

كلية العلوم

القسم : علم الحيوان

السنة : الاولى



١

المادة : جيولوجيا عامة

المحاضرة : السادسة/نظري/

{{{ A to Z مكتبة }}}}

Maktabat A to Z Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

١٥

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

## الفصل الخامس

### المستحاثات Fossils

#### 1-5 مقدمة:

يدعى العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات القديمة أو بقاياها الحيوانية والنباتية المحفوظة ضمن الصخور الروسية بشكل خاص علم المستحاثات Paleontology أو علم الأحافير.

والمستحاثة بالتعريف هي بقايا كائنات عاشت في الزمن الجيولوجي، تعرض قسم منها للانقراض، وما زال قسم آخر ممثلاً في البيئات الحالية؛ إذ يطلق على الأخيرة اسم المستحاثات الحية، أي التي مثلت سابقاً في الزمن الجيولوجي وما زالت تعيش إلى الآن دون أن يطرأ عليها تغيرات تذكر.

يرتبط علم المستحاثات بالعلوم البيولوجية المختلفة كعلم النبات وعلم الحيوان؛ إذ يساعد ذلك في التعرف على كيفية عيش الكائنات المستحاثة، وبالتالي استنباط البيئة القديمة.

كما يرتبط هذا العلم بكافة العلوم الجيولوجية كعلم الطبقية والجيولوجيا التاريخية والبنيوية والاقتصادية وغيرها.

تشعب علم المستحاثات بشكل كبير، ولا سيما في القرن العشرين، نظراً لأهمية المستحاثات في تحديد العمر النسبي للصخور، وأهميتها في المضاهاة الطبقية، وتعتبر المستحاثات الأساس في تقسيم الزمن الجيولوجي، لذا ظهرت علوم مرتبطة بهذا العلم ذكر منها:

- علم المستحاثات النباتية Paleobotany وعلم المستحاثات الحيوانية Paleozoology وعلم المستحاثات المجهرية Micropaleontology؛ إذ يهتم هذا الأخير بدراسة مجمل بقايا المستحاثة التي تحتاج إلى المجهر في دراستها، وأهمها وحيدات الخلية كالمنخربات Foraminifera وبعض كثيرات الخلايا كالأوستراكودا Ostracoda (محاريات الدرقة).

تطور أخيراً علم خاص يهتم بالجانب النباتي المجهرى، وهو علم الطلع /Palinology/ الذي يهتم بدراسة الأبواغ والطلع.

#### ٢-٥-أهمية وفوائد المستحاثات:

١- تقييد في تحديد العمر النسبي للصخور وإقامة المضاهاة الطبقية فيما بينها على المستوى الإقليمي.

٢- المستحاثات أهمية اقتصادية كبيرة :

- فتجمع هيأكلها قد يشكل مكان مفيدة كما في بعض مكان الفوسفات المعروفة في تدمر.

- كما يمكن أن تشكل صخوراً ذات أهمية في الصناعة كحجر طرابلس السيليسى الذي تشكله المشطورات Diatoms.

- إن تجمع البقايا النباتية وخضوعها لوسط مرجع يؤدي إلى تشكيل الفحم بأنواعه.

٣- تساعد المستحاثات في ربط المجموعات الحيوانية والنباتية مع بعضها، وتبين درجة قربة الكائنات من بعضها، فالطائر البدائي المعنى Archaeopteryx (المجنح القديم) المعروف في الدور الجوراسي يعُد حلقة الوصل ما بين الزواحف والطيور بسبب شكل أسنانه وفقرات ذيله بينما تدل الأرياش على انتماهه للطيور Aves. فالمستحاثات تدعم التطور وتقدم أمثلة على ذلك.

٤- تقدم المستحاثات معلومات عن بعض الكائنات التي لا يوجد ما يمثلها حالياً، كما في ثلاثيات الفصوص Trilobita والديناصورات Dinosaurian وبعض النباتات المنقرضة، وغير ذلك.

٥- تقدم المستحاثات أدلة تقييد علم التشريح المقارن عند الحفظ في شروط خاصة كالحفظ في الجليد مثلاً.

٦- للمستحاثات أهمية كبيرة في التعرف على الباليوجرافيا والبيئة القديمة، فكل كائن حياني أو نباتي يستطيع العيش في مناخ خاص /حار- معتدل- بارد/، وإن وجود مستحاثات لها صلة بذلك تساهم في التعرف على المناخ القديم، كما تقييد المستحاثات في التعرف على حدود الشاطئ؛ أي توزع البحار واليابسة في العصور الجيولوجية السابقة.

تساهم المستحاثات أيضاً في التعرف على البارامترات القديمة الخاصة بيئتها عيشها، كالضوء ودرجة الحرارة والغذاء والملوحة والحموضة ودرجة الغنى أو الفقر بالأوكسجين وحركة الماء والعمق وظروف توضع الرسوبيات أو الترسُب، وغيرها.

### 5-3-شروط حفظ المستحاثات:

يمكن للكائنات أن تحفظ كاملة أو أجزاء منها أو آثارها الدالة على نشاطها وذلك

وفق شروط حفظ أهمها:

- امتلاك المتعضية للأجزاء الصلبة الفلزية القابلة للحفظ كالدروع والقواعد والعظام وغيرها؛ إذ إن الأجزاء الرخوة الخاصة بالعضوية غالباً ماتتفتكم وتزول إلا إذا قدر لها شروط خاصة من الحفظ، كما هو الحال بالنسبة لفيل الماموت Mammoth الذي حفظ في جليد سيبيريا بكامل أجزائه الرخوة.

- الطمر أو الدفن السريع للعضوية أو لأجزائها في الرسوبيات قبل أن يطرأ على الكائن - أي أجزاء الصلبة - تغيرات كبيرة . وهذا غالباً ما يتواجد عند حفظ الكائنات المجهرية ؛ إذ إنها لا تحتاج سوى قليل من الرسوبيات حتى تغطي كاملة بالرسوبيات وتمنع تأثيرها بالعوامل الخارجية.

ومن الجدير ذكره بأن المستحاثات تكون غزيرة في الأماكن التي تسود فيها عمليات الترسيب السريعة الكارثية لاسيما في البحار الضحلة.

يتواجد الشرط الثاني في المناطق المائية ؛ أي البحرية والبحيرية والنهرية والدلتاوية غالباً، حيث تغطي الأجزاء الصلبة بسرعة بالرسوبيات في مثل هذه المناطق، بينما يكون العكس على القارة، وهذا ما يعلل ندرة المستحاثات الممثلة للكائنات التي عاشت على القارة.

### 5-4-طرق حفظ المستحاثات:

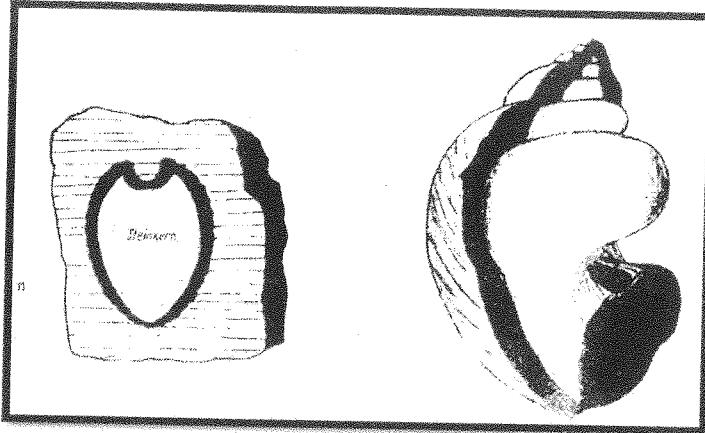
يمكن للأجزاء الصلبة والرخوة أن تحفظ معاً بطرق حفظ تدعى التخنيط ، كالتخنيط بالتجميد أو بالإسفلت وبالعنبر (الصمغ المستحاثي الذي يدعى الكهرمان) وبالتشبع بالأملاح وغيرها.

أما طرائق وأشكال حفظ المستحاثات السائدة فهي:

- المستحاثة الجسمية Body Fossil: وهي حفظ الأجزاء الأصلية للكائن دون أن يحدث أي تغيير في بنيتها الداخلية أو تركيبها الفلزي والكيميائي، لدرجة يمكن الحفاظ حتى على اللون الأساسي للكائن خلال الحياة.  
يشترط لحالة الحفظ هذه الحفظ بطريقة التحنيط، أو الدفن في صخور كثيمة جداً ودقيقة الحبات.

بـ- القوالب : وهي نوعان :

- 1 القوالب الخارجية mold External: تحل في هذه الحالة المادة الأصلية للعضوية/ هيكل - جسم رخو إلخ . . . / ثم ملء التجويف الناجم عن ذلك بالرسوبيات، حيث ينجم عن ذلك قالب تظهر عليه زخارف السطح الخارجي، وتناسب جودة القالب (الأنطباع) طرداً مع نعومة ودقة الحبات التي حفظ فيها الكائن.
- 2
- 3 القوالب الداخلية mold Internal: ويتشكل عند زوال المادة الرخوة العضوية، حيث تترك التجويفاً لا يلبيث فيما بعد أن يملأ بالرسوبيات مشكلاً قالباً يدعى القالب الداخلي. يقييد هذا القالب في التعرف على كيفية ارتباط الجسم الرخو بالهيكل الصلب . شكل ( 1-5 ) .



