علم المستحاثات (2)

وقل رب زدني علما
Damascus University

منشورات جامعة دمشق

كلـ ة العلوم

علم المستحاثات

(2)

الدكتور

كايد معلولة

أستاذ مساعد في قسم الجيولوجيا

جامعة دمشق

1428 – 1429هـ

2007 – 2008 م

Damascus University

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفهرس

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول الرخويات *Mollusca*	7
الفصل الثاني صف معديات الأرجل *Gastropoda*	81
الفصل الثالث صف رأسيات الأرجل *Cephalopoda*	115
الفصل الرابع عضديات الأرجل *Brachiopoda*	185
الفصل الخامس شوكيات الجلد *Echinodermata*	229
آ- تحت شعبة شوكيات الجلد المتثبتة	235
ب- تحت شعبة شوكيات الجلد الحرة أو المتنقلة	262

الفصل السادس 311
شعبة الحبل ات الابتدائ ة (الغرابتوليتات) *Graptolites*
الفصل السابع 315
الكونودونتات *Les Conodontes*

الفصل الثامن 325
الفقاريات (الأسماك)

الفصل التاسع 343
الفقاريات (رباع ات الأرجل)

الفصل العاشر 399
النباتات

المصطلحات العلم ة 431
المراجع 463

الفصل الأول

الرخويات *Mollusca*

الرخويات حيوانات ذات تناظر جانبي، لا تحوي أي تقسم، كلها مائية تقريباً تعيش أغلبيتها في البحار، وبعضها يعيش في المياه العذبة، أو على القارة، حيث تكيف لتنفس الهواء الجوي. تكون الأشكال المائية – على الأغلب – قاعية، تعيش على قاع البحر زاحفة أو متثبتة أو في جحور تحفرها في الرسوبات، وقد توجد منها بعض الأشكال السابحة.

تحمي أجسامها الرخوة قوقعة كلسية، مؤلفة من الكلسيت، أو الأراغونيت، تختلف أشكالها حسب مجموعاتها، فقد تكون ملتفة حلزونياً أو في مستوي، أو تكون ذات مصراعين متناظرين، أو مؤلفة من عدد من الصفائح الكلسية.

يوجد حالياً حوالي 60.000 نوع من الرخويات، ويتراوح قدها في المرحلة الكهلة من 0.5 مم حتى 16 م. أما أشكالها المستحاثة، فقد وجدت منذ حقب الباليوزوي وكثير منها تعتبر من المستحاثات الجيدة المميزة التي تستخدم لتعيين أعمار الطبقات التي تحتويها.

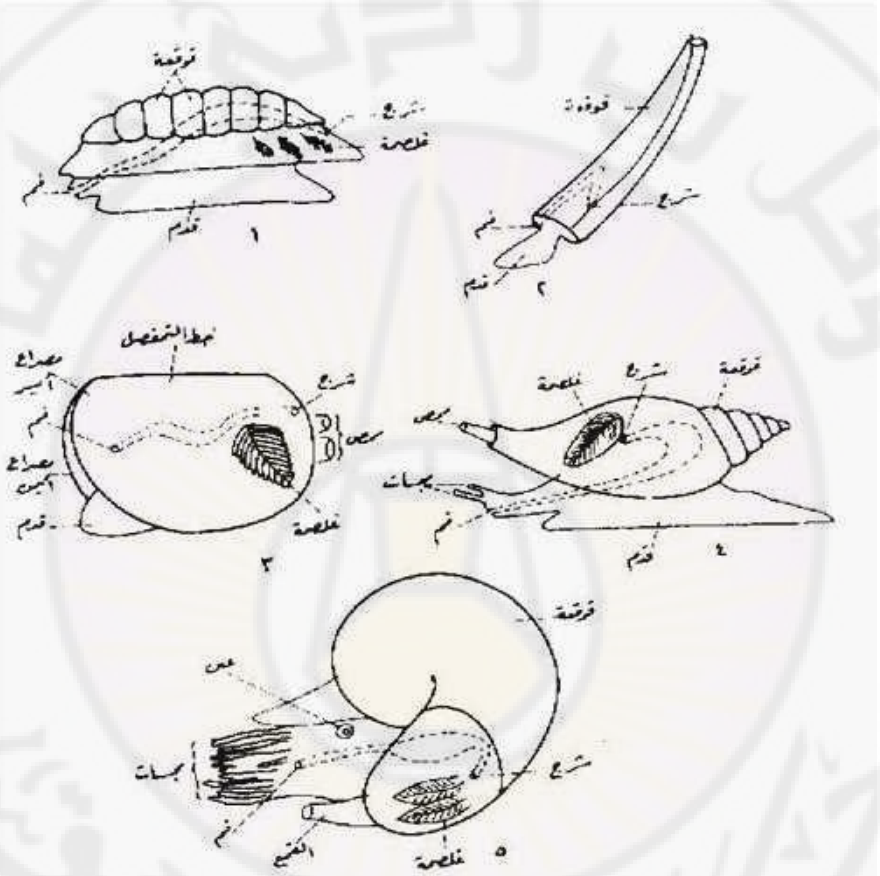
تقسيم الرخويات:

تقسم الرخويات إلى خمسة صفوف:

1- صف طرفية الأعصاب (الامفينورا) *Amphineura*:

حيوانات ذات تناظر جانبي، جسمها متطاول عار أو مغطى من الناحية الظهرية بقوقعة (الشكل 1 / 1) مؤلفة من ثماني قطع كلسية. تتميز هذه

الحيوانات برجل عضلية عريضة. الرأس غير متميز، توجد الغلاصم والشرج في الناحية الخلفية من الحيوان.



الشكل (1) يمثل نماذج عن الرخويات

1- طرفية الأعصاب . 2- زورقيات الأرجل . 3- صفحات الغلاصم . 4- معديات الأرجل . 5- رأسيات الأرجل .

2- صف زورقيات الأرجل *Scaphopoda*:

حيوانات متطاولة، لها قوقعة أنبوبية مخروطية الشكل مفتوحة من نهايتها (الشكل 1 / 2) تتميز هذه الحيوانات برأس ضامر وبرجل عضلية مخروطية، وهي لا تحوي على غلاصم، وإنما تتنفس بجدار البرنس.

3- صف صفحيات الغلاصم = *Pelecypoda* : *Lamellibranchia*

حيوانات ذات تناظر جانبي، لها قوقعة مؤلفة من مصراعين متمفصلين (الشكل 1 / 3) من الناحية الظهرية بمفصلة تدعمها أربطة. الرجل عضلية لها شكل المحراث أو الفأس. الرأس غير متميز، والغلاصم موجودة في الناحية الخلفية من الحيوان.

4- صف معديات الأرجل *Gastropoda* :

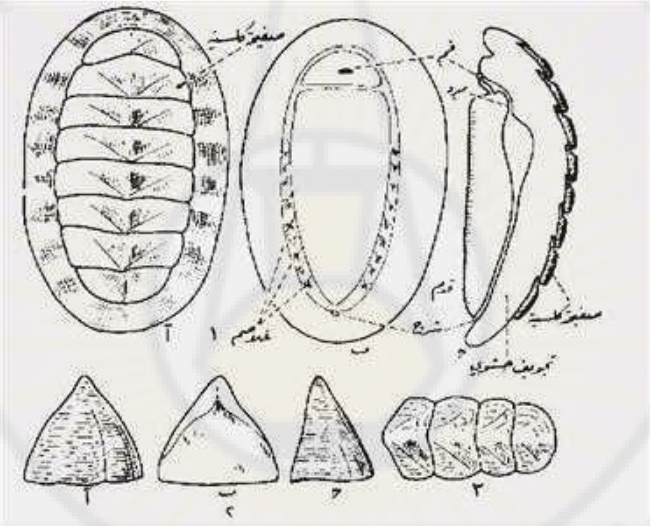
حيوانات ذات جسم غير متناظر بصورة عامة، لها رأس متميز مجهز بزوج من المجسات وزوج من العيون. يحمي الحيوان قوقعة ملتفة حلزونياً" في الغالب (الشكل 1 / 4) . الرجل العضلية مسطحة وعريضة . توجد الغلاصم والشرج في القسم الأمامي من الحيوان ، نتيجة لالتفافه في أغلبية الأشكال ، وقد توجد في القسم الخلفي في بعض أشكالها الأخرى .

5- صف رأسيات الأرجل *Cephalopoda* :

القوقعة في حالة وجودها تكون خارجية ، أو داخلية مستقيمة أو منحنية أو ملتفة . يعيش الحيوان في حجرة بالقرب من فتحة القوقعة ، له رأس كبير متميز (الشكل 1 / 5). يحيط بالفم المجهز بفكوك قرنية عدد من المجسات. توجد الغلاصم والشرج في القسم الخلفي من الحيوان .

1- صف طرفية الأعصاب (الامفينورا) *Amphineura*:

الأمفينورا حيوانات بحرية تشمل مجموعة الكيتون Chiton التي تتميز بجسم متطاول إهليلجي الشكل ، متناظر جانبياً . يوجد الفم المجهز بمبرد Radula في المنطقة الأمامية ، وينفتح الشرج في المنطقة الخلفية . الرأس مجرد من المجسات والعيون . يغلف البرنس الجسم من الناحية الظهرية والجانبين . يتألف الجهاز العصبي من حلقة عصبية حول المري ، ينشأ عنها زوج من الأعصاب ، تمتد على جانبي الجسم ، وتصل إلى النهاية الخلفية . تقسم الأمفينورا إلى رتبتين :



الشكل (2) يمثل طرفة الأعصاب

1- الجنس كيتون Chiton آ – وجه ظهري . ب – وجه بطني . جـ – منظر جانبي .

2- القطعة الكلسية الأمامية في الجنس بريسكوكيتون Priscochiton آ – وجه خلفي .

ب – وجه بطني . جـ – منظر جانبي .

3- بعض القطع الكلسية في الجنس غريفوكيتون Gryphochiton .

آ – رتبة بوليبلاكوفورا *Polyplacophora* :تتميز هذه الرتبة برجل عريضة ومنبسطة ، تحتل كامل الجانب البطني . يوجد على جانبيها عدة أزواج من الغلاصم تخرج من أخدود يقع بين الرجل والبرنس . تتألف القوقعة من ثماني صفحات كلسية (الشكل 2) مرتبة على شكل صف على الجانب الظهري من الجسم ، وتتراكب كل صفحة على الصفحة الموجودة خلفها ، وغالبا" ما تنفصل هذه الصفحات عن بعضها أثناء الاستحاثة حيث توجد بصورة نادرة في الصخور الرسوبية . تعيش أفراد هذه الرتبة في المياه الضحلة ، غير أن هناك بعض الأفراد يعيش على أعماق كبيرة . ظهرت أفراد هذه المجموعة في الأردوفيسي ، ولازالت ممثلة بكثرة في البحار الحالية . نذكر من أجناسها :

الجنس غريفوكيتون *Gryphochiton* الذي وجدت أجزاؤه الهيكلية (الشكل 2 / 3) في الكربوني ، **والجنس بريسكوكيتون** *Priscochiton* الذي وجدت أجزاؤه الهيكلية (الشكل 1 / 2) في الأردوفيسي .

ب – رتبة أبلاكوفورا *Aplacophora* : تتميز هذه الرتبة بعدم وجود هيكل ، ولذلك ليس لها أهمية باليونتولوجية .

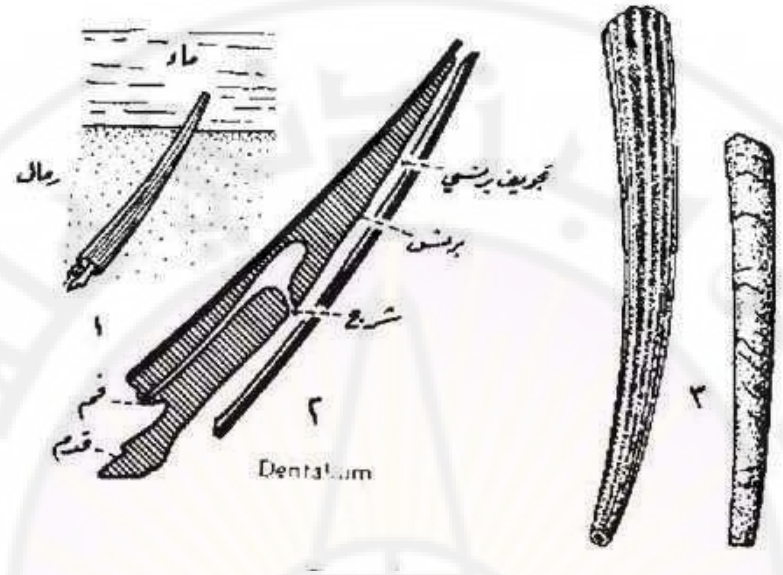
2 – صف زورقيات الأرجل *Scaphopoda* :

اختلف العلماء في تصنيف حيوانات هذا الصف ، فمنهم من اعتبرها تابعة إلى الحلقيات ذات الأنابيب الكلسية ، ومنهم من اعتبرها من معديات الأرجل . وقد اتفق الرأي على أنها تشكل صفا" مستقلا" في شعبة الرخويات.

الصفات العامة : هي عبارة عن حيوانات رخوية ، كلها بحرية لها قوقعة على شكل أنبوب مخروطي الشكل منحنٍ قليلا" ومفتوح من نهايته . يعيش

داخل هذا الأنبوب حيوان رخوي ، تقوم الرجل بوظيفة حفر الرمال . يظل القسم الواسع من القوقعة مغمورا" في الرمال الشاطئية ، بينما تبقى النهاية الضيقة حرة في الماء (الشكل 3 / 1) . يتغذى الحيوان على المنخربات والأصداف الصغيرة . وجدت قواقع زورقيات الأرجل في السيلوري، ولازالت ممثلة في البحار الحالية.

الأجزاء الرخوة : يمكن دراسة الأجزاء الرخوة في الجنس الحالي دنتاليوم *Dentalium* (الشكل 3 / 2) . تتألف الأجزاء الرخوة من رأس ضامر ، ومن رجل مخروطية ، ومن كتلة حشوية يحيط بها البرنس . تحمي الأجزاء الرخوة قوقعة على شكل أنبوب مخروطي كلسي ، تخرج من فتحته الكبيرة القدم ، وهي تشير إلى مقدمة الحيوان . الرأس غير متمايز ، وهو عبارة عن كتلة أسطوانية ينفتح الفم في وسطها ، وتلاحظ حوله مجسات دقيقة تقوم بوظيفة حسية ، كما تستخدم في الاستدلاء على المواد الغذائية . أما الرجل فلها القدرة على الامتداد والتقلص ، ويستعملها الحيوان في تحركه. تتألف الكتلة الحشوية من جهاز هضمي وكبد وقلب وكلية . يتنفس هذا الحيوان بواسطة السطح الداخلي للبرنس ، فهو إذن لا يحوي على غلاصم . يبدأ الجهاز الهضمي بفم مجهز بمبرد يستعمله الحيوان في تجزئة وطحن المواد الغذائية ، قبل مرورها إلى البلعوم ثم إلى المعدة . ينتهي جهاز الهضم بالشرج ، الذي ينفتح في منتصف المسافة بين فتحتي القوقعة في الجوف البرنسي .



الشكل (3) يمثل الجنس دنتاليوم *Dentalium* من زورقيات الأرجل .

1- وضعية الحيوان حيث يلاحظ الجزء الأمامي مغمور بالرمال بينما الجزء الخلفي في الماء .

2 – مقطع طولي (اللون الأسود يمثل القوقعة الكلسية) .

3- نموذجان من قوقعة الجنس دنتاليوم .

يمتد الجوف البرنسي على طول القوقعة ، وينفتح من الأعلى والأسفل . تتمتع الأجزاء الرخوة بتناظر جانبي حيث يوجد الرأس والكتلة الحشوية في الناحية الظهرية ، أما الجوف البرنسي فيوجد في الناحية البطنية . تتثبت الأجزاء الرخوة بواسطة عضلات على جدار القوقعة الداخلي ، ويؤدي تقلصها إلى اختفاء الحيوان داخلها .

القوقعة : يتألف جدار القوقعة من مواشير من الأراغونيت ، وهي على شكل أنبوب كلسي مخروطي قليل الانحناء وذي مقطع دائري . تعين النهاية الواسعة مقدمة الحيوان ، بينما تعين النهاية المدببة مؤخرته . يكون سطح القوقعة

الخارجي أملس أو مزخرفا" بخطوط نمو غير واضحة ، موازية لمقطع القوقعة ، بالإضافة إلى حروف بارزة طولية عمودية عليها . يدل الوجه المقعر من القوقعة على الجانب الظهري ، بينما يدل الجانب المحدب على الجانب البطني . يمثل الجنس دنتاليوم *Dentalium* مثالا" نموذجيا" لزورقيات الأرجل (الشكل 3 / 3) . ظهر في الأيوسين ، ولا يزال ممثلا" في البحار الحالية .

3 – صف صفحات الغلاصم *Lamellibranchia* :

صفحات الغلاصم حيوانات لافقرية مائية ، تعيش أغلبيتها في البحار الضحلة متثبتة أو زاحفة على القاع . وقد يعيش بعضها ضمن مساكن يحفرها في الرسوبيات أو في الصخر . غير أن هنالك بعض المجموعات يمكن أن يسبح إلى مسافات قصيرة ، نتيجة حركة مصراعيه حيث إن إغلاق المصراعين السريع ، يؤدي إلى اندفاع الماء من الجوف البرنسي ويسبب انتقاله .

يتراوح قد صفحات الغلاصم من 1 مم حتى المتر في بعض أشكالها المستحاثة . ظهرت صفحات الغلاصم في الحقب الباليوزوي ، ولا زالت ممثلة بأنواع عديدة في البحار الحالية . توجد أشكالها المستحاثة بكثرة في الصخور الرسوبية ، ويعتبر بعضها مستحاثات مميزة ، يفيد في تعيين أعمار الطبقات .

تتألف القوقعة ، التي تكون بصورة عامة كلسية ، من مصراعين يتمفصلان مع بعضهما من الجانب الظهري على طول خط يمتد من الأمام إلى الوراء . وهذا ما يؤدي إلى تمييز مصراع أيمن ، ومصراع أيسر . تشبه هذه الحيوانات ظاهريا" قوقعة عضديات الأرجل غير أنها تختلف عنها بعدد من الصفات :

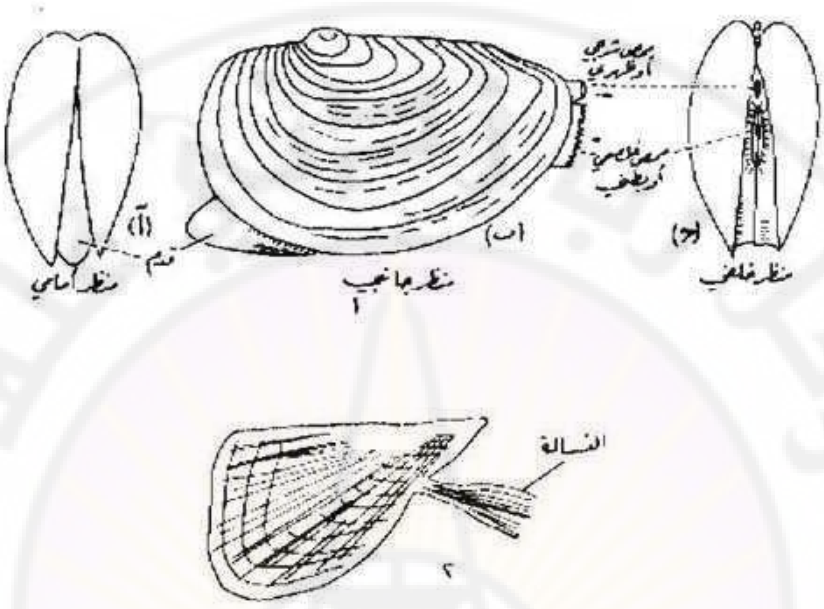
1– يمر مستوي التناظر بين المصراعين .

2- يكون المصراعان متساويين بصورة عامة ، ويشذ عن ذلك بعض الأفراد .

3- لا توجد فتحة في نهاية عقفة كل مصراع ، وبالتالي لا يوجد لهذه الحيوانات رجيلة ، كالتي تتميز بها عضديات الأرجل .

يبطن القوقعة من الداخل البرنس الذي يقسم إلى فصين حيث يبطن كل منهما الجدار الداخلي لكل مصراع . تحدد وريقتا البرنس جوفا" يسمى بالجوف البرنسي ، ويسمى القسم الظهري منه الذي يحوي على الكتلة الحشوية بالجوف الحشوي . يمتد من الناحية البطنية للبرنس رجل أو قدم عضلية بشكل المحراث (الشكل 4) ، ولذلك سميت هذه المجموعة **بمحراثيات الأرجل** *Pelecypoda* يستعملها الحيوان في الزحف أو الحفر في الرمال أو الطين أو القفز . قد تكون الرجل في بعض الأجناس ضامرة ، كما في الجنس ميتيلوس *Mytilus* أو تكون معدومة ، كما في الجنس أوستريا *Ostrea* حيث تتثبت القوقعة في هذه الحالات الأخيرة بواسطة حزمة من الألياف القرنية ، تسمى النسالة Byssus تفرزها غدة خاصة ، تقع في الجزء الأمامي من الجوف الحشوي (الشكل 4 / 2) .

توجد الغلاصم على جانبي الرجل أو القدم ، في المنطقة الخلفية من القوقعة ، وهي بشكل ألياف متحدة مع بعضها ، لتشكل أجساما" ورقية الشكل أو صفحية ، ومن هنا اشتق اسم المجموعة " صفحيات الغلاصم " .



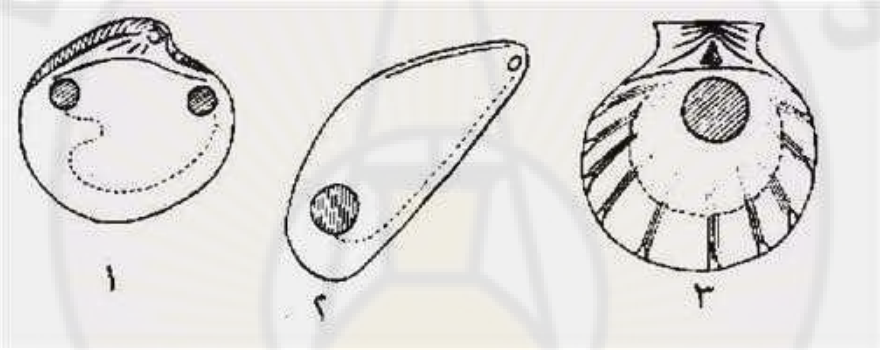
الشكل (4) يمثل الشكل الخارجي لصفـ ـات الغلاصم .

1- القوقعة . آ – منظر أمامي . ب – منظر جانبي . جـ – منظر خلفي .

2- تثبيت القوقعة في أحد الأجناس بالنسالة .

قد يتطاول البرنس في قسمه الخلفي عند بعض الأشكال لـ شكل ممصا" مضاعفا" ممصا" بطنـ ا" أو غلصمـ ا" ، يجهز الحيوان بالغذاء والأوكسجين اللذين يحملهما معه تـ ار مائي، تحرضه حركة الأهداب الموجودة على الغلاصم والبرنس ، وممصا" ظهريا" أو شرجـ ا"، يخرج منه الماء حاملا" معه الفضلات . ويمكن في كثير من الأشكال أن ينسحب الممص إلى داخل القوقعة ، بواسطة عضلات خاصة ، حيث يترك على السطح الداخلي لكل مصراع أثرا" يسمى بالجيب الممصي . ويلاحظ في بعض الأشكال كما في الجنس تريدو *Teredo* أن الممص مغلف بانبوب كلسي . يجتمع المصراعان على بعضهما بواسطة عضلات مقربة، تتثبت على السطح الداخلي لكل

مصراع ، وتمر إلى المصراع الآخر . يوجد في كثير من الأجناس عضلتان مقربتان (الشكل 5) ، وتسمى المجموعة التي يكون لها عضلتان مقربتان بثنائية العضلة ، التي قد تكون متساوية العضلات أو متباينة العضلات . أما في الأفراد التي تكون لها عضلة واحدة فتشكل مجموعة وحيدة العضلة ، وفي هذه الحالة تكون العضلة الوحيدة هي الخلفية ، بينما تصبح العضلة الأمامية ضامرة ، وهذا ما نشاهده في الجنس أوستريا *Ostrea* ، ومع هذا فقد تلاحظ العضلة الأمامية في هذه المجموعة بالمراحل الفتية.



الشكل (5) يمثل أنماط الانطباعات العضلية في صفحات الغلاصم .
1- ثنائية العضلات (متساويات العضلات) . 2- ثنائية العضلات (متباينة العضلات).
3- وحيدة العضلة .

تتميز صفحات الغلاصم بعدم وجود رأس متميز . ينفتح الفم تحت العضلة الأمامية ، وهو غير مجهز بجهاز ماضغ ، ويحاط به استطالات على شكل شفاه . يقود الفم إلى مري قصير ، ثم إلى معدة وأمعاء ملتوية ، تنتهي بالشرج الذي ينفتح خلف العضلة المقربة الخلفية . أما الجهاز العصبي فبسيط يتألف عادة من ثلاثة أزواج من العقد ، تتركز في الفم والرجل وتحت العضلة

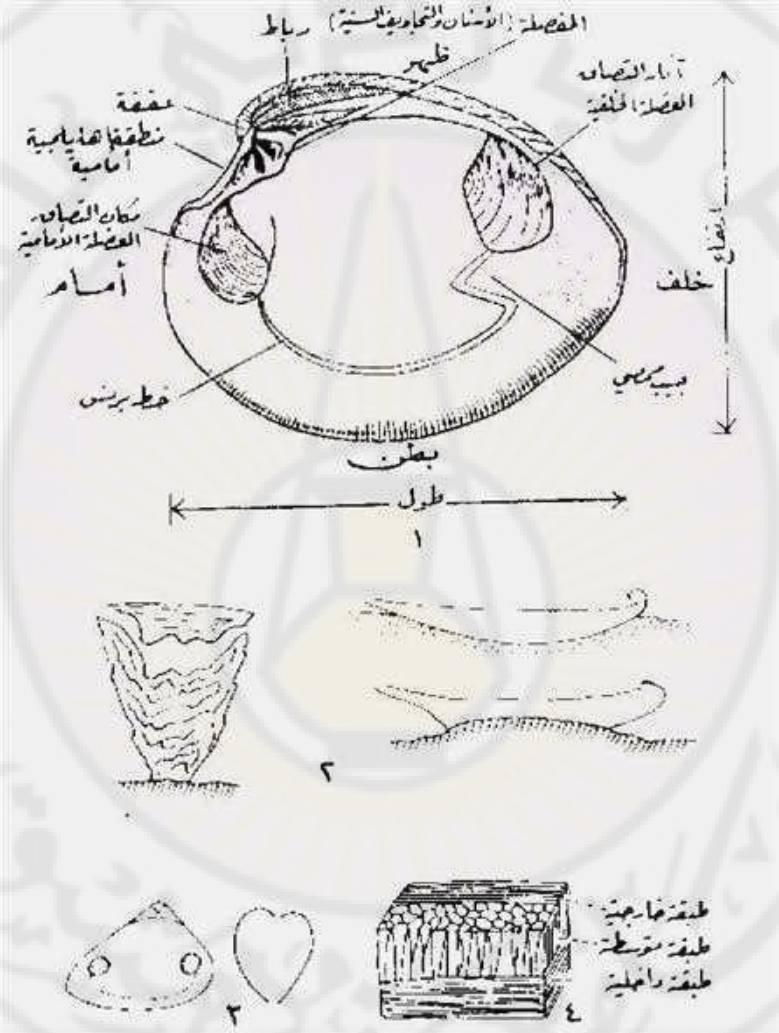
المقربة الخلفية ، وتخرج منها أعصاب تعصب العضلات والغلاصم الخ ... يقع القلب في الناحية الظهرية ، تحت خط تمفصل المصراعين ، ويتألف من أذينتين وبطين واحد . وتقع الكلية المؤلفة من زوج من الأنابيب تحت القلب . الجنسان منفصلان في صفحات الغلاصم ، غير أن أشكالا" قليلة منها تكون خنثى.

الأجزاء الصلبة (القوقعة) :

تتألف قوقعة صفحات الغلاصم كما ذكرنا من مصراعين يتمفصلان من الناحية الظهرية ، وينفتح المصراعان من الناحية البطنية . تشكل منطقة الفم الناحية الأمامية ، وتشكل الجهة التي ينفتح فيها الشرج الناحية الخلفية (الشكل 6 / 1) . يكون المصراعان في أغلب الحالات متساويين (الشكل 6 / 2) وكل مصراع متناظرا" جانبيا" . غير أنهما يكونان غير متساويين وغير متناظرين جانبيا" في الأشكال المتثبتة . فإذا حصل التثبت بواسطة النسالة، يضمر القسم الأمامي من القوقعة ، بينما يستطيل القسم الخلفي ، ويصبح الخط السني مائلا" جدا" (الشكل 4 / 2) . وإذا حصل التثبت بالتحام أحد المصراعين على الصخر ، فإن القوقعة تأخذ شكلا" غير منتظم يختلف قد مصراعيها لدرجة أنه قد ينمو أحدها على شكل مخروط ، بينما يأخذ المصراع الآخر شكل الغطاء (الشكل 6 / 2).

يكون لكل مصراع عقفة ، وهي تحتل مركزا" متوسطا" في المصراع ذي التناظر الجانبي، غير أنها تكون في أغلب الحالات منحنية ، نحو الأمام (الشكل 6 / 1) باستثناء بعض الأجناس التي تكون فيها العقفة منحنية نحو الخلف، كما في الجنس تريكونيا *Trigonia* والجنس نوكولا *Nucula* أو حلزونية منحنية نحو الخلف، كما في الجنس ديسراس *Diceras* . قد

يلاحظ على القوقعة أمام العقفتين وخلفهما منطقتان إهليلجيتان: منطقة إهليلجة أمامة Lunule ومنطقة إهليلجة خلفة Escutcheon .



الشكل (6) يمثل أجزاء وشكل المصراع وبنة جداره .

1- أجزاء المصراع . 2- مصراعان غير متساويين . 3- مصراعان متساويان .

4- بنة الجدار .

يقاس طول القوقعة في صفحات الغلاصم من الناحة الأمامة حتى الناحة الخلفة . أما العرض أو الارتفاع فقاس من العقفة حتى الناحة البطنة من القوقعة . وتمثل الثخانة المستقم العمودي على خط الطول أو العرض الواصل بين سطحي المصراعين.

جدار القوقعة :

يفرز البرنس القوقعة الكلسة التي تختلف بنيتها حسب المجموعات المختلفة . نميز عادة ثلاث طبقات (الشكل 6 / 4) .

1- طبقة خارجة رقيقة خضراء، أو بنة اللون، مؤلفة من مادة قرنة عضوية (الكونكيولين Conchiolin) تزول عادةً في أثناء الاستحاثة .

2- طبقة متوسطة أو الطبقة الموشورية ، مؤلفة من مواشير من الكلسيت مرتبة بشكل عمودي على سطح القوقعة .

3- الطبقة الداخلة مؤلفة من طبقات رقيقة متعاقبة من الآراغونيت والكونكيولين مرتبة ترتيبا" موازيا" لسطح القوقعة، تعرف أيضا" بالطبقة الصدفة، ويمكن ملاحظتها بوضوح في الجنس ميتيلوس *Mytilus* مثلا" . يفرز الطبقة الموشورية طرف البرنس الهامشي، أما الطبقة الصدفة ، فمفرزها سطح البرنس .

زخارف السطح الخارجي:

يمكن أن يكون السطح الخارجي أملس ، أو مزخرفا" بحروف بارزة مشعة أو متراكزة تمثل خطوط النمو . وقد يضاعف هذه الزخارف حدبات أو أشواك . ويلاحظ أن الأطراف النهائة للمصراعين قد تكون ملساء أو مسننة أو متعرجة ، كما في الجنس بكتن *Pecten* . يتم إغلاق المصراعين في كثير من الأجناس بصورة كلة ، بينما يلاحظ في أجناس أخرى وجود فتحة خلفة بين

المصراعين، لخروج الممص في أثناء الحـاة ، وفتحة أمامـة لخروج الرجل أو النسالة.

الانطباعات العضلـة والبرنسـة:

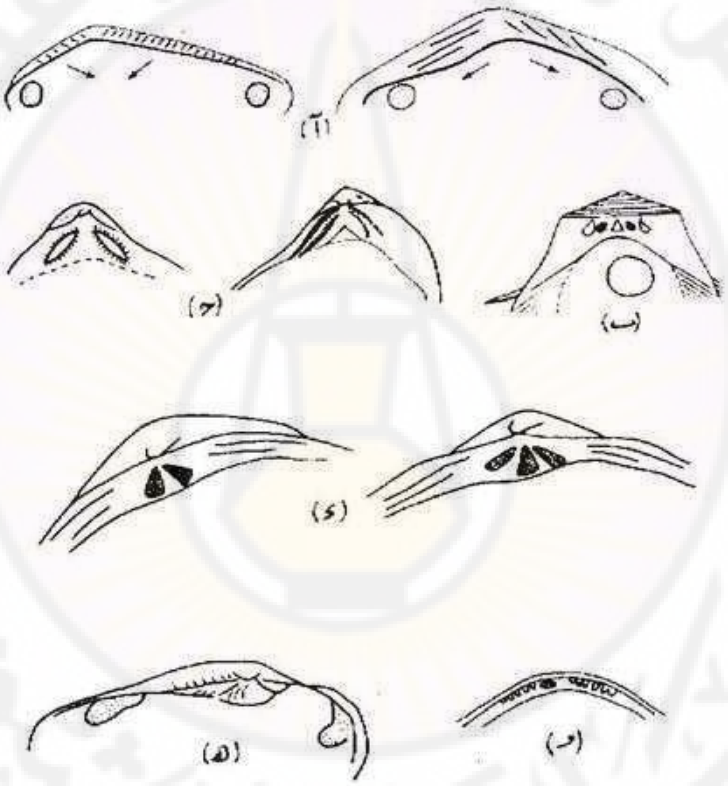
يشاهد على السطح الداخلي لكل مصراع انطباعات مختلفة ، ناتجة عن تثبيت العضلات على القوقعة . تشكل هذه الانطباعات آثارا" مستديرة ، أو بـضوية قد تكون منخفضة قلـلا" بالنسبة إلى السطح الداخلي لكل مصراع ، يشاهد في ثنائـة العضلات انطباعان : الأول بالقرب من الهامش الأمامي لكل مصراع ، والثاني بالقرب من الهامش الخلفي (الشكل 5 / 1) . أما في وحيدة العضلة فـشاهد انطباع واحد يحتل وضعا" شبه وسطي (الشكل 5 / 3) . وقد يكون الانطباعان العضلـان متساويين كما في الجنس مـا *Mya* أو غير متساويين كما في الجنس ميتيلوس *Mytilus* ، حيث يكون الانطباع الأمامي صغيرا"، والانطباع الخلفي كبيرا" (الشكل 5 / 2) . يصل بين الانطباعين العضليين في مجموعة ثنائـة العضلات خط يعرف بالخط البرنسي. وهو أثر اتصال عضلات البرنس مع جدار القوقعة الداخلي . فقد يكون هذا الخط موازيا" لهامش القوقعة، غير أنه يبدي في بعض الأشكال المجهزة بممص في أثناء حـاة الحيوان انخماصا" نحو الداخل ، يترك أثرا" على السطح الداخلي للقوقعة، يسمى بالجيب الممصي. وهو يفيد في توجـه القوقعة إذ يدل على الناحـة الخلفـة للحيوان .

المفصلة :

يطلق اسم المفصلة على المنطقة الواقعة تحت العقفة في كل من المصراعين . وهي تحوي على نتوءات تعرف بالأسنان ، تتعاقب مع تجاويف تدعى بالحفر السنـة ، وهي تتوافق مع نتوءات وحفر المصراع الآخر (الشكل 6 / 1) . تفيد المفصلة في ربط المصراعين من الناحـة الظهرية ربطا" متينا" . ويسمى هامش المصراعين الذي توجد عليها الأسنان والتجاويف بالخط

السني، الذي يكون منحن ا" أو مستق ما" كما في الجنس أركا *Arca* . ويمكن أن نميز عدة أنماط من المفصلة حسب المجموعات (الشكل 7) .

1- نمط كثيرات الأسنان *Taxodonta* : تتميز بوجود أسنان صغيرة متشابهة ، تتعاقب مع حفر سن ة متشابهة ، كما في الجنس نوكولا *Nucula* والجنس أركا *Arca* .



الشكل (7) يمثل شكل المفصلة .

آ – كثيرات الأسنان . ب – متساويات الأسنان . جـ – مشقوقات الأسنان . د – مختلفات الأسنان . هـ – ضامرات الأسنان . و – خف ات الأسنان .

2- **نمط عديمات الأسنان** *Dysodonta* : الأسنان بسطة وصغيرة جدا"، وقد تكون مفقودة . يظهر أن هذا الشكل قد اشتق من كثيرات الأسنان ، حيث تظهر الأسنان الصغيرة مشعة من العقفة نحو الجانبين .

3- **نمط متساويات الأسنان** *Isodonta* : يتميز هذا النمط بوجود أسنان قوية متساوية، توافقها حفر سنة على المصراع الآخر . تتوضع الأسنان بصورة متناظرة على جانبي حفرة تقع تحت العقفة ، وتسمى بالحفرة الرباطة ، كما في الجنس سبونديلوس *Spondylus* . ويلاحظ في هذا الجنس ، على المصراع الأيمن ، حفرة رباطة توجد على جانبيها سن وحفرة سنة ، وعلى المصراع الأيسر حفرة رباطة توجد على جانبيها حفرة سنة وسن .

4- **نمط مشقوقات الأسنان** *Schizodonta* : تكون الأسنان قليلة وثخينة تظهر على سطوحها تحززات . ويمثل الجنس تريكونا *Trigonia* الشكل النموذجي لها ، حيث تشع الأسنان من تحت العقفة ، وتكون السن المتوسطة على المصراع الأيسر ثنائة التشعب .

5- **نمط ضامرات الأسنان** *Desmodonta* : لا توجد في هذا النمط أسنان حقيقة ، وإنما نتوءات صغيرة ، تفيد في تثبيت الأربطة .

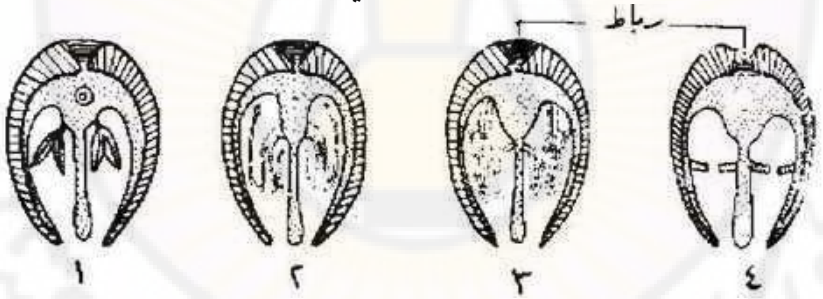
6- **نمط مختلفات الأسنان** *Heterodonta* : تكون الأسنان قليلة ، غير أنها غير متشابهة في الشكل والحجم . إذ تميز فيها الأسنان الرئسة وهي الأسنان الموجودة تحت العقفة مباشرة والأسنان الجانبة الموجودة على الجانبين ، منها أسنان جانبة أمامة وأسنان جانبة خلفة . تكون الأسنان الرئسة عمودية تقريبا" على الخط السني وقصيرة بينما تكون الأسنان الجانبة متطاولة ، وموازية للخط السني تقريبا" حيث توجد بينها حفر سنة موازية لها .

7- **نمط ثخينات الأسنان** *Pachyodonta* : وهي تشكل مجموعة من صفحات الغلاصم ، يطلق عليها اسم الروديست *Rudista* ،

يصنفها بعض المؤلفين مع مختلفات الأسنان ، وتتميز بوجود عدد قليل من الأسنان الثخينة .

8- نمط خفات الأسنان *Cryptodonta* : تتميز بوجود التواءات ممتدة على الحافة السنة ، وهذا الشكل يميز مجموعة من صفحات الغلاصم ، التي وجدت في حقب الباليوزوي .

يلاحظ عندما يكون الخط السني طويلا" ومستقما" ، كما في الجنس أركا *Arca* وجود منطقة منبسطة مثلثة الشكل بين العقفة والخط السني في كل مصراع ، تعرف باسم الفسحة . وتظهر عقفتا المصراعين عند وجود هذه الفسحة متباعدتين ، وتمثل المنطقتين الإهليلجيتين الأمامة والخلفة التي تلاحظ من الناحة الظهرية للقوقعة . هذا وتبدي بعض صفحات الغلاصم التي لها خط سني مستقم ، كما في الجنس بكتن *Pecten* امتدادات جناحة مثلثة الشكل ، على جانبي العقفة تدعى بالأذينات .



الشكل (8) يمثل وضعة الرباط الخارجي والداخلي ، كما يمثل أنماط الغلاصم في مقاطع تخططة في صفحات الغلاصم .

1- نمط الغلاصم الأولية . 2- نمط الغلاصم الخطية . 3- نمط الغلاصم الحقيقة . (يظهر في هذه الأنماط الثلاثة الرباط الخارجي) . 4- نمط الغلاصم الحاجزية (يظهر في هذا النمط الرباط الداخلي) .

يرتبط المصراعان مع بعضهما بالإضافة إلى المفصلة برباط (الشكل 8) مؤلف من ألياف مرنة ، حيث يمكن أن يميز رباط خارجي ورباط داخلي . يوجد الرباط الخارجي على هامش الخط السني ، ويكون عادة خلف العقفة

ويثبت على حروف بارزة . ويلاحظ في بعض الأجناس ، كما في الجنس غلـ سـ ميريس *Glycymeris* أن الرباط الخارجي يمتد أيضا" إلى أمام العقفة . أما الرباط الداخلي فيتألف من ألـ اف مرنة متوازية تتثبت في حفرة موجودة على الخط السني . يؤدي تقلص العضلات المقربة إلى إغلاق المصراعين وإلى ضعف الرباط في حالة الرباط الداخلي ، أو تمدده في حالة الرباط الخارجي . ويسعى الرباط المرن إذا زال تقلص العضلات المقربة إلى فتح المصراعين ، فهو يقوم على هذا الأساس مقام العضلات المبعدة الموجودة في عضديات الأرجل . والرباط الداخلي أو الخارجي يمكن أن يكون مفقودا" في بعض الأشكال .

توجـ ه القوقعة :

تتطلب دراسة صفـ حـ ات الغلاصم توجـ ه قوقعتها ، حتى نميز المصراع الأيمن من المصراع الأيسر ، وتعيين طرفها الأمامي وطرفها الخلفي . ويتم ذلك في الأشكال الحـ ة بسهولة ، غير أنه يصبح صعبا" في الأشكال المستحاثة ويحتاج إلى ملاحظة الأمور التالـ ة:

1- تنحني عقفتا المصراعين إلى الأمام بصورة عامة ، ما عدا بعض الشواذات القليلة كما في الجنس نوكولا *Nucula* والجنس تريكوذ ا *Trigonia* حيث تنحني نحو الوراء .

2- القسم الخلفي من القوقعة أطول من القسم الأمامي ، عدا بعض الحالات كما في الأجناس : نوكولا *Nucula* ولـ ما *Lima* ودوناكس *Donax* .

3- توجد عادة منطقة الرباط الخارجي خلف العقفة ، وتدل على القسم الخلفي للقوقعة ، وفي جمـ ع الحالات لا تكون مطلقا" بكاملها أمام العقفة .

4- يدل وجود الجيب الممصي على المنطقة الخلفـ ة .

5- يدل وجود انطباع العضلة الوحيد على المنطقة الخلفية . وفي حالة وجود انطباعين عضليين ، يكون انطباع العضلة الأمامية أصغر من انطباع العضلة الخلفية .

وعندما يتم تمييز مقدمة القوقعة عن مؤخرتها ، توجه القوقعة بحيث يكون الجانب الظهري نحو الأعلى ، ومقدمتها بعيدة عن الملاحظ ، فكون المصراع الأيمن على يمين الملاحظ والمصراع الأيسر على يساره .

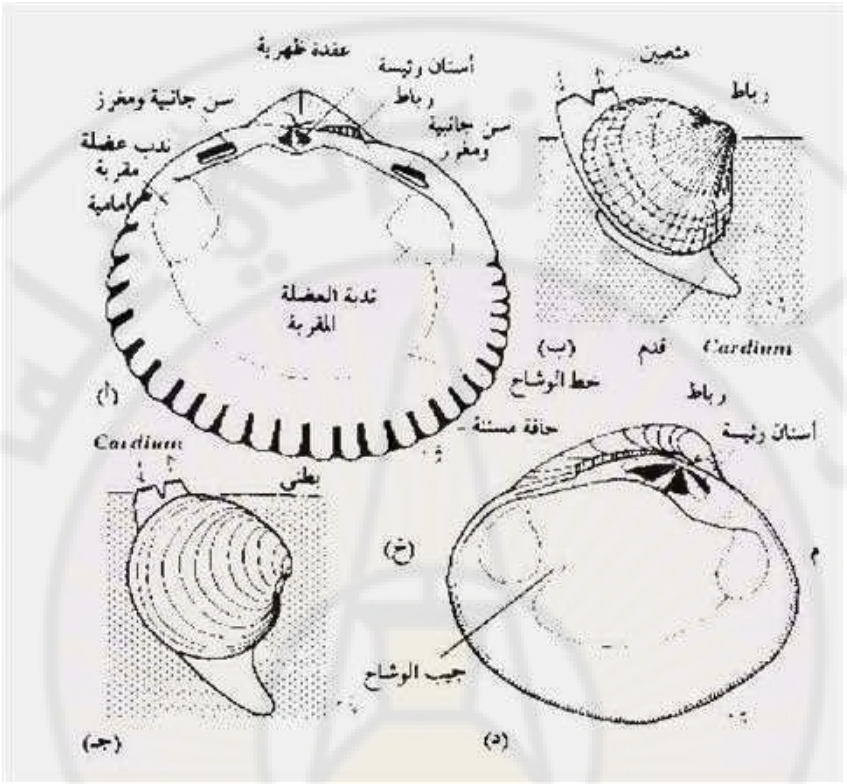
شكل الصدفة وظروف المعيشة لبعض من ذوات المصراعين الشائعة

لقد تكيفت ذوات المصراعين للمعيشة في بيئات مختلفة مما تسبب في بعض التحورات في تكوينها التشريحي . وعليه فقد ساعد شكل الصدفة في التعرف على ظروف بيئتها . والأنماط التي سيتم التعرض لها هنا في الصفحات التالية توضح بعض الظروف المعيشية المألوفة .

ذوات المصراعين البحرية :

الكارديوم cardium : (الشكل 9 أ ، ب) . الصدفة دائرية في شكلها الخارجي، متساوية المصراعين ، تميل قليلاً" إلى عدم التماثل الجانبي ، كروية في قطاعها العرضي، السطح الخارجي مزخرف بعروق شعاعية ، العقدة بارزة ومنحنية إلى الداخل ، غير متماثلة الأسنان ، الرباط خلفي ، ندوب العضلات المقربة متساوية ، خط الوشاح متكامل ، حافتها البطني مشرشرة .

العمر : من العصر الميوسيني إلى العصر الحاضر .



الشكل (9) طريقة معـ شة نمطين شائعين من ذوات المصراعين .

(أ) (ب) – كارديوم Cardium نمط جوال ، (أ) منظر داخلي لمصراع الـ مين ، (ب) حيوان في وضع غذائي برسوبـ ات رملـ ة . (جـ ، د) فينس Venus ذو مصراعين حفار لعمق بسـ ط ، (جـ)

الحيوان في وضع غذائي ، (د) منظر داخلي لمصراع الـ سار . تشير الأسهم إلى اتجاه تـ ار الماء الداخل إلى والخارج من الصدفة .

وتعـ ش الكثير من ذوات المصراعين جوالة Vargant ، تتحرك ببطء على القـا ع أو بـالقرب منـه . ومثـال ذلـك الكـارديوم إديـول **Cardium edule** والمعروف بالكوكل . وهو يعـ ش على الجانب السفلي للشواطىء الرملـ ة مدفونا"

إلى نهاية صدفته . وعند حدوث عملـة المد يتغذى عن طريق مثعبـه في المـاء (الشكل 9 ب) . وعند الحركة يقوم بفتح المصراعين قلـلا" ومد قدمـه المدبب ثم غرسها في الرمال ، وبعدها يقوم بنفخها قلـلا" لتعمل كمرساة في أثناء شد عضلاته لجر الصدفة بصعوبة وبطء على الرمال . ويختلف الكوكل عن معظم ذوات المصراعين بحركته على سطح الرمال في قفزات متتالـة ، فهو يقوم بثني القدم إلى ما يقارب نصفها تحت الصدفة ثم مدها فجأة دافعا" نفسه إلى الأمام .

فينـوس Venus : (الشكل 9 جـ، ء). الصدفة بـضاوية الشكل تقريبـا"، ومنضغطة أكثر من صدفة الكوكل ، السطح الخارجي مزخرف بصفائح متحدة المركز تقريبا" وخطوط شعاعـة طفـفة ، العقدة تشير إلى الأمام، الأسنان غير متماثلـة (الأسنان الجانبـة صغيرة)، الربـاط خلفي، نـدب العضـلات المقربـة متساوية، لها جيب وشاح صغير، حافتها البطنـة محززة.

العمر : العصر الأولـجوسيني إلى العصر الحاضر .

يقـوم الفينـوس **Venus** بـالحفر قلـلا" فـي الرسـوبـات الرملـة الرطبـة . والصدفة منضغطة أكثر من صدفة الكوكل مما يساعدها على الحركة بسهولة وبسرعة أكثر على الرسوبـات . ويبقى الحيوان قريبا" من السطح عند جمعه للغذاء (الشكل 9 جـ) بينما يقوم بالحفر إلى عمق أكبر عند حدوث عملـة الجزر .

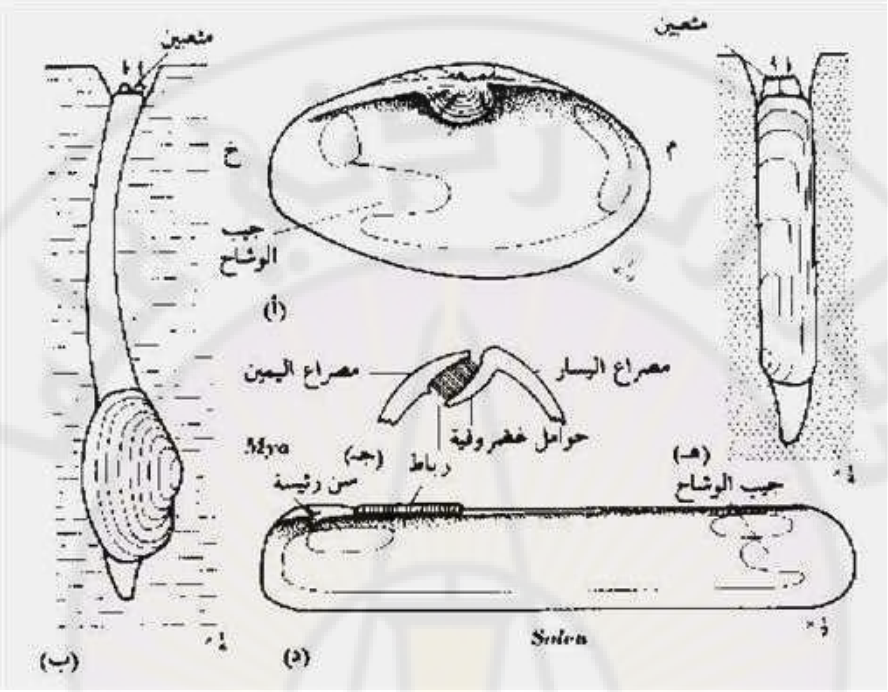
السـولين Solen : أحد الأصداف التي لها شكل موسى حلاقة ، وهو ، أي الحيوان ، حفار نشط إلى عمق معين ، يستطـع مد مثعبـه وقدمه من الثغرين عند الطرفين في أثناء قفل الصدفة، يتواجد الحيوان بالقرب من طرف الجحر في أثناء جمعه للغذاء (الشكل 10 هـ). وعند الجزر أو مضايقته يتعمق إلى

أسفل بواسطة قدمه القوية ، يساعده في الحركة السريعة جدا" جسم الصدفة الأملس والمنضغط .

المـا Mya : (الشكل 10 جـ). الصدفة مستطيلة الشكل بعقدة في منتصفها تقريبا" ومؤخرة مبتورة إلى حد ما، ذات فجوة عريضة، خطوط النمو رفيعة جدا"، عديمة الأسنان، رباطها الداخلي مدعوم بحوامل غضروفية chondrophores، الصدفة متساوية العضلات، جيب الوشاح عميق .

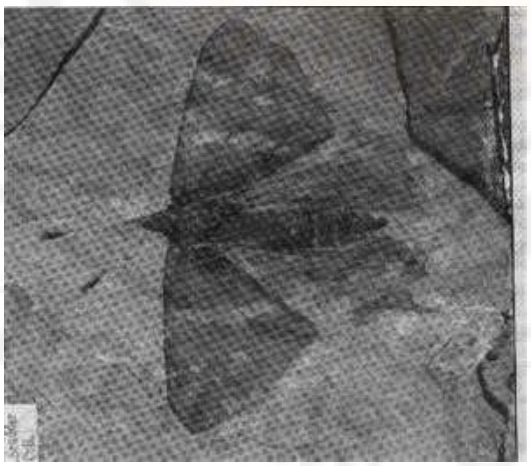
العمر : العصر الأولجوسيني إلى العصر الحاضر .

وتعيش المـا Mya داخل جحر عميق (حوالي 30 سنتمترا") بالرمال أو الرمال الغرينية ، ويبقى الحيوان عند قاع هذا الجحر حيث أن مثعبه طويلان (قد يصلان إلى ضعفي أو ثلاثة أضعاف طول الصدفة) ، ويحاط بهما غمد جلدي المظهر . وعموما" لا يتم ضم المثعبين إلى داخل الصدفة كلا" بل يبقيا بالخارج خلال شق بالطرف الخلفي.

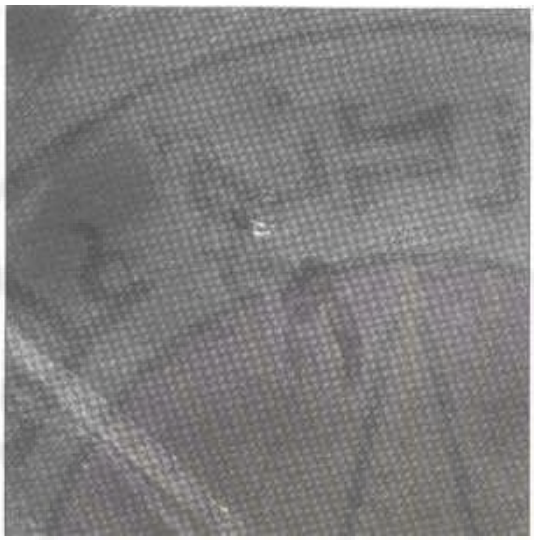


الشكل (10) ذوات المصراعين العمقة الحفر .

(أ – جـ) مـا Mya ، (أ) – منظر داخلي لمصراع يساري، (ب) – الحيوان في حفرته داخل الرمال الطينية ممدود المثعبين، (جـ)– قطاع عرضي بالرباط والحوامل الغضروفية، (د– هـ) سولين Solen، (د)– منظر داخلي لمصراع المين، (هـ)– الحيوان في وضع غذائي عند قمة حفرته في الرمال .



لوحة (1) فراشة ، برودرياس يوسفون ، العصر الأولجوسيني . (1.8 X)



لوحة (2) حشرة
محفوظة في الكهرمان
إيوجوناتيوم مينيتيوم
Eogonatium
minutum العصر
الأول جوسيني .



لوحة (3) مستحاثة
خط ة (graptolite)
كل ماكوجرابتس
Climacograptus
الحين الأردوف سي الأوسط
.

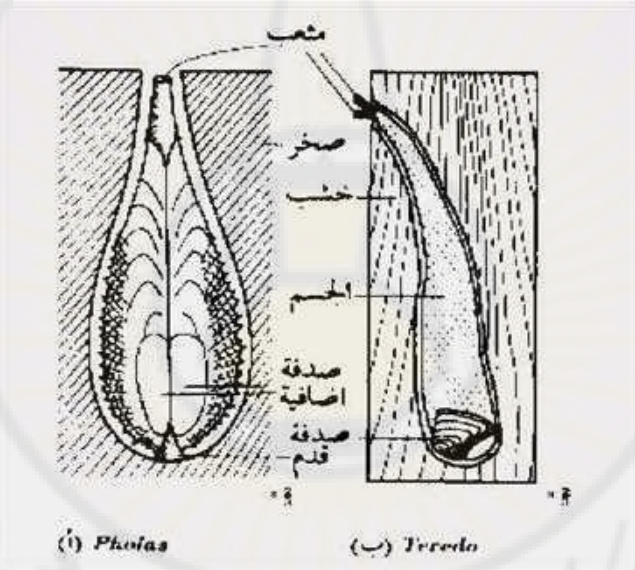


لوحة (4) أمونيت ترياسي ، مونوفـلايتس Monophyllites .

فولاس Pholas : (الشكل 11 أ) . الصدفة طويلة وتكاد تكون أسطوانة الشكل ، مقدودة عند طرفيها ، السطح الخارجي وخاصة الطرف الأمامي مغطى بصفوف من الأشواك تشبه المبرد المحبب ، لا توجد بها أسنان ولا رباط ، خط المفصل ينعكس جزئيا" على العقدة لكون سطحا" دائريا" أملس. لها جيب وشاح وبروز داخلي غير عادي وذلك تحت العقدة تتعلق به العضلات المحركة للقدم .

والفولاس **Pholas** الذي يعرف كذلك بالبيدوك paddock يعيش في ثقب بالصخور المختلفة ، والتي تشمل الأردواز slate والحجر الرملي والطباشيري والخث وذلك على الشاطىء . ويقوم الحيوان بثقب الصخر ميكانيكيا" . ويعمل القدم كممص يمسك بقاع الثقب ، أما منطقة المفصل

فتكون نقطة إرتكاز تنوس عليها الصدفة بشد وإرخاء العضلات المقربة على التوالي . وبهذا تقوم الأشواك ببرد الصخور فما تدور الصدفة بتغيير موقع القدم . وينتج عن ذلك ثقب جميل متسع عند القاعدة وضيق عند المدخل . وقد وجدت ببعض الصخور ببريطانيا والتي ترجع إلى أعمار مختلفة قوالب داخلية كمستحاثات (الشكل 12) تشبه الفولاس **Pholas** ، والتي قد يكون وجودها متزامنا" مع أسطح عدم التوافق الطبقية unconformities .



الشكل (11) ذوات مصراعين حفارة في مواد صلبة .
(أ) – منظر ظهري لفولاس Pholas بحفرته داخل الصخر . (ب) – تيريدو Teredo داخل نفق بالخشب .



الشكل (12) قالب داخلي لفجوة داخل مرجان من صنع ذي مصراعين ، الليثوفاجا Lithophaga ، الحين الجوراسي (4 X) .

الفجوة حفرت في هكل المرجان ، بعد موت ذي المصراعين ثم ملئت الفجوة والمساحات البينة للأحجبة بترسبات كلسية . بعد ذلك ذاب هكل المرجان (وهو مكون من أراجونيت)، تاركا" الفراغ حول قالب الفجوة .

تيريدو Teredo : (الشكل 11 ب) . الصدفة صغيرة جدا" بحيث يصعب التعرف على تبعة الحيوان العاري الذي يشبه الدودة لذوات المصراعين. ولعدم أهميته كمستحاثات سوف لن نتعرض إليه بالتفصيل. يستعمل الحيوان الصدفة كأداة قطع لثقب الأخشاب المنجرفة . ويقوم الحيوان بهضم جزء من السيليولوز. وعليه فإن الخشب بها لا يمثل مجرد مأوى للحيوان فقط . ومما

يثير الاهتمام هنا أن نجد أنه حتى في بحار دهر الحياة المتوسطة قد تم خرم الأخشاب المنجرفة بديدان الخشب ذات العلاقة بهذا الحيوان .

العمر : العصر الأيوسيني إلى العصر الحاضر .

ميتيلاس Mytilus : (الشكل 13 ء ، هـ) . الصدفة عديمة التماثل الجانبي ، العقدة عند الطرف الأمامي الحاد المظهر ، الطرف الخلفي عريض ودائري ، لها خطوط نمو دقيقة ، عديمة الأسنان أو ضعيفة إن وجدت ، خلفية الرباط ، متباينة العضلات حيث الندبة الخلفية أكبر من الأمامية ، خط الوشاح متكامل .

العمر : دور الجوراسي الأعلى إلى العصر الحاضر .

يعيش الميتيلاس إيديولس **Mytilus edulis** (بلح البحر) الشائع الانتشار على السواحل داخل النطاق المحصور بين المد والجزر ، أو بالشواطىء الصخرية وعند مصاب الانهار . وبالرغم من قوة الأمواج والتيارات المائية ، والواقع تحت تاثيرها الحيوان ، فهو يبقى راسيا" في مكانه بتثبيت نفسه إلى صخور القاع بواسطة كتلة الالياف الحريرية byssus ، والمكونة من خيوط قرنية (كونكيولين conchiolin) من أصل سائل لزج تفرزه غدة بقدم الحيوان . ويتصلب السائل بسرعة مكونا" خيوطا" صلبة تزداد عددا" على نفس المنوال إلى أن يتم تأمين ربط الصدفة إلى الصخور .

أوستريا Ostrea : (الشكل 13 أ ، جـ) . الصدفة سميكة على شكل دائري غير منتظم ، غير متساوية المصراعين ، المصراع الأيمن أكبر حجما" ومحدب الشكل بينما المصراع الأيسر مفلطح إلى حد ما ، السطح الخارجي يتميز بزخرفة سميكة من العروق والرقائق شبه النصف دائرية ، خط المفصل قصير ومنحني ، عديمة الأسنان ، الرباط داخلي بمنخفض

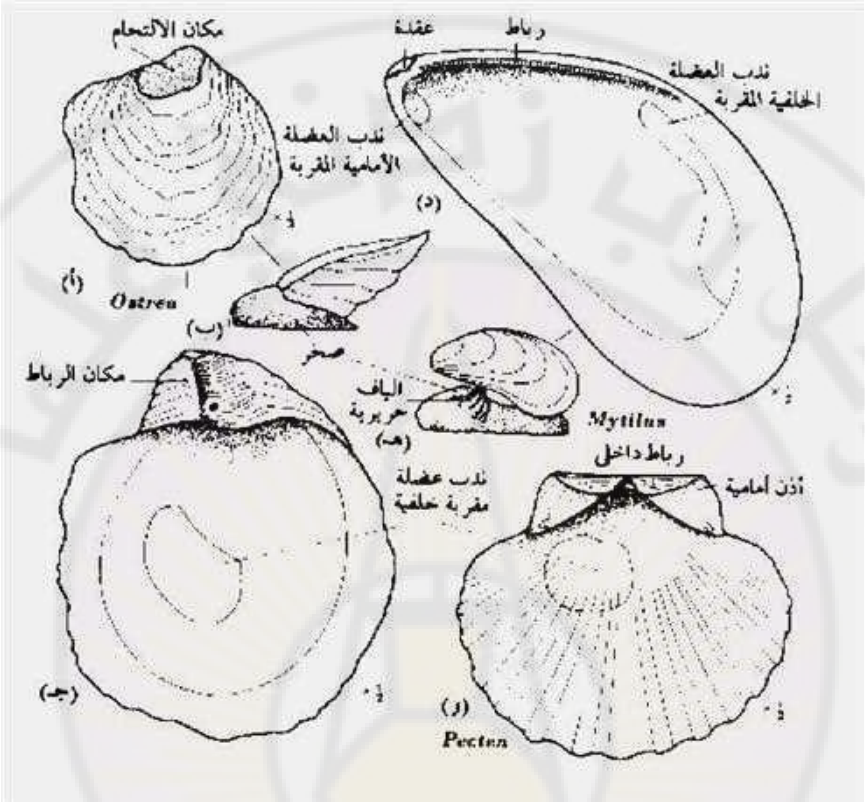
مثلث تحت العقدة ، الصدفة وحيدة العضلة (الخلفة) ، الندبة كبيرة ومتوسطة الحجم .

العمر : دور الترياسي إلى العصر الحاضر .

وتعيش الأوستريا **Ostrea** ملتصقة بواسطة مصراع السار إلى صخر أو صدفة أخرى بقاع البحر (الشكل 14) . والمحار الأكثر انتشارا" **Ostrea edulis** يعيش بالمياه الضحلة تحت مستوى خط الجزر مباشرة . وتسبح يرقات المحار الصغيرة بحرية لمدة تستقر بعدها على سطح نظيف ، حيث تقوم بتثبيت صدفتها بمادة كلسية تفرزها غدة الألاف المتحورة .

البكتين Pecten : (الشكل 13 و) . الصدفة شبه دائرية ، ذات تماثل جانبي إلى حد ما، متساوية المصراعين ، مصراع السار مفلطح ، السطح الخارجي مزود بعروق شعاعية خشنة ، خط المفصل قصير ومستقيم وبه أدنان على أحد الجانبين ، عديم الأسنان ، الرباط مثلث بمنخفض داخلي على صفحة المفصل ، الصدفة وحيدة العضلة ذات ندبة كبيرة ومتوسطة .

العمر : العصر الأيوسيني إلى العصر الحاضر والكثير من الأجناس ذات العلاقة قد بدأ تاريخها الجيولوجي منذ دور الترياسي .

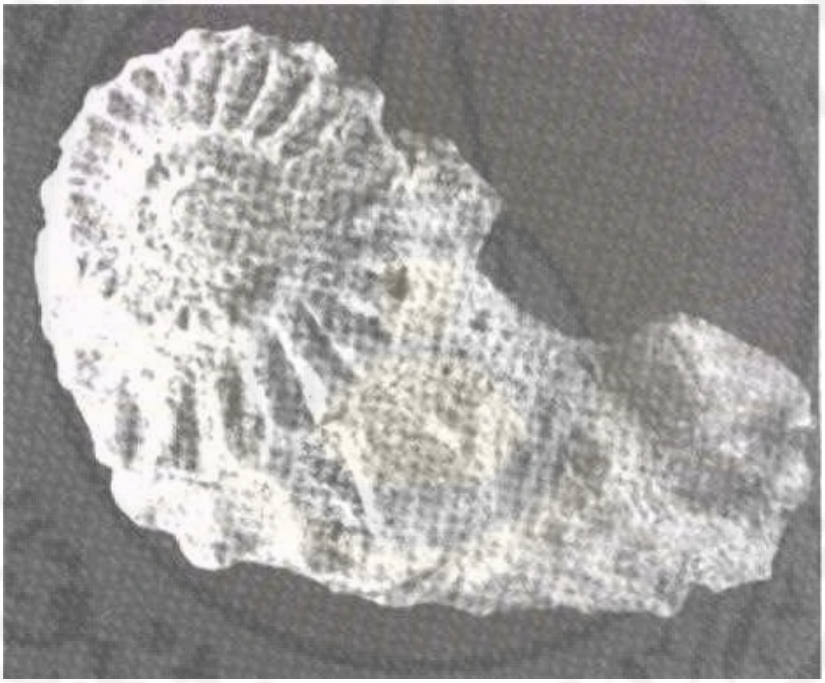


الشكل (13) ذوات مصراعين متباينة العضلات ووحيدة العضلة .

(أ – جـ) أوستريا Ostrea ، (أ) – منظر خارجي لمصراع الـ سار . (ب) – صدفة ملتصقة بصخر ، (جـ) – منظر داخلي لمصراع الـ سار . (د – هـ) ميتـ لاس Mytilus، (د) – منظر داخلي لمصراع الـ مين . (هـ) – صدفة ملتصقة بصخر بواسطة ألـ اف حريرية . (و) – بكتن Pecten ، منظر داخلي لمصراع يساري .

ويعـ ش البكتين **Pecten** جزءا" من حـ اته مقـ ما" والجزء الباقي سابحا" فـي المـاء. ومثـال ذلـك البكتـين ماكسـ ماس **Pecten maximus** ، أي الأسقلوب (Scallop) ، أو المحار المروحي الذي يعـ ش بالمـ اه الضحلة. وللبكتين **Pecten** مرساة من الألـ اف في بداية حـ اته يتخلص منها فـ ما بعد مستلقـ ا" على المصراع الأيمن . ويستطـ ع الحيوان السباحة بضرب مصراعـ ه

قبالة بعضهما البعض . وفي أثناء ذلك يقوم بتغيير اتجاه سيره بالتحكم في وضع حافة الوشاح . وتتم عملية السباحة بالتنظيم بين الرباط والعضلات القابضة . فمتانة الرباط تمكنه مع إرخاء العضلات من توسع الفتحة بين المصراعين إلى ما يقارب 30 °، وبشد العضلات بقوة لقفل المصراعين يندفع الماء من داخل فجوة الوشاح إلى الخارج مما ينتج عنه حركة الصدفة في الاتجاه المعاكس .



الشكل (14) جزء الالتصاق لمستحاثة (أويستر Oyster) حطت على أمونيت . جزء الالتصاق يعكس شكل الأمونيت معكوسا" ، إقزوجايرا Exogyra ، الكريتاسي العلوي (X 1.7) .

ذوات المصراعين بالماء العذبة

اليونيو Unio : (الشكل 16 جـ) . الصدفة بـ ضاوية الشكل ، كبيرة الحجم ، مكسوة من الداخل بطبقة من عرق اللؤلؤ ، لها عدة أسنان رئ سـ ة في وضع أفقي إلى حد ما ، الرباط خلفي خارجي ، الندبتين عم قتين ومتساويتي الحجم ، خط الوشاح متكامل .

العمر : دور الترياسي إلى العصر الحاضر .

يعـ ش اليونيو **Unio** في المـ اه العذبة شاقا" الرسوبـ ات عند قـ عان الأنهار في حركته إلى الأمام . غالبا" ما تكون العقدة متآكلة عندما تكون درجة حموضة الماء منخفضة . وتعـ ش اليرقة مدة متطفلة على الأسماك .

الخلاصـة : تعتبر أنماط ذوات المصراعين إلى حد ما مثالا" نموذجـ ا" للتكـ ف مع البيئة المحـ طة بالحيوان . فذو المصراعين المتجول الذي يعـ ش فوق رسوبـ ات القـ اع أو بـالقرب منها لـه صدفة ثنائـ ة التماثل ، متساوية المصراعين بالإضافة إلى كونها متساوية العضلات وخط وشاحها متكامل. أما ذوات المصراعين الحفارة فهي تتميز بجيب الوشاح . وغالبا" ما تكون الصدفة طويلة ومنضغطة الجانبين . وللكثير منها إما شق أو شقان وربما تكون أسنانها غير متكاملة التكوين . أما ذوات المصراعين الثاقبة للصخور فهي تشبه باقي الأنماط الحفارة ، غير أنها أسطوانـ ة الشكل تقريبا" . وذوات المصراعين التي تعـ ش مثبتة نفسها إلى القـ اع بواسطة الألـ اف ، فهي عادة ما تكون عديمة التماثل الجانبي تماما" ، متباينة العضلات مع وجود العقدة عنـد طرفهـا الأمـامي وتكـون نهايتهـا الخلفـ ـة عريضـة . وتتميـز ذوات المصراعين الملتحمة بالقاع بأنها غير متساوية المصراعين مع كون المصراع

الثابت أكبر حجما" ، يغطـه مصراع مفلطح الشكل وعموما" تكون الصدفة وحيدة العضلة .

أجناس شائعة أخرى

معظـم ذوات المصـراعين التـي سنستعرضـها فـمـا بعـد مقسـمة إلـى مجموعات حسب الحين الذي برزت فـه أولا" ، غير أن بعضها كان لـه مدى من حيث عمر جنسها من البعض الآخر مثال المودجولاس **Modiolus** الذي تم شرحه مع ذوات المصراعين في الباليوزوي (حقب الحـاة القديمة) هو أيضا" شائع الانتشار في الوقت الحاضر .

ذوات المصراعين بدهر الحـاة القديمة :

الكتينودونتا Ctenodonta : (الشكل 15 ب) . الصدفة بـضاوية الشكل ذات زخرفة بسـطة ، تشبه نصف الدائرة ، خارجـة الرباط ، أسنانها صغيرة وعديدة ، خط الوشاح بها متكامل .

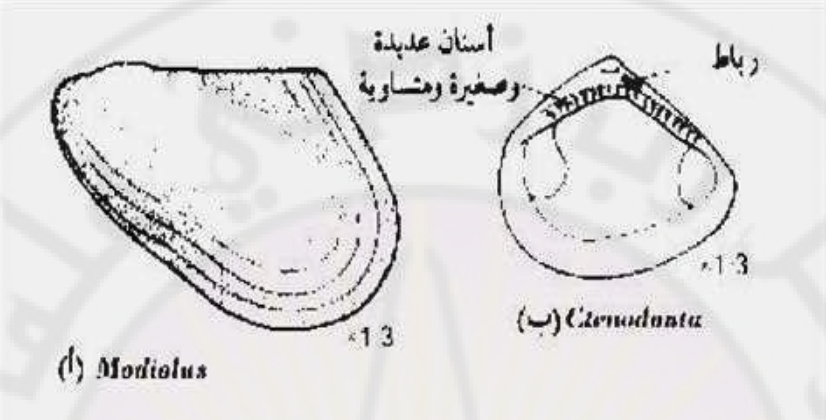
العمر : دور الأردوفـشي .

النوكيـولا Nucula : تشبه الكتينودونتا **Ctenodonta** ، غير أن رباطها داخلي ، وهي تختلف عن باقي ذوات المصراعين بوجود العقدة قرب طرفها الخلفي. (الشكل 31 جـ ، د) يوضح نمطا" يشبه النوكيولا **Nucula** .

العمـر : دور السـيلوري إلـى العصـر الحاضـر (جـنس النوكـولا م . د . **Nucula** s.s. ، دور الكريتاسي إلى العصر الحاضر) .

المودجولاس Modiolus : (الشكل 15 أ) . الصدفة متساوية المصراعين ، عديمـة التماثـل الجـانبي تمامـا" ، متباينـة العضـلات مـع اسـتطالة خـط المفصل واستقامته ، عديمة الأسنان .

العمر : دور الديفوني إلى العصر الحاضر .



الشكل (15) من ذوات المصراعين التي ترجع إلى دهر الحياة القديمة .

الدونباريلا Dunbarella : (الشكل 28 أ) . الصدفة رقيقة تشبه صدفة البكتن Pecten في الشكل ، السطح الخارجي مزخرف بخطوط شعاعية وشبه دائرية .

العمر : دور الكربوني .

الكاربونيكولا Carbonicola : (الشكل 28 أ) . تشبه اليونيو **Unio** الحديث ، لها صفحة مفصل تفتقر إلى أسنان أو قد تكون لها واحدة أو اثنتان من الأسنان الرئيسة .

العمر : دور الكربوني المتأخر .

ذوات المصراعين في الميزوزوي
(حقب الحياة المتوسطة)

تريجونـا Trigonia : (الشكل 16 أ) . الصدفة سمكة ومغطاة بعرق اللؤلؤ من الداخل ، عديمة التماثل الجانبي ، ذات زخرفة خشنة من العروق أو الندب ، الأسنان شقي schizodont وأخدودي ، خط الوشاح متكامل . تعاش التريجونا **Trigonia** اليوم بالمياه الأسترالية .

العمر : الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة). أما التريجونا م . ع . s.1. **Trigonia** فلها مدى زمني يبدأ من الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) إلى الوقت الحاضر .

الجريفا Gryphea : (الشكل 16 ز) . تنتمي إلى عائلة المحار ، مصراع اليسار سميك جدا" ، العقدة ملتوية فوق خط المفصل ، مصراع اليمين مفلطح إلى حد كبير . وكانت الجريفا **Gryphea** تعاش ملتصقة بواسطة العقدة اليسارية خلال الفترة الأولى من تاريخ حياتها . أما الحيوان الناضج فقد كان يعاش مستلقيا" على مصراعه الأيسر فوق الغرين .

العمر : دور الترياسي إلى العصر الأيوسيني .

إقزوجايرا Exogyra : (الشكل 16 د ، هـ) . تنتمي أيضا" إلى عائلة المحار وتتميز بالتواء عقدتيها عند مستوى خط المفصل .

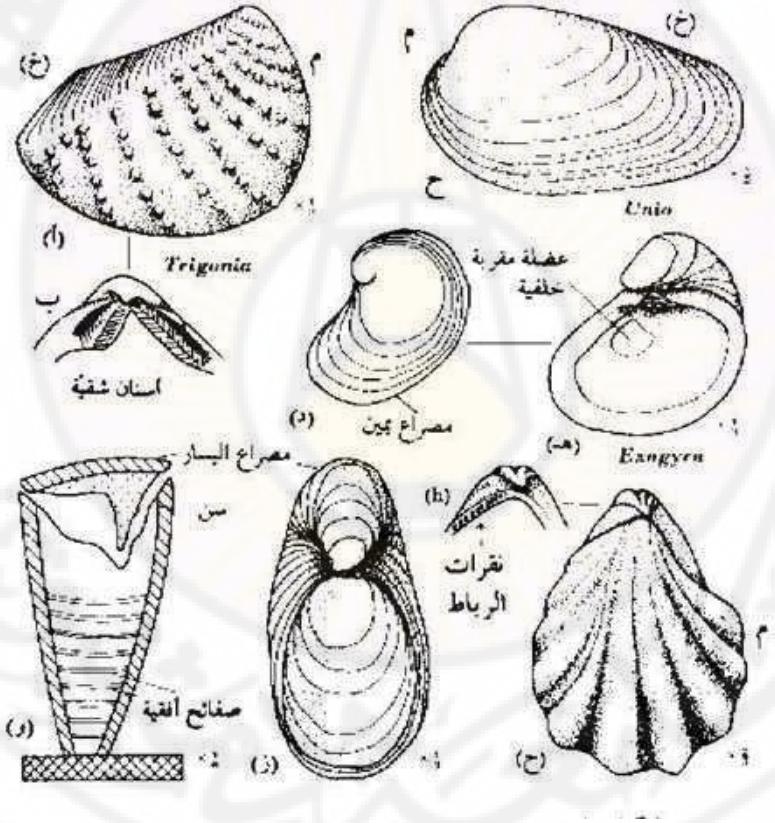
العمر : دور الجوراسي إلى العصر الأيوسيني .

الفولادوميرا Pholadomyra : (الشكل 30 جـ) . حفار رقيق الصدفة ذو فتحة واسعة عند طرفه الخلفي ، مزخرف بعروق شعاعية وثنايات متحدة المركز تقريبا" ، تختفي عند الطرف الخلفي . توجد الأحياء من هذا الجنس حاليا" في المياه الدافئة .

العمر : دور الترياسي إلى العصر الحاضر .

الأينوسيرامس Inoceramus : (الشكل 16 ط ، 17 أ) . الصدفة غير متساوية المصراعين ، عديمة التماثل الجانبي ، تختلف زخرفتها من نوع إلى آخر . فبعضها هلالي والبعض الآخر شعاعي ، عديمة الأسنان ، خط المفصل طويل ذو حفر رباط عريض متعددة ، ببعضها كتلة ألـ اف حريرية ، الصدفة أكثر سمكا" عند الأنواع الأحدث عمرا" .

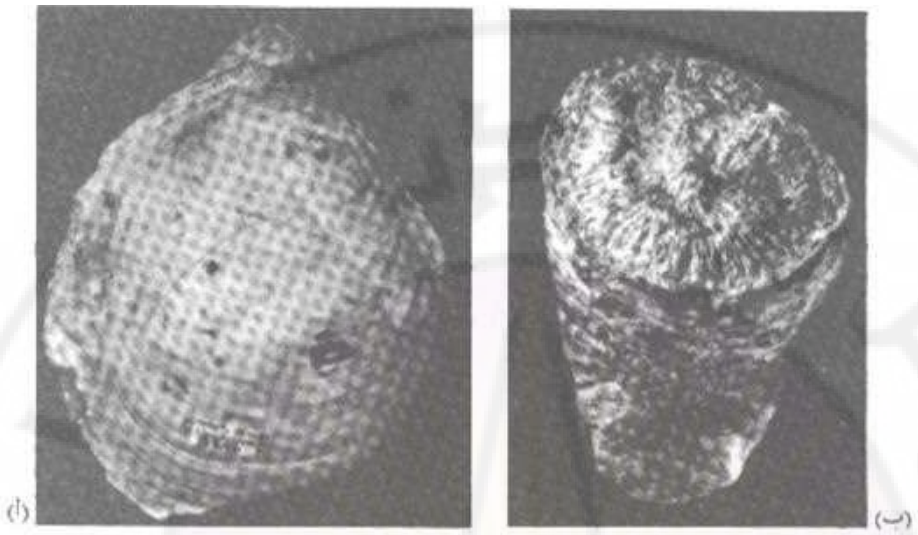
العمر : دور الجوراسي الأسفل إلى الكريتاسي المتأخر .



الشكل (16) ذوات المصراعين التي ترجع إلى دهر الحـ اة المتوسطة .

الهيبـورايتس Hippurites : (الشكل 16 و ، 17 ب) . كانـت الصـدفة ملتصـقة إلـى قـاع البحـر بقمـة المصـراع الأيمـن ذي الشـكل المخروطـي إلـى الأسـطواني بطـول قـد يصـل إلـى القـدم أو أكثـر ، توجـد بهـا ألـواح عرضـ ـة تفصـل جـزء الصـدفة السـفلي بحيـث يعـ ش الحيـوان فـي مسـاحة بسـ طة مـن الجزء العلوي منها . ويعمل المصراع الآخر الحر الحركة كغطاء يمكن فتحه بالدفع من الداخل . وتبرز من الغطاء أسنان تدخل في تجاويف أو مغارز بالمصـراع الثابـت . و الهيبـورايتس **Hippurites** هـو أحـد رودسـتيدات rudists دهر الحـ اة المتوسطة التي يبدو أنها كانت ذوات مصراعين معقدة . وقد وجدت هذه الحيوانـات محفوظـة في رسوبـ ات التـ ش Tethys وهو بحر استوائي أو شبه استوائي انتهـى فـ مـا بعد إلـى البحـر الأبـ ض المتوسـط فـي وضعه الجغرافي الحالي . وقد نمت الرودستيدات بين نهايتي المد والجزر ، وآخر أنماطها مثال الهيبورايتس **Hippurites** كانت شبيهة إلى حد كبير بالشعب المرجانـ ة المخددة rugose corals في شكل مصراعها الثابت ذي الألواح العرضـ ة .

العمر : دور الكريتاسي المتأخر .



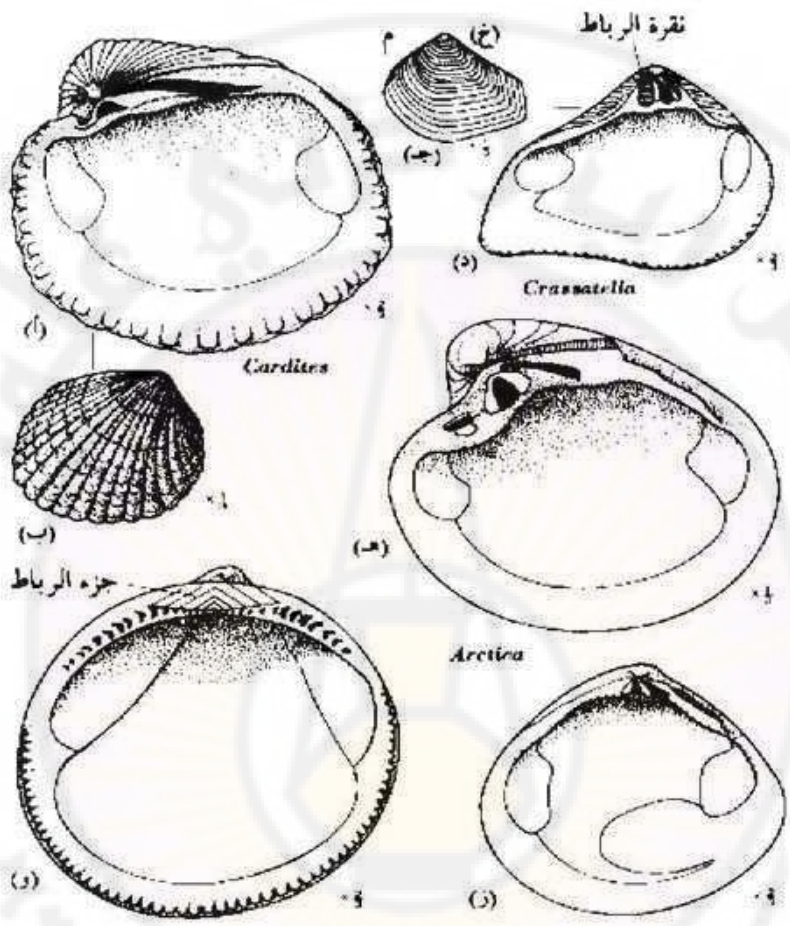
الشكل (17) من ذوات المصراعين التي ترجع إلى دهر الحياة المتوسطة .
(أ) – إينوسيرامس Inoceramus ، المصراعان منزاحان قليلا" بحيث ترى فقرات الرباط على طول حافة المفصل (1.1 X) . (ب) – هبيورايتس Hippurites ، الكريتاسي العلوي (0.4 X) .

ذوات المصراعين في السينوزوي

(حقب الحياة الحديثة)

الآركتكا Arctica : (الشكل 18 هـ) . الصدفة بيضاوية الشكل تقريبا"، العقدتان بارزتان ، ذات زخرفة شعاعية عريضة ، غير متماثلة الأسنان ، حافة الصدفة البطنية محززة من الداخل .

العمر : العصر الأيوسيني إلى العصر الحاضر .



الشكل (18) ذوات المصراعين من دهر الحياة الحديثة غير متماثلة الأسنان فما عدا (و) ذات الأسنان الصغيرة العديدة والمتماثلة .

الجنس ميراس Glycymeris : (الشكل 18 و) . الصدفة متماثلة الجانبين تقريبا" ، قد توجد على السطح الخارجي خطوط شعاعية ، الرباط مزدوج داخل أخاديد على شكل U، الأسنان عديدة ومتساوية ، الندبتان شبه متساويتان وخط الوشاح متكامل ، الحافة البطنية محززة .

العمر : دور الكريتاسي إلى العصر الحاضر .

الكراساتلا Crassatella : (الشكل 18 جـ ، د) . الصدفة بيضاوية الشكل إلى حد ما ومبتورة من الخلف ، السطح الخارجي أملس أو قد يكون ذا تجعدات هلالية ، غير متماثل الأسنان ، يوجد خلف أسنانها منخفضان لرباط مثلث الشكل .

العمر : دور الكريتاسي إلى العصر الحاضر .

تصنيف صفحات الغلاصم

يعتمد تصنيف صفحات الغلاصم على أشكال المفصلة المختلفة ، وعلى طبيعة الغلاصم وخاصة في الأشكال الحية (الشكل 8) . كما يعتمد على الانطباعات العضلية، وأشكال القواقع المختلفة الناتجة عن تكيفها مع الأوساط الخاصة . يقسم صفحات الغلاصم إلى عدد من الرتب هي:

1-رتبة كثيرات الأسنان *Taxodonta* :

تتميز بمفصلة من نمط كثيرات الأسنان ، كما تتميز بوجود انطباعين لعضلتين متساويتين تقريبا"في كل مصراع . لا توجد عادة ممصات . (الأردوفيشي – العصر الحالي).

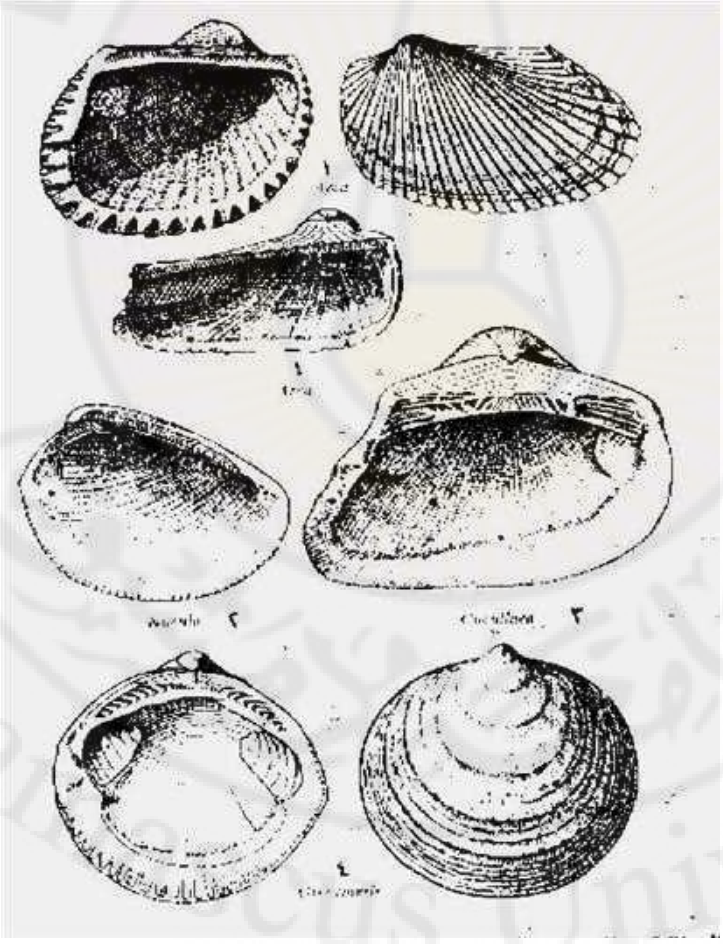
ندرس منها الأجناس التالية :

1-الجنس آركا *Arca* **من فصيلة** *Arcidae* :

قوقعة ذات مصراعين متساويين ، يبدي كل مصراع عدم تناظر جانبي كبير (الشكل 19 / 1) . الخط السني مستقيم ضيق ، يحوي عددا" كبيرا" من الأسنان الصغيرة المتشابهة . تظهر الأسنان في القسم المركزي عمودية على الخط السني ، بينما تكون أسنان الجوانب مائلة قليلا" ، وتظهر وكأنها صادرة عن مركز المصراع . الفسحة أو المنطقة الرباطية عريضة على شكل

مثلث ، تشكل العقفة أحد رؤوسه ، وهي مزودة بأخاديد رباط ة على شكل 8 .

الانطباعـان العضـلـان متسـاويان تقريبـا" . الانطبـاع الأمـامي شـبه مستدير ، والخلفي إهليلجي . الخط البرنسي كامل . تظهر زخارف السطح الخارجي على شكل أضلاع بارزة مشعة من العقفة ، بالإضافة إلى خطوط متراكزة عمودية عليها ، وموازية لمحـط المصراع .حافة القوقعة قد تكون ملساء أو مسننة . ظهرت أفراد هذا الجنس في الجوراسي، ولا زالت ممثلة في البحار الحالـة .



الشكل (19) يمثل بعض أجناس من صفـحـات الغلاصم من رتبة كثيرات الأسنان .

2- الجنس نوكولا *Nucula* من فصيلة *Nuculidae* :

قوقعة ذات مصراعين متساويين ، لها محـ ط بـ ضوي أو مثلث الشكل (الشكل 19 / 2) . القسم الخلفي قصير جدا" ، والعقفة تتجه نحو الخلف (حالة شاذة). يكون خط المفصلة على شكل ضلعي زاوية يقع رأسها تحت العقفة ، حيث توجد حفرة رباط ـة داخل ـة مثلثة . الأسنان متعددة صغيرة ومائلة . الانطباعان العضل ان متساويان يصل بينهما خط برنسي كامل ، والسطح الخارجي أملس أو مزخرف بأضلاع مشعة ناعمة . إن صفات المفصلة وبن ـة الغلاصم الابتدائ ـة تشير إلى أن هذا الجنس من أقدم أجناس صف ـ ات الغلاصم . السيلوري – العصر الحالي .

3- الجنس كوكول ا *Cucullaea* من فصيلة *Parallelodontidae* :

قوقعة ثخينة الجدار ذات مصراعين متساويين بصورة عامة (الشكل 19 / 3). يكون لكل مصراع أربع زوايا . الخط السني مستق م ، يحمل أسنانا" متوسطة صغيرة وعمودية، بينما تكون الأسنان الجانب ـة كبيرة متطاولة وموازية للخط السني . الفسحة أو المنطقة الرباط ـة عريضة ، ويلاحظ على سطحها أخاديد واضحة على شكل 8 تتباعد اعتبارا" من العقفة . الحافة الأمام ـة لانطباع العضلة الخلف ـة بارزة . تكون الزخارف الخارج ـة على شكل حروف طول ـة تنشأ من العقفة ، وتتقاطع مع خطوط متراكزة موازية لمحـ ط المصراع . ظهرت أفراد هذا الجنس في الجوراسي ، ولا زالت ممثلة في البحار الحال ـة .

4- الجنس غلـ سـ ميريس *Pectunculus = Glycymeris* من فصيلة *Arcidae* :

قوقعة ثخينة الجدار شبه دائرية ، لها مصراعان متساويان ، وكل مصراع متناظر جانب ا" (الشكل 19 / 4) . الخط السني منحن أو نصف دائري ، يحمل صفا" من أسنان مائلة صغيرة وكثيرة العدد . ويلاحظ أن

الأسنان في منتصف الخط السني صغيرة جدا" أو معدومة . الفسحة ، أو المنطقة الرباط ة الخارج ة ، كبيرة تحوي على أخاديد متعددة، بشكل 8 تتباعد اعتبارا" من العقفة . تحتل العقفة وضعا" متوسطا" تقريبا"في المصراع. الانطباعان العضل ان متساويان تقريبا" ، والأمام ة شبه مثلثة الشكل ، والخلف ة بـ ضوية أو مستديرة، وحافتها الأمام ة قد تكون بارزة قل لا" . الخط البرنسي كامل يبدي أح انا" جيبا" ممص ا" صغيرا" . يكون جدار القوقعة أملس أو مزخرفا" بحروف مشعة من العقفة . (الكريتاسي – العصر الحالي) .

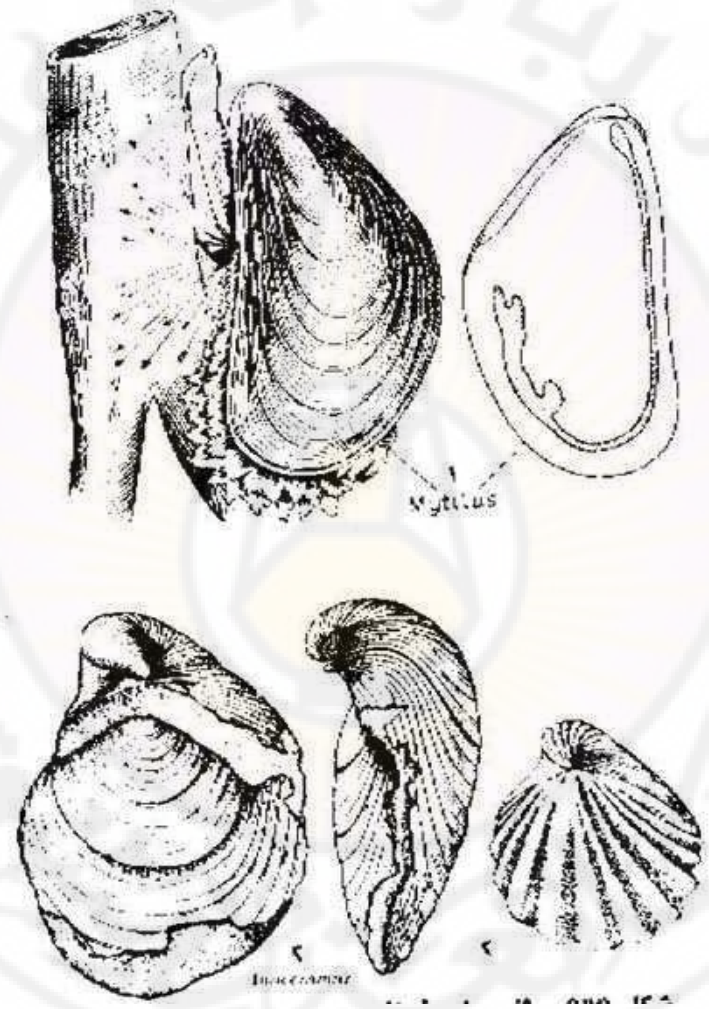
2- رتبة عديمات الأسنان *Dysodonta* :

تشمل هذه الرتبة مجموعة غير متجانسة ، تتميز بمفصلة عديمة الأسنان . بعض مجموعاتها لها غلاصم خ ط ة وبعضها الآخر لها غلاصم حق ق ة ندرس منها الأجناس التال ة :

الجنس ميتيلوس *Mytilus* **من فصيلة** *Mytilidae* :

قوقعة رق قة متساوية المصراعين ،والمصراع غير متناظر جانب ا" (الشكل 20 / 1). العقفة قريبة من الجانب الأمامي ، ومنحن ة نحو الأمام. لا يوجد للقوقعة أذينات وإنما تشاهد في الأمام فتحة صغيرة لخروج النسالة. الحافة الخلف ة مدورة . الخط السني يحوي أسنانا" صغيرة جدا" بالقرب من العقفة ، وقد تكون معدومة . المنطقة الرباط ة ض ق ة جدا"، وداخل ة تقع خلف العقفة . انطباع العضلة الأمام ة صغير يقع بالقرب من العقفة ، بينما انطباع العضلة الخلف ة كبير . الخط البرنسي كامل . السطح الداخلي للمصراع صدفي اللون . السطح الخارجي للقوقعة مزخرف بخطوط نمو متراكزة موازية

للمحـط ، وقد تلاحظ أحـانـا" حروف مشعة . (الترياسي – العصر الحالي).



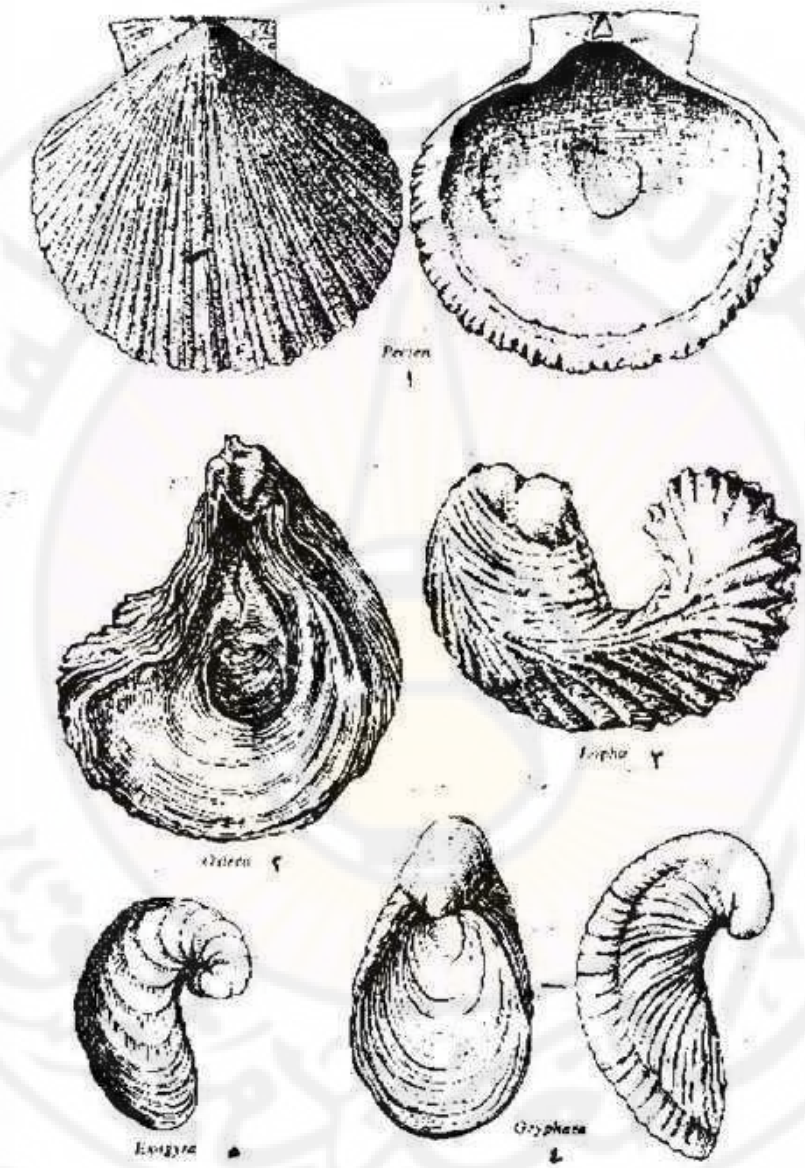
الشكل (20) يمثل بعض أجناس من رتبة عديمات الأسنان .

الجنس اينوسيراموس *Inoceramus* **من فصيلة** *Pernidae* :

القوقعة ذات أشكال مختلفة ، قد تكون بضوية أو دائرية أو متطاولة (الشكل 20 / 2). وهي غير متساوية المصراعين ، والمصراع غير متناظر جانبا" . الأذينات الجانبة غير واضحة تماما" . العقفتان بارزتان بشدة تتجه قمتها نحو الأمام . الخط السني مستقيم يحوي على حفر رباطة مميزة ، ولكن دون أسنان . انطباع العضلة المقربة الوحيد قليل الوضوح. زخارف السطح الخارجي على شكل خطوط متراكزة . يتميز هذا الجنس بثخانة جداره ، حيث تتألف الطبقة الموشورية من مواشير طويلة ، وغالبا" ما يعثر على أجزاء منها بكثرة في الرسوبات . (الجوراسي – الكريتاسي) . تميز أنواع هذا الجنس الكريتاسي الأعلى .

الجنس بكتن *Pecten* من فصيلة *Pectinidae* :

القوقعة شبه دائرية أو بضوية متساوية المصراعين تقريبا" (الشكل 21 / 1). المصراع الأيمن محدب ، والمصراع الأيسر مستو ، أو قليل التقعر . الخط السني طويل، وينتهي في الجانبين بأذينات متساوية . لا تحوي المفصلة على أسنان واضحة . يلاحظ في منتصف الخط السني حفرة رباطة داخلة مثلثة الشكل . الخط البرنسي كامل . يحتل انطباع العضلة المقربة الوحيد وضعا" قرب مركزي . (الكربوني – العصر الحالي) . يشمل هذا الجنس عددا" كبيرا" من الأنواع ، وقد جمعت تحت أجناس مختلفة .



الشكل (21) يمثل بعض أجناس من رتبة عديمات الأسنان .

الجنس أوستريا *Ostrea* من فصيلة *Ostreidae* :

قوقعة غير منظمة ، جدارها ذو بنية صفحية غير متساوية المصراعين (الشكل 21 / 2) . يتميز كل مصراع بكونه غير متناظر جانبيا" . المصراع الأيسر كبير ومحدب وسطحه الخارجي مزخرف غالبا" بحروف مشعة من العقفة البارزة ، التي تتجه أحيانا" نحو الأمام ، وأحيانا" أخرى نحو الخلف . تتثبت القوقعة بالمصراع الأيسر. المصراع الأيمن صغير منبسط ، أو مقعر غالبا" ما يكون أملس . تقع المنطقة الرباطية تحت العقفة ، وهي مثلثة الشكل أو متطاولة . والخط السني قصير لا يحوي على أسنان. يلاحظ انطباع العضلة الوحيد بالقرب من مركز المصراع . الخط البرنسي غير واضح . لا يوجد لهذا الجنس قدم في حالة الحياة . (الكريتاسي – العصر الحالي) .

الجنس لوفا *Alectryonia = Lopha* من فصيلة *Ostreidae* :

قوقعة غير منتظمة غير متساوية المصراعين (الشكل 21 / 3) . تشبه قوقعة الجنس Ostrea ، غير أنها تتميز بزخارف سطحية ، على شكل ثنايات تنتهي بحروف حادة . خط التحام المصراعين مسنن . (الجوراسي الأسفل – العصر الحالي) .

الجنس غريفيا *Gryphaea* من فصيلة *Ostreidae* :

تشبه قوقعته قوقعة الجنس *Ostrea* ، غير أنها تكون مثبتة في مراحل النمو الأولى، وتصبح بعدها حرة . المصراع الأيسر كبير محدب ، له عقفة بارزة منحنية بشدة (الشكل 21 / 4) والمصراع الأيمن صغير منبسط أو مقعر . السطح الخارجي أملس أو مزخرف بخطوط متراكزة . تميز بعض أنواع هذا الجنس الجوراسي .

الجنس اكسوجيرا *Exogyra* من فصيلة *Ostreidae* :

القوقعة (الشكل 21 / 5) تشبه قوقعة الجنس *Ostrea* . تتثبت القوقعة بمصراعها الأيسر الكبير ، بينما يكون المصراع الأيمن صغيرا" يشبه الغطاء . العقفتان منحنيتان بشدة نحو الخلف وملتفتان باتجاه عقارب الساعة . تميز أنواع هذا الجنس الجوراسي الأعلى – الكريتاسي .

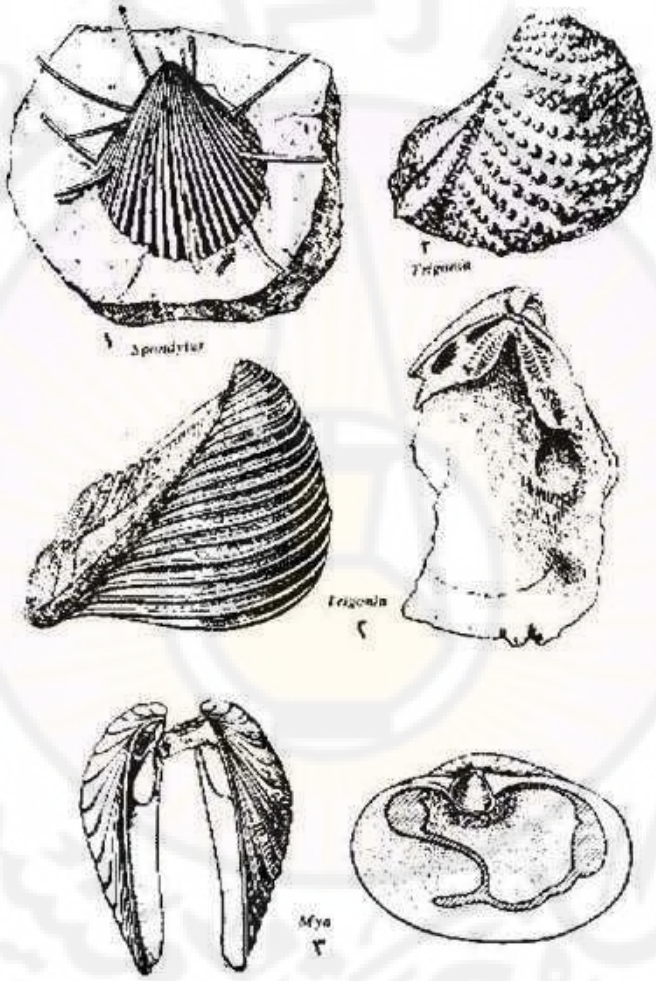
3 – رتبة متساويات الأسنان *Isodonta* :

هي رتبة صغيرة تتميز بوجود غلاصم خ ط ة ، وهذه الرتبة يمكن أن تكون مشتقة من فصيلة *Pectinidae* العائدة لعديمات الأسنان . تختلف عن هذه الرتبة الأخيرة بوجود زوج من الأسنان المتساوية في كل مصراع، ووجود رباط داخلي في منتصف الخط السني، بالإضافة إلى وجود منطقة رباط ة خارج ة أح انا" ، مثلثة الشكل تحوي على أخاديد متوازية. ندرس من هذه الرتبة .

الجنس سبونديلوس *Spondylus* من فصيلة *Spondylidae* :

القوقعة غير منتظمة وغير متساوية المصراعين (الشكل 22 / 1) . المصراع الأيمن أكبر من المصراع الأيسر، وأكثر تحدبا" تتثبت القوقعة به على الصخر، ويتميز بوجود فسحة مثلثة الشكل . الخط السني مستق م ينتهي من كل جانب بأذينة صغيرة. الحفرة الرباط ة مثلثة الشكل ، تقع في منتصف المفصلة. تتألف المفصلة في المصراع الأيسر من حفرتين سنيتين على جانبي الحفرة الرباط ة، يأتي بعدها سن كبيرة في كل جانب، وهي تتوافق مع الأسنان والحفر السن ة في المصراع الأيمن . الانطباع العضلي الوحيد كبير وشبه مركزي. يتميز السطح الخارجي بوجود حروف بارزة، مجهزة بأشواك طويلة. (الجوراسي – العصر الحالي) .

ملاحظـة : يجمـع بعض المؤلفين رتبـة عديمات الأسنان ورتبـة متساويات الأسنان في رتبة مختلفات العضلات *Anisomyaria* .



الشكل (22) يمثل بعض الأجناس من رتبة متساويات الأسنان ، ورتبة مشقوقات الأسنان ، ورتبة ضامرات الأسنان .

4 – رتبة مشقوقات الأسنان *Schizodonta* :

تكون المفصلة من نمط مشقوقات الأسنان . الانطباعان العضلان متساويان ، أو شبه متساويين . المنطقة الرباطة خارجة تقع خلف العقفتين . الخط البرنسي كامل . القوقعة متساوية المصراعين . يسمي بعض المؤلفين هذه الرتبة بمختلفات الأسنان الابتدائة *Preheterodonta* ندرس منها .

الجنس تريغونا *Trigonia* **من فصيلة** *Trigoniidae* :

القوقعة ثخينة مزخرفة من الخارج بحروف بارزة متراكزة ، تصطف عليها بانتظام حدبات على شكل حروف مشعة (الشكل 22 / 2) . تكون القوقعة على الغالب بشكل مثلث مؤلفة من مصراعين متساويين . المصراع غير متناظر جانبا" ، له حافة أمامة مدورة، وحافة خلفة متطاولة تنتهي بشكل زاوي . يلاحظ بصورة عامة وجود حرف في الحافة الخلفة، يمتد من العقفة نحو الناحة الظهرية ، ويحصر مع حرف المصراع الآخر منطقة لها زخارف ، تختلف عن باقي سطح المصراع . تتجه العقفة نحو الخلف (حالة شاذة). المفصلة في المصراع الأيمن مؤلفة من سنين متباعدتين ، اعتبارا" من العقفة تحصران بينهما حفرة سنة. أما مفصلة المصراع الأيسر فتتألف من ثلاثة أسنان ، والسن المركزية ثنائة التشعب . تتميز الأسنان بوجود أخاديد . المنطقة الرباطة هامشة تقع خلف العقفة. الانطباع العضلي الأمامي أصغر من الخلفي ، يقع بالقرب من العقفة . الخط البرنسي كامل، والسطح الداخلي صدفي . (الجوراسي – العصر الحالي) . تكثر أنواع هذا الجنس في الجوراسي والكريتاسي.

5–رتبة ضامرات الأسنان *Desmodonta* :

تتميز هذه الرتبة بمفصلة من نمط ضامرات الأسنان . المنطقة الرباطية خارجية ، تقع خلف العقفة ، وقد توجد أحيانا" منطقة رباطية داخلية . الانطباعان العضلان متساويان. يلاحظ عادة في هذه الرتبة الجيب الممصي . يكون المصراعان على الغالب غير متساويين . ندرس من هذه الرتبة الأجناس التالية :

الجنس ميا *Mya* من فصيلة *Myidae* :

قوقعة غير متساوية المصراعين (الشكل 22 / 3) . المصراع الأيسر أصغر قليلا" من المصراع الأيمن . يترك المصراعان بعد إغلاقهما فتحتين من الأمام ومن الخلف. تتألف زخارف السطح الخارجي من حروف متراكزة . العقفتان ضعيفتا البروز . المفصلة دون أسنان . الرباط داخلي يتثبت على نتوء رباطي بشكل الملعقة في المصراع الأيسر، وحفرة موافقة له في المصراع الأيمن ، تقع تحت العقفة . المنطقة الرباطية الخارجية ضيقة. الانطباع العضلي الأمامي متطاول بينما الخلفي بيضوي الشكل . تظهر الحافة الخلفية مقطوعة . يتميز الخط البرنسي بوجود جيب ممصي عميق ذي قعر مستديرة. (الأيوسين – العصر الحالي) .

الجنس بانوبيا *Panopea* من فصيلة *Panopaeidae* :

قوقعة متساوية المصراعين وغير متناظرة جانبيا" مستديرة في الأمام متطاولة في الخلف . تتألف زخارف السطح الخارجي من خطوط نمو متراكزة يترك المصراعان بعد إغلاقهما فتحتين : من الأمام ومن الخلف . وهذه الأخيرة تكون كبيرة ، يخرج منها الممص في أثناء الحياة . المنطقة الرباطية خارجية تقع على حرف بارز . تتألف المفصلة من سن واحدة في كل مصراع

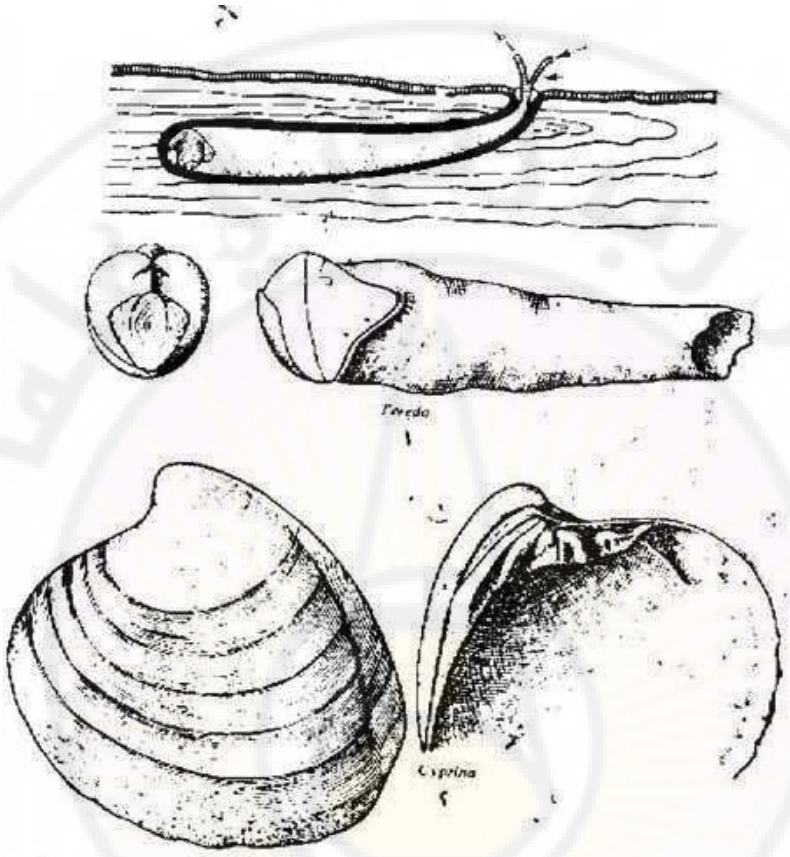
على شكل بروز صغير . ويتميز الخط البرنسي بوجود جيب ممصي عميق . (دور الكريتاسي – العصر الحالي) .

الجنس تريدو *Teredo* **من فصيلة** *Teredinidae* :

قوقعة كروية تقريبا" تترك من الخلف فتحة واضحة . المصراعان على شكل ثلاثة فصوص (الشكل 23 / 1) والزخارف الخارجة على شكل حروف متراكزة لا يوجد في المفصلة أسنان . الانطباعان العضلان غير متساويين . تتميز هذه القوقعة بوجود أنبوب كلسي طويل ، يخرج من مؤخرة القوقعة . وهو شبه أسطواني مستقم ، أو منحن يحمل أحانا" خطوط مستعرضة . (الجوراسي – العصر الحالي) .

الجنس فولادوميا *Pholadomya* **من فصيلة** *Pholadomyidae* :

قوقعة رقمة الجدران بضوية تقريبا" متساوية المصراعين . المصراع غير متناظر جانبا" . الحافة الأمامية قصيرة ومستديرة ، والحافة الخلفية متطاولة . يترك المصراعان بعد إغلاقهما فتحتين أمامية وخلفية . تتألف الزخارف الخارجية من حروف مشعة بالإضافة إلى خطوط نمو متراكزة على شكل ثنايات أحانا" . العقفتان بارزتان . المنطقة الرباطية خارجية وضيقة . المفصلة لا تحوي أسنانا" واضحة ، وإنما نتوءات مستعرضة متطاولة. الانطباعان العضلان غير واضحين . يتميز الخط البرنسي بوجود جيب ممصي عميق (الجوراسي الأسفل – العصر الحالي) .



الشكل (23) يمثل بعض الأجناس من رتبة ضامرات الأسنان ورتبة مختلفات الأسنان .

6 – رتبة مختلفات الأسنان *Heterodonta* :

تتميز هذه الرتبة بمفصلة من نمط مختلفات الأسنان ، وبوجود عضلتين مقربتين متساويتين . تكون المنطقة الرباط ـة خارجـة ، تقع خلف العقفتين ، أو تكون أحـانا" داخلـة. الخط البرنسي كامل أو يبدي جيبا" ممصـلا" . يلحق بعض المؤلفين بهذه الرتبة مجموعة الروديست *Rudista*. وهي مجموعة

غريبة متثبتة ، انتشرت في حقب الميزوزوي، وتحوي أشكالا" ، لا تشبه ظاهريا" صفحات الغلاصم ، ولذلك يضعها بعض المؤلفين الآخرين في رتبة خاصة ، تسمى رتبة ثخينات الأسنان *Pachyodonta* . ندرس من رتبة مختلفات الأسنان الأجناس التالة :

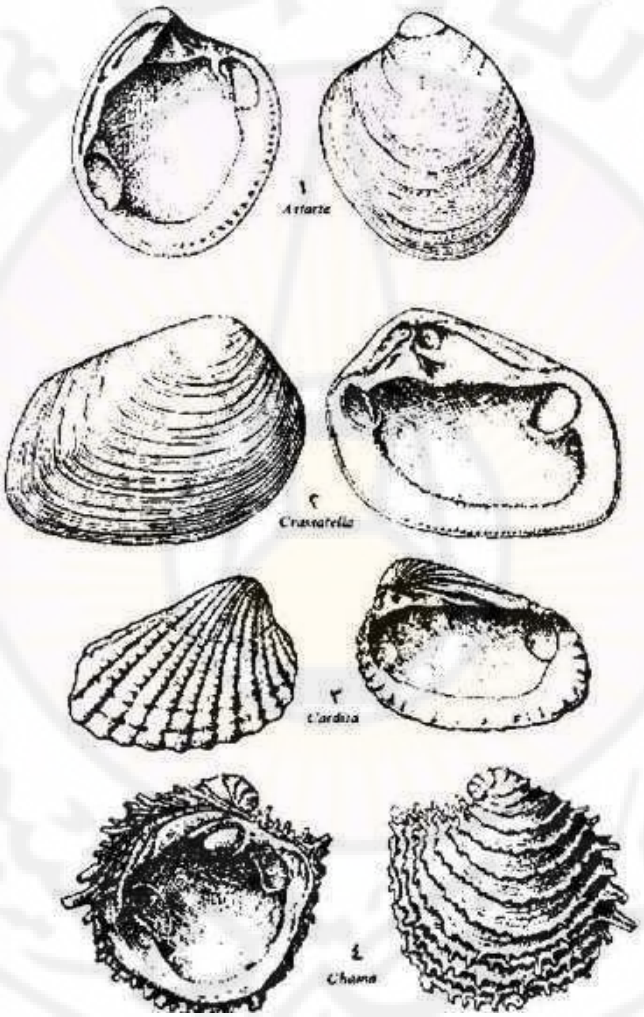
الجنس سيبرينا *Cyprina* **من فصيلة** *Cyprinidae* :

القوقعة شبه كروية أو بضوية ، لها مصراعان محدبان مزخرفان من الخارج بخطوط نمو متراكزة (الشكل 23 / 2) . الجدار ثخين بسبب ثخانة الطبقة الموشورية . عقفة كل مصراع بارزة ومحدبة بشدة . المنطقة الإهليلجة أمام العقفتين غالبا" ما تكون مفقودة. تتألف المفصلة في المصراع الأيمن من سن جانبة أمامة صغيرة وسنين رئسيتين مثلثتي الشكل ، وسن رئسة مائلة متطاولة ، وأخيرا" سن جانبة خلفة . أما مفصلة المصراع الأيسر فتتألف من سن أمامة جانبة صغيرة ، وسنين رئسيتين عموديتين على الخط السني، وسن رئسة خلفة متطاولة . الانطباعان العضلان بضويا الشكل ، والخط البرنسي كامل . أطراف المصراعين ملساء . (الجوراسي – العصر الحالي) .

الجنس استارت *Astarte* **من فصيلة** *Astartidae* :

القوقعة ثخينة متساوية المصراعين مضغوطة قلا" ، لها شكل شبه مثلثي كاملة الإغلاق (الشكل 24 / 1) . السطح الخارجي قد يكون أملس أو مزخرفا" بخطوط نمو متراكزة . المصراع غير متناظر جانبا" . المنطقة الرباطة خلفة ، وتلاحظ بوضوح منطقة إهليلجة أمامة ، ومنطقة إهليلجة خلفة متطاولة . العقفتان بارزتان تتجهان إلى الأمام ، وتنتهي كل منها بزاوية حادة . تتألف مفصلة المصراع الأيمن من سن رئسة ثخينة متوسطة تحدها من كل جانب سن رئسة صغيرة ، بالإضافة إلى سن جانبة أمامة صغيرة قد تكون مفقودة . أما مفصلة المصراع الأيسر ، فتتألف من سنين

رئ سيتين ، وسن جانبـ ة أمامـ ة . يرى بوضوح انطباعان عضـ ان متساويان . الخط البرنسي كامل . حافة كل مصراع قد تكون ملساء أو مسننة . (الترياسي – العصر الحالي) .



الشكل (24) يمثل بعض الأجناس من رتبة مختلفات الأسنان .

الجنس كراساتلا *Crassatella* من فصيلة *Crassatellidae* :

قوقعة ثخينة لها مصراعان متساويان (الشكل 24 / 2) . المصراع غير متناظر جانبا" ، القسم الامامي مستدير والخلفي متطاول . الزخارف الخارجية على شكل خطوط نمو متراكزة . حافة كل مصراع ملساء ، أو مسننة بنعومة . العقفتان صغيرتان متقاربتان. المنطقتان الإهليلجيتان واضحتان . المنطقة الرباطية داخلية تقع تحت العقفة في انخفاض خاص . تتألف المفصلة في كل مصراع من سنين رئيسيتين ، أما الأسنان الجانبية ، فمؤلفة من سن واحدة أمامية ، واثنتين خلفيتين في المصراع الأيسر ، واثنتين أماميتين ، وواحدة خلفية في المصراع الأيمن . الانطباعان العضلان عميقان ، يصل بينهما خط برنسي كامل . (الكريتاسي – العصر الحالي) .

الجنس كارديتا *Cardita* من فصيلة *Carditidae* :

القوقعة بيضوية الشكل ، أو متطاولة ، لها مصراعان متساويان (الشكل 24 / 3). المصراع غير متناظر جانبا" تزخرف سطحه الخارجي حروف بارزة عريضة مشعة من العقفة . تصبح الحروف البارزة في المنطقة الخلفية من المصراع أقل عرضا" . تتميز الحروف عادة ببنية حرشفية . الحافة البطنية لكل مصراع مسننة متعرجة . العقفتان بارزتان ، تتجهان نحو الأمام . المنطقة الإهليلجية الأمامية واضحة وصغيرة . والمنطقة الرباطية الخارجية تقع خلف العقفة . تتألف المفصلة في المصراع الأيمن من سنين رئيسيتين متوازيتين وأفقيتين تقريبا" ، ومن سن صغيرة جانبية أمامية . أما في المصراع الأيسر ، فتتألف من سن رئيسية أمامية قصيرة ، وسن رئيسية خلفية طويلة . الانطباعان العضلان كبيران وواضحان . الخط البرنسي كامل . (الترياسي – العصر الحالي).

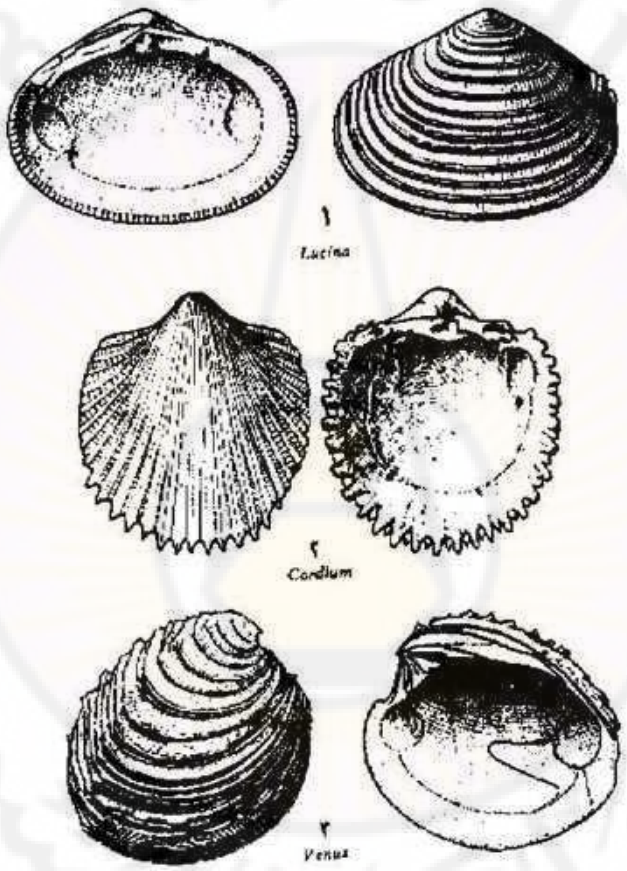
الجنس كاما *Chama* من فصيلة *Chamidae* :

قوقعة غير منتظمة ذات جدار ثخين وهي غير متساوية المصراعين(الشكل 24 / 4)، تتثبت بعقفة المصراع الكبير ، الذي يكون بصورة عامة المصراع الأيسر ، وأحد انا" المصراع الأيمن . العقفتان منحنيتان بشدة على شكل حلزوني ، ومتجهتان نحو الأمام. تكون العقفة التي تتثبت بها أطول من العقفة الأخرى . السطح الخارجي لكل مصراع مزخرف بخطوط نمو متراكزة بارزة بشدة ، ترى على امتدادها أشواك مميزة . يكون المصراع المثبت أكبر وأكثر عمقا" من المصراع الآخر ، وتتألف مفصلته من سن رئ سـ ة أمام ة كبيرة ، وسن رئ سـ ة خلف ة ضـ قة تقع تحت المنطقة الرباط ة . أما المفصلة في المصراع الحر (غير المثبت) ، فتتألف من سنين رئ سيتين . المنطقة الرباط ة خارج ة تقع في أخدود عميق ، قد تمتد إلى أمام العقفة . الانطباعان العضل ان كبيران ، يقع عادة الانطباع الأمامي بالقرب من الخط السني . الخط البرنسي كامل . (الكريتاسي الأعلى – العصر الحالي) .

الجنس لوسينا *Lucina* من فصيلة *Lucinidae* :

قوقعة مستديرة أو بـ ضوية متساوية المصراعين (الشكل 25 / 1) . المصراع ذو تناظر جانبي تقريبا" . يكون سطحها الخارجي عادة مزخرفا" بخطوط أو حروف متراكزة موازية للمحـ ط . المنطقة الإهليلج ة الأمام ة واضحة . يلاحظ وجود أخدود ، على سطحها الخارجي يمتد من العقفة نحو الحافة الخلف ة للمصراع . تتألف المفصلة عادة من سنين رئ سيتين ، ومن سن أو سنين جانبيتين في كل مصراع ، وقد تختفي الأسنان الرئ سـ ة أو الجانب ة . المنطقة الرباط ة خارج ة متطاولة ، تقع في أخدود خلف العقفة . الانطباعان العضل ان واضحان ، الانطباع الأمامي متطاول ، ويقع داخل

الخط البرنسي ، بينما الانطباع الخلفي بـ ضوي الشكل . الخط البرنسي كامل . حواف كل مصراع ملساء ، أو مسننة بنعومة . (الترياسي – العصر الحالي) .



الشكل (25) يمثل بعض الأجناس من رتبة مختلفات الأسنان .

الجنس كارديوم *Cardium* من فصيلة *Cardiidae* :

القوقعة محدبة بشدة متساوية المصراعين (الشكل 25 / 2) . المصراع بـ ضوي، يبدي عدم تناظر جانبي ضعـ ف . عقفة كل مصراع بارزة منحنـ ة ،

ومتجهة قلـ لا" نحـو الأمـام . الزخـارف الخارجـ ـة عبـارة عـن حـروف مشـعة تظهـر علـى مسـارها أحـ انـا" أشواك صـغيرة . حـواف المصـراع مسـننة . خـط المفصـلة غيـر واضـح تمامـا" . تتـألف مفصـلة المصـراع الأيمـن مـن سـن أو سنين رئـ سيتين وسنين جانبيتين أماميتين ، وسن أو سنين جانبيتين خلفيتين . وتتألف مفصلة المصراع الأيسر من سنين رئـ سيتين وسن جانبـ ـة أمامـ ـة ، وسـن جانبـ ـة خلفـ ـة . المنطقـة الربـاطـ ـة خارجـ ـة . الانطباعـان العضـلـ ان واضحان. الخط البرنسي كامل . (الترياسي – العصر الحالي) .

الجنس فينوس ***Venus*** **من فصيلة** ***Veneridae*** :

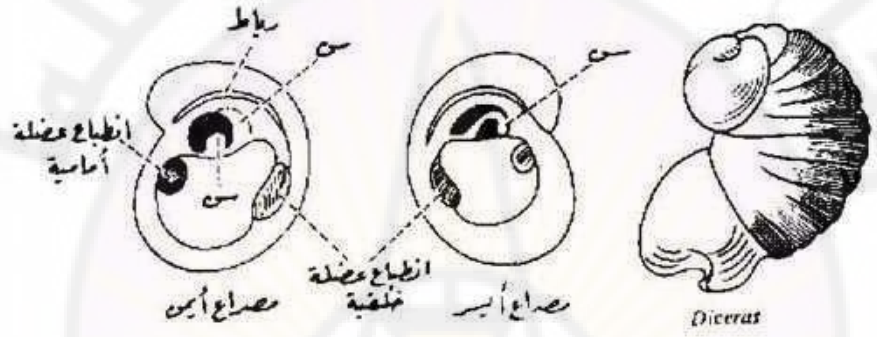
قوقعة ثخينة بـ ضوية الشكل محدبة (الشكل 25 / 3) . يكون السطح الخـارجي مزخرفـا" بأضـلاع متراكزة موازيـة للمحـ ط ، بالإضـافة إلـى حـروف مشـعة أحـ انـا" . المنطقـة الإهليلجـ ـة أمـام العقفـة واضـحة . حـواف المصـراع مسننة بنعومـة . الخـط السني عريض. تتألف مفصـلة كل مصـراع من ثـلاث أسنان رئـ سـ ـة فقط ، دون أسنان جانبـ ـة . المنطقة الربـاطـ ـة خارجـ ـة وواضـحة . يلاحظ علـى الخـط البرنسـي بوضـوح ، الجيـب الممصـي علـى شـكل زاويـة حادة . (البليوسين – العصر الحالي).

7 – رتبـة ثخينـات الأسـنان ***Pachyodonta*** : وهـي مجموعـة مثبتـة غيـر متساوية المصراعين ، ندرس منها الأجناس التالـ ـة :

الجنس ديسراس ***Diceras*** **من فصيلة** ***Rudistae*** :

القوقعة ثخينـة غير متساوية المصراعين ، تتثبت بعقفة المصـراع الكبير الذي يكون عادة المصراع الأيسر ، حيث يأخذ شكل المخروط (الشكل 26) . العقفتان كبيرتان متجهتان نحو الأمام ، وملتفتان بشدة . المنطقة الربـاطـ ـة خارجـ ـة تقـع خلـف العقفـة فـي أخـدود عميـق مـنحنٍ . تتـألف المفصـلة فـي

المصراع الأيمن من سنين رئيسيتين كبيرتين مفصولتين بحفرة سنية توافق السن الرئيسة الوحيدة في المصراع الأيسر التي تأخذ شكل نعل الحصان . الانطباعان العضلان واضحان . يرتكز الانطباع الخلفي على صفحة بضوية بارزة . الخط البرنسي كامل . تميز أنواع هذا الجنس الجوراسي الأعلى .

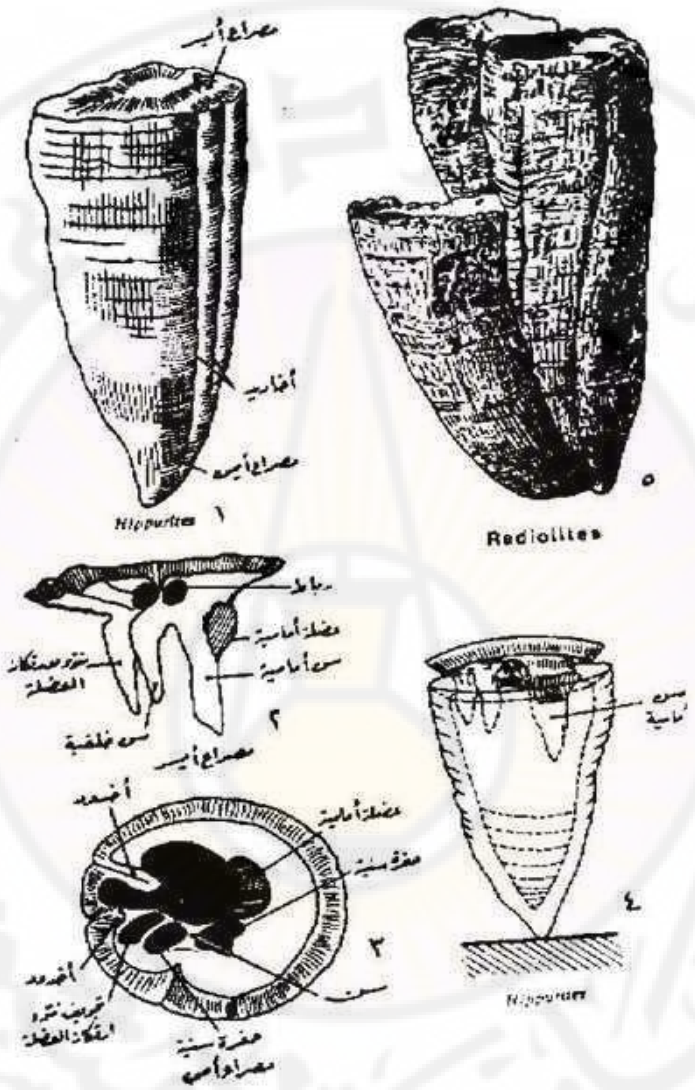


الشكل (26) يمثل الجنس ديسراس *Diceras* من رتبة ثخينات الأسنان .

ملاحظة : يشبه الجنسان ريكوينيا *Requienia* وتوكاسيا *Toucasia* هذا الجنس، ولكنها متثبتة بالمصراع الأيسر .

الجنس هيبوريتس *Hippurites* من فصيلة *Rudistae* :

قوقعة كبيرة غير ملتفة مخروطية الشكل ، أو شبه أسطوانية (الشكل 27 / 1). تتألف من مصراعين غير متساويين ، تتثبت بقمة المصراع الكبير المخروطي . المصراع الكبير (الأسفل) متطاول مخروطي ، تظهر على سطحه الخارجي حروف طولية ، وقد يكون أملس . وترى بالإضافة إلى ذلك ثلاثة أخاديد عميقة متوازية تمتد من القاعدة المدببة نحو الخط السني . توافق الأخاديد الثلاثة في داخل القوقعة ثلاثة نتوءات بارزة.



الشكل (27) يمثل بعض الأجناس من رتبة ثخينات الأسنان .

تتألف المفصلة (الشكل 27 / 3) من سن رئيسة صغيرة ، وحفرتين سنيتين . انطباع العضلة الأمامية كبير ومقسم إلى قسمين منفصلين ، بينما يقع الانطباع الخلفي في منطقة منخفضة . أما المصراع الصغير (الأعلى)، فأخذ شكل غطاء محدب قليلاً (الشكل 27 / 4) ترى على سطحه ثقوب

تقود إلى أقنـة . تتألف المفصلة(الشكل 27 / 2) من سنين رئـسيين بارزين ، السن الأمامـة كبيرة نلاحظ في قاعدتها انطباعين عضليين . أما السن الخلفـة فإنها أصغر ، يلحق بها نتوء تتثبت علـه العضلة الخلفـة . تعتبر الهيبـوريتس مـن المسـتحاثات المميـزة للكريتاسـي الأعلـى ، وهـي مـن المستحاثات المنقرضة .

الجنس راديوليتس *Radiolites* **من فصيلة** *Rudistae* :

قوقعـة كبيـرة ثخينـة الجـدران مخروطـة الشـكل ، غيـر متسـاوية المصـراعين(الشـكل 27 / 5) . المصـراع الكبيـر (الأسـفل) مخروطـي الشكل ، أو شبه أسطواني ، يكون مستقـما" بصورة عامة يتثبت بقمته المدببة . تظهر على السطح الخارجي حروف بارزة طولـة، بالإضافة إلى زخارف أفقـة ملتويـة عموديـة علـى الزخـارف الأولـى . تتـألف المفصـلة مـن سـن متوسطة متطاولـة . الانطباعـان العضـلـان متباعدان . المصـراع الصـغير (الأعلى) قد يكون مقعرا" أو على شكل مخروط قصير ، وقد يكون أحـدانا" مسـطحا" ، نميـز فـه عقفـة مركزيـة مدببـة . تتـألف المفصـلة مـن سـنين مسـتقـمتين متطـاولتين ، يـرى علـى جانـب كـل سـن انطبـاع عضـلي . (الكريتاسي الاعلى) .

8 – رتبة قديمات القوقعة *Palaeoconcha* :

القوقعـة رقـقة لهـا مفصـلة دون أسنان ، أو لهـا مفصـلة بدائـة ، تتميز بوجـود التـواءات ممتـدة علـى الخـط السـني . المنطقـة الرباطـة خارجـة . الانطباعـان العضـلـان متساويان، الخـط البرنسـي كامـل . تشمل هذه الرتبـة أجناسـا" بدائـة عثر عليهـا فـي البـاليوزوي ، ولـم تحـدد تمامـا" علاقاتهـا مـع الرتب التي ذكرناها . ندرس منها :

الجنس كارديولا *Cardiola* **من فصيلة** *Praecardiidae* :

قوقعة رقيقة محدبة بيضوية الشكل . المصراع غير متناظر جانبيا" . العقفتان بارزتان ومنحنيتان . السطح الخارجي مزخرف بحروف مشعة ، بالإضافة إلى خطوط نمو متراكزة. الخط السني مستقيم قد يحوي على أسنان صغيرة جدا" . المنطقة الرباطية عريضة، تحوي على أخاديد أفقية . الانطباعات العضلية غير معروفة . (السيلوري – الديفوني).

التاريخ الجيولوجي لذوات المصراعين

الخلاصة : ترجع أول مستحاثات ذوات المصراعين إلى دور الكمبري بأسبانيا . ولم تتواجد ذوات المصراعين بكثرة كمستحاثات حتى حلول دور السيلوري ، غير أنه منذ ذلك الوقت إلى نهاية الباليوزوي (حقب الحياة القديمة) قد برزت العديد من الأجناس وتكاثر عددها عند مستويات طبقية معينة . وقد انقرضت أعداد كبيرة منها عند نهاية دور البرمي وبرزت إلى الوجود أجناس جديدة خلال الحين الترياسي . وقد تنوعت ذوات المصراعين كثيرا" خلال دهر الحياة المتوسطة ، غير أنها وصلت إلى دورة تطورها خلال الدور الثالث واستمرت كمجموعة مهمة إلى العصر الحاضر .

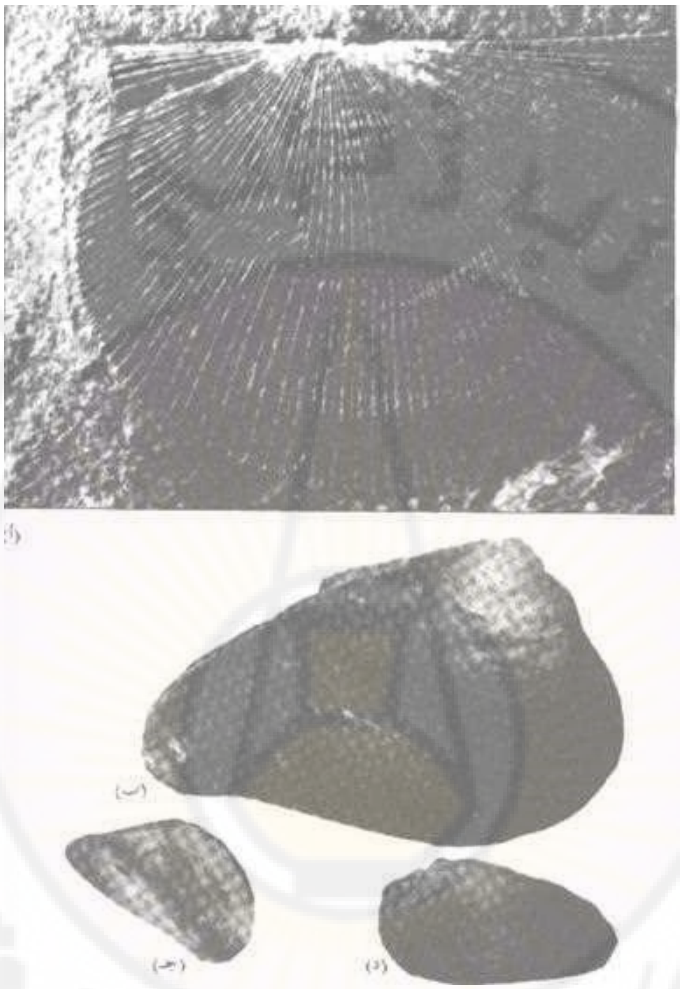
وعموما" فإن مستحاثات ذوات المصراعين من دهر الحياة القديمة الباكر غالبا" ما تكون رديئة الحفظ وعلى هيئة قوالب ، مما قد يعني أن الصدفة الأصلية كانت مكونة من الأراجونيت بدلا" من الكلسيت (الأراجونيت أقل ثباتا" من الكلسيت) . ويبدو أنها كانت تعيش متجولة شاقة طريقها خلال الرسوبيات الرطبة . والكتينودونتا **Ctenodonta** (الشكل 15 ب) والنوكيولا **Nucula** مثالان نموذجيان لهذه الأنماط . وما زالت الأخيرة موجودة إلى العصر الحاضر (انظر الأسيلا **Acila** ، الشكل 31 جـ ، د)

. كما يبدو أن بعض الأنماط التي برزت بالدور السيلوري كانت حفارة والبعض الآخر منها كان يعيش راسيا" مثبتا" إلى القاع بواسطة كتلة من ألياف حريرية .

وبصورة عامة فإن مستحاثات دهر الحياة القديمة الأعلى أجود حفظا". وعادة ما توجد الصدفة محفوظة بكاملها في الرسوبيات . وقد كانت ذوات المصراعين البحرية خلال الحين الكربوني منتشرة عند مستويات معينة . وغالبا" ما توجد الأنماط الجوالة بالصخور الكلسية للشعب المرجانية أما المودجولاس **Modulus** (الشكل 15 أ) الذي يعيش راسيا" بواسطة الألياف فعادة ما يوجد في سحنات الحجر الجيري – الطيني الصفحي الهورية .

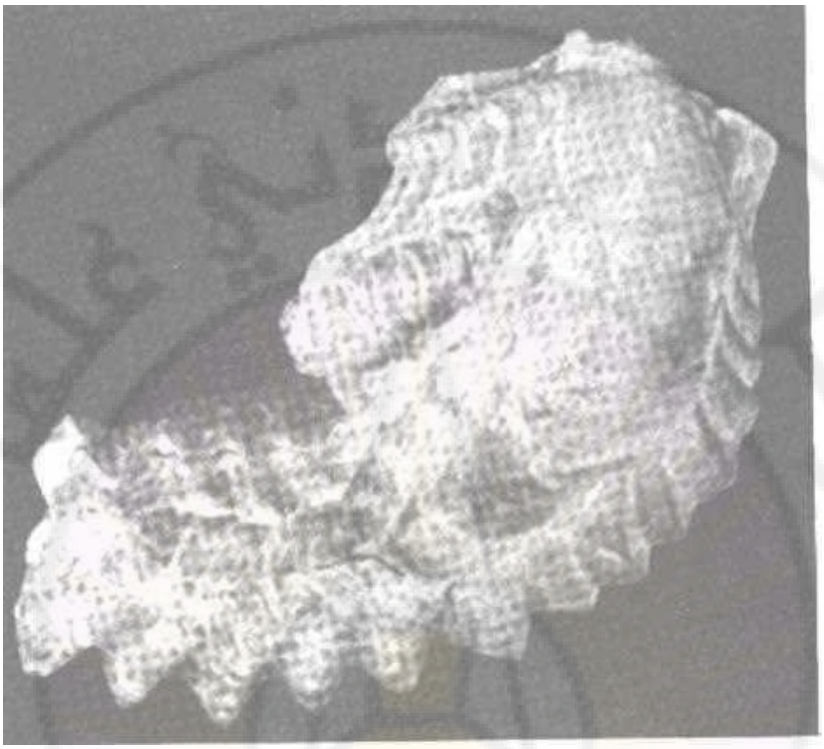
ففي الصخور الطينية الصفحية السوداء للحين الكربوني الأعلى ببريطانيا مثلا" وجدت آثارا" مطبوعة فوق الصخور لأشباه البكتت **Pecten** مع الجونياتيتات Goniatites مثال الدانبريلا **Dunbarella** (الشكل 28 أ) . وفي مواقع أخرى وجدت مستحاثات لذوات المصراعين في تراكمات سمكة ويشار إليها في بريطانيا بأنها مستحاثات لابحرية حيث لم يتم الفصل في كونها كانت تعيش في مياه عذبة أو مويلحة . والبعض من هذه الأنماط مثال الكاربونيكولا **Carbonicola** (الشكل 28 ب) كانت متجولة والبعض الآخر ذو رواس لفية (الشكل 28 جـ) . والكثير من هذه الأنماط لها مدى عمودي محدود وذلك إلى جانب انتشارها الواسع أفقيا" وعليه فهي مستحاثات مرشدة حيث إن لها فوائد جمة في تقسيم مستويات وجودها إلى نطاقات .

وبينما قاومت مجموعة من أجناس دهر الحـاة القديمة واستطاعت البقاء فقد انقرض الكثير منها وبرزت أجناس جديدة عديدة خلال دوري الجوراسي والكريتاسي . وقد كانت جيدة الحفظ بحيث أن بعض المستويات الصخرية مكونة في معظمها من الأصداف وأجزائها. والأمثلة التي سنقوم بسردها هنا لا علاقة بينها ولكن كل منها وجد البيئة المناسبة له وتكاثر بشكل ملحوظ . فالتريجونا **Trigonia** (الشكل 16 أ) نمط متجول انتشر بأعداد كبيرة في أوقات مختلفة من الحين الجوراسي . وقد استطاعت البقاء إلى الوقت الحاضر حول أستراليا . والأستريا **Ostrea** تعتبر من أكثر ذوات المصراعين الملتصقة بالقاع انتشارا" . وتوجد أنماط عديدة في مستويات طبقية مختلفة تشبهها ، مثال الجريفا **Gryphaea** (الشكل 16 ز) ، وهي من المستحاثات القلائل ذات التسمية العامة (ظفر قدم الشيطان devil,s toenail) والتي يعكسها التحدب الكبير في الصدفة وسمك المصراع الأيمن . والأقزوجايرا **Exogyra** (الشكل 16 د ، هـ) واللوفا **Lopha** (الشكل 29) أمثلة أخرى للمحار (Oyters) . وهي أنماط نموذجية لصخور دور الكريتاسي .



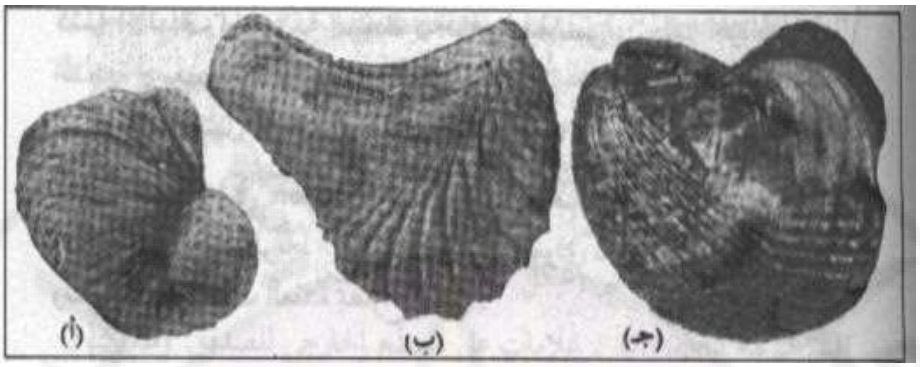
الشكل (28) ذوات المصراعين من الحقب الكربوني الأعلى

(أ) – نمط بحري ، دانباريلا Dunbarella (1.5 X) . (ب) – أنماط غير بحرية ، كربونيكولا Carbonicola ، (جـ) – نايادايتس Naiadites ، (د) – أنتراكوسيا Anthracosia (كلها 102 X) .



الشكل (29) أويستر Oyster من الحين الكربوني ، لوفا Lopha (X 107) .
من مميزات هذا النمط الثنايا الشديدة الشعاعية المسار على حواف المصراع . ومقارنة بباقي الأويسترات Oysters لابد وأن الحافة في هذا النمط قد ساعدت على زيادة تيار الماء مساهمة في تحسين عملية الغذاء والتخلص من الفضلات .

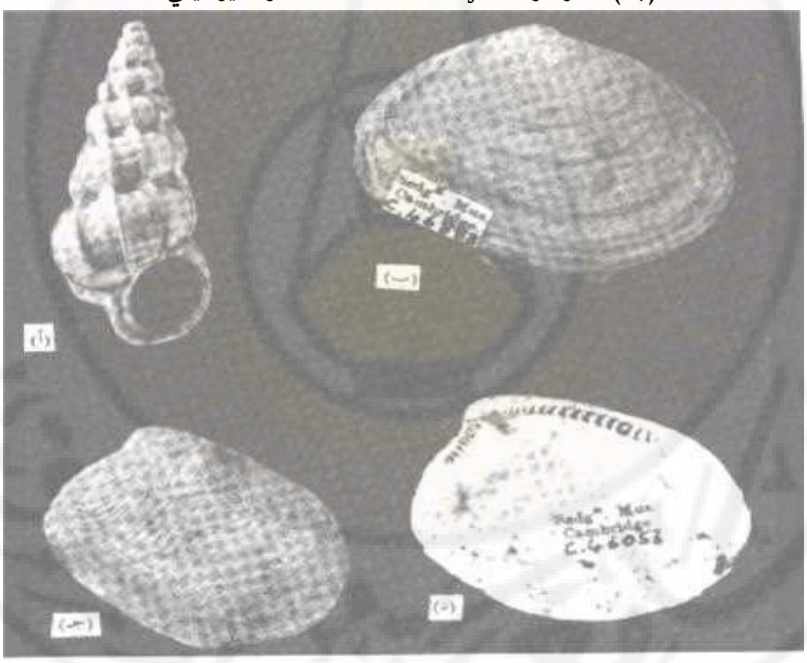
والفولادومايا **Pholadomya** (الشكل 30 جـ) غالبا" ما توجد كمستحاثات حفارة بصخور دور الكريتاسي. وهي تعيش اليوم في المياه الدافئة. والأينوسيرامس **Inoceramus** (الشكل 16 ط) نمط آخر مهم بصخور دور الكريتاسي الأعلى. والرودستيدات Rudists (الشكل 17 ب) محصور وجودها عموما" في رسوبات منطقة بحر التش Tethtan region.



الشكل (30) ذوات مصراعين كانت تعـ ش في المـ اه الدافئة .

(أ) – كاما Chama ، العصر الأيوسيني . (ب) – تريجونـ ا Trigonia ، دور الكريتاسي .

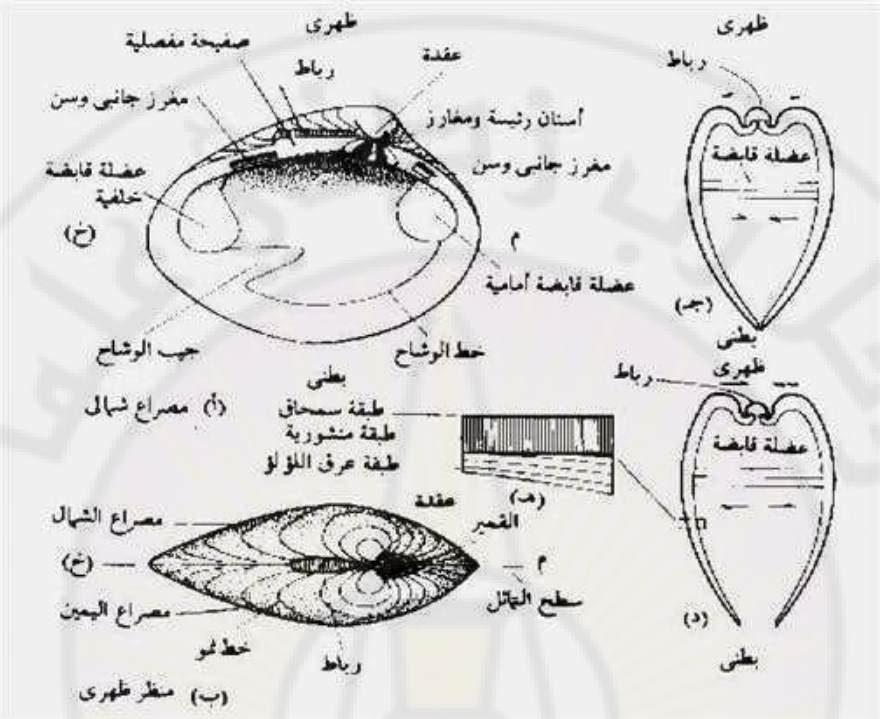
(جـ) – فولادومـ ا Pholadomya ، العصر الأيوسيني .



الشكل (31) رخويات بـ ستوسينـ ة

(أ) سكالا جرينلانديكا Scala greenlandica، (ب) ماكوما كالكاريا Mcoma calcarea ، كلاهما يعـ ش اليوم في مـ اه القطب الشمالي في الوقت الحاضر. (جـ، د)– أسـ لاكوبولديي Acila cobboldiae (منظر خارجي وداخلي يرجع إلى العصر البلـ ستوسيني الأسفل) وتعـ ش اليوم في المـ اه الـ اباندـ ة (كلها X 1.8) .

هذا وقد سادت ذوات المصراعين إلى جانب معديات الأرجل في مـاه الحين الرابع الضحلة ، ومازال الكثير منها حـّاً وهي في غالبيتها غير متماثلة الأسنان ، وأمثلتها موضحة بالشكل (18) . وقد وجد مثلا" أن الكثير من أجناس صخور الدور الثالث التي عاشت في بريطانـا يقتصر وجودها اليوم على المـاه الدافئة مثال الشاما **Chama** (الشكل 30 أ) والكراساتـلا **Crassatella** (الشكل 18 جـ ، د) . وبقرب نهاية الدور الثالث ازداد عدد الأنماط التي مازالت تعـش في تلك المنطقة من العالم . وقد وجدت معها أنماط أخرى خلال العصر البلـستوسيني والتي يقتصر وجودها اليوم على مـاه المناطق الباردة الشمالـة من العالم مثال الحفار ماكوما كالكاريا **Macoma calcarea** (الشكل 31 ب ، 18 ز) .



الشكل (32) شكل ذوات المصراعين

(أ) – منظر داخلي لصدفة غير متساوية المصراعين وعديمة التماثل الجانبي ، في هذا الشكل وأشكال أخرى تلـه ظللت المغارز بلون أسود . أما الأسنان فغير مظللة. (ب) – منظر ظهري للصدفة. (جـ) – قطاع في صدفة مغلقة يبين العضلات القابضة مشدودة والرباط متمغط.

(د) – خلال صدفة مفتوحة بها العضلات المقربة والرباط مرتخ ان.

(هـ) – قطاع في جزء من صدفة مكبر يبين التركيب المجهري الشائع في ذوات المصراعين .

Damascus University

المصطلحات

ندبتا العضلات المقربة adductor muscle scars : ندبتان أحدهما أمامية والأخرى خلفية مطبوعتان على كل مصراع بواسطة العضلات المقربة أو القابضة التي تقوم بقفل المصراعين. وهاتان الندبتان متساويتان في الحجم في الأصداف المتساوية العضلات (الشكل 32 أ). وتكون الندبة الخلفية أكبر من الندبة الأمامية في الأصداف المتباينة العضلات (الشكل 13 د). وتوجد ندبة واحدة فقط (الخلفية) في الأصداف وحيدة العضلة (الشكل 13 جـ) .

كتلة الألياف الحريرية Byssus : ألياف قرنية تنمو من جسم الحيوان لتثبيت الصدفة في بعض الأنماط إلى جسم بالقاع (الشكل 13 هـ) . وقد توجد ثغرة بمقدمة الصدفة تخرج منها هذه الألياف عند قفل المصراعين .

الحامل الغضروفي Chondrophore : وسيلة خاصة توجد في المليا Mya (الشكل 10 أ ، جـ) لاحتواء الرباط الداخلي. فهو بروز عمودي للمصراع الأيسر يشبه الملعقة ومنخفض بسط تحت العقدة بالمصراع الأيمن.

الأسنان dentation : تطلق على الأسنان والمغارز بصفحة المفصل والأنواع الرئيسة للأسنان هي :

(أ) – العديدة الصغيرة المتساوية taxodont ، وهي مجموعة صغيرة متشابهة من الأسنان والمغارز جمعها على صفحة المفصل (الشكل 15 ب) .

(ب) – غير متماثلة heterodont ، وهي عدد صغير من الأسنان التي تختلف في الحجم والشكل تحت العقدة وتسمى الرئيسة cardinal وأخرى جانبية lateral مائلة على صفحة المفصل بالطرفين الأمامي والخلفي (الشكل 9 أ) .

(جـ) – الشقة schizodont وهي اثنان أو ثلاثة أسنان سمكة وبعض الأحيان مخددة توجد تحت العقدة .

متماثلة الجانبين equilateral : الصدفة ذات جانبين متشابهين على طول الخط بين العقدة والحافة الأمامية (الشكل 18 و) . وعموما" فإن الأصداف التي عقدها أقرب إلى طرفها الأمامي من طرفها الخلفي تكون متماثلة الجانبين (الشكل 32 أ) .

متساوية المصراعين equivalve : كل من المصراعين صورة مرآة للآخر فما عدا بعض الاختلاف البسيط على خط تركيبة الأسنان (الشكل 32) . أما الصدفة المختلفة المصراعين فتعرف بعديمة التماثل الجانبي inequivalve .

الثغرة gape : فتحة دائمة بين حافتي المصراعين . وتوجد عند الطرف الخلفي في بعض الأنماط الحفارة ذات المثعب الكبير . وقد توجد بها فتحة أمامية تخرج منها القدم مثال المايا Mya (الشكل 10 ب) .

صفيحة المفصل hinge plate : جزء سميك مستقيم أو منحني من الحافة الظهرية للصدفة يرتكز على طوله المصراعان . وهي تدعم كلا" من الأسنان والرباط (الشكل 32 أ).

الرباط ligament : مادة قرنية مرنة تتكون من الكونكيولين تقوم بتوحيد المصراعين على طول الحافة الظهرية . وقد يقع خلف العقدة حيث يعرف بالرباط الخلفي opisthodetic، أو على جانبيها حيث يوصف بالرباط المزدوج amphidetic وقد يكون الرباط خارجي أو داخلي . فالرباط الخارجي يكون مشدودا" عند قفل المصراعين وهو يعمل على فتحهما عند ارتخاء العضلات

القابضة . ويقع الرباط الداخلي في منخفض (الشكل 13 و) أو أكثر (الشكل 16 ح) .

الزخرفة Ornament :علامات على السطح الخارجي للصدفة . وقد تكون هلالية أو شعاعية مركزها العقدة أو كلاهما معا" . وكثيرا" من الأحيان تكون الزخرفة من الخطوط أو العروق أو من الأشواك .

خط الوشاح pallial line : خط يربط ندبة العضلة القابضة الأمامية بالخلفية بمحاذاة الحافة البطنية . وهي تبين مكان اتصال الوشاح بالمصراع وقد يكون متكاملا" (الشكل 9 أ) أو غير متكامل بوجود جيب الوشاح بمساره (الشكل 32 أ) .

جيب الوشاح paliall sinus : انحناء إلى الداخل بجزء من خط الوشاح عند الطرف الخلفي للصدفة بذوات المصراعين الحفارة .

العقدة umbo : أول جزء يتكون من المصراع . وهو عادة جزء كروي يبرز فوق خط المفصل (الشكل 32 أ) .

الفصل الثاني

صف معديات الأرجل
Gastropoda

تشكل معديات الأرجل أحد صفوف شعبة الرخويات. وهي تشمل حيوانات رخوية، لها قواقع كلسية ملتفة، أو غير ملتفة وحيوانات مجردة من الأجزاء الصلبة. كانت في الأصل كلها بحرية، ولكن قسماً منها قد تكيف خلال حقب الميزوزوي والكينوزوي بصورة خاصة إلى العيش في المياه العذبة، وفي الهواء حيث تمكنت من غزو اليابسة. يبلغ عدد أنواع معديات الأرجل الحالية والمستحاثة حداً كبيراً يتجاوز عدد أنواع جميع صفوف شعبة الرخويات. ويبلغ قدّها الوسطي 25 مم، وهو يتراوح بين 2/1 مم و 60 سم. يعيش قسم كبير من معديات الأرجل البحرية زاحفاً على قاع البحر في المناطق الضحلة وقسم منها يعيش سابحاً.

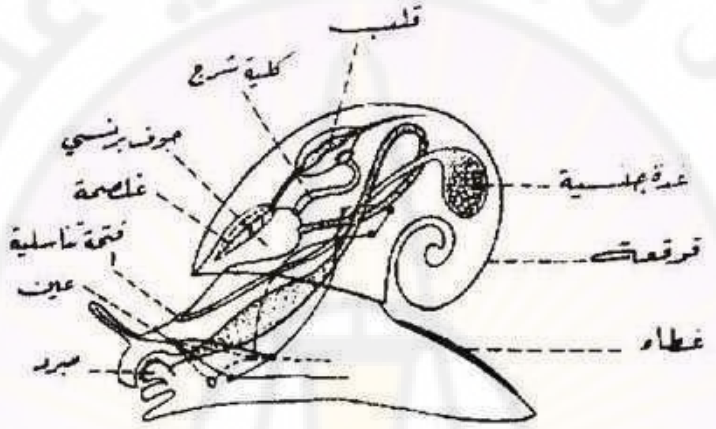
تمثل معديات الأرجل الأرضية الرخويات الوحيدة المجهزة برئات، تستطيع معها تنفس الهواء الجوي، والعيش على اليابسة في المناطق الجبلية التي قد يصل ارتفاعها أكثر من 5000م عن سطح البحر.

تتغذى معديات الأرجل بالنباتات، كالأشنات البحرية وأوراق الأشجار، كما يتغذى قسم منها على لحوم الحيوانات الصغيرة الميتة، أو الحية التي تقتلها.

الأجزاء الرخوة:

تتطلب الدراسة الباليونتولوجـ ة لمعديات الأرجل دراسة الأجزاء الرخوة التي قد تترك آثاراً واضحة على القوقعة. تقسم الأجزاء الرخوة (الشكل 33) إلى ثلاثة أقسام :

1- الرأس. 2- الكتلة الحشوية. 3- الرنس والقدم.



الشكل (33) يمثل الأجزاء التشريحـ ة في معديات الأرجل

يحمل الرأس الفم والعينين وزوجين من اللوامس الحسـ ة. يوجد في الفم جهاز ماضغ يسمى Radula الذي يحمل عدة أسنان صغيرة، يتغير شكلها بحسب الجناس، وتفيد في تصنـ ف الأشكال الحالـ ة. أما في الأشكال المستحاثة، فلا يمكن استعمال هذه الصفة الهامة، بسبب زوالها في أثناء الاستحاثة. يستطـ ع بعض معديات الأرجل اللاحمة ثقب قوقعة صفـ حـ ات الغلاصم، بواسطة جهاز فكي خاص والتغذي على أجزائها الرخوة. وهذا ما يفسر وجود بعض الثقوب في قواقع هذه الأخيرة المستحاثة.

تتألف الكتلة الحشوية من جهاز هضمي، وجهاز دوران، وكلـ ة وكبد وقلب وأعضاء تناسلـ ة، جهاز عصبي. يتم التنفس بالبرنس في بعض الحالات، غير

أنه يتم بصورة عامة بالغلاصم. ويكون لبعض المجموعات (الرئويات) جوف رئوي تستطلع فيه تنفس الهواء الجوي.

يفرز البرنس القوقعة ويحيط بالكتلة الحشوية وهو يستطيل في بعض الأشكال على سوية الجوف الغلصمي في القسم الأمامي من الجسم، لتشكل ممصاً يوجه تيار الماء نحو الغلاصم، وقد يمتد نحو الخلف لتشكل ممصاً خلفياً أو شرجياً. تترك هذه الممصات آثاراً على القوقعة الكلسية. أما القدم فهو الجزء العضلي من الجسم الذي يستعمله الحيوان في الزحف أو السباحة.

يتثبت الحيوان على جدار السطح الداخلي، بواسطة عضلات يؤدي تقلصها أحياناً إلى انسحاب الحيوان إلى داخل القوقعة واختبائه.

يكون التناظر في هذه الحيوانات جانبياً، إلا أنه قد يكون مضطرباً في بعض المجموعات، نتيجة التفاف الكتلة الحشوية، ويؤدي هذا إلى التفاف الجهاز العصبي.

الأجزاء الصلبة:

تعتمد الدراسة الباليونتولوجية بصورة رئيسية على بنية وخواص وصفات القوقعة الكلسية، التي يفرزها الحيوان لحماية أجزائه الرخوة.

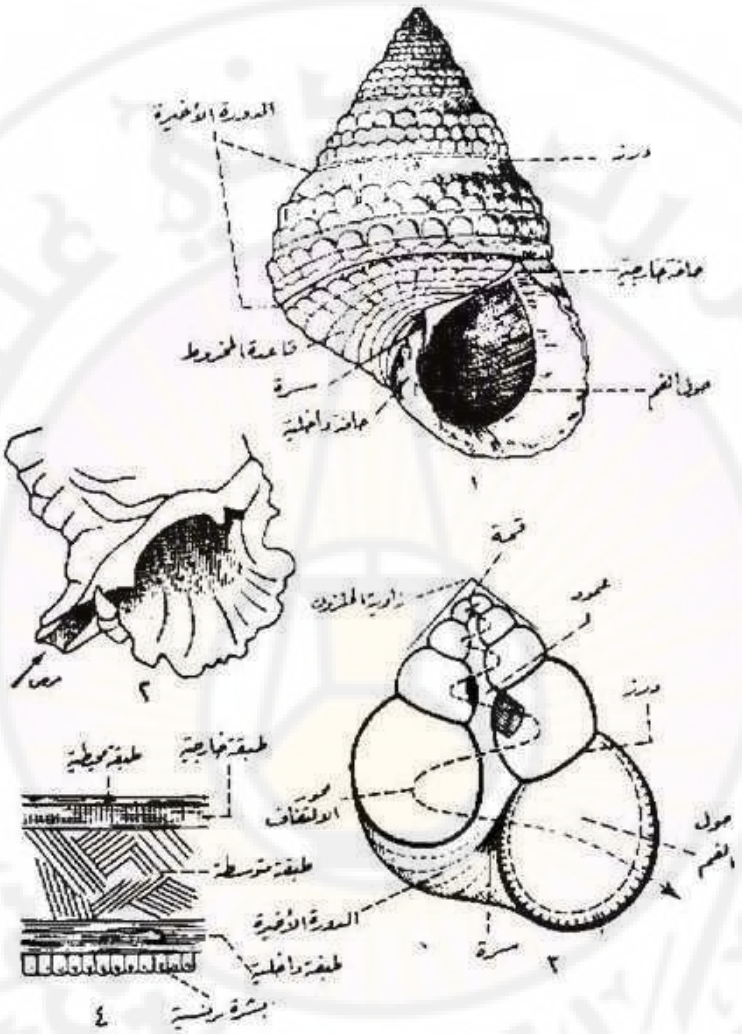
آ- بنية جدار القوقعة:

يتألف الجدار من ثلاثة طبقات من كربونات الكلسيوم، تشاهد جمعها في الأشكال المستحاثة (الشكل 4/34).

1- طبقة خارجية مؤلفة من مواشير عمودية، أو مائلة على سطح القوقعة.

2- طبقة متوسطة، مؤلفة من صفحات كلسية متصالبة.

3- طبقة داخلية يمكن أن تكون صدفية، مؤلفة من صفحات كلسية موازية لسطح القوقعة.



الشكل (34) يمثل الشكل العام لقوقعة معديات الأرجل

1- منظر خارجي لقوقعة مكتملة الفم . 2- جزء من قوقعة ممصـ ة الفم . 3- مقطع محوري في القوقعة . 4- مقطع عرضي في جدار القوقعة .

تكون هذه الطبقات الثلاث مغطاة من الخارج في الأشكال الحـ ة بطبقة محـ ط ة من الكونكيولين، وهي مادة عضوية تزول في أثناء الاستحاثة.

تتألف هذه الطبقات القابلة للاستحاثة من الاراغونيت السهل الانحلال، ولذلك غالباً ما تنحل قواعد معديات الأرجل الأصلة كلاً، أو تستبدل بالكلسيت أو بفلزات أخرى.

يكون السطح الخارجي للقوقعة ملوناً بألوان مختلفة، غير أن هذه الألوان تزول بصورة عامة في أثناء الاستحاثة.

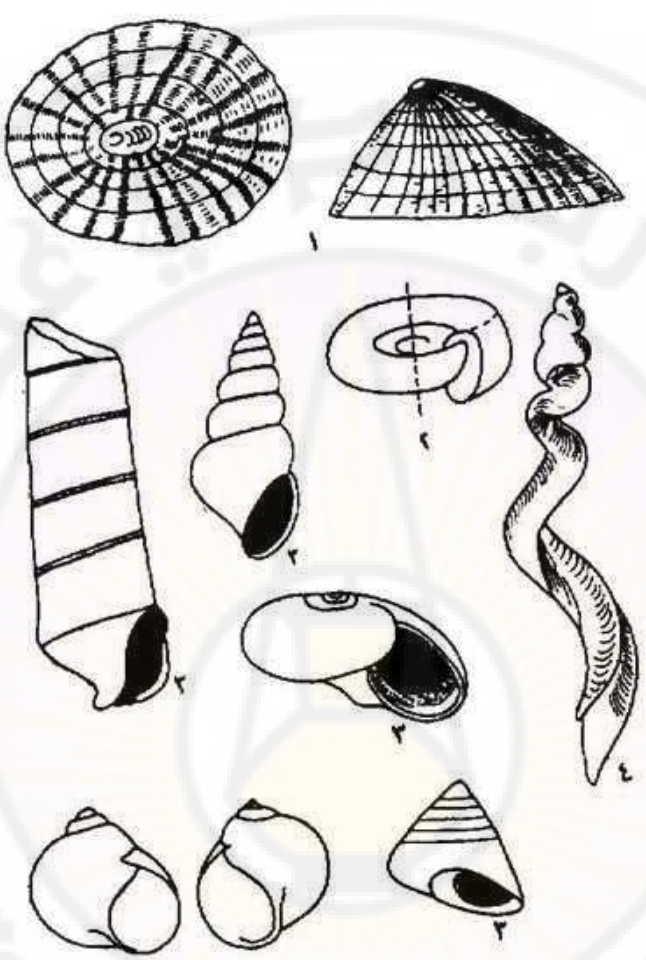
ب- الشكل العام للقوقعة:

تقسم قوقعة معديات الأرجل إلى قسمين رئسيين: الأول ويشمل القواقع غير الملتفة، والثاني ويشمل القواقع الملتفة جزئاً أو كلاً.

تكون القواقع غير المتلفة بشكل مخروط، له قاعدة بضوية أو شبه دائرية، كما في الجنس الحالي باتلا Patella (الشكل 1/35).

أما القواقع الملتفة ، فهي أكثر انتشاراً من الأولى ، وتنتج عن التفاف حلزوني لمخروط متطاول. ويؤدي هذا الالتفاف بصورة عامة إلى عدم تناظر الحيوان، إذ إن الغلاصم والشرج تغير مواقعها الأولة في مؤخرة الحيوان، وتصبح في مقدمته.

إن الشكل العام للقوقعة الملتفة يعتمد على شكل وكثافة الدورات وعددها،كما يعتمد على سرعة ازدياد دورتها وطبعة الالتفاف. فقد يكون الالتفاف في مستو (الشكل 2/35) أو حول محور (الشكل 3/35). وقد يكون هذا المحور قصيراً، يعطي للقوقعة شكلاً قوساً، أو طويلاً فظهر الشكل مخروطاً. ويتعلق الشكل أيضاً بقطر الدورة، فإذا بقي ثابتاً تظهر القوقعة على شكل أسطواني أو شبه اسطواني، وبالعكس إذا كان القطر ينقص بسرعة، فتظهر بشكل مخروط مضغوط أو متطاول.



الشكل (35) يمثل أشكال القواقع في معديات الأرجل .

1- قوقعة غير ملتفة (الجنس باتلا Patella) . 2- قوقعة ملتفة في مستو . 3- قواقع ملتفة حول محور مختلف الطول ذات دورات ملتحمة . 4- قوقعة ملتفة ذات دورات منفصلة . 5- قوقعة ذات التفاف يميني ، وأخرى ذات التفاف يساري .

يكون الالتفاف (الشكل 5/35) يميناً بصورة عامة، وقد يكون في بعض الحالات الأخرى يسارياً، ويتعلق تعيين جهة الالتفاف بتوجه القوقعة الذي

يختلف باختلاف المؤلفين. ويمكن أن نميز حالات الالتفاف الـ مين عن حالات الالتفاف الـ ساري، فـ ما إذا كانت فتحة القوقعة على يمين الملاحظ عندما نوجه القوقعة بحيث تكون قاعدتها في الأسفل وقمتها في الأعلى. يحصل الالتفاف الـ ساري بصورة شاذة، في بعض الأشكال ذات الالتفاف الـ ميني. وقد يكون الالتفاف الـ ساري من ميزات بعض الأجناس. تكون الدورات المتتابعة منفصلة عن بعضها البعض، كما في الجنس سيلكاريا Siliquaria (الشكل 4/35) ولكنها تكون ملتحمة في معظم الحالات.

تأخذ القوقعة الملتفة شكلاً مخروطـ اً بصورة عامة (الشكل 1/34) تدعى نهايتها المدببة بالقمة، ويدعى مجموع الدورات ماعدا الدورة الأخيرة التي تنتهي بالفتحة، أو حول الفم بالحلزون وتدعى زاوية مخروط القوقعة بزاوية الحلزون.

تكون دورات الحلزون متراصة، أو مفككة نوعاً ما وفي الحالتين تكون الدورات مفصولة عن بعضها البعض بخط يدعى الدرز. وعندما تكون متراصة، فإن أقسامها الداخلـ ة تحدد محوراً يدعى العمود، يمتد من قمة القوقعة حتى قاعدتها. أما إذا كانت الدورات مفككة فـ حل محل المحور فراغ ينتفخ على سوية القاعدة بالسرة Ombilic التي قد تغلق جزئـ اً أو كلـ اً، بتوضعات كلسـ ة على شكل سدادة تدعى كاللوس Callus.

تسمى فتحة القوقعة حول الفم، وتكون له أشكال مختلفة. فقد يكون دائرياً أو بـ ضوياً أو متطاولاً، وتعتبر هذه الأشكال هامة، لأنها تفيد في التصنـ ف.فهو دائري منتظم في الأشكال البدائـ ة، ويسمى بالفتحة الكاملة، وتدعى القوقعة مكتملة الفم. وقد يصبح بـ ضوي الشكل متطاولاً وغير منتظم، قد تظهر فـ ه قناة أمامـ ة غلصمـ ة، وقناة خلفـ ة شرجـ ة، وتدعى القوقعة عندئذ ممصـ ة الفم (الشكل 2/34). نميز في فتحة القوقعة حافة داخلـ ة أو محورية، وحافة خارجـ ة

أو جدارية.قد تكون حواف الفتحة مستوية أو مسننة، أو تخرج منها نتوءات على شكل الأجنحة.

يحمل الحيوان القوقعة على سطحه الظهري، حيث تتجه قمتها نحو الأعلى والخلف، وفتحتها نحو الأسفل والأمام. تدل الفتحة على هذا الأساس على مقدمة الحيوان، والقمة على مؤخرته.

يكون لأغلبية قواقع معديات الأرجل غطاء قرني أو كلسي يقوم بوظيفة إغلاق القوقعة. وهو يظهر مبكراً خلال النمو الجنيني ، ولكنه قد يختفي عند الأشكال المجهزة بفتحة كبيرة. يوجد الغطاء عادة في القسم الخلفي من ظهر القدم في الأشكال الحية (الشكل 33) ونادراً ما يحفظ على شكل مستحاثات.

زخارف القوقعة:

قد يكون سطح القوقعة الخارجي أملس أو مزخرفاً بزخارف مختلفة (الشكل 1/34) على شكل خطوط متعاقبة موازية للدرز. وهذه الخطوط قد تكون بارزة تضاعفها في بعض الأحيان أضلاع عمودية عليها وهي تستمر من دورة إلى أخرى. وقد تظهر عند التقاء هذين النوعين من الزخارف المتعامدة حبيبات أو أشواك صغيرة. تكون الزخارف في المجموعات المختلفة بسيطة في البداية، وتصبح معقدة في مراحل النمو الكهلة.

وقد يتعقد الجدار الداخلي للقوقعة عند بعض الأشكال الرصيفية ، مثل الجنس نيرينيا *Nerinea* (الشكل 2/42) ويثخن على شكل التواءات زخرفية، تساعد على تمييز أنواعها. وهذه الزخارف لها صفة تطورية تفيد في تعيين أعمار الطبقات الحاوية على هذه القواقع.

شكل الصدفة وظروف المعـ شة
لبعض معديات الأرجل البحرية الشائعة

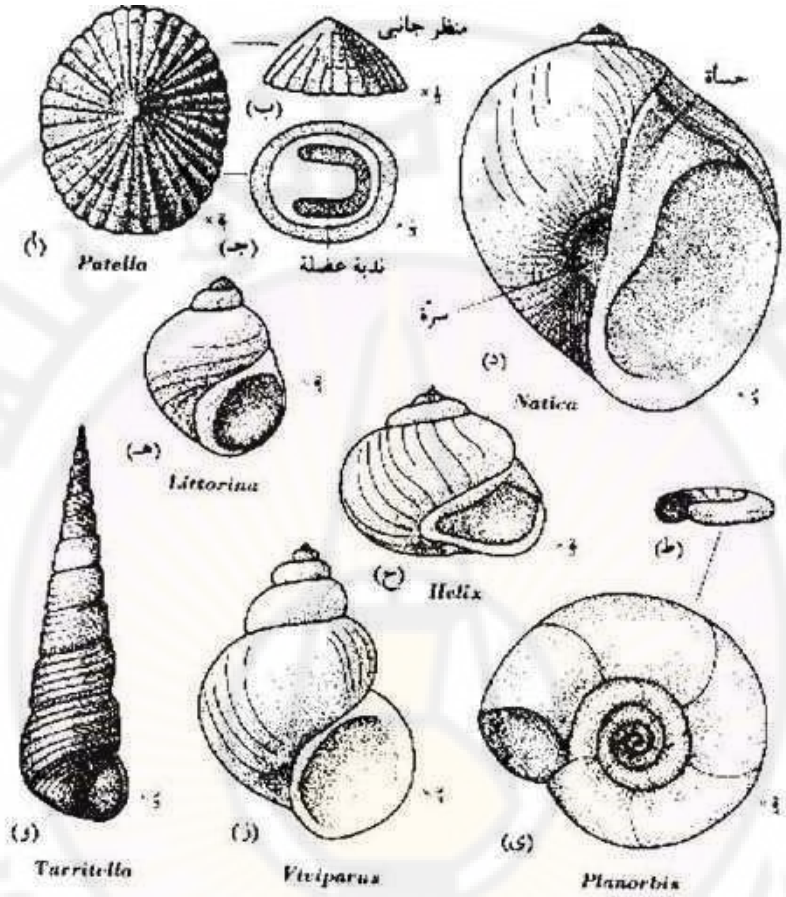
الباتـ لا Patella: (شكل 36 أ، جـ). الصدفة سمـ كة ومخروطـ ة ، عريضة ذات قمة قريبة من الطرف الأمامي، بـ ضاوية الفتحة؛ تتكون زخرفتها من عروق عريضة وخطوط شعاعـ ة مركزها القمة، تقع الندبة بالداخل وهي على شكل نعل الفرس، الطرف المفتوح بالصدفة هو عبارة عن طرفها الأمامي.

العمر: العصر الأيوسيني إلى العصر الحاضر.

ويعـ ش البطلنيوس Limpet المعروف تقسـ مـ اً باباتـ لا قولقاتا Patella Volgata على الشواطئ الصخرية ملتصقاً إلى الصخور بكامل قدمه الدائرية الشكل في وضع لا تقتلعه أعتى الأمواج. ويساعده في ذلك قصر ارتفاعه حيث يكون أقل مقاومة للأمواج. وتقاوم طبـ عته النقص في الماء عند الجزر وعند المد يتحرك لمسافات قصيرة للبحث عن الطحالب حيث يتغذى ويرجع بعدها إلى مقره داخل منخفض بـ ضاوي الشكل بأحد الصخور.

الليتورينـا Littorina: (شكل 36هـ) . الصدفة سمـ كة ؛ دائرية الشكل بحلزون منخفض وعدد قليل من الثنـ ات؛ الفتحة دائرية الشكل؛ ذات حافة خارجـ ة حادة؛ للصدفة عمود وسطح خارجي أملس وخطوط حلزونـ ة غير واضحة الملامح.

العمر: دور الجوارسي الأسفل إلى العصر الحاضر.



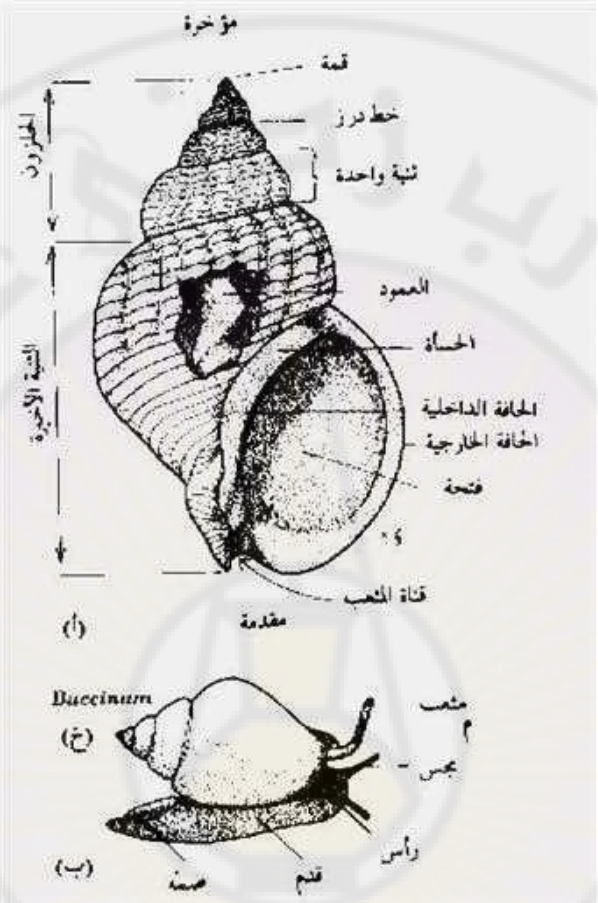
الشكل (36) معديات أرجل بفتحة متكاملة .

والليتورينا ليتوريا **Littorina Littorea** برونق Periwinkle جوَّال يعـ ش على الشواطئ الصخرية والطينـ ة. ويمكن لهذا النوع من معديات الأرجل البقاء عدة ساعات خارج الماء يومـ اً وذلك وقت الجزر بعيداً عن خطر الجفاف حيث تعمل الصمّة على قفل الفتحة بإحكام. والصدفة بهذا البرونق سمـ كة التركيب مما يجعل مقاومتها عالـ ة للدحرجة في أثناء العواصف. والبرونق نباتي الغذاء حيث يعـ ش على الطحالب البحرية.

البوسينم Buccinum: (شكل 37 أ). ذو صدفة سمكة؛ بضاوية الشكل تقريباً؛ الحلزون متوسط الارتفاع؛ الثنة الأخيرة كبيرة الحجم نسبياً ؛ لايوجد بها سرّة؛ الفتحة بضاوية ذات قناة مثعب قصيرة ومثنة؛ لها حسأة على حافتها الداخلة.

العمر: العصر البليوسيني إلى العصر الحاضر.

والولك Welk البوسينم أنداتم **Bucciunum Undatum** يتدرج في توزيعه من الشاطئ إلى أعماق تصل إلى المائتي متر. ويبلغ حجم الصدفة حوالي 5سم. أما في الأعماق الكبيرة فصل طول الصدفة إلى حوالي 15 سم. ويشق البوسينم **Buccinum** طريقه خلال الرسوبات ماداً مثعبه فوق سطحها لتأمين تدفق الماء النقي إلى جيب وشاحه. وهو حيوان لحمي يقطع جسم فريسته الرخوة بواسطة المقشطة.

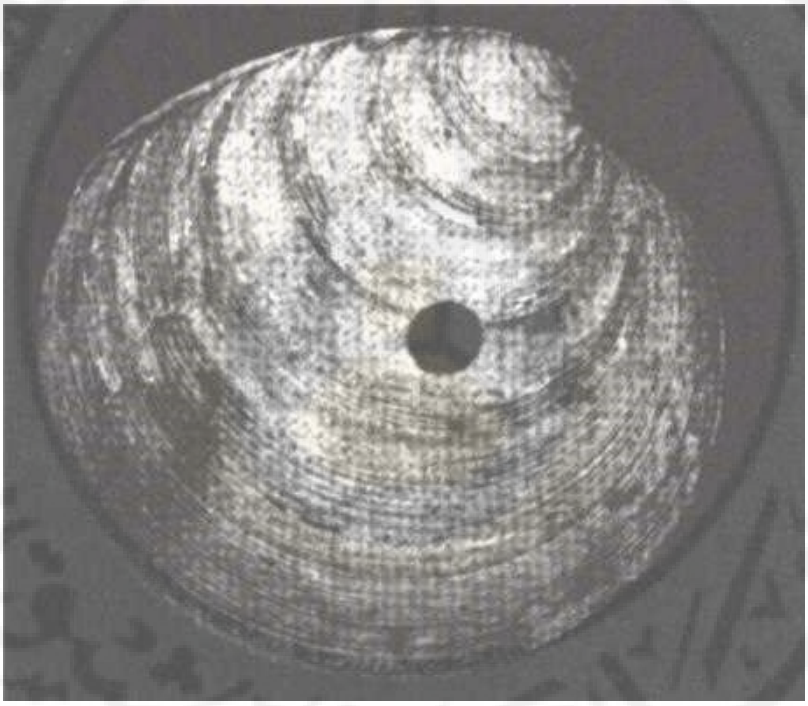


الشكل (37) شكل معديات الأرجل يناء على جنس البوسينم Buccinum .
(أ) – صدفة مكسور جزء من ثنيتها الأخيرة لتعرية العمود . (ب) – حيوان معدي الأرجل في وضع زاحف مادا" رأسه وقدمه .

الناتكا Natica: (شكل 36 د). الصدفة سمكة، ملساء ؛ كروية الشكل، الحلزون قصير؛ الثنة الأخيرة كبيرة الحجم؛ السرّة تطمرها الحسأة؛ الفتحة متكاملة الحافة.

العمر: دور الترياسي إلى وقت الحاضر.

والناتكا ألديراي **Natica alderi** ذات قدم كبيرة (تغطي جزءاً من الصدفة) تتحرك بواسطتها تحت سطح الرمال مباشرة باحثة عن ذوات المصراعين الصغيرة الحجم. وتفرز الناتكا Natica حامض تستعمله لتليين صدفة فريستها ثم تحفر بها ثقباً دائرياً لتصل من خلاله إلى أجزائها الرخوة. وكثيراً ما تلاحظ مثل هذه الثقوب المستدقة إلى الداخل في أصداف الكثير من المستحاثات مثال التي توجد بروسوبات البلستوسين الأعلى ببريطانيا (شكل 38).



الشكل (38) حفرة نخرها أحد معديات الأرجل ، ربما ناتكا Natica في صدفة من ذوات المصراعين (2 X) .

التورتيلا كومييونس Turritella communis: (شكل 36 و). الصدفة مبرجة بثنيات متعددة مكونة حلزوناً مرتفعاً ومدبباً يبلغ حوالي 50مم في طوله.

مزخرفةبعروق حلزونـة؛ لاتوجد بها سرّة؛ الفتحة بـه رباعـة متكاملة الحافة مما يميزها عن شبيهاتها مثال السيرتيوم Cerithium التي لها قناة المثعب.

العمر: دور الكريتاسي إلى العصر الحاضر.

وتوجد التورتـلا كوميونـس **Turritella communis** فـي المـاه الضـحلة عند حوالي 22 متراً داخل حفرة في وضع حلزوني خلال الحصى الردغي muddy gravel . ويدخل الماء لجيب الوشاح بفعل الأهداب حيث يتم تجمع جزيئات محتوياته بواسطة الخاشم ثم تمرر عن طريق المخاط إلى الفم.

معديات الأرجل بالمـاه العذبة:

البلانـوربس Planorbis : (شكل 36 ط). الصـدفة رقـيقـة ذات التفـاف مسطح تقريباً، مكوناً منخفضاً تتوسطه القمة بدل الحلزون؛ الجزء السفلي من الصدفة مسطح؛ يمينة الالتفاف؛ الفتحة نصف دائرية أو بـيضاوية الشكل.

العمر: دور الجوارسي إلى العصر الحاضر.

والبلانـوربس **Planorbix** هـو أحـد المجـامع غيـر المتجانسـة بمعـديات الأرجل التي تعـيش في المـاه العذبة والتي تنتشر في أماكن مختلفة من العالم. فالبعض منها يبقى تحت الماء، والبعض يخرج عند السطح من أجل الهواء. وهي تتغذى على الطحالب والنباتات ولها أشكال متعددة.

معديات الأرجل البرية:

الهيلكس Helix: (شكل 36 ح). ذو صدفة رقيقة ملساء، كروية الشكل؛ قد يكون له سرّة؛ الفتحة بـيضاوية مائلة.

العمر: العصر الأيوسيني إلى العصر الحاضر.

والهلكس **Helix** من معديات الأرجل البرية النموذجية. وهو يعتمد على الماء في تكاثره. ويعمل جيب الوشاح عمل الرئة عند باقي الحيوانات. وتوجد الأنماط البرية في ظروف متباينة غير أنه يكثر في الأماكن الرطبة ذات التربة الكلسية.

الخلاصة: تتميز معديات الأرجل النموذجية بصدفة حلزونية الالتفاف. وفي الأنماط ذات الصدفة القبعية الشكل يقتصر الالتفاف على القمة. وبصورة عامة لا يعتمد كثيراً على شكل الصدف في استنتاج بيئة معيشتها، غير أنه بالإمكان التعميم في هذا الشأن إلى حد ما.

ومن بين معديات الأرجل البحرية الأنماط التالية:

1- التي تعيش بين المد والجزر وتتميز بصدفة سميكة قد تكون قبعية الشكل مثال البطلينوس Limpets أو دائرية الشكل بحلزون منخفض.

2- ذات الفتحة المتكاملة وتكون في معظمها آكلة نباتات وغالباً ما تعيش على قاع صلب التكوين، غير أن الناتيكا **Natica** والتوريتلا **Turetella** يلاحظ بوضوح شذوذهما عن هذه القاعدة .

3- التي لها قناة مثعب تكون لحمية وغالباً ما توجد فوق الرسوبات اللينة.

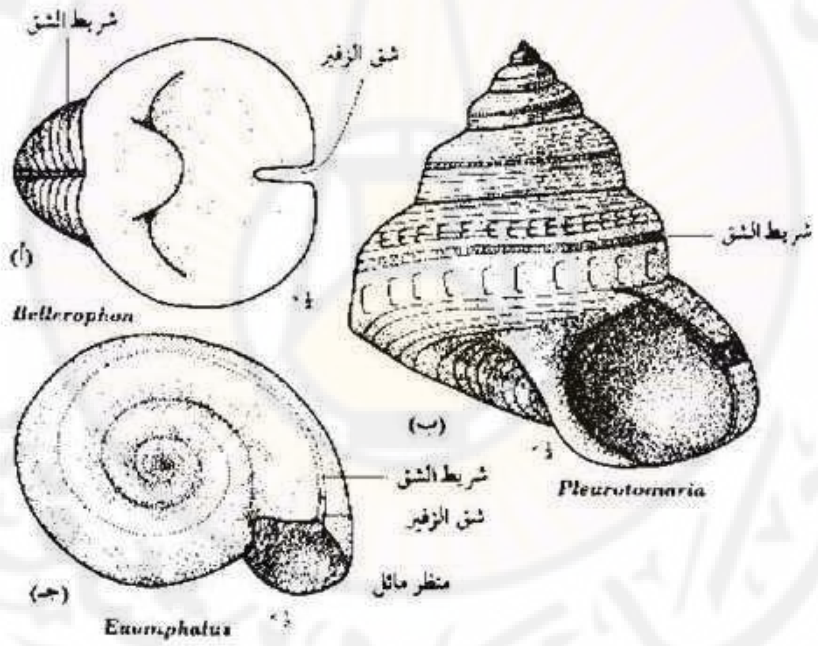
أما معديات الأرجل بالماء العذبة فتتميز بصدفة رقيقة مغطاة بطبقة سمحاق سميكة.

أجناس شائعة أخرى

معديات أرجل ذات شق زفيري:

البليروفون Bellerophon: (شكل 39 أ، 45 أ). من بين معديات الأرجل القليلة ذات الصدفة الثنائية التماثل؛ مسطحة الالتفاف ؛ تحجب كل ثنية الثنات السابقة لها . وقد يخلط بين البليروفون Bellerophon ومجموعة النيوتيوليدات Nautiloids غير أنه تنقصه خطوط الدرز وحجاب رأسات الأرجل. ويميز كذلك بشق الزفير على حافته الخارجية عند سطح المنتصف. ويمتد أثره في شريط على طول أجزاء الصدفة القديمة.

العمر: دور السيلوري إلى دور الترياسي الباكر.



الشكل (39) معديات الأرجل لها شق زفير .

الأيومفالاس Euomhpalus : (شكل 39 جـ). ذو حلزون مقعر وسرّة عريضة؛ قطاع الثنية مضلع الشكل؛ شريط الشق يكوّن ارتفاعاً حلزونياً بين الدرز والمحيط.

العمر: دور السيلوري ودور البرمي.

البلوروتوماريـا Pleurotomaria: (شـكل 39 ب). ذو حلـزون متوسـط الارتفاع أو مقعر؛ قد يكون لها سرّة؛ شق الزفير طويل؛ وشريط الشق حلزوني مزوّى؛ مزخرف من الخارج بدرنات وخطوط حلزونية.

العمر: دور الجوارسي إلى دور الكريتاسي.

معديات الأرجل ذوات قناة المثعب:

الفيوسـيناس Fusinus: (شكل 39 جـ). الصـدفة مغزلـية الشكل عديـدة الثنايا؛ قناة المثعب طويلة وضـيقة؛ الزخرفة بارزة ومكونـة من عروق حلزونية وعرضـية. تعـيش الأنماط الحديثة منها في المناطق الشبه استوائية.

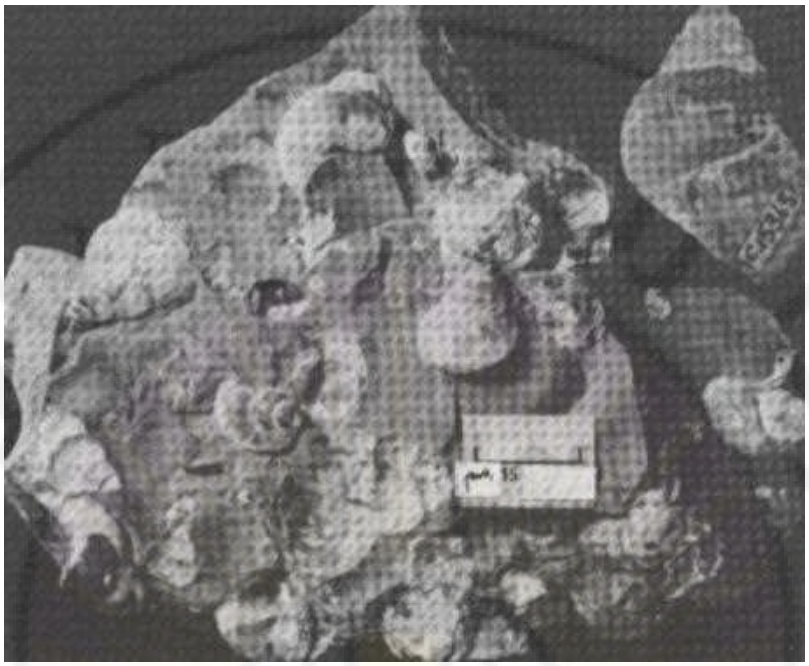
العمر: دور الكريتاسي إلى العصر الحاضر.

الأثليتـا Athleta: (شكل 44 ب) . الصـدفة ذات حلـزون قصـير وندبـة أخيرة كبيرة الحجم، الفتحـة طويلـة وضـيقة، قنـاة المثعب قصـيرة الطـول، ذات علامات حلزونية وحسأة على الحافة الداخلية. مزخرفة بدرنات حلزونية بارزة على الطرف الخلفي من الثنية الأخيرة.

العمر: دور الكريتاسي إلى العصر الحاضر.

النبتونـا Neptunea: (شـكل 40، 36 و). الصـدفة ملسـاء ذات طبقـة سمحاق سميكة؛ مرتفعة الحلزون ودائرية القمة؛ الفتحة متكاملة الحافة.

العمر: دور الجوارسي إلى العصر الحاضر.



الشكل (40) مستحاثة تدل على مـاه عذبة ، فـفيبارس Viviparus (معدي الأرجل)، ترجع إلى العصر الأيوسيني (X 0.9) .

تصنـف معديات الأرجل:

يعتبر تصنـف معديات الأرجل من المسائل الصعبة وذلك لأن القوقعة لا تعكس بشكل واضح بنـة الأجسام الرخوة، التي تستخدم أساساً في التصنـف ، كما أنها كثيرة التغير أحـاناً حتى في النوع الواحد.

يعتمد علماء المستحاثات على التصنـف الذي يستخدمه علماء الحيوان، والمبني على الأجزاء الرخوة، بالإضافة إلى بعض الصفات الشكلـة للقواقع وتسلسل ظهور مجموعاتها المستحاثـة . إن مـا يسهل تصنـف أغلب هذه

المجموعات هو وجود أحفاد لها تمثلها وتعـ ش في العصر الحالي. تقسم معديات الأرجل إلى ثلاث رتب:

1- رتبة أمامـ ات الغلاصم *Prosobranchia*.

2- رتبة خلفـ ات الغلاصم *Opisthobranchia*.

3- رتبة الرئويات *Pulmonata*.

1- رتبة أمامـ ات الغلاصم:

تتميز أفراد هذه الرتبة بالتفاف الحبلين العصبيين، نتـ جة لالتفاف الكتلة الحشوية. توجد غلصمة واحدة أو غلصمتان واقعتان أمام القلب. الجنسان منفصلان تتميز القوقعة بوجود غطاء في أغلب الحالات.

تقسم هذه الرتبة إلى تحت رتبتين:

آ- تحت رتبة اسبيدوبرانكـ ا *Aspidobranchia*:

تشمل معديات الأرجل الابتدائـ ة التي تبدي تناظراً جانبـ اً، إذ تحوي أفرادها على كليتين وغلصمتين ، كما أن القلب يتألف من بطينين وأذينتين. تنسب إلى هذه المجموعة أغلبـ ة معديات الأرجل، التي وجدت منذ حقب الباليوزوي، وهي كلها مجربة، ندرس منها الأجناس التالـ ة:

الجنس باتـ لا *Patella* **من فصيلة** *Patellidae*:

قوقعة مخروطـ ة غير ملتفة ، ذات فتحة بـ ضوية أو شبه دائرية (الشكل 1/35). القمة قرب مركزية، وأُقرب إلى الحافة الأمامـ ة. الزخارف الخارجـ ة على شكل حروف مشعّة من القمة، ونادراً ما يكون لها سطح أملس. الانطباعات العضلـ ة على شكل حدوة الحصان المفتوحة من الأمام (الجوارسي- العصر الحالي).

الجنس بلروفون *Bellerophon* **من فصيلة** *Bellerophontidae*:

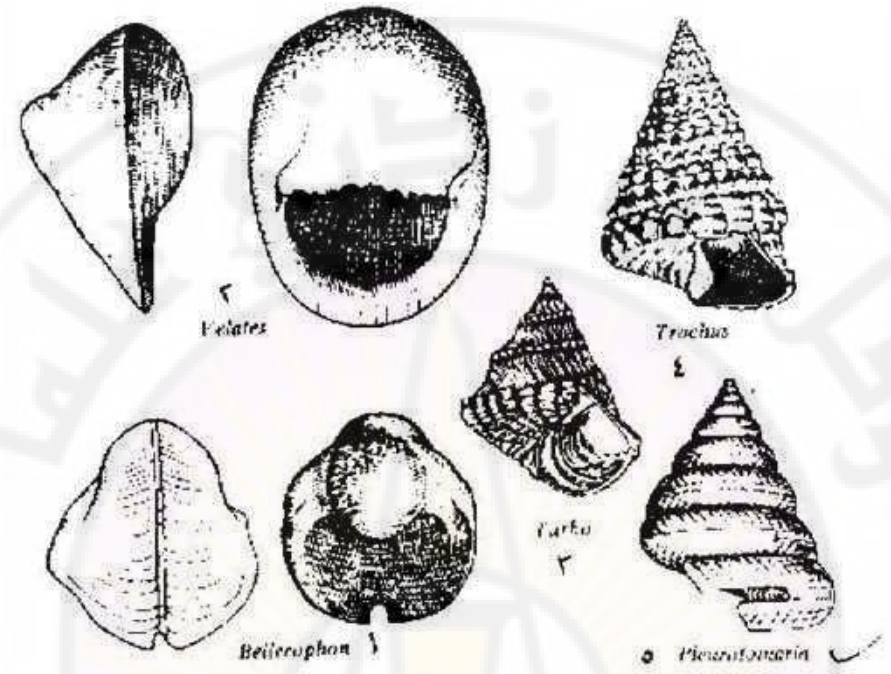
قوقعة كروية ملتفة في مستو (الشكل 2/41) ، سطحها الخارجي أملس، أو تظهر عل ـه خطوط نمو. السرة صغيرة أو مغلقة. الدورات قليلة، والدورة الأخيرة تخفي الدورات السابقة. فتحة القوقعة شبه دائرية، أو بـ ضوية ، أو بـ ضوية تتميز بوجود شق متوسط يستمر على شكل حرف متوسط يقسم القوقعة إلى نصفين متساويين. (السيلوري –البرمي). يعتبر هذا الجنس من المستحاثات المميزة لهذه الفترة.

الجنس فيلتس *Velates* **من فصيلة** *Neritidae*:

قوقعة ذات سطح فمي كروي، وقاعدة عريضة مسطحة (الشكل 1/41). محور الالتفاف قصير. الدورة الأخيرة تخفي الدورات السابقة. السطح الداخلي صدفي. الفتحة نصف دائرية. الحافة المحورية أو الداخل ـة ثخينة ، تمتد حتى الحافة الجدارية أو الخارج ـة ، وهي مسننة . الغطاء كلسي. (الأيوسين).

الجنس توربو *Turbo* **من فصيلة** *Turbinidae*:

قوقعة مخروط ـة ملتفة حول محور قصير شكل (3/41)، وقد يقصر المحور فتصبح القوقعة شبه قرص ـة. الجدار الداخلي صدفي. الحافة الجدارية أو الخارج ـة حادة. الفتحة كاملة كبيرة نسب اً بـ ضوية أو مستديرة ، لها غطاء كلسي ثخين (الجوراسي– العصر الحالي).



الشكل (41) يمثل بعض أجناس معديات الأرجل .

الجنس تروكوس *Trochus* **من فصيلة** *Trochidae*:

قوقعة مخروط ة ذات دورات متعددة (الشكل 4/41)، وسطح داخلي صدفي. زاوية الحلزون حادة، تقابلها قاعدة منبسطة تقريباً . الفتحة كاملة لها غطاء قرني وهي معيند ة الشكل، حافتها الخارج ة حادة. العمود ملتوٍ . (الترياسي– العصر الحالي).

الجنس بلوروتوماريا *Pleurotomaria* **من فصيلة** *Pleurolomaridae*:

قوقعة مخروط ة تشبه "البلبل الخشبي" (الشكل 5/41) ذات سطح داخلي صدفي. قد يقصر محور الالتفاف وتصبح القوقعة شبه قرص ة . الفتحة بيضوية أو بشكل شبه مربع لها غطاء قرني، تتميز الحافة الخارج ة الحادة

للفتحة بوجود شق، يمتلئ بالتدريج في أثناء النمو، تاركاً آثاره على شكل شريط، تظهر عل ه خطوط النمو ملتوية نحو الخلف. (الترياسي– العصر الحالي). انتشر هذا الجنس انتشاراً واسعاً في دور الجوراسي.

ب– تحت رتبة بكتينيبرانكا *Pectinibranchia*:

تتميز هذه المجموعة بعدم تناظر جانبي ممثلاً في أجهزة الإفراغ والدوران والتنفس، إذ يوجد كل ة واحدة وقلب مؤلف من بطين وأذينة واحدة، وغلصمة واحدة، ندرس منها الأجناس التال ة:

الجنس هيبونيكس *Hipponyx* من فصيلة *Hipponycidae*:

قوقعة غير ملتفة مخروط ة على شكل القبعة (الشكل 1/42). قمة المخروط حلزون ة الشكل. يظهر داخل القوقعة آثار انطباع عضلتين على شكل حدوة الحصان تقريباً. يكون للقوقعة غطاء كلسي بشكل القرص. السطح الخارجي قد يكون أملس، أو مزخرفاً بخطوط نمو غير منتظمة ، موازية لمحيط القوقعة تضاعفها خطوط مشعة في رأس المخروط. (الايوسين– العصر الحالي).

الجنس ناتيكا *Natica* من فصيلة *Naticidae*:

قوقعة بيضوية أو شبه كروية ملساء، يتميز سطحها الخارجي بخطوط نمو محدبة نحو الفتحة (الشكل 2/42) محور الالتفاف قصير. الدورة الأخيرة كبيرة جداً. الفتحة كاملة هلال ة الشكل أو بيضوية لها غطاء قرني أو كلسي. حافة الفتحة الخارج ة رقيقة، بينما حافتها الداخل ة ثخينة . السرة مغلقة جزئياً بسدادة كلس ة. الطبقة الداخل ة لجدار القوقعة صدف ة (الترياسي – العصر الحالي).

الجنس ف فيباروس *Paludina= Vivipraus* **من فصيلة** *Viviparidae*:

قوقعة على شكل مخروط قصير، رقيقة الجدران (الشكل 3/42) . الدورات محدبة سطحها الخارجي أملس أو مزخرف بحروف موازية للخط الدرزي. قد تبدي الحروف عقيدات على مسارها . الفتحة كاملة بيضوية لها غطاء قرني. السرة صغيرة جداً أو مفقودة. يعيش هذا الجنس في المياه العذبة، ويتميز بانه ولود (الكريوني – العصر الحالي). انتشر هذا الجنس انتشاراً واسعاً في حقب الكينوزوي.



الشكل (42) يمثل بعض أجناس معديات الأرجل .

الجنس تورتيلا *Turritella* من فصيلة *Turritellidae*:

قوقعة ذات محور التفاف طويل لها خطوط نمو ملتوية (الشكل 4/42). الدورات متعددة محدبة تحدباً قليلاً. يتزخرف السطح الخارجي بحروف ضعيفة البروز موازية للخط الدرزي, زاوية الحلزون حادة. الفتحة كاملة بيضوية أو على شكل شبه مربع لها غطاء قرني. حافة الفتحة الخارجية رقيقة، تمتد قليلاً نحو الأمام . (الكريتاسي – العصر الحالي).

الجنس سريتيوم *Cerithium* من فصيلة *Cerithidae*:

قوقعة دون سرة ذات محور التفاف طويل (الشكل 5/42) . الدورات متعددة. الزخارف الخارجية على شكل حروف بارزة موازية للخط الدرزي، قد تظهر على مسارها عقيدات. الفتحة بيضوية لها لها غطاء قرني وقناة ممصتة خلفية قصيرة، وقناة ممصتة أمامية قليلة الانحناء. الحافة الخارجية ثخينة ، بينما الحافة الداخلية رقيقة ومقعرة (الكريتاسي– العصر الحالي).

الجنس سترومبوس *Strombus* من فصيلة *Strombidae*:

قوقعة بيضوية الشكل بدون سرة (الشكل 6/42). الحلزون مؤلف من عدة دورات، والدورة الأخيرة كبيرة. يتميز السطح الخارجي بحرف بارز مواز للخط الدرزي، تظهر على مسار عقيدات كبيرة بارزة. الفتحة متطاولة لها غطاء قرني صغير وقناة ممصة امامية قصيرة، وحافتان متوازيتان . (الايوسين – العصر الحالي).

الجنس سيبريا *Cyperaea* من فصيلة *Cypraeidae*:

قوقعة بيضوية أو متطاولة (الشكل 7/42). الدورة الأخيرة تخفي بقية الدورات، حيث تصبح داخلية. محور الالتفاف قصير. السطح الخارجي أملس دون زخارف . الفتحة متطاولة ضيقة بشكل الشق، تمتد على طول القوقعة،

وتنتهي من كل طرف بقناة ممصـ ة قصيرة. الحافة الخارجـ ة والحافة الداخلـ ة مسننة (الايوسين – العصر الحالي).

الجنس موريكس *Murex* **من فصيلة** *Muricidae*:

قوقعـة ثخينـة الجـدران متطاولـة (الشكل 8/42). محـور الالتفاف طويـل، الدورات محدبة تتميز في كل دورة ثلاثة حروف أو أكثر، موازية للخط الدرزي، تحمل علـى مسارها عقيدات، قد تتحول إلـى أشواك. تضـاعف هذه الزخـارف أحـ اناً خطوط نمو بارزة عمودية عليها . الفتحـة بـ ضوية لها غطاء تنتهي في الأمام بقناة ممصـ ة طويلة مستقـ مة أو منحنـ ة على شكل أنبوب ضيق غالباً ما يكون مغلقاً تقريباً. لايوجد قنـاة ممصـ ة خلفـ ة. الحافة الخارجـ ة ثخينـة نسبـ اً، بينما الحافة الداخلـ ة رقـ قة وملساء . (حقب الكينوزوي– العصر الحالي).

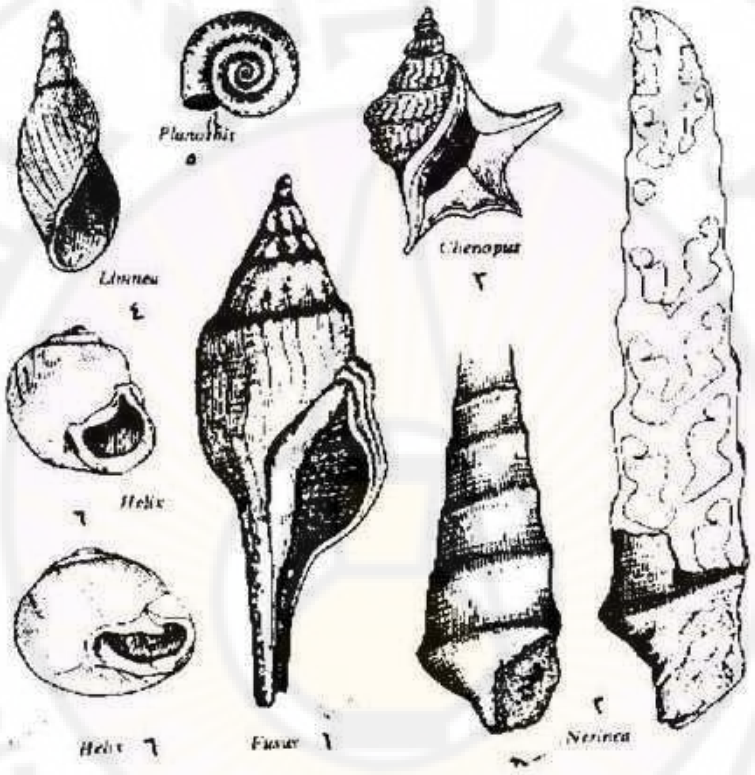
الجنس كونوس *Conus* **من فصيلة** *Conidae*:

قوقعة مخروطـ ة ملساء بصورة عامة تظهر على شكل مخروطين متقابلين بالقاعـدة (الشـكل 9/42). الـدورة الأخيـرة كبيـرة، وتحتـل القسـم الأكبـر مـن القوقعة. الحلزون قصير مؤلف من عدة دورات. الفتحة متطاولة على شكل شق مستقـ م وضـيق، حافتاهـا متوازيتـان، تنتهـي فـي الأمـام بقنـاة ممصـ ة مقطعـة. الغطاء قرني أصغر من الفتحة (الكريتاسي الأعلى– العصر الحالي).

الجنس فوزوس *Fusus* **من فصيلة** *Fusidae*:

قوقعـة مغزلـ ة الشكل متطاولـة (الشـكل 1/43) . زاويـة الحلـزون حـادة. الدورات متعددة. لـ س لها سرة. الزخـارف الخارجـ ة علـى شكل حـروف موازيـة للخط الدرزي، تضاعفها خطوط نمو عمودية عليها. الفتحـة بـ ضوية لها غطاء

تنتهي في الأمام بقناة ممصـة طويلة ضـقة ومستقـمة. (الكريتاسي – العصر الحالي).



الشكل (43) يمثل بعض أجناس معديات الأرجل .

الجنس نيرينا *Nerinea* من فصيلة *Nerineidae*:

قوقعة متطاولة غالباً ما تكون شبه أسطوانية (الشكل 2/43) . الدورات متعددة ومتساوية بالقطر تقريباً. الفتحة بيضوية أو على شكل شبه مربع، وقد تكون متطاولة . تنتهي في الأمام بقناة ممصـة قصيرة. يتميز هذا الجنس بوجود ثنايات محورية جدارية، ترى بوضوح في المقاطع الطولية للقوقعة . تعتبر هذه الثنايات من الصفات التطورية، وتستعمل لتعيين أنواع هذا الجنس. عاش

هذا الجنس بالقرب من الشواطئ الرصيفة، ويميز الفترة الواقعة بين الدور الجوراسي حتى الدور الكريتاسي، فهو إذن من المستحاثات المنقرضة.

الجنس كنوبوس *Chenopus* **من فصيلة** *Aporrhaidae*:

قوقعة مخروطية لها زخارف خارجية، على شكل حروف بارزة موازية للخط الدرزي تبدي على مسارها عقيدات (الشكل 3/42). الفتحة بيضوية متطاولة، تنتهي في الأمام بقناة ممصية طويلة، تتميز بالحافة الجدارية بثلاثة نتوءات ، تلتصق الخلفية منها على الحلزون (الجوراسي- العصر الحالي).

2- رتبة خلفيات الغلاصم:

معديات أرجل بحرية فقط، لها أهمية باليونترولوجية كبيرة، نظراً لأن أغلبية مجموعاتها لها قوقعة. توجد لها غلصمة واحدة تقع خلف القلب.

القلب مؤلف من بطين وأذينة واحدة. تنسب إلى هذه الرتبة مجموعتان لها قوقعة يمكن حفظها على شكل مستحاثات:

مجموعة **بلوروسيلا** *Pleurocoela* التي تعيش أفرادها في البحار الضحلة، ومجموعة بتروبودا *Pteropoda* هي مجموعة سابحة تعيش في عرض البحر. ندرس من مجموعة بلوروسيلا *Pleurocoela* .

الجنس أكتيون *Actaeon* **من فصيلة** *Actaonidae*:

قوقعة بيضوية. الحلزون مخروطي ذو قمة حادة. الفتحة متطاولة مستديرة في المقدمة، تظهر في مقدمة المحور ثنية واضحة مميزة. (الكريتاسي – العصر الحالي).

أما مجموعة **بتروبودا** *Pteropoda* فهي معديات أرجل سابحة، تحولت القدم فيها إلى زعنفتين متناظرتين بشكل الأجنحة. الرأس غير متميز والغلاصم مفقودة . القوقعة على شكل أنبوب مخروطي غير ملتف، منبسط في المستوى

الظهري البطني. تعـ ش أفراد هذه المجموعة بأعداد كبيرة بالقرب من سطح البحر، وخاصة في البحار الدافئة، حيث تسقط قواقعها الرقـ قة بعد موتها لتشكل وحلاً غنـ اً ببقاياها . وجدت مستحاثاتها اعتباراً من الكريتاسي الأعلى.

هذا وقد وجد أشكال مشابهة لهذه المجموعة في توضعات الباليوزوي، وقد اعتبرها بعض المؤلفين على أنها تابعة لها نذكر منها **الجنس كونولاريا** *Conularia* **والجنس هيوليتس** *Hyolithes*.

3- رتبة الرئويات:

تحول الجوف البرنسي في هذه المجموعة إلى رئة تكـ فت للتنفس الهوائي تعـ ش أفرادها في المـ اه العذبة وعلى الـ ابسة، وهي حيوانات خنثى. لا يوجد لهذه الحيوانات غطاء لفتحها. ظهرت في الديفوني وانتشرت في توضعات حقب الكينوزوي ولا زالت ممثلة في العصر الحالي ندرس من هذه الرتبة الأجناس التالـ ة:

الجنس لـ منـ ا *Limnaea* **من فصيلة** *Limneidae*:

قوقعة حلزوني متطاولة دورتها الأخيرة كبيرة (الشكل 4/43) زاوية الحلزون حادة، الفتحة الكبيرة بـ ضوية مستديرة في الأمام، لا تحوي على قناة مصـ ة. (الجوراسي- العصر الحالي).

الجنس بلانوريـ س *PLanorbis* **من فصيلة** *Planorbidae*:

قوقعة ملتفة في مستو تقريباً (الشكل 5/43) . الفتحة مستديرة. (الجوراسي- العصر الحالي).

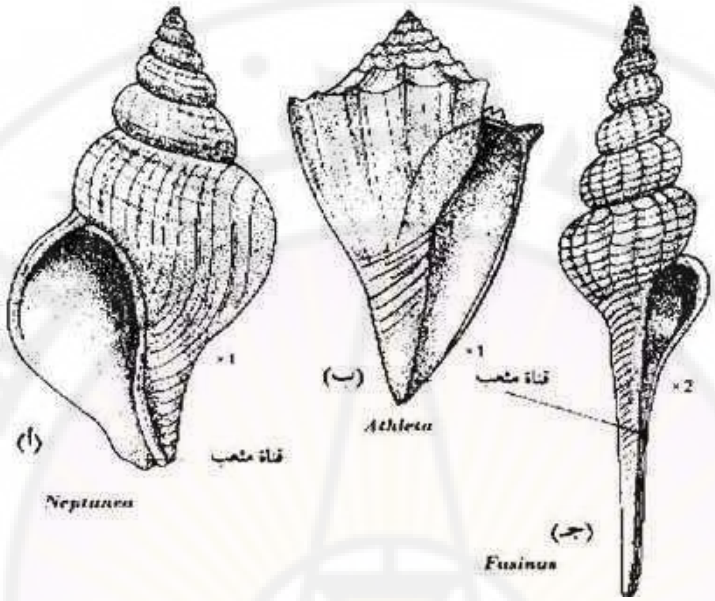
الجنس هيلكس *Helix* من فصيلة *Helicidae*:

قوقعة ذات أشكال متغيرة مخروطية أو كروية على الأغلب (الشكل 6/43). الدورة الأخيرة كبيرة. السطح الخارجي أملس، تظهر عليه خطوط النمو بوضوح. السرة موجودة أو مفقودة . الفتحة بيضوية أو هلالية الشكل، تعيش على اليابسة، ويدل وجودها على السحنة القارية. (الايوسين – العصر الحالي).

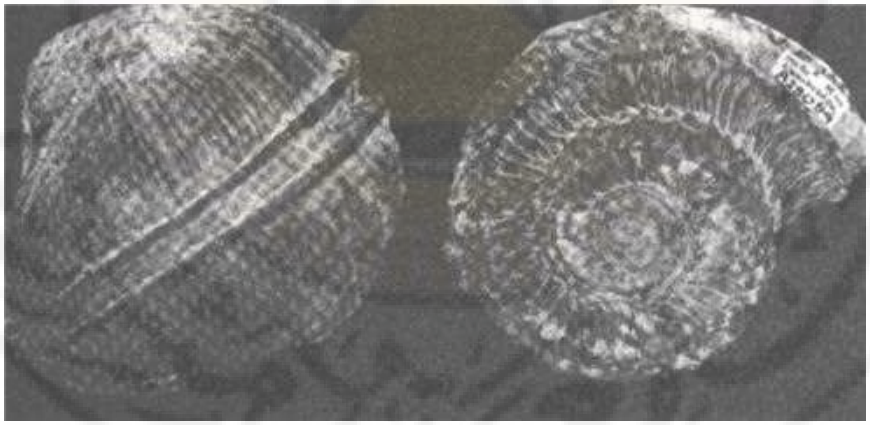
التاريخ الجيولوجي لمعديات الأرجل:

الخلاصة:

لقد وجدت أقدم معديات الأرجل في صخور من دور الكمبري. وقد برزت الكثير من عائلاتها في أثناء الباليوزوي والميزوزوي (حقبي الحياة القديمة والمتوسطة) ثم انقرض بعضها. ومع حلول الدور الثالث أصبحت معديات الأرجل واسعة الانتشار ومتنوعة الأنماط. وتعتبر اليوم من أكثر الرخويات عدداً.



الشكل (44) معديات أرجل بقناة مثعب .



الشكل (45) معديات أرجل ترجع إلى دهر الحياة القديمة ,
يسار ، بليروفون Bellerophon ، الكربوني الأسفل ، تبين شريط الشق (2 X) . يمين ، بوليوميتا Poleumita ، نمط له علاقة بالايومفالاس Euomphalus ولكنه يختلف عنه في وجود الزخرفة الواضحة .

وتشكل أنماط صدفات معديات الأرجل، خلال دهر الحياة القديمة، القبعية الشكل والحلزونية الالتفاف ، ثم فما بعد انتشرت الأصداف المسطحة الالتفاف.معظمها ذو فتحات متكاملة الحافة، غير أن الكثير منها كان لها شق زفير مثال البليروفون **Bellerophon** (الشكل 45) والأيومفالاس Eumophalus (الشكل 39 جـ) وتوجد معديات الأرجل في الرسوبيات المختلفة غير أنها أكثر انتشاراً في الصخور الجيرية.

وتكون فتحة الصدفة بمعظم معديات الأرجل بدهر الحياة المتوسطة متكاملة الحافة، غير أن أنماطاً لها فتحة مثعب قد برزت مع بداية دهر الحياة المتوسطة، ثم أصبحت أكثر أهمية خلال الحين الكريتاسي. هذا وقد استطاعت الكثير من عائلات معديات الأرجل بدهر الحياة المتوسطة البقاء مثال البلوروتوماريدات Pleurotomariids (الشكل 39 ب)، والتي ما زالت تعش في الماء الدافئة إلى العصر الحاضر. وقد برزت معديات الأرجل التي تعش في الماء العذبة خلال دهر الحياة المتوسطة مثال البلانوربس **Planorbid** والفيبارس **Viviparus** (الشكل 36)، وهما قريبتا الشبه بأنماط في العصر الحاضر ويمكن الخلاص بكل ثقة إلى أنها قد عاشت في الماء العذبة.

وقد كان لأصداف معديات الأرجل الواسعة الانتشار في أثناء الحين الثالث مثعب، غير أن ذوات الفتحات الكاملة بقيت شائعة الوجود كذلك. هذا وقد بقي عدد من أجناس معديات الأرجل التي ترجع إلى أوائل الحين الثالث حية إلى العصر الحاضر في مناطق الماء الدافئة. وهي دليل آخر على تغير المناخ منذ الحين الثالث. ومن أمثلة ذلك الفيوزيناس **Fusinus** والأثليتا Athleta (الشكل 44) في صخور العصر الأيوسيني البحرية (مثال طبقة البارتون

Barton Beds في بريطانيا) وهي تعيش في العصر الحاضر في البحار شبه القارية.

ومن الأمثلة الأخرى على استعمال المستحاثات كدليل على تغير المناخ وجود مستحاثات معديات الأرجل الدالة على المياه الدافئة في الطبقات السفلية من رسوبيات الكريج البريطانية Crag deposits، المترسبة في أثناء عصري البليوسين والبلستوسين ثم وجود أنواع دالة على المياه الباردة في الطبقات التي تعلوها مثال البوسندم أنداتم **Buccinum undatum** (الشكل 37 أ) والذي ما زال بالشواطئ البريطانية إلى اليوم. وهناك جنس آخر يدعى النبتونيا **Neptunea** (الشكل 44 أ) له علاقة بالنوع المذكور أعلاه يقتصر وجوده على المناطق الباردة الشمالية (انظر كذلك الشكل 31 أ).

جناحيات الأقدام

جناحيات الأقدام أو فراشات البحر **Pterpods** من معديات الأرجل صغيرة الحجم تنتشر بكثرة عند سطح الاء بالمحيطات حيث تتغذى على الهوائم من الكائنات الحية . وهي تقوم بإفراز أصداف مخروطية أو حلزونية هشة. وقد تتراكم على القاع بالمياه المتوسطة العمق مكونة ردغة جناحيات الأقدام Pteropod ooze . أما في المياه العميقة فإن الأصداف تذوب تحت الضغط المرتفع قبل وصولها إلى القاع. وقد بدأت جناحيات الأقدام خلال الحين الثالث.

مصطلحات

الفتحة aperture: فتحة أو ثقب الصدفة الذي يخرج منه الرأس والقدم (الشكل 37 أ).

القمة apex: أول جزء يتكون من الصدفة عند قمة الحلزون (الشكل 37 أ).

الحسأة callus: الطبقة العلا للصدفة حول الحافة الداخلة والأجواء المحادية للثنة الأخيرة.

العمود Columella: محور الحلزون الصلب الذي يتكون من الطبقة الداخلة للصدفة الملتفة.

شق الزفير exhalant sit: شق ضيق يقطع الحافة الخارجة والذي من خلاله يتم التخلص من الفضلات (الشكل 39).

الشكل الحلزوني helicone: الالتفاف على شكل لولب وهو ما يميز أصداف معديات الأرجل.

الصمة operculum: غطاء قرني أو كلسي يسد الفتحة عند ارتداد الرأس والقدم داخل الصدفة.

الحافة الخارجة Puter lip: حافة الفتحة من الخارج، كما تعرف حافتها من الداخل بالحافة الداخلة Inner lip (الشكل 37 أ).

قناة المثعب siphonal canal: امتداد أمامي لفتحة على شكل ميزاب والذي يوجد بداخله مثعب الشهيق inhalant siphon.

شريط الشق slite band: أثر شق الزفير بعد ملئه في أثناء نمو الصدفة (الشكل 39).

الحلزون spire: كل ثنات الصدفة ماعدا الثنة الأخيرة.

الدرز sutune: الخط الحلزوني الذي يبين موقع التصاق الثنـات (الشكل 37 أ).

السرّة umbilicus: فجوة توجد عند المحور بالأصداف غير محكمة الالتفاف (الشكل 36 أ).

ثنـة Worl: دائرة متكاملة لصدفة ملتفة وتسمى آخرها بالثنـة الأخيرة أو النهائـة last worl (الشكل 37 أ).

الفصل الثالث

صف رأسيات الأرجل

Cephalopoda

حيوانات بحرية ذات تناظر جانبي، لها رأس متميز عن بقية الجسم، تلاحظ فيه عينان جانبيتان كبيرتان وفم مجهز بفك قرني. يحاط بالفم مجموعة من المجسات، تحوي غالباً أقراصاً ماصة (محاجم). يفرز بعضها عند مهاجمته أو إثارته سائلاً أسود. يصل طولها في بعض الأحيان مع مجساتها 16 متراً، فهي أكبر الحيوانات اللافقرية المعروفة.

تنتشر رأسيات الأرجل في البحار الحالية، إلاّ أنها كانت أكثر انتشاراً خلال الأحقاب الجيولوجية المختلفة. ظهرت في الحقب الباليوزوي وبلغت أوج انتشارها في الحقب الميزوزوي ، حيث استخدمت أنواعها المميزة، أو المرشدة في تعيين طوابق هذين الحقبين.

يكون لبعض الأشكال الحالية قوقعة داخلية، يغلفها البرنس كما في الحبار، أو قوقعة خارجية، كما في الجنس نوتيلوس *Nautilus* ، وقد لا يكون لبعضها الآخر قوقعة ، كما في الجنس أوكتوبوس *Octopus* أو الأخطبوط.

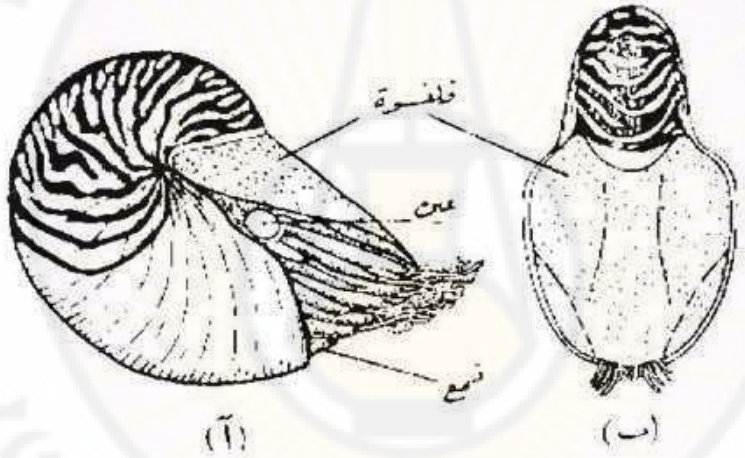
أما الأشكال المستحاثة فلم تترك على شكل مستحاثات إلا قواقعها الكلسية المختلفة الأشكال، وبعض فكوكها ، وبعض القطع الكلسية الصغيرة المسماة أبتكوس *Aptychus* التي كانت تستعمل كغطاء لفتحة القوقعة.

وقد تكون القواقع الكلسية المستحاثة داخلية، كما في مجموعة البلمنوئيدات *Belemnoidae* أو خارجية ، كما في مجموعة الأمونوئيدات *Ammonoidea* ومجموعة النوتيلوئيدات *Nautiloidea*.

نذكر من رأسـ ات الأرجل الحالـ ة الحبار والأخطبوط والجنس نوتيلوس الذي سندرسه كنموذج لهذه الحيوانات الحالـ ة، والمستحاثة.

الجنس نوتيلوس *Nautilus* :

يعتبر هذا الجنس (الشكل 46) الممثل الوحيد الحي لرأسـ ات الأرجل، ذات القوقعـة الخارجـ ـة الملتفـة؛ التـي انتشـرت خـلال الحقبـين: البـاليوزوي والميزوزوي. يعـ ش حالـ اً في المحـ ط الهندي وله أربعة أنواع.

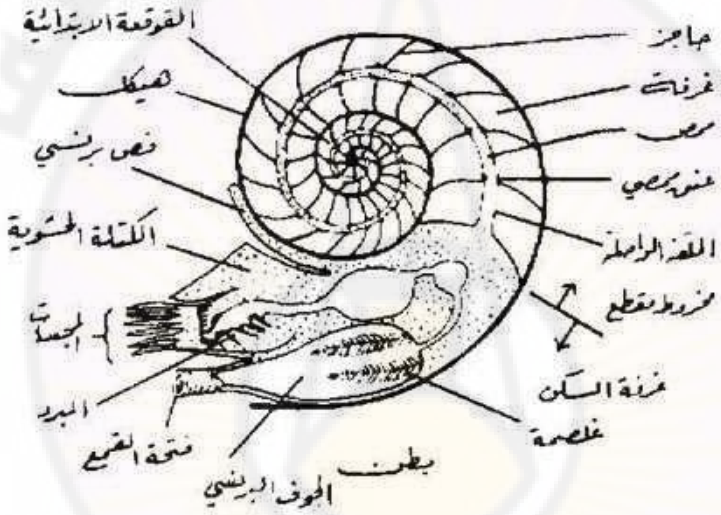


الشكل (46) يمثل الجنس نوتيلوس.

آ – منظر جانبي . ب – منظر جبهي أمام الفتحة المغلقة بالقلنسوة بعد انسحاب أجزاء الحيوان الرخوة داخل غرفة السكن .

الأجزاء الرخوة:

تتألف الأجزاء الرخوة من الكتلة الحشوية، والجوف البرنسي بالإضافة إلى رأس متميز (الشكل 47). يحمل الرأس حوالي 90 مجساً مجرداً عن الأقراص الماصة، بالإضافة إلى عينين كبيرتين. ينفتح الفم المجهز بفكين قرنيين في مركز المجسات تحتل الكتلة الحشوية والجوف البرنسي فراغاً في القوقعة، يسمى بغرفة السكن.



الشكل (47) يمثل مقطعا" في الجنس نوتيلوس مارا" في مستوي الالتفاف .

بينما يخرج الرأس والقلنسوة من الفتحة. يمكن للرأس أن ينخمص إلى داخل القوقعة في حالة الخطر، وتقوم القلنسوة بإغلاق الفتحة. يدخل الماء إلى الجوف البرنسي، ويجبر على الخروج من فتحة ضفة تدعى القمع . ويساعد، اندفاع الماء بقوة، الحيوان على الحركة باتجاه معاكس. يوجد في الجوف البرنسي زوجان من الغلاصم، كما يوجد في الكتلة الحشوية الجهاز الهضمي والكليتان والجهاز التناسلي وجهاز الدوران. ويمتد في القوقعة نحو الوراء أنبوب

من الكتلة الحشوية يسمى بالممص. الجنسان في النوتيلوس منفصلان، يختلفان عن بعضهما البعض في الشكل.

تتثبت الأجزاء الرخوة على السطح الداخلي للقوقعة بعضلات تترك علـه أثرين بضوين في كل جانب، بالقرب من الحاجز الأخير يشاهد على سطحهما خطوط متراكزة ضعفة الوضوح. يقع القمع في الهامش المحطي من فتحة القوقعة الذي يعتبر الجانب البطني.

الأجزاء الصلبة :

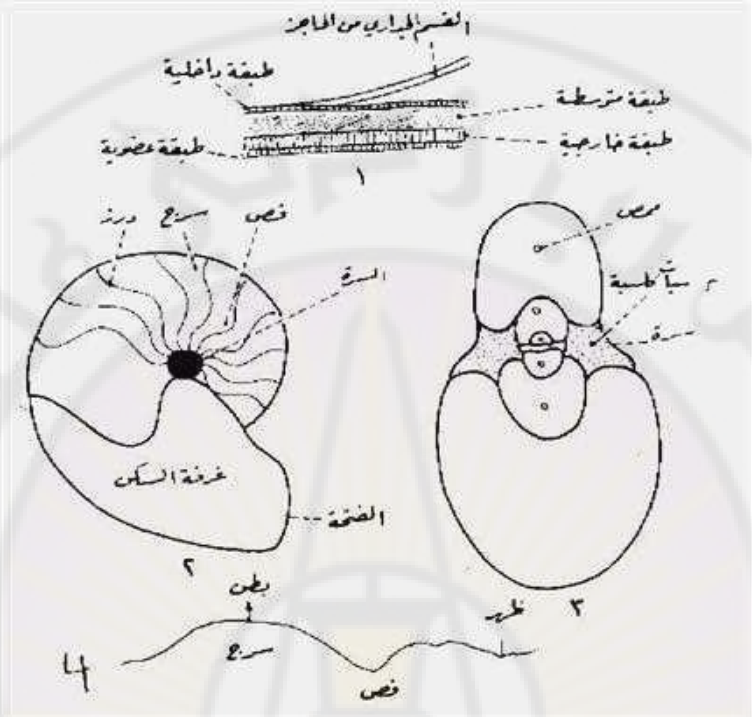
جدار القوقعة: يتركب جدار القوقعة من كربونات الكلسيوم على شكل أراغونيت مع خلط من مادة عضوية (كونكيولين). وهو يتألف من ثلاث طبقات (الشكل 1/48):

1- الطبقة الخارجة أو البورسلانة مؤلفة من مواشير من الأراغونيت.

2- الطبقة المتوسطة أو الصدفة، مؤلفة من تعاقب صفحات من الأراغونيت ومادة عضوية.

3- الطبقة الداخلة وهي طبقة رقيقة مؤلفة من مواشير من الأراغونيت.

القوقعة: هي عبارة عن مخروط ملتف في مستو، تغطي الدورة الأخيرة الدورات الداخلة، وتخفيها (الشكل 2/48). يؤدي الالتفاف إلى تراكب الدورات الأولى حيث تظهر مقاطعها العرضية بشكل نعل الفرس، (الشكل 3/48) تترك الالتفافات فما بينها حول محور الالتفاف فراغاً يدعى السرّة ، يبقى مفتوحاً أو يغلق بترسبات كلسية تدعى بالسدادة الكلسية.



الشكل (48)

1- مقطع في جدار قوقعة النوتيلوس . 2- منظر جانبي ترى فـ ه الخطوط الدرزية والسرة وغرفة السكن . 3- مقطع محوري في قوقعة النوتيلوس ترى فـ ه مقاطع الممص . 4- الخط الدرزي .

تنقسم القوقعة من الداخل بحواجز إلى عدد من المساكن، (الشكل 48) تمتلئ بغاز يشبه تركيبه الهواء الجوي، ولكنه أغنى بالنتروجين، ويسمى الفراغ الحاصل بين آخر حاجز والفتحة بغرفة السكن وهي تحتل حوالي ثلث أو نصف الدورة الأخيرة، وتسكنه الأجزاء الرخوة.

يشكل اشتراك الحواجز مع السطح الداخلي للقوقعة الخطوط الدرزية (الشكل 48). وهي ترى بوضوح إذا تخرب أو أزيل جدار القوقعة الخارجي. وتدعى انحناءات الدرز نحو الفتحة بالسروج، بينما تدعى الانحناءات المعاكسة

بالفصوص، وتفيد دراستها في تصنيف رأسيات الأرجل. يخترق الممص الحواجز في مراكزها تقريباً (الشكل 3/48)، وهي تنعطف قليلاً إلى الوراء في نقاط تماسها معه مشكلة عنقاً قصيراً.

وظيفة القوقعة: تحمي القوقعة الأجزاء الرخوة، كما أنها تقوم بوظيفة تخفيف الوزن النوعي لمجمل الحيوان نتيجة لامتلاء مساكنها بالغاز، بحيث تجعله قريباً من الوزن النوعي للماء.

طبيعة حياة النوتيلوس:

يعيش النوتيلوس حول الأرصفة المرجانية، ويصل العمق الذي يمكن العيش فيه إلى حوالي 600 م . إن الحيوانات الحية التي تم اصطيادها لم تستطع الحياة لمدة طويلة ، ولذلك لا نعلم الشيء الكثير عن طبيعة حياة النوتيلوس ولا عن تطوره . وكل ما يمكن قوله أن النوتيلوس يستعمل مجساته للتثبيت المؤقت على قاع البحر، وهو يعتبر من الحيوانات السابحة التي تستعمل قوة اندفاع الماء من القمع في السباحة.

توزعه: وجدت قواقع النوتيلوس في أمكنة بعيدة جسداً عن الأماكن التي تعيش فيها، لأنه عندما تموت الحيوانات تختفي أجزاؤها الرخوة، وتطفو قواقعها نتيجة لوجود الغاز في مساكنها، حيث تحملها معها التيارات المائية والأمواج إلى الشواطئ.

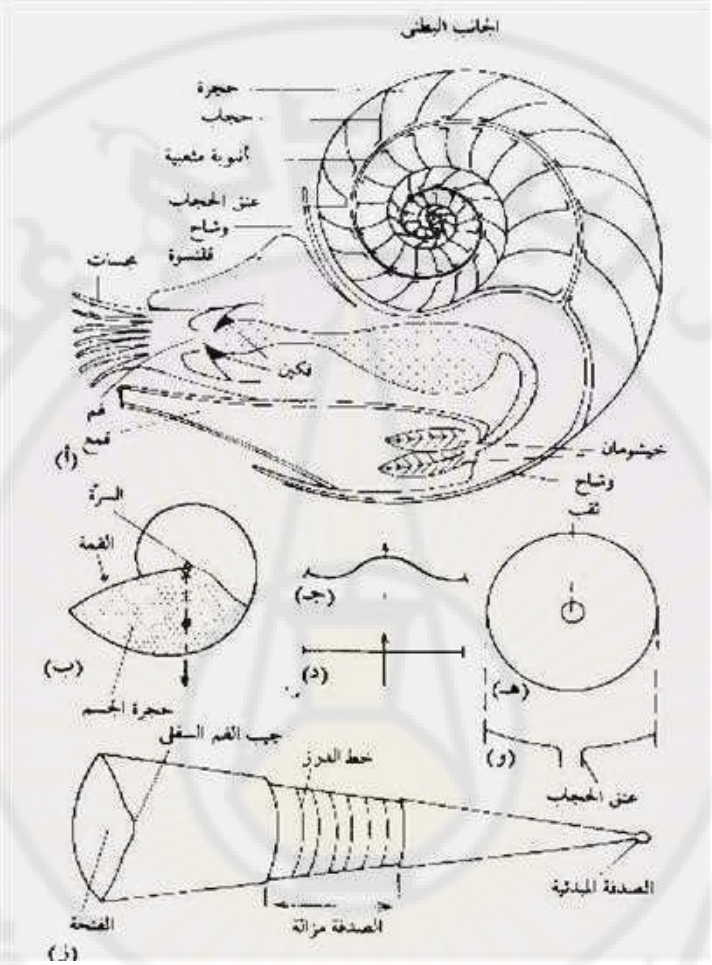
شكل الصدفة وطريقة معيشة النوتولوئيدات:

النوتولوئيدات كثيرة العدد ومتنوعة كمستحاثات خاصة في صخور دهر الحياة القديمة. وقد بنى العلماء استنتاجاتهم حول ظروف معيشتها في كثير من الأحيان من خلال دراستهم للنوتيلوس **Nautilus** (الشكل 49 أ، جـ 50).

ويتميز هذا الجنس بصدفة ملساء كبيرة، كثيراً ما يصل قطرها إلى حوالي 15 سنتمتر أو ربما أكثر.

وتتكون الصدفة هنا من عدد قليل من الثنايا وهي عموماً مسطحة الالتفاف. وتحوي الثنية الأخيرة باقي الثنايا مما يترتب عليه ضيق السرة أو ربما غيابها. والفتحة بيضاوية الشكل ذات ضيق متعدد وعميق، ظهري الموقع. كما تتميز الصدفة بجيب فم سفلي عند الجهة البطنية. الأحجبة مقعرة عند الجهة الأمامية وخطوط الدرز منحنية قليلاً، أما ثقب الحجاب فهو مركزي الموقع، وتشير أعناق الأحجبة القصيرة الطول إلى الخلف.

ويمتد المدى الجيولوجي لجنس النوتيلوس **Nautilus** من عصر الأولغوسين إلى العصر الحاضر، غير أن بعض الأجناس شديدة الشبه لهذه المجموعة يبدأ مداها من الحين الترياسي. وقد انتشر هذا الحيوان على رقعة واسعة جغرافياً في أثناء الحين الثالث، غير أن وجوده في الوقت الحاضر يقتصر على جنوب غربي المحيط الهادي حيث يعيش في المياه الدافئة والضحلة نسبياً. وقد وصلت بعض أفراده إلى أعماق تقدر بحوالي 500 متراً. وهو مثال للمعيشة في مجموعات. يسبح بالقرب من قاع البحر ويتردد على الشاطئ لياً للغذاء على الحيوانات الصغيرة الحجم (مثال) القشريات Crustaceans حية أو ميتة. ويتناول الحيوان غذاءه بواسطة مجساته، ثم يقوم بقضمه مستعملاً فكيه القرنيتين . وعلى الصدفة علامات صفراء بنية اللون وتكاد لا تميز داخل الماء. ويطفو الحيوان داخل الماء باتزان حيث تتجه الفتحة إلى أعلى كما هو مبين بالشكل 49 ب.



الشكل (49) شكل النوتولوئيدات .

(أ ، جـ) نوتيلوس Nautilus ، (أ) – قطاع بالصدفة يوضح الأجزاء الرخوة وتراكيب الصدفة الداخلية، (ب) – وضع الصدفة وهي طافية بالماء ، X هي مركز الطفوية تقريبا" ،

- **هو مركز الجاذبية ، حـ خط الدرز (يشير السهم إلى اتجاه الفتحة) ، د – ى ، أوثوسيراس Orthoceras ، (د) – خط الدرز ، هـ – منظر أمامي للحجاب ، و– قطاع مستعرض في حجاب ، ز – منظر لصدفة يبين معالمها الرئيسية .**

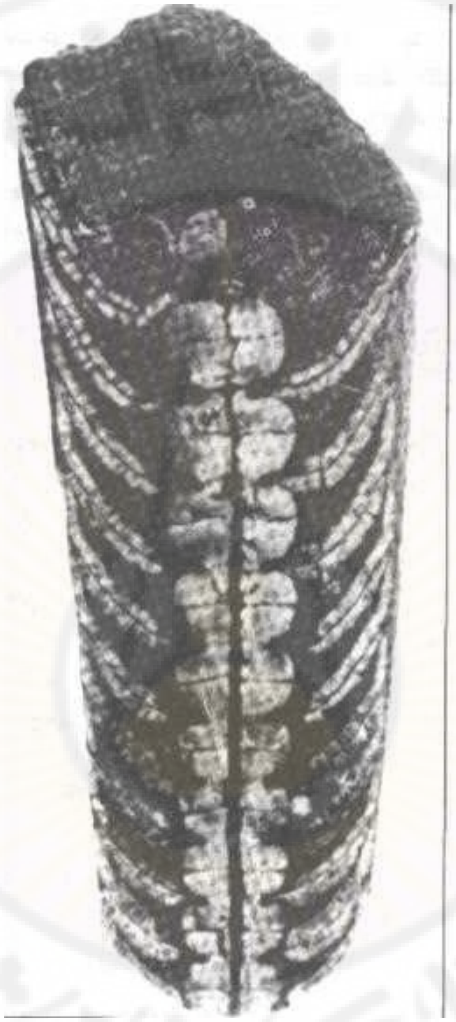


الشكل (50) (Nautilus imperialis) ، العصر الأيوسيني (X 1) .

الأورتوسيراس Orthoceras: (شكل afl ء ، ز) الصدفة مستقيمة أو منحنية. قليلاً، يزيد مقدار قطرها بالتدريج بحيث يكون الجزء الأخير منها يقارب أن يكون على شكل اسطواني؛ القطاع دائري تقريباً؛ الأحجبة مقعرة إلى الأمام؛ وثقب الحجاب عادة ما يكون مركزي الموقع، خط الدرز مستقيم؛ سطح الصدفة أملس.

العمر: الحين الأردوفشي وبعض الأنماط المشابهة وصل مداها إلى الحين الترياسي.

ويتراوح طول الأرتوسيراس **orthoceras** والمخروطات المستقيمة المشابهة من حوالي 3 إلى 460 سنتيمتراً بأقصى قطر يصل إلى 30 سنتيمتراً. وحيث إن الأصداف الكبيرة الحجم أكثر عرضة للتلف بالمياه الضحلة العكرة فإن مستحاثاتها غالباً ما تكون غير متكاملة. ويبدو أن هذا النوع وماشابهه كان يسبح بواسطة دفع الماء إلى الخارج وذلك لوجود جيب فم سفلي بمستحاثاتها. وربما كانت حركتها أفقية وذلك لوجود علامات على الجانب الظهري للبعض منها. ولخاصة طفويتها لابد وأن الصدفة كانت تتجه إلى وضع عمودي داخل الماء بحيث تشير الفتحة إلى أسفل . وفي كثير من المخروطات المستقيمة عملت التراكمات الصدفية بالحجرات وحول الأنبوبة المثعبية إلى تقليل طفويتها بحيث يستطيع الحيوان السباحة في وضع أفقي (الشكل 51). وقد لوحظ في بعض رأسيات الأرجل الحديثة ظواهر مشابهة تعمل على تعديل مقدار الطفو مثل دخول الماء إلى عظام الصبيدج Cutllefish ووجود سائل داخل بعض حجرات النوتيولاس **Nautilus**.



الشكل (51) قطاع من صدفة نوتولوئيد مستقـ مة ، بترسبات كلسـ ة فوق الحجاب وكذلك في قناة المثعب وقد امتدت بين الأحجبة فـ ما يشبه عقد الخرز ، ريونوسيراس Rayonnoceras ، الكربوني الأسفل (X 5.9) . وقد قدر طول بعض العينات المشابهة لهذا النمط بحوالي 6 أمتار .

التاريخ الجيولوجي للنوتولوئيدات

خلاصة: تعتبر النوتولوئيدات Nautiloids من أقدم حيوانات رأسـ ات الأرجل وجدت لأول مرة في أثناء الحين الكمبري المتأخر، ومن ثم اتسع انتشارها وتنوعت خلال دهر الحـ اة القديمة، ولكنها قاربت على الانقراض مع نهاية الحين الترياسي. وقد ازداد مرة أخرى خلال باقي دهر الحـ اة المتوسطة غير أنها بدأت بالتناقص التدريجي خلال الحين الثالث، ولايوجد منها في العصر الحاضر سوى جنس واحد هو النوتيلوس **Nautilus**.

ولمعظم نوتولوئيدات دهر الحـ اة القديمة أصداف مستقـ مة أو منحنـ ة ، غير أن الأنماط الملتفة لم تكن أيضاً نادرة. وقد تميزت بوجود تراكمات صدفـ ة حول الأنبوبة المثعبـ ة وعلى عنق الحجاب. وقد انتهت الأصداف المستقـ مة بنهاية الحين الترياسي لتبقى فقط الأنماط الملتفة والتي يتراوح وضعها بين الالتفاف الغير محكم والالتفاف إلى الداخل مع تعدد أشكال الفتحات. وتتميز الأنماط ذات الالتفاف الأكثر إحكاماً (إلى الداخل) بخطوط درز متعرجة. ويمتد عمر النوتيلوس **Nautilus** إلى العصر الألوجوسيني غير أن أجناساً أخرى مشابهة توجد في صخور دهر الحـ اة المتوسطة.

الأمونوئيدات:

تتميزالأمونوئيدات **Ammonoidea** بخط درز شديد الانحناء ، وغالباً ما يكون معقد الشكل، وعنق الحجاب يشير إلى الأمام في جزء الصدفة الأخير. وتتميز أيضاً بوجود الأنبوبة المثعبـ ة قريبة من الحافة الأمامـ ة وكذلك **الصدفة المبدئـ ة Protoconch**.

وتتكون الصدفة من ثلاثة أجزاء: الصدفة المبدئـ ة **ومخـروط الحـواجز Phragmocone وحجـرة الجسـم Body chamber** . ويوجد بـبعض

الأنماط غطاء للفتحة مكوناً من **لوح أو لوحين aptychi** . وشكل الصدفة عبارة عن سجلٍ لمراحل نموها.

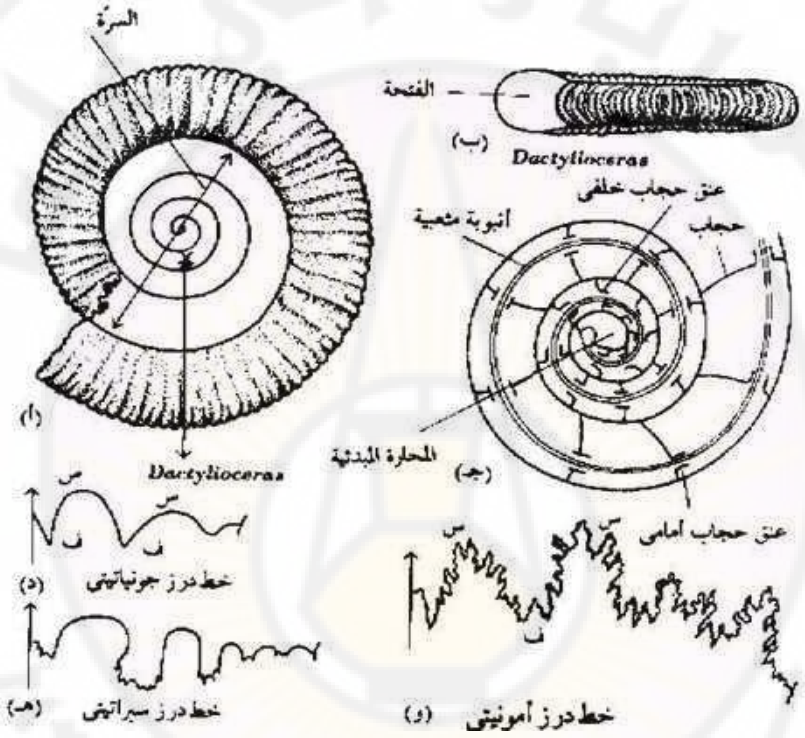
وتشمل الأمونوئيدات **الجونياتيتات Goniatites** (دهر الحياة القديمة و**السيراتيتات ceratites** (الحين البرمي إلى الحين الترياسي) **والأمونيتات ammonites** (دهر الحياة المتوسطة) والأمونوئيدات مجموعة منقرضة، وقد تم استنتاج تركيب أجسامها بواسطة مقارنتها بالنوتيلوس **Nautilus** الذي هو كل ما تبقى من رأسيات الأرجل ذات الصدفة الخارجية . ولكن الاختلاف الواضح في شكل صدفة المونوئيدات عن صدفة النوتولوئيدات Nautiloids قد يعني أن أجزاءها الرخوة قد لا تكون متشابهة أيضاً.

الشكل الخارجي:

تتكون الصدفة من معدن الأراجونيت، وهي رقيقة ذات تركيب يشبه النوتيلوس **Nautilus** ، أما غطاء الفتحة فسيتكون من معدن الكلسيت.

وعادة ما تكون صدفة الأمونوئيدات ملتفة في سطح واحد (الشكل 52 أ). وقد تكون أحياناً مستقيمة أو منحنية أو أن أولها ملتف ونهايتها مستقيمة أو معقوفة. أما الأصداف الحلزونية منها فهي نادرة الوجود. وقد يكون التفاف الصدفة غير محكم أو إلى الداخل، كما أن شكلها يعتمد على شكل القطاع العرضي لها والذي قد يكون دائرياً أو بيضاوياً أو مربعاً أو منضغطاً أو مثلثاً أو مقعر السطح (الشكل 53). ويعتمد شكل قطاع الثنايات في الأنماط الملتفة إلى الداخل على تعدد ضيق الفتحة re-entrant عند الجانب الظهري الناتج عن التطابق الجزئي للثنية الخارجية على الثنية الداخلية (الشكل 52 ب). وقد أنتج اختلاف درجة الالتفاف مع تعدد أشكال قطاع الثنايات أنماط متعددة أطلقت عليها تسميات مختلفة وذلك حسب أشكالها مثال **المخروط الحاد** K

oxycone **والمخـــروط البـ ضـــاوي planulate والمخـــروط الثعبـــاني serpenticone والمخروط الكروي sphaerocine** (انظر التعريفات).



الشكل (52) شكل الأمونوئيدات

أ ، ب ، جـ ، دكتيليوسيراس Dactilioceras ، (أ) – منظر للصدفة في الوضع الذي يعتقد أنها كانت عل ه في أثناء حـ اة الحيوان (حجرة الجسم ، زخرفة ، مخروط الحواجز ، الزخرفة لم توضح ، X مركزالطفوية

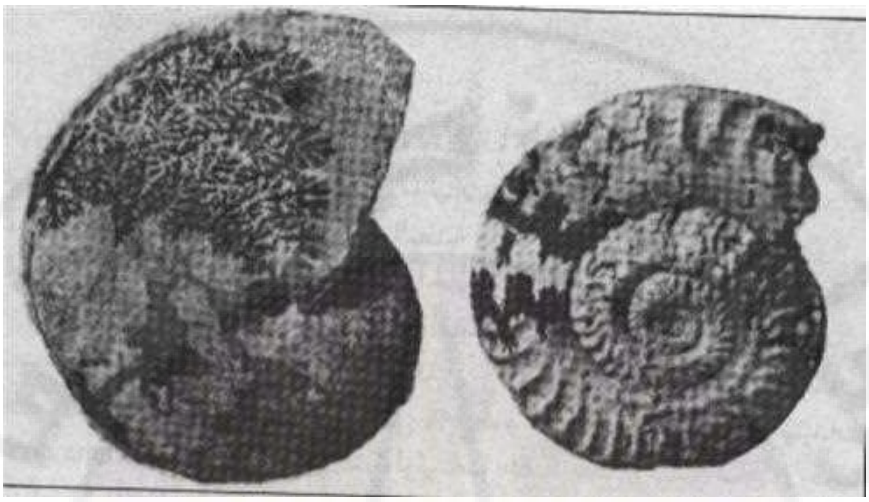
- **مركز الجاذبـ ة) ، (ب) – منظر أمـامي يبين الفتحـة وشكل قطـاع اللفـة ، (جـ) – قطاع خلال اللفات الأولى من الصدفة . (د ، و) – خطوط درز أمونيتـ ة ، ف ، فص ، س ، سرج .**

أما الصدفة الجنينية أو المبدئية فهي لا ترى إلا في قطاع يمر بمركز الصدفة. وهي حجرة بيضاوية أو برميلية الشكل يحجزها عن مخروط الحواجز الحاجز الأول (الشكل 52 جـ).

وينقسم مخروط الحواجز إلى حجرات وذلك بواسطة **أحجبة septa** أكثر تعقيداً من تلك التي توجد بالنوتولوئيدات. وفي كافة الأمونوئيدات تكون حواف هذه الأحجبة ملتوية عند التقائها بجدار الصدفة لتكون خطوط متعرجة. وأبسط أنماط هذه الخطوط تلك التي تشير إلى المقدمة وتسمى **سروجاً Saddles** .



الشكل (53)
أمونيت ملتف إلى الداخل ، كروي المظهر بثنية مقعرة القطاع ، كادوسيراس Cadoceras ، الجوراس الأعلى (X 1.1) . العلوي ، منظر أمامي ، تحته، منظر جانبي .



الشكل (54) التغاير في خطوط الدرز الأمونيتية

يسار ، سترايجوسيراس Strigoceras ، الجوراسي الأوسط ، بخطوط درز معقدة جدا" ، يمين هلدوسيراس Hildoceras ، الجوراسي الأعلى ، بخطوط درز بسيطة نسبيا" . كلاهما (X 5.7).

المسافة بين العديد من خطوط الدرز مظلل توضح أكثر مسار الخطوط .

أما الانحناءات التي تشير إلى المؤخرة فتعرف **بالفصوص lobes** (الشكل 52 د) . وفي الأمونوئيدات البدائية والخطوط الأولى على باقيها تكون خطوط الدرز أقل انحناءاً وتعقيداً. وعلى العكس من ذلك تكون خطوط الدرز بالأمونوئيدات الأحدث عمراً وخطوط الدرز الأحدث عند الصدفة الواحدة (الشكل 54). ولخطوط الدرز أهمية كبيرة في تقسيم الأمونوئيدات، غير أن التعرف عليها وتصنيفها يحتاج إلى متخصص وبالتالي سنكتفي هنا بتصنيفها إلى ثلاثة أنماط : (1) **الخطوط الجوناتية goniatitic** (الشكل 52 د)، وتكون فيها الفصوص والسروج كاملة. ونموذج ذلك أصداف الجوناتيتات goniatites (دهر الحياة المتوسطة). (2) **الخطوط السرياتية ceratites**

(الشكل 52 هـ) ، وتكون فيها خطوط السروج متكاملة، أما خطوط الفصوص فتكون مسننة. ونموذج هذا النمط السيراتيتات (الحين البرمي إلى الحين الترياسي). (3) **الخطوط الأمونيتية ammonitic** (الشكل 52 و) . وتكون فيها كل من خطوط السروج والفصوص معقدة. ونموذج ذلك الأمونيتات (الحين البرمي ودهر الحياة المتوسطة). وعند رسم المستحاثات يتم توضيح فقط جزء من خط الدرز مبتدئين بالبطن venter (يدل على موقعها السهم الذي يشير إلى اتجاه الفتحة) إلى حافة السرّة.

والأنبوبة المثعبة Siphuncle دقيقة ومقفولة عند بدايتها بمركز الحجاب الأول (الشكل 52 جـ، 55). وفي معظم المونيتات ينتقل موضعه إلى الخارج بحيث ينتهي في الثنايات الأخيرة تحت الحافة البطنية مباشرة. وفي عائلة واحدة ترجع إلى حين الديفوني تقع الأنبوبة المثعبة عند الجانب الداخلي الظهري. وتحاط بالأنبوبة المثعبة **أعناق الأحجبة septal necks** القصيرة وذلك في اتجاه المقدمة (**أعناق أحجبة أمامية Prosiphonate**) وذلك في خطوط الدرز الأخيرة بأمونيتات Ammonites دهر الحياة المتوسطة (الشكل 52جـ، 55) غير أنها في الأمونوتيئيدات ammonoids التالية (وكذلك في النوتولوئيدات nautiloids) تشير أعناق الأحجبة إلى المؤخرة (**أعناق أحجبة خلفية retrosiphonate**) (الشكل 49 أ).

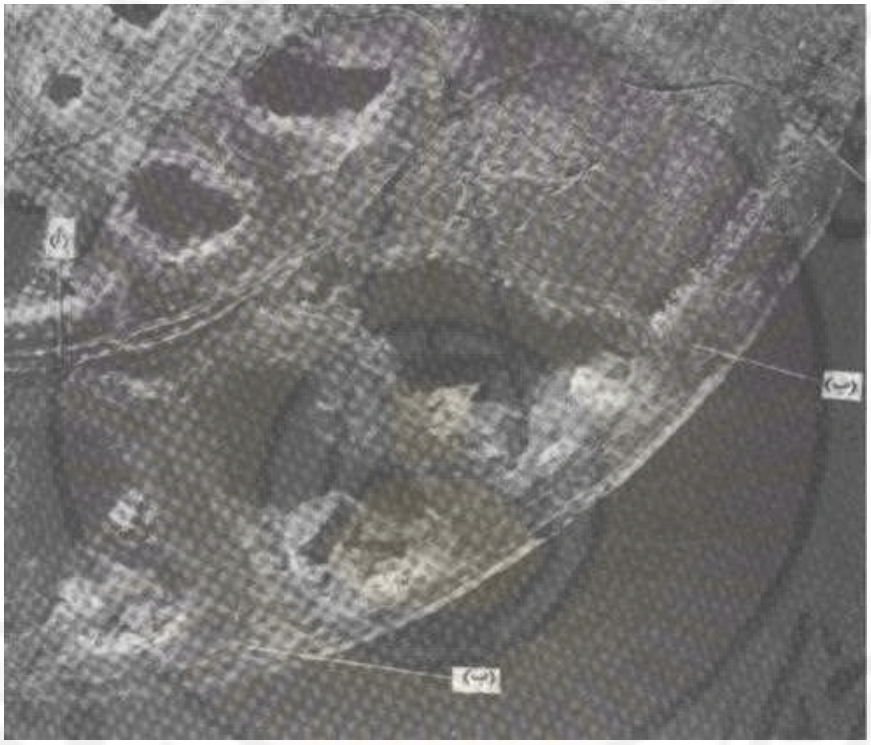
ويتباين طول **حجرة الجسم body chamber** حيث إنها تشغل ما لا يزيد على نصف ثنية في الأنماط البدينة وقد تشغل أكثر من ثنية في الأصداف النحيلة. وعادة لا تحفظ حجرة الجسم كمستحاثة لفقدانها دعامة الأحجبة الموجودة بمخروط الحواجز.

وعموماً يكون شكل الفتحة مشابه لشكل قطاع الثنة، غير أنها في بعض الأنماط قد يتم تضييقها أو تحوير مظهرها بواسطة بعض النتوءات بالصدفة، وتسمى النتوءات الجانبة (واحد على كل جانب) **الزنمات Lappets** (الشكل 57). أما النتوء البطني فسمى **المنقار rostrum**. وتوجد مع المستحاثات الأمونيتة ammonite صفحتين كلسيتين- غطاء الفتحة – أو صفحة قرنة واحدة (الشكل 56). وقد وجدت هذه الصفائح في بعض الأحيان كسدادات لفتحة الصدفة مثلها مثل الصمات في معديات الأرجل. وحيث أن هذا الغطاء لا يتصل بالصدفة مباشرة فهو غالباً ما يوجد بعيداً عن الصدفة الطافة بعد تحلل الأجزاء الرخوة.

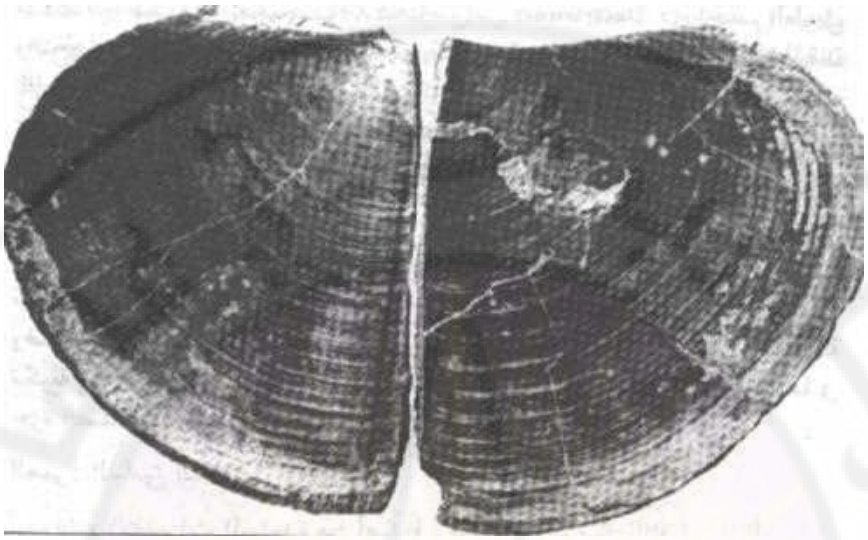
زخرفة الصدفة : قد تكون الصدفة ملساء أو ذات زخرفة كما هو الحال ببعض أنماط دهر الحياة المتوسطة. وقد تكون الزخرفة على شكل **حزّات** striae **أو عروق** ribs **أو درنات** rubercles **أو أشواك** spines . وقد تكون الزخرفة عرضية أو حلزونية أو كلاهما في آن واحد. وقد تكون هذه الزخرفة مقتصرة على الجانبين أو قد تشمل الجهة البطنية كذلك. وفي بعض الأنماط يوجد انخفاض على الجهة البطنية يسمى **الثلم Sulcus** (الشكل 62 ب). أو مرتفع حاد يسمى **الحرف keel** (الشكل 60 ب). وفي بعض الأنماط قد تكون الزخرفة عبارة عن زيادة في سمك الصدفة ولكن في هذه الحالة غالباً ما يكون طياً في الجدار مما يجعله واضحاً في القوالب الداخلية لها.

التوجه:

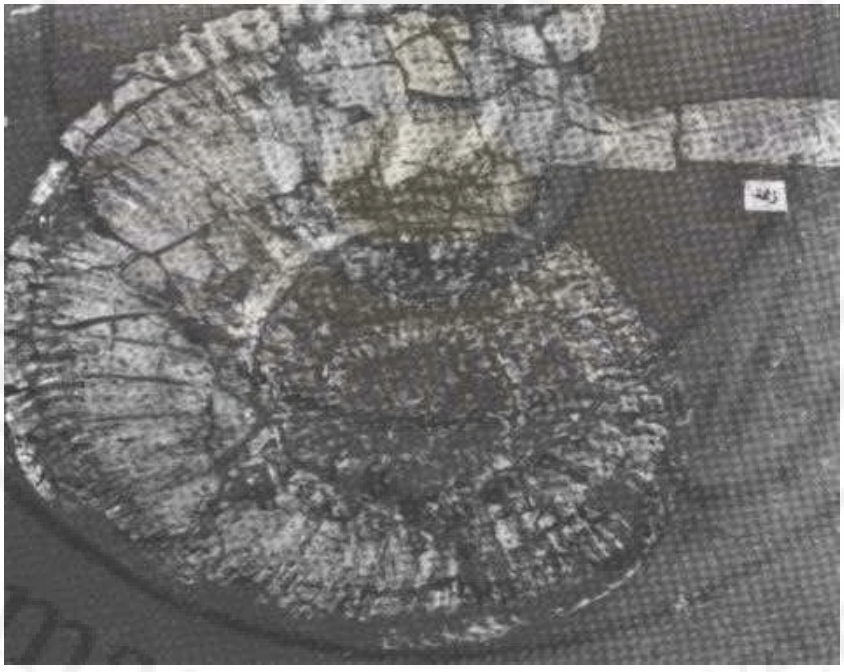
الأمونوئيدات ammonoids عموماً ثنائية التماثل فما عدا القليل منها، ويقع سطح التماثل عمودياً على اتجاه الالتفاف . وعادة ما يتم تصوير أو رسم الصدفة في وضعين أحدهما يبين المنظر الجانبي والآخر يبين واجهة الفتحة. ويمثل المحط الجهة البطنية للصدفة.



الشكل (55) قناة المثعب عند أ ، أعناق الأحجبة في ب بجزء من القطاع المبين في الشكل 47 (X 1) .



الشكل (56) جنس الأبتكاي Aptychi .



الشكل (57) أمونيت جوراسي ، كوسموسيراس Kosmoceras (1.7 X) .

نمط الصدفة وبعض الاحتمالات لظروفها المعـ شـ ة:

الدكتاليوسـيراس Dactylioceras: (الشـكل 52 أ، ب). الصـدفة ذات التفاف غير محكم؛ السرّة عريضة وضحلة؛ قطاع الثنـ ة بـ ضاوي الشكل، وهي عبارة عن نمط نموذجي للمخروط الثعباني. الزخرفة عبارة عن عروق دقـ قة ومتقاربة ذات فرعين في معظمها، وهي تمتد خلال المنطقة البطنـ ة للصدفة؛ خطوط الدرز أمونيتـ ة.

العمر: اللـ اسي المتأخر.

ولقـد جـرى تقصـي الظـروف المعـ شـ ة المحتملـة لـبعض أصـداف الأمونوئيدات وذلك بتقدير كثافة الجسم (بالرجوع إلى النوتيلوس **Nautilus**) والطفويـة. ولقد وجد في نمط مثال النوتيلوس **Nautilus** ، ذي الالتفاف الداخلي والجسم البدين والقصير، يكون مركز الثقل ومركز الطفوية متباعدان كثيراً. في مثل هذه الأصداف ، تكون متوازية وتطفو داخل الماء وفتحتها تشير إلى أعلى (الشكل 49 ب). أما في الأنماط غير محكمة الالتفاف مثال الدكتاليوسيراس **Cactyliocers** ذي الجسم الطويل والنحيل والذي يشغل حوالي ثنـ ة واحدة يكون مركز الثقل ومركز الطفوية متطابقين تقريباً (الشكل 52 أ) . وفي هذه الحالة يمكن أن تأخذ الصدفة أوضاعاً مختلفة وعلـ ه يمكن للحيوان أن يدير صدفته في مسطح عمودي بحيث يسمح بفتحة تشير إلى أعلى، أو الزحف باستعمال المجسات وفتحته تشير إلى أسفل. وقد تشكل الدرنات هنا عائقاً أمام الحركة السريعة.

الأكسينوتـ سـيراس Oxynoticeras: (الشـكل 58 أ، جـ). ذو صـدفة منضغطة ملتفة داخلـ اً وسرّة صغيرة ضحلة ؛ قطاع الثنـ ة مثلث حاد الرأس لدرجة كبيرة، وضيق الفتحة متعدد على الجانب الظهري؛ الصدفة ذات مخروط

حاد؛ الزخرفة مكونة من عروق ذات انحناءات طفيفة عند الثنايات الأولى، وتميل إلى الاستقامة في جزء الصدفة الناضج؛ خط الدرز أمونيتي.

العمر: الليا سي الباكر.

تشير التقديرات المستمدة من أصداف مشابهة بأن مركز الثقل والطفوية في الاكسينوتيراس **Oxynotceras** كانا كما هو مبين بالشكل 58 أ. وهو وضع مشابه للنوتيلوس **nautilus** . وعليه فإن الحيوان غالباً ما يكون قد عاش داخل صدفة متزناً وسط الماء وفتحته إلى أعلى . ويستنتج من حافته الحادة أنه كان ذا قدرة على الحركة السريعة.

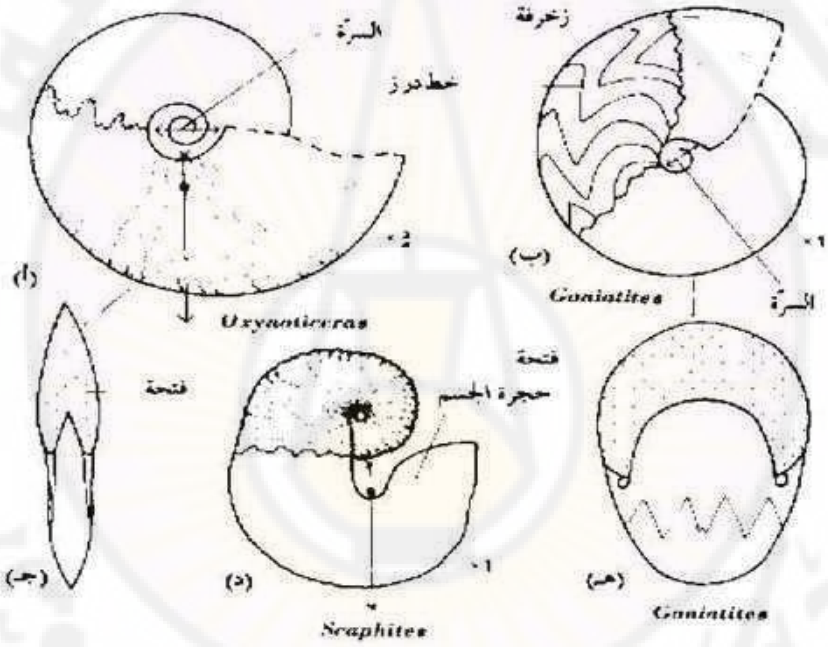
الجونياتايتس Goniatites (الشكل 58 ب، هـ) . الصدفة كروية وشديدة الالتفاف إلى الداخل؛ شكل قطاع الثني مقعر إلى الداخل وكروي عند الجهة البطنية ، متعدد الضيق وعريض عند الجهة الظهرية؛ السرّة صغيرة، سطح الصدفة طفيف التحزز، خط الدرز جونياتيتي.

العمر: الحين الكربوني الأسفل.

والجونياتايتس **Goniatites** مثال للمخروط الكروي حيث يختلف شكلها تماماً على الدكتليوسيراس **Dactylioceras** والأكسينوتيراس **Oxynoticeras**. وقد برزت المخروطات الكروية عدة مرات خلال تاريخ الأمونوئيدات. وبعض أمثلتها خلال دهر الحياة المتوسطة لها عروق شعاعية خشنة . وقد زادت هذه من إعاقة الحيوان على الحركة السريعة داخل الماء.

السكافايتس Scaphites (الشكل 58 د) . الصدفة منتفخة نوعاً ما، ثناياها الأولى ملتفة إلى الداخل؛ وحجرة الجسم (في الأنماط الناضجة) تكون عبارة عن قصبة قصيرة ومستقيمة معقوفة عند طرفها؛ الفتحة ضيقة قليلاً؛ وخط الدرز أمونيتي.

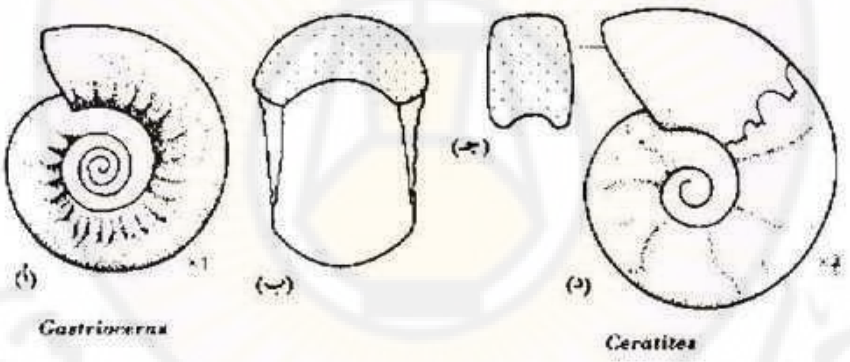
والسكافايتس **Scaphites** أحد عدة أنماط أمونوئيدية تكون فيها الصدفة مستقيمة جزئياً أو كلياً أو غير محكمة الالتفاف تماماً. ويشار إليها بالمونوئيدات غير الملتفة. وهذه المجموعة شائعة الوجود كمستحاثات خاصة في صخور الحين الكريتاسي وبعضها له مدى طويل مما يشير إلى نجاحها في التكيف بالظروف البيئية.



الشكل (58) وضع صدفة الأمونوئيد في أثناء حياة الحيوان .

أ ، جـ ، أكسينوتيراس Oxynoticeras، (أ) – صدفة متكاملة، حجرة الجسم مزخرفة، (جـ) – منظر أمامي يوضح شكل قطاع الثنية، ب ، هـ ، جونياتايتس Goniatites، (ب) – منظر جانبي بجزء من الصدفة مزال ليوضح خطوط الدرز، (هـ) – منظر أمامي يوضح قطاع اللفة المقعر . (د) – سكافايتس Scaphites في وضعها المعيشي .

ويبين الشكل (58) احتمال وضع السكافايتس **Scaphites** المعـ شي حيث تشير فـ ه الفتحة إلى أعلى وهو موضع متزن يبدو أنه كان ملائماً حيث تطفو فـ ـه الصدفة بهدوء دون أي مجهود للسباحة . ويحتمل أن جنس السكافايتس **Scaphites** والأنماط غير الملتفة المشابهة قد كانت تطفو بالقرب من سطح الماء أو أنها كانت تتحرك عمودياً داخل الماء بتعديل كثافتها. وكثير من الهوائم البحرية تعـ ش طافـ ة بالماء وأفواهها متجهة إلى أعلى، وتتغذى على الكائنات الحـ ـة الدقـ قـة، التي تصطادها بواسطة مجساتها أو على الهوائم المجهرية في بعض الأحـ ان، والتي تحصل عليها عن طريق الأهداب.



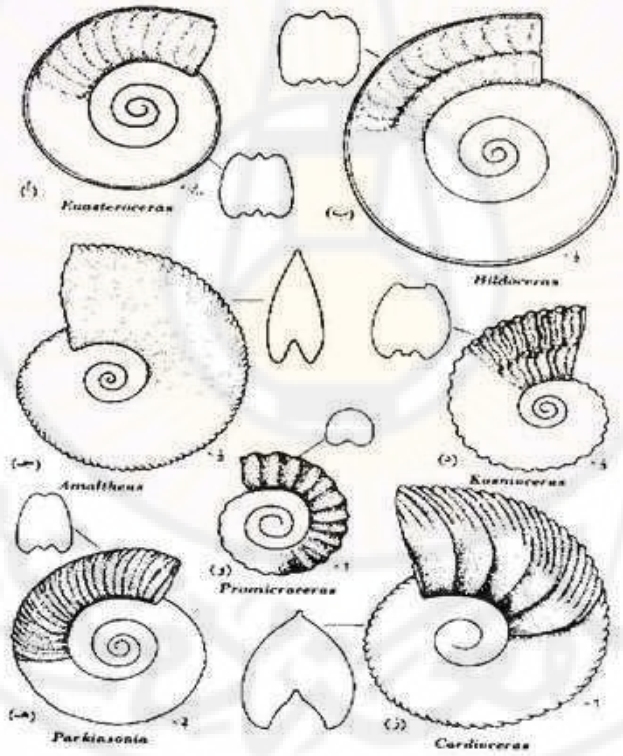
الشكل (59) جوـ اتيت وسيراتيت .

أ ، ب ، جاستريوسيراس Gastrioceras ، (أ) – منظر جانبي ، (ب) – منظر أمامي يوضح قطاع اللفة . جـ ، د ، سيراتايتس Ceratites ، (جـ) – قطاع اللفة ، (د) – منظر جانبي .

الخلاصة:

صدفة الأمونوئيدات عضو هيدروستاتي مكّن الحيوان من الحـاة داخل الماء إما سابحاً أو هائماً.

والأجناس الأربعة التي تمَّ شرحها أعلاه عينة صغيرة من أنماط عدة من أصداف الأمونوئيدات، كل منها يمثل نموذجاً لصدفة يتكرر شكلها أكثر من مرة عبر تاريخ هذه المجموعة الجيولوجي، مما يشير إلى أن هذه الأشكال تعكس تكفاًَ معشاً معيناً. كما أن وفرة كل نموذج في أوقات مختلفة في أثناء الزمن الجيولوجي يوضح أن كلاً منها قد تكف لظروف البيئة بذلك الوقت.



الشكل (60) أمونيتات ترجع إلى دور الجوراسي .

أجناس أخرى

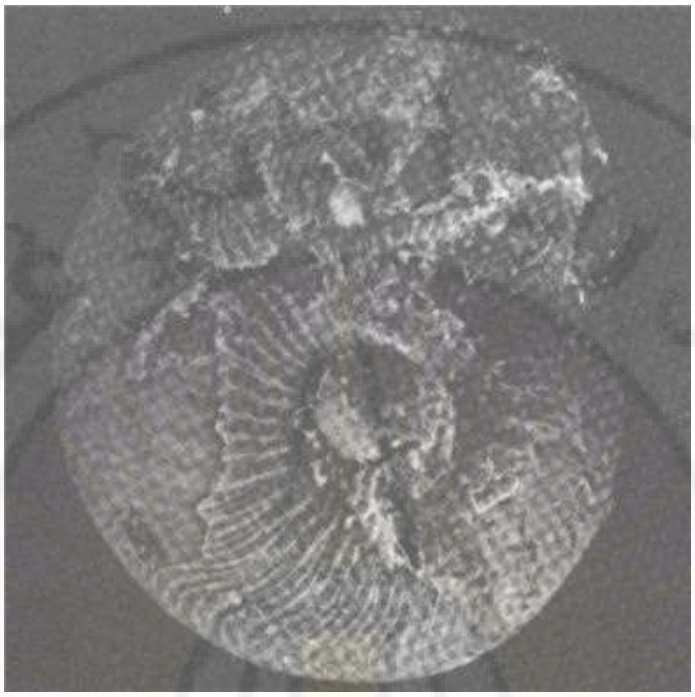
دهر الحـ اة القديمة :

الجاستريوسيراس Gastrioceras: (الشكل 59، ب، د). السرَّة متوسطة الحجم وعم قة، لها درنات حول حافة السرّة تمتد منها عروق دق قة إلى الجهة البطن ة من الصدفة؛ خطوط الدرز جون ات ة.

وقـد أمكـن اسـتعمال جـنس الجاستريوسـيراس **Gastrioceras** وأجنـاس أخرى في تقس م الفترات الزمن ة الموجودة بها إلى نطاقات كما هو الحال عل ه بسحنات مل ستون جرت البريطان ة. وهي رسوب ات ترجع إلى الحين الكربوني الأعلى. حيث وجد أن الجنس المذكور يميز النطاق ب وجنس الأيومفوسيراس **Eumphoceras** مميـزاً للنطـاق هـ، والهوموسـيراس **Homoceras** مميـزاً للنطـاق ح والرتكيولوسيراس **Reticuloceras** مميزاً للنطـاق ر (الشكل 61). وهـذه الأجنـاس عمومـاً ملتفـة إلـى الـداخل نسبـ اً ويـتم التعـرف عليهـا بواسـطة زخرفتها.

السـيراتايتس Cratites: (الشـكل 59 جـ، د). الصـدفة منضـغطة نسبـ اً وغير محكمة الالتفاف ؛ السرّة ضحلة، الزخرفة عبارة عن عروق عريضة بها رنات ؛ خطوط الدرز سيرات ة.

العمر: دور الترياسي.



الشكل (61) جنس الرتكيولوسيراس Reticuloceras ، جوراتيت (X 8) .

الأجناس التالية لها خطوط درز أمونيتية:

الايواستريســـيراس Euasteroceras: (الشكل 60 أ). الصدفة غير محكمة الالتفاف إلى حد ما (مخروط بيضوي)؛ السرَّة عريضة وضحلة ؛ على الجهة البطنية حافة مميزة وثلم على كل جانب؛ لها عروق شعاعية سميكة تنحني إلى الأمام قليلاً على الكتفين.

العمر: الليماسي الباكر.

البرومايكروسيراس Promicroceras: (الشكل 60 ز). الصدفة صغيرة وغير محكمة الالتفاف ؛ عليها عروق شعاعية تمر بمنطقة البطن.

الأمالتيوس Amaltheus: (الشكل 60 جـ) . الصدفة منضغطة وملتفة إلى الداخل (مخروط حاد)؛ الزخرفة عبارة عن عروق تنحني إلى الأمام تجاه الحافة البطنية ؛ لها عروق أخرى على الحافة مما يعطيها مظهراً محززاً.

العمر: اللاسي الأوسط.

الهلدوسيراس Hildoceras: (الشكل 60 ب) . الصدفة غير محكمة الالتفاف إلى حد ما؛ قطاع الثنية ربعي الشكل ومنضغط؛ بها ثلم على جانبي الحافة؛ الزخرفة عبارة عن عروق منجلية الشكل على كل جانب.

العمر: اللاسي الأعلى.

الباركنسونيا Parkinsonia: (الشكل 60 هـ). الصدفة غير محكمة الالتفاف إلى حد ما (مخروط بيضاوي)؛ تتكون الزخرفة من عروق حادة تتشعب إلى فرعين تجاه الجهة البطنية لتقف عند الثلم.

العمر: الجوراسي الأوسط.

الكوسموسيراس Kosmoceras : (الشكل 60 د). الصدفة منضغطة والجهة البطنية مفلطحة؛ غير محكمة الالتفاف إلى حد ما؛ بها عروق عادة متشعبة إلى فرعين، ودرنات عند أماكن تشعب العروق وعلى جانبي الجهة البطنية ؛ توجد بها زلمات (الشكل 57).

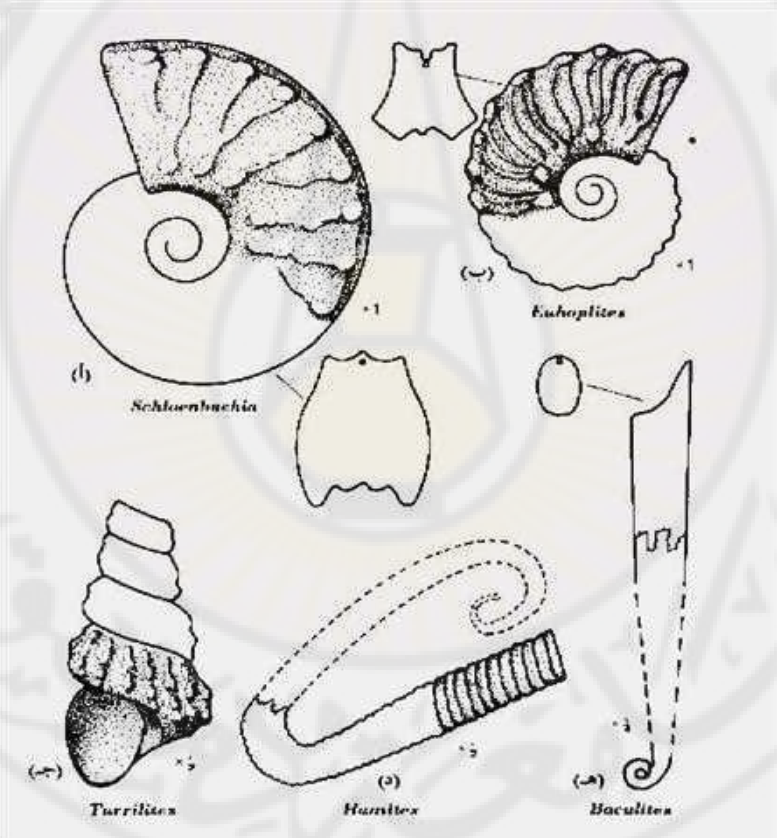
العمر: الحين الجوراسي الأعلى.

الكارديوسيراس Cardioceras: (الشكل 60 ز). الصدفة منضغطة وغير محكمة الالتفاف إلى حد ما؛ العروق منحنية تتخللها أخرى قصيرة تمتد عبر الجهة البطنية؛ بها حافة.

العمر: الحين الجوراسي الأعلى.

الأيـوهبلايتس Euhoplites: (الشكل 62 ب). الصـدفة منضـغطة ذات ثلم على الجهة البطنـ ة ؛ غير محكمة الالتفاف إلى حد ما؛ العروق بارزة تبدأ بدرنات على حافة السرّة وتنحني إلى الأمام حيث تلتحم بدرنات أخرى أكثر بروزاً تحـ ط بالثلم .

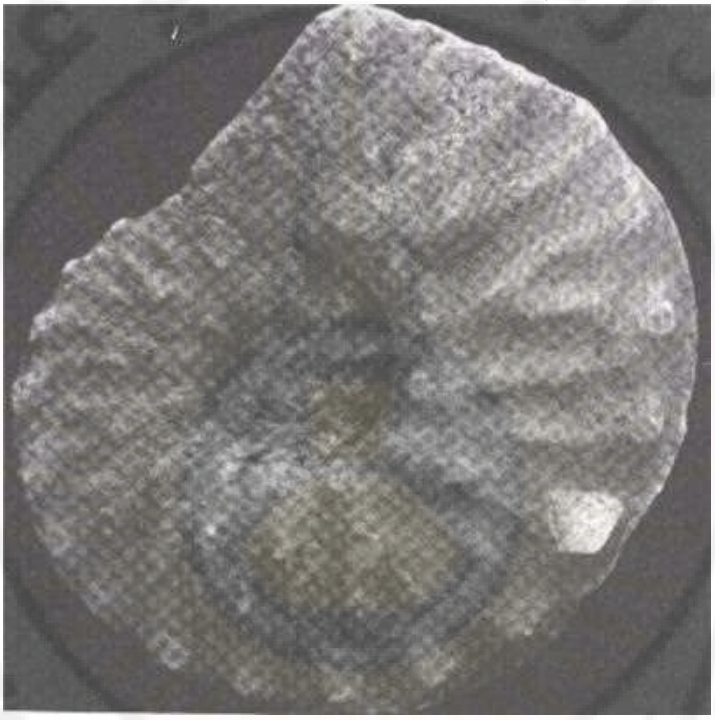
العمر: الحين الكريتاسي السفلي.



الشكل (62) أمونيتات كريتاسـ ة .

السـكلوينبانكا Schloenbanchia: (الشـكل 62 أ، 63). الصـدفة منضـغطة وغير محكمـة الالتفاف إلـى حد مـا؛ بهـا حافـة علـى الجهـة البطنـة وعروق شديدة الانحناء على الجانبين ومزودة– بدرنات غير متصلة.

العمر: الحين الكريتاسي المتأخر.



الشكل (63) أمونيت كريتاسي .

سكلوينباكا فاريانس Schloenbachia varians (X 3) .

الهامايتس Hamites: (الشكل 62 د) . الجزء الأعلى من الصدفة ملتف غير أن الجزء الباقي ملتو مكوناً ثلاثة أذرع شبه متوازية؛ قطاع الثنـة بـضاوي الشكل أو دائري؛ الزخرفة عبارة عن عروق بارزة ومتقاربة.

العمر: الحين الكريتاسي الباكر.

التـوريلايتس Turrilites: (الشكل 62 جـ). الصـدفة ملتفـة فـي وضـع حلزوني.

العمر: السينوماني.

الباكيولايتس Baculites: (الشكل 62 هـ). الصدفة مستقـمة ماعدا القمة التي تكون ملتفة؛ قطاع الثنـة بـضاوي الشكل.

العمر: الحين الكريتاسي المتأخر.

الصدفة أو المحارة المبدئـة Protoconch: جزء الصدفة البدائي الذي كان بداخله الجنين (الشكل 52 جـ).

المنقار Rostrum: بروز أمامي لصدفة بعض أنماط الأمونيت على الجهة البطنـة للفتحة.

الأحجبـة Septa: حواجز عرضـة تقسم مخروط الحواجز إلـى عدة حجرات (الشكل 49 أ، 52 جـ).

عنـق الحجاب Seotal neck: بروز على شكل قمع للأحجبة حول الأنبوبة المثعبة (الشكل 49 أ، و).

المخـروط الثعبـاني Serpenticone: وصف للصدفة غير محكمة الالتفاف ذات ثنايا رفـعة متعددة تتلامس على نحو طفـف (الشكل 52 أ).

الأنبوبة المثعبـة Siphuncle: أنبوبة طويلة رفـعة تمتد من حجرة الجسم عند المقدمة إلى المحارة المبدئـة بالمؤخرة.

المخـروط الكـروي Phragmocone: صـدفة ملتفة إلـى الـداخل بشدة وتكاد تكون كروية الشكل ذات سرّة صغيرة وقطاع ثنـة مقعرة من أعلى.

الثلم Sulcus: حز على الجهة البطنـة (الشكل 62 ب).

خط الدرز Sutune line: تظهر آثار حافة الأحجبة بإزالة جدار الصدفة وهي ترى على القوالب الداخلية فقط (الشكل 54). وقد يكون خط الدرز بسيطاً أو منحنياً.

ويسمى جزؤها المنحني تجاه الفتحة بالسرج والجزء المقعرة تجاه الفتحة بالفص.

أنواع خطوط الدرز:

1- **بسيط Simple** ، خط مستقيم عند إسقاطه على ورقة، مثال الورثوسيراس **Orthoceras** (الشكل 49 د).

2- الجوناتية Goniatitic: وفيه يكون الخط منحني إلى سروج وفصوص، مثال الجوناتايتس **Goniatites** (الشكل 52 د).

3- السيراتيتية Ceratitic: وتكون فيه السروج دائرية والفصوص مسننة، مثال السيراتايتس **Ceratites**، (الشكل 52 هـ) .

4- الأمونيتية Ammonitic: وتكون فيه السروج والفصوص مسننة بغير انتظام، مثال معظم أمونيتات دهر الحياة المتوسطة (الشكل 52 و).

السرّة Umbilicus منخفض على جانبي الثنية الأخيرة لصدفة مسطحة الالتفاف (الشكل52 أ).

الجهة البطنية Venter: جدار الصدفة الملتفة من الناحية البطنية ويكون عادة من الخارج (الشكل 49 أ).

الثنية Whorl: لفة الصدفة الكاملة.

تصنيف رأسيات الأرجل:

لم يتفق العلماء اتفاقاً نهائياً على تصنيف رأسيات الأرجل، بسبب وجود مجموعات منقرضة لايوجد مايمثلها حالياً، على الرغم من أنها درست دراسة وافية، وقدمت أمثلة جميلة عن المراحل التطورية التي مرت بها.

يصنف البيولوجيون رأسيات الأرجل الحالية في صفين رئيسيين:

1- صف ثنائيات الغلاصم *Dibranchiata*: تتميز أفرادها بوجود قوقعة داخلية قد تكون مفقودة في بعض الأفراد. كما تتميز بوجود زوج من الغلاصم وعينين كبيرتين متطورتين، وعدد قليل من الأذرع، وكيس الحبر. نذكر من ممثلي هذه الرتبة الحاليين الحبار والأخطبوط.

2- صف رباعيات الغلاصم *Tetranranchiata*: تتميز أفرادها بوجود قوقعة خارجية وزوجين من الغلاصم، وعينين بدائيتين، وبعدد كبير من الأذرع. نذكر من ممثلي هذه الرتبة الحاليين الجنس نوتيلوس *Nautilus*. هذا ويفضل الباليونتولوجيون تقسيم هذه المجموعة إلى تحت صفين:

آ- **تحت صف النوتيلوئيدات** *Nautiloidea*: وتشمل جميع الأشكال التي لها خطوط درزية بسيطة، أو قليلة التموج.

ب- تحت صف الأمونوئيدات *Ammonoidea*: وهي مجموعة منقرضة، لم يعرف عدد غلاصمها، وتتميز بخطوط درزية معقدة.

يميز الباليونتولوجيون في رأسيات الأرجل على هذا الأساس تحت الصفوف التالية:

1- تحت صف النوتيلوئيدات *Nautiloidea*.

2- تحت صف الأمونوئيدات *Ammonoidea*.

3- تحت صف ثنائيات الغلاصم *Dibranchiata*.

1- تحت صف النوتيلوئيدات:

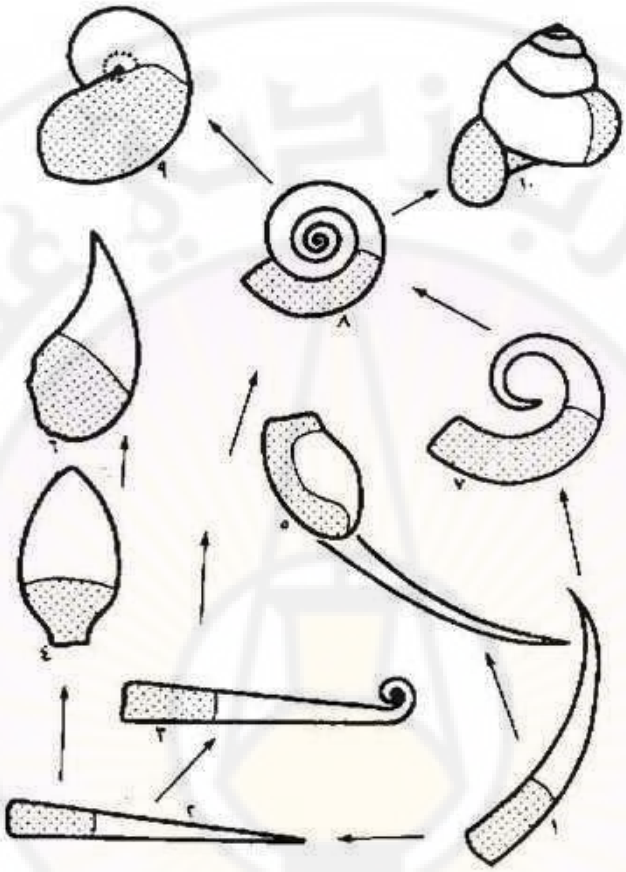
تتميز بقوقعة خارجية مقسمة بحواجز بسيطة مقعرة نحو الأمام أي نحو غرفة السكن، لها أعناق حاجزية حول الممص متجهة نحو الخلف. كما تتميز بوجود زوجين من الغلاصم وزوجين من الأذينات القلبية. لا تحوي أفراد هذه المجموعة كيس الحبر الذي يميز الحبار.

انتشرت هذه المجموعة بكثرة في الحقب البالبوزوي، وهي أكثر رأسيات الأرجل بدائية وأولها ظهوراً. أخذت بالتقهقر اعتباراً من بداية حقب الميزوزوي.

شكل القوقعة:

يختلف شكل قوقعة مجموعة النوتيلات اختلافاً كبيراً (الشكل 64)، فالأفراد الأولى كان لها قواقع منحنية قليلاً، تطورت عنها أشكال متعددة، تتراوح من الأشكال المستقيمة حتى الأشكال الملتفة في مستوى، ويمكن أن ترى قواقع ملتفة حلزونياً حول محور. ومجموع الدورات قد تكون مرئية من الخارج بكليتها (الالتفاف الظاهري) ، أو تغطي الدورات الأخيرة جزئياً أو كلياً الدورات الأولى (الالتفاف الخفي).

ويلاحظ في بعض الأجناس أن القوقعة ملتفة في البداية، تصبح بعدها مستقيمة كما في الجنس ليتويتس Lituites وتمثل هذه الأشكال مراحل تطورية، تتابعت خلال الأحقاب الجيولوجية المختلفة، حيث تعتبر الأشكال المستقيمة أقدمها ظهوراً.



الشكل (64) يمثل أشكال القوقعة المختلفة في رأسـ ات الأرجل
(الأقسام المنقطة تمثل غرفة السكن) .

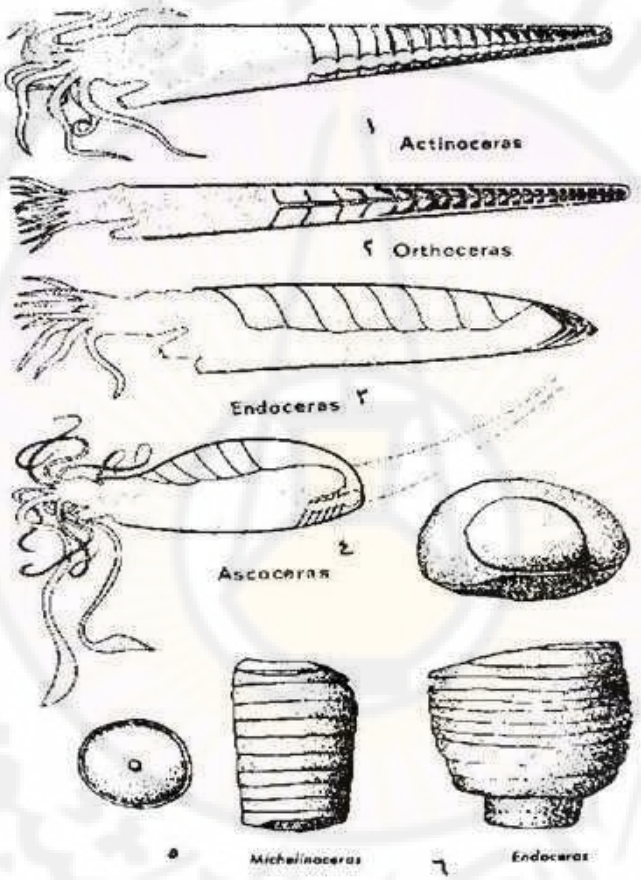
1- قوقعة ذات انحناء قليل Cyrtocone . 2- قوقعة مستقـ مة Orthocone . 3- قوقعة ملتفة في مراحلها الأولى ، تصبح بعدها مستقـ مة Lituicone . 4- قوقعة قصيرة بـ ضوية Brivicone . 5- قوقعة ذات بداية منحنـ ة ، تصبح في مراحل النمو الأخيرة منتفخة لها مساكن فوق غرفة السكن Ascocone . 7- قوقعة ملتفة التفافا" مفككا" Gyrocone . 8- قوقعة ملتفة في مستو ذات دورات متلاحمة ، تظهر جمـ عها من الخارج ، (التفاف ظاهر Evolute) . 9- قوقعة ملتفة في مستو تخفي الدورة الأخيرة جمـ ع الدورات ، (التفاف خفي Involute) . 10- قوقعة ملتفة حلزونـ ا" حول محور Conispiral .

يختلف موضع الممص بالنسبة للحواجز باختلاف الأجناس، ففي الجنس نوتيلوس يثقب الممص الحواجز في مراكزها (الشكل 3/48) أو بالقرب من مراكزها، بينما في الأجناس الأخرى فقد يثقبها بعيدة عن مراكزها متقرباً نحو الهامش الخارجي أو الداخلي. هذا ويلاحظ في بعض أجناس حقب الباليوزوي أن الممص يمتلئ جزئياً بتوضعات كلسية (الشكل 1/65) كما في الجنس اكتينوسيراس *Actinoceras* والجنس أندوسيراس *Endoceras*. تنثني الحواجز غالباً في منطقة الممص إلى الوراء على شكل قمع حول جدار الممص، مكونة أعناقاً حاجزية (الشكل 47)، وهذه الأعناق قد تكون قصيرة أو طويلة ، تمتد على طول المسافة الفاصلة بين حاجزين.

تكون فتحة القوقعة في مجموعة النوتيلات بضوية بسطة في بعض الأشكال، أو يصدر عنها نتوء من طرفها البطني أو نتوءات من أطرافها الجانبية في الأشكال الأخرى. وقد يلاحظ في الجنس نوتيلوس وجود جيب في الطرف البطني، يوافق وجود القمع ، حيث تنحني خطوط النمو التي ترى على السطح الخارجي للقوقعة، بشكل يوافق هذا الجيب. وقد تنمو أطراف الفتحة في بعض الأشكال نحو الداخل، مما يؤدي إلى تضيقها، كما في فتحة الجنس كومفوسيراس *Comphoceras*.

تدعى آثار اتصال الحاجز مع سطح القوقعة الداخلي بالخط الدرزي، الذي يرى بوضوح عندما يزال جدار القوقعة. ويرى الخط الدرزي واضحاً في الأشكال المستحاثة، التي غالباً ما تكون على شكل قوالب داخلية. يكون الخط الدرزي في مجموعة النوتيلات مستقيماً أو متموجاً قليلاً (الشكل 4/48) وهذا ما يميزها بصورة عامة عن مجموعة الأمونيات ذات الخطوط الدرزية المعقدة.

يختلف شكل القوقعة الجنيـ ة في مجموعة النوتيلـ ات، حسب الأجناس والأنواع ويبدأ الممص اعتباراً من أول مسكن بأنبوب مغلق.



الشكل (65) يمثل بعض أجناس من النوتيلـ ات

(اللون الأسود يمثل التوضعات الكلسـ ة والأقسام المنقطة الأجزاء الرخوة) .

ندرس من النوتيلـ ات الأجناس التالـ ة:

1- رتبة اورتوسيراتيدا *Orthoceratida*:

الجنس مـ شلينوسيراس *Michelioceras* =*Orthoceras* **من فصيلة** *Michelinoceratidae* :

قوقعــة مخروطـ ــة متطاولــة ومسـتقـ مة (الشـكل 2/65، 5). مقطعهـا العرضـي دائـري. الحـواجز مقعـرة بشـكل زجاجـة السـاعة. الخطـوط الدرزيـة مستقـ مة. غرفة السكن كبيرة. الممص أسطواني الشكل مركزي أو قرب مركزي. ينعطف كل حاجز نحو الخلف مشكلاً أعناقاً حاجزية حول الممص. تتوضع رسوبـ ات من كربونات الكلسيوم في المساكن الأولى المتشكلة. السطح الخارجي للقوقعة أملس أو مزخرف بزخارف مختلفة (الاوردوفـ سي- الترياسي).

2- رتبة اندوسيراتيدا *Endoceratida*:

الجنس اندوسيراس *Endoceras* **من فصيلة** *Endoceratidae*:

قوقعة مستقـ مة لها شكل أسطواني تقريباً (الشكل 3/65، 6) . الأعناق الحاجزية طويلة تمتد نحو الوراء على طول المسافة الفاصلة بين الحاجزين. الممص قرب الهامش البطني، وهو اسطواني الشكل وعريض، يبدي توضعات كلسـ ة في مستوى الغرف الأولى المتشكلة، على شكل مخاريط تغلف بعضها البعض، وتتجه رؤوسها نحو الوراء، مما يؤدي إلى تضيق الممص في هذا القسم من القوقعة. تميز أنواع هذا الجنس دور الاوردوفـ سي.

3- رتبة اسكوسيراتيدا *Ascoceratida*:

الجنس اسكوسيراس *Ascoceras* من فصيلة *Ascoceratidae*:

يفصل هذا الجنس جزءاً من قوقعته، وهو القسم الفتي لإعادة توازنه عوضاً عن التوضعات الكلسية (الشكل 4/64). القسم المفصول من القوقعة الذي يندر وجوده، قليل الانحناء على شكل مخروط مدبب مقسم إلى مساكن بواسطة حواجز يخترقها الممص بالقرب من الهامش البطني.

القسم الدائم الذي ينفصل حسب حاجز يدعى حاجز الفصل له شكل منتفخ أكثر تحدباً في الجانب الظهري منه في الجانب البطني. الممص قصير مغلق في هذا القسم، يقع بالقرب من الهامش البطني. تحتل المساكن الغازية الجانب الظهري من القسم الدائم فوق غرفة السكن. المقطع العرضي للقوقعة بيضوي الشكل (الاوردوفيسي – السيلوري).

4- رتبة تارفيسريدا *Tarphycerida*:

الجنس ليتويتس *Lituites* من فصيلة *Lituilidae*:

تكون القوقعة في هذا الجنس ملتفة بمراحل النمو الأولى، حيث تلتف أربعة دورات في مستو، تصبح بعدها مستقيمة متطاولة، يزداد قطرها بالتدريج نحو الفتحة (الشكل 3/64). الممص اسطواني قرب مركزي. الحواجز مقعرة. يميز هذا الجنس دور الاوردوفيسي.

5- رتبة نوتيليتيدا *Nautilida*:

الجنس نوتيلوس *Nautilus* من فصيلة *Nautilidae*:

قوقعة شبه كروية ملتفة في مستو. الدورات قليلة العدد تخفي الدورة الأخيرة الدورات الأولى المتشكلة (الشكل 48). السرة صغيرة جداً، وقد تكون مفقودة. الفتحة بسيطة يظهر فيها جيب بطني. الحواجز مقعرة نحو الفتحة ، والخط الدرزي قليل التعرج مؤلف من سرج بطني مدور، ومن فص ظهري عريض.

الممص مركزي والأعناق الحاجزية قصيرة، ومتجهة نحو الخلف . سطح القوقعة الخارجي أملس، أو مزخرف بخطوط نمو موازية لحرف الفتحة. (الترياس- العصر الحالي).

2- تحت صف الأمونيتات:

تشكل الأمونيتات مجموعة منقرضة كبيرة جداً. أدت دوراً هاماً في حقب الميزوزوي، فهي مستحاثات مرشدة استعملت لتمييز كافة طوابقه. احتفظت بعض هذه المستحاثات بقوقعتها الأصلية، وبعضها الآخر تحولت قوقعتها إلى كلسيت أو بيريت أو فوسفات الكلسيوم. ظهرت في الديفوني وانتشرت انتشاراً كبيراً، في حقب الميزوزوي غير أنها انقرضت تماماً في نهايته.

تختلف الأمونيتات عن النوتيليدات بالصفات التالية:

1- تكون القوقعة الابتدائية في الأمونيتات كلسية وصغيرة نسبياً ، لا يتجاوز قطرها 2 مم، بينما تكون كبيرة نسبياً في النوتيليدات.

2-تتميز الأمونيتات بخطوط درزية بسيطة في الأشكال البدائية، وتتعقد بالتدريج في الأشكال المتطورة (الشكل 2/66)، غير أنها تبقى بسيطة نسبياً في النوتيليدات.

3- يتخذ الممص في الأمونيتات وضعاً مركزياً، في بداية الالتفاف يصبح بعدها هامشياً داخلياً (ظهرياً) ، أو هامشياً خارجياً (بطنياً) في الدورات الأخيرة (الشكل 1/66). أما في النوتيليدات فيبقى الممص، بصورة عامة، مركزياً أو قرب مركزي في جميع الدورات تشاهد فيه توضعات كلسية في بعض المجموعات.

4- تنعطف الأعناق الحاجزية في الأمونيتات نحو الوراء في البداية، ثم تنعطف نحو الأمام (الشكل 1/66) . أما في النوتيليدات فتنعطف دوماً إلى الوراء.



الشكل (66)

1- مقطع في قوقعة أمونيت ملتفة في مستو : لاحظ الممص البطني وانعطاف الحواجز وتحدبها . 2- تعقيد الخطوط الدرزية آ ب جـ د (يمثل السهم الجانب البطني).

3- قواقع ذات التفاف حول محور . 4- قوقعة ملتفة في البداية تصبح بعدها مستقيمة.

5–تكون الحواجز في الأمونيتات محدبة، بصورة عامة، نحو غرفة السكن، بينما تكون مقعرة في النوتيليدات.

هذا ولما كانت رتبة الأمونيتات من الحيوانات المنقرضة وأجزاؤها الرخوة غير معروفة، فإنه من المستحيل أن نعيّن فـما إذا كانت من ثنائـات الغلاصم، كما في الحبار، أو من رباعـات الغلاصم، كما في الجنس نوتيلوس. غير أن تشابه قوقعتها الخارجـة وتشابه الانطباعات العضلـة في غرفة السكن مع هذا الجنس الأخير، تجعلها أكثر قرباً من مجموعة النوتيلـات.

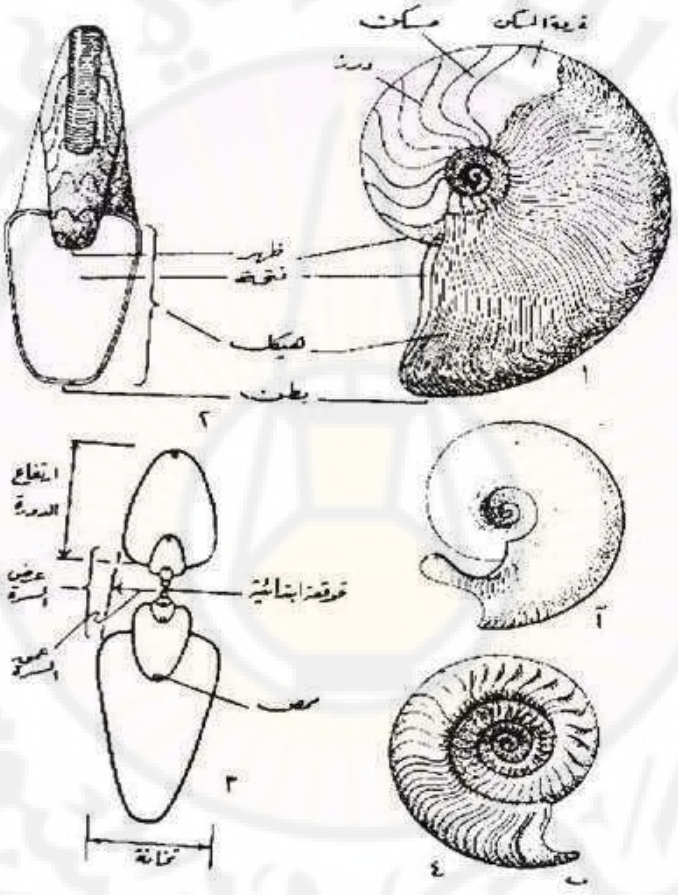
هـذا ويظهـر أن أغلبـة الأمونيتـات كانـت تعـش سـابحة بـالقرب مـن الشواطئ، ومما ساعد على انتشارها الجغرافي الواسع، خفة قوقعتها وتناظرها الجانبي، ووجود غرف الغاز فيها.

فقد كانت تسبح في طبقات الماء المختلفة في وضعـة شاقولـة، الوجه البطني نحو قعر البحر، والوجه الظهري نحو السطح، ويكون الرأس في الخلف، ويشق الحيوان الماء بقوقعته حيث يتقدم بعكس خروج الماء من القمع.

أما الأمونيتات التي لها أشكال التفاف شاذة غير متناظرة، مثل الجنس باكوليتس *Baculites* والجنس توريليتس *Turrilites* (الشكل 3/66، 4) فـمكن أن تكون من الأشكال القاعـة، وحتى إن بعض أشكالها يمكن أن تكون متثبتة.

شكل القوقعة: إذا استثنينا الأشكال المستقـمة أو مفككة الدورات، فإن قوقعة الأمونيتات في معظم الحالات تبدي نفس نمط الالتفاف في مجموعة النوتيليدات. فقد يكون الالتفاف خفـاًَ بحيث تخفي الدورة الأخيرة الدورات السابقة، وقد يكون التفافاً ظاهرياً فـه كل الدورات (الشكل 1/67، 2) حيث يلاحظ في كل جانب سرة كبيرة. هذا وتكون بعض القواقع ملتفة في بداية

دوراتها، فتصبح بعدها مستقيمة، كما في الجنس باكوليتس *Baculites* (الشكل 4/66) أو منحنية. وقد تلتف القوقعة حلزونياً حول محور كما في الجنس توريليتس *Turrilites* (الشكل 3/66).



الشكل (67) يمثل أجزاء القوقعة في الأمونيتات .

1- منظر جانبي . 2- منظر أمام الفتحة . 3- مقطع عمودي . 4- نتوءات الفتحة.

2- آ – نتوء ظهري ب – نتوء جانبي .

تظهر غالباً حواف فتحة القوقعة متعرجة في المناطق الجانبية، وقد يمتد نتوء في الجانب البطني أو الجداري (الشكل 4/67). وقد يظهر أحياناً في بعض المجموعات(الجنس *Goniatiltes*) جيب في الجانب البطني من

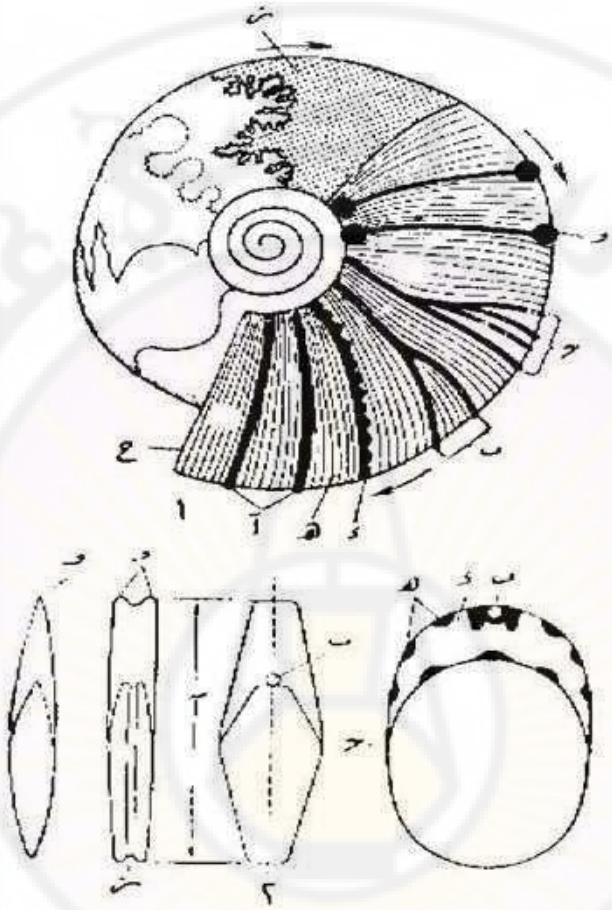
الفتحة، دالاً بذلك على مكان وجود القمع ، غير أن هذا الجيب قد يختفي في نماذج هذه المجموعة المتطورة وفي مجموعة المونيتات ماعدا بعض الشواذ.

تكون القوقعة الابتدائ ة في رتبة الأمونيتات كلس ة كروية على الغالب أو بـ ضوية تتسع نحو الأمام، وتأخذ شكل برميل صغير. أما الممص الأولي فيبدأ بقسم منتفخ يدعى س كوم *Caecum* (الشكل 1/66) يشده إلى جدار القوقعة الابتدائ ة حبل كلسي. ويكون الممص الأولي قرب مركزي في المساكن الأولى يصبح بعدها هامش اً (الشكل 3/67) أو هامش اً ظهرياً، حسب المجموعات.

هذا وتمثل الثخانة في قوقعة الأمونيتات المسافة الفاصلة بين جانبي الفتحة (الشكل 3/67)، وتمثل الثخانة في قوقعة الأمونيتات المسافة الفاصلة بين جانبها البطني وجانبها الظهري، وتمثل قطر القوقعة المسافة بين الجانب البطني للفتحة والجهة المقابلة لها.

زخارف القوقعة:

تكون أموذ ات الحقب الباليوزوي ملساء لا تحوي على زخارف واضحة،أما في أمونيتات الحقب الميزوزي، فتكون الزخارف نام ة جداً مؤلفة من أضلاع بارزة مستق مة، أو منحن ة ثنائ ة أو عديدة التشعب (الشكل 1/68). ويظهر في أمكنة التشعب عادة عقيدات أو أشواك وقد يح ط بالقوقعة من الناح ة البطن ة حرف بارز أو حرفان منفصلان بأخدود. وقد يكون الهامش الخارجي (الشكل 2/68) أو منبسطاً أو أخدودياً. ويلاحظ أن زخارف القوقعة الخارج ة الجانب ة قد تنقطع عند وصولها إلى المح ط الخارجي في الجانب الواحد، فتعود فتظهر على الجانب الآخر. وتشكل هذه الزخارف صفات تساعد على تعيين الأنواع المختلفة للأجناس.



الشكل (68)

1- شكل تخط طي يبين زخارف القواقع المختلفة وتطور الخط الدرزي. آ – ضلع بسـ ط. ب – ضلع ثنائي التشعب. جـ – ضلع رباعي التشعب. د – ضلع مسنن. هـ – خطوط نمو. و – عقيدة (هامشـ ة وسرية). ز – غرفة السكن. ح – الفتحة (يشير السهم إلى اتجاه غرفة السكن) .

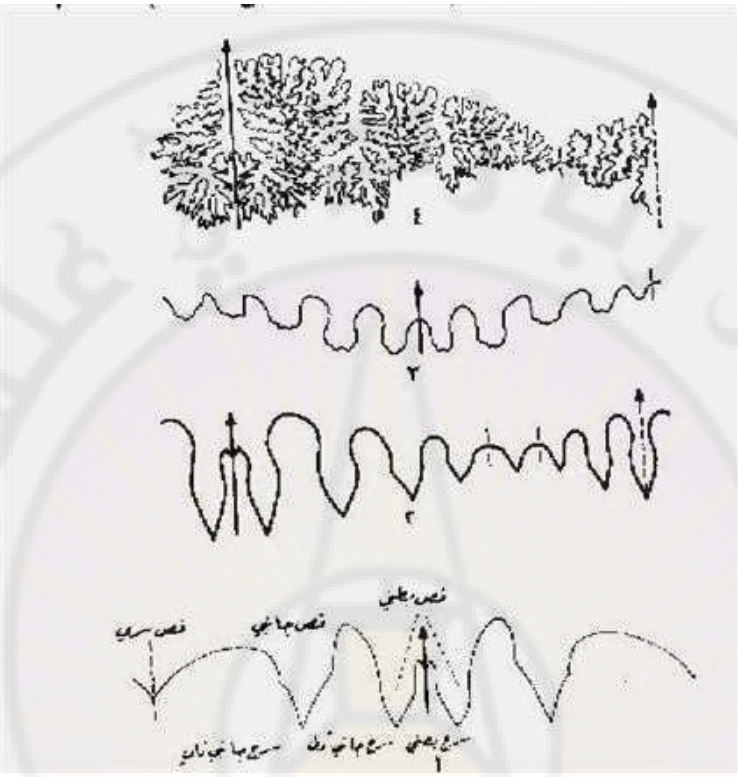
3- أشكال المقاطع العمودية وشكل الهامش الخارجي : آ – قطر القوقعة . ب – ممص . جـ – محور الالتفاف . د – سرج . هـ – فصوص . و – حرف . 7- ميزابر .

الخط الدرزي في القوقعة:

يعتبر الخط الدرزي صفة هامة جداً في التصنيف، فهو كما ذكرنا عبارة عن أثر اتصال الحواجز مع سطح القوقعة الداخلي، لذلك لا يظهر الخط الدرزي واضحاً إلا عندما يتخرب جدار القوقعة الرقيق في أثناء عملية الاستحاثة.

يكون الخط الدرزي، بصورة عامة متناظراً ، بالنسبة لمستوي استوائي للقوقعة فهو يظهر كاملاً في الأشكال ذات الالتفاف الظاهر وجزئياً في الأشكال ذات الالتفاف الخفي.

يبدي الخط الدرزي على الأغلب تموجات (الشكل 69)، منها ما تكون محدبة نحو فتحة القوقعة وتسمى بالسروج، ومنها ما تكون مقعرة وتسمى بالفصوص وقد يتألف الخط الدرزي من عدة سروج وفصوص، تأخذ أسماء متعددة مثل الفص البطني، والفص الجانبي الأول والفص الجانبي الثاني والفص السري وينطبق ذلك على السرج، إذ نميز السرج البطني والسرج الجانبي الأول والسرج الجانبي الثاني. ويقسم الفص البطني أو الخارجي في الغالب، إلى فصين بسرج بطني أو ممصي متوسط. وقد تتشكل أحياناً في بعض الأشكال فصوص وسروج ثانوية بانقسام السرج البطني أو انقسام السرج الممصي المتوسط أو انقسام الفص البطني.



الشكل (69) يمثل الخط الدرزي في الأموذ ات .

1- أجزاء الخط الدرزي البسـ ط . 2- النمط الغوذ اتيتيي . 3- النمط السيراتيتي.

4- النمط الأمونيتي. (يشير السهم إلى الجانب البطني والسهم المقطع إلى الجانب الظهري).

يكون الخط الدرزي في الأشكال البدائ ـة بسـ طاً، بينما يصبح معقداً في الأشكال المتطورة، فهو يتطور إذن مع الزمن. فأجناس الأموذ ـات التي عثر عليها في الديفوني، كان لها خط درزي بسـ ط ثم بدأت بالتعقيد التدريجي خلال البرمي ووصلت أقصى تعقيداتها في الترياسي.

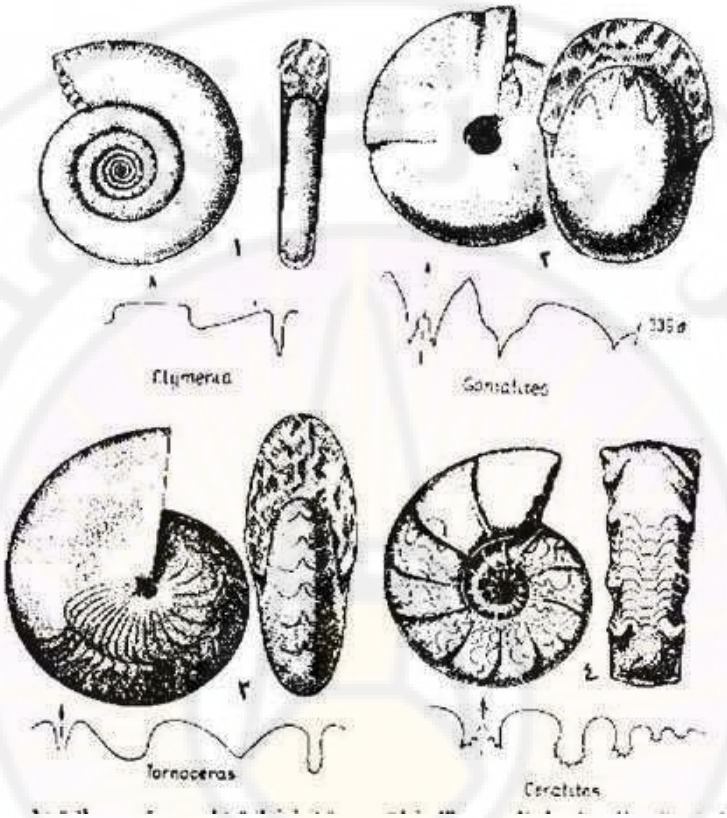
إن الخط الدرزي يتعقد أيضاً خلال مراحل النمو الجنيني في النوع الواحد (الشكل 1/68)، فهو يبدي بنـة بسـطة فـي المراحل الأولـى للنمو، ثم يصـبح معقداً في المراحل الكهلة. فالخط الدرزي الذي يمثل الحاجز الأول، يمكن أن يكون مستقـماً أو متموجاً كمـا فـي مجموعـة النوتيليـدات، أو يمكـن أن يبـدي سرجاً خارجـاً أو سرجاً خارجـاً ضـقاً، مـع فـص جـانبي فـي كـل جهـة مـن القوقعة. ويلاحظ في الحواجز التي تشكلت فـما بعد أن الخط الدرزي يصبح أكثر تعقيداً بالتدريج حتى يصل إلى الحاجز الأخير. ولذلك فإن دراسة جمـع الدروز في القوقعة الواحدة تمكّن من متابعة تطور كل عنصر من عناصر الخط الدرزي . ويجب أن نشير إلى أن الخطوط الدرزية في الدورات الأخيرة للقوقعة، تتمتع في النوع الواحد بثبات يميزه عن بقـة الأنواع، حتى إنه يميز الأجناس عن بعضها البعض.

ندرس من الأمونـات الأجناس التالـة: وهي تعود إلى الرتب التالـة:

1- رتبة كلـمنييدا *Clymeniida*:

الجنس كلـمذا *Clymenia* من فصيلة *Clymeniidae*:

يتميز هذاالجنس وجمـع الأجناس التابعة لهذه الفصيلة بممص هامشي ظهري. القوقعة قرصـة ، لها دورات متعددة كلها مرئـة (الشكل 1/70). السرة عريضة غير عمـقة . تحتل الأجزاء الرخوة ثلاثة أربـاع الدورة الأخيرة. يلاحظ في الفتحة جيب بطني. الخط الدرزي بسـط يتألف من فص جانبي مدور، وفص ضيق في الهامش الظهري تحت الممص ومن سرج عريض في الهامش البطني. الممص هامشي ظهري. تتجه الأعناق الحاجزية نحو الخلف . السطح الخارجي مزخرف بخطوط النمو. تختلف أجناس هذه الفصيلة باختلاف بنـة الخط الدرزي. يميز هذا الجنس الديفوني الأعلى.



الشكل (70) يمثل بعض أجناس من الأمونيتات من رتبة غونـ اتيتيدا ومن رتبة سيراتيتيدا .

2- رتبة غونـ اتيدا *Goniatida*:

الجنس غونـ اتيتس *Goniatites* من فصيلة *Goniatitidae*:

قوقعة شبه كروية ملساء، أو تظهر عليها خطوط النمو (الشكل 2/70). الممص هامشي بطني. الدورات عريضة، والدورة الأخيرة تخفي الدورات

الأولـة. الهامش البطني مدور. السرة صغيرة جداً أو مغلقة. الأعناق الحاجزية قصيرة متجهة نحو الخلف، ولها امتداد قصير نحو الأمام. يتألف الخط الدرزي من فص بطني، ينقسم إلى قسمين بسرج ممصي. السرج الخارجي أو البطني ضيق، الفص الجانبي حاد وعميق، السرج الجانبي عريض مدور وغير مقسم. يميز هذا الجنس الكربوني.

الجنس تورنوسيراس *Tornoceras* من فصيلة *Tornoceratidae*:

قوقعة ملساء حافتها البطنـة مدورة (الشكل 3/70) السرة مغلقة. الممص هامشي بطني . يتألف الخط الدرزي من سرج بطني، وسروج جانبـة مدورة وغير مقسمة. الفص الممصي صغير جداً، لـه شكل القمع. الفصوص الجانبـة مدورة أو حادة. يميز هذا الجنس الديفوني.

3- رتبة سيراتيتيدا *Ceratitida*:

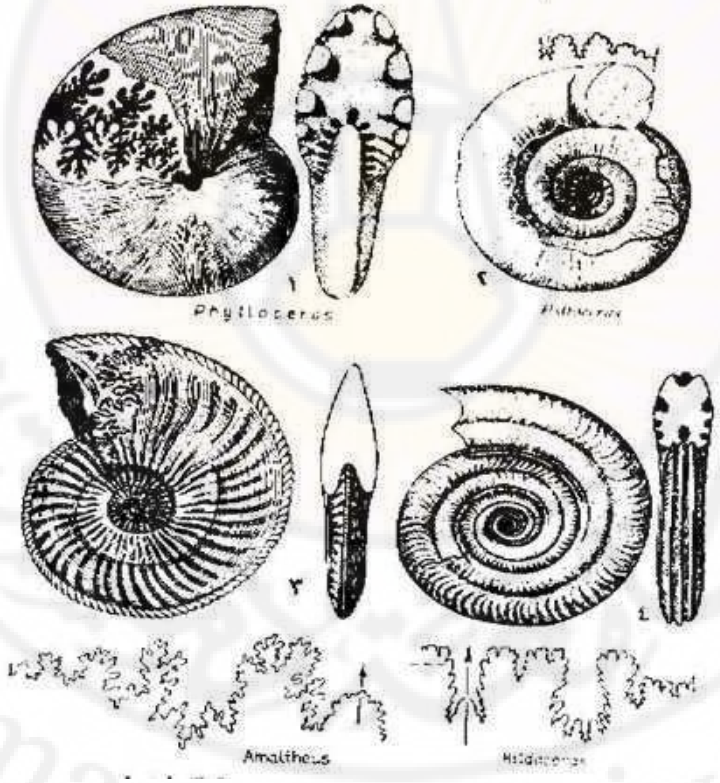
الجنس سيراتيتس *Ceratites* من فصيلة *Ceratitidae*:

قوقعة قرصـة الشكل، تتميز بزخارف مؤلفة من حروف بارزة، تحمل على مسارها حدبات وخاصة، بالقرب من السرة والهامش الخارجي (الشكل 4/70). الهامش البطني عريض محدب أو منبسط. السرة كبيرة نسبـاً . يتألف الخط الدرزي من سروج مدورة كاملة بينما تكون الفصوص مسننة. يدعى نمط الخط الدرزي في هذا الجنس بنمط سيراتيتس *Ceratites* . تميز أنواع هذا الجنس الترياسي الوسط.

4- رتبة امونيتيدا *Ammonitida*:

الجنس فيللوسيراس *Phylloceras* من فصيلة *Phylloceratidae*:

قوقعة ملساء أو مزخرفة بأضلاع أو ثنات خفيفة، ولكنها لا تحوي مطلقاً على مسارها حدبات (الشكل 1/71) . الهامش الخارجي مدور . الدورة الأخيرة تخفي الدورات الأولية. السرة صغيرة جداً أو مغلقة . الخط الدرزي معقد، يتألف من عدد كبير من الفصوص، والسروج المتفرعة على شكل الأوراق، وهي من مميزات هذا الجنس (الجوراسي- الكريتاسي).



الشكل (71) يمثل بعض أجناس الأمونيتات من رتبة الأمونيتيدا .

الجنس بسيلوسيراس *Psiloceras* من فصيلة *Psiloceratidae*:

قوقعة قرصـ ة الشكل، ملتفة في مستو تظهر فيها جمـ ع الدورات التي تزداد بالحجم بصورة تدريجـ ة (الشكل 2/71). السرة كبيرة. الهامش الخارجي مدور. السطح الخارجي أملس، أو يحوي خطوط ناعمة، تتحول أحـ اناً إلى أضلاع. الخط الدرزي معقد، تكون الفصوص ثلاثـ ة التشعب. السرج الجانبي الأول أقصر من السرج الجانبي الثاني. تميز أنواع هذا الجنس الجوراسي الأسفل.

الجنس امالتيوس *Amaltheeus* من فصيلة *Amaltheidae*:

قوقعة قرصـ ة رقـ قة ذات محـ ط حاد، مجهز بحرف مسنن "أو مبروم" (الشكل 3/71). السرة صغيرة . السطح الخارجي أملس أو مزخرف بأضلاع بسـ طة قد تُبدي على مسارها أشواكاً قصيرة. تتميز الفتحةو بنتوء بطني. الخط الدرزي معقد مؤلف من سروج، وفصوص مقسمة متفرعة بشدة، فهو يتألف من فص بطني قليل العمق، وفص أول جانبي عميق، وعريض وفص ثاني جانبي صغير، ينتهي نحو الناحـ ة الظهرية بفصوص ثانوية صغيرة. يميز هذا الجنس الجوراسي الأسفل.

الجنس هيلدوسيراس *Hildoceras* من فصيلة *Hildoceratidae*:

قوقعة قرصـ ة رقـ قة، تظهر فيها جمـ ع الدورات (الشكل 4/71). السرة كبيرة. الهامش البطني عريض يظهر في وسطه حرف يُرى على جانبـ ه أخدودان عمـ قان. الزخارف على شكل أضلاع بارزة منحنـ ة، يقطعها أخدود وسطي، يصبح قليل الوضوح في الدورات الأولى. والأخدود الوسطي، يفصل الدورة إلى قسمين: قسم خارجي تظهر علـ ه الأضلاع واضحة، وقسم داخلي أملس تقريباً. تميز أنواع هذا الجنس قمة الجوراسي الأسفل.



الشكل (72) يمثل بعض أجناس الأمونيتات من رتبة الأمونيتيدا .

الجنس أوبّيلا *Oppelia* من فصيلة *Oppelidae*:

قوقعة قرصية رقيقة لها سرة صغيرة (الشكل 1/72). الدورة الأخيرة تخفي الدورات الأولى. الهامش الخارجي حاد، يصبح أحياناً مدوراً في منطقة غرفة السكن، أي في نهاية الالتفاف الزخارف الخارجية على شكل أضلاع منحنية ضعيفة البروز. الخط الدرزي معقد، مؤلف من فصوص وسروج، تصغر بالتدريج نحو الهامش الظهري، وهي مسننة بنعومة. يميز هذا الجنس الجوراسي الأوسط.

الجنس ستفانوسيراس *Stephanoceras* من فصيلة *Stephanoceratidae*:

قوقعة ثخينة نسبياً، تظهر فيها جميع الدورات (الشكل 2/72). الهامش الخارجي مدور. السرة كبيرة. الزخارف على شكل أضلاع مستقيمة تظهر منفردة في الهامش الظهري، ثم تتفرع نحو الهامش البطني. تبدي الأضلاع في أمكنة تفرعها عقيدات بارزة. تبدي حواف الفتحة غالباً امتدادات تؤدي إلى تضيقها. الخط الدرزي معقد مقسم بعمق إلى سروج وفصوص. يميز هذا الجنس الجوراسي الأوسط.

الجنس ماكروسفاليتس *Macrocephalites* من فصيلة *Macrocephalitidae*:

قوقعة ثخينة (شبه كروية) (الشكل 3/72). الدورة الأخيرة تخفي الدورات السابقة. السرة صغيرة وعميقة. الهامش البطني مدور. الزخارف على شكل أضلاع متعددة، متراصة تتشعب بالقرب من السرة، وتستمر فوق الهامش البطني الخارجي. لا يظهر على مسار الأضلاع أية عقيدات. الخط الدرزي

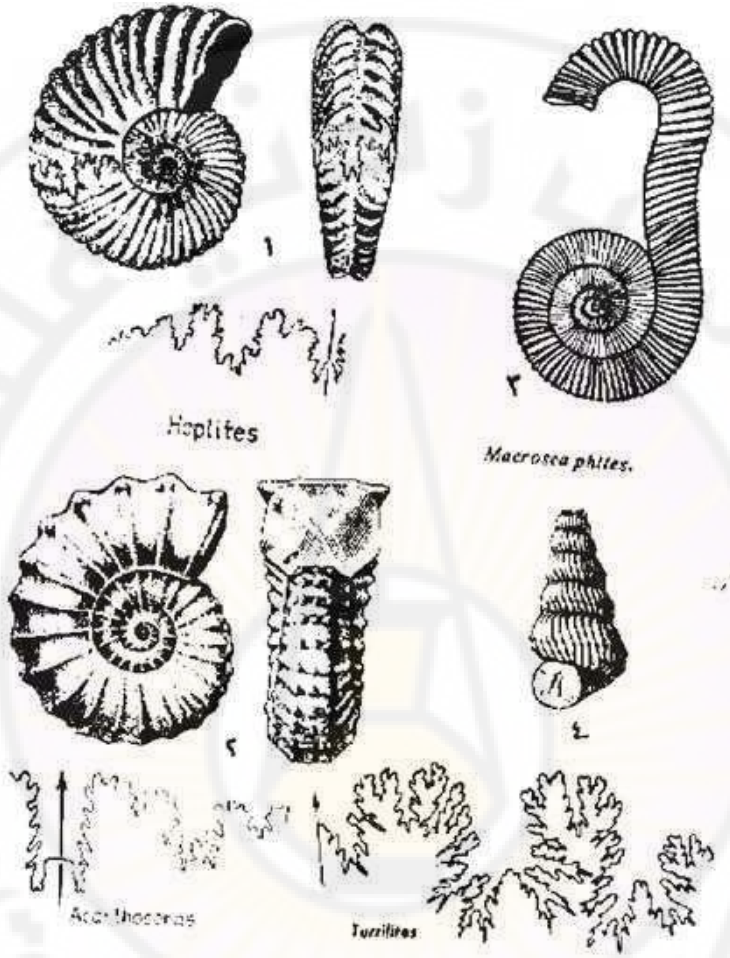
معقد، ومقسم بعمق إلى سروج وفصوص متفرعة . يميز هذا الجنس الجوراسي الأعلى.

الجنس بريسفنكتس *Perisphinctes* من فصيلة *Perisphinctidae*:

قوقعة قرصية تظهر فيها جميع الدورات (الشكل 4/72). السرة كبيرة. الهامش الخارجي مدور. تتألف الزخارف من أضلاع مستقيمة بارزة، تتشعب إلى فرعة أو أكثر بالقرب من الهامش الخارجي، وتستمر من جانب إلى آخر. الخط الدرزي معقد جداً، يتميز بفصوص عريضة وخاصة في القسم البطني من الدرز تميز أنواع هذا الجنس الجوراسي الأعلى.

الجنس هوبليتس *Hoplites* من فصيلة *Hoplitidae*:

قوقعة رقيقة قد تكون جوانبها مسطحة أو محدبة قليلاً (الشكل 1/73) . السرة صغيرة بصورة عامة. الزخارف عبارة عن أضلاع منحنية بارزة، قد تحمل بالقرب من الهامش الخارجي عقيدات، تظهر مرتبة على شكل صفين في الهامش الخارجي. الهامش الخارجي منبسط أو أخدودي الشكل. الخط الدرزي معقد، والفص الجانبي أكثر عمقاً من الفص الخارجي، يميز هذا الجنس الألبان الأوسط والأعلى.



الشكل (73) يمثل بعض أجناس الأمونـ ات من رتبة الأمونيتيدا .

الجـــــنس أكانتوســـــيراس *Acanthoceras* **مـــــن فصـــــيلة** *Acanthoceratidae*:

قوقعـة ثخينـة تظهـر فيهـا جمـع الـدورات (الشـكل 3/73). السـرة كبيـرة. تتألف الزخارف من أضلاع بسـطة أو متفرعـة ، تحمل علـى مسارها عقيدات غير متساوية في الحجم. تصطف العقيدات على شكل سبعة صفوف موازية

للدورات: صف ممصي، صفان هامشـ ان، صفان تحت هامشـ ان، وصفان سريّان. الهامش الخارجي مدور. الخط الدرزي مؤلف من سروج عريضة. (السنوماني ان– التورون ان).

الجنس ماكروسكافيتس *Macroscaphites* من فصيلة *Macroscaphitidae*:

قوقعة قرصـ ة ملتفة في المراحل الأولى، تصبح مستقـ مة غير ملتفة تنحني في النهاية نحو الخلف، مشكلة عروة (الشكل3/73) . يميز هذا الجنس الكريتاسي الأسفل.

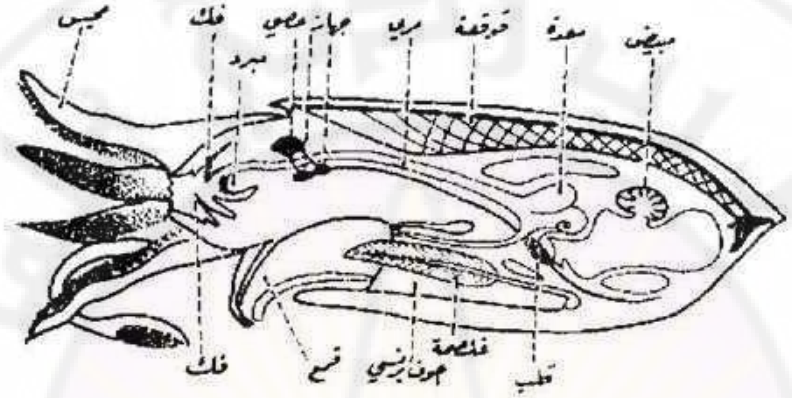
الجنس توريليتس *Turilites* من فصيلة *Turrilitidae*:

قوقعة مخروطـ ة حلزونـ ة، ملتفة حول محور متطاول، والالتفاف متساوي متراص (الشكل 4/73). الزخارف السطحـ ة على شكل أضلاع طولـ ة، ممتدة على جوانب المخروط تحمل على مسارها عقيدات. الخط الدرزي معقد مؤلف من سرج خارجي قصير، بينما الفصوص والسروج الجانبـ ة طويلة. (السينوماني ان– التورون ان).

3– تحت صف ثنائيات الغلاصم:

وهي مجموعة أقل أهمـ ة من الناحـ ة الباليونتولوجـ ة من المجموعتين السابقتين. نذكر من أمثلها الحالـ ة الحبار والأخطوط. تتميز أفرادها بصورة عامة بجسم متطاول، لها زوج واحد من الغلاصم، وزوج واحد من الأذينات القلبـ ة، كما تتميز بوجود كـ س الحبر. يكون عدد الأذرع محدوداً، مؤلفاً من ثمانـ ة أذرع في مجموعة أوكتوبودا *Octopoda* كما في الأخطبوط أو عشرة

أذرع في مجموعة ديكابودا *Decapoda* كما في الحبار (الشكل 74). تكون الأذرع مجهزة بأقراص ماصة، يستعملها الحيوان للتثبت على الصخر.



الشكل (74) يمثل مقطعا" طولا" في الحبار .

تتميز أفراد هذه المجموعة بعيون متطورة، وفكوك قرنية وقمع أنبوبي الشكل. القوقعة داخلية تغلفها ثنايات من البرنس، وقد تكون مفقودة في بعض الأفراد كما في الأخطبوط. يكون شكلها بيضوياً كما في الحبار، توجد في الناحية الظهرية للحيوان وتتألف من صفائح كلسية. ندرس من ثنائيات الغلاصم:

رتبة البلمنيتيدا (البلمنايات) *Belemnitida* :

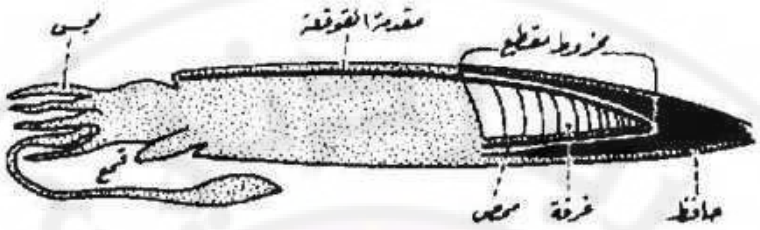
تشكل هذه المجموعة المنقرضة أهمية باليونتولوجية وستراتغرافية كبيرة ، نظرا" لاحتوائها على قواقع كلسية ، وجدت بكثرة في صخور الحقبين : الباليوزوي والميزوزوي.

فقد عثر على قواقع رتبة البلمنيتيدا اعتباراً من الدور الكربوني وانتشرت في الدور الترياسي، وتدل كثرة عددها وزيادة عدد أجناسها وأنواعها في الجوراسي

والكريتاسي على بلوغها أوج انتشارها في هذين الدورين. انقرضت معظم مجموعاتها في نهاية الكريتاسي، غير أن بعضها استمر حتى الايوسين، حيث عثر على آخر ممثليها.

قوقعة البلمنيتات:

تتألف قوقعة البلمنيتات من ثلاثة أقسام: الحافظ أو الكتلة المدعمة والمخروط المقطّع وأخيراً النتوء الظهري، أو مقدمة القوقعة (الشكل 75). تشكل الكتلة المدعمة أو الحافظ القسم الذي يحفظ عادة في الطبقات الرسوبية، ويظهر أنه لايوجد ما يقابله في قواقع النوتيلات والأمونات. فهو على شكل مخروط منتظم متطاول في الغالب (الشكل 1/76) يتراوح طوله بين 3 سم حتى 30 سم ، إلا أنه قد يكون منتفخا" أو مضغوطا" (الشكل 76 /5) ينتهي برأس دقيق. يكون لون الحافظ عادة رمادياً داكناً أو بنياً مائلاً إلى الاحمرار، وأحياناً يكون أبيض اللون. تشاهد على الحافظ مرازيب (الشكل 4/76) يعتقد أنها أماكن ارتكاز العضلات، ويمكن تمييز ميزابة بطنية واضحة، وميزابتين جانبيتين. تكون الميزابة البطنية عميقة في الأمام. ثم تصبح في الخلف أقل عمقاً، وتختفي بالقرب من تجويف الحافظ المخروطي . هذا ويشكل الحافظ النهاية الخلفية للحيوان، ويحتمل أنه كان يستخدم لتوازن الحيوان في أثناء السباحة، ويساعده لأخذ الوضع الأفقي. إن شكل الحافظ ومواضع المرازيب عليه يفيد في تعيين وتحديد الأجناس والأنواع في مجموعة البلمنيات.



الشكل (75) إعادة تمثيل أحد الأجناس في البلمنيتات
(اللون الأسود يشير إلى القوقعة).

بنـة الحافظ:

يتألف المقطع العرضي للحافظ من ألـاف من الكلسيت مرتبة عمودية على سطح الهـكل، مشكلة حلقة. تظهر الحلقات المتعاقبة على شكل دوائر متراكزة، تشبه حلقات النمو في جذوع الأشجار، إذ يمكن تمييز حلقات نمو عاتمة تحوي على نسبة عالـة من مادة عضوية، وهي تتعاقب مع حلقات نيرة مؤلفة تقريباً من الكلسيت، وهذه البنـة يمكن مشاهدتها أيضاً في المقاطع الطولـة.

المخروط المقطّع:

يبدي الطرف الأمـامي للحـافظ تجويفاً مخروطـاً متطـاولاً، يحتلـه المخـروط المقطّع (الشكل 75). وهذا الأخير مقسم إلى غرف بواسطة حواجز مقعرة نحو الأمـام، تتـرك بينهـا مسـافات صـغيرة، لهـا شـكل زجاجـة السـاعة. يختـرق هـذه الحـواجز الممـص الـذي يحتـل المنطقـة الجداريـة البطينـة . ويقابـل المخـروط المقطّع القوقعة الخارجـة عند النوتيلـات والأمونـات.

مقدمة القوقعة:

يستطيل المخروط إلى الأمام من الناحـ ة الظهرية، على شكل امتداد مكوناً ما يسمى بمقدمة القوقعة. وهذا القسم رقيق ينكسر في أثناء الاستحاثة، لذلك فإن حفظه مع الهـكل لا يكون إلا في الحالات النادرة.

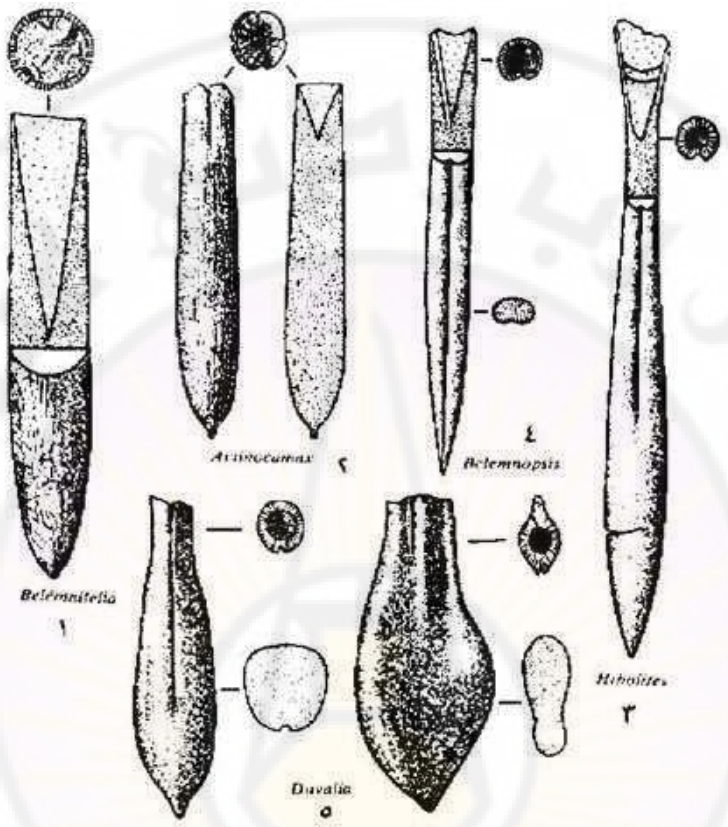
ندرس من البلمذ ات الأجناس التالـ ة:

الجنس بلمنيتلا *Belmnitella* من فصيلة *Belemnitidae*:

تتألف القوقعة من حافظ أسطواني الشكل تقريباً، ومخروط مقطّع يحوي على غرف متعددة ذات ثخانات قليلة (الشكل 1/76). تقع مقدمة القوقعة في الجانب الظهري. المقطع العرضي دائري الشكل. يشاهد على سطح الحافظ أخدود مستقـ م ظهري، وآخر بطني، بالإضافة إلى زخارف على شكل حبيبات. يميز هذا الجنس الكريتاسي الأعلى.

الجنس أكتينوكاماكس *Actinocamax* من فصيلة *Belemnitidae*:

تتألف القوقعة من حافظ أسطواني الشكل، ومخروط مقطّع قصير (الشكل 2/76) ، يدعَّم بالحافظ في قسمه الأمامي فقط، ولذلك يكون عرضة للتكسر . الأخدود البطني قصير. المقطع دائري يبدي أربع انخماصات متقابلة. يميز هذا الجنس الكريتاسي الأعلى.



الشكل (76) يمثل بعض أجناس البلمنيتات .

الجنس هيبوليتس *Hibolites* من فصيلة *Belemnitidae*:

تتألف القوقعة من حافظ متطاول بشكل الحربة (الشكل 3/76). يمتد الأخدود البطني نحو الناحية الخلفية امتداداً طويلاً. تميز أنواع هذا الجنس الفترة بين الجوراسي الأعلى والكريتاسي الأسفل.

الجنس بلـ منوبسـ س *Belemnopsis* من فصيلة *Belemnitidae*:

تتألف القوقعة من حافظ أسطواني الشكل تقريباً (الشكل 4/76). الأخدود البطني يمتد حتى قمة الحافظ. يميز هذا الجنس الجوراسي الأوسط.

الجنس دوفالـ ا *Duvalia* من فصيلة *Belemnitdae*:

تتألف القوقعة من حافظ قصير وعريض، نتـ جة انضغاطه الجانبي (الشكل 5/76) حيث يبدي تناظراً جانبـ اً بالنسبة للمستوى البطني – الظهري. لايوجد في الحافظ أخدود بطني، وإنما أخدود ظهري قصير. تميز أنواع هذا الجنس الفترة بين الجوراسي الأعلى، والكريتاسي الأسفل.

أهمـ ة رأسـ ات الأرجل الجيولوجـ ة

تبـدي قواقـع رأسـ ات الأرجـل أشـكالاً متنوعـة كثيـرة. وصـفات تطوريـة، بالإضافة إلى توزع جغرافي واسع. وهما صفتان رئـ سيتان للمستحاثات الجيدة. فالأمونيتـات (إحـدى مجموعـات رأسـ ات الأرجـل) هـي مسـتحاثات مرشـدة ، تعطـي أفضـل الأمثلـة عن التطور، وتساعد على تعيين دقيق لعمر الطبقات الجيولوجـ ة التي تحويها.

ويعود التوزع الجغرافي الواسع لأجناس وأنواع رأسـ ات الأرجل، إلى حـ اتها السباحـ ة، التـي لا تتعلق بعمق المـاء، ولا بصـفات القعر الليتولوجـ ة، كمـا أنـه يعود إلى إمكانـ ة طفو القواقع بعد موت الحيوانـات، ونقلها بالتـ ارات والأمـواج البحرية، إلى مسافات بعيدة.

التاريخ الجيولوجي للأمونوئيدات

خلاصة: انفصلت الأمونوئيدات عن النوتيلوئيدات في أثناء دور الديفوني. وقد بقي عدد الأجناس قليلاً حتى دور الجوراسي الذي شهد تكاثرها عدداً ونوعاً. وقد قاربت هذه المجموعة أن تنقرض بنهاية دور الجوراسي غير أنها عادت لتصل إلى دورة نموها العددي في أثناء دور الجوراسي. وقد تناقص بعد ذلك عدد أجناسها تدريجاً حتى انقرضت بنهاية دور الكريتاسي.

ويشار عادة الأمونوئيدات دهر الحياة القديمة بالجوناتيتات Goniatites وذلك لطبيعة خطوط الدرز المزوية الشكل. وهي عادة صغيرة الحجم ملتفة إلى الداخل إلى حد ما، وذات صدفة ملساء، كما أنها نادرة الزخرفة. ويوجد جنس الجوناتايتس **Goniatites** (الشكل 58 ب) في الصخور الطينية وبعض الأحيان في الصخور الجيرية للدور الكربوني.

وقد استعملت الجوناتيتات الأخرى في تقدير أعمار سحنات الطبقات في أماكن وجودها بالعالم مثال الملستون جرت Millstone Grit البريطانية. كما توجد مستحاثات هذه المجموعة كعينات مفتتة داخل الصخور الطينية السوداء، أو متكاملة داخل العجيرات nodules أو ما يسمى بالسبائك bullions (الشكل 61). وعادة ما يوجد معها عدد قليل من المستحاثات الأخرى إلى جانب ذوات المصراعين (الدانباريلا **Dunbarella**، شكل 28 أ والبوسيدونيا **Posidonia**).

وقد عاشت الجوناتيتات خلال دور البرمي، غير أن كثيراً من الأنماط ذوات خطوط الدرز المعقدة قد فاقتها عدداً والتي كان من أهمها تلك التي

تميزت بخطوط درز سيراتة Ceratitic. وقد بقيت الأخيرة ذات أهمة حتى أواسط دور الترياسي ومن أهم أمثلتها السيراتايتس Ceratites (دور الترياسي الأوسط ، الشكل 77) .

وقد برزت الأمونيتات الحقة بخطوط درز مميزة في أثناء أواخرالباليوزوي (حقب الحياة القديمة)، غير أنها لم تكن ذات أهمة حتى دور الترياسي حيث ازداد عددها ووصلت إلى قمة تنوعها. وأكثر أنواع خطوط الدرز تعقيداً قد وجدت بأمونيتات دور الترياسي.

وتنتشر الأمونيتات عموماً بالصخور البحرية لدوري البرمي والترياسي وذلك في كل من أوروبا وأمريكا الشمالية.

ولقد استطاعت عائلة واحدة من هذه المجموعة المعمرة بعد دور الترياسي (المونوفايلايتس **Monophyllites** ، لوحة 4 عضو بدائي) وقد تفرع من هذه العائلة أنماط متلاحقة وذلك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة. وساعد تنوع أفراد هذه العائلة وعددها الكبير في تقسم صخور دور الجوراسي وإلى حد ما دور الكريتاسي إلى أنطقة وكذلك في مضاهاة طبقات تلك الفترة . وقد برزت أهميتها بناء على عدة عوامل من أهمها:

1- جودة حفظها في معظم الأحيان.
2- سهولة التعرف عليها.
3- انتشارها الواسع.
4- تنوعها السريع عبر الزمن.
5- وجودها في السحنات الطبقية المختلفة.



الشكل (77)

أمونوئيد ترياسي ، سيراتيت من الترياسي الأوسط (X 1.3).

Damascus University

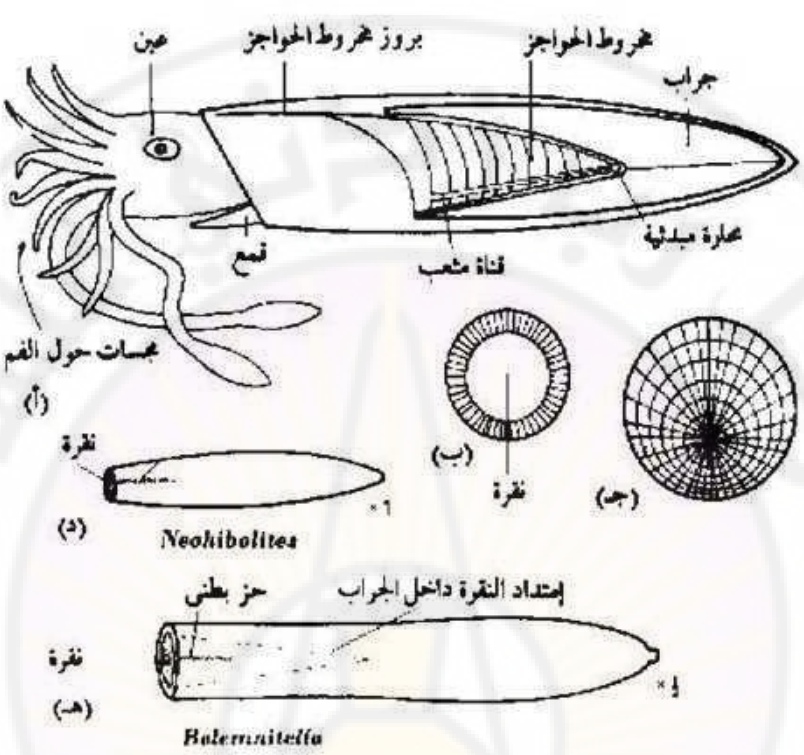
التاريخ الجيولوجي للبلمنيتات

الخلاصة:

بدأت البلمنيتات خلال الفترة المتأخرة من دور الكربوني. وعموماً فقد استمر مداها إلى نهاية دور الكريتاسي وفي مكان واحد حتى عصر الأيوسين.

وقد انتشرت البلمنيتات بكثرة وتنوعت خلال دوري الجوراسي والكريتاسي.

وتوجد بقاياها في الصخور المختلفة غير أنها أكثر وجوداً بالصخور الطينية. وهناك أجناس عدة منها حيث تميز عن بعضها بشكل جرابها وترتيب التحززات على سطحها. وللبلمنيتات أهمية لا بأس بها لعلم الطبقات حيث تستعمل للتقسيم إلى نطاقات زمنية معينة.



الشكل (78) شكل البلمنيتات

أ ، قطاع مبسط في هـ كل بلمنتيت بسطح التماثل الثنائي ، احتمال ترتيب الأجزاء الرخوة .

ب ، جـ ، قطاعان مستعرضان في الجراب عند منطقة النقرة (ب) تحت هذه النقرة (جـ) ، د ، هـ ، أمثلة للبلمنيتات .

Damascus University

مصطلحات

النقرة alveolus: فجوة في الطرف الأمامي للجراب يقع بداخلها مخروط الحواجز بالبلمنيتات (الشكل 78 هـ).

الفتحة apertus: الجهة المفتوحة لحجرة الجسم (الشكل 52 ب).

غطاء فتحة المونيت aptychi: زوج من الصفائح تقوم بتغطية الفتحة في بعض أنماط الأمونيت (الشكل 56). وبعض الأنماط لها صفحة غطائية واحدة.

حجرة الجسم body chamber: آخر الحجرات وهي تحتوي على الجسم.

الحجرة: chamber: فرغ بين حجابين متجاورين (الشكل 49).

الصدفة غير محكمة الالتفاف evolute: وصف يشير للأصداف الملتفة والتي تغطى فيها الثنية الأخيرة جزئياً فقط الثنيات التي تسبقها . ويتميز هذا النمط من الأصداف بسرّة واسعة.

ثقب الحجاب foramen: فتحة وسط الحجاب يمر من خلالها الأنبوبة المثعبة (الشكل 49 هـ).

القمع funnel: عضو أنبوبي يستعمل في السباحة حيث يدفع الحيوان من خلاله الماء من داخل الوشاح.

الجراب guard: أنبوبة تشبه السجار تحوي بداخلها الجزء الخلفي لمخروط الحواجز بالبلمنيتات (الشكل 78 أ).

جيب الفم السفلي hyponomic sinus: ضيق متعدد الفتحات على شكل منحني عند الجهة البطنية وذلك ليترك مجالاً لمرور القمع (الشكل 49 ز).

الالتفاف إلى الداخل involute: التفاف الصدفة المحكم بحيث تحوي الثنـة الأخيرة الثنـات التي تسبقها وتكون السرّة في هذه الحالة صغيرة (الشكل 58 ب).

الحرف keel: حافة بارزة على الجهة البطنـة (الشكل 60 ب).

الزنمة lappet : بروز من الصدفة إلى الأمام على جانبي الفتحة في بعض أنماط الأمونيتات (الشكل 57).

المخـروط المسـتقـم orthocone: وصـف يسـتعمل لصـدفة النتيوليـدات المستقـمة (الشكل 49 ز).

المخروط الحاد oxycane: صدفة ملتفة إلى الداخل من جهة بطنـة حادة (الشكل 58 أ، جـ).

مخروط الحواجز phragmocone: جزء الصدفة المقسم إلى حجرات (الشكل 49 أ ، 52 جـ).

مخروط بـضاوي planulate: وصف للصدفة غير محكمة الالتفاف وقطاع بـضاوي الشكل (الشكل 52 هـ).

بـروز مخـروط الحـواجز pro-ostractum: بروز ظهري لمخروط الحواجز بأصداف البلمنيتات.

الفصل الرابع

عضديات الأرجل *Brachiopoda*

تشكل عضديات الأرجل إحدى المجموعات الحيوانية اللافقرية الهامة ، التي توجد على شكل مستحاثات . فهي حيوانات بحرية لها قيمة ستراتغرافية كبيرة في تعيين أعمار الطبقات بسبب تعدد أشكال قواقعها وتغيرها مع الزمن. عثر على هياكلها منذ أقدم العصور الجيولوجية ، غير أنها انتشرت بصورة خاصة في الحقبين الباليوزوي والميزوزوي انتشارا" كبيرا" . وهي لازالت ممثلة حالي ا" بنحو 200 نوع ، أما أشكالها المستحاثة فيبلغ عددها حوالي 30 ألف نوع .

يتألف الهيكل الذي يحمي الأجزاء الرخوة من كربونات الكلسيوم ، أو من فوسفات الكلسيوم والكيتين . وهو على شكل مصراعين متمفصلين يشبه ظاهريا" هيكل الرخويات ذوات المصراعين ، غير أنه يتميز عنه بصورة عامة بالصفات التالية :

1- يؤدي عدم تساوي المصراعين في الشكل والحجم إلى تمييز المصراع البطني الكبير أو المصراع الحامل للرجيلة ، والمصراع الظهري الصغير أو المصراع العضدي.

2- ينتهي كل مصراع من الناحية الخلفية بعقفة أو منقار يكون أكثر بروزا" ووضوحا" في المصراع البطني ، مزودا" في بعض المجموعات بفتحة خاصة تخرج منها رجيلة لتثبيت الحيوان.

3- يكون المصراعان متناظرين جانبا" بصورة عامة بالنسبة للخط المار من العقفة أو المنقار نحو الجانب الهامشي المقابل ، حيث يقسم المصراعين إلى قسمين متساويين ومتشابهين .

4- تتم عملية فتح المصراعين بعضلات خاصة مبعدة .

تعيش عضديات الأرجل بصورة رئيسية متثبتة على قاع البحار الضحلة، فهي إذن من الحيوانات القاعية . تتثبت على القاع بواسطة رجيلة أو مباشرة بالتحام أحد مصراعيها على الصخر ، أو بواسطة نتوءات شوكية، وقد يعيش قسم منها على القاع دون تثبيت . توجد أغلبية عضديات الأرجل في المنطقة الشاطئية التي لا يتجاوز عمقها 150 م . ويتراوح طول مصراعيها بين 5 مم حتى 80 مم ، ونادرا" ما تصل إلى 30 سم في عضديات الأرجل العملاقة كما في الجنس *giganteus Productus* الذي وجد في الدور الكربوني .

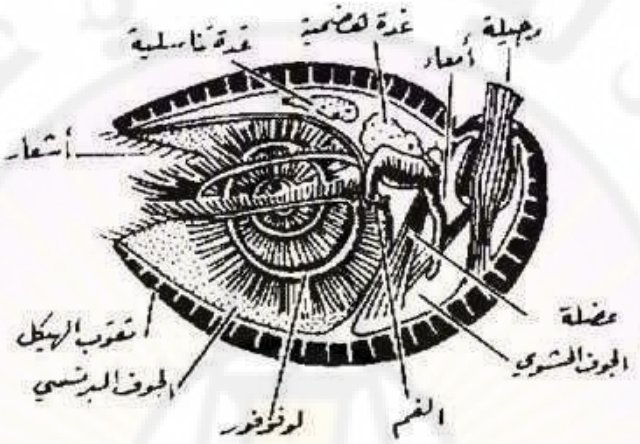
تتغذى عضديات الأرجل على المتعضيات المجهرية ، التي تحملها معها التيارات المائية الداخلة التي تحدثها حركة الأهداب المثبتة على جهاز خاص يسمى (اللوفوفور) .

عرفت عضديات الأرجل منذ الكمبري ، حيث وصف أكثر من 500 نوع ولذلك فإن ظهورها قد تم ، دون شك ، في الحقب ماقبل الكمبري ، وهذا ما يدل على تعقيد بنية مستحاثاتها الكمبرية .

الأجزاء الرخوة :

تقوم الأجزاء الرخوة بجمع الوظائف الحيوية ، بينما تقوم الأجزاء الصلبة، التي تكون خارجية ، بوظيفة الحماية . تتألف الأجزاء الرخوة في عضديات الأرجل (الشكل 79) من الجهاز الهضمي وجهاز الدوران والإفراغ والغدد التناسلية والعضلات المختلفة . وهذه الأجهزة تتجمع في القسم الخلفي من

القوقعة ، ويحـط بها البرنس المؤلف من وريقتين يغلف إحداها جدار القوقعة الداخلي ، ويسمى الفراغ الحاصل بين الوريقتين بالجوف البرنسي. ويلاحظ في كثير من الأجناس أن حواف البرنس ثخينة وتحمل أشعارا" كيتينـة .



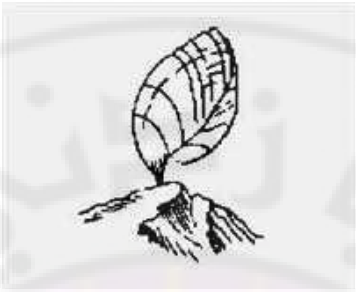
الشكل (79) يمثل الأجزاء التشريحـية في عضديات الأرجل المتمفصلة الحالـة (اللون الأسود يمثل القوقعة الكلسـية) .

يوجد الفم في القسم الخلفي من الجوف البرنسي ، ويقود إلى مري ثم إلى معدة ، يلحق بها غدد هضمـية ، وبعدها إلى أمعاء . ويلاحظ في عضديات الأرجل اللامتمفصلة أن الأمعاء تنتهي بالشرج الذي ينفتح في الجوف البرنسي ، بينما يلاحظ في عضديات الأرجل المتمفصلة أن نهاية الأمعاء مغلقة أي لا تنفتح بشرج . أما الجهاز العصبي فيتألف من حلقة حول المري ، تخرج منها أعصاب تعصب كل من البرنس واللوفوفور . يتألف جهاز الإفراغ من أقنـة ، يجري فيها سائل ، تتوزع في الجوف الحشوي ، وتمر إلى الجوف البرنسي . كمـا تمتـد اسـتطالات مـن الجـوف الحشـوي نحـو الجـوف البرنسـي ، وتتـرك انطباعاتها على السطح الداخلي للقوقعة ، يمكن رؤيتها بوضوح على شكل

حروف بارزة في الأشكال المستحاثة . هذا ويحتل اللوفوفور معظم القسم الأمامي من الجوف البرنسي . وهو عبارة عن شريطين ملتفين ينشآن من الفم يشكلان العضد . تغطي العضد أهدابا" مهتزة، تحرض بحركتها تيارا" مائيا" يسير إلى داخل القوقعة نحو الفم ويحمل معه المواد الغذائية الدقيقة ، والأوكسجين اللازم للتنفس حيث تتم المبادلات الغازية في البرنس ، وفي أهداب اللوفوفور . يتثبت اللوفوفور على هيكل كلسي في المصراع العضدي يختلف شكله حسب الأجناس ويسمى بالجهاز العضدي .

تتكاثر عضديات الأرجل تكاثرا" جنسيا" . والجنسان فيها منفصلان ، وتوجد الأعضاء التناسلية في الجوف الحشوي ، وتترك أحيانا" آثارها على جدار القوقعة الداخلي . تنشأ عن البيضة الملقحة يرقة حرة لها ثلاثة فصوص ، ومغطاة بأهداب مهتزة . تعيش سابحة في البدء ، ثم لا تلبث أن تتثبت بأحد الفصوص (الفص الخلفي) ، الذي يستطيل ويعطي الرجيلة الابتدائية . ثم تظهر القوقعة الصغيرة في القسم الداخلي من الفصوص ، وتكون في البداية قرنية ، ثم تصبح كلسية بالتدريج وفي نفس الوقت تتمايز الأجهزة المختلفة في الكتلة الحشوية .

تتثبت القوقعة بالرجيلة (الشكل 80) التي قد تكون طويلة أو قصيرة ، وهي تخرج من فتحة خاصة في أحد المصراعين ، الذي يسمى المصراع الحامل للرجيلة ، أو المصراع البطني ، أو تخرج من بين المصراعين في بعض المجموعات الأخرى . وقد تضمر الرجيلة أحيانا" في بعض المجموعات بمراحل النمو الأولى ، فيستند الحيوان عندئذ على قوقعته ، أو على أشواك تصدر عنها . وقد تتثبت عقفة المصراع البطني بملاط كلسي مباشرة على قاع البحر .

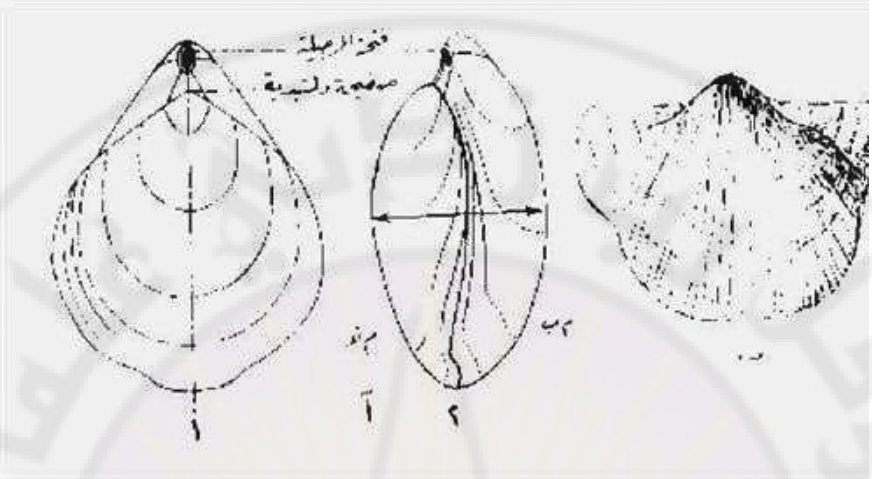


الشكل (80) تثبيت قوقعة عضديات الأرجل بالرجيلة .

يتحرك المصراعان بواسطة عضلات موجودة في الجوف الحشوي ، يمكن ملاحظة آثار انطباعاتها على الجدار الداخلي للقوقعة ، وتفيد في تصنيف عضديات الأرجل وتقوم هذه العضلات بوظيفة فتح وإغلاق مصراعي القوقعة ، كما أن هنالك عضلات خاصة ، في بعض المجموعات، تسهل الحركات الجانبية لمصراعي القوقعة ، وعضلات خاصة بالرجيلة .

الأجزاء الصلبة :

يختلف شكل القوقعة اختلافا" كبيرا" . فقد تكون ذات محيط بيضوي الشكل (الشكل 81 / آ) ارتفاعه أكبر من عرضه ، كما في الجنس تربراتولا *Terebratula* أو يكون عرضه أكبر من ارتفاعه (الشكل 81 / ب) له جانب مستقيم كما في الجنس برودوكتوس *Productus* أو الجنس سبيريفر *Spirifer* أو يكون دائري الشكل . وقد يكون شكل القوقعة غير منتظم نتيجة تثبتها .



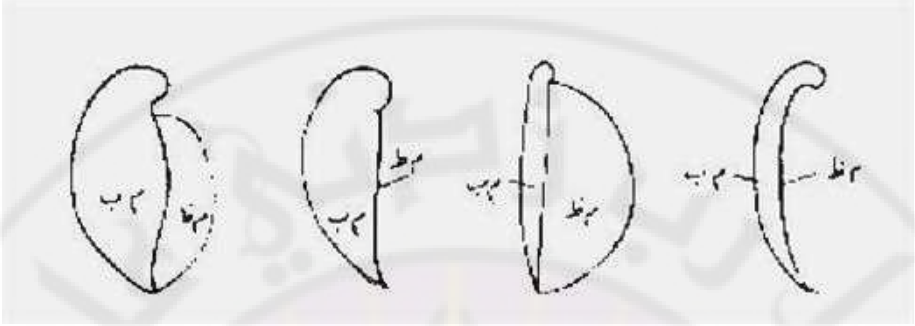
الشكل (81) يمثل شكل القوقعة

(م ظ : مصراع ظهري ، م ب : مصراع بطني)

آ – الجنس تربراتولا Terebratula 1– منظر مرئي أمام المصراع الظهري (م ظ)

2– منظر جانبي . ب – الجنس برودكتوس Productus .

أما بالنسبة لشكل المصراع فقد يكون محدبا" أو مقعرا" أو مستويا" (الشكل 82) . أما خط تماس المصراعين فمكن أن يكون مستويا" أو متعرجا" ، نتيجة وجود ثنيات متوافقة في المصراعين . يكون السطح الخارجي للقوقعة أملس ، أو مزخرفا" بخطوط نمو متراكزة متوازية أو مزخرفا" بأشواك ، أو حبيبيا" ، أو يحوي على حروف ومضازيب عمودية على خطوط النمو ومشعة من العقفة نحو المحيط . تفيد هذه الزخارف المختلفة في تمييز الأجناس بعضها عن بعض .



الشكل (82) يمثل تنوع شكل المصراعين
(م ظ : مصراع ظهري . م ب : مصراع بطني) .

يمكن أن نميز في عضديات الأرجل اعتمادا" على تمفصل المصراعين مجموعتين: مجموعة عضديات الأرجل اللامتمفصلة حيث يرتبط المصراعان فيها من الداخل بالعضلات فقط ، و مجموعة عضديات الأرجل المتمفصلة حيث يرتبط المصراعان فيها بالإضافة إلى العضلات بمفصلة مؤلفة من أسنان وتجاويف متوافقة تؤمن للمصراعين ارتباطا" متينا" على طول خط التمفصل .

بنة الجدار :

تتركب القوقعة التي يفرزها البرنس في عضديات الأرجل المتمفصلة من كربونات الكلسيوم . ويتألف جدارها من ثلاثة طبقات (الشكل 83) :

1- طبقة داخلية مؤلفة من مواشير من الكلسيت مرتبة ترتيبا" مائلا" بالنسبة إلى سطح القوقعة ، وهي أثخن الطبقات .

2- طبقة متوسطة مؤلفة من صفحات من كربونات الكلسيوم موازية للسطح ، وهذه الطبقة قد تكون مفقودة في بعض المجموعات .

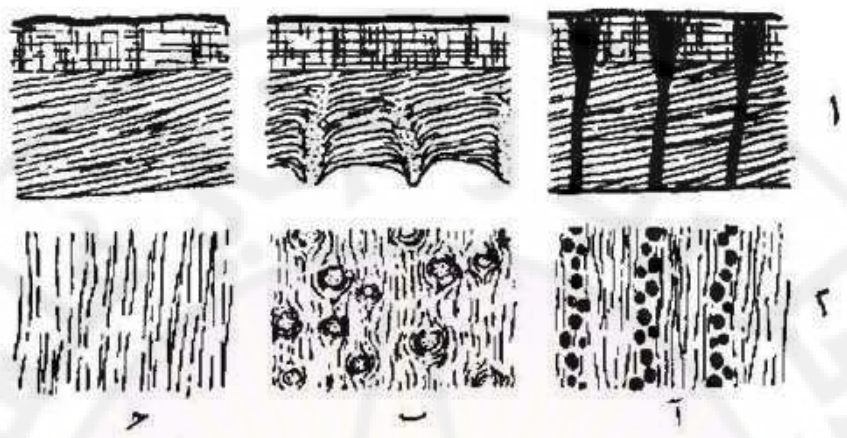
3- طبقة خارجية مؤلفة من مادة كيتينية تزول في أثناء الاستحاثة .

يخترق الطبقة الداخلة والمتوسطة في بعض المجموعات أقنة عمودية تتسع نحو السطح الخارجي ، وتحوي في أثناء الحياة امتدادات من البرنس . تشاهد ثقوب الأقنة المستديرة من الخارج في بعض الأشكال المستحاثة ، عندما تزول الطبقة الكيتينة ، وهذا ما يعطي لسطح الجدار بنة نقطة (الشكل 83 / آ) . أما في المجموعات الأخرى فتكون الأقنة مفقودة، غير أن سطح الجدار في بعضها يظهر بمظهر نقطي كاذب بسبب وجود أعمدة من الكلسيت في طبقة الجدار الداخلة .

أما الجدار في عضديات الأرجل اللامتمفصلة ، فيتألف من تعاقب طبقات كلسة وكيتينة، بالإضافة إلى طبقات من فوسفات الكلسيوم . يجتاز الجدار في هذه المجموعة أقنة ، وهي أكثر عددا" وأشد نعومة منها في عضديات الأرجل المتمفصلة.

المفصلة :

يظل المصراعان مستقلين عند بعض عضديات الأرجل دون تمفصل ، ويرتبطان مع بعضهما البعض بواسطة العضلات والبرنس فقط ، وهذه المجموعة تشكل عضديات الأرجل اللامتمفصلة .



الشكل (83) يمثل بنية الجدار في عضديات الارجل :

آ – جدار ذو بنية نقطية . ب – جدار ذو بنية نقطية كاذبة . جـ – جدار مصمت (غير مثقب) 1– مقاطع عرضية في الجدار . 2– مقاطع موازية لسطح الجدار .

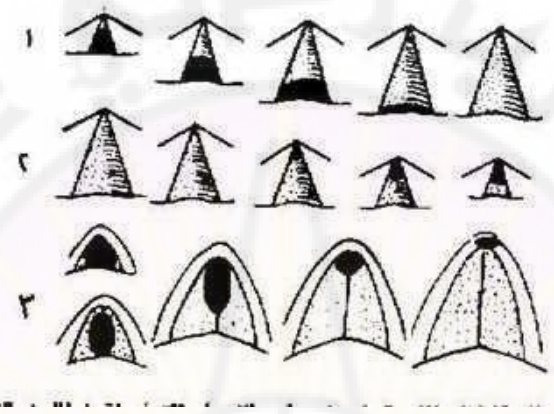
أما عند الأشكال الأخرى ، وهي الأكثر عددا" ، فيتمفصل المصراعان بمفصلة مؤلفة من سنين على جانبي العقفة في المصراع البطني (الشكل 6/85) يقابلهما تجويفان في المصراع الظهري (الشكل 7/85) . تدعى منطقة تمفصل المصراعين بالخط السني ، الذي قد يكون قصيرا" ومنحنيا" أو طويلا" مستقيما" . يلاحظ بين الخط السني والعقفة في بعض المجموعات وجود منطقة مثلثة الشكل تعرف بالفسحة يكون سطحها أملس أو يحوي على خطوط نمو موازية للخط السني . توجد هذه الفسحة في المصراعين ، ولكنها تكون موجودة فقط بالمصراع البطني في بعض المجموعات .

تثبيت القوقعة :

تتثبت القوقعة في جمع عضديات الأرجل الحالة تقريبا" ، على قاع البحر ، أو على أجسام أخرى ، غير أن بعض الأشكال المستحاثة كانت حرة في المراحل الكهلة . فقد تتثبت بعض الأشكال بأحد مصراعيها ، أو بواسطة أشواك موجودة على سطح قوقعتها ، أو بواسطة رجيلة عضلة (الشكل 80) تدعمها مادة قرنة تخرج من ثقب خاص ، يقع تحت عقفة المصراع البطني ، أو تخرج من بين عقفتي مصراعيها . ويؤدي تقلص الرجيلة أحانا" لانسحاب الحيوان إلى مخبئه .

تكون الفتحة التي تمر منها الرجيلة ذات بنات وأشكال مختلفة ، ودراستها تفيد في تصنف عضديات الأرجل . وأبسط الحالات هو أن يتقاسم المصراعان تشكيل الفتحة التي تخرج منها الرجيلة ، كما في الجنس لنغولا *Lingula* ، ويلاحظ هذا النمط من الفتحة في الأشكال البدائية . أما في الأشكال الأخرى ، فلاحظ أن الفتحة مقتصرة على المصراع البطني فقط . فقد تكون الفتحة مثلثة الشكل ، تقع تحت العقفة تعرف باسم الدلتيريوم *Deltherium* (الشكل 84) تبقى مفتوحة أو تغلق جزئيا" في بعض المجموعات بنمو توضعات كلسية من الجانبين ، على شكل صفحتين كلسيتين تلتقيان على الخط المتوسط ، حيث تشكل الدلتيريوم *Deltherium* تاركة بالقرب من العقفة فتحة مستديرة ، أو بيضوية تسمى النخروب *Foramen* لخروج الرجيلة (الشكل 3/84) . وقد يتم إغلاق الدلتيريوم بصفحة تنمو من الأسفل نحو العقفة (الشكل 2/84) أو بالعكس (الشكل 1/84) وتشكل ما يسمى بالدلتيريوم الكاذب *Pseudodeltidium* . وهذا الأخير يشبه ظاهريا" الدلتيريوم ، ولكنه يختلف

عنـه بطبـيعـة تشكله . وقـد تغلـق الفتحـة نهائـيا" فـي بعـض الأشكال ، وتخـرج الرجيلة من فتحة في مركز المصراع وتكون عمودية عليه .



الشكل (84) يمثل أشكال الفتحة في عضديات الأرجل المتمفصلة (اللون الأسود) . 1- تشكل الدلتيديوم من الأعلى نحو الأسفل (الدلتيديوم الكاذب) . 2- تشكل الدلتيديوم من الأسفل نحو الأعلى (الدلتيديوم الكاذب) . 3- تشكل الصفائح الدلتيدية .

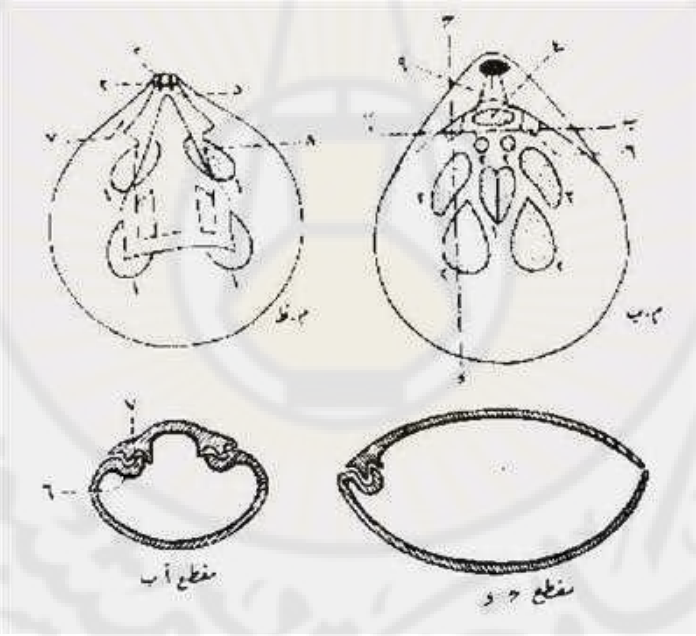
الانطباعات العضلية :

يتحـرك المصـراعان فـي عضـديات الأرجـل بواسـطة عضـلات . تسـمى العضـلات التـي تفتح المصـراعين بالعضـلات المبعدة ، بينمـا تسمى العضـلات التي تغلقها بالعضلات المقربة . وهذه العضـلات تترك بعد موت الحيوان آثار التصاقها على جدار القوقعة الداخلي . فقد تكون هذه الآثار محززة بارزة أو منخمصة .

يوجـد فـي عضـديات الأرجـل المتمفصـلة 5- 6 أزواج مـن العضـلات (الشكل 85) وقد يكون عددها في بعض الأجناس زوجين من العضلات المبعدة ، وزوجـا" واحدا" من العضلات المقربة . ويوجد أيضـا" بالإضـافة إلـى

هذه العضلات عضلات خاصة للرجيلة تقوم بوظ فة سحب الحيوان إلى مخبئه عند تقلصها .

أما في عضديات الأرجل اللامتمفصلة ، فالعضلات تكون أكثر تعقيدا"، إذ تلاحظ بالإضافة إلى العضلات المقربة والعضلات المبعدة عضلات تقوم بتحريك المصراعين حركات جانب ة بالنسبة إلى بعضها البعض . هذا ويوجد في بعض المجموعات صف حة كلس ة خاصة بشكل الملعقة في القسم المركزي للمصراع البطني ، ترتكز عليها العضلات وتعرف هذه الصف حة بالسبوندیليوم *Spondylium* .



الشكل (85) يمثل آثار التصاق العضلات في الجنس ترابراتولا Terebratula ومقطعان في الهكل حسب آ ب ، جـ د

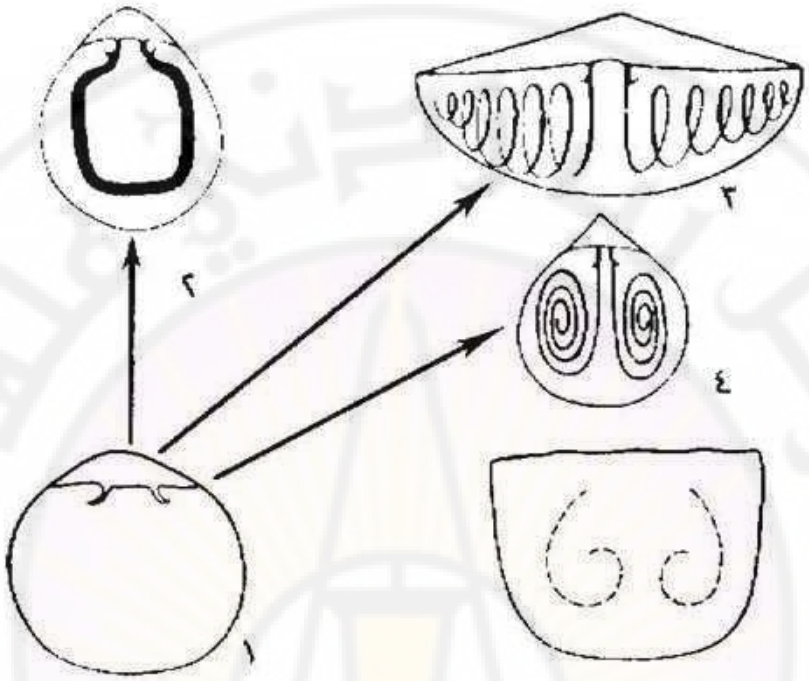
1- عضلات مقربة . 2- عضلات مبعدة . 3- عضلة رجيل ة بطن ة . 4- عضلة رجيل ة متوسطة . 5- عضلات رجيل ة ظهرية . 6- سن . 7- تجويف سني . 8- كرورا . 9- صف حة دلتيدية . (م ب : مصراع بطني ، م ظ : مصراع ظهري) .

الجهاز العضدي :

إن اللوفوفور الذي يحتل معظم الجوف البرنسي ، يكون محمولا" على هكل خاص يعرف بالجهاز العضدي Brachidium . يتثبت هذا الجهاز على القسم الخلفي الداخلي للمصراع الظهري ، ويختلف شكله بحسب المجموعات المختلفة (الشكل 86) ويفيد في التصنف .

فقد يتألف من نتوءين متناظرين قصيرين ومنحنيين ، يعرفان باسم الكرورا Crura كما في الجنس رنكونلا Rhynchonella وهي حالة بدائية (الشكل 1/86) . وقد تتصل الكرورا في بعض الأجناس كما في الجنس Terebratula بشريط كلسي ملتف على شكل عروة كلسية (الشكل 2/86) .

ويلاحظ في كثير من عضديات الأرجل المميزة للحقبين الباليوزوي والميزوزوي أن الجهاز العضدي يكون أكثر تعقيدا" حيث يأخذ شكل مخروطين متقابلين بالقاعدة ، كما في الجنس سبيريفير Spirifer (الشكل 3/86) أو متقابلين بالرأس كما في الجنس أتريبا Atrypa (الشكل 4/86). هذا وإن الجهاز العضدي يكون مفقودا" في عضديات الأرجل اللامتمفصلة ، وكذلك في بعض عضديات الأرجل المتمفصلة الابتدائية .



الشكل (86) يمثل أشكال الجهاز العضدي في عضديات الأرجل .
1- الكرورا . 2- عروة كلسية . 3- مخروطان متقابلان بالقاعدة . 4- مخروطان متقابلان بالرأس .

شكل الصدفة وطبيعة إثنان من عضديات الأرجل :

اللينجيـــولا Lingula : (الشكل 87 أ – جـ) . من عضديات الارجل المتمفصلة ذات صدفة نصف شفافة ، ملوقة spatulate الشكل ، مستدقة الطرف الخلفي قليلا" ، المصراعان متساويين في الحجم وكلاهما يشارك في فتحة العنيق ، يوجد على سطح الصدفة الخارجي خطوط نمومنتظمة . وعموما" فإن جنس اللينجيولا lingual ذا مدى جيولوجي طويل ولكن مدى أنواعه عادة ما يكون قصيرا" .

العمر : الحين السيلوري إلى العصر الحاضر .

وتوجد اللينجيولا **Lingula** اليوم في مـاه شواطىء الجزر الـابانـة حيث تحفر لها ملجأ بالرمال والطين . وهي غالبا" ما توجد في المسطحات الطينـة والتي يتم انحسار الماء عنها في أثناء الجزر . وتختلف اللينجيولا **Lingula** عن بقـة عضديات الأرجل في طريقة معـشتها . فهي تعـش مثبتة بعنيق أنبوبي طويل داخل جحر قد يصل عمقه إلى 300 ملـمترا" ، بينما غذائها من المقدمة التي تكون أعلى طرف بها بمدخل الجحر . ووقت الجزر أو عند انزعاجها تنسحب داخل الجحر بشد العنيق . وهي تختلف عن باقي عضديات الأرجل التي تعـش في مـاه البحر بمقدرتها على المعـشة لوقت قصير في نطـاق الجزر قـد يصـير مويلحـا" brachish نتـجـة لفـضـان مـاه الأنهـار . وكمستحاثة عادة ما توجد اللينجيولا **Lingula** في الطبقات الطينـة دون غيرها من عضديات الأرجل .

التيريبراتيولينـا Terebratulina : (الشكل 87 د – ز) . من عضـديات الأرجل المتمفصلة ، ذات صدفة محدبة الجانبين ، بـضاوية الشكل إلى حد ما، مستدقة تجاه المنقار. خط المفصل عموما" ما يكون قصيرا" ذا انحناء طفـف ، الثقب كبير والفتحة الدالـة أسفله مقفولة بزوج صغير من الصفائح الدالـة ، لها عروق دقـقة في وضع شعاعي متمركز عند المنقار ، العضيد قصير وعلى شكل عروة دائرية .

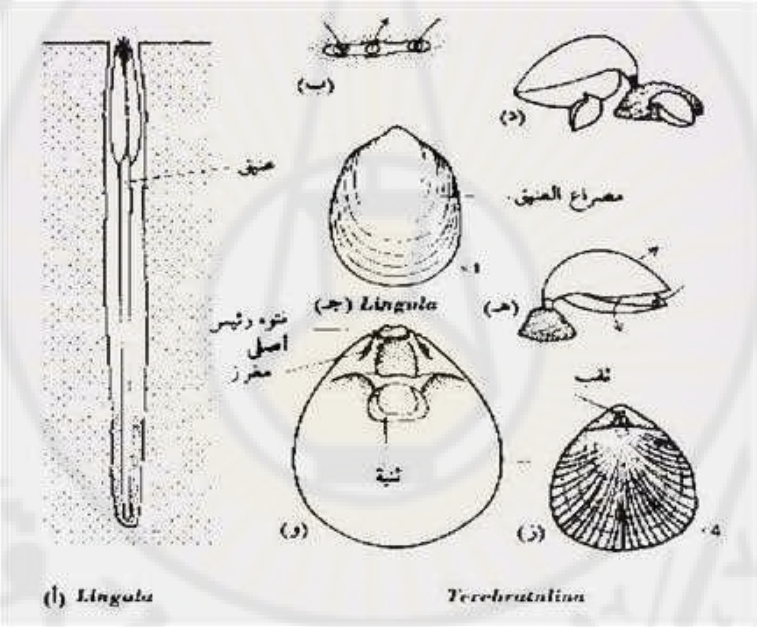
وتوجد التيريبراتيولينا **Terebratulina** عند شواطىء المحـط الأطلسي الشمالـة . وهي تعـش في المـاه النقـة العمـقة نوعا" مـا ، بعيدة عن النطاق الساحلي . وهـي قطـعـة gregarions تلتصق لقـاع البحر بواسطة عنيق قصير .

أجناس شائعة أخرى

عضديات الأرجل غير المتمفصلة :

اللينجيولا Lingulella : (الشكل 87 أ) . نمط صغير يشبه اللينجيولا Lingula في شكلها الخارجي غير أنها مستدقة أكثر عند طرفها الخلفي ، لها ثلم للعنيق عند مصراع العنيق .

العمر : الحين الأردوفشي الأوسط .



الشكل (87) شكل ونمط معشة عضديات الأرجل

أ – جـ ، من عضديات الأرجل غير المتمفصلة ، اللينجيولا Lingula ، (أ) – في وضع غذائي عند مدخل الجحر ، (ب) – فتحة شقية لمدخل الجحر (تشير الأسهم إلى اتجاه تيار الشهيق والزفير ، (جـ) – مستحاثة من جنس اللينجيولا Lingula . (د – ز) – من عضديات الأرجل المتمفصلة ، تيريبراتيولينا Terebratulina ، (د) – تمسك بحجر وأصداف أخرى ، (هـ) – في وضع غذائي والصدفة مفتوحة (الأسهم كما في ب) ،

(و) – منظر داخلي للمصراع العضدي ، (ز) – منظر خارجي لمصراع العنيق .

الأوربكيولويديا Orbiculoidea : (الشكل 88 ب – جـ) . الصدفة دائرية الشكل، المصراع العضدي مخروطي ومصراع العنيق منبسط تقريبا"، لها ثلم من فتحتها إلى الحافة الخلفية وفتحة عنيق صغيرة .

العمر : الحين الأردوفشي إلى البرمي .

الكرانيا Crania : (الشكل 88 د – هـ) . يختلف هذا الجنس عن معظم باقي عضديات الأرجل غير المتمفصلة في كون صدفته من مادة كلسية ، لا يوجد بها عنيق ، تلتصق إلى سطح صلب بواسطة مصراع العنيق المنبسط ، المصراع العضدي مخروطي الشكل.

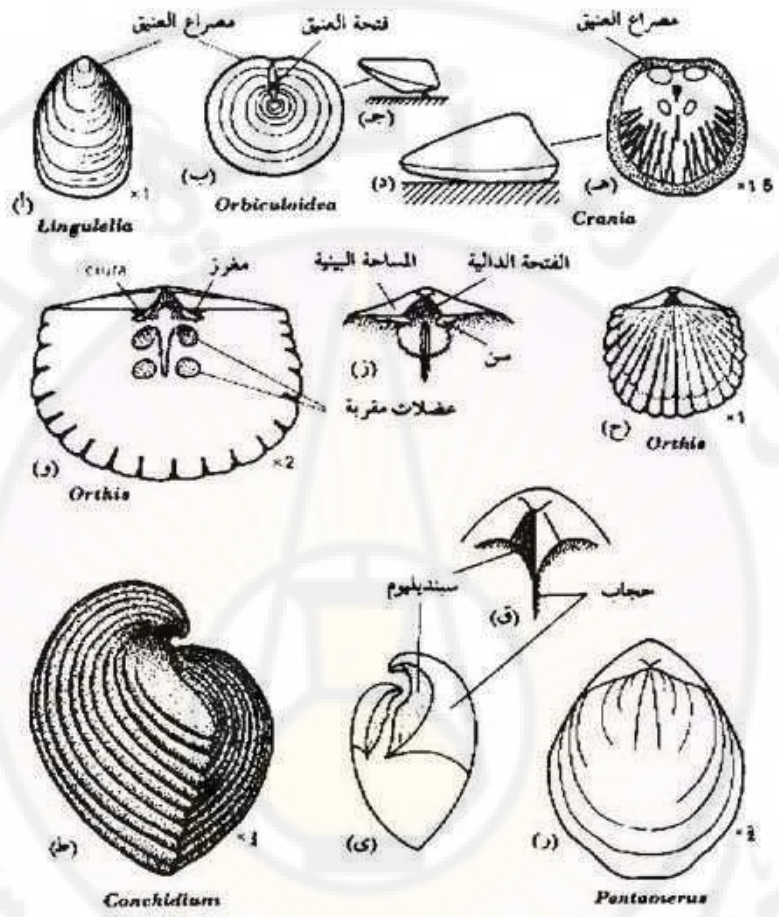
العمر : الحين الكريتاسي إلى العصر الحاضر .

عضديات الأرجل المتمفصلة :

الأورثس Orthis : (الشكل 88 و – ح) . ذو صدفة محدبة الجانبين ، تقارب أن تكون نصف دائرية في شكلها ، ذات خط مفصلي مستقيم لا يمثل أعرض جزء بالصدفة ، مصراع العنيق ذو نطاق بيني ضيق ، الفتحة الدالية غير مغلقة ، كما يوجد بها فتحة مماثلة عند خط المفصل للمصراع العضدي، بها عروق شعاعية أو حزات دقيقة على السطح الخارجي، داخل مصراع العنيق الأسنان مدعمة بصفائح ، لها فخذان عند المصراع العضدي.

العمر : دور الأردوفشي .

البنتاميراس Pentamerus : (الشكل 88 أ) . ذات صدفة كبيرة ملساء بيضاوية الشكل، المصراعان محدبان بدرجة كبيرة ، المنقار منحني فوق خط المفصل الذي يكون قصيرا" ومنحني أيضا" ، لا يوجد بها نطاق بيني ، الفتحة الدالية عريضة وقد يوجد بها صفحة دالية، صفائح الأسنان داخل مصراع العنيق الذي قد يكون مدعما" عند جدار المصراع بحجاب ثنائي وهوكثيرا" ما يظهر في المستحاثات حيث إنها تنكسر على طول الصفائح الداخلية.



الشكل (88) أمثلة لعضديات أرجل متمفصلة بنتاميريدات Pentamerids وأورثيد Orthid .

أ ، هـ ، غير متمفصلة ، أ ، ب ، مصراع عنيق ، جـ ، ء ، منظر جانبي لصدفتين في مواقعهما المعاشة ، هـ ، منظر داخلي لمصراع عنيق ، و ، ح ، أورتيدا ، و ، منظر داخلي للطرف الخلفي للمصراع العضدي ، ز ، لمصراع العنيق ، ح ، مصراع عضدي ، ط ، ر ، بنتاميريدات ، ط ، منظر جانبي ، ى ، قطاع طولي في المنتصف تقريبا" يوضح المرتكز أو السبنديليوم المدعم بحجاب ، ر ، مصراع عضدي يوضح أثر الحجابين في الصدفة .

العمر : الحين السيلوري .

الكونكيـــديوم Conchidium : (الشـكل 88 ط) . يشـبه البنتـاميراس Pentamerus غيـر أنـه أكثـر كرويـة وسـطحه الخـارجي مزخـرف بعـروق شعاعـة بارزة.

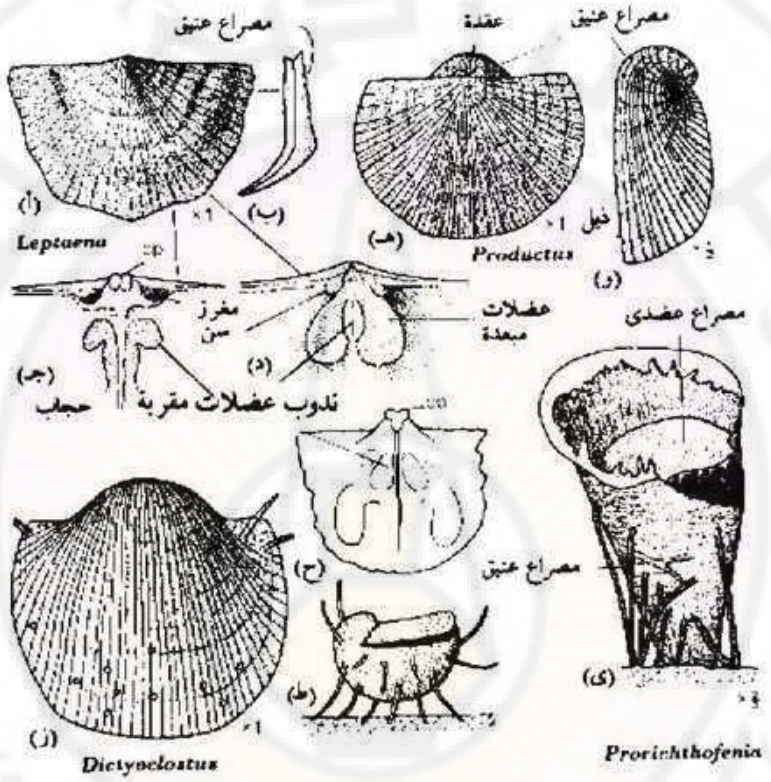
العمر : الحين الأردوفشي الأعلى إلى الحين السيلوري .

اللبتينـا Leptaena : (الشـكل 89 أ – د) . محـط الصـدفة الخـارجي مستطيل الشكل تقريبا" ، ذو خط مفصلي مستقم وهو يمثل أعرض جزء بالصدفة ، الجزء الأمامي منحني في وضع يقارب الزاوية القائمة بحيث يكون مصراع العنيق محدب والمصراع العضدي مقعر، سطح الصدفة مغطى بعروق شعاعـة تقطعها تجاعيد متراكزة على جزء الصدفة المسطح، لكل مصراع نطاق بيني ، لها فتحة دالـة بمصراع العنيق وصفحة مماثلة عند المصراع العضدي ، الثغر صغير جدا".

العمر : دور الأردوفشي إلى الديفوني .

البرودكتس Productus : (الشكل 89 هـ – و) . شبه نصف دائرة ، خط المفصل مستقم ، مصراع العنيق شديد التقعر ، ذو عقدة دائرية عريضة، الجزء الخلفي للمصراع العضدي مسطح تقريبا" بينما يكون الجزء الأمامي مثني في وضع يقارب أن يكون عموديا" الجزء الخلفي مما يجعله في وضع موازي وقريب من مصراع العنيق ، ويسمى هذا الجزء من الصدفة **بالذيل trail** وهو غالبا" ما يكون مفقودا" في المستحاثات مما يعطي الانطباع بأن الصدفة متكاملة كما في الشكل 89 هـ . وتتميزالصدفة بتعرق شعاعي متقارب على جانبها الخلفي . كما كان للصدفة أشواك مجوفة طويلة قلما يتم حفظها . وتبقى قواعد هذه الأشواك كبروزات صغيرة على السطح . ويبدو أن هذه الأشواك

كانت تعمل كمرساة للصدفة على سطح البحر الطري (الشكل 89 ط) . تفتقر الصدفة إلى الفتحة الدالة .

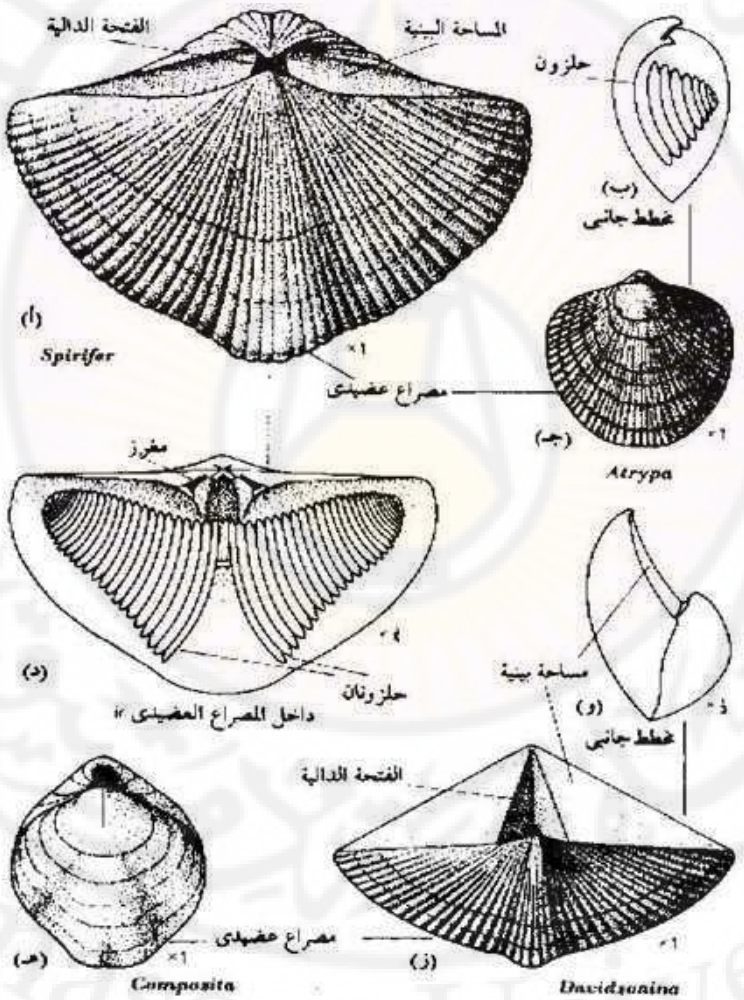


الشكل (89) ستروفومينيدات Strophomenid وبرودكتوئيدات Productoids

أ ، د ، ستروفومينيدات ، أ ، مصراع عنقي ، ب ، منظر جانبي ، جـ ، منظر داخلي للجزء الخلفي من المصراع العضيدي ، د ، للمصراع العنقي (ن ر نتوء رئ س) . هـ، ى ، بروكتوئيدا ، هـ ، مصراع عضيدي ، و ، منظر داخلي لعينة بديل ، ز ، مصراع عنقي ، ح ، منظر داخلي للجزء الخلفي من مصراع عضيدي ، ط ، منظر جانبي لصدفة ذات أشواك يوضح احتمال وضعها في أثناء حياتها . ى ، برودكتوئيد ملتصق إلى قاع البحر ترسيها أشواك ، المصراع العنقي مكسور لتوضح مكان المصراع العضيدي الشبيه بالغطاء داخل المصراع العنقي .

وقد انتشر جنس البرودكتس **Productus** وكثير من الأجناس ذات العلاقة مثال الديكتيو كلوستاس **Dictyo clostus** (الشكل 89 ز) وذلك خلال الحين الكربوني الأسفل حيث أن لها أهمـة كبيرة في دراسة طبقـة تلك الفترة الزمنـة .

العمر : دور الكربوني .



الشكل (90) عضديات أرجل ذات حلزون .

الرخثوفيذ ـا Richthofenia : يبـدو أنهـا أحـد أعضـاء مجموعـة جـنس البرودكتس **Productus** . لها مصراع عنيق مخروطي الشكل كان يلتصق إلى قاع البحرعند قمته ، ذو نتوءات شوكـة غير منتظمة تمتد كالعروق . يكون المصـراع العضـدي المسـطح غطـاء للمصـراع الآخـر . ولجـنس الرخثوفيذ ـا **Richthofenia** (89 ى) (ذو العلاقة بهذا الجنس) أشواك حول الفتحة إلـى جانـب أن موقـع المصـراع العضـدي داخـل مصـراع العنيـق وهـو فـي ذلـك يشـترك مـع الرودسـتيدات rudists فـي تشـبهها بالوحـدات المنعزلـة للمرجـان المخدد rugose corals .

العمر : دور الكمبري .

السـبيريفر spirifer : (الشـكل 90 أ) . الصـدفة مثلثـة الشـكل تقريبـا" ، محدبـة الجـانبين ، ذات خـط مفصـلي مستقـم يمثل أعرض أجزائهـا . بهـا فـرو وسط مصراع العنيق وثنـة تقابله على المصراع العضدي . عقدة مصراع العنيق بـارزة ، يقـع تحتهـا نطـاق بينـي عـريض تقطعـه الفتحـة الدالـة المغطـاة جزئـا" بصدفتين داليتين ، النطاق البيني أضيق بالمصراع العضدي، الصدفة مزخرفة بعـروق شـعاعـة عديـدة ، هـكـل العـرف الكلسـي بـداخل الصـدفة علـى هيئـة حلزونـة ومتصل بالفخذين ، محور كل حلزون في وضـع موازٍ لخط المفصل وطرفه يشير إلى الخارج (الشكل 90 د) .

العمر : دور الأردوفـشي إلى البرمي .

ويشـمل الشـكل 90 أنماطـا" أخـرى ذات هـكـل عرفـي حلزونـي مثـل الأتريبـا **Atrypa** (الحـين السـيلوري إلـى الحـين الـديفوني) والدافيـد صـونينا **Davidsonina** (الحـين الكربـوني الأسـفل) الكومبوسـيتا **Composita** (الحين الديفوني إلى البرمي) .

الرنكونـلا Rhynchonella : الصدفة صغيرة ومنتفخة ، مثلثة الشكل تقريبا" ، مستدقة تجاه طرفها الخلفي ، منقار مصراع العنيق دقيق ويبرز فوق خط المفصل القصير المنحني ، الفتحة تحت المنقار مع صفحتين داليتين صغيرتين ، السطح الخارجي قد يكون أملسا" أو ذا ذراعين أو خطوط شعاعية ، لها ثنية كبيرة بالمصراع العضدي يقابلها فرو بمصراع العنيق ، الأسنان مدعمة بصفائح أسنان ، لها فخذان ينحنيان تجاه مصراع العنيق كما لها حجاب صغير فوق جدار المصراع العضدي .

العمر : الرنكونـلا م . د . **Rhynchonella** s.s. (الحين الجوراسي الأعلى).

وهناك أنماط أخرى عديدة بدأت منذ الحقب الأردوفشي وهي ذات شبه بجنس الرنكونـلا **Rhynchonella** ويشار إلى هذه بالرنكونـلا بمعناها العام **Rhynchonella** sensu lato أو تجمع تحت الرنكونيليدات Rhynchonellids . وتختلف هذه فيما بينها في شكلها الخارجي أحيانا" وكذلك في شكل ندوب عضلاتها على سطح الصدفة من الداخل. وبناء عليه تقسم إلى عدة أجناس مثال السفيرورينخيا **Sphaerirhynchia** من الدور السيلوري (الشكل 91 و) والبوجناكس **Pugnax** من الدورين الديفوني والكربوني (الشكل 91 هـ) والتترارنكيا **Tetrarhynchia** من دور الجوراسي (الشكل 91 أ – جـ) والسكلوثيريس **Cyclothyris** دور الكريتاسي (الشكل 91 د) .

التيريبراتيولا Terebratula : (الشكل 91 ز) . الصدفة بيضاوية الشكل ذات استطالة مستدقة تجاه طرفها الخلفي ، محدبة الجانبين ، حافتها الأمامية مثنية قليلا" وسطحها الخارجي أملس تزخرفه خطوط نمو دقيقة ، الفتحة كبيرة

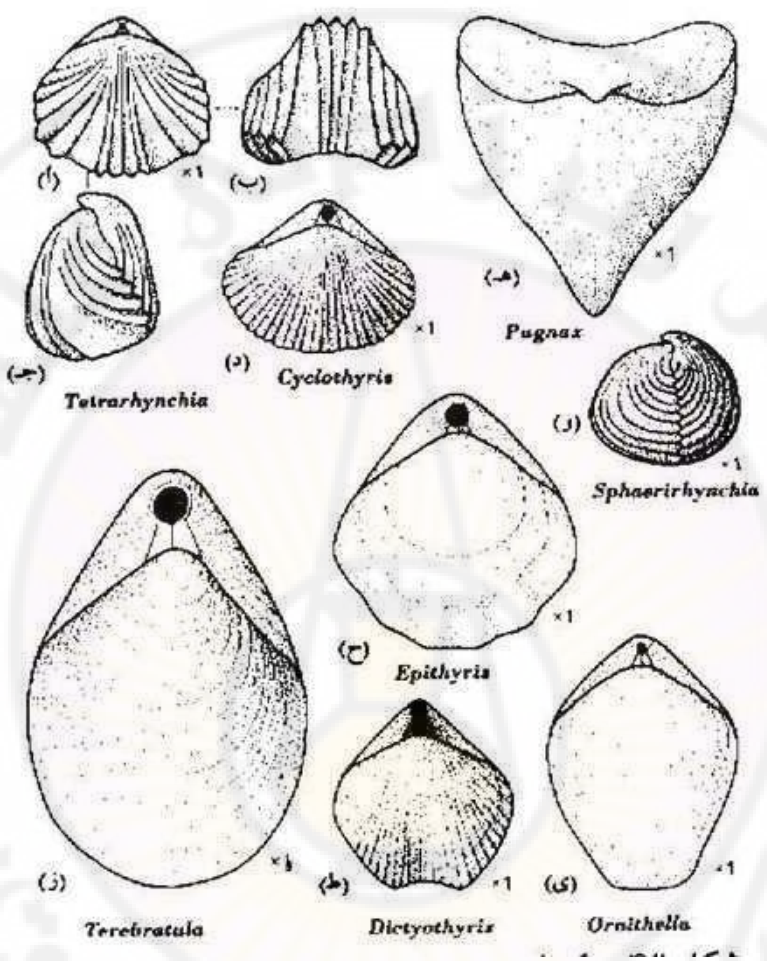
وتقع عند المنقار ومزودة بصفحتي أسنان من تحتها هكل العرف الكلسي على شكل عروة قصيرة .

العمر : الدور الثالث .

وتستعمل تسمية (التيريبراتيولا **Terebratula**) للدلالة على مجموعة من عضديات الأرجل من ذوات هكل العرف الذي على شكل عروة . وعموما" فإن عددا" كبيرا" من هذه الأجناس يمكن التعرف عليها جزئيا" عن طريق شكلها الخارجي ، غير أنه يعتمد بشكل أكبر في تمييزها عن بعضها البعض على تركيبتها الداخلية وخاصة شكل العقدة . وعموما" فإنه يمكن تقسيم هذه المجموعة إلى قسمين:

(1) أنماط ذات عروة ضقة مثال التيريبراتيولا م . د . **Terebratula** s.s. من الدور الثالث والديلاسما **Dielasma** (الشكل 91 ح) والدكتايوتاريس **Dictyothyris** من الدور الجوراسي الأوسط (الشكل 91 ط) والتيريبراتيولينا **Terebratulina** من الدور الجوراسي إلى العصر الحاضر (الشكل 87 ز) .

(2) أنماط ذات عروة كبيرة مثال الأورنيتلا **Ornithella** من الدور الجوراسي الأوسط (الشكل 91 ى) والسترنجوسفالاس **Stringocephalus** من الدور الديفوني .



الشكل (91) رنكونيليدات Rhynchnellids

وتيريبراتيوليدات Terebratulids

أ – و ، رنكونيليدات ، في ب ، لاحظ الثـة الواضحة في الحافة الأمامـة للصدفة ، وفي هـ ، الصدفة ذات ميل طفـ فـ لتوضـ ح جزء أكبر من مصراع العنيق ، ز ، ى ، تيريبراتيوليدات .

تصنـ ف عضديات الأرجل :

تستخدم عدة صفات في تصنـ ف عضديات الأرجل أهمها : وجود أو عدم وجود المفصلة ، شكل الجهاز العضدي في حالة وجوده ، وأخيرا" شكل الثقب الرجيلي وصفائح الدلتيديوم . تقسم عضديات الأرجل إلى صفين رئـ سيين :

آ – **صف عضديات الأرجل اللامتمفصلة** *Inarticulata* : وتشمل رتبة عديمات الثقب *Atremata* ورتبة حديثات الثقب *Neotremata* .

ب – **صف عضديات الأرجل المتمفصلة** *Articulata* : وتشمل رتبة أولـ ات الثقب *Protremata* ورتبة مكتملات الثقب *Telotremata* .

هذا ومن الجدير بالذكر أن بعض المؤلفين يفضلون ضم الرتبتين المذكورتين في رتبة واحدة ، وهي رتبة أولـ ات الثقب – مكتملات الثقب نظرا" لوجود أشكال لها صفات الرتبتين مجتمعة . كما أن هنالك مجموعة تشكل مرحلـ ة انتقالـ ة بين عضديات الأرجل اللامتمفصلة وعضديات الأرجل المتمفصلة ، سميت برتبة قديمات الثقب *Palaeotremata* تتميز بأسنان وتجاويف صغيرة وبضمور الدلتيريوم بالإضافة إلى هـ كل كلسي – فوسفاتي.

صف عضديات الأرجل اللامتمفصلة :

تكون القوقعة في هذه المجموعة كيتينـ ة بصورة عامة ، مؤلفة من مصراعين يجتمعان إلى بعضهما بواسطة العضلات والبرنس فقط . الأنبوب الهضمي طويل ينتهي بشرج . لا يوجد جهاز عضدي . يضم هذا الصف الأشكال البدائـ ة ويقسم إلى :

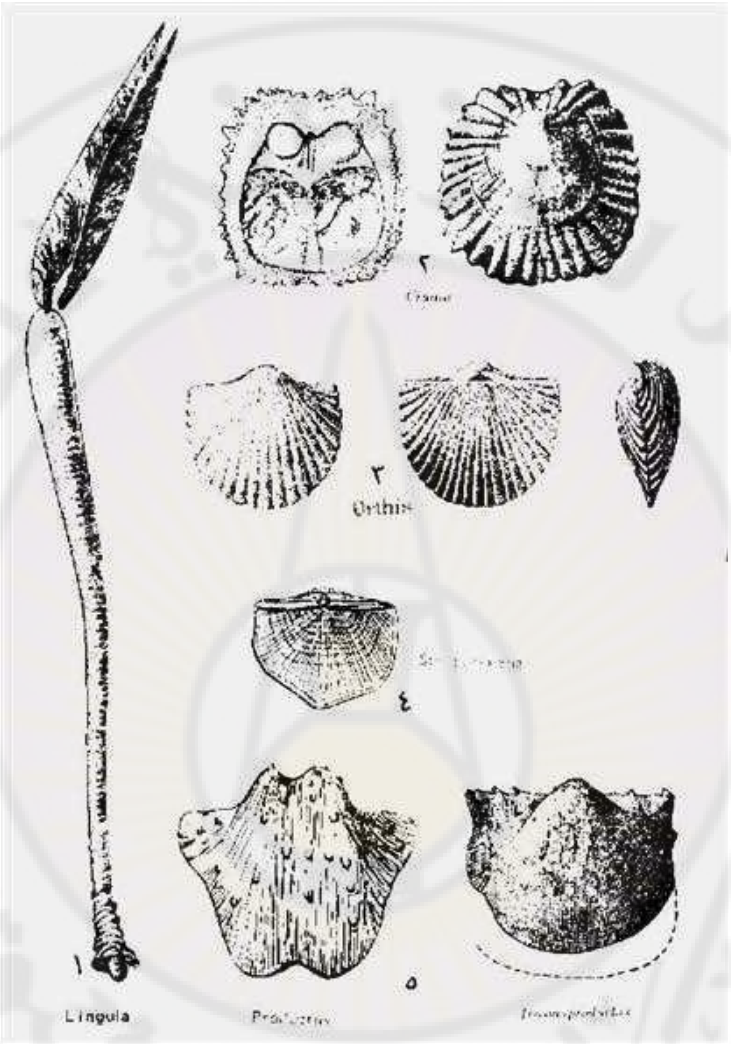
آ – **رتبة عديمات الثقب** : تخرج الرجيلة من بين المصراعين أي لـ س لها دلتيريوم. يميز بعض أشكالها أسفل حقب الباليوزوي ، ولازالت أنواعها تعـ ش حالـ ا" . ندرس منها الأجناس التالـ ة :

الجنس لانغولا *Lingula* **من فصيلة** *Lingulidae* :

قوقعة رقـ قة متطاولة ذات جدار مؤلف من تعاقب طبقات كلسـ ة وكيتينـ ة. تتميز بوجود رجيلة طويلة ومرنة تمر من بين المصراعين (الشكل 92 / 1) . يكون المصراعان غير متساويين ، والمصراع الظهري أقصر من المصراع البطني . قد يكون سطح القوقعة أملس أو مزخرفا" بخطوط نمو متراكزة ، يمكن أن تضاعفها خطوط مشعة عمودية على خطوط النمو . تكون العضلات متمـــايزة وكثيـــرة . يعـــ ش هـــذا الجـــنس غارقـــا" فـــي الرســـوبـ ات. (الأردوفـ شي – العصر الحالي) . عثر على هذا الجنس في توضعات الأردوفـ شي في بعض الآبار العمـ قة المحفورة في شمال شرقي سورية .

الجنس أوبولوس *Obolus* **من فصيلة** *Obolidae* :

يتميز هذا الجنس بقوقعة كلسـ ة كيتينـ ة عدسـ ة الشكل ، لها جدار ثخين ومحـ ط مستدير. تمر الرجيلة من ميزابة محفورة في المصراعين . الفسحة مخططة . تميز أنواع هذا الجنس الكمبري والأردوفـ شي . عثر على هذا الجنس في الطبقات الكمبرية بشبه جزيرة سيناء.



الشكل (92) يمثل بعض أجناس عضديات الأرجل .

ب – رتبة حديثات الثقب : تخرج الرجيلة من فتحة خاصة ، تسمى الدلتيريوم موجودة في المصراع البطني . تقع الفتحة في القسم الخلفي من المصراع البطني في الأشكال البدائ ة، وفي مركزه تقريبا" في الأشكال الأكثر

تطورا" . القوقعة كيتينية – فوسفاتية لها شكل مخروطي على الغالب ندرس من هذه الرتبة:

الجنس كرانيا *Crania* **من فصيلة** *Craniidae* :

القوقعة كلسية يخترق جدارها أقنية عمودية على السطح . ليس لها رجيلة ولا فتحة رجيلية في المرحلة الكهلة . تتثبت القوقعة بمصراعها البطني بصورة عامة . المصراعان غير متساويين شكل كل منهما شبه دائري أو شبه مربع (الشكل 92 / 2) . يكون المصراع الظهري أكبر من المصراع البطني . يظهر على الوجه الداخلي لكل مصراع زوجان من الانطباعات العضلية المقربة ، الانطباعان العضليان الخلفيان بارزان على جانبي نتوء متوسط مثلثي الشكل . (الأردوفيشي – العصر الحالي) . يميز بعض أنواعه دور الكريتاسي.

صف عضديات الأرجل المتمفصلة :

تتميز أفراد هذا الصف بقوقعة كلسية تتألف مفصلتها من سنين في المصراع البطني يوافقهما تجويفان في المصراع الظهري يتمفصل بواسطتها المصراعان . الأنبوب الهضمي قصير ودون شرج . ينتج عن تطور الجهاز السني تضاؤل وضمور في الجهاز العضلي. الجهاز العضدي قد يكون موجودا" أو مفقودا" . يقسم هذا الصف إلى :

آ – **رتبة أولية الثقب** : تقع الفتحة الرجيلية في القسم الخلفي من المصراع البطني، وهي على شكل دلتيريوم ، يكون مفتوحا" أو مغلقا" جزئيا" بالدلتيديوم الكاذب . يكون الجهاز العضدي عند وجوده بشكل مدور . توجد أفراد هذه الرتبة في تشكيلات حقب الباليوزوي بصورة رئيسية . أهم الأجناس :

الجنس أورتيس *Orthis* **من فصيلة** *Orthidae* :

القوقعة شبه دائرية محدبة – مسطحة (الشكل 92 / 3) . السطح الخارجي مزخرف بخطوط شعاعية ، على شكل حروف بارزة ، وهي تختلف بحسب الأنواع . لا يظهر في جدار القوقعة البنية النقطية . يتميز المصراع البطني بدلتيديوم كاذب . المفصلة مجهزة بسنين رئيسيتين . الخط السني طويل ومستقيم بصورة عامة . الفسحة مثلثة الشكل ، تظهر في كل مصراع ، غير أن فسحة المصراع البطني أكثر عرضا" وبروزا" . (الأردوفيشي – السيلوري) تميز أنواع هذا الجنس السيلوري . عثر على هذا الجنس في توضعات السيلوري ببعض الآبار العميقة المحفورة في شمال شرقي سورية.

الجنس ستروفومينا *Strophomena* **من فصيلة** *Strophomenidae* :

قوقعة نصف دائرية ، لها زخارف خارجية مؤلفة من حروف دقيقة مشعة من العقفة باتجاه المحيط (الشكل 92 / 4) . الخط السني طويل . يتميز هذا الجنس بوجود دلتيديوم كاذب وفسحة نامية . المصراعان غير متساويين : المصراع الظهري محدب ، له محيط ذو زوايا ، وأكبر من المصراع البطني الذي يكون محدبا" بالقرب من العقفة ، ومقعرا" في الوسط. يميز هذا الجنس السيلوري الأسفل .

الجنس برودوكتوس *productus* **من فصيلة** *Productidae* :

القوقعة حرة أو مثبتة بأشواك تميز هذا الجنس (الشكل 92 / 5) . المصراعان غير متساويين : المصراع الظهري مقعر ، بينما المصراع البطني شديد التحدب . العقفة كبيرة لا يوجد بها ثقب رجيلي . الخط السني طويل ومستقيم ، والأسنان إن وجدت تكون ضامرة. الفسحة ضيقة جدا" أو معدومة . تتألف الزخارف الخارجية من حروف بارزة مشعة ، قد تلاحظ خطوط نمو

متراكزة عمودية عليها . تنتشر الأشواك على جمـ ع سطح المصراع البطني ، وبصورة خاصة في منطقة العقفة وعلى جانبي الخط السني . لا يوجد جهاز عضدي . (الديفوني – البرمي) . عثر على الجنس *Linoproductus* وهو جنس مشابه للجنس المدروس في توضعات الديفوني – الكربوني في بئر الضلعة شمال شرقي سورية.

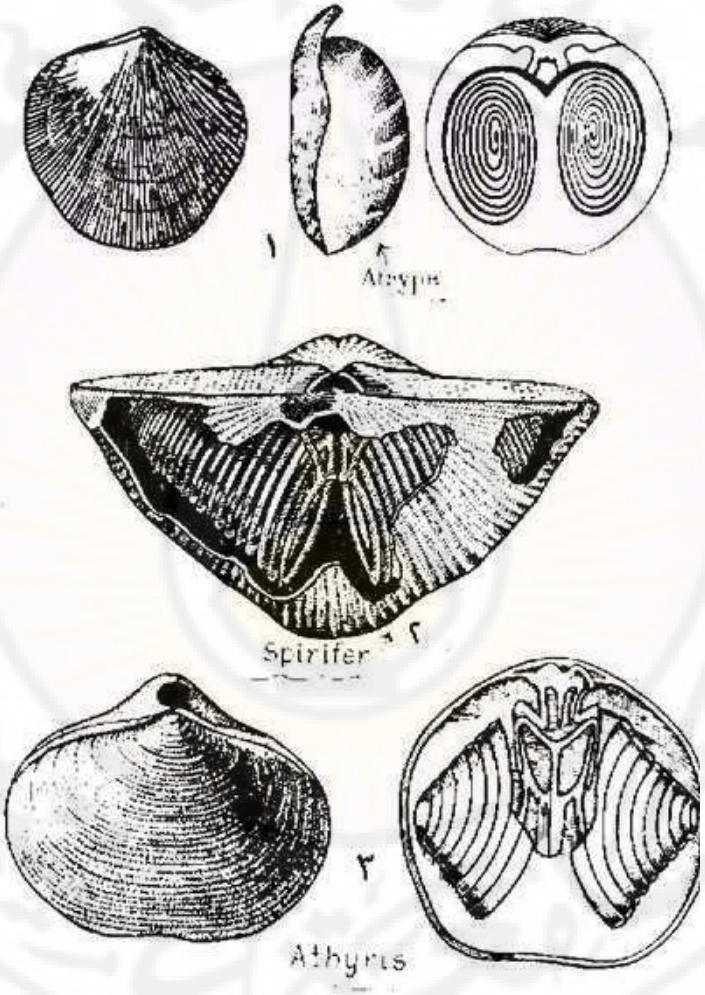
الجنس أتريبا *Atrypa* **من فصيلة** *Atrypidae* :

القوقعة شبه دائرية أو بـ ضوية ، لها زخارف مؤلفة من حروف بارزة مشعة ، بالإضافة إلى خطوط نمو واضحة وعمودية عليها (الشكل 93 / 1). المصراع البطني محدب بالقرب من العقفة ، يصبح مستويا" إلى مقعر في الأمام . المصراع الظهري محدب بشدة على الغالب . الخط السني قصير ، وقليل الانحناء ، ولا توجد فسحة واضحة . توجد فتحة صغيرة في العقفة ، دائرية الشكل ، يلاحظ تحتها دلتيديوم صغير . الجهاز العضدي مؤلف من مخروطين حلزونيين متقابلين بالرأس ، ومنحنيين نحو مركز المصراع العضدي (الشكل 93 / 1) . (الأردوفـ شي – الديفوني).

الجنس سبيريفير *spirifer* **من فصيلة** *Spiriferidae* :

القوقعة متطاولة بالاتجاه العرضي ، يعطيها شكلا" مثلثـ ا" تقريبا" (الشكل 93 / 2). المصراعان محدبان تزخرفهما من الخارج حروف بارزة مشعة من العقفة . تلاحظ على المصراع الظهري ثنـ ة بارزة ، يقابلها أخدود على المصراع البطني . الخط السني طويل ومستقـ م . يتميز المصراع البطني بفسحة عريضة وثقب رجيلي مغلق جزئـ ا"بالدلتيديوم . أما المصراع الظهري فيتميز بفسحة صغيرة ضـ قة . يتألف الجهاز العضدي من مخروطين حلزونيين متقابلين بقاعدتيهما . جدار القوقعة غير نقطي . (الديفوني – الكربوني) . عثر على

هذا الجنس في تكشفات الكربوني في جبل عبد العزيز شمال شرقي سورية . كما عثر على بعض أنواعه في توضعات البرمي ببئر البواب شمال شرقي سورية.



الشكل (93) يمثل بعض أجناس عضديات الأرجل .

الجنس أتيريس *athyris* من فصيلة *Athyridae* :

القوقعة بـضوية أو شبه دائرية ، تتميز بوجود ثنـة وسطـة بارزة بروزا" ضعـفا" في المصراع الظهري ، يوافقها أخدود عميق نسبـا" في المصراع البطني (الشكل 93 / 3). المصراعان محدبان بصورة متساوية تقريبا" . الزخارف مؤلفة من خطوط نمو متراكزة. الخط السني قصير ومنحنٍ . عقفة المصراع البطني منحنـة تخفي الدلتيديوم ، يوجد في قمتها ثقب رجيلي مستدير . يتألف الجهاز العضدي من مخروطين حلزونيين متقابلين بالقاعدة، يجمع بينهما جسر كلسي يسمى بالواصل Jugum (الشكل 93 / 3) . (السيلوري – الترياسي).

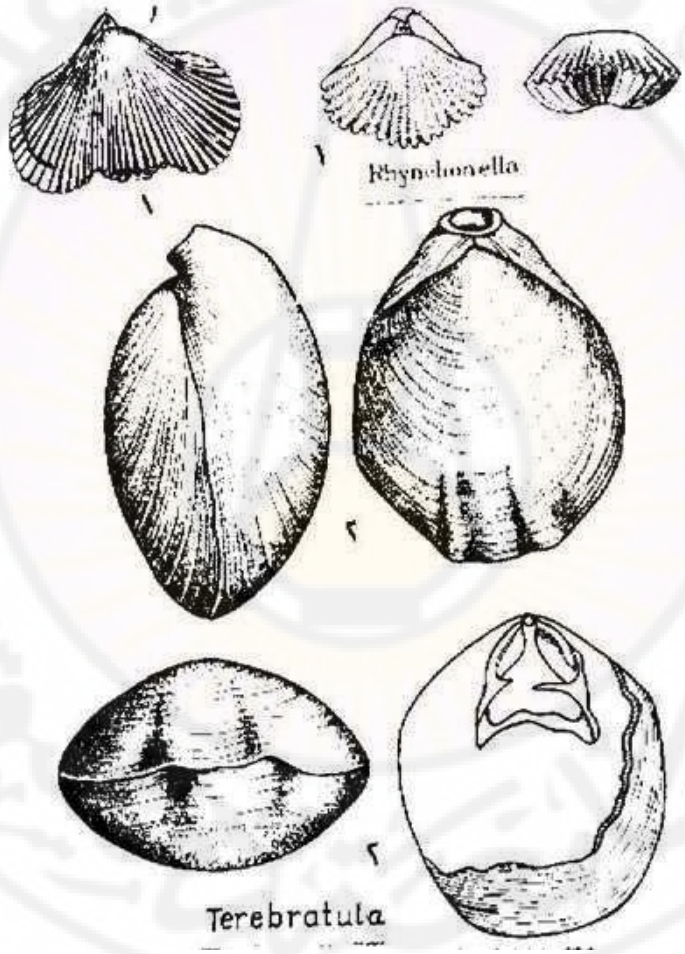
الجنس رانكونـلا *Rhynchonella* من فصيلة *Rhynchonellidae* :

القوقعة مثلثـة الشكل أو هرمـة ، تمتد نحو الجهة الأمامـة على الخط المتوسط نتـجة لوجود أخدود في المصراع البطني ، تقابله ثنـة في المصراع الظهري (الشكل 94 / 1). الزخارف على شكل حروف بارزة مشعة من العقفة . يميز في المصراع البطني عقفة صغيرة حادة ومنحنـة ، يظهر في نهايتها فتحة رجيلـة صغيرة ، يحـط بها دلتيديوم واضح . الجهاز العضدي على شكل كرورا منحنـة قلـلا" نحو المصراع البطني . المصراعان محدبان، والخط السني قصير ومنحن . يميز هذا الجنس وأنواعه حقب الميزوزوي وبصورة خاصة الجوراسي الأعلى.

الجنس تربراتولا *Terebratula* من فصيلة *terebratulidae* :

القوقعة بـضوية متطاولة ، أو ذات محـط مستدير ، محدبة الوجهين (الشكل 94 / 2). السطح الخارجي أملس تقريبا" لـه بنـة نقطـة ناعمة . تلاحظ غالبا" ثنيتان في المصراع الظهري يقابلهما أخدودان على المصراع البطني ، الخط السني منحن . يلاحظ في نهاية عقفة المصراع البطني فتحة

رجيلة مستديرة وكبيرة نسبيا" ، يشاهد في قاعدتها دلتيديوم . الجهاز العضدي على شكل كرورا تتصل به عروة كلسية تمتد إلى ثلث طول القوقعة. (الأيوسين – البليوسين) . إن الأنواع المشابهة التي وجدت في حقب الباليوزوي تنتسب إلى أجناس أخرى.



الشكل (94) يمثل بعض أجناس عضديات الأرجل .

التاريخ الجيولوجي لعضديات الأرجل

خلاصة :

لقد وجدت عضديات الأرجل مبكرا" خلال دور الكمبري وازداد عددها بشكل ملحوظ في أثناء الجزء الأول من الباليوزوي (حقب الحياة القديمة) حيث وصلت إلى قمة ازدهارها في أثناء دوري السيلوري والديفوني. ثم بدأت في التناقص تدريجيا" خلال الجزء الأخير من ذلك الوقت لتبقى منها أصول قليلة استطاعت المعيشة حتى بداية الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) الذي انتشرت فيه في مجموعتين. أما خلال الدور الثالث فقد تناقص عددها حتى وصل في الوقت الحاضر إلى 68 جنسا" .

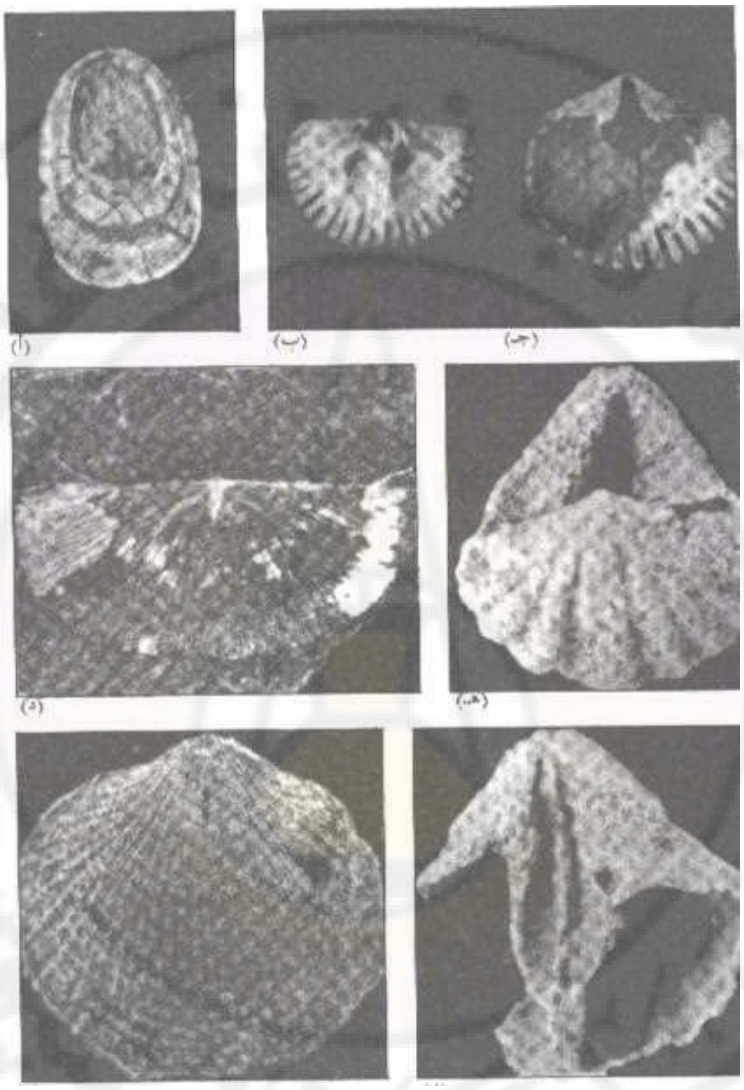
وقد كانت عضديات الأرجل غير المتمفصلة أكثر ازدهارا" خلال دور الكمبري من الأنماط المتمفصلة . فقد كانت عموما" صغيرة الحجم دائرية أو بيضاوية الشكل مثال اللينجيولا **Lingula** (الشكل 88 أ) . وبعد انقضاء دور الكمبري قل عدد عضديات الأرجل غير المتمفصلة فما عدا الازدهار المتقطع لبعض الأنماط ذات المدى الجيولوجي الطويل وتتميز عموما" ببساطة تركيب صدفتها مثال اللينجولا **Lingula** .

وقد وجدت عضديات الأرجل المتمفصلة باعداد كبيرة خلال دور الأردوفيشي وكان لها أهمية كبيرة في دراسة الطبقات الحاتية لرسوبيات الباليوزوي (حقب الحياة القديمة) وخاصة السحنات الصدفية منها مثال تلك التي بالمرحلة الكردوسية Cardocian stage . ويعتبر الأورثس **Orthis** (الشكل 88 ح) والأنماط المشابهة له (الشكل 95 ب – جـ) أكثر عضديات الأرجل تمييزا" لدور الأردوفيشي ، غير أن معظم المجموعات الباقية نجدها ممثلة برسوبيات هذا الدور . وقد كانت عضديات الأرجل أكبر عددا" ونوعا"

خلال دوري السيلوري والديفوني فاللبتيينا **Leptaena** (الشكل 89 أ) والأتربا **Atrypa** (الشكل 95 و) والكونكيديوم **Conchidium** (الشكل 88 ط) والبنتاميراس **Pentamerus** (الشكل 88 ر) هي بعض عضديات الأرجل الأكثر انتشارا" خلال دور السيلوري . أما السبريفر **Spirifer** (الشكل 90 أ) وبعض الأنماط ذات العلاقة كجنس اللبتينا **Leptaena** (الستروفومينيدات Strophomenids) فمكن ذكرها هنا كأمثلة جيدة لدور الديفوني.

وبصورة عامة فقد كانت عضديات الأرجل في تناقص عددي ونوعي على مستوى الأجناس خلال دوري الكربوني والبرمي . والأنماط التي كانت منتشرة في ذلك الوقت هي ذات علاقة بجنس البرودكتس **Productus** (الشكل 89 هـ) والسبريفر **Spirifer** (الشكل 95 هـ- ز). وقد قسمت المجموعة الأولى إلى عدد كبير من الأجناس التي يمكن تمييزها عن بعضها البعض بمجرد تفحص زخرفة سطحها وشكلها الخارجي. فالبرودكتئيدات Productoids مثلا" واسعة الانتشار بصخور دور الكربوني الجيرية ببريطانيا وهي ذات أهمية في تصنيف طبقات تلك الفترة وخاصة السحنات الجيرية منها .

والبرودكتئيدات إلى جانب الأنماط من ذوات الهيكل العرفي الحلزوني . فقد كانت واسعة الانتشار كذلك خلال دور البرمي . ومثال ذلك البروريخثوفينيا **Prorichthofenia** (الشكل 89 ى) ذات الشكل المميز والتي توجد في سحنات تشابه سحنات الشعب بالمنطقة الممتدة بين صقلية مرورا" بالهند والصين .



الشكل (95) عضديات الأرجل من حين الحـاة القديمة

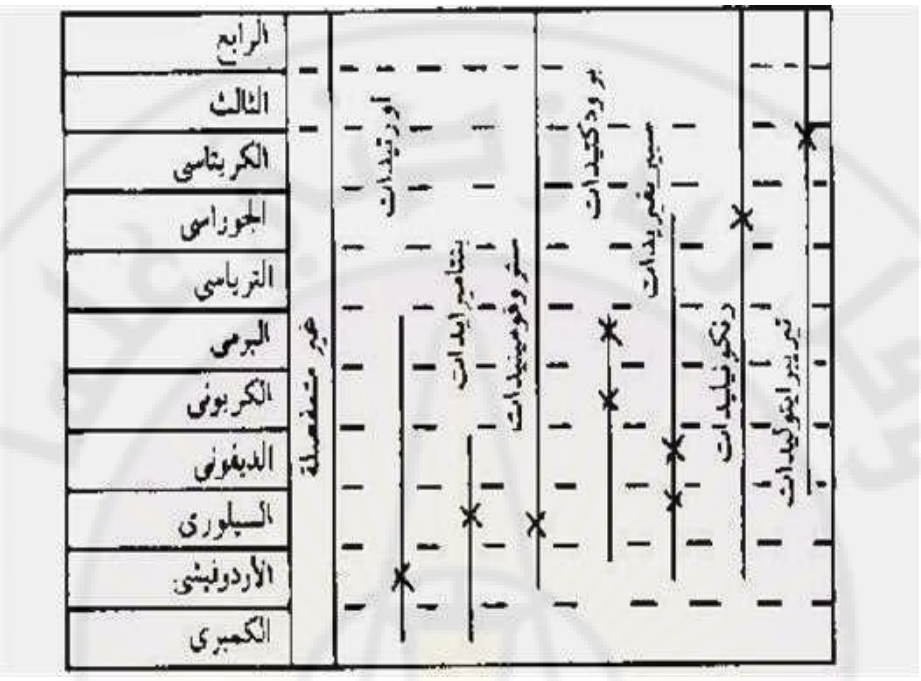
أ ، لنجيولا سكوامـ فورمس Lingula squamiformis ، الكربوني الأسفل (2 X) .

ب ، جـ ، أورتيد ، هسبيروتس Hesperorthis ، الأردوفـ سي الأوسط (2 X) .

د ، ستروفومينيد ، كونيتس Chonetes (2 X) . هـ ، ز ، سبيريفيريد بسبونديليوم ، سيرتينا كاربوناريا Cyrthina carbonaria ، الحقب الكربوني (4 X) . و ، أتريبا ريتـ كيولارس Atrypa reticularis (2 X) .

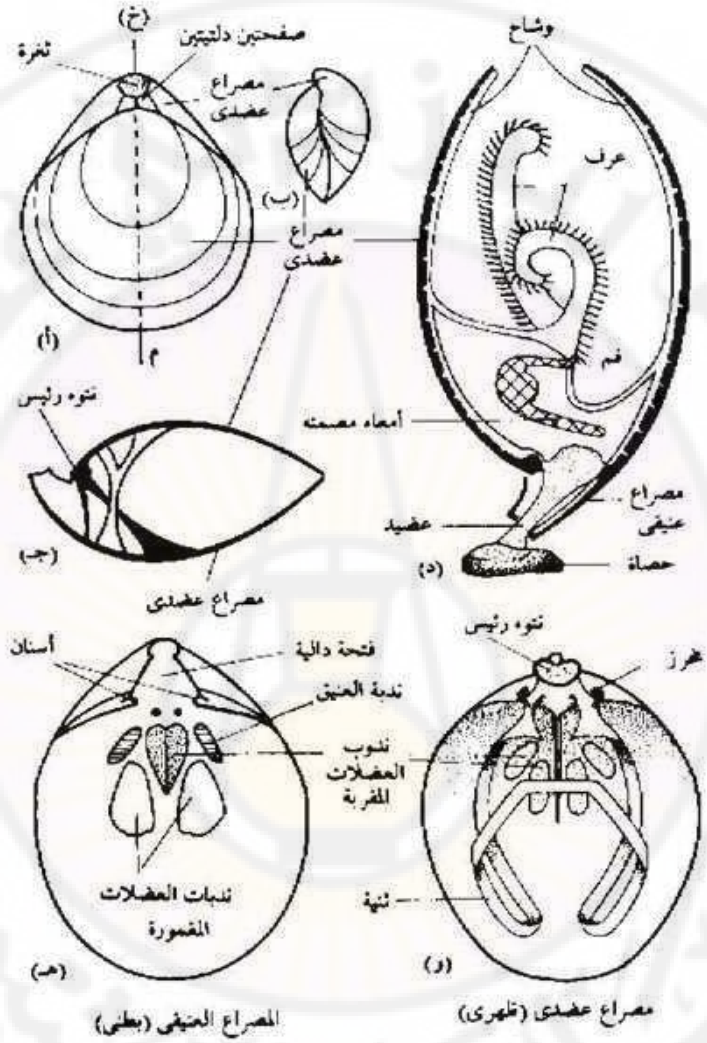
وقد استطاعت بعض سلالات عضديات الأرجل البقاء حتى الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) بما في ذلك الأنماط من ذوات العرف الحلزوني . وقد كان أكثرها ازدهارا" الرينوكونيليدات Rhynchonellids والتيريبراتيوليدات Terebratulids غير أن الأولى بصورة عامة كانت أقل أهمية بعد دور الجوراسي . ومن أمثلتها التترارانخيا **Tetrarhynchia** (دور الجوراسي ، الشكل 91 أ) والسكلوثيريس **Cyclothyris** (دور الكريتاسي ، الشكل 91 د) .

أما التيريبراتيوليدات فقد كانت أكثر عضديات الأرجل ازدهارا" خلال الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة)، وبقيت كذلك خلال الدور الثالث إلى العصر الحاضر ومن أمثلتها التيريبراتيولا Terebratula (الدور الثالث ، الشكل 91 ز) والأورنيثيلا Ornithella (دور الجوراسي الأوسط ، الشكل 91 ى) والدكتايوتايريس Dictyothyris (دور الجوراسي الأوسط ، الشكل 91 ط) .



الشكل (96) التوزيع الجيولوجي للمجموعات الرئيسة لعضديات الأرجل .
تبين العلامة X زمن قمة ازدهار المجموعة .

Damascus University



الشكل (97) عضديات الأرجل المتمفصلة

(أ) – منظر ظهري (م ، مقدمة ، مؤخرة ، الخط م – خ يمثل خط التماثل الجانبي) .

(ب) – منظر جانبي . (جـ) – رسم يبين موقع العضلات المقربة (غير مظللة) والعضلات المبعدة (مظللة) . (د) – قطاع بين العلاقة العامة بين الأجزاء الرخوة والصدفة ،

(هـ) منظر داخلي لمصراع العنيق . (و) – منظر داخلي للمصراع العضدي .

مصطلحات

عضلات مقربة adductor muscles : عضلات تقفل المصراعين عند انقباضها . تترك زوجا" من الندوب على مصراع العنيق (الشكل 97 هـ) وزوجين من الندوب على المصراع العضدي (الشكل 97 و) .

الحافة الأمامية anterior margin : حافة الصدفة التي تفتح على طولها الصدفة.

المنقار peak : طرف المصراع الخلفي البارز .

المصراع العضدي brachial valve : المصراع الظهري الذي يتصل به هكل العرف، وهو عادة أصغر المصراعين حجما" (الشكل 97 و) .

هكل العرف الكلسي – العضيد brachidium : دعامة كلسية للعرف في بعض أنماط عضديات الأرجل المتمفصلة ، وهو عبارة على شكل عروة (الشكل 97 و) أو حلزوني (الشكل 90 د) . انظر كذلك الفخذين.

النتوء الأصلي cardinal process : نتوء يخرج من خط المفصل بالمصراع العضدي تتصل به العضلات المبعدة (الشكل 97 و).

الفخذين crara : هكل عرفي (عضيدي) كلسي على شكل نتوئين مستدقي الطرف (الشكل 88 و) .

الفتحة الدالية delthyrium : فجوة مثلثة بخط المفصل لمصراع العنيق يخرج منها العنيق (الشكل 97 هـ) .

الصفحتين الداليتين deltidal plates : صفحتان تغطيهما جزئيا" أو كليا" الفتحة الدالية (الشكل 97 أ) .

الصفحة الدالة deltidium : صفحة واحدة تغطي الفتحة الدالة فما عدا ثقب العنيق.

صفائح الأسنان dental plates : صفائح تبرز من جدار مصراع العنيق لدعم الأسنان.

عضلات مبعدة diductor muscles : عضلات تقوم بفتح المصراعين بانقباضهما . هناك زوجان منها يتصلان بجدار مصراع العنيق والنتوء الرئسي بالمصراع العضدي (الشكل 97 حـ).

الثغرة foramen : ثقب دائري داخل أو قرب العقدة بمصراع العنيق يخرج منها العنيق (الشكل 97 أ ، انظر فتحة العنيق).

خط المفصل hinge line : خط الارتكاز بين المصراعين عند حافة الصدفة الخلفة.

العرف lophophore : جهاز التغذية وهو يتكون من زوج من الأذرع أو الفصوص ذات الثلم تخرج منه الأهداب (الشكل 97 د) .

الوشاح mantle : امتدادان لجدار الجسم يحتضنان الأحشاء . ويقومان بإفراز الصدفة (الشكل 97 د) .

ندب العضلات muscle scars : علامات تبين مكان التصاق العضلات المقربة والمبعدة والعنيق بالصدفة (الشكل 97 هـ – و) .

العنيق pedicle : عضلة اتصال عضديات الأرجل بقاع البحر (الشكل 97 د) .

فتحة العنيق pedicle openiug : فتحة بمصراع العنيق أو بين المصراعين يمر من خلالها العنيق (الثغر) .

مصراع العنيق pedicle valve : المصراع البطني الذي يتصل به العنيق (الشكل 97 هـ) .

المغرزان sockets : حفرتان صغيرتان بخط المفصل بالمصراع العضدي تدخل فيهما أسنان مصراع العنيق (الشكل 97 و) .

المرتكز (السبونديليوم) spondylium : صفحتان في وضع يشبه حرف V اللاتيني بمصراع العنيق تتصل بهما العضلات (الشكل 88 ى – ق).

الفرو أو الثلم sulcus : ثنة إلى أسفل الحافة الأمامية لأحد المصراعين تقابلها ثنة إلى أعلى بالمصراع الآخر.

السن tooth : أحد نتوءين عند خط المفصل بمصراع العنيق يدخل بمغرز عند خط المفصل بالمصراع العضدي (الشكل 97 هـ).

العقدة Umbo : الجزء الدائري لأحد المصراعين حول المنقار (الشكل 89 هـ).

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل الخامس

شعبة شوكيات الجلد

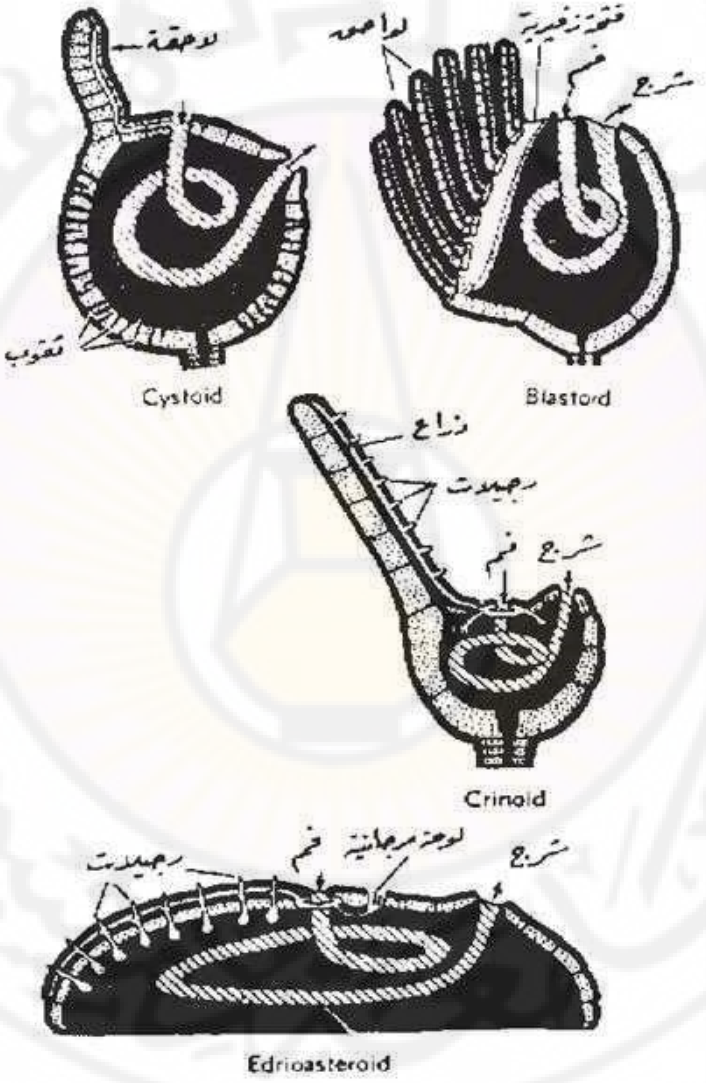
Echinodermata

شـــوكـ ات الجلـــد حيوانـــات بحريـــة تمثلهـــا حالـ ـــا" النجماذ ـــات **Stelleroidea** والقنفذاذ ات *Echinoidea* وأشباه القثاء *Holothuroidea* والزنبقاذ ـات *Crinoidea* . وجمـ ـع هـذه الحيوانـات تكـون ممثلـة أيضـا" علـى شكل مستحاثات ، بالاضـافة إلـى مجموعـات منقرضـة، نـذكر منهـا الكـ ساذ ـات *Cystoidea* والرعماذ ات *Blastoidea*.

تختلف شوكـ ات الجلد عن بقـ ة الحيوانات اللافقرية بمخطط جسمها العام ، وبذ ـة تعضيها ، فهي تتميز بتناظر جانبي ابتدائي ، يخفـ ه تنـاظر شعاعي خماسي واضح . تشترك أفراد هذه الشعبة بتشابه مراحلها الجنيذ ـة التي تشبه المراحـل الجنيذ ـة فـي الحبلـ ـات الابتدائـ ـة *Hemichordata* . وتشـكل هـذه الحيوانات الأخيرة مجموعة من الأفراد تأتي مباشرة قبل الحبلـ ات *Chordata* التي تنتسب إليها مختلف الحيوانات الفقرية.

تتميز شوكـ ات الجلد بهـ كل أدمي يفرزه الحيوان ، مؤلف من قطع ملتحمة من الكلسيت، قد ترتكز عليها نتوءات وأشواك كلسـ ة ثابتة أو متحركة . ويبدي الفحص المجهري للمقاطع الرقـ قة لأجزاء الهـ كل بذ ـة شبكـ ة خاصة ، تشبه بذ ـة خلايا النحل . وهذه البذ ـة تساعد على تمييز هـ كل أفراد هذه الشعبة أو بقاياها الهـ كلـ ـة تحـت المجهـر . تمتلـ ـىء فراغـات هـذه الشـبكة فـي أثنـاء عملـ ـات

الاستحاثة بكربونات الكلسيوم ، مما يؤدي إلى تجانس الهكل وتحويله بكامله إلى كلسيت يعطي عند تكسره سطوح انفصام مميزة .

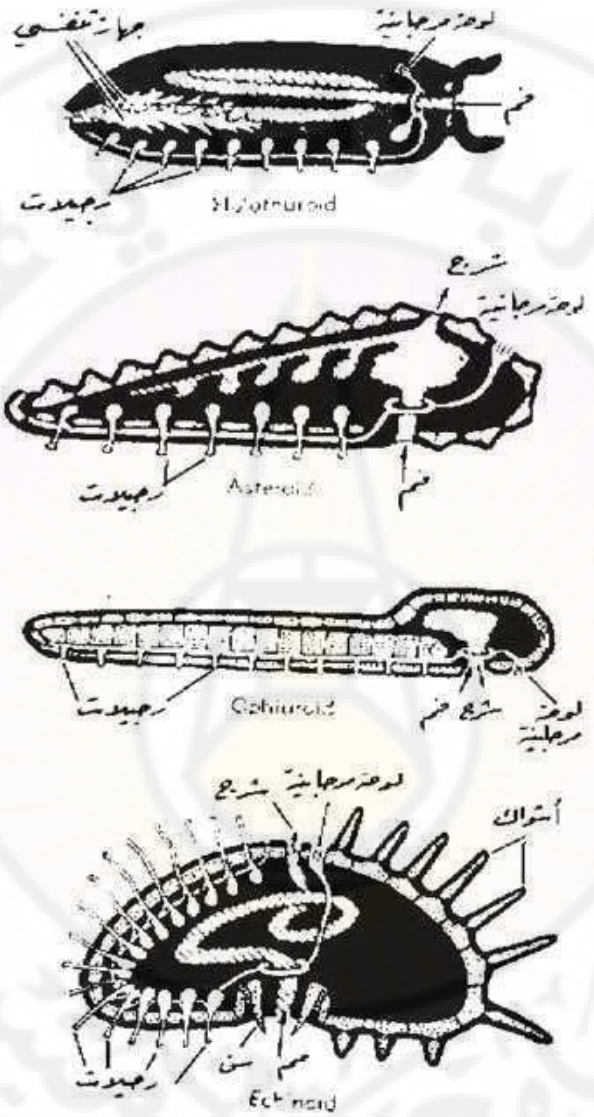


الشكل (98) يمثل مقاطع عرضية في مجموعة المتثبتات من شوكيات الجلد (المناطق المنقطة تمثل أجزاء الهكل) .

توجد فتحة الفم في بعض المجموعات بمركز السطح العلوي ، كما في الزنبقانات (الشكل 98)، أو تنفتح على الوجه السفلي ، كما في القنفذانات ، وقد تنفتح على النهاية الأمامية للحيوان ، كما في أشباه القثاء (الشكل 99) .

يقود الفم إلى جهاز هضمي أنبوبي الشكل ينتهي بالشرج ، يحيط به جوف حشوي *Coelom* . يحوي الجوف الحشوي الجهاز العصبي وأعضاء التكاثر وجهاز دوران مائي خاص ، مؤلف من حلقة حول البلعوم، تصدر عنها خمسة أقنية شعاعية محيطية ، وقناة محورية تنفتح على الوسط الخارجي بثقوب خاصة .

يعتبر جهاز الدوران المائي من مميزات أفراد هذه الشعبة التي تنفرد به عن بقية الحيوانات الأخرى . وهو يقوم بوظيفة التنفس ، وتستعمل الرجلات الملحقة به كأعضاء حسية في بعض المجموعات ، كما تستعمل في التنقل ، أو جمع المواد الغذائية في المجموعات الأخرى .



الشكل (99) يمثل مقاطع عرضية في مجموعة المتنقلات من شوكيات الجلد (المناطق المنقطة تمثل أجزاء الهيكل) .

طبيعة حياة شوكيات الجلد :

لم تتكيف شوكيات الجلد للعيش في المياه العذبة ، أو المياه نصف الملوحة ، وإنما تعيش فقط في كل الأوساط البحرية ذات الملوحة النظامية. فهي تعيش على قيعان البحار الضحلة ، والعميقة على السواء . وتفضل أشباه القثاء والقنفذانيات القيعان الطينية ، حيث يقوم قسم منها بالتهام الطين (آكلات الطين) ، والتغذي على المواد العضوية الحاوي عليها ، بينما تفضل شوكيات الجلد الأخرى القيعان الرملية أو الصخرية . وتعيش بعض الزنبقانيات والقنفذانيات في الأمكنة ذات التيارات الشديدة ، وفي المناطق الشاطئية، وحول الأرصفة المرجانية .

تعيش الأشكال المتثبتة كالزنبقانيات متثبتة بصخور قاع البحر إما مباشرة بملاط ، أو بواسطة ساق ، بينما تستند الأشكال الحرة كالقنفذانيات على القاع بواسطة أشواكها وأرجلها القنابية التي تستعملها في حركتها . وقد تعيش هذه الأخيرة ضمن حفر تحفرها في الصخر أو الرمل .

توزعها الجيولوجي :

عثر على أقدم ممثل لشوكيات الجلد في صخور الكمبري الأسفل ، وهذا ما يشير إلى أن أسلافها كانت موجودة في الحقب ما قبل الكمبري غير أنها لم تترك آثارا" عنها على شكل مستحاثات . إن تنوع أشكالها وظهور أفراد تقسماتها الرئيسية المختلفة ، قد حدثت اعتبارا" من الأردوفيسي. وهذا ما يدل على أن تطور شوكيات الجلد قد حصل خلال الفترة ما بين الكمبري الأوسط والأردوفيسي الأعلى ، حيث كانت الأشكال البدائية متثبتة تتغذى بالمتعضيات الدقيقة ، التي تجلبها معها التيارات المائية المحرضة بحركة أهداب أذرعها. ثم تطورت هذه الأشكال ، وتكيفت نحو الحياة الحرة المتنقلة ،

واكتسب الحيوان في نفس الوقت نظاماً غذائياً يعتمد على المتعضيات الكبيرة وأجزائها .

تتميز صخور حقب الباليوزوي بانتشار شوكيات الجلد المتثبتة ، وبصورة خاصة الزنبقانيات حيث انقرض معظم صفوفها قبل بداية حقب الميزوزوي .

هذا وعلى الرغم من أن بقايا الأشكال المتنقلة ، كانت ممثلة خلال حقب الباليوزوي تمثيلاً ضعيفاً ، فإن انتشارها لم يتم إلا في الأحقاب التي تلت حقب الباليوزوي ، ولا تزال ممثلة بكثرة في البحار الحالية .

تصنيف شوكيات الجلد :

يعتمد تصنيف شوكيات الجلد على الشكل العام للهيكل ، وعلى تعضي الجسم ، وطبيعة الجهاز المائي، وبنية العناصر الهيكلية . وهذا ما يسمح بتقسيم شوكيات الجلد إلى مجموعتين كبيرتين :

آ – **تحت شعبة شوكيات الجلد المتثبتة** *Pelmato = oa* وتشمل الصفوف التالية (الشكل 98) .

1- **صف الكيستيات** *Cystoidea* .

2- **صف إدريواستروئيدا** *Edrioasteroidea* .

3- **صف الزنبقانيات** *Crinoidea* .

4- **صف البرعميات** *Btastoidea* .

ب – **تحت شعبة شوكيات الجلد الحرة أو المتنقلة** *Eleuthero = oa* وتشمل الصفوف التالية (الشكل 99) .

1- **صف أشباه القثاء** *Holothuroidea* .

2- **صف النجميات** *Stelleroidea* .

3- **صف القنفذيات** *Echinoidea* والأشكال المشابهة لها .

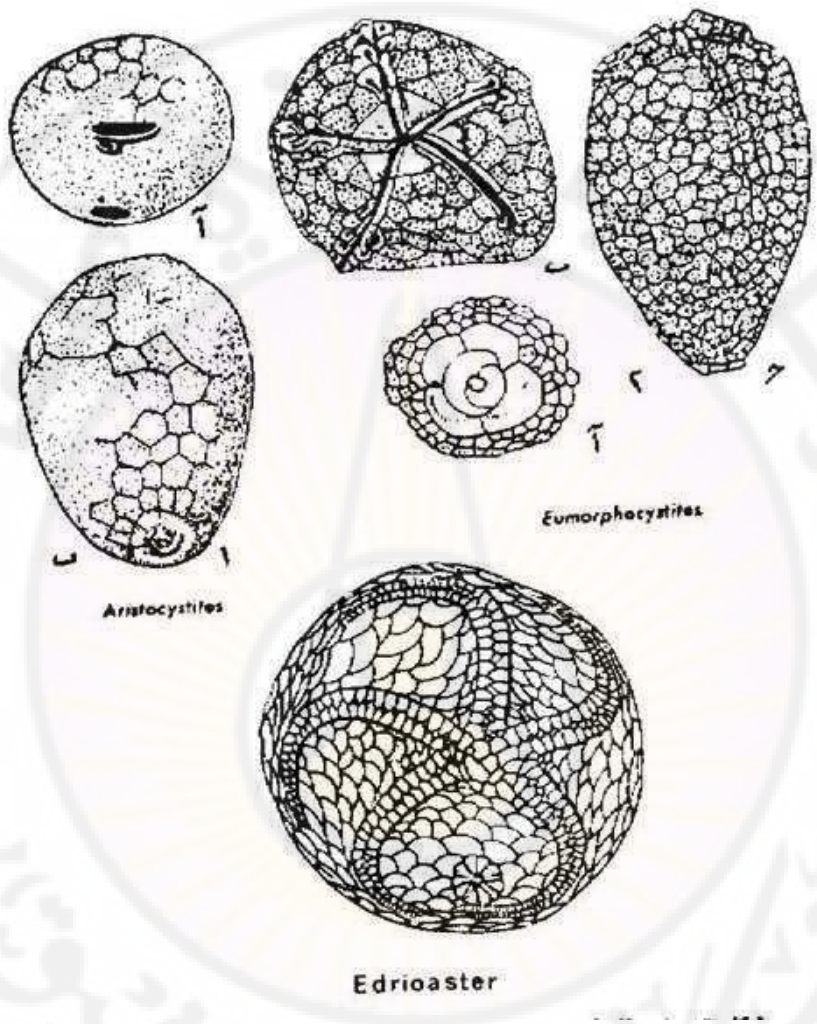
آ – تحت شعبة شوكيات الجلد المتثبتة *Pelmato= oa* :

تعـ ش أفراد هذه المجموعة في أغلبـ ة الحـالات ، متثبتة على صـخور قـاع البحر بملاط ، أو بساق مؤلف من قطع متمفصلة ، وقد يتحرر الحيوان في بعض الحـالات الأخرى بالمراحل الكهلة . وتتميز أفراد هذه المجموعة بوجود أخاديد مهدبة شعاعـ ة تحـ ط بالفم . تؤدي حركة الأهداب إلى تحريض تـ ار مائي ، باتجاه الفم يحمل معه المتعضـ ات المجهرية المغذية نحو الفم الذي يقع في مركز الوجه العلوي للحيوان . تشمل هذه المجموعة الصفوف التالـ ة :

1- صف الكـ سانـ ات *Cystoidea* :

وهي حيوانات منقرضة وجدت هـ اكلها الكلسـ ة في حقب الباليوزوي ، بالفترة الواقعة بين الأردوفـ سي والديفوني .

تتألف هـ اكلها الكروية (الشكل 100) من صفـ حات غير منتظمة ، مجهزة بثقوب معينـ ة الشكل . لا تبدي بعض أفراد هذه المجموعة التناظر الخماسي المميز لشوكـ ات الجلد ، غير أن بعضها الآخر يظهر هذا التناظر، حيث تدل علـ ه الأخاديد المغذية المشعة من الفم الذي يقع على السطح العلوي من الكأس . يستند الكأس على ساق قصيرة بحالة وجودها نذكر من أجناس الكـ سـ ات : الجـــنس أريستوسـ ســـتـ س *Aristocystis* والجـــنس أومورفوسـ ســـتـ س *Eumorphocystis* اللذان وجدا في الأردوفـ سي (الشكل 100) .



الشكل (100) يمثل أجناس من صف الكسـاذ ات وصف أدريواستروئيدا

1- الجنس أريستوسـستـس Aristocystites .

آ – منظر قمي يبين الفم بشكل الشق في المركز ، والشرج البـضوي على الهامش .

2- الجنس أومورفوسـستـس Eumorphocysts .

آ – منظر قاعدي ب – منظر قمي جـ – منظر جانبي .

3- الجنس أدريواستر Edrioaster . لاحظ المناطق القنابـة المتعرجة ، والفم في المركز والشرج الهامشي .

2- صف إدريواستروئيدا *Edrioasteroidea* :

وهي مجموعة منقرضة أيضا" ، وجدت هياكلها الكلسية اعتبارا" من الدور الكمبري وانقرضت في دور الكربوني الأسفل . وهي شوكيات جلد متثبتة ، أجسامها كروية أو مسطحة (الشكل 100) مؤلفة من صفحات كلسية صغيرة غير منتظمة وقابلة للي . ينفتح الفم في مركز الكأس . ترتكز الكأس على ساق بحالة وجودها . يمتد من الكأس خمس مناطق قنابية متعرجة ورفيعة . نذكر من أجناس هذه المجموعة الجنس ادريواستر *Edrioaster* الذي وجد في الدور الأردوفيسي.

3- صف الزنبقانيات *Crinoidea* :

تشبه هذه الحيوانات نبات الزنبق ، وهي تتمتع بألوان زاهية وتكون بعض أشكالها حرا" سابحا" ، غير أن معظمها تتثبت على قاع البحر بوساطة ساق مؤلفة من تطبق أقراص مختلفة الأشكال ، تستند عليها كأس مجهزة بأذرع متعددة . تتميز هذه الحيوانات بتناظر خماسي واضح ، وأفرادها تختلف عن بعضها البعض بشكل صفحاتها الكلسية وشكل أذرعها . يتراوح قدها بين عدة ملمترات حتى 18 م ، ويبلغ متوسط قد الأشكال الحالية 25 سم . تتوزع هذه الحيوانات في البحار الحالية توزعا" جغرافيا" واسعا" ، فهي موجودة في البحار الدافئة والباردة على السواء وبأعماق تتراوح من عدة أمتار حتى 4000 م .

وجدت بقاياها المستحاثة في كثير من التشكيلات الجيولوجية ، فقد ظهرت أفرادها الأولى في الأردوفيسي ، وانتشرت خلال حقب الباليوزوي انتشارا" كبيرا" ، واستمر بعضها حتى العصر الحالي . تعتبر بعض أجناسها

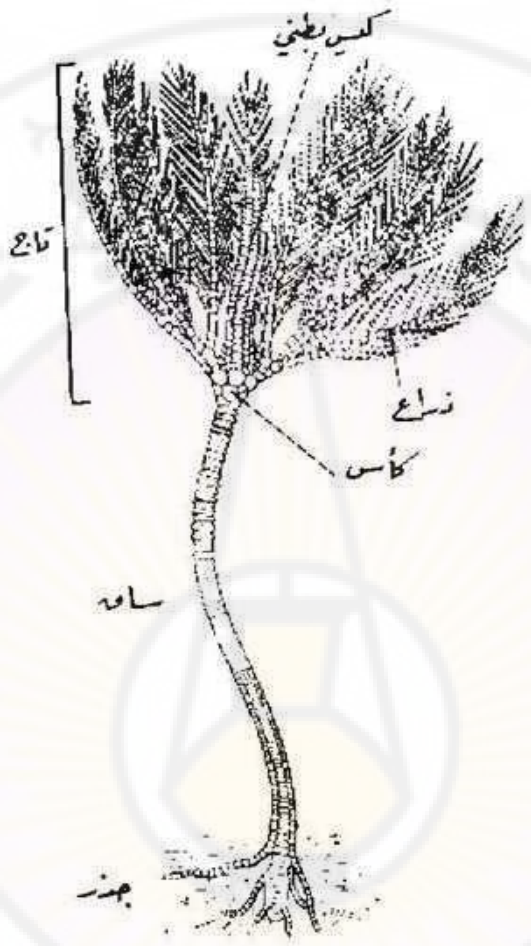
من المستحاثات المميزة لطوابق حقب الباليوزوي ، ولذلك تشكل دراستها أهمة ستراتغرافة كبيرة .

الشكل العام للزنبقانات :

يتألف الجسم في معظم الزنبقانات من ثلاثة أقسام (الشكل 101) : الكأس والأذرع والساق التي تبدأ بالجذر .

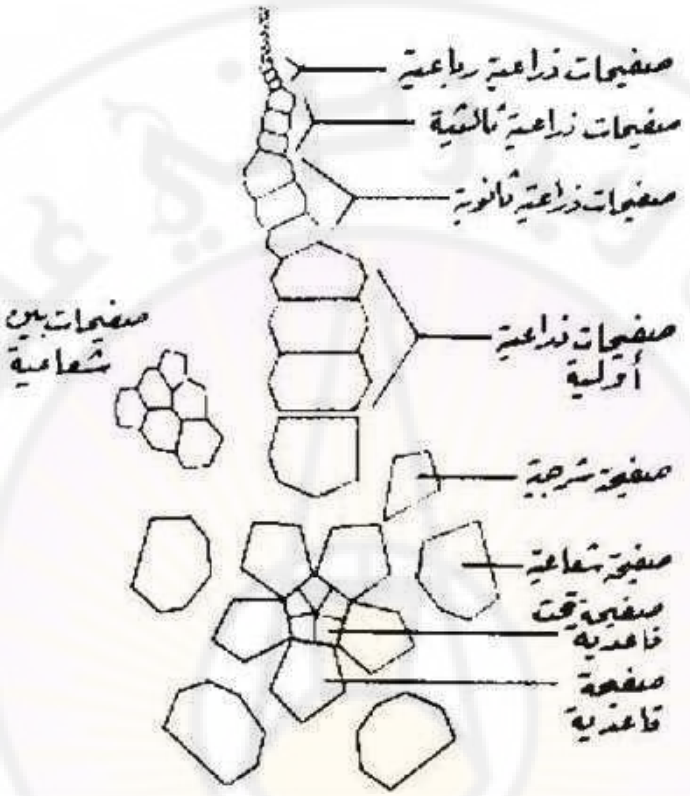
الكأس : تضم الكأس الأعضاء الرئسة في الحيوان . ينفتح الفم في مركز سطحها العلوي (البطني) (الشكل 98) . يقود الفم إلى أنبوب هضمي على شكل عروة ، ينتهي بشرج ينفتح على هامش الوجه البطني . تصدر عن الكأس خمسة أذرع ، تتفرع بدورها إلى فروع ثانوية وثالثة الخ .... يلاحظ على الوجه البطني أو العلوي لكل ذراع أخدود مجهز بصفين من الأهداب ، تؤدي حركتها المستمرة إلى تحريض تار مائي ، يحمل معه المواد الغذائة الدقيقة نحو الفم . يمتد تحت الأخدود في كل ذراع حبل عصبي شعاعي، يتحد مع الحبال الشعاعة الأخرى بحلقة عصبة حول البلعوم . يتألف الجهاز المائي من حلقة حول البلعوم تصدر عنها خمس أقنة قنابة شعاعة ، تقع تحت الحبال العصبة، وتسايرها وتمتد نحو الأذرع وتفرعاتها المختلفة .

تمتد من الأقنة القنابة استطالات عبر ثقوب خاصة في الهكل تسمى بالأرجل القنابة. وهي تترتب على شكل صفين على جانب الأخدود الذراعي ، تقوم بوظفة التنفس . وتصدر عن الحلقة حول البلعوم أيضا" أقنة تنفتح في الجوف الحشوي ، الذي ينفتح بدوره على الوسط الخارجي بثقوب خاصة في الهكل.



الشكل (101) يمثل الشكل العام في الزنبقاذ ات .

تتألف الكأس من التحام عدد كبير من الصفحات الكلسة تصطف على شكل حلقات حول صفحة مركزية ظهرية (الشكل 102) .



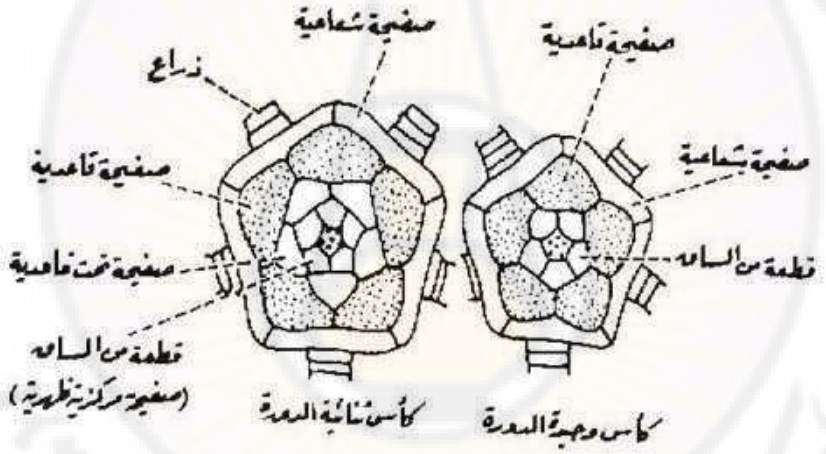
الشكل (102) يمثل ترسم للصفحات الكأسية في الزنبقانات .

تتألف الحلقة الأولى من 3 – 5 صفحات كلسية ، تسمى بالصفحات تحت القاعدية تليها حلقة الصفحات القاعدية . وهي مؤلفة من خمس صفحات قد يلتحم بعضها ، مما يؤدي إلى اختصار عددها إلى أربع أو ثلاث أو صفحتين قاعديتين .

تأتي بعد ذلك حلقة الصفحات الشعاعية ، التي تشكل جوانب الكأس ، وهي تترتب بصورة متبادلة مع الصفحات القاعدية . تتبادل الصفحات

الشعاعة الخمس مع خمس صفحات بين شعاعة قد ينفتح في إحداها الشرج ، وتسمى بالصفحة الشرجة بين الشعاعة .

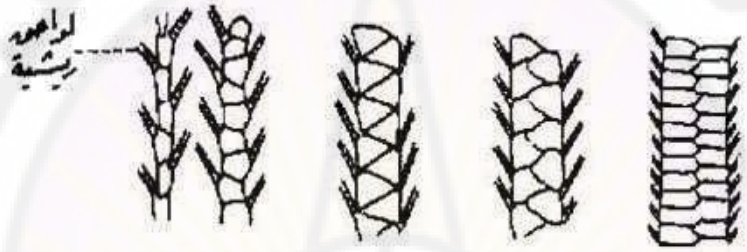
تكون بعض حلقات الكأس غير موجودة عند بعض الأشكال ، وعند وجود حلقة الصفحات القاعدية فقط تسمى الكأس بوحيدة الدورة (الشكل 103) ، وعندما تضاعفها حلقة الصفحات تحت القاعدية تسمى بثنائة الدورة . ويلاحظ في بعض الأشكال الأخرى عدم وجود الصفحة المركزية الظهرية .



الشكل (103) يمثل شكل الكأس مرئي من قاعدتها .
1- كأس وحيدة الدورة . 2- كأس ثنائية الدورة .

الأذرع : قد تكون الأذرع ، وهي من مميزات الزنبقاذات ، متفرعة إلى فروع أولية أو ثانوية أو ثالثة أو غير متفرعة . هي تنشأ من الصفحات الشعاعة مباشرة ، وتتألف من صف واحد ، أو من صفين من الصفحات الأذرعة . وتدعى الذراع ذات الصف الواحد بوحيدة السلسلة وذات الصفين

بثنائـة السلسلة ، حيث تتعاقب الصفحات الأذرعـة مع بعضها (الشكل 104) . تكون السطوح الخارجـة أو الظهرية للصفحات الأذرعـة مدورة ، بينما تكون سطوحها الداخلـة أو البطنـة مقعرة ، مشكلة ميزابـة تحتلها في أثنـاء الحـاة الأجزاء الرخوة التـي تحميهـا سلسـلة مـن الصـفحات تسمى بالصفحات الغطائـة .



الشكل (104) يمثل نماذج من الأذرع حيث يظهر التطور من الذراع وحيدة السلسلة إلى الذراع ثنائـة السلسلة .

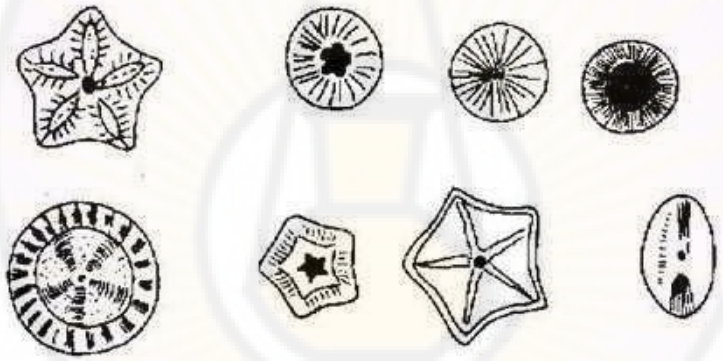
ويشاهد على الأذرع في كثير من الزنبقاـات وجود لواحق غير متفرعة ، تدعى اللواحق الريشـة تشبه بنيتها بنـة الأذرع ، وهي تنشأ بصورة متعاقبة على جانبيها.

تكـون الأذرع فـي الأشـكال البدائـة قصـيرة ووحيـدة السلسـلة ، وغيـر متفرعة بينما تكون في الأشكال المتطورة طويلة شديدة التفرع . وهذا ما يزيد من إمكانـة الحصول على المواد الغذائـة الدقـقة.

ويلاحـظ فـي بعـض الأشـكال أن الصـفوف الأولـى مـن الصـفحات الأذرعـة تتحد مع بعضها البعض ، كما تتحد مع الصفحات الشعاعـة مشكلة جزءا" من الكأس.

يغطى الوجه الفموي من الكأس أحـانا" تغطـة كاملة أو جزئـة ، بخمس صـفـحات كلسـة ، وقد تضـمر هذه الصـفـحات وتصـبح صـغيرة ، أو تنمو على شكل أنبوب يدعى الأنبوب الشرجي أو الكـس البطني ، وهو يخفي الفم والأخاديد المغذية وصفـحاتها الغطائـة.

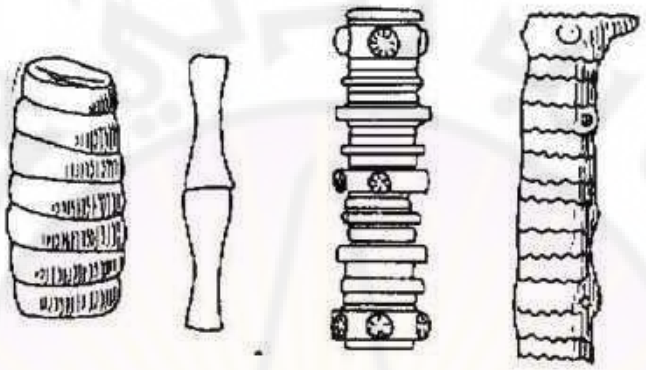
الساق : تتميز ساق الزنبقاذ ات بقابليتها للي ، ويصل طولها أحـانا" عدة عشرات من السنتمترات (الشكل 101) . وتتألف من تمفصل عدد كبير من الفقرات الكلسـة، Columnals تختلف أشكالها باختلاف الأجناس (الشكل 105) .



الشكل (105) يمثل نماذج عن الفقرات الكلسـة .

فقد تكون مقاطعها قرصـة أو خماسـة ، وقد تكون أحـانا" أخرى مربعة أو إهليلجـة. وقد تحوي الساق في الجنس الواحد أحـانا" شكلين مختلفين من الفقرات الكلسـة (الشكل 106) . قد يكون ارتفاع الفقرات أكبر من قطرها حيث تظهر بشكل اسطوانات قصيرة . وقد تظهر في الجنس الواحد فقرات ثخينة ، تتعاقب مع فقرات رقـقة . تتمفصل الفقرات مع بعضها البعض بسطوحها المنبسطة المجهزة بخطوط أو بحروف مشعة على شكل وردة ، تختلف أشكالها بحسب الأجناس ، ويلاحظ في مركز كل قطعة ثقب دائري

أو خماسي الأضلاع (الشكل 105) . يشكل تراكب ثقوب الفقرات قناة تمتد من الكأس حتى الجذر ، وتحتلها استطالات من الجهاز العصبي .



الشكل (106) يمثل منظر جانبي لنماذج من الساق وفقراته الكلسية .

يشكل الجذر القسم الأسفل من الساق ، فقد يكون مدببا" أو متفرعا" ، يستعمل لتثبيت الحيوان . يكون تثبيت الزنبقانيات التي تعيش على قاع البحر الرخوة بجذر متفرع ، أما التي تعيش على الصخور فتتثبت بوساطة صفيحة ، أو كتلة كلسية يفرزها الحيوان .

هذا ويلاحظ أن بعض الزنبقانيات تنفصل عن قاع البحر وتصبح سابحة ، وهذا ما يؤدي إلى ضمور الساق واختفائه ، كما في الجنس ساكوكوما *Saccocoma* ، وتصبح الكأس عريضة ذات جدار رقيق مؤلف من الصفيحات القاعدية فقط ، كما أن الأذرع تطول لتتلائم مع الحياة السابحة .

شوكيات الجلد

(طائفة أشباه الزنابق وبعض شوكـات الجلد الثانوية)

طائفة أشباه الزنابق :

لأشباه الزنـابق **crinoids** جسم محكم ، كأسـي الشكل ، وتقع فتحتـي الفم والشرج على **السطح الفمـي** (العلوي) ، ولـه خمسة أذرع مرنة بسـطة أو متشعبة ، ذات ثلم قنابـة تحـط بالفم . والجسم مثبت إلـى قاع البحر لمدة معينة بواسطة ساق ينمو إلى أسفل من **السطح المقابل للفم** .

ويتكون الهـكل الداخلي من عدة صفائح كلسـة ذات تماثل خماسي . وتكون الصفائح الحاويـة للجسم مـا يعرف **بالكـأس calyx** . أمـا الصفائح الباقـة فتكون محور الساق والأذرع .

وتعـش أشباه الزنـابق فـي جماعات حيث يمتد توزيعها الجغرافي من البحار الاستوائـة إلى القطبـة . وتشمل الأنماط الحـة منها زنابق البحر sea lilies – (أنمـاط مثبتـة إلـى القـاع بواسطة سـاق) التـي توجد فـي المـاه العمـقة ونجوم ريشـة الشكل (أنمـاط تفتقر إلـى الساق) ، التـي تعـش فـي المـاه الضحلة الصافـة بالقرب من الشاطىء .

وتعتبر النجوم الريشـة في الوقت الحاضر أكثر عددا" وأوسع انتشارا" من زنابق البحر ، بعكس ما كان في الماضي الجيولوجي.

الشكل الخارجي :

يقع الجسم في أشباه الزنابق الحـة داخل الكأس الذي يتكون من جزئين : **الكأس الظهري dorsal cup** ، وهو مغطى بغشاء من الصفائح **والسيراء** tegmen . أما الأذرع فترتكز على الكأس . وفي كثير من الأجناس تتفرع

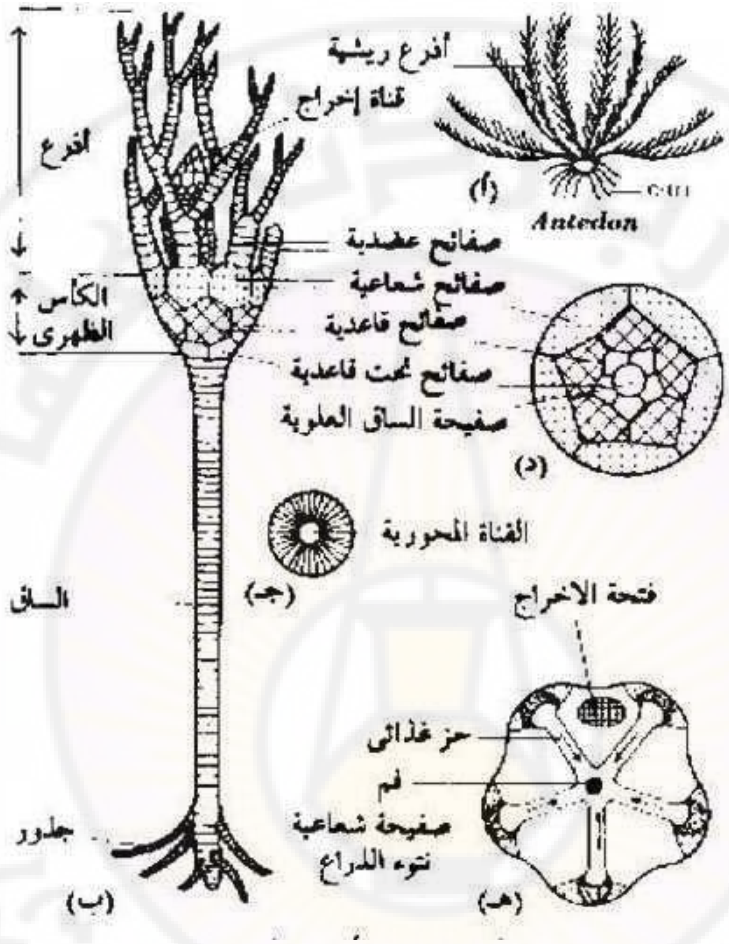
هـذه الأذرع ويحمـل كـل فـرع صـفين مـن الغصـينات تعـرف **بالريشـات pinnules** .وتكون هذه في مجموعها قمعا" حول الفم .

ويوجد بكل منها ثلم يغذيه (**قنـاب ambulacrum**) . وهو مبطن بأقدام أنبوبـة عند الجانب الفمي ، تعمل على اصطـاد الغذاء (الهوائم التي تتساقط إلى القاع) بواسطة مادة مخاطـة. ويتم نقل الغذاء أسفل الحز تجاه الفم بواسطة أهداب .

وقد يكون الساق مثبتا" إلى القاع بواسطة **جذيرات rootlets** تتفرع من القاعـدة ، أو يكـون مـزودا" بفـروع إمسـاكـة تسـمى **المعـاليق cirri** يقـوم الحيوان بالتعلق بواسطتها إلى الأعشاب البحرية.

الهـكل : تنتظم صفائح هـكل أشباه الزنابق في ثلاثة أجزاء : **الكأس والأذرع والساق** (الشكل 107 ب) . وقد يكون للكأس تركيبة مرنة نسبـا" ، غير أنه فـي العديـد مـن الأجنـاس الإحاثـة تتحـد صـفائحه لتكـون مـا يشـبه الصـندوق الصلب . وعـادة مـا تكـون الصـفائح سداسـة أو خماسـة الشكل ومصفوفة فـي دوائر صغيرة.

الكأس الظهري : يتكون من دائرتين صغيرتين بكل منها خمس صفائح تسمى السفلى **بالقاعدية basals** ومن فوقها **الشعاعـة radials** . وتوجد في بعض الأنماط حلقة إضـافـة تسمى **تحت القاعديـة infrabasals** . وتقع هذه بين الصفائح القاعدية والساق (الشكل 107 ب) . وفي بعض أشباه الزنابق يحوي الكـأس الظهـري صـفائح إضـافـة . فعلـى سـبيل المثـال قـد توجـد صـفائح بـين شعاعـة أي بين الصفائح الشعاعـة . وفي بعض الأحـان تندمج أول صفائح الأذرع المسماة **العضدية brachials** بتركيبة الكأس (الشكل 108 أ) .



الشكل (107) أشباه الزنابق

(أ) – من أشباه الزنابق السابحة . (ب) – من أشباه الزنابق الثابتة ويبين الشكل الأجزاء الرئيسة ، الأذرع غير كاملة . (جـ) – السطح المفصلي لصفيحة ساق (صفيحة عمود) . (د) – الجانب المقابل للفم بالكأس الظهري . (هـ) – الجانب الفمي بالكأس يوضح الحزات الغذائية تحول ما تحصل عليه إلى الفم .

السيراء tegmen : تقع على الجانب الفمي من الكأس وهي عبارة عن غشاء مرصع بصفائح مميزة أو تركيبة صلبة على شكل قبة فوق الفم وثلم الغذاء المجاورة . وتقع فتحة الشرج في الخلفة البين قطرية (الشكل 107 هـ) بين ثلمين غذائيين على سطح السيراء أو عند طرف أنبوبة الشرج (الشكل 107 ب).

وترتكز صفائح الأذرع بحرية ، وهي أسطوانة الشكل ذات شق على شكل حرف (V) اللاتيني على الجانب الفمي بداخله ثلم الغذاء . كما ترتكز صفائح الساق (**الأعمدة columnals**) بحرية أيضا" ، وهي دائرية قرصة أو نجمة الشكل (الشكل 107 جـ)، ولكل منها فتحة مركزية يمر من خلالها امتداد الأجزاء الرخوة .

شكل الهكل وطريقة معيشة بعض أشباه الزنابق :

الأنتيدون Antedon : (الشكل 107 أ) . نمط يفتقر إلى ساق ، ذو كأس صغيرة وأذرع ريشة ، ذو عنقود من المعاليق عند قاعدة الكأس .

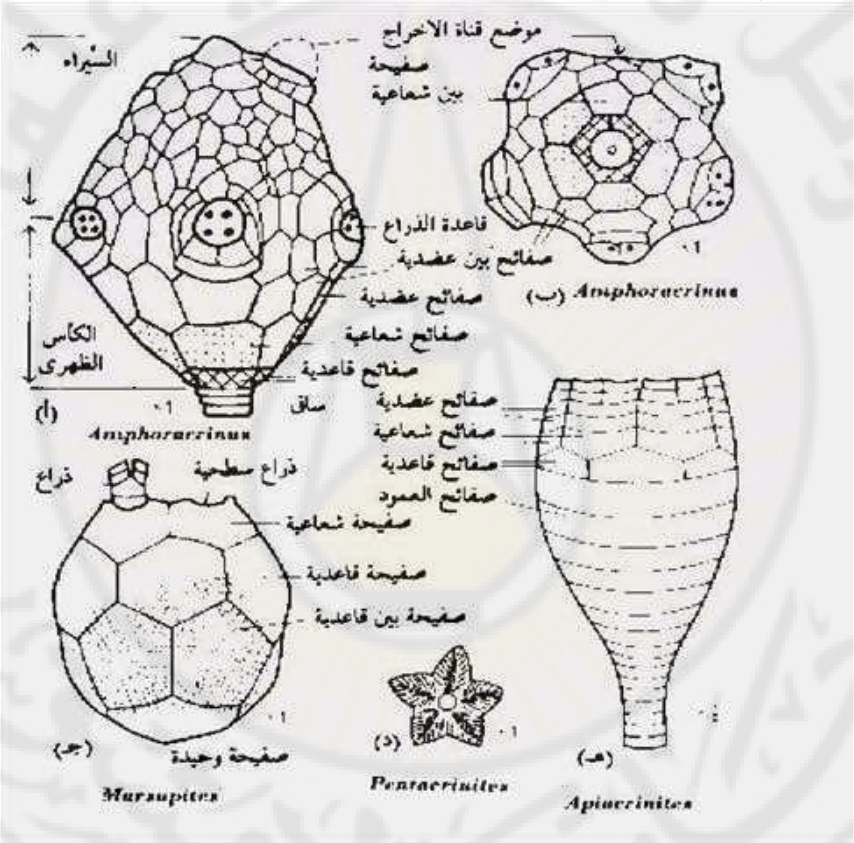
العمر : العصر الأيوسيني إلى العصر الحاضر .

والأنتيدون بايفيدا **Antedon bifida** أحد أمثلة هذا الجنس ، وهو يعيش بين نطاق المد والجزر وتحته مباشرة ، مشدودا" إلى الصخور بواسطة معاليقه أو سابحا" بتحريك أذرعه ببطء.

الأبيوكرينايتس Apiocrinites : (الشكل 108 هـ) . له ساق طويلة تتسع تدريجيا" مندمجة بالكأس الصلب الكومثري الشكل . وهو يتكون من صفائح الساق العلوية الكبيرة الحجم التي تتصل بالصفائح القاعدية

والشعاعة بواسطة بعض الصفائح العضدية . ويبلغ عدد الأذرع عشرة ، غير أنها عادة لا تحفظ كمستحاثات.

ويعيش الأبيوكرينايتس **Apiocrinites** بالأعماق السحقة متصلا" إلى القاع بواسطة ساقه.



الشكل (108) أشباه الزنابق

(أ) – الجانب المقابل للفم بالكأس الظهري . بالشكل (جـ) – تم توضح العلامات السطحة على صفحتين فقط . (د) – سطح متمفصل لصفحة العمود .

الخلاصة : تنقسم أشباه الزنابق إلى مجموعتين أعطينا مثلا" لكل منهما . وهي إما تسبح بحرية في الماء وفي هذه الحالة لا يكون لها ساق مثال الأنتيدون **Antedon** الذي يعيش في المياه الضحلة قرب الشواطىء ، أو تعيش متصلة إلى القاع بواسطة ساقانها عند أعماق تصل إلى حوالي 5000 متر . ومستحاثات أشباه الزنابق تعيش كذلك إما مثبتة بساقان أو سابحة في الماء ، غير أن الدليل الجيولوجي يشير ، وخاصة في حالة ذوات الساق ، إلى أن ظروف معيشتها البيئية تختلف عن نظيراتها الحديثة. ومثال ذلك الأبيوكرينيتس Apiocrenites الذي يعيش حالا" في الأعماق السحقة ، بينما توجد مستحاثاته بكثرة في طين برادفورد Bradford Clay ببريطانيا وهي طبقة رقيقة ترسبت تحت ظروف مائية ضحلة نسبيا" . كما أنه عادة ما توجد مستحاثات أشباه الزنابق من ذوات الساقان التي ترجع إلى دهر الحياة القديمة مع مجموعة مختلفة من مستحاثات الكائنات الجاثمة للمياه الضحلة . ومثال ذلك وجود الأمفوراكريناس **Amphoracrinus** بالحجر الجيري للشعب المرجانية للحين الكربوني الأسفل .

أجناس شائعة أخرى

أشباه زنابق دهر الحياة القديمة :

كانت أشباه زنابق دهر الحياة القديمة ذات ساقان ومعظمها ذو كأس صلب وأذرع محورة في أشكالها بما في ذلك نمو الريشات الأمر الذي زاد في المساحة المكافئة لجمع الغذاء .

الأمفوراكراينس Amphoracrinus : (الشكل 108 أ) . له كأس صلب بـ ضاوي الشكل ، ويتكون الكأس الظهري من ثلاث صفائح قاعدية وخمسة شعاع ـ ة وخمسة عضدية ، كما يوجد بها صف ـ حة شعاع ـ ة واحدة ، يوجد بين الصفائح العضدية بعض الصفائح البين عضدية ، يكون السيراء سقف مرتفع على شكل قبة من الصفائح العديدة الأضلاع . ويوجد بها قناة إخراج قصيرة ، أما الأذرع فهي عديدة التشعب وقلما تحفظ كمستحاثات .

العمر : دور الكربوني الباكر .

أشباه زنابق دهري الحـ اة المتوسطة والحديثة :

تنتمي كل أشباه الزنابق بعد دهر الحـ اة القديمة إلى تحت صف واحد. فهي تتميز بكأس صغير وسيراء مرن علـ ه فتحة الفم وثلم الغذاء ، وترتكز الأذرع على الصفائح الشعاع ـ ة . ويوجد لبعضها سـ قان مثال البنتاكرينيتس **Pentacrinites** والأبيوكرينـايتس **Apiocrinites** بينمـا الـبعض الآخـر يفتقر إليها مثال المارسوبابيتس **Marsupites** .

وللبنتاكرينايتس Pentacrinites : (الشكل 109) . كأس صغير يتكون مـن صـفائح تحـت قاعديـة وقاعديـة وشـعاع ـ ة ، الأذرع طويلـة جـدا" ريشـ ـة ومتشـعبة ، السـاق طويلـة ذات معـاليق عنـد فواصـل معينـة ، الأعمـدة علـى شكل نجوم (الشكل 108 د) .

العمر : دور الترياسي إلى العصر الحاضر .

المارسـوبايتس Marsupites : (الشـكل 108 جـ) . ذات كـأس كرويـة كبيرة ، تفتقر إلـى ساق ، الصفائح كبيرة وخماسـ ـة الشكل فـ ما عدا القاعدية منها حيث تكون سداسـ ـة الشكل، قاعدة الكـأس تتكون من صـف ـ حة واحدة تحـ ـط بهـا صـفائح تحـت قاعديـة تتبعهـا القاعديـة ثـم الشـعاع ـ ة . وللصـفائح

الشعاعة بروزات مثلمة للأذرع ، التي تكون قصيرة ومكررة التشعب وهي نادرا" ما تحفظ كمستحاثات.

العمر : دور الكريتاسي .

التاريخ الجيولوجي لأشباه الزنابق

خلاصة : تعرف أول أشباه الزنابق من صخور الأرينج Arenig البريطانية (الحين الأردوفشي) . وكانت أكثر شوكيات الجلد انتشارا" في أثناء دهر الحياة القديمة . وقد تناقص عددها في أثناء الحين البرمي . وبالرغم من أنها عادت وازدادت عددا" في أثناء دهر الحياة المتوسطة فإنها لم تصل ذروة نموها العددي في أثناء دهر الحياة القديمة .

وقد أصبحت أشباه الزنابق ذات أهمية كمستحاثات في صخور الحين السيلوري. وبقيت على هذا الحال في أثناء الحينين الديفوني والكربوني . وغالبا" ما توجد مستحاثات أشباه الزنابق بالصخور الجيرية أو حجر الشعب الجيري للحين الكربوني (الشكل 110).

ونادرا" ما يوجد كأس متكامل التركيب ، بل توجد مستحاثات أشباه الزنابق على هيئة صفائح منفصلة وخاصة مكونات الأعمدة التي تكثر أحيانا" ممثلة لمعظم مكونات بعض الصخور الجيرية حيث تسمى صخور أشباه الزنابق الجيرية .

والأمفوكراينس **Amphoracrinus** هو أحد أشباه زنابق الحين الكربوني الواسعة الانتشار (الشكل 108 أ) . وأحيانا" يمكن العثور على كأس متكامل الحفظ في بعض الهضاب الشعبية الصغيرة بشمال بريطانيا .



الشكل (109) البنتاكرينايتس Pentacrinites ، الداسي الأسفل (2 X) .

ولم تستطع أي من أشباه زنابق الحياة القديمة البقاء على قيد الحياة إلى بداية دهر الحياة المتوسطة . وبالرغم من أن أشباه زنابق دهر الحياة المتوسطة لا بد وأنها انحدرت من تلك التي سبقتها إلا أن العلاقة غير واضحة . فأوائل أشباه الزنابق بدهر الحياة المتوسطة كان لها سيقان مثال البنتاكرينايتس **Pentacrinites** (الشكل 109) غير أنه خلال الحين الكريتاسي انتشرت أشباه الزنابق عديمة السيقان مثال المارسوبايتس Marsupites (الشكل 108 جـ) والونتاكرينايتس **Uintacrinites** (الشكل 111) . وقد بقيت الأنماط الأكثر انتشارا" في عصرنا الحاضر.



الشكل (110) من أشباه زنابق الحين السيلوري جـ سوكراينس Gissocrinus (2 X) .



الشكل (111) من أشباه الزنابق عديمة السـقان التي ترجع إلى الحين الكريتاسي . الونتاكرينس Uintacrinus ، الكريتاسي العلوي (1 X) .

تصنيف الزنبقيات

تنتسب الزنبقيات الحالية إلى تحت صف الزنبقيات المتمفصلة Articulata حيث عثر على أشكالها المستحاثة في الحقبين الميزوزوي والكينوزوي ، أما المجموعات الأخرى فهي منقرضة وقد اقتصر وجودها على الباليوزوي فقط . تشمل الزنبقيات تحت الصفوف الأربعة التالية :

1- **تحت صف المتمفصلات** *Articulata* : تكون الكأس في أفراد هذه المجموعة صغيرة بصورة عامة ، تتألف من صفحات كلسية قليلة : صفحات شعاعية ، صفحات قاعدية، وصفحات تحت قاعدية قد تكون ضامرة . تكون الأذرع وحيدة السلسلة ، ونادرا" ما تكون ثنائية السلسلة ، وقد

تحمل لواحق ريشية . الفم والأخاديد المغذية ظاهرة (الترياسي – العصر الحالي) . نذكر من أجناسه :

الجنس مارسوبيتس ***Marsupites*** **من فصيلة** ***Marsupitidae*** :

الكأس كروية ذات صفحات رقيقة الجدران ، لا ساق لها (الشكل 112 / 1). تتألف الكأس من صفحة مركزية كبيرة خماسية الأضلاع . الصفحات تحت القاعدية خماسية ، بينما الصفحات القاعدية سداسية الشكل . الصفحات الشعاعية خماسية ، تحمل سطوح تمفصل هلالية الشكل تتمفصل عليها الأذرع . الأذرع قصيرة نسبياً ثنائية التشعب ووحيدة السلسلة . الصفحة الذراعية أضيق من الصفحة الشعاعية (كريتاسي أعلى).

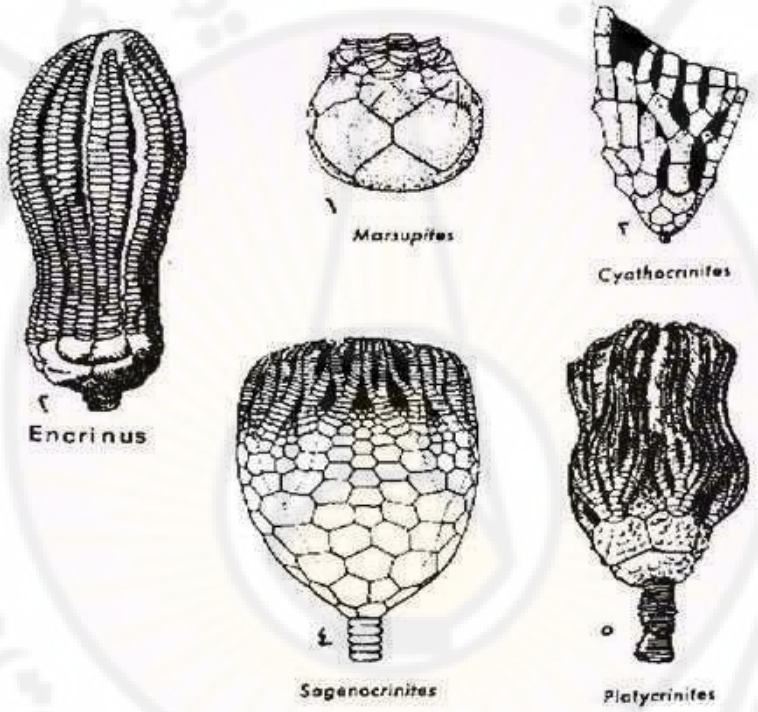
الجنس انكرينوس ***Encrinus*** **من فصيلة** ***Encrinidae*** :

2- تتألف الكأس من صفحات تحت قاعدية صغيرة ، يخفيها اتصال الساق مع الكأس (الشكل 112 / 2) . الصفحات القاعدية كبيرة ، وهي سداسية الشكل ، والصفحات الشعاعية كبيرة ولكنها خماسية . تستند على كل صفحة شعاعية صفحتان ذراعيتان متحدتان معها . لا توجد صفحات ذراعية بينية ، كما لا توجد صفحة بين شعاعية شرجية . الأذرع ثنائية التشعب ، تكون كل شعبة في البداية وحيدة السلسلة ، تصبح بعدها ذات صفحات متبادلة ، وتنتهي بثنائية السلسلة ، وتحمل لواحق ريشية . يغطي الوجه الفموي صفحات . الساق طويلة تخترقها قناة ضيقة وأهم أنواع هذا الجنس Encrinus lilliformis الذي يميز الترياسي الأوسط . هذا ومن الجدير بالذكر أن بعض المؤلفين يصنفون هذا الجنس وفصيلته في تحت صف إنادوناتا.

2- **تحت صف إنادوناتا** ***Inadunata*** :

تتصل الصفحات الكأسية في أفراد هذه المجموعة مع بعضها البعض اتصالاً وثيقاً . تكون الكأس إما أحادية الدورة أو ثنائية الدورة . يختفي الفم

تحت الجانب البطني للكأس . الصفحات بين الشعاعة مفقودة ما عدا الصفحة الشرجة . تكون الأذرع حرة فوق مستوي الصفحات الشعاعة (الأردوفسي – البرمي) . نذكر من أجناسه :



الشكل (112) يمثل بعض أجناس الزنبقاذات .

الجنس سيتوكرينيتس *Cyathocrinites* **من فصيلة** *Cyathocrinitidae*:

الكأس مخروطة (الشكل 112 / 3) الصفحات تحت القاعدية صغيرة ومتساوية وهي خماسة الأضلاع . الصفحات القاعدية كبيرة سداسة الأضلاع . الصفحات الشعاعة بشكل الدرع . الأذرع طويلة أحادية السلسلة،

ثنائـة التشـعب ، تتشـعب إلـى خمـس أو ست أو سـبع مـرات، ولكنهـا لا تحمـل لواحـق ريشـة . يظهـر علـى الوجـه البطنـي أنبـوب شـرجي. السـاق ذو مقطـع مستدير . (السيلوري – الكربوني).

3 – تحت صف فلكسيبيلا *Flexibilia* : تكون الصفحات الكأسـة متمفصلة قابلة للحركة، تتألف الكأس من صفحات أذرعـة أولـة ، وصفحات شعاعـة ، وصفحات قاعدية وثلاث صفحات تحت قاعدية بالإضافة إلى صفحات شرجـة . يلاحظ على الوجه البطني الأخاديد المغذية التي تنتهي بالفم . تكون الأذرع أحادية السلسلة لا تحوي لواحق ريشـة (الأردوفسي – البرمي) . نذكر من أجناسه :

الجنس ساغنوكرينيتس *Sagenocrinites* **من فصيلة** *Segenocrinitidae* :

تتألف الكأس (الشكل 112 / 4) من صفحات تحت قاعدية صغيرة. توجد الصفحة الشرجـة بين الشعاعـة بين الصفحات القاعديـة . الصفحات الشعاعـة كبيرة . تظهر عدة دورات من الصفحات الأذرعـة ، ملحقة بالكأس ، ومفصولة بصفحات بين أذرعـة متعددة . الأذرع متشعبة أحادية السلسلة لا تحمل لواحق ريشـة (السيلوري).

4 – تحت صف كاميراتا *Camerata* : تتصل الصفحات الكأسـة اتصالا" وثيقا" مع بعضها بعضا". الأخاديد المغذية خفية . تلحق بالكأس الصفحات الأذرعـة، والصفحات بين الشعاعـة. الأذرع أحاديـة السلسـلة، أو ثنائـة السلسلة تحمل لواحق ريشـة (الأردوفسي– البرمي) نذكر من أجناسه :

الجنس بلاتكرينيتس *Platycrinites* **من فصيلة** *Platycrinitidae* :

تتـألف الكـأس مـن ثـلاث صـفحات قاعديـة غيـر متسـاوية . الصـفحات الشـعاعـة كبيـرة (الشـكل 112 / 5) . تكـون بعـض الصـفحات الأذرعـة

ملحقة بالكأس . لا توجد صفحات بين شعاعة . تتشعب الأذرع من مرة إلى ثلاث مرات وهي أحادية السلسلة في البداية ، ثم تصبح ثنائية السلسلة تحمل لواحق ريشة طويلة . يوجد الشرج على بروز شبه مركزي أحانا". الساق طويلة ذات مقطع إهليلجي في الغالب (الديفوني – البرمي).

4- صف البرعماذات *Blastoidea* :

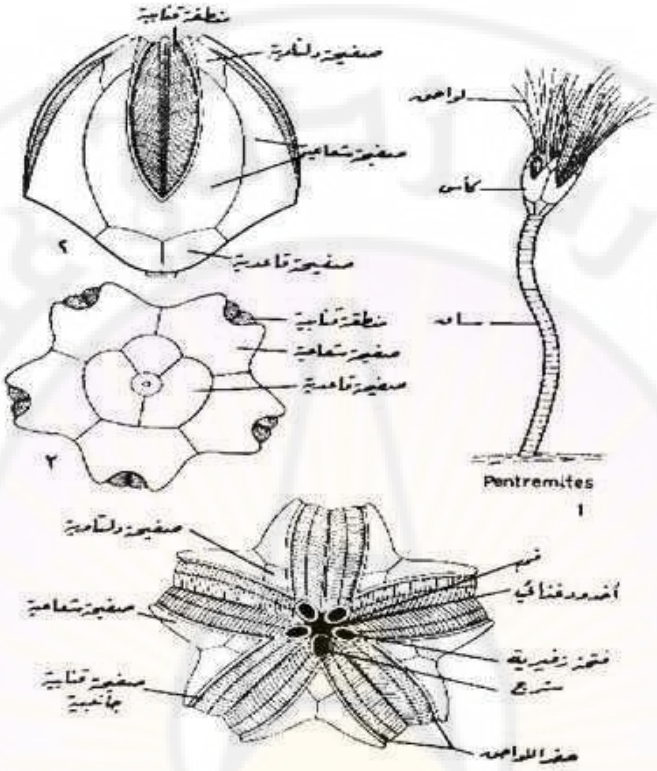
وهي مجموعة منقرضة تشبه أفرادها البراعم ، ظهرت في الأردوفسي ، وانقرضت في البرمي .

يتألف جسم البرعماذات من كأس محمولة عادة على ساق . تكون الكأس كروية الشكل ، أو بيضوية أو بشكل برعم الزهرة . وتتألف في أغلب الحالات من ثلاث عشرة صفحة مرتبة بشكل منتظم . لا يوجد للكأس أذرع حقيقية وإنما توجد لواحق ريشية تصدر عن هوامش المناطق القنابية . ندرس مثالا" عن هذا الصف.

الجنس بنترميتس *Pentremites* **من فصيلة** *Pentremitidae* :

تتألف الكأس (الشكل 113) من حلقة مؤلفة من ثلاث صفحات قاعدية، اثنتان منها بقد واحد والثالثة صغيرة ، تقع فوق الساق ، تليها حلقة مؤلفة من خمس صفحات شعاعية أكبر من الصفحات القاعدية، وهي تشكل الجزء الأكبر من الكأس.

يشاهد أخدود على كل صفحة شعاعية في قسمها الأعلى تحتله المناطق القنابية التي تفيد في جمع المواد الغذائية الدقيقة . وأخيرا" تلاحظ خمس صفحات صغيرة ، تسمى بالصفحات الدلتاوية أو بين الشعاعية.



الشكل (113) يمثل الأجزاء الهكلية في البرعمانيات .

يقع الفم في قمة الكأس تحيط به خمس فتحات مستديرة زفيرية Spiracle ينفتح الشرج في أكبرها . يشع عن الفم خمس مناطق قنابية نحو الجانب الظهري ، يحدها من كل جانب الصفحات الدلتاوية والصفحات المشعة.

تتألف المنطقة القنابية من صفين من الصفحات المتوسطة ، يحيط بهما من كل جانب صف من الصفحات الصغيرة ، تدعى بالصفحات الجانبية ، تكون كل منها مجهزة بحفرة صغيرة ، وهي مكان اتصال اللواحق التي تنفصل عن الكأس في أثناء الاستحاثة. تحتل القناة المغذية القسم الأوسط من المنطقة القنابية .

مصطلحات

الذراع arm : طرف مفصلي ذو ثلم قنابي على سطحه الفمي وهو مدعم بعظ مات كلس ة (الشكل 107 ب) .

قناة الشرج canal tube : قناة يوجد بطرفها فتحة الشرج وهي تبرز من السطح الفمي (الشكل 107 ب) .

الكـأس calyx : ويتكـون مـن الكـأس الظهـري dorsal cup والسـيراء tegmen ويوجد بداخله الحيوان (الشكل 108 أ) .

المعاليق cirri : تفرعات من الساق لتثبيته (الشكل 107 أ) .

الكـأس الظهـري dorsal cup : جزء الكـأس العـريض وهـو يتكـون مـن صـفائح منتظمـة فـي شكل دائـرة تشـمل العلويـة والقاعديـة مـن تحتهـا ، وفـي بعض الأحـان توجـد صـفائح تحـت قاعديـة بـين القاعديـة والسـاق (الشكل 107 ب) .

الساق stem : جزء مرن تدعمه صفائح عمودية عادة ما تستعمله أشباه الزنابق لتثبيت نفسها إلى القاع (الشكل 107 ب) .

السيراء tegmen : غشاء بصفائح أو بدونها يغطي السطح الفمي للجسم (الشكل 108 أ).

ب – تحت شعبة شوكيات الجلد الحرة أو المتنقلة

: *Eleutherozoa*

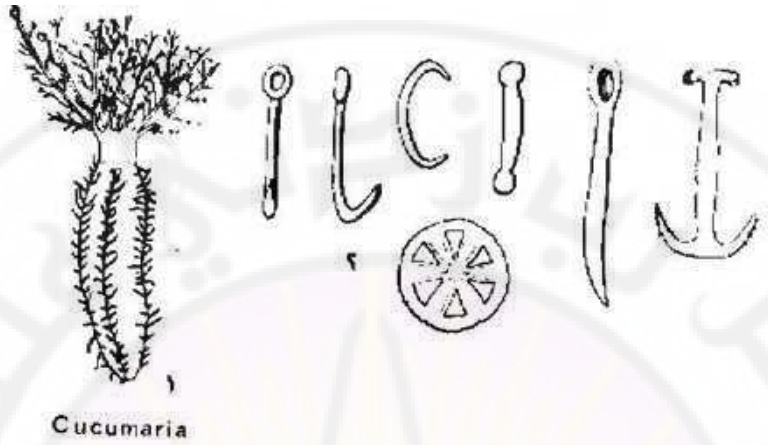
وهي أشكال حرة غير متثبتة تعـ ش أفرادها على قعر البحر ، مستندة على أشواكها أو أرجلها القنابـ ة التي تستعملها بصورة عامة في تنقلها . تشمل هذه المجموعة الصفوف التالـ ة :

1- صف أشباه القثاء *Holothuroidea* :

تتميز أفراد هذا الصف بجسم رخو متطاول أسطواني الشكل (الشكل 114) . يقع الفم في مقدمة الحيوان ، والشرج في مؤخرته .

تتألف الأجزاء الهـ كلـ ة من شويكات صغيرة من الكلسيت أو من فوسفات الحديد ، لها أشكال مختلفة (الشكل 114 / 2) تنتشر في جدار الحيوان الرخو .

تنتشر أشباه القثاء في العصر الحالي انتشارا" كبيرا" وأهم أجناسها الجنس كوكوماريا *Cucumaria* . أما أشكالها المستحاثة فنادرة جدا" ، ومقتصرة على شويكاتها الكلسـ ة النادرة ، التي عثر عليها اعتبارا" من الكربوني .



الشكل (114) يمثل الجنس كوكوماريا Cucumaria من أشباه القثاء
1- منظر جانبي تظهر فيه المجسات ، وثلاثة صفوف من الأرجل القنابية .
2- أشكال من الشويكات الكلسية التي تمثل الأجزاء الهيكلية في أفراد قثائيات البحر

3- صف النجماديات *Stelleroidea* :

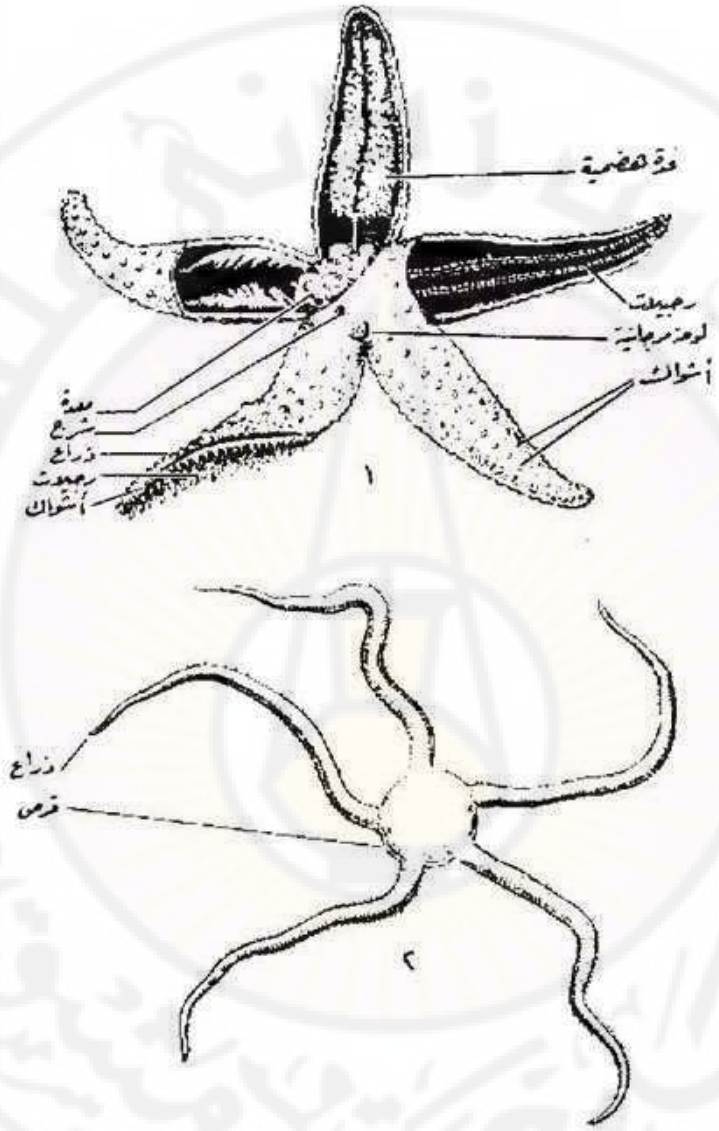
تتميز أفراد هذا الصف بشكل نجمي . يتألف جسمها من قرص مركزي ، يصدر عنه خمسة أذرع شعاعية (الشكل 115) . يوجد الفم في مركز الوجه السفلي . يتألف الهيكل، في أغلبية الأفراد ، من شويكات صغيرة ضعيفة الارتباط ، لذلك فإنها لا تشكل هيكلا" صلبا" . تنتشر النجماديات انتشارا" كبيرا" في البحار الحالية ، وقد وجدت بقاياها الهيكلية اعتبارا" من الأردوفيسي . هذا وبالرغم من ظهورها اعتبارا" من الحقب الباليوزوي وتطور أفرادها ، فإن أهميتها الستراتغرافية ضئيلة جدا" ، نظرا" لندرة أشكالها المستحاثية الكاملة وتبعثر شويكاتها بعد موت الحيوان . يضم هذا الصف مجموعة منقرضة وهي سوماستروئيديا *Somasteroidia* وقد اختفت في الديفوني الأعلى ،

ومجموعتين وهي أستروئيديا *Asteroidia* وأوفيروئيديا *Ophiroidia* ولازالت أفرادها ممثلة في البحار الحالية . وأهم أجناس المجموعتين الأخيرتين الجنس أستریاس *Asterias* والجنس أوفيودرما *Ophioderma* (الشكل 115).

4- صف القنفذانات *Echnoidea* :

تعتبر أفراد هذا الصف من أهم شوكيات الجلد المتنقلة ، وهي عبارة عن حيوانات لها شكل كروي أو نصف كروي أو قرصي أو بشكل القلب . يحمي الأجزاء الرخوة هيكل كلسي ، مؤلف من التحام عدد كبير من الصفيحات الكلسية ، تستند عليها أشواك قابلة للحركة بواسطة سطوح مفصلية . تتميز هذه الحيوانات بوجود جهاز مائي داخلي ، يتصل مع المحيط الخارجي عبر ثقوب خاصة .

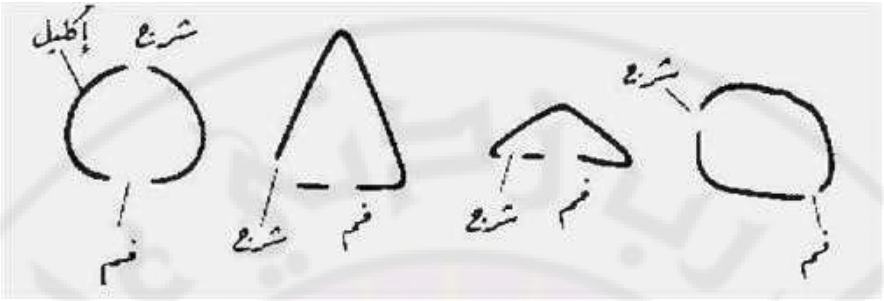
يقع الفم على الوجه السفلي أو الفموي للحيوان، وقد يكون مركزيا" أو منحرفا" نحو الأمام (الشكل 116) . ويقع الشرج على الوجه المقابل أو الوجه العلوي ، وهو بدوره قد يكون مركزيا" أو منحرفا" نحو الخلف حيث يصل في بعض المجموعات حتى الوجه الفموي.



الشكل (115) يمثل بعض أجناس من صف النجماذ ات .

1- الجنس أستریاس Asterias .

2- الجنس أفيودرما Ophioderma .



الشكل (116) يمثل وضعة الفم والشرج في القنفذانات .

يكون كل من الفم والشرج في القنفذانات المنتظمة متقابلين ويحتلان مركز كل من القطب السفلي ، والقطب العلوي ، بينما يكونان منحرفين عن مركزي القطبين في القنفذانات غير المنتظمة .

الأجزاء الرخوة :

يتألف الجهاز الهضمي من أنبوب بسط ملتف يصل الفم بالشرج ، ويحتل محور جوف الإكليل (الشكل 99) . أما الجهاز القنابي أو الجهاز الناقل للماء الذي تتميز به شوكانات الجلد ، فيتألف من حلقة حول البلعوم ، تتصل مع الوسط الخارجي ، بقناة محورية تنفتح في الصفحة المرجانة المثقبة التي تشكل إحدى صفحات القرص القمي . يصدر عن الحلقة حول البلعوم أيضا" خمس أقنة محطة شعاعة ، تبطن وتساير محاور المناطق القنابة ، وتمر بداياتها من الأقواس المشكلة من النتوءات التي تستند عليها العضلات المثبتة لفانوس أرسطو . يصدر عن الأقنة القنابة الشعاعة فروع جانبة متبادلة ، تخرج من ثقوب الصفحات القنابة ، مشكلة الأرجل القنابة . تنتهي كل رجل قنابة في الغالب بمحجم صغير ، يفيد في تنقل الحيوان وتنفسه ، كما تفيد الأرجل القنابة على السطح الفموي للحيوان بتوجه وجمع المواد الغذائة في بعض الأفراد.

يتألف الجهاز العصبي من حلقة حول البلعوم ، يصدر عنها خمسة أعصاب شعاعية توافق مسير الأقنية القنابية الشعاعية الناقلة للماء . تخترق هذه الأعصاب الثقوب العينية الموجودة في صفيحات القرص القمي العينية ، حيث تتفرع بعد خروجها لتعصب الأعضاء الخارجية .

ويتألف الجهاز التناسلي في القنفذانيات المنتظمة من خمس غدد تناسلية مذكرة، أو مؤنثة موزعة حسب تناظر شعاعي ، يوافق المناطق القنابية ، وتنفتح الغدد نحو الوسط الخارجي بثقوب الصفيحات التناسلية المحاطة بالشرج .

الهيكل :

نميز في هيكل القنفذانيات ثلاثة أجزاء رئيسة : وهي الجملة القمية أو القمة والإكليل وحول الفم . ندرس هذه الأجزاء الثلاثة في الجنس الحالي ايكينوس *Echinus* الذي يمثل نموذجا" عن القنفذانيات المنتظمة .

الجملة القمية : تتألف الجملة القمية (الشكل 117) من عدد من الصفيحات الكلسية الصغيرة ، تحاط بالشرج تعرف بالصفيحات حول الشرج، ومن حلقة مؤلفة من عشر صفيحات كلسية ، خمس منها تدعى بالصفيحات التناسلية وخمس تدعى بالصفيحات العينية . تشكل الصفيحات التناسلية القسم الداخلي من الحلقة ، وهي صفيحات خماسية الأضلاع تقريبا"، مجهزة كل منها بثقب كبير نسبيا" ، يستخدم كفتحة لخروج المنتجات التناسلية. وتتميز إحدى الصفيحات التناسلية بكبر قدها وبوجود ثقوب صغيرة متعددة، وتدعى بالصفيحة المرجانية ، يتصل بواسطتها الجهاز المائي القنابي مع الوسط الخارجي. يحاط بالصفيحات التناسلية ، بصورة متبادلة ، خمس صفيحات

صغيرة مثلثة أو خماسية الأضلاع ، تدعى بالصفحات العينية ، تحمل كل منها ثقبا" صغيرا" تنتهي إليه الأوعية القنابية الشعاعية .



الشكل (117) يمثل أجزاء الهيكل في القنفذانات .

آ – الوجه القمي ب – الوجه الفموي جـ – الجملة القمية .

تتميز الجملة القمة في القنفذانات المنتظمة بقد كبير . فقد تكون جمع صفحاتها التناسلة في بعض الأفراد مفصولة بالصفحات العينة ، حيث تشكل حلقة واحدة تحط بحول الشرج ، بينما يكون بعض صفحاتها التناسلة فقط في بعض الأفراد الأخرى مفصولة بالصفحات العينة . ويقال إن الصفحات العينة داخلة Insert عندما تترتب بين الصفحات التناسلة مشكلة حلقة واحدة ، وخارجة Exert عندما لا تلامس الصفحات العينة صفحات حول الشرج .

يكون عادة لكل صفحة تناسلة أو عينة ثقب واحد فقط ، غير أن بعض أشكال الحقب الباليوزوي لها ثقبان أو أكثر .

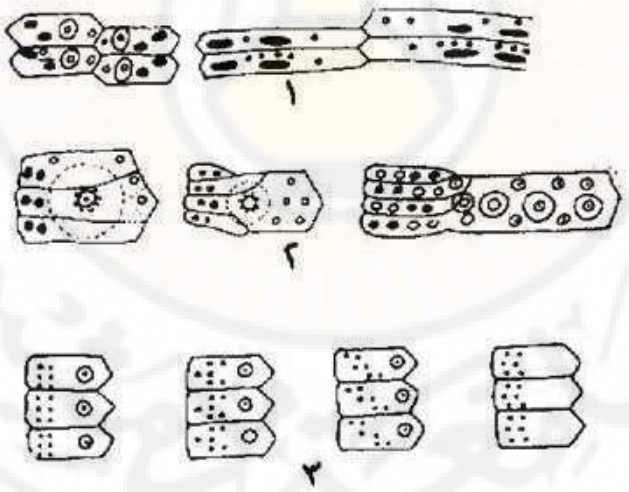
أما في القنفذانات غير المنتظمة ، فتتميز الجملة القمة بقد صغير . ويسبب هجرة الشرج من الجملة القمة في بعض الأفراد امتداد الصفحة المرجانة نحو مركزها وتشويها" لشكل صفحاتها ، حيث تستطيل بعضها أو تختفي أو تلتحم مع بعضها البعض.

الإكليل : يتألف الإكليل في الجنس ايكينوس من التحام عدد من الصفحات الكلسة ، مرتبة حسب عشر صفوف تمتد من الجملة القمة نحو الفم (الشكل 117) . نميز في هذه الصفوف خمس مناطق قنابة (شعاعة) تتبادل مع خمس مناطق بين قنابة (بين شعاعة) .

تتألف هذه المناطق من التحام صفين من الصفحات . تبدأ المناطق القنابة اعتبارا" من الصفحات العينة ، بينما تبدأ المناطق بين القنابة اعتبارا" من الصفحات التناسلة. ويظهر خط التحام الصفحات مع بعضها على شكل خط منكسر .

تكون الصفحات القنابية أصغر حجما" ، ولكنها أكثر عددا" من الصفحات بين القنابة ، وتتميز عنها أيضا" بوجود ثقوب لمرور الأرجل القنابة نحو الوسط الخارجي اعتبارا" من الأقنة القنابة الشعاعة ، التي تقع تحت الخط المتوسط لكل منطقة قنابة.

تكون الثقوب مستديرة عادة في الجنس ايكينوس ، غير أنها تصبح أحانا" في بعض الأفراد متطاولة (الشكل 118) وهي تقع في أغلبة الحالات بالقسم الخارجي من الصفحة القنابة . وتكون على شكل زوج من الثقوب المتقاربة حيث تخرج من كل زوج رجل قنابة واحدة ، تتشعب في قاعدتها إلى قناتين صغيرتين . يكون الثقبان عادة أفقيين ، ويحط بهما حرف بارز بضوي الشكل ، وقد يكون الثقب الداخلي أدنى من الثقب الخارجي.



الشكل (118) يمثل الصفحات الكلسة القنابة وترتيب الثقوب في القنفذانات (اللون الأسود يمثل الثقوب والدوائر الصغيرة تمثل مكان ارتكاز الأشواك) .
1- الصفحات البسطة . 2- الصفحات المركبة . 3- وضعة الثقوب وترتيبها.

تتألف الصفحة القنابية في القنفذانات كما في الجنس سيداريس *Cidaris* وكل أجناس الحقب الباليوزوي ، من قطعة واحدة ، وتسمى بالصفحة البسيطة أو الأولية (الشكل 118 / 1) ، بينما تكون بحالات أخرى مؤلفة من التحام عدد من الصفحات الصغيرة ، يختلف عددها وتسمى بالصفحة المركبة (الشكل 118 / 2) . تترتب الثقوب بالمناطق القنابية في بعض القنفذانات فوق بعضها البعض ، لتشكل صفا" شاقوليا" من الثقوب المزدوجة (الشكل 118 / 3) ، ويسمى هذا النمط بأحادي السلسلة ، غير أنه يلاحظ في أجناس أخرى أن أزواج الثقوب تتباعد عن هامش الصفحة بمسافات مختلفة، حيث تظهر على شكل صفين شاقوليين ويسمى النمط بثنائي السلسلة . وقد تظهر أزواج الثقوب في بعض الحالات الأخرى على شكل ثلاثة صفوف أو أكثر ، ويسمى هذا النمط بثلاثي السلسلة أو أكثر . وقد يصل بين الثقبين أحدانا" أخدود واضح يظهر على سطح الصفحة .

تتخذ المناطق القنابية في بعض القنفذانات شكلا" يشبه الوريقات التويجية للأزهار (الشكل 132) ، حيث يتباعد صفا الثقوب عن بعضهما في المناطق القنابية اعتبارا" من الجملة القمية ، ثم يعودان بعدها للتقارب قبل الوصول إلى هامش الوجه القمي ، حيث تظهر المناطق القنابية بشكل تويج الزهرة ، وتدعى بالمناطق القنابية التويجية ، يمكن ملاحظتها بوضوح في الجنس سكوتلا *Scutetla* . وتدعى المناطق القنابية عند تباعد صفوف الثقوب عن بعضها دون تقاربها على هامش الوجه القمي بالمناطق القنابية تحت التويجية (الشكل 134) . هذا ويلاحظ أن صفحات الأقسام التويجية أو تحت التويجية من المناطق القنابية ، تكون قصيرة ومتعددة في الوجه القمي ، بينما تصبح طويلة وذات عدد قليل في الوجه الفموي ، حيث تكون الثقوب قليلة أو معدومة .

يتألف الإكليل في أغلبية القنفذانات من عشرين صفا" من الصفحات الكلسية غير أن هذا العدد ليس ثابتا" ، إذ يلاحظ وجود أكثر من عشرين صف في بعض القنفذانات المستحاثة ، التي عثر عليها في الحقب الباليوزوي ، أو أقل من ذلك بسبب وجود صف واحد من الصفحات الكلسية في كل منطقة بين قنابية.

تلتحم أطراف صفحات الإكليل في أغلبية القنفذانات على شكل خط التحام شاقولي يؤمن لها التحاما" كاملا" ، غير أنه يلاحظ في بعض الأجناس أن الصفحات تتراكب فوق بعضها بخط التحام مائل ، يعطيها نوعا" من إمكانية اللي .

حول الفم : يوجد الفم في مركز القطب السفلي حيث يحاط به عدد كبير من الصفحات الكلسية على شكل حلقات ، تسمى الصفحات حول الفم ، (الشكل 117) وهي مفقودة في الأشكال المستحاثة . تكون بعض هذه الصفحات مثقوبة بثقوب ، وتشكل امتدادا" للمناطق القنابية الظاهرة على الإكليل ، وبعضها الآخر عديم الثقوب . يختلف حول الفم في الشكل والحجم ، كما يختلف مكانه حسب الأجناس والأنواع . فقد يكون دائريا" أو خماسي الأضلاع أو ذا عشرة أضلاع ، عندما يكون الفم مركزيا" . وقد يصبح بيضويا" متطاولا" عندما يكون الفم في القسم الأمامي للحيوان . يحوي حول الفم في بعض الأجناس على مازيب تسكنها أزواج من الغلاصم في أثناء الحياة.

يكون حول الفم في القنفذانات المنتظمة أكثر اتساعا" من القنفذانات غير المنتظمة . قد تظهر أقسام المناطق القنابية على الوجه السفلي ، بشكل تويجي وتكون صفحاتها الكلسية مجهزة بثقوب قنابية متقاربة ، وتحتل أمكنة منخمصة مشكلة خمسة مازيب تفصل خمس مناطق بارزة بين قنابية .

يجهز الفم في القنفذانات المنتظمة ، وبعض القنفذانات غير المنتظمة بجهاز ماضغ هرمي أو مخروطي الشكل ، يندر وجوده على شكل مستحاثات.

يتألف الجهاز الماضغ الذي يعرف باسم فانوس أرسطو من عدد كبير من الصفحات ترتكز عليها بواسطة عضلات خاصة ، خمس أسنان صغيرة تبرز من الفم . يتثبت فانوس أرسطو على الهكل بواسطة عضلات تستند على حلقة من النتوءات الكلسية حول الفم، تظهر على الجانب الداخلي للمناطق القنابية وبين القنابة . وقد يتحد كل نتوءين في المناطق القنابة لشكلا قوسا" يقع فوق كل منطقة قنابة.

الأشواك :

تجهز الصفحات الكلسية بنتوءات على شكل حلمات مختلفة الحجوم (الشكل 119 / 1) ، تستند على مخروط صغير يحط بقاعدته حلقة مقعرة، تعرف باسم سكروبكول Scrobicule ، ترتبط بها العضلات المحركة للأشواك ، وتحط بها حلقة منتظمة من الحلمات الثانوية تدعى بالحلمات القاعدية .



الشكل (119) يمثل ارتكاز الشوكة على الصفحة الكلسية كما يمثل أقسام الشوكة وأشكال الأشواك المختلفة

1- مخطط لصفحة بين قنابية 2- ارتكاز الشوكة على الحلمة 3- أشكال مختلفة من الأشواك .

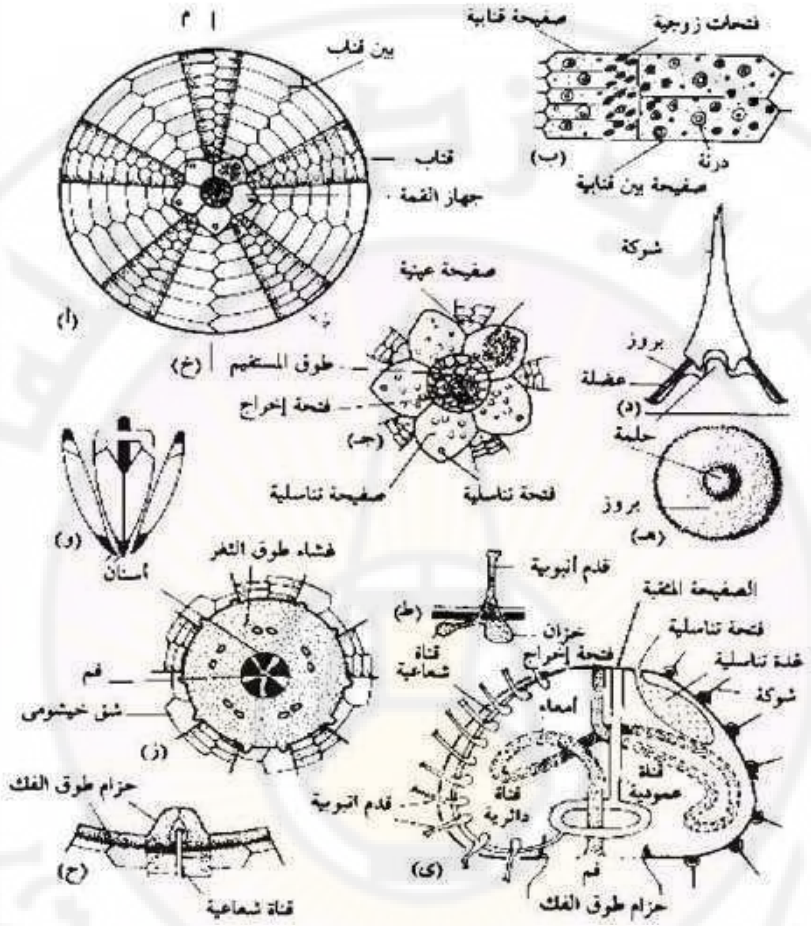
تشكل الحلمات سطوح تمفصل تستند عليها أشواك مختلفة الحجوم والأشكال . فهي تختلف فما بينها في الجنس الواحد ، كما تختلف بحسب الأجناس والأنواع (الشكل 119 / 3) . تستند الأشواك الكبيرة على الحلمات

الأولـة ، بينمـا تسـتند الأشـواك الصـغيرة علـى الحلـمـات الثانويـة . تسـتعمل الأشواك لحماية الحيوان ، كما تستعمل في تحركه وتنقله .

شكل الصدفة وطريقة معـشة بعض قنافذ البحر

الأيكـاذ س Echinus : (الشكل 120) . قنفذ بحر منتظم ، الصـدفة شبه كروية يمثل جزؤها المفلطح السطح الفمي ، الصدفة دائرية الشكل عند النظر إليها من جهة القمة ، يمثل جهاز القمة حوالي خمس قطر الصدفة وتكون الصـفائح دائـريتين ، الداخلـة منهـا تناسلـة ومتصـلة بطـوق المسـتقـم وتمثـل القنانيب نصف عرض البين قنابات ، الصفائح مركبة ، لكل منها ثلاثة أزواج من الثقوب مرتبة في ثلاثة صفوف ، تبرز الدرنات الرئـسـة في وضـع عمودي علـى كـل مـن الصـفائح القنابـة والبـين قنابـة مـع وجـود درنـات عديـدة ثانويـة وحبيبات بين هذه الدرنات . ويوجد منخفض على حافة طوق الثغر تخرج منه الخـاشـم كما توجد فكوك وحزام طوق الفك .

العمر : عصر البليوسين إلى العصر الحاضر.



الشكل (120) هـ كل قنفذ بحري منتظم مبني على جنس الأيكيناس Echinus .

(أ) – السطح المقابل للفم (م) مقدمة ، خ مؤخرة ، الخط م – خـ يمثل خط التماثل. ب ، صفائح قنابية وبين قنابية ، مكبرة . جـ ، جهاز القمة ، مكبر . د ، قطاع خلال الدرنة والشوكة. هـ ، شكل درنة . و ، منظر جانبي للفكوك بين جزء من الصفائح المثبتة للأسنان (مظللة بالأسود) . ز ، منظر فمي يبين غشاء طوق الثغر (منقط) يحـ ط بالفم . ح ، جزء من حزام طوق الفك كما يرى من الداخل ط ، قطاع خلال قدم أنبوبية يبين علاقتها بالفتحات الزوجية بصفحة قنابية (الخط الأسود السميك) . ى، قطاع مبسط خلال صدفة قنفذ بحر يبين الأعضاء الداخلية (إلى اليسار يمر القطاع بالقناب وإلى اليمين يمر بالبين قناب).

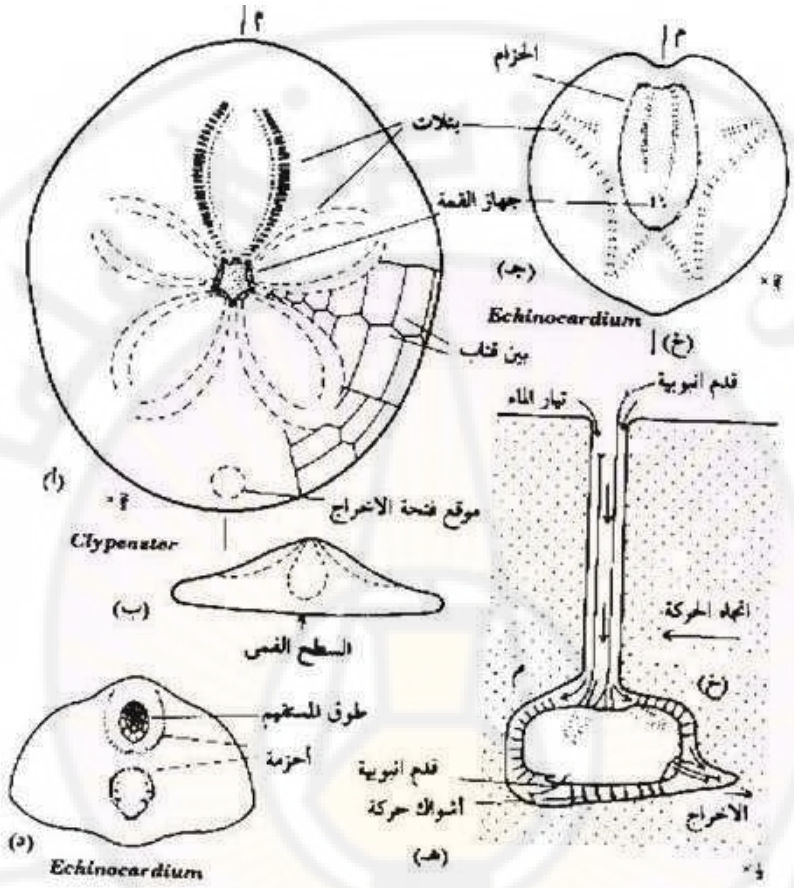
الايكاينس إسكيولنتس Echinus esculentus :

أحد قنافذ البحر التي تعـش علـى القـاع الصـلد تحـت النطـاق السـاحلي sublittoral zone إلـى أعمـاق تصـل إلـى حـوالي 1000 متـر . وبواسـطة الأقـدام الأنبوبـة التـي تمتـد فـوق مسـتوى الأشـواك يثبـت الحيـوان نفسـه إلـى الصـخور بحيث يصعب على الأمواج اقتلاعه.

والايكـاينس **Echinus** حيـوان لاحـم carnivorous جزئـا" حيـث يتغـذى علـى الحيوانـات الصـغيرة مثـال الطحالـب والديـدان كمـا أنـه يرعـى الأعشـاب البحريـة . وهـو يتحـرك بـبطء مسـتعملا" الأقـدام الأنبوبـة عنـدما يكـون علـى الصـخور والأشواك عند حركته فوق الرمال.

الكليب استر Clypeaster : (الشكل 121 أ ، ب) . قنفذ بحر غير منتظم ذو صدفة مفلطحة ، محـطها الخارجي بـضاوي الشكل ، الجهاز القمي صـغير ويتكـون مـن صـفائح مثقبـة وعلـى شـكل نجمـي (تشـمل الصـفائح التناسـلـة والصفـحة المثقبة) وخمسة صفائح عينـة ، القنانيب بتلـة ، طوق المستقـم يقع على سطح الفم بالقرب من الحافة الخلفـة ، لها خمسة حزات تلتقي عند الفم المزود بفكوك والواقع عند مركز سطح الفم.

العمر : العصر الأيوسيني المتأخر إلى العصر الحاضر.



الشكل (121) طريقة معـ شة قنافذ بحرية غير منتظمة

أ ، ب ، كليبـ استر Clypeaster ، (أ) – السطح المقابل للفم (لاحظ أن فتحة الاخراج على السطح الفمي) ، (ب) – منظر جانبي . (جـ ، هـ) الأيكينوكارديوم Echinocardium ، (جـ) – السطح المقابل للفم ، (د) – منظر للجهة الخلفـ ة ، (هـ) – رسم لقنفذ بحر في جحره (بعض الأقدام الأنبوبـ ة ممدودة ، الأسهم الصغيرة تبين اتجاه تـ ار الماء) .

ويعـ ش الكليبـ استر **Clypeaster** اليوم فـي مـ اه المنـاطق الاستوائـ ة في مستعمرات مزدحمة حيواناتها مغطاة إلى حد ما بطبقة رقـ قة من الرمال

وفتات الأصداف (الشكل 122) . وهو يتغذى على الفتات العضوي الذي يتحصل عل ه من بين الرسوب ات التي يبحث عنها بواسطة أسنانه.

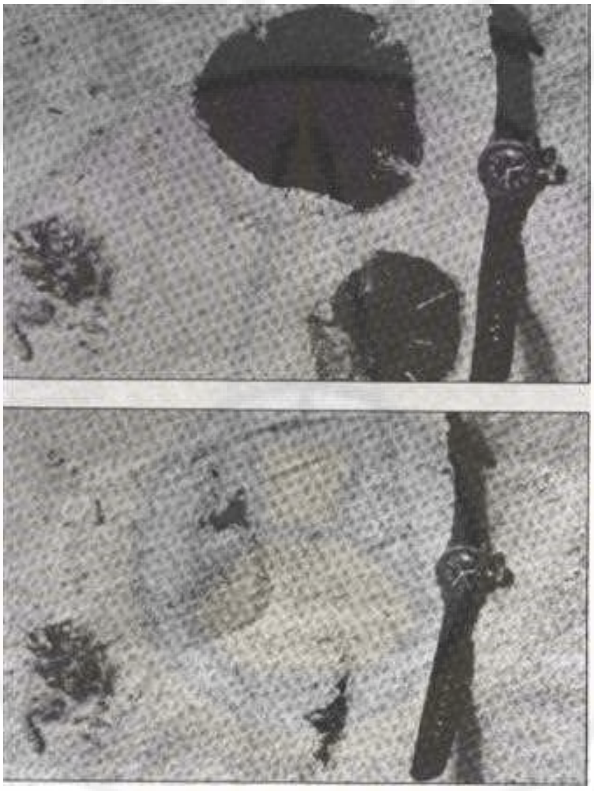


الشكل (122) كليباستر Clypeaster بيئته الطب ع ة . كليباستر روساسي س Clypeaster rosaceus مغطى تقريبا" كل ا" بالرمال والأصداف بما في ذلك صدفة فارغة لقنفذ بحري . (صورة تحت الماء) .

الأيكانيوكارديوم Echinocardium : (الشكل 121 جـ ، هـ) . قنفذ بحري غير منتظم على شكل قلب ، القناب الأمامي مزود بثقوب ويقع داخل حز يؤدي إلى الفم ، باقي القنابات تحت بتل ة subpetaloid ، طوق المستق م يقع عند الحافة الخلف ة ، الأحزمة موجودة داخل البتلات وتحت طوق المستق م ، يوجد بالصدفة صدار plastron بدرنات خشنة نسب ا" ، الفم يقع بالقرب من الطرف الأمامي ويفتح إلى الأمام ، الأشواك قصيرة ومنحن ة تجاه الطرف

الخلفي ، الأشواك الواقعة على الصدار مجدافـة الشكل وأكبر بقليل من باقي أشواك الصدفة .

العمر : العصر الأولـغوسين إلى العصر الحاضر.



الشكل (123) دنانير الرمال في أثناء الحركة .

عينتان من إنكوب مايكليناي Encope michelini في طريقها للاختفاء تحت طبقة رقـيقة من الرسوبـات وهي تتحرك إلى الأمام ، أخذت الصورة الثانـية بعد خمس دقائق من وقت أخذ الصورة الأولى . (صورة تحت الماء) .

ويوجـد الأيكانيوكـارديوم كـارداتم **Echinocardium cardatum** بالقرب من خط الجزر بالشواطىء الرملـية . فهو يحفر في الرمال إلى حوالي 50 ملـمترا" ويبقى على اتصال بمـاه البحر من خلال أنبوبـة عموديـة ضـيقة (الشكل 121 هـ) . ولتحريك الرمال يستعمل الحيوان أشواكه وبعض أقدامـه

الأنبوبة وخاصة تلك التي تقع في مقدمة القناب، والتي يمكنه مدها إلى أعلى الأنبوبة العمودية وتثبيت حبات الرمل حولها بواسطة إفرازات مخاطية . ويتم استحداث تيار من الماء يدخل إلى الأنبوبة بفعل أشواك متخصصة على الأحزمة بالبتلات . وبهذه الطريقة يتم إحضار الأكسجين إلى الأقدام الأنبوبية التنفسية. ويتغذى الحيوان على الفتات العضوي الذي يتم تجمعه من بين الرمال بواسطة الأشواك والأقدام الأنبوبية . ويوجد بمؤخرة الأنبوبة العمودية قناة إخراج يتم التخلص عن طريقها من الفضلات بواسطة تيار تحدثه أهداب الحزمة تحت فتحة الإخراج . وعند استهلاك كمية الغذاء في مكان ما يتحرك الحيوان إلى الأمام ويبني من جديد أنبوبة عمودية على السطح.

الخلاصة : يمكن تصنيف قنافذ البحر بصورة عامة إلى ثلاثة مجموعات لكل منها طريقتها المعيشية :

(1) قنافذ جوالة ، منتظمة ، ذات صدفة كروية إلى حد ما ، تستعمل الأقدام الأنبوبية والأشواك في حركتها .

(2) أنماط غير منتظمة ، ذات صدفة مفلطحة إلى حد ما ، تعيش مغطاة جزئياً" أو كلياً" تحت طبقة من الرسوبيات (الشكل 123) .

(3) أنماط غير منتظمة ذات صدفة على شكل قلب تعيش داخل حفرة بين الرسوبيات غير المتماسكة . كل هذه الأنماط الثلاثة تعيش في مجموعات .

أجناس شائعة أخرى

قنافذ بحرية ترجع إلى دهر الحـاة القديمة :

كانت كل القنافذ البحرية خلال دهر الحـاة القديمة منتظمة . بخلاف اثنين منها فإن الإكليل يتكون من 20 عمودا" من الصفائح ، ويتراوح عددها بين 2 و 20 فـي كـل قنابـة و 1 و 14 بكـل بـين قنابـة . وتكـون الصـفائح سـمكة ومشطوفة الحافة في بعض الأنماط ، بينما تكون متراكبة فوق بعضها البعض فـما يشبه قشور السمك في بعض الأنماط الأخرى. ويبدو أن الصدفة كانت لدنة . كانت الصفائح القنابـة بسـطة فلكل منها زوج من الفتحات. وقد وجدت فكوك في الكثير من الأجناس ، غير أنها تفتقر إلى حزام طوق الفك . ونادرا" ما توجد أصداف متكاملة بصخور دهر الحـاة القديمة ، غير أن الصفائح في حد ذاتها توجد بوفرة ، ويشار إليها عند العثور عليها بقنافذ البحر حيث أنها الوحيدة بين شوكـات الجلد التي لها درنات أو أزواج من الفتحات .

ويمكن الإشارة هنا إلى رتبة واحدة هي السيدرويدات Cidaroids والتي تشـمل جـنس الميوسـيدارس **Miocedaris** (الحـين البرمـي إلـى الحـين الجوراسي) . وهو قنفذ البحر الوحيد الذي عاش في أثناء دهر الحـاة القديمة ولم ينقرض بانتهاء ذلك الحين . والميوسيدارس **Miocedaris** أقدم جنس معروف ذو 20 عمودا" من الصفائح بالإكليل ونطاق طوق الفك . ويحتمل أن يكون هذا النمط أصلا" لقنافذ البحر ما بعد دهر الحـاة القديمة.

الأركيوسيدارس Archaeocidaris : (الشكل 124 أ) . ينتمي هذا الجنس إلى السيدرويديات ، وهو ذو عمودين من الصفائح بكل قنبة وأربعة أعمدة من الصفائح بكل بين قنابـة ، الصدفة كانت لدنة .

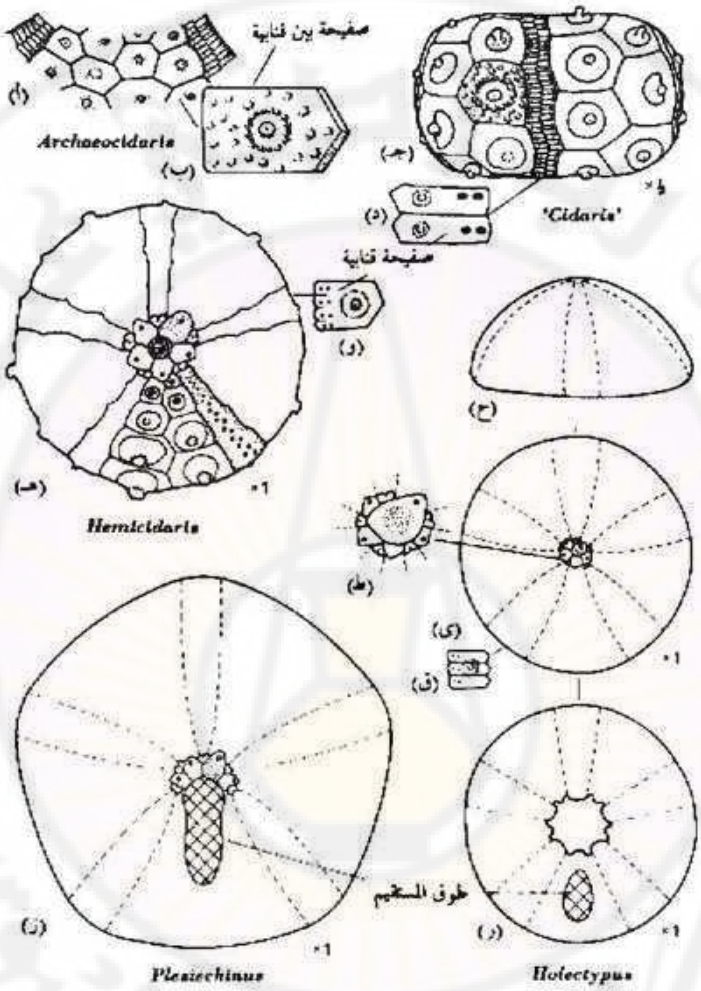
العمر : دور الكربوني الباكر.

قنافذ البحر ما بعد دهر الحـاة القديمة :

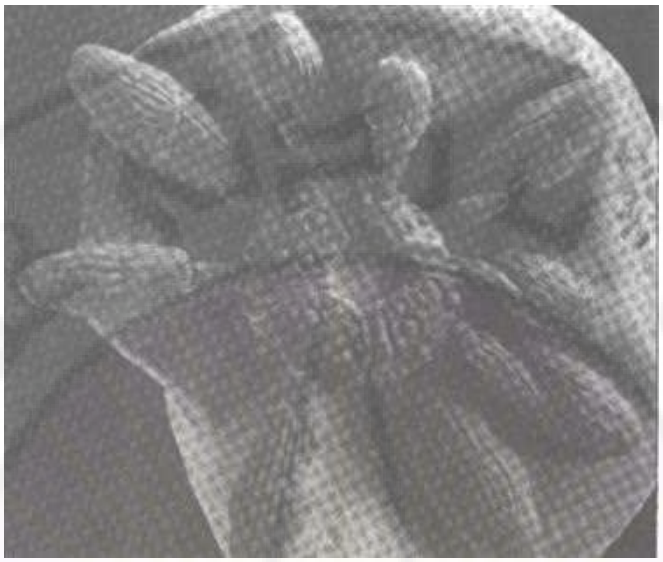
عادة ما تكون صدفة قنافذ البحر ما بعد دهر الحـاة القديمة صلبة تحتوي على 20 عمودا" من الصفائح بأكاليلها .

وتقسم هذه القنافذ إلى مجموعتين السيدروئيدات ذات الصلة بقنافذ البحر التي ترجع إلى دهر الحـاة القديمة والايكونوئيدات Euechinoids التي برزت مع بداية دهر الحـاة المتوسطة . والسيدرويديات أنماط منتظمة ذات قنانيب بسـطة تفتقر إلى أية خـاشـم أو حزات خـشومـة ، وهي عموما" لم تشهد تغيرا" كبيرا" في مظهرها طوال تاريخها الجيولوجي . أما الأيوكينويدات فهي تشمل السواد الأعظم من قنافذ البحر التي عاشت بعد دهر الحـاة القديمة .

وهي ذات أنماط متباينة تشمل المنتظم ذا الصفائح القنابـة المركبة والخـاشـم وحزاتها إلى جانب غير المنتظمة.



الشكل (124) قنافذ بحر منتظمة وغير منتظمة .



الشكل (125) مستحاثة لقنفذ بحر أشواكه محفوظة في مكانها .
سيدارس كلافجيرا Cidaris clavigera
. (1.6 X)

السيداروئيد Cidaroid

السيدارس Cidaris : (الشكل 124 جـ ، و 125) . ذو صدفة شبه دائرية ، مفلطحة عند سطح الفم والسطح المقابل ، جهاز القمة كبير حيث يشغل ما يقارب نصف قطر الصدفة ، القنانيب ضيقة ومنحنية قليلا" وصفائحها بسيطة ، لكل من الصفائح البين قنابية درنة رئيسية كبيرة تحيط بها درنات صغيرة ، الأشواك الرئيسية كبيرة جدا" ومتينة ، لها فكوك وحزام طوق الفك غير أنها تفتقر إلى حز خشومي . ويعيش السيدارس **Cidaris** اليوم في المياه الدافئة وهو يمشي على أشواكه الكبيرة فيما يشبه الطوالات Stilts.

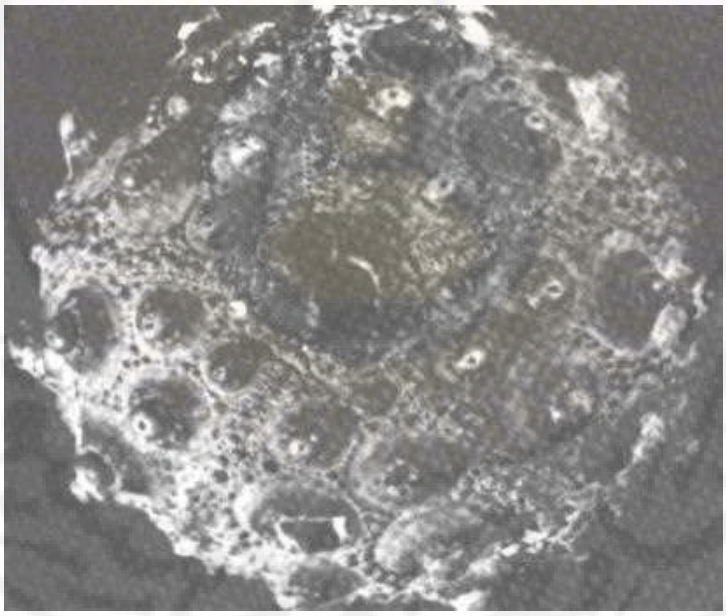
العمر : دور الجوراسي إلى العصر الحاضر .

الايوكينوئيد Euechinoid :

(1) أنماط منتظمة :

الهـ مـ سيدارس Hemicidaris : (الشكل 124 هـ ، 126) . الصدفة شبه كرويـة، القنابـات ضـ قة ومنحنـ ـة قلـ لا" ، الصـفائح علـى السـطح المقابـل للفـم وبسـ طة ، تصـبح مركبـة تجـاه سـطح الفـم حيـث إن كـلا" منهـا مكـون مـن أربعـة صـفائح ملتحمـة ، لكـل مـن الصـفائح البـين قنابـ ـة درنـة كبيـرة رئـ سـ ـة ومجموعـة أخرى من الدرنات الصغيرة المزودة بأشواك رقـ قة، للصدفة حز خـ شومي علـى حافة طوق الثغر .

العمر : دور الجوراسي الأوسط إلى دور الكريتاسي المتأخر .



الشكل (126) هـ مـ سيدارس Hemiciaris ، الجوراسي الأعلى ، السطح المقابل للفم (3 X) .

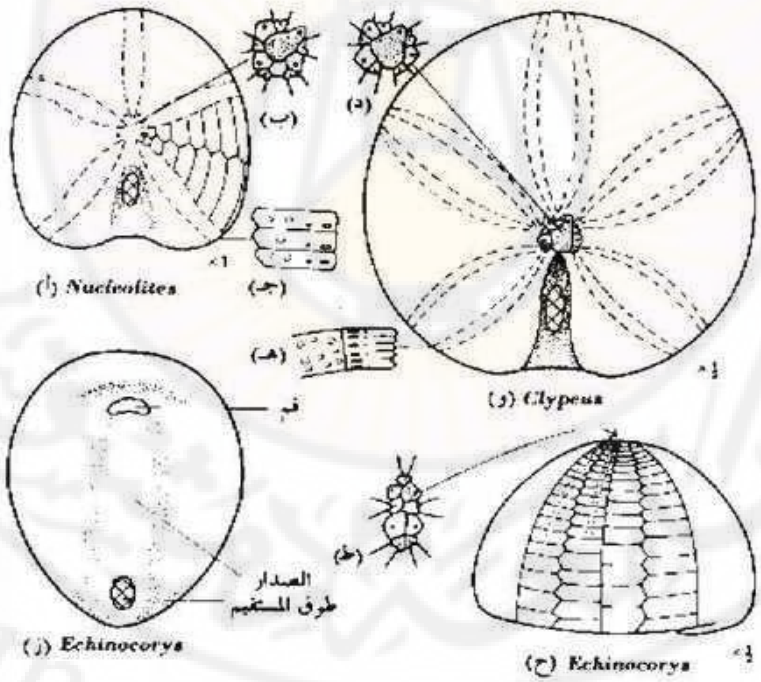
(2) أنماط غير منتظمة ولها فكوك وفم مركزي الموقع :

البلـ سـ كاينس Pleisiechinus : (الشكل 124 ز) . الصدفة مقعرة من أعلى ، وهي ذات شكل خماسي ، فتحة الإخراج عند الحافة الخلفـ ة للجهاز الفمي ، للقنابات صفائح بسـ طة وفتحات دائرية .

العمر : دور الجوراسي الباكر إلى الأوسط .

الهولـ كتـــــايبس Holecftypus : (الشـــكل 124 ط ، و) ، تشـــبه البلـ سـ كاينس **Pleisiechinus** فـ ما عدا فتحة الإخراج التي تقع على سطح الفم.

العمر : دور الجوراسي الباكر إلى دور الكريتاسي المتأخر.



الشكل (127) قنافذ بحر غير منتظمة .

(3) أنماط غير منتظمة وفمها يقع بالقرب من الحافة الأمامـ ة :

النيوكليـــولايتس Nucleolites : (الشـكل 127 أ) . الصـدفة بـضـاوية الشكل من الخارج، فتحة الإخراج تقع على السطح العلوي ، القنابات تحت بتلـة والثقب الخارجي من كل زوج من الثقوب بالبتلات مستطيل الشكل.

العمر : دور الجوراسي الأوسط إلى دور الكريتاسي المتأخر.

الكليبيـــوس Clypeus : (الشـكل 127 د ، ز) . تشـبه النيوكليـولايتس **Nucleolites** غير أن سطح الصدفة أكثر تعقيدا" ، شكلها الخارجي قرصـي تقريبا" ، القنابات بتلـة والثقب الخارجي من زوج أكثر استطالة .

العمر : دور الجوراسي الأوسط إلى المتأخر.

الأيكاينوكوريس Echinocorys : (الشكل 127 ز ، ط) . الصدفة عالـة، شديدة التحدب عند السطح العلوي وشكلها بـضاوي ، جهاز القمة ذو استطالة والقنابـات الثلاثـة الأمامـة بعيـدة عـن القنـابتين الخلفيتـين ، الثغـور مسـتديرة ويتناقص عددها على سطح الفم.

العمر : دور الكريتاسي .

الهولاسـتر Holaster : ذو علاقـة بجنس الأيكـاينوكوريس **Echinocorys** ولكنه يختلف عنه بالصدفة القلبـة الشكل ووجود القناب الأمامي فـي حز يؤدي إلى الفم.

العمر : دور الكريتاسي .

المايكراستر Micraster : (الشكل 128 – 131) . الصدفة صغيرة وعلى شكل قلب، جهاز القمة مركب ، القناب الأمامي يوجد في حز عميق يؤدي إلى الفم ، بـاقي القنابـات تحـت بتلـة ، القنابـات الثلاثـة الأمامـة تكـون مجموعـة مفصولة عن القنابتين الخلفيتين ، فتحة الإخراج عند الجزء الأعلى من الحافة الخلفـة ويوجد تحتها حزام صغير ، الصدار عريض والشفة بارزة.

العمر : دور الكريتاسي المتأخر.

وقد حدثت تغييرات متتالـة في جنس المايكراستر **Micraster** في أثناء الحين الكريتاسي الأعلى وهذا يعتبر مثالا" نموذجـا" للتطور ، إلى جانب أهميته لعلم الطبقات. ويوجد هذا الجنس بالرسوبـات الطباشيرية للحين الكريتاسي الأعلى ببريطانـا غير أن عينات الجزء السفلي منها تختلف عن عينات الجزء العلوي ، وعلـه فهي توضع تحت تسمـات لأنواع مختلفة بينما تمثل العينات من الطبقات الوسطى مراحل انتقالـة بين هذين النوعين، موضحة أن الاختلاف بينها ناجم عن تغيرات تدريجـة لعدد من ملامحها.

ويمكن تلخـص هذه التغيرات فـ ما يلي :

(1) أصبحت الصدفة أكثر عرضا" وارتفاعا".

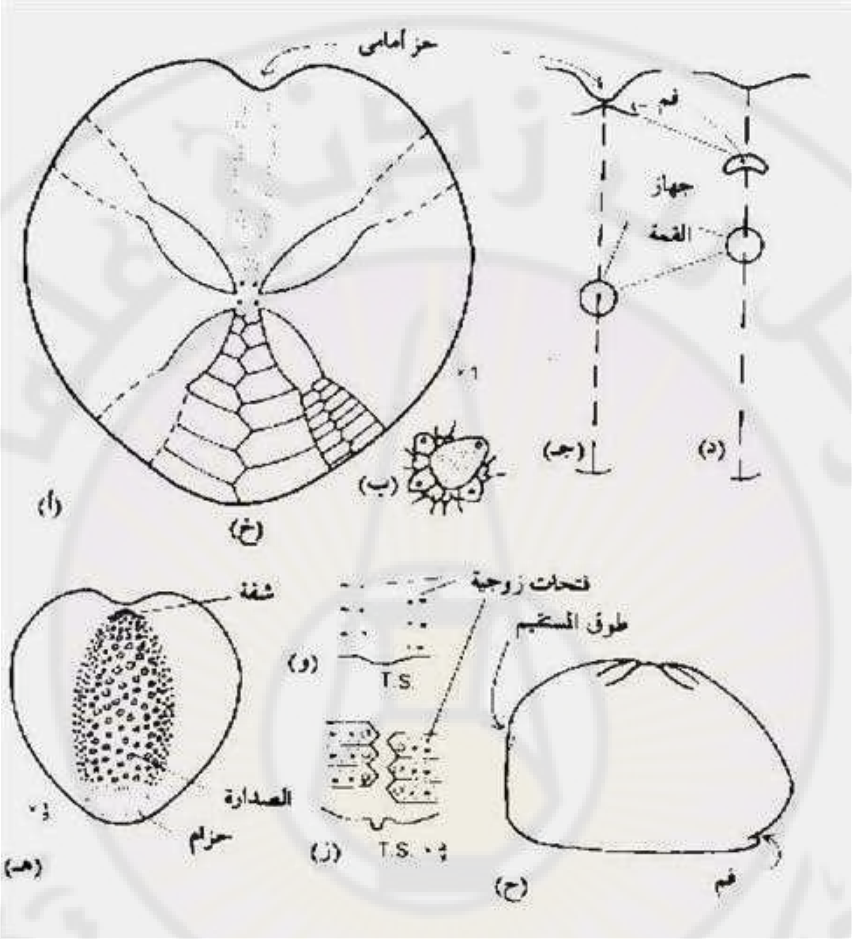
(2) أصبح الحز المؤدي إلى الفم أكثر عمقا" مما يعطيها محـطا" أقرب إلى شكل القلب.

(3) البتلات ازدادت في استطالتها وأصبح سطح الصفائح بين أزواج الثغرات حبيبـا" بعد أن كان أملسَ.

(4) تحرك الفم تجاه المقدمة وتكامل تكوين الشفة البارزة.

(5) أصبحت الدرنات على الصدار وحوله أكثر خشونة.

(6) أصبح الحزام تحت فتحة الإخراج أكثر عرضا" . وتوضح الأشكال 128 إلى 131 بعض هذه التغيرات.



الشكل (128) التغيرات في صدفة المايكراستر Micraster .

(أ) – سطح الصدفة المقابل للفم . (ب) – جهاز القمة . (جـ ، د) – مقارنة لموقع جهاز القمي والفم، وكذلك عمق الحز الأمامي من مايكراستر Micraster أحدث جـ وآخر أقدم د . (هـ) – السطح الفمي لنموذج من نطاق علوي . (و ، ز) – فتحات زوجة وقطاع في قناب من نطاق سفلي وآخر من نطاق علوي . (ح) – منظر جانبي لنمط من المايكراستر Micraster ينتمي إلى نطاق سفلي .

وبـالطبع فـإن هـذه التغيـرات (وغيرهـا) فـي ملامـح صـدفة المايكراسـتر **Micraster** تتبـاين درجتهـا فـي أي مجموعـة عنـد مسـتوى محـدد بالطبقـات التـي توجد بها . وقد تبين أي عينة مجموعة من الملامح بعضها أقل وبعضها أكثر تقدما" من غيرها.

وتبين طبـعة الصخور الطباشيرية التي وجد بها المايكراستر **Micraster** أنها عاشت في ظروف بيئـة لم تتغير كثيرا" . وعلـه يمكن الخلاص إلى أن التغيرات التي أحدثت تطورا" في شكل قنفذ البحر هذا كانت ذات علاقة بتأقلمه لطريقة معـشـة معينة. وقد اقترح في الدراسات التي أجريت على طبـعة معـشة قنافـذ البحـر الحديثـة ، التـي علـى شـكل قلـب والتـي تشـمل الأيكانيوكـارديوم **Echinocardium** أن تطور المايكراستر **Micraster** يمثل تأقلما" متوال تجاه الحفر إلى أعماق أكبر في الرسوبـات الطباشيرية. وعلـه فإن :

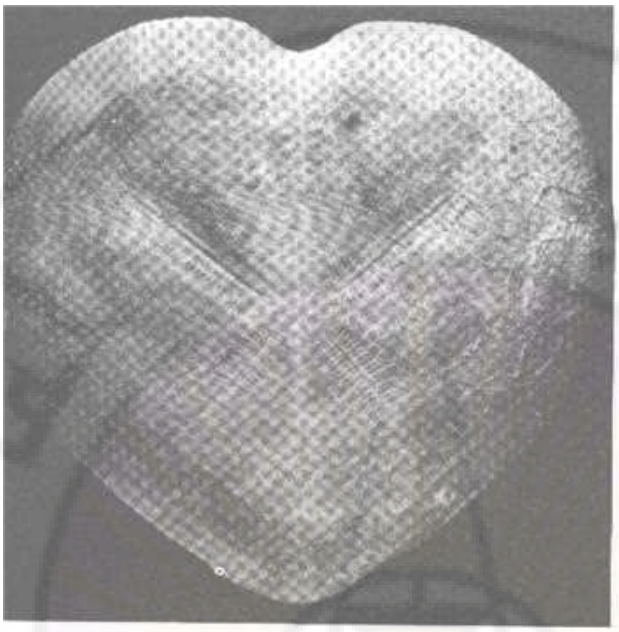
(1) الزيـادة فـي عدد الدرنات علـى الصـدار توحي بعدد أكبر وقوة أكبر للأشواك المستعملة في الحفر.

(2) الحبيبات علـى البتلات قد تبين أنها حملت عددا" أكبر من الأهداب لتحسين عملـة حركة الماء داخل الحفرة التي يشغلها الحيوان.

(3) البـتلات الطويلـة قد حملـت أقداما" أنبوبـة تنفسـة حيث سـهلت عملـة الحصول على الأوكسجين من الماء.

(4) تحرك الفم وربما تعميق الحز الأمامي جعل عملـة جمع الغذاء أكثر فعالـة.

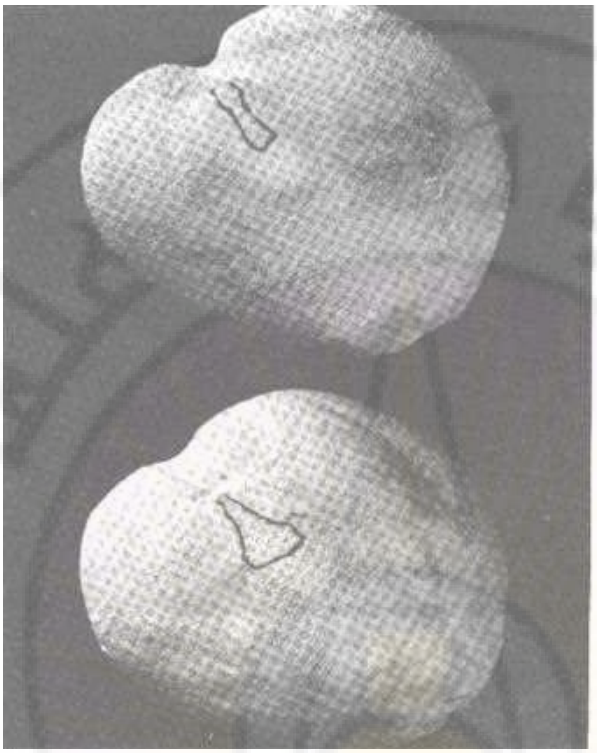
(5) الحزام الأكثر عرضا" يشير إلى عدد أكبر من الأهداب مما يساعد في التخلص من الفضلات بسهولة أكبر.



الشكل (129)
مايكراستر
Micraster
سطح الصدفة
المقابل للفم
لنمط عالي
النطاق .



الشكل (130)
مايكراستر
Micraster ،
بتلات لنمط
عالي النطاق .



الشكل (131)
مايكراستر
Micraster ،
منظر للسطح
لنمط عالي
النطاق (أعلى)
ومنخفض
النطاق (أسفل)
(1.5 X)

تصنيف القنفذانيات

يعتمد تصنيف القنفذانيات الحالية والمستحاثة ، على شكل وتنوع وترتيب عناصر الهيكل . كما يعتمد على شكل المناطق القنابية والجهاز الماضغ ، ووضعية كل من الفم والشرج . غير أن بعض العناصر كالجهاز الماضغ والأسنان والرجلات القنابية ، تكون إما نادرة في الأشكال المستحاثية أو غير ممثلة ، ولذلك فإن تصنيف الأشكال المستحاثية أصعب من تصنيف الأشكال الحالية . يقسم صف القنفذانيات إلى مجموعتين كبيرتين :

آ – تحت صف القنفذانات المنتظمة *Regularia* :

تتميز بهكل منتظم ذي محط دائري تظهر علـه مناطق قنابـة بسـطة ، كما تتميز بوجود فانوس أرسطو . يكون الشرج مقابلا" للفم ، ويحتل مركز الجملة القمـة . تبدي أفراد هذه المجموعة تناظرا" شعاعـا" خماسـا" ، بالإضافة إلى تناظر جانبي يحدده المستوى المار من المنطقة القنابـة ، الواقعة على يسار الصفحة المرجانة التي تمثل أمام الحيوان ، إلى المنطقة بين القنابـة المقابلة ، التي تمثل خلف الحيوان (الشكل 117).

تشمل القنفذانات المنتظمة الرتب التالـة :

1- رتبة لبيدوسنتروئيدا *Lepidocentroida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بصفحات هكلـة متراكبة غير ملتحمة التحاما" كاملا" ، مما يعطيها نوعا" من إمكانـة اللي . الأسنان أخدودية (الأردوفسي – العصر الحالي) .

أهم أجناسها :

الجنس لبيدوسنتروس *Lepidocentrus* من فصيلة *Lepidocentridae*:

الهكل كروي . المناطق القنابـة بسـطة ذات ثقوب أحادية السلسلة . المناطق بين القنابـة متعددة تتألف كل منطقة من 5 – 11 صف من الصفحات . (الديفوني – الكربوني الأسفل) .

2- رتبة ملونكينوئيدا *Melonechinoida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بهكل ذي صفحات ملتحمة . تتألف المنطقة القنابـة من صفين أو أكثر من الصفحات ، بينما تتألف المنطقة بين القنابـة من ثلاثة صفوف أو أكثر. (الكربوني) وأهم أجناسها :

الجنس ملونكينوس *Melonechinus* من فصيلة *Palaeechinidae* :

تتميز أفراد هذا الجنس بهكل شبه كروي . تتألف الجملة القمـة من خمس صـفحات تناسـلـة ، تحمـل كـل واحـدة 2 – 4 ثقـوب تناسـلـة ، وخمـس صفحات عينـة دون ثقوب. يتميز الهكل بمناطق قنابـة عريضـة ، مؤلفة من 6 – 12 صـف مـن الصـفحات ، تحمـل كـل منهـا زوجـا" مـن الثقـوب . أمـا المنـاطق بـين القنابـة فمؤلفـة مـن 3 – 11 صـف مـن الصـفحات السداسـة الأضلاع . الحلمات صغيرة جدا" (الكربوني).

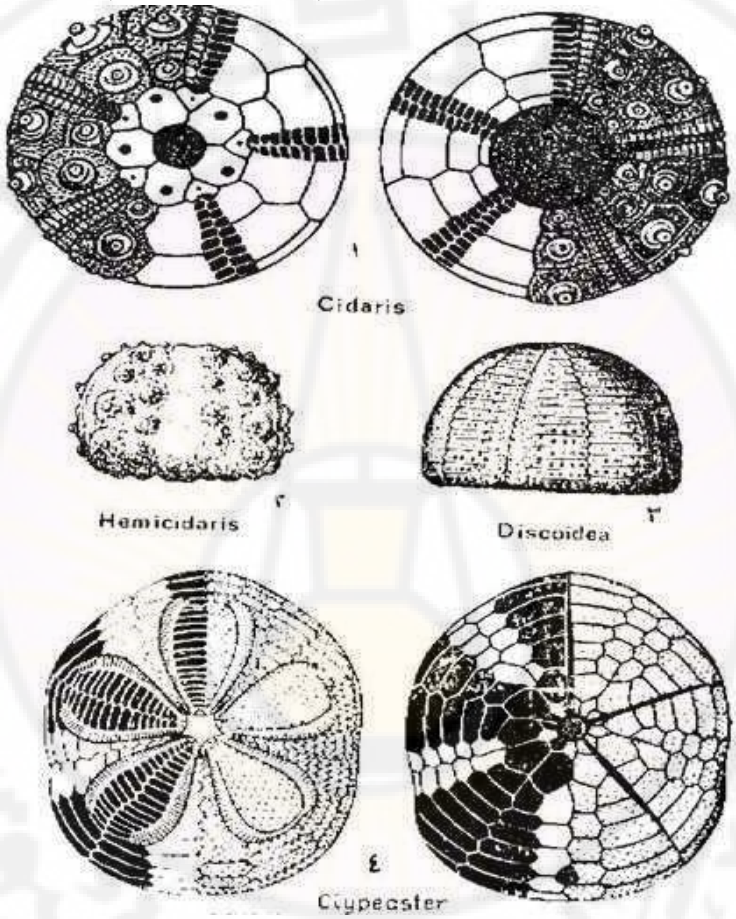
3- رتبة سيداروئيدا *Cidaroida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بهكل ذي صفحات ملتحمة . يتألف من عشرين صف من الصفحات . الأسنان أخدودية . (الديفوني – العصر الحالي) وأهم أجناسها :

الجنس سيداريس *Cidaris* من فصيلة *Cidaridae* :

الهكل كروي يتسطح قلـلا" في القمة والقاعدة (الشكل 132 / 1) . الجملة القمـة كبيرة، ونادرا" ما تحفظ في الأشكال المستحاثة . الصفحات العينـة كبيرة وخارجـة . المنطقة القنابـة ضـقة وملتوية ، أو مستقمة تقريبا"، ذات صفحات متعددة وبسـطة ومتشابهة في الشكل تحمل كل منها زوجا" من الثقوب تصطف فـوق بعضـها مشـكلة نمطـا" أحـادي السلسـلة . يلاحـظ بـين أزواج الثقـوب صفوف عمودية من الحلمات الصغيرة . المنطقة بين القنابـة عريضـة مؤلفة من صفحات كبيرة في كل منها حلمة أولـة كبيرة ، مثقوبة في مركزها ، يمكن أن يكون سطحها أملس أو مسننا" . الحلقة القاعدية حول الحلمة كبيرة، تحـط بها حلمات ثانوية . يكون حول الفم كبيرا" لا يحوي على أخاديد ، وهو مغطى

بصـفـحات . أمـا الأشـواك فكبيـرة لهـا أشـكال مختلفـة، تكـون مزخرفـة عـادة بصفوف من النتوءات الصغيرة . (الجوراسي – العصر الحالي).



الشكل (132) يمثل بعض أجناس القنفذاذات .

4- رتبة ستيرودونتا *Stirodonta* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بهكل ذي صفحات ملتحمة . يتألف من عشرين صف من الصفحات في الأشكال المتطورة . تتميز الأسنان بوجود حرف . (الترياسي – العصر الحالي) وأهم أجناسها :

الجنس هـ مـ سيداريس *Hemicidaris* من فصيلة *Hemicidaridae* :

الهـ كـل كـروي لـه قاعـدة مسـطحة (الشـكل 132 / 2) . الجملـة القمـ ـة صغيرة. المناطق القنابـ ة ضـ قة قليلة التعرج على السطح العلوي تحمل صفين من الحلـ مات تصبح صغيرة بالتدريج نحو القمة . تكون الصفـ حات بالقرب من هامش الحيوان ، وفـي الوجـه الفموي السفلي مركبـة مؤلفـة مـن اتحـاد 2 – 4 صـفـ حات . تترتـب الثقـوب ترتيبـا" مـن نمـط وحيـد السلسـلة ، تصـبح ثنائـ ـة السلسلة بالقرب من حول الفم.

المناطق بين القنابـ ة عريضـة ذات صفـ حات كبيرة ، وقليلة العدد تحمل كل واحدة منهـا حلـ مـة مسننة مثقوبـة فـي مركزهـا ، يحـ ط بهـا عدد مـن الحلـ مـات الصغيرة .

تكـون الأشـواك طويلـة أسـطوانـ ة الشـكل . يتميـز حـول الفـم بكبـر حجمـه (الجوراسي الأوسط – الكريتاسي).

5- رتبة أولودونتا *Aulodonta* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بهـ كل ذي صفـ حات ملتحمة . يتألف فـي معظم الأشـكال، مـن عشـرين صـف مـن الصـفـ حات . تكـون الأسـنان مجـردة مـن الأخاديد والحروف. (الترياسي – العصر الحالي) أهم أجناسها :

الجنس بدينا *Pedina* من فصيلة *Pedinidae* :

يتميز الهـ كل بمناطق قنابـ ـة عريضـة ذات ثقوب متعددة ، تترتب علـى شكل الـنمط ثلاثـي السلسـلة . تصـطف الحلـ مـات القنابـ ـة وبـين القنابـ ـة علـى شكل صفوف (الجوراسي الأسفل).

6- رتبة كاميرودونتا *Camerodonta* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بهكل ذي صفحات ملتحمة . يتألف من عشرين صف من الصفحات . تكون الأسنان مجهزة بحروف (الجوراسي – العصر الحالي) . أهم أجناسها :

الجنس ايكينوس *Echinus* **من فصيلة** *Echinidae* :

الهكل نصف كروي تقريبا" . تتألف الجملة القمة من صفحات صغيرة تشكل حول الشرج ، تليها حلقة مؤلفة من عشر صفحات كلسة : خمس منها تسمى بالصفحات التناسلة ، تتبادل مع خمس صفحات أصغر منها تدعى بالصفحات العينة . تسمى إحدى الصفحات التناسلة الصفحة المرجانة ، وهي مثقبة وكبيرة . تكون المناطق القنابة ضقة ذات صفحات مركبة ، تحمل كل صفحة ثلاثة أزواج من الثقوب التي تترتب حسب أعمدة مشكلة النمط ثلاثي السلسلة . نلاحظ في كل منطقة قنابة وبين قنابة صفين شاقوليين من الحلمات غير المثقبة ، تستند عليها الأشواك الكبيرة ، بالإضافة إلى حلمات ثانوية صغيرة متعددة . يكون حول الفم صغيرا" ودائريا" . يشاهد على السطح الداخلي لنهاية المناطق القنابة في الوجه الفموي نتوءات على شكل قوس تستند عليها العضلات المثبتة لفانوس أرسطو (البليوسين – العصر الحالي).

ب – تحت صف القنفذانات غير المنتظمة *Irregularia* :

يكون الهكل غير منتظم ذا مناطق قنابة بسطة أو تويجة . يترك الشرج حلقة الصفحات التناسلة – العينة ويهاجر نحو الخلف ، آخذا" مسارا" له المنطقة بين القنابة الخلفة . قد يصل الشرج في بعض الأفراد إلى هامش الحيوان الخلفي ، وقد يتعداه إلى الوجه الفموي في مجموعات أخرى مقتربا" من

الفم . ويهاجر الفم بدوره أيضا" نحو الهامش الأمامي آخذا" مسيرا" له المنطقة القنابة الأمامة ، ولكنه لا يتعدى الوجه الفموي. تعطي هجرة كل من الشرج والفم الهكل تناظرا" جانبا" . قد يكون الجهاز الماضغ (فانوس أرسطو) موجودا" أو مفقودا" .

تشمل القنفذانات غير المنتظمة الرتب التالة :

1- رتبة هولكتيبوئيدا *Holectypoida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بمناطق قنابة بسطة غير تويجة . الجهاز الماضغ موجود على الأقل في المرحلة الجنينة (الجوراسي الأسفل – العصر الحالي) وأهم أجناسها :

الجنس ديسكوئيده *Discoidea* **من فصيلة** *Discoidiidae* :

الهكل نصف كروي وشبه مخروطي (الشكل 132 / 3) . الوجه الفموي مقعر. الجملة القمة صغيرة تمتد اللوحة المرجانة نحو مركزها . المناطق القنابة ضقة ومستقمة . تترتب الثقوب فيها تحت بعضها ، مشكلة نمطا" وحيد السلسلة في الوجه العلوي ، ونمطا" ثلاثي السلسلة في الوجه الفموي السفلي .

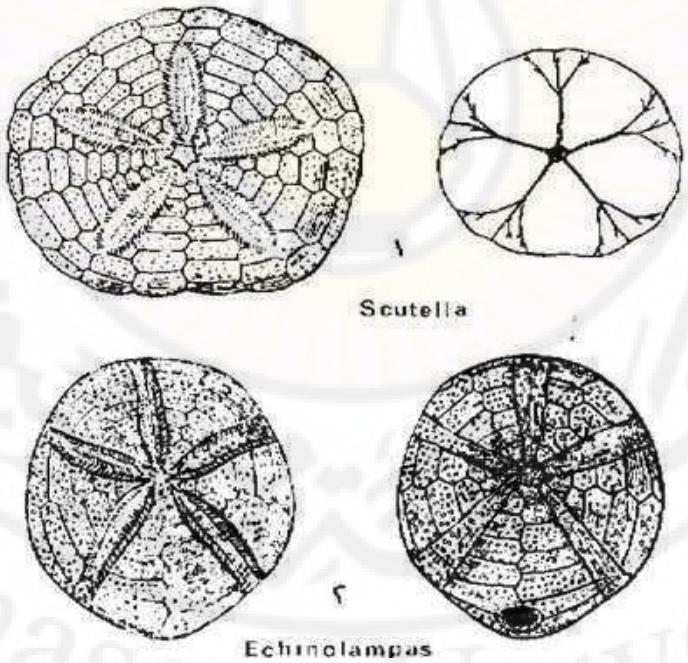
تتألف المناطق بين القنابة من صفحات كبيرة ، تحمل حلمات صغيرة . يقع الفم في مركز الوجه الفموي تحط به صفحات حول الفم تعطه شكلا" مؤلفا" من عشرة أضلاع. يقع حول الشرج بين الفم والهامش الخلفي للهكل . يميز هذا الجنس الكريتاسي.

2- رتبة كليبياستروئيدا *Clypeastroida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بمناطق قنابة تويجة . الجهاز الماضغ موجود. (الكريتاسي الأعلى – العصر الحالي) . أهم أجناسها :

الجنس كليب استر *Clypeaster* **من فصيلة** *Clypeastridae* :

الهـ كل ذو محـ ط خماسي الأضلاع أو بـ ضوي ، عادة ما يكون مقطوعا" من الناحـ ـة الخلفـ ـة (الشكل 132 / 4) . الوجـه الفمـوي منبسـط يصـبح مقعـرا" بـالقرب مـن حـول الفم. الوجـه العلـوي محـدب بشـدة ذو هـامش حـاد . الجملـة القمـ ـة صغيرة خماسـ ـة الأضلاع ، تتحد صفـ حاتها التناسلـ ـة مع بعضها البعض . الأقسـام التويجـ ـة مـن المنـاطق القنابـ ـة عريضـة، تتميـز كـل صـفـ حة مـن صفـ حاتها بثقبين متباعدين يصل بينهما أخدود . الحلـ مات صـغيرة غارقة فـي حفر . الأشواك صـغيرة جدا" . يقـع الشرج علـى هـامش المنطقـة بـين القنابـ ـة الخلفـ ـة أو بـالقرب منـه ، ويقـع الفم بمركـز الوجـه الفمـوي فـي حفرة عمـ قة . (الميوسين – العصر الحالي) .



الشكل (133) يمثل بعض أجناس القنفذانـ ات .

الجنس سكوتـلا *Scutella* من فصيلة *Scutellidae* :

الهـكل قرصـي مسطح ذو محـط دائري أو شبه دائري ، وهو أكثر عرضـا" في المنطقة الخلفـة (الشكل 133 / 1) . الوجه الفموي منبسط يبدي أخاديد قنابـة شعاعـة تنشأ من الفم المركزي ثم تتفرع في أثناء مسارها نحو المحـط. الجملة القمـة مركزية وصغيرة ، تظهر بشكل خماسي الأضلاع ، تحتل اللوحة المرجانـة مركزهـا ويشـاهد أربعـة ثقـوب تناسـلـة. المنـاطق القنابـة تويجـة ، أقسامها التويجـة مغلقة تقريبا" . يقع الشرج الصغير على الوجه الفموي بالقرب من الهامش . الحلـمات صغيرة جدا" . (الأيوسين – الميوسين) .

3- رتبة كاسيدولوئيدا *Cassiduloida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بمناطق قنابـة تويجـة على الوجه القمي فقط . (الجوراسي الأسفل – العصر الحالي) . أهم أجناسها :

الجـــنس ايكنولامبـــاس *Echinolampas* مـــن فصـــيلة *Echinolampadidae*:

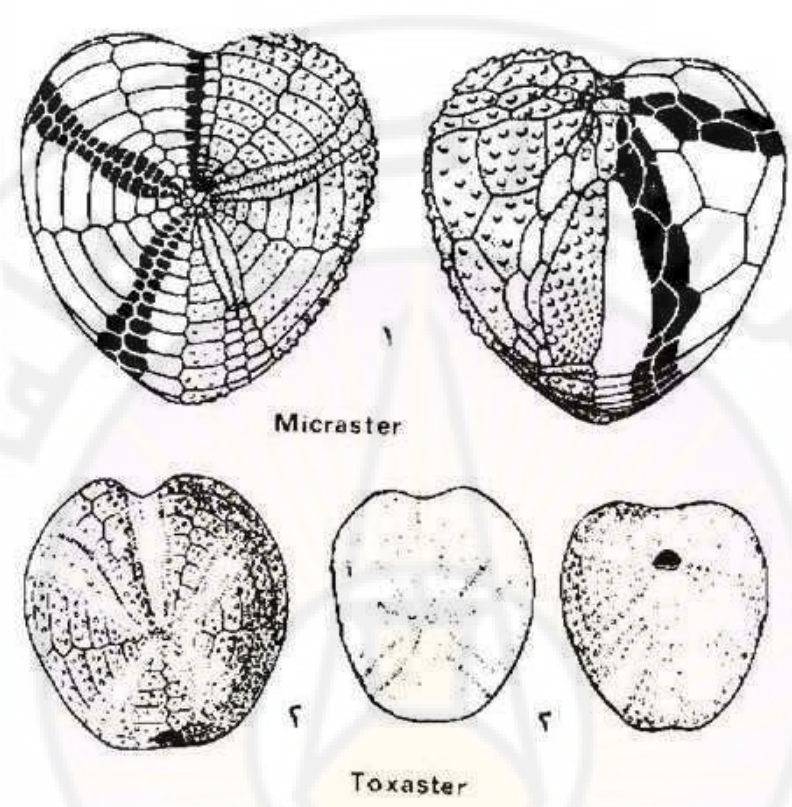
الهـكل ذو شكل متغير بـضوي ، الوجه القمي محدب أو نصف كروي أو مخروطي (الشكل 133 / 2) . الجملة القمـة صغيرة تقع إلى الأمام من مركز الوجه العلوي أو القمي صفـحاتها التناسلـة متحدة . المناطق القنابـة تحت تويجـة ، ثقوب صفـحاتها متحدة. الحلـمات صغيرة ومثقوبة . حول الشرج بـضوي الشكل متطاول في الاتجاه الجانبي يقع على هامش الوجه الفموي . الفم مركزي تقريبا" . (الأيوسين – العصر الحالي).

4- رتبة سباتنغوئيدا *Spatangoida* :

تتميز أفراد هذه المجموعة بمناطق قنابة تويجة ، الجهاز الماضغ غير موجود . يختلف شكل المنطقة القنابة الأمامة والمنطقة بين القنابة الخلفة في الأشكال المتطورة (الكريتاسي الأسفل – العصر الحالي) . وأهم أجناسها :

الجنس مكراستر *Micraster* **من فصيلة** *Micrasteridae* :

الهكل بشكل القلب أو بيضوي مقطوع في المنطقة الخلفة (الشكل 134 / 1) . الجملة القمة صغيرة مركزية تقريبا" ، تمتد الصفحة المرجانة نحو مركزها . الصفحة التناسلة الخلفة غير موجودة . المناطق القنابة شبه تويجة واقعة في مازيب . الأقسام شبه التويجة من المناطق القنابة الجانبة الأمامة ، أطول من أقسام المناطق القنابة الجانبة الخلفة . ثقوب صفحات المناطق القنابة الجانبة متطاولة أو مستديرة ، من نمط وحيد السلسلة . تقع المنطقة القنابة الأمامة أيضا" في أخدود ، وتكون صفحاتها مستديرة. المناطق بين القنابة ذات صفحات كبيرة . الحلمات صغيرة ومثقوبة . يقع الفم بالقرب من الهامش الأمامي ، يحده من الخلف نتوء على شكل شفة . يقع الشرج في المنطقة الخلفة من الوجه القمي . (السنيوماندان – السينوندان).



الشكل (134) يمثل بعض أجناس القنفذانات .

الجنس توكساستر ***Toxaster*** **من فصيلة** ***Toxasteridae*** :

الهكل بشكل القلب عريض في الأمام ضيق في الخلف (الشكل 134 / 2). تقع الجملة القمة إلى الخلف قلـلا" من مركز الوجه القمي . تقع المنطقة القنابة الأمامة فقط في ميزابة عريضة قليلة العمق.

المناطق القنابة تحت تويجة ملتوية قلـلا" ومفتوحة النهاية . المنطقتان القنابيتان الخلفيتان أقصر من المنطقتين القنابيتين الأماميتين . ثقوب الصفحات القنابة متطاولة، والثقوب الخارجة أكثر تطاولا" من الثقوب

الداخلة . يقع الفم في المنطقة الأمامة من الوجه الفموي قرب الهامش ، يحده من الخلف نتوء على شكل شفة . ويقع الشرج في المنطقة الخلفة المقطوعة من الوجه القمي . الحلمات صغيرة ومثقوبة . (الكريتاسي).

الجنس همماستر *Hemiaster* **من فصيلة** *Hemiasteridae* :

يشبه هكل هذا الجنس هكل الجنس مكراستر *Micraster* . المناطق القنابة تويجة واقعة في مازيب ، والمنطقة القنابة الأمامة أقل عمقا" من المناطق القنابة الأربع الأخرى . المنطقتان القنابيتان الأماميتان أطول من الخلفيتين . يوجد الشرج في المنطقة الخلفة من الوجه القمي بينما يوجد الفم في المنطقة الأمامة من الوجه الفموي قريبا" من الهامش . ثقوب صفحات المناطق القنابة بشكل الشق . (الكريتاسي – العصر الحديث).

التاريخ الجيولوجي لقنافذ البحر

الخلاصة : لقد خرجت إلى الوجود أوائل قنافذ البحر خلال الجزء الأخير من دور الأردوفسي ، غير أنها بقيت نادرة حتى دور الكربوني . وقد تناقص عددها بشكل ملحوظ عند نهاية الباليوزوي (حقب الحياة القديمة)، ثم تكاثرت مرة أخرى خلال الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة). وبقيت قنافذ البحر بوجود ملحوظ في أثناء الدور الثالث وما زالت مجموعة مهمة منها على قيد الحياة في العصر الحاضر .

وقد كانت قنافذ البحر غير متكاملة المعالم النموذجة ببحار الباليوزوي (حقب الحياة القديمة). فالمثل الأول لها جنس البوتريوسيدارس

Bothriocidaris الذي يرجع إلى دور الأردوفسي الأعلى ، فكانت تميزه خمسة عشر عمودا" من الصفائح الأكليلة غير أن قنافذ البحر القديمة كان لها عادة أكثر من عشرين عمودا" من الصفائح .

والجدير بالذكر أن معظم الأجناس توجد بالصخور الجيرية لدور الكربوني، ومثال ذلك الأركسيدارس **Archaecidaris** (الشكل 124 أ). وقد انقرضت قنافذ البحر بنهاية الباليوزوي (حقب الحياة القديمة) ، فما عدا جنس واحد هو الميوسيدارس **Miocidaris** (دور البرمي إلى دور الجوراسي) .

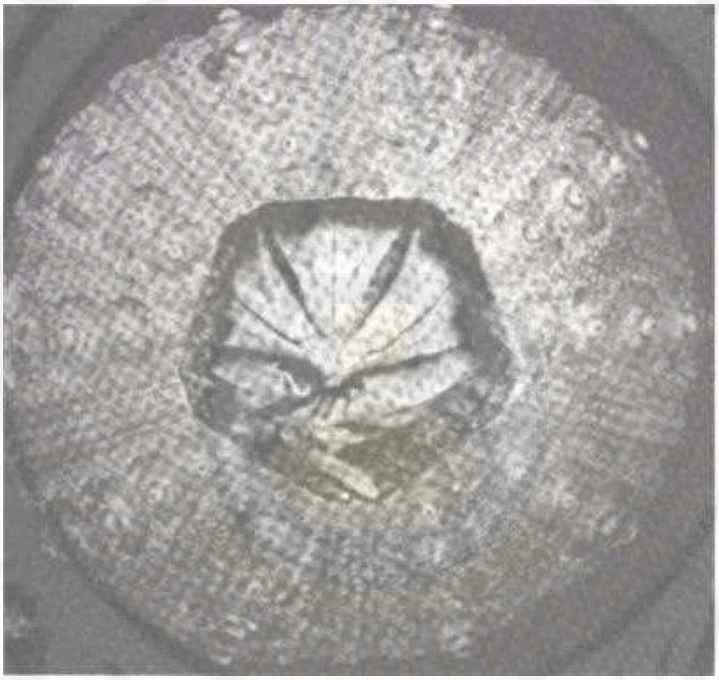
وهو سيداروئيد Cidaroids مثال السيدارس **Cidaris** (الشكل 124 د) شائعة الوجود في صخور دوري الجوراسي والكريتاسي . وقد خرجت إلى الوجود الأيوكينوئيدات Euechinoids من مجموعة (السيداروئيد Cidaroid) خلال دور الترياسي . وقد كان أولها منتظم بخاشم وصفائح قنابة مركبة ، وكانت منتشرة في أثناء الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة)، غير أنها لم تختلف كثيرا" عن الترتيب الأساسي الموضح مثلا" في جنس الهمسيدارس **Hemicidaris** (دور الجوراسي إلى دور الكريتاسي ، الشكل 126) . وقد وجدت أول قنافذ البحر غير المنتظمة في صخور دور الجوراسي الأسفل.

وإذا ما استثنينا وضع فتحة الإخراج البعيدة عن المركز فإنها كانت تشبه الأيوكينوئيدات Euechinoids المنتظمة التي وجدت معها في نفس الفترة والتي انحدرت أيضا" معها من نفس الأصل . وقد ازداد عدد الأيوكينوئيدات Euechinoids غير المنتظمة في أواخر دور الجوراسي ودور الكريتاسي.

والقنافذ البحرية نادرة الوجود في صخور الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) الطينة ، ولكنها توجد بأعداد كبيرة في صخور تلك الفترة الزمنة الجيرية ،

مثال وجودها بأعداد كبيرة في وحدة صخور كليبـ اس جرت البريطانـ ة ، حيث إن هذه التسمـ ة قد استعيرت من جنس الكليبـ اس **Clypeus** .

وقنافذ البحر وبخاصة الأنماط غير المنتظمة واسعة الانتشار في صخور حقب الحـ اة الحديثة في بعض مناطق العالم ونادرة في بعضها الآخر.



الشكل (135) فكوك قنفذ البحر توضح الأسنان .

السطح الفمي (سيدارس Cidaris) دور الجوراسي (X 1.5) .

مصطلحات

سطح الصدفة المقابل للفم aboral : سطح الصدفة العلوي وهو السطح المقابل للجهة التي يوجد بها الفم (الشكل 120 أ).

النطاق ambitus : الحافة المحـطـة للصدفة.

القناب ambulacra : خمس أعمدة من الصفائح المثقبة مصفوفة شعاعـيا" بين الفم وجهاز القمة فوق الأوعـة المائـة الشعاعـة (الشكل 120 أ).

جهاز القمة apical system : صفائح صغيرة (عينـة وتناسلـة) عند نهاية القنانيب والبين قنانيب بقمة الصدفة .

الصـفـحة المعقـدة compound plate : صـفـحة قنابـة تتكـون مـن صفحتين أو أكثر متحدة بواسطة درنة ابتدائـة وبها زوج أو أكثر من الثقوب (الشكل 120 ب) .

الأكليل corona : الجزء الرئـسي بالصدفة وهو مكون من خمس قنابات وخمس بين قنابات .

الحـزام fasciole : شـريط ضـيق مـن الأشـواك ذات الأهـداب متمفصـلة بـدرنات صـغيرة جـدا" ، حيث إن الصـدفة تبـدو وكأنهـا ملسـاء عنـد خلـع أشواكها (الشكل 121 جـ) .

الصفـحة التناسلـة genital plate : صفـحة تقع ضمن جهاز القمة عند نهايـة الصـفائح البـين قنابـة ومـزودة بثقـب لخـروج البويضـات أو الحيوانـات المنوية (الشكل 120 جـ).

فتوق أو شقوق الخـاشـم gill slits : حزات بحافة طوق الثغر تخرج منها الخـاشـم في الأنماط المنتظمة من قنافذ البحر مثال الأيكاذس **Echinus** (الشكل 120 ز).

الأعمـدة البـين قنابـة interambulacra : خمـس أعمـدة مـن الصـفائح تفتقر إلى ثقوب، وهي تقع في وضع شعاعي بين الأعمدة القنابـة .

الفكوك jaws : مجموعة من القطع الكلسية المعقدة ذات خمسة أسنان حادة وهي توجد بالأنماط المنتظمة وبعض الأنماط غير المنتظمة من قنافذ البحر (الشكل 120 و ، 35).

الشفة labrum : بروز في الصفحة النهائية للعمود البين قنابي الخلفي تحت الفم في بعض الأنماط لقنافذ البحر مثال المايكراستر **Micraster** (الشكل 128 هـ).

الصفحة المثقبة madreporite : صفحة تناسلية مثقبة بجهاز القمة (الأمامية المنى) يدخل منها الماء لجهاز الأوعية المائية (الشكل 120 حـ).

الصفائح العينية ocular plates : صفائح (بجهاز القمة) تقع كل منها فوق عمود قنابي (الشكل 120 أ) ، لكل منها ثقب عند أطراف أوعية الماء الشعاعية وقد كان يعتقد في السابق أنها حساسة للضوء ويفسر ذلك تسميتها بالصفائح العينية.

السطح الفمي oral surface : سطح الصدفة السفلي ويقع فيه الفم.

الكماشة pedicellariae : عضو مقبضي صغير يستعمل في الدفاع وفي تنظيف الصدفة .

حزام طوق الفك perignathic girdle : بروز داخل الصدفة من حافة طوق الثغر متصلة به عضلات الفك (الشكل 120 ح).

طوق المستقيم periproct : غشاء يحيط بفتحة الاخراج (الشكل 120 جـ).

طوق الثغر peristome : غشاء يحيط بالفم (الشكل 120 ز).

البتلة petal : جزء من القناب على شكل بتلة أو تويجة النبات ، تقع بجانب جهاز القمة في قنافذ البحر الغير منتظمة ذات أقدام تنفس أنبوبة (الشكل 121 أ).

الصدار plastron : امتداد عريض منتفخ للأعمدة البين قنابة على الجانب الفمي ، يقع بالقرب من الفم في الأنماط الغير منتظمة مثال المايكراستر **Micraster** (الشكل 128 هـ).

زوج الفتحات pair pore : مجموعتان متقاربتان من الفتحات في الصفحة القنابة تمر من خلالها أقدام أنبوبة (الشكل 124 د).

الشوكة spine : قضيب كلسي يرتكز على درنة ، يستعمل في الحركة والدفاع عن النفس ، وتسمى الكبيرة منها الأشواك الأولية (الشكل 120 د).

الصدفة test : مجمل الهكل الصلب لقنفذ البحر ، وهي تتكون من طوق المستقم وجهاز القمة والإكليل وطوق الثغر.

الأقدام الأنبوبية tube feet : مجسات متصلة بجهاز الأوعية المائية وتوجد على جمع قنابات قنافذ البحر . وتستعمل أساسا" في الحركة والتغذية والتنفس (الشكل 120 ط).

الدرنات tubercles : زوائد توجد على معظم صفائح الصدفة ترتكز عليها أشواك متحركة (الشكل 120 هـ).

جهاز الأوعية المائية water vascular system : ما يشبه الأنبوبة يمر من خلالها الماء إلى الأقدام الأنبوبية (الشكل 120 ى).

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل السادس

شعبة الحبليات الابتدائية

(الغرابتوليتات) *Graptolites*

تنتسب الغرابتوليتات بسبب تشابهها مع مجموعة جناحيات الغلاصم إلى شعبة الحبليات الابتدائية . وهي عبارة عن مستعمرات حيوانية منقرضة ، لها هياكل كيتينية تتحول في الغالب في أثناء الاستحاثة إلى مادة متفحمة أو إلى بيريت. ظهرت في دور الكمبري، واستمرت حتى الدور الكربوني . تتألف هياكلها من أنابيب بسيطة أو متفرعة، تحمل مساكن كيتينية تصطف على طول خط أو ساق حسب ترتيب معين .

توجد هذه الهياكل عادة في الغضار الصفحي والأردواز على شكل هياكل رقيقة ومضغوطة ، نتيجة ثقل الرسوبيات ، غير أنها تكون نادرة في الصخور الرملية والكلسية.

إن كثرة الغرابتوليتات وتوزعها الجغرافي الكبير، ووجود أجناسها وأنواعها خلال فترة زمنية محدودة، تعطي لهذه المجموعة من المستحاثات أهمية ستراتغرافية كبيرة. فهي تعتبر من المستحاثات المميزة المرشدة لبعض أدوار حقب الباليوزوي، وخاصة بالنسبة إلى دوري الأردوفيسي والسيلوري .

بنيتها العامة :

يدعى هيكل الغرابتوليت الكامل الرابدوزوم (الشكل 136) . يتألف في الجنس مونوغرابتوس*Monograptus* من ساق أو خط يدعى فيرغولا Virgula ينتهي بنتوء شوكي يدعى فيرجيلا Virgella . يحمل الخط على أحد جانبيه سلسلة من التسننات الصغيرة، حيث تمثل كل سن

مسكنا" هيدريا" مخروطا" أو أسطوانا" كانت تسكنه الأجزاء الرخوة في أثناء الحياة (136 / 2) .

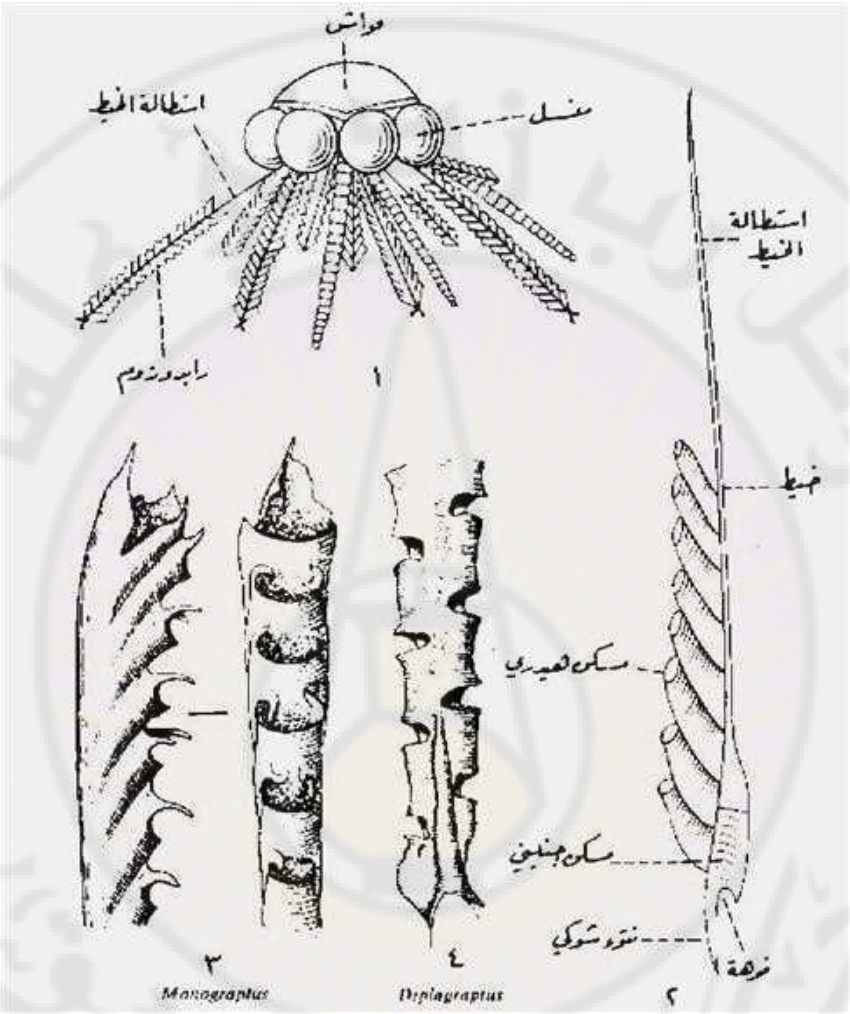
ينفتح المسكن الهيدري نحو الوسط الخارجي بفتحة تسمى فوهة المسكن، التي قد تكون مستديرة أو ذات شكل رباعي أحيانا" . وتتصل المساكن مع بعضها بواسطة قناة تمتد على طول الخط .

يشاهد في النماذج جيدة الحفظ في بداية الخط مسكن يدعى المسكن الجنيني(سكولا) Sicula. وهو عبارة عن مسكن كبير له شكل قبعة مجوفة، ينفتح بفوهة متجهة نحو الأسفل ، ترى على سطحه خطوط عرضانية. تشكل السكولا المسكن الجنيني للغرابتوليت ، ويؤدي دورا" كبيرا" في نموه.

يكون الرابدوزوم في الجنس مونوغرابتوس Monograptus بسيطا"، غير أنه يتألف في أجناس أخرى من فرعين أو أكثر ، تتحد بداياتها مع بعضها البعض ، كما أن المساكن الهيدرية في الرابدوزوم قد تصطف على جانبي الخط ، كما في الجنس ديبلوغرابتوس Diplograptus . (الشكل 136 / 4) .

تجتمع عدة رابدوزومات على شكل مستعمرة وتتثبت كل واحدة منها باستطالة من الخط على قرص مركزي ، يحمل قبة تقوم بدور الفواش (الشكل 136 / 1) . وقد أظهرت بعض النماذج المحفوظة بشكل جيد وجود كرات صغيرة في قاعدة الفواش تحمل داخلها المساكن الجنينية وهي تقوم بدور المناسل .

ندرس من الغرابتوليتات الأجناس الآتية :



الشكل (136) يمثل الغرابتوليتات

1- **إعادة تمثيل مستعمرة الجنس ديبلوغرابتوس Diplograptus .**

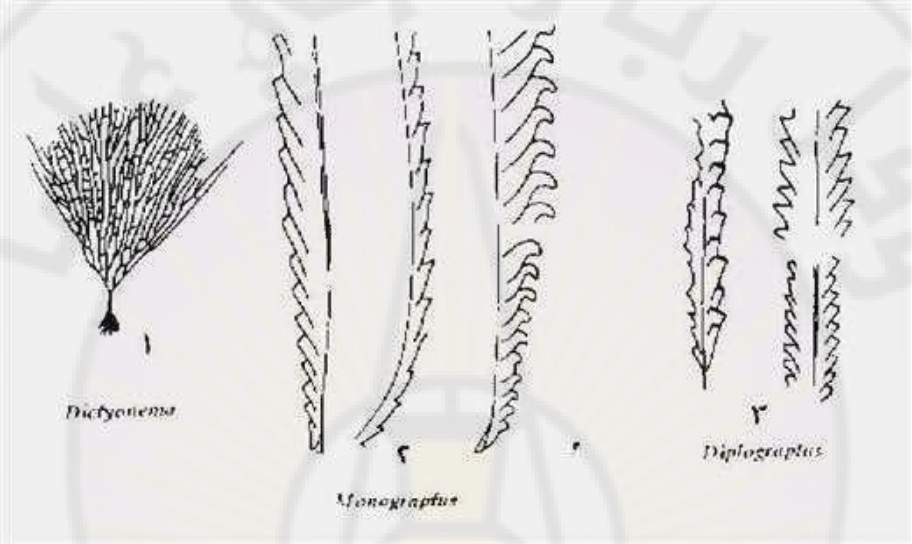
2- **الأجزاء المختلفة في رابدوزوم الجنس مونوغرابتوس Monograptus .**

3- **تمثيل جزء من رابدوزوم الجنس مونوغرابتوس .**

4- **تمثيل جزء من رابدوزوم الجنس ديبلوغرابتوس .**

الجنس ديكتيونما *Graptolites :*

يكون هـكل هذا الجنس متغصنا" (الشكل 137 / 1) ، تتصل الفروع مع بعضها البعض بواسطة وصلات مستعرضة تعطي المستعمرة شكلا" شبكـا" . يميز هذا الجنس السيلوري الأسفل .



الشكل (137) يمثل بعض أجناس الغرابتوليتات .

الجنس مونوغرابتوس Graptolites :

يتألف الهـكل من خـط مستقـم ، أو منحن تصطف على أحد جوانبه مساكن ذات أشكال مختلفة (الشكل 137 / 2) . يقع المسكن الجنيني في نهاية الرابدوزوم . يميز هذا الجنس السيلوري الأعلى .

الجنس ديبلوغرابتوس *Graptolites :*

يتألف الهـكل من خـط تصطف على جانبـه مساكن شبه موشورية أو شبه أسطوانـة (الشكل 137 / 3). المسكن الجنيني غير واضح. (الأردوفـسي الأوسط – السيلوري الأسفل) .

الفصل السابع

الكونودنتات
Les Conodontes

تنفرد الكونودونتات مع حطام الفقاريات بتركيب كـمـائي أصلي يميزها عن المستحاثات المجهريـة الأخرى . فهـي مؤلفـة مـن فوسفات الكالسيوم , ونظـرا" لندرتها النسبـة وبوضعها داخل الصخور المتراصة العائدة للباليوزوي و الترياس فإن تحضيرها للدراسة المجهرية يحتاج معالجة كـمـائـة خاصة.

الشكل العام :

هي قطع صغيرة الشكل (138) شفافة أو قاتمة , سوداء أو ذات لون عنبري يقـارب حجمهـا 1 مـم (0.2 حتـى 6 مـم) , كثافتهـا عالـة (2.8 – 3.1) ويكـون 83 % منهـا مؤلفا" مـن فوسفات الكالسيوم المبلـور علـى شكل فرانكوليـت ضـمن شـبكة مـن المـواد العضـوية . والفرانكوليـت (كربونـات – أبانيت فليورية) تتجاوب مع الصـغة التالـة :

$$Ca_5\ Na_{0.14}\ (PO_4)_{3.01}\ (CO_3)_{0.16}\ F_{0.73}\ (H_2O)_{0.85}$$

تتوزع الكونودونتات حسب أشكالها في ثلاث مجموعات الشكل (138) و (139):

- الأشكال البسـطة يكون لها مظهر السن أو العقفة مثال:

Acanthodus , Drepanodus

الخ .....

- الأشكال المركبة يكون لها سن رئـسـة محاطـة من الجانبين بصفـحات مسننة مثال:

Coleodus , Hibbardella

الخ .....

- الكونودونتات ذات السطح وهي مؤلفة من صفحة محاطة جزئيا" بامتدادين جانبيين على أطرافها نتوءات عقدية أو أعراف وتكون السطح متميزة المعالم عند أشكال الجنس Amorphognathus إلا أنها نامية جدا" Icriodus و الجنس في الأجناس التالية:

Palmatolepis , Ancyrodella , Gnathodus

الخ .....

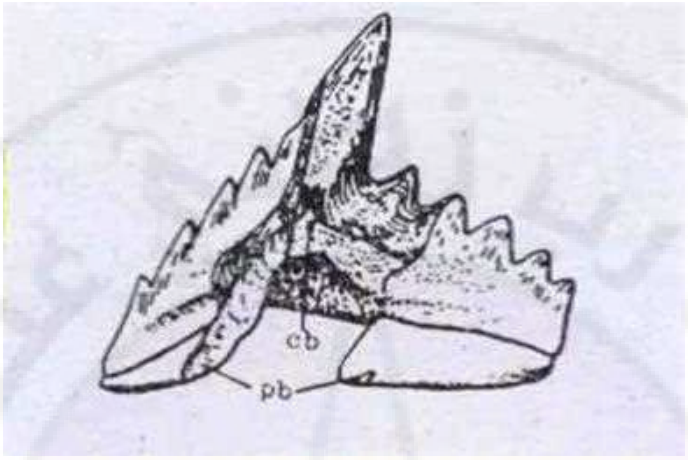
تصادف الكونودونتات على شكل أزواج ويبدي كل فرد منها على وجهه السفلي تجويفا" قاعديا" مغطى أو غير مغطى بصفحة قاعدية.

الشكل (138) تبدي الكونودونتات و الصفائح القاعدية على المقطع بنية صفائحية مرتبة عند الكونودونتات الأولى بدءا" من قاع التجويف القاعدي , وفي كل قطعة مئة صفحة تقريبا" سماكة الواحدة منها 2 –3 ميلي مكرون متوازية فيما بينها وعمودية على الصفحة.

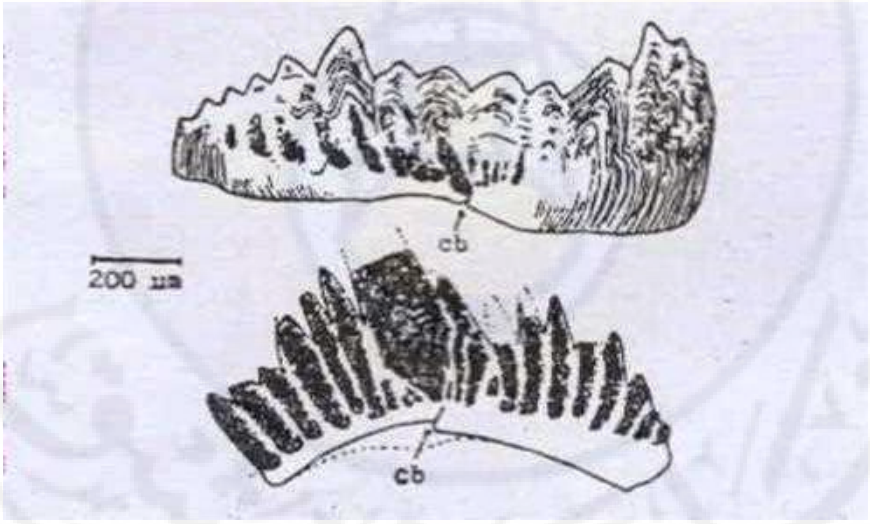
ويتم النمو بانضمام صفائح يتجاوز بعضها على بعضها الآخر الأمر الذي يقضي بأن الكونودونتات في الأشكال الحية منها كانت محاطة بأنسجة رخوة.

ويتوافق هذا الاستنتاج مع غياب التآكل عند الكونودونتات ومع عودة النمو عند الأشكال التي سبق أن تعرضت للكسر وقد تكون البنية الصفائحية مغطاة بقنات أو حويصلات ممتلئة بمادة بيضاء قاتمة.

وتبدو الكونودونتات عندئذ رمادية أو بيضاء اللون بالأشعة المنعكسة وسوداء بالأشعة النافذة.

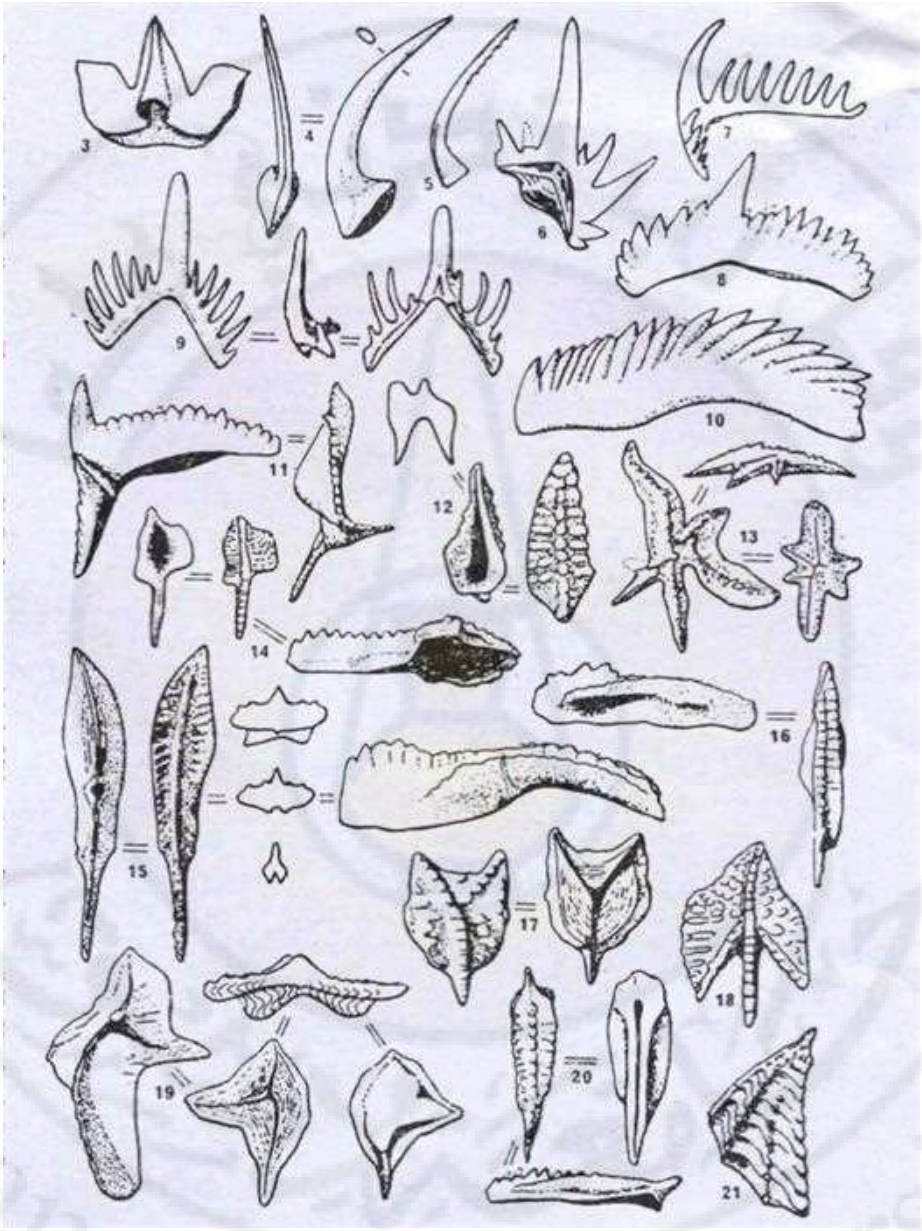


الشكل (138) شكل تخط طي لكونودنت مركبة يبدو الوجه السفلي والتجويف القاعدي (cb) مغط ان بالصف حة القاعدية (pb)



الشكل (139) البن ة الداخل ة للكونودنتات

في الأعلى : Spathognathodus (الأوردف سي – البرمي) ذو بن ة صفائح ة مغطاة قل لا" بالمادة البـ ضاء في الأسفل : Ozarkodina (سيلوري – ديفوني) مغطاة بشكل كامل بالمادة البـ ضاء



الشكل (140) (3 – 21)

كونودونتات بدائية (21–3) , بسيطة (4–5) , مركبة (6–10) , صفائحية بدائية (11–13) , صفائحية حقيقية (14–20)

3 = *Westergaardodina* (الكامبري – الأوردف سي)

4 = *Drepanodus* (الأوردف سي)

5 = *Acanthodus* (الأوردف سي)

6 = *Chirognathus* (الأوردف سي)

7 = *Ligonodina* (الأوردف سي – الترياس)

8 = *Ozarkodina* (سيلوري – ديفوني)

9 = *Hibbardella* (الأوردف سي – الترياس)

10 = *Coleodus* (الأوردف سي)

11 = *Prioniodus* (الأوردف سي)

12 = *Icriodus* (الديفوني – الكربوني)

13 = *Amorphognathus* (الاوردف سي – السيلوري)

14 = *Gnathodus* (الديفوني – الكربوني)

15 = *Polygnathus* (الديفوني – الكربوني)

16 = *Cavusgnathus* (الكربوني)

17 = *Ancyrognathus* (الديفوني)

18 = *Ancyrodella* (الديفوني)

=19 *Palmatolepis* (الديفوني)

20 = *Gondolella* (الكربوني – البرمي)

21 = *Pygodus* (الأوردف سي)

إن تصنيف هذه العضويات هو مورفولوجي بحت (ما قبل التصنيف) فقد تم وصف 300 جنس وعدة آلاف من الأنواع حتى الآن وتفسر الاختلافات الطفيفة من بعض الأشكال بأنها ناجمة عن التعددية الشكلية في النوع الواحد.

الروابط التصنيفية والمدلول البيولوجي :

1- مكامن ذات كونودونتات :

تصادف الكونودونتات في سحنات بحرية شاطئية نسبيا" (رمال – أحجار غلوكونية) أو أكثر عمقا"(كلس ناعم التبلور دولوميتي نوعا" ما , شست أسود , فوسفوريت , شيرت) مترافقة مع أشكال من الشعاعيات والغرايتوليتات وأجزاء من هياكل الأسماك.

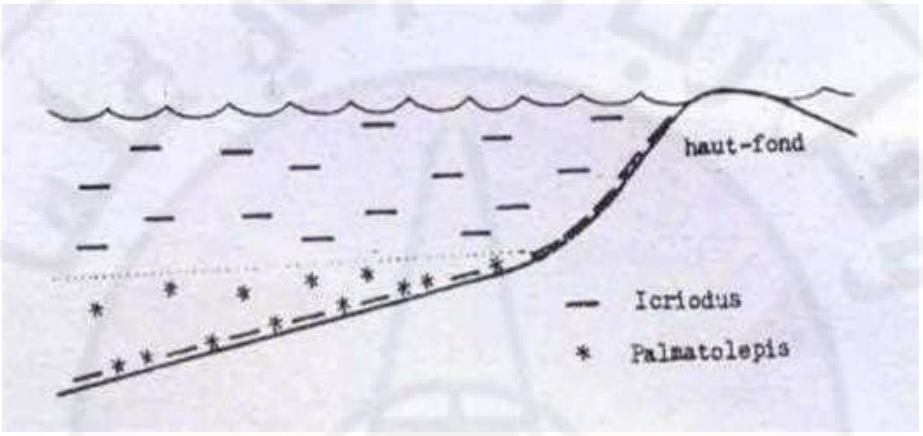
وتكون الكونودونتات غائبة أو نادرة ضمن السحنات الرصيفية أو السحنات التي تحتوي على الفوزيلين والزنبقاديات وعضديات الأرجل والطحالب الكلسية . وتكون غزيرة بصورة عامة في الصخر الذي كانت كمية الترسيب فيه ضعيفة . و إن عدد الكونودونتات الموجودة في الكيلو غرام الواحد من الصخر هو بحدود عشر ويمكن أن تصل بشكل استثنائي إلى عدة آلاف.

إن التوزع الباليوجغرافي للكونودونتات واسع فهي معروفة في أوروبا الغربية وحول المتوسط , في الصحراء الأفريقية وفي الهند وفي الصين واستراليا و أمريكا الشمالية .

إن تمركز بعض الأجناس (Cavusgnathus , Icriodus) ضمن سحنات شاطئية والوجود المماثل لهذه الأجناس مع أجناس أخرى.

(Palmatolepis , Amorphognathus , Ahcytodella , Arcyrognathus)

ضمن سحنات عميقة وتم تفسير ذلك بأنه ناجم عن تطبيق المتعضيات البلانكتونية أو البنكتونية بعضها في المياه السطحية وبعضها الآخر في المياه العميقة الشكل (142) .



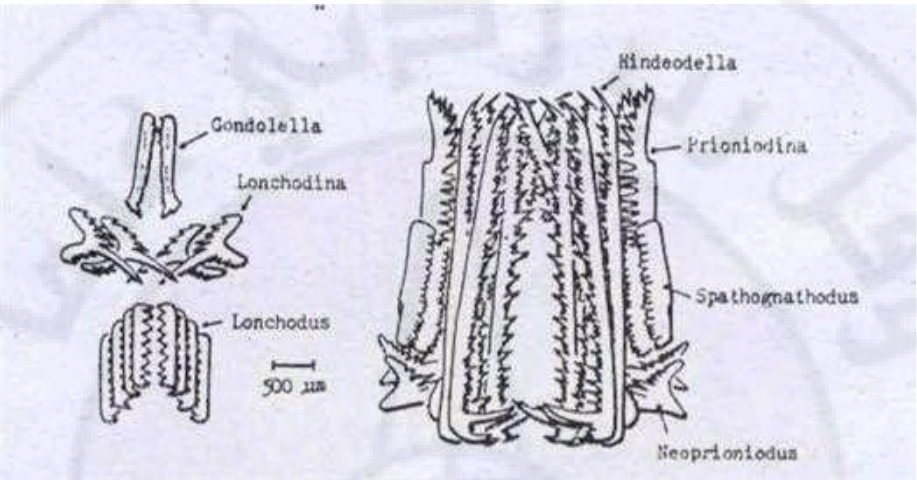
الشكل (141) : إعادة بنية تطبق مجموعات الكونودنتات العائدة لعمر الديفوني العلوي

2- تجمعات (مجمعات) الكونودنتات , الشكل (142) :

تقود طرائق التحضير الدارجة إلى الحصول على كونودونتات منفصلة وعند دراستها وفحصها في مكانها ضمن الرسوبيات وبخاصة في مستويات تطبق الشست ونرى أنها قد تكون مجتمعة على شكل مجمعات متناظرة . وقد تمت الاكتشافات الأولى في عام 1934 في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا في آن واحد.

واعتقد العلماء أول الأمر بأن ذلك يتعلق بمجموعات مبعثرة ولكن تعدد الاكتشافات اللاحقة في مكامن مختلفة سمح بالاستنتاج بأن ذلك يتعلق بمجمعات طبيعية , وتعرف حالياً" منها عدة مئات في كل منها سبعة أزواج أو

ثمانية من الكونودونتات معروفة بشكل منفصل كما لو أنها تنتمي إلى أجناس مختلفة.



الشكل (142) : إعادة بنية تطبق مجموعات الكونودنتات

إلى اليسار : Illinella (كربوني) إلى اليمين : Lochrica (كربوني)

3- الكونودنتوفوريدا (Conodontophorides) :

على الرغم من إعطاء اسم فصيلة الكونودونتوفوريدة على حاملي اسم الكونودونتات فإن مسألة نسبها التصنيفي لم تحل بعد.

فالكونودونتات تعد بالنسبة لعدد من المختصين أجزاء من هياكل داخلية للفقاريات البدائية – أما الفرضية الجدية التي تضع في الحسبان أن الفقاريات وحدها تبني هياكلها من الأبانيت قد أهملت لأن الكونودونتات لا يمكن أن تكون :

– أسنانا" وذلك بسبب نموها المركزي الثاني وغياب الأقنية الليتية.

– أو عظاما" (صفائح جلدية , عناصر هكل غلصمي) وذلك بسبب غياب الحبلات و آثار الأوعية الدموية .

وأخيرا" لا يتوافق توزعها السترابتغرافي مع أي مجموعة مستحاثة من الفقاريات.

إن اكتشاف الكونودونتات حديثا" في الصخور الكلسية الناعمة الصفائحية في مونتانا العائدة للكربوني في داخل انطباعات يذكر مظهرها وقدرها (6–7 سم) ولكن ظهور الحبلات البدائية كجنس Amphioxus لم يساهم في إيضاح هذه المشكلة.

وحديثا" جدا" سمح اكتشاف انطباع في الكامبري بكندا بإعادة بناء مظهر ذي شكل دودي مسطح ويحمل جهازا" حول فمي مدعما" بكونودونتات بسيطة.

بالنهاية فإننا مجبرون أن نعترف بأن الكونودونتات تبقى لغزية فهي تنتمي إلى متعضيات بحرية بلاجية يمكن أن يوضع لها جسم رخو متناظر طوله 5 –50 مم.

الكونودونتات خلال الأزمان الجيولوجية :

قد تكون الكونودونتات ظهرت في نهاية البريكمبري (سيبيريا) ولكنها ظلت قليلة العدد خلال الكامبري ومعظمها بالحقيقة أشكال باراكودونتات Westergaardodina ذات شكل خاص ضعيفة التمعدن .

إن المجمعات التي وجدت منذ قاعدة الأوردفيسي متنوعة جدا" (85 – 100 جنس) وتعزز الأشكال البسيطة والمركبة , أما بالنسبة للأشكال المسطحة فقد بدأت بالظهور .

وتكون الكونودونتات أكثر ندرة في السيلوري والأشكال البسيطة لا تتجاوز مطلقا" نهاية هذا الدور.

ويقع التطور الأعظمي للمجموعة في الديفوني مع الازدهار للكونودونتات ويتوضع فـ ه أجناس متعددة (*Ancyrognathus*) ، *Palmatolepis* . *Ancyrodella*

وتكون المجمعات غزيرة أيضا" في الكربوني الأدنى , ويتبلور الانحدار في الكربوني العلوي وتصبح الكونودونتات أكثر ندرة في البرمي – ترياس وتختفي في نهاية الترياس.

الفصل الثامن

الفقـــــاريات

(الأسماك)

الفقاريـات **Vertebrats** أو ذوات العمـود الفقـري حيوانـات لهـا هـكـل عظمي أو غضروفي داخلي متمفصل. ويحـ ط بدماغها تركيبة تشبه الصندوق تسمى **القحف Cranium** . وهي تشمل حيوانات متباينـة عديدة، غير أنها نسـبت إلـى مجمـوعتين رئـ سيتين : **مائـ ـة aquatic** ،أي الأسماك، **وبريـــة terrestrial** أي البرمائـ ات والزواحف والطيور والثديـ ات، وهي جمـ عا" تتميز بـزوجين مـن الأطـراف تمشـي عليهـا وعلـ ـه يشـار إليهـا أحـ انـا" بـذوات الأربعـة أرجل tetrapods .

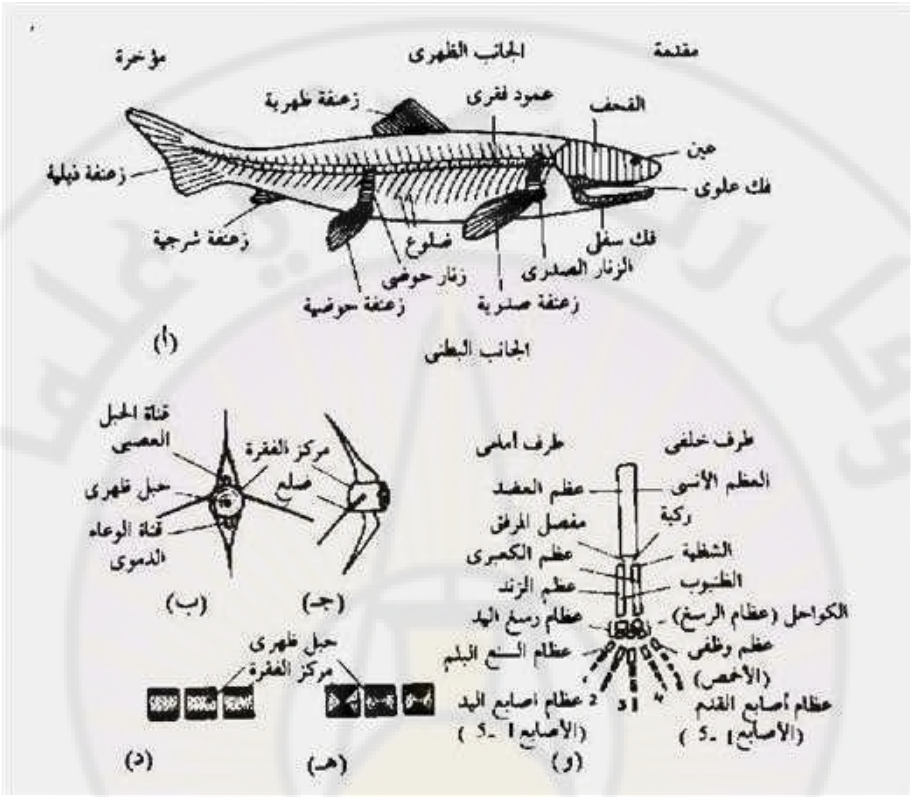
وتندرج الفقاريات تحت شعبة الحبلـ ات Chordata مـع بعض الحيوانات الأخرى الأقل شيوعا"، والتي تتميز بأجسامها الرخوة . والحبلـ ات حيوانات ثنائـ ة التماثل لها **حبل ظهري notochord وقدود خـ شومـ ة gill slits** (وتوجد هذه في الحيوانات الكاملة النضوج أو في المراحل الأولى للنمو)، إلى جانب حبل عصـبي ظهري **dorsal nerve cord** . والحبل الظهري محوري الموقـع ويتكون من نسـ ج رخـو داخل غمد صلب يكون دعامة مرنـة للجسم. ويبقـى الحبل الظهري بدعامتـه هذه علـى هذا الوضـع فـي الحبلـ ات الـدنـ ا، أمـا فـي الفقاريات فهو يكون الأساس للعمود الفقري ، الذي قد يحل محله في أثناء نمو الحيوان . وتمثل الفتحـات الخـ شومـ ة ، التـي هـي عبـارة عـن فتحـات زوجـ ـة بـالبلعوم ، جـزءا" مـن جهـاز تصـفـ ة الطعـام فـي الحبلـ ـات الـدنـ ا ، أمـا فـي

الفقاريات فهي إما أن يقتصر دورها على عملية التنفس ، كما في الأسماك ، أو أنها توجد في الأجنة فقط ، كما هو الحال في رباعيات الأرجل . ويقع الحبل العصبي بداخل العمود الفقري وعلى طوله فوق الحبل الظهري .

وتعتبر الفقاريات أكبر مجموعات الحبليات وأكثرها تباينا" ، وهي الوحيدة من بينها لها سجل إحاثي . ويبدأ السجل الإحاثي للفقاريات بكولورادو وذلك بصخور دور الأردوفيشي الأوسط (صفائح عظمية لأسماك غير معروفة) ويستمر إلى دور السيلوري.

الهيكل : قد يتكون الهيكل من **غضروف cartilage** ، الذي هو عبارة عن مادة عضوية نصف شفافة تتحلل بسرعة أو من **عظم bone** ، الذي هو أصلب وأكثر مقاومة للتحلل من الغضروف ، حيث إن ثلاثة أخماسه عبارة عن ملح معدني . **والأسنان teeth** أكثر أجزاء الجسم مقاومة ، وهي مكونة في مجملها تقريبا" من أملاح الكالسيوم ، وكثيرا" من الأحيان هي كل ما يحفظ من مكونات الجسم .

وعادة ما يكون الهيكل داخليا" ويتكون من عدة أجزاء عظمية تجمع تحت تسميات :



الشكل (143) التركيبة الأساسية لهيكل الفقاريات

(أ ، هـ) سمك ، (أ) توزيع الأجزاء الرئيسة للهيكل ، (ب ، جـ) فقرة ذيلية ، منظر أمامي . (ب) منظر جانبي . (جـ ، د ، هـ) قطاع طولي في مركز فقري بحبل ظهري غير متقلص . (د) مركز الفقرة ثنائي التقعر ، والحبل الظهري متقلص . (هـ ، و) عظام أطراف رباعيات الأرجل .

الهيكل المحوري axial skeleton والجمجمة skull والأطراف المزدوجة paired limbs وزنار الأطراف limbgirdles (الشكل 143 أ) ، إلى جانب هيكل خارجي من الحراشف والصفائح العظمية في الأسماك والبرمائيات والزواحف ومن الريش في الطيور والشعر في الثدييات .

ويتكون الهكل المحوري من مجموعة عظمة ترتكز على بعضها البعض تسمى **الفقرات vertebrae** (الشكل 143 جـ) ، وهي تكون دعامة مرنة تسمى العمود الفقري الذي يقع اتجاه الظهر على طول الجسم (الشكل 143 أ) . ولكل فقرة جزء مركزي يعرف **بمركز الفقرة centrum** . وهي في الحيوانات البدائية عبارة عن حلقة حول الحبل الظهري (الشكل 143 ب ، د) ، أما في الأنماط الأكثر رقيا"فهو إما أن يحل محله جزئيا" (الشكل 143 هـ) ، أو كليا" . ويتحد بروزان على الجانب الظهري فوق الحبل العصبي لكونا نتوءا" يعرف **بالشوكة العصبية neural spine** . وتوجد نتوءات مشابهة على الجانب البطني لفقرات الذيل لحماية الأوعية الدموية . أما الأجزاء المتمفصلة على الجانبين فتمثل الضلوع (الشكل 143 ب ، جـ) . وتتمفصل **الجمجمة skull** فوق الفقرة الأمامية للعمود الفقري . وهي تشمل **القحف أو علبة الدماغ brain case والفكين jaws** .

ولمعظم الفقاريات زوجين من الأعضاء المستعملة في الحركة أو توجيه الحيوان مثل الزعانف في الأسماك (الشكل 143 أ) والأطراف في رباعيات الأرجل (الشكل 143 و). وترتكز الاطراف الأمامية على الكتف أو **الزنار الصدري pectoral girdle** أما الأطراف الخلفية فترتكز على **الورك** hip أو **الزنار الحوضي pelvic girdle** .

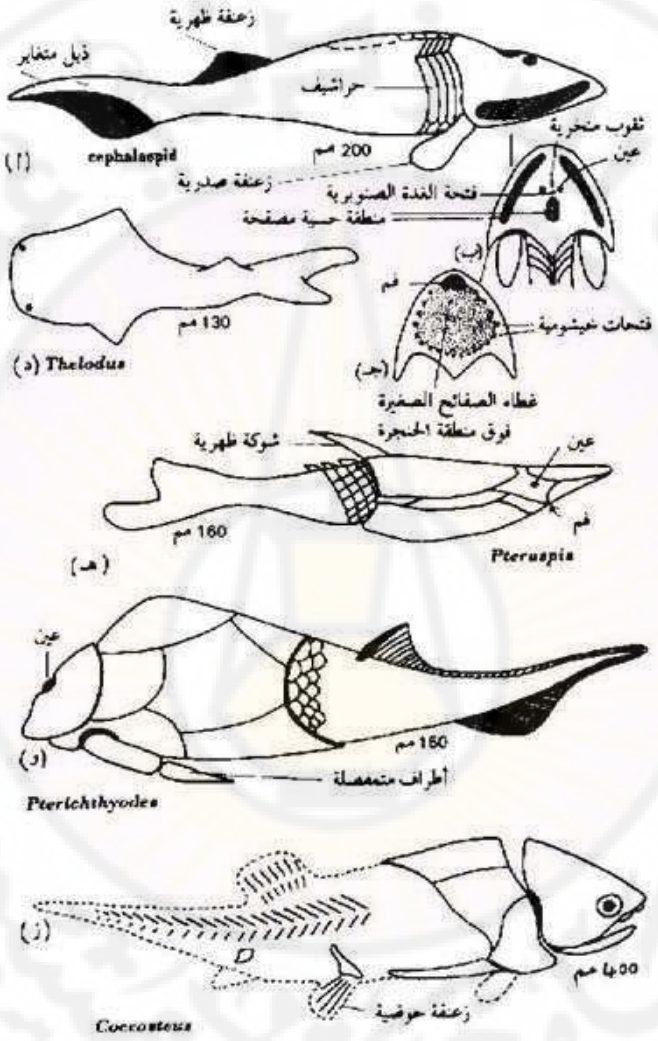
الأسماك

تستعمل كلمة الأسماك هنا بصورة عامة لتشمل أربع شعب من الفقاريات المائية :

الأسماك اللافكية Agnata : الأسماك المنقرضة من ذوات الفكوك البدائية ، **صفحيات الأدمة Placodermi** ، **الأسماك الغضروفية Chondrichthyes** ، **الأسماك العظمية Osteichthyes** . وتتنفس الأسماك بواسطة الخياشيم ، وهي ذات حراشف Scales تغطي جسمها وتتميز كذلك بكون أطرافها الأربعة عبارة عن زعانف .

وعادة ما يكون جسم السمكة مرناً" وانسيابي ومغزلي الشكل ومدبباً" في تجاه الذيل ومفلطحاً" قليلاً" عند الجانبين مما يساعدها في السباحة . ويعتبر الذيل عضو السباحة الأساسي ، أما أزواج الزعانف فتستعمل في التوجيه أو في تخفيض السرعة بالأسماك الأكثر رقياً" .

أما الزعانف غير الزوجية فهي عبارة عن أعضاء توازن . وللأنماط التي تعيش عند القاع مثل الورنك وسمك موسى ، جسم مفلطح بعينين فوق الرأس بدلاً" من جانبيه كما في الأسماك النشطة مثل الرنكة.



الشكل (144) مجموعة سمكية

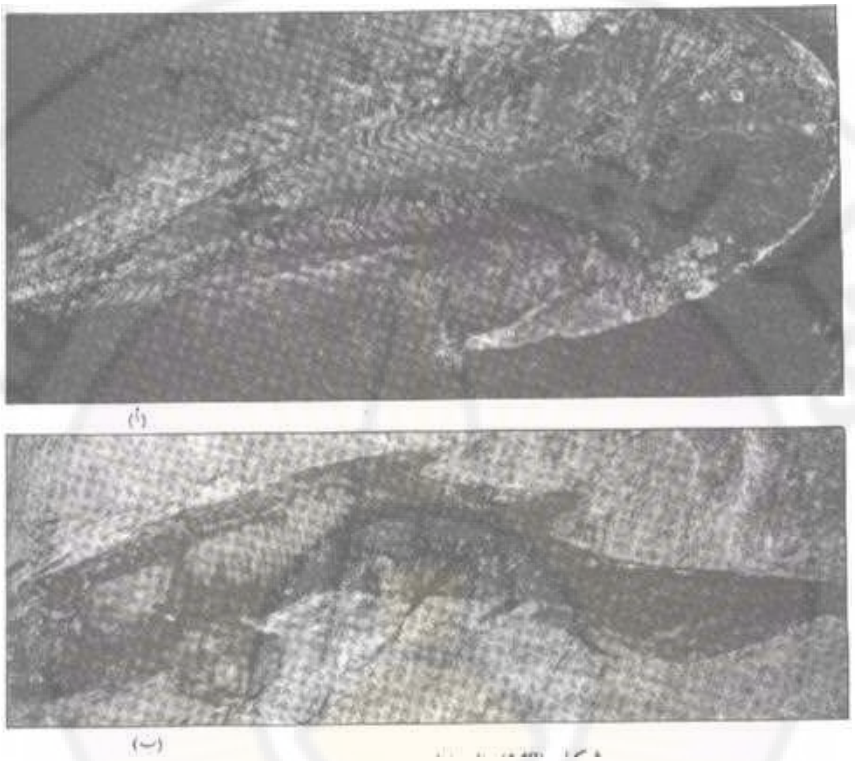
(أ ، هـ) قوقعات الأدمة ostracoderms ، (و ، ز) صفحات الأدمة placoderms .

الأسماك اللافكية

تشمل هذه المجموعة أبسط الأسماك ، وهي لافكية كما أنها عادة ما تفتقر إلى زعانف زوجية ، ولها عدة أزواج من الفتحات الخيشومية . وتمثل هذه المجموعة في العصر الحاضر أنواعاً قليلة تشمل الجلكا lamprey . وهو سمك طفيلي يشبه الجريث eel ، ذو هيكل غضروفي وجسم عار من الحراشف . وعادة ما يشار إلى مستحاثات هذه المجموعة **بالمدرعات Ostracoderms** . وهي تشمل أوائل أنماط الفقاريات المحفوظة كمستحاثات.

وقد كانت المدرعات في معظمها ذات دروع خارجية تتكون من صفائح عظمية سميكة . وينذر وجود الجسم الداخلي كمستحاثات . وعادة ما توجد مستحاثات هذه المجموعة في رسوبات المياه العذبة أو المويلحة . وقد ظهرت أثناء الحين السيلوري وانقرضت في نهاية الحين الديفوني .

السيفالاسبس Cephalaspis : (الشكل 144 جـ) . أحد أشهر أنواع المدرعات ، يتميز بوجود درع عظمي يغطي منطقة الرأس ، أما في باقي الجسم فتغطيه حراشف طويلة ، يختلف عن معظم مكونات المجموعة في أن له زوجاً من الزعانف خلف درع الرأس مباشرة، ويشير شكل رأسه المفلطح، ووضع عينيه القريبتين من بعضهما فوق الرأس إلى أنه كان يعيش عند القاع . ويبين الشكل 144 جـ موقع فمه التحتي وأزواج الشقوق الخيشومية من خلفه. وقد بينت عملية تشريح القحف في بعض العينات الجيدة الحفظ على أن له تركيباً مخاطياً يشبه سمك الجلكا الحديث . ويوجد به أيضاً آثار أنبوبية تجلب الانتباه (الشكل 145 أ)، وهي تمتد تجاه أجزاء مغطاة بصفائح صغيرة. ويقع أحد هذه الآثار الانبوبية خلف العينين . وتقع الأخريتان بالقرب من الحافتين الجانبيتين لدرع الرأس (الشكل 144 ب) .



الشكل (145) السـ فالسبيدات Cephalspids

(أ) سـ فالسبس Cephalaspis (0.6 X) ، منظر ظهري ، معظم الصفائح العظمـ ة بدرع الرأس غير موجودة كما ترى قنوات رفـ عة في وضع شعاعي تجاه الحافة الـ سارية .

(ب) أسيراسبس روبيوستس Aceraspis robustus العمر الدونتيني (0.8 X) ، منظر جانبي لسمكة شبه متكاملة بحراشـ فها وزعانفها (صدرية وظهرية وذيـ ة) .

ويعتقد أنه كان لهذه الأجزاء دور حسي حيث يحتمل أنها كانت لاستقبال الاهتزازات أو لتقدير الضغط.

ويعتقد أن السفالاسبس **Cephalaspis** قد عاش في مستنقعات الماه العذبة أو الانهار متغذيا" على المكونات العضوية التي قام بتصفيتها بواسطة جيوبه الخشومة من رسوبات مجاري الماه القاعة .



الشكل (146) درع رأس السفالسبي . أسيراسبس روبيوستس Aceraspis robustus (1.5 X) (أ) موقع العين . (ب) المنطقة الحسة الظهرية . (جـ) صفائح صغيرة تغطي المنطقة الحسة الجانبة .

العمر : دور السيلوري إلى دور الديفوني الأوسط .

وتشمل أنماط المدرعات الأخرى البتيراسبس Pteraspis (الديفوني الأسفل، الشكل 144 د).

أسماك من ذوات الفكوك والأطراف الزوجية

لقد كان نمو الفكوك لدى الأسماك حدثا" مهما" في تطور الفقاريات . فهي إلى جانب أزواج الاطراف والرئتين قد أضافت أفقا" جديدا" لبيئة الأسماك وبالتالي قد أدت إلى ظهور رباعيات الأرجل على اليابسة . وقد تم الوصول إلى أدلة من التوزيع الجغرافي القديم للحيوانات بأن العظام المكونة للفكوك قد نشأت من العظام المدعمة للحواجز الخيشومية الأمامية .

صفيحات الأدمة

لقد كانت أسماك صفيحات الأدمة مجموعة غير متجانسة بفكوك بدائية وأطراف مزدوجة . وهي تشمل أنماطا" مدرعة بإحكام تذكرنا بقوقعيات الأدمة ostracoderms إلى جانب أنماط أخرى ذات غطاء حرشفي خفيف نسبيا" . وكانت في معظمها صغيرة الحجم نسبيا" فيما عدى التايتانيكتس **Titanichthys** الذي وصل طوله إلى ما يزيد على التسعة أمتار . وقد عاشت في المياه العذبة والمالحة . وعند ظهورها في بداية الحين الديفوني كانت عديدة التنوع حتى إنها في وقت من الأوقات خلال الحين الديفوني العلوي كانت أكثر الفقاريات رقيا" وانتشارا" . ونقص بعد ذلك عددها فجأة حيث إن القليل منها فقط قد عاش ليرى دور الكربوني.

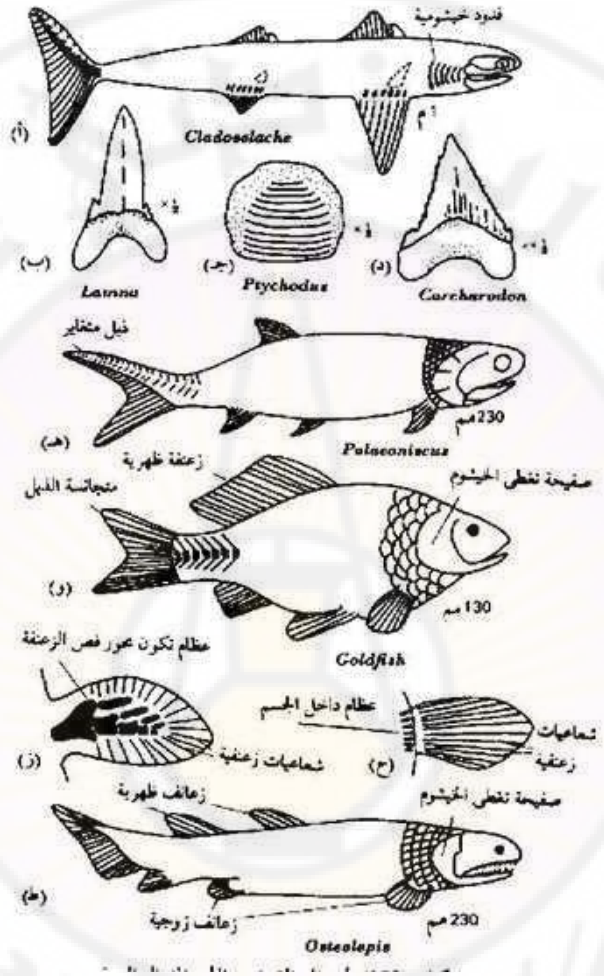
الكوكوستيوس Coccosteus : (الشكل 144 ز) . تمثل مجموعة (مفصليات العنق arthrodires) والتي يتمفصل درع رأسها على درع آخر يغطي منطقة الكتف بحيث يمكنها تحريك الرأس والفك لفتح الفم . ولا بد أنه كان لهذه السمكة فتحة واسعة ، والتي إلى جانب عظام فكيها المدببة وشكلها الانسيابي تدل على طبيعتها المفترسة.

البتريكتيودس Pterichthyodes : (الشكل 144 و) . تنتمي إلى مجموعة أخرى من صفحات الأدمة (متقابلات الشرج antiarchs) لها زوج من الاطراف المدببة والمتمفصلة في تركيبها وعلى درع يشبه الصندوق مكون من صفائح ملتحمة يحمي الرأس والجذع . وقد عثر على آثار للاجزاء الرخوة لجنس قريب من البتريكتيودس **Pterichthyodes** لها زوج من الأكياس متصل بالبلعوم يعتقد أنه رئتان.

سمك القرش shark والأسماك ذات العلاقة من الورنك skates والشفنين البحري rays تكون مجموعة واحدة (الأسماك الغضروفية) ذات هيكل غضروفي. وتمتاز كذلك بكون شقوق خياشيمها مفتوحة وقد يكون جلدها مرصعا" بحراشيف صغيرة تشبه الأسنان ، كما لا توجد بها رئتان ومثانة هوائية air bladder .

وسمك القرش بطبيعته حيوان مفترس، فهو سباح قوي يستعمل زوجين من الزعانف في تغيير اتجاهه، ذو فم يفتح إلى أسفل وفكين قويين مزودين بأسنان مدببة بارزة (الشكل 147 ب ، د) . ولبعض أصنافه أسنان غير حادة مكيفة لطحن الأصداف (الشكل 147 جـ) . أما أسماك الورنك فتعيش في القاع ، وهي ذات جسم مفلطح بامتداد جانبي (زعانف صدرية). وهي تتغذى أساسا" على الرخويات ولها أسنان مفلطحة أو مخددة.

وحيث إن الأسماك الغضروفية نادرا" ما تحفظ كمستحاثات، فإن سجل سمك القرش الإحاثي عادة ما يتكون من أسنان وأشواك زعنفية. وباستثناء بعض أنماط المياه العذبة فإن هذه البقايا غالبا" ما توجد في رسوبات المياه المالحة.



الشكل (147) أسماك القرش والأسماك العظمـة .

أ – د ، أسماك قرش ، (أ) سمك قرش من الحين الديفوني ، ب ، د ، أسنان لسمك قرش مفترس ، (جـ) أسنان مكـفة لطحن الأصداف . هـ ، ط، أسماك عظمـة ، (هـ) من شعاعـات الزعانف التي ترجع إلى الحين البرمي متغايرة الذيل ، (و) تليوسيت teleost حديث بذيل متجانس ، ز ، ح ، زعنفتان زوجيتان لسمكة متصالبة الزعانف . (ز) شعاعـة الزعانف ، ح ، ط ، سمكة متصالبة الزعانف .

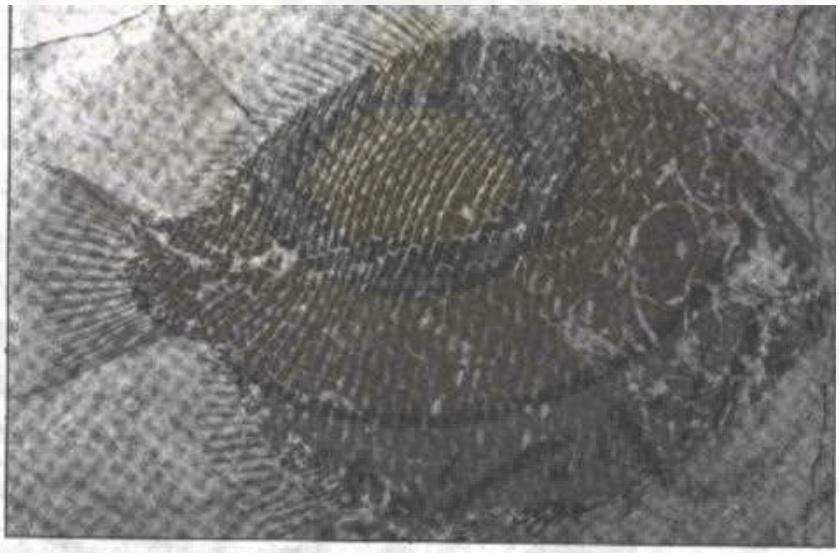
وقد ظهرت هذه الأسماك في أثناء دور الديفوني الأوسط وقد ارتفع عددها في أثناء دوري الكربوني والبرمي . وقد عاشت بعض هذه الأنماط لترى الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) وبالتالي بقي عدد أجناسها قليلا". ويوجد للأنماط التي عاشت حتى العصر الحاضر مثال اللاما **lamma** (الشكل 147 ب) والكاركاردون **Carchardon** (الشكل 147 د) سجل إحاثي يرجع إلى دوري الكريتاسي والثالث . وبالرغم من أن عدد أفراد هذه الأسماك اليوم كثير إلا أن أنواعها قليلة .

الأسماك العظمية

تعتبر الأسماك العظمية من أكثر الأسماك تعقيدا". وهي تتميز بهكل عظمي وحراشف إلى جانب غطاء عظمي يتدلى فوق الخياشيم . ومعظم الأسماك العظمية لها مثانة هوائية أو رئتين . ويغطي جمجمة الأسماك صفائح معقدة الترتيب . وتفوق الأسماك العظمية باقي أنماط الأسماك عددا" ونوعا" وتباينا" في البيئة المعيشية . وقد عاش معظمها إما في البحار أو المياه العذبة ، غير أن عددا" قليلا" منها مثال الجريث eel والسلمون salmon يهاجر من بيئة إلى أخرى . وقد كان جليا" منذ البداية بروز مجموعتين واضحتين ضمن الأسماك العظمية: الأسماك ذات الزعانف الشعاعية Actinopterygii ، والأسماك ذات الزعانف الفصية Sarcopterygii . ولقد كان للأسماك من ذوات الزعانف الشعاعية تطور توسعي ، فهي تمثل معظم الأسماك في عصرنا الحاضر مثال الرنكة Herring والفرخ perch والسلمون salmon إلى جانب العديد من الأنماط الإحاثية . وبالعكس من ذلك فإن الأسماك من ذوات الزعانف الشعاعية بقيت منذ دور الديفوني محدودة العدد ويوجد منها في

عصرنا الحاضر أربعة أنماط فقط . ويكمن اهتمامنا بالمجموعة الأخيرة في كونها لها دور في تطور رباعيات الأرجل .

شعاعيات الزعانف : تشبه زعانفها الزوجية المراوح حيث تتكون كل منها من غشاء جلدي تدعمه مادة عظمية الشكل إلى جانب عظام الهيكل الداخلي (الشكل 147 ح) . وتستعمل هذه الأسماك زعانفها في تخفيف سرعتها وفي توجيه حركتها كما أن الزعنفة الظهرية تعمل على اتزان جسم السمكة في الماء. وتتنفس في العادة هذه الأسماك بواسطة الخياشيم . ولمعظم أنماط العصر الحاضر منها **مثانة هوائية air bladder** للتحكم في طفويتها . وقد وجدت آثار **رئتين lungs** في بعض أنماطها المستحاثة ، كما أنها موجودة أيضا" في عضوين بدائيين منها ما زالا على قيد الحياة حتى وقتنا الحاضر.



الشكل (148) سمكة هولوستينية .

دابيدياس Dapidius . الاسي الأسفل (0.5 X) .

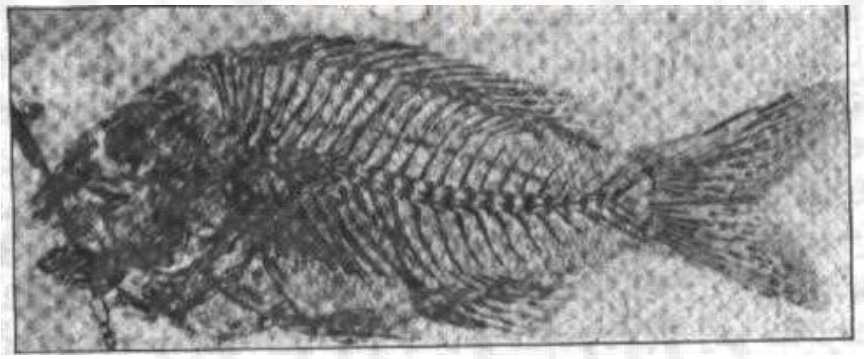
وأول الأسماك شعاعـة الزعـانف كانـت عبـارة عـن أنمـاط صـغيرة نشـطة يغطي رأسها ألواح عظمـة ، أما الجسم فتغطـه حراشف سمكة لامعة المظهر معينة الشكل (ganoid scales) . ويقع الذيل الذي يميل إلى أعلى زعنفة واحدة (**متغاير الذيل heterocercal**) (الشكل 147 هـ) . وقد بقيت هذه المجموعة من الأسماك غير ذات أهمـة أثناء حين الحـاة القديمة حتى دهر الحـاة المتوسـطة حيـث بـرزت عـدة أنمـاط راقـة تـدعى **الهولوسـتينات Holosteans** وجدت مستحاثاتها في رسوبات المـاه العذبة والمالحة . وقد تميزت هذه بزيادة إكتمال تعظمها وقصر محور ذيلها وفكوكها ، أما حراشفها فكانت عبارة عن ألواح عظمـة سمكة نسبا" تغطيها طبقة لامعة (الشكل 148) . ومـع نهايـة الحـين الكريتاسـي حـل محـل الهولوسـتينات مجموعـة الأسماك الحديثة ، **التليوسـتينات Teleosts** ،التـي هـي الأوسـع انتشـارا" فـي عصـرنا الحاضـر فـي المـاه المالحـة والعذبـة (الشـكل 149) . وتقـع عظـام الجمجمة في التليوستينات تحت الجلد أما الحراشف فهي عبارة عن صفائح عظمـة رقـقة تغطيها طبقة لامعة ، ومحور الذيل قصير إلى درجة أن الزعنفة تكون متماثلة وتقع عند طرف الجسم (**متجانسة الذيل homocercal**) (الشكل 147 و 149).

الأسماك ذات الزعانف الفصـة : لهذه الأسماك عدة مميزات واضحة اثنتان منها ذات أهمـة خاصة : يدعم كل من زعانفها الزوجـة فص لحمي تغطـه حراشف وبداخله هكل محوري عظمي (الشكل 147 ز) إلى جانب أن لها **منخرين nostrils** بسقف الفم . وباقي مميزات هذه المجموعة أكثر وضوحا" في مستحاثات الحين الديفوني ، وهي تشمل وجود زعنفتين ظهريتين (الشكل 147 ط) وحراشف مغطاة بطبقة رقـقة لامعة . وقد أمكن تقسـم هذه

المجموعة إلى **الأسماك الرئوية lungfish** (مزدوجات التنفس Dipnoi) **ومتصالبة الزعانف Crossopterygii** .

الأسماك الرئوية : هناك ثلاثة أجناس من هذه الأسماك في العصر الحاضر، واحد في كل من أستراليا وجنوب القارة الأفريقية وأمريكا الجنوبية. وهي مخلوقات تشبه الجريث ell تكيفت للمعيشة بالمياه الراكدة أو المعرضة للجفاف موسميا". فالنمط الأسترالي يأخذ الهواء عند سطح الماء ولكنه لا يعيش خارجه. أما النمطان الآخران فباستطاعتهما المعيشة في الوحل حتى الموسم الممطر التالي. وتتغذى هذه الأسماك على اللافقاريات الصغيرة التي تقوم بطحنها بواسطة أسنان مفلطحة بأعلى وأسفل الفم. وتوجد بالدبتروس **Dipterus** أسنان طاحنة crushing teeth ساعدت على تمييزه عن متصالبة الزعانف. وقد كانت الأسماك الرئوية واسعة الانتشار نسبيا" في أثناء الباليوزوي (حقب الحياة القديمة) المتأخر غير أنها نادرة الوجود كمستحاثات في رسوبيات ما بعد دور الترياسي (الشكل 150) .

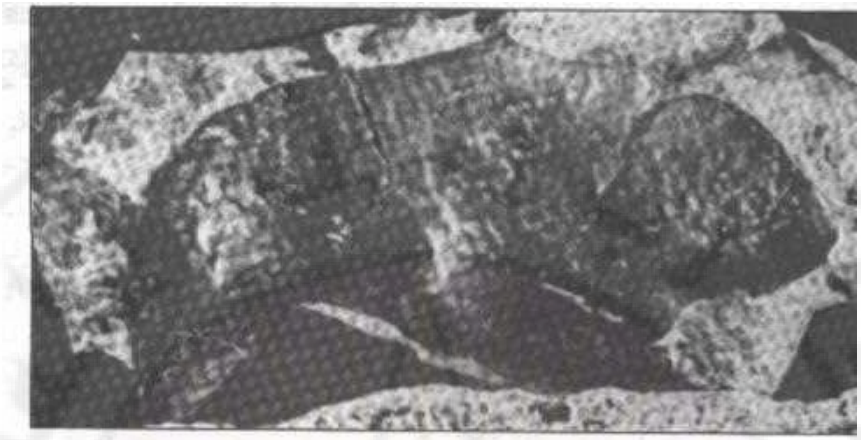
قوسيات الزعانف : تختلف هذه الأسماك الديفونية مثلا" عن الأسماك الرئوية المعاصرة في كثرة عظام هيكلها ونمط جماجمها وفي طبيعة أسنانها الواقعة عند حافة الفكين .



الشكل (149) سمكة تليوستينية. سبارنودس Sparnodus الأيوسيني الأعلى (0.7 X) .

وهذه الأسنان مثالـة لنهش الفريسة مما يناسب طبـعة الحيوانات المفترسة . وتتميز أسنانها بأنها مخددة عموديا" وذلك لانثناء طبقة المينا enamel layer إلى الداخل (الشكل 152 أ). ويعكس رسم هذه الأسنان في القطاع المستعرض تعرج معقد ، كما يوضح الشكل 152 ب. وعلـه فإن هذه الأسنان توصف بأنها معقدة . ويقتصر وجود هذه الأسنان على صليبـات الزعانف وأنمـاط معينـة مـن رباعـات الأرجـل، البرمائـات تيهـات الأسـنان amphibians labyrinthodnot . وفي بعض أنماط صليبـات الزعانف التي ترجع إلى الحين الديفوني تتكون الفقارة من مجموعتين من التراكيب العظمـة وهو ما يشبه أنماط البرمائـات ذوات الأسنان المعقدة (الشكل 152 و) . وتلاحظ أيضا" هذه الظاهرة في الحيوانات ذوات الأربعة أرجل الأكثر رقـا" .

وقد ظهرت صليبـات الزعانف في أثناء دور الديفوني الأوسط بالمـاه العذبة وبقيت حتى نهاية الباليوزوي (حقب الحـاة القديمة) (الشكل 151). ومن أمثلتها جنس الأوستيوليبس **Osteolepis** المبين بالشكل 147 ط . وفي أثناء دور الديفوني برزت مجموعتان من صليبـات الزعانف ، انحدرت من إحداها **رباعـات الأرجل tetrapods** ، التي غادرت الماء إلى الـابسة ، أما الأخرى فقد نشأت منها **شوكـات الجوف Coelacanths** التي هاجرت إلى المـاه المالحة .



الشكل (150) صفحة سنة لسمكة رئوية. سيراتودياس Ceratodus (2 X) .
صفحة عظمة صلبة وسمكة على الفك العلوي والسفلي استعملت لطحن الأصداف .

وقد كانت شوكات الجوف منتشرة بوفرة في أثناء الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) وحتى نهايته ، غير أنها لست معروفة في الرسوبات الأحدث عمرا" من دور الكريتاسي . وقد دل على استمرار بقائها اكتشاف اللاتميريا **latemeria** سنة 1938 بمياه مدغشقر العميقة .



الشكل (151) رسوبات ضحلة تشتمل على مستحاثات سمكة متصالبة الزعانف .
هولوبتكيوس فلمنجاي Holoptychius flemingi (0.4 X) .

الفصل التاسع

الفقـــاريات

(رباعـ ات الأرجل)

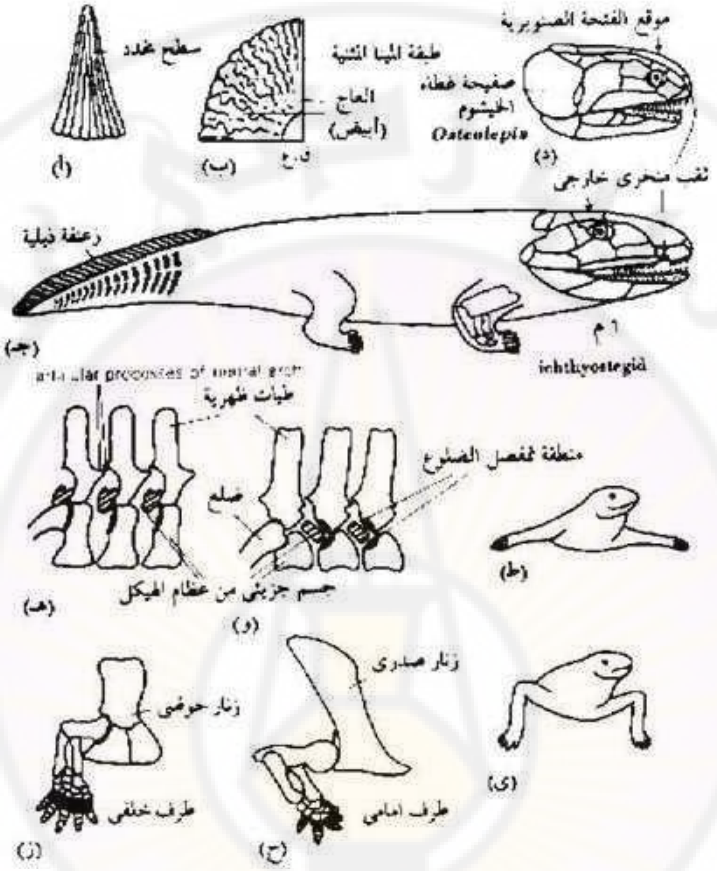
تشمل رباعـ ات الأرجل **Tetrapods** كافة الفقاريات البرية التي تتنفس بواسطة رئتين، كما أنها عادة ما يكون لها زوجان من الأطراف الخماسـ ة الأصـــابع. وتقســم رباعـ ـات الأرجــل إلـــى أربعـــة صـــفوف : البرمائـ ـات amphibians والزواحف reptiles والطيور birds والثديـ ات mammals.

أصل رباعـ ات الأرجل : لقد بقيت متصالبات الزعانف حيوانات مائـ ة ولكن كان لها في وجود الرئتين وتركيبة الهـ كل المحوري العظمي وأزواج الأطراف ما يؤهلها للحـ اة خارج الماء. ولقد صاحب مخلفات هذه المجموعة برسوبـ ات دور الديفوني المتأخر بقايا من رباعـ ات الأرجل الأولـ ة ، والتي كانت مشابهة لها في كثير من الصفات ، وعلـ ه فإن العلاقة بينها لا يرقى لها الشك . وأساسا" فإن ترتيب وتركيب أجزاء هـ كلها موحد . ووجه الاختلاف في تركيبة الهـ كل بين الأسماك والبرمائـ ات يعكس الحاجة إلى التحوير المـ كانـ كي اللازم لزيادة وزن الجسم في غـ اب الدعم الطفوي الذي كان يقوم بـه المـاء . وعلـ ه فإن فقرات الأسماك عبارة عن أجزاء بسـ طة التركيب دائرية المركز ، أما في رباعـ ات الأرجل فتكون من قطع قوية متشابكة تشكل العمود الفقري القوي الذي تتميز به هذه المجموعة . كما يلاحظ أيضا" تكـ ف الأطراف والزنانير حيث أصبحت أكثر قوة لتتمكن من دعم العمود الفقري . ورفع الجسم عن الأرض . فالزنانير أصبحت أكثر حجما" كما أن الزنار الحوضي pelvic girdle اتحد

مع العمود الفقري وعموما" فقد أصبحت العظام أكثر طولا" وأقل عددا" وتكونت عظام إضافة لدعم أصابع الأيدي والأرجل.

البرمائيات

البرمائيات هي أبسط وأقدم محتويات رتبة رباعيات الأرجل . وتتميز أنماطها في الوقت الحاضر ببرودة دمها cold – blooded ورطوبة جلدها . وتعيش البرمائيات جزءا" من حياتها فوق اليابسة ثم ترجع إلى الماء عادة للتوالد ، حيث أن بيضها لا يقوى على مقاومة الجفاف . والأنماط الحديثة مثل السمندل newts والضفادع frogs والعلاجيم (ضفادع الطين) toads، ذات درجة عالية من التخصص المعيشي وهي قليلة الشبه بأسلافها التي عاشت في الباليوزوي (حقب الحياة القديمة) .



الشكل (152) شكل البرمائ ات

(أ ، ب) سن لبرمائ ة تيه ة الأسنان ، منظر جانبي . (أ) جزء من قطاع مستعرض . (ب ، جـ) إعادة تركيب برمائي بدائي ، رسم لعظام الجمجمة لتوضـ ح التشابه في ترتيبها مع جمجمة متصالبة الزعانف التي فوقها . (د ، هـ) ومنظر جانبي لفقرات سمك ات السقف ة (هـ) وبرمائي أحدث عمرا" وأكثر رقـ ا". (و، ز ، ح) تركيبة طرفي تيه ات الأسنان . (ط ، ى) رسمين يوضحا التغير في نمط الأطراف من الزاحفة. (ط) إلى الوضع الموضح في (ى) المناسب لرباع ات الأرجل ذات الجسم المرتفع عن الأرض.

وقد يكون الضفدع أكثر البرمائيات المألوفة لدينا . فهو يتغذى على الحشرات والديدان، ويعيش صغاره (أبو ذنيبة tadpole) في الماء حيث أنها مزودة بخياشيم ريشية وذيل طويل للسباحة . وخلال نمو أبو ذنيبة يتخلص من ذنبه وخياشيمه لتستبدلها برئتين وزوجين من الأطراف . وعند اكتمال نموه يخرج إلى اليابسة كضفدع صغير الحجم.

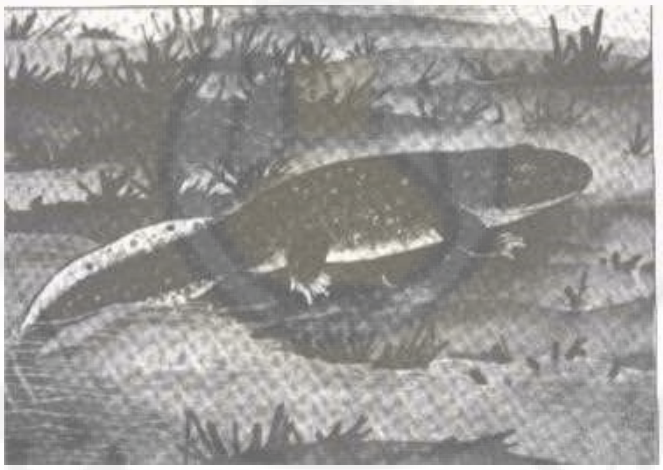
وأول البرمائيات المعروفة لدينا هي **السمكيات السقفية ichthyostegids** وقد وجدت برسوبيات دور الديفوني المتأخر بجرينلاند . وقد كانت هذه المجموعة مخلوقات تدب بصعوبة (الشكل 152 جـ) بشكل يجمع بين الأسماك والبرمائيات . فقد كان لها ذيل يشبه السمكة وفقرات تشبه تلك الموجودة بالأسماك صليبية الزعانف، أما أطرافها فقد كانت من نمط رباعيات الأرجل حيث تتميز بخمسة أصابع. وقد كان ترتيب عظام الجمجمة يختلف اختلافا" طفيفا" في بعض تفاصيله عن الأسماك المتصالبة الزعانف، حيث إن فتحتا العينين أقرب لبعضهما وأعلى في موقعهما بالجمجمة، إلى جانب افتقار خياشيمها إلى غطاء صفائحي (الشكل 152 جـ، د) .

وقد كانت البرمائيات منتشرة بوفرة في أثناء دور الكربوني وكانت في معظمها ترجع إلى مجموعة **تيهيات الأسنان labyrinthodonts** . وقد سميت كذلك لسمك طبقة المينا في أسنانها المثنية إلى الداخل ، والتي يمكن رؤيتها في قطاع مستعرض كما هو موضح بالشكل 152 ب ، وهي في ذلك تشبه الأسماك المتصالبة الزعانف . وتتسم البرمائيات المذكورة بثقل وتعظم صفائح درع الجمجمة كما هو مبين بالشكل 154 . وقد انقرضت هذه المجموعة أثناء الحين البرمي .

والبرمائ ات نادرة كمستحاثات في صخور الميزوزوي والدور الثالث . وقد ظهرت الضفادع والعلاجـ م في أثناء الميزوزوي (حقب الحـ اة المتوسطة) ولم يعتريها منذ ذلك الوقت أي تغيير تركيبي يذكر .

الزواحف

للزواحف أربعة أرجل ، وهي من ذوات الدم البارد ، يحمي جسمها جلد جاف قرني أو حرشفي . وقد تحررت من الماء كوسط توالد . فالإخصاب في الزواحف داخلي ، وهي تضع بـ ضها فوق الـ ابسة تحمـ ه قشور بداخلها كمـ ة كبيرة من الصغار.

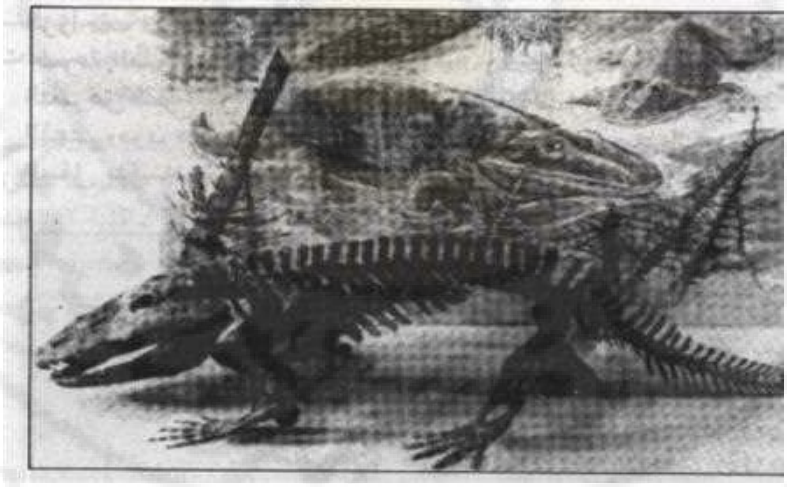


الشكل (153) رسم يوضح برمائي سمكي السقفـ ة (X 0.1) .

وتشبه صغار الزواحف كبارها عند فقص البـ ض . وتعتبر في الوقت الحاضر الثعابين snakes والسحالي lizards والسلاحف turtles والسلاحف البحريـة tortoises والتماسـ ح crocodiles والتوتـار النيوزلنـدي new Zealand tuatara ، بقايا لا تذكر من الزواحف العديدة التنوع والتي تتميز

مستحاثاتها صخور دور البرمي والميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) والتي تشمل الديناصور dinosaur والأكتيوصور ichthyosaur والبتيروصور pterosaur وغيرها.

ويمكن تمييز الزواحف الحديثة ومعظم مستحاثاتها بكل سهولة من البرمائيات ، وذلك عن طريق العديد من أجزاء هيكلها وخاصة الجمجمة والفقرات والأطراف إلى جانب أجزائها الرخوة . غير أن مستحاثة واحدة (السيموريا Seymouria ، البرمي السفلي) وجد أنها تجمع بين صفات البرمائيات والزواحف ، وكان من الصعب نسبتها إلى أحد الصفين . فقد كانت مخلوقا" زاحفا" يشبه السحلية وتماثل أسنانها وأجزاء من جمجمتها البرمائيات من تيهاات الأسنان ، غير أن أطرافها وفقراتها وطريقة ارتكاز فكها السفلي على الجمجمة تجعلها أكثر شبها" بالزواحف . وبينما يوضح السيموريا **Seymouria** العلاقة القريبة بين البرمائيات



الشكل (154) برمائي من تيهات الأسنان . إرايبوس Eryops ، البرمي السفلي (X 0.06) .

والزواحف الأولـ ة والتغيرات التي لابد وأنها قد حصلت في الهـ كل العظمي عند تشـعب الزواحـف مـن البرمائـ ات ، غيـر أن هـذا الجـنس قـد لا يكـون الحلقـة التطورية بين المجموعتين حيث أنه وبلا شك قد وجدت أنماط من الزواحف قبل ذلك ، في أثناء دور الكربوني العلوي.

الزواحف الأولـ ة

الزواحـف الأصـلـ ة stem reptiles : كـان أول الزواحـف وأكثرهـا بدائـ ة الصـوريات الكأسـ ة cotylosaurs . فقـد ظهـرت فـي أثنـاء الـدور الكربـوني العلوي وانتشرت في أرجاء العالم في أثناء الدور البرمي (الشكل 155) . وقد تباينت أنماط هذه المجموعة ، فقد وجد منها آكلات اللحوم إلى جانب آكلات النباتات . ويشار إلى الصوريات الكأسـ ة أحـ انا" بالزواحف الأصلـ ة حيث أنها تعتبر الأصل الذي تفرعت منه أنماط الزواحف المختلفة.

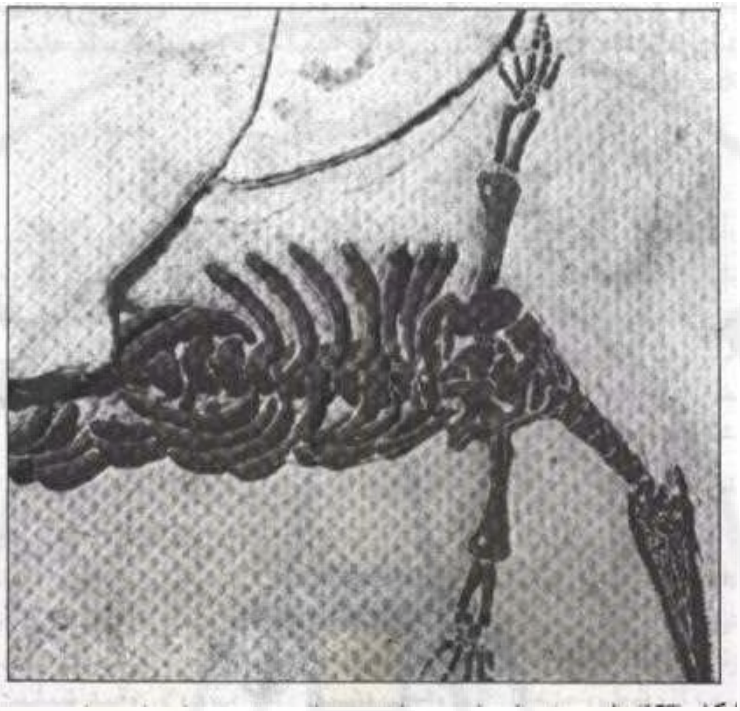
الزواحف الشبيهة بالثديـ ات Mammal-like reptiles : لقد تلى بسرعة ظهور الزواحف الأصلـ ة عند أواخر الدور الكربوني وبداية الدور البرمي تشعب الزواحف إلى عدة مئات متباينة بما في ذلك المعـ شة في الماء ، كما هو الحال فـي مجموعـة الصـوريات الوسـطى mesosaurs (الشكل 156) . والجـدير بالـذكر هنـا التعـرض لنـوع مـن الزواحـف الأولـ ـة البلـ كوصـورات والتـي أحـد أعضـــائها الـــديمترودون **Dimetrodon** (الشـــكل 157 د) الـــذي وجـــد بالرسوبـ ات البرمـ ة السفلي بتكساس ، حيث يبرز نمو غير مألوف من الأشواك المتطاولـة التـي ترتفـع عالـ ـا" فـوق الظهـر والتـي ربمـا دعمـت النسـ ج الجلـدي للحيوان.



الشكل (155) إعادة تركيب الألجيناElginia ، زاحف من الصوريات الكأسية ، الحين البرمي المتأخر ، حوالي 760 مم (X 0.2) .

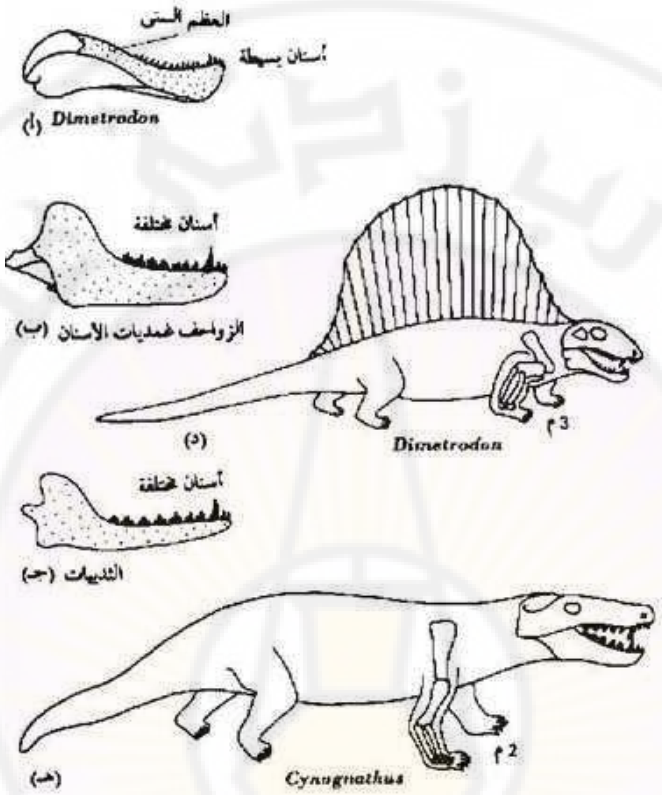
ويكمن اهتمامنا أيضا" بالبلاكوصورات في كونها الأصل الذي انحدرت منه التيرابسيدات therapsids (زواحف تشبه الثدييات) وبالتالي انحدرت منها الثدييات.

التيرابسيدات therapsids : انتشرت هذه المجموعة حول العالم عند أواخر الحين البرمي والحين الترياسي وهي تعرف خاصة برسوبات كارو بجنوب القارة الأفريقية . وقد تطورت التيرابسيدات وأصبحت ملامح هكلها مماثلة إلى حد بعيد لها كل الثدييات .



الشكل (156) الصوريات الوسطى ، من الزواحف المائ ة ترجع إلى الحين البرمي الباكر ، جنوب القارة الأفريق ة (X 0.7) .

وقد كان بعض هذه الحيوانات آكلا" للنباتات ، زاحفا" ثقيل الأعضاء . وكان بعضها أشبه بالثدي ات في كونه مفترسا" نشطا" ذا جسم إنس ابي عمودي الأطراف تقريبا" (الشكل 157 هـ). وتختلف التريودونتات theriodonts عن باقي الزواحف المتشابهة الأسنان في أن لها أسنانا" قاطعة وأخرى طاحنة (الشكل 157 ب) وربما كانت تقطع غذائها إلى أجزاء صغيرة بدلا" من بلعه دفعة واحدة كما تفعل باقي الزواحف الأقل منها رق ا".



الشكل (157) زواحف تشبه الثديات

(أ ، جـ) مقارنة لفكوك زواحف تشبه الثديات . (أ ، ب) مع ثديات بدائية . (جـ) لاحظ الزيادة في حجم العظم السني (منقط) والفرق بين الأسنان . (د ، هـ) إعادة تمثيل اثنان من الزواحف الشبيهة بالثديات .

وقد كان كذلك لهذه المجموعة ممران أنفيان تكونا بنمو سقف فم palate ثانوي تحت السقف الأصلي للفم مما يساعد على التنفس في أثناء الأكل. وقد كان بالفك السفلي كما في باقي الزواحف عدة عظام على كل جانب، غير أن أحدها السني the dentary ، كان متطاولا" على حساب باقي العظام (الشكل

157 ب) . ويبقى هذا الجزء السني فقط لدى الثديات دون غيره (الشكل 157 جـ) .

وقد كان أكثر الزواحف الشبيهة بالثديات تقدما" **الصوريات السمورية ictidosaurs** ، التي ترجع إلى دور الترياسي المتأخر . فقد كانت مخلوقات صغيرة الجسم نسبت إلى الزواحف لطبعة ارتكاز فكيها . وبالنظر إلى ملامح هكلها يمكن الاستنتاج بأنها ربما كانت من ذوات الدم الحار ، وهي بالتأكيد قد عايشت الثديات الحقيقة الأولية.

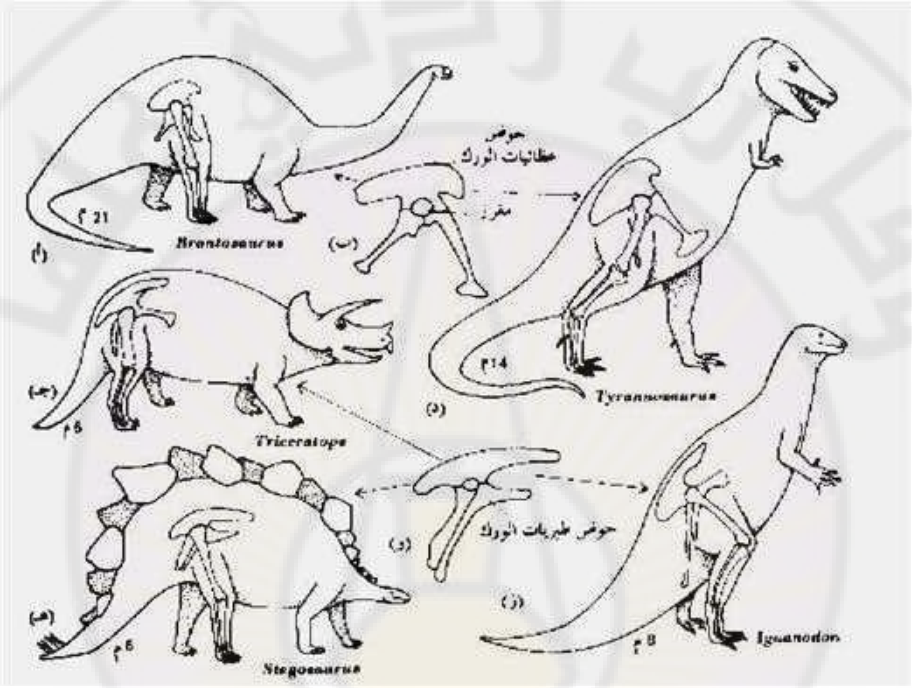
عصر الزواحف

نعتقد أن نشوء الثديات من الزواحف القريبة الشبه منها هو ذروة التشعب المبدئي لأنماط الصوريات الكأسية ولكنه لم يكن الحدث الأهم في تاريخ الزواحف ، بل إن بروز نمط رهيب من الحيوانات (الديناصور أو العظاية والبيتروصور والزواحف البحرية) في أثناء دوري الجوراسي والكريتاسي إلى جانب بعض الزواحف الأخرى التي كان لها دور ثانوي خلال الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) إلا أنها استطاعت البقاء حتى العصر الحاضر.

الديناصورات

الديناصورات مصطلح عام يستعمل للدلالة على رتبتي **عظائيات الورك Saurichia وطيريات الورك Ornithischia** اللتين ترجعان إلى دهر الحياة المتوسطة . ويمكن التمييز بين هاتين الرتبتين بعدة ظواهر تشمل ، طبعة الورك أو الزنار . فورك المجموعة الأولى هو من نمط الزواحف الألوف أما الثانية فإن وركها أقرب إلى الطيور منه إلى الزواحف (الشكل 158 ب ، و).

وقد شملت الديناصورات أكبر الحيوانات التي شهدتها الـ ابسة كما أن من بينها أيضا" ذوات الحجم الصغير .



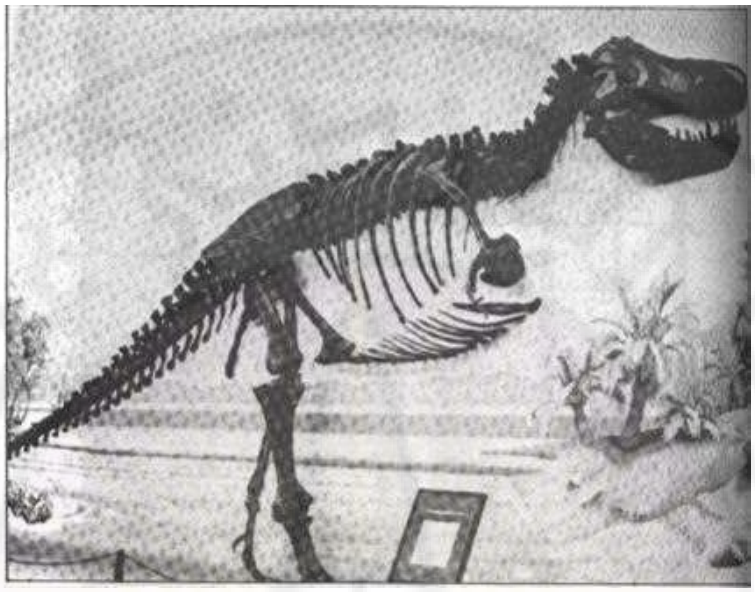
الشكل (158) ديناصورات .

وقد ظهرت الديناصورات خلال الجزء الأخير من الحين الترياسي وكانت أكثر رباع ات الأرجل انتشارا" خلال دوري الجوراسي والكريتاسي . فـ مكن تتبع أسلافها وربطها مباشرة بمجموعة **غمديات الأسنان thecodonts** ، عاشت فـي أثنـاء دور الترياسـي وانحـدرت منهـا أيضـا" التماسـ ح والزواحـف الطـائرة والطيور . وشملت غمديات الأسنان زواحف صغيرة انسـ ابـ ة الجسم ذات أسنان حادة تدخل مغارز على حافة الفكين . وقد كانت ثنائـ ة القدم أي أنها تمشي

على قائمتين خلفيتين بحيث ترتكز عظام الجسم على الورك ويساعدها في الاتزان ذيل طويل . أما أطرافها الأمامية فكانت قصيرة ومتكيفة للالتقاط .

عظايات الورك saurischians : شملت عظايات الورك أنماطا" مفترسة من ثنائيات الأرجل تسمى **التيروبودات theropoda** وأخرى عادت لاستعمال أرجلها الأربع (أي أنها كانت من رباعيات الأرجل) ، كما أنها كانت من آكلات الأعشاب وتسمى **السوروبودات Sauropoda** .ويتراوح حجم ثنائيات الأرجل (دور الترياسي المتأخر إلى الكريتاسي) من الصغيرة التي لابد وأنها قد ساعدتها بنية جسمها على الحركة السريعة إلى أكبر المخلوقات البرية القاتلة حسب علمنا . وقد وصل قدر أحدها ، الترانوسوراس **Tyrannosaurs** (الشكل 159) إلى حوالي 6 أمتار وجمجمة بلغت المتر في طولها . وقد عاش هذا النمط خلال دور الكريتاسي. وقد كان للفكين أسنان تشبه السكاكين مما جعلها جدا" مناسبة لتمزيق لحوم الحيوانات الكبيرة . وقد كانت الأطراف الأمامية قصيرة لا تصل إلى الفم.

ولم تشمل السوروبودات (دور الجوراسي إلى دور الكريتاسي) أكبر الديناصورات فقط بل كان من بينها أيضا" الحيوانات البرية التي ربما تراوح وزنها بين 30 و 50 طنا" . أما الرقم القياسي في الطول (26.6 م) فحمله الدبلودوكس **Diplodocus** (دور الجوراسي المتأخر) ، غير أن كتلته العظمية كانت أقل من البرنتوسوراس **Brontosaurus** (دور الجوراسي المتأخر ، الشكل 158 أ).



الشكل (159) تيرانوسوراس Tyrannosaurus . إعادة تركيب هـكل من الحين الكريتاسي المتأخر ، الطول الكلي حوالي 12 م .

وعادة ما يكون الذيل والرقبة طويلين في عظائـات الورك ، أما الجسم فـكون قصيرا" وضخما" . وقد كانت الأرجل عمودية وقوية بأقدام عريضة تشبه أقدام الفيل . وقد كانت جمجمة الدبلودوكس **Diplodocus** صغيرة حيث وصل طولها إلى حوالي 60 سم فقط ، غير أنه كان هناك تضخم في الحبل الشوكي حيث أن حجمه بلغ في عظمة الورك عدة أضعاف حجم الدماغ . أما الفكان فكانا صغيرين ، وكانت أسنان الدبلودوكس **Diplodocus** تشبه أسنان الخنزير ، التي لابد وأنها كانت تستعمل في تناول الأطعمة الرخوة . وهناك بعض الملامح مثال موقع العينين وثقبي المنخر أعلى الجمجمة ، التي تشير إلى أن عظائـات الورك ربما كانت برمائـة ، أي عاشت جزءا" من الوقت في المستنقعات أو البحيرات ، حيث استعانت بالطفوية في حمل بعض ثقل جسمها

. وفي مثل هذه البيئة ربما وجدت ما يكفيها من النباتات كغذاء، وربما استعملت الماء أيضا" كملجأ لها من باقي ثنائ ات القدمين المفترسة. ولابد وأن خرجت هذه الحيونات إلى الشاطىء لتبـ ض. وقد وجدت آثار أقدام لعظائ ات الورك في رسوب ات الحين الكريتاسي السفلي وذلك بولاية تكساس الأمريك ة.

طيريات الورك ornithichians : لقد كانت طيريات الورك ديناصورات عشب ة ، شملت أنماطا" من ثنائ ات القدمين ، وهي **طيريات الأرجل ornithopods** ورباع ات الأقدام مثال **والأسطغور stegosaurs** والديناصورات **ذوات القرون ceratopsians** . ولم تكن أي من هذه الأنماط عملاقة ق اسا" بباقي الديناصورات.

وقد ظهرت طيريات الأرجل خلال دور الجوراسي الأعلى وأشهر أنماطها الأجواندون Iguanodon (دور الكريتاسي السفلي ، الشكل 160، 161) . فقد كان يشبه الكنغر ولكنه كان أكبر حجما" منه ، حيث بلغ قده حوالي 405 مترا" . وقد كان له منقار قرني وأسنان طاحنة كبيرة على طول حافة فك ه . وقد اختزل عدد أصابع قدم ه إلى ثلاثة ، وهو في ذلك يشبه الطيور الراكضة مثال النعام (الشكل 163) . ومن أمثلة مستحاثاته العظام وآثار الأقدام (الشكل 162) التي وجدت بالرسوب ات الولدين ة بجنوب شرقي إنجلترا. وتعتبر أسنانه أول المستحاثات الديناصورية التي نسبت إلى الزواحف في أصلها.

وقد ظهرت طيريات الورك من ذوات الأربعة أقدام في خلال دور الجوراسي المبكر غير أنها كانت تميز دور الكريتاسي أكثر من تمييزها دور الجوراسي . وهناك عدة مجموعات منها ، غير أنها جم عا" قد حافظت على صفات أسلافها من ثنائ ات الأرجل. وقد كان لبعض أنماط الحين الكريتاسي دروع ثقيلة بصفائح عظم ة تغطي ظهرها ، وهي في ذلك تشبه المدرع

armadillo أحد أنماط الثدييات الحديثة . أما البقية ، مثال الأسطغور وقرنات الوجه ، فقد كانت دروعها أقل ضخامة من الأنماط السالفة الذكر.



الشكل (160) إجوانودون Iguanodon .
إعادة تركيب هكله . يبلغ طوله حوالي 4 أمتار .



الشكل (161) إجوانودون Iguanodon .

إعادة تمثيل مظهره الخارجي . يبلغ ارتفاعه حوالي 7 أمتار .

والأسطغورات كانت أنماط جوراسـة في الأساس . فالستجوسوراس **Stegosaurs** (الشكل 164) مثلا" كان له صفان من الصفائح العظمـة البارزة على طول ظهر الحيوان. وكان بطرف ذيله بروزات مزدوجة.

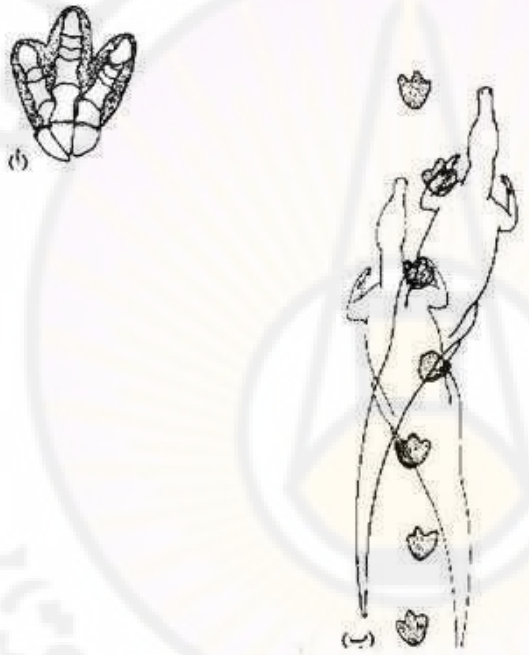


الشكل (162) آثار أقدام لنمط من الزواحف وجد بدورسيت Dorset وهو معروض الآن بمتحف جلاسكو Glasgow . نسبت هذه الآثار إلى الإجوانودون Iguanodon . وقد وجدت بصخور الحين الكريتاسي السفلي .

ولم تبرز **ذوات القرون ceratopsians** حتى دور الكريتاسي المتأخر، أما الترايسيراتوبس **Triceratops** (الشكل 158 جـ) فقد كانت تحمي رقبته صفحة عظمة تمتد من خلف الجمجمة وكان له قرون عظمة مثال التي توجد بالكركدن rhinoceros . وقد تم التعرف على تفاصيل دقة لأحد قرنات الوجه حيث وجد في درجات متعددة من النمو بين بقايا إحاثة لبض برسوبات ترجع إلى دور الكريتاسي وذلك بمنغولا (الشكل 165).

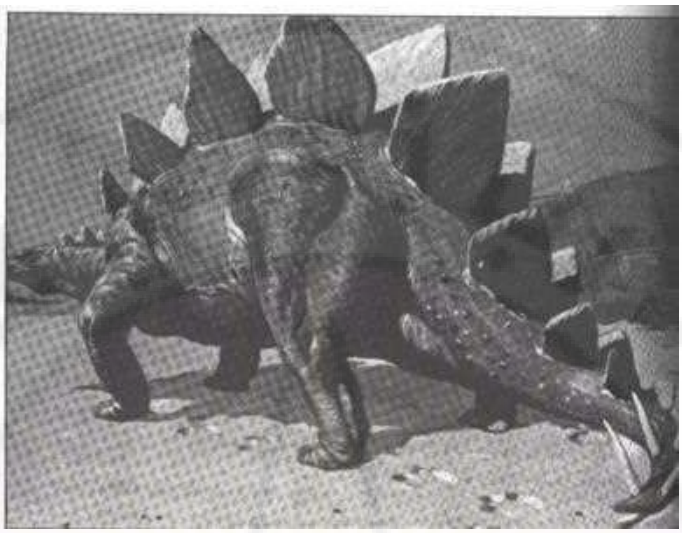
الزواحف البحرية

لقد تكيفت بعض الزواحف بدرجات مختلفة للمعيشة بالماء . فقد تغير شكل جسمها وتركيبة أطرافها بدرجة مكنتها من السباحة ، إلى جانب الدلالة على أصلها كزواحف . وقد اشتهرت منها مجموعتان كمستحاثات **البلصورات plesiosaurs** والصوريات السمكية **ichthyosaurs** .



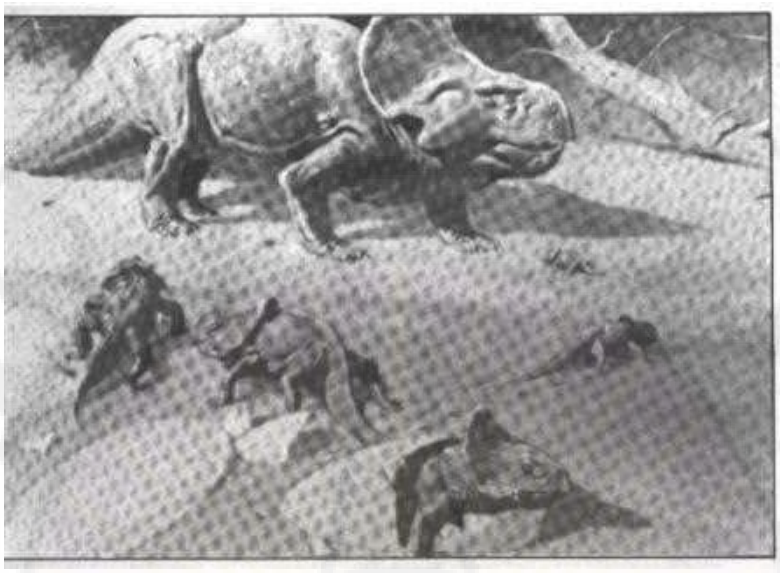
الشكل (163)
مشية أحد الزواحف ، توضح لطريقة مشي الأجواندون Iguanodon. التفسير هنا وارد صحبة الآثار المعروضة بمتحف جلاسكو .

(أ) آثار الأقدام المبينة بالشكل (165) هي لديناصور ثنائي الأرجل . ربما كان إجواندون Iguanodon . الرسم (أ) يوضح منظر قريب لهكل رجل يمنى وضعت داخل إحدى هذه الآثار. (ب) لقد أماطت مواقع هذه الآثار اللثام عن الطريقة التي كان يمشي بها الأجواندون Iguanodon . فالآثار المتبادلة توجد تقريبا" على خط مستقيم. هذا يدل على أنه في كل خطوة كان جسمه يتمايل من جهة إلى أخرى مع بقاء رأسه وذيله في وضع موازٍ لاتجاه الحركة. وهذه الحركة تشمل بعض الدوران في وضع القدم نسبة إلى الجسم والتي لابد وأن كانت تحصل في الكاحل (رسغ القدم) . وغياب آثار للذيل يدل على أنه كان مرتفعا" عن الأرض لحفظ توازن الجسم.



الشكل (164) ستجوسوراس Stegosaurus ، إعادة تمثيل المظهر الخارجي . الطول حوالي 9 م .

فالبلصور (الشكل 167 ، 168) زاحفة كبيرة يتراوح طول أنماطها الأخيرة بين 3 و 12 مترا" . ومن الأنماط المثالية التي تنتمي إلى هذه المجموعة جنس البلسيوسوراس **plesiosauris** (الحين الجوراسي) التي كان لها جسم قصير القد يشبه البرميل وعنق طويلة ورأس صغير ، أما أطرافها (الشكل 169) فكانت سبحة وكانت عظام العلوية منها ذات استطالة ، وقد ازداد عدد عظام الأصابع حيث زاد في بعض الحالات عن 12 جزءا" في كل إصبع . ويحتمل أن البلصور قد عاش معظم الوقت في البحر واستعمل أطرافه كمنسابات مائية hydrofoils كما هي الحالة في السلاحف البحرية . ومن المؤكد أن هذه الأنماط من الزواحف قد رجع إلى الشاطىء للتكاثر.



الشكل (165) قرنات الوجه ، إعادة تمثيل مظهر بروسيراتوبس Proceratops ناضج مع أنماط قد خرجت من بيضها حديثا" . طول الأصل حوالي 2 م .



الشكل (166) بيض ديناصور ، عش بيض قد وجد مع بقايا ديناصور من قرنات الوجه (بروسيراتوبس Proceratops) بمنغوليا .

وقد كانت البلصورات واسعة الانتشار خلال دوري الجوراسي والكريتاسي. وربما كانت **الصوريات السمكية** أكثر الزواحف المائية تخصصا" وشكلها الانسيابي يدل على أنها كانت سريعة الحركة . والأكتيوسيراس **Ichtyosaurus** (الشكل 169 أ) مثال جيد لهذه المجموعة وهو ذو قد يبلغ حوالي 3 أمتار . وقد بينت عينات من مستحاثاته الجيدة الحفظ بالغضار الصفحي الأسود شكل الجسم الخارجي (الشكل 170). فقد كان هذا الحيوان يشبه الدلفين بزعنفة ظهرية وأخرى ذيلية فوق المحور الذيلي المتجه إلى أسفل . وقد اختزلت الأطراف إلى ما يشبه الزعانف ، استعملت في توجيه الحيوان وفي تخفيف سرعته . وقد كان لكل منها عظام صغيرة قرصية الشكل (الشكل 169 جـ ، 171) . وقد كان لجمجمته فكّان طويلان ومدببان بأسنان مخروطية . أما العينان فكانتا كبيرتين ويقع المنخران في أعلى الرأس (الشكل 169 أ) . ويعتقد أن الصوريات البحرية كانت تلد صغارا" تشبهها مثلها في ذلك مثل الحيتان الحديثة ، حيث إن عينات عديدة قد وجدت وبداخلها مثل هذه الصغار.

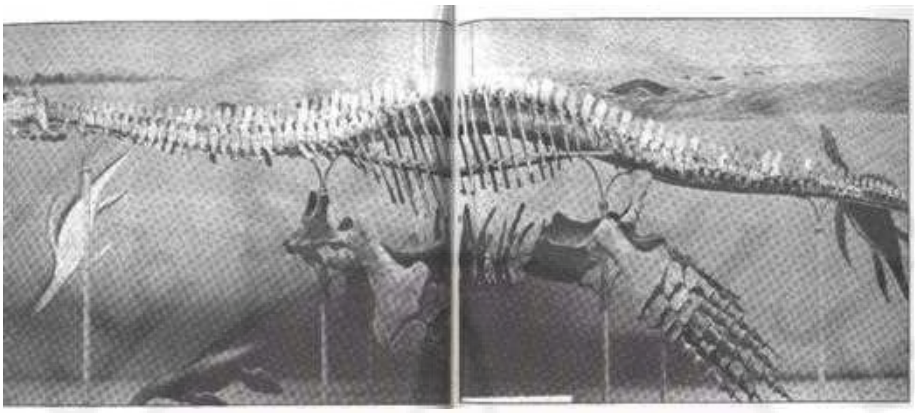
وقد عاشت الصوريات السمكية طول معظم الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة). وقد وجدت بعض أنماطها متكاملة الهيكل تقريبا" غير أنها عادة ما توجد على هيئة عظام متناثرة لا تزيد على بضع فقرات أو أسنان .

الزواحف الطائرة والطيور

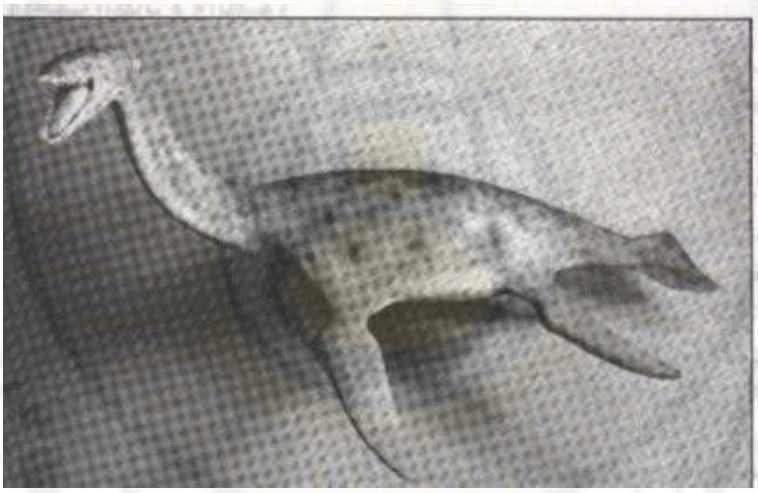
تنتمي أول رباعيات الأرجل القادرة على الطيران إلى مجموعتين ، **الزواحف الطائرة pterosaurs والطيور birds** . ويعتقد أن هاتين المجموعتين قد انحدرتا بمنأى عن الأخرى من أصل يرجع إلى غمديات الأسنان الترياسية والتي انحدرت منها أيضا" الديناصورات. وهي جميعا" ذات خواص مشتركة . فمثلا" في كلا المجموعتين قد تكيفت الأطراف الأمامية لتكون أجنحة كما أن عظام الصدر قد نمت لتكون سطحا" ترتبط به عضلات الطيران . وقد كان للزواحف الطائرة عظام رقيقة وكان بعضها أجوف بحيث أصبح الهيكل خفيف الوزن دون الانقاص من قوتها . وقد كان أيضا" للطيور فيما عدا البدائية منها عظام جوفاء (مملوءة في الأنماط الحديثة بأكياس هوائية) . وقد كان للزواحف الطائرة والطيور الأولية فكوك مدببة وأسنان حادة .

وبالرغم من هذه الصفات المميزة للزواحف وغيرها من المظاهر فإنه يمكن القول بأن الطيور مجموعة فريدة تستحق وضعها في صف لوحدها Aves .

فتختلف بالتحديد عن باقي الحيوانات في تركيبة أجنحتها (الشكل 169) وفي غطائها العازل من الريش وفي مقدرتها على المحافظة على دفء جسمها . ولا يوجد دليل حول درجة حرارة الزواحف الطائرة غير أن الطاقة الكبيرة اللازمة للطيران لابد وأنها تزامنت مع كونها من ذوات الدم الحار .



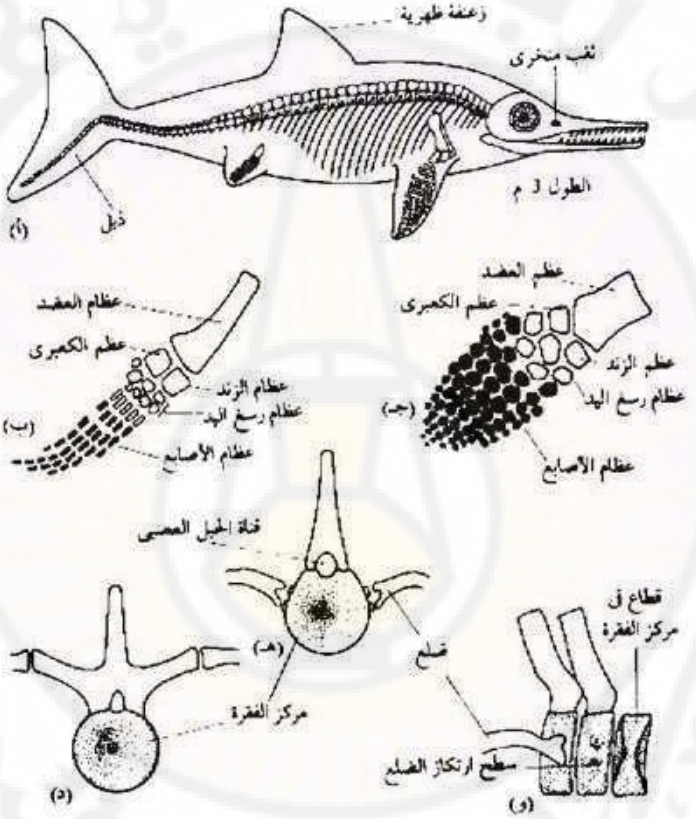
الشكل (167) كربتوكليدس Cryptocleidus . إعادة تركيب هكل بلصور طويل العنق . الطول من 3 إلى 4 م .



الشكل (168) كربتوكليدس Cryptocleidus ، إعادة تمثيل للحيوان . طول 3 م .

الزواحف الطائرة pterosaurs : يوضح بعض الظواهر المثالية للزواحف الطائرة الرامفورنكس **Rhamphorynchus** (الجوراسي المتأخر ، الشكل 172 أ) . فقد كان له جسم صغير نسبيا" بذيل طويل ينتهي بدفة غشائية . وقد تكونت الأجنحة بامتداد جلدي بين الجسم والأطراف الأمامية . وقد دعم كل جناح عند حافته الأمامية عظام الطرف الأمامي والاصبع الرابع الذي كان

طويلا" جدا" . وقد بقيت الأصابع الثلاثة الباقـة حرة ، وكانت قصيرة ومزودة بمخالب . وقد كانت الأرجل طويلة ونحيلة ومتمفصلة بطريقة لابد وأن كان المشي بها صعبا" على الحيوان .



الشكل (169) زواحف بحرية .

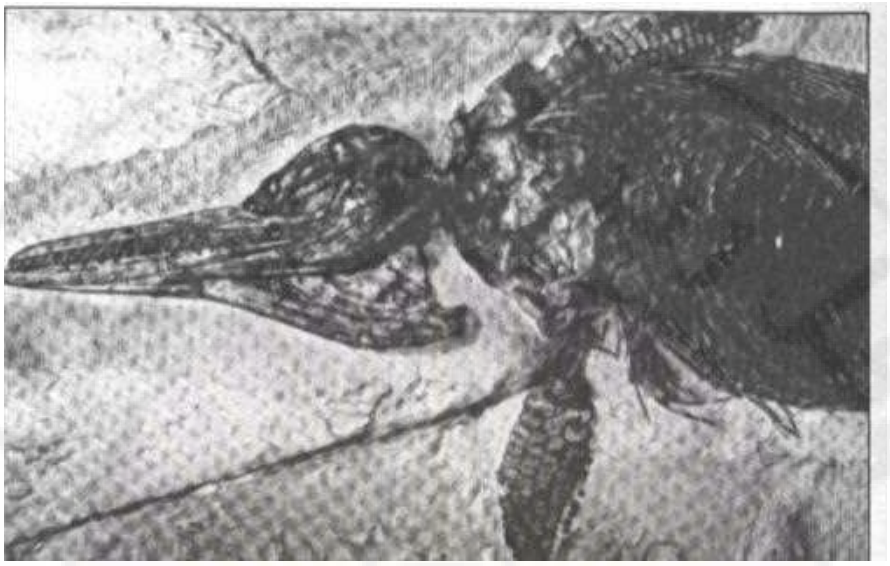
(أ) إعادة تركيب لأحد الصوريات السمكـة . (ب ، جـ) الأطراف الأمامـة الـمنى ، النمط (ب) لأحد الصوريات ، النمط (جـ) لأحد الصوريات السمكـة . (د ، و) فقرات ظهرية ، النمط (ء) لأحد البلصوريات ، النمط (هـ ، و) لأحد الصوريات السمكـة .

وكـان أول المسـتحاثات التـي تـم التعـرف عليهـا مـن الزواحـف الطـائرة الديمورفودون **Dimorphodon** (الشكل 173) وقد وجد برسوبـات الزمن

الل اسي المبكر واستمر حتى دور الكريتاسي . والزواحف الطائرة مجموعة غير متجانسة ، فهي تشمل الصغير منها بحجم العصفور إلى العملاق البتيرندون **pterandon** ذي الأجنحة التي بلغت المسافة بين طرفيها حوالي السبعة أمتار . وفي بعض الأنماط العملاقة ، **الزواحف المجنحة pterodactyls** يكون الذيل قصيرا" جدا" وتفتقر الفكوك لأية أسنان.



الشكل (170) أحد الصوريات السمكية محفوظ بشكل جسمه الخارجي .
ستينوبتيريجيا س Stenopterygius ، الل اسي الأعلى (X 5.1) .



الشكل (171) رأس وأطراف أمامية لأحد الصوريات السمكية (X 1.5) .

الطيور birds : الطيور مجموعة متباينة ، فبعضها يبقى معظم الوقت طائرا" مثال السمام swift والقطرس albatross . والبعض الآخر مثال النعام ostrich والبطريق penguin قد فقد قدرته على الطيران . وحتى في عصرنا الحاضر نجد أن الطيور واسعة الانتشار غير أن مستحاثاتها ، وخاصة الأنماط البدائية منها ، نادرة بصورة عامة .

وأقدم طير تم التعرف عليه هو الأركيوبتيريكس **Archaeopteryx** (الشكل 172 ب) حيث وجدت منه ثلاثة هياكل جيدة الحفظ بصخور السولنهوفن الجيرية Solenhofen (الجوراسي المتأخر) . وهي لاشك هياكل لطيور، حيث إن الريش قد خلف طابعه حول العظام ، ولكن هناك ميزات أخرى تدل على أن هذه المخلوقات قد انحدرت من أصل زاحف.

ويشبه الأركيوبتيريكس **Archaeopteryx** أسلافه الزاحفة في وجود أسنان بفكه وثلاثة أصابع بمخالب على كل جناح وكون عظامه غير مجوفة وكذلك في ذيله الطويل . والذيل هنا فريد في نوعه ، حيث يتكون من سلسلة من الفقارات الشبيهة بفقرات الزواحف . وهذه مزودة بصف من الريش على كل جانب . وتشمل المميزات المشتركة مع الطيور إلى جانب الريش عظم الترقوة wish bone وترتيب العظام الطويلة بالأذرع (التي كونت الحافة الأمامية للجناحين) والريش الممتد منها إلى الخلف ، إلى جانب الأرجل القوية ذات الأربع أصابع مخلبية التي تشبه أرجل الطيور الجاثمة.



الشكل (172) زاحف طائر وأول الطيور .

والأنماط التالـة التـي عثـر عليهـا ترجـع إلـى دور الكريتاسـي المتـأخر ، وهـي تشمل مجموعة أنواع من الطيور البحرية وقد شملت طائرا" يشبه الحراشنة tern ذا قـــدرة قويـــة علـــى الطيـــران ، وطـــائر غطـــاس ، الهســـبيرورنـ س **Hesperornis** غير القادر على الطيران.



الشكل (173) أحد الزواحف الطائرة في أثناء الطيران . دايمورفودون Dimorphodon ، طوله حوالي 1 م .



الشكل (174) نموذج لأركيوبتيريكس Archaeopteryx أثناء الطيران .

وتتشابه هذه الطيور الحديثة في كون عظامها جوفاء (هوائ ـة pneumatic) وفـي اختـزال الـذيل العظمـي وفـي افتقارهـا إلـى أسـنان وذلـك فـمـا عـدا الهسبيرورنـ س **Hesperornis** .

وكثير من أنماط الطيور الحديثة كانت ممثلة خلال العصر الأيوسني وقد استمرت المجموعة في التنوع خلال الدور الثالث . ومستحاثات الطيور فتاتـ ة بصـورة عامـة غيـر أن تراكمـات القـار والخـث التـي ترجـع إلـى العصـر البلـ ستوسيني قد وجد بها عينات أكثر تكاملا" من غيرها.

الزواحف الباقية على قيد الحياة

السفينودون Sphenodon : أو الترتار tuatara هو العضو الوحيد الباقي على قيد الحياة من الخطراسيات rhynchocephalians التي كانت منتشرة خلال دور الترياسي ثم أصبحت مستحاثاتها أدرة بعد ذلك . وهو مخلوق يشبه السحلية يعيش في العصر الحاضر (محميا") في بعض الجزر النيوزيلندية . ويختلف هيكل هذا المخلوق اختلافا" طفيفا" عن أسلافه التي عاشت إبان دور الترياسي . وللترتار صفة بدائية تتمثل في عضو يشبه العين لها عدسة وشبكية تقع فوق الرأس تحت الجلد . وتفسر هذه الفتحة التي توجد بكثير من الأنماط المستحاثة مثال المتصالبة الزعانف وبعض البرمائيات والزواحف.

السحالي والثعابين : تعتبر السحالي والثعابين من أكثر الزواحف شيوعا" وتباينا" . وقد انحدرت هذه الحيوانات من أنماط عاشت في أثناء دور الترياسي . والسحالي عموما" نادرة الوجود كمستحاثات برسوبيات دهر الحياة المتوسطة وذلك فما عدا مجموعة مائية واحدة هي الموساسورات mosasaurs التي كانت واسعة الانتشار في بحار دور الكريتاسي . والثعابين أساسا" عبارة عن سحالٍ دون أرجل ظهرت خلال دور الكريتاسي.

السلاحف البرية والبحرية : تشمل السلاحف أنماطا" بحرية وأخرى برية. ومن أهم ميزاتها الدرقة الصندوقية الشكل التي يقع بداخلها الجسم ، كما يمكن للحيوان ضم أرجله ورأسه بداخلها . وتتكون هذه الدرقة من صفائح عظمية طبقية قرنية . وقد انحدرت هذه المجموعة من الصوريات الكأسية في أثناء دور الترياسي. ويشمل السجل الإحاثي مراحل تطورها، وعموما" لم تتغير هذه المجموعة كثيرا" منذ نشأتها.

التماسـح : التماسـح حيوانـات مفترسـة برمائـة المعـشـة يقتصـر وجودهـا فـي العصر الحاضر على المناطق الدافئة . وهي أقرب الزواحف إلى الديناصورات . ولا زالت التماسـح تحمل أثرا" من أسلافها ثنائـات الأرجل ، متمثلا" في كبر حجـم أطرافهـا الخلفـة مقارنـة بأطرافهـا الأمامـة . وقـد ظهـرت التماسـح فـي أواخـرالحين الترياسـي وانتشـرت بصـورة كبيـرة فـي أثنـاء دوري الجوراسـي والكريتاسي . وقد ظهرت أنماط شبيهة بالتماسـح الحديثة في أثناء الدور الثالث (الشكل 175).

الثدييات

تنفـرد الثـديـات بظـاهرتين مميـزتين لهـا : وجـود الفـرو أو الشـعر وإفـراز الحليب كغذاء لصغارها . وتشبه الثديات الطيور في محافظتها على درجة حرارة جسمها عند حد معين.



الشكل (175) جزء من درع تمساح ، أحد الصفائح العظمة لمظهر أحد التماسـح التي ترجع إلى العصر الأولجوسيني . دبلوسينودون Diplocynodon (X 1.5) .

وقد أمكن للأنماط الحديثة منها التكيف للمعيشة في الماء والهواء وفوق اليابسة. وقد قسمت الثديات إلى ثلاثة مجامع : الغالبية ، وتشمل الانسان والقنافذ ، وسميت بالمشيمات placentals ، وعدد قليل نسبيا" يشمل الكنغر kangaroo في مجموعة الجرابيات marsupials ، وثلاثة أجناس أحدها يشمل حيوان منقار البط platypus ، وقد درجت تحت وحيدات المسلك monotremes .وتشمل مستحاثات الثديات أنماطا" نادرة من الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) وأنماطا" متعددة من السينوزوي (حقب الحياة الحديثة) ، وقد وثقت هذه التغيرات التي أدت إلى الثديات الحديثة .

ويعتبر الشبه في تفاصيل الهيكل بين الثديات والزواحف المشابهة للثديات دليلا" قاطعا" على كون الثديات قد انحدرت من أصل زاحف ، وقد تم التعرض إلى هذا الشبه في السابق. وتختلف الثديات اختلافا" كبيرا" عن باقي الزواحف ، ليس فقط في أنسجتها الرخوة ولكن أيضا" في تفاصيل هيكلها.



الشكل (176) نمط الأطراف وحجم الدماغ بالثدي ات المشـ مـ ة

(أ) رسم يوضح أطراف لأحد الثدي ات النموذجـ ة الذي يمشي على أربع في وضع عمودي على الجسم . (ب ، جـ) تحوير في الطرف الأمامي للطيران . (ب) وللسباحة ، (جـ) . (د ، ز) تراكيب مختلفة للقدم في حالة الثدي ات الماشـ ة والعداءة . (ح) مقارنة لحجم الدماغ بين الثدي ات المشـ مـ ة البدائـ ة (منقطة) والزواحف (مخططة) .

وتشمل هذه الاختلافات كبر قحفها (الشكل 176 ح) الذي يدل على تعقيد دماغها . ويعتمد أساسا" على طبـ عة الفك السفلي والأسنان في التعرف على الثدي ات . ومن حسن الحظ أن هذه الأجزاء هي عادة ما يحفظ كمستحاثات . ويتكون كل نصف للفك السفلي من عظم واحد يسمى عظم الأسنان dentary

(الشكل 157 جـ) وذلك على العكس من الزواحف حيث يتركب هذا الجزء من فكوكها من عدة عظام (الشكل 157 أ) . وتتمايز أسنان الثديات إلى أسنان قضم وأخرى للمضغ . ولأسنان المضغ جذور متفرعة . ويغير الحيوان الثديي أسنانه مرة واحدة طوال حياته . وتسمى أسنانه الأولى **طقم الحليب milk set** والمجموعة التالية **بالطاقم الدائم permanent set** .

أما أسنان الزواحف فهي بسيطة ومتشابهة لكل منها جذر واحدة ويمكن للحيوان تبديلها باستمرار . وتشمل كذلك نقاط الاختلاف بين الزواحف والثديات نمط سطح التمفصل بين الجمجمة والعظم الخلفي حيث يكون ذا عقدة برأسين في الثديات ورأس واحدة في الزواحف.

ثديات دهر الحياة المتوسطة

لقد بقيت مستحاثات الثديات منذ ظهورها في نهاية دور الترياسي وحتى نهاية دور الكريتاسي تقريبا" عبارة عن أجزاء متناثرة تتكون من فكوك وأسنان (الشكل 177 هـ ، ح) أو أجزاء جماجم . وقد كانت الثديات الأولية صغيرة الحجم لا يزيد أكبرها حجما" عن قطة المنزل . وقد نسبت هذه الثديات إلى مجموعة رتب بناء على النتوءات بتجان أسنانها cusps الخدية . **والبانتورات Pantothers** هي إحدى هذه الرتب (دور الجوراسي، الشكل 177 هـ ، و) ويعتقد أنها المجموعة التي انحدرت منها الجرابيات والمشيمات .

ثديات دهر الحياة الحديثة

وحيـدات الثقـب monotremes : البلايتبـوس أو حيـوان منقـار الـبط platypus وآكل النمل ant-eaer هما الوحيدان في مجموعة وحيدات الثقب. ويقتصر وجودهما على منطقة أستراليا . وتغطي هذه الحيوانات فراء ، وهي بيوضـة فـي الوقـت الـذي تفـرز فـه الحليـب لصـغارها . ويقتصـر وجودهـا كمستحاثات على رسوبيات العصر البلستوسيني ، غير أن لهذه الحيوانات بعض الشبه بهكل الزواحف مما يشير إلى أنها أقدم عمرا" من ذلك . وقد تكون قد انحدرت بمعزل عن البقية من الزواحف التيرابسيدية theropsid reptiles .

الجرابيات marsupials : تحمل الجرابيات صغارها في جيب خاص ببطن الأم . وهو ثنية بالجلد فوق بطنها تدعمها عظام معينة . وتولد الصغار غير مكتملة النمو ، حيث تزحف إلى داخل جراب الأم وتتغذى على الحليب الذي تفرزه أثداؤها . والجرابيات مجموعة صغيرة في العصر الحاضر ، وفيما عدا بعض الأنماط مثال الأبوسوم opossum الأمريكي فإن هذه الحيوانات يقتصر وجودها على أستراليا.

وأقدم المستحاثات المعروفة من الجرابيات أنماط تشبه الأبوسوم ، وجدت برسوبيات الحين الكريتاسي بأمريكا . وهناك أنماط عدة ترجع إلى الدور الثالث من الجرابيات وجدت بأمريكا الجنوبية التي كانت مفصولة عن أمريكا الشمالية لوقت في أثناء الحين الثالث . ولا يعرف الكثير عن تاريخ الجرابيات لما قبل العصر البلستوسيني بأستراليا . وقد تكيفت الأنماط الحديثة إلى مدى بيئي واسع يشبه إلى حد بعيد الحيوانات المشيمية .

المشـ ـمـ ـات placentals : فـي الثديـ ـيات المشـ ـمـ ـة يتغذى الجنين داخل رحم أمـه بواسطة حبـل المشـ ـمة placenta ويكـون ناضجا"نسـبـ ـيا" عنـد ولادتـه . وبعض الأحـ ـيان يكون المولود باستطاعته تتبع أمه بعد ساعات من ولادته ، كمـا هـو الحـال فـي حالـة الحـوت . ويختلـف هـكـل المشـ ـمـ ـات عـن مثيلـه بالجرابـ ـيات فـي عـدد مـن الملامـح . فـالقحف مـثلا" فـي هـذه الحيوانـات أكبـر حجما" كما أن الحنك palate (أعلى باطن الفم) عبارة عن صفـ ـحة عظمـ ـة صـلبة . وتشمل المشـ ـمـ ـات اغلب الثديـ ـيات ومعظم أنمـاط السينوزوي (حقب الحـ ـاة الحديثة) (حوالي 95 %) .

وقد ظهرت المشـ ـمـ ـات خـلال دور الكريتاسي فـي نفس الفترة تقريبـا" مـع الجرابـ ـيات. وأقدم مستحاثاتها عبارة عن فكوك وجماجم لحيوانات آكلة للحشرات تشبه الفئران . وتعتبـر آكـلات الحشرات أيضـا" أكثـر المشـ ـمـ ـات بدائـ ـية . وقد تكون أعضائها التي عاشت بالحين الكريتاسي هي السلالات التي انحدرت منها باقي المشـ ـمـ ـات . ومع نهاية العصر الأيوسيني تكاملت جمـ ـيع رتب المشـ ـمـ ـات . وبعض هذه الرتب قد انقرض بينما بقيت بعض الرتب الأخرى بـدرجات متباينة من القوة .

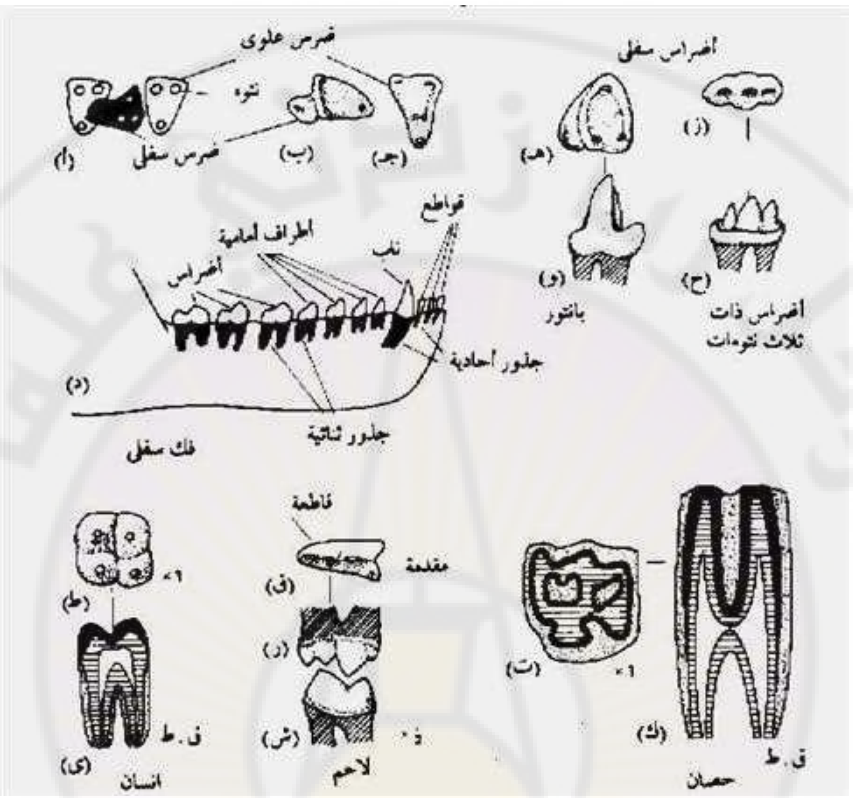
وقد صـحب الاشعـاع التكـيفي adaptive radiation للمشـ ـمـ ـات تحور هـكلها وخاصة فـيما يتعلق بثلاثة نواحٍ : نمو الدمـاغ والحركة والتغذية.

فالـدمـاغ فـي المشـ ـمـ ـات البدائـ ـية صـغير الحجم وبسـ ـيط نسـبـ ـيا" ، أمـا فـي الأنماط الأكثر رقـ ـيا" فـكون القحف أكبر نسبـ ـيا" يصـحب ذلك الزيادة في تعقيد الـدمـاغ . ويعنـي ذلـك الزيـادة فـي التنسيق الـوظـيفي للجسم والزيـادة فـي الـذكاء والأعضاء الحسـ ـية الأخرى مثال العيون والآذان. وللثديـ ـيات البدائـ ـية أرجل قصيرة وهي تمشي وأصابعها الخمسة تلامس الأرض كما هو موضح بالشكل 176 د

. أما في الأنماط الأكثر رقـيا" نجد أن الأطراف وطريقة رفع الجسم قد تحورت بحيث أصبح الجسم أكثر رشاقة . وعادة ما تكون عظام بعض الأطراف قد استطالت ، مما نتج عنها الزيادة في طول خطوات الحيوان كما يحتمل أن يكون هناك تغير في نظام عظام القدم . إذ نجد نمطا" رشـقا" مثل الثعلب يمشي على أصابعه بحيث تكون قدمه بالكامل مرتفعة عن الأرض (الشكل 176 هـ) أم عداءا" سريعا" مثل الحصان يمشي على رؤوس أصابعه (الشكل 176 ز) . أما التغير الكامل في التركيبة الأساسية للأطراف فهي تلاحظ في الأنماط الطائرة مثل الخفاش bats (الشكل 176 ب) أو في الأنماط المائية مثل الحوت whale (الشكل 176 جـ).

ولطبيعة الأسنان أهمية خاصة في دراسة المشيمات ، وهي دليل هام في علاقة الأنماط المختلفة ببعضها البعض . ويجب الانتباه هنا إلى أن الحيوانات المتشابهة التغذية قد تكون لها أسنان متشابهة بالرغم من أنه لا علاقة أخرى بينها.

والعدد الأقصى للأسنان بالثديات المشيمية هو 44 ، وتملكه الأنماط البدائية ، حيث تكون لها ثلاثة قاضمة ، **القواطع incisors** وسن ثاقب ، **ناب canine** وسبعة ماضغة ، **أسنان خدية cheek teeth** وذلك على كل جانب من الفكين العلوي والسفلي (الشكل 186 د). والقواطع عبارة عن أسنان دائرية إسفينية بسطة بجذر واحد وتوجد على الحافة الأمامية للفكين . والناب طويل ومدبب وهو بين القواطع والأسنان الخدية . أما الأسنان الخدية فتوجد في مؤخرة الفك وهي ذات جذور ثنائية أو عديدة التفرع وبجزئها الظاهر (**التاج crown**) نتوءات تساعد في طحنها للغذاء .



الشكل (177) أسنان لحيوانات ثديـة

(أ – جـ) أسنان . (د) فك سفلي لحيوان ثديي مشـ مي بدائي (آكلات الحشرات) وتوضح (أ) كـ ف أن النتوءات على الأضراس العلـا والسفلى تكون متبادلة في مواقعها أثناء المضغ . (ب – جـ) منظر للتاج . (هـ – ح) أضراس (الفك السفلي) من نوعين من الثديـات الجوراسـية . (هـ – ز) منظر للتاج ، (و ، ح) منظر جانبي . (ط – ك) تكـ ف الأضراس لمضغ وجبة عامة . (ط – ى) وجبة لاحمة . (ق – ش) وجبة عاشبة . (ت – ك) (ط – ق – ت) مناظر تاجـية . (ر – ش) مناظر جانبـية لأضراس علوية وسفلـية . (ى – ك) قطاعات في أضراس سلـمة لتبين ترتيب المينا (أسود) ، العاجين (مخطط) ، المادة اللدائنـية (منقط) ، اللب (غير مظلل) .

وتسمى الأسنان الأربعة الأولى الخدية **بالأضراس الأمامية premolars** ، وهي بسيطة في تركيبها مقارنة بالأضراس التي هي أكثر إرشادا" إلى طبيعة الحيوان الغذائية . وتكون الأضراس مثلثة الشكل في الأنماط البدائية ولكل زاوية منها نتوء بالاضافة إلى بروز صغير في مؤخرة الضرس وذلك بأضراس الفك السفلي (الشكل 177 ب ، جـ).

ونمط الأسنان الذي تم شرحه يمثل أساسا" الحيوانات آكلة الحشرات . وقد تغيرت هذه التركيبة في المخلوقات الأكثر رقيا" وذلك بناء على نوعية الغذاء . وقد شملت التغيرات هذه النقص في عدد الأسنان (مثلا" 32 في الانسان أو ربما في بعض الحالات تختفي كليا" كما في الحيتان) إلى جانب التحور في تركيبها . وأكثر هذه التغيرات قد حصلت في الأسنان الخدية . ففي الحيوانات اللاحمة ، مثل القط ، يوجد زوج من الأسنان المتقابلة (واحد على الفك السفلي وآخر يقابله تماما" على الفك العلوي) بنتوءات منضغطة ومتحدة مكونة حافة قاطعة مسننة قادرة على تمزيق فريستها وتهشم عظامها. وتعرف هذه الأسنان **باللاحمة carnassials** (الشكل 177 ق – ش) . وللقط زوج واحد منها على كل جانب من فكه. وللأنماط العاشبة herbivorous مثل الحصان أسنان خدية منشورية كبيرة بتاج مرتفع وسطح طحن معقد تتخلله مادة ملصقة (في بعض الأسنان الأخرى عادة ما يقتصر وجود هذه المادة على الجذور) (الشكل 177 ت – ك) . وهذا التركيب للأسنان شديد المقاومة لعملية الكشط الناجمة عن مضغ الأعشاب . ويمكن الاشارة هنا إلى أن بعض الأعشاب تحتوي على كمية من السليكا.

بعض الأمثلة لتوضح الاشعاع التكيفي في الثديات المشيمية

لقد قسمت المشيمات إلى عدد كبير من الرتب التي سنتناول بعضها هنا لتوضح التباين في تركيبها .

آكلات الحشرات insectivores : يمثلها اليوم عدد قليل من الأنماط الليلية nocturnal الصغيرة ، مثال القنفذ hedgehog والخلد mole . وهي تتغذى على الحشرات والديدان أو اليرقانات. وبالرغم من أن بعض هذه الحيوانات قد تخصص للمعيشة في بيئة معينة إلا أنها لا زالت تحتفظ ببعض الملامح البدائية لهيكل آكلات الحشرات الأولى . فلها مثلا" دماغ صغير وبسيط وكذلك أسنان بدائية . ولآكلات الحشرات أرجل قصيرة وهي تمشي وأقدامها المخلبية منبسطة بكاملها على الأرض . ولهذه المجموعة سجل إحاثي متكامل نسبيا" وذلك منذ ظهورها في أواخر دور الكريتاسي وخلال الدور الثالث إلى العصر الحاضر.

الخفافيش bats : لقد تفرعت الخفافيش من آكلات الحشرات وهي على درجة عالية من التخصص في الطيران . وتعتبر مستحاثاتها جد نادرة ، غير أن بعض عينات العصر الأيوسيني تدل على أن قدرتها الفائقة على الطيران كانت متكاملة . وربما من الأهمية بمكان هنا مقارنة نمط الأجنحة بين الخفافيش من جهة والزواحف الطائرة والطيور من جهة أخرى (الشكل 169) . فالغشاء الجناحي عبارة عن ثنية جلدية تمتد من الجسم حتى الذيل يدعمه الطرف الأمامي وعظام الأصابع الطويلة (فما عدى الابهام) فما يشبه برقق المظلة.

الرئ سات primates : الرئ سات مخلوقات شجرية arboreal (تع ش في الأشجار). وهي من بعض النواحي غير متخصصة نسب ا" . ف ما عدى بعض الأنماط منها التي تع ش على الأرض وتمشي على قائمتين فإن باقي الرئ سات تتحرك على أطرافها الأربعة . وقد تك فت الأيدي والأرجل على القدرة على الامساك بالأش اء وعل ه فإن إبهام اليد وإصبع الرجل في وضع مقابل لباقي الأصابع (الشكل 178 و) . والأصابع الخمسة بالأطراف متكاملة وتحمي نهاياتها أظافر مفلطحة . وفي الأنماط الراق ة يلاحظ النقص في عدد الأسنان وفي تك فها لتناول أنواع مختلفة من الغذاء . أما أهم التحويرات المؤثرة في نمو المجموعة فهو زيادة حجم الدماغ المترتب عل ه الزيادة في حجم القحف وكذلك التحسن في القدرة البصرية.

وفي وقتنا الحاضر تنتشر الرئ سات بكثرة في المناطق الدافئة . وتشمل هذه أنماط ا" بس ط ة : **الل مور lemur** (الشكل 179 ط ، ى) **والترسير tarsier** (الشكل 179 ز ، ح) وأنماط ا" متقدمة : **أشباه الانسان anthropoids** (الشكل 179 أ ، و) . وبصورة عامة نجد أن مستحاثات الرئ سات نادرة الوجود . وقد كان أوائل أنماطها ، التي ترجع إلى الدور الثالث حيوانات صغيرة الحجم شجرية المع شة ويصعب تفريق بعضها عن آكلات الحشرات.

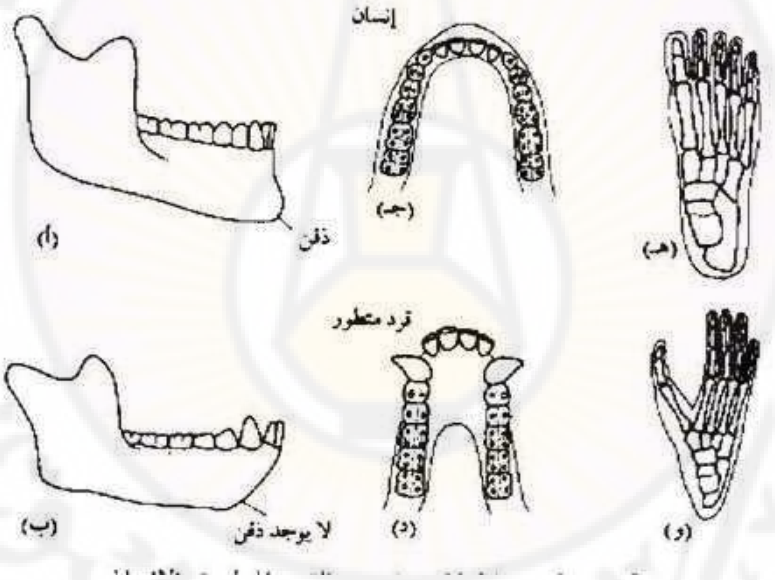
وقد كانت الل مورات مخلوقات ليل ة صغيرة بذيل طويل ورأس مدبب يشبه رأس الثعلب وعينين جانبيتين (الشكل 179 ى) . وقد كانت أسنانها من النوع البدائي وذات نتوءات حادة . وتوجد المستحاثات الل مورية برسوب ات العصر الأيوسيني (الشكل 179 ط) ، ولم تتغير كثيرا" أنماط ما بعد ذلك العصر في تركيبة جسمها.

وتوضح الرئ سات الراق ة أو أشباه الانسان عددا" من الملامح التخصص ة . فالجمجمة مثلا" قد تك فت بالزيادة في حجم القحف وكذلك اتجاه محاجر عيونها إلى الأمام وأصبح الوجه قصيرا" بقصر المنطقة الأنف ة والفكين (لاضمحلال حاسة الشم) . وقد ربط صغر حجم الفكين بالنقص في عدد الأسنان إلى 32 في معظم أفراد هذه المجموعة . وقد تحورت الأسنان إلى حد ما فأصبح شكلها الخارجي رباع اً ، وتميزت بأربعة أو خمسة بروزات غير حادة في تاجها مما جعلها مثال ة لتناول نوع ة غذائ ة عامة غير متخصصة.

وقد سلك الانسان نمطا" مع ش ا" يختلف عن شبيهاته من القردة (apes and monkeys) ، غير أن بعضها أكثر شبها" له من بعضها الآخر . فالقردة البدائ ة monkeys أقل شبها" للانسان من غيرها . فهي حيوانات شجرية تستعمل أيديها وأقدامها (وذيلها أح انا") . وهي تركض أو تقفز بين الأشجار . وتع ش باقي القردة apes (ف ما عدى الغوريلا gorilla) أساسا" في الأشجار مقتصرة على استعمال أذرعها الطويلة. وهي ذات أرجل قصيرة وتفتقر إلى ذيل . وعلى العكس من ذلك نجد أن الانسان يع ش على الأرض مستعملا" رجل ه في الحركة.

وفي الوقت الذي يوجد ف ه بعض الشبه بين الانسان وبعض القردة المتطورة apes مثل الشمبانزي chimpanzee وذلك في بعض الملامح التشريح ة والفسيولوج ة ، غير أنها تختلف في بعض تفاصيل ه اكلها وخاصة ما له علاقة بالدماغ والقد والحركة والغذاء . فسعة الدماغ لدى الانسان تبلغ 1300 سم3 مقارنة بحوالي 500 سم3 بالغوريلا ، كما أن بعض أجزاء الدماغ أيضا" أكثر تعقيدا" خاصة في المقدمة والذي يعكسه ارتفاع الجبهة في الانسان (الشكل 179 ب) . وللإنسان ذقن (الشكل 178 أ) وفكين أقل كتل ة

وأسنانه منتظمة في قوس لطـ ف الاستدارة (الشكل 178 ب) وتقع أسنانها في صـفين متـوازيين (الشـكل 178 د) . ويتميـز الإنسـان كـذلك باسـتقامة قـده ووضـع جمجمتـه المتزن فوق الرقبـة. ويكون العمـود الفقري فـي الانسـان علـى شـكل S ، أمـا فـي القـردة المتطـورة apes فـكـون علـى شـكل c . ويسـتعمل الإنسان كامل قدمـه في الحركة ولا يكون فـ ه الأصبع الأكبر في وضـع مقابل لباقي الأصابع (الشكل 178 هـ)، بينما تستمر القردة إلى حد ما في الحركة على أربع ويكون لأقدامها قدرة على الامساك (الشكل 178 و).



الشكل (178) نقاط الاختلاف بين القردة المتطورة والانسان

(أ ، ب) منظر جانبي لفك سفلي . (جـ ، د) ترتيب الأسنان بالفك السفلي . (هـ ، ز) نمط القدم . (هـ) لا قدرة على الامساك والأصابع قصيرة . (و) الاصبع الكبير مقابل لباقي الأصابع وللقدم قدرة على الامساك .

وتوجد أقدم مستحاثات أشباه الانسان برسوبـ ات العصـر الأولـ جوسـيني بمصر . وهي تنتمي إلى أنماط عامة ، غير أنها تدل على أن انفصال القرود

الشائعة monkeys عن القرود المتطورة apes قد بدأ قبل ذلك الوقت . ويوجد في الصخور الأحدث عمرا" بعض الأنماط الإحاثة لبعض القردة المتطورة نسبا" مثال بقايا (البروكنسول proconsul) التي وجدت في رسوبات العصر الميوسيني بشرق أفريقيا (الشكل 179 و) ، والذي يتميز بقصر ذراعه نسبا" ، إلى جانب بعض الملامح غير التخصصة مما يشير إلى أن القرود المتطورة لم تكن قد تكيفت بالكامل للمعيشة في الأشجار وربما كانت أرضية في معيشتها إلى حد ما.

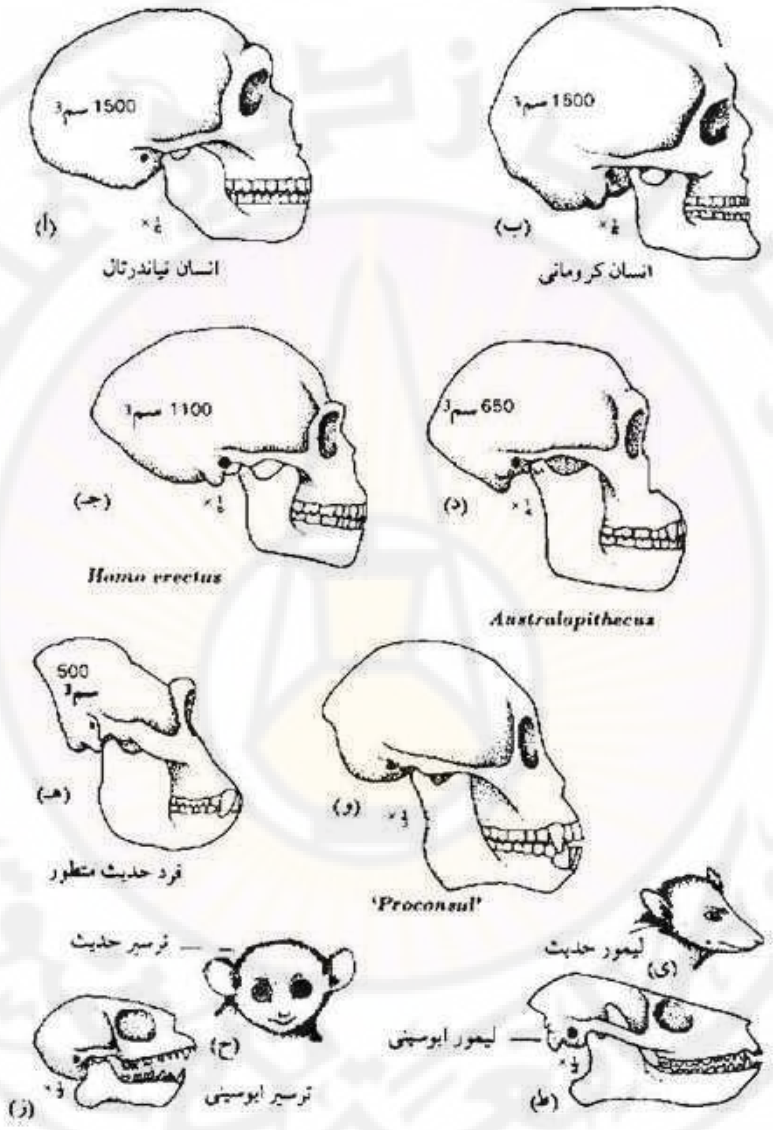
وقد وجدت مستحاثات نسبت إلى الانسان في رسوبات العصر البلستوسيني . وإلى جانب العظام تشمل الأدلة الإحاثية على الإنسان و أدواته ومواقع تجمعاته وما تحويه من مخلفات الرماد وأكوام عظام الحيوانات المهشمة ، إلى جانب رسوماته ونقوشه . وتعتبر أوروبا من أحسن المواقع التي وجد بها تتابع حضاري كامل دلت عليه أدوات الانسان القديم. ونظرا" لتناثر الأدلة الإحاثية فإنه من الصعب مضاهاة مراحل هذا التتابع على مسافات بعيدة وخاصة خارج أوروبا.

ولا شك في وجود مستحاثات إنسانية ترجع إلى وسط الدور البلستوسيني في مواقع مثل جاوه وبالقرب من بكين والجزائر . وقد نسبت هذه إلى الهومو إريكتس **Homo erectus** ، بيتكانتروبس **Pithecanthropus** سابقا" (الشكل 179 جـ) . ولدماغ هذا النمط سعة تبلغ حوالي 900 إلى 1200 سم3 ، وقد مستقيم وأسنان كبيرة . كما أن لجمجمته بعض الملامح البدائية مثال ارتداد الجبهة إلى الوراء والبروز القليل في الفكين وغياب الذقن . وقد وجدت أدوات بدائية ورماد مع هذه البقايا.

وقد وجدت أنماط أحدث من الهومو إريكتس **Homo erectus** لها سعة دماغية تعادل أو تفوق الانسان في وقتنا الحاضر . وهناك سلالة إنسانية عرفت بإنسان النياندرتال **neanderthalensis** (الشكل 179 أ) ، وقد وجدت مستحاثة بأوروبا والمناطق المجاورة لها بأفريقيا وآسيا في الرسوبات البين جليدية الثالثة (البلستوسين المتأخر) . وقد كان قصير القامة (حوالي 163 سم) قوي البنية . وتشمل ملامحه المميزة التي تفصله عن الانسان في عصرنا الحاضر ، وكبر حجم جمجمته وتراجع جبهته إلى الوراء وكتلة حاجبيه. وقد كان إنسان النياندرتال صيادا" واستعمل النار وأدوات حجرية جيدة التشكيل.

وتدل البقايا الإحاثية على أن الانسان الحديث قد وجد في الفترة البين جليدية الثانية، غير أنه لم يكن بأعداد كبيرة في أوروبا حتى الزمن الجليدي الأخير (حوالي 40.000 سنة مضت) حيث حل أناس أكثر مدنية يدعون بالكرومانيون Cro-mahnons بالمناطق غير الجليدية محل النياندرتاليون .

وقد كان الإنسان الكرومانيوني (الشكل 179 ب) طويل القامة (حوالي 183 سم) ، بسعة مخية عالية (معدل 1500 سم3) وجبهة مرتفعة. وقد فاقت المنجزات الحضارية للإنسان الكرومانيوني أسلافه من السلالات الإنسانية .



الشكل (179) جماجم لمجموعة رئ سات .

الحيتان whales : لقد تكيفت بعض الثديات للمعيشة بالماء . والحيتان أكثر هذه الحيوانات تخصصا" في هذا المجال . وتشمل الحيتان أنماطا" صغيرة مثل خنازير البحر porpoises والدلافين dolphins وأخرى كبيرة مثال الحوت الأزرق الذي يصل طوله إلى 30 مترا". وليس لهذه الحيوانات أنماط برية قريبة منها . وفي الوقت الذي للحيتان صفات ثديية مثال طريقة توالدها وتنظيم درجة حرارة جسمها فقد حملت أيضا" بعض المظاهر المشابهة للأسماك كما حدث للصوريات السمكية خلال دهر الحياة المتوسطة . وربما كان الدلفين في مظهره أقرب الثديات إلى هذه الزواحف . فهو يتميز بجسم انسيابي مغزلي الشكل ، متمفصل رأسه على جسمه دون رقبة ويسبح بتحريك ذيله إلى أعلى وأسفل ، ويساعده في ذلك زعنفة ذيلية أفقية الوضع . ولا عمل لأطراف الدلفين الخلفية ، أما أطرافه الأمامية فهي تشبه الزعانف وتعمل على اتزان الجسم (الشكل 176 جـ) . وأسنان الدلفين حادةذات تركيبة تساعده على الإمساك بالأسماك النزاعة إلى الإفلات .

وقد كان للحيتان الأولى في أثناء العصر الأيوسيني أسنان بدائية حيث كانت الأسنان الأمامية مدببة والأسنان الخدية ذات نتوءات حادة . ومع حلول العصر الميوسيني ظهرت معظم أنماط الحيتان الحديثة.

اللواحم carnivores : تشمل اللواحم الحيوانات من آكلات اللحوم ومنها القطط والكلاب وابن عرس weasel والدببة وأنماط مائية مثل عجول البحر seals ومجموعة متنوعة من الحيوانات المنقرضة . وهي عموما" ذات هيكل بدائي ، تستطيع أن تتحرك بسرعة مذهلة لمسافة قصيرة أثناء ملاحقتها للفريسة ، ويساعدها في ذلك مخالبها المكيفة للمهاجمة والإمساك . وأهم مميزاتها المتخصصة هي الأسنان . ففي معظم اللواحم تكون الأنياب طويلة وحادة

لطعن الفريسة ، وتكون الأسنان الخدية مزودة بنتوءات حادة أيضا" وعادة ما يوجد إثنان من القواطع carnassials (الشكل 177 ر ، ت) على كل جانب من الفم .

وقد كان من ضمن اللواحم مجموعة أطلق عليها سابقا" تسمة **لاحمات الأسنان creodonts** ، ظهرت في بداية الحين الثالث . ولم تختلف كثيرا" هذه المجموعة في البداية عن آكلات الحشرات ، غير أنها لم تعد تشبهها في أثناء العصر الأيوسيني . فقد كان لأنماطها التالة مخ صغير وأطراف قصيرة ولم تكن قادرة على الحركة بسرعة . وقد تكفت أسنانها لتصبح ذات طابع لاحم حيث كان لها قواطع في الأنماط التالة مثل الهانودون **Hyaenodon** (الشكل 180 ب) الذي يرجع إلى العصر الأيوسيني المتأخر والعصر الأولجوسيني.

وقد كانت حيوانات هذه المجموعة صغيرة بصورة عامة يتراوح قد جسمها من ابن عرس إلى حجم الأسد . وقد تضاءل عددها خلال العصر الأولجوسيني واستطاع البعض منها البقاء حتى العصر البليوسيني.

وقد حلت المااسيدات miacids محل لاحمات الأسنان تجاه نهاية العصر الأيوسيني، وهي عائلة انحدرت منها اللواحم الحديثة . وقد كانت هذه المجموعة أسرع في حركتها وأكثر ذكاء من لاحمات الأسنان القديمة . وقد وصلت اللواحم ذروتها خلال العصر البليوسيني وبقيت حتى الوقت الحاضر عبارة عن مجموعة عديدة ومتنوعة المكونات.

الحافريات ungulates : تستعمل هذه التسمة للدلالة على مجموعات عدة من الثديات العاشبة والتي تشمل ضمن أنماطها الحديثة حيوانات شديدة الاختلاف في ملامحها مثل **الفيلة elephants** (الخرطومات

proboscideans) **والخيول horses** (فرديات الأصابع perissodactyls) **والماشية** (مزدوجات الأصابع artiodactyls).

وهناك أيضا" العديد من مستحاثات الحافريات . وللتكيف المعيشي للحافريات صلة كبيرة بالنظام الغذائي إلى جانب طبيعة حركتها . فقد تحورت الأسنان بصورة عامة حيث أصبحت القواطع مفلطحة لقطع النباتات، وكبرحجم الأسنان الخدية وعلت تيجانها وتعقدت تضاريس أسطحها لتمكين الحيوان من طحن غذائه النباتي (الشكل 180 أ) . ويمكن أن تنمو الأسنان الخدية كلما تآكلت نتيجة للاحتكاك . وتتركز التغيرات التي حصلت في الاطراف حول حاجة الحيوان إلى الإفلات من أعدائه وإلى تغطية مساحات واسعة بحثا" عن الكلأ . فقد استطالت عظام الأطراف مما زاد في مدى خطواتها وأصبحت تمشي على رؤوس أصابعها التي تحميها حوافر قرنية (مخالب محورة) من الاصطدام بالأجسام الصلبة في أثناء عدوها (الشكل 176 ز) . وقد نقص طول الأصابع الجانبية في بعض الأنماط واختفى في البعض الآخر مثل الفيلة التي يحتاج وزنها إلى دعم كامل القدم (الشكل 176 و) .

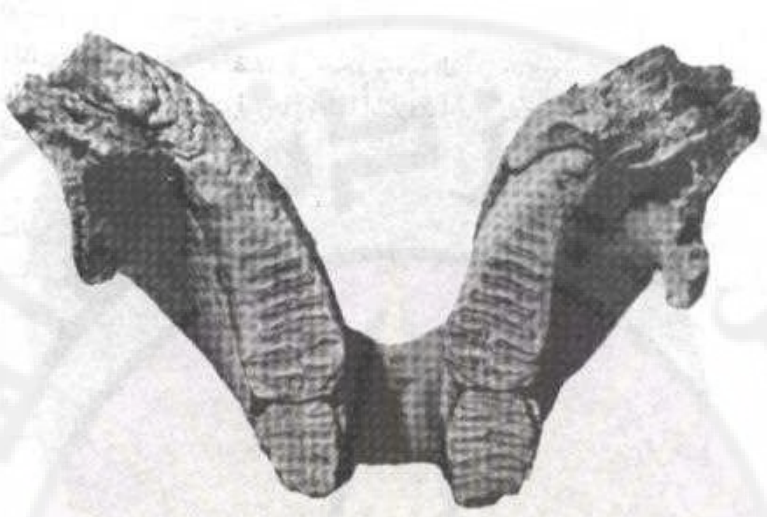
الحافريات القديمة archaic ungulaets : لقد نسب أصل معظم إن لم يكن كل الحافريات إلى مفصليات اللقمة aondylarths . وهي أنماط انحدرت من آكلات الحشرات ، التي ظهرت في بداية الحين الثالث . وقد كان لمكوناتها الأولى أطراف قصيرة مزودة بأقدام مخلبية وذيل طويل وأسنان بدائية . أما في الأنماط التالية فكانت الأطراف أكثر طولا" وحلت الحوافر محل المخالب وأصبحت الأسنان الخدية أعرض وزودت بعدد أكبر من النتوءات . وقد تناقص عدد هذه الحيوانات وغيرها من الأنماط القديمة ، والتي وصل بعضها إلى حجم وحيد القرن chinoceros في أثناء الجزء المتأخر من العصر الأيوسيني . وقد

حل محلها أسلاف الحافريات الحديثة ، وهي أنماط كانت أكثر ذكاء وأسرع حركة مما جعلها أكثر قدرة على تفادي الحيوانات اللاحمة .



الشكل (180) سن وفك لحيوان ثديي .

(أ) السطح الذي يقوم بطحن الأعشاب ، باليوتيريوم Palaeotherium ، الحافريات فردية الأصابع ، العصر الأول جوسيني (2.5 X) . (ب) منظر جانبي لفك سفلي لحيوان بدائي لاحم ، الهينودون Hyaenodon ، من لاحمات الأسنان ، العصر الأيوسيني (0.7 X) .



الشكل (181) فك سفلي لفيل يرجع إلى العصر البلستوسيني على كل جانب يوجد سن طاحن (ضرس) متآكل من الاحتكاك يكاد يحل محله بالجزء الأمامي للفك خروج ضرس آخر غير متآكل نسبيا" ، إلفاس أنتيكاس Elephas antiquus (0.2 X) .

الفيلة elephants : تعكس الفيلة في الوقت الحاضر (الإلفاس Elephas والوكسودونتا loxodonta) بعض الملامح المتخصصة غير العادية . فتقع الأسنان مثلا" في فكوك قصيرة ويكون دائما" هناك أربعة أضراس ، واحد على كل نصف فك . وكلما تآكلت هذه الأضراس تدفعها أربعة أخرى لتحل محلها (الشكل 181) . وتحدث عملية التبديل هذه مرتين خلال حياة الحيوان بحيث يكون العدد الكلي للأضراس 12 . وأضراس الفيلة طاحنة حيث إن لها تيجان مرتفعة وحدبات عديدة مستعرضة (الشكل 182 جـ ، د) . ولم يبق هنا إلا زوج من القواطع الطويلة (أنياب دفاعية tusks ، الشكل 182 أ) أما الأنياب فقد اختفت تماما".

وتمثل الفيلة الحديثة الصورة التي انتهت إليها التغيرات المتتالية لهذه الحيوانات والتي يمكن تتبع مسارها في السجل الإحاثي الغني ببقاياها بدءا" من المورينتريوم **Moerintherium** (الشكل 182 ب) الذي يرجع إلى العصر الأيوسيني المتأخر بمصر. وإذا لم يكن هذا النمط السلالة التي انحدرت منها الفيلة فإنه يعطي فكرة عن أسلافها . وقد كان هذا الحيوان صغير الحجم يشبه الخنزير وذا أرجل قوية . وقد كانت له أسنان شبه متكاملة (أي كان ينقصها زوج واحد من الأسنان الخدية بكل فك وزوج من القواطع وأنياب الفك السفلي) . وقد كان للأضراس تجان ونتوءات منخفضة (الشكل 182) . وأكثر ملامح الأسنان هنا لفتا" للنظر ضخامة حجم زوج من القواطع بكل فك ويمكن اعتبارها أنياب دفاعية tusks بدائية (الشكل 182) .

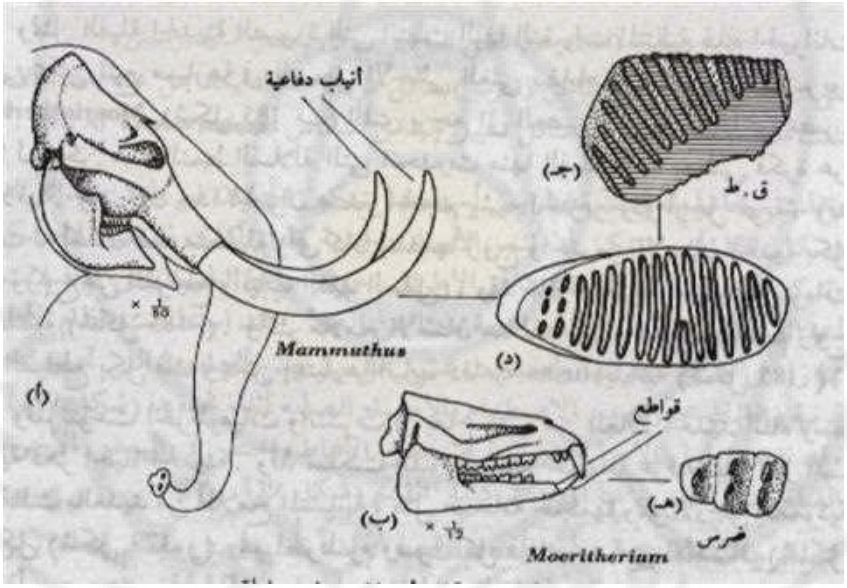
وقد تنوعت الخرطومات وانتشرت في بقاع كثيرة من العالم الجديد في أثناء وسط ونهاية دهر الحياة الحديثة . وقد سلكت هذه المجامع خطوطا" عرقية عدة غير أنها احتفظت بالعديد من الملامح المتشابهة ، مثل ضخامة حجمها ونمو الأرجل العمودية الشكل (الشكل 176 و) ونمو الخرطوم وفوق كل ذلك تخصص الأسنان (الشكل 182 أ ، جـ ، د) . وقد تمكن نسل واحد فقط من البقاء بعد البلستوسين ، وقد شمل هذا ماموث الزمن الجليدي والفيلة الحديثة.

الحافريات فردية الأصابع Perissodactyls :تشمل مجموعة الحافريات فردية الأصابع الخيول وحمير الوحش ووحيدات القرن . وتمثل هذه الحيوانات بقايا لمجموعة كانت واسعة الانتشار وصلت إلى قمتها في أثناء العصر الأيوسيني المتأخر والعصر الأوليجوسيني (الشكل 180 أ) . وفيما عدا

بعض الأنماط البدائ ة تتميز هذه المجموعة إما بثلاثة أصابع حيث يمر محور القدم بالإصبع الأوسط الطويل (الثالث) أو أن لها إصبعاً واحداً فقط.

الخيول : لقد وجد أن نسب الحصان إيكواس **Equus** موثق توث قا" جيدا" في السجل الإحاثي وهو مثال جيد للدلالة على التطور. ومعظم هذه المستحاثات قد جمعت من أمريكا الشمال ة حيث يوجد تتابع متكامل مقبول لرسوب ات الحين الثالث . ووجدت أيضا" بعض مستحاثات الخيول بأوروبا وأمريكا الجنوب ة .

وقد وجد أن سلف الحصان المسمى الهيراكوتيريام **Hyracotherium** منتشر بصورة واسعة بكل من أوروبا وأمريكا الشمال ة في أثناء الحين الثالث الباكر . وقد كان هذا الحيوان يشبه الثعلب في حجمه بدماغ بسيط وصغير .

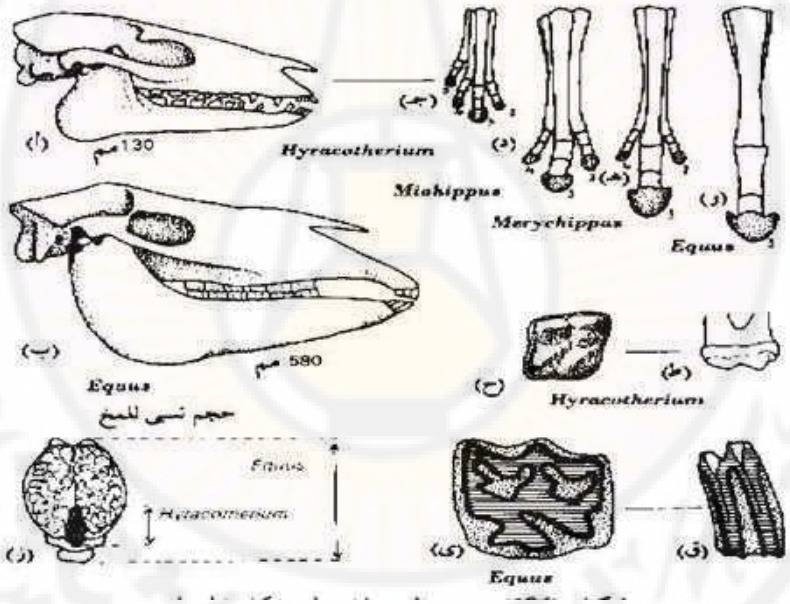


الشكل (182) أسنان وجماجم فيلة

(أ ، ب) جمجمتان لماموت يرجع إلى العصر البلستوسيني . (أ) فيل بدائي . (ب) لاحظ النقص في طول الفكين واستطالة الأنياب في (أ) مقارنة بـ (ب) . (جـ) فطاع مبسط . (د ، هـ) منظر تاجي لأضراس ، (الزخرفة في (جـ) مماثلة للشكل 180) .

وقد كانت له أربعة أصابع بكل من رجله الأماميتين (الشكل 183 جـ) وثلاثة بكل من رجله الخلفيتين ، يغطي كل من هذه الأصابع حافر . وقد كانت أسنانه بسيطة حيث شملت قواطع إزميلية الشكل وأنياب صغيرة أسنان خدية بتجان منخفضة ذات نتوءات غير حادة (الشكل 183 ح ، ط) .

ويؤدي الخط العرقي الرئيسي إلى الحصان الحديث مباشرة الأيكواس **Equus** (الشكل 183 ب) وأنماط أخرى قريبة منه مثل حمار الوحش الذي ظهر في أثناء العصر البلستوسيني ، غير أنه أثناء الحين الثالث تفرعت من هذا الخط العرقي سلالات خيلية عدة.



الشكل (183) بعض التعديلات في هيكل الخيول

(أ ، ب) جمجمتين لحصان أولي . (أ) ولحصان بلستوسيني (ب) . (جـ ، و) التغير في القدم الأمامية الممنى في مجموعة من الخيول من هـ ، الأيوسيني السفلي (ذو الأربع الأصابع العاملة) ، (د) الأوليجوسيني (ثلاثة أصابع عاملة) ، (هـ) الميوسيني (الأصابع الجانبية اختزلت) ، (و) البليوسيني والعصر الحاضر (اصبع واحد) . (ز) مقارنة نسبية لحجم الدماغ . (ح ، ق) الأضراس العليا ، (ح) منظر تاجي ، (ط) منظر جانبي ، (ى) قطاع مستعرض ، (ق) قطاع طولي ، الزخرفة كما في الشكل 180 .

ويمكن تلخ ص بعض التطورات التي حصلت ف ما يلي :

1- الزيادة في الحجم الذي كان حوالي 30 سم في حالة الهيراكوثيريام **Hyracotherium** إلى حوالي 1.5 م في الأيكواس Equus .

2- أصبحت الأرجل طويلة ونحيلة نت جة لاستطالة بعض العظام ، بينما اختزل البعض الآخر أو فقد تماما" . وقد حصل تضخم الإصبع الأوسط في القدم ، بينما اختزلت الأصابع الأخرى ، وأخيرا" انتهت تماما" (الشكل 183 جـ ، و).

3- يدل القحف على الزيادة في حجم وتعقيد الدماغ (الشكل 183 ز).

4- كبر حجم الوجه عند مقدمة العينين لاحتواء حجم الأسنان الكبير.

5- تكونت ثغرة بين القواطع والأسنان الخدية (الشكل 183 ب) ، الأسنان الخدية كان لها ت جان مرتفعة وزاد تعقيد تضاريسها (الشكل 183 ى ، ق).

وقد فسرت التغيرات التي حصلت للحصان بأنها تلب ة لتغير البيئة من غابات وأرض رخوة ، حيث كانت ترعى ، إلى مناطق عشب ة مفتوحة شاسعة ذات طب عة أرض ة صلبة نسب ا" . وقد أخذت هذه الخلاصة في الحسبان ظهور بقايا البذور العشب ة بصخور العصر الميوسيني .

مزدوجات الأصابع artiodactyls : تشمل هذه المجموعة الخنازير والأيل والماش ة ، وهي أكثر الحافريات انتشارا" اليوم ، بالرغم من أن ذلك قد تزامن مع الزيادة في عدد البشر مما ساهم في نقص عددها . وقد ظهرت هذه الحيوانات في العصر الأيوسيني وفي الحين الثالث المتأخر وحلت بصورة كبيرة محل فرديات الأصابع . وعلى العكس من فرديات الأصابع كانت أصابع هذه المجموعة إثنين أو أربع ، ويمر محور القدم بين الإصبع الثالث والرابع. وقد كانت الأنماط المشابهة للخنازير ذات أسنان بس طة ولكنها كانت مؤهلة لتناول الأعشاب.

الفصل العاشر

النبـــــاتات

تتميز النباتات بوجود مادة **الكلوروفيل أو الخضور chlorophyll** ، وهي خضاب أخضر يمتص الطاقة من ضوء الشمس ، أي أنها تجعل بالإمكان تصنع أو بناء المواد الكربوهيدراتة carbohydrates من ك أ 2 والماء ، في عملة تعرف **بالتمثيل الضوئي photosynthesis** ، وبالتالي تدخل المواد الكربوهيدراتة إلى جانب بعض المواد غير العضوية البسطة في بناء مواد أكثر تعقيدا" واالتي يتكون منها بروتوبلازم protoplasm النبات وأنسجته . وتفتقر بعض النباتات مثل الفطريات fungi إلى الكلوروفيل ، وتعتمد في غذائها على الكائنات الأخرى الحي منها والميت . وتنبت معظم النباتات في التربة ، وإذا ما كانت مائة ، فهي غير قادرة على الحركة ، بالرغم من أن عددا" من الكائنات وحيدة الخلة تنسب إلى النباتات لاحتوائها على مادة الكلوروفيل **والسليولوز cellulose** . والسليولوز مادة كربوهيدراتة معقدة تشكل المكون الأساسي للجدار الخلوي في النباتات . وفي النباتات الراقة (الأكثر تعقيدا") تتغلق جدر خلايا بعض الأنسجة (**الأنسجة الوعائة vascular tissues**) بشبكة من السليلوز واللجنين ، مما يجعلها قوية وصلبة . كما يغطي السطح الخارجي للنباتات طبقة متكاملة تقريبا" تسمى **الأدمة cuticle** . وهي تتكون من مادة شمعة تسمى **الكيوتين cutin** ، تعمل على التقليل من كمة الماء المفقودة .

حفظ البقايا النباتية

تتحلل أنسجة النباتات الميتة بسرعة تحت الظروف الهوائية subaerial العادية . وحيث أنه بصورة عامة لا توجد مادة معدنية لتقوية التركيبة النباتية، فإنه عادة ما تكون مستحاثاتها مشتتة ورديئة الحفظ ، غير أنه في غياب الأوكسجين والبكتيريا اللاهوائية قد تحفظ النباتات في صورة جيدة إلى درجة الاحتفاظ بالتفاصيل الدقيقة جدا" في بعض الأحيان .

وتعتبر بيئة المياه الراكدة ، التي ينقصها الأوكسجين ، ظروفا" مناسبة جدا" لحفظ النباتات، وقد تم ذلك على نطاق واسع بنصف الكرة الأرضية الشمالي في أثناء بعض فترات الحين الكربوني. ويتكون الفحم الحجري الناجم عن هذه الظروف جزئيا" من مادة نباتية متكربنة لم يبقَ منها ، بسبب نقعها ما يمكن التعرف عليه سوى القشرة والأكياس البوغية spore cases، غير أنه في بعض الأحيان الأخرى يتم فيها حفظ كل المكونات بحيث يمكن التعرف على تركيب النسيج الخشبي تحت المجهر . وفي العجيرات (**أو الكرات الفحمية coal balls**) الموجودة داخل الطبقات الفحمية يتمعدن النسيج النباتي بالكلسيت في معظمه موضحا" التركيب الخلوي . ومن ضمن أحسن المستحاثات النباتية حفظا" تلك التي حلت السلكا فيها محل الأنسجة . ومن أمثلة ذلك المستحاثات التي وجدت بمقاطعة أبردينشاير Aberdeenshir البريطانية التي تمثل خث مسلك silcified peat الذي يحتوي على بعض الحيوانات الصغيرة (مثل العث mite) إلى جانب نباتات تم التعرف على تركيب خلاياها في الشرائح المجهرية الرقيقة (الشكل 190).

وعادة ما تكون المستحاثات النباتية في شكل فتات لأجزاء منفصلة مثل الجذور والسيقان والأوراق والبذور . ونادرا" ما توجد عينات متكاملة توضح

العلاقة بين أجزاء النبات المختلفة . وكثيرا" ما نسبت أجزاء النبات الواحد إلى أجناس مختلفة مثال اللبيدوندرون **Lepidodendron** الذي يشير إلى مستحاثة لجذع اللكوبود lycopod والستجماريا **Stigmaria** إلى الجذور واللبيدوفايلويدس **lepidophylloides** إلى الأوراق والبيدوستروبس **lepidostrobus** إلى المخاريط.

التقسم : تقسم النباتات بناء على تفاصيل تراكيبها ونمط تكاثرها . وقد أضيفت بتقدم العلم أسماء جديدة إلى أقسام النباتات الرئيسة ، غير أن لكثير من الفئات أسماء شائعة common names أصبحت مألوفة التداول وعليه يمكن استعمالها هنا.

المشريات (الثالوسات)

غالبا" ما تجمع النباتات البسيطة من طحالب وبكتيريا وفطريات في مجموعة **المشريات thallophytes** التي تتكون من نسيج رخو غير متميز إلى جذور وساق أو أوراق . وهي تتراوح بين الأنماط الوحيدة الخلية المجهرية إلى نباتات عديدة الخلايا أكثر تعقيدا" ، أو التي هي أساسا" نباتات خيطية أو ذات جسم مفلطح . وقد تتكاثر هذه الأنماط لا جنسيا" بواسطة خلايا فرادى تسمى **الأبواغ spores** والتي تنمو مباشرة لتعطي نباتات جديدة. وقد تتكاثر جنسيا" لتخرج منها **الأمشاج gametes** والتي قد تتحد مع بعضها مكونة اللاقحة zygote .

الطحالب

الطحالب **Algae** في الأساس نباتات مائـة تمتص غذائها وثاني أكسيد الكربون من المـاه المحـطة . وهي تشمل أنماطا"مجهرية من وحيدة الخلـة مثال الدياتومات diatoms والمكورات coccospheres والطحالب البحريـة الكبيرة large seaweeds . ويلـزم مـن وجهـة النظـر الإحاثـة التعـرض هنـا فقـط للأنمـاط البحريـة التـي تشـمل الطحالـب القاعـة والأنمـاط الهائمـة المسـماة **بالنباتـات المعلقـة phytoplankton** . ولهذه كلها أهمـة كبيرة فـي دراسـة البيئـة البحريـة حيـث إنهـا تشـكل الغـذاء المباشـر أو غيـر المباشـر لجمـع الحيوانات المائـة ، كما أنها توفر الأوكسجين للبيئة التي تعـش بها عن طريق عملـة التمثيل الضوئي . ومعظم هذه الانماط لا يوجد لها أثر إحاثي يذكر ، غير أن عددا" منها ، والذي يفرز كربونـات الكالسيوم أو أحـانا" السـلكا ، قد يوجد كمستحاثات حيث يرجع تاريخها إلى ما قبل الكمبري.

الطحالب الجاثمة

حيث إن هذه الطحالب البحرية تحتاج إلى الضوء لإتمام عملـة التمثيل الضوئي فهي توجد في مـاه ضحلة نسبـا" داخل النطاق الضوئي عند أعماق تصل إلى حوالي 200م بالمناطق الإستوائـة وحوالي 100 م بالمناطق الأكثر برودة . وهي أكثر انتشارا" بالبحار الإستوائـة حيث يؤدي بعضها دورا" مهما" في بناء الشعب المرجانـة . وقد تعمل بعض الطحالب على تثبيت الرسوبـات غير المتماسكة التي تعـش بها وكذلك بلباد خيوطها . وقد تتكون بناء على ذلك بعض التراكيب الدائرية الشكل تقريبا" في مواقع الرسوبـات الكلسـة. وقد وجـدت بعـض التراكيـب الرقائقـة المشـابهة والتـي تعـرف بالسـتروماتوليت

Stromatolites بكثرة في بعض صخور ما قبل الكمبري وصخور دهر الحياة القديمة . وتشمل أمثلة ما قبل الكمبري تلك التي وجدت بجنوب القارة الأفريقية والتي قدر عمرها بما يزيد على 2600 مليون سنة والحجر الجيري الستروماتوليني شرق جبال روكي الأمريكية الأحدث عمرا" وكذلك بريطانيا (الشكل 184) .



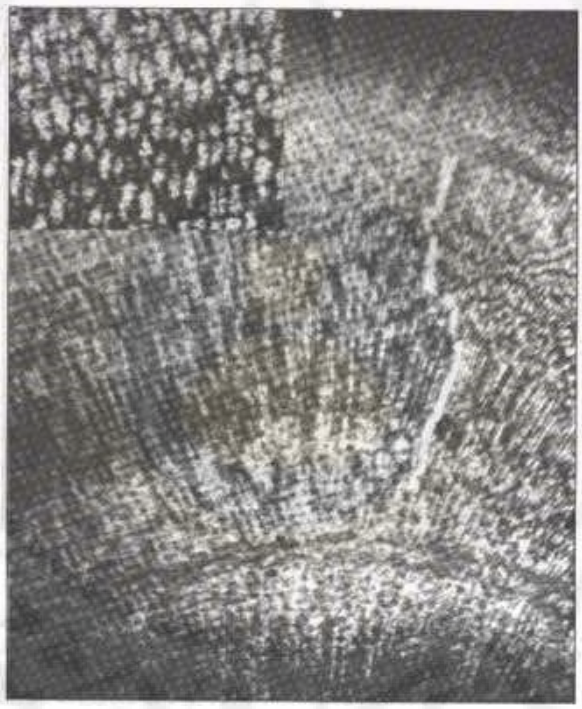
الشكل (184) ستروماتوليت بسطح ملمع (X 2) .

الطحالب الكلسية : تفرز أنماطا" مختلفة من الطحالب مادة كالك أ 3 وعليه توضع جمعها تحت مجموعة الطحالب الكلسية . وتكثر مستحاثات هذه الطحالب في كثير من النطاقات، وخاصة في رسوبات الشعب المرجانية . ومن أمثلتها الشائعة الليثومنيون **Lithothamnion** (الحين الكريتاسي إلى العصر الحاضر) والسولينوبورا **Solenopora** (الحين الأردوفشي إلى الحين الجوراسي) والجرافانلا **Girvanella** (الحين الأردوفشي إلى الحين الجوراسي) . وتكون هذه كتل عقدية عجيرية موضحة تراكيبا" شريطية

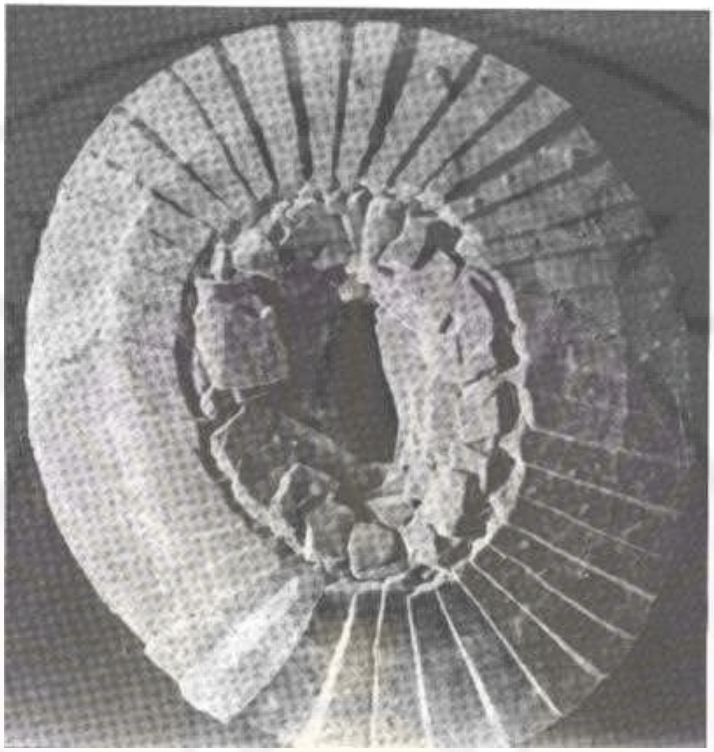
فـي الشـرائح المجهريـة بتفرعـات أنبوبـة يمكـن أن تظهـر فـي شـكل شـعاعي (الشكل 185) أو على هيئة كتلة متشابكة كما في الجرفانلا **Girvanella** .

النباتات المعلقة

الأنمـاط الكلسـ ة : الكـرات المكـودة coccospheres عبـارة عـن طحالـب خضراء ذات تراكيب كلسـ ة دق قة ، ويوجد بخلايا جدرانها ما يسمى **بالمكورات الحجرية coccoliths** .



الشكل (185) قطاع صخري في طحلب كلسي ، سولينوبورا Solenopora ، الزمن الباثوني ، الحين الجوراسي . (أ) جزء من الطحلب في أحزمة (16 X) ، (ب) تفاصيل الخلـ ة (60 X) .



الشكل (186) مكورة حجرية ، العصر الميوسيني ، جامايكا (X 13500) ، (المجهر الالكتروني) .

وهي ذات أسواط تسبح بحرية عند سطح الماء (المائة متر العل ا) ، وتوجد بكثرة في المناطق المعتدلة . والمكورات الحجرية (الشكل 186) عبارة عن بـ ضاوية منتظمة الشكل وتتكون من صف حات كلس ة في تراكيب محكمة. وقد أمكن الاطلاع على تفاصيل تراكيبها بعد اكتشاف المجهر الالكتروني . وقد أدت الدراسات الحديثة لصخور دهر الح اة المتوسطة والحين الثالث إلى اكتشاف العديد من النطاقات الحاوية للمكورات الحجرية بكم ات كبيرة. وقد وجد أن لبعض أنواعها مدى عمري محدود مما جعلها ذات أهم ة خاصة في المضاهاة بين الصخور .

الأنماط السلكية : خلايا جدار **الدياتومات diatoms** (الحين الجوراسي إلى الوقت الحاضر) مشرب بالسلكات ومكونة هيكل من مصراعين متراكبين في تركيب شبكي دقيق (الشكل 187). وتوجد الدياتومات في المياه العذبة والمالحة وذلك بالقرب من السطح وهي تكثر في المياه الأكثر برودة . وقد وجد أن الرسوبيات الغنية بالمشطورات قد تراكمت إما في مياه عذبة بمناطق شاهقة الارتفاع أو ببحار المناطق القطبية.

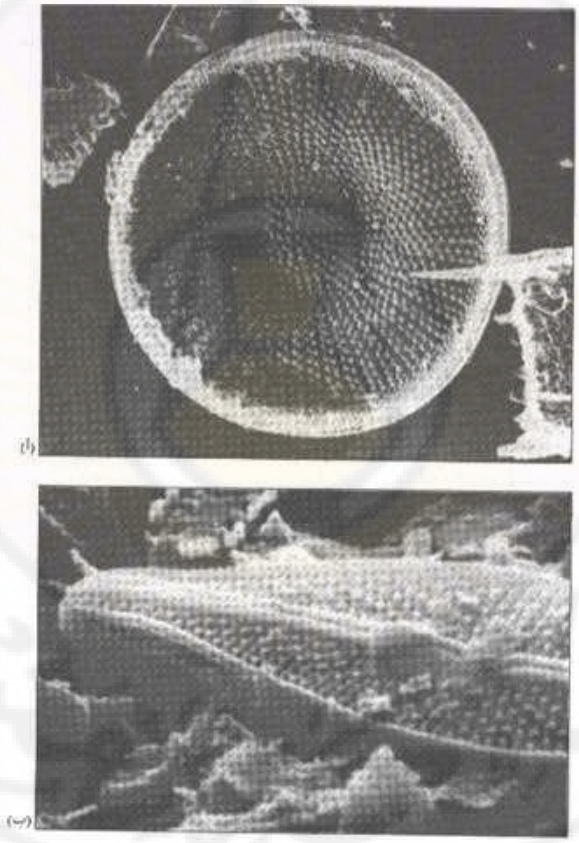
الطحالب المفرزة للنفط : تصنع العديد من الطحالب مادة النفط مثال بعض الطحالب الوحيدة الخلية الخضراء المزرقة حيث تتراكم بقاياها لتكون رقائق رسوبية عفنة تشمل الطفل الصفحي الزيتي oil shale .

الأكريتارش

الأكريتارشات acritarchs مستحاثات دقيقة وحيدة الخلية غير معروفة النسب . وهي ذات بوثقة مجوفة غير عضوية ، كروية أو بيضاوية أو مضلعة الشكل ، وقد يكون سطحها أملس أو محبباً أو ذا نتوءات شوكية (الشكل 188) . وقد درجت الأكريتارشات هنا ضمن الطحالب لشبهها بالكيسات cysts أو بعض مراحل التكاثر الخضري في تاريخ حياة أنماط معينة من الطحالب (الطحالب تادوارة Dinophyceae) . وهناك بعض الاحتمال أن يتم اكتشاف أجزاء أخرى ذات علاقة بهذه المجموعة مثل الأبواغ الجرثومية أو الأغلفة البيضية، فهي ذات أهمية في دراسة الطبقات الصخرية وخاصة البحرية منها .

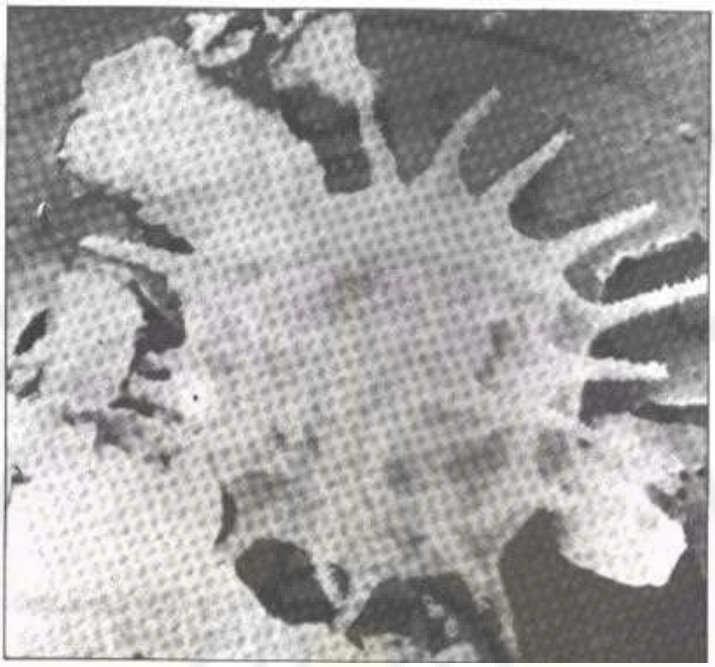
البكتيريا

البكتيريا **Bacteria** كائنات دقيقة توجد على هيئة خلية واحدة أو تجمع لعدد من الخلايا التي تفتقر إلى مادة الكلوروفيل . وقد تكون هذه الخلايا صغيرة حيث يصل صغر حجمها إلى 0.5 ميكرون . وهي إما تكون كروية أو عصوية الشكل . وتتكاثر البكتيريا بواسطة الانشطار البسيط . وقد تكون جراثيم ذات مقاومة عالية لدرجة الحرارة والجفاف.



الشكل (187) المشطورات

(أ) (2550 X) ، (ب) (11500 X) . المجهر الالكتروني .



الشكل (188) اكريتاريش ، الأيوسيني الأعلى (X 12000). (المجهر الالكتروني).

وتعـ ش معظم البكتيريا علـى المواد العضـوية الحـ ة أو الميتـة ، غيـر أن بعضـها (ذو أهمـ ة جيولوجـ ة) يستمد طاقته من التفاعلات الكـ م ائـ ة الغير عضوية ، مثل بكتيريا الكبريت والحديد . ويعـ ش كذلك عدد منها (**لاهوائـ ة anaerobic**) في بيئات تفتقر إلى الأوكسجين . وعلى سبيل المثال يقوم بعضها بتحرير غاز الميتان methane بواسطة كسر المواد العضوية والبعض الآخر يحرر غاز كبريتيد الهيدروجين عن طريق تحليل المواد العضوية أو اختزال الكبريتات في الماء.

وتفتقر البكتيريا إلى أجزاء صلبة لذلك فإن الدليل على سابق وجودها بالأزمنة الجيولوجـ ة ثانوي بصورة عامة . وهي لازالت حتى عصرنا الحاضر تقوم بدور رئـ سي في تكسير المواد العضوية وهي ما كانت في أغلب الظن

تقوم به في الماضي . ومثل ذلك وجود الميتان كغاز طبيعي بكثرة في بقاع كثيرة من العالم . وقد عملت البكتيريا اللاهوائية على تفسير وجود الغضار الصفحي الآسن euxinic shale (المتراكم في بيئة لاهوائية). كما أن نشاط بكتيريا الحديد قد عمل على تكوين بعض الرسوبات الحديدية.

العمر : البريكمبري إلى العصر الحاضر.

الفطريات

الفطريات **fungi** مثل فطر العفن mould وعش الغراب (الفقاع) toadstools، وحيدة الخلية أو مكونة من **خيوط فطرية hyphae** . وهي تفتقر إلى مادة الكلوروفيل وتتغذى على المواد العضوية التي تتشعب فيها الخيوط الفطرية . وهي تفتقر إلى نسيج مقاوم ، ويندر وجودها كمستحاثات.

العمر : دور الديفوني إلى العصر الحاضر.

الحزازيات

تعتبر الحزازيات **Mosses** (bryophytes) من أبسط النباتات تركيبا" . فهي تفتقر إلى النسيج الوعائي (الأوعية الناقلة للماء والغذاء) ، الذي يعمل على تقوية النباتات الراقية. وهي ذات دورة حياتية بدائية تشمل أطوارا" جنسية وأخرى لاجنسية ، وتعتمد على الماء في اكتمال دوراتها الحياتية مما يجعلها تميز المناطق الرطبة.

وتمثل النباتات الحزازية المألوفة لبعض الناس **الطور المشيجي gametophyte** الجنسي في التكاثر . وهي تحمل أمشاجا" مذكرة وأخرى مؤنثة . وتندمج أو تتحد هذه الأمشاج لتنشأ عنها **المرحلة الجرثومية**

sporophyte اللاجنسـة . وتتكـون الأمشـاج مـن فـروع هوائـة ذات تراكيـب ورقـة ، وهي مثبتة في التربة عن طريق زوائد شبه شعرية تسمى **أشباه الجذور rhizoids** تعمل على امتصاص الماء ومواد الغذاء . والمشـج المذكر قادر على الحركـة، ويلزمـه وجـود المـاء لإتمـام عملـة تلقـح الأنثـى ، ويكفـي لـذلك وجود شيء من الندى أو الرطوبة . ويبقى الطور الجرثومي من النبات ، وهو على هيئة كبسولة معنقة متصلة بالطور المشـجي . وتنمو عدة جراثـم بداخل هذا الكـس الذي ينفتح عند نضـجه وتنتشر مكوناته بواسطة الريـاح حيث تنمو في المناطق الرطبة مكونة مرحلة مشـجـة.

وقـد ظهـرت الحزازيـات فـي دور الـديفوني العلـوي ، وهـي نـادرة الوجـود كمستحاثات فـما عدا الدور الرابع حيث أصبحت واسعة الانتشار.

النباتات الوعائـة

تتميـز النباتـات الوعائـة **Vascular plants** إلـى أجزاء فـوق الأرض مكونة من **سـقان stems** ذات **أوراق** تتم فيها عملـة التمثيل الضوئي ، وأخرى مثبتة تحت الأرض (**جذور**) تعمل على امتصاص الماء والمواد الغذائـة من التربـة . وينتقل الغذاء والماء عبر النبات خـلال **أنسـجة وعائـة vascular tissues** يتكـون جـدران خلاياهـا مـن مـادة خشـبـة مدعمـة **بـاللجنين** lignin **والسـليولوز** cellulose . وتعمل الأنسجة الوعائـة الخشبـة على دعم النبات ممـا يجعلـه غير محـدود الحجم كمـا هـو الحـال فـي النباتـات الحزازيـة البدائـة التركيـب . وبعـض هـذه النباتـات ، بمـا فيهـا أشـجار الغابـات ، قـد يصـل إلـى أحجـام كبيـرة جـدا" . وتعمـل **الأدمـة cuticle** ، وهـي طبقـة شـمعـة تغطـي السـقان والأوراق ، وتعمل على حفظ الماء داخل النباتات الوعائـة ومنعه من

التسرب . وتتم عملـة تبادل الغازات (ك أ 2 ، أ 2) من خلال **فتحات الثغور stomata** بالأدمة . وتعمل الثغور أيضا" على تقنين تسرب بخار الماء من النبات .

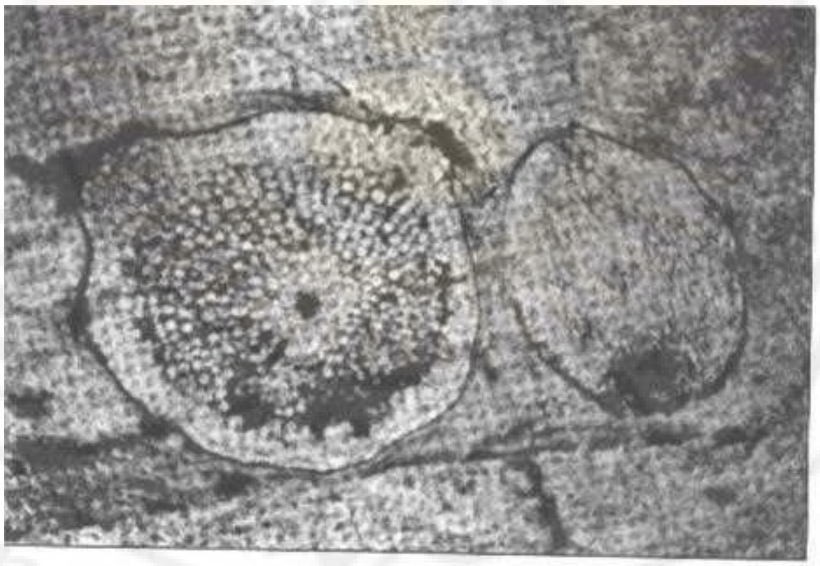
وكما هو الحال في الحزازيات يوجد بدورة حـاة النباتات الوعائـة تبادل في الأجـال، غير أنها على عكس الحزازيات حيث إن الطور الجرثومي هو السائد على الطور المشـجي. وقد وضعت النباتات في مجموعتين رئـسيتين بمرتبة تحت قسم كل منها : تحت القسم الأول ويتميز بحمله لأبواغ ويسمى **بالمجنحات Pteridophytes** أما القسم الآخر فيتميز بحمله للبذور وتنتمي إلـه **عاريات البذور Gymnosperms ومغطاة البذور Angiosperms** .

النباتات التريدية أو المجنحات

وتتضمن التريديات **Pteridophytes** النباتات الوعائـة الحاملة للجراثـم أو الأبواغ. وتشمل مجموعاتها ذات السجل الإحاثي السيلوفايتات psilophytes والخدريات clubmosses (اللاكوبودات lycopods) والذيل حصانـة horsetails (السفينوبسيدات sphenopsida) والسراخس ferns (التيروبسيدات pteropsida) ، وهي في معظمها نباتات عشبـة صغيرة تفتقر إلى التغلظ الثانوي ، غير أن بعض أنماطها الإحاثـة قد نما لها نسـج ثانوي ووصلت إلى أحجام كبيرة مثل اللايكوبودات التي وجدت برسوبـات الحين الديفوني العلوي ببريطانـا .



الشكل (189) السيلوفيت ، نبات وعائي بدائي (X 1.2) .



الشكل (190) تركيبة خلوية وجدت بحجر الصوان (X 35) وكذلك قطاع عرضي للريندا Rhynia ، وتمثل البقع السوداء بالوسط نسيج خشبي .

وتتكاثر النباتات التريدية بواسطة الأبواغ أو الجراثم المحمولة على **أوراق بوغية sporophylls** (الشكل 191 ز) . ويتساوى حجم الأبواغ في التريديات فما عدا بعضها، مثل اللايكوبود الحديث السلاجنلا **Selaginella** (وبعض الأنماط الإحاثية) ، يكون لها **أبواغٌ كبيرة megaspores وأخرى صغيرة microspores** . وتنبت الأبواغ الكبيرة لتعطي نباتا" مشجا" مؤنثا" الذي يعطي خلايا بويضة ، أما الأبواغ الصغيرة فتنمو إلى نبات مشجي مذكر . والأخير يحمل أمشاجا" متحركة ، وهي تحتاج إلى وجود الماء لكي تتحد مع الخلايا البويضة . وفي بعض الأنواع تبقى الأبواغ الكبيرة متصلة بأوراقها البوغية (بالنبات الأم sporophylls) حيث تنمو إلى نبات مشجي مؤنث ، وتتم عملية تلقح الخلية البويضة على الأوراق البوغية . وهذه مرحلة مشابهة لما يحدث في النباتات البذرية.

السيلوفيتات

تعتبر السيلوفيتات **psilophytes** من أكثر النباتات البوغية بدائية كما أنها أقدم النباتات الوعائية التي لها سجل إحاثي ، حيث ترجع إلى الحين السيلوري العلوي . وقد كانت من أهم المكونات النباتية للحين الديفوني ، غير أنها لم تظهر في الصخور الأحدث عمرا" . ويعيش جنسان في العصر الحاضر بالمناطق الدافئة لها تركيب مشابه لهذه المجموعة.

ومن أمثلة السيلوفيتات الديفونية النمط الموضح بالشكل 192 والرينيا **Rhynia** (الشكل 191) التي تتكون من سوق تتفرع ثنائيا" دون أوراق . وتخرج السوق الهوائية من ساق أرضية أفقية زاحفة مثبتة في التربة بأشباه جذور . ويمكن التعرف في الشرائح المجهرية على النسج الوعائي (الشكل

190) وكذلك الأدمة وبها الثغور . وقد كانت أطراف بعض السوق تحمل الحوافظ الجرثومية **sporangia** .

اللاكوبودات

اللاكوبودات أو أرجل الذئب **lycopods** الحديثة عبارة عن نباتات عشبية صغيرة ذات سوق مدادة تخرج منها فروع على ارتفاعات مختلفة . وهي ذات غطاء كثيف مكون من أوراق إبرية صغيرة وكثيفة منظمة حلزونياً" لكل منها عرق واحد (أي خط من النسيج الوعائي) . وبعض هذه الأوراق بوغية تحمل مغلفات بوغية كلوية الشكل (أعضاء إنتاج الأبواغ ، الشكل 191 ز) .

وقد تجتمع هذه الأوراق البوغية في حزم من المخاريط وقد وجدت الكوبودات الأولى ، البراجناواثيا **Bragwanathia** بأستراليا مع نوع من أنواع المونوجرابتس **Monograptus** الذي يرجع إلى الحين الديفوني السفلي (الجيدينيان Gedinnian) . وقد وجدت أنماط من الكوبودات في رسوبات الحين الديفوني العلوي ، وقد وصلت المجموعة قمتها خلال الحين الكربوني .

وجنس اللبيدوندرن **Lpidodendron** (الشكل 191 ب) يعتبر من أجود مستحاثات اللاكوبودات المعروفة . وقد وصلت جذوعها إلى حوالي 30 متراً" في الطول وأكثر من المتر في قطرها . وقد كان للجذع بعض الخشب الثانوي ، غير أن معظم الزيادة في المحيط كان بسبب سمك الطبقة الخارجية من الخلايا الغير خشبية .



الشكل (191) مستحاثات نباتية

(أ) البسيلوفايتات ، (ب) إعادة تركيب شجرة من الدكوبودات من الحين الكربوني ، (جـ) جزء من جذر ستجماري stigmarian . (د ، و) دكوبود من الحين الكربوني . (د) ندوب منظمة بميل . (و) ندوب منظمة عموديا" . (هـ) قطاع طولي بمخروط من دكوبود . (ز) حوافظ جرثومية لنبات حديث من الدكوبود . (ح ، ق) مجنحات مجهرية مكبرة . (ر) نبات من الذيل حصاناات . (ش ، ك) أجزاء من نبات الذيل حصاناات ، (ش) أوراق . (ت) قالب داخلي لساق . (ل) رسم تخطيطي لقطاع مستعرض في ساق يبين حواف النسيج الخشبي بارز داخل فجوة النخاع .

وقد نمت الجذور أفقياً" تقريباً" بتفرعات ثنائية (الشكل 191 ب) وندوب دائرية على السطح تدل على المواقع السابقة أشباه الجذور (الشكل 191 جـ) . وقد نسبت هذه الجذور المميزة لمستحاثات اللاكوبودات إلى جنس الستجماريا **Stigmaria** . وكان الجذع كثير التفرع عند القمة ، وكانت السوق كثيفة الغطاء بأوراق شريطية طويلة (نمط جنس اللبيدوفيلويدس Lepidophylloides) . وتترك الأوراق بعد تساقطها ندوب حلزونية معينة الشكل (الشكل 191 د) . وفي جنس آخر السجلاريا **Sigillaria** ، وهو قريب من الجنس السابق ذكره ، وتترك الأوراق ندبات شبه مربعة مرتبة عمودياً" (الشكل 191 و) . وقد كانت الأوراق البوغية مجتمعة في مخاريط (نمط جنس اللبيدوستربس **Lepidostrobus**) بنهاية كل فرع صغير . وقد نمت الأبواغ الكبيرة والصغيرة باعداد هائلة على حد سواء ، وتواجدت في مخروط واحد ببعض الانواع (الشكل 191 هـ) وفي مخاريط منفصلة في البعض الخر . وقد كان للابواغ غطاء خارجي exine ، وهو مقاوم لعملية التحلل . وتوجد الابواغ احياناً" بكميات كبيرة في بعض التراكمات الفحمية ، وخاصة في طبقات الديوران durain حيث يمكن إستخراجها بالطرق الكيميائية (الشكل 191 ح ، ق) . وقد استعملت مجموعات من هذه الأبواغ في المقارنة بين بعض طبقات الفحم في مساحات محدودة . وبنهاية دهر الحياة القديمة إختفت مجموعة اللاكوبودات النباتية الشبيهة بالأشجار (الشجيرية arborescent) .

الذيل حصانيات

لم يبقى من الذيل حصانيات **Horstails** في عصرنا الحاضر سوى جنس الأكويستم **Equisetum** العشبي الصغير (الشكل 191 ر) . ويتميز هذا الجنس بساق مدفونة في الأرض تخرج منها سوق هوائية ذات أوراق صغيرة الحجم . تتشعب الفروع من الساق الرئيسي في شكل دوار عند كل

وصلة (**عقدة node**) ، ويحمل بعض هذه الفروع مجموعات من الحوافظ البوغ ة عند الاطراف .

وقد ظهرت الذيل حصاذ ات في دور الديفوني ثم تناقصت في عددها بسرعة بعد الباليوزوي (حقب الحـ اة القديمة) . ومن أشهر مستحاثاتها الكالاماتـ س **Calamites** ، وهو نمط شبه شجري وصل ارتفاعه إلى حوالي 27 مترا" ، به ساق عديدة التفرع ، وتختلف فروعه عن جنس الأكويسيتم **Equisetum** في وجود خشب ثانوي لها ، كان للساق نسـ ج رخو (**لـب pith**) الذي تحلل بسرعة تاركا" فراغا" يدل على مكانه . والقوالب الداخل ة لفجوات اللب واسعة الانتشار ، وهي قد تكون دائرية الشكل أو مفلطحة بناءا" على نمط الرسوبـ ات المكونة لها . وتوضح هذه القوالب العلامات المستعرضة لعقد الاوراق إلى جانب الأثلام والحروف الطول ة (الشكل 191 ت) . والأثلام هنا عبارة عن علامات للحواف الشعاع ة للخشب والبارزة داخل فجوة النخاع (الشكل 191 ك) . وقد نسبت أوراق بعض أنواع جنس الكالاماتـ س **Calamites** إلى نمط جنس الأنيولاريا **Annularia** (الشكل 191 ش ، 192) ، وهي صغيرة الحجم عموما" ، رمح ة الشكل ، مصفوفة في محـ طات دائرية . وقد تواجدت المغلفات البوغ ة في مخاريط متراصة عند أطراف الفروع .

السراخس

للسرخس **Ferns** المثالي ساق تحت أرضـ ة تنمو منه جذور إلى أسفل داخل التربة ، وله فوق الأرض أوراق كبيرة (**أوراق سرخسـ ة Fronds**) التي عادة ما تنقسم في شكل متضاعف إلى وريقات **ريشـ ة صغيرة Pinnae**. وتتميز هذه الوريقات بعروق متفرعة ، كما تقد المغلفات البوغ ة على أسطحها السفل ة .

وقد كانت السراخس منتشرة أثناء دور الكربوني حيث بلغ بعضها حوالي 15 مترا" في الطول ، وبقيت هذه المجموعة ذات أهم ة حتى دور الجوراسي .

ويرجع تاريخ الفصائل السرخسـ ة الحديثة السائدة والواسعة الانتشار حتى نهاية الميزوزوي (حقب الحـ اة المتوسطة) . وهي تكثر بالمناطق الاستوائـ ة حيث يصل طول بعضها إلى 12 مترا" . وكثيرا" من المستحاثات لأشباه السراخس الموجودة بالرسوبـ ات الكربونـ ة لـ ست سراخس حقـ قـ ـة ولكنها سراخس بذريـة . ويمكن تمييزها فقط بوجود المغلفات البوغـ ة أو البذور .



الشكل (192) لفات ورقـ ة لنبات الأنيولاريا Annularia (X 1.3) .



الشكل (193) سراخس بذرية ، كالـ ماتوتـ كا Calymmatotheca (X 1.3) .

النباتات البذرية

تتكاثر النباتات الوعائـ ـة الراقـ ـة بواسطة **البذور seeds** ، أي أنها نباتات جنينـ ـة لها برعم وجذور وأوراق بذريـة يحميها غطاء واق . والمشـ ـج الذكر غير متحرك (فـ ما عدى الجنكو Ginko والسـ كاسـ ـات Cycads) وعلـ ـه لا يلزمه وسط مائي لاتمام عملـ ـة اتحاده مع البويضة ، العملـ ـة التي تحدث فوق النبات ، كما سبق الاشارة إليها في بعض اللـ كوبودات ، الأبواغ الكبيرة في حوافظها

حيث تغطيها طبقات من الأنسجة الإضافة وتسمى **البويضة ovule**. وتنتقل الأبواغ الصغيرة المسماة **حبوب اللقاح pollen grains** إلى البويضة إما بواسطة الرياح أو في حالة النباتات الأكثر رقيا" بطرق معقدة مثل الحشرات . ويمكن الإشارة هنا إلى أن لجدار حبوب اللقاح الخارجة نقوش مختلفة ومميزة للأنواع النباتة بعضها عن بعض . وبناء على ذلك يمكن الاستفادة من حبوب اللقاح المستخرجة من الصخور الرسوبة في التعرف على نباتات الماضي الجيولوجي .

وقد قسمت النباتات البذرية إلى قسمين رئسيين : **عاريات البذور Gymnosperms** الأكثر بدائة **ومغطاة البذور Angiosperms**. وتختلف هاتان المجموعتان عن بعضهما في أشاء تشمل طبعة أعضاء التكاثر التي تكون على هيئة مخاريط في عاريات البذور وأزهارا" في مغطاة البذور . وتختلف كذلك في وضع البويضة وقت انتقال حبوب اللقاح إليها . فتكون البويضة معرضة للمحط الخارجي على سطح الورقة البوغة في عاريات البذور وتكون داخل الورقة البوغة في كأسات البذور حيث تعمل الورقة كمبض واق لها .

عاريات البذور Gymnosperms

تشمل عاريات البذور **السراخس البذرية** (المجنحات البذرية pteridosperms) **والسكاسات Cycadophytes والجنكوات ginkos والمخروطات conifers** . وهي في مجموعها نباتات خشبة يزداد محطها بالنمو الخشبي الثانوي سنويا" . وبصورة عامة ينشأ به نمط التكاثر في عاريات

البذور ، غير أنه هناك بعض التباين في التفاصيل المميزة لكل مجموعة . فعادة ما تتواجد الأوراق البوغة للحوافظ البوغة في مجموعات مخروطة . وتنمو الأبواغ الكبيرة الكامنة في حوافظها (مخلفات بوغة كبيرة ، إلى نبات مشجي مؤنث حيث تتكون به الخلة البضة .

وفي الهواء عدد هائل من **حبوب اللقاح pollen grains** (أبواغ صغيرة) المحتوية على أمشاج مذكرة دقة تحملها الرياح إلى البويضات . وعند تلامس حبة من حبوب اللقاح والبويضة تنطلق الأمشاج المذكرة ويقوم أحدها بتلقح الخلة البضة . وينتج عن ذلك اللاقحة التي تنمو داخل البويضة إلى جنين لنابت بوغي هو البذرة . وقد تبقى البذرة في سبات بفترة حتى تكون الظروف ملائمة لإنباتها .

السراخس البذرية

السراخس البذرية أو المجنحات البذرية seed ferns نباتات منقرضة لها أوراق كثيرة الانقسام ، تشبه أوراق السراخس نمت من ساق هوائية نحيلة (الشكل 193). وقد تكاثرت السراخس البذرية عن طريق البذور التي نشأت من الورقة وحبوب اللقاح من الحوافظ التي تواجدت في عناقيد منفصلة عن بعضها على الأوراق المركبة . وقد سبق أن أشرنا إلى أن بعض المستحاثات ذات الأوراق الشبيهة بأوراق السراخس لـ س بالإمكان التعرف على كونها سراخس بذرية أو حقة إذا لم تكن وريقاتها الريشة الصغيرة مثمرة .

فمثلا" جنس الكوبترس **Pecopteris** (الحين الكربوني ، الشكل 194 هـ) كان لبعض أنواعه بذور ، أي أنها سراخس بذرية ، وكانت الأنواع الأخرى سراخس حقة لها حوافظ بوغة أسفل الوريقات الريشة الصغيرة.

وقد ظهرت السراخس البذرية خلال الحين الديفوني ووصلت إلى قمة انتشارها أثناء دهر الحياة القديمة المتأخرة ، ومن أمثلتها أجناس النيوروبترس **neuropteris** (الشكل 194 ب) والأليتوبتيراس **alethopteris** (الشكل 194 أ) ، ثم تناقصت هذه المجموعة تدريجياً إلى أن انقرضت خلال الحين الجوراسي .

وكانت الأجناس المذكورة أعلاه واسعة الانتشار بنصف الكرة الأرضية الشمالي وهي نباتات إختلفت عن تلك التي كانت تعيش أثناء الفترة الشاملة للدور الكربوني المتأخر والدور البرمي بقارة جوندوانا الجنوبية Gondwanaland (أي شبه جزيرة الهند وأفريقيا وأستراليا والقطب الجنوبي وأمريكا الجنوبية) والتي قد سميت على أهم أعضائها الجلوسوبيتراس **Glossopteris** (الشكل 194 ء) . وقد وجدت في هذا النمط من النباتات تراكيب تشبه البذور ، ملتصقة بالأوراق اللسانية الشكل ، وبناء عليه صنفت كسراخس بذرية .



الشكل (194) مستحاثات نباتية

(أ ، هـ) سراخس بذرية . (أ ، هـ ، و) إعادة تركيب نبات سكاسي ، معظم الأوراق غير موضحة ، (ز) ورقة لجنكة Ginko حديثة .

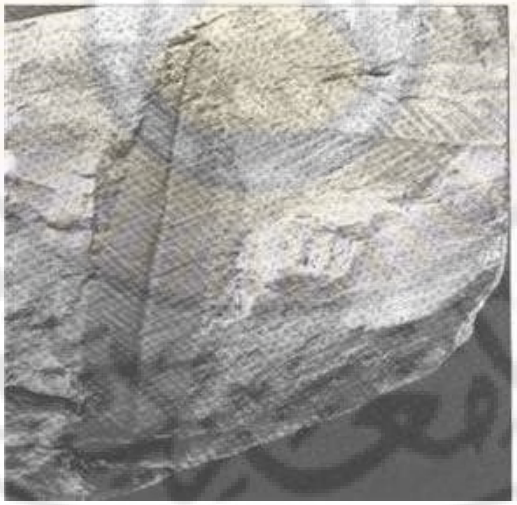
السكاسيات

للسكاسيات **Cycadophytes** ساق عمودية خشنة تغطيها بقايا قواعد الأوراق من مواسم النمو السابقة وتنتهي بأوراق ريشية صغيرة ذات نسيج جلدي خشن . وهي تشمل مجموعتين نباتيتين لهما سجل إحاثي مهم من الميزوزوي (حقب الحياة المتوسطة) : **البنتيات bennettitales** وهي مجموعة منقرضة ، **والسكادات cycads** وهي مجموعة مازالت تعيش حتى الوقت الحاضر . وبالرغم من قرب الشبه بينهما في المظهر الخارجي إلا أنهما تختلفان في

التفاصيل التركيبة وفي أعضاء التكاثر . فللبنتات جذع عمودي قصير بمخاريط مخنثة تشبه الزهرة وتنمو بين قواعد الأوراق (الشكل 194 و) . وتوجد البويضات في وسط التركيبة المخروطة التي تحط بها تراكيب ريشة تحمل حبوب اللقاح . وقد كان يحمي المخروط بكامله تركيبة شعرية تشبه الأوراق .

وقد كانت البنتات (الحين الترياسي إلى الكريتاسي العلوي) منتشرة انتشارا" واسعا" في العالم خلال الحينين الجوراسي والكريتاسي السفلي (الشكل 195) .

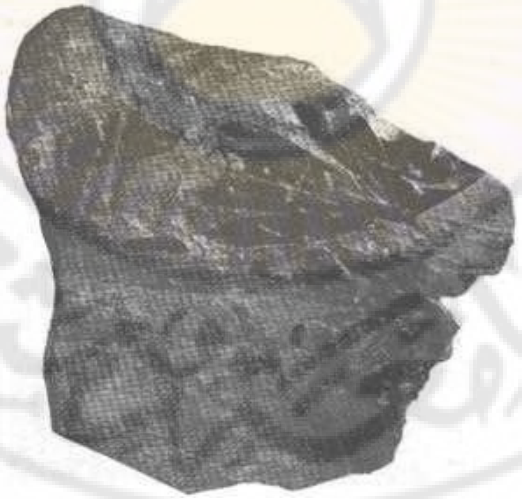
وهناك عدد قليل من السكادات في عصرنا الحاضر تعش في المناطق الاستوائية . وهي تختلف عن النباتات السابقة في نمط مخاريطها المتراصة البرميلة الشكل والواقعة عند نهاية الساق ، كما أن أي نبات منها إما أن يكون حاملا" للبويضات أو لحبوب اللقاح ، وهي ترجع في بدايتها إلى دور الترياسي ولازالت تعش حتى وقتنا الحاضر .



الشكل (195) ورقة بنباتة ، ولامسونيا Williamsonia ، دور الجوراسي (X 1) .

الجنكوات

بقي في عصرنا الحاضر نوع واحد من جنس الجنكو **Ginko** أو شجرة كزبرة البئر التي تعـش بجنوب الصين . ويمثل هذا النوع سلالة من النباتات ظهرت خلال الجزء الأخير من دهر الحـاة القديمة ثم انتشرت إثناء دهر الحـاة المتوسطة . والجنكو **Ginko** شجرة متساقطة الأوراق متفرعة تفرعا" متضـاعفا" يصـل طولها إلـى حوالي 30 مترا" . وكل شـجرة من هذه الأشـجار تكون إمـا مـذكرة أو مؤنثـة ، تحمـل ذكورهـا حـوافظ بوغـة فـي مخـاريط متدلـة ، أمـا الأشـجار المؤنثـة فتحمـل أزواجـا"من البويضـات لهـا أعنـاق قصـيرة. الأوراق مروحـة الشكل بعروق منتظمـة التفرع (ثنائـة التفرع) (الشكل 194 ز) . وهي أي الأوراق أكثر أجزاء هذا النبات شيوعا" كمستحاثات (الشكل 196) . بعض المستحاثات الورقـة (توجد في الصخور التي يبدأ مداها الزمني من دور الجوراسي) مطابقة تماما" لنوع الجنكو بايلوبا **Ginko biloba** الحديث ، بينما البعض الآخر يختلف تماما" وينسب إلى أجناس أخرى .



الشكل (196) ورقة الجنكو Ginko ، دور الجوراسي (X 1.2) .

المخروطـات

المخروط ات **Conifers** أشجار طويلة ، دائمة الخضرة ذات أوراق إبرية أو حرشفة . توجد البويضات وحبوب اللقاح في مخاريط منفصلة على نفس الشجرة . وتوجد البويضات تحت حراشف تشبه الأوراق في مخروط مكتنز ، أما حبوب اللقاح فلها بروز يشبه الجناح ، وقد ساعد ذلك في انتقالها بواسطة الرياح .

والمخروط ات نباتات مزدهرة في عصرنا الحاضر حيث توجد بالمناطق المعتدلة مكونة غابات كثفة . وهي تشمل الصنوبر pine والأرزية larch ، الأروكاريا **Araucaria** (شجرة لغز القرد monkey-puzzle tree) وأطول أشجار الغابات المعروفة ، الصندل الأحمر redwoods (مثال السكويا **Sequoia** التي يصل طولها إلى حوالي 106 مترا") .

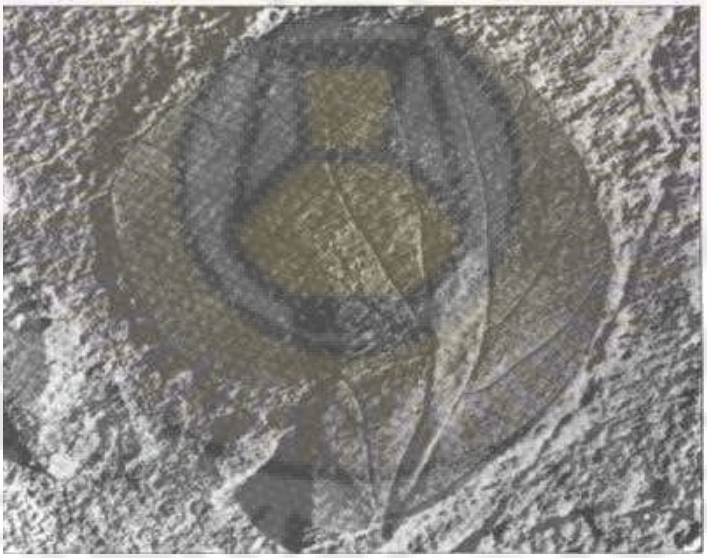
وقد ظهرت المخروط ات في أواخر دهر الحياة القديمة وقد كانت إلى جانب البنت ات والجنكويات من أكثر النباتات الأرضية انتشارا" أثناء دهر الحياة المتوسطة . ومستحاثات جذوع الأشجار المخروطية شائعة الوجود بعض أجزاء الزمر الولدينة Wealden Serias . هذا ومع قرب نهاية الحين الكريتاسي تناقص عدد المخروط ات وذلك نسبة إلى أجناس مغطاة البذور .

مغطاة البذور

مغطاة البذور **Angiosperms** أو النباتات الزهرية هي أكثر النباتات إنتشارا" وسيادة في عصرنا الحاضر . وهي بعضها خشبي وبعضها عشبي وعلية ، كما هو متوقع ، فإن لها مدى تركيبي وبيئي شديد التباين . وعادة ما تقع أعضاء التذكير والتأنيث على نفس النبات بل في نفس الزهرة الواحدة . وتنقسم مغطاة البذور إلى مجموعتين رئيسيتين : **ذوات الفلقة الواحدة**

moncotyledons ، أي لهـا ورقـة بذريـة واحـدة ، **وذوات الفلقتـين dicotyledons** ، أي لها ورقتين بذريتين .

وتشـمل مجموعـة ذوات الفلقـة الواحـدة ، النخيـل والنجيلـات والنباتـات البصلـة مثل البصـل والزنبـق tulips . وهـي نباتـات لا تكـون خشـب ثانوي . ولأوراق هذه المجموعة عروق متوازية كما أن الأجزاء الزهرية تكون في مجامع ثلاثـة . وتشـمل ذوات الفلقتـين معظـم النباتـات الزهريـة وكـذلك كـل أشـجار الغابات (غير المخروطـات) والشجيرات التي ينمو لها خشب ثانوي كل موسم . ولأوراقها عروق متفرعة (شبكـة) وتتجمع الأجزاء الزهرية فـي أعداد خماسـة أو رباعـة .



الشكل (197) ورقة نبات القرفة ، العصر الميوسيني (X 1.3) .

وقـد ظهـرت مغطـاة البـذور فـي أعـداد قليلـة أثنـاء الحـين الكريتاسـي ثـم أصبحت مـع نهايتـه واسعة الانتشار وشديدة التباين حيث حلت محل عاريات البذور لتكون أكثر النباتات الأرضـة السائدة . وكثير من أجناسها ، مازال حتى

الوقت الحاضر بما فيها البهشة holly والحور poplar والقيقب maple والمغنولية magnolia .

وتنتشر مستحاثات الحين الثالث في كثير من بقاع العالم ، وحيث أنها تشمل نسبة أكبر من أنواع النباتات الحديثة فقد قدمت معلومات قيمة حول التغيرات المناخية . فقد وجد مثلاً أن طين لندن London clay تتكون معظم مستحاثاته من مغطاة البذور (معظمها ثمار وبذور وأوراق) وبعض هذه النباتات لا تزال تعيش في الوقت الحاضر بالمناطق الاستوائية . وتشبه إحدى هذه المستحاثات ثمار نخيل النيبا **nipa** ، الذي ينمو حالياً في المياه المويلحة بشبه الجزيرة الهندية – الملاوية . وتشمل بعض المستحاثات الأخرى نباتات لأنماط مثل القرفة cinnamon (الشكل 197) والتين التي تنمو حالياً في مناطق شبه استوائية .

ويدل وجود عصفات بذور النجيليات برسوبات العصر الميوسيني بأجزاء من أمريكا (نبراسكا مثلاً) ، على نمو مروج عشبية مفتوحة آنذاك حلت محل الغابات . ولهذا الاستنتاج مدلول هام لتزامنه مع انتشار الثديات العاشبة على اختلاف أنواعها .

وقد سبق وأن أشرنا إلى قيمة المستحاثات النباتية للدلالة على التغيرات المناخية خلال العصر البلستوسيني منذ بدايته ثم الفترة التي تلته . وقد جمعت الأدلة في معظمها من مستحاثات حبوب اللقاح .

المصطلحات

المخروط Cone : عضو تكاثر يوجد بالمخروطات والمجنحات البذور وهو يتكون من أوراق بوغية متراصة حول محور مركزي .

مشيج gamete : خلية تكاثر تتحد مع أخرى لتكون لاقحة ينمو منها كائن جديد .

الطور المشيجي gametophyte : طور يكون فيه النبات خلايا جنسية أو أمشاج .

حافظة بوغية كبيرة megasporangium : حافظة بوغية تتكون بها الأبواغ .

أبواغ كبيرة megaspores : الأكبر حجما" بين نمطين من الأبواغ اللاجنسية ببعض المجنحات التي تنبت وتعطي نباتا" مشيجيا" مؤنثا" ، وهي موجودة أيضا" في النباتات البذرية حيث تكون داخل البويضة .

حافظة الأبواغ الصغيرة microsporangium : حافظة تتكون بها الأبواغ الصغيرة .

أبواغ صغيرة microspores : الأصغر حجما" بين نمطين من الأبواغ الناتجة لاجنسيا" ببعض المجنحات وهي تنبت لتعطي نباتا" مشيجيا" مذكرا" . وتسمى في النباتات البذرية بحبوب اللقاح .

البويضة ovule : التركيبة التي تحتوي على الأبواغ الكبيرة في النباتات البذرية ، وهي مكافأة لحافظة الأبواغ الكبيرة في المجنحات .

وريقة pinna : وريقة صغيرة .

ريشية pinnate : تشير إلى أوراق مركبة تحتوي كل منها على مجموعة من وريقات منظومة في صفين على جانبي ساق واحدة .

حبوب اللقاح pollen grains : تراكيب بالنباتات البذرية مكافأة للأبواغ الصغيرة في المجنحات . وكل حبة منها تحتوي على مشيج مذكر مجهري الحجم ، وهي مزودة بغلاف مقاوم ذو نقوش مميزة .

شبه جذر rhizoid : جذور تشبه الشعر .

الريزومة rhizome : ساق مدفونة في التربة .

حوافظ بوغية sporangia : تراكيب تتكون بداخلها أبواغا" لاجنسية .

ورقة بوغية sporophyll : ورقة تحمل حوافظ بوغية ، وهي قد تشبه الأوراق العادية للنباتات أو قد تكون مغايرة لها كما في النباتات البذرية .

مرحلة جرثومية sporophyte : مرحلة من مراحل نمو النبات حين يحمل أبواغا" لاجنسيا" .

النسيج الوعائي vascular tissue : النسيج النباتي (بما في ذلك الخشب) الذي يمر خلاله الماء والغذاء داخل النبات والذي يعمل أيضا" على دعم النبات .

عرق vein : خط من النسيج الوعائي .

لاقحة zygote : الخلية المخصبة التي تنتج عن اتحاد مشيجين أحدهما مؤنث والآخر مذكر .

المصطلحات العلمية

انكليزي	أفرنسي	عربي
Abdomen	Abdomen	بطن
Abyssal	Abyssale	أعماق سحقية ، نطاق
Abyssopelagic	Abyssopelagique	بلاجي شديد العمق ، نطاق إبري
Acicular	Aciculaire	شعاعيات الأرجل
Actinopoda	Actinopodes	شعاعيات الزعانف ، أسماك
Actinopterygii	Actinopterygiens	تكيف
Adaptation	Adaptation	مقربة ، عضلة
Adductor	Adducteur	عمر ، تقسيم زمني
Age	Age	متجمع ، هيكل
Agglutinated	Agglutinant	عديمات الفك
Agnatha	Agnathes	جناحي
Alar	Alar	البيان ،طابق
Albian	Albien	السيوناريا
Alcyonaria	Alcyonaires	أشنات أو أشنيات
Algae	Algues	تناوب ، الأجيال
Alternation	Alternation	عنبر ، صمغ مستحاث
Amber	Ambre	قنابية ، منطقة
Ambulacral	Ambulacraire	أمونيات (رأسيات الأرجل)
Ammonoidea	Ammonoides	

Amphibia	Amphibiens	برمائ ات
Amphineura	Amphineures	طرف ة الأعصاب
Anal	Anal	شرجي
Angiosperms	Angiospermes	مغلفات أو كاس ات البذور
Anisomyarian	Anisomyaires	متباينـــــات العضـــــلات (صف حات الغلاصم)
Annelida	Annelides	حلق ات
Annular	Annulaire	حلقي
Antennae	Antennes	قرون الاستشعار
Antennules	Antennules	قرينات الاستشعار
Anthozoa	Anthozoaires	زهريات(معويات الجوف)
Anthracite	Anthracite	انتراسيت
Anus	Anus	شرج
Aperture	Overture	فتحة
Apex	Apex	قمة
Apical	Apicale	قمي
Appendage	Appendice	لاحقة
Appendix	Appendice	زائدة ، ذيل ة
Aptian	Aptien	أبس ان ، طابق
Aptycus	Aptycus	ابتكوس (أمون ات)
Aragonite	Aragonite	أراغونيت
Araneida	Araignees	عنكب ات

Archeozoic	Archeozoique	أركيـــوزوي، فجـــر الحـ اة(حقـــب زمني)
Area	Aire (Area)	فسحة
Arm	Bras	ذراع
Arthropoda	Arthropodes	مفصل ات الأرجل
Articulata	Articules	متمفصـــــلات (عضـــــديات الأرجل)
Artiodactyla	Artiodactyles	زوجـ ة الاصابع (حافريات)
Ascon	Ascon	اسكون ، نمط (الاسفنج ات)
Asexual	Asexue	لاجنسي ، تكاثر
Ash	Cendre	رماد بركاني
Assimilation	Assimilation	تمثل، يخضوري
Association	Association	مجتمع ، كائنات
Astrorhiza	Astrorhiza	ثقب نجمي (هيدريات)
Asymmetry	Asymetrie	غير متناظر
Atremata	Atremata	عديمات الثقب(عضديات الأرجل)
Auricle	Oreillette	أذينة
Autotroph	Autotrophe	ذاتـ ة التغذية ، كائنات
Axial	Axiale	محوري
Bacteria	Bacteries	بكتريات
Bad	Mauvais	رديئة ، مستحاثة
Bajocian	Bajocien	باجوسـ ان ،طابق

Basals	Basales	قاعدية ، صفحة (زنبقانات)
Bathonian	Bathonien	باتونان ،طابق
Bathyal	Bathyale	أعماق ،نطاق
Bathypelagic	Bathypelagique	بلاجي عميق ، نطاق
Beak	Crochet	منقار أو عقفة
Beak (umbo)	Grochet(umbo)	عقفة
Belemnoidea	Belemnites	بلمنات (رأسات الأرجل)
Benthonic	Benthonique	قاعي
Benthos	Benthos	قاعات ، حيوانات
Biconvex	Biconvexe	محدب الوجهين
Binominal	Nomenclature binaire	تسمة ثنائة
Biocoenose	Biocoenose	مجتمع الحاة
Biofacies	Biofacies	سحنة حيوية
Biology	Biologie	علم الحاة أو علم الأحاء
Biozone	Biozone	نطاق حيوي
Biramous	Birame	ثناية التشعب ، لاحقة
Birds (Aves)	Oiseaux	طيور
Biserial	Biserie	ثنائي السلسلة ، هكل
Bisexual	Bisexue	ثنائة الجنس ، زهرة
Blastoidea	Blastoides	برعمانات (شوكات الجلد)
Brachial	Brachiale	صفحة ذراعة
Brachiale	Brachiale	عضدي ، مصراع

Brachidium	Brachidium	عضد
Brachiopoda	Brachiopodes	عضديات الأرجل
Bryophyta	Bryophytes	نباتات طحلبية
Bryozoa	Bryozoaires	حيوانات طحلبية
Budding	Bourgeonnement	تبرعم
Byssus	Byssus	نسالة
Caecum	Caecum	سكوم
Calcareous	Calcaire	كلسي ، هكل
Calcification	Calcification	تكلس و تكلس
Calcispongia	Eponges calcaires	إسفنجيات كلسية
Calcite	Calcite	كلسيت
Callovian	Callovien	كاللوفيان ، طابق
Calyx	Calyce	كأس
Cambrian	Cambrien	كمبري ، دور
Campanian	Campanien	كامبانيان، تحت طابق
Canal	Canal	قناة
Canine	Canine	ناب
Capsule	Capsule	محفظة
Caracteristic	Caracteristique	مميزة ، مستحاثة
Carboniferous	Carbonifere	كربوني ، دور زمني
Carbonization	Carbonisation	تفحم
Cardinal	Cardinale	رئيسي

Carnivora	Carnivores	آكلات اللحوم ، لواحم
Cast	Moule	قالب
Cavity	Cavite	جوف
Cenomanian	Cenomanien	سينوماذ ان ،طابق
Cenozoic	Cenozoique	كينـــوزوي أو حـــاة حديثـــة (حقب زمني)
Centipeds	Chilopoda	مئويات الأرجل
Central	Central	مركزي
Cephalon	Cephalon	رأس
Cephalopoda	Cephalopodes	رأس ات الأرجل
Cephalothorax	Cephalothorax	رأس صدر
Chalcedony	Calcedoine	كلسيدوان
Chamber	Chambre	مسكن أوحجرة
Charophyta	Charophytes	كاروفيت (نباتات)
Cheek	Joue	خد
Chelae	Cheliceres	ملقط ة ، لواحق
Chelicerata	Chelicerates	ملقط ات
Chitin	Chitine	كيتين
Chlorophyll	Chlorophylle	يخضور
Chlorophyta	Chlorophycees	أشنات خضر
Chondrichthyes	Chondrichthyes	أسماك غضروف ة
Chordata	Chordates	حبل ات

Class	Classe	صف ، تقسم تصنفي
Classification	Classification	تصنف
Coccoliths	Cocolithes	كوكوليت
Coelenterata	Coelenteres	معويات الجوف
Coiling	Enroulement	التفاف
Colony	Colonie	مستعمرة
Columella	Columelle	عمود
Columnals	Articles	فقرات كلسية، ساق (زنبقانات)
Comparative anatomy	Antatomie Comparee	تشريح مقارن
Competition	Concurrence	تسابق أو تنافس
Compound	Compose	مركب ، مرجان أو ورقة
Concave	Concave	مقعر
Concentric	Concentrique	متراكز
Conchiolin	Conchyoline	كونكيولين ، طبقة
Cone	Cone	مخروط
Conical	Conique	مخروطي
Conifers	Coniferes	مخروطات، نباتات
Conodonts	Conodontes	كونودونت
Convex	Convexe	محدب
Coprolites	Coprolithes	كوبروليت ، روث مستحاث
Coral	Corail	مرجان
Corallite	Polypierite	كوراكيت

Corals	Coraux	مرجانات
Corolla	Corolle	تويج ، الزهرة
Corona	Couronne	إكليل (قنفذانات)
Correlation	Correlation	مضاهاة أو ربط الطبقات
Cortex	Croute	قشرة ، نبات
Costae	Cotes	أضلاع
Counter	Contre-septum	مقابل ، حاجز
Cranidium	Cranidium	كرانيديوم
Creationism	Creationisme	خلق الأنواع ، فرضية
Cretaceous	Cretace	كريتاسي ،دور زمني
Crinoidea	Crinoides	زنبقانات
Crossopterygii	Crossopterygiens	قوسات الزعانف، اسماك
Crown	Calice et bras	تاج (زنبقانات)
Crustacea	Crustaces	قشريات
Cryptogams	Cryptogames	خفيات الالقاح، نباتات
Crystalline	Crystallin	متبلور
Cuticle	Cuticule	قشيرة
Cutin	Cutine	قشيرين
Cyanophyta	Cyanophycees	أشنات أومنشطرات زرق
Cylindrical	Cylindrique	اسطواني
Cystoidea	Cystides	كسانات (شوكيات الجلد)
Cytoplasm	Cytoplasme	سيتوبلاسما
Dactylopore	Dactylopore	ثقب بوليب مدافع (معويات الجوف)

Dactylozooid	Dactylozooide	بوليت مدافع
Darwinism	Darwinisme	داروينـة، نظرية
Decapoda	Decapodes	عشـريات الأرجـل (قشـريات رأسـات الأرجل)
Delthyrium	Delthyrium	دلتيريوم
Deltidial	Deltoid	دلتاوية ، صفـحة
Deltidium	Deltidium	دلتيديوم
Devonian	Devonien	ديفوني ،دور
Diatomite	Diatomite	دياتوميت ، صخر
Diatoms	Diatomes	مشطورات
Dichotomous	Dichotomique	ثنائي التفرغ ، ساق
Dicotyledons	Dicotyledones	ذوات الفلقتين
Dicyclic	Dicyclique	ثنائي الدورة
Diductor	Diducteur	مبعدة ، عضلة
Dimorphism	Dimorphisme	تثني شكلي (منخربات)
Dimyarian	Dimyaires	ثنائـيات العضلات (صفـحات الغلاصم)
Dinosaurs	Dinosauriens	زواحف عملاقة
Discoidal	Discoide	قرصي الشكل
Dolomitization	Dolomitisation	دلمتة ، تحول الى دولوميت
Dominant	Dominant	مسـطر او سائد
Echinodermata	Echinodermes	شوكـيات الجلد

Echinoidea	Echinoides	قنفذاـ ات
Ecology	Ecologie	علم البيئة
Ectoderm	Ectoderme	طبقة خارجـ ة(معويات الجوف)
Ectoplasm	Ectoplasme	سيتوبلاسما خارجـ ة
Ectoprocta	Ectoproctes	خارجـ ة الشرج(حيوانات طحلبـ ة)
Eleutherozoa	Eleutherozoaires	متنقلات (شوكـ ات الجلد)
Embryo	Embryon	جنين
Endoderm	Endoderme	طبقة داخلـ ة
Endoplasm	Endoplasme	سيتوبلاسما داخلـ ة
Endopodite	Endopodite	رجيلة داخلـ ة
Endoprocta	Endoproctes	داخلـ ة الشرج(حيوانات طحلبـ ة)
Environment	Environnement	بيئة
Eocene	Eocene	ايوسين
Epicontinental	Epicontinentale	فوق قاري ، بحر
Epoch	Epoque	عصر ، تقسـ م زمني
Equidae	Equides	خيلـ ات
Equivalve	Equivalve	متساوي المصراعين ، هـ كل
Era	Ere	حقب ، تقسـ م زمني
Escutcheon	Corselet	منطقة اهليلجـ ة خلفـ ة
Eulamellibranch	Eulamellibranche	غلاصم حقـ قـ ة
Evolute	Evolute	التفاف ظاهر
Evolution	Evolution	تطور

Excurrent	Exhalent	زفيرية . قناة
Exopodite	Exopodite	رجيلة خارجة
Exsert	Exsert	خارجة صفحات عينة (قنفذانات)
Extinction	Extinction	انقراض ، انطفاء
Facial	Faciale	وجهي
Facies	Facies	سحنة
Family	Famille	فصيلة ، تقسم تصنفي
Fauna	Faune	مجموع حيواني
Favourable	Favorable	ملائم
Ferns	Fougeres	سراخس
Fibula	Perone	شظة
Filibranch	Filibranche	غلاصم خطة
Fishes (pisces)	Poissons	أسماك
Fixed cheek	Joue fixe	خد ثابت
Fixism	Fixisme	ثبات الأنواع
Flagellata	Flagelles	سوطات
Flagellum	Flagelle	سوط
Flora	Flore	مجموع نباتي
Foot	Pied	رجل أو قدم
Foramen	Foramen	نخروب
Foraminifera	Foraminiferes	منخربات
Formation	Formation	تشكيلة ، تشكلات

Fossil	Fossile	مستحاثة أو أحفورة
Fossilization	Fossilisation	إستحاثة
Fossula	Fossule	منخفض أو حفيرة
Free cheek	Joue mobile	خد متحرك
Frond	Fronde	ورقة سرخسة أو فروند
Frontal	Frontal	جبهي
Fungi	Champignons	فطور
Furrow	Sillon	أخدود
Fusiform	Fusiforme	مغزلي الشكل
Gastropoda	Gasteropodes	معديات الأرجل
Gastropore	Gastropore	ثقب بوليب مغذي (معويات الجوف)
Gastrozooid	Gastrozooide	بوليت مغذي
Genera	Genres	أجناس
Generation	Generation	جيل
Genetic	Genetique	علم الوراثة
Genital	Genitale	تناسلي
Genus	Genre	جنس
Germen	Germen	أصل منشيء
Gill	Branchie	غلصمة
Glabella	Glabelle	جبين
Gonad	Gonade	منسل
Graptolites	Graptolithes	غرابتوليتات
Group	Groupe	مجموعة، تقسم ستراتغرافي

Guard	Rostre	حافظ
Gymnosperms	Gymnospermes	عريانات أوعاريات البذور
Head	Tete	رأس
Heridity	Heridite	وراثة
Heterodonta	Heterodontes	مختلفات الأسنان
Heterospores	Heterospores	أبواغ متباينة
Heterotroph	Heterotrophe	غير ذاتي التغذية
Hexacorolla	Hexacoralliaires	مرجانات سداسية
Hinge	Charniere	مفصلة
Historical geology	Geologie historique	جيولوجيا تاريخية
Holostome	Holostome	مكتملة الفم
Holothuroidea	Holothurides	قثائيات البحر
Homonym	Homonyme	تشابه التسمية
Hood	Capuchon	قلنسوة
Hyaline	Hyalin	شفاف
Hydrozoa	Hydrozoaires	هيدريات
Hyponome	Entonnoir	قمع
Hypostome	Hypostome	هيبوستوم
Ichthyosaurs	Ichthyosauriens	زواحف سمكة الشكل
Imperforate	Imperfore	عديم الثقوب أومصمت، جدار
Impression	Empreint	انطباع ، عضلة
Impunctate	Imponctue	غيـــر نقطـــي ، جـــدار

		(عضديات الأرجل)
inarticulata	inarticules	لامتمفصلات (عضديات الأرجل)
Incrustation	Incrustation	تغشة
Incurrent	Inhalent	شهقة، قناة
Individual	Individuel	فرد
Inequivalve	Inequivalve	غير متساوي المصراعين
Infrabasal	Infrabasale	تحت قاعدية ، صفحة
		(زنبقات)
Insecta	Insectes	حشرات
Insectivora	Insectivores	آكلات الحشرات
Insert	Insert	داخلة ، صفحات عينة
Insicives	Incisives	قواطع ، أسنان
Interambulacral	Interambulacraire	بين قنابة ، منطقة
Intermediate	Intermediaire	متوسط ، شكل وسطي
Invertebrata	Invertebres	لافقرية ، حيوانات
Involute	Involute	التفاف خفي
Irregularia	Irreguliers	غير منتظمة (قنفذانات)
Isodonta	Isodontes	متساويات الأسنان
Isomyarian	Isomyaires	متساويات العضلات
Jaws	Machoires	فكوك (ديدان ، مفصلات الأرجل)
Jugum	Jugum	واصل

Jurassic	Jurassique	جوراسي ، دور
Keel	Carene	حرف
Kingdom	Regne	عالم
Lacustrine	Lacustrine	بحيري
Lamarckism	Lamarckisme	لاماركـ ة ، نظرية
Lamellibranchia	Lamellibranches	صفـ حـ ات الغلاصم
Larve	Larve	يرقة
Lateral	Laterale	جانبي
Lava	Laves	لابات، لابة بركاذ ة
Leaf	Feuille	ورقة، نبات
Leaflet	Foliole	وريقة
Lenticular	Lenticulaire	عدسي الشكل
Leucon	Leucon	لوكون (اسفنجـ ات)
Liassic	Lias	لـ اس ، عصر
Ligament	Ligament	رباط
Limb	Membre	طرف
Limnivora	Limnivores	آكلات الطين
Littoral	Littorale	شاطئى، نطاق
Living chamber	Chambre d'Habitation	غرفة السكن
Lobe	Lobe	فص
Lophophore	Lophophore	لوفوفور ، جهاز هدبي
Lorica	Lorica	لوريكا ، هـكل (تينتينيدات)

Lunule	Lunule	منطقة اهليلجـ ة أمامـ ة
Macrofossils	Macrofossiles	مستحاثات كبيرة
Macrospore	Macrospore	بوغ كبير
Madible	Madibule	فك
Madreporite	Madreporite	لوحة مرجانـ ة
Mammalia	Mammiferes	ثديـ ات
Mantle	Manteau	برنس
Marginale	Marginal	هامشي
Marine	Marin	بحري
Marsupials	Marsipiaux	كـ سـ ات (ثديـ ات)
Medusa	Meduse	ميدوسة
Megalospheric	Marospherique	مسكن ابتدائي كبير
Megascleres	Megascleres	شويكات كبيرة
Mesentery	Mesenterie	حاجز غشائي
Mesogloea	Mesoglee	ميزوغلة ، طبقة
Mesozoic	Mesozoique	ميـزوزوي أو حـ ـاة متوسـطة (حقب زمني)
Metazoa	Metazoaires	حيوانات كثيرات الخلايا
Metazoa	Metazoaires	كثيرات الخلايا الحيوانـ ة
Microfossils	Microfossiles	مستحاثات دقـ قة
Micropalaeontology	Micropaleontologie	علم المستحاثات الدقـ قة أو المجهرية

Microscleres	Microscleres	شويكات دقيقة
Microspheric	Microspherique	مسكن ابتدائي صغير
Microspore	Microspore	بوغ صغير
Millipeds	Diplopoda	ألفات الأرجل
Mineralization	Mineralisation	تفلز
Miocene	Miocene	ميوسين ، عصر زمني
Molar	Molaire	ضرس
Mold	Moule	انطباع ، هكل
Mollusca	Molluques	رخويات
Molt	Mue	انسلاخ (مفصلات الأرجل)
Monaxon	Monaxon	وحيدة المحور ، شويكة
Monocotyledons	Monocotyledones	وحيدات الفلقة
Monocyclic	Monocyclique	وحيدة الدورة، الكأس
Monodactyle	Monodactyle	وحيد الإصبع
Monomyarian	Monomyaire	وحيد العضلة
Mouth	Bouche	فم
Multilocular	Multiloculaire	متعدد المساكن، هكل
Mummies	Momies	جثث محنطة
Muscle	Muscle	عضلة
Mutation	Mutation	طفرة
Mutationism	Mutationisme	طفرية ، نظرية
Nacreous	Nacre	صدفي

Nautiloidae	Nautilides	نوتيلات
Nektonic	Nectonique	سابح
Nektoplanktonic	Nectoplanctonique	سابح معلق أو سابح طاف
Nema	Nema	خط
Nematocyst	Nematocyste	خلة لاسعة
Neodarwinism	Neodarwinisme	داروينة حديثة، نظرية
Neogene	Neogene	نيوجين، دور زمني
Neolithic	Neolithique	حجري حديث ،عصر
Neotremata	Neotremata	حديثات الثقب (عضديات الأرجل)
Neritic	Neritique	قوقعي اونيريتي، نطاق
Neritopelagic	Neritopelagique	بلاجي قوقعي ، نطاق
Node	Noeud	عقدة (نباتات)
Noduls	Nodules	عقيدات
Nomenclature	Nomenclature	تسمة
Notocord	Notocord	حبل
Nucleus	Noyau	نواة
Oceanopelagic	Oceanopelagique	بلاجي بحري ، نطاق
Octocorolla	Alcyonaria	مرجانات ثمانية
Octopus	Octopus	أخطبوط
Ocular	Oculaire	عينة ، صفحة
Oculogenital	Oculogenitale	تناسلة عينة ،حلقة الصفحات (قنفذانات)

Oligocene	Oligocene	اولـغوسين
Omnivora	Omnivores	آكلات اللحم والنبات
Ontogeny	Ontogenie	تشكل جنيني
Oogonium	Oogone	اوغون
Operculum	Opercule	غطاء
Opistobranchia	Opistobranches	خلفـات الغلاصـم (معـديات الأرجل)
Order	Ordre	رتبة، قسم تصنفي
Ordovician	Ordovicien	اوردوفـسي ، دور زمني
Organism	Organisme	متعضـة
Ornementation	Ornementation	زخرفة
Orthogenesis	Orthogenese	تطور مستقـم
Osculum	Oscule	فتحة الاسفنج
Osteichthyes	Osteichthyes	أسماك عظمـة
Ostracoda	Ostracodes	اوستراكودا (قشريات)
Ostracoderms	Ostracodermes	قوقعـات الادمة، اسماك
Outcrop	Affleurement	تكشف ، الطبقات
Ovary	Ovaire	مبـض
Ovoid	Ovoide	بـضي أوبـضوي
Ovule	Ovule	بويضة
Pachyodonta	Pachyodontes	ثخينات الأسنان (صفـحـات الغلاصم)

Palaeobotany	Poleobotanique	علم المستحاثات النباتـة
Palaeoclimatology	Paleoclimatologie	علم المنـاخ القديم
Palaeogeography	Paleogeographie	علم الجغرافـا القديمة
Palaeontology	Paleontologie	علم المستحاثات
Palaeotremata	Palaeotremata	قـديمات الثقـب (عضــديات الأرجل)
Palaeozoology	Paleozoologie	علم المستحاثات الحيوانـة
Paleocene	Paleocene	باليوسين ، عصر
Paleoecology	Paleoecologie	علم البيئة القديمة
Paleogene	Paleogene	باليوجين ، دور
Paleoichnology	Paleoichnologie	علم الاثر القديم
Paleolithic	Paleolithique	حجري قديم ، عصر
Paleozoic	Paleozoique	باليوزوي أوحـاة قديمة، حقب زمني
Palliad line	Ligne palleale	خط برنسي
Palynology	Palynologie	علم الطلع
Parasite	Parasite	طفيلي
Parietal	Parietale	جداري
Pedicle	Pedoncule	رجيلة
Peduncle	Pedoncule	ساق أوحامل
Pelagic	Pelagique	بـلاجي ، نطاق

Pelecypoda	Pelecypodes	محراث ات الأرجل
Pelmatozoa	Pelmatozoaires	متثبتات(شوك ات الجلد)
Pennule	Pinnule	ريش ة، لاحقة
Perforate	Perfore	مثقب ، هكل
Periderm	Periderme	طبقة محـ ط ة
Period	Periode	دور ، تقسـ م زمني
Periostracum	Periostracum	طبقـــة خارجـــة ، هكـــل (صفـ حـ ات الغلاصم)
Peripheral	Peripherique	محـ طي
Periproct	Periprocte	حول الشرج
Perissodactyla	Perissodactyles	فردية الأصابع (حافريات)
Peristome	Peristome	حول الفم
Permian	Permien	برمي ، دور
Petaloid	Petaloide	تـــويجي الشـــكل ، منطقـــة (قنفذاذ ات)
Phaeophyta	Phaeophycees	أشنات سمر
Phanerogams	Phanerogames	ظاهرات الالقاح
Phragmocone	Phragmocone	مخروط مقطع
Phylogenetic tree	Arbre geneologique	شجرة نسب
Phylogeny	Phylogenie	تطور مؤدي الى تكون النوع
Phylum	Embranchement	شعبة
Pillar	Pillier	دعامة

Pinnate	Penne	ريشة ، ورقة
Placental	Placentaires	مشيمات ، ثديات
Placoderms	Placodermes	صفيحيات الادمة، اسماك
Planispiral	Planispirale	التفاف في مستو
Planktonic	Planctonique	معلق أو طاف ، كائن
Plate	Plaque	صفيحة أو لوحة
Pleistocene	Pleistocene	بلستوسين ، عصر
Pleospongea	Paleosponges	إسفنجيات قديمة
Pleural	Pleural	جنبي
Pleuron	Pleuron	جنب
Pliocene	Pliocene	بليوسين عصر
Pneumatophore	Pneumatophore	فواش (غرابتوليتات)
Pollen	Pollen	طلع ، حبات
Polyaxons	Polyaxones	متعددة المحاور ، شويكة
Polychaeta	Polychetes	كثيرات الأشعار، ديدان
Polyp	Polype	بوليب ، معريات الجوف
Polytype	Polytypique	متعدد النمط
Polyzoa	Polyzoa	جماعيات اوالحيوانات الطحلبية
Populations	Populations	جماعات
Porcelaneous	Porcellane	بورسلاني ، هكل
Pore	Pore	ثقب
Porifera	Poriferes	مثقوبات

Posterior	Posterieur	خلف
Precambrian	Precambrien	ما قبل الكمبري
Premolar	Premolaire	ضرس أمامي
Prephanerogams	Prephanerogames	بواكر ظاهرات الالقاح
Primary	Primaire	أول ، حقب زمني
Primates	Primates	رئ سات
Priority	Priorite	أولوية ، في التسم ة
Prismatic	Prismatique	موشوري
Proboscidea	Proboscidiens	خرطوم ات
Progressive	Progressif	تقدمي ، تطور
Proloculus	Proloculus	مسكن ابتدائي
Proostracum	Proostracum	مقدمة القوقعة
Prosaurians	Prosauriens	طلائع العظايا
Prosobranchia	Prosobranches	أمام ات الغلاصم (معديات الارجل)
Proterozoic	Proterozoique	بروتيروزوي أو الحـ اة الأولـى ، حقب
Protista	Protistes	وحيدات الخل ة
Protobranch	Protobranche	غلاصم أول ة
Protochordata	Protocordes	حبل ات ابتدائ ة
Protoconch	Protoconque	قوقعة ابتدائ ة
Protoplasm	Protoplasme	بروتوبلاسما

Protozoa	Protozoaires	وحيدات الخلـة الحيوانـة
Protremata	Protremata	اولـات الثقب
		(عضديات الارجل)
Pseudodeltidium	Pseudodeltidium	دلتيديوم كاذب
Pseudopodia	Pseudopodes	أرجل كاذبة
Pseudopunctate	Pseudoponctue	نقطي كاذب
Pteridophyta	Pteridophytes	مجنحات (نباتات)
Pteridosperms	Pteridospermes	مجنحات البذور
Pterobranchs	Pterobranches	جناحـات الغلاصم
Pteropoda	Pteropodes	جناحـات الأرجل
Pterosauria	Pterosauriens	زواحف طائرة
Pulmonata	Pulmones	رئويات
Punctate	Ponctue	نقطي ، جدار
Pygidium	Pygidium	بـ جيديوم
Quartz	Quartz	مرو
Quaternary	Quaternaire	رابع ، حقب
Rachis	Rachis	محور ، الورقة المركبة
Radial	Rayonnant	شعاعي
Radioactivity	Radioactivite	نشاط إشعاعي
Radiolaria	Radiolaires	شعاعـات
Radiolarite	Radiolarite	راديولاريت
Radius	Radius	كعبرة

Radula	Radula	مبرد، جهاز ماضغ
Recent	Recent	حديث أو حالي ، عصر
Recrystallization	Recrystallisation	اعادة التبلور
Reefs	Recifs	أرصفة مرجانية
Regressive	Regressif	تقهقري ، تطور
Regularia	Reguliers	منتظمة (قنفذيات)
Relative	Relatif	نسبي، عمر
Relics	Reliques	بقايا
Replacement	Substitution	إحلال
Reproduction	Reproduction	تكاثر
Reptilia	Reptiles	زواحف
Reticulate	Reticule	شبكى
Rhabdosome	Rhabdosome	رابدوزوم
Rhizome	Rhizome	جذمور
Rhizopoda	Rhizopodes	جذريات الأرجل
Rhodophyta	Rhodophycees	أشنات حمر
Root	Racine	جذر
Saddle	Selle	سرج
Scale	Ecaille	حرشفة
Scale	Echelle	سلم، زمني
Scaphopoda	Scaphopodes	زورقيات الأرجل
Schizodonta	Schizodontes	مشقوقات الاسنان

Schizophyta	Schizophycees	منشطرات
Schyphozoa	Scyphozoaires	فنجاذ ات (معويات الجوف)
Scleractinia	Hexacoralliaires	مرجاذ ات سداس ة
Scorpinida	Scorpions	عقرب ات
Screening	Tamissage	نخل، عمل ة
Secondary	Secondaire	ثاني ، حقب
Sedimentation	Sedimentation	ترسيب
Seed	Grain	بذرة
Segment	Segment	قطعة
Segmentation	Segmentation	تقسم
Selection	Selection	اصطفاء
Senonian	Senonien	سينوذ ان ، طابق
Septa	Cloisons (septa)	حواجز
Septal neck	Col septal	عنق حاجزي
Septibranch	Septibranche	غلاصم حاجزية
Septum	Cloison	حاجز
Series	Series	زمرة وزمر (تقسـ م ستراتـ غرافي)
Sessile	Sessile	لاطئ
Sexual	Sexuel	جنسي
Shelf	Plate-forme	عتبة (قارية) أو رف
Shell	Coquille	صدفة اوقوقعة
Shell	Coquille	قوقعة

Shrub	Arbuste	شجيرة
Sicula	Sicula	سكولا
Silica	Silice	سيلكا
Siliceous	Siliceux	سيلس ، هكل
Silicification	Silicification	سيلسة، تحول الى سيلكا
Silicoflagellata	Silicoflagelles	سوطيات سيلسة
Silurian	Silurien	سيلوري ، دور
Simple	Simple	بسيط ، مرجان
Sinus	Sinus	جيب
Siphon	Siphon	ممص
Siphonostome	Siphonostome	ممصي الفم
Siphuncle	Siphon	أنبوب ممصي (رأسيات الارجل)
Skeleton	Squelette	هكل (الفقريات)
Socket	Fossette	حفرة ، سنة
Sorting	Triage	تنقية
Species	Espece	نوع
Spermatophyta	Spermatophytes	بذريات (نباتات)
Spicules	Spicules	شويكات
Spine	Epine	شوكة
Spire	Spire	حلزون
Spondylium	Spondylium	سبوندييليوم
Sponges	Spongiaires	إسفنجيات

Spongin	Spongine	إسفنجين
Spongolith	Spongolithe	سبونغوليت، صخر
Sporangium	Sporange	مغلف بوغي
Spore	Spore	بوغ
Stage	Etage	طابق ، تقسيم سترالتغرافي
Stamen	Etamine	سداة
Stegocephals	Stegocephales	سقفيات القحف
Stelleroidea	Stellerides	نجميات
Stem	Tige	ساق ، نبات
Strata	Couches	طبقات
Stratigraphy	Stratigraphie	علم الطبقية
Struggle	Lutte	صراع أو تنازع
Subfamily	Sous-famille	تحت فصيلة أو فصيلة
Subgenus	Sous-genre	تحت جنس ، جنس
Subspecies	Sous-espece	تحت نوع أو نويع
Succession	Succession	تتابع ، الطبقات
Superfamily	Super – famille	فوق فصيلة ، تقسيم تصنيفي
Superposition	Superposition	تراكب ، الطبقات
Suture	Suture	درز
Sycon	Sycon	سكون
Symbiosis	Symbiose	تعايش
Symmetry	Symetrie	متناظر

Synchronism	Synchromisme	مؤاقتة ، الطبقات
Synonym	Synonyme	ترادف التسمـة
System	Systeme	جملة ، تقسـم ستراتـغرافي
Tabulae	Tabulae	حاجز مستعرض
Tabulata	Tabules	صفائحـات(معويات الجوف)
Taxodonta	Taxodontes	كثيرات الأسنان (صفـحـات الغلاصم)
Tectonic	Tectonique	تكتوني أو بنيوي
Teeth	Dents	أسنان
Telotremata	Telotremata	مكتملات الثقب
Telson	Telson	تلسون ، ذيل
Tentacle	Tentacule	مجس
Tertiary	Tertiaire	ثالث ، حقب
Test	Test	هـكل
Tetracorolla (Rugosa)	Tetracoralliaires	مرجانـات رباعـة
Thallophyta	Thallophytes	مشريات
Thanatocoenose	Thanatocoenose	مجتمع الموت
Thickness	Epaisseur	ثخانة
Tibia	Tibia	ظنبوب أو القصبة
Tissue	Tissu	نسـج
Tracks, Trails	Traces	آثار السير والزحف
Transformism	Transformisme	تحول ، مبدأ

Triassic	Trias	ترياسي ، دور زمني
Triaxons	Triaxones	ثلاثة المحاور ، شويكة
Tribe	Tribu	قبيلة ، تقسم تصنفي
Trilobita	Trilobites	ثلاثات الفصوص
Triserial	Triserie	ثلاثي السلسلة ، هكل
Trochospiral	Trochospirale	التفاف حول محور
Tube foot	Pied ambulacraire	رجل قنابة
Tubercle	Tubercule	حلمة
Type	Type	نمط ، نموذج
Ulna	Cubitus	زند
Umbilicus	Ombilic	سرة
Ungulata	Ongules	حافريات
Unilocular	Uniloculaire	وحيدة المسكن
Uniserial	Uniserie	وحيدة السلسلة، هكل
Unisexual	Unisexue	وحيد الجنس
Valve	Valve	مصراع
Variation	Variation	تغير
Variety	Variete	ضرب ، تقسم تصنفي
Ventral	Ventrale	بطني
Verms	Vers	ديدان
Vertebrates	Vertebres	فقرية ، حيوانات
Virgella	Virgella	نتوء شوكي (غرابتوليت)

Virgula (Nema)	Virgula	خـط
Viviparous	Vivipare	ولود
Wall	Muraille	جدار ، الهـكل
Whorl	Verticelle	دوارة
Whorl	Tour	دورة
Zoantharia	Zoanthaires	زوانتاريا (معويات الجوف
Zoarium	Zoarium	زورايـوم، مسـتعمرة (حيوانـات طحلبـة)
Zone	Zone	نطاق
Zooecium	Zoecie	زويسـيوم، مسـكن(حيوانـات طحلبـة)
Zoology	Zoologie	علم الحيوان
Zygote	Zygote	بـضة ملقحة

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المراجع

المراجع باللغة العربية :

- العجل . فؤاد – علم المستحاثات المجهرية (1982) – مطبوعات جامعة دمشق .
- معلولة . كايد – علم المستحاثات المجهرية (1994) – مطبوعات جامعة دمشق .
- معلولة . كايد – علم المستحاثات 1 (2006) – مطبوعات جامعة دمشق .

المراجع الأجنبية :

Moore R . C . Treatiste on inventebrate paleontology

Geol . Soc . of America and kansas
University press .
(1964) part (C) protista 2 (Foraminifers)
900 p . 653 . fig .

Neumann M . (1967) Manuel de Micropaleontologie

Des Foraminiferes vol (1) 297 p . 182 Text fig .
9 Tables , Gouthier - villars . Paris.

Bignot . G . (1982) .

Les Microfossiles , 205 p.
Dunod Universite .

AGER . D . V . (1963) Paleoecology . Mc Graw- Hill Book Company Inc.
AUBOUIN , J. , BROUSSE , R . LEHMAN , J. , (1967) Precis
de Geologie
Tome 2 Paleontologie , Stratigraphie . Dunod Universite .
BONDARINKO , O . , Michailova , I . (1969) Determination
of Invertebrate
Fossils . Nedra Moscow (in Russian) .
EASTON , W . H . , (1960) Paleontology .

Harper & Row , Publishers .
DAVITASHVILI , L . , (1958) Outline of Paleontology .

Moscow (in Russian) .
DELEVORYAS , Th . (1966) Morphology and evolution of fossil plants
Holt , Rinehart and Winston .

HECKER , R . F . (1965) Introduction to Paleoecology .

American Elsevier
Publishing Company , Inc . (Translated from the Russian) .
GLEASSNER , P . (1945) Principles of
Micropaleontology . Melbourn University Press .
GRASSE , P.P. , POISSON , R. A. , TUZET , O. , (1970) Zoologie vertebres) . Masson & Cie , Paris .
(In-

MOORE , R. C. , LALICKER , C. , FISCHER , A. Paleontology . Mc Graw- Hill. (1952) Invertebrate

MORET , L. , (1958) Manuel de Paleontologie Animale .

Masson & Cie Paris .

MORET , L. , (1949) Manuel de Paleontologie Vegetale .

Masson & Cie Paris .
MORET , L. , (1967) Precis de Geologie . Masson & Cie Paris .
PIVETEAU , J. , (1952) Traite de Paleontologie Tome I , II , III . Masson & Cie .
JONES , D. J. (1956) Introduction to Microfossils . Harper & Brothers .
ROMER , A. S. , (1953) Vertebrate Paleontology .

The University Of Chicago Press .
SHROCK , R. R. , TWENHOFEL , W. H. , (1953) Principles of Invertebrate Paleontology . Mc Graw-Hill Book Company Inc .
SWINNERTON , H. H. , (1950) Outlines of Paleontology . Arnold .
TERMIER , G. & H. , (1952) Initiation a la Paleontologie Tome
I , II , . Armand Colin .
THEOBALD , N , GAMA , A . (1969) Paleontologie . Edition Doin .
WOODS , H , (1916) Paleontology Invertebrate , 8 th edition . Cambridge University Press .

اللجنة العلمية :

– الأستاذ الدكتور ميخائيل معطي

– الدكتور عامر غبرة

– الدكتورة غادة محمد

المدقق اللغوي:

الدكتورة سكينة موعد

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات