فرضية الزحزحة القارية ونظرية الاطباق التكتونية

Continental drift hypothesis and Plate Tectonic theory

فرضية الزحزحة القارية Hypothesis of Continental Drift

In 1915 an eccentric German geologist Alfred Wegner Proposed the hypothesis of continental drift.

فرضية الزحزحة القارية Continental drift hypothesis

في عام 1915 اقترح الجيولوجي الالماني الفريد فكنر فرضية الزحزحة القارية Continental drift التي تفترض بأن القارات جميعها كانت مرتبطة مع بعضها بقارة واحدة عظيمة واحدة أسمها البانجيا Pangaea ثم تكسرت هذه القارة فيما بعد إلى قطع صغيرة متعددة وابتعدت عن بعضها البعض مكونة القارات التي نراها اليوم.

البانجيا Pangaea: هي القارة العظمى في فرضية الزحزحة القارية وتعني الارض جميعها.

Continental Drift: Hypothesis that proposed that the continents had all been joined together to form one "Supercontinent", the supercontinent broke into pieces and drifted apart forming the modern continents.

Pangaea: the supercontinent from continental drift means "all land".

الأدلة على فرضية الزحزحة القارية The Evidences of Continental Drift Hypothesis

تكامل (أحجية) أشكال القارات 1. The Continental Puzzle

Wegner first thought the continents had been joined from the almost perfect fit of the shorelines of Africa and South America.

الاعتقاد الاولي لدى العالم فكنر Wagner بان القارات كانت مرتبطة مع بعضها تولد من ملاحظته للتطابق في خطوط السواحل بين غرب افريقيا وشرق امريكا الجنوبية.

تطابق الاحافير 2. Matching Fossils

Fossil evidence for continental drift includes several fossil organism found on different landmasses.

أدلة المتحجرات في حدوث الزحزحة القارية يتضمن البعض من أنواع المتحجرات العائدة لأنواع متشابهة في مناطق أرضية مختلفة . مثال على ذلك متحجرات النوع ميسوصورص من الزواحف البرمائية التي وجدت محفوظة في تتابعات الصخور من غرب أفريقيا وشرق أمريكا الجنوبية وهذا النوع لم تكن لديه القدرة على السباحة لمسافات بعيدة لقطع المحيط الاطلسي

The Mesosaurus an aquatic reptile has fossils that are limited to eastern South America and Southern Africa if it were able to swim well enough to make it across the Atlantic ocean the fossils would be more widespread.

3. Rock Types and Structures أنواع الصخور والتراكيب

Rock evidence for continental drift exists in the form of several mountain belts that end at one coastline only to reappear on a landmass across the ocean.

الادلة الصخرية على الزحزحة القارية من خلال أحزمة الجبال الممتدة على طول خطوط السواحل المتقابلة حيث تظهر متشابهة في طياتها ونوعية صخورها ما بين السواحل المتقابلة.

The Appalachian Mountains on the Eastern side of North America have similar ages to mountains in the British Isles and Scandinavia.

مثل التشابه ما بين سلسلة جبال الابلاشيان في شرق أمريكا الشمالية مع سلسلة الجبال الكالدونية من الجزر البريطانية واسكندنافيا.

4. Climate Evidence أدلة المناخ

Fossils of tropical plants have been found on land that is above the Arctic region.

Geologists have found deep scratches in rock caused by glaciers in South Africa.

وجدت متحجرات لنباتات استوائية في اراضي تقع حاليا في المنطقة القطبية. الجيولوجيون وجدوا أدلة على خدوش عميقة بفعل الثلاجات في جنوب أفريقيا.

Why was Wagner's hypothesis rejected? لماذا رفضت فرضية فكنر

He could not provide a mechanism for the movement of the continents.

لماذا رفضت فرضية فكنر للزحزحة القارية؟

لم يعطي الباحث ميكانيكية لكيفية حركة القارات حيث أعتقد فكنر بأن القارات سحبت فوق أرض المحيطات الصلبة.