شكل (5-1): القالب الداخلي لأحد أشكال معديات الأرجل وأآلية التشكيل.

ج- السبيكة Cast : هي ملء التجويف الناتج من انحلال الهيكل بالكامل بالرسوبيات، وهذا التجويف يقع ما بين القالب الداخلي والخارجي للكائن قيد الاستحاثة، حيث تبدو الزخارف الخارجية وكذلك الآثار الممثلة لانطباعات الأجزاء الرخوة واضحة على السبيكة.

د- التبلور المتأخر أو الثانوي Pseudomorphos: يشبه السبيكة إلا أن التجويف المذكور عند شكل السبيكة يملأ بالبلورات / فلزات مبلورة/ بعد انحلال الهيكل الصلب الأصلي للعضوية.

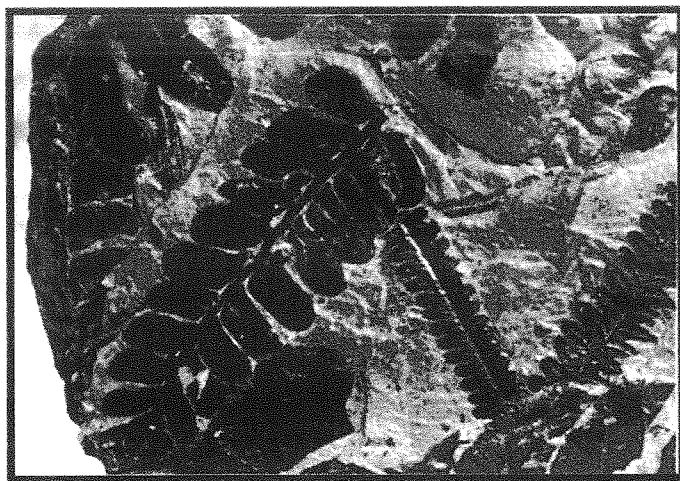
هـ- التغشية Incrustation: وتعني تغليف المتعضية أو أجزاء منها بالمادة الفلزية، وعند كسر المادة الفلزية تلاحظ المستحاثة أو قوالبها في الداخل. تحدث عملية التغشية بفلز السيليس والكالسيت والأرغونيت، وغيرها غالباً ما تحدث بالقرب من فوهات الينابيع الحارة؛ إذ تعشى النباتات بالكلس/ التكلس/.

وـ- الاستعاضة Replacement : وتعني استبدال المادة المشكّلة للعضوية بشكل جزئي أو كلي بمادة فلزية كالكالسيت والسيليس والأوبيال . تعدُّ المحاليل السيليسية الأكثر شيوعاً؛ إذ يحل فلز الأوبيال / السيليس مع نسبة معينة من الماء/ محل المادة الهيكلية التي قد تكون خشبأً أو غير ذلك، حيث تحافظ المستحاثة على نسيج المادة الأصلية.

ويمكن التعرف على حلقات النمو عند النباتات في مثل هذه الحالة من الحفظ، ويبدو الاستبدال وكأنه حدث بشكل إيوني، مثل ذلك الغابة المتحجرة في أريزونا / أمريكا / سلسلة / وبعض جذع النباتات الكالسيتية المعروفة في ليبيا ( حوض مزوق ).

ز - التفحـم Carbonization: وهو عملية تحول معقدة تصيب البقايا النباتية والتي تحدث في وسط مرجع، وتؤدي إلى وجود البقايا النباتية في الحالة الفحمية كفحم الترب والفحم البني والفحم الحجري شكل (5-2).

ح - المستحاثات الأثرية Trace fossils: هي حفظ آثار نشاط الكائنات الحية على شكل مستحاثات؛ إذ يمكن أن توجد على شكل آثار حركة خاصة بالزواحف العملاقة أو آثار زحف بعض اللاققاريات كمعديات الأرجل أو بقايا مسكن بعض الديدان وغيرها. كما يمكن لآثار الغذاء أن تحفظ بشكلين: كوبروليت Coprolith إذا كان الغذاء على شكل مفرزات برازية كما في فوسفوريت منطقة كرسى في فرنسا، أو على شكل كاستروليست إذا كان يمثل محتوى المعدة من الطعام Gastrolithes.



شكل (5-2) : أوراق نباتية منتحمة

ط - المستحاثات الكيميائية Chemical fossils: وهي بقايا أجسام عضوية عاشت في الأزمان الجيولوجية الغابرة، وأنتجت مركبات كيميائية على شكل حموض أمينية

مثل الألانين Alanin وبعض المواد العضوية الملونة كالبورفيرين Porpherin، إذ عثر على بعضها في البريكمبri، مما يدل على تطور عضوي ما حصل في تلك الفترة.

يــ الأدوات الصوانية: بعد بعض المؤلفين أن الأدوات الصوانية المستخدمة من قبل الإنسان القديم في الرياعي عبارة عن مستحاثات، تم تقسيم الدور الرياعي إلى ثلاثة عصور اعتماداً على تطور هذه الأدوات المرتبط من القديم باتجاه الحديث، وهي:

- العصر الحجري القديم أو الباليوليتic Paleolithic

- العصر الحجري الأوسط أو الميزوليتي Mesolithic

- العصر الحجري الحديث أو النيوليتي Neolithic

#### 5-5-تصنيف المستحاثات :Systematic of fossils

ميز الباحث لينيه Linne في كتابه نظام الطبيعة الوحدات التصنيفية التالية التي

تنقص شموليتها بداعي العالم، وانتهاء باتجاه النوع، ثم الفرد:

-1 العالم، -2 الصف، -3 الرتبة، -4 الجنس، -5 النوع، -6 الفرد.

أما حالياً فتوجد سبع وحدات تصنيفية رئيسة تنقص شموليتها أيضاً من الوحدة الأشمل وهي العالم، وانتهاء بالنوع . نورد هنا الوحدات التصنيفية الرئيسة السبع مع مثال لها من عالم الحيوان:

| الوحدات التصنيفية الرئيسة التسمية اللاتينية مثال من عالم الحيوان |              |         |
|--|--------------|---------|
| Animalia   | حيوان        | Regnum  |
| Chordata   | الحبليات     | Phylum  |
| Mammalia   | الثدييات     | Classis |
| Carnivora  | أكلات اللحوم | Ordo    |
| Canidae  | كلبيات       | Familia |
| Canis  | كلب          | Genus   |
| familiaris   | أليف         | Spezies |

### \* النوع:

يعدُ النوع من أهم الوحدات التصنيفية المستخدمة في تحديد الأعمار الجيولوجية للطبقات.

عرف لينيه النوع بأنه كل كائن حي يصنف في نوع غير متغير ومخلوق منذ بداية الحياة، ويعطي بالتأكيد أفراداًتشبهه.

أما غراسيه Grasse فقد عرفه بأنه عبارة عن مجموعة كائنات ينحدر بعضها من بعض، تكون طوابعها التكيبية متقاربة جداً، ولا تتحقق الأنغال مع الكائنات الأخرى. وأشار إلى التعريف البيولوجي للنوع الباحث May 1967 بقوله: يمثل النوع جماعات تكون بالواقع أو بالإمكان قادرة على أن تتكرر فيما بينها، ولا تكون قادرة على التكاثر مع زمر مشابهة.

يعتمد الباحثون في علم المستحاثات عند تحديد النوع على الصفات المورفولوجية، أي الشكلية للنوع بشكل أساسى، ولا سيما لأنواع المنقرضة منها / غير الممثلة حالياً، إذ يعتمدون بشكل أساسى على القرائن المتعلقة بالأجزاء الصلبة المحفوظة، وفي حال كون النوع معروفاً في العصر الحالى يتم اعتماد الصفات الشكلية تضاف إليها مواصفات الأجزاء الرخوة وغيرها.

لذا لابد من الإشارة إلى ميزات النوع في عالم المستحاثات:

- 1 يعتمد علم المستحاثات على صفات المستحاثة الشكلية لکائن متحجر طرأ عليه كثير من التغيرات، والذي يمثل غالباً بهياكل صلبة أو أجزاء منها حفظت بأشكال متعددة كما ذكرنا.
- 2 لا يمكن حفظ الأجزاء الرخوة بشكل عام للمستحاثة، وقد يكون الحفظ غير كامل.
- 3 تعبّر المستحاثة عن فترة زمنية طويلة جداً بعكس المتعضيات المعاصرة.

#### 5-6- تسمية النوع (بعض القواعد):

إن مهمة الباليونتولوجي وكذلك البيولوجي الأولى هي تحديد النوع ونسمنته، ويعتمد ذلك على قواعد معينة معروفة عالمياً باسم القواعد الدولية للتسمية الحيوانية . (IRZN)

فقد اتفق على أن يتتألف اسم النوع من كلمتين / تسمية ثنائية/ Binomen تدل الكلمة الأولى على الجنس، أما الثانية فتدل على النوع، على أن تكتب الأحرف باللاتينية . تبدأ الكلمة الدالة على اسم الجنس بحرف لاتيني كبير، أما الأحرف الباقية للجنس وكذلك الكلمة الدالة على اسم النوع فهي صغيرة ومائلة، يضاف إلى ذلك اسم الباحث مطلق التسمية وسنة التسمية.

مثال النوع هيمپاستر أورينكانيوس:

## *Hemiasper* *orbignyanus* DESOR

اسم الباحث      كلمة دالة على النوع      كلمة دالة على الجنس

كما يوجد ما يسمى التسمية المفتوحة التي يمكن أن يلجا إليها الباحث عند الحفظ الرديء، أو صعوبة التحديد، وهي تأخذ رموزاً معينة تضاف غالباً بعد الكلمة الدالة على الجنس.

#### 7-5-الشكل النموذجي للنوع:

وهو اختيار نسخة / مستحاثة/ تمثل النوع وإقرارها على أنها المقياس الوحيد للنوع، وهنا يمكن تمييز الحالات التالية:

- الهولوتيب Holotype : شكل نموذجي للنوع عرف منذ البداية على أنه المقياس الوحيد للنوع.

- الـ Lectotype : وهو اختيار نسخة واحدة من نسخ عديدة كانت تعدُّ متطابقة وإقرارها على أنها المقياس الوحيد للنوع.

- النيوتيب Neotype : نسخة لمستحاثة حددت على أنها الشكل النموذجي للنوع تعويضاً عن شكل نموذجي قد يمفقود.

#### 5-8- مراحل دراسة المستحاثات:

- 1- جمع العينات من الحقل، سواء كان من التكتشفات الصخرية أو الآبار .
- 2- استخدام طرائق خاصة في انتشال المستحاثات الكبيرة باستعمال أدوات خاصة، أو إمكانية صب قوالب عنها في حال احتمال تخريبها عند انتزاعها من الرسوبيات.
- 3- عند تحضير العينات بهدف استخلاص مستحاثاتها المجهرية، يتم ذلك بطرائق مختلفة مثل التكسير والغلي بالماء أو بإضافة الماء الأوكسجيني وغيرها، ثم غسلها باستخدام مناشر معدنية خاصة، ثم تجفيفها وتنقيتها تحت المجهر بعد فرش جزء منها على صحن التقنية بواسطة إبرة خاصة، ووضعها في خلايا تصبح جاهزة للتحديد؛ أي التصنيف، أو إطلاق تسمية لها، وذلك باستخدام الأطلس والمراجع العلمية ذات الصلة.

#### 5-9- تطور الكائنات الحية:

تدل دراسة المستحاثات المحفوظة في الرسوبيات والتابعة لأعمراء مختلفة منذ البريكمبري، وحتى العصر الحالي، على أن الكائنات تتطور بشكل مستمر، ويشعب بعضها من بعض، وبمعنى آخر تغير وتبدل بمرور الزمن . إن هذا التبدل ساهم في تأريخ الأرض وفي تحديد العمر النسبي للصخور . وهكذا فإن حدوث التطور واقع في حد ذاته.

يدعى العلم الذي يهتم بالتغييرات التي طرأت على العالم الحي، أسبابها، انعكاساتها وتأثيراتها بعلم التطور Evolution الذي توفرت له المادة الأساسية الدالة عليه وهي المستحاثات .

يخضع تفسير حدوث التطور لنظريات علم الحياة الذي يرى أن للوراثة دوراً في ذلك ؛ إذ إن الصبغيات الوراثية تمكّن من حدوث التغيير.

كشفت المستحاثات مؤخراً عن حقائق عديدة وقائمة جديدة تدعم كلها حدوث التطور، فالمستحاثات تربينا الحقيقة التي كانت فعلاً في الأزمان الغابرة. يؤكد علم المستحاثات من خلال براهينه حدوث التطور، ويقدم الأدلة اللازمة لذلك، وتساهم في دعمها لذلك علوم حالية مثل علم التشريح المقارن Comparative Anatomy وعلم الخلية Cytology وعلم الجنين Embryology وغيرها.

هناك فرضيتان رئيسيتان للتطور؛ الأولى وتدعى فرضية خلق الأنواع التي تقضي بثبات الأنواع وعدم تبدلها؛ أي خلقت منذ البداية كما هي دون أي تغيير وقد أيدتها أرسطو وغيره. والثانية تدعى فرضية التحول، وتنقضي بأن الكائنات تتبدل وتتغير ويشتق بعضها من بعض نتيجة تحولات نطرأ عليها بالتدريج، ويرى مؤيدوها هذه الفرضية أن الكائنات المعقدة أتت من أشكال أقل تعقيداً. لقد أكدت الفرضية الثانية القرابة القائمة بين أشكال الكائنات المختلفة، ولاسيما التي تطور بعضها عن بعض. وهذا لابد أن نذكر لمحه مبسطة عن نظريات التطور:

- أ- اللamarكية: وتنسب إلى لامارك CHEVALIERDE LAMARK 1744-1829/ ويعود حدوث التطور إلى: - الحاجة وعدم الحاجة للأعضاء، فهي تتم إذا كان الكائن يحتاجها وتضرر عند عدم الحاجة إليها، وبالتالي توريث الصفات الجديدة المكتسبة إلى الأجيال القادمة. فتغير الظروف البيئية يمكن أن يضيف للكائن احتياجات جديدة؛ أي خلق أعضاء جديدة؛ أي ظهور أنواع جديدة.
- وهناك اللamarكية الجديدة التي طورها COPE وزملاؤه 1840-1897/ والتي تؤكد أهمية التغيرات البيئية التي تؤدي بالمتغيرات إلى التكيف مع الوسط الجديد، كما أكدت أهمية الانعزال الجغرافي في إحداث تغيرات تؤدي إلى أنواع جديدة. وترفض هذه النظرية فكرة الاصطفاء الطبيعي.
- ب- الداروينية: تنسب للباحث داروين CHARLES DARWIN 1809-/ ويعود أساس التغيرات إلى الاصطفاء الطبيعي، فالعناصر الأقوى هي التي تبقى تتکاثر فيما بينها، ويفادي ذلك إلى تغيرات تكيفية، وبالتالي ظهور أنواع جديدة. كما تُعزى التغيرات إلى التكيف مع البيئة الجديدة والفعل الوراثي الذي يقر بالحاجة أو عدم الحاجة للأعضاء.

نشير أيضاً إلى الداروينية الجديدة العائدة للباحث وايزمان WEISMAN /1883/ وديفريز VRIES /1900/DE التي تقر باستقلال الأصل المنشئ عن الجسم، فالخلود دوماً للأصل المنشئ، والبيئة تؤثر فقط في الجسم، فهي تدين الصفات المكتسبة، وتقر بحدوث الطفرات التي تظهر بصورة مفاجئة في الجماعات، وينتشر ظهورها في الخلايا الجنسية بوصفها المسئولة عن توريث الصفات.

وهنا تثار تساؤلات، أهمها كيف نشأت الحياة على الأرض:

أكملت البحوث وباختصار شديد المعلومات التالية :

- 1- تعود بداية الحياة الميكروسكوبية إلى حوالي 3,3-7,3 مليار عام حسب SCHPF /1975/ فقد كانت البداية عبارة عن خلايا عديمات النوى Prokaryota ، وغيرة وأطلق عليها اسم المستحاثات الكيميائية MOORBAC
- 2- تلا ذلك تكوين الخلايا ذات النوى Eukaryota وفق الباحث SCHPF 1977 وغيره، إذ تمثل هذه المرحلة الخطوة العلمية الهامة لتطور الحياة.

- 3- الخطوة الأهم التي تلت تشكيل الخلايا ذات النوى هي تشكيل كثيرات الخلايا التي يعود عمرها إلى حوالي 1,5-1 مليار سنة حسب الباحث PRASAD 1978 وغيره، وفي هذه المرحلة أصبح إنتاج الأوكسجين ممكناً وشكل حوالي 1% من حجم الغلاف الغازي، وهنا ازدهرت الطحالبيات الزرقاء المخضرة التي شكلت مستعمرات خاصة، ورببت الكلس في أغصيتها على شكل صخور تدعى ستروماتوليت Stromatolithes .
- 4- أخذت الخلايا ذات النوى بالتكاثر فيما بينها، وأدت إلى نشوء وحدات خلايا متعددة قبل حوالي 0,8 مليار سنة، وهذا أدى إلى زيادة سرعة التطور وظهور جلي لكثيرات الخلايا .

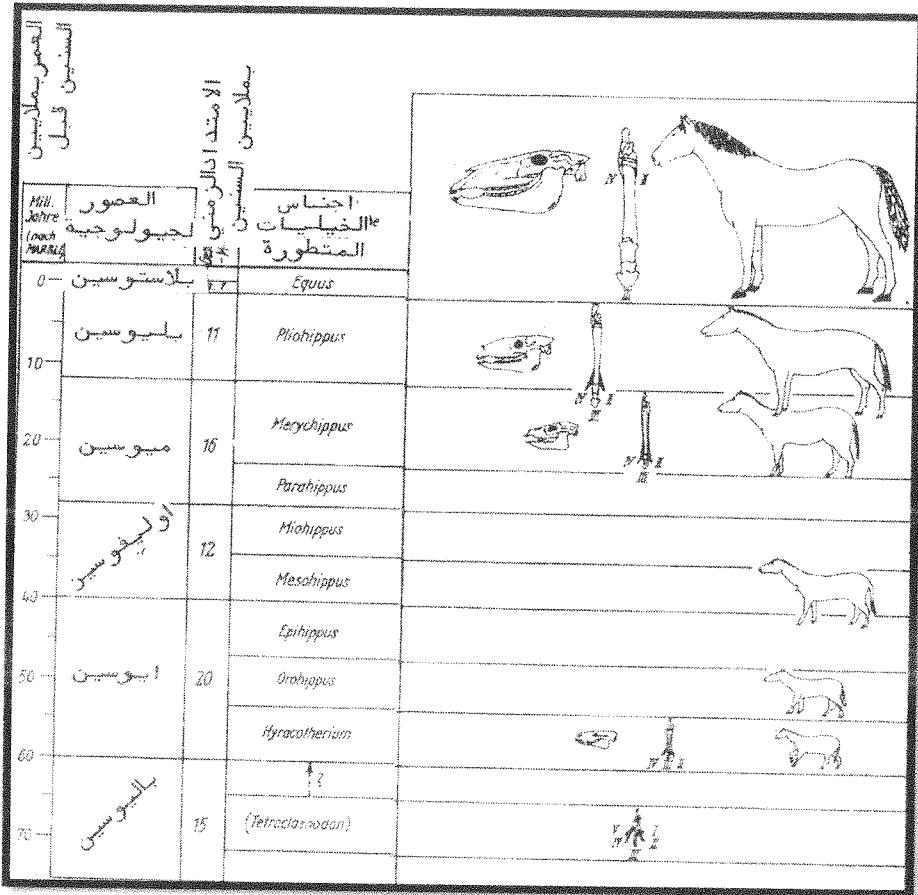
## 5-10-حجج، وأدلة عن التطور:

تنوعت الكائنات الحية بشكل كبير بعد وجود الأوكسجين الذي بدأ نسبته تزداد تدريجاً في الغلاف الحيوي منذ بداية الحقب الأول حتى نهاية الدور الكربوني من الحقب المذكور. وهذا ما أدى إلى تشعب كبير للعالم العضوي الذي شهد تنوعاً كبيراً بدءاً من الكبيري حتى العصر الحالي. نذكر، كأحد الأمثلة على التطور 'ما يسمى التطور الخطبي أو المستقيم' وهو التطور الذي يؤدي إلى ظهور صفة أو صفات جديدة شكلية، أو قد يؤدي إلى تطوير إحدى الصفات الموجودة بزيادة حجمها مثلاً مع مرور الزمن. نذكر من الأمثلة على التطور بعض الحيوانات الفقارية، فالثدييات كانت صغيرة بشكل عام في الحقب الثاني، وتتطور وأصبح أكبرها في الحقب الحديث، بما في ذلك الرباعي.

يعد تطور الخيليات والخرطوميات أمثلة نموذجية على التطور الخطبي؛ إذ يلاحظ زيادة حجمها وزيادة درجة تخصص بعض أعضائها بمرور الزمن.

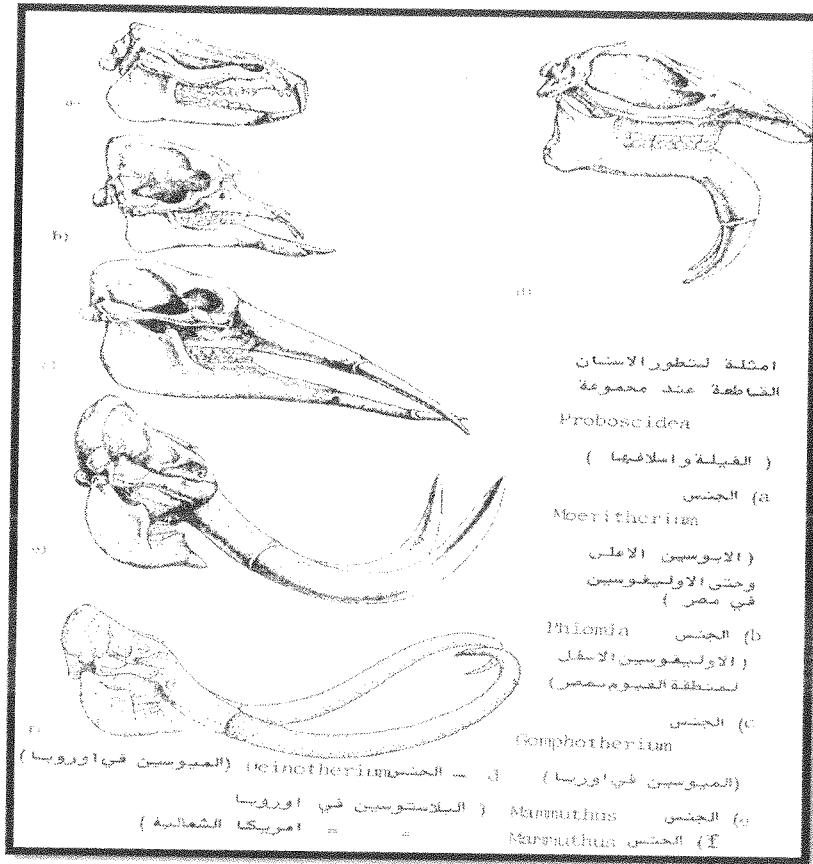
**تطور الخيليات:** في بداية الإيوسين كانت الخيليات صغيرة بحجم الهر الحالي، وفي الإيوسين الأوسط أصبحت بحجم الثعلب الحالي، وأخذ حجمها يزداد تدريجاً إلى أن وصلت إلى حجمها الحالي.

وفي الوقت نفسه رافق ذلك تطور أسنانها، فقد كانت من آكلات الأعشاب واللحوم، ثم تكيفت أسنانها لتصبح من آكلات الأعشاب فقط. كما رافق ذلك تطور الأطراف، ولاسيما من حيث عدد الأصابع، فبينما كانت أشكالها الأولى تملك 5/أصابع أي (1، 2، 3، 4، 5) لوحظ في فترة تطورية /الباليوسين/ ضمور الإصبع رقم 1/ ورقم 5/ ثم تطور الإصبع الثالث على حساب الإصبع رقم 2 والإصبع رقم 4؛ إذ أصبح الإصبع الثالث هو العضو الوظيفي في المشي الذي يستند إليه الحيوان ليتحول الإصبع الثاني والرابع إلى بقايا أصابع ضامرة على جنبي كل طرف، وهذا يلائم الجري السريع، ومنه نستنتج أن الأشكال الأولى كانت بطيئة الجري نسبياً. ويبدو أن الظروف البيئية المتغيرة وطبيعة العيش هما السبب في تغير الصفات الخاصة ببعض الأعضاء بحيث يتوافق ذلك مع الظروف الجديدة لهذه الحيوانات، شكل (3-5).



شكل(5-3): تطور الخيليات في العقب الحديث

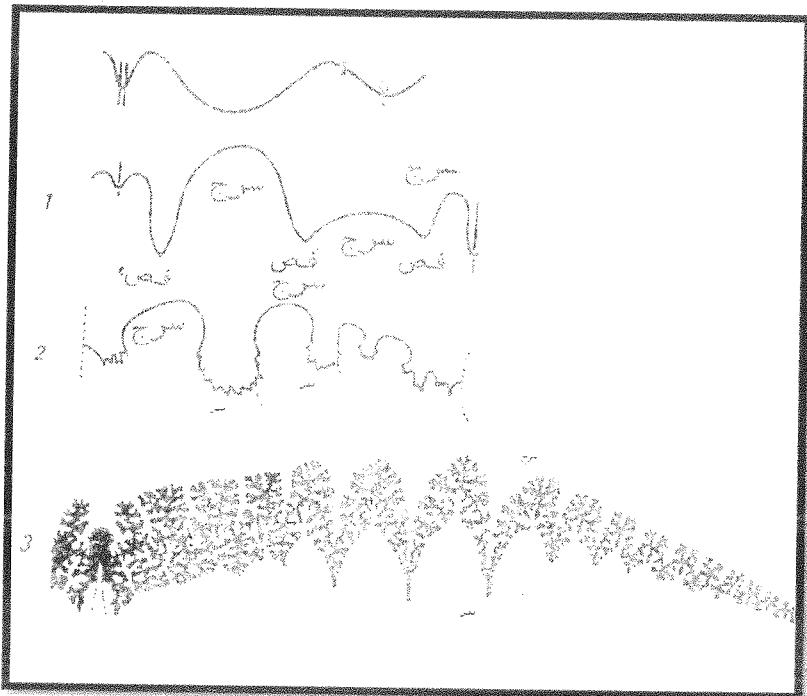
**تطور الخرطوميات:** تطورت الأسنان عند الخرطوميات التي كانت تمثل قواطع في الأشكال البدائية إلى ما يسمى الأسنان الدفاعية ؛ إذ ازداد حجم الأسنان أيضاً بمرور الزمن. يلاحظ هنا تطور الأسنان القاطعة بدءاً من الإيوسين الأعلى حتى الأوليغوسين الأسفل، تتطاول مقدمة الجمجمة ويزداد حجم الأسنان على حساب هذا التطاول، وتصبح الأسنان كبيرة ومنحنية. فالأسنان في البداية استعملت للحفر بهدف الحصول على جذور النباتات على ما يبدو، ثم تطورت هذه الوظيفة لتصبح دفاعية بالدرجة الأولى بدليل انحنائها للأعلى والخلف غالباً. شكل (4-5) .



شكل (5-4): تطور الأسنان والجمجمة عند الخرطوميات

إن الحيوانات اللافقارية يمكنها أيضاً أن تبدي مثل هذه الصفات التطورية؛ فالأمونيات - وهي رأسيات أرجل ظهرت في السيلوري الأعلى وانقرضت في نهاية الكريتاسي - ظهرت بأشكال صغيرة القد/7,5 سم بشكل عام / أشكال الديفوني والكريوني مع ملاحظة بعض الشواذ، ثم ازداد متوسط قدمها حتى/20/ سم في الترياسي ليصبح متوسط قدمها (قطرها) أكبر في الجوراسي والكريتاسي، ويصبح بعضها عملاً/1,20/ م لا بل وصل قطر قوقة أحد أنواع الجنس *Pachydiscus* إلى 255 سم. وقد رافق ذلك أيضاً تعقيد ما يسمى الخط الدرزي للقوقة / الذي هو بالتعريف الأثر الذي تتركه الحاجز الخاصة بالوقعة على السطح الداخلي لها، وهو يُرى بعد إزالة الطبقة الخارجية، شكل .(5-5)





شكل (5-5): تطور الخط الدرزي عند الأمونيات بمرور الزمن. : 1 = النمط الغونياتي، 2 = النمط السيراتيتي، 3 = النمط الأمونيتي

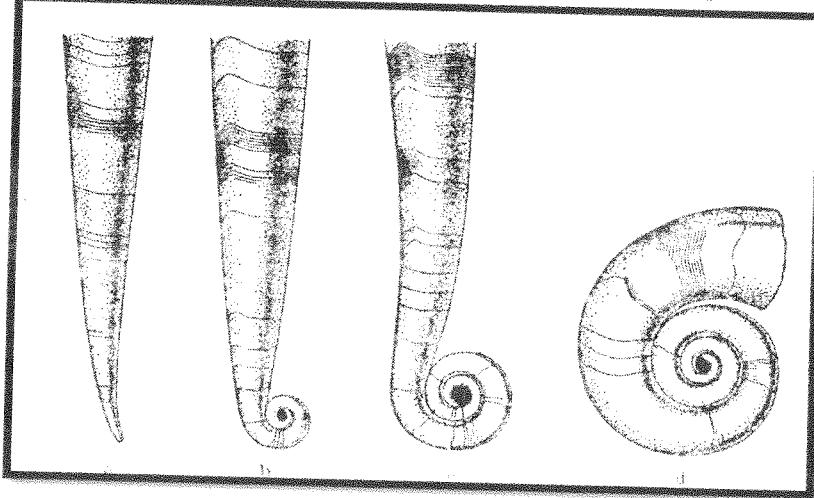
فقد تطور الخط الدرزي مع الزمن؛ إذ كان بسيطاً في الأشكال البدائية (الدور الديفوني) ثم وصل إلى درجة تعقيد قصوى في الحقب الثاني (تربياسي - كريتاسي). هذا ويمكن تقسيم الدروز عند الأمونيات (*Ammonitidea*) إلى ثلاثة أنماط رئيسة وفقاً لدرجة زمن تطورها . شكل (5-5):

-1- النمط الغونياتي : معروف عند مستحاثات الأمونيات / مجموعة غونياتيدا *Goniatitida* المعروفة في الديفوني وحتى البرمي من الحقب الأول وهو أبسط الأنماط، إذ بقيت السروج والفصوص الخاصة بالخطوط الدرزية ملساء وقليلة التغاريح.

-2- النمط السيراتيتي : معروف عند السيراتيدا *Ceratitida* ويميز الدورين البرمي من الحقب الأول والتربياسي من الحقب الثاني، وهنا أصبحت الإنثناءات المسممة فصوصاً أكثر تعقيداً بتننتها، وبقيت السروج دون تتننات.

-3- النمط الأمونيتي : يصادف عند الأمونيتيدات Ammonitidaa مستحاثات الأمونيات التابعة للترি�اسي وحتى الكريتاسي ، وهنا أضحت السروج والفصوص الخاصة بالخطوط الدرزية أكثر تنسنا وأكثر الأنماط تعقيدا.

وهناك مثال على تطور الانقاف الخاص بالقوعة عند بعض أشكال النوتيليات Nautiloidea من رأسيات الأرجل كما في الجنس Lituites الذي عرف في الأوردوفيسى الأسفل في إسكندينافيا ، حيث بدت أشكال قواعده شبه مستقيمة في الطبقات السفلية القديمة ، وأخذت تلتفت بالتدرج مع مرور الزمن إلى أن أصبحت ملتفة بشكل حلزوني بالكامل في الطبقات العليا الأحدث . شكل (6-5) .



شكل (5-6): تطور الانقاف لقوعة الجنس *Lituites* في الأوردوفيسى الأسفل الإسكندنافي / أمريكا. الشكل a وجد في الطبقات الأقدم . أما الشكل d الملتف بالكامل فوجد في الطبقات الأحدث .

ومن المفيد أن نذكر أن الزواحف ظهرت بأشكال صغيرة وبدائية في الكربوني ، ثم تطورت وزادت بشكل كبير في الحقب الثاني ، ولاسيما دورى الحوراسى والكريتاسي ، حيث ظهرت الأشكال العملاقة ، أو ما يسمى الديناصورات التي انقرضت في نهاية الحقب الثاني .

توجد أمثلة كثيرة أيضاً من المستحاثات المجهرية ونكتفي بذكر ما سبق .

لم يقتصر الأمر على تطور العالم الحيواني، إنما توجد حجج وأدلة كثيرة من العالم النباتي، وهنا نفضل التكلم بصورة عامة على تطور هذا العالم: فقد ازدهرت النباتات البذرية في الحقب الأول / السرالكس البذرية وغيرها/ التي تطور عنها نباتات الجنكو Ginkyoules ثم تطورت عن ذلك المخروطيات التي استمرت إلى الآن، مثل الصنوبر والأرز والشوح وغيرها.

ظهرت النباتات الراقية بدءاً من الدور الجوراسي، منها: كاسيات البذور Angiosperms، هنا توجد البوياضات ضمن المبيض وأوراقها متعددة وجذورها متطرفة، مثالها النخيل والدلب والزان وغيرها. تمثل كاسيات البذور حالياً بمجموعتين: الأولى أحادية الفلقة والثانية ثنائية الفلقة. شكل (21-5). وهكذا نرى أن تطور العالم النباتي كان يسير بشكل مواز لتطور العالم الحيواني.

#### 5-11- المستحاثات المرشدة وصفاتها:

يؤدي النوع كوحدة تصنيفية الدور الأكبر في وضع سلم طبقي دقيق، ويمكن للوحدات التصنيفية الأشمل من النوع كالجنس وغيرها أن تؤدي دوراً مشابهاً، شرط العيش في زمن قصير لمثل هذه الأشكال الأخيرة. يؤدي التوزع العمودي القليل أي اقتصار وجود المستحاثة على طبقة أو عدة طبقات دوراً كبيراً للأهمية في وضع السلم الزمني الخاص بالمنطقة المدرسة. ومن هنا بدأ التمييز بين المستحاثات التي تتغير أو تتطور أو تفرض مع مرور الزمن، وتلك التي لم تصبه تغيرات تذكر.

اتفق العلماء على تسمية الأشكال المستحاثية الحيوانية والنباتية المعتمدة في تحديد أعمار الطبقات الحاوية عليها بالمستحاثات المرشدة أو الدالة Guide Fossils وهي المستحاثات التي تتصف بالآتي:

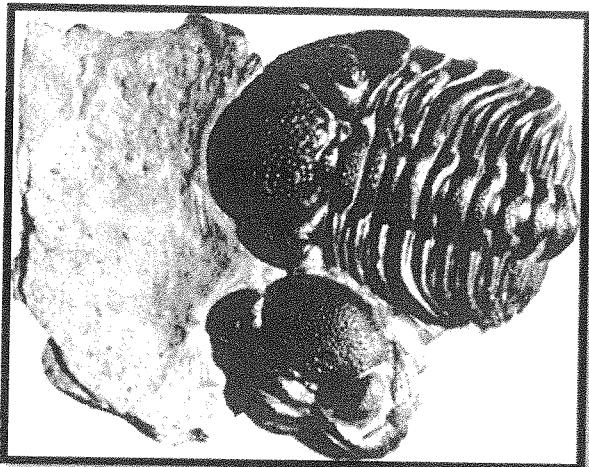
- 1- العمر القصير؛ أي توزعها العمودي في المقطع يجب أن يقتصر على طبقة واحدة أو عدة طبقات.
- 2- الأعداد الوفيرة لتأمين دقة تحديدها.
- 3- الانتشار الأفقي الواسع لها؛ أي وجودها في مناطق جغرافية واسعة.
- 4- ألا يتطلب وجودها سخنة معينة قدر الإمكان؛ أي وجودها في نماذج متعددة من الصخور الرسوبيّة.

5- سهولة التعرف عليها، وهذه الصفة تساهم في كشف المستحاثات المرشدة التي نقلت، وتوضعت في أحواض ترسيب أحدث من تلك التي وجدت فيها عند طمرها لأول مرة بالرسوبيات، وهذا يحتاج إلى مزيد من الخبرة، وقد يعُد تحديد العمر الصحيح للتوضع المدروس.

6- التوزع الشبه المتساوي لها في الطبقات الحاوية عليها على المستوى الإقليمي. إن هذه الشروط أو الصفات لا تتحقق دوماً معاً، إلا أنها جمِيعاً من صفات المستحاثة المرشدة، إن الاعتماد على المستحاثات المرشدة سمح بإقامة العمود الطبقي أو ما يعرف بالسلم الزمني بدءاً بالكمبرى وحتى العصر الحالى، فعلى سبيل المثال لا الحصر، حُدد الحقب الأول بناءً على ظهور ثلاثيات الفصوص في بدايته وانقراضها في نهاية شكل (5-8)، كما أن الحقب الثاني بدأ باختفاء المجموعة المذكورة وانتهى با Pancras الأمونيات من رأسيات الأرجل، وباختفائتها بدأ حقب الحياة الحديثة، الذي ازدهرت فيه المنخربات البلانكتونية / الطافية / والقاعدية العملاقة كالنمولييت . شكل (5-9) وخفيات الألماح من النباتات، يضاف إلى ذلك التنوع الكبير الذي أصاب صفيحيات الغلاصم ومعديات الأرجل / بطنيات القدم فقد بلغتا ذروة ازدهارهما في العصر الحالى.

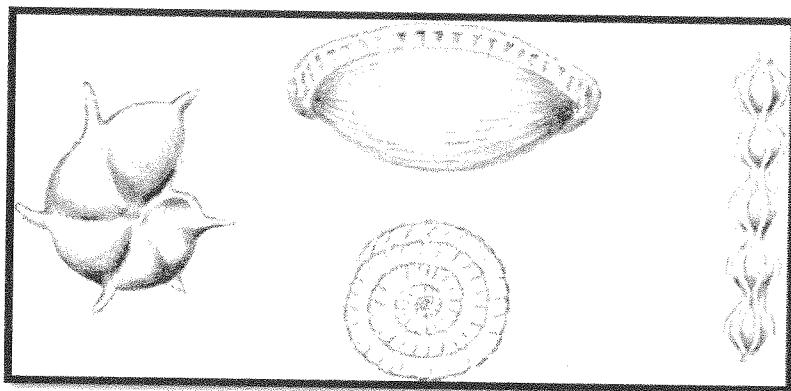
#### 5-12-5- التجمعات المستحاثية:

يمكن العثور على المستحاثات في الطبقات الرسوبيَّة المُؤلفة من الحجر الكلسي والغضار والرمل والمارن وغيرها. وبصورة أدق تكون المستحاثات غزيرة نسبياً في الصخور ذات المنشأ البحري، وأقل غزارة في رسوبيات البحيرات والمياه العذبة والدلتات النهرية والسهول الفيضية.



شكل (5-8) : أحد أشكال ثلاثيات الفصوص الجنس فاكوبس / Phacops المرشدة للتوضيعات / سيلوري - ديفوني أعلى/.

### *Alveolina* ألفيولينا *Nodosaria* نودوزاريا



### *Hantkenina* هانتكينينا *Nummulites* النمولييت

شكل (9-5) : أشكال تخطيطية لبعض مستحاثات المنخربات المرشدة.

تغزّر المستحاثات بشكل أوضح في الرسوبيات البحريّة المتشكّلة في المياه الضحلة، أي المياه التيريتية التي لا يتجاوز عمقها 200 م.

إن النسبة الكبيرة من المستحاثات توجد غالباً في الأحجار الكلسيّة، لابل قد تتألف هذه الأحجار الكلسيّة من هياكل مستحاثة لبعضيات كلسية الهيكل، و يطلق عندها على الصخر تسمية : حجر كلسي قوقي كمثال إذا كان في معظمها مؤلفاً من قواع الرخويات.

قد نجد غزارة للمستحاثات أيضاً وجيدة الحفظ في صخور الغضار أو الغضار الصفيحي، ولا سيما مستحاثات الكائنات السابحة / مجهرية وجهرية / . لكن قد تكون المستحاثات محفوظة بشكل سيء أيضاً نتيجة ما يسمى الدياجنزيز المستحاثي والذي يعرف بأنه محمل العمليات التي تطرأ على الهياكل المدفونة داخل الرسوبيات، الذي يؤدي إلى إحدى طرائق الحفظ بحيث تتلاعّم مع الظروف الجديدة للمحيطة؛ أي الضغط وزوال الماء والانحلال وإعادة التبلور والحرارة، بمعنى آخر تحول الهيكل الصلب إلى متوجّرة / مستحاثة/.

تكون التوضّعات الرملية ذات المنشأ القاري شبه خالية من المستحاثات، عكس الرمال البحريّة المنشآ.

ومن المعروض أنه كلما كانت الرسوبيات أكثر نعومة كانت إمكانية الحفظ أكبر وأجود . والسبب يعود إلى أن الرسوبيات الدقيقة الحبات تقوم بعزل الهيكل عن الماء الغني بالأوكسجين، مما يمنعها من عمليات التحلل، أو يقلّلها جداً.

كما ونذكر أن هياكل الكائنات البالغة أكثر حظاً في الحفظ من البرقية لكون الأخيرة هشة. كما أن حجم المستحاثة يؤدي دوراً هاماً في سرعة تغطيتها بالمادة الرسوبيّة، وبالتالي عزلها عن تأثيرات الوسط المحيطي. فالهيكل الدقيق أو المجهري أكثر أهلية للحفظ من الهيكل الجهري بسبب تغطيته بشكل أسرع من الكبير بالرسوبيات، فالمستحاثات المجهرية تحتاج إلى كمية رسوبيات أقلّ كي تدفن .

كما أن الكائنات التي تعيش على القاع تعيش بأساليب متعددة، فمنها ما يعيش فوق الرسوبيات ويكون متحركاً Vagile أو متثبتاً Sessile عليها في حال القاع

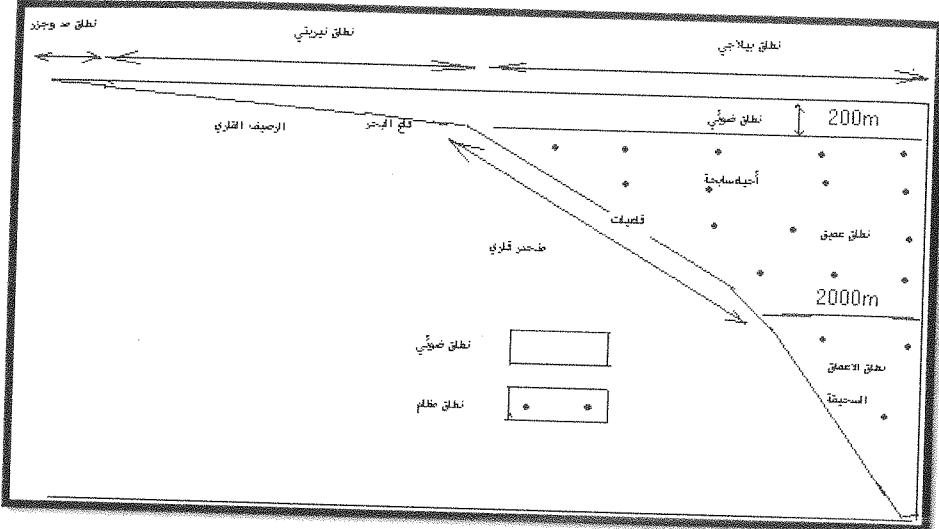
صلباً ومنها ما يدفن جسمه داخل الرسوبيات بواسطة أعضاء خاصة / نسالة،  
فوجوة، أو مصراع وغيرها.

نستنتج أن بيئة الكائنات هي أهم عنصر لتحول الكائنات الموجودة فيها إلى  
مستحاثات، وبالتالي حفظها بعضها مع بعض . ومن هنا تأتي أهمية التعرف على أنماط  
البيئات البحريّة وجود الكائنات فيها، وبالتالي مبررات حفظها معاً بعد موتها على شكل  
تجمعات مستحاثية.

يمكن إيجاز النطاقات البحريّة وجود الأحياء فيها بالآتي. شكل (10-5):

1- النطاق الضحل Neritic zone: يشمل الرصيف القاري وحتى عمق 200 م  
ومتوسط عرض النطاق حتى 75 كم. إن امتداد هذا النطاق في عرض البحر  
بحيث لا يتجاوز العمق أيضاً 200 ميدفع النطاق البيلاجي المحيطي  
Oceanopelagic zone والذي تعيش فيه أغلب الكائنات السابحة والطافية .  
وتنتَّوا في هذين النطاقين معظم عوامل الحياة، مثل الضوء والأوكسجين والحرارة  
والغذاء وغيرها، وبالتالي إمكانية التعرف في رسوبيات مثل هذا النطاق على معظم  
التجمعات المستحاثية التي تضم الرخويات بأنواعها وشوكيات الجلد وعنصريات  
الأرجل والمرجانيات والمنخريات والأوستراكودا، وغيرها، كامثلة على ذلك.

2- النطاق العميق Bathyal zone : وهو المنطقة من القاع التي يتَّأرجح عمقها  
بين 200 م و حوالي 3000 م، وتشمل غالباً ما يسمى المنحدر القاري، وتغيب  
هنا معظم عوامل الحياة كالضوء والغذاء والأوكسجين وغيرها، وبالتالي تكون  
الرسوبيات تكون فقيرة بالأشكال القاعية . يطلق على امتداد هذا النطاق أي مابين  
العمق 200 م و 3000 م باتجاه عرض البحر اسم نطاق المياه البيلاجية العميقة  
Bathypelagic zone والكائنات فيه قليلة، إلا التي تكيفت للعيش في هذا  
الوسط، حيث تحفظ في الرسوبيات إلى جانب كائنات النطاق البيلاجي المحيطي  
السابق الذكر.



شكل (5-10) : أنماط البيئات البحرية

3-نطاق الأعماق السحيقة أو الشديدة العمق Abyssal zone: عمقها قد يزيد على 5500 م وشروط الحياة فيها معدومة تقريباً، وتحفظ في رسوباتها مستحاثات تعيش في طبقات المياه العليا التي تسقط باتجاه القاع بعمومتها، ولا سيما الكائنات ذات الهياكل المضلية. يطلق على نطاق الكائنات الساحبة في مثل هذه الأعماق اسم نطاق المياه البيلاجية الشديدة العمق Abyssalpelagic zone.

4-كما تجدر الإشارة إلى وجود نطاق الحفر المحيطية Hadal zone والذي تكون فيه شروط الحياة معدومة.

يطلق على المستحاثات المدفونة معاً في رسوبات معينة تابعة لفترة زمنية ما بجماعات الموت معاً، أو ما يسمى / تاناتوسينوسيس Thanatocoenosis ، وتختلف هذه التجمعات في تشكيلها، ويرجع هذا إلى عوامل نقلها المتعددة والأوسع التي عاشت فيها وتغيرات عوامل البيئة.

يطلع أسباب وجود هذه التجمعات بالاحتمالات التالية:

- 1 إما أن تكون حفظت في مكان عيشها؛ إذ كانت تعيش معاً في بيئه واحدة، وطرأ تغير بيئي ما أدى إلى موتها ثم دفنتها معاً. وقد تشكل أرصفة خاصة

كالمرجانيات التي شكلت أرصفة مرجانية أو تشكل طبقة خاصة بها، كما هي الحال في صفيحيات الغلاصم المتباعدة بأحد المصراعين على القاع الصلب، مثلها طبقة الروديست Rudista المعروفة في تشكيلة صلفة، والتي تمثل أعلى طابق الأليان من الدور الكريتاسي الأسفل.

-2 - وإنما أنها تعرضت للنقل بعد موتها إلى مسافة قصيرة أو بعيدة عن أماكن عيشها إذ توافرت ظروف معينة لنقلها وترسيبها ببعضها بجانب بعض لتتضمّن معاً.

-3 - وإنما أنها قد تكون طمرت في أماكن موتها، إلا أنها تعرضت للنقل في الحالة الحية إلى وسط عدائي أو غريب / مثلًا ملوحة عالية، أعماق أكبر . . . . لتموت معاً وتتضمّن معاً.

-4 - يطأ على هذه المستحاثات في كل الحالات ما يسمى عمليات الدياجنيز المستحاثي الذي يؤدي إلى حالات حفظ متعددة.

### 5-13- الانقراض :

أولى العلماء، ولا سيما الباليونتولوجيون المجموعات الحيوانية المنقرضة اهتماماً خاصاً منذ القديم، وقد بُنيت أساطير كثيرة حولها. فانقراض الديناصورات على سبيل المثال اهتمت فيه صناعة السينما كما في فيلم/ حديقة الجوراسي/ الذي دار فيه صراع بين تلك الزواحف المربعة العملاقة والإنسان، على الرغم من انقراض هذه الحيوانات قبل ظهور الإنسان بحوالي 65 مليون سنة.

ماذا يعني الانقراض : هو موت نوع معين أو مجموعة معينة / صف - رتبة - جنس . . . . إلخ/ من الكائنات الحية دون أن تترك أخلفاً لها، ويستدل على ذلك من بقاياها المحفوظة في الصخور الرسوبيّة على شكل مستحاثات .

يحدث هذا الموت سواء كان فردياً أو جماعياً نتيجة تغيرات بيئية تطرأ على الوسط أو الغلاف الحيوي/Biosphere/. يمكن لهذه التغيرات البيئية أن تحدث على مستوى محلي أو إقليمي، وحتى على صعيد الغلاف الحيوي ككل في فترة زمنية معينة، وهذا ما تؤكده الدراسات واللقمي المستحاثية.

فالتغيرات البيئية يمكنها أن تؤدي إلى اختفاء جماعات بالكامل حيوانية أو نباتية وكذلك إمكانية تطورها ببعضها عن بعض، أي ظهور أجيال جديدة مختلفة كثيراً أو قليلاً عن أسلافها، وهذا أدى إلى حدوث التطور الذي تحدثنا عنه سابقاً كما في تطور الخيليات. فاللقي المستحاثية الخاصة بالحصان مرتبطة من الناحية التطورية ببعضها البعض من حيث تغير صفات معينة لها علاقة بالحجم وعدد الأصابع وغيرها، وهذا ما يُعرف بالانقراض الرائق.

ولكن ما أهم أسباب الانقراض التي أوردتها معظم الباحثين:

1- التغيرات التي تصيب تركيب الغلاف الجوي.

2- تغيرات في درجات حرارة المياه البحرية أو الهواء الجوي.

3- تغيرات تصيب تركيب المياه البحرية.

4- تشكُّل الجليدات والتغيرات المناخية المرافقة.

5- الأشعة الكونية المؤذنة.

6- تأثيرات لها صلة بانقلاب الحقل المغناطيسي الأرضي، وتتأثر ذلك في طبقة الأوزون.

7- تغيرات تصيب مستوى سطح البحر زيادة أو نقصاناً، وهذا ما يسببه نهوض السلاسل الجبلية، كالسلسلة الكليدونية في الباليوزوي الأدنى، والسلسلة الهرسنية في الباليوزوي الأعلى والسلسلة الألبية في الحقب الثاني والحادي.

8- غزارة الاندفادات البركانية وما تتفشى من أبخرة وغازات سامة وتأثيراتها في تغيير البيئات.

9- تغذى بعض الأحياء الراقية على أحياe أخرى أقل رقىً وتنافس فيما بينها.

10- أسباب كونية كسقوط النيازك وغيرها.

11- تغذى بعض الأحياء على مفرزات تتassالية لأحياء أخرى، أو التغذى على بيضها، كالتهم بيض بعض الحيوانات كالزواحف من قبل حيوانات أكثر رقىً كالثدييات.

12- تغيرات في درجات الملوحة والحموضة الخاصة بالمحيطات.

يبدو أن فترات الانقراض كانت متواترة خلال التاريخ الجيولوجي، فكل دور يتبع الحقب الأول أو الثاني أو الحديث انقرضت في نهايته مجموعات حيوانية أو نباتية،

كما أن كل دور أطلق عليه تسميات ذات صلة بصرخوه التي تخصصت بأنواع معينة من المستحثات تميزه.

وهنا نود أن نورد كمثال الأسباب المحتملة التي أدت إلى انقراض الديناصورات على حدود الحقب الثاني مع الحدث (الكريتاسي - الباليوجين).

تشير معظم الدراسات الباليونتولوجية إلى حدوث كارثة كبرى أصابت العالم الحي في نهاية الكريتاسي الأعلى، ولكن ما هذه الحادثة، وما أسبابها التي أدت إلى هذا التغير البيئي الجذري وانقراض معظم الأحياء ومنها الزواحف العملاقة؟

توجد محاولات عديدة لتفسير وشرح التغيير البيئي الحاصل وأسبابه في تلك المرحلة، وسنركز على وجهة النظر الأكثر قبولاً حالياً وهي حصول أسباب كونية / كوارث / أدت إلى ذلك.

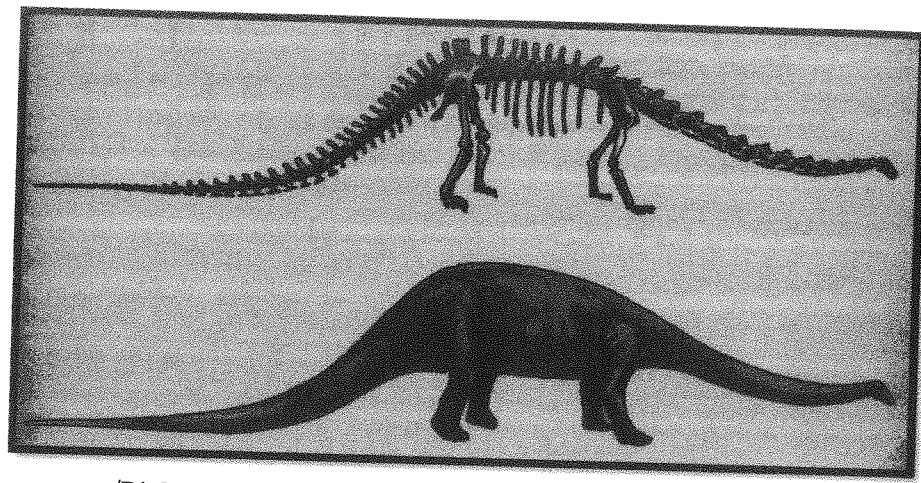
#### الاحتمال الأول:

فكرة العلماء بعوامل خارجة عن خالق الأرض أدت إلى تغيير مناخي وبيئي كبيرين ويشكل كارثي أثرت في الأحياء التي كانت تقطن الأرض في أعلى الكريتاسي الأعلى أي قبل حوالي 65 مليون سنة تقريباً.

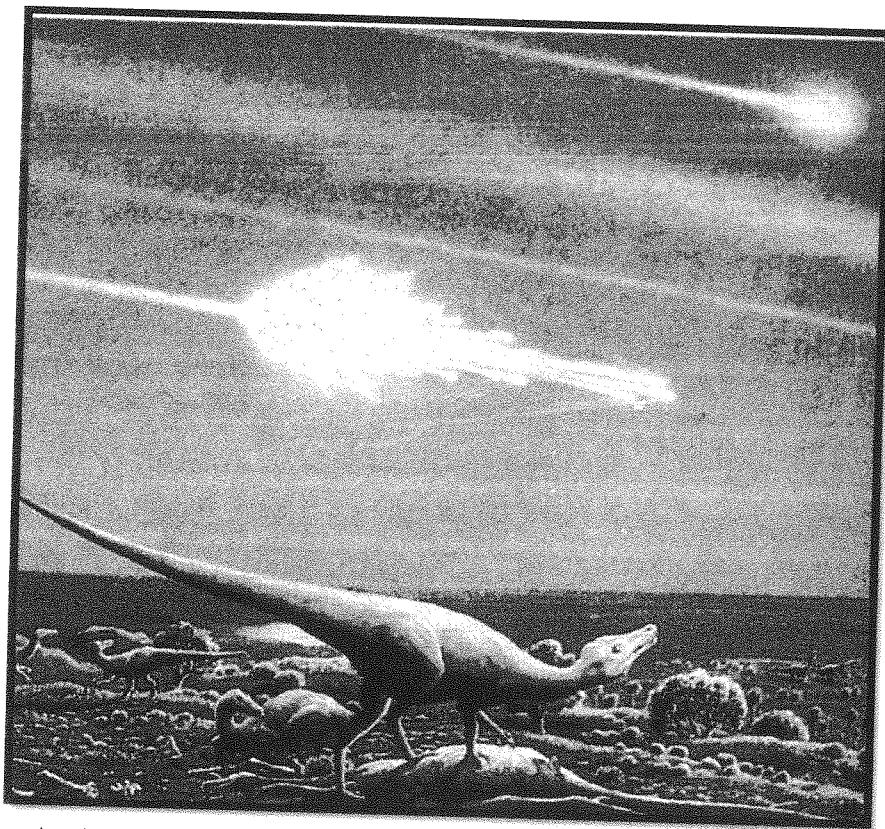
أثبتت العلماء أن انفجار إحدى شموس درب التبانة يمكن أن يؤثر في الأغلفة الجوية للأرض كطبقة الأثير / أيونوسفير /، وهذا يؤدي في حال حدوثه إلى تشكيل الجليد المتبلور في أعلى الغلاف الجوي، مما قلل من وصول أشعة الشمس إلى الأرض لفترة زمنية كبيرة، وبالتالي سيطرة عصر جليدي كنتيجة لهذا الانفجار، وأثر ذلك في معظم الكائنات ومنها الديناصورات التي كانت بغالبيتها ذات حرارة متبدلة، وأدى ذلك إلى موتها وانقراضها. شكل (11-5).

#### الاحتمال الثاني:

إمكانية اصطدام نيزك ما بالأرض في نهاية الكريتاسي وهو افتراض أكثر قبولاً، والذي فسر بالآتي وفق الباحثين Luis Alvarez و ولده الجيولوجي Walter Alvarez من جامعة بركلري شكل (12-5) :



شكل ( 5-11 ) : يمثل أحد أجناس الديناصورات / الجنس /Diplodocus



شكل ( 5-12 ) : شكل تمثيلي يوضح فرضية ارتطام نيزك ما بالأرض ، مما سبب انقراض الديناصورات

- 1 نتتجت من الاصطدام سحابة غلت الأرض، وأدت إلى ظلام دامس، ما أدى إلى ضياع القسم الأكبر من أشعة الشمس، وقد إلى فترة تبريد طويلة على سطح الأرض، وأثر ذلك في الأحياء ومنها динاصورات.
- 2 رأى بعض الباحثين أن ضياع أشعة الشمس قاد إلى موت النباتات الخضراء والحيوانات الطافية، وبالتالي كل الأحياء التي كانت تتغذى عليها، فقد تراجعت حرارة المحيطات إلى حوالي 8/ درجة مئوية، واستمر ذلك مئات السنين.
- 3 إن موت النباتات الخضراء أدى إلى نقص كبير بالأوكسجين وزيادة مفاجئة لغاز ثاني أكسيد الكربون في طبقة الهواء نظراً لغياب الضوء.
- 4 إن التساقط المفاجئ للسحب الصخرية الناجمة عن الاصطدام أدى إلى وصول أشعة الشمس بشكل قوي جداً، ولكن بدون الأشعة تحت الحمراء، وهذا ما جعل الأرض شبيهة بالبيت الزجاجي، تسمح لأشعة الشمس بال النفاذ دون العودة، وبالتالي حدوث عمليات تسخين كبيرة جداً على الأرض أدت إلى مشكلات غذائية عديدة طالت معظم الأحياء، ومنها динاصورات.

حاول الباحثون إثبات ذلك بالبحث عن أدلة يجب أن تتوافر على حدود الكريتاسي - الباليوجين، ونتيجة البحث تم اكتشاف بلورات مجهرية كوارتزية يصل طولها الأعظمي إلى 300/ ميكرون، تشبه جداً بلورات الكوارتز الموجودة في فوهات الحفر الناجمة عن اصطدام نيزك بسطح الأرض، مثل فوهة /Clear Water Lake / وغيرها، وهي بلورات أرضية المنشأ تبدي عيوباً في بنيتها البلورية بتأثير التحول الصدمي، وتنشأ نتيجة تعرض الصخور لضغط شديدة مفاجئة ؟ أي حصول عمليات صدم عنيفة أصابت الكرة الأرضية في تلك الفترة.

كما أن وجود المغنتيت النikelí الناجم عن اصطدام نيزك بسطح الأرض على حدود الكريتاسي - الباليوجين - الذي يوجد على شكل قشرة رقيقة جداً ميكرونية وتشكل فقط عند مرور نيزك بالغلاف الجوي - دليل على صحة هذا الاحتمال. إن مثل هذه

النيازك مازالت تتتساقط، ولكن بحجم وأوزان صغيرة جداً على الأرض والقمر وكواكب أخرى من المجموعة الشمسية، وقد تم التعرف - ولكن ليس بشكل كامل ودقيق - على فوهات الاصطدام النيزكي في معظم القارات / 95 فوهة، ولكن بعضها مملوء بالحديد وبعضاً اختفى نتيجة التكتونيك الصفيحي .

أثبت العلماء أيضاً وجود أطنان من عنصري الإيريديوم / Iridium / والأوسميوم / Osmium / وهما من فصيلة البلاطين ؛ أي وجود غزير لهما على حدود الكريتاسي - الباليوجين، يدل وجودهما بهذه الغزارة على أن مصدرهما لا أرضي، فهذان العنصران معروfan بشكل غزير في الصخور ذات الأصل النيزكي.

وباختصار فقد أخذ معظم العلماء بهذه الأفكار لوجود ما يلي من العناصر في الرسوبيات على حدود الكريتاسي - الباليوجين:

1- الإيريديوم والأوسميوم بكميات غير اعتيادية في تلك الفترة.

2- الكوارتز المصدوم.

3- المغنتيت النikelكي على شكل غشاوات رقيقة علماً بأنها تتشكل فقط في حالة دخول النيزك الغلاف الجوي.

#### 14-5 أمثلة نموذجية عن المستحاثات:

يقسم العالم الحيواني إلى قسمين رئيين :

1- الحيوانات اللاقارية Invertebrata أي التي لا تملك عموداً فقارياً .

2- الحيوانات الفقارية Vertebrata أي الحيوانات المزودة بعمود فقاري.

يعتمد التصنيف الحيواني على مجموعة من الصفات تعدُّ الأساس في التصنيف أهمها: - الصفات الشكلية - الصفات الفيزيولوجية - الصفات البيئية والطبائعية، ولكن أبرز الصفات المعتمدة في تصنيف الحيوانات هي:

أ- وجود أو غياب العمود الفقري.

ب- كون الحيوان وحيد الخلية أو كثير الخلية.

ج- تناطر الحيوان ونمط التناطر.

د- وجود التقوب ووظائفها.

هـ- وجود الجوف العام أو فدائه.