقس .

كما يظهر الاختلاف الشديد في تركيب الهواء الجوي وكثافته مع الارتفاع ، بحيث يحتوي السنتيمتر المكعب الواحد على عدة مليارات من ذرات الهواء عند سطح الأرض ، بينما تتناقص كثافة هذه الذرات مع الارتفاع لتصل الى ٥ر١ مليون ذرة فقط في السنتيمتر المكعب الواحد على ارتفاع ٨٠٠ كم .

١ـ٨ـ تركيب الغلاف الجوي Compsition de l'atmosphère :

يتألف الغلاف الجوي من الهواء وهو خليطة فيزيائية غازية عديمة اللون والطعم والرائحة ، تتركب من عدد من الغازات أهمها غاز الآزوت الذي يشكل أربعة أخماس هذه الخليطة ، وهو غاز خامل يلعب دوراً كبيراً في تحديد نسب الغازات الأخرى ، كما يعد مصدراً هاماً لعنصر الآزوت وأكاسيده التي تذوب مع مياه الأمطار بعد أن تتشكل بتأثير العواصف الرعدية ، وبذلك يمد النبات بمركبات الآزوت الضرورية لحياته .

ويأتي الأوكسيجين في الدرجة الثانية من الأهمية في تركيب الهواء ليشكل نحو خمس حجمه في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي ، كما أنه يحتل الدرجة الأولى من حيث أهميته للكائنات الحية الأرضية التي تتنفس هذا الغاز من الهواء مباشرة ، والكائنات البحرية التي تتنفس الأوكسيجين الذائب في الماء.وتبقى نسبة الأوكسيجين ثابتة في الهواء بحدود ٢١٪ بفضل عملية التمثيل الضوئي التي تعيد الى الجو هذا الغاز المنطلق من النباتات الخضراء نهاراً لتستعمله الكائنات الحية في التنفس من جديد وهكذا .

يخضع الأوكسيجين في فراغات التربة الى تغيرات كبيرة ، وتختلف نسبته حسب

تغذية التربة وكميات الماء فيها ، ففي الترب الغدقة والتي تغمرها المياه يكاد ينعدم الهواء ، وتتدنى نسبة الأوكسيجين الى أن تنعدم أحياناً ، بينما تزيد نسبته على ٢١٪ في الترب الرملية والخفيفة جيدة التهوية .

يدخل الفحم في تركيب الكائنات الحية كافة ، ويشكل عنصراً هاماً في تركيب المادة العضوية ، ويوجد الفحم في الغلاف الجوي على شكل ثاني أوكسيد الكربون Co_2 ، ورغم أن نسبته في الهواء لا تتعدى ٠٣ر٠٪ فهو يشكل صلة الوصل بين الأرض والشمس ، إذ يتم امتصاصه من قبل النباتات الخضراء ليتم استخدامه في عملية التمثيل الضوئي Photosynthèse لاصطناع المركبات العضوية ، وتكون مصدر الطاقة اللازمة لهذه العملية أشعة الشمس ، وتعود هذه الطاقة الكامنة لتتحرر ببطء نتيجة تنفس الأحياء أو بسرعة نتيجة الاحتراق والتأكسد ، وينتج عن هذا التحرر غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي يعود الى الجو ، كما تجري هذه العمليات في الأوساط المائية ، بفعل النباتات والحيوانات البحرية ، وبما يفوق نشاط النباتات والحيوانات على اليابسة .

ورغم أن نسبة غاز الفحم تبقى ثابتة تقريباً ، إلا أنها تسجل اختلافات فصلية أو مكانية تتعلق بالدرجة الأولى بكثافة الغطاء النباتي وتركيبه ، فقد ثبت أن الغابات تستهلك في الربيع كميات هائلة من غاز ثاني أوكسيد الكربون تفوق ٢٠ ــ ٣٠ مرة الكميات الناتجة عن التنفس ، أما في الشتاء فتزداد نسبته في جو الغابة نتيجة توقف التمثيل الضوئي بعد سقوط الأوراق ، واستمرار تنفس النباتات والأحياء الأخرى .

وتشير أحدث الدراسات الى تزايد نسبة هذا الغاز بحدود ٩٪ خلال القرن الحالي ، وقد ترافق هذا التزايد مع ارتفاع حرارة سطح الأرض بمقدار ٤ر٠° م كل عشر سنوات ، وقد تفسر هذه الظاهرة تزايد الجفاف واتساع رقعة التصحر في عصرنا الحالي .

هذا ويكون تركيب الهواء الجوي ثابتاً ، وتختلط الغازات المكونة له مع بعضها بشكل متجانس حتى ارتفاع ٥٠ كم ، أما أهم خمسة غازات تدخل في تركيبه

فهي : الآزوت والأوكسيجين والأرغون وغاز الفحم وبخار الماء وهي تشكل أكثر من ٩٩٫٩٩٪ من حجم الهواء .

والجدول رقم ـ ٢ ـ يبين تركيب الهواء الجوي عند مستوى سطح البحر .

جدول رقم ـ ٢ ـ

تركيب الهواء الجوي الجاف النقي عند مستوى سطح البحر

اسم الغاز		رمزه الكيميائي	نسبته في الهواء الجاف ٪
١ ـ الآزوت	L'azote	N_2	٧٨٫٠٨٤
٢ ـ الأوكسيجين	L'oxygène	O_2	٢٠٫٩٤٦
٣ ـ الأرغون	L'argon	A_2	٠٫٩٣٤
٤ ـ غاز الفحم	Le gaz carbonique	CO_2	٠٫٠٣٣
٥ ـ النيون	Le néon	Ne	٠٫٠٠١٨٢
٦ ـ الهليوم	L'hèlium	He	٠٫٠٠٠٥٢
٧ ـ الأوزون	L'ozone	O_x	٠٫٠٠٠٠٦
٨ ـ الهيدروجين	L'hydrogène	H_2	٠٫٠٠٠٠٥
٩ ـ الرادون	Le radon	Ra	آثار
١٠ـ الكريبتون	Le crypton	Cr	آثار
١١ـ الزينون	Le Xènon	Xe	آثار
١٢ـ الميتان	Le Méthan	Me	آثار
١٣ـ أوكسيد الآزوت	L'oxyde azotique	No	آثار
١٤ـ بخار الماء	Le vapeur d.eau	H_2O	(٠٫٠ ـ ٤)

وتوجد في الهواء مواد معلقة بشكل دائم أو مؤقت نذكر منها : الغبار ، والدخان ، والأملاح ، والنفايات الصناعية ، وأول أوكسيد الفحم CO ، وأحياء دقيقة .

وفي الارتفاعات الشاهقة يصبح الهواء الجوي أكثر نـدرة وتتأين الغازات وتختلط مع الغبار الكوني والغازات الضائعة Epars .

لو فرضنا أن الهواء ساكن بشكل تام لأدى هذا السكون الى تجمع المكونات الصـلبة Les parti cules والغازات الثقيلة قرب سطح الأرض بفعل الجاذبية ، وارتفاع المكونات الأخف الى الأعالي . لكن الحركة المستمرة التي يخضع لها الهواء تؤدي الى خلط الغازات المكونة له بحيث تبقى نسبها ثابتة حتى ارتفاع ٥٠ــ٧٠ كم، وبعد ذلك يزداد تركيز الغازات الأخف ، وهكذا نجد أن الغازين الأكثر خفة وهما الهيدروجين والهليوم يشكلان معظم مكونات الهواء على ارتفاع ٨٠٠ كم (٥٠٪ H_2 ، ٥٠٪ He) . أما في المستويات المتوسطة ٣٠ ــ ٤٠ كم فيلاحظ وجود نسبة عالية من الآزوت المتأين(N) والأوزون O_3 بالاضافة الى بعض الغازات المتأينة الأخرى بكميات خفيفة جداً .

ويلعب الأوزون نتيجة قدرته على امتصاص معظم الأشعة فوق البنفسجية دوراً هاماً في تحديد الميزان الحراري لسطح الأرض ، كما يساهم في تحديد هذا الميزان كل من غاز الفحم وبخار الماء .

إن طبقة رقيقة من الغلاف الجوي تشكل الجزء الأكثف من الهواء فوق سطح الأرض مباشرة ، ويطلق عليها منطقة الرياح المستمرة ، وتكون مسرحاً للتيارات الأفقية ، كما أن التيارات الصاعدة خلال هذه الطبقة تشكل أحياناً عواصف عنيفة .

١ــ٩ــ بنية الغلاف الجوي Structure de l'atmosphère :

اتفق العلماء على تقسيم الجو الى طبقات وذلك لسهولة دراستها ، ويعتمـد التقسيم الأول على مدى تجانس الغلاف الجوي ويميز بين طبقتين هما :

١ ــ الطبقة الجوية المتجانسة : Homosphère وتقع تحت ارتفاع ١٠٠ كم، ويسود الآزوت والأوكسيجين والغازات الأخرى المكونة للهواء في هذه الطبقة .

٢ ــ الطبقة الجوية المتباينة : Hétéro sphère التي تقع فوق ارتفاع ١٠٠ كم، ويمكن أن تقسم هذه الطبقة الى عدة مجالات أو طبقات فرعية تختلف كل منها عن الأخرى بمدى تركيز أحد الغازات ، وتمتد بين أكثر من ١٠٠ وحتى أكثر من ١٠٠٠٠ كم ، وهي :

آ ــ ١٠٠ ــ ٢٠٠ كم وهي الطبقة الغنية بالآزوت : N_2

ب ــ ٢٠٠ ــ ١١٠٠ كم وتمتاز هذه الطبقة بوفرة الأوكسيجين الذري O

جـ ــ ١١٠٠ ــ ٣٥٠٠ كم ويتركز في هذه الطبقة غاز الهليوم : He

د ــ ١٠٠٠ ــ ١٠٠٠٠ كم وينتشر في هذه الطبقة الهيدروجين الذري : H

وكان لابد من وضع تقسيم أكثر دقة وتفصيلاً تلعب فيه درجة الحرارة ، وكثافة الهواء وتركيبه ، واختلاف الضغط الدور الرئيس بالاضافة الى مواصفات التقسيم السابق ، واستناداً الى هذا التقسيم يمكن تمييز الطبقات الجوية التالية :

١' ــ الطقبة الجوية الأولى او الجو المضطرب Troposphère :

وهي الطبقة المولدة لتغيرات الطقس ، والتي تحتوي على معظم الغيوم تقريباً وهي الأقرب الى سطح الأرض ، تتراوح سماكتها بين ١٧ كم فوق خط الاستواء و ٧ كم فوق القطبين ، بينما تكون السماكة المتوسطة بحدود ١٢ كم ، وهي طبقة غير مستقرة ، ومن أهم صفاتها ما يلي :

ــ تضم ٧٥٪ من غازات الجو .

ــ تتناقص الحرارة فيها تدريجياً بمعدل ٦ ــ ٧° م لكل ١٠٠٠ م ارتفاعاً .

ــ تعد الطبقة الوحيدة التي تنتشر فيها الرطوبة الجوية بأشكالها كافة .

ــ يحدث فيها التكاثف وتشكل الغيوم بوجود نويات التكاثف Aerosols .

ــ يلاحظ الانخفاض التدريجي للضغط وتزايد سرعة الرياح مع الارتفاع .

ـ يكون الجـزء القريب مـن سطح الأرض وحتى ارتفـاع ٣ كم مسرحاً للاضطراب والعواصف وتيارات الهواء العمودية .

تسمى الحدود العليا للطبقة الجوية الأولى طبقة الانقلاب الحراري Tropopause ، وهي ذات تركيب متداخل من عـدة طبقات ، يتغير ارتفاعها حسب سماكة الطبقة الجوية الأولى ، وتمتاز هذه الطبقة بوجود التيار النفاث Courant - jet ، ويعرف هذا التيار بأنه كتلة هوائية هائلة من الهواء الغربي ، يبلغ عرضها نحـو ٥٠٠ كم وارتفاعها نحو ٧ كم ، تسير باتجاه الشرق بسرعة تتراوح بين ١٠٠ ـ ١٥٠ كم/ساعة، وقد تتجاوز ٤٠٠ كم/ساعة أحياناً ، وهناك ثلاث مناطق فوق نصف الكرة الشمالي تعرف بمناطق الرياح العاصفة يمر فوقها التيار النفاث وهي : اليابان وليبيا والولايات المتحدة الأميركية .

٢ ـ الطبقة الجوية الثانية او الجو المتطبق Stratosphère :

وهو الجزء من الجو الذي يكاد يخلو من الظواهر الجوية تقريباً ، والذي يمتد من حدود الطبقة الأولى وحتى ارتفاع ٥٠ ـ ٦٠ كم ، ويدل اسم هذه الطبقة على طبيعتها ، إذ أن حركة الرياح العمودية تكون معدومة عادة ، ويتوضع الهواء في طبقات متجانسة Stratum uniforme . يلاحظ استمرار انخفاض الحرارة مع الارتفاع تدريجياً بشكل أبطأ من الطبقة الأولى ويكون متوسط درجات الحرارة بحدود ـ ٥٠° م عند حدودها السفلى ، كما تعود الحرارة للارتفاع في الأجزاء العليا لتتصل الى نحو ٠° م .

ويستمر الضغط بالانخفاض خلال هذه الطبقة وتكون قيمته ٥ ملليبارات عند أسفلها و ١ ملليباراً في أعلاها .

ويكون الجزء السفلي منها ملائماً لطيران الطائرات النفاثة التي تترك خلفها خطاً أبيض من بخار المـاء الذي يتكاثف نتيجة البرودة على شـكل ذرات دقيقة من الثلج .

يتشكل الأوزون على ارتفاع ٢٠ ــ ٣٠ كم نتيجة تأين الأوكسيجين بتأثير الأشعة فوق البنفسجية التي يمتص معظمها من قبل هذا الغاز ، والذي يمتد انتشاره الى نهاية هذه الطبقة التي تعرف باسم Stratopause .

٣ــ الطبقة الجوية الثالثة او الجو الأوسط Mésosphère :

تمتاز هذه الطبقة بتناقص درجات الحرارة مع الارتفاع لتصل الى ــ ٩٠° م عند حدودها العليا ، كما يستمر الضغط بالتناقص لتبلغ قيمته ٠,٠١ مليباراً وهي طبقة غنية بالهيدروجين والهليوم ، وتظهر خلالها غيوم الغسق المضيئة وتسمى الحدود العليا لهذه الطبقة Mésopause .

٤ــ الطبقة الجوية الرابعة او الجو الحار Thermosphère :

وتعرف أيضاً بالطبقة الجوية غير المتجانسة التي تمتاز باستمرار ارتفاع الحرارة وانخفاض الضغط حتى ارتفاعات تصل الى ٥٠٠ كم ، ويمتاز الجزء العلوي منها الذي ينحصر بين ٢٠٠ و ٤٠٠ كم بتأين الغازات ، ويسمى الطبقة النشطة أو الجو المتأين Ionosphère: وهي غنية بالآزوت والأوكسيجين الذريين .

تستمر هذه الذرات بالحركة وتتغير خواصها وتساعد على رفع الحرارة حتى ١٠٠٠° م.ويصبح الهواء نادراً جداً، ويتحول الى جزيئات متأينة Particules ionsées تكتسب شحنات كهربائية موجبة (+) نتيجة انفصال الكترون ذي شحنة سالبة (ــ) من كل جزيئة ، ويتم هذا التأين بتأثير الأشعة الكونية Rayons cosmiques التي تصل من الفضاء الخارجي ، وبخاصة أشعة (×) والأشعة فوق البنفسجية U.V. وتعكس هذه الجزيئات موجات الراديو التي تبث من إذاعات بعيدة ، فتعكس الطبقة (أي Le couche (E. الموجات ذات الأطوال بين ٨٠ و ١٣٠ كم ، بينما تعكس الطبقة (ف Le coche (F. الموجات ذات الأطوال بين ٢٤٠ و ٣٢٠ كم وهناك طبقات عديدة تنحصر بين هاتين الطبقتين وتعكس الموجات ذات الأطوال الأخرى .

تكون درجات حرارة الجزيئات المتأينة مرتفعة عامة ، فهي تتراوح بين ٥٥٠ ــ ٨٠٠° م نهاراً ، وتكون بحدود ١٥٠° م ليلاً ، ومـن المحتمل أن يكون ارتفاع الحرارة هذا نتيجة اصطدام الإشعاع الكوني بهذه الجزيئات .

هذا ولا تتأثر سفن الفضاء بالحرارة المرتفعة لهـذه الجزيئات بسبب الصغر المتناهي لحجمها Trop minuscules والبعد الشاسع بينها ، ويبدو خطر الإشعاع الكوني على رواد الفضاء أكبر بكثير من خطر حرارة الجزيئات .

٥ ــ الطبقة الجوية الخامسة او الجو الخارجي Exosphère :

وهي الطبقة الأعلى في الغلاف الجوي التي تنحصر بين ارتفاعات ٥٠٠ ــ ١٠٠٠ كم ، تسود فيها ذرات الهيدروجين والهليوم والأوكسيجين ، وهي أكثر سخونة من جزيئات الغاز المتأينة في الطبقة السابقة ، إذ تحتوي على غازات متأينة بشكل كامل تبلغ درجة حرارتها ٢٠٠٠ ــ ٢٥٠٠° م نهاراً ، بينما تنخفض ليلاً الى درجة تقرب من الصفر المطلق (ــ ٢٧٣° م) Zéro absolu ، ولا يمكن أن توجد الغازات في هذه الطبقة إلا على صورة أيونات بسبب شدة الأشعة الكونية التي تحولها الى الشكل الـذري Forme atomique .

٦ ــ الطبقة الجوية السادسة او الجو المغناطيسي Magnétosphère :

وهو المجال المغناطيسي للأرض الذي يتألف من حزامين يقع الأول على ارتفاع ٣٠٠٠ كم ، بينما يقع الثاني على ارتفاع ١٦٠٠٠ كم حيث ينعدم الهواء تماماً .

تتأثر الالكترونات السالبة والبروتونات الموجبة الناتجة عن تأين غازات ما بين الكواكب ، والتي يعتقد أن الشمس مصدرها ، بالمجال المغناطيسي للأرض ، فتتجه البروتونات نحو غرب الكرة الأرضية والالكترونات نحو شرقها مروراً بالقطبين ، وتشكل أحزمة تحمل جزيئات مشعة .

يلي الغلاف المغناطيسي الفراغ الكوني .

التطبيق العمـــلي :

١ ــ ارسم شكلاً يبين المجموعة الشمسية ، مع مراعاة حجوم الكواكب التابعة للشمس .

٢ ــ كيف تفسر عمليتي المد والجزر حسب مبدأ الجاذبية ، استعن بالرسم .

٣ ــ أين تظهر الفصول الأربعـة بشكل واضح ، وأين تظهر الشمس في منتصف الليل .

٤ ــ عدد حركات الكرة الأرضية وما هي الحركات الأكثر تأثيراً في الطقس .

٥ ــ كيف تساهم الأرصاد الجوية في دراسة الماء ، وحل مشكلة نقص المياه .

٦ ــ ما هي الغازات الرئيسة التي تدخل في تركيب الغلاف الجوي ، اذكر نسبها وأهميتها .

٧ ــ ارسم مخططاً يبين طبقتي الجو المتجانسة والمتباينة وحدد أقسام الطبقة الأخـيرة .

٨ ــ ارسم مخططاً يبين طبقات الغلاف الجوي الست وبين عليه الصفات العامة لكل طبقة ، واذكر تغيرات الحرارة والضغط مع الارتفاع .

٩ ــ قـدر المسافة التي تفصل بـين الشمس وكواكب المجموعة الشمسية بالكيلومتر ، واحسب المدة التي يستغرقها الضوء للوصول من الشمس، مصدر الأشعة ، الى كل من هذه الكواكب .


وقل رب زدني علما
Damascus University

الجلسة العملية الثانية

٢ ـ الإشعاع والحرارة :

٢ـ١ـ الإشعاع Le Rayonnement :

يعرف الإشعاع بأنه تلك الطاقة غير الجسمية الحرارية أو الضوئية ، التي تنتشر في الجو أو الفضاء على شكل موجات كهرمغنطيسية Electromagnétiques ذات طبيعة تموجية Ondulaire ، تبلغ سرعة انتشارها في الفضاء ما يقارب ٣٠٠٠٠٠ كم/ثا (سرعة الضوء) وهي سرعة ثابتة مهما اختلفت أطوال الموجات ، ويصدر الإشعاع عن جسم مشع ، ويرسل كل جسم إشعاعاً يختلف حسب درجة حرارته وطبيعة سطحه .

٢ـ١ـ١ـ اهم المصطلحات المستعملة في دراسة الاشعاع :

ـ الدور : يعرف بأنه الزمن اللازم لشعاعة بسيطة لتهتز اهتزازة عرضانية واحدة ، وتكون سرعة الاهتزاز ثابتة للشعاعات البسيطة كافة وهي تساوي $٣ \times (١٠)^{١٠}$ سم/ثا = ٣٠٠٠٠٠ كم/ثانية .

ـ تردد الإشعاع : وهو عدد الاهتزازات في الثانية ، عكس الدور ، ويعبر التردد عن عدد الموجات التي تمر من نقطة محددة في الثانية ، كما يسمى التواتر .

ـ طول الموجة : يدل على المسافة التي تقطعها اهتزازة واحدة خلال دور واحد ، ويعبر عن طول الموجة بوحدة : هيرتز = موجة/ثانية .

ـ الفوتون : ويمادل موجة كهرطيسية لذرة طاقة ، ويعبر عنه بطول موجته .

$$\text{طول موجة الفوتون} = \frac{\text{سرعة الفوتون}}{\text{تواتر الفوتون}}$$

ـ الإشعاع : عبارة عن سيالة مؤلفة من عدد كبير من الفوتونات تتدفق بسرعة على شكل جزيئات تسمى : كوانتا .

ـ الجسم الأسود : هو أي جسم يشع الحد الأعظمي من كثافة الأشعة في درجة حرارة محددة ، ويمتص بالوقت نفسه الإشعاع الذي يتلقاه بشكل كامل ، وتكون قدرتا استقبال الأشعة Absorption والإشعاع Radiotion عند حدهما الأعظمي ، وتختلف أطوال الموجات التي يرسلها بحسب درجة حرارته ، وتشبه الشمس الجسم الأسود .

ـ الجسم الرمادي : وهو الجسم الذي يمتص جزءاً من الأشعة التي يتلقاها ويعكس الجزء الآخر ، وينظر الى سطح الأرض كجسم رمادي .

ـ الثابت الشمسي : هو كمية الطاقة الاشعاعية التي تصل الى سقف الغلاف الجوي المحيط بالأرض ، والتي لا تتعدى $\frac{1}{2000}$ مليون من الطاقة الكلية الصادرة عن الشمس ، وتعادل قيمة هذا الثابت بنحو ٢ حريرة/سم^2/دقيقة ، أو ١٢٠٠ كيلو حريرة/م^2/ساعة ، أو ١٫٣٥٣ كيلو واط/م^2 .

ـ طاقة الامتصاص : هي النسبة بين الاشعاع الممتص والقيمة الاجمالية للاشعاعات الواردة وتتراوح بين صفر وواحد .

$$\text{طاقة الامتصاص} = \frac{\text{الإشعاع الممتص}}{\text{الإشعاع الوارد}}$$

ـ طاقة الإشعاع : وتدل على النسبة المئوية للطاقة المشعة من جسم ما منسوبة الى الطاقة التي يشعها جسم أسود مشع :

$$\text{طاقة الإشعاع} = \frac{\text{الطاقة المشعة من جسم ما}}{\text{الطاقة المشعة من جسم أسود}} \times ١٠٠$$

ـ العاكسية أو القدرة العاكسة أو الألبيدو Albedo . وتدل على الاشعاعات المنعكسة كافة على سطح جسم ما منسوبة الى كمية الإشعاع الشمسي الأصلي الوارد على سطح هذا الجسم :

$$\text{الألبيدو} = \frac{\text{الإشعاع المنعكس على سطح ما}}{\text{الإشعاع الوارد على السطح نفسه}} \times ١٠٠$$

٢ـ١ـ٢ـ وحدات قياس الإشعاعات :

يمكن قياس الإشعاع بواحد أو أكثر من المقاييس التالية :

ـ تقاس كثافة انتشار الطاقة المشعة على السطح المعرض للاشعاع بالواحدات التالية : واط/سم^{٢} ـ أرغة/سم^{٢}/ثا ـ فوتون/سم^{٢}/ثا .

ـ تقاس أطوال موجات الإشعاع باحدى الوحدات المبينة في الجدول رقم ـ ٣ ـ .

جدول رقم ـ ٣ ـ وحدات قياس الاشعاع

ـ المتر ـ السنتيمتر ـ المليمتر	— m - cm - mm
ـ الميكرون ويساوي $\frac{١}{١٠٠٠}$ مم	— $\mu = 1 \times 10^{-6}$ m —

- الميليميكرون ويساوي $\frac{1}{1000}$ ميكرون — $m\mu = 1 \times 10^{-9}$ m

- الانجستروم ويساوي $\frac{1}{10}$ ميليميكرون — $A = 1 \times 10^{-10}$ m

- وحدات قياس الإشعاعات الاخرى :

- النيوتون (N) : وهو القوة التي تصل لجسم وزنه ١ كغ وسرعته ١ م/ث.

- الجـول (J) = هو عدد الواطات الناتجة بقوة تتحرك لمسافة متر واحد اعتباراً من نقطة البداية = ٢٣٩ر٠ حريرة .

- الانجستروم (Eng) = ١٠ $^{-٧}$ جولا = ١٠ $^{-٧}$ واطا

- الحريرة (Cal) : كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة غرام واحد من الماء من ١٤ر٥ الى ١٥ر٥° م اي درجة مئوية واحدة ـ الطاقة اللازمة لتبخير طبقة من الماء بسمك ١ مم = ٦٠ حريرة/سم٢/ساعة .

- الواط (W) : هو قوة جول واحد في الثانية = ١٤ر٣٤ حريرة/دقيقة .

- الشمعة (Ca) : عبارة عن كمية الضوء الصادرة عن شمعة قياسية على بعد متر .

- الشمعة/قدم : كميـة الضوء الصادرة عـن شمعة قياسية موضوعة على بعد قدم .

- اللومن او اللوكس(Lu) كمية الاشعة التي يتلقاها متر مربع والصادرة عن شمعة واحدة .

- الفوتون = ١٠ ٤١ لوكساً .

- اللوكس = ١٠ $^{-١١}$ سم .

- شمعة/قدماً = ١٠ر٧٦ لوكساً = ١٠ر٧٦ شمعة/متراً .

- الحريرة = ١٨ر٤ جولا = ١٨ر٤١ مليون انجستروم .

- الحريرة/دقيقة = ١ر٦٩٧ ٣ $^{-}$ واطا .

٢ـ١ـ٣ـ الإشعاع الشمسي Le Rayonnement solaire

توصف الشمس بأنها مركز تحويل المادة الى طاقة في نظامنا الشمسي ، وتقدر حرارتها بين ٦٠٠٠° م على السطح و ٢٠ مليون درجة في المركز ، وهي تعمل على تحويل ٥٦٤ مليون طن من غاز الهيدروجين الى ٥٦٠ مليون طن من الهليوم في الثانية وهكذا يتحرر نحو ٤ ملايين طن على شكل طاقة كل ثانية من الزمن .

تسمى الطبقة السطحية المتوهجة من الشمس الكرة المضيئة Photosphère يحيط بها جو الشمس Atmosphère solaire ، المؤلف من ثلاث طبقات غازية ، ويشكل غازا الهيدروجين والهليوم النشطان والمتوهجان أكثر من ٩٠٪ من جسم الشمس وجوها .

وعند اختراق الأشعة للغلاف الجوي فانها تتعرض للامتصاص من قبل بعض الغازات على الشكل التالي :

ـ يمتص الأوزون الاشعاعات ذات الموجات القصيرة جـداً ٢٠ر٠ ـ ٣٠ر٠ ميكروناً .

ـ يمتص الأوكسيجين والآزوت الاشعاعات كافة ذات الموجات الأقصر من ٢٣٠ر٠ ميكروناً ويتم ذلك في الطبقات العليا من الجو .

ـ يمتص غاز الفحم الأشعة تحت الحمراء .

ـ يمتص بخار الماء الأشعة تحت الحمراء وخاصة في الارتفاعات المنخفضة من الجو .

ويمكن تحليل الاشعاع الشمسي الاجمالي الى الاشعاعات الرئيسة حسب ترتيبها في الطيف الكلي المستمر ، والمبينة في الجدول رقم ـ ٤ ـ .

جدول رقم ـ ٤ ـ المركبات الاساسية للاشعاع الشمسي مرتبة
حسب أطوال موجاتها وترددها

اسم الاشعة		طول الموجة (ميكرونا)	التردد (هيرتزا)
١ ـ أشعة غاما	R. J.	< ٠٫٠٠٠٣	٢٤١٠ ـ ١٩١٠
٢ ـ أشعة اكس	R. X.	٠٫٠٠٠٣ ـ ٠٫٠١	١٩١٠ ـ ١٦١٠
٣ ـ الأشعة فوق البنفسجية	R.U.V	٠٫٠١ ـ ٠٫٤	١٦١٠ ـ ١٥١٠
٤ ـ الاشعة المرئيـة	R. V.	٠٫٤ ـ ٠٫٧٥	١٥١٠ ـ ١٤١٠
٥ ـ الاشعة شبه الحمراء	R. R.	٠٫٧٥ ـ ٤	١٤١٠ ـ ١٣١٠
٦ ـ الأشعة تحت الحمراء	R.I.R.	٤ ـ ١٠٠	١٤١٠ ـ ١٢١٠
٧ ـ الأشعة دقيقة الامواج	Rmw.	١٠٠ ـ ١٠ ملايين	١٢١٠ ـ ٩١٠
٨ ـ اشعة الراديو	R. r.	١٠ ملايين ـ ١٠٠٠ مليون	١٠١٠ ـ ٩١٠

يطلق على الإشعاع الشمسي اسم الإشعاع ذي الموجات القصيرة ، بينما ترسل الأرض وجوها إشعاعات ذات موجات طويلة تحت حمراء .

هذا وتشكل الاشعاعات التي تتراوح أطوال موجاتها بين ٠٫١٥ و ٤ ميكرونات نحو ٩٩٪ من الطيف الشمسي Spectre solaire الكلي ، ونظراً لأهمية هـذه الإشعاعات سنحاول تسليط الضوء عليها ، وبيان أهم خصائصها :

١ ـ الأشعة فوق البنفسجية Rayon ultra - violet :

تؤلف نحو ٧٪ من الطيف الشمسي الواصل الى الحدود الخارجية للغـلاف الجوي ، وتتألف من إشعاعات قصيرة غير مرئية تتراوح أطوال موجاتها بين ٠٫٢٠٢ و ٠٫٤ ميكرونات ، وهي تساهم في رفع حرارة الجو ، ويصل جزء قليل منها الى الأرض لأن الأوزون يحتجز القسم الأعظم منها .

وتعد أكثر هذه الاشعاعات ضارة وبخاصة ذات الموجات بأطوال ٠٫٢ ـ ٠٫٣ ميكرونات التي تسبب اضطرابات فسيولوجية وحروقاً لأنسجة النبات والحيوان ،

كما تقتل الجراثيم والكائنات الدقيقة ، وتزداد نسبتها في الجبال والمرتفعات ، فتمنح البشرة لوناً برونزياً ، أما النسبة التي تصل من هذه الأشعة الى سطح الأرض فهي بحدود ٢٪ فقط .

٢ ـ **الأشعة المرئيـة** Rayon visible :

تشكل نحو ٤١٪ من الإشعاع الشمسي الكلي ، وهي عبارة عن حزمة من الإشعاعات المؤلفة من اختلاط الألوان المعروفة ، والتي تبدو واضحة في قوس قزح ، تعطي الضوء والنور ، وتتراوح أطوال موجاتها بين ٤٠ر٠ ـ ٧٥ر٠ ميكرونا ، وتعد ضرورية لتطور الكائنات الحية ونموها واستمرار نشاطها ، وبخاصة إتمام عملية التمثيل الضوئي Photosynthès في النباتات الخضراء .

ويمكن تحليل هذه الأشعة بوساطة موشور الى مكوناتها ، والعين المجـردة حساسة لهذه الأشعة والألوان المشكلة لهـا ، والجدول رقم ـ ٥ ـ يبين أطوال موجات مركبات الأشعة المرئية وترتيبها حسب تحليل الطيف (قصـيرة الموجـة ومتوسطتها) .

اللـون		طول الموجة بالميليميكرون(mμ)
ـ الاحمـر :	Rouge	٧٦٠ ـ ٦٢٠
ـ البرتقالي :	Orange	٦٢٠ ـ ٥٨٥
ـ الاصـفر :	Jaune	٥٨٥ ـ ٥٧٥
ـ الاخضـر :	Vert	٥٧٥ ـ ٥٠٥
ـ الازرق :	Bleu	٥٠٥ ـ ٤٥٥
ـ البنفسجي :	Violet	٤٥٥ ـ ٤٠٠

٣ ـ **الأشعة تحت الحمراء** Rayon Infra - Rouge :

تتراوح أطوال موجاتها بين ٧٥ر٠ و ١٠٠ ميكرون ، وهي تشكل نحو نصف

الاشعاعات الشمسية ، وتكتسب أهمية خاصة في دراسة الطقس والمناخ ، وتسمى الأشعة الحرارية لأنها تمد الأرض والهواء والماء بالطاقة الحرارية،وبخاصة الاشعاعات ذات أطوال الموجات بين ١ ـ ٥ ميكرونات .

يكون تركيب الأشعة الواصلة الى مستوى سطح البحر كما يلي :

الأشعة ونسبتها : أطوال موجاتها :

ـ فوق بنفسجية ١٪
ـ ١٨٥ر٠ ـ ٤ر٠ م .

ـ مرئيـة ٤٠٪
ـ ٤ر٠ ـ ٧٥٪ م .

ـ تحت حمراء ٥٩٪
ـ ٧٥ر٠ ـ ٤ م .

٢ـ١ـ٤ـ التوازن الإشعاعي Equilibre du Rayonnement :

تعبر معادلات التوازن الاشعاعي عن مصير الاشعاع الشمسي ، وذلك اعتباراً من دخول هذا الإشعاع الى أعالي الغلاف الجوي ، ومروراً بطبقات الجو ، حتى وصول جزء منه الى سطح الأرض ، والتحولات التي تطرأ عليه خلال اللحظات الأخيرة من رحلته الطويلة بين الشمس ، مصدر الأشعة ، والأرض ، التي تستمر ثماني دقائق .

ويمكن تلخيص المسارات التي تسلكها أشعة الشمس ، والتي يبين التوازن الإشعاعي محصلتها ، بما يلي :

ـ يقدر الجزء المنعكس بنحو ٣٠٪ من الطاقة الإشعاعية الكلية التي تدخل جو الأرض ، وتعود الى الفضاء الخارجي ، وتكون الأشعة المنعكسة ذات موجات قصيرة تتراوح أطوالها بين ٢ر٠ و ١ ميكروناً ، تتوزع كما يلي :

ـ ١٧٪ تعكسها الغيوم .

ـ ٣ ٪ تعكسها ذرات الهواء .

ـ ١٠٪ ينعكس على سطح الأرض .

ـ يمتص بخار الماء والغيوم ، والغازات والذرات العالقة في الجو نحو ١٧٪ من الإشعاع الإجمالي الواصل من الشمس ، ويستعمل هذا الجزء في تسخين الجو .

ـ يصل الى سطح الأرض ما تبقى من الطاقة الإشعاعية ، والذي يتجاوز نصف الإشعاعات الواردة ٥٣٪ ، فيعمل على تسخين المياه واليابسة ، ويتوزع بعد ذلك كالآتي :

ـ ترسل الأرض ١٨٪ على شكل إشعاع أرضي طويل الموجة منه ٦٪ تعود الى الفضاء الخارجي و ١٢٪ يمتصها الجو .

ـ ينتقل نحو ٣٥٪ على شكل طاقة حرارية بالنقل والتوصيل ، منها ٢٩٪ على شكل حرارة كامنة تعمل على تبخير المياه من المحيطات والبحار والنباتات ، إضافة الى ٦٪ تنطلق على شكل موجات حرارية محسوسة تسخن الهواء وجو الأرض .

ـ وتكون المحصلة النهائية للتوازن الاشعاعي : أن نحو ٧٠٪ من الأشعة الواردة يعود للانطلاق الى الفضاء خارج الغلاف الجوي ، يرسل على شكل موجات طويلة تتراوح أطوالها بين ٥ و ٢٠ ميكروناً .

ـ يمثل هذا التوازن التوزع النظري للأشعة والطاقة ، وهناك عديد من العوامل التي تحدد كمية الإشعاع الشمسي الواصل الى الأرض ، نذكر منها :

درجة العرض ــ الارتفاع عن سطح البحر ــ الفصل ــ الليل والنهار ــ الغطاء النباتي ــ المياه واليابسة ــ الغيوم ــ درجة صفاء الجو ...

ويلاحظ على الواقع أن الطاقة الإشعاعية التي يتلقاها سطح الأرض في المناطق المدارية أكبر بكثير من الطاقة التي يفقدها ، ويؤدي هذا الى ارتفاع الحرارة ، بعكس المناطق القطبية التي تكون حرارتها منخفضة ، وتكون نتيجة هذا التباين تشكل التيارات المائية في المحيطات ، وتبخير كميات هائلة من مياه المحيطات الدافئة، وهبوب الرياح التي تلعب دوراً هاماً في التغيرات الجوية .

٢ـ١ـ٥ـ الإشعاع الأرضي والإشعاع الجوي

: Rayon terrestre et Rayon atmosphérique

يتعرض سطح الأرض الى عملية التسخين الحراري في النهار ، والتي تؤدي الى تزايد درجة حرارته مما يؤدي الى إرسال الإشعاع الأرضي الذي يبلغ أشده في ساعات بعد الظهر . ويحدث التبريد الحراري في الليل نتيجة استمرار الإشعاع الليلي من سطح الأرض وإرسال موجات ذات طول بحدود ١٠ ميكرونات .

يحجز الغلاف الجوي نحو خمس الإشعاعات الشمسية التي تخترقه ، فترتفع حرارته ويتحول الى جسم مشع ، هذا ويمتص سطح الأرض أكثر من ثلثي الأشعة الصادرة عن الجو ، بينما ينعكس الباقي وينطلق الى الفضاء الخارجي .

يتألف الإشعاع الأرضي من الأشعة تحت الحمراء الحرارية ، وتكون أطوال موجاتها بين ٥ و ٨٠ ميكروناً وهي أشعة مظلمة حارة ، أطوال موجات معظمها ١٠ ميكرونات ، تمتص غازات الجو وبخاصة بخار الماء وغاز الفحم القسم الأكبر منها ، وينعكس جزء منها ليعود الى الأرض وخاصة في الجو الغائم .

هذا ويمكن كتابة معادلات التوازن الإشعاعي كما يلي :

١ ــ التوازن الإشعاعي (سماء صافية) = (الاشعاع الشمسي المباشر + الاشعاع الجوي + الاشعاع التناثري ــ الاشعاع الأرضي المنعكس) .

٢ ــ التوازن الإشعاعي (سماء غائمة) = (الاشعاع الجوي + الأشعاع التائري – الاشعاع الأرضي والاشعاع المنعكس) .

٣ ــ التوازن الإشعاعي (ليلاً) = (الاشعاع الجوي – الاشعاع الأرضي) .

٤ ــ الإشعاع الفعال =

(١ ــ الألبيدو) الإشعاع الكلي ــ (الاشعاع الأرضي + الإشعاع الجوي)

(إشعاع شمسي) (إشعاع حراري)

٢ـ٢ـ الحـرارة La température :

إن الإشعاع الشمسي هو المصدر الوحيد لمعظم الطاقة الحرارية التي يستقبلها سطح الأرض وجوها ، إذ أن الحرارة التي تصدر عن باطن الكرة الأرضية عن طريق البراكين والمياه المعدنية الساخنة لا تشكل إلا جزءاً ضئيلاً من الطاقة الحرارية ، والتي قد تظهر بشكل غير منتظم في مناطق متفرقة من العالم .

وتلعب هذه الطاقة الهائلة دوراً هاماً في حياة النبات بشكل مباشر وأشكال الحياة كافة على كوكبنا بشكل غير مباشر ، كما وتعد الحرارة أيضاً المحرك الأساسي للتغيرات التي تجري في الغلاف الجوي مثل تغيرات حالة الماء : التكاثف والتجمد والتبخر ، نتيجة تأثير التوزع الجغرافي للحرارة وتبايناتها في الزمان والمكان ، كذلك تتم حركات الرياح في الجو والأمواج في المحيطات بفضل توازن الطاقة : Equilibre d'énergie .

تشبّه الشمس بفرن ذري هائل يرسل باتجاه الأرض طاقة تقدر بنحو١٣٦ مليار حصان بخاري في الثانية ، ولا تزيد هذه الطاقة على ½ جزءاً من مليار من الطاقة الكلية الصادرة عن الشمس ، ورغم أن معظم الإشعاعات الصادرة عن الشمس غير حرارية سواء منها المرئية أو غير المرئية ، فيتحول بعضها الى موجات حرارية : Ondes thermiques بعد امتصاصها من قبل الأجسام المادية .

تقوم الطبقة الجوية الأولى من الغلاف الجوي بدور منظم للحرارة والضغط على سطح الأرض ، ويعود ارتفاع الحرارة في فصل الصيف بالمقارنة مع الشتاء الى :

ـ النهار الطويل الذي يسمح بتعرض الأرض لأشعة الشمس لفترة أطول لتسخينها .

ـ وصول الأشعة الشمسية بشكل عمودي على سطح الأرض ، يكون أكثر فعالية في نقل الطاقة الحرارية ، إذ أن أشعة الصيف العمودية تعطي طاقة إشعاعية إجمالية أكثر تركيزاً في وحدة المساحة بالمقارنة مع أشعة الشتاء المائلة التي تنتشر على مساحة أوسع وتعطي طاقة حرارية أقل وذلك رغم أن الشمس تكون أقرب الى الأرض شتاءً .

يعمل الغلاف الجوي على تنظيم الحرارة وتقليل تباينها،فتبلغ الحرارة المتوسطة لسطح الأرض بفضله + ١٨° م نهاراً و + ٤° م ليلاً ، بينما تصل الحرارة المتوسطة على سطح القمر الى + ١٠٠° م نهاراً و ـ ١٥٠° م ليلاً نتيجة غياب الغلاف الجوي.

٢ـ٢ـ١ـ التبادل الحراري Echange de chaleur :

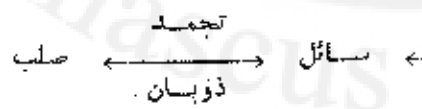
يمكن إيجاز طرق انتقال الحرارة عبر الأجسام المادية الصلبة والسائلة والغازية بما يلي :

ـ الإشعاع الحراري : Rayonnement thermique في الأجسام الغازية .

ـ الناقلية أو التماس : Conduction في الأجسام الصلبة .

ـ الحمل أو الإزاحة : Convection في الأجسام السائلة .

ـ تغيرات حالة المادة : Change d'état مثل الماء :



٢ـ٢ـ٢ـ النظام الحراري :

يقصد بالنظام الحراري التوزع الحراري والتبادلات الحرارية المستمرة بين الجو وسطح الأرض وخلال هذا السطح ، والتغيرات التي تطرأ على درجات الحرارة حسب الزمان والمكان ، وتختلف شدة هذه التغيرات حسب العوامل التالية :

- التغيرات اليومية : Variation quotidien
- التغير حسب الارتفاع : Variation avec l'altitude
- التغير الذاتي : Variation adiabatique
- التغير حسب الموقع : Variation avec la latitude
- التغيرات الفصلية : Variation saisonniaires

٢ـ٢ـ٣ـ الحرارة وحركات الغلاف الجوي :

La chaleur et les mouvements atmosphériques :

يسخن الهواء الجوي نتيجة ملامسته لسطح الأرض بصورة رئيسة ، فيتمدد وتقل كثافته ويخف وزنه ، كما يؤدي الى ارتفاعه الى الأعلى ، فتحل محله كتلة من الهواء البارد وتنزلق من المنطقة الأكبر برودة باتجاه المنطقة الحارة، وعندما تسخن هذه الكتلة الباردة في موقعها الجديد ترتفع بدورها الى الأعلى ، لتفسح المجال أمام هواء بارد جديد وهكذا .

وبما أن سطح الأرض يتلقى عند خط الاستواء حرارة أكبر من القطبين باستمرار ، لذلك فان تيارات الهواء تكون دائماً صاعدة فوق المناطق الحارة ، وتتجه الرياح السطحية من المناطق القطبية والباردة لتحل محلها .

تعد تيارات الحمل أو الإزاحة المبينة أسبابها أعلاه مسؤولة عن تشكل الرياح والنسيم Brise ، إضافة الى أن الأسطح المائية واليابسة تمتص الحرارة بسبب

مختلفة ، وتختلف في سرعة فقدها الحرارة ، وتكسب الجبال حرارة أكثر من الوديان والسهول في النهار وتفقدها بسرعة أكبر أيضاً في الليل ، وكذلك فان القارات تسخن بسرعة أكبر من المحيطات في النهار ، وتبرد بسرعة أكبر أيضاً في الليل .

تكتسب الأرض من الطاقة الحرارية كل عام الكمية نفسها التي تفقدها من هذه الطاقة ، لكن كميات الحرارة التي يتلقاها كل من نصفي الكرة الشمالي والجنوبي تختلف حسب فصول السنة ، فيتلقى نصف الكرة الشمالي Hémisphère Boréal الإشعاع الشمسي الأعظمي في بداية الانقلاب الصيفي في ٢٢ حزيران ، ويستمر ميزان الطاقة الحرارية بالتزايد حتى يصل الى درجة الحرارة العظمى Chaleur maximale التي تصادف في نهاية شهر تموز عادة ، وتبقى الطاقة المكتسبة أكبر من الطاقة الضائعة حتى أواخر شهر آب ٣١ منه ، وبعد ذلك يبدأ نصف الكرة الشمالي بفقد كميات من الحرارة تفوق الكميات التي يتلقاها ، وبالتالي يبدأ بالتبرد . والعكس صحيح في نصف الكرة الجنوبي Hémisphère austral . وعلى المبدأ نفسه يمكن تفسير استمرار ارتفاع الحرارة حتى بعد الساعة الثانية عشرة (الظهر) حتى الساعة ١٤ أو ١٥ وهي الساعات الأحر في اليوم وتسمى الظهر الحقيقي : Midi vrai .

٢ـ٢ـ٤ـ تباين الحرارة :

تبين القياسات جميعها اختلاف درجات الحرارة بين ساعة وأخرى أو بين منطقة وأخرى ، وهذا يؤكد عدم استقرار الحرارة على قيم ثابتة ، ويبدو ذلك واضحاً من خلال التسجيل الآلي للحرارة الذي يرسم خطاً يبين مسار درجات الحرارة وتغيرها مع الزمن .

ويعتمد المتوسط اليومي أو الشهري أو السنوي لدراسات الطقس والمناخ لعدة سنوات يفضل أن تزيد على ٣٠ سنة لتدل على المتوسطات الطبيعية للحرارة : Moyennes normales .

ومن العوامل التي تؤثر في تغير حرارة مكان ما وابتعادها عن متوسطها العادي زيادة أو نقصاناً ، نذكر ما يلي :

ـ صفاء الجو : La nébulosité يؤدي تعكر صفاء الجو إلى زيادة درجات الحرارة الدنيا Minima وخفض درجات الحرارة القصوى Maxima

ـ القارية : La continentalité يسبب البعد عن البحر والقارية تباينـاً حرارياً وسعة حرارية Amplitude أكبر منها على الساحل .

ـ الارتفاع : L'altitude يلاحظ اختلاف توزع الحرارة والمدى الحراري في المرتفعات عن المناطق المنخفضة .

ـ درجة العرض : La latitude تتناقص درجات الحرارة اعتباراً من خط الاستواء وحتى القطبين .

ـ رغم التباينات الواضحة للحرارة في الهواء وعند سطح التربة ، فان هذه التباينات تتناقص شيئاً فشيئاً الى أن تتلاشى في أعماق التربة على عمق ١ م تحت الغابة الاستوائية وعلى عمق أكثر من ١٠ أمتار في المناطق القطبية .

ـ يحتاج الماء الى كميات من الطاقة الحرارية حتى يتحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية ، ورغم كبر كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة المـاء من الصفر المئوي الى حرارة الغليان (١٠٠° م) ، إلا أن كمية الحرارة اللازمة لتحويل المقدار نفسه من الماء على درجة حرارة ١٠٠° م الى بخار تبلغ ستة أضعاف الحرارة السابقة وتبقى هذه الحرارة كامنة Chaleur latante في البخار لتنطلق من جديد عند تكاثفه .

يتم قياس الحرارة في مكان قياسي Standard ضمن صندوق خشبي مزدوج ، تتألف جدرانه من ألواح خشبية ، مائلة ، يوضع على ارتفاع ٢ م من سطح الأرض فوق أرض مزروعة بالأعشاب .

ـ يعتمد مبدأ قياس الحرارة على تمدد السوائل والمعادن وتقلصها بتأثير الحرارة ، ومن أهم الموازين المستعملة نذكر :

Thermomètre à mercure	ـ ميزان الحرارة الزئبقي العادي
Thermomètre à T. minimale	ـ ميزان درجات الحرارة الدنيا
Thermomètre à T. maximale	ـ ميزان درجات الحرارة العليا
Thermomètre enregistreure	ـ مسجل الحرارة :
Thermomètre enregistreure bilam	ـ مسجل الحرارة ذا الصفيحتين
Thermo-couple électrique	ـ مسجل الحرارة الكهربائي
Thermomètre à Tension de vopeur	ـ ميزان الحرارة حسب ضغط البخار
Thermomètre à alcool	ـ ميزان الحرارة الكحولي :

Damascus University

التطبيق العملي :

١ ــ كيف تفسر اختلاف شدة الاشعاع الشمسي مع زاوية الورود ، وضح ذلك بالرسم .

٢ ــ ارسم شكلاً يبين أنواع الإشعاعات الصادرة عن الشمس مع تحديد أطوال موجاتها .

٣ ــ ما المقصود بالتوازن الإشعاعي ، حدد قيمه وارسم مسارات توزع الأشعة ومصيرها .

٤ ــ عرف مبدأ الدفيئة ، وبين كيف تلعب بعض مكونات الهواء الجوي دون الدفيئة .

٥ ــ كيف يقاس الإشعاع ، حدد مبدأ القياس ، وارسم أنواع الأجهزة المستعملة لذلك .

٦ ــ ارسم مع التلوين ألوان الطيف وبين أطوال موجاتها ، وطبيعة اللون الأبيض والأسود .

٧ ــ ارسم منحى تغيرات الحرارة مع الارتفاع في طبقات الغلاف الجوي .

٨ ــ عدد وحدات قياس الحرارة ، وبين العلاقة الرياضية بينها .

٩ ــ ما المقصود بالانقلاب الحراري عدد أنواعه مع الرسم .

١٠ــ ما هي الأشعة الحرارية وما هي أطوال موجاتها ومصدرها .


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجاسة العملية الثالثة

٣ ـ الضغط الجوي والرياح Lapression atmosphérique et les vents :

٣ـ١ـ الضغط الجوي :

يمثل الضغط الجوي وزن عمود الهواء فوق الموقع المدروس ، ويعادل هذا الوزن ٧٦٠ مم زئبقاً عند مستوى سطح البحر وهو يساوي ١٠١٣ ميليباراً

وينخفض على ارتفاع ٣ كم الى	٧٠٠	ميليبار
ويستمر بالانخفاض ليصل على ارتفاع ٦ر٥ كم الى	٥٠٠	ميليبار
وتتناقص قيم الضغط عند ارتفاع ٢ر١٦ كم الى	١٠٠	ميليبار

ويعود هذا التناقص الى أن ٨٠٪ من كتلة الغلاف الجوي تقع بين سطح الأرض ونهاية الطبقة الجوية الأولى ، حيث تكون قيمة الضغط بحدود ٢٠٠ مليبار ، ويصبح الهواء نادراً فوق ارتفاع ٣٠ كم بحيث لا يبقى سوى ١٪ فقط من كتلة الغلاف الجوي ، وتنخفض قيمة الضغط الى ١٢ ميليباراً فقط .

ويمكن تقسيم مكونات الضغط الجوي العام حسب أهم الغازات الداخلة في تركيب الهواء كما يلي (يلاحظ إهمال ضغط الغازات الأخرى لندرتها) :

ضغط الآزوت	٧٨٠	ميليباراً
ضغط الأوكسيجين	٢١٠	ميليباراً
ضغط الأرغون	١٠	ميليبارات
ضغط بخار الماء	١٥	ميليباراً
المجمـوع	١٠١٥	ميليباراً

٣ـ١ـ١ـ الارتفاع والانخفاض الجويان Hautes et basse pressions :

لقد تم تحديد مقدار قيمة الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر وفي حالة الاستقرار وغياب الاضطراب الجوي ، ومن الملاحظ أن قيم الضغط لا تكون ثابتة بل تخضع لتغيرات مستمرة أو مؤقتة حسب العوامل التالية :

- انخفاض الضغط مع الارتفاع عن سطح البحر بمعدل ٥ر١٪ لكل ١٠٠ م ارتفاع حتى + ٦٠٠ م .

  وبمعدل ٥ر٠٪ لكل ١٠٠ م بين ٦٠٠ و ١٥٠٠ م .
- انخفاض الضغط بازدياد نسبة بخار الماء في الجو وازدياده كلما جف الجو .
- ازدياد قيم الضغط مع انخفاض الحرارة،وتدني قيمه نتيجة ارتفاع الحرارة .
- تخضع قيم الضغط لتغيرات شبه ثابتة كالتغيرات اليومية أو الفصلية أو السنوية ، وتغيرات مفاجئة كالارتفاع والانخفاض الجويين .

يسبب التسخين غير المنتظم لسطح الأرض تشكل الرياح وحركتها بين الشمال والجنوب ، كما يساهم دوران الأرض بحرف مسار هذه الرياح نحو الشرق أو الغرب ، حسب نصف الكرة الشمالي أو الجنوبي ، وينتج عن هذا كله تغير شبه ثابت في اتجاه تحرك الكتل الهوائيـة مما يؤدي الى تشكل النظام العـام لحركة الهواء الجوي Le système général de Circulation atmosphérique الذي يتضمن تشكل كتل هوائية مضطربة دوارةTourbillonantes تقسم هذه الكتل الى نوعين :

١ ـ خلايا الضغط المرتفع : Les cellules de haute pression .

وتسمى الإعصار المضاد L'anticyclone .

٢ ـ خلايا الضغط المنخفض : Les cellules de basse pression .

وتدعى المنخفض الجوي Le dépression .

تنتقل مناطق الضغط المنخفض أو المنخفضات الجوية في العروض المتوسطة

بين خطي عرض (٣٠° و ٦٠°) مع اتجاه الرياح الغربية السائدة باتجاه الشرق ، وذلك بالتناوب مع المرتفعات الجوية التي تسير مع هذه الرياح بالاتجاه نفسه .

ـ كيفية تشكل المرتفعات الجوية :

يمكن أن يتشكل المرتفع الجوي فوق أية نقطة من سطح الأرض نتيجة تبرد الهواء الذي يؤدي الى انضغاطه وتكاثفه واتجاهه الى الأسفل . وتتركز أكبر مناطق الضغط المرتفع في نصف الكرة الشمالي ضمن نطاق الهدوء المداري وفوق منطقة الارتفاع الجوي القطبي . ينتج عن تجمع كتلة الهواء فوق رقعة جغرافية مناسبة تشكل المرتفع الجوي أو ضد الإعصار ، والذي يبدأ بالدوران حول نفسه ببطء شديد بشكل حلزوني باتجاه حركة عقارب الساعة . ويتجه الهواء عادة من مركز المرتفع باتجاه المناطق المجاورة ذات الضغط المنخفض ، ومع استمرار الدوران وتزايد سرعته يتقدم الهواء منحرفاً نحو اليسين ليشكل خلية زوبعية يبلغ قطرها عدة مئات من الكيلومترات ، ويلاحظ أن هذه الخلايا تمتد من المناطق القطبية باتجاه الجنوب .

ـ كيفية تشكل المنخفضات الجوية :

يمكن أن يتشكل المنخفض نتيجة التداخل الأفقي المتموج Ondulaire بين مرتفعين جويين حرارتهما مختلفتان ، ويمكن تمييز الحالات التالية :

١ ـ تباعد الموجات الهوائية وتكسرها كما يحدث في أمواج البحر ، فيكون الهواء الدوار خلية ضغط منخفض تبدأ صغيرة ، وقد تكبر مع زيادة الفروق الحرارية ، وتزداد فاعلية لتتحول الى منطقة ضغط منخفض رئيسة .

٢ ـ ارتفاع الهواء تحت غيوم ركامية ممطرة بسرعة ، يسبب تكون المنخفض الجوي ، ويختلط الهواء ذو الضغط المنخفض مع الهواء المحيط L'air ambiant ويشكل دوامات تدور بعكس حركة عقارب الساعة بتأثير دوران الأرض ، وتؤدي الى ظهور الأعاصير التي يصل قطرها الى ٣٠ كم أحياناً ، الجدول رقم ـ ٦ ـ .

٣ ــ يتشكل المنخفض الجوي الحراري فوق الصحارى والأماكن الحارة بعد تمدد الهواء الحار وارتفاعه ، ثم جريانه خارج المنخفض في الارتفاعات العليا ، ويؤدي استمرار تناقص الضغط الى اختلاط الهواء المحيط على شكل دوامات وزوابع تظهر بوضوح صيفاً جنوب الصحراء الكبرى Le sahara ، كما تثير الغبار محلياً في المنخفضات الصغيرة ، ويمتد تأثيرها على نطاق واسع في المنخفضات العظيمة.

٤ ــ قد يبدأ تكون المنخفض الجوي أحياناً في سلاسل الجبال العالية على السفوح المحمية من الرياح السائدة Sous le vent ، ويؤدي الى تعكير الطقس وهطول الأمطار .

جدول رقم ــ ٦ ــ

اهم ميزات كل من المرتفع والمنخفض الجوي وخصائصه

الحالة العامة	الضغط المنخفض	الضغط المرتفع
ــ الطقس :	صاحيا عامة	غائما عامة
ــ تيارات الهواء :	تسير باتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي وبعكسها في النصف الجنوبي .	تسير بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي ، وباتجاهها في النصف الجنوبي .
ــ الرياح :	ضعيفة وخفيفة السرعة .	قوية وهائجة .
ــ الحرارة :	إما مرتفعة او منخفضة بدون تغيرات ملحوظة لفترة طويلة نسبياً .	المنخفضات المدارية حارة ، والمنخفضات الأخرى باردة ، وقد تكون حارة وتتحول الى باردة .

٣ــ١ــ٢ــ اثر المكان والزمان في الضغط الجوي :

إذا تصورنا الكرة الأرضية مغطاة تغطية كاملة بالماء فان حركة الهواء العامة على سطحها تكون بسيطة جداً بحيث يتوضع نطاق ضغط منخفض فوق خط

الاستواء ، ونطاقان فوق خطي عرض ٦٠° شمالاً وجنوباً ، وذلك بتأثير الهواء الصاعد فوق هذه النطاقات ، كما أن نطاقات الضغط المرتفع تتشكل بتأثير التيارات الهابطة في مناطق الهدوء المدارية والقطبين .

لكن توزع اليابسة والمياه واختلاف قدرتها على امتصاص الحرارة وعكسها ، إضافة الى التباينات الفصلية لدرجات الحرارة ، كل ذلك يجعل الوضع أكثر تعقيداً ويؤدي الى توزع الضغط بشكل أكثر تبايناً . ففي الشتاء مثلاً تكون منطقة القطب الشمالي عامة وأواسط سيبريا عند درجة عرض ٧٠° خاصة ، هي المنطقة الأكثر برودة على سطح الأرض ، كما يلاحظ أن القارات تكون في الصيف أحر نسبياً من المحيطات التي تكون حرارتها معتدلة .

استناداً الى ما سبق يمكن تفسير سبب تشكل مناطق الضغط الجوي المرتفع في مواقع محلية محددة ولا تشمل مساحات واسعة ، فهي تتوضع في نصف الكرة الشمالي ، كلها تقريباً عند بداية تشكلها فوق المحيطات الواسعة الباردة ، وخاصة أثناء فصل الصيف عندما تكون القارات حارة ، ومن أهم مناطق الضغط المرتفع الدائم ، الأجزاء الشرقية من المحيطين الهادي Le pacifique والأطلسي L'atlantique . تتحرك هذه المرتفعات متأثرة باتجاه الرياح والحركة العامة للأرض، وتنتقل باتجاه الشمال الشرقي بين خطي عرض ٣٠° و ٦٠° وباتجاه الجنوب الغربي بين خط عرض ٦٠° والقطب ، والجدول رقم ــ ٧ ــ يبين وحدات قياس الضغط .

ــ قياس الضغط الجوي : يتم قياس الضغط بأحد الأجهزة التالية :

ــ جهاز قياس الضغط الزئبقي : Baromètre àmercure

ــ جهاز قياس الضغط المعدني : Baromètre métalique

ــ جهاز قياس الضغط في الجو ــ مقياس الارتفاع : Alti mètre

ــ مسجل الضغط : Barographe

جدول رقم ـ ٧ ـ الوحدات المستعملة في قياس الضغط

ـ الدين Dyne : يساوي القوة اللازمة لتحريك كتلة مائيـــة وزنها ١ غ مسافة ١ سم خلال زمن قدره ١ ثانية .

ـ الميليبار mb : هي الوحدة المستعملة عادة في قياس الضغط = ١٠٠٠ دين

ـ البـار Bare : وهي الوحدة الحركية لقوة الضغط الواقعة على مسافة ١ سم^{٢} = ١٠٠٠ mb .

١ مم زئبقاً = ١ر٣٥ ميليبار .

١ ميليبار = $\frac{٣}{٤}$ مم زئبقاً .

١ إنشاً = ٣٣ر٩ ميليباراً .

وقد تم حساب مقدار الضغط الجوي الذي يساوي وزن الهواء الجوي في وحدة المساحة عند مستوى سطح البحر ، وعلى درجة حرارة ١٥° م ، وعند خط العرض ٤٠° م شمالاً فوجد أنه يساوي وزن عمود من الزئبق طوله ٧٦ سم ومساحة قاعدته ١ سم^{٢} ووزنه ١٠٣٣ غ .

٣ـ٢ـ الريـاح والجبهـات :

تعرف الرياح بأنها الحركة الأفقية للهواء التي تحدث نتيجة اختلاف الحرارة والضغط بين منطقتين ، فتتحرك كتلة الهواء من منطقة الضغط المرتفع باتجاه منطقة الضغط المنخفض ، ومن أهم العوامل التي تحدد حركة الرياح وسرعتها واتجاهها ما يلي :

ـ توزع اليابسة والمحيطات .
ـ تدرج الضغط الجوي وشدة هذا التدرج .
ـ الجاذبية الأرضية والقوة الطاردة المركزية .
ـ دوران الأرض وانحراف الرياح .

- شكل سطح الأرض وأثر قوة الاحتكاك .
- تأثير الارتفاع في حركة الرياح واتجاهها .
- التغيرات اليومية والفصلية للرياح .
- الأشجار والغابات والغطاء النباتي .

تهب الرياح على ارتفاع ٦٠٠ م تقريباً بشكل مواز تماماً لخطوط تساوي الضغط ، ولا تدور بشكل حلزوني كما يحدث عند مستوى سطح الأرض نتيجة تأثر الرياح بالاحتكاك مع السطوح التي تلامسها ، فتؤدي الى تناقص سرعتها .

تختلف درجة انحراف الريح عن مسار خطوط الضغط Isobares حسب السطح فتكون بحدود ١٠° فوق المحيطات ، ونحو ٤٥° أو أكثر فوق الأراضي الوعرة ، كما تكون سرعة الرياح السطحية بحدود نصف سرعة الرياح العلوية البعيدة عن تأثير الاحتكاك بالسطح .

٣-٢-١- حركة الرياح وسرعتها :

تكون الرياح عمودية على خطوط تساوي الضغط ، وتنطلق من مركز الضغط المنخفض ، ويستمر اتجاهها بدون دوران الأرض (وهذا ما يظهر فعلاً على خرائط الطقس) ، لتتبدد في الاتجاهات كافة ، وتعمل حركة دوران الأرض على تغيير اتجاهها ليصبح مائلاً على خطوط تساوي الضغط ، وتستمر في الدوران لتوازي تقريباً هذه الخطوط عند الحدود الخارجية للمرتفع الجوي .

تدل خطوط تساوي الضغط على شدة تغير الضغط ، فتزداد الشدة بتقاربها وعندها تزداد سرعة الرياح عامة ، بينما تقل الشدة وتتناقص سرعة الرياح كلما تباعدت .

٣-٢-٢- حركة الرياح العامة La circulation des vents :

تبدأ الحركة العامة في الطبقات العليا من الجو حيث ترتفع كتل الهواء الساخنة الهائلة فوق خط الاستواء ، ثم تتجه نحو القطب الشمالي (في نصف الكرة الشمالي)،

وتبدأ بالانحراف نحو الشرق ، لتشكل منطقة ضغط مرتفع فوق خط عرض ٣٠° ، تنطلق منها باتجاه سطح الأرض رياح الأليزيه Alizés التي تهب بانتظام تقريباً من الشمال الشرقي ، كما يتجه جزء باتجاه الشمال الشرقي ويشكل الرياح الغربية السائدة في مناطق العروض المتوسطة .

ومع هذا يستمر قسم كبير بالاتجاه شمالاً ، ليبرد ويزداد ضغطه ويشكل فوق القطب الشمالي منطقة ضغط مرتفع دائمة ، تهب منها الرياح الشمالية الشرقية الباردة ، والتي تتلاقى مع الرياح الغربية وتشكل الجبهات القطبية .

ويلاحظ تأثير هذه الجبهات بشكل واضح شتاء في منطقتنا ، وقد يمتد تأثير موجات الرياح الباردة Vagues de froids ليصل الى المناطق الاستوائية .

تكون حركات الرياح في نصفي الكرة الأرضية متشابهة تماماً ، إلا أن اتجاهها في نصف الكرة الشمالي يكون عكسه في نصفها الجنوبي ، ويمكن تقسيم العالم حسب مجموعات الرياح السائدة فيه الى المناطق التالية :

١ ـ منطقة الهدوء الاستوائي Zone des calmes équatoriaux :

تهب رياح سطحية منتظمة باتجاه خط الاستواء من الشمال والجنوب ، تسمى رياح الصابيات Alizés ، وكلما تقدمت هذه الرياح الباردة ارتفعت درجة حرارتها، فتبدأ بالارتفاع لتشكل منطقة ضغط جوي مرتفع تسمى منطقة الهدوء الاستوائي ، والتي تكاد تخلو من التيارات الأفقية ، ولهذا لا يمكن للمراكب الشراعية أن تبحر في هذه المنطقة ، وقد يستمر الهدوء لأسابيع طويلة ، وفي فصل الصيف تحمل التيارات الصاعدة كميات هائلة من بخار الماء ، وتتشكل في سمائها الأعاصير والعواصف الاستوائية ، وتسقط فيها أكبر كميات من الهطول على وجه الأرض .

٢ ـ منطقتي رياح الصابيات (الأليزية) Zone des Alizés :

تسود رياح تهب بانتظام في نصف الكرة الشمالي من جهة الشمال الشرقي ،

ويمكن للطائرات المتجهة نحو الغرب الأستفادة من هذه الرياح فتزيد سرعة طيرانها ، وتكون السماء صافية فوق منطقة هبوبها وبخاصة حول خط عرض ٣٠° ومع اقترابها من خط الاستواء تدخل منطقة الهدوء الاستوائي ، أما في نصف الكرة الجنوبي فتكون الرياح السائدة جنوبية شرقية وتمائل النصف الشمالي في باقي التفاصيل .

٣ ـ منطقتي الهدوء المداري Zone des calmes tropicaux :

تسود فوق المدارين منطقتا سكون بسبب التسخين الذاتي للهواء النازل ، وتكون السماء صافية تقريباً باستمرار ، والرياح ضعيفة غير محددة الاتجاه ، مما يسبب تعطل حركة السفن الشراعية في البحار، ويكون الطقس مدارياً جافاً وصحراوياً يندر فيه سقوط الأمطار .

٤ ـ منطقتي الرياح الغربية السائدة Zone des vents d'ouest :

وهي مناطق تهب فيها الرياح من جهة الجنوب الغربي أو الشمال الغربي .

٥ ـ منطقتي الرياح الشرقية القطبية Zone des vents d'est polaires :

تسمى حدودها الجبهة القطبية ، وهي تهب من الشرق وتتجه نحو الجنوب الغربي ، وعندما تلتقي هذه الكتل الهوائية الجبارة مع رياح معاكسة تتشكل جبهات هوائية يختلف اتجاهها وسرعتها ورطوبتها وحرارتها حسب قوة هبوب كل من الكتلتين ، وتنتج عن ذلك العواصف المطرية والثلجية .

٣ـ٢ـ٣ـ الكتل الهوائية Les masses :

يستعمل تعبير الكتلة الهوائية للدلالة على خليـة ضغط مرتفع ذات ميزات خاصة ، وهي كتل هائلة تغطي مساحات تصل الى مئات آلاف الكيلومترات المربعة ، وتكون متجانسة من حيث درجة الحرارة ونسبة الرطوبة عند مستوى أفقي واحد ، وتكتسب حرارة السطح الذي تتشكل فوقه . فتكون باردة وجافة عندما تأتي من

القطبين بينما تكون حارة ورطبة فوق المحيطات الاستوائية ، ويمكن تمييز أنواع الكتل ورموزها على الخرائط كما في الجدول رقم ـ ٨ ـ .

جدول رقم ـ ٨ ـ أنواع الكتل الهوائية

الكتلة	الرمز على خارطة الطقس	
١ ـ الكتلة الاستوائية الحارة الرطبة	T	
٢ ـ الكتلة القارية الشمالية الباردة	A	
٣ ـ الكتلة القطبية شديدة البرودة	P	
٤ ـ الكتلة المارة فوق القارات	C	وتشمل احد الأنواع الثلاثة
٥ ـ الكتلة المارة فوق المحيطات	m	
٦ ـ الكتلة الهوائية الباردة	K	ابرد من السطح الذي تعبر فوقه
٧ ـ الكتلة الهوائية الحارة	W	احر من السطح الذي تعبر فوقه

ونبين خصائص بعض هذه الكتل ومدى تأثيرها في الطقس فيما يلي :

١ ـ الكتل الهوائية القارية والمحيطية :

تختلف درجات حرارة هذه الكتل ونسب رطوبتها بسبب تباين قدرة كل من اليابسة والماء على امتصاص الاشعاع وتخزين الحرارة، فهي تنحصر في عدة سنتمترات فقط من سطح الأرض على اليابسة ، بينما يمتص الماء الحرارة بكميات أكبر تصل الى عمق حتى ـ ٥ر٢ م ، كما تقوم الأمواج بنقل الحرارة الى مسافات أبعد أفقيا على شكل تيارات دافئة ، والى أعماق أكبر عمودياً .

وينتج عن هذه الحقيقة أن المحيطات تسخن ببطء وتبرد ببطء أكثر من القارات إضافة الى أن المدى الحراري يكون أضيق فوق المحيطات المفتوحة بحيث لا يزيد

الفرق بين الحرارة المتوسطة للشتاء والصيف على ١٠° م ، كما أن ذوبان الثلوج يسبب التأخر الفصلي الحراري Retard thermique بسبب استهلاكه جزءاً كبيراً من حرارة فصل الربيع إذ أن كمية الحرارة اللازمة لذوبان ١ كغ من الجليد على درجة حرارة (٠ ° م) تساوي كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة ١ كغ من (٠ الى ٨٠° م) ، كذلك يتأخر فصلا الخريف والشتاء نتيجة انطلاق هذه الكميات الهائلة من الحرارة عند تجمد مياه المحيطات ، ولهذا كله تكون الرياح والجبهات الهوائية المحيطية ملطفة للجو .

٢ ـ الكتل الهوائية الاستوائية :

تكون هذه الكتل حارة عادة ، وتبرد ببطء شديد نتيجة مرورها فوق أرض باردة ، تمتاز الكتل الاستوائية البحرية بالحرارة العالية والرطوبة الشديدة ،وتتعرض الطبقات السفلى منها للتبرد بملامسة اليابسة فتزداد كثافة وتبقى قرب سطح الأرض، ويستمر التبرد مع اقترابها من الجبال مما يزيد من استقرار الجو ، ولهذا فان تأثير الكتل الاستوائية وبخاصة البحرية منها يستمر عادة لفترة طويلة .

٢ ـ الكتل الهوائية القطبية :

تكون الكتل الهوائية قطبية المنشأ باردة عادة ، وتتغير حرارتها فتسخن وتزداد رطوبة عند مرورها فوق المحيطات ، ويترافق ذلك مع الاضطراب الجوي وتشكل الغيوم وشتى أنواع الهطول ، بينما تزداد برودة وجفافاً بمرورها فوق القارات .

والجدول رقم ـ ٩ ـ يبين أهم الفروق بين الكتل الهوائية الحارة والباردة .

جـدول رقم ـ ٩ ـ اهم الفروق بين الكتل الهوائية الحارة والباردة

نوع الكتلة الهوائية	الاستقرار	حركة الرياح	الرؤية	الغيوم	الهطول
ـ الباردة :	غير مستقرة ،	شديدة ،	جيدة ،	ركامية ،	هواصف ماطرة
ـ الحارة :	مستقرة ،	منتظمة ،	ضعيفة ،	طبقية ،	رذاذاً

يبقى الطقس مستقراً عندما تغطي كتلة هوائية كبيرة حارة مساحة كبيرة من الأرض الحارة وتدور حولها ؛ ويصبح غير مستقر عندما تكون الكتلة الهوائية باردة وتغطي مساحة من الأرض الحارة التي تسخن الجزء السفلي من الكتلة فتتشكل التيارات والدوامات وتظهر الغيوم تراكمية الشكل Cumuliforme المسطرة .

٣ـ٤ـ٤ـ الجبهات والزمن الجبهي Fronts et temps frontal :

تتشكل الجبهة عند تلاقي كتلتي هواء أو أكثر متباينتين في الضغط والحرارة والرطوبة ، ولا تمتزج هذه الكتل بسهولة إلا إذا كانت متقاربة من حيث حرارتها وحالة رطوبتها l'état hygrométrique ، وتسمى الحدود الفاصلة بينها الجبهات .

تنزلق عادة كتل الهواء الأبرد تحت الكتل الأحر التي ترتفع بدورها الى الأعلى، فاذا بقيت الحدود بين الكتلتين في مكانها دون تغير سميت الجبهة ثابتة أو مستقرة : Front stationnaire ، وغالباً ما تتحرك الجبهة فتحل كتلة محل أخرى ، فاذا دفعت كتلة باردة كتلة حارة أمامها فالجبهة الفاصلة بينهما هي جبهة باردة Front froid ، أما إذا تراجع الهواء البارد فان الهواء الحار ينزلق فوقه ويؤدي الى تشكل جبهة حارة Front chaud ، وتسبب الجبهات عامة تشكل الطقس الرديء :

هذا وتمتاز الجبهات الهوائية كافة بالميزات والخصائص التالية :

١ ــ تتكون الجبهات على الحدود الخارجية للمرتفعات الجوية .

٢ ــ لا تتكون الجبهة إلا بين خلايا هوائية جوية متباينة الحرارة .

٣ ــ يرتفع الهواء الساخن فوق الهواء البارد دائماً عند تشكل الجبهات .

٤ ــ عند تشكل الجبهة بين مرتفعين جويين تتمركز أمامها خلية ضغط جوي منخفض Thallweg . بحيث يتناقص الضغط بتقدم الجبهة ويعود للارتفاع بعد مرورها .

٥ ــ تكون حركة الرياح قرب سطح الأرض باتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي عند مرور الجبهة .

ــ **الجبهات القطبية والاستوائية** Fronts polaires et équatoriaux :

تتواجد جبهة قطبية باردة بشكل شبه دائم عند خط العرض ٦٠° نتيجة تلاقي الرياح القطبية الشمالية الشرقية الباردة مع الرياح الجنوبية الغربية السائدة المعتدلة، ومع تزايد تدفق الكتل الهوائية الباردة شتاء تصل الجبهات الباردة الى أوروبة وحتى شمال افريقيا واواسط آسيا ، بينما يسبب تسخن القارات صيفاً تكون جبهات ضعيفة أو مستقرة ، ومن الجبهات القوية التي يتعرض لها نصف الكرة الشمالي نذكر :

ــ الجبهات التي تنشأ شمال غرب المحيط الهادي Le pacifique .

ــ الجبهات التي تنشأ شمال غرب المحيط الأطلسي L'atlantique .

أما الجبهة الاستوائية فتبدأ في منطقة تلاقي التيارات بين المدارين : Zone de convergence intertropicale ، ورغم كون درجات الحرارة متماثلة تقريباً شمال هذه الجبهة وجنوبها ، إلا أنها تغير مكانها باتجاه الشمال صيفاً لتشكل خط نشاط الطقس وتغيره Une ligne d'activité méterologique . ويعد هذا النشاط مسؤولاً عن تكون الأعاصير ، ويلاحظ امتداد هذه الجبهات حتى أواسط أوروبة مما يؤدي الى دفع الجبهات القطبية الضعيفة شمالاً .

ــ **تتابع حالات الطقس** Les temps succenifs :

يؤدي قدوم جبهة هوائية باردة كثيفة الى ظهور حالات الطقس المبينة أدناه بالتتالي وهي :

١ ــ انخفاض تدريجي للضغط مع هبوب رياح جنوبية أو غربية وظهور غيوم ركامية عالية .

٢ ــ تشكل غيوم ركامية وارتفاعها وتكاثفها وبدء الهطول وتزايد سرعة الرياح واستمرار انخفاض الضغط .

٣ ــ يترافق مرور الجبهة مع تشكل دوامات الهواء التي تنحرف نحو الغرب أو الشمال وتهب الرياح بعصفات قوية Fortes rafales ويستمر الهطول قوياً ، ويصل ميزان الضغط الى أدنى قيمة له .

٤ ــ يلي مرور الجبهة عادة ظهور فترة انقشاع Eclaircie سريعة نسبياً ، وتبقى الغيوم مغطية السماء خاصة فوق المناطق الرطبة والجبلية لفترة من الزمن .

٥ ــ يعود الضغط الجوي للارتفاع بسرعة .

٦ ــ تنخفض درجات الحرارة بعد مرور الجبهة .

٧ ــ يصبح هبوب الرياح منتظماً Ventsréguilers من جهة الغرب أو الشمال الغربي .

٨ ــ يلي مرور الجبهة الباردة الكامل سيادة طقس مميز للمرتفع الجوي لعدة أيام .

٩ ــ يمتاز هذا الطقس بتزايد تعكر الجو La nébulosite الذي يسبق وصول جبهة حارة .

كما يترافق مرور الجبهة الهوائية الحارة بظهور حالات الطقس المميزة بالتتالي:

١ ــ بداية انخفاض الضغط وظهور الغيوم السمحاقية المرتفعة .

٢ ــ استمرار انخفاض الضغط وتحول بعض الغيوم الى سمحاقية طبقية كثيفة .

٣ ــ قد تظهر الغيوم السمحاقية الركامية الكثيفة ، وتترافق مع عدم استقرار الطقس وفعاليته مع دوامات وتيارات وعواصف وهطولات .

٤ ــ تظهر الغيوم الطبقية العالية والمتوسطة في الجو المستقر ويصبح لون السماء رصاصي Ciel en plomb وتبدأ الأمطار والثلوج بالسقوط وتستمر حتى بعد مرور الجبهة .

٥ ــ يكون الشكل النهائي للنظام الغيمي المميز للجبهة الحارة في الجو غير المستقر هو سيادة الغيوم الطبقية الركامية والطبقية الممطرة والركامية الممطرة .

٦ ــ تتشكل الغيوم الطبقية المنخفضة نتيجة ازدياد رطوبة الهواء بعد هطول الأمطار وهي تخفي خلفها باقي الغيوم المذكورة أعلاه .

٧ ــ تنقشع الغيوم وتصفو السماء فور مرور الجبهة الحارة .

تكون الجبهة مستقرة إذا لم تتحرك أو تحركت ببطء شديد ، وتبدو ظروف الطقس مماثلة لطقس الجبهات الحارة ، ويمكن أن تستمر لفترة طويلة عندما تكون مترافقة مع أمطار خفيفة . وتمر الجبهة الضعيفة دون ترك أية آثار ملموسة ، وتحدث عند تلاقي كتل هوائية متساوية الحرارة والرطوبة وتمتاز فقط بتغير اتجاه الرياح في لحظة مرورها ، وقد تتحول الى جبهة باردة .

ــ **دورة المنخفض الجبهي** Vie d'une dépression frontale :

يلاحظ أن خلايا الضغط المنخفض تبدأ بالتكون خارج المدارين اعتباراً من نقطة تلاقي جبهتين باردة وحارة ، وتتبع أثناء تطورها المراحل التالية :

١ ــ لابد من وجود خط تلاقي جبهتين لتبدأ خلية الضغط المنخفض بالظهور عند نقطة التقائهما .

٢ ــ ينزلق الهواء البارد الثقيل تحت الهواء الحار الخفيف ، لتتحول نقطة الالتقاء الى نظام متموج Système ondulaire .

٣ ــ تستمر الجبهة الباردة بدفع الجبهة الحارة أمامها وتنزلق تحتها ، وهكذا تنتهي الجبهة الحارة بالاتحاد مع النظام المتموج .

٤ ــ بما ان سرعة حركة الجبهة الباردة هي ضعف سرعة حركة الجبهة الحارة تقريباً ، لذا تترك الجبهة الحارة خلفها منطقة ضغط منخفض تستمر بالاتساع ليتحول النظام المتموج الى تموج واضح Une crête distincte .

٥ ــ تنتهي الجبهة الباردة باللحاق بالجبهة الحارة فتعمل عندئذ على رفعها كلياً الى الأعلى .

٦ ــ تبقى خلية الضغط المنخفض قرب سطح الأرض ، وتدور فيها الرياح بعكس حركة عقارب الساعة . وتتلاشى عند اختلاط الهواء الحار بالبارد .

٧ ــ تتراقق هذه المراحل المتتالية بتناقص الضغط وخاصة بعد مرور الجبهة الحارة ، يليها ارتفاع الضغط وتحسن حالة الطقس بانتظار وصول الجبهة الباردة .

ــ الجبهة المتصادمة Le front occlus :

تظهر الجبهة المتصادمة عند قدوم جبهة باردة سريعة بعد جبهة حارة بطيئة ، وتنتهي باللحاق بها ورفع الهواء الحـــار عالياً ، وتشكل خط تصادم Occlusion يزداد عنفاً وفاعلية جوية كلما زاد الفرق في سرعة الكتل الهوائية ، وتتشكل على جانبي خط التصادم المضطرب ، اعتباراً من سطح الأرض الغيوم التالية :

ــ الغيوم الركامية الممطرة .
ــ الغيوم الركامية العالية .
ــ الغيوم الطبقية الممطرة .
ــ الغيوم الطبقية العالية .
ــ الغيوم السمحاقية الطبقية .
ــ الغيوم السمحاقية .

التطبيق العمـلي :

١ ــ ارسم شكلاً يبين المرتفع والمنخفض الجويين ، وبين تدرج الضغط عليه.

٢ ــ بين بالرسم كيف تحدد موقع المرتفع والمنخفض الجوي .

٣ ــ احسب قيم الضغط الجوي اعتباراً من سطح البحر وحتى أعلى قمة في القطر .

٤ ــ مثل الحركة العامة للرياح على سطح الكرة الأرضية ولاحظ التماثل بين نصفيها .

٥ ــ قارن بين الجبهة الهوائية الباردة والجبهة الحارة وبين أسباب تشكلها .

٦ ــ لخص سلم بوفورت لتقدير سرعة الرياح وبيان آثارها في سطح الأرض.

٧ ــ عدد أنواع الرياح التي تهب على القطر وما هي آثارها في الطقس .

٨ ــ قارن ضمن جدول بين الجبهتين الهوائيتين الحارة والباردة وبين آثارهما.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجلسة العملية الرابعة

٤ ـ رطوبة الهـواء والتكاثف :

٤ـ١ـ رطوبة الهواء الجوي Hunidité de l'air :

تغطي المحيطات والبحار والأسطح المائية نحو ٧٠٪ من سطح الأرض ، وينطلق الماء من هذه المصادر على شكل بخار باتجاه الجو ، ويصادف الماء في الهواء على شكل بخار Vapeur أو على شكل قطرات سائلة Liquide أو متجمدة صلبة Solide وتسمى نسبة الماء في الغلاف الجوي : رطوبة الهواء .

يتحول الماء الى الحالة الغازية عن طريق التبخر Evaporation بتأثير الطاقة الحرارية الناتجة عن أشعة الشمس الواصلة الى سطح الأرض ، وتتوقف كمية البخار المنطلق على قدرة الهـواء الجوي على التبخر Pouvoire évaporante de l'air وهو عامل مناخي هام جداً يتأثر بعوامل عديدة نذكر منها :

- الطاقة الشمسية .
- الريـاح .
- حرارة الهواء .
- حرارة السطح المتبخر .
- توفر المـاء .
- رطوبة الهواء الجوي .
- شكل السطح المعرض وحجمه .

يزيد حجم الماء المتبخر سنوياً من سطح الأرض على ٥١٨٠٠٠ كم^3 وهذه الكمية تعادل غلافاً سماكته نحو ١ م ؛ ويعبر عن رطوبة الهـواء الجوي بطرق عديدة منها :

١ ــ ضغط بخار الماء : Pression du vapeur d'eau

٢ ــ الإشباع : Saturation

٣ ــ الرطوبة المطلقة : Humidité absolue

٤ ــ الرطوبة النسبية : Humidité relative

تدل الرطوبة النسبية على كمية بخار الماء الموجود في الهواء منسوبة الى كمية البخار العظمى التي يمكن أن يحتوي عليها الهواء ؛ وتزداد قدرة الهواء على حمل بخار الماء مع تزايد درجة حرارته ؛ لذلك فان انخفاض الحرارة يؤدي الى انخفاض قيمة الرطوبة النسبية في كمية الهواء نفسها ؛ فيحتوي الهواء المشبع ببخار الماء على درجة حرارة ٣٠° م على نحو ٣٠ر٤ غ/م٣ ؛ وتكون رطوبته النسبية ١٠٠٪ (نقطة الندى Point de rosée) ، بينما لا تزيد كمية بخار الماء العظمى التي يمكن أن يحملها الهواء على ١٧ر٣ غ/م٣ على درجة حرارة ٢٠° م ، وهكذا فان كل ١ م٣ من الهواء المشبع يتخلص من نحو ١٣ر١ غ بخار ماء عندما تنخفض درجة حرارته من ٣٠° الى ٢٠° م وتتحول هذه الكمية الى قطرات تشكل الغيوم ويمكن أن تسقط على شكل مطر أو ثلج .

والجدول رقم ــ ١٠ ــ يبين المحتوى الأعظمي للهواء من بخار الماء وتغيرات الرطوبة النسبية حسب درجات الحرارة .

جدول رقم ــ ١٠ ــ

نسبة بخار الماء في الهواء وتغير قيم الرطوبة النسبية حسب الحرارة

درجة الحرارة		الرطوبة النسبية ٪				
٣٠° م	١٦	٢٤	٣١	٤٥	٥٧	١٠٠
٢٠° م	٢٨	٤٢	٥٤	٧٩	١٠٠	
١٦° م	٣٦	٥٣	٦٩	١٠٠		
١٠° م	٥٢	٧٧	١٠٠			
٦° م	٦٧	١٠٠				
صفر	١٠٠					
بخار/هواء غ/م٣	٤ر٨٥	٧ر٢٧	٩ر٤١	١٣ر٦٥	١٧ر٣١	٣٠ر٤

٥ ــ معامل التبخر: هو نسبة الماء المتبخر الى الماء الهاطل = $\frac{\text{الماء المتبخر}}{\text{الماء الهاطل}} \times ١٠٠$

٦ ــ فرق الإشباع : هــو الفرق بين الضغط الأعظمي لبخار المـاء الممكن تواجده في الجو عند درجة الإشباع في درجة حرارة معينة والتوتر الفعلي لبخار الماء الموجود فعلاً في الهواء .

٧ ــ فوق الإشباع : هو الحالة التي يزيد فيها توتر بخار الماء في الجو على التوتر الأعظمي ، أي زيادة كمية بخار الماء على الحد الأقصى العادي .

٨ ــ نقطة الندى : هي الدرجة الحدية من الحرارة التي يصبح عندها الهواء الجوي غير قادر على حمل ما به من بخار ماء والتي يتكاثف عندها البخار الزائد .

٤ــ٢ــ التكاثف Condensation :

التكاثف هو تحول بخار الماء الى الحالة السائلة ، وهو يحدث نظرياً عندما تصبح درجة الحرارة في كتلة الهواء عند نقطة الندى والتي يصبح فيها ضغط بخار الماء عند حده الأعظمي (الإشباع) ، وعند عدم حدوث التكاثف تصل كتلة الهواء الى فوق الإشباع حيث يمكن أن تتجاوز نسبة بخـار الماء ستة أضعاف الضغط الأعظمي أحيـاناً ، خاصـة في الارتفاعات الشاهقة وبغياب نويات التكاثف : Noyaux de Condensation . وهي عبارة عن ذرات دقيقة تتراوح أقطارها بين ٠,١ و ٠,٠٠١ ميكرونا وتتألف من واحدة أو أكثر من المواد التالية :

ــ جزيئات : دقيقة معلقة مثل : الغبار ــ ذرات الأملاح ــ التراب ...

ــ أيونات : تنتج عن تفكك جزيئات أكبر .

ــ بلورات جليـدية : حبيبات البـرد أو أكاسيد الآزوت المتشكلة نتيجة العواصف الرعدية .

يتكاثف البخار في الهواء المشبع على شكل قطيرات Gouttelettes دقيقة جداً تتراوح اقطارها بين ٤ و ٢٠ ميكروناً ، وتشبه حركتها في الهواء حركة ذرات الغبار المعلقة التي تتحرك خلال شعاع شمسي حركة مستمرة ، فاذا افترضنا أن

متوسط أقطارها $\frac{١}{١٠٠}$ مم فيلزمها ١٦ ساعة نظرياً لتسقط من ارتفاع ٨٠٠م في الجو الهادىء تماماً ، وهي تبقى معلقة في الهواء أبداً طالما بقيت صغيرة وبقي الهواء مضطرباً . ويتزايد حجمها وتتنامى نتيجة التجمع والالتصاق Coalescence

لتشكل قطرات تبدأ بالسقوط نحو الأرض عندما يزيد قطرها على $\frac{١}{٥}$ مم .

ويقدر حجم قطرة المطر المتوسطة بآلاف المرات من حجمها عند بداية تشكلها .

تتشكل القطيرات بأحجام مختلفة وتكبر لتشكل القطرات Gouttes باحدى الطرق التالية :

ـ تتواجد في الغيوم نتيجة التكاثف قطيرات بأحجام مختلفة تتحرك الصغيرة منها بسرعة تفوق سرعة الأكبر حجماً ، مما يؤدي الى تلاقيها واندماجها وتعاظم أحجامها ، وهذا يحصل في الغيوم الطبقية الممطرة والغيوم الأخرى المنخفضة .

ـ يحدث التجمع بشكل رئيس حول بلورات الثلج حيث تنجذب قطيرات الماء وتتجمد كما في حالة الغيوم الركامية الممطرة ، وقد يحدث التجمع حول حبيبات البرد ولهذا يكون الهيلول جامداً في الطقس البارد .

ـ تؤدي العواصف الرعدية الى تشكل أكاسيد الآزوت ذات القدرة العالية على استقطاب الماء Hygroscopique فتتشكل نويات للتكاثف .

وعندما تصبح التيارات الصاعدة غير قادرة على حمل هذه القطرات تبدأ بالسقوط باتجاه الأرض وتختلف سرعة سقوطها حسب قطرها ، كما هو مبين في الجدول رقم ـ ١١ ـ

جـدول رقم ــ ١١ ــ

العلاقة بين سرعة سقوط القطرات وقطرها

القطر مم	سرعة السقوط م/ثا
ألف٠	٠٫٠٠٣ (١ م / ٣٠٠ ثا)
٠٫١	٠٫٣٢ (١ م / ٣ ثا)
١	٤٫٠ م/ثا
٢	٥٫٩ م/ثا
٤	٧٫٧ م/ثا

ويمكن التعبير عن المسافة التي تقطعها القطرات كما في الجدول ــ ١٢ ــ

جـدول رقم ــ ١٢ ــ

العلاقة بين قطر القطرات وارتفاع سقوطها

وقت السقوط / دقيقة	١٠	٣٠	٤٨	٦٦
القطـر / مم	٠٫٢	٠٫٥	١	٢
ارتفاع السقوط / مم	٥٠	٧٥٠	٢٤٠٠	٢٥٠٠

يقدر عدد القطيرات في سم^{٣} من الغيوم بنحو ١٠٠٠ ــ ١٥٠٠ قطيرة وهي تعادل ٠٫٥ ــ ٣ غ ماء/م^{٣} ولا تزيد هذه الكمية على $\frac{١}{٤}$ الماء الذي يحمله الهواء المشبع ، إذ يوجد إضافة لذلك نحو ٧ غ/م^{٣} من بخار الماء .

يلاحظ أنه يسقط من غيمة ارتفاعها ٣٠٠٠ م نحو ٣ مم مطراً فعلياً كل يوم لمدة ٤ ــ ٥ أيام ، بينما يمكن أن يسقط منها نظرياً ١٠٠ ــ ١٢٥ مم مطراً في حال توافر الشروط المثالية للهطول ، كما يمكن أن تتلاشى وتتقشع في ساعات قليلة .

يحدث التكاثف اعتباراً من سطح الأرض وحتى ارتفاعات عالية ، وتنتج نوعين هما : سطحي ومرتفع .

٤ـ٢ـ١ـ التكاثف السطحي

يحدث التكاثف السطحي أو المنخفض نتيجة تأثير برودة سطح الأرض في الطبقة الهوائية الملامسة له ، وكلما زادت برودة السطح زادت السرعة التي يصل فيها الهواء الى نقطة الندى فيبدأ التكاثف .

ومن أهم الظواهر الجوية المائية الناتجة عن هذا التكاثف نذكر ما يلي :

١ ـ الضباب Brouillard :

يتكون الضباب في الطبقات القريبة من سطح الأرض ونادراً ما يرتفع أكثر من ٥٠٠ م ، وهو تجمع لقطيرات التكاثف الدقيقة التي تتشكل في الصباح الباكر أو المساء وذلك عندما تكون رطوبة الهواء مرتفعة لأكثر من ٩٠٪ ، ويدوم الضباب عدة ساعات عادة وقد يستمر وجوده لفترات أطول .

ويقسم الضباب الى الأشكال التالية :

- الضباب الإشعاعي .
- ضباب الاختلاط .
- الضباب المحمول .
- ضباب المنحدرات والسفوح .
- الضباب البخاري .
- ضباب المدن .
- الضباب الجبهي .

٢ ـ الشابورة :

وهي عبارة عن ضباب خفيف يمكن الرؤية من خلاله لمسافة تزيد على ١ كم ، تعطي السماء لونا أبيض باهتاً ، بينما لا يمكن الرؤية بوجود الضباب لأكثر من ٥٠٠ متراً .

٣ ـ الندى Rosée :

تتوضع قطرات التكاثف في الليالي شديدة البرودة على سطح الأرض والنباتات مشكلة الندى ، والذي قد يكون مصدراً لإمداد النباتات البعلية بالمياه في بعض المناطق عندما يتشكل باستمرار،وقد تتحول هذه القطرات الى بلورات الجليدالأبيض Givre blanc التي تسبب صقيع النباتات نتيجة شدة البرودة ، كما تمد الأرض والنبات بالرطوبة اللازمة (٣مم / يوم) .

٤ـ٢ـ٢ـ التكاثف المرتفع :

يؤدي التكاثف الى تشكل الغيوم على ارتفاعات مختلفة ولابد من التبريد الذاتي لكتل الهواء نتيجة ارتفاعها حتى تصل الى مستوى التكاثف ، ويمكن أن تقسم الغيوم حسب طريقة تشكلها الى نوعين رئيسين هما :

ـ غيوم ركامية : Amorcelés = Accumulés = Cumulus

تنشأ عن تيارات جوية صاعدة .

ـ غيوم طبقية : Napes = Couches = Stratus

تتشكل في طبقة من الهواء تبرد الى تحت نقطة الندى بغياب التيارات وتتوضع في طبقات .

بالاضافة الى التصنيف السابق البسيط فانالغيوم تصنف ضمن أربع مجموعات أو فصائل Types = groupes وذلك بحسب ارتفاعها : غيوم مرتفعة ـ غيوم متوسطة الارتفاع ـ غيوم منخفضة وبحسب شكلها : غيوم على شكل قلاع قد تكون حدودها السفلى منخفضة ولكنها قد تصل الى ارتفاعات شاهقة ١٥ ـ ٢٠ كم.

يدل اسم الغيم على طبيعته فمثلاً تسمى الغيوم التي تعطي مطراً أو ثلجاً الغيوم الممطار ، ويضاف الى اسمها الأول ، المقطع اللاتيني : Nimbus . كما يضاف الى اسم الغيوم المفتتة أو المجزأة المقطع اللاتيني Fractos في حالة الغيوم التي تتعرض لرياح شديدة تعمل على تمزيقها ثم تبديدها . بينما تسمى الغيوم العالية Altos من القصائل المتوسطة أو المرتفعة سواء أكانت طبقية أم ركامية .

اولاً ـ الغيوم المرتفعة (العالية) Les nuages élevés

تتكون بشكل كامل تقريباً من بلورات الثلج نتيجة الانخفاض الشديد للحرارة، حيث تقع قاعدتها على ارتفاع ٦٠٠٠ م بالمتوسط فوق سطح الأرض ، ويوجد منها ثلاثة أنواع :

١ ـ الغيوم السمحاقية Les Cirrus (Ci) :

هي غيوم رقيقة وخفيفة ذات مظهر ريشي ، تتألف من بلورات جليدية ، وهي تتشكل على ارتفاع ٧٥٠٠ م على الأقل ، وتكون منتشرة على شكل ألياف ريشية تسمى أذناب القط Queues de chat .

٢ ـ الغيوم السمحاقية الركامية Les Cirro-cumulus (Cc) :

تتشكل عادة بين ارتفاعات ٦٠٠٠ ـ ٧٥٠٠ م وهي نادرة ، تكون رقيقة تتوضع في طبقات متتالية متموجة Ondulaire متقاربة تلقي ظلالاً واضحة ، تغلب عليها الألوان البيضاء الرمادية Pommelé ويسهل التفريق بينها وبين الغيوم الركامية العاليـة .

٣ ـ الغيوم السمحاقية الطبقية Les Cirrostatus (Cs) :

تتشكل عند الارتفاع نفسه للغيوم السمحاقية الطبقية ، تبدو على شكل طبقات رقيقة تشبه الثوب الناعم أو أطراف القماش المجعد الأبيض ، تتقاذفها الرياح ، وهي

تتألف من بلورات جليدية تظهر الهالة Halo أو الحلقات المضيئة حول القمر والشمس من خلالها .

ثانياً ـ الغيوم المتوسطة Les nuages moyens

يمتد ارتفاع قاعدة هذه المجموعة من مستوى سطح الأرض وحتى ٢٠٠٠ م ، وهي تشمل الغيوم التالية :

٤ ـ الغيوم الطبقية العالية Les Altostratus (As) :

تبدو على شكل طبقات كثيفة رمادية أو زرقاء غامقة ذات مظهر ليفي أو خيطي مخطط ، تبدو الشمس من خلالها كما لو أنها خلف زجاج سميك .

٥ ـ الغيوم الركامية العالية Les Altocumulus (Ac) :

تظهر على شكل طبقات من الغيوم المتجمعة بلون رمادي يميل الى البياض ، وهي تشبه الغيوم الركامية السحاقية ، لكنها تتألف من قطرات مائية ، تتكون من تجمعات كبيرة ضخمة ، ويظهر الاكليل Couronne نتيجة مرور أشعة الشمس خلالها بلون يكون أزرق شاحباً أو أصفر في المركز ومحمراً على المحيط .

ثالثاً ـ الغيوم المنخفضة Les nuages bas

تقع قاعدة هذه المجموعة على ارتفاع متوسط بحدود ٣٠٠ م وتضم الغيوم الركامية والطبقية التالية :

٦ ـ الغيوم الطبقية Les Stratus (St) :

تشبه هذه الغيوم مظهر الضباب ، وتتألف من طبقات كثيفة منخفضة ، تبدأ قاعدتها قريباً من سطح الأرض وبخاصة في المناطق المرتفعة ، ذات لون رمادي غامق مميز يزداد تركيزاً كلما تكاثرت الغيوم ، وهي تعطي الطل الذي يسقط على شكل رذاذ دقيق Bruine ، وذلك لأن الحركات العمودية تكون نادرة أو ضعيفة .

٧ ـ الغيوم الطبقية الممطرة Les Nimbostratus (Ns) :

تسمى الغيوم الماطرة الحقيقية ذات لون أعتم من الطبقية ، كما تبدو أكثر رطوبة منها ، تعطي هطلات متفاوتة من المطر ، وعند هبوب الرياح قد تتجزأ الى غيوم مفتتة طبقية Fractostratus (Fs) .

٨ ـ الغيوم الطبقية الركامية Les Stratocumulus (Sc) :

تتألف من كتل غير منتظمة مـن الغيوم التي تتوضع في طبقات متموجة أو متشعبة ، رمادية اللون ذات مناطق داكنة تدل على سماكة الغيم ، وهي لا تعطي أي هطول ، وقد تتحول الى طبقة ممطار بعد تجمعها وتكاثفها ويبدأ هطول المطر منها بعد ذلك .

٩ ـ الغيوم الركامية الممطار Les Cumulonimbus (Cn) :

تبدأ قواعدها من سطح الأرض أحياناً ، وهي غيوم عاصفة معروفة جيداً ، قد تحملها التيارات الصاعدة حتى ارتفاعات ١٥ ـ ٢٠ كم ، وتظهر قممها على شكل سطح مستو يميل بتأثير الرياح السائدة في الأعالي ، ويمكن في حالة وجود الرياح العاصفة أن تتحول هذه الغيوم الى أعاصير وزوابع .

١٠ ـ الغيوم الركامية Les Cumulus (Cu) :

تبدو على شكل كتل متفرقة متشعبة ، يتغير مظهرها باستمرار ، وتتكون فوق الأرض بفعل تيارات الهواء الصاعدة ، وتتلاشى في الليل ، تدل على الطقس الصحو ، أما في حالة الطقس الرديء فتتحول الى غيوم ركامية ممطار . ينشأ النوعان الأخيران بفعل التيارات الصاعدة القوية ، يمكن أن يتشكلا على أي ارتفاع وقد يتجاوز ارتفاع قاعدتهما ٥ كم .

الظواهر الضوئية المرافقة للغيوم

يؤدي اختراق شعاع الشمس أو ضوء القمر لبعض الغيوم الى ظهور واحدة من الظواهر الضوئية التالية :

١ ـ الاكليل Couranne :

يظهر على شكل حلقات ضوئية متتالية تحيط بالشمس أو القمر بوجود الغيوم الركامية ، ويظهر بلون ذهبي نتيجة امتزاج الألوان المتتالية اعتباراً من المركز : أزرق بنفسجي ـ أزرق ـ أخضر ـ أصفر ـ أحمر ـ بني محمر .

٢ ـ الهالة Halo :

حلقة ضوئية كاملة تحيط بالشمس بوجود الغيوم السمحاقية ، ويبلغ نصف قطرها أكثر من ٢٠ درجة .

٣ ـ الشموس الكاذبة :

تبدو كبقع بيضاء أو حمراء في المركز يحيط بها اللون الأصفر ، نتيجة انعكاس الأشعة الشمسية على البلورات الثلجية في الغيوم السمحاقية الطبقية .

٤ ـ قوس قزح Arc en ciel :

يظهر في الشتاء نتيجة مرور أشعة الشمس عبر الغيوم المنخفضة المتفرقة ، بحيث يتحلل الطيف الشمسي الأبيض الى ألوان المعروفة التي ترسم قوساً نصف دائري في الجهة المقابلة لمصدر الأشعة .

الظواهر الجوية في الارتفاعات الشاهقة في السماء الصافية :

١ ـ الشفق القطبي Les aurores boreales :

يمكن أن يظهر نتيجة تأثير الأشعة الكونية في الجزئيات الغازية المتأينة على

ارتفاعات ٨٠ ــ ١٠٠٠ كم ، وظراً لاتجاه الخطوط المغناطيسية حول الأرض باتجاه القطبين ، فإن الذين يكون على أشده فوق القطبين ، ولذا يبدو الشفق واضحاً في مناطق العروض القريبة من الدائرة القطبية .

٢ ــ الغيوم المتلألئة Les nuages nacrés :

يمكن أن تتكون من قطيرات مائية . وهي نادرة الظهور تبدو على شكل حزم ذات لون أزرق داكن Pastel على ارتفاع ٢٠ ــ ٣٠ كم وتبدو السماء صافية من حولها .

٣ ــ الغيوم الليلية المضيئة Les nuages nocturnes lumineux :

تظهر في السماء بعد غياب الشمس بقليل من جهة الغرب . ويقدر ارتفاعها بنحو ٨٠ كم ، تبدو أطرافها ذهبية اللون بينما يسودها اللون الأبيض المزرق ، ويعتقد أنها تتألف على الأرجح من غبار النيازك والشهب Poussi ères météorique **وهي تنتقل** بسرعة كبيرة تتجاوز ٦٠٠ كم بالساعة .

٤ ــ الشهب والنيازك Les Comètes et les météorites :

هي أجرام سماوية تسبح في الفضاء الكوني بأعداد لا متناهية . يصدف أن يدخل بعضها أحياناً الغلاف الجوي بسرعة هائلة قد تكون بحدود ١٥٠٠٠٠ كم/ساعة. وتلتهب هذه الأجرام نتيجة سرعتها واحتكاكها بالهواء ، وتتحول معظمها لحسن الحظ الى بخار أو غبار كوني ، وذلك قبل أن تصل الى سطح الأرض بـ ٥٠ كم على الأقل ، وهكذا يحمي الغلاف الجوي الأرض ومن عليها من أخطارها التي قد تسبب آثاراً مدمرة في حال وصول أجزاء منها الى سطح الأرض .

ويقدر عدد الأجرام بالملايين لكن معظمها لا يتجاوز حجمه حجم حبة الرمل ومن النادر جداً أن يصل أي منها الى سطح الأرض .

التطبيق العمـلي :

١ ــ بين أثر التكاثف في التغير الذاتي للحرارة مع الارتفاع .

٢ ــ ارسم أنواع الغيوم ، مبيناً أشكالها حسب الارتفاع .

٣ ــ ما سبب سقوط الأمطار فوق المدن والمناطق الصناعية أكثر من الأرياف .

٤ ــ هل للغابات والنباتات تأثير في الرطوبة والهطول .

٥ ــ فسر نجاح زراعة القمح في منطقة أمطارها السنوية ٢٠٠ مم ، مع العلم أن كمية الرطوبة اللازمة لنمو القمح هي ٣٥٠ مم على الأقل .

٦ ــ لماذا تهطل الأمطار والثلوج بكثرة بعد المعارك الحربية .

٧ ــ هل يؤثر الإنفجار النووي أو ثوران البراكين في التكاثف والهطول .

٨ ــ ماذا يمكن أن يحدث في حال اصطدام بقايا أحد الشهب بالأرض .

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجلسة العملية الخامسة

٥ ـ الهطـولات Les précipitations :

٥ـ١ـ آليـة الهطـول :

من المعروف أن معظم أنواع الغيوم لا تعطي أمطاراً ، حتى الغيوم الممطار قد لا ينتج عنها أية هطولات في حال عدم توافر الظروف الملائمة لذلك ، إذ يعد الهطول أهم الظواهر المائية وهو ينتج عن ظواهر أخرى مثل : التبخر والتكاثف والعواصف الرعدية والرياح ، تنتج بدورها عن تغيرات الحرارة والرطوبة والضغط .

تبدأ قطيرات التكاثف متناهية في الصغر إذ لا يزيد قطرها على ٥ ـ ٢٠ميكرونا عند بداية تشكلها ، وتستمر في التنامي والكبر بحيث يبلغ قطر القطرات التي يمكن أن تهطل بين ٥٠ و ٣٠٠ ميكرون (٥ر٠ ـ ٣ مم) على الأقل . وقد لوحظ أنها تبقى سائلة رغم انخفاض حرارة الغيم الى ـ ٢٠° م في غيـاب نويات التكاثف . وتشكل قطرات المطر إذا كانت الحرارة موجبة ، بينما تتجمد حول نويات التكاثف التي تسمى النويات المولدة للجليد Glaçogèns . أما في حال هطول القطرات فوق المبردة فانها تتجمد فور وصولها الى سطح الأرض لتشكل طبقة من الجليد الشفاف Verglas .

ويمكن أن يكون الهطول مستمراً متواصلاً ومنتظماً لفترة معينة تعطيه الغيوم الطبقية الممطار ، كما قد يكون متقطعاً إذا نتج عن الغيوم الطبقية ، أو وبلاً إذا سقط على شكل زخات من الغيوم الركامية ، أو طلاً ينتج عن الغيوم الطبقية ، ويكون خفيفاً وهادئاً يسقط على شكل رذاذ دقيق في الجو الهادىء . أما الهطل فينتج عن تهطال المطر ونزوله متتابعـاً عظيماً في العواصف الرعدية ، ويسمى المطر والمطرة والغيث .

ويمكن تمييز أنواع الهطولات التالية حسب حجمها وغزارتها وقوامها :

٥ـ١ـ١ـ الرذاذ او الطل La Bruine :

يتألف من قطرات دقيقة سائلة لا يزيد قطرها على ٥ر٠ مم متقاربة ، تعطيه الغيوم المنخفضة ، يشبه الضباب ، تصعب الرؤية خلاله .

٥ـ١ـ٢ـ المطر او الغيث La pluie :

ينشأ عن الغيوم الركامية والطبقية الممطار السميكة ، يمتاز بكبر حجم قطراته التي تزيد أقطارها على ٥ر٠ مم وقد تصل الى ٥مم والجدول رقم ـ ١٣ ـ يبين بعض أنواع الهطول وقطر القطرات وسرعتها .

جـدول رقم ـ ١٣ ـ

نوع الهطول السائل وعلاقة قطر القطرات بسرعتها

نوع الهطول	القطر مم	السرعة م/ث	الحجم (١٠٠مطرعاصف)
ضبابا كثيفا	١ر٠	٣٢ر٠	٠٥ر٠
رذاذا	٢ر٠ـ٤ر٠	١ر٣ـ٢ر٧	٢٥ر٠
مطرا خفيفا	٥٤ر٠	٣	١
مطرا معتدلا	١	٣ر٤	٤
مطرا غزيرا	٥ر١	٥ر٤	١٥
مطرا غزيرا جدا	١ر٢	٥ر٧	٤٠
مطرا عاصفا	٣	٥ر٩	١٠٠
قطرات كبيرة	٤	٧ر٧	ـ
قطرات ضخمة	٥	٨	ـ

٥ـ١ـ٣ـ الهطول المختلط :

يتألف من مزيج من القطرات السائلة والبلورات الصلبة المتجمدة ، وتكون جميعها متجمدة أصلاً في الجو ، بينما يبدأ بعضها بالذوبان قرب سطح الأرض نتيجة ارتفاع الحرارة .

٥ـ١ـ٤ـ الثلج La neige :

أحد أشكال الهطول المتجمد يتألف من بلورات إبرية أو حبيبات لا يزيد قطرها على ٥ر٢ سم تسقط كالقطن أو الريش الأبيض وقد يزداد حجمها لتصبح شرائح ثلجية أو ندف الثلج ، ويمكن أن يتساقط الثلج من أكثر أنواع الغيوم المطار شريطة أن تكون درجات حرارتها بحدود ـ ١٠ الى ـ ٢٠° م وحتى ـ ٤٠° م حتى يبدأ الثلج بالتشكل ، ويتراكم الثلج فوق سطح الأرض دون أن يذوب إذا كانت الحرارة أقل من ٠° م ، وتتراوح سماكته بين ٥ سم و ٥ م ، وكل ١٠ سم منه تعادل ١ سم ماء .

ـ **حبيبات الثلج** Les granules de nigas :

أو الثلج الحبيبي La neige en grains :

وهي حبيبات بيضاء اللون ذات أشكال متعددة تشبه حبيبات البرد الرطبة Les grésils mous ، وهي صغيرة جداً بحيث لا يمكن أن تقفز بعد سقوطها على الأرض ، تتشكل كل حبيبة من عدد من القطيرات تتجمد في الغيوم الباردة وتأخذ الشكل البلوري .

ـ **حبيبات الجليد** Les granules de glace :

وهي قطع ثلجية مختلطة مع المطر تتألف من حبيبات من الجليد الشفاف : Transparant أو نصف الشفاف : Translucide وتكون أكبر حجماً من حبيبات الثلج وهي ترتد وتقفز عن الأرض فور سقوطها ، وقد تسقط مع المطر لتشكل طبقة من الجليد في الجو البارد .

ـ ابر الجليد ـ الندف Les prismes de glace :

تبدو على شكل ندف ذات طبقات سداسية الأضلاع Hexagonales أو على شكل أعمدة أو إبر Aiguilles وهي تلمع تحت أشعة الشمس كالماس ، وتتطاير فور سقوطها في جميع الاتجاهات ، كما أنها تسقط ببطء شديد بسبب خفة وزنها وصغرها ، وتتشكل وقت سقوطها هالة حول الشمس أو القمر ، كذلك يؤدي تراكمها الى تشكل أعمدة من الجليد Batonnet فوق الأشجار والمنازل في المناطق الجبلية شديدة البرودة .

٥ـ١ـ٥ـ البرد La grêle :

تتألف حبة البرد Grêlon من طبقات متتالية متجمدة تدل على تشكلها ، على دفعات نتيجة مرورها في أجواء مناسبة ضمن الغيم الذي يعطي البرد : Les nuages grêlogènes ، إذ يترافق تشكل البرد مع تيارات صاعدة عنيفة خلال الغيم الركامي المطار وقد تبين أن الوقت اللازم لوصول حبة البرد الى الأرض نحو ٤ ـ ٥ دقائق ، ويسقط البرد مرافقاً للعواصف الرعدية ويتم سقوطه بسرعة ويشكل خطراً على الأحياء ، ويقدر معدل سقوطه بنحو ٥٠ حبية في الليتر لبضع دقائق عادة ، ويمكن تفسير تشكل البرد على هيئة طبقات نتيجة الفرق بين سرعة التجمد وسرعة تكاثف الماء حول حبات البرد ، يتم التنبؤ بالبرد بتقدير التركيب العمودي للجو قبل ١ ـ ٣ أيام من حدوث عواصف البرد ، ويمكن مقاومته بوساطة مدافع تطلق أملاح الفضة أو اليود أو الرصاص .

٥ـ١ـ٦ـ العواصف الجليدية Les tempêtes de glace :

وهي عواصف مدمرة رغم جمال منظر الطبيعة الساكنة التي تخلفها ، إذ تؤدي الى تجمد كل شيء نتيجة وصول هطولات فوق مبردة تتجمد مباشرة فور وصولها الى سطوح باردة ، ويؤدي هذا الهطول الجليدي الى تكسر الأشجار ، وتقطع الأسلاك وكسر الأعمدة ، وجعل حركة المواصلات خطيرة على معظم الطرق .

ـ مصير الهطولات :

يتبع الهطول باشكاله كافة السائلة أو الصلبة بعد الذوبان إحدى الطرق التالية (حلقات دورة الماء في الطبيعة) :

١ ـ يتبخر جزء منه مباشرة حتى قبل وصوله الى الأرض ويمكن ملاحظة التبخر من الثلج

٢ ـ يتراكم جزء من الهطول الصلب في الثلاجات Glacières ومناطق الثلج الدائم neige éternelle

٣ ـ يتجمع قسم من الهطول بعد جريانه في المستنقعات والبحيرات : Etangs et lacs .

٤ ـ تمتص التربة جزءاً يشكل رطوبة التربة التي تحتفظ به ليستفيد منه النبات .

٥ ـ يتغلغل قسم من الهطول خلال التربة ليغذي المياه الجوفية Eaux sous terrain .

٦ ـ يجري جزء من الأمطار في الوديان والمسيلات ليرفد السواقي والأنهار Rivières .

٧ ـ يخرج قسم من المياه الجوفية على شكل ينابيع تنتهي بدورها في الأنهار .

٨ ـ يستخرج قسم آخر عن طريق الآبار من المياه الجوفية السطحية أو العميقة الارتوازية .

٩ ـ تتجمع الأنهار والروافد لتصب في البحار والمحيطات Mers et Oceans .

١٠ـ يستمر تبخر الماء من الأسطح المائية والنتح عن طريق أوراق النباتات .

١١ـ تطرح الحيوانات كميات من الماء عن طريق البول والتعرق والتنفس .

١٢ـ تعود المياه كافة الهاطلة على سطح الأرض الى الجو بالتبخر .

١٣ـ الماء ضروري للحياة ويدخل في تركيب أجسام الحيوان والنبات .

ـ مخـازن الميـاه العـذبة : يمكن أن تتراكم المياه العذبة في واحد من الأشكال التالية :

١ ـ البحيرات والمستنقعات : Les lacs et les étangs .

٢ ـ الثلوج المتراكمة في المناطق القطبية الشمالية والجنوبية : Les calottes glacières .

٣ ـ المياه الجوفية السطحية .

٤ ـ المياه الجيولوجية المستحاثة .

٥ـ٢ـ الاستمطار Faire pleuvoir :

لقد حاول الانسان منذ القديم استمطار السماء عندما يتأخر الهطول ، وقد اعتادت الشعوب والقبائل القديمة أن تجرب طرقاً تقليدية مثل الرقصات السحرية أو تقديم الذبائح والدعاء ، وقد كان يصدف أن ينزل المطر بعد مثل هذه الطقوس ، مما كان يزيد من اعتقاد الناس بقدرة الكهنة والوسطاء على منح المطر عند الطلب ، وهكذا استمر قرع الطبول ودق الأجراس والدعاء رغم أن هذه الأساليب بعيدة عن الصحة والعلم والمنطق .

وتعتمد الطرق الحديثة على إحداث المطر الاصطناعي : La pluie artificielle وذلك بتطبيق تقنيـات فيزيائيـة متطورة عن طريق بـذر الغيوم أو زرعهـا : L'ensemencement des nuages بوسـاطة نويات تكاثف اصطناعية ترش فوق الغيوم الممطار ، وقد بدأ استعمال جزيئات دقيقة جـداً من غـاز الفحم المجمـد (ثلج الفحم) La neige carbonique على حرارة ـ ٧٨° م بأعداد هائلة تنثر فوق غيوم حرارتها تحت الصفر ، إن قطعة من هذا الثلج بحجم حبـة الأرز تؤدي الى تشكل مليارات البلورات الجليدية التي تتحد بدورها مع القطرات السائلة فتعطي ندف الثلج ، وقد استخدمت بنجاح لإعطاء المطر أو الثلج من الغيوم الركامية ، كما يمكن استخدامها في المساعدة على انقشاع الضباب ، كذلك فان نثر الماء أو ملح يود الفضة Yodure d'argent فوق الغيوم يؤدي الى النتيجة نفسها .

هذا ويؤدي استخدام يودات الفضة اعتباراً من سطح الأرض بقذفه بوساطة مولدات خاصة الى نتائج مرضية إذا كانت حالة الطقس مناسبة للهطول ، وتكمن الصعوبة في جعل المطر يهطل على مساحات واسعة وفي التحكم في أماكن الهطول .

٥ـ٣ـ العواصف Les tempêtes :

هي أكثر الظواهر الجوية التي يخشاها الانسان نظراً للأخطار التي تسببها والدمار الذي تتركه وتكون أشد عنفاً وأكثر تخريباً من الاضطراب الجوي المرافق للجبهات الهوائية المشار إليه سابقاً .

ويمكن التمييز بين ثلاثة أنواع معروفة حسب شدتها وهي :

٥ـ٣ـ١ـ العواصف الرعدية Les orages :

تترافق مع حركات عمودية للهواء الجوي تكون بالغة العنف ، نتيجة تيارات صاعدة قد تصل سريعاً الى ارتفاع ٢٠ كم ، وتهب معظم العواصف على منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط من الغرب أو الجنوب الغربي أو الشمال الغربي .

ـ تقدير بعد العاصفة : يمكن تقدير المكان الحالي للعاصفة وبُعْدَه عن موقعنا، على أساس أن سرعة الضوء هي ٣٠٠ ألف كم/ثا وسرعة الصوت ٣٣٠ م/ثا أي نحو ١ كم/٣ ثا ، ويمكن تقدير بعدها بقياس الزمن الفاصل بين رؤية البرق وسماع الرعد وضربه بسرعة الصوت (إهمال سرعة الضوء) ، أو تقسيم الزمن على ثلاثة فنحصل على البعد التقديري بالكم .

كما يقدر بعد العاصفة بملاحظة مرور الهواء البارد المتسرب فوق سطح الأرض الذي يسبق العاصفة عادة بنحو ٥ كم ، ويمر تطور العاصفة بالمراحل الثلاث التالية :

ـ مرحلة الغيوم الركامية :

التي تبدأ بخلية عاصفة Cellule orageuse تتشكل نتيجة التيارات الصاعدة حتى ٧ كم تظهر خلالها الغيوم الركامية ، ويستمر الهواء الصاعد دافئاً مقارناً مع الهواء المحيط .

ـ مرحلة النضج :

تستمر الخلية العاصفة بالارتفاع حتى تصل قمتها لأكثر من ١٢ كم ، وعندها تبدأ الهطولات التي تبرد جسم العاصفة فتنحدر التيارات الهابطة .

ـ المرحلة النهائية :

حيث تتزايد التيارات الهابطة فتشكل الغيوم كتلاً كبيرة تسخن ذاتياً بالهبوط فتتناقص وتعمل التيارات الأفقية على نشرها وحملها بعيداً لتأخذ شكل السندان Enclume وتتلاشى .

والعواصف الرعدية هي أكثر الظواهر الجوية إثارة وحدوثاً ، إذ يحدث على سطح الأرض أكثر من ٤٠ ألف عاصفة يومياً ، يتركز معظمها فوق المناطق الاستوائية وخطوط العرض المتوسطة وحتى المناطق الصحراوية ويتناقص حدوثها في العروض العليا بحيث يكاد ينعدم فوق القطبين . وأهم ما يميزها البرق والرعد .

٢ ـ البـرق L'éclair :

يحدث البرق على شكل شرارة كهربائية هائلة نتيجة تجاذب شحنات كهربائية يسببها مرور حبيبات الهطول ، واحتكاكها داخل الخلية العاصفة تعمل على استقطاب الالكترونات ، وتركيز شحنات قوية تكون سالبة في أعلى الخلية ، بينما تكون موجبة في وسطها وأسفلها ، وقد تحدث خلال العاصفة الواحدة عدة آلاف عمليات تفريغ ٦٥٪ منها تفرغ بين الغيوم في الجو ، وقد يصل طول الشرارة الى عدة كيلو مترات ويكون بحدود ١ ـ ٢ كم فقط عندما يتم نحو الأرض (الصاعقة) .

تبلغ قوة التفريغ طاقة هائلة، قد تصل الى ٣٠ مليون فولت أي ١٠٠ ألف أمبير، ولحسن الحظ فانها لا تستمر إلا لفترة قصيرة جداً ، ورغم وصول حرارة الشرارة الى ١٥٠٠٠ م ، وتقدير الطاقة الاجمالية لعاصفة رعدية هائلة بما يفوق طاقة قنبلة ذرية متوسطة ، فلا يمكن استقبالها أو تجميعها أو استعمالها في خدمة الانسانية في الوقت الحاضر .

ب ـ الرعد Le tonnerre :

هو الصوت الناتج عن التمدد الفجائي للهواء ، ودوي ذلك الصوت إذ يتجمع بعد تمدده مباشرة ويعود الى الفراغ الذي أحدثه محدثاً موجة صوتية هائلة .

الحماية من البرق : يسبب البرق خسائر فادحة فيشعل الحرائق ويهدم المنازل ويسبب العمى للانسان والحيوان ، وقد يؤدي الى القتل ، لذلك يجب الحذر والاحتياط الشديد لحماية الأرواح والممتلكات وتخفيف آثاره المدمرة .

يتبع التيار الصاعق La foudre الطريق الأقل مقاومة ويصيب النقاط الأكثر ارتفاعاً ، لذا ينصح بعدم اللجوء الى بيت قديم أو شجرة منعزلة عند التعرض له ، كما يفضل الابتعاد عن السيازات والمعادن ، حتى الطائرات يمكن أن تتعرض لخطره أحياناً .

تسهل الأسطح والعوارض المعدنية في الأبنية الحديثة انتقال الصاعقة ، وتجهز بأعمدة تتصل بالأساسات ، وقد تنتقل عن طريق هوائي الراديو والتلفزيون ، وقد تتعرض الأبنية الخشبية الى خطرها في حال عدم تجهيزها بمانع الصواعق .

٥ـ٣ـ٢ـ الزوابع Les tornades :

هي دوامات من الهواء ذات قدرة تدميرية هائلة تتركز قوتها في أعمدة من الهواء لا يتعدى قطرها ٢٠٠ م تلتف حولها الغيوم ، وتأخذ شكل القمع نتيجة تزايد قطرها مع الارتفاع وانحنائها مع الرياح السائدة ، تنتج عن عدم استقرار الجو ، وتترافق مع عواصف شديدة وهطول عنيف يرافق مرور الجبهة الباردة التي تسبق تشكل الزوبعة بنحو ٢٥٠ كم بالمتوسط ، وهي نادرة في منطقتنا بينما تهب ١٢٤ زوبعة سنوياً فوق الولايات المتحدة الأمريكية .

ويمكن تتبع تطور الزوبعة وتمييز المراحل التالية :

٢ ــ بداية تشكل الزوبعة وظهور القمع بطيء الحركة في البداية .
٣ ــ تحرك القمع بسرعة متزايدة تؤدي الى الخراب والدمار .
٤ ــ رفع الغبار والتراب والمخلفات المتناثرة وأخذها بعيداً .
٥ ــ نشر القش والأوراق والأغصان وحتى الأشجار في كل مكان .
٦ ــ انفجار البيوت والمستودعات نتيجة الضغط المنخفض الذي تحمله .
٧ ــ حمل خرطوم من الماء عند تشكلها فوق المحيطات .
٨ ــ حمل الحشرات والحيوانات بعيداً ، وسقوط الضفادع والأسماك من السماء بعد مرورها .

لا يعود التأثير المدمر لسرعة تقدم الزوبعة التي لا تتعدى ٣٠ ــ ٦٠ كم/ساعة لكنه يحدث بفعل الرياح الدوارة التي تزيد سرعتها على ٥٠٠كم/ساعة حول الزوبعة، والتي وصلت الى سرعة قياسية بلغت ٩٠٠ مرة سرعة هبوب النسيم . وتصل سرعة التيارات الصاعدة الى ١٥٠ ــ ٣٠٠ كم في مركز الزوبعة وقد تسقط الأمطار مختلطة بما تحمله الزوبعة ويسمى هطول الدم : Pluie de sang عندما يترافق مع التربة الطينية الحمراء .

٥ــ٣ــ٣ــ الأعاصير Les ouragans :

او التيفونات Les typhons :

هي منخفضات جوية تشبه في بعض خواصها خلايا الضغط المنخفض ، تتشكل بين المدارين بغياب الجبهات الهوائية ، وهي شديدة العنف ، ويصل قطرها الى ٦٥٠كم بالمتوسط ، وتبلغ سرعة الرياح فيها ٢٥٠ كم/ساعة وهي تسير ببطء ضمن كتلة من الهواء متجانسة ، بعكس المنخفضات خارج المدارين .

تبدو الأعاصير متناظرة Symétrique بشكل يدعو للعجب بحيث تشكل خطوط الضغط المركزية دوائر تامة .

تبدأ الأعاصير بالتشكل فوق المحيطات الشاسعة المفتوحة التي تعلوها طبقات

من الهواء الرطب شديد الحرارة ، ولا تلبث أن تتلاشى بعد وصولها الى فوق السطوح القارية بقليل ، ويمتاز الإعصار بعينة Eye الهادئة التي تمثل مركزه .

ـ منشأ الأعاصير وخطوط مسيرها : هناك ثلاث مناطق مولدة للأعاصير هي :

١ ـ جنوب غرب المحيط الهادي بين الفيلبين وجزر مارشال حيث تنشأ التيفونات التي تضرب السواحل الصينية والفيلبينية والكورية واليابانية .

٢ ـ جنوب المحيط الهادي حيث تتجه نحو الغرب لتصل سواحل مدغشقر وشرق افريقيا .

٣ ـ المحيط الأطلسي : اعتباراً من غرب افريقيا مروراً بجزر الأنتيل وحتى سواحل المكسيك وتتابع خط سيرها لتؤثر في السواحل الشرقية للقارة الأميركية .

يبدأ نشوء الإعصار عند تلاقي كتلتي رياح الاليزية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية بين المدارين ولا ينشأ أبداً في منطقة الهدوء فوق خط الاستواء بسبب غياب قوة دوران الأرض ، وتتم مراقبة رياح الاليزيه وتتبع حركتها وسرعتها بوساطة سفن رصد خاصة توجهها طائرات مجهزة بأدوات رصد لمتابعة الإعصار ورصده فور تشكله .

وهو يشبه في بداية تشكله المنخفض الجوي ، ولكنه يصبح عنيفاً بسبب الطاقة الهائلة المحررة نتيجة تكاثف بخار الماء ، فيبدأ كعاصفة هائلة ، ويستمر تطوره بفضل المصدر الدائم للرطوبة لأن الحرارة المتحررة تزيد من سرعة صعود الهواء بحيث يأخذ الإعصار شكل عجل ضخم دوار من الرياح العنيفة .

تشكل عين الإعصار منطقة هادئة تماماً في مركزه يصل قطرها الى ٣٠ ـ ٣٥ كم تكون السماء فوقها صافية ، تبدأ ضيقة فوق سطح الماء ، وتتسع مع الارتفاع وتزايد سرعة الدوران وتعاظم القوة الطاردة المركزية .

يمكن أن يبدأ الإعصار بوجود تيارات هوائية لا تزيد سرعتها على ٥٠كم/ساعة وتتزايد سرعة الهواء لتبلغ ٥٠ ــ ١١٥ كم/ساعة ؛ وعندما يصبح الإعصار كاملاً يمكن أن تزيد سرعته على ١٢٠ كم/ساعة ، وقد تتناقص بسرعة نتيجة مروره فوق الجزر أو اليابسة الى نحو ٢٠ كم/ساعة ؛ كما يغير اتجاهه حسب اتجاه التيارات التي يصادفها ، ويصدف أن تعود سرعة الرياح لتتزايد إذا مر الإعصار فوق منطقة حارة فتصل الى ٢٠٠ كم/ ساعة ؛ وتتناقص من جديد الى ٥٠ كم/ساعة بعد اجتياز المدار حيث يتحول الى عاصفة رعدية .

ـ القوة المدمرة للاعصار :

تتركز قوة الإعصار في سرعته التي يمكن أن تصل الى ٣٥٠ كم/ساعة ، ويتتابع موجات العواصف التي يحملها ، والهطول الشديد الذي يسبب الفيضانات ، ويبلغ عرض الإعصار بحدود ١٠٠ ــ ١٥٠ كم ويسير على طول عدة مئات الكيلومترات ، فيقتلع الأشجار ويحطم البواخر والمرافىء ، ويخرب الشواطىء والحقول ويهدم المنازل . ويفيد الإنذار المبكر في الهروب من وجه الإعصار ، واتخاذ السبل كافة للوقاية من آثاره المدمرة والمميتة .

ـ نظام التنبؤ بالأعاصير : Système d'avertissement des ouragans

بدأ وضع نظام عالمي للتنبؤ عام ١٩٣٨ بالتعاون بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ، والأرصاد الجوية الأميركية والقوى البحرية والجوية ، وتقوم طائرات مجهزة بالرادار بتتبع حركة تيارات الهواء في مناطق تشكل الأعاصير ، ويتم الإعلام عن بداية ظهور أي إعصار مهما كان صغيراً ، ويستمر البحث بالطائرات كل ست ساعات ، وعند تحديد مركز الإعصار يجري تتبع اتجاه سيره وتحديد سرعته ، وتذاع نشرة كاملة كل ست ساعات عن آخر أخباره والاتجاه المحتمل لسيره وقوته والاحتياطات اللازمة لمواجهته .

تجهز السفن الخاصة بمتابعة الإعصار بمعدات قياس عناصر الجو المعتادة ورصدها إضافة الى جهاز خاص يسمى : مقياس الاهتزاز الدقيق المسجل : Le microséismographe ، وهو جهاز شديد الحساسية يتنبأ بالإعصار مبكراً عن بعد ، كما يساعد على تحديد مكانه ، وتتبع آثاره بالتعاون مع الطيران .

التطبيق العملي :

١ ــ ما هي أنواع الهطول الأكثر احتمالاً فوق مدينة دمشق .

٢ ــ كيف تميز بين الطل والهطل وبين حبيبات الثلج وحبيبات الجليد .

٣ ــ ارسم خطاً بيانياً يمثل العلاقة بين سرعة سقوط قطرات المطر وأقطارها .

٤ ــ ارسم الأشكال الهندسية لندف الثلج .

٥ ــ مثل دورة الماء في الطبيعة مبيناً عناصرها المختلفة .

٦ ــ قارن ضمن جدول بين العواصف الرعدية والزوابع والأعاصير .

٧ ــ ارسم شكلاً يبين عاصفة رعدية ويوضح حركة الهواء وتشكل الغيوم .

٨ ــ بين الآثار المدمرة للزوبعة مع رسم مخطط لها .

٩ ــ لماذا تتشكل الأعاصير حصراً فوق المياه وتتلاشى فوق اليابسة .

١٠ــ ارسم خطوط تساوي الضغط بوجود الإعصار .

١١ــ لماذا تسمى الأعاصير بأسماء الفتيات .

١٢ــ هل يمكن استعمال الطاقة الكهربائية الناتجة عن البرق وكيف .

وقل رب زدني علما
Damascus University

الجلسة العملية السادسة

٦ – دراسة الطقس :

حاول الباحث الألماني Hann في النصف الأول من القرن الحالي إيجاد تعريف للمناخ فوصفه : بأنه الحالة المتوسطة للغلاف الجوي في نقطة ما على سطح الأرض . وقد وضع الباحث الفرنسي Sorre في الخمسينات تعريفاً أكثر واقعية حيث وصف المناخ : بأنه سلسلة حالات الغلاف الجوي التي تتتالى بشكل اعتيادي فوق مكان معين .

ولا ينطبق هذان التعريفان على علم الأرصاد الجوية Météorélogie الحديث الذي يدرس حالة الطقس Temps ، وهو علم فيزيائي يحلل عناصر الجو، وحالة الطقس السائد ، ويحاول تفسير الظواهر الجوية وفهمها للتمكن من التنبؤ بها أو تعديلها ، ومتابعة تجددها واستمرارها لخدمة الطيران والزراعة والسياحة والمواصلات .

وهكذا لا يمكن الفصل بين عمل المختصين في الأرصاد الجوية من جهة، والذين يحاولون جمع المعلومات اليومية وتبويبها ومعالجتها للاستفادة منها في فهم حالة الطقس السائد أو المنتظر ، وبين جهود المختصين بالمناخ من جهة ثانية والذين يستغلون هذه المعلومات بتحليلها ودراسة متوسطاتها ومدى انحراف قيمها عن هذه المتوسطات ، ويحددون بالتالي المناخات السائدة على سطح الأرض ومدى ثباتها أو تغيرها مع الزمن .

هذا وتميل الدراسات المناخية والجوية في الوقت الحاضر الى اتباع إحدى الطريقتين التاليتين :

١ ـ الطريقة الظاهرية او التحليلية :

وهي طريقة ساكنة Statique تعتمد على دراسة معطيات سهلة لكل عنصر من عناصر الطقس ، ثم تحديد عناصر المناخ وإيجاد العلاقة بينها ، كما أنها تدرس القيم القصوى المميزة للمناخ ، وهكذا يمكن تحديد القيمة البيئية Valeur écologique للمناخ التي تفيد في اختيار المحاصيل الممكن زراعتها ، والأشجار الحراجية المناسبة ، ومواسم الحرائق والجفاف والفيضانات .

٢ ـ الطريقة الداخلية او التركيبية :

وهي تحاول بيان مواصفات الجو وكيفية توزع عناصره ، وهي أكثر تعقيداً من السابقة تدخل في الحساب المستويات العمودية للغلاف الجوي كافة ، وطبيعة الهـواء الجوي ، ومحاولة البحث عن تتابع حالات الطقس Types de temps ، وهي تستخدم القوانين العلمية في الفيزياء والرياضيات والإحصاء وبهذا تعمل على شرح حالة الطقس ، والتنبؤ الجوي للطقس المحتمل الذي يذاع في النشرات الجوية Bulletin météorologique العامة .

٦ـ١ـ الرصد الجوي Observation météorologique :

قال Warner إن كل الناس تتكلم عن الطقس ولكن لا أحد يستطيع التأثير فيه . إن هذا القول قديم جداً ولا ينطبق على الواقع الحالي .

إذ بدأ الرصد الجوي في أواسط القرن السابع عشر بعـد اختراع مقاييس الحرارة والرطوبة ، وقد تم إنشاء مؤسسات الرصد الجوي في النصف الثاني من القرن التاسع عشر ، ويوجد حالياً أكثر من ١١ ألف محطة رصد إجمالي على سطح الأرض منها أكثر من ٧ آلاف محطة فوق القارات و ٤ آلاف محطة في السفن تجوب المحيطات والبحار .

وقد تطور الرصد الجوي في النصف الثاني من القرن العشرين بحيث أصبح يعتمد على الطرق والوسائل التالية :

١ ـ **الرصد الإجمالي أو الشامل** Synoptique :

وهو يغطي مساحات واسعة .

٢ ـ **الرصد الجوي في الأعالي** En altitude :

بدأ عام ١٩٤٥ برصد الغيوم والهطولات بوساطة الرادار Radar .

٣ ـ **الرصد اللاسلكي (راديو سوند)** Radio sondage :

وهو يتم بوساطة بالونات تحمل أدوات لقياس الضغط والحرارة والرطوبة وسرعة الرياح على ارتفاعات متباينة لا تتجاوز ١٨ كم، وقد أمكن تطوير هذه الطريقة بحيث تبقى البالونات معلقة في مكانها وتبث معلومات فورية عن الطقس كل ٦ ـ ٧ ثوان ، تسجل وتعامل آلياً بالحاسوب ، كما تستعمل بالونات أصغر تطلق لتحدد سرعة الرياح واتجاهها وارتفاع قاعدة الغيوم .

٤ ـ **صواريخ الرصد الموجهة** Fusés météorologiques :

ترسل هذه الصواريخ الى ارتفاعات تزيد على ١٥ ـ ٦٥ كم محملة بأدوات الرصد ، وهي تبث المعلومات المطلوبة آلياً .

٥ ـ **اقمار الرصد الصناعية** Satellites météorologiques :

أرسل القمر الاصطناعي الأول Tiros I في نيسان ١٩٦٠ ، وتتابع إطلاق أقمار عديدة تعمل على تصوير الظواهر الجوية من مسافات بعيدة وترسل الصور آليـاً ، ليتم استقبالها والاستفادة منها في دراسات الطقس والمناخ .

٦ ـ **استخدام الحاسبات** Ordinateur :

يستخدم الكمبيوتر ومختلف أنواع الحاسبات الآلية في التحليل الآلي المبرمج للمعطيات المناخية لتسهيل الحصول على نتائج سريعة عملية ، ويمكن عن طريقها رسم

خرائط الطقس على عدة ارتفاعات وفي عدة أوقات ، ويحسب الارتفاع بقيمة الضغط: ٢٠٠ ــ ٣٠٠ ــ ٥٠٠ ــ ٧٠٠ مليبار ، وهكذا .

تقوم المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (OMM) :

Organisation Météorologique Mondiale التابعة للأمم المتحدة ، والتي حـدد مقرها في مدينة جنيف في سويسرا ، بدور المنسق مع المنظمات الوطنية ، كما تساهم باجراء دراسات اقليمية ، وترسخ التعاون بين دول العالم في دراسة المناخ والأرصاد .

وتعود أقدم المعطيات الى تسجيلات يدوية قام بها الرصاد وتضمنت درجات الحرارة والهطول ، وقد أدى التقدم الذي شهده الطيران الحربي والمدني الى تزايد الحاجة الملحة للتنبؤ الجوي قصير المدى ، وهكذا تم إنشاء محطات دائمة ليس فقط في المطارات كافة ، بل أصبحت هذه المحطات تشكل شبكة تتم إدارتها وفق قواعد علمية ، وأصبحت المحطات الحديثة قادرة على تسجيل معطيات عديدة ونقلها أو إذاعتها في أوقات منتظمة .

ـ قيمة المعطيات المناخية :

لابد من جمع السيل العارم من المعطيات المناخية المتجمعة من المصادر السابقة ، والاستفادة منها بسرعة كبيرة ، ولهذا يجب أن تكون على درجة كبيرة من الدقة حتى يمكن استخدامها بكل ثقة ، ولبيان التباين الممكن نذكر أن قياس الهطول بعدة مقاييس مطر متجاورة يعطي قراءات مختلفة الى حد ± ١٠٪ .

كما أنه من المفيد الحصول على معلومات مستمرة لفترات زمنية طويلة تصل الى ٥٠ عاماً للحصول على دلالة مناخيـة موثوقة : Indications climatiques ، ويكتفى بـ ١٠ ــ ٢٠ سنة لدراسة الحرارة و بـ ٢٠ ــ ٣٠ سنة لدراسة الهطول ، كما لا يمكن مقـارنة جمـلة المعطيات بين عـدة محطات إلا إذا كانت للفترات الزمنية نفسها .

وقد كانت هذه الأرقام تخضع لعمليات حسابية بسيطة . وقد سمحت الحاسبات الآلية بإدخال ثورة في مجال المعارف المتعلقة بالطقس . بينما لازالت الدراسات المناخية تعتمد على الدراسة الإحصائية وحسابات المتوسطات .

٦-٢- التنبؤ الجوي Prévision :

هي عملية مستمرة تهدف الى جمع المعلومات الهائلة وتبويبها ، وحساب المتوسطات ، ورسم الخرائط ، ومتابعة أحوال الطقس ، وتحديد اتجاه العواصف ، والإعلام الفوري لخدمة الطيران والزراعة ، والصيد والسياحة ...

ويمكن التنبؤ باحدى الطرق التالية :

١ - الطريقة الإجمالية La méthode synoptique :

وكانت يدوية قبل عام ١٩٥٠ ، وأصبحت تعتمد في الوقت الحاضر على الحاسوب في إعداد خرائط الطقس ، ومع تطور وسائل الاتصال غدا من الممكن إيصال المعلومات عن طريق الهاتف والمذياع والتلفاز الى أكبر عدد من المستفيدين ووضع خرائط الطقس المحتمل في ٢٤ - ٤٨ ساعة القادمة .

٢ - التنبؤ الرقمي La prévision numérique :

ويصدر هذا التنبؤ بعد تجميع الأرقام الهائلة من مراكز ومحطات الرصد المختلفة ، ومعالجتها بالحاسبات ، وتطبيق بعض القوانين والمعادلات عليها مثل : قوانين الميكانيك Mécanique والثرموديناميك Thermodynamique ومعادلات الحركة Mouvement والاستمرارية Continuté وحالة المادة Equation d'état .

٣ - التنبؤ طويل الأجل La prévision à long échéance :

ويتم هذا التنبؤ لفترات تزيد على ٣ - ٥ أيام ، وينفذ باحدى الطرق التالية :

آ - إحصائياً : Statistique بدراسة العلاقة بين عناصر الطقس ، وتطبيق نظرية الاحتمالات عليها .

ب ــ فيزيائياً : Physique عن طريق دراسة ديناميكية الجو ، وتحديد ميزاني الحرارة والضغط ، والتغيرات التي تطرأ عليها مع الزمن .

جـ ــ إجمالياً : Synoptique وذلك بمقارنة الخرائط المناخية والتماثل المناخي

يستند التنبؤ الصحيح بأحوال الطقس المتوقعة الى مدى دقة المعلومات وقيمها التي تصل الى المتنبىء ، ومدى خبرته بالحالة العامة للغلاف الجوي والتغيرات التي تطرأ عليه ، وتقوم المديرية العامة للأرصاد الجوية التي ترتبط بوزارة الدفاع بمعالجة شؤون الطقس والمناخ كافة ، وتتبعها شبكة واسعة من محطات الرصد التي تسجل الأرقام الخاصة بالطقس وتنقلها الى مركز التنبؤ ، وتتم قراءة حالة الطقس كل ساعة (في المطارات والموانىء) وكل ٣ ــ ٦ ساعات في المحطات الرئيسة ، وكل ٦ ــ ١٢ ساعة في محطات المناطق والنواحي والمراكز الزراعية .

كما يتم رصد حالة الهواء والطقس فوق المطارات والموانىء مرتين يومياً بوساطة أجهزة قياس وبث بالرادار .

واستناداً الى المعلومات السابقة المستمرة كافة فان التنبؤ بالطقس يتم قبل ٢٤ ــ ٣٦ ساعة وبدقة تزيد على ٨٠ ــ ٩٠٪ .

ــ التنبؤ لخمسة أيام : وهو تنبؤ عام يعتمد على الحالة العامة للجو وقيم الضغط واتجاه الرياح وسرعتها ، ومدى توفر التيارات والجبهات الحارة أو الباردة ، ووجود الغيوم ، واحتمال الهطول ، وغيرها من الظواهر المتوقعة ، ويأخذ بالحسبان الحالة العامة للطقس ، والنشرات الجوية في الأقطار المجاورة .

ــ وتذاع نشرات الطقس Bulletins météorologiques: كالآتي :

ــ كل ساعة أو ثلاث ساعات في المطارات والموانىء .

ــ على الهاتف ، يمكن الاستفسار عن حالة الطقس ، حسب الطلب .

ــ كل ست ساعات ، وتسجل يمكن للطيار أو القبطان الاستماع إليها .

- كل ١٢ ــ ٢٤ ساعة ، تذاع بنشرات تفصيلية مع خرائط الطقس .
- كل ٣٦ ساعة .
- كل ٣ ــ ٥ أيام توزع نشرات على الجهات المعنية .
- كل ١٠ أيام .

٦ـ٣ـ رصد عناصر الطقس وقياسها :

تقوم محطات الرصد الجوي بمراقبة حالات الطقس ، وتسجيل قيم عناصره ، ورصد تغيراتها ، وتحويل هذه القيم الى خرائط وأرقام وخطوط بيانية ، تعطي صورة دقيقة عن حالة الطقس في كل ساعة من ساعات اليوم ، وبالتالي في كل يوم من أيام السنة ، ولابد من استثمار هذه المعطيات وتنظيمها ضمن نشرات أو خرائط لتتم الاستفادة منها عند الحاجة ، أو تجميعها لتستخدم في الدراسات المناخية .

وسنورد وصفاً مختصراً لبعض الأجهزة التي تستخدم في رصد عناصر الطقس ، ومبدأ عملها فيما يلي :

٦ـ٣ـ١ـ قياس الإشعاع Mesure du rayonnement :

يستند مبدأ قياس الإشعاع الشمسي الى دراسة مدة السطوع ، وتحديد الأثر الحراري والأثر الضوئي للأشعة .

يتم قياس مدة السطوع اليومي بوساطة مسجلات الإضاءة : Héliographes ويقاس السطوع بتتبع الأثر الذي يتركه الإشعاع الشمسي على ورقة تصوير مدرجة حساسة للضوء ، ومن مسجلات الإضاءة نذكر :

١ ــ مسجل كامبل Héliographe de Campbell :

يتألف هذا الجهاز من الأجزاء التالية :

ــ حامل على شكل قضيب معدني بطول ٢ م يغرس ٥٠ سم منه في الأرض ، في أعلاه قاعدة مثلثية الشكل .

ـ قاعدة التثبيت المثلثية التي تركب على قاعدة الحامل ، والمجهزة ببزالات لوضع الجهاز بشكل أفقي •

ـ حامل ورقة التسجيل وهو عبارة عن قطعة معدنية نصف دائرية بعرض ٧ سم يثبت بوضع عمودي على حامل الكرة الزجاجية •

ـ حامل الكرة الزجاجية : ويتألف من قطعة معدنية نصف دائرية تنتهي ببزالين يشكلان نقطتي ارتكاز لتثبيت الكرة وتوجيهها •

ـ الكرة الزجاجية : وتكون مفرغة من الهواء في أحد أطرافها عدسة تجمع الأشعة الواردة وترسلها الى نقطة المحرق قريباً من ورقة التسجيل المدرجة ، التي تغير يومياً ويدل الخط المحروق على طول فترة السطوع •

٢ ـ هليوغراف جوردان Héliographe de Jordan :

وهو يتألف من علبتين معدنيتين نصف أسطوانيتين ، في كل منهما شق متطاول في الجهة المستوية يسمح بمرور أشعة الشمس لتصل الى الورقة الحساسة للضوء التي تغطي السطح الداخلي للجزء المستدير من العلبة ، بحيث ترسم الأشعة على الورقة المرقمة خطاً مستقيماً يدل على طول فترة تعرض الجهاز للاشعاع ، يتم التسجيل في النصف الأول من النهار ضمن إحدى العلبتين ، ويتوقف لفترة وجيزة ظهراً ، ثم يستمر ضمن العلبة الثانية في النصف الثاني من النهار • ويتم توجيه الجهاز حسب ميل أشعة الشمس وخط سيرها ، وهكذا يسجل على الورقتين طول فترة الإشعاع La durée d'insolation منذ بداية النهار وحتى مغيب الشمس •

٣ ـ قياس الإشعاع المباشر (بيرهليومتر)Pyrhéliomètre :

يقيس الأثر الحراري للاشعاع المباشر الذي يصل الى سطح سائل أو مادة صلبة ، ويكون الفرق بين درجتي الحرارة المسجلتين قبل القياس وبعده هو الطاقة الحرارية الواصلة مع الإشعاع الشمسي على وحدة المساحة •

٤ ـ مقاييس الإشعاع الإجمالي :

وتقيس الاشعاعات كافة التي يمكنها الوصول الى سطح الأرض ، ويعتمد مبدأ القياس على استقبال الأشعة عبر غلاف شفاف لتصل الى جسم يمتصها فترتفع حرارته ، ومن الأجهزة المستعملة نذكر :

❋ بيرانومتر كيب Pyranométre de kipp :

ويعمل على المبدأ السابق نفسه ويتصل الجسم المستقبل للحرارة بسلكين معدنيين مختلفي المقاومة يمر خلالهما تيار كهربائي تختلف شدته باختلاف درجة الحـــرارة .

❋ اكتينومتر أراكو Actinométre d'Arago :

ويتألف من مقياسي حرارة أحدهما أبيض اللون يعكس الأشعة والثاني أسود يمتص الجزء الأكبر من الاشعاعات ، ويكون الفرق في الحرارة بين المقياسين هو الطاقة الحرارية التي تعطيها الإشعاعات الواردة على سطح الميزان الثاني .

❋ اكتينومتر بيلاني Actinométre de Bellani :

يقيس هذا الجهاز كمية الكحول المتبخرة من خزان خاص يتلقى الإشعاعات ، فكلما زادت كميات الحرارة الواصلة زادت كميات الكحول المتبخرة .

٥ ـ مقياس الإشعاع المتناثر :

يمكن قياس الإشعاع غير المباشر المتناثر بوساطة بيرانومتر كيب على أن تتم تغطية السطح المستقبل لمنع وصول أشعة الشمس المباشرة إليه .

٦ ـ قياس شدة إضاءة الإشعاع الشمسي :

تستخدم طرق تصويرية بمساعدة عدسات حساسة لتمييز مختلف درجات شدة الإضاءة ، وتقارن الصور المأخوذة بصور قياسية .

٦ـ٣ـ٢ـ قياس الحرارة Mesure de température :

يعتمد مبدأ قياس درجات الحرارة على تمدد السوائل والمعادن بالحرارة ، ومن المقاييس المستعملة نذكر :

* مقياس الحرارة الزئبقي Thermomètre à mercure :

وهو يدل على درجات الحرارة التي تقع فوق — ٣٩° م وهي درجة تجمد الزئبـق .

* مقياس الحرارة الكحولي Thermomètre à alcool :

وهو يقيس درجات الحرارة التي تزيد على — ١٣٠° م وهي درجة تجمـد الكحـول .

* مسجل الحرارة Thermographe .

١ ـ مقياس الحرارة العظمى Thermomètre à maxima (Negretti) :

يدل على أعلى درجة حرارة أثناء فترة القياس ، وهو مجهز باختناق يمنع رجوع الزئبق عند انخفاض الحرارة (الميزان الطبي) ، وبعد أخذ القراءة يمكن إعادة الميزان الى وضعه الأول برجه بقوة . ويرقم هذا الميزان من — ١٠° الى + ٦٠° م .

٢ ـ مقياس الحرارة الدنيا Thermomètre à minima (Retherford) :

وهو مقياس كحولي يرقم من — ٤٠° م الى + ٤٠° م ، ويجهز بمؤشر معدني ينخفض بانخفاض مستوى الكحول مع تدني درجة الحرارة ليشير الى الحرارة الدنيا أثناء فترة القياس ، ويعـاد المؤشر الى وضعه الطبيعي بعد أخـذ القراءة بوساطة مغناطيس .

٣ ـ مسجل الحرارة Thermographe (Lambreght) :

يتألف الجزء الحساس للحرارة في هذا المقياس من صفيحتين معدنيتين رقيقتين

تختلفان في تأثيرهما للحرارة كالفولاذ والنيكل تثبتان على شكل قوس بحيث يكون المعدن الأكثر قابلية للتمدد في الخارج ، ويتصل بهما مؤشر ينتهي بريشة ترسم منحنى تغيرات الحرارة الأسبوعية ، يجري تسجيل الحرارة على ورقة مدرجة خاصة مركبة على أسطوانة دوارة ، وترقم الورقة المدرجة من – ٣٠° الى + ٥٠° م .

٤ ـ مقياس حرارة التربة Thermomètre du sol :

تقاس درجات حرارة التربة على أعماق مختلفة اعتباراً من السطح وحتى عمق ثلاثة أمتار ، وتستعمل مقاييس زئبقيه حتى – ٥٠ سم توضع مستودعاتها على العمق المناسب بينما تشاهد القراءة على السطح ، ويمكن استخدام مقاييس معلقة أو كهربائية في الأعماق الأكبر .

وترقم مقاييس حرارة التربة حسب العمق كما يلي :

الترقيم	الأعماق
من – ٢٥° م الى + ٥٥° م	– ٥ سم الى – ١٠ سم
من – ٢٠° م الى + ٥٠° م	– ٢٠ سم الى – ٥٠ سم
من – ١٠° م الى + ٣٠° م	– ١٠٠ سم أو أكثر

٦ـ٣ـ٣ـ قياس الضغط والرياح

: Mesures de la pression et du vent

يتم قياس الضغط الجوي بوساطة أجهزة خاصة تحدد ثقل عمود الهواء في موقع القياس ، ويتم تحويل القيم الناتجة الى الضغط المقابل عند مستوى سطح البحر ، وبالتالي رسم خطوط تساوي الضغط التي تحدد بشكل أو بآخر المنخفضات والمرتفعات الجوية ، وترسم أماكن تشكل الجبهات وحركات سيرها .

ويستعمل لقياس الضغط المقاييس التالية :

١ ــ مقياس الضغط الزئبقي : Baromètre à mercure

يتألف هذا المقياس من : مستودع الزئبق وأنبوب زجاجي وأنبوب واق ومقياس الترقيم المدرج من ٨٠٠ ــ ١١٠٠ مليبار من أحد جانبيه ومن ٦٠ ــ ٨٣ سم من الجانب الآخر ، يكون الأنبوب الزجاجي مغلقاً من أحد طرفيه ، ومفتوحاً من الطرف الآخر تصله كمية من الزئبق السائل من المستودع المكشوف ويختلف ارتفاع الزئبق في الطرف المغلق حسب شدة الضغط أي ثقل عمود الهواء الذي يقع عليه فيرتفع الزئبق مع ازدياد الضغط وينخفض بانخفاضه ،

وتزود محطات الرصد في الوقت الحاضر بمقاييس ضغط زئبقية دقيقة ، تتأثر بالضغط الجوي كما تتأثر بتغيرات الحرارة ، ولابد من تعديل القراءة حسب درجة الحرارة بالرجوع الى جداول خاصة .

٢ ــ مقياس الضغط المعدني : Baromètre métallique

يتألف الجزء الحساس من المقياس من وعاء معدني مفرغ جدرانه متعرجة ، يفصل بينها نابض صغير يمنع تلاصقها ، يثبت على قاعدة ، ويؤدي تغير الضغط لتحرك السطح السائب ، وتنتقل هذه الحركة عبر رافعة الى مؤشر يحدد قيمة الضغط على التدريج المجاور .

ويكون مقياس الضغط المعدني أقل دقة من الزئبقي ، لكنه أسهل استعمالاً .

٣ ــ مقياس الارتفاع : Altimètre

وهو مقياس ضغط معدني يدل المؤشر فيه على الارتفاع عن سطح البحر بالمتر أو بالقدم ، بدلاً من الدلالة على قيم الضغط ، ويستعمل هذا النوع من المقاييس في الطيران وتسلق الجبال أو الغوص في الغواصات .

٤ ـ مسجل الضغط Barographe :

ويتألف من مقياس ضغط معدني يقوم بتسجيل قيم الضغط بوساطة ريشة خاصة على ورقة مدرجة تدور مع أسطوانة دوارة تعطي قيم الضغط لكل ساعة يومياً أو لكل يوم أسبوعياً بشكل مستمر .

يمكن الدلالة على شدة الرياح بتحديد سرعتها ، ولابد من معرفة الاتجاه الذي تهب منه لتتبع حركتها ، وما ينتج عنها مثل اتجاه الضغط وحركة الغيوم ، والجبهات والعواصف . ومن الأجهزة المستعملة في تحديد اتجاه الرياح وتقدير سرعتها :

١ ـ مقياس الرياح الدوار Animomètre à rotation :

وهو شائع الاستعمال في محطات الرصد الجوي ، يتألف من عنفة بسيطة ذات أربعة أذرع ينتهي كل منها بكأس ، تدور بفعل الرياح ، ويتحول هذا الدوران عن طريق وصلات كهربائية وأذرع خاصة الى قيم تحدد سرعة الرياح على مقياس مدرج يقرأ مباشرة أو على أوراق مرقمة تسجل عليها قيم السرعة وتغيراتها مع الزمن .

٢ ـ مقياس اتجاه الرياح :

يحدد اتجاه الرياح بوساطة أسهم خاصة تدور حول محور ، ويدل رأس السهم على الاتجاه الذي تهب منه الرياح ، ويمكن بث المعلومات حول سرعة الرياح واتجاهها عن طريق الراديو أو البرق من المحطات النائية والمعزولة .

٣ ـ سلم بوفورت لقياس الرياح Echelle Beaufort des vents :

وضعه الأميرال الانكليزي بوفورت عام ١٨٠٥ وذلك لقياس سرعة الرياح حسب مدى تأثيرها في شراع السفن التي كان يقودها .

وقد تم تعديل هذا السلم فيما بعد ليصبح أكثر عمومية ، ويشمل الرياح التي تهب على اليابسة ، ويتضمن اثنتي عشرة سرعة للرياح تقدر بالكيلومتر أو العقدة التي تساوي ١٫٨ كم ، والتي لازالت مستعملة في خرائط الطقس كافة .

رقم بوفورت	التسمية	السرعة م/ثانية	السرعة كم/ساعة	تأثير الرياح في سطح الأرض
٠	هواء ساكن	اقل من ٠ر٥	١	جو ساكن ـ يتصاعد الدخان عمودياً
١	هواء خفيف	٠ر٥ ـ ١ر٥	٥	يميل الدخان مع اتجاه الريح ـ سرعة خفيفة .
٢	نسيم خفيف	٢ ـ ٣	١٠	يشعر الوجه بمرور النسيم ـ يسمع حفيف أوراق الشجر .
٣	نسيم هادىء	٣ر٥ ـ ٥	١٥	تنتشر الأعلام ـ تتحرك الأوراق وأغصان الأشجار .
٤	نسيم معتدل	٥ر٥ ـ ٧	٢٠	يثور الغبار والترات وتتساقط الأوراق .
٥	نسيم عليل	٧ر٥ ـ ٩ر٥	٣٠	تتحرك الشجيرات وتظهر الامواج على السطوح المائية .
٦	رياح خفيفة	١٠ ـ ١٢	٤٠	تتحرك الأغصان الكبيرة ـ يسمع صفير الأسلاك ، يصعب حمل المظلات .
٧	رياح قوية	١٢ر٥ ـ ١٥	٥٠	تتحرك كل اجزاء الشجرة ـ يصعب السير ضد اتجاه الرياح .
٨	رياح هوجاء	١٥ر٥ ـ ١٨	٦٠	تتكسر الأغصان ـ تتأثر حركة المواصلات والأعمال الصغيرة .
٩	عاصفةشديدة	١٧ر٥ ـ ٢١	٧٠	تقتلع الأشجار ـ تتضرر المساكن ـ تسقط المداخن .
١٠	عاصفةهوجاء	٢١ر٥ ـ ٢٥	٨٥	تقتلع الأشجار الكبيرةوتحدث اضرارا بالمباني والمزروعات (قليلة الحدوث) .
١١	زوبعةهوجاء	٢٥ر٥ ـ ٢٩	٩٥	تتطاير السقوف، تحدث أضرار بالغة على مساحات واسعة (نادرة الحدوث) .
١٢	اعصار	اكثر من ٢٩	١٠٥	تخريب عام ـ غرق السفن ـ تدمير المنازل ـ ضحايابالأرواح (نادرة) .

٤ ـ رصد الرياح في الاعالي L'observation des vents en altitude :

يكتسب رصد تيارات الهواء المرتفعة أهمية خاصة في الملاحة الجوية، ويستخدم في رسم خرائط الطقس في طبقات الجو على ارتفاعات مختلفة ، ويمكن تتبع حركة الرياح وقياس سرعتها إما بوساطة الرادار Radar أو باستخدام بالونات طائرة Ballons - pilotes ، ومراقبتها بوساطة التيودوليت Théodolite وقياس الزاوية الفاصلة بين مستوى سطح الأرض وموقع البالون واتجاهه ، لتقدير سرعة الرياح واتجاهها على ارتفاعات مختلفة طالما بقي البالون مرئياً .

٥ ـ الرصد اللاسلكي للهواء في الأعالي Radiosondage de l'air :

وهو أحدث الطرق وأدقها التي يمكن أن تعطي معلومات تفصيلية عن درجات الحرارة ، وقيم الضغط ، ونسب الرطوبة على ارتفاعات مختلفة فوق المحطة المجهزة بها .

ويوجد حالياً عدة أنواع من اللاسلكي الراصد : Radiosonde ، وأكثرها استعمالاً هو جهاز معقد يدعى (نظام الرصد ذاتي تنظيم التردد) : Le seystème audio - fréquence modulée الذي يتألف من جهاز بث Emèteur دقيق يرسل موجات ذات ترددات خاصة ، ترافقه أجهزة قياس دقيقة صغيرة الحجم خفيفة الوزن ومعقدة ، تحول بصورة آلية قيم الحرارة والضغط والرطوبة الى نبضات كهربائية يرسلها جهاز البث مباشرة ، ليتم استقبالها بوساطة جهاز استقبال Récepteur ، يأخذ هذه المعلومات ويسجلها برموز خاصة يسهل الرجوع إليها والاستفادة منها من قبل العاملين في الأرصاد الجوية .

يتم إطلاق بالونات خاصة تحمل الأجهزة المذكورة مرتين في اليوم فوق محطات الرصد الرئيسة ، ويجري تتبعها اعتباراً من سطح الأرض وحتى ارتفاعات قد تتجاوز ٣٠٠٠ م ، كما يمكن أن تعلق هذه الأجهزة بطائرات تحلق على ارتفاعات قد تصل الى ٦٠٠٠ م فوق المحيطات .

٦ ـ استخدام جهاز الرادار في الرصد L'équipement Radar :

أصبح استخدام أجهزة الرادار شائعاً في الرصد الجوي والتنبؤ بأحوال الطقس، وقد بدأ استعماله لتتبع حركات العواصف والأعاصير ، وتحمل أجهزة الرادار الصغيرة حالياً على متن طائرات خاصة تمكن من تحديد عين الإعصار ومنطقة الرياح الدوامة التي تشكل خطراً على الملاحة الجوية،وهي تساعد في الابتعاد عن العواصف الخطيرة.

وتجهز محطات الرصد الرئيسة بجهاز رادار خاص ذي مستقبل دوار يمسح السماء باستمرار ، ويرسل أشعة بسرعة الضوء ، تنعكس على قطرات المطر في الغيوم الممطار ، وتعود الى سطح الاستقبال ليحولها الى تيار كهربائي ذي نبضات خاصة تظهر على شاشة تلفزيونية ، كما تعمل آلات تسجيل خاصة على تحويل هذه المعطيات الى أرقام وخطوط بيانية .

٦ـ٣ـ٤ـ قياس الرطوبة Mesure de l'humidité :

١ ـ مقياس الرطوبة المزدوج (Asmen) Psychromètre :

يتألف من مقياسي حرارة عاديين زئبقيين أحدهما جاف Sec والثاني مبلل : Mouillé يحاط مستودع الزئبق بقماش يضاف إليه الماء قبل أخذ القراءة بقليل .

وبما أن التبخر يزداد كلما كان الهواء جافاً ، لذلك فان فرق القراءة بين المقياسين يكون أكبر . وبالرجوع لجداول خاصة يمكن تحديد نسبة الرطوبة في الهواء وقت القراءة .

٢ ـ مسجل الرطوبة Hygrographe :

يقيس الرطوبة النسبية ، ويتألف الجزء الحساس من خصلة من شعر الانسان أو الحصان ، الذي أزيل منه الدهن والعرق ، ويتزايد طول خصلة الشعر مع ارتفاع نسبة الرطوبة ، وينتقل هذا التزايد عن طريق ذراع ينتهي بمؤشر وريشة ترسم خطاً

بيانياً على ورقة مدرجة تدور بوساطة أسطوانة دوارة ، تغير أسبوعياً بعد تسجيل تغيرات الرطوبة .

تساعد معرفة قيم الرطوبة النسبية وتغيراتها على التنبؤ بحالة الطقس ، وتحديد نوع الهطول المحتمل، وإمكان تشكل طبقة من الجليد Givrage الصلب على سطوح الطائرات ، مما يحتم عودتها الى أقرب مطار خوفاً من تحطمها .

٣ ـ مسجل الحرارة والرطوبة Thermo - hygrographe :

عبارةعن جهاز مزدوج يشمل على مقياس حرارة معدني مسجل ومسجل للرطوبة يرسمان على ورقة واحدة تغيرات هذين العاملين الهامين أسبوعياً .

٤ ـ مسجل التبخر Evapographe :

يستعمل هذا الجهاز لتسجيل كمية التبخر خلال فترة زمنية معينة بصورة آلية ومستمرة ، ويتألف من وعاء فيه ماء يوضع فوق جهاز التوازن الذي يتصل بمجموعة من الروافع ، إضافة الى أسطوانة دوارة تدور دورة واحدة كل يوم ، وتحيط بها ورقة مرقمة من ٠ ـ ٢٠ مم ومدرجة لكل ساعتين ، ترسم عليها الريشة خطاً يشير الى كمية الماء المتبخر وتغيراتها .

٦ـ٣ـ٥ـ قياس الهطولات Mesure des précipitations :

وهي أكثر عناصر الطقس أهمية ، وخاصة بالنسبة للزراعة البعلية ، ويقاس بارتفاع الماء الهاطل ، ويعبر عنه بالمليمتر وهو يعادل هطول لتر واحد من الماء فوق سطح مساحته ١ م^2 . يمتاز الهطول بسقوطه بشكل متقطع حسب الزمان والمكان ، وبحسب عدد الأيام الهاطلة في كل محطة مناخية في الشهر أو الفصل أو السنة ، وعدد ساعات الهطول المستمر في اليوم .

وليس بالضرورة أن يكون المطر ذو القطرات الأكبر هو الأغزر ، وقد سجلت

أرقام قياسية للهطول وصلت الى ٦٣ مم/٣ دقائق في بنما ، وتصل الكثافة النظرية العظمى للهطول ١٢٠٠ مم/ساعة وهي ممكنة للحظات قصيرة .

١ ـ مقياس المطر المادي Pluviomètre :

ويكون عبارة عن وعاء اسطواني مساحة فوهته ٤٠٠ سم^2 ، يجمع الماء عن طريق قمع في أنبوب مدرج بالمم/مطر ، يوضع عادة على ارتفاع ١٥٠ سم في مكان مكشوف كما يمكن وضع فوهته عند مستوى سطح التربة أو مستوى المحصول المراد قياس كمية الهطول التي يتلقاها ، وقد يوضع مائلاً باتجاه الجهة التي تهب منها الرياح وتجلب معها المطر .

٢ ـ مقياس المطر ذو الوعاء القلاب Pluviomètre à auget basculant :

يتألف من فوهة استقبال المطر ذات المساحة المعروفة ، يليها وعاء مقسم الى قسمين متوازنين بحيث يتم انقلاب القسم الأول بعد ملئه بالماء ، ويبدأ انصباب الماء في القسم الثاني ، وهكذا ، ويكون الانقلاب عند تمام ملء القسم الى درجة من الدقة بحيث تقيس أجزاءً من المليمتر ، ويعمل على وصل تيار كهربائي الى مسجل يحدد كمية المطر وقت قياسها على ورقة تسجيل تدور على أسطوانة .

ويمكن التأكد من دقة القياس بجمع المياه من الجهاز وقياسها بالطريقة التقليدية بوساطة أنبوب مدرج .

٣ ـ مسجل المطر Pluviographe :

عبارة عن مقياس مطر ينتقل فيه الماء من وعاء الجمع عبر أنبوب معدني الى أسطوانة سعتها ٢٠٠ سم^3 بداخلها فواشة ترتفع بشكل يتناسب مع كميات الأمطار المتزايدة ، وهي ترفع معها روافع متصلة بريشة تسجل كميات الأمطار الهاطلة على ورقة تسجيل مدرجة محمولة على أسطوانة دوارة ـ يتم تفريغ أسطوانة الجمع آلياً بعد ملئها .

يمكن عدّ الهطول الصلب عامة والثلج بصورة خاصة كأحد المصادر الهامة للمياه العذبة ، إضافة الى أهميته في تغذية النبات بالماء ، وحماية التربة والمحاصيل التي تغطيها من خطر الصقيع .

ـ **قياس الثلج** Mesure niévométrique :

يقاس الثلج بأحد الطرق التالية :

١ ـ عدد أيام هطول الثلج (N) وفيها يسجل عدد الأيام التي يسقط فيها الثلج .

٢ ـ ارتفاع الثلج (H) وهو سماكة الغطاء الثلجي Manteau neigeux ويقاس في كل مرة يسقط فيها الثلج بعد الهطول مباشرة وقبل أن يتغير شكله أو تنقله الرياح .

وفي حال الهطول المستمر يجري القياس يومياً في ساعة محددة .

٣ ـ كمية الأمطار المعادلة للثلج (P) وتقاس بمقياس الثلج Niévimètre الذي يعمل على مبدأ مقياس المطر نفسه ، ويستعمل في محطات الرصد في المناطق الجبلية التي يكون فيها الهطول ثلجياً في أغلب الأحيان ، بحيث يتم قياس سماكة الثلج وتحويله الى ماء كل ١٠ سم ثلج حديث تعادل ١ سم ماء ، كما يمكن إذابة الثلج المتجمع في المقياس وتقدير كميته بدقة أكثر .

٤ ـ وزن الثلج في مساحة ١ م٢ :

١ كغ ثلج = ١ مم مطر/م٢

٥ ـ كثافة الثلج Densité :

تستخرج من العلاقة : $D = \frac{\text{الأمطار المعادلة } P}{\text{ارتفاع الثلج } H}$

٦ ـ خفـة الثـلج Légérité :

$$L = \frac{\text{ارتفاع الثلج } H}{\text{الأمطار المعادلة } P}$$ وتستخرج من العلاقة العكسية :

٧ ـ معامل الثلج Coéfficieut niévomeétrique :

$$C = \frac{\text{كميات الهطول الثلجي السنوي } P'}{\text{كميات الهطول المطري السنوي } P}$$ وهو يعادل :

٦ـ٣ـ٦ـ قياس الغيوم :

ـ قياس ارتفاع قاعدة الغيوم La mesure de la hauteur du plafond :

إن قياس قاعدة الغيوم التي يزيد ارتفاعها على ٣٠٠٠ م ، يكتسب أهمية بالغة بالنسبة لسلامة الملاحة الجوية ، خاصة عندما تغطي أكثر من نصف القبة السماوية ، ويتمكن الراصد المتمرن من تقدير ارتفاع القاعدة لأقرب ٣٠ م في حال الغيوم المنخفضة . ولأقرب ٣٠٠ م في حال الغيوم المتوسطة والعالية ، وهكذا تكتفي معظم المحطات باذاعة ارتفاعات تقديرية لقواعد الغيوم التي تغطي السماء وتعميمها .

ويمكن التأكد من دقة التقدير أو تحديده بصورة صحيحة بوساطة الطائرات ، التي تعطي أرقاماً عالية الدقة عند مرورها أسفل الغيوم وتحديد ارتفاعها بوساطة جهاز قياس ارتفاع ، كما أن نفخ بالون بقدر معلوم يسمح بارتفاعه بسرعة معروفة ، ويمكن قياس الزمن اللازم لهذا البالون للوصول الى قاعدة الغيم ، وضربه بالسرعة فنحصل على الارتفاع الصحيح ، وتجهز بعض المطارات بجهاز قياس ارتفاع الغيوم .

١ ـ جهاز قياس ارتفاع الغيوم Clinomètre

يتألف من مصباح كشاف مضيء Projecteur يستعمل في قياس قاعدة الغيوم ليلاً ، بعد إرسال الضوء منه بشكل عمودي ، بحيث يقف الراصد على بعد ٣٠٠ م

منه ، ويلاحظ البقعة المضيئة التي تنعكس على قاعدة الغيم باتجاه مقياس الارتفاع المدرج ، والذي يمكن أن يدل على الزاوية بين المستوى الأفقي واتجاه البقعة ، وبالرجوع الى جداول خاصة يمكن معرفة ارتفاع قاعدة الغيوم .

٢ ـ **الخلية الكهرضوئية** Cellule photo électrique :

وهي تستعمل في المطارات العالميـة الكبيرة ، وتدور باستمرار حول محور عمودي مشكلة قوسا قيمته ٩٠° ، باتجاه حزمة من الأشعة العمودية ، بحيث تمكن من قراءة ارتفاعات الغيوم فوق المطار وتسجيلها بشكل مستمر .

٣ ـ **مسجل الطقس** Météographe :

عبارة عن جهاز مركب من عدة أجهزة يعمل على تسجيل عدة عناصر تحدد الطقس مثل : الضغط ـ الحرارة ـ الإشعاع ـ الهطول ، ويمكن أن يعمل مثل هذا الجهاز على إرسال المعلومات عن الطقس بشكل رموز أو أرقام عن بعد .

٤ ـ **مقاييس الطقس المنزلية :**

يمكن استعمال مقياس الضغط المعدني الشائع من تتبع تطور حالات الطقس وتقلباته ، مع الرجوع الى خرائط مبسطة ، فهو يدل على قيم الضغط واتجاهها نحو الارتفاع والانخفاض ، وهذا يبين خضوع المنطقة لمرتفع أو منخفض جويين .

تحول قيم الضغط في خرائط الطقس الى قيمه عند مستوى سطح البحر ، لذلك لن يكون هناك تطابق بين قراءة مقياس الضغط وأرقام الضغط على الخريطة ، كما أن بعض المقاييس ترقم بالميليمتر ٧٦٠ ملمتراً = ١٠١٣ ملليباراً .

ولابد من ملاحظة التبدل المحلي الذي يخضع له الطقس بسبب التضاريس وفهمه ، مثل وجود جبل أو واد ، أو أثر الغطاء النباتي مثل الغابة أو البستان ، وكذلك السطوح المائية مثل بحيرة أو سد .

يمكن تسجيل تغيرات الضغط والملاحظات كافة الخاصة بأحوال الطقس ، المتوقعة في سجل خاص بالمزرعة أو المدجنة أو المنزل ، ومقارنتها مع الواقع ، ومتابعة تغيرات الحرارة وكميات الهطول وسرعة الرياح ، والرجوع الى هذه السجلات للتأكد منها واستعمالها بشكل صحيح .

التطبيق العملي :

١ ــ عدد أنواع التنبؤ الجوي وبين ما هي أنواع المعلومات التي تذاع عن طريق النشرة الجوية .

٢ ــ افحص مقاييس الإشعاع الموجودة أمامك وارسم مخططاً لها يبين الأجزاء .

٣ ــ ارسم أهم مقاييس الحرارة وبين أجزاءها .

٤ ــ قارن بين مقاييس الضغط وارسم مثالاً لكل نوع .

٥ ــ ارسم مقاييس الرطوبة وبين مبدأ عملها وأجزاءها .

٦ ــ ما الفرق بين مقياس الهطول العادي والآلي ، ارسم الأخير مبيناً عليه الأجزاء .

٧ ــ كيف يمكن قياس ارتفاع الغيوم بالعين المجردة وبالطرق البسيطة .

٨ ــ بين كيفية الاستفادة من مقياس الحرارة والضغط المنزلي في متابعة حالات الطقس .

٩ ــ كيف يتم قياس حرارة التربة ، ارسم الخط البياني لتباين حرارة التربة على أعماق مختلفة .

الجلسة العملية السابعة

٧ ـ خرائط الطقس والتنبؤ بالطقس :

٧ـ١ـ خرائط الطقس Les cartes du temps :

يتم اختزال عناصر الطقس كافة التي ترصد في محطات الرصد الى متوسطاتها التي توقع على خرائط خاصة تسمى خرائط الطقس ، وترسم لتمثل الطقس عند مستوى سطح الأرض ، وتبين العناصر التالية لكل محطة (برموز ومصطلحات خاصـــة) :

- اتجاه الرياح وسرعتها .
- قيم الضغط الجوي .
- درجات الحرارة .
- نقطة الندى .
- درجة الرؤية .
- الهطولات .
- الضبابيـــة .
- نوع الغيوم وارتفاعها .
- تغيرات الضغط .

وبعد توقيعها على الخرائط يتم تدقيقها ، ويقوم متنبىء مختص برسم خطوط تساوي الضغط ، وأماكن توضع الجبهات واتجاه سيرها ، يلي ذلك تحليل دقيق للطقس المتوقع ووضع النشرات الجوية التي تصدر عن المديرية العامة للأرصاد الجوية وتعمم على الصحف والاذاعة والتلفزيون ، وتذاع كل يوم في حالة الجو المضطرب

أما في الأحوال العادية فيتم إعداد خرائط الطقس الموجهة لخدمة الطيران والزراعة والمواصلات والسياحة وغيرها أربع مرات شهرياً ، وترافق هذه الخرائط توقعات عن حالة الطقس لمدة ٣٦ ساعة القادمة إضافة الى تنبؤ لمدة خمسة أيام .

ولابد من التأكيد على بعض القيم والأرقام ذات الدلالة والأهمية الخاصة مثل: كميات الهطول وسرعة الرياح ودرجات الحرارة ، ومقارنتها مع متوسطاتها المعهودة ، مع الاشارة الى شرح الرموز المستعملة في الخرائط وبيان مدلولاتها حتى يسهل الرجوع إليها من قبل غير المختصين .

٧ـ١ـ١ـ خرائط درجات الحرارة Les cartes des températures :

يمكن تمثيل درجات الحرارة المتوسطة اليومية التي تؤخذ بين الساعة السادسة صباحاً والسادسة مساءً ، للحرارة الدنيا أو العظمى ، وقد تمثل على خريطتين منفصلتين ، لتذاع ضمن النشرة الجوية اليومية Quotidien ، إضافة الى الخرائط المناخية التي تستخدم متوسطات شهرية أو سنوية أو عشرية Décade عظمى أو دنيا للحرارة بالدرجة المئوية (°م) .

٧ـ١ـ٢ـ خرائط الهطولات Les cartes des précipitations :

تتضمن النشرات الجوية خرائط تدل على كميات الأمطار الهاطلة بالمليمتر في المحطات الرئيسة ، ويفضل أن توقع على خريطتين تمثل الأولى الهطول النهاري بين الساعة ٦ـ١٨ بينما تمثل الثانية الهطول الليلي بين الساعة ١٨ـ٦ (الليلة السابقة) .

٧ـ١ـ٣ـ خرائط تباينات الضغط Les cartes des veriations de pression :

تدل على خطوط تساوي الضغط ، كما تبين اتجاه الرياح والجبهات ، ومعظم معلومات الطقس الحالية والمتوقعة : أمطاراً ـ ثلوجاً ـ عواصف ـ ضباباً ـ جليداً خلال ٢٤ ـ ٣٦ ساعة القادمة .

وتنشر بعض الصحف اليومية خرائط طقس مختصرة ، تدل على الحالة العامة

للطقس ؛ وتتضمن المعلومات التي تعطيها الأرصاد الجوية، والتي توقع على الخريطة على شكل رموز يشار الى شرح مدلولاتها أسفل الخريطة أو جانبها ، ويبين فيها :

١ ــ حالة السماء ودرجة الرؤية ونسبة الغيوم في القبة السماوية .

٢ ــ مناطق توضع الجبهات الهوائية الباردة والحارة واتجاه سيرها .

٣ ــ مناطق العواصف المتوقعة .

٤ ــ أنواع الهطولات المحتملة : طلّ ــ هطلاً ــ برداً ــ ثلجاً ــ صقيعاً ...

٥ ــ خطوط تساوي الضغط والأماكن تشكل المرتفع والمنخفض الجويين .

٦ ــ اتجاه الرياح وسرعتها .

٧ ــ الحالة العامة للطقس : ممطراً ــ غائماً ــ بارداً ــ دافئاً ...

٧ــ١ــ٤ــ خرائط النظام الغيمي Les cartes des systèmes nuageux :

ترسم خرائط النظام الغيمي بحيث تبين الغيوم المتوقعة خلال ٢٤ ساعة ، والتي ترافق الجبهات الهوائية الباردة أو الحارة مثلاً ، وتمكن من التنبؤ بوصول هذه الغيوم الى أي مكان عبر خط سيرها المحتمل ، والطقس الذي يمكن أن تحمله معها ، ومدة استمراره ، ومدى تأثيره في الزراعة والمواصلات والطيران والسياحة ...

٧ــ٢ــ التنبؤ بالطقس La prévision du temps :

يمكن التنبؤ بحالة الطقس المتوقعة بالرجوع الى خريطة واحدة تلخص أكثر عناصر الطقس فاعلية ، وتسهل عمل الراصد ؛ كما تجعل استعمال هذه الخريطة بمتناول الجميع ، لكن دقة مثل هذه الخرائط تكون محدودة ، ويكتفى بالمعلومات التي تقدمها لبيان تغيرات الطقس خلال ٦ ــ ١٢ ساعة ، تنشر هذه الخرائط في الصحف ، وتبث محطات الإذاعة والتلفزيون معلومات وصوراً عنها ، وتصدر يومياً عن المؤسسة العامة للأرصاد الجوية .

ويستند التنبؤ الى مبدأين هامين يمكن أن تسير عليهما أحوال الجو وهما :

١ ــ مبدأ الاستقرار La principe de persistance :

حيث يفترض بأن الجبهة السائدة التي تسير بسرعة ٣٠ كم/ساعة ، يحتمل أن تتابع خط سيرها بالسرعة نفسها ، ويتوقع الظواهر الجوية المألوفة نفسها خلال ٢٤ ساعة القادمة ، كما أن المرتفع الجوي الذي يغطي الجزء الشمالي من القطر سيبقى مستقراً نهار الغد ، لكن بعض الظروف المحيطة كالتضاريس قد تغير الطقس المتوقع • وهذا المبدأ لا يأخذ بعين الاعتبار تباطؤ سرعة الجبهة أو تغيير اتجاهها على المدى القريب •

٢ ــ مبدأ الاستمرار La principe de continuté :

يشبه المبدأ السابق من حيث احتمال استقرار الطقس السائد ، لكنه يحاول التنبؤ لفترات أطول من ١٢ ــ ٢٤ ساعة ، لهذا لابد من استعمال خرائط تفصيلية لعناصر الطقس كافة ، وتتبع التغيرات المتوقعة لكل عنصر ، وديناميكية هذه التغيرات ، بحيث يمكن التوصل الى جملة خرائط أو خريطة واحدة شاملة تبين حالة الطقس بعد : ١٢ ــ ٢٤ ــ ٣٦ ساعة أو بعد : ٣ ــ ٥ ــ ٧ ــ ١٠ أيام ••• الخ •

ولابد من أخذ اتجاه التيارات الهوائية وسرعتها في الأعالي بعين الاعتبار لأنها تؤثر بشكل أو بآخر في استمرارية حالة الطقس أو تغيره المفاجيء •

٧ــ٢ــ١ــ التنبؤ الشخصي Nos propres prévisions :

يعتمد التنبؤ الشخصي بحالات الطقس على الخبرة الطويلة والتجربة ، والاستفادة من النشرات الجوية ، ولابد للمهندس الزراعي من الاعتماد على النفس في المزرعة أو القرية ، للتعرف على حالة الطقس السائدة والمحتملة ، ومحاولة التنبؤ بالأحوال الجوية ، وبخاصة الضارة منها بالزراعة ، وتوعية الفلاحين وتنبيههم لأخطار الصقيع والعواصف والجفاف والفيضانات ، هذا ويقوم كل حسب مجال عمله بمحاولة معرفة حالة الطقس قبل السفر أو الذهاب الى البحر أو بداية الحصاد أو البذار •

وحتى يمكن أن يكون التنبؤ صحيحاً لابد من تعلم استعمال الخرائط وقراءتها، وتسجيل درجات الحرارة وقيم الضغط ، وسرعة الرياح واتجاهها ومتابعة النشرات الجوية ، واتباع الدورات الخاصة بالتنبؤ بالصقيع ، والتمرين المستمر على التنبؤ ومطابقة أحوال الطقس المحتملة مع الأحوال التي تحصل فعلاً ، ومحاولة تصحيح التوقع حسب الظروف المحلية .

هذا ويمكن الاستفادة من الخبرة المحلية للمزارعين والمسنين الذين تعلموا بالتجربة كيفية التنبؤ بأحوال الطقس المتوقعة ، والتي تربط بين الحكمة والخرافة ، والقصص الشعبية والظواهر الجوية .

٧ـ٢ـ٢ـ التنبؤ الرقمي La prévision numérique :

يكون التنبؤ الرقمي أكثر دقة من التنبؤ الشخصي ، ولا يمكن أن يحل عمل الآلات محل عمل الانسان الذي يستمر بتزويدها بالمعلومات الصحيحة عن الطقس ، ويأخذ الخرائط الناتجة عنها لكي يفسرها ، ويبسطها ويعدلها حسب الشروط المحلية.

وتقوم الحاسبات الالكترونية : Les calculateurs électroniques في العصر الحاضر بأعمال جبارة ، إذ يمكن عند برمجتها وتزويدها بالمعلومات المتوافرة عن الطقس ، أن ترسم آلياً خرائط للطقس المنتظر ، وتستعمل مديريات الأرصاد الجوية العقول الالكترونية : Les cerveaux électroniques حتى في التنبؤات الجوية العادية .

إن خضوع حركات الجو لقوانين الطبيعة يجعل من الممكن معالجتها بوساطة الحاسوب ، الذي يحولها الى معادلات رياضية ، تعطي أرقاماً ومصطلحات بحسب عناصر الطقس التي تدخل فيها في الحاسبات .

٧ـ٣ـ ملاحظات حول احوال الطقس المتوقعة :

١ ـ الصحو :

يمكن أن يكون الطقس صحواً ويستمر كذلك إذا توافرت الشروط التالية :

١ ــ الرياح جنوبية أو جنوبية غربية خفيفة .
٢ ــ الضغط الجوي مستقر ويميل الى الارتفاع .
٣ ــ تظهر بعض الغيوم المتفرقة ، لكنها تتلاشى بسرعة (شتاءً) .
٤ ــ يكون الضباب كثيفاً في الصباح ، ولا يلبث أن يتلاشى بعد شروق الشمس .

٢ ــ المطر أو الثلج :

يكون الطقس ماطراً أو ثلجياً في حال سيادة الشروط التالية :

١ ــ الغيوم سمحاقية كثيفة تغطي السماء ، وتتحرك بسرعة لتحل محلها غيوم منخفضة ، وخاصة عند استمرار انخفاض الضغط .
٢ ــ تشكل إكليل حول القمر ، مع استمرار انخفاض الضغط .
٣ ــ بدء تشكل الغيوم الركامية مع التيارات الصاعدة وتناميها .
٤ ــ تكون السماء مكفهرة معتمة من جهة الغرب .
٥ ــ ارتفاع سرعة الرياح الغربية التي تحمل الغيوم .
٦ ــ استمرار انخفاض الضغط الجوي .

٣ ــ يصحو الطقس عامة : عند توافر الشروط التالية :

١ ــ استمرار ارتفاع الغيوم المنخفضة وتحولها الى غيوم عالية .
٢ ــ تغير اتجاه الرياح وهبوب رياح شرقية .
٣ ــ ارتفاع الضغط الجوي بسرعة .

٤ ــ انخفاض الحرارة :

يترافق انخفاض الحرارة مع الظواهر الجوية التالية :

١ ــ هبوب رياح شديدة شمالية أو شمالية غربية .

٢ ــ السماء الصافية ليلاً مع رياح خفيفة .
٣ ــ ارتفاع الضغط الجوي الملحوظ شتاءً .

٥ً ــ ارتفاع الحرارة :

يكون مصحوباً بالظواهر الجوية التالية :

١ ــ سيادة رياح جنوبية أو جنوبية غربية .
٢ ــ وجود غيوم ليلية كثيفة بطيئة الحركة .
٣ ــ صفاء الجو والهدوء النسبي .
٤ ــ انخفاض الضغط الجوي .

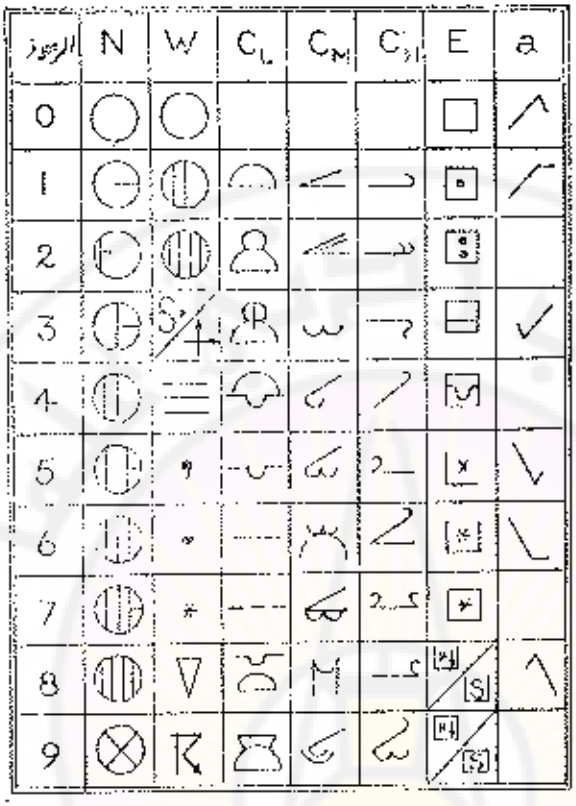
٧ــ٤ــ الجبهات وخرائط الطقس :

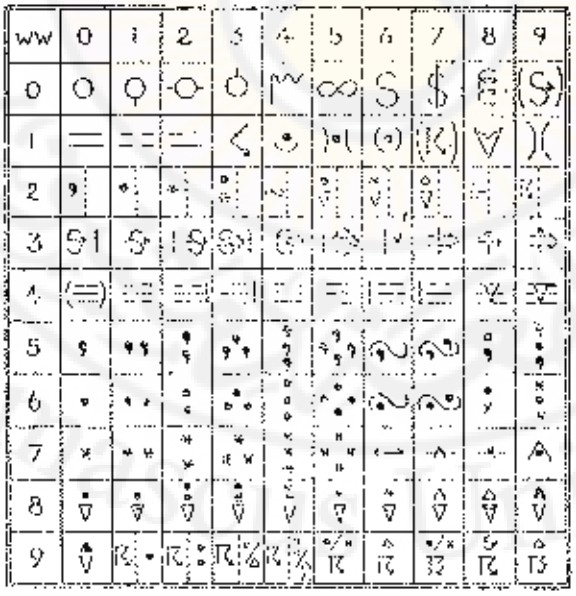
تعود معظم تغيرات الطقس وحالاته الى تعاقب مرور الجبهات الحارة والباردة بسرعة متوسطة مقدارها ٢٥ كم/ساعة للأولى و ٤٠ كم/ساعة للثانية ، ترسم الجبهات الباردة على خرائط الطقس باللون الأزرق على شكل خطوط منحنية تبين مدى اتساع الجبهة ، تتقدمها مثلثات صغيرة تشير الى اتجاه تحركها ، بينما توقع الجبهات الحارة باللون الأحمر على شكل منحنيات تتقدمها أنصاف دوائر باللون نفسه ، أما بالجبهات المستقرة فترسم باللونين والمصطلحين معاً .

وتبين خرائط الطقس تفاصيل تتعلق بخطوط تساوي الضغط ، وخطوط تلاقي الجبهات ، وتدل الألوان الخضراء على منطقة الهدوء المستمر ، والخطوط الخضراء المتباعدة على منطقة الهدوء المتقطع ، كما يشار برموز تدل على نوع الهطول والعواصف المتوقعة .

ونورد فيما يلي أهم المصطلحات المستعملة في خرائط الطقس مع بيان دلالة كل رمز .. (عن الدكتور لؤي أهدلي) .

الرمـوز والمصطلحات الرئيسة المستخدمة في الأرصاد الجوية






3
الغيوم تتلاشى
0
لم يراقب تشكل الغيوم أو تطورها
طبقة رقيقة متقطعة من الضباب
ضباب خفيف
مطر مستمر في الساعة السابقة
رذاذ هطل في الساعة السابقة
عاصفة رملية أو ترابية من الساعة السابقة
عاصفة رملية او ترابية تتناقص في الشدة في الساعة السابقة
تكف من الضباب
ضباب على مسافة من المحطة في الساعة السابقة
رذاذ مستمر خفيف زمن الرصدة
رذاذ خفيف متقطع زمن الرصدة
مطر مستمر خفيف زمن الرصدة
مطر متقطع خفيف زمن الرصدة
ثلج مستمر خفيف زمن الرصدة
ثلج متقطع زمن الرصدة
زخات متوسطة الشدة من المطر
زخات خفيفة من المطر
مطر خفيف زمن الرصدة مع عواصف رعدية في الساعة السابقة
زخات معتدلة الى شديدة من البَرَد


2
3
الغيوم تزداد
حالة السماء غير متغيرة
برق مرئي
طبقة مستمرة من الضباب الخفيف
مطر أو ثلج في الساعة السابقة
ثلج مستمر في الساعة السابقة
عاصفة ترابية أو رملية شديدة تتناقص شدتها من الساعة السابقة
عاصفة ترابية او رملية تزداد شدتها من الساعة السابقة
رذاذ متوسط الشدة زمن الرصدة
الضباب كثافته تقل والسماء محجوبة
ضباب والسماء محجوبة كثافته تقل
مطر رذاذ متقطع متوسط الشدة زمن الرصدة
مطر مستمر متوسط الشدة زمن الرصدة
مطر متقطع متوسط الشدة زمن الرصدة
ثلج مستمر متوسط الشدة زمن الرصدة
ثلج متقطع متوسط الشدة زمن الرصدة
زخات متوسطة الشد من المطر او الثلج
زخات شديدة من المطر
ثلج خفيف او مطر خفيف وثلج مع البرد زمن الرصدة وعواصف رعدية في الساعة السابقة
مطر متوسط الشدة الى شديد مع عواصف رعدية في الساعة السابقة

5		4	
سديم		انخفاض الرؤية بسبب الدخان	
مطر على بعد من المحطة		هطول مرئي لا يصل الى سطح الارض	
زخات من المطر في الساعة السابقة		مطر متجمد مستمر في الساعة السابقة	
عاصفة ترابية شديدة تزداد من الساعة السابقة		عواصف ترابية أو رملية شديدة لاتغير فيها في الساعة السابقة	
ضباب كثيف لا تغير في كثافته		ضباب والسماء محجوبة لا تغير يذكر في مجموعه	
رذاذ كثيف زمن الرصدة		رذاذ متقطع كثيف زمن الرصدة	
مطر مستمر شديد زمن الرصدة		مطر متقطع كثيف زمن الرصدة	
ثلج مستمر شديد زمن الرصدة		ثلج متقطع شديد زمن الرصدة	
زخات خفيفة من الثلج		زخات متوسطة الى شديدة من الثلج	
عواصف رعدية خفيفة الى متوسطة الشدة مع المطر أو الثلج		ثلج او مطر مع الثلج أو مطر مع البرد متوسط الشدة الى شديد زمن الرصدة وعواصف رعدية في الساعة السابقة .	

7		6	
	غبار أو رمال أثارتها الرياح		غبار معلق زمن الرصدة
	رعد بدون مطر في المحطة		مطر قرب المحطة
	زخات من البَرَد أو البرد والمطر في الساعة السابقة		زخات من الثلج أو الثلج والمطر في الساعة السابقة
	ثلوج منجرفة شديدة		ثلوج منجرفة خفيفة الى متوسطة الشدة
	ضباب كثيف في السماء		ضباب كثيف آخذ في الزيادة
	مطر متوسط أو شديد متجمد		رذاذ خفيف متجمد
	مطر متوسط الشدة الى شديد		مطر متجمد خفيف الشدة
	حبات من الثلج مع أو بدون ضباب		ابر ثلجية بدون ضباب
	زخات من البَرَد الهش مع أو بدون مطر . أو مطر مع ثلج		زخات متوسطة أو شديدة من الثلج
	عواصف رعدية شديدة بدون بَرَد مع المطر أو الثلج		عواصف رعدية متوسطة الى خفيفة الشدة مع البَرَد

9

عاصفة ترابية او رملية ..

8

دوامة ترابية

غيوم

خطر العواصف على المحطة في الساعة السابقة

مواصف رعدية خلال الساعة السابقة

ضباب خلال الساعة السابقة

ثلوج منجرفة شديدة

ثلوج منجرفة خفيفة الى متوسطة الشدة

ضباب مع رذاذ ثلجي

ضباب بدون رذاذ ثلجي

مطر ورذاذ متوسط الشدة الى شديد

مطر ورذاذ خفيف الشدة

مطر ورذاذ وثلج متوسط الشدة الى شديد

مطر ورذاذ وثلج خفيف

كرات ثلجية

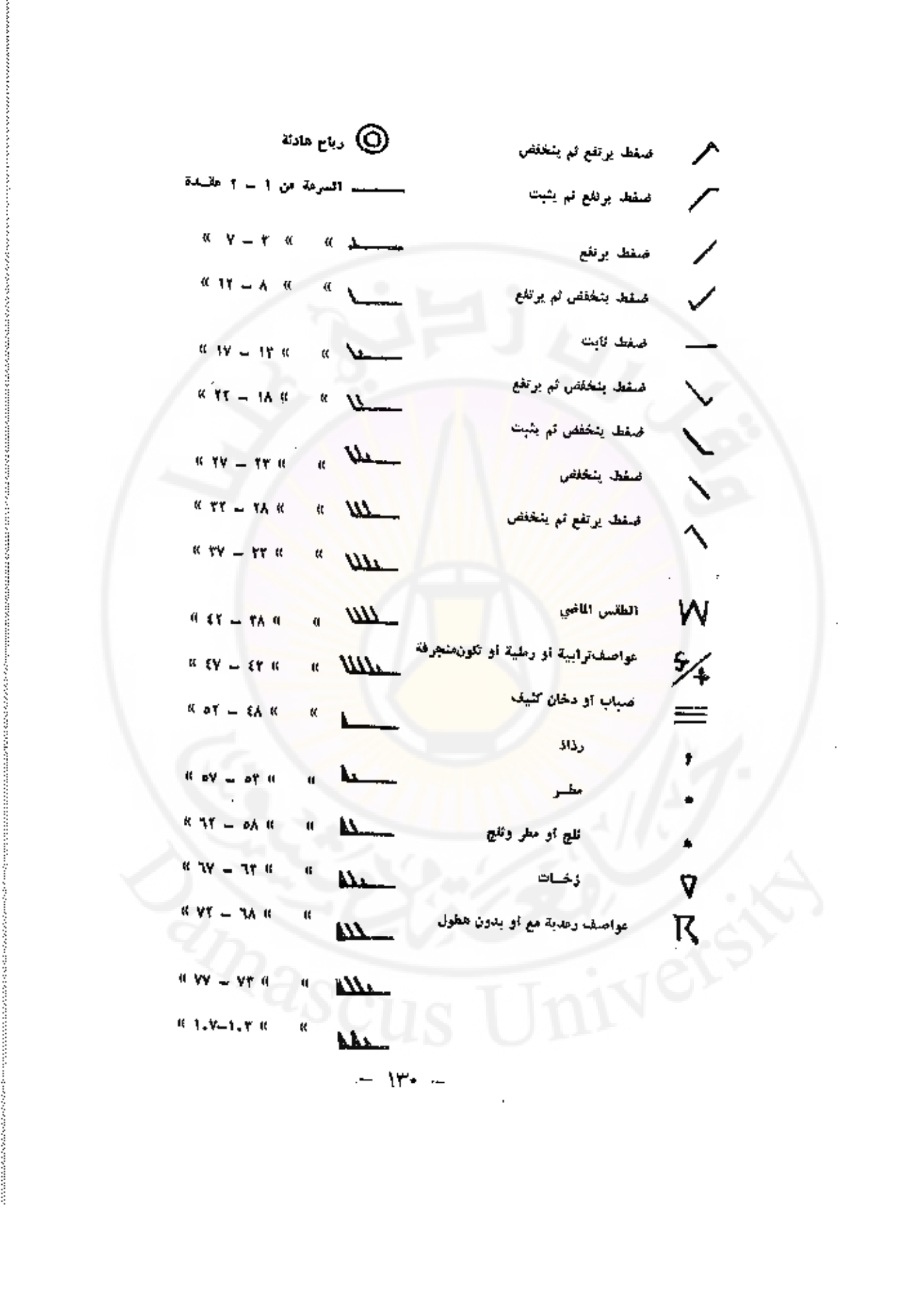
ثلج نجمي مع او بدون ضباب

زخات خفيفة من البَرَد مع او بدون مطر او مطر مع الثلج

زخات من البَرَد الهش مع او بدون مطر او مطر مع ثلج

مواصف رعدية مع البرد زمن الرصدة

مواصف رعدية مع عواصف ترابية


رياح هادئة
ضغط يرتفع ثم ينخفض
ضغط يرتفع ثم يثبت
ضغط يرتفع
ضغط ينخفض ثم يرتفع
ضغط ثابت
ضغط ينخفض ثم يرتفع
ضغط ينخفض ثم يثبت
ضغط ينخفض
ضغط يرتفع ثم ينخفض
الطقس الماضي
عواصف ترابية أو رملية أو تكون منجرفة
ضباب أو دخان كثيف
رذاذ
مطر
ثلج أو مطر وثلج
زخات
عواصف رعدية مع أو بدون هطول
السرعة من ١ ـ ٢ عقدة
« ٣ ـ ٧ »
« ٨ ـ ١٢ »
« ١٣ ـ ١٧ »
« ١٨ ـ ٢٢ »
« ٢٣ ـ ٢٧ »
« ٢٨ ـ ٣٢ »
« ٣٣ ـ ٣٧ »
« ٣٨ ـ ٤٢ »
« ٤٣ ـ ٤٧ »
« ٤٨ ـ ٥٢ »
« ٥٣ ـ ٥٧ »
« ٥٨ ـ ٦٢ »
« ٦٣ ـ ٦٧ »
« ٦٨ ـ ٧٢ »
« ٧٣ ـ ٧٧ »
« ١٠٣ـ١٠٧ »



سماء صافية

١/٨ السماء مغطاة بالغيوم

٢/٨ « « « «

٣/٨ « « « «

٤/٨ « « « «

٥/٨ « « « «

٦/٨ « « « «

٧/٨ « « « «

السماء مغطاة بكاملها بالغيوم

السماء محجوبة بسبب الضباب

Cirrus سمحاق

Cirrus سمحاق

Cirrus سمحاق

Cirrus سمحاق

Cirrus سمحاق ارتفاعه أقل من ٤٥°

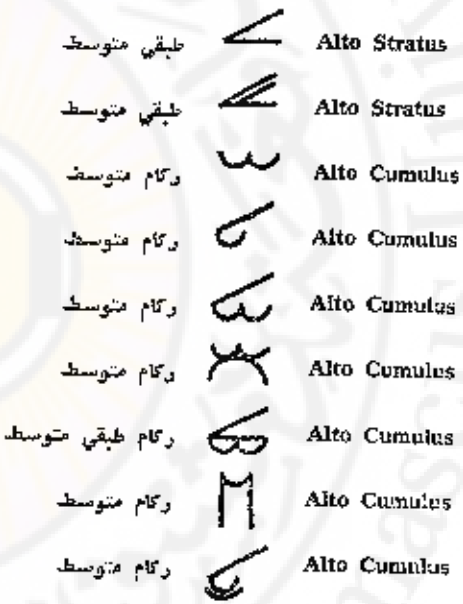
Cirrus سمحاق ارتفاعه أكثر من ٤٥°

Cirrus سمحاق يغطي السماء بكاملها

Cirrostratus سمحاق لا يغطي السماء بكاملها

Cirro Cumulus سمحاق ركامي


ركام منخفض
Cumulos
ركام منخفض
Cumulus
ركام مزني
Cumulus
ركام طبقي منخفض
Strato Cumulus
ركام طبقي منخفض
Strato Cumulus
طبقي منخفض
Stratus
طبقي منخفض كثيرا
Fracto Strates
طبقي ركامي
Strato Cumulus
ركام مزني
Cumulo Nimbus


طبقي متوسط
Alto Stratus
طبقي متوسط
Alto Stratus
ركام متوسط
Alto Cumulus
ركام متوسط
Alto Cumulus
ركام متوسط
Alto Cumulus
ركام متوسط
Alto Cumulus
ركام طبقي متوسط
Alto Cumulus
ركام متوسط
Alto Cumules
ركام متوسط
Alto Cumulus

التطبيق العمـلي :

١ -- ارسم خريطة الطقس المتوقع خلال ٢٤ ساعة ولونها ، واشرح محتواها .

٢ -- ما الفائدة من خرائط النظام الفيسي .

٣ — قارن بين الرموز والأرقام المستخدمة في خرائط الطقس .

٤ — كيف يمكن التوفيق بين مبدأ الاستقرار ومبدأ الاستمرار في التنبؤ الصحيح بالطقس .

٥ — قارن بين التنبؤ الشخصي والتنبؤ الرقمي ، وبين أهمية تكاملهما .

٦ -- ارصد حالة الجو السائدة ، وبين أحوال الجو المتوقع حسب رأيك .

٧ — ارسم خريطة الطقس السائد حاليـاً فوق جنوب القطر حسب تنبئك الشخصي .

٨ — ماذا يفيد التنبؤ الجوي في الزراعة والصيد وتربية الحيوان .

٩ — لخص ضمن جدول ميزات الطقس الصحو مرتفع الحرارة ، والطقس الممطر منخفض الحرارة .

١٠— ما الفرق بين خرائط الطقس وخرائط المناخ .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجلسة العملية الثامنة

٨ ـ الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة :

تعد الأرصاد الزراعية وتطبيقاتها في الزراعة من العلوم الحديثة التي شقت طريقها الى الظهور في كليات الزراعة .. والمؤسسات ومراكز الأبحاث الزراعية .

فالمواضيع المتوخاة في هذا المجال لا يمكن الاستغناء عنها مطلقاً وذلك لأهميتها في الانتاج الزراعي وتدخلها في عناصر الانتاج .

وإن مبدأ دراسة الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة يعتمد على تحديد تلك الظواهر . وتفسير سلوكيتها وتأثيراتها في حياتنا اليومية وأعمالنا الاعتيادية بشكل عام . وفي الزراعة والانتاج الزراعي بشكل خاص ...

فالظواهر الجوية والزراعة صنوان لا يفترقان حيث تتأرجح معدلات الانتاج وتستقر حسب مدى ملاءمة عناصر الطقس لكل نوع من أنواع الزراعة .

وإذا كانت الزراعة في مفهومها الحقيقي عبارة عن فن وعلم وصناعة وتجارة إلا أن نجاحها ووصولها الى المستوى الأمثل لا يتحقق لارتباطها بالظواهر الجوية التي إذا كانت ايجابية فتزيد الانتاج الزراعي كماً ونوعاً أو تؤخره تماماً إذا كانت تأثيرات تلك الظواهر سلبية .

وإن الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة عديدة وعديدة جداً ، وسنستعرض فيما يلي أهم المواضيع في هذا المجال ، وهي :

أولاً ـ الصقيع . Geleé

ثانياً ـ الجفاف . Séchesse

ثالثاً ـ الفيضانات وزيادة المياه Innondation .

رابعاً ـ الحريق Incendic .

خامساً ـ الملوحة Salinité .

سادساً ـ الرياح Vent .

٨ـ١ـ الصقيع وتأثيره في الزراعة :

تتعرض الأشجار المثمرة في القطر العربي السوري لخطر الصقيع وخاصة في الربيع أثناء موسم الازهار وعقد الثمار مما يؤدي الى نتائج سيئة على المزارعين وبشكل عام فان الأشجار المثمرة وبشكل دائم عرضة للاصابة بخطر الصقيع ذلك الخطر الذي يؤثر في الانتاج كماً ونوعاً ..

ـ ويمكن تجنب أضرار الصقيع باتخاذ الاجراءات اللازمة لحماية النبات من انخفاض درجات الحرارة ، ويعود تاريخ محاولات حماية الأشجار المثمرة الى زمن بعيد جداً ، فقد نصح المزارعون قديماً باشعال بقايا تقليم الأشجار والأعشاب وذلك للحصول على كسب حراري يبعد خطر التأثر بالصقيع ، أما في الوقت الحاضر فقد تعددت الوسائل في مكافحة الصقيع فقد استخدم الشمع ، والغاز ، والكهرباء ، والتدخين ، والتدفئة ، والري بالرذاذ والتغطية ..

وقد استخدمت حديثاً صور الأقمار الصناعية في متابعة حركة الصقيع المتنقل للتحذير منه واتخاذ الاجراءات الكفيلة بالتقليل من سلبياته وأضراره .

ـ تعريف الصقيع :

ـ يمكن تعريف الصقيع بأنه انخفاض درجة حرارة الهواء الى الصفر المئوي أو دونه ، عندما يكون متوسط درجة الحرارة اليومي أعلى من الصفر فيحدث هبوط مفاجيء يؤدي الى تحول بخار الماء الموجود في الجو من الحالة الغازية الى الحالة الصلبة .

ـ هناك ثلاثة أنواع شائعة من الصقيع وهي :

٨ـ١ـ١ـ الصقيع الإشعاعي :

يعد هذا النوع من الصقيع من أكثر أنواع الصقيع انتشاراً ، ويدعى أيضاً الصقيع الأبيض نظراً لما يتركه من بلورات ثلجية على الأعضاء النباتية . ويحدث عادة عندما تكون السماء صافية ، والرياح هادئة ، وجفاف الجو حيث الرطوبة النسبية منخفضة وهي صفات ترافق الضغط الجوي المرتفع حيث يفقد سطح الأرض الحرارة التي اكتسبها أثناء النهار بوساطة التشعع الأرضي ، وبالتالي تنخفض درجة حرارة الهواء الملامس لها لما دون الصفر المئوي .

يحدث الصقيع الاشعاعي في أواخر الخريف وأوائل الربيع ، ويتكرر حدوثه في الفترة الحرجة للأشجار المثمرة في أطوار تفتح البراعم والأزهار . وعندما تكون درجة الحرارة أثناء النهار أعلى من الصفر وبحدود ١٠ الى ١٥ درجة مئوية وأثناء الليل يحدث التشعع الأرضي الحراري الذي يساعد على التبريد السريع لسطح الأرض فيؤدي الى انخفاض درجة الحرارة الى الصفر المئوي أو دونه وبوجود الهواء الجاف وسكون الرياح فيحدث الصقيع الأبيض أو الصقيع الاشعاعي .

ـ ومن الأمثلة في هذا المجال انخفاض درجة الحرارة في منطقة سرغايا في أيار ١٩٧٨ بوقت الازهار ، مما أدى الى تلف محصول التفاح وكانت النتيجة خسائر كبيرة .

٨ـ١ـ٢ـ الصقيع الشتوي :

ويدعى هذا النوع من الصقيع الصقيع الأسود ، وهو ينتج من تحرك كتلة هوائية باردة فوق مساحات واسعة ، وذلك عندما تكون درجة الحرارة أقل من درجة التجمد .

يستمر هذا النوع من الصقيع لعدة أيام ، يمكن أن تنخفض درجة حرارة الهواء انخفاضاً كبيراً وقد تصل الى أقل من ١٣° م تحت الصفر .

وان الرياح تعتبر البرودة من العوامل التي تساعد على حدوث هذا النوع من الصقيع ، وقد سمي الصقيع الأسود لأنه يترك لونا أسود على الأعضاء النباتية المتأثرة التي يصيبها .

يحدث هذا النوع عادة في فصل الشتاء ، ولا يمكن مكافحته والتخلص منه ، إلا أنه يمكن اتباع بعض إجراءات الحماية والوقاية بوساطة تغطية النباتات أو اتباع طرق الزراعة داخل الأنفاق البلاستيكية .

هذا ولا يوجد أي تأثير يذكر لهذا النوع من الصقيع في الأشجار المثمرة متساقطة الأوراق لأنها تكون في طور السكون عند حدوث الصقيع الشتوي .

بينما يلحق خسائر كبيرة بالأشجار دائمة الخضرة وبخاصة الزيتون والحمضيات كما يؤثر هذا النوع من الصقيع في التربة فيؤدي الى تشققها وقد يؤثر في المجموع الجذري أيضاً .

٨ـ١ـ٣ـ الصقيع المختلط :

وهو عبارة عن الصقيع الناتج عن كتلتين هوائيتين مختلفتين ، ويكثر حدوثه في فصل الخريف ولذلك يسمى الصقيع الخريفي ، وتظهر خطورته عندما يكون مبكراً ، وخير مثال على ذلك الصقيع الخريفي الذي حدث في سهل الغاب في أوائل تشرين الأول وأدى الى القضاء على مساحات كبيرة مزروعة بالقطن قبل قطفها .

العوامل التي تساعد على تشكل الصقيع الاشعاعي

يمكن تلخيص أهم العوامل التي تساعد على تشكل الصقيع الاشعاعي وانتشاره بالآتي :

١ ـ السماء الصافية :

يساعد خلو السماء من الغيوم أثناء الليل على زيادة التشعع الحراري وعلى

انخفاض درجة حرارة الهواء لأن السحب تعمل كحاجز يمنع ضياع الحرارة ، فهي تمتص جزءاً من الطاقة الاشعاعية ثم تعكسها الى الأرض ، ومن المعروف أن الليالي الصافية أبرد من الليالي الغائمة .

٢ ـ الرياح الهادئة :

تعمل الرياح على خلط طبقة الهواء الباردة القريبة من سطح الأرض المتشكلة بسبب التشعع الحراري الأرضي ومزجها مع طبقة الهواء الدافئة الموجودة فوقها . أي أن الرياح تساعد على إزالة الانقلاب الحراري الناشيء عن التبريد الليلي مما يجعل درجة الحرارة الصغرى أعلى مما لو كانت الرياح هادئة . وبذلك يقل احتمال حدوث الصقيع عند هبوب الرياح .

٣ ـ جفاف الهواء :

إن لوجود بخار الماء في الجو أهمية في حفظ حرارة الأرض لأنه يمتص الحرارة التي تشعها الأرض ليلاً ويقلل من تسرب الحرارة الى الطبقات العليا من الجو .

٤ ـ وجود غطاء نباتي :

إن انتشار الأغطية النباتية تحت الأشجار المثمرة يساعد على الاحتفاظ بحرارة سطح الأرض وعدم ضياع تلك الحرارة .

٥ ـ تضاريس الأرض :

من الهام جداً في دراسة الصقيع معرفة العوامل الفيزيائية التي تؤدي الى تدفق الهواء البارد وتجمعه في المناطق المنخفضة ، لذا ينصح باختيار أماكن زراعة الكروم وبساتين الأشجار المثمرة على منحدرات الهضاب والجبـال ، وتجنب زراعتها في الوديان لزيادة نسبة احتمال حدوث الصقيع فيها ، لأن الهواء البارد يتدفق باتجاه المناطق المنخفضة ويشكل ما يسمى ببحيرة الهواء البارد .

٦ ـ الانقلاب الحراري :

تتناقص درجة حرارة الهواء مع الارتفاع في طبقة التروبوسفير ، ويبلغ معدل الانخفاض ٦٫٥ درجة مئوية لكل ١٠٠ متر ارتفاعاً • ويؤدي ارتفاع درجة حرارة سطح التربة أثناء النهار بسبب الاشعاع الشمسي الى تسخين طبقة الهواء الملامسة فتقل كثافتها وترتفع للأعلى ويحل محلها هواء بارد •• ويحدث العكس أثناء الليل حيث تظهر طبقة من الهواء البارد فوق سطح الأرض ، وبذلك فان درجة الحرارة تزداد مع الارتفاع خلال مسافة معينة ، وهذا ما يسمى الانقلاب الحراري والذي يساعد على انخفاض درجة حرارة الهواء وبالتالي تشكل الصقيع •

٨ـ١ـ مكافحة الصقيع :

يمكن مكافحة الصقيع بواحدة أو أكثر من الطرق التالية :

١ـ الطرق الوقائية :

ويمكن تلخيصها بالنقط التالية :

١ ـ خدمة التربة الزراعية بفلاحتها وعزيقها جيداً •
٢ ـ القضاء على الحشائش ومخلفات المحاصيل السابقة •
٣ ـ إقامة مصدات الرياح شريطة الاستفادة منها وتحديد النفاذية •
٤ ـ طمر الحفر وبحيرات تجمع الهواء البارد وإزالة الحواجز التي تسببها •
٥ ـ دراسة معطيات الأرصاد الجوية وتحليلها والاستفادة منها •
٦ ـ زراعة المحاصيل البقولية وتحميلها على الأشجار المثمرة مما يخفف من حدة الصقيع •

٢ـ الطرق الفعالة المباشرة :

ويمكن تلخيصها بالنقاط التالية :

تتفاوت الطرق المستخدمة في مكافحة الصقيع تبعاً لفعاليتها في تعديل درجة

الحرارة المنخفضة وزفعها بأقصى سرعة ممكنة•وان مقدار الكسب الحراري المستفاد منه هو الأساس في تفضيل اتباع طريقة على أخرى ، هذا وتطبق الطرق الفعالة المباشرة في حال عدم انخفاض درجة الحرارة الى أقل من – ٨° أو – ١٠° م درجة مئوية ••

ومن أهم الطرق الفعالة المباشرة المستخدمة في مكافحة الصقيع هي :

١ – التسخين والتدفئة :

آ – باستعمال إطارات السيارات البالية والكاوتشوك وهي طريقة قديمة يصل فيها الكسب الحراري الى درجة مئويةواحدة ومن عيوبها تلويثها للجو وإصدار روائح كريهة •

ب – المواقد : وأهمها استخدام المواقد الفخارية وهي طريقة رخيصة وسهلة حيث يصل فيها الكسب الحراري الى ثلاث درجات مئوية •

جـ – استخدام الغاز : وذلك عن طريق استخدام غاز البروبان وبمعدل ١٠٠٠ رأس لهب للهكتار الواحد حيث يصل الكسب الحراري الى ٣° – ٤° درجة مئوية •

د – استخدام الكهرباء : وتنتشر هذه الطريقة في الانفاق وبالزراعة المحمية والمستنبتات وهي مكلفة •

٢ – التهوية :

آ – المزج والتقليب : بمعنى تحريك الهواء ومزجه ، ويحتاج الهكتار الواحد الى قوة ٣٠ – ٦٠ حصاناً بخارياً ومن ١ – ٣ مراوح ويصل الكسب الحراري الى ٣° – ٤° م درجة مئوية •

ب – استخدام الهواء الساخن : وفيها تزود أجهزة لتقليب الهواء بمولدات حرارية حيث يلزم ١٠٠ – ١٢٠ مركزاً للتوليد ومن ٥٠ – ٦٠ جهازاً في الهكتار

الواحد وهناك مراوح قطرها ٨ أمتار محمولة على ارتفاع ١٢ متراً تنشر الهواء الساخن على ٣٦٠ درجة وخلال ست دقائق ويصل الكسب الحراري في هذه الطريقة ٣ ــ ٤ درجة مئوية .

جـ ــ الري بالرذاذ : وهي طريقة هامة جداً وحديثة ومضمونة النتائج حيث يصل الكسب الحراري الى خمس درجات مئوية . وهي تتطلب مضخات وشبكات ري ورذاذات .

٣ ــ الطرق البيولوجية :

وتلخص بالنقاط التالية :

١ــ استخدام الأصناف المقاومة للصقيع واختبارها لزراعتها في المناطق المعرضة للاصابة بخطر الصقيع وتحديد موعد الزراعة المناسب بالنسبة للمحاصيل والخضراوات .

٢ ــ استخدام طريقة التقليم لتأخير فترة الإزهار .

٣ ــ التربية العالية وعلى دعامات وأسلاك للتقليل من خطر الاصابة بالصقيع وقد أجريت عدة تجارب في هذا المجال ، وقد تبين الآتي :

ارتفاع التربيـة	نسبة حدوث الصقيع
٤٥ سم	١٠٠٪
٩٠ سم	٢٥٪
١٢٠ سم	١٥٪
١٦٠ سم	١٠-٠٪

٤ ــ استخدام منظمات النمو بهدف تأخير فترة السكون وبحدود الشهر مما يضمن عدم التأثر بالصقيع ومن التجارب التي أجريت في هذا المجال استخدام هرمون

(الفافتالين الخلي) بتركيز ١٠ ــ ٢٠ جزءاً بالمليون P.P.M. واستخدام الفحمات الايتيلينية .

٨ـ١ـ٥ـ التنبؤ عن حدوث الصقيع :

يعد إصدار التنبؤات عن موعد حدوث الصقيع والتحذير منه واخذ الاحتياطات لمكافحته ، من أهم المراحل في حماية المزروعات والأشجار المثمرة من التلف ويتم عادة إعداد التنبؤ وإذاعاته قبل وقت كاف حتى يتم التحضير للمكافحة في الوقت المناسب وبالتالي التقليل قدر الامكان من الأضرار والخسائر الناجمة عن حدوثه .

وسنستعرض فيما يلي بعض الطرق المستخدمة في مجال التنبؤ عن حدوث الصقيـع :

١ ــ طرق التنبؤ الأولية :

آ ــ إن أبسط طريقة للتنبؤ عن حدوث الصقيع هو رسم خط بياني لدرجة الحرارة الدنيا للهواء في المنطقة المتوقع حدوث الصقيع فيها ، وملاحظة خطوط اتجاه درجة الحرارة ، فكلما اقتربت من درجة الصفر كان احتمال حدوث الصقيع وارداً .

ب ــ من طرق التنبؤ الأولية في مجال الصقيع أخذ معلومات مناخية ولعدة سنوات عن المنطقة المدروسة ، وتحديد الفترة التي يحدث فيها الصقيع عادة والتي يحتمل حدوث الصقيع فيها ومن ثم أخذ الاحتياطات قبل فترة من وقوع الصقيع .

جـ ــ وضع إناء فيه ماء وبسمك ½ سم ، وعند تجمد الماء في الاناء فان ذلك يعطي فكرة عن حدوث الصقيع .

د ــ زراعة بعض النباتات الحساسة للصقيع والتي تموت وتنتهي عند وصول درجة الحرارة الى الصفر المئوي . ولذلك فان موتها يعطي فكرة عن حدوث الصقيع وتوقعـه .

ومما سبق نستطيع القول إن الطرق السابقة تعد طرق بدائية أولية طالما أنه لا توجد أجهزة ومقاييس ومسجلات علمية متطورة للتنبؤ عن حدوث الصقيع .

٢ ـ التنبؤ العام :

وهو عبارة عن التنبؤ الذي يذاع في أجهزة الراديو والتلفزيون وهو يتضمن تنبؤاً عاماً عن الطقس يعطي فكرة عامة عن الكتل الهوائية المسيطرة على المنطقة ، وعن تحرك المنخفضات والمرتفعات الجوية والجهات الباردة والحارة ، وهذا النوع من التنبؤات تصدره مكاتب التنبؤات الملحقة بالمطارات ، والمكاتب الملحقة بمحطات الأرصاد الجوية ، وعموماً لا يفيد هذا النوع من التنبؤ في مكافحة الصقيع ، وإنما يعطي فكرة عامة عن تشكل الصقيع .

٣ ـ طريقة ميخاليفسكي للتنبؤ بالصقيع :

وهي من الطرق العلمية المستخدمة في مجال التنبؤ بالصقيع ، وهي تعتمد على استخدام مقياس البسايكرومتر (مقياس درجة الحرارة الرطبة والجافة) وذلك على ارتفاع ٢ م عن سطح الأرض بهدف تحديد درجة حرارة الهواء الجافة والرطبة . ومن ثم تحسب درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة وذلك على أساس القيم المأخوذة من المقياس الرطب والجاف في البسايكرومتر ، وباتباع المعادلتين التاليتين للهواء والتربة :

$$M_1 = t_1 - (t - t_1) . C$$

$$M_2 = t_1 - (t - t_1) . 2 . C$$

حيث :

M_1 = درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء .

M_2 = درجة الحرارة الدنيا المتوقعة للتربة .

t = درجة حرارة الهواء الجافة المأخوذة من مقياس الحرارة الجاف في البسايكرومتر .

t_4 = درجة حرارة الهواء الرطبة المأخوذة من مقياس الحرارة الرطب بالبسايكرومتر .

C = عامل ترتبط قيمته برطوبة الهواء النسبية .

والجدول رقم — ١٤ — يوضح قيمة العامل C استناداً الى قيم الرطوبة النسبية .

الجدول رقم — ١٤ —

الرطوبة النسبية ٪	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.8
قيمة العامل C	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
الرطوبة النسبية ٪	70		75		80		85		90		95	100
قيمة العامل C	2.0		2.5		3.0		3.5		4.0		4.5	5.0

— وبعد تطبيق القيم المأخوذة من مقياسي الحرارة الجاف والرطب في البسايكرومتر على المعادلتين السابقتين سنحصل على القيم النهائية لدرجة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء (M_1) والتربة (M_2) .

— وبعد حساب النتائج يمكن وضع التوقعات التالية استناداً الى قيم M_1 ، M_2 : وفق ما يلي :

١) إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة > + 2 فان الصقيع لن يحدث .

٢) إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة [+ 2 ، — 2] يحتمل حدوث الصقيع .

٣) إذا كانت قيمة الحرارة الدنيا المتوقعة للهواء والتربة < — 2 سيحدث الصقيع حتماً .

ـ كما يؤخذ بعين الاعتبار عند التنبؤ بالصقيع مدى انتشار الغيوم في السماء وكما قلنا سابقاً إن الغيوم تعمل كغطاء يعدل من درجة حرارة سطح الأرض ويقلل التشعع الحراري الأرضي في الليل ولذلك فلا بد عند التنبؤ بالصقيع التدقيق بنسبة انتشار الغيوم وذلك عند الساعة / ١٩ / وفق ما يلي :

١) إذا كانت نسبة الغيوم < 40 ٪ لنقص درجتين مئويتين على قيمة M_1 ، M_2 .

٢) إذا كانت نسبة الغيوم 40 - 70 ٪ لا يجرى أي تعديل على قيمة M_1 ، M_2 .

٣) إذا كانت نسبة الغيوم > 70 تزيد درجتين مئويتين على قيمة M_1 ، M_2 .

ـ يؤخذ أيضاً بعين الاعتبار عند التنبؤ بالصقيع المنطقة المتوقع حدوث الصقيع فيها وطبيعة تضاريسها ، فالتضاريس وطبيعتها من الأهمية بمكان في مدى نسبة حدوث الصقيع فيها والتعديلات التي يمكن اجراؤها على قيمة M_1 ، M_2 للهواء والتربة وفقاً لنسبة حدوث الصقيع فيها وفق الجدول رقم ـ ١٥ ـ

جدول رقم ـ ١٥ ـ علاقة شدة الصقيع بطبيعة التضاريس

طبيعة التضاريس	شدة الصقيع
١ ـ قمم ـ منحدرات ـ هضاب ـ جبال	أقل ما يمكن
٢ ـ سهول	فوق المعتدل
٣ ـ وديان عريضة	معتدل
٤ ـ وديان ضيقة	عالية
٥ ـ تجاويف مغلقة	اعلى ما يمكن

ـ والجدول رقم ـ ١٦ ـ يبين أهمية التضاريس ونوعيتها في مجال التنبؤ بالصقيع مع اختلاف نسبة حدوث الصقيع وطبيعة التضاريس والتعديلات التي يجب أن تجرى على قيمة M_1 ، M_2 تبعاً لطبيعة التضاريس .

الجـدول رقم ـ ١٦ ـ

نوع التضاريس	النسبة المئوية لاحتمال حدوث الصقيع	التعديلات وبالدرجات المئوية على قيمة M_1 ، M_2
١ ـ قمم وأجزاء عليا للمنحدرات	% ـ 30	+ °2
٢ ـ الوديان في الهضاب	% + 20	ـ °1.5 , ـ °2
٣ ـ الوديان في الجبـال	% + 30	ـ 2
٤ ـ المنخفضات والقيعـان	% + 40	ـ 4 , ـ 5
٥ ـ المروج في الغابات	% + 30	ـ 2
٦ ـ جزر وشواطىء	% ـ 35	+ 2
٧ ـ المـدن	% ـ 20	+ 2 , + 3

وعلى سبيل المثال عندما نقول إن المنطقة المتوقع حدوث الصقيع فيها وديان في الجبال فإن نسبة حدوث الصقيع في هذه المنطقة ووفق الجدول السابق تزيد بنسبة ٣٠٪ ولذلك نجري تعديل على قيمة M_1 ، M_2 للهواء والتربة وبالمعادلات السابقة وذلك بانقاص درجتين فاذا كانت قيمة M_1 ، M_2 هي صفر مئوية فتصبح بعد التعديل (ـ ٢) أي يزيد احتمال حدوث الصقيع ... وهكذا .

ومما سبق نستطيع القول إن موضوع الصقيع مازال يشغل بال كثير من الباحثين والعلماء المهتمين بمجال الأرصاد الجوية والشؤون الزراعية لما له من أهمية وتأثير في الانتاج الزراعي، وذلك بمعدل الوصول الى أفضل الطرق العلمية والتوسع

في تطوير الأجهزة والمقاييس والدراسات العلمية للوصول الى تنبؤ دقيق على موعد حدوث الصقيع وأخذ أهم الإجراءات والاحتياطات اللازمة لا للحد نهائياً من خسائره ولكن للتقليل قدر الامكان من الخسائر الناجمة عنه .

٨ـ٢ـ الجفـاف :

ـ مفهـوم الجفـاف :

يعد الجفاف من أهم العوامل المؤثرة في الانتاج الزراعي داخل المناطق البيئية الزراعيـة .

ومفهوم الجفاف من الناحية العلمية عبارة عن الفترة التي يكون فيها التبخر الاجمالي في منطقة ما أكبر من كمية الأمطار الهاطلة خلال الفترة نفسها .

ويتوقف تحديد الجفاف على درجة الحرارة المحيطة ، وكذلك الرطوبة النسبية. وبالنتيجة فان انقطاع الأمطار خلال فترة محددة في بعض المناطق يعني الجفاف ...

وحتى الآن يُعبّر عن الجفاف بكمية الأمطار الهاطلة مقدرة بالملمترات وإن بعض المختصين في مجال الأرصاد الجوية يعد العتبة الحدية للأشهر الجافة هي التي تبلغ فيها كمية الأمطار الهاطلة أقل من ٣٠ مم أو ٤٠ مم أو ٥٠ مم .

٨ـ٢ـ١ـ أسباب الجفاف :

إن النقص في كمية الهطول المطري بالنسبة لارتفاع درجات الحرارة ومقدار التبخر والنتح يشكل أحد العوامل الأساسية في تكوين المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية ..

ومن المظاهر المتناقضة ظاهرياً وجود بعض المناطق الجافة بالقرب من المحيطات والتي هي من المصادر الرئيسة للرطوبة الجوية ، ولكن هنالك عوامل متعددة تؤدي الى جفاف مناطق واسعة من سطح الأرض ، و لاتستطيع دائرتا العرض والطول

وحدهما تعليل موقع وحجم مكونات العالم الجاف . وليس بمقدور النظام القاري ولا توزيع مراكز الضغط العالي والمنخفض ولا التيارات المائية الساحلية الصاعدة الباردة تقليل تلك الظاهرة أيضاً .

ويجب أن تضاف الى هذه العوامل عوامل أخرى ترجع جذورها الى عصور جيولوجية قديمة جداً تتمثل في بيئة القارات وأحواض المحيطات ، ويعد الانسان بشكل عام مسؤولاً عن سبب الجفاف بسبب تركه للمناطق الصحراوية واتجاهه نحو المناطق متوفرة المياه ...

٨-٢-٢- تحديد الفترة الجافة :

تتحكم بمفهوم الجفاف العناصر المناخية المتعددة ، والتي من أهمها :

- الأمطار السنوية الهاطلة .
- الأمطار الفصلية .
- درجة الحرارة .
- نسبة التبخر .
- الرطوبة النسبية .
- محصلة الإشعاع الكلي .

ويعود حدوث الجفاف من حيث المحصلة الى مجموعة العوامل السابقة مرتبطة مع بعضها بقوانين ومعادلات .. وهذا ما حاول وضعه العديد من العلماء والباحثين في هذا المجال .

ومن أهم المحاولات التي تمت في هذا المجال ما يلي :

١ - علاقة ماز واندريه Maze et Andrws :

- وفي هذه العلاقة يعد الشهر جافاً عندما تتحقق العلاقة التالية :

$$\frac{\text{الامطار الشهرية مم}}{\text{متوسط درجة الحرارة الشهرية + ١٠}} < ١$$

وذلك على أساس درجة الحرارة ٢٥° ــ ٣٠° م درجة مئوية • وبذلك فان الأشهر الجافة وبحسب هذه العلاقة هي التي تتلقى أمطاراً تتراوح بين (٣٥ــ٤٠ مم)•

٢ ــ علاقة سكاتيا Scaetta :

وفيها يعد الشهر جافاً إذا تحققت العلاقة التالية :

$$\frac{\text{الامطار الشهرية مم}}{\text{متوسط درجة الحرارة الشهرية + ١٠}} \leqslant ١٫٦٦$$

علماً أن القيمة ١٫٦٦ حدّت حداً فاصلاً بين الأشهر الجافة والأشهر غير الجافة، أي أن كمية الأمطار الهاطلة < ٦٦ مم في درجة حرارة ٣٠° م درجة مئوية •

وفي درجة حرارة ٢٥° م درجة مئوية فان كمية الأمطار الهاطلة < ٥٨ مم •

وفي درجة حرارة ٢٠° م درجة مئوية فان كمية الأمطار الهاطلة < ٥٠ مم •

٣ ــ معامل الجفاف في حوض البحر الأبيض المتوسط لأمبرجيه :

$$\frac{\text{معدل الامطار الهاطلة خلال الصيف مم}}{\text{متوسط درجة الحرارة العظمى لاشد أشهر الصيف حرا}} \leqslant ٧$$

ويستفاد من هذا المعامل لمعرفة ما إذا كانت المنطقة المدروسة تخضع لمناخ البحر الأبيض المتوسط أم لا ••

٤ ــ معامل الجفاف لاندريا جاكوبيه :

لقد طور العالم الايطالي جاكوبيه معامل شدة الجفاف لأمبرجيه وعدّله على النحو الآتي :

$$\text{معامل جاكوبيه} = \frac{\text{معدل الامطار الهاطلة في الصيف مم}}{\text{معدل درجة الحرارة العظمى لاشد اشهر الصيف حرا} \times \text{التباين الحراري صيفا}}$$

وقد طبق هذا المعامل بالنسبة لفصول السنة وكذلك الشهور وذلك وفق الجدول رقم ــ ١٧ ــ

جدول رقم ــ ١٧ ــ المناطق المناخية وقيم معامل جاكوبيه للجفاف

	المعامل الفصلي	المعامل الشهري	المنطقة
١ ــ	٨ >	٣ >	جافة
٢ ــ	٨ ــ ٢٠	٣ ــ ٧	شبه جافة
٣ ــ	٢٠ ــ ٥٠	٧ ــ ١٧	شبه رطبة
٤ ــ	٥٠ >	١٧ >	رطبة

٨ــ٢ــ٤ــ أنواع الجفاف :

ــ يقسم الجفاف الى عدة أنواع وذلك بحسب تأثيره في كمية الانتاج الزراعي ونوعيته وفق ما يلي :

١ ــ الجفاف المتطرف جداً : يكون الجفاف شديداً جداً عندما يكون النقص في الانتاج بحدود الـ ٥٠٪ .

٢ ــ الجفاف الشديد : وذلك عندما يكون النقص في الانتاج ٢٠ ــ ٥٠٪ .

٣ ــ الجفاف المعتدل : وذلك عندما يكون النقص في الانتاج < ٢٠٪ .

٨ــ٢ــ٥ــ طرق مكافحة الجفاف :

يمكن مكافحة الجفاف أو التقليل من تأثيره وذلك عن طريق الاهتمام بالطرق التالية :

١ ــ تأمين مصادر الري قبل التفكير بأي مشروع زراعي . أو الزراعة في مناطق متوسطة الأمطار أو كثيرة الأمطار.

٢ ــ الاهتمام بزراعة الأصناف الزراعية المقاومة للجفاف وأهم تلك الأصناف النجيليات كالشعير والقمح .

٣ ــ التسميد العضوي والكيميائي للأراضي الزراعية حيث يزيد من قوة تحمل النباتات للجفاف .

٤ ــ التخلص من الأعشاب الضارة والحشائش التي تنافس المحاصيل الزراعية الرئيسة على رطوبة التربة .

٥ ــ الاهتمام بانشاء مصدات الرياح لأنها تخفف من خطر الرياح الشديد كما تتراكم الثلوج عليها والتي ستذوب فيما بعد وترفع رطوبة التربة .

٦ ــ تحديد عمق الحراثة عند تهيئة الأرض للزراعة والتي يجب أن تكون عميقة في فصل الشتاء من أجل خزن أكبر كمية من مياه الأمطار داخل التربة . بينما يجب أن يكون عمق الحراثة في فصل الصيف سطحياً منعاً من فقدان رطوبة التربة بتأثير أشعة الشمس في عملية التبخر .

٨ـ٢ـ٦ـ الجفاف والتربة الزراعية :

تعد رطوبة التربة من أهم العوامل التي تؤثر في نمو النبات وانتظام ذلك النمو ... فعندما تتوافر الرطوبة المناسبة في مجال انتشار المجموع الجذري للنبات فهذا يعني نمواً منتظماً وجيداً للنبات وعندما تقل نسبة الرطوبة في التربة أو تجف فان النبات سوف يتأثر ويتضرر وتميل أوراقه للاصفرار وبالتالي يحصل الذبول ويموت النبات .

ـ السعة الحقلية :

هي أقصى ما يمكن أن تحمله التربة من الماء بعد صرف الماء الحر الزائد .

ـ نقطة الذبول :

هي النقطة الحدية التي إذا انخفضت رطوبة التربة اليها فان النبات يموت ذبولاً .

ـ الرطوبة المنتجة :

وهي الفرق بين السعة الحقلية ونقطة الذبول وهي الرطوبة الفعلية الحقيقية التي يستفيد منها النبات .

ـ تقدير الرطوبة المنتجة :

تقدر الرطوبة المنتجة في عدة أنواع من الأراضي الزراعية وفق المعادلة التالية :

$$W = 0.1 \alpha h (V - K)$$

حيث :

W = احتياطي الرطوبة المنتجة وبالملمترات .

α = الوزن الحجمي للتربة غ/سم^3 .

h = سماكة التربة بالسنتيمترات .

V = رطوبة التربة كنسبة مئوية .

K = معامل الذبول كنسبة مئوية .

وقد قدرت الرطوبة المنتجة في عدة أنواع من الأراضي على عمق (٠ ـ ٢٠) سم وفق الجدول رقم ـ ١٨ ـ

جدول رقم ـ ١٨ ـ قيم الرطوبة المنتجة ونوع التربة

نوع التربة	الرطوبة المنتجة
١ ـ التربة الطينية الثقيلة	٣٥ ـ ٤٠ مم
٢ ـ التربة الطينية الخفيفة	٣٠ ـ ٣٥ مم
٣ ـ التربة الرملية	٢٠ ـ ٢٥ مم

وعموماً نستطيع القول إن الحد الأقل الأول لمعظم المحاصيل الزراعية كسعة حقلية هو ٧٠٪ ، وعندما تصل قيمة الرطوبة المنتجة في التربة الزراعية الى ١٩ مم تبدأ فترة الجفاف .

والخلاصة في هذا المجال أنه بمقارنة احتياطي الرطوبة المنتجة في الترب الزراعية يمكن معرفة كفاية عنصر الماء لمزروعات الربيع والصيف .

٨ـ٣ـ الفيضانات وزيادة المياه :

إن زيادة كمية الهطول المطري على الحد الطبيعي أو الحد المطلوب أضف الى ذلك زيادة الهطول الثلجي ومن ثم ذوبان تلك الثلوج بعد فترة سوف تؤدي الى :

١ ـ غرق المحاصيل الزراعية .

٢ ـ تشكل السيول الشتوية والربيعية .

٣ ـ حدوث الانجراف المائي أي جرف التربة من المنحدرات .

٤ ـ ملء الفراغات الهوائية في التربة وهذا يؤثر في تنفس الجذور .

٥ ـ انتفاخ حبات الطلع ومن ثم انفجارها وتمدد إفرازات المياسم .

٦ ـ زيادة الرطوبة النسبية في الجو .

٧ ـ اختناق جذور النباتات المزروعة .

٨ ـ تأخير عمليات الخدمة وعرقلتها .

٩ ـ ارتفاع مستوى الماء الأرضي وبصورة يشكل فيها خطراً على الأشجار والمزروعات .

١٠ـ صعوبة الجني أو الجمع أو القطاف للمحاصيل المختلفة .

١١ـ توفير الوسط الملائم لنمو الأمراض وتكاثر الحشرات والأمراض الفطرية .

ومما سبق نلاحظ أن الفيضانات تشكل خطراً حقيقياً ليس على المشاريع الزراعية فحسب وإنما على كل نشاطات الحياة .

٨-٤- حريق التربة :

يتسبب حريق التربة من عدة عوامل أهمها العوامل الميكانيكية والتي يسببها الرعيان مثلاً ، أو الاهمال فتنتقل الحرائق من المحصول أو بقاياه الى التربة الزراعية فتتلفها وتؤثر في إنتاجها القادم .

وقد قامت أبحاث ودراسات حول تأثير الصواعق وبعض الظواهر الجوية في الأراضي الزراعية والتي قد تتسبب في حرائق تؤدي لخسائر كبيرة .

وقد تؤدي هذه الحوادث لحريق القطعان والمحاصلات الزراعية الناتجة ، ومن الأسباب التي تساعد على حدوث هذه الحرائق ارتفاع درجة الحرارة صيفاً في جو المزرعة وكذلك وجود الرياح الجافة التي تساعد في انتشارها .

٨-٥- الملوحة :

تنتج الملوحة من ارتفاع مستوى الماء في التربة وبالتالي ارتفاع الحرارة ، مما يؤدي لتبخر الماء وتزهر الأملاح على سطح التربة وطالما ان هناك ملوحة تزهر بالأراضي الزراعية فمن العبث التفكير بالزراعة الحسنة ما لم يعمد الى التخلص من الملوحة ، علماً أن درجة الملوحة تتأثر أيضاً بالرياح ، علماً بأن الرياح الجافة تزيد من تبخر هذه المياه ومن تزهر الأملاح البيضاء على سطح التربة .

٨-٦- الرياح :

يمكن أن نعرف الرياح بأنها عبارة عن الحركة الأفقية للهواء ما بين مكانين مختلفين بالضغط الجوي والحرارة التي تؤثر في توزيع هذا الضغط .

٨-٦-١- منشأ الرياح :

من الملاحظ أن الهواء الجوي الملامس للأرض عندما يسخن يتمدد ويرتفع

للأعلى في الجو مشكلاً تيارات صاعدة أو ما يسمى بتيارات الحمل وعندما يبرد هذا الهواء فان كثافته سوف تزداد وبالتالي فانه سوف يهبط نحو الأرض مشكلاً تيارات هابطة .

وهذا الهواء البارد يعود فيسخن من جديد فيتمدد وتقل كثافته وذلك بتأثير الاشعاع والتشعع الحراري . فيرتفع للأعلى ويعيد الكرة من جديد ، فتكرار تلك العملية ولعدة مرات يؤدي الى تشكيل ما يسمى بحركة الهواء وذلك بملامسة سطح الأرض من المنطقة الباردة الى الحارة ، بينما إذا ارتفعنا الى الأعلى في الجو تتجه هذه الدورة الهوائية من المنطقة الحارة الى الباردة .

إن هذه الدورة الهوائية الخاصة هي ما يطلق عليها الرياح .

٨ـ٦ـ٢ـ القوى التي تتحكم بالرياح :

تؤثر في الرياح عدة قوى تسبب حركتها وتتجاذب محصلتها لتأخذ مسارها الموازي لخطوط الضغط وهذه القوى هي :

١ ـ قوة اختلاف الضغط :

إن اختلاف الضغط ما بين منطقتين مختلفتين في درجة الحرارة يتولد عنه قوة تتجه من الضغط المرتفع الى الضغط المنخفض مولدة الحركة الأولية للرياح والتي تتناسب طرداً مع هذه القوة .

٢ ـ الجاذبية الارضية :

إن قوة اختلاف الضغط تتعادل بمركبتها الرأسية بالجاذبية الأرضية وتبقى الحركة الرأسية للهواء معدومة إلا إذا حدث عدم توازن بين القوتين المتعادلتين ، وبذلك تتشكل التيارات الرأسية الصاعدة والنازلة .

٣ ـ دوران الأرض وقوة الانحراف أو قوة كوريولوس Coruluis :

ـ ينجم عن سرعة دوران الأرض تأثير في الرياح في مختلف مناطق الأرض المتأثرة بهذا الدوران .

وقد نوحظ بأن سرعة دوران أي نقطة فوق سطح الأرض في خط الاستواء تكون أكبر من سرعة دوران أي نقطة أخرى فوق سطح الأرض والتي تكون متناقصة في اتجاهها نحو القطبين .

وبما أن دوران الأرض يكون من الغرب الى الشرق لذلك فان الرياح الناتجة عن قوة اختلاف الضغط تنحرف عن مسارها نوعاً ما نحو اليمين في نصف الكرة الشمالي ، ونحو اليسار في نصف الكرة الجنوبي بتأثير قوة الانحراف أو ما يسمى قوة كوريولوس .

وتتناسب هذه القوة مع سرعة الرياح ومع خطوط العرض وتكون على أشدها في القطبين ومعدومة في خط الاستواء .

٤ ـ القوة الطاردة المركزية :

تنجذب الرياح مع حركة الأرض الدورانية نحو مركز الأرض بتأثير القوة الجاذبة التي تتسبب في جعل الرياح موازية للخطوط الايزوبارية المنحنية ، وتكون القوة الطاردة المركزية كرد فعل للقوة الجاذبة الأرضية .

٥ ـ قوة الاحتكاك :

وهي عبارة عن القوة الناتجة عن تأثير احتكاك الرياح بسطح الأرض وتحت تأثير هذه القوة تقل سرعة الرياح .

٨ـ٦ـ٣ـ قياس الرياح :

يمكن التعرف على الرياح من الآثار والظواهر التي تحدثها بصورة عديدة

ومختلفة إذ قد تكون بسيطة أو خفيفة أو متوسطة أو شديدة وقد تكون كالنسيم • وتتوقف قوة الرياح المسببة لهذه الظواهر على درجة انحدار الضغط ودرجة اختلافه فاذا ما كان الانحدار حاداً وجدنا زيادة في سرعة الرياح وقوتها وهذا ما نستطيع استنتاجه من مخططات الضغط فبقدر ما تكون هذه الخطوط متقاربة تكون الرياح قوية والعكس صحيح •

ـ وعموماً يجب مراعاة ما يلي للتعرف على الرياح :

١ ـ الفترة التي تهب فيها الرياح •
٢ ـ المدة التي يستمر فيها هبوب هذه الرياح •
٣ ـ الجهة التي تصدر منها هذه الرياح •
٤ ـ سرعة الرياح ومدى ترددها •

٨ـ٦ـ٤ـ اضرار الرياح :

إن الأضرار التي تسببها الرياح على النباتات والمزروعات على نوعين :

١ ـ الأضرار الميكانيكية :

تؤدي الى تكسير الأغصان واقتلاع النباتات وحتى الأشجار ذاتها فيما إذا كانت قوية • وقد تجف بعض الأغصان والأوراق نتيجة لتأثر التيارات البحرية الشاطئية أو لتأثير الرياح المحملة بالأتربة والغبار • وقد تؤثر الرياح أيضاً في التربة الزراعية فتحدث فيها ما يسمى بانجراف التربة • وتتسبب في تجمع الكثبان الرملية والأتربة المعلقة في الهواء في مناطق محددة •

٢ ـ الاضرار الفيزيولوجية :

وتكون هذه الأضرار على أشدها إذا ما كانت النباتات بحاجة الى الري فتؤدي هذه الأضرار الى الذبول ، وأما الرياح الجافة فأضرارها كبيرة جداً فمنها الرياح الجافة الشديدة جداً ـ الرياح شديدة الجفاف ـ الرياح المعتدلة ـ الرياح العادية •

وأما الرياح الباردة فتتوقف على الكتلة الهوائية الواردة ومدة دوامها مما يؤدي الى الصقيع الأسود مع الانخفاض الشديد بدرجات الحرارة (ـ ١٥° م ـ ٢٠° م)، هذا من حيث أضرار الرياح، ولكن يجب أن نتذكر أن هناك بعض النواحي الايجابية للرياح من حيث أهميتها في مجال التلقيح في النباتات الزراعية والأشجار المثمـرة .

كما قد تستغل الرياح في إدارة الطواحين الهوائية في الآبار للحصول على المياه واستعمالها في ري المحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة .

Damascus University

التطبيق العمـلي :

١ ـ حدد أنواع الصقيع بحسب موسم حدوثه .

٢ ـ ما الفرق بين النباتات المزروعة الصيفية والشتوية من حيث تحملهـا للصقيع .

٣ ـ كيف يمكن التقليل من تأثير الصقيع في الأشجار المثمرة في موسـم الازهـار .

٤ ـ ما هي نسبة الأراضي المروية للمساحة العامة للقطر، وما هو تأثير الجفاف في الزراعات البعلية .

٥ ـ كيف يمكن التقليل من أثر الفيضانات المدمر .

٦ ـ يلجأ بعض المزارعين لحرق بقايا المحاصيل ، ما هي أخطار الحريق على التربـة .

٧ ـ بين دور مصدات الرياح في تخفيف آثارها الضارة .

٨ ـ ما هي تأثيرات الرياح في المحاصيل والبساتين .

٩ ـ ما هي فوائد الزراعة المحمية في دفيئات مكيفة .

الجلسة العملية التاسعة

٩ ـ المنـاخ Le climat :

يعرف المناخ بأنه حالة الطقس السائدة المستمرة فوق منطقة جغرافية معينة ، ويعبر عن المناخ عادة بمتوسطات عناصره المعروفة مثل : متوسطات درجات الحرارة، ومتوسطات قيم الضغط ، ومجموع قيم الهطول والحرارة المتراكمة وغيرها ، كما تستعمل في الدراسات المناخية القيم المتطرفة الدنيا منها أو العظمى لسرعة الرياح ، أو الحرارة ، أو كميـات الهطول النادرة ، أو القياسية ، ومـدى انحرافها عن المتوسطات .

يتأثر المناخ كما في حال الطقس تماماً ، بدرجات العرض، والارتفاع عن مستوى البحر ، واتجاه الرياح السائدة ، والقرب والبعد عن المسطحات المائية ، لذلك يوصف المناخ على أنه :

الطقس العام السائد فوق منطقة جغرافية متجانسة ، ويبدو من المستحيل وضع أو اعتماد تصنيف واحد بسيط للمناخ يغطي أرجاء الكرة الأرضية كافة .

ومن العناصر المناخية الأكثر استعمالاً في تحديد المنـاخ : درجات الحرارة وكميات الهطول ، لذلك تعتمد معظم التصنيفات على درجات الحرارة المتوسطة التي يمكن تقسيم العالم على أساسها الى المناخات التالية :

١ ـ مناخات حارة : Climats torrides

٢ ـ مناخات معتدلة : Climats tempérés

٣ ـ مناخات باردة : Climats froids

كما يمكن حساب كميات الهطول بتقسيم الأرض الى المناخات المميزة التالية :

١ ــ مناخات شديدة الرطوبة : Climats super - humides

٢ ــ مناخات رطبة : Climats humides

٣ ــ مناخات تحت رطبة : Climats sub - humides

٤ ــ مناخات نصف جافة : Climats semi - arides

٥ ــ مناخات جافة : Climats arides

٦ ــ مناخات صحراوية : Climats désertiques

وتكون كميات الأمطار أكثر واقعية وعملية في التعبير عن المناخ في المناطق الحارة والمعتدلة ، بينما يمكن الاعتماد على الحرارة بصورة خاصة في المناطق الباردة والقطبية ، وتبدو أهمية هذه التقسيمات واضحة لأنها تتطابق مع الغطاء النباتي الطبيعي : La végétation .

٩ــ١ــ المعطيات المناخية : Les données climatologiques

تكتسب المعطيات المناخيــة أهمية خاصــة في الزراعة والصناعة ، والسياحة والسكن ، والمواصلات وغيرها من النشاطات البشرية ، كما أن الانسان العادي يتأثر بالمناخ السائد في منطقة إقامته أو عمله ، كذلك فان السفر والطيران ، والنزهات والصيد ، والمعارك الحربية لابد أن تخطط وتنفذ حسب معطيات المناخ والطقس ، للاستفادة من الرياح السائدة ، والسماء الصافية ، واتقاء شر العواصف والثلوج .

وتتضمن الدراسات المناخيــة وضع خرائط مناخيــة Cartes climatiques تفصيلية تحتوي على قيم متوسطة ، وتقدم صورة كاملة عن : الحرارة والرطوبة ، والهطول والضغط ، والإشعاع والصقيع ، وغيرها .

٩ــ١ــ١ــ الحرارة المتوسطة : La température moyenne

تعد قيم الحرارة المتوسطة العنصر المناخي الاحصائي: La statistique climatologique

الأكثر شيوعاً واستعمالاً في الخرائط المناخية ؛ وتمثل متوسطات درجات الحرارة على الخرائط المناخية التالية :

١ ــ خريطة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة المتوسطة :

T. moyenne arnuelle

٢ ــ خريطة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة الدنيا :

Moyenne annuelle des T. minimales

٣ ــ خريطة المتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى :

Moyenne annuelle des T. maximales

٤ ــ خريطة الحرارة المتوسطة للأشهر الحـارة :

T. moyenne des mois chauds

٥ ــ خريطة الحرارة المتوسطة للأشهر البـاردة :

T. moyenne des mois froids

هذا بالاضافة الى خرائط مناخية أخرى تبين باقي المعطيات نذكر منها :

٦ ــ خريطة متوسط كميات الهطول السنوية :

Moyenne des précipitation annuelles

٧ ــ خريطة الجفاف : Secheresse

يمكن رسم خرائط تبين النسبة المئوية للسنوات التي تقل فيها كميات الهطول عن : ١٠٠ أو ٢٠٠ أو ٣٠٠ مم ، والتي يمكن عدّها سنوات جافة .

٨ ــ خريطة الإشعاع الشمسي الشتوي : Insolation hivernale

وتبين العدد المتوسط لساعات ظهور الشمس يومياً خلال الشتاء : كانون أول ــ كانون ثاني ــ شباط .

٩ ــ خريطة عدد أيام الصحو : No de jours de ciel claire

ويظهر عليها متوسط عدد الأيام الصاحية بدون غيوم في السنة .

١٠ ـ خريطة الرطوبة النسبية المتوسطة : Humidité relative

١١ـ خريطة عدد الأيام المثلجة : No de jours d'enneigement

١٢ـ خريطة عدد أيام الصقيع : No de jours de gelée

١٣ـ خريطة فترة النمو البستاني النشيط : Période de végétation active

١٤ـ خريطة موعد آخر صقيع ربيعي : Dates des derniers gelées

٩ـ٢ـ المناخات المحلية Les microclimats :

يمكن أن يؤدي تأثير بعض العوامل الجغرافيـة والطبوغرافية ، والحيوية والانسانية في المناخ العام الى خلق مناخات محلية دقيقة ، ومن أمثلة المناخات المحلية : مناخ البحيرة ومناخ الغابة ومناخ الوادي ...

تؤثر البحيرات الداخلية في درجات الحرارة وتلطف الجو ، ويكون المناخ تحت تأثيرها مختلفاً عن المناخ العام السائد ، حتى ان الاختلاف يبدو واضحاً بين ضفتي البحيرة الواحدة ـ الجدول رقم ـ ١٩ ـ

الجدول رقم ـ ١٩ ـ

يبين بعض مزايا المناخ المحلي للبحيرات واثر اتجاه هبوب الرياح

عوامل المناخ	الشـهر	الضفة المعرضة	الضفة المحمية
الحرارة المتوسطة	كانون ثاني	اخفض	اعـلى
الحرارة المتوسطة	آب	اعـلى	اخفض
الهطـول	شباط	اقـل	اكثـر
الهطـول	آب	اكثـر	اقـل
الثـلج	شتاء	اقـل	اكثـر
الرطوبـة	شتاء	اقـل	اكثـر
سرعة الرياح	شتاء	اقـل	اكثـر

يشكل الغطاء النباتي مناخات محلية مميزة ، حسب كثافته وتركيبه ، وذلك نتيجة اختلاف استعمالات المياه وسرعة الرياح خلاله ، والجدول رقم ـ ٢٠ ـ يبين تباينات المناخ المحلي بين الغابات الكثيفة والحقول المفتوحة الواسعة .

جـدول رقم ـ ٢٠ ـ

خصائص المناخ المحلي للغابات الكثيفة والحقول الواسعة

الحقـول	الغابـات
حرارتها اعلى صيفاً	حرارتها اعلى شتاءً
سرعة الرياح مرتفعة	سرعة الرياح منخفضة
الرطوبة النسبية اخفض	الرطوبة النسبية اعلى
المخزون المائي منخفض	المخزون المائي مرتفع

كذلك تلعب طبوغرافية المكان دوراً هاماً في تحديد شروط المناخ المحلي الدقيق في كل من الوديان والهضاب المتجاورة ، جدول رقم ـ ٢١ ـ

جـدول رقم ـ ٢١ ـ

ميزات المناخ المحلي في الهضاب والوديان المتجاورة

عوامل المناخ	الفتـرة	الـوادي	الهضبة
الحرارة الدنيا	نهـاراً	منخفضة	مرتفعة
التباين الحراري	النهاري والسنوي	اكبـر	اقـل
الصقيع	ليـلاً	اكثر حدوثاً	اقل حدوثاً
سرعة الرياح	ليـلاً	ضعيفة	شـديدة
الضباب	صباحـاً	كثـير	قليـل

وتشكل المجتمعات السكانية الكثيفة عاملاً معدلاً للمناخ يساهم في إيجـاد

مناخ محلي مميز للمدن والمناطق الصناعية ، وذلك بالمقارنة مع الأرياف والقرى الصغيرة التي يكون تأثيرها محدوداً في المناخ العام ، جدول رقم — ٢٢ —

جـدول رقم — ٢٢ —

صفات المناخ المحلي للمدن مقارنا مع الارياف

منـاخ المـدن	منـاخ الارياف
ضباب ودخان مختلط دائم	سـماء صـافية
حـرارة أعـلى	حـرارة اخفض
سرعة الرياح أقـل	سرعة الرياح أعـلى
إشعاع الشمس أقـل	إشعاع الشمس أشـد

٩—٣— هل يتغير المنـاخ :

يبدو أن المناخ كان أكثر حرارة على سطح الأرض في العصور الجيولوجية القديمة، حيث وصل امتداد المناخ الاستوائي حتى خطي عرض ٣٠° وشبه الاستوائي حتى خطي عرض ٦٠° شمالاً وجنوباً ، مما أدى في تلك العصور الى ذوبان الثلوج المتراكمة كافة في الدائرتين القطبيتين .

ويعود تاريخ ظهور الثلاجات ومناطق الجليد الدائم الى أقل من ١٪ الأخير من تاريخ الكرة الأرضية الطويل ، وقد كانت مناطق الجليد الدائم تتسع وتنحسر حسب انخفاض الحرارة أو ارتفاعها على سطح الأرض ، وكان آخر امتداد للجليد قد سجل منذ نحـو مليون سنة ، وترافق مـع ظهور الانسان ، وتتابع حوادث جيولوجية عنيفة أدت الى اختفاء عدد من الأنواع الحية وانقراضها ، وكان آخر تراجع كبير للجليد منذ نحو ٣٠— ٤٠ ألف سنة .

وقد شهدت كذلك عصور التاريخ المكتوب مثل هذه الدورات ، ومن أمثلتها سيادة المناخ البارد في القرن السابع الميلادي ، والمناخ الحار في القرنين الحادي عشر

والثاني عشر الميلاديين . وتتضارب الآراء حالياً حول هذه الظاهرة ، إذ يكفي أن ترتفع الحرارة بمعدل درجة مئوية واحدة حتى تذوب الثلوج الدائمة كافة ، ويزول مناخ الجليد الدائم ، وهذا سيؤدي الى رفع مستوى الماء في المحيطات والبحار كافة المتصلة بما لا يقـل عن ٥٠ م ، ويرى بعض الباحثين أن الثلوج تتقدم في كنـدا وآلاسكا ، بينما يرى آخرون أن السواحل الشرقية للقارة الأميركية ، تزداد سخونة ، والصحراء تزداد اتساعاً في أواسط افريقيا .

ونظراً لعدم توافر معلومات دقيقة عن المناخ في الماضي ، وأن المعلومات العالية لا تغطي أكثر من ٥٠ ــ ١٠٠ سنة ، وهي فترة زمنية قصيرة إذا ما قيست بعمر الأرض والانسان ، لهذا كله فلا يمكن الجزم بشكل قاطع إذا كان المناخ على سطح الأرض متغيراً أم ثابتاً .

* * *

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجلسة العملية العاشرة

١٠ ـ المناخات الصحراوية Les climats désertiques :

تمتاز المناطق الجافة بندرة سقوط الأمطار فيها ، وعدم انتظام توزعها على فصول السنة ، وزيادة نسبة التبخر بتأثير الحرارة العالية ، وانخفاض نسبة الرطوبة ، مما يجعل الميزان المائي في عجز دائم ، ويكون المنـاخ الجاف هو المميز للمناطق الصحراوية ، ويزداد هذا المناخ حدة وجفافاً ليجعل الحياة النباتية معدومة ، والحياة الحيوانية نادرة في الصحراء الحقيقية Le désert parfait ، والتي ينعدم فيهـا الهطول تماماً .

لكن معظم صحارى العالم لا تخلو من الحياة ، بسبب بعض الهطول العاصفي الذي تتلقاه ، والذي يؤدي الى ظهور غطاء نباتي مؤقت يكفي لرعي القطعان وإنعاش الحياة البرية ، وينعدم جريان السيول والوديان في الصحارى القاحلة ، بينما يكون الجريان داخلياً على شكل أنهار وسيول محلية تصب في بحيرات داخلية وتغذي المياه الجوفية .

يبدو من المتعذر رسم الحدود الفاصلة للمناطق الجافة ، لأن الأمر لا يتعلق فقط بكميات الهطول السنوية ، بل إن التأثير الأساسي يعود للتوزع الفصلي للأمطار ، وقد اخترنا تصنيفي دومارتون وامبرجيه وتعديلاتهما في تقسيم العالم الى مناطق مناخية رئيسة .

وضع دومارتون De martonne دليلاً للقارية Indice d'Aridité على شكل معادلة بسيطة تبين نسبة كمية الهطول السنوي مقدرة بالميليمتر الى درجات الحرارة المتوسطة السنوية محسوبة بالدرجة المئوية (°م) :

$$IA = \frac{P\ mm}{T\ C^{\circ} + 10}$$

وقد قسم العالم على أساس دليل القارية الى عدة مناطق نباتية يسود في كل منها مناخ مميز ، الجدول رقم ـ ٢٣ ـ

جـدول رقم ـ ٢٣ ـ

تصنيف دومارتون للمناطق النباتية والمناخ السائد في العالم

قيم دليل القارية	المنطقة النباتية	المنـاخ السـائد	
اقل من ٥	صـحارى	جاف جداً	Trés aride
٥ ـ ١٠	سهوب صحوارية	جـاف	Aride
١٠ ـ ٢٠	زراعات بعلية	نصف جاف	Semi - aride
٢٠ ـ ٣٠	اعشاب وشجيرات	تحت رطب	Sub - humide
٣٠ ـ ٤٠	غابات متفرقة	رطب	Humide
أكثر من ٤٠	غابات كثيفة	رطب جداً	Trés humide

تشكل المناطق التي تسود فيها المناخات الصحراوية والجافة ونصف الجافة جزءاً كبيراً مـن اليابسة يصل الى نحـو ٣٠٪ تتوزع على القارات الخمس على النحو التالي :

١ ـ في أميركا الشمالية : جنوب كاليفورنيا وشمال المكسيك ، وسلسلة الجبال الصخرية .

٢ ـ في افريقيا : الصحراء الكبرى وجزء كبير من مصر والسودان ، وصحراء كالاهاري في جنوب افريقيا .

٣ ـ في آسيا : جزء من الشرقين الأوسط والأدنى ، وشبه الجزيرة العربية ، وصحراء سيناء والأجزاء المنخفضة من بلاد الهندوس في شبه جزيرة الهند .

٤ ــ في آسيا الوسطى : جمهوريات آسيا الوسطى في الاتحاد السوفياتي ، وصحراء تركستان الصينية ، وهضبة التيبت ، وجزء من منغوليا .

٥ ــ في أميركا الجنوبية : شريط صحراوي طويل وضيق مائل بمحاذاة سلسلة جبال الانديز ، ابتداءً من البيرو ومروراً بصحراء باتاغونيا وحتى شمال شرق البرازيل .

٦ ــ في استراليا : تشكل الصحراء ثلثي القارة الاسترالية ، ماعدا الشريط الساحلي وجزء من شرق استراليا .

ويمكن تقسيم المناطق الصحراوية الى عدة أقسام حسب المناخ السائد وهي :

١٠ــ١ــ الصحراء الحارة (التقليدية) Le désert classique :

وهي تمتد على جانبي المدارين ، ويسود فيها الارتفاع الجوي تحت المداري ، ومن أمثلتها : الصحراء الكبرى ، صحراء مصر والسودان ، الجزيرة العربية ، وصحراء كالاهاري ، وتمتاز هذه الصحارى بالصفات التالية :

١ ــ الحرارة العالية والجفاف نتيجة توافر الظروف الجوية المستقرة واستمرارها : Subsidence atmosphérique :

٢ ــ شدة الإشعاع : Insolation التي يمكن أن تصل الى ٩٠٪ من الحد الأقصى النظري ، أي بمعدل ٣٥٠٠ ــ ٤٠٠٠ ساعة سنوياً ، مع غياب شبه كامل للغيوم .

٣ ــ ارتفاع متوسط درجات الحرارة (بين ٢٥ و ٣٠° م) ، مع وجود تباين حراري يومي شديد ، واختلافات فصلية واضحة .

٤ ــ انخفاض الرطوبة النسبية بشكل دائم خاصة بعيداً عن المسطحات المائية، مما يزيد من التباين الحراري .

٥ ــ درجات الحرارة القصوى قد تتعدى + ٥٠° م نهاراً في الصيف ، وانخفاض درجات الحرارة الدنيا التي قد تصل الى (٠ درجة مئوية) ليلاً في الشتاء .

٦ ــ تكون الرياح متوسطة الشدة عامة ، ولا يمكن أن تكون سبباً في تشكل الكثبان الرملية الهائلة التي يعود معظمها الى العصور الجيولوجية الغابرة .

وتنشط الرياح ، وتزداد شدة على حدود الصحراء وفي مناطق الاضطراب الجوي .

٧ ــ تكون شدة التبخر كبيرة دائماً في المناطق الصحراوية الحارة ، وتقدر بنحو ٤٠٠٠ مم من الماء سنوياً في منطقة أسوان على سبيل المثال .

٨ ــ الأمطار نادرة وغير منتظمة الهطول ، قد تسقط على شكل عواصف رعدية ، وقد تتبخر قبل وصولها الى الأرض ، فلا يسقط في الصحراء الحقيقية مثلاً أكثر من ٥ سم مطر سنوياً بالمتوسط .

٩ ــ عدد أيام الهطول قليلة ١ ــ ٣٠ يوماً في السنة ، وكميات الهطول لا تزيد على ٥٠ مم سنوياً .

١٠ ــ تمتاز المناطق القريبة من المدارين بهطولات صيفية استوائية ، كما في جنوب الصحراء الكبرى .

١١ ــ تسيطر القارية Continentalité على المناخ كلما زاد البعد عن البحار والمحيطات .

١٠ـ٢ـ الصحارى الساحلية المدارية وشبه المدارية

: Les déserts côtiers tropicaux et subtropicaux

يرتبط وجود هذه الصحارى بسيادة تيارات المياه المحيطية الباردة التي تهب

على طول السواحل الغربية ، وتنشأ هذه التيارات من المحيطات الباردة الشمالية والجنوبية القريبة من القطبين ، ومن المياه الباردة التي تصعد من أعماق المحيطات ، ويظهر تأثير هذه المحيطات واضحاً في السهول الساحلية الضيقة التي تليها كتلة جبلية عالية متصلة .

يؤدي تبرد كتل الهواء بملامسة المياه الباردة الى ارتفاعها فوق الهواء الساخن ، وتبقى حالتها مستقرة بحيث يكون المطر معدوماً أو نادراً ، وتتشكل ظروف مناخية ذات قارية شديدة قد تستمر سنوات عديدة أحياناً ، كما في شمال الشيلي وسواحل البيرو ، حيث يبلغ متوسط كميات الهطول في (ليما) العاصمة ٣٦ مم ، ويحدث أن تتعرض مثل هذه الصحارى لسنوات استثنائية شديدة الهطول ، حيث هطل في ليما عام ١٩٥٢ ، ١٥٠٠ مم مطراً .

يكون الهواء مشبعاً بالرطوبة في الصحارى الساحلية بعكس الصحارى القارية خاصة في فصل الصيف ، ويكون الندى وفيراً أحياناً ، بحيث تنبت بعض الأعشاب القصيرة حتى بدون هطول أمطار مثل سواحل كاليفورنيا وموريتانيا ، وسواحل غرب افريقيا ، كما تكون درجات الحرارة شبه ثابتة وقليلة التباين اليومي ، مع بعض الاختلافات الفصلية الواضحة .

١٠ـ٣ـ الصحارى المحمية Les déserts d'abri :

تكون هذه الصحارى محصورة بين سلاسل جبلية بعيداً عن تأثير التيارات الهوائية الرطبة ، ومن أمثلتها : هضبة التيبت ، والمرتفعات الايرانية الأفغانية ، والهضاب التي تلي جبال الأنديز ، هذا وتختلف درجات الحرارة وكميات الهطول في هذه الصحارى حسب الارتفاع وخط العرض ، والبعد عن البحار ومدى تأثير التيارات الهوائية الجافة أو الرطبة .

١٠ـ٤ـ الصحارى القارية ذات الشتاء البارد :

Les déserts continentaux à hiver froid :

تقع ضمن المناطق المعتدلة والباردة ، وهي بعيدة دائماً عن المحيطات ، تكون

محمية عادة بحيث لا تصل إليها التيارات الغربية أو الاضطراب الجوي إلا وقد تلاشت فاعليتهما ، وتنتهي على شكل عواصف رملية ، ففي صحارى آسيا الوسطى يستمر تأثير الضغط المرتفع الشتوي بشكل أقل شدة وأقل استقراراً من سيبيريا ، وفي الصيف قد يصل تأثير بقايا التيارات الهوائية البحرية الاستوائية التي تعبر هذه المناطق حتى صحراء تركستان .

يكون النظام الحراري فيها مشابهاً للمناطق القارية المجاورة ، بل أشد قارية ، حيث تمتاز بشتاء بارد أو شديد البرودة ، ولكنه طويل مع تباين شديد في الحرارة اليومية قد يفوق التباين اليومي في الصحارى الحارة .



Damascus University

الجلسة العملية الحادية عشرة

١١ ـ المناخات خارج المدارية Les climats extratropicaux :

وهي تمتاز بتباين درجات الحرارة وفترة الاضاءة وتباينات فصلية ، ويومية واضحة وتشمل المناخات التالية :

١ ـ مناخات العروض العليا .

٢ ـ المناخات المعتدلة .

٣ ـ المناخ المتوسطي .

١١ـ١ـ مناخات العروض العليا Les climats des hautes latitudes :

تشكل المناخات القطبية وتحت القطبية القسم الأكبر من المناخات الباردة على سطح الأرض بالاضافة الى مناخات أعالي الجبال ، ونبين فيما يلي أهم مواصفات هذه المناخات :

١١ـ١ـ١ـ حدود المناخات القطبية وتحت القطبية :

Les limités des climats polaires et sub - polaires :

يبدو من الصعب رسم حدود واضحة لهذه المناخات خاصة في نصف الكرة الشمالي ، ويمكن الاعتماد على المعطيات المناخية التالية لبيان هذه الحدود :

١ ـ متوسط درجات الحرارة السنوية والجليد الدائم :

تدل متوسطات درجات الحرارة السنوية على الميزان الحراري ومدى فقد

الحرارة أو اكتسابها ، ويمكن قياس هذه المتوسطات فوق سطح الأرض : حرارة الهواء ، أو عند سطح الأرض وحتى في الأعماق : حرارة التربة •

يطلق اسم منطقة الجليد الدائم Permafrost على المنطقة التي تغطيها طبقات من الثلوج والجليد باستمرار ، وتدل على تدني درجات الحرارة ، بحيث لا يزيد المتوسط السنوي عن ــ ٥° م على الأقل وحتى ــ ٨° م حسب آخر تقديرات ، كما في شمال كندا وسيبريا ، ويبين مسار رسم خط الحرارة ــ ٨° م الحدود الفعلية لانتشار الجليد الدائم •

٢ ــ غياب الصيف وحدود انتشار الأشجار :

: L'absence de l'été et la limite de l'arbre

يتم أخذ درجات الحرارة السائدة صيفاً والتركيز عليها لأنها تحدد إمكان انتشار النباتات المعمرة والأشجار خاصة ، وكذلك تحديد عدد الأيام التي لا يحدث فيها صقيع والتي تقدر بنحو ٦٠ يوماً/سنة في المناطق القطبية و ٩٠ يوماً/سنة في المناطق تحت القطبية •

٣ ــ الحرارة المتوسطة للشهر الأقل برودة

: Température moyenne du mois le moins froid

يبدو أن رسم الخط الحراري + ١٠° م للحرارة المتوسطة المذكورة يتطابق مع ما سبق ويعطي دلالة أكيدة على الحدود المناخية (انظر تصنيف كوبن) ، ويتوافق الى حد كبير مع خط انتشار الأشجار على حدود مناطق غابات التندرا : Tundra . ويقع هذا الخط شمال خط العرض ٧٠° شمالاً فوق المناطق القارية ، وجنوبه فوق المحيطات في نصف الكرة الشمالي • بينما يقترب من خط العرض ٥٠° جنوباً في نصف الكرة الجنوبي •

١١ـ١ـ٢ـ البـرد أو الصقيع Le froid :

يؤدي استمرار انخفاض الحرارة الى تكون المناخات الباردة التي تعد غير مناسبة لحياة الانسان ونشاطه ، وخاصة في المناطق التي تهب عليها رياح شديدة ، وتتناقص درجات الحرارة عامة ، كلما ازدادت درجات العرض باتجاه القطبين ، وكلما ارتفعنا فوق سطح البحر في المناطق الجبلية ، ويختلف مدى تأثير البرد حسب :

١ ـ شدة البرد : L'intensité du froid ومدى انخفاض الحرارة .

٢ ـ استمرار البرد : La persistauce du froid ويلخص كما يلي :

ـ فترات تسجيل الحرارة المنخفضة ـ ١٠ ـ ٢٠ ـ ٣٠ ـ ٤٠ ومدة استمرار كل فترة .

ـ تجمد مياه الأنهار والبحيرات والمحيطات وطول فترة التجمد .

ـ طول فترة الجليد : ويعبر عنها بعدد الأيام التي تبقى فيها درجات الحرارة تحت الصفر .

٣ ـ التباينات اليومية والفصلية لدرجات الحرارة .

٤ ـ الفصول الأربعة ومدة كل فصل وأثره في الحياة .

١١ـ١ـ٣ـ الرياح والتيارات الجوية

: Les vents et les circulations atmosphèrique

يمكن أن تمتاز الرياح في المناخ القطبي وتحت القطبي بالميزات التالية :

ـ السرعة المتوسطة السنوية : تكون سرعة الرياح عادة أكثر من ٥ م / ثانية في معظم المناطق ، عدا بعض المناطق ذات الرياح الخفيفة والهادئة ، ويمكن هبوب بعض الرياح القوية بسرعة ١٠ ـ ٢٠ م /ثانية ، وخاصة في المناطق المحاذية للسواحل، ومن الجدير بالذكر أن أسرع رياح على وجه الكرة الأرضية قد سجلت في هذه

المناطق ، وبلغت سرعتها ٨٧ م / ثا أي نحو ٣٢٠ كم/ساعة ، وتكون الرياح السطحية نشطة باستمرار عامة ، وتسجل محطات الرصد عدد الأيام التي تهب فيها الرياح .

١١ـ١ـ٤ـ الهطـولات Les précipitations :

من الصعب جداً قياس الهطول في المناطق القطبية ، لأنه ينزل على شكل ثلوج تذروها الرياح ، ويمكن تقدير سماكة الهطولات حسب طبقات الجليد والثلج المتتالية التي تقاس بمساطر خاصة .

ويمكن القول ، بصورة عامة إن الهطول في المناطق القطبية قليل جداً ولا يتعدى ٢٥٠ مم سنوياً ، وذلك بسبب التبخر القليل في ظروف البرودة ، وانخفاض قدرة الهواء على حمل بخار الماء ، مما يقلل من قيم الرطوبة المطلقة : L'humidité absolue حيث تقدر قيمتها بجزء واحد من عشرة آلاف جزء من قيمتها عند خط الاستواء .

هذا ويمكن أن يكون الهطول شديداً في بعض المناطق ليصل الى ١٠ أو ٢٠ ضعف المتوسط العام ، حيث يصل الى ١٠٠٠ مم أو أكثر تهط لخلال فترة طويلة من العام ، وخاصة على السواحل وفوق المرتفعات ، وتكون المناطق الأكثر برودة هي الأكثر جفافاً عادة ، فلا تتعدى كميات الهطول السنوي ١٠٠ ـ ١٥٠ مم فوق المحيطات المتجمدة أو القارات التي تسود فوقها مرتفعات جوية دائمة .

إن معظم الهطولات تكون ثلجية وتصل الى ١٠٠٪ من الهطول العام (معامل سقوط الثلج = ١) ، إلا أنها تكون مختلطة : أمطاراً + ثلوجاً ، ثلوجاً + برداً .

ـ الغطاء الثلجي Le manteau neigeux .

تتراكم الثلوج وتبقى متجمدة في الدائرتين القطبيتين ، وقد تذوب صيفاً في المناطق شبه القطبية بخاصة فوق المحيطات ، حيث يذوب معظمها في مياه المحيط ، رغم أن السماكة السنوية تزيد على ١ ـ ١٫٥ م ، ويستمر الغطاء الثلجي لفترات

أكبر فـوق اليابسة خـارج الدائرتين القطبيتين ، ويتحول الى جليـد دائـم : Des neiges persistants .

١١ـ١ـ٥ـ انواع المناخات Les types des climats :

يمكن تمييز الأنواع التالية من المناخات القطبية وتحت القطبية :

١ ـ مناخ تحت قطبي محيطي : Climat sub - polaire oceanique

٢ ـ مناخ قطبي محيطي : Climat polaire oceanique

٣ ـ مناخ قطبي قاري : Climat arctique continental

٤ ـ مناخ قطبي شديد القارية : Climat polaire contrasté

٥ ـ مناخ المرتفعات الداخلية : Climat de centre d'inlandsis

١١ـ٢ـ المناخات المعتدلة Les climats tempérés :

تسيطر هذه المناخات على المناطق المعتدلة من العالم ، ويمكن تقسيمها الى :

١١ـ٢ـ١ـ المناخات البحرية (المحيطية الحقيقية)

Les climats maritimes (Oceaniques vrais) :

تمتد هذه المناخات على طول السواحل الغربية للقارات بين خطي عرض ٣٥° و ٦٥° في نصفي الكرة الأرضية ، وتمتاز هذه المناخات بالصفات المشتركة التالية :

ـ قلة التباين وكون المدى ضيقاً بين القيم القصوى والدنيا لعناصر المناخ .

ـ عدم استقرار الطقس ، وتغيره باستمرار كل ٢ ـ ٣ أيام غالباً .

ـ تهب الرياح غالباً بقوة ، وتصل سرعتها الى ٥٠ ـ ٨٠ كم / ساعة .

ـ تكون الرطوبة النسبية مرتفعة عادة .

ـ يلاحظ التباين الكبير في كميات الهطول ، والتي تتأثر بالتضاريس ومدى قربها من الساحل ، وفيما يلي بعض القيـم لكميات الأمطار المسجلة في هذه المناخات :

النرويج ٢٠٠٠ مم / سنة　　جنوب الشيلي ٤٥٠٠ م / سنة
جنوب آلاسكا ٣٠٠٠ مم / سنة　　نيوزيلاندا ٦٢٠٠ مم / سنة

ـ طول موسم الأمطار وندرة الأشهر الجافة .
ـ عدم انتظام السطوع الشمسي ، وتناقصه مع زيادة الغيوم وكثافة الهطول .
ـ كثافة الضباب وكثرة حدوثه ، لكنه لا يستمر لفترات طويلة .
ـ قلة التباينات الحرارية الفصلية .
ـ ضعف التباينات الحرارية اليومية .
ـ قلة حدوث الصقيع .
ـ ندرة هطول الثلوج على السواحل .

١١ـ٢ـ٢ـ المناخات المحيطية الهامشية Les marges oceaniques :

تمثل مرحلة انتقاليـة بين المناخات المحيطية والقارية ، وتمتـاز بالصفات المشتركة التالية :

١ ـ تغير تدريجي للنظام الحراري : بحيث يزداد التباين نتيجة ارتفاع حرارة الصيف وزيادة برودة الشتاء .

٢ ـ ازدياد حدوث الصقيع وبخاصة الصقيع الاشعاعي .

٣ ـ تغير نظام الهطول : نتيجة تناقص الهطول وخاصة خلال الشتاء .

١١ـ٢ـ٣ـ المناخات المعتدلة القارية Les climats tempérés continentaux :

وتشمل مساحات كبيرة من القارات بخاصة في نصف الكرة الشمالي وتضم :

ـ جزءاً كبيراً من أميركا الشمالية : كندا والولايات المتحدة الأميركية .

ـ أوروبا الشرقية .

ـ القسم الأكبر من سيبريا .

وتمتد بين خطي عرض ٣٥° و ٥٠° شمالاً .

وتمتاز هذه المناخات بالصفات التالية :

ـ قساوة فصل الشتاء : إذ تصل درجة الحرارة الدنيا الى ـ ٤٠° م وأحياناً الى ـ ٧٠° م نتيجة قلة الرطوبة ، في أكثر المناطق برودة على سطح الأرض : سيبريا وآلاسكا .

ـ قلة الهطول شتاءً ، ويسمى الشتاء الجاف : L'hiver sec

ـ حدوث عواصف ثلجية شديدة : Les tempêtes de neige

ـ غياب فصل الربيع أو قصره .

ـ طول فصل الصيف وارتفاع حرارته الى أكثر من + ٢٠° م ، وهطول بعض الأمطار فيه .

ـ قصر موسم نمو النباتات لفترة ٤ ـ ٦ أشهر عامة .

ويتميز ضمن هذه المناخات الأقسام التالية :

ـ مناخ قاري سهبي : Climat continental de steppe

ـ مناخ قاري بـارد : Climat continental froid

١١ـ٢ـ٤ـ المناخات الجبلية المعتدلة

: Les climats de montagne tempérés

تمتاز المناخات الجبلية في المناطق المعتدلة بما يلي :

١ ـ انخفاض الحرارة مع الارتفاع عن سطح البحر .

٢ ــ تغير النظام الحراري •
٣ ــ تزايد كميات الهطول مع الارتفاع •
٤ ــ سقوط الثلوج والبرد بعد ارتفاع معين •
٥ ــ تغير النظام الإشعاعي •

٦ ــ التطبيق النطاقي للجبال ، وسيادة أشكال نباتية مميزة لكل نطاق •
٧ ــ الفرق بين المناخ المحلي للسفوح المعرضة للرياح الرطبة والسفوح المحمية : تؤثر التيارات الهوائية الغربية التي تصل الى الجبال في المناخ بعناصره كافة ، وبخاصة الهطول بأنواعه ، تتلقى السفوح المعرضة للريح Aux vents كميات من الهطول أكبر بكثير من الكميات التي تهطل على السفوح المحمية Sous le vent .

٨ ــ يكون الهطول في بعض المناطق الجبلية التي تتأثر بالمناخات المحيطية صيفياً ، بينما يكون شتوياً في الجبال المتوسطية •

٩ ــ رغم تزايد كميات الهطول مع الارتفاع عامة ، فان هذا التزايد يقف عند حد معين ، بل تتناقص كميات الهطول من جديد في الارتفاعات التي تتجاوز ٣٠٠٠ ــ ٤٠٠٠ م •

١٠ ــ تختلف سماكة الثلوج المتراكمة في المناطق الجبلية من مكان لآخر ، ومن فصل لآخر ، وتتراوح هذه السماكة بين عدة سنتمترات و ١٠ أمتار سنوياً ، وهي تشكل بين ١٠ و ٦٠٪ من مجمل الهطولات ، وذلك حسب الارتفاع •

هذا ويحدد الهطول الثلجي بالصفات التالية :

ــ كمية الثلج الهاطل •
ــ عدد أيام الهطول الثلجي •
ــ مدة استمرار الغطاء الثلجي •
ــ الحدود السفلى للثلج •

- الحدود العليا للثلج .
- مواعيد ذوبان الثلوج .
- مناطق الثلج الدائم .

يكون هبوب الرياح قويا عاصفاً في الجبال ، وخاصة في حـال الاضطراب الجوي ، ومرور الجبهات الهوائية ، ويشاهد تأثيرها في القمم العالية حيث تشوه الأشجار وتقزم النباتات ، أما في الوديان وأواسط الجبال فتكون الرياح أقل شدة وتخريباً ، وبخاصة على السفوح المحمية .

ويهب نسيم الجبـل في التلال والهضاب قليلة الارتفاع ، ونسيم الوادي في المنخفضات .

١١-٣- المناخات المتوسطية Les climats méditerranéens :

تمثل هذه المناخات حالة انتقالية بين مناخات المناطق المعتدلة ، ومناخات المناطق المدارية ، وهي صورة عن المناخات تحت المدارية في الصيف ، وتسود فوق مساحات متفرقة من العالم بين خطي العرض ٣٠° و ٤٥° على شكل أشرطة ضيقة كما في وسط الشيلي ، ومقاطعة الكاب في جنوب افريقيـا ، وجنوب غرب استراليا ، ومقاطعة آويلايدا في ولاية كاليفورنيا الأميركية .

وتظهر صورة المناخ المتوسطي أكثر وضوحاً في حوض البحر الأبيض المتوسط، جنوب أوروبا وغرب آسيا وشمال افريقيا ، ويمتد هذا المناخ ليصل الى حدود الصحراء الكبرى عند خط عرض ١٥° شمالاً جنوب المغرب ، وحتى أواسط فرنسا وبعض الدول الأوروبية شمالاً وذلك في غياب السلاسل الجبلية الشاهقة التي تحد من امتداده ، وفي هذه الحالة ينحصر المناخ المتوسطي على الشريط الساحلي الموازي للجبال فقط .

ولا يمكن أن يكون المناخ المتوسطي من النوع المحيطي أو البحري ، لكنه مناخ متقلب يكتسب حيناً صفات المناخ الرطب المحيطي، وأحياناً صفات المناخ القاري

الجاف ، ويعد امتداداً طبيعياً لأحد المناخين المذكورين أعلاه حسب مدى سيادة كل من عنصري الجفاف أو الرطوبة .

١١ـ٣ـ١ـ عناصر المناخ Les facteurs du climat :

وتلخص بما يلي :

ـ يبدو التناوب الفصلي واضحاً وبسيطاً في المناطق المتوسطية التي تخضع لتأثير المرتفعات الجوية تحت المدارية التي تعطي عادة ، وحسب درجة العرض طقساً شديد الحرارة والجفاف في الداخل وممتدلاً على السواحل في فصل الصيف .

ـ أما في فصل الشتاء فتقع المنطقة تحت تأثير التيارات الهوائية الغربية ، التي تنشط نتيجة تراجع المرتفعات الجوية نحو الجنوب ، وينتج عن ذلك طقس رطب وبارد .

ـ تقف التضاريس والسلاسل الجبلية عائقاً طبيعياً أمام تقدم الهواء البارد ، والرطب القادم من المحيط الأطلسي ، وينحصر تأثيره في المناطق الغربية .

ـ تتأثر المنطقة بالجبهات القطبية الباردة التي تتحول الى مراكز ضغط منخفض عند ملامستها لمياه البحر الدافئة ، وتتشكل أكثر من ٥٠ منخفضاً جوياً سنوياً فوق البحر الأبيض المتوسط معظمها ذات منشأ محلي ، وهي تؤدي الى اضطراب الطقس .

ـ هناك مراكز محددة يتزايد فيها تشكل المنخفضات مثل : خليج جنوة ، وبحر الادرياتيك طوال العام ، بينما تتكون في فصل الشتاء فقط فوق الساحل الشرقي للمتوسط وحول جزيرة قبرص وجنوب غرب تركيا .

ـ تتلاشى أكثر هذه المنخفضات فوق البحر أو بجواره ، ويصل نصفها فقط شتاء الى منطقة الجزيرة بين دجلة والفرات ، وقد يمتد تأثير بعضها حتى ايران وأفغانستان .

ـ نادراً ما يمتد الهواء البارد الرطب جنوب المتوسط باتجاه بلاد المغرب العربي ، ويحدث ذلك شتاء فقط ، وهذا ما يفسر التناقص السريع لكميات الهطول كلما ابتعدنا عن البحر ، وتزايد طول فصل الجفاف .

ـ ينتج عن تشكل المنخفضات وتحركها ، هبوب رياح محلية في حوض البحر الأبيض المتوسط تأخذ اسماء محلية عديدة حسب المنطقة وهي :

ـ السيركو	Sirocco	في المغرب .
ـ ترامونتان	Tramontane	في جبال البيرنيه .
ـ ميسترال	Mystral	في فرنسا .
ـ خماسين	Khamasine	في مصر .

ـ يكون فصل الصيف أكثر استقراراً وثباتاً ، ونادراً ما تهب رياح باردة تكثر على السواحل الشمالية الغربية ، ومنطقة البحر الأسود .

١١ـ٣ـ٢ـ ميزات المناخ المتوسطي Caractéristiques du climat :

أهم ميزات هذا المناخ ما يلي :

١ ـ إن أهم صفة مناخية عامة تميز المناخ المتوسطي هي كميات الهطول القليلة التي نادراً ما تتعدى ١٠٠٠ مم سنوياً ، وتناقصها بانتظام كلما ابتعدنا عن السواحل باتجاه المدار أو نحو داخل القارات ، نتيجة تناقص فاعلية الاضطراب الجوي ، وتلعب الحواجز الطبوغرافية دوراً فاعلاً في هذا التناقص ، رغم أن بعض هذه الحواجز يكون سبباً في سقوط كميات من الهطولات تفوق المتوسط ، فتبلغ ٢٠٠٠ مم في جبال الريف والمراكش ، وجبال الأطلس ، وتتلقى بعض الوديان في جبال الألب ٥٠٠٠ مم في السنة ، وقد تصل كميات الهطول الى حد أقصى يبلغ ٨٠٠٠ مم / سنة .

٢ ــ تسقط معظم الأمطار في الموسم الرطب ، ويكون الهطول شتوياً في أكثر الأحيان ، نتيجة تأثير الجبهات الباردة القادمة باتجاه البحر الأبيض المتوسط ، وتصل نسبة هذا الهطول حتى ٥٠ ــ ٧٠٪ من مجموع الهطول السنوي ، ويطول موسم الهطول ليشمل أجزاء من الخريف والربيع ، كما يكون الهطول العاصف ممثلاً على الشواطىء الشمالية عادة .

٣ ــ يمتاز المناخ المتوسطي بفصل الصيف الحار والجاف الذي يقل أو يندر فيه سقوط الأمطار ، والذي يمتد من أواسط الربيع أو أوائله حتى منتصف الخريف ، ولهذا لا يزيد عدد أيام الأمطار : Jours de pluie على ٤٠ ــ ١٠٠ يوم في معظم المناطق ذات المناخ المتوسطي .

٤ ــ قد تهطل كميات من الأمطار تزيد على ٤٠٠ ــ ٥٠٠ مم خلال يوم واحد في المناطق الفرنسية والايطالية بصورة استثنائية ، لكن هطول ٢٠٠ ــ ٣٠٠ مم / يوم ممكن في مناطق أخرى عديدة .

٥ ــ تكون مدة سطوع الشمس طويلة ، فهي تزيد على ٢٥٠٠ ساعة ، وقد تصل الى ٣٠٠٠ ساعة / سنة ، كما تتعدى ذلك في المناطق قليلة الهطول .

٦ ــ يمتاز النظام الحراري : Le régime thermique بالتباين الشديد بين الشتاء المعتدل البارد أو شديد البرودة ، والصيف الحار الجاف ، إذ يزيد متوسط درجات الحرارة للأشهر برودة على + ١٠° م في معظم المناطق ما عدا السواحل الشمالية التي تكون حرارتها أقل .

٧ ــ يزيد عدد أيام الصقيع Jours de gel على ٣٠ ــ ٤٠ يوماً / سنة في جنوب أوروبا ، ويقل عن ١٥ ــ ٣٠ يوماً / سنة في باقي المناطق ، وتهب على المنطقة رياح شمالية باردة تؤدي الى انخفاض الحرارة الى تحت الصفر حتى في المناطق المحاذية للصحراء بعيداً عن السواحل الدافئة .

٨ ــ يكون الصيف حاراً عامة ، وتزيد درجات الحرارة العظمى على + ٤٠° م

ويتسع التباين الحراري كلما ابتعدنا عن السواحل ، وهذا يسبب زيادة كميات التبخر السنوي على ٥٠٠ ــ ١٠٠٠ مم .

٩ ــ اختلاف سرعة هبوب الرياح واتجاهها من منطقة لأخرى .

١٠ــ يستمر موسم نمو النباتات لفترات طويلة تبلغ ٨ ــ ٩ أشهر / سنة ، ويتوقف عادة بسبب الجفاف في جنوب المتوسط وشرقه وبسبب الصقيع في شماله .

١١ــ٣ــ٣ــ الجبال المتوسطية Les montagnes méditerranéennes :

يظهر تنوع مدهش في المناخ السائد فوق الجبال المحيطة بحوض البحر الأبيض المتوسط ، ويمكن تمييز الحالات التالية :

ــ الجبال القريبة من المناطق ذات المناخ المحيطي ــ تكون شديدة الرطوبة مع أمطار صيفية .

ــ الجبال القريبة من المناطق ذات المناخ الصحراوي ــ تكون جافة صيفاً مع أمطار وثلوج شتوية .

ــ الجبال الأوروبية : تكون ذات مناخ بارد وهطولات غزيرة وشتاء طويل .

١١ــ٣ــ٤ــ اقسام المناخ المتوسطي :

هناك تباينات كبيرة في المعطيات المناخية المتوسطية تؤثر في النباتات الطبيعية والمحاصيل المزروعة ، والنشاطات الحيوية والانسانية كافة ، نذكر منها :

ــ كميات الهطول : التي تتراوح بين ٢٠ مم أو أقل وحتى أكثر من ٢٠٠٠ مم في السنة .

ــ عدد أيام الصقيع : التي تتراوح بين ٠ و ٢٠٠ يوم في السنة .

ــ درجات الحرارة الدنيا لأبرد شهر : التي تتراوح بين + ٥ و ــ ٢٠° م .

ــ كمية التبخر نتح الممكن E.T.P. : التي تتراوح بين ١٠٠٠ و ١٨٠٠ مم سنوياً .

١ ــ يقسم المنـاخ المتوسطي حسب الهطولات Pluviosité (P) الـى الأقسام التالية :

اسم المناخ (متوسطي)		كمية الهطول السنوي
١ ــ فوق رطب	Super - humide	> ١٢٠٠ مم
٢ ــ رطب	Humide	٨٠٠ ــ ١٢٠٠ مم
٣ ــ تحت رطب	Sub - humide	٦٠٠ ــ ٨٠٠ مم
٤ ــ نصف جاف	Semi - aride	٤٠٠ ــ ٦٠٠ مم
٥ ــ جاف اعلى	Aride supérieur	٣٠٠ ــ ٤٠٠ مم
٦ ــ جاف متوسط	Aride moyen	٢٠٠ ــ ٣٠٠ مم
٧ ــ جاف ادنى	Aride inférieur	١٠٠ ــ ٢٠٠ مم
٨ ــ صحراوي اعلى	Saharien supérieur	٥٠ ــ ١٠٠ مم
٩ ــ صحراوي ادنى	Saharien inférieur	٢٠ ــ ٥٠ مم
١٠ــ صحراوي حقيقي (غير متوسطي)	Eu saharien	< ٥٠ مم

٢ ــ يقسم المناخ المتوسطي حسب درجات الحرارة الدنيا M وطول فترة الصقيع الى الأقسام التالية :

ميزة المناخ المتوسطي	طول فترة الصقيع السنوي	قيمة $\overline{M}$
١ ـ ذو شتاء حار جداً	بدون صقيع في العراء	+ > ٩
	٠ يوماً	
٢ ـ ذو شتاء حار	بدون صقيع تحت الغطاء	+ ٧ ـ ٩
	٠ يوماً	
٣ ـ ذو شتاء لطيف	١ ـ ١٠ ايام/سنة	+ ٥ ـ ٧
٤ ـ ذو شتاء معتدل	١٠ ـ ٢٠ يوماً/سنة	+ ٣ ـ ٥
٥ ـ ذو شتاء مائل للبرودة	٢٠ ـ ٣٠ يوماً/سنة	(+ ١) ـ (ـ ٣)
٦ ـ ذو شتاء بارد	٣٠ ـ ٦٠ يوماً/سنة	(ـ ٢) ـ (+ ١)
٧ ـ ذو شتاء شديد البرودة	٦٠ ـ ١٢٠ يوماً/سنة	(ـ ٥) ـ (ـ ٢)
٨ ـ أعالي الجبال	> ١٢٠ يوماً/سنة	ـ ٥ >

وبناء على هذه التقسيمات يمكن رسم مناطق مناخية متماثلة : Zones homoclimatiques ضمن مخطط بياني تمثل على محور السينات فيه قيم $\overline{M}$ وعلى محور العينات قيم P ، وتوضع عليه المحطات المناخية المدروسة .

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الجلسة العملية الثانية عشرة

١٢ ـ المناخات بين المدارية Les climats intertropicaux :

تسيطر المناخات بين المدارية وتحت المدارية على مناطق شاسعة من سطح الأرض ، حتى إذا استبعدنا المناطق التي تمتاز بالمناخ الصحراوي ، فهي تغطي أميركا الوسطى وجزر الأنتيل ، والجزء الأكبر من أميركا الجنوبية وافريقيا ، كما تمتد على معظم مناطق شبه القارة الهندية وجنوب شرق آسيا ، وعلى جزء كبير من استراليا ، وتضم هذه المناطق بعض الدول الأكثر سكاناً في العالم .

تمتاز هذه المناخات بدرجات الحرارة المرتفعة التي تسود خلال معظم اشهر السنة ، إذ تزيد درجة الحرارة المتوسطة للشهر الأبرد على + ١٨° م ، ويلاحظ التباين اليومي بشكل أوضح من التباين الفصلي أو السنوي الذي يمتاز بانتظام حراري : Homogénéité thermique . ويكون الهطول مستمراً وغزيراً بحيث يهطل ١٠٠٠٠ ـ ١١٠٠٠ مم في جزر هاواي سنوياً ، ويتناقص بسرعة ليصبح نادراً أو شبه معدوم في المناطق الصحراوية المجاورة .

أما أهم السمات الرئيسة لهذه المناخات فتلخص بالآتي :

١٢ـ١ـ دورة الرياح العامة Lacirculation générale :

كانت هذه المناطق شبه خالية من المحطات المناخية في الماضي ، وكانت المعلومات عن الطقس والمناخ ترد من بعض المحطات الساحلية أو من بعض السفن التي تجوب البحار المدارية خلال القرن التاسع عشر والنصف الأول من القرن العشرين . وقد مكن تطور الأرصاد الجوية في النصف الثاني من هذا القرن من رسم صورة أكثر

دقة وواقعية لهذه المناخات ، ويمكن تلخيص حركة الرياح في المناطق الاستوائية والمدارية على النحو التالي :

١ ـ تنشأ رياح الصابئات (الأليزيه) عن وجود منطقة ضغط مرتفع تحت مدارية ومنطقة ضغط منخفض استوائية بصورة شبه دائمة .

٢ ـ يتركز حزام الضغط المرتفع تحت المداري بين خطي عرض ٢٠° و ٤٠° شمالاً وجنوباً ، ولكنه يختلف من حيث الشدة والاستمرارية ، فهو يكاد ينعدم فوق القارات ، ويبلغ حده الأعظمي فوق الجزء الشرقي من المحيطات .

٣ ـ ينتج عن هذا الاختلاف في قيم الضغط المرتفع تباين في شدة الرياح واتجاهها .

٤ ـ ثبت أن تيارات رياح الأليزيه قليلة السماكة بحيث يكون حدها الأعلى عبارة عن طبقة من الهواء الساخن ، ولذلك تتشكل الغيوم الركامية تحت هذا الحد .

٥ ـ تنشأ رياح الأليزيه فوق المحيطات وتبلغ أشدها عند السواحل الشرقية للمحيطين الأطلسي والهادي .

٦ ـ تخضع هذه الرياح لتباينات فصلية في المناخات تحت المدارية ، وقد يصل تأثيرها الى المناطق الاستوائية .

٧ ـ تتناقص شدتها كلما اقتربت من خط الاستواء لتتلاشى في منطقة السكون الإستوائي .

٨ ـ تمتاز حركة الرياح في المناخات تحت المدارية بكونها شرقية المنشأ تهب باتجاه الغرب ، وبخاصة في الطبقات المنخفضة والمتوسطة من الغلاف الجوي .

١٢ـ٢ـ آلية الهطول Les mécanismes pluviométriqués :

يمتاز الطقس بثباته ونظامه اليومي المستمر على النحو التالي :

ـ تكون السماء صافية عند الصباح ، ويبدأ تشكل الغيوم قبيل الظهر .

ـ تتكاثر غيوم الحمل : Les nuages convectifs عند الظهر .

ـ تنتج عن هذه الغيوم هطولات متفرقة ومتقطعة عادة في معظم المناطق .

ـ قد تتعرض بعض المناطق لأمطار غزيرة تهطل على مساحات واسعة ، ولا تخضع مثل هذه الأمطار للنظام المبين أعلاه .

ويتصف الهطول ببعض الصفات التي تميزه عن الهطول في المناطق المعتدلة وهي:

١ ـ قلة تواتر هطول الأمطار الناتجة عن الجبهات ، لأن مثل هذه الجبهات نادرة المرور فوق هذه المناطق ، وفي حال وصول بعض الجبهات القطبية الباردة تكون ضعيفة ، وتتلاشى بسرعة ، وقد تحدث هطولات متباينة في الشتاء خاصة في غرب المحيطات .

٢ ـ يؤدي تباعد التيارات الهوائية أو تقاربها :

Les divergence ou les convergences du veut الى تبدل سرعة الرياح واتجاهها، رغم أن حرارة هذه الرياح ورطوبتها تبقيان ثابتتين تقريباً ، وبصورة عامة فان التباعد في المجال الأفقي يؤدي الى استقرار الطقس واستمرار فترة الجفاف Subsidence et sécheresse ، بينما يسبب التقارب والتلاقي تشكل غيوم الحمل ، والطقس العاصف الممطر .

٣ ـ لابد لحدوث الامطار من وجود كتل هوائية ضخمة ، حارة ورطبة متجانسة تزيد سماكتها على عدة آلاف من الأمتار ، تكون ذات منشأ استوائي عادة ، وتتلاقى مع رياح الأليزيه ، وينتج الهطول الشديد بسبب التضاريس : Effet orographique والهطول الخفيف بغيابها .

١٢ـ٣ـ الأعاصير الإستوائية Les cyclones tropicaux :

وهي أعاصير هائلة ذات منشأ استوائي أصبحت معروفة جيداً وغدا من الممكن رصدها اعتباراً من المنشأ ، ورسم خطوط سيرها ، وبيان شدة الدمار الممكن أن

تخلفه وراءها ، وتسمى الأعاصير أسماء علم مؤنثة حسب التسلسل الهجائي ، وذلك حتى يمكن الإنذار بحدوثها واتخاذ الاجراءات الكفيلة باتقاء سرها ، وهي لا تصيب المناطق بين المدارية كافة ، ويمكن تلخيص أهم ميزاتها بما يلي :

١ ــ تتشكل فوق البحار والمحيطات فقط ولهذا فهي تجتاح الجزر والسواحل، وتتناقص آثارها كلما تعمقت فوق اليابسة .

٢ ــ لا تصل آثارها الى مناطق العروض العليا حيث يسود الضغط المرتفع ، ولا تمر من مناطق الضغط المنخفض بين خطي عرض ٨° شمالاً و ٥° جنوباً إلا نادراً .

٣ ــ ينحصر أثرها فوق مناطق رياح الأليزيه فقط ، وتتبع الاتجاه الرئيسي لهذه الرياح .

٤ ــ تتشكل فوق المحيطات كافة ، ويبدأ تشكلها فوق المياه الحارة التي تتعدى حرارة سطحها + ٢٦° م ، وتتناقص شدتها مع انخفاض الحرارة .

٥ ــ أهم مناطق التشكل : المحيط الهندي ــ البحر الكاريبي ــ أواسط المحيط الهادي .

٦ ــ يزداد تأثيرها في السواحل الشرقية للقارات بشكل خاص .

٧ ــ ذات مظهر فصلي فهي تظهر فقط في نهاية الصيف وبداية الخريف أي نهاية الفصل الحار .

٨ ــ تبدأ على شكل عواصف استوائية ، وتترافق مع رياح شديدة .

٩ ــ يتكون من ٥ ــ ٢٠ إعصاراً في كل منطقة سنوياً .

١٠ــ تتم مراقبة الأعاصير ورصدها وتتبعها لتخفيف آثارها المدمرة .

١٢ــ٤ــ اقسام المناخات بين المدارية :

تقسم المناخات بين المدارية الى الأقسام التالية :

١٢ـ٤ـ١ـ المناخات الاستوائية وتحت الإستوائية :

: Les climats équatoriaux et subéquatoriaux

يبدو من الصعب رسم الحدود الفاصلة بين هذين القسمين خاصة وأنهما يسيطران على مناطق جغرافية متشابهة ذات غطاء نباتي مميز (الغابات الاستوائية) تشمل : حوض الأمازون ـ غويانا ـ ساحل كولومبيا ـ جزر أواسط المحيط الهادي ـ غينيا الجديدة ـ سيلان ـ حوض الكونغو ـ الغابون ـ الكاميرون ـ خليج غينية ـ ومرتفعات افريقيا الشرقية ، تشكل هذه المناطق شريطاً ضيقاً على جانبي خط الاستواء وبخاصة شماله ، يسود فيها مناخ مستقر يمتاز بالصفات التالية:

١ ـ الضغط : يكون الضغط منخفضاً عادة بشكل مستمر دون تباينات كبيرة، مما يؤدي الى سكون شبه تام ، وتكون الرياح ضعيفة ونادرة ، ويلاحظ نسيم البر والبحر الذي يجعل مناخ السواحل ألطف من الداخل .

٢ ـ النظام الحراري : تكون درجات الحرارة المتوسطة ثابتة تقريباً طوال العام ، إذ تتراوح بين ٢٦ و ٢٧° م سواء على السواحل أو في الداخل ، ويكون التباين الفصلي ضعيفاً ولا يزيد الفرق بين درجات الحرارة الدنيا والعظمى المتوسطة على ٣° م . ونادراً ما ترتفع الحرارة على ٣٧° م ، وقد يصل المدى الحراري الى ١٠° م في الأيام الصاحية ، بينما لا يتجاوز ٥° م في الأيام الغائمة .

يعود هذا التناسب الحراري الى انتظام السطوع الشمسي طوال العام ، ويعزى التباين اليومي الى سرعة إشباع الهواء ببخار الماء وتشكل الغيوم يومياً ، وتتراوح مدة السطوع الشمسي بين ١٠٠٠ ـ ٢٠٠٠ ساعة سنوياً أي ¼ الى ½ مدة السطوع النظري الممكن الذي قد يصل الى ٤٠٠٠ ساعة / سنوياً .

٣ ـ الهطول : يكون الهطول غزيراً دائماً ، على شكل زخات قوية عاصفة غالباً ، وتزيد كميته على ١٥٠٠ ـ ٢٠٠٠ مم سنوياً في معظم المناطق ، وقد يصل الى ٢٥٠ يوماً / سنة في حوض الأمازون ، ونادراً ما يتعدى ٣٠٠ يوم / سنة في المناطق

ذات الهطول شبه المستمر ؛ ويلاحظ وجود فصل جفاف قصير يترافق مع تراجع الهواء الاستوائي باتجاه المدار .

١٢ـ٤ـ٢ـ المناخات المدارية Les climats tropicaux :

يمتاز المناخ المداري بفصل صيف ممطر ورطب وفصل شتاء جاف ، وهو يسيطر على مساحات واسعة حول المدارين تحدها المناخات الصحراوية من جهة والمناخات الاستوائية من جهة أخرى ، ويصل طول فصل الجفاف الى ثلاثة أشهر أو أكثر ، ويتوزع الهطول على فترة ٣ ـ ٦ أشهر على الأقل .

تسود الغابات المتفرقة المفتوحة La forêt claire والساقانا الشجرية La savanne arborée في هذه المناطق .

يشمل هذا المناخ ما تبقى من المساحات بين المدارين ما عدا السواحل ، ويمكن تحديد الخط الفاصل بينه وبين المناخات الصحراوية الجافة بخط الأمطار ٢٥٠ مم ، أو بوجود شهرين ممطرين على الأقل في المناطق المدارية صيفاً ، وهذا يتطابق مع حدود زراعة الذرة البيضاء Sorgho عند خط العرض ١٦° تقريباً .

وهكذا نجد أن هذه المناخات تمتاز بالبساطة والاستمرارية حيث يكون الشتاء جافاً تماماً والصيف ممطراً رطباً ، وتتناقص كميات الهطول وطول موسم الأمطار والرطوبة كلما اتجهنا نحو الصحراء ، هذا مع تزايد ارتفاع درجات الحرارة ، ويمكن تمييز الأقسام التالية ضمن المناخ المداري (افريقيا واستراليا خاصة) :

١ ـ مناخات مدارية نصف رطبة (سودانية ـ غينية) .

٢ ـ مناخات مدارية جافة (ساحلية ـ سودانية) .

٣ ـ مناخات مدارية تحت صحراوية (ساحلية ـ صحراوية) .

١٢ـ٤ـ٣ـ مناخات الصابئات (رياح الأليزيه) Les climats d'alizé :

تسود المناخات المدارية على الأجزاء الغربية من القارات القريبة من المحيطات فقط ، أما الجزر والأجزاء الشرقية من اليابسة فتسيطر عليها تيارات رياح الأليزيه المستمرة ، التي تكون مشبعة ببخار المـاء نتيجة مرورها فوق ميـاه المحيطات لمسافات طويلة .

تمتاز تيارات الأليزيه بأنها ثابتة السرعة تهب قرب سطح الأرض وحتى ارتفاعات قليلة ، لا تلبث أن تصعد الى الأعلى عند مصادفتها حاجزاً طبوغرافياً ، كما تتأثر هذه التيارات بالاضطرابات المحلية التي تحصل خلال فصل الصيف ، ويمكن أن تتأثر أيضاً بجبهات باردة من أصل قطبي في نصف الكرة الجنوبي .

يكون الهطول في هذه المناخات شحيحاً فوق المحيطات ، ولكنه يتزايد فوق الجزر والقارات خاصـة بوجود التضاريس وحتى الهضـاب ، حيث تسقط على السفوح المعرضة للرياح كميات من الأمطار أكثر بكثير من الكميات التي تتلقاها السفوح المحمية حيث تصبح الرياح فوقها حارة وجافة .

وقد سجلت أكبر كميات من الهطول وصلت الى ١٢٠٠٠ مم سنوياً على السواحل والسفوح المعرضة مقابل ٥٠٠ مم فقط على السفوح المحمية في جزر هاواي Hawai مع أن المسافة بين هذه السفوح لا تزيد على عدة كيلومترات فقط ، كما سجلت محطات الأرصاد في جزيرة تاهيتي Tahiti :

٣٥٠٠ مم مطراً هطلت خلال ٢٠٠ يوم عـلى السفوح المعرضـة مقـابل ١٤١٠ مم مطراً هطلت خلال ١٢٠ يوماً على السفوح المحمية .

ورغم الفروق الواضحة في كميات الهطول يلاحظ أن درجات الحرارة تبقى متقاربة ضمن هذه المناخات، ويقدر المتوسط السنوي للحرارة المتوسطة بـ ٢٠ـ٢٥°م ـ ٢ الى ٤° م .

أما التوزع الفصلي للهطول فيظهر بعض الشذوذ، حيث يترافق الهطول الشديد مع فصل الشتاء ، ومع هذا يبقى فصل الصيف كثير الهطول ، بل قد يزيد طول موسم الأمطار في الصيف عليه في الشتاء .

تخضع هذه المناخات لتأثير المنخفضات المدارية ، والمرتفعات الجوية ، ويلعب نسيم البحر ونسيم البر دوراً رئيساً في توزع الهطول وبدايته ، ونظراً لقرب صفات هذه المناخات من المناخات الاستوائية فانه من الصعب رسم الحدود الفاصلة بينها ، ويمكن تمييزها بعدم انتظام الهطول ، وسقوطه على شكل زخات مستمرة لفترة طويلة ، وسيادة الهطول الليلي في أكثر الأحيان .

١٢ـ٤ـ٤ـ مناخات الجبال Les climats de mantagne :

تتأثر الجبال بالمناخات التي تسود حولها في المناطق بين المدارية مع بعض الاختلاف في النظام الحراري ، ونذكر على سبيل المثال جبال الأنديز الاستوائية Les andes équatoriales التي يسود على سفوحها المناخ المسيطر نفسه على سهول الأمازون ، ويلاحظ تزايد كميات الهطول حتى ارتفاع معين ، ثم تعود الأمطار والرطوبة للتناقص ، حيث تقل كمية الأمطار عن ٥٠٠ مم في جبال البيرو وبوليفيا على ارتفاع ٤٠٠٠ م . كما تلاحظ الظاهرة نفسها في جبال كينيا حيث يهطل أكثر من ٢٠٠٠ مم على السفوح المعرضة للرياح على ارتفاع ٢٥٠٠ م ، ويتناقص الهطول تدريجياً ليصل الى ٧٥٠ مم على ارتفاع ٥٢٠٠ م ، وفي جبال كلمنجارو يهطل ١٨٠٠ مم عند ارتفاع ٣٠٠٠ م ولا يسقط سوى ٢٠٠ مم فقط عند ارتفاع ٤٠٠٠ مم وينذر هطول الأمطار عند القمة على ارتفاع ٥٩٠٠ م .

. ويسيطر على هذه الجبال نظام حراري أكثر انتظاماً منه في السهول ، إذ تكون التباينات الفصلية قليلة جداً ، ويلاحظ فروق واضحة بين درجات الحرارة المسجلة على الارتفاع نفسه بين جبل وآخر ، ويمكن أن تصل هذه الفروق الى ٥ ــ ١٠° م ، وتزداد التباينات الحرارية مع الارتفاع عامة .

١٢ـ٤ـ٥ـ الواجهات الشرقية للقارات Les faces est des continents

والمناخات الموسمية الآسيوية et la mousson asiatique

يسيطر على السواحل الشرقية للقارات المناخات العامة ، وتظهر آثار المناخات المدارية بوضوح ، بينما تغيب المناخات الصحراوية أو المتوسطية ، ولهذا تنعدم المناخات التي تمتاز بصيف حار ورطب ، ويعود ذلك لغياب المرتفعات الجوية تحت المدارية أو لضعفها .

تتأثر هذه الواجهات صيفاً بالجبهات الاستوائية التي تدفعها جبهات مدارية رطبة قد تصل الى خط العرض ٤٠° شمالاً حاملة معها الرطوبة والحرارة العالية ، أما في الشتاء فتندفع الجبهات القطبية الباردة باتجاه المدارين ، وتسبب شتاءً قاسياً وثلجياً أحياناً ، مما يؤدي الى التباين الواضح في درجات الحرارة .

ومن الأمثلة على هذه المناخات نذكر مناخات السواحل الجنوبية الشرقية لقارة آسيا ، التي تمتاز بالصفات المناخية التالية :

١ ـ تهب الرياح شتاء بانتظام من اليابسة باتجاه البحر حاملة معها الجفاف والبرودة ، وتسمى الرياح الموسمية الشتوية : La mousson d'hiver .

٢ ـ تهب الرياح خلال فصل الصيف من المحيطات باتجاه القارة الآسيوية ، حاملة معها الحرارة والرطوبة العالية ، وتسمى الرياح الموسمية الصيفية La mousson d'été ، والتي غالباً ما تصل الى أعماق القارة .

ويمكن تمييز الرياح الموسمية التالية :

ـ **الرياح الموسمية اليابانية** La mousson japonaise :

وهي رياح جافة وباردة بسبب تأثرها بالمرتفع الجوي السيبيري شتاء ، ويمتد تأثيرها ليشمل الشرق الأقصى السوفييتي وشمال الصين ، ومنشوريا وحتى اليابان ،

أما في الصيف فيغلب تأثير المنخفض الجوي تحت المداري الذي يتشكل فوق المحيط الهادي على الرياح اليابانية التي تغطي الصين واليابان ، وتسقط معظم الهطولات في هذا الفصل ، وهكذا يسود المناخ المعتدل ذو الشتاء البارد والجاف وذو الصيف الرطب والممطر .

ـ الرياح الموسمية الهند الصينية La mousson indochinoise :

تؤثر هذه الرياح في جنوب الصين وشبه قارة الهند الصينية ، تسيطر عليها في الشتاء الرياح الباردة والجبهات السيبيرية القارية ، ويتناقص تأثيرها كلما اتجهت نحو الجنوب بحيث لا يتعدى خط العرض ٢٠° شمال خط الاستواء ، هذا وينتج عنها هطولات شتوية متباينة ، مع تباينات حرارية تختلف حسب برودة الجبهة وشدة تأثيرها .

أما في جنوب خط العرض ٢٠° فتسود الرياح الشمالية التي تزيد من قوتها المنخفضات الجوية الاسترالية ، والتي تسبب تسخين هذه الرياح، وتمتاز هذه المناطق بشتاء جاف وحار كما في لاوس وكمبوديا ، وتايلاند ، ويكون الصيف صاحياً حاراً ورطباً ، وقد تهطل بعض الأمطار أحياناً بفعل الاضطرابات الجوية المحلية ذات المنشأ التضاريسي ، أو القادمة من الشرق أو من المناطق المدارية .

ـ الرياح الموسمية الهندية La mousson indienne :

وهي مختلفة تماماً عن سابقتها بسبب سلسلة جبال الهيمالايا التي تقف حاجزاً قوياً أمام وصول الجبهات الهوائية السيبيرية ، وقد تصل الى الهند بقايا الرياح القطبية الضعيفة والجافة التي تهب من الغرب والشمال الغربي ، تتشكل المنخفضات الجوية فوق الهيمالايا بسبب التيار النفاث الذي يمر جنوب هذه الجبال ، والذي يكون مصحوباً بهطولات خفيفة .

وتسود فوق القسم الباقي من شبه القارة الهندية رياح شرقية الى شمالية

شرقية خفيفة تشبه رياح الأليزيه الشمالية ، أما في أقصى الجنوب فيكون المنـاخ مدارياً جافاً .

يكون الشتاء صاحياً وجافاً ، وترتفع الحرارة تدريجياً في الربيع ، وتصل نهايتها العظمى في شهر أيار ، كما في باقي المناخات المدارية الجافة ، وتؤثر الرياح الموسمية بشدة في الهند ، ولا تهطل الأمطار إلا نتيجة تأثير التضاريس أو الاضطراب الجوي القادم من خليج البنغال أو الخليج العربي .

هذا ويمكن إيجاز أهم خصائص مناخات الرياح الموسمية التي تسيطر على جنوب شرق آسيا بما يلي :

١ ــ التباين الشديد بين فصلي الشتاء والربيع .

٢ ــ الرياح الموسمية الصيفية ذات المنشأ المداري .

٣ ــ لا تسبب هذه الرياح هطولات غزيرة بسبب ضعف فاعليتها .

٤ ــ تهطل الأمطار بتأثير الجبهات أو الاضطراب القادم من الشرق أو الغرب .

٥ ــ تتباين فاعلية هذه الأمطار من سنة لأخرى بشكل كبير .

٦ ــ تكون كميات الأمطار مختلفة من مكان لآخر ومن عام لآخر .

٧ ــ تختلف مدة هبوب الرياح الموسمية من مكان لآخر ، وتتراوح بين ٤ ــ ٨ أشهر / سنوياً .

٨ ــ قلة الهطولات الشتوية وعدم انتظامها ، وارتباطها بالاضطراب الجوي ، ما عدا اليابان .

٩ ــ انحباس الأمطار الشتوية تماماً كما في الهند وبيرمانيا وتايلاند ومعظم الصـين .

١٠ــ التباين الشديد في درجات الحرارة ، واختلاف المـدى الحراري بين منطقة وأخرى ، ونورد بعض الأمثلة على هذا الاختلاف :

البلد او المدينة	الحرارة الدنيا	الحرارة العظمى
اليابان	٠° م	+ ٤٦° م
نيودلهي	− ٢° م	+ ٤٧° م
هونكونغ	٠° م	+ ٣٨° م
شنغهاي	− ١٢° م	+ ٤٠° م
هيروشيما	− ٨° م	+ ٣٨° م

* * *

جامعة دمشق Damascus University

أهم المعطيات المناخية المسجلة لمحطات مختارة في القطر العربي السوري

في الفترة الواقعة بين ١٩٥٥ ـ ١٩٧٥

« عن المرجع المناخي الزراعي للجمهورية العربية السورية »

(المديريـــة العامـــة للأرصـــاد الجويـــة)

Damascus University

المعدل اليومي للحرارة العظمى للهواء (° م)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
كسب	8.3	9.9	13.4	17.3	21.3	24.5	26.0	26.9	25.7	22.4	16.7	10.8	18.6
صلنفة	6.7	7.7	10.7	15.0	19.3	22.6	24.1	25.2	23.5	19.9	14.4	9.2	16.5
قدموس	8.0	9.2	12.0	16.1	20.3	23.4	25.1	25.8	24.3	21.2	15.7	10.6	17.6
مصياف	9.3	11.3	15.1	19.7	24.8	28.5	29.8	31.0	29.3	25.4	17.9	10.9	21.1
صافيتا	13.0	14.1	17.1	20.8	24.6	27.8	28.9	29.9	29.1	26.3	20.8	14.9	22.3
جسر الشغور	12.1	14.6	18.5	23.0	28.6	31.6	33.3	33.9	32.2	28.1	20.5	1 3.2	24.1
المينا البيضا	15.3	16.6	18.7	21.7	24.5	27.8	29.8	31.0	29.6	26.9	22.2	17.1	23.4
طرطوس	15.9	16.5	18.7	22.0	25.1	27.7	29.2	30.1	29.4	27.2	22.8	17.7	23.5
الزيداني	9.0	10.4	13.9	18.6	23.9	28.7	31.2	32.0	30.6	25.5	18.1	11.8	21.1
القنيطرة	9.4	10.9	13.8	18.0	23.2	27.3	28.1	29.1	26.8	24.2	17.9	12.2	20.1
دمشق	10.8	12.7	16.8	22.1	28.9	35.9	40.0	39.8	35.1	28.4	19.5	12.7	25.3
تل علو	11.2	13.3	17.3	22.6	29.9	36.9	40.7	40.4	35.6	29.0	20.0	12.9	25.8
ادلب	9.4	12.2	16.4	21.7	27.1	31.2	32.7	33.5	31.6	26.6	18.7	11.3	22.7
حمص	11.1	13.4	17.0	22.0	27.0	30.9	32.0	32.9	31.2	27.0	19.7	12.9	23.1
قطينة	10.5	12.5	15.9	20.3	24.4	27.0	27.7	28.8	28.4	25.5	19.2	12.5	21.1

المعدل اليومي للحرارة العظمى للهواء (° م)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
معلولا	8.3	9.9	13.8	18.8	23.9	28.9	31.6	31.9	28.3	23.0	15.8	10.3	20.4
دمكوس	6.1	7.2	10.9	15.5	20.7	25.0	28.4	28.6	25.0	20.0	13.1	8.1	17.4
جرابلس	10.3	12.6	17.4	23.2	29.4	35.1	38.8	38.6	34.3	27.9	19.6	12.1	24.9
الحسكة	11.2	13.7	18.1	23.8	30.5	36.4	40.1	39.7	35.3	28.7	20.0	12.8	25.9
حلب	10.2	12.6	16.9	22.4	28.6	33.6	35.9	36.2	33.0	27.3	19.0	11.9	24.0
الرقة	11.7	14.5	19.0	24.9	30.9	36.2	38.7	38.1	34.4	28.7	20.3	13.4	25.9
حماة	11.6	14.1	18.1	23.6	29.5	34.2	36.2	36.7	33.7	28.3	20.3	13.2	25.0
دير الزور	12.5	15.3	19.9	25.5	31.5	37.1	39.9	39.7	35.5	29.5	21.1	14.1	26.8
تدمر	12.2	14.9	19.5	25.1	30.4	35.4	37.8	37.9	34.3	28.5	20.2	13.8	25.8
أبو كمال	13.6	16.5	21.1	26.7	32.7	37.8	40.3	40.2	36.3	30.3	21.8	15.2	27.7
القريتين	10.3	12.6	16.6	22.1	26.5	31.0	32.8	32.9	30.2	25.4	17.9	12.2	22.5
مصيابا	10.2	11.3	14.7	19.1	24.2	28.5	30.8	31.6	28.9	24.4	17.6	12.1	21.1
ميسلون	9.0	10.6	14.0	18.5	23.9	28.6	31.5	30.9	28.6	23.8	16.5	10.9	20.6
فيق	14.5	15.9	18.4	23.0	28.3	31.8	32.3	32.9	30.8	28.3	22.5	17.1	24.7
صلخد	8.1	9.7	13.0	17.6	22.8	27.2	28.7	29.4	27.8	23.1	16.1	10.2	19.5

المعدل الشهري للحرارة العظمى (° م)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١
صلنفة	12.9	14.5	19.4	24.7	27.8	29.2	28.8	30.3	29.3	27.0	20.8	16.4
مصياف	14.6	16.8	22.3	27.4	32.4	34.3	35.2	36.6	35.3	31.1	23.9	18.2
جسر الشغور	17.3	19.7	25.2	30.9	35.6	38.0	37.6	39.3	37.5	33.7	26.0	19.1
طرطوس	20.7	22.6	24.2	31.7	34.7	34.3	31.9	32.1	32.7	33.4	28.4	22.9
العريضة	17.8	19.2	20.6	30.9	34.5	34.8	34.5	35.1	35.5	33.5	27.1	19.7
الزبداني	15.0	18.1	22.4	26.7	30.6	33.8	35.6	36.5	33.6	29.7	23.5	18.5
القنيطرة	14.9	18.4	22.4	27.7	31.9	34.0	33.4	34.7	32.2	30.8	24.4	19.5
القامشلي	16.1	18.2	23.4	29.3	36.0	40.9	43.8	43.7	39.4	34.0	26.3	18.9
ادلب	14.9	17.8	23.6	29.8	35.1	37.7	37.7	39.0	36.8	29.9	24.5	17.4
معرة النعمان	14.9	17.5	23.5	29.2	35.0	38.1	39.6	39.8	36.9	32.9	24.8	17.5
الحسكة	16.0	19.4	25.1	31.9	37.5	36.8	44.1	43.7	39.6	34.5	26.3	18.4
حلب	15.1	18.2	22.6	30.4	36.0	39.0	40.1	40.6	37.5	33.3	25.1	17.4
الرقة	16.4	20.6	26.2	32.8	37.8	41.3	42.6	42.3	38.9	34.8	26.4	18.9
حماة	17.1	19.9	25.0	31.3	37.1	39.8	41.1	41.4	38.4	34.2	26.4	19.5
السلمية	16.4	19.4	24.9	30.8	36.1	38.8	40.0	40.5	37.6	33.9	26.0	19.2

المعدل اليومي للحرارة الصغرى (° م)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صلنفة	1.3	1.7	4.0	7.5	10.8	14.0	16.0	16.5	14.5	12.5	7.8	3.7	9.2
القدموس	3.3	3.4	6.2	9.7	13.0	15.6	17.4	17.9	16.8	14.0	10.1	5.9	11.1
صافيتا	7.1	7.4	9.7	12.8	15.8	18.9	20.8	21.4	20.2	17.5	13.7	8.9	14.5
جسر الشغور	4.0	4.4	7.7	10.2	14.6	19.4	23.1	23.1	18.6	12.8	7.3	4.7	12.5
طرطوس	8.7	9.0	10.6	13.0	15.7	19.2	21.9	22.5	20.5	17.1	13.7	10.2	15.2
الزبداني	0.3	0.6	3.7	6.0	9.1	13.5	15.7	16.0	12.4	8.4	4.2	11.0	17.6
القنيطرة	2.7	2.8	4.6	7.7	11.1	15.2	16.7	17.2	15.3	12.7	8.4	4.7	9.9
القامشلي	2.5	3.4	6.2	10.1	14.6	19.6	22.8	22.7	19.0	14.5	8.7	4.1	12.4
ادلب	3.0	3.9	7.1	10.8	15.1	19.7	21.7	22.1	19.7	14.9	9.1	4.7	12.7
حمص	2.3	3.1	5.6	9.2	12.7	16.4	19.0	19.4	16.6	11.8	6.8	3.5	10.5
قطينة	2.7	3.4	6.1	9.6	13.1	17.4	19.9	20.2	17.3	12.9	7.7	4.0	11.2
حلب	1.7	2.7	5.3	9.0	13.2	17.9	20.6	20.4	17.0	12.2	6.7	3.3	10.8
حماة	2.9	3.9	6.4	9.8	13.9	18.1	20.4	20.5	17.7	13.3	7.7	4.3	11.6
دير الزور	2.1	3.7	7.1	12.0	16.9	21.9	24.9	24.5	20.0	13.8	7.4	3.2	13.1
البوكمال	2.0	3.4	6.9	11.5	16.1	20.6	23.2	22.8	18.4	13.4	7.2	3.0	12.4

المعدل الشهري للحرارة الصغرى المطلقة ومعدل الحرارة الصغرى المطلقة السنوية

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صلنفة	- 4.2	- 3.5	- 1.1	1.7	5.9	9.4	12.7	13.9	10.9	7.2	2.1	- 1.6	- 6.3
مصياف	- 0.9	- 0.7	2.4	6.1	10.7	14.5	18.6	18.9	14.8	14.8	10.2	0.4	- 3.0
جسر الشغور	- 1.7	- 1.0	1.0	5.0	8.5	13.2	18.8	17.1	11.9	6.5	0.3	- 1.3	- 3.7
الســن	3.2	3.6	4.9	8.4	11.8	15.1	18.3	18.8	16.1	12.7	8.1	4.9	1.3
طرطوس	3.3	3.9	6.1	7.9	11.2	14.9	18.4	19.3	16.7	12.8	8.4	5.2	1.9
القامشلي	- 2.8	- 2.5	0.5	4.1	8.5	13.9	17.4	17.9	14.1	8.2	2.2	- 0.9	- 4.4
ادلب	- 1.7	- 0.9	1.8	5.9	9.7	15.2	18.8	19.8	15.7	9.1	3.3	- 0.3	- 3.2
معلولا	- 4.9	- 4.9	- 2.5	1.0	4.9	9.8	12.8	13.3	9.9	5.5	0.7	- 3.0	- 7.2
مضايا	- 7.4	- 8.0	- 4.7	- 3.2	- 0.7	2.7	12.3	12.5	0.6	- 1.6	- 5.2	- 6.8	- 10.2
حلب	- 4.2	- 3.2	- 1.3	3.5	7.8	13.3	16.9	16.9	12.3	6.1	0.0	- 3.2	- 5.8
حمـاة	- 2.5	- 1.7	0.7	4.8	9.1	13.7	17.1	17.1	13.4	7.7	1.3	- 1.8	- 4.0
النبك	- 6.6	- 5.9	- 4.7	- 1.3	2.8	6.7	9.2	9.8	6.6	2.9	- 1.9	- 5.0	- 8.3
دمشق	- 2.6	- 1.7	- 0.3	2.5	6.0	10.8	12.4	13.1	11.0	7.2	2.1	- 1.2	- 4.0
دير الزور	- 2.7	- 2.1	1.0	6.4	11.5	17.0	21.1	20.5	14.9	7.4	0.2	- 2.8	- 4.7
تدمر	- 3.1	- 2.1	1.6	6.0	10.3	15.4	18.1	18.4	14.8	7.8	0.7	- 2.2	- 4.5

المعدل الشهري والسنوي لكمية الهطول (مم)

المحطـــات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صلنفـة	239	199	205	126	59	23	6	2.7	28	69	109	289	1358
مصيـاف	283	211	187	98	44	6	1	1	10	47	88	258	1234
صافيتـا	210	171	145	101	25	33.0	2	0	26	74	115	220	1092
جسر الشغور	140	107	94	52	24	7	0	1	8	45	58	163	699
الســـن	167	136	116	58	27	5	1	2	11	66	94	204	887
طرطوس	174	127	108	60	19	12	1	1	12	56	101	194	865
الحريضـة	163	105	98	67	20	2	1	1	12	57	90	198	813
سرغايـا	120	90	94	47	17	1	0	0	1	24	59	109	562
الزبـداني	110	80	71	40	14	0	0	0	1	17	53	97	483
القنيطرة	191	141	110	33	31	1	0	0	1	19	87	180	794
المالكيـة	106	79	88	80	45	8	0	0	1	17	46	101	566
درباســية	80	63	61	54	37	0	0	0	0	13	26	61	395
قامشـلي	90	62	69	65	43	1	0	0	0	17	31	68	446
اعـزاز	83	69	64	42	25	2	0	1	2	21	39	94	442
مسلميـة	63	49	45	35	20	3	0	1	2	18	26	72	334

تابع ـ المعدل الشهري والسنوي لكمية الهطول (مم)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
ادلب	89	78	59	44	18	4	0	2	4	25	38	106	467
معرة النعمان	79	63	53	31	20	5	0	0	2	15	36	77	386
اريحا	98	84	64	37	18	5	0	1	4	24	41	110	515
الرستن	84	56	45	32	12	0	0	0	2	14	45	73	363
الباب	57	45	39	33	20	1	0	0	1	16	25	56	293
حلب	60	51	44	36	22	2	0	1	1	2	25	64	308
الرقة	38	31	36	23	14	1	0	0	1	11	16	33	204
حماة	69	51	46	30	12	2	0	0	2	15	34	67	328
التبيك	20	16	13	14	9	1	0	0	1	9	17	20	120
قطيفة	42	30	24	16	7	0	0	0	0	7	25	30	181
درعا	67	42	44	20	4	0	0	0	0	11	17	49	254
دير الزور	31	22	22	23	9	0	0	0	0	5	10	24	164
تدمر	22	17	19	19	9	1	0	0	0	7	14	20	128
البوكمال	23	17	20	22	8	1	0	0	0	4	7	22	124
القريتين	17	18	20	13	9	1	0	0	0	9	18	14	119

أكبر كمية هطول يومية (مم)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١
درباسية	63.0	49.0	38.6	70.2	45.0	1.5	0.0	0.0	0.0	40.0	48.0	35.5
قامشلي	49.8	46.0	44.8	46.0	88.3	3.8	6.5	T	1.6	42.7	35.7	36.9
ادلب	48.3	64.3	26.6	61.0	45.3	17.1	0.0	20.6	33.4	74.3	53.5	56.1
معرة النعمان	47.2	47.2	30.0	46.5	56.0	40.0	0.0	0.0	11.0	25.0	50.5	40.3
حمص	45.0	49.1	40.5	50.9	33.6	8.0	10.6	0.0	22.0	29.0	51.0	55.5
طرابلس	33.0	33.5	44.5	42.0	28.0	21.0	4.0	1.8	28.0	32.0	35.1	34.0
الحسكة	59.1	34.2	45.8	47.1	63.5	2.5	T	0.0	9.7	28.5	27.8	48.5
حلب	34.8	27.3	79.3	34.2	31.2	7.2	1.2	2.1	14.2	44.0	32.4	33.3
الرقة	37.8	45.2	58.9	29.3	38.0	15.3	T	T	27.7	53.4	14.2	26.6
حماة	38.0	48.1	33.0	76.2	20.3	10.7	T	2.5	16.8	28.9	45.3	36.8
السلمية	37.5	37.7	26.2	53.7	29.5	11.0	0.0	T	31.9	31.4	37.5	42.9
النبك	32.0	22.3	16.4	19.3	19.1	3.3	0.0	0.0	7.0	21.9	29.9	38.7
دمشق	44.2	37.0	26.2	28.3	18.9	T	0.6	0.0	5.0	12.2	41.4	41.7
دير الزور	32.6	23.1	59.2	38.3	15.4	3.4	0.0	T	2.5	28.7	16.3	41.3
تدمر	31.3	29.0	48.9	45.2	20.9	0.5	0.0	0.0	2.0	17.6	25.8	34.2

المعدل الشهري والسنوي لعدد أيام الهطول ≥ ٠٫١ (مم)

المحطـــات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	ايـار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
طرطوس	12.4	10.3	9.4	5.8	2.1	0.4	0.1	0.2	1.1	4.5	6.5	11.5	64.3
صافيتا	13.1	11.4	10.7	7.3	2.7	0.4	0.3	0.3	1.7	4.9	7.1	12.7	72.6
جرابلس	9.2	8.5	7.7	6.5	3.2	0.4	0.1	0.1	0.6	2.9	4.1	8.4	51.4
ادلب	10.6	9.3	8.4	6.6	3.0	0.6	0.0	0.1	0.6	3.6	4.9	11.0	58.7
حمـــاة	9.5	8.1	7.2	5.0	2.2	0.1	0.0	0.1	0.4	2.7	4.3	9.2	48.8
حمص	9.8	8.8	7.7	5.4	2.7	0.2	0.1	0.0	0.5	3.2	5.2	9.7	53.3
دمشـــق	7.0	4.9	4.1	2.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	3.6	5.7	30.8
ســـويداء	9.3	7.6	7.4	4.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	3.9	7.5	44.0
الرقـة	6.5	5.9	5.5	5.4	2.1	0.2	0.0	0.0	0.2	2.5	3.2	5.6	37.1
دير الزور	5.1	3.9	3.8	4.0	1.8	0.1	0.0	0.0	0.1	1.2	2.3	4.2	26.5
تدمـــر	4.6	3.8	2.8	3.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1	1.7	2.3	3.9	23.7
ابو كمـال	4.4	3.0	3.4	2.9	1.6	0.1	0.0	0.0	0.1	1.2	1.5	3.6	21.8
القامشـــلي	8.9	7.3	8.4	8.9	3.8	0.6	0.1	0.0	0.1	3.0	4.3	8.6	54.0
الحســكة	7.3	6.1	6.5	7.3	3.1	0.2	0.0	0.0	0.1	2.2	3.2	6.2	42.2
المالكيـــة	7.6	6.6	8.1	9.4	4.4	0.3	0.0	0.0	0.3	2.1	4.8	8.6	52.2

المعدل الشهري والسنوي لعدد الايام التي فيها الرطوبة النسبية ≤ ٣٠٪

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صافيتا	1.6	1.7	5.6	7.0	7.9	5.3	2.1	2.1	5.0	7.7	6.0	2.4	54.4
تل أبيض	3.5	3.6	9.9	13.6	23.3	29.3	31.0	30.9	28.1	22.1	9.1	3.0	207.4
حلب	2.1	2.1	6.9	11.1	17.6	25.2	22.7	24.1	22.7	17.3	6.9	2.1	160.8
حماة	0.8	2.1	6.9	13.1	23.3	26.3	28.1	27.6	26.0	19.3	7.1	1.9	182.5
حمص	0.2	1.0	4.1	6 7	10.1	11.2	6.7	7.1	9.9	11.0	4.7	0.7	73.2
القبك	3.4	4.8	13.1	18.4	21.7	26.8	29.9	28.9	24.3	16.9	7.7	3.5	199.4
دمشق	3.1	5.9	15.5	21.4	27.7	29.5	30.8	30.7	28.9	22.4	9.7	2.8	228.4
القنيطرة	1.1	1.3	4.1	8.4	15.2	18.3	11.5	12.0	11.9	16.2	8.2	1.5	109.7
الرقة	2.1	5.0	13.6	18.7	26.8	29.9	30.1	29.8	26.5	20.9	9.1	2.7	215.2
دير الزور	3.5	6.9	18.9	23.2	26.7	29.9	31.0	31.0	29.8	24.1	14.3	5.2	244.5
أبو كمال	4.6	9.8	24.9	24.9	28.8	30.0	31.0	31.0	29.8	25.2	14.2	5.1	259.3
تدمر	3.4	6.1	18.3	23.1	28.3	29.8	31.0	31.0	29.6	22.2	10.5	3.3	236.6
جبل الثلج	4.9	9.6	19.9	24.4	29.3	29.9	31.0	31.0	29.4	24.9	12.4	6.6	253.3
القامشلي	4.3	5.3	10.1	9.4	20.4	28.3	31.0	30.9	29.6	24.2	11.3	4.1	208.9
الحسكة	2.2	4.1	12.2	13.9	25.7	29.8	31.0	30.9	28.7	23.8	10.2	2.7	215.2

المعدل الشهري (ملم/يوم) للتبخر الممكن Ea

والمعدل الشهري للتبخر النتح الممكن ET بنمـــان

المحطـــات		كانون ١	تشرين ٢	تشرين ١	ايلول	آب	تموز	حزيران	ايار	نيسان	آذار	شباط	كانون ٢
حلب	Ea	1.16	1.66	3.48	5.99	8.76	9.86	9.24	6.93	5.11	3.40	1.94	1.06
	ET	1.01	1.52	3.07	5.43	7.77	8.72	8.06	5.95	4.36	2.81	1.56	0.82
	ET/Ea	0.87	0.91	0.88	0.91	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85	0.83	0.80	0.77
حمـــاة	Ea	0.86	1.47	3.14	5.51	7.54	8.67	8.40	6.60	4.83	3.25	1.91	1.02
	ET	0.64	1.24	2.76	5.05	6.64	7.58	7.29	5.65	4.12	2.67	1.61	0.76
	ET/Ea	0.74	0.84	0.87	0.92	0.88	0.87	0.87	0.86	0.85	0.82	0.84	0.75
دمشـــق	Ea	1.24	1.99	3.63	5.46	7.75	8.96	8.54	7.07	5.65	3.95	2.54	1.44
	ET	1.00	1.66	3.20	4.79	6.70	7.87	7.46	6.05	4.99	3.33	2.23	1.14
	ET/Ea	0.80	0.83	0.88	0.88	0.86	0.88	0.87	0.86	0.88	0.84	0.88	0.79
دير الزور	Ea	1.05	1.78	3.50	6.06	8.76	10.32	9.42	7.42	5.71	3.81	2.15	1.22
	ET	0.83	1.53	3.20	5.48	7.93	9.39	8.58	6.55	5.02	3.35	1.81	0.95
	ET/Ea	0.79	0.85	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.88	0.88	0.88	0.84	0.78
القامشـــلي	Ea	1.62	2.02	3.80	5.57	7.40	8.72	8.32	6.58	4.90	3.38	2.17	1.32
	ET	1.10	1.79	3.53	5.04	6.60	7.83	7.38	5.74	4.22	2.89	1.87	1.07
	ET/Ea	0.87	0.88	0.92	0.90	0,89	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.86	0.81

المعدل اليومي لسرعة الرياح (متر / ثانية)

المحطـــات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صافيتـا	5.7	5.6	4.9	4.2	2.8	2.9	3.1	2.7	2.3	2.7	4.1	5.2	3.9
تل ابيض	2.3	2.5	2.8	2.8	2.6	3.5	3.6	3.0	2.3	1.7	1.5	2.0	2.5
حلـب	3.5	3.7	3.9	4.2	4.3	5.7	6.7	6.0	4.2	2.8	2.4	3.2	4.2
حمـاة	2.5	2.9	3.2	3.5	3.3	4.1	4.5	3.8	2.7	2.0	1.7	2.1	3.0
قطينـة	3.0	3.4	4.5	5.7	6.3	8.7	11.7	10.2	6.1	3.1	1.8	2.3	5.6
النبـك	4.2	4.4	4.6	4.3	3.8	3.8	3.4	3.1	2.8	3.1	3.4	4.2	3.7
دمشـق	2.7	3.2	3.9	4.2	4.0	4.6	4.9	4.2	3.0	2.5	2.1	2.3	3.5
القنيطـرة	5.5	6.0	6.7	6.4	6.1	6.8	8.1	7.1	6.1	4.9	4.4	5.4	6.1
فيـق	4.3	3.9	4.4	4.2	3.5	3.0	3.7	3.1	2.4	3.2	4.4	5.2	3.8
تدمـر	2.7	3.1	3.8	4.5	4.8	5.9	7.0	6.3	4.8	3.4	2.5	2.4	4.3
أبو كمـال	3.0	3.4	4.0	3.9	3.8	4.9	5.7	4.6	3.1	2.7	2.4	2.9	3.7
الرقـة	2.5	2.8	3.4	3.6	3.6	4.9	5.6	4.6	3.1	2.2	1.8	2.3	3.4
دير الزور	2.8	3.2	3.8	4.0	4.1	5.3	5.7	4.7	3.4	2.6	2.2	2.7	4.5
الحسـكة	2.7	2.9	3.2	2.7	2.8	4.3	4.0	3.2	2.7	2.4	1.9	2.5	2.9
القامشـلي	4.3	4.4	4.2	3.8	3.6	4.0	3.8	3.1	2.9	3.2	3.2	4.0	3.7

أكبر سماكة للثلج (سم)

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صلنفة	99	15	50	5	0	0	0	0	0	0	7	10	99
صافيتا	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
حلب	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13
حماة	12	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21
النبك	30	12	2	0	0	0	0	0	0	0	12	40	40
دركوش	99	40	5	0	0	0	0	0	0	0	10	2	99
الزبداني	40	35	17	3	0	0	0	0	0	0	2	21	40
دمشق	6	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
القنيطرة	6	5	32	0	0	0	0	0	0	1	0	5	32
السويداء	84	10	35	0	0	0	0	0	0	0	0	10	84
تدمر	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
الرقة	5	15	2	1	7	0	0	0	3	0	2	6	15
دير الزور	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
الحسكة	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
القامشلي	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10

المعـدل الشهري والسنوي لعدد أيام الضباب

المحطـات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	ايـار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صافيتـا	0.7	0.8	1.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.4	0.7	5.6
حلـب	6.2	2.0	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	6.4	18.7
حمـاة	7.1	3.5	1.3	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.4	.78	22.9
النبـك	9.1	5.9	5.1	4.3	4.3	1.4	0.6	0.9	3.1	3.1	3.9	6.0	47.7
دمشـق	2.4	1.8	0.9	0.7	0.3	0.1	0.1	0.8	0.5	0.4	0.2	3.3	11.5
جبل الشيخ	2.4	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	6.0
تدمـر	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	2.4	6.0
الرقـة	4.7	1.7	1.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	6.1	16.1
دير الزور	4.2	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	4.2	10.9
أبو كمـال	3.1	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	2.4	7.7
الحسـكة	3.6	1.7	0.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	4.2	12.7
القامشـلي	1.9	0.9	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	6.1

المعدل الشهري والسنوي لعدد ايام البرد

المحطات	كانون ٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين ١	تشرين ٢	كانون ١	سنوي
صافيتا	0.6	0.9	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6	3.4
حلب	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	1.7
حماة	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	1.1
النبك	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	1.4
دمشق	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4
جبل التنف	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
تدمر	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.7
الرقة	0.3	0.2	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.6
دير الزور	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
ابو كمال	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
الحسكة	0.1	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
الزبداني	0.1	0.4	0.7	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.5

المراجع العلمية العربية

١ ــ د. أهدلي ، لؤي ، ١٩٧٤ علم المناخ والأرصاد الجوية ــ جامعة دمشق ــ كلية الزراعة .

٢ ــ د. بله ، عدنان حسن ، ١٩٨٢ علم المناخ والأرصاد الزراعي ــ جامعة تشرين ــ كلية الزراعة .

٣ ــ د. عزام ، حسن ــ د. أبو زخم عبد الله ، ١٩٨٢ المناخ والأرصاد الجوية ، جامعة دمشق ــ كلية الزراعة .

٤ ــ المديرية العامة للأرصاد الجوية ــ ١٩٧٧ ــ الأطلس المناخي لسوريا ــ وزارة الدفاع .

٥ ــ المنظمة العربية للتنمية الزراعية ــ ١٩٧٦ ــ دراسة المناخ الزراعي للوطن العربي ــ الخرطوم ــ ١٩٨٦

٦ ــ د. موسى ، علي ــ ١٩٨٦ ــ المناخ والأرصاد الجوية ــ جامعة دمشق ــ كلية الآداب .

٧ ــ د. محمد محمود بدر الدين ــ ١٩٨٥ ــ أسس علم الأرصاد الجوية ــ جامعة القاهرة ــ كلية الزراعة .

المراجع العلمية الأجنبية

1 — BARRY, R. G. 1968, Atmosphere, weat her and climat, Methrien, London.

2 — BLONDEL, J. 1979, Biogéographie et Ecologie, Masson. Paris.

3 — BUDYKO, M., 1974, Climat and life, Academic press. London.

4 — BURNETT, R. 1975, Météorologie
Hachette, Paris.

5 — DAJOZ, R. 1985, Precis d'Ecologie
Durand, Paris.

6 — ESTIENNE, P. et GODARD 1970, Climatologie
A. Collin, Paris.

7 — RAMADE, F. 1974, Eléments d'Ecologie appliquée
Ed. Sciences - Paris.

8 — RAMADE, F. 1984, Eléments d'Ecologie Fondamentale
Ed. Sciences - Paris.

9 — PAGNEY, P. 1976 Les climats de la terre -
Masson, Paris.

10 — PAGNEY, P. 1985, La climatologie
Press. Universitaire. de Frace.

11 — PEGUY, ch. P. 1970, Précis de climatologie
Masson - Paris.

12 — TRIPLET, J. et RACH, G. 1971,
Métiéorologie générale.
Ecole. National, Météo. Paris.

13 — VIAULT, A. 1965, La Météorologie
Blondel - Paris -

14 — VIERS, G. 1968, Eléments de climatologie
Press - universitaire - de France.

15 — WORLD, METEOROLOGICAL, ORGANIZATION
GENEVE.

16 — HARE, 1983, Climate and Desertification UNE. P.

17 — FAO, G. 1987. Agricultural, Métorologie.

18 — SEGUIN. R. drought, Probability - Maps.

19 — MACK, A. R. 1986. Satclité applications to
Agrométeorology.

20 — LEHOUEROU, M. N. 1987. Aspects météorologique de la
Criossance Végétale dons les Déserts.

Damascus University

المصطلحات العلمية

(A)

Absorption	امتصاص
Accumulé	تراكمي
Actinomètre	مقياس الاشعاع
Aerosol	غبار جوي
Agronomie	علم الزراعة
Aiguille	ابرة الثلج
Alizée	رياح الاليزيه
Altos	عاليـــة
Altocumulus	غيوم ركامية عالية
Altostratus	غيوم طبقية عالية
Altimètre	مقياس الارتفاع
Ambiant	المحيـط
Amoncelé	تراكمي
Amplitude	السعة
Animomètre	مقياس الرياح
Anticyclone	مرتفع (ضد الاعسار)
Arcenciel	قوس قزح
Aragone	غاز الارغون
Aride	قاري ـ جاف
Astronomie	علم الفلك
Atmosphère	غلاف جوي
Atmosphère solaire	جسو الشمس
Aurore boreale	الشفق القطبي
Avertissement	تنبؤ ـ اخطار

(B)

Ballon-pilot	بالون طيار
Barographe	مسجل الضغط
Baromètre	مقياس الضغط

Baryosphère	قلب الارض
Batonnet	أعمـدة
Biologie	عـلم الاحيـاء
Biosphère	الغلاف الحيوي
Bleu	الازرق
Bruine	الطـل ـ

(C)

Carte	الخارطـة
Cellule photoélectrique	خلية كهرضوئية
Cercle polaire	الدائرة القطبية
Change d'état	تغير حالة المادة
Circulation	حركـة
Cirrus	سمحاقيـة
Cirro cumulus	سمحاقية ركامية
Cirro stratus	سمحاقية طبقية
Clino mètre	مقياس ارتفاع الغيوم
Climat	المنـاخ
Coalescence	تجمـع
Condensation	تكاثف
Conduction	ناقليـة
Continuté	الاستمرارية
Continentatité	قاريـة
Convergence	تلاقـي
Convection	الحمـل
Comète	شـهاب
Compressible	قابل للانضغاط
Couche	طبقـة
Couronne	اكليـل
Courrant - jet	التيـار النفاث
Crête	غلاف جليدي
Cryosphère	انتشـوء
Crypton	غلاف الكريبتون
Cumuliforme	تراكمي
Cumulus	غيم ركامي
Cumulonimbus	ركامي ممطار

(D)

Decade	عقـــد
Depression	منخفض
Désert	صحـــراء
Désert d'abri	صحراء محمية
Désert classique	صحراء حقيقية
Désert continential	صحراء قارية
Désert cotière	صحراء ساحلية
Donnée	معطيـات
Discontinuté	التقطـع

(E)

Echange	تبـادل
Eclaire	بـرق
Eclaircie	انقشـــاع
Electromagnetique	كهرمغناطيسي
Enclume	ســندان
Emeteur	جهـــاز بث
Epars	الغازات الضائعة
Equateur	خط الاستواء
Equilibre	توازن
Equinoxe	الاعتـــدال
Equinoxe d'automme	الاعتدال الخريفي
Equinoxe du printemps	الاعتدال الربيعي
Etoiles	نجـــوم
Evapographe	مسجل التبخر
Evaporation	تبخـــر
Exosphère	الجو الخارجي

(F)

Facteur	عنصـــر
Foudre	البـــرق
Froid	بـــرد
Fractos	مفتت
Fractostratus	طبقي مفتت

Front	جبهـة
Frontal	جبهي

(G)

Galaxie	المجـرة
Galotte	القبـة
Gazecarbonique	غاز الفحم
Gelée	صقيع
Géologie	جيولوجيـا
Givre	جليـد
Glacière	متجمـدة
Glaçogène	مولدة الجليد
Goutte	قطـرة
Gouttelette	قطـيرة
Granules	حبيبة
Grêle	حبة برد
Grêlon	حبيبة برد
Grêlogène	مولد البرد
Grésil	حبة برد رطبة

(H)

Halo	الهـالة
Héliographe	مسجل الاشعاع
Hélium	غاز الهليوم
Hémisphère	نصف الكرة
Hémisphère Austral	نصف الكرة الجنوبي
Hémisphère Boréal	نصف الكرة الشمالي
Hétérosphère	الطبقة الجوية المتباينة
Homoclimatique	تماثل مناخي
Homogénité	انتظـام
Homosphère	الطبقة الجوية المتجانسة
Humidité	الرطوبة
Humidité absolue	الرطوبة المطلقة
Humidité relative	الرطوبة النسبية
Hydrogène	غاز الهيدروجين
Hydrologie	علم المياه

Hydrosphère	غلاف مائي
Hygrographe	مسجل الرطوبة
Hygrométrique	رطوبيـة
Hygrosphère	الغلاف الرطوبي
Hygroscopique	استقطاب الماء

(I - J)

Illumination	فترة الاضاءة
Incendie	حريق
Incompressible	غير قابل للانضغاط
Indice	دليـل
Innondation	فيضـان
Insolation	الاشـعاع
Intensité	شـدة
Iodure d'argent	يود الفضة
Isobares	خطوط تساوي الضغط
Jaune	الاصفر
Jupiter	المشتري

(K - L)

Khamasine	رياح الخماسين
Latitude	خط العرض
Limnologie	علم البحيرات
Lune	القمر
Lueur	بصيص
Lythosphère	الغلاف الصخري

(M)

Magnétosphère	الغلاف المغناطيسي
Mantean neigeux	الغلاف الثلجي
Mars	المريـخ
Masse	كتـلة
Maximale	العظمى
Mécanique	آلـي

Mécanisme	آليـة
Mercury	عطـارد
Mésopause	حدود الجو الاوسط
Mésosphère	الجـو الأوسط
Météoroides	النيـازك
Météographe	مسجل الطقس
Météorologie	علم الارصاد الجوية
Méthane	غـاز الميثان
Microseismographe	مسجل الاهتزاز الدقيق
Microclimat	مناخ محـلي
Minimale	الدنيـا
Mouille	مبتـل
Mousson	رياح موسمية
Moyenne	المتوسطة
Mystral	رياح المسترال

(N)

Nape	طبقـة
Nébulosité	صفاء الجـو
Neige	ثلـج
Neige carbrique	ثلج فحمي
Neige en grain	ثلج حبي
Néon	غـاز النيون
Nievométrique	ثلجـي
Nimbus	ممطـار
Nimbostratus	طبقي ممطار
Nuage	غيمـة
Nuage nacré	غيمة متلالئة
Nuage nocturne lumineuse	غيمة ليلية مضيئة

(O)

Observation	الرصـد
Oceanographie	علم المحيطات
Oeil	عـين
Ondulaire	تموجـي

Orbite	مدار
Orage	عاصفة
Orange	برتقالي
Orographe	تضاريس
O. M.-M.	المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
Ouragane	اعصار
Oxyde azotique	اوكسيد الآزوت
Oxygène	الاوكسيجين
Ozone	الاوزون

(P)

Particules ionisés	جزيئات متأينة
Pédologie	علم الترب
Pédosphère	الغلاف الترابي
Permafrost	الجليد الدائم
Persistance	استمرارية
Photosphère	الكرة الضوئية
Photosynthèse	تمثيل ضوئي
Phènomene	ظاهرة
Planètes	الكواكب
Planètes majeurs	الكواكب الرئيسة
Planètes mineurs	الكواكب الثانوية
Pluie	مطر
Pluie de sang	مطر الدم
Pluto	بلوتو
Pluviographe	مسجل المطر
Pluviomètre	مقياس المطر
Pluviosité	كمية الهطول
Point de rosé	نقطة الندى
Polaire	قطبي
Pommelé	ابيض رمادي
Précipitations	هطولات
Pression	الضغط
Prévision	التنبؤ
Prisme	ابرة
Psychromètre	مقياس الرطوبة
Pyranomètre	مقياس الاشعاع
Pyrheliomètre	مقياس الاشعاع

(Q - R)

Quotrdien	يومي
Radar	الـرادار
Radiation	اشـعاع
Radiosondage	رصد لاسلكي
Radon	غاز الرادون
Rafale	دفع عاصف
Rayon	أشـعة
Rayon atmosphèrique	اشعة جوية
Rayon cosmique	اشعة كونية
Rayon infra-rouge	أشعة تحت الحمراء
Rayon radio	موجات الراديو
Rayon terrestre	الأشعة الارضية
Rayon ultra-violet	الاشعة فوق البنفسجية
Rayon visible	الاشعة المرئيـة
Rayonnement	الاشـعاع
Récepteur	جهاز استقبال
Retrd thermique	تأخر حراري
Rouge	احمـر

(S)

Salinité	الملوحة
Saturation	اشباع
Saturne	زحـل
Sec	جـاف
Secheresse	الجفـاف
Soleil	الشمس
Solistice	الانقلاب
Solistice d'été	الانقلاب الصيفي
Solistice d'hiver	الانقلاب الشتوي
Stratosphère	الجو المتطبق
Stratopause	حدود الجو المتطبق
Stratum	طبقـة
Stratus	طبقيـة
Structure	تركيب
Synoptique	اجمـالي
Système solaire	المجموعة الشمسية

(T)

Temps	الطقس
Température	الحـرارة
Tempête	العاصفـة
Terre	الأرض
Théodolite	تيودوليت
Thérmographe	مسـجل الحرارة
Thermomètre	مقياس الحرارة
Thermomètre à alcool	مقياس الحرارة الكحولي
Thermomètre à mercure	مقياس الحرارة الزئبقي
Thermomètre enregistreur	مسجل الحرارة
Thermosphère	الغلاف الحار
Tonnère	رعـد
Tornade	زوبعـة
Torride	حـار
Tourbillante	دوارة
Translucide	نصف شفاف
Transparant	شـفاف
Tropique	مـدار
Tropique du cancer	مدار السرطان
Tropique du capricorne	مدار الجـدي
Tropopause	حدود الجو المضطرب
Troposphère	الغلاف المضطرب
Tundra	التونـدرا
Typhon	تيفـون

(U - V)

Uranus	أورانوس
Vague	موجـة
Variabilité	تبـاين
Valeur écologique	قيمة بيئيـة
Variation	تغـير
Variation adiabatique	تغير ذاتي
Variation quotidien	تغير يومي
Variation saisonniaire	تغير فصـلي
Vapeur d'ear	بخـار المـاء
Véga	نجـم الفيـكا

Végétation	النبـــات
Vent	ريـــح
Venus	الزهـــرة
Verglas	الجليـــد
Vert	اخضـــر
Violet	بنفسجي

(X - Z)

Xenon	غاز الزينون
Zenith	الســـمت
Zéro	الصـــفر
Zéro absolue	الصفر المطلق
Zone	منطقـــة
Zone Crupusculaire	منطقة الغسق

Damascus University

فهرس الجداول

رقم الجدول	العنوان
١	بعض المعطيات الرقمية لكواكب المجموعة الشمسية .
٢	تركيب الهواء الجوي الجاف النقي عند مستوى سطح البحر .
٣	وحدات قياس الإشعاع .
٤	المركبات الأساسية للاشعاع الشمسي .
٥	ألوان الطيف الشمسي وأطوال موجاتها .
٦	أهم ميزات وخصائص كل من المرتفع والمنخفض الجوي .
٧	وحدات قياس الضغط .
٨	أنواع الكتل الهوائية .
٩	أهم الفروق بين الكتل الهوائية الحارة والباردة .
١٠	نسبة بخار الماء في الهواء وقيم الرطوبة النسبية .
١١	العلاقة بين سرعة سقوط القطرات وقطرها .
١٢	العلاقة بين قطر القطرات وارتفاع سقوطها .
١٣	نوع الهطول وعلاقة قطر القطرات بسرعتها .
١٤	عامل التصحيح وقيم الرطوبة النسبية .
١٥	علاقة شدة الصقيع بطبيعة التضاريس .
١٦	أهمية نوعية الصقيع في مجال التنبؤ بالصقيع .
١٧	المناطق المناخية وقيم معامل جاكوبيه للجفاف .
١٨	قيم الرطوبة المنتجة ونوع التربة .
١٩	مزايا المناخ المحلي للبحيرات وأثر اتجاه هبوب الرياح .
٢٠	خصائص المناخ المحلي للغابات الكثيفة والحقول الواسعة .
٢١	ميزات المناخ المحلي في الهضاب والوديان المتجاورة .
٢٢	صفات المناخ المحلي للمدن مقارنة مع الأرياف .
٢٣	تصنيف دومارتون للمناطق النباتية والمناخ السائد في العالم .

فهرس المحتويات

الموضـــوع	الصفحة
١ ـ الأرض والغلاف الجوي :	٩
١ـ١ـ الأرض	٩
١ـ٢ـ المجموعة الشمسية	١٠
١ـ٣ـ الشمس	١٣
١ـ٤ـ الأرض والقمر	١٤
١ـ٥ـ حركات الأرض والظواهر الجوية	١٥
١ـ٦ـ الأرض والأغلفة المحيطة بها	١٦
١ـ٧ـ الغلاف الجوي (جو الأرض)	٢٠
١ـ٨ـ تركيب الغلاف الجوي	٢١
١ـ٩ـ بنية الغلاف الجوي	٢٤
٢ ـ الإشعاع والحرارة :	٣١
٢ـ١ـ الإشعاع	٣١
٢ـ١ـ١ـ المصطلحات المستعملة في دراسة الإشعاع	٣١
٢ـ١ـ٢ـ وحدات قياس الإشعاعات	٣٣
٢ـ١ـ٣ـ الإشعاع الشمسي	٣٥
٢ـ١ـ٤ـ التوازن الإشعاعي	٣٨
٢ـ١ـ٥ـ الإشعاع الأرضي والإشعاع الجوي	٤٠
٢ـ٢ـ الحرارة	٤١

الموضـــوع	الصفحة

٢ـ٢ـ١ـ التبـادل الحراري ٤٢
٢ـ٢ـ٢ـ النظـام الحراري ٤٣
٢ـ٢ـ٣ـ الحرارة وحركات الغلاف الجوي ٤٣
٢ـ٢ـ٤ـ تبـاين الحـرارة ٤٤

٣ ـ الضغط الجـوي والريـاح : ٤٩

٣ـ١ـ الضغط الجوي ٤٩
٣ـ١ـ١ـ الارتفاع والانخفاض الجويان ٥٠
٣ـ١ـ٢ـ أثر المكان والزمان على الضغط الجوي ٥٢
٣ـ٢ـ الريـاح والجبهـات ٥٤
٣ـ٢ـ١ـ حركة الرياح وسرعتها ٥٥
٣ـ٢ـ٢ـ حركة الرياح العامة ٥٥
٣ـ٢ـ٣ـ الكتـل الهوائيـة ٥٧
٣ـ٢ـ٤ـ الجبهات والطقس ٦٠

٤ ـ رطوبـة الهـواء والتكاثف : ٦٧

٤ـ١ـ١ رطوبة الهواء الجوي ٦٧
٤ـ٢ـ التكاثف ٦٩
٤ـ٢ـ١ـ التكاثف السطحي ٧٢
٤ـ٢ـ٢ـ التكاثف المرتفع ٧٣

٥ ـ الهطـــولات : ٨١

٥ـ١ـ آلية الهطول ٨١

الموضـــوع	الصفحة
٥ـ١ـ١ـ الرذاذ أو الطل	٨٢
٥ـ١ـ٢ـ المطر أو الغيث	٨٢
٥ـ١ـ٣ـ الهطول المختلط	٨٣
٥ـ١ـ٤ـ الثلج	٨٣
٥ـ١ـ٥ـ البرد	٨٤
٥ـ١ـ٦ـ العواصف الجليدية	٨٤
٥ـ٢ـ الإستمطار	٨٦
٥ـ٣ـ العواصف	٨٧
٥ـ٣ـ١ـ العواصف الرعدية	٨٧
٥ـ٣ـ٢ـ الزوابع	٨٩
٥ـ٣ـ٣ـ الأعاصير أو التيفونات	٩٠
٦ ـ دراسة الطقس :	٩٥
٦ـ١ـ الرصد الجوي	٩٦
٦ـ٢ـ التنبؤ الجوي	٩٩
٦ـ٣ـ رصد عناصر الطقس وقياسها	١٠١
٦ـ٣ـ١ـ قياس الإشعاع	١٠١
٦ـ٣ـ٢ـ قياس الحرارة	١٠٤
٦ـ٣ـ٣ـ قياس الضغط والرياح	١٠٥
٦ـ٣ـ٤ـ قياس الرطوبة	١١٠
٦ـ٣ـ٥ـ قياس الهطولات	١١١
٦ـ٣ـ٦ـ قياس الغيوم	١١٤

الموضـــــوع	الصفحة

٧ ـ خرائط الطقس والتنبؤ بالطقس :	١١٧
٧ـ١ـ خرائط الطقس	١١٧
٧ـ١ـ١ـ خرائط درجات الحرارة	١١٨
٧ـ١ـ٢ـ خرائط الهطولات	١١٨
٧ـ١ـ٣ـ خرائط تباينات الضغط	١١٨
٧ـ١ـ٤ـ خرائط النظام الغيمي	١١٩
٧ـ٢ـ التنبؤ بالطقس	١١٩
٧ـ٢ـ١ـ التنبؤ الشخصي	١٢٠
٧ـ٢ـ٢ـ التنبؤ الرقمي	١٢١
٧ـ٣ـ ملاحظات حول أحوال الطقس المتوقعة	١٢١
٧ـ٤ـ الجبهات وخرائط الطقس	١٢٣
الرموز والمصطلحات الرئيسة المستخدمة في الأرصاد الجوية	١٢٤
٨ ـ الظواهر الجوية المؤثرة في الزراعة :	١٣٥
٨ـ١ـ الصقيع وتأثيره في الزراعة	١٣٦
٨ـ١ـ١ـ الصقيع الإشعاعي	١٣٧
٨ـ١ـ٢ـ الصقيع الشتوي	١٣٧
٨ـ١ـ٣ـ الصقيع المختلط	١٣٨
٨ـ١ـ٤ـ مكافحة الصقيع	١٤٠
٨ـ١ـ٥ـ التنبؤ عن حدوث الصقيع	١٤٣
٨ـ٢ـ الجفاف	١٤٨
٨ـ٢ـ١ـ أسباب الجفاف	١٤٨
٨ـ٢ـ٢ـ تحديد الفترة الجافة	١٤٩

الموضـــــوع	الصفحة

٨ـ٢ـ٤ـ أنواع الجفاف	١٥١
٨ـ٢ـ٥ـ طرق مكافحة الجفاف	١٥١
٨ـ٢ـ٦ـ الجفاف والتربة الزراعية	١٥٢
٨ـ٣ـ الفيضانات وزيادة المياه	١٥٤
٨ـ٤ـ حريق التربة	١٥٥
٨ـ٥ـ الملوحـة	١٥٥
٨ـ٦ـ الريـاح	١٥٥
٨ـ٦ـ١ـ منشأ الرياح	١٥٥
٨ـ٦ـ٢ـ القوى التي تتحكم بالرياح	١٥٦
٨ـ٦ـ٣ـ قياس الرياح	١٥٧
٨ـ٦ـ٤ـ أضرار الرياح	١٥٨
٩ ـ المنـــاخ :	١٦١
٩ـ١ـ المعطيات المناخيـة	١٦٢
٩ـ١ـ١ـ الحرارة المتوسطة	١٦٢
٩ـ٢ـ المناخات المحليـة	١٦٤
٩ـ٣ـ هل يتغير المنـاخ	١٦٦
١٠ ـ المناخـات الصحراويـة :	١٦٩
١٠ـ١ـ الصحراء الحارة (التقليدية)	١٧١
١٠ـ٢ـ الصحارى الساحلية المدارية وشبه المدارية	١٧٢
١٠ـ٣ـ الصحارى المحميـة	١٧٣
١٠ـ٤ـ الصحارى القارية ذات الشتاء البارد	١٧٣

الموضـــوع	الصفحة

١١ ـ المناخات خارج المدارية :	١٧٥
١١ـ١ـ مناخات العروض العليا	١٧٥
١١ـ١ـ١ـ حدود المناخات القطبية وتحت القطبية	١٧٥
١١ـ١ـ٢ البرد أو الصقيع	١٧٧
١١ـ١ـ٣ـ الرياح والتيارات الجوية	١٧٧
١١ـ١ـ٤ـ الهطولات	١٧٨
١١ـ١ـ٥ـ أنواع المناخات	١٧٩
١١ـ٢ـ المناخات المعتدلة	١٧٩
١١ـ٢ـ١ـ المناخات البحرية (المحيطية الحقيقية)	١٧٩
١١ـ٢ـ٢ـ المناخات المحيطية الهامشية	١٨٠
١١ـ٢ـ٣ـ المناخات المعتدلة القارية	١٨٠
١١ـ٢ـ٤ـ المناخات الجبلية المعتدلة	١٨١
١١ـ٣ـ المناخات المتوسطية	١٨٣
١١ـ٣ـ١ـ عناصر المناخ	١٨٤
١١ـ٣ـ٢ـ ميزات المناخ المتوسطي	١٨٥
١١ـ٣ـ٣ـ الجبال المتوسطية	١٨٧
١١ـ٣ـ٤ـ أقسام المناخ المتوسطي	١٨٧
١٢ ـ المناخات بين المدارية :	١٩١
١٢ـ١ـ دورة الرياح العامة	١٩١
١٢ـ٢ـ آلية الهطول	١٩٢
١٢ـ٣ـ الأعاصير الإستوائية	١٩٣
١٢ـ٤ـ أقسام المناخات بين المدارية	١٩٤
١٢ـ٤ـ١ـ المناخات الاستوائية وتحت الاستوائية	١٩٥

الموضـــــوع	الصفحة

١٢ـ٤ـ٢ـ المناخات المدارية ١٩٦
١٢ـ٤ـ٣ـ مناخات الصابئات (رياح الأليزيه) ١٩٧
١٢ـ٤ـ٤ـ مناخات الجبـال ١٩٨
١٢ـ٤ـ٥ـ المناخات الموسمية الآسيوية ١٩٩

أهم المعطيات المناخية المسجلة لمحطات مختارة من القطر العربي السوري ٢٠٣
المراجع العلمية العربية ٢١٩
المراجع العلمية الأجنبية ٢٢٠
المصطلحات العلميـة ٢٢٢
فهرس الجداول ٢٣٢
فهرس المحتويات ٢٣٣


وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University