نظرية الاطباق التكتونية Plate Tectonic Theory

Plate Tectonics is the theory that Earth's outer shell is divided into several plates that glide over the mantle the rocky inner layer above the core. The plates act like a hard and rigid shell compared to Earth's mantle. The strong outer layer is called the lithosphere, which is 100 km thick, the lithosphere includes the crust and outer part of the mantle. Below the lithosphere is the asthenosphere which is malleable or partially malleable allowing the lithosphere to move around**.**

تكتونية الصفيح (الاطباق التكتونية) Plate Tectonics:

هي نظرية تفترض بإن القشرة الخارجية للأرض مقسمة إلى عدة صفائح (Plates) صلبة تنزلق فوق الجبة وهذه الصفائح تظهر كقشرة صلبة مقارنة بالجبة. الطبقة الخارجية الصلبة من الارض تسمى بالغلاف الصخري Lithosphere والتي تشكل حوالي 100 كم والتي وتظم القشرة الارضية والاجزاء العليا من الجبة. ويوجد أسفل منطبقة الليثوسفير طبقة الغلاف الواهن Asthenosphere الذي يكون لدن أو شبه لدن مما يسمح للغلاف الصخري المتواجد فوقه بالحركة.

Plate: segment of the lithosphere which moves and continually changes shape.

الصفيحة (الطبق) Plate : هي قطعة من الغلاف الصخري تتحرك ويتغير شكلها باستمرار.

تعتبر الصفائح مناطق شاسعة وهادئة نسبياً تفصل بينها مناطق نشطة بركانياً وزلزالياً وتكتونياً. ينقسم الغلاف الصخري للأرض إلى 12 صفيحة 7 منها كبيرة و 5 منها صغيرة . من الجدير بالذكر بان هذه التقسيم للغلاف الصخرية لايتطابق مع القارات والمحيطات الجغرافية حيث أن بعض الصفائح المحيطية تماما مثل صفيحة المحيط الهادي وبعضها قارية ومحيطية في نفس الوقت مثل الصفيحة الافريقية .

أنواع حافات الاطباق التكتونية

There are three kinds of plate tectonic boundaries:

1. **Divergent plate boundaries حافات تكتونية متباعدة**

Where new crust is generated as, the plates pull away from each other.

الاطباق التكتونية تتحرك بإتجاهين متعاكسين وتنشأ بينهما قشرة أرضية جديدة.

2. **Convergent plate boundaries حافات تكتونية متقاربة**

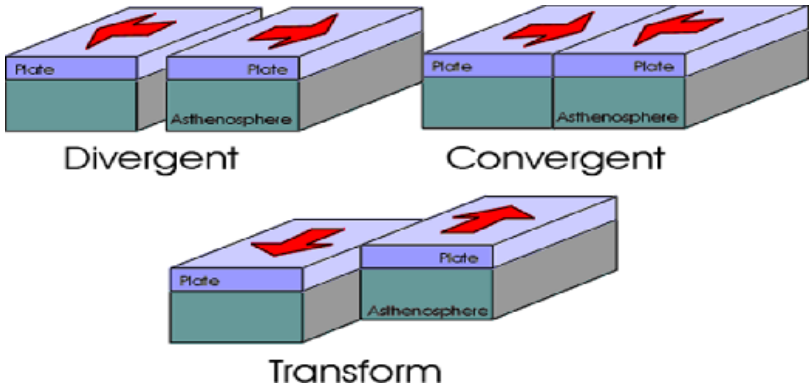
where crust is destroyed as one plate dives under another.

الاطباق التكتونية تتحرك بإتجاه بعضها البعض وينزلق احد الاطباق تحت الآخر (الاقل كثافة يطفو فوق الطبق الاكثر كثافة) والقشرة يحدث لها تشويه او تحطيم .

3. **Transform plate boundaries حافات تكتونية تحولية**

Transform boundaries are places where plates slide sideways past each other. At transform boundaries lithosphere is neither created nor destroyed

الاطباق التكتونية ينزلق أحدهما بجانب الاخر باتجاهين متعاكسين وحدوث احتكاك (تآكل) بين الطبقين وتكون فوالق مستعرضة ولايحدث اختفاء او اتكون قشرة جديدة.



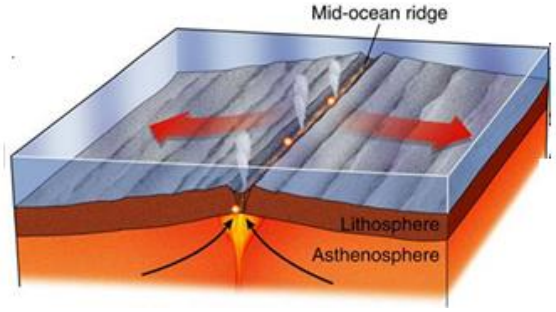
الحدود المتباعدة (البناءة) Divergent boundary

هناك نوعان من الحدود المتباعدة:

1. Divergent Plate Boundary – Oceanic

When a divergent boundary occurs beneath oceanic lithosphere, the rising convection current below lifts the lithosphere, producing a mid-ocean ridge.

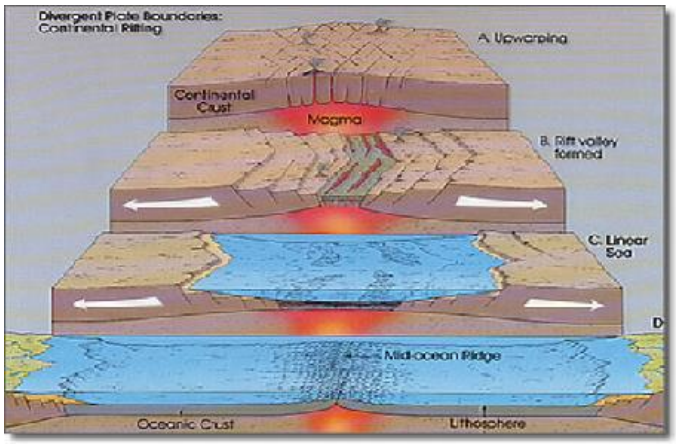
عندما يحدث التباعد (التكسر) بين قشرة محيطية تقوم تيارات الحمل المتباعدة تحت الغلاف الصخري(القشرة المحيطية) بدفع الصهارات في منطقة الصدع مكونة حواجز(حدبة) منتصف المحيط Mid- ocean ridge والتي تكون بشكل حيطان مزدوجة مرتفعة تصل بطول الالاف الكيلومترات تحت البحار وتنتشر الصهارة في منطقة الصدع والتي ستكون القشرة المحيطية (Oceanic crust) الجديدة في هذا المكان.



Divergent Plate Boundary – Continental (تكسر القارات)

When a divergent boundary occurs beneath a thick continental plate, the thick continental plate is arched upwards from the convection current's lift, pulled thin by extensional forces, and fractured into a rift-shaped structure.

يحدث هذا النوع عندما تبدأ الصهارات البركانية بدفع القارات من الأسفل مسبب حدوث تقوسات إلى الأعلى وترقق وقوة سحب جانبي وتتكسر القارة الى قارتين وتكون بيهما ما يعرف بـ أودية صدعية Rift shaped مثل صدع البحر الأحمرو صدع المحيط الأطلسي بين أفريقيا وامريكا الجنوبية.



1. **Convergent boundary (الهدامة) الحدود المتقاربة**

Convergent plate boundaries are locations where lithospheric plates are moving towards one another. That takes place between plates depends on the kind of lithosphere involved. Convergence can occur between an oceanic and a largely continental plate, or between two largely oceanic plates, or between two largely continental plates.

The plate collisions that occur in these areas **can produce earthquakes, volcanic activity, and crustal deformation**

يحدث هذا النوع من الحدود نتيجة حركة الاطباق التكتونية بأتجاهين متقابلين متعاكسين وعند التقائهما يحدث الاصطدام (Collision) وهناك ثلاث أنواع من التصادمات

قشرة محيطية – قشرة محيطية

قشرة قارية - قشرة قارية

قشرة محيطية – قشرة قارية

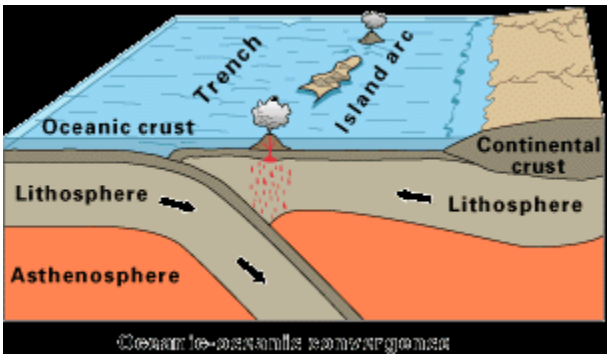
ونتيجة لهذا التصادمات ينتج زلازل و براكين وتشوهات في القشرة الأرضية.

Convergent Plate Boundary

Oceanic-oceanic convergence **(تقارب محيطي – محيطي)**

When a convergent boundary occurs between two oceanic plates, one of those plates will subduct beneath the other. **Normally the older plate** will subduct because of its higher density.

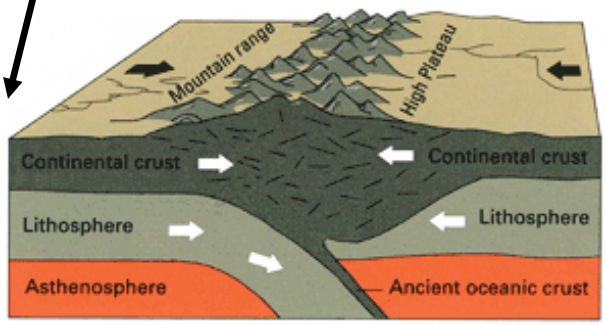
عند حدوث تصادم بين قشرة محيطية مع قشرة محيطية أخرى فان احداهما تغوص أو تنزل إلى الأسفل (غالبا القشرة المحيطية الاقدم عمرا لأنها أكثر كثافة) وتحدث في منطقة الغوران براكين وخنادق وتكون جزر قوسية Island arc في البحار .



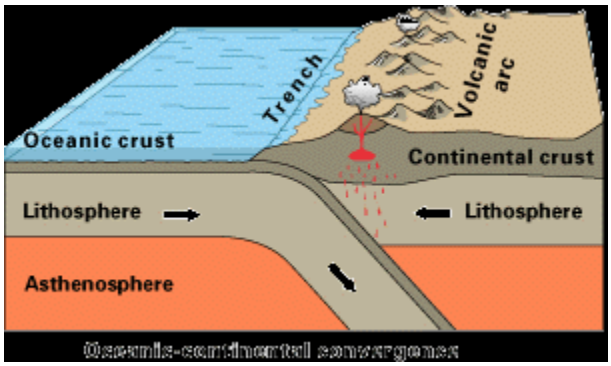
Continental-continental convergence **(تقارب قاري - قاري)**

The two thick continental plates collide, and both of them have a density that is much lower than the mantle, which prevents subduction.

قارة تتجه نحو قارة أخرى ويحدث الاصطدام بينهما وترتفع احداهما بينما تنزل الاخرى بشكل جزئي إلى منطقة الجبة يتكون نتيجة لهذا التصادم سلاسل جبلية عالية مثل جبال الهملايا وجبال طوروس وزاكروس شمال العراق.



Continental-continental convergence



Oceanic-continental convergence **(تقارب محيطي – قاري)**

When a continental plate and an oceanic plate move toward each other, the oceanic plate will subduct (go under) the continental plae because the oceanic plate is more dense than the continental plate. When one plate goes under other plate the process is called subduction.

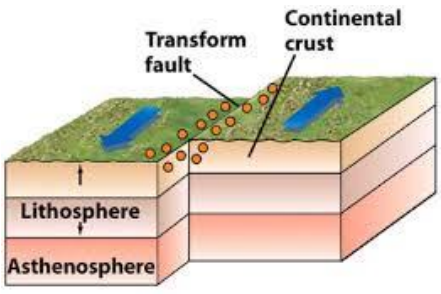
عندما يتحرك طبق (قشرة) قاري باتجاه طبق (قشرة)محيطي فان القشرة المحيطية تنزلق تحت القشرة القارية بسبب ان القشرة المحيطية أكثر كثافة من القشرة القارية وعملية النزول تسمى غوران Subduction وتكون خنادق عميقة Trenches عند سواحل القارة وبراكين قوسية Volcanic arcعلى القارة

2. Transform Plate Boundary

Transform Plate Boundaries are locations where two plates slide past one another. The fracture zone that forms a transform plate boundary is known as a transform fault.

الحدود المتحولة (المتوازنة)

تحدث عندما تنزلق الصفائح واحدة بجانب الأخرى ولايحدث تكون أو اختفاء للقشرة في هذا النوع من الحافات وتكون فوالق إنتقالية (Transform faults) مثل الحدود المتحولة في صدع سان أندرياس في كاليفورونيا.



TRANSFORM FAULT BOUNDARY

الجيولوجيا التركيبية Structural Geology

الجيولوجيا التركيبية تتضمن دراسة التغير في صخور القشرة الارضية حيث تتشوه او تتكسر هذه الصخور عندما تتعرض للضغط ويكون الفعل عادة بإشكال مختلفة هي الطيات Folds و الفوالق Faults والفواصل وكون الصخور تتكسر او تنثني هذا يعتمد على مقاومة الصخور وهذا بدوره يعتمد على نوعية المكونات الصخرية ودرجة الحرارة والضغط السائدين فتتكسر الصخور الهشة كما أن الانثنائات أو الالتواءات تكون أكثر في الاعماق بينما تتكون الفوالق والصدوع أكثر حدوثا قريبا من السطح بسبب زيادة الحرارة في الاعماق عما هي قرب السطح.

تطبيقات الجيولوجيا التركيبية Applications of structural geology

1. Subsurface exploration for oil and Gas الاستكشافات التحت سطحية للنفط والغاز
2. Mining Exploration استكشافات المعادن
3. Ground water and Environment site المياه الجوفية واماكن تواجدها

الاجهاد والانفعال وتشويه الصخور Stress , Strain and Rock deformation

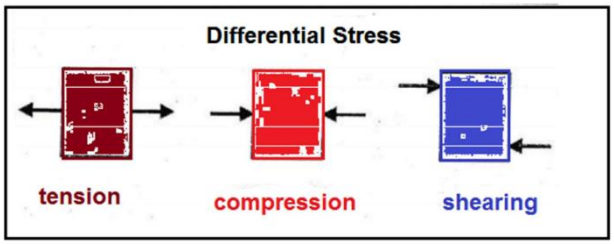
الجهد Stress: هو الضغط المسلط على الصخور ويقاس بوحدة القوة على وحدة المساحة وهناك نوعين من الاجهاد:

1. الجهد الصخري المحصور او المنتظم Lithostatic Stress (Confiding)

تتعرض الصخور تحت السطحية إلى ضغط متساوي من جميع الجهات بسبب وزن الصخور التي تعلوها ويسمى هذا النوع من الاجهاد بالضغط المحصور (Confining Pressure) وهو يشبه ضغط عمود الماء (Hydrostatic Pressure) على اي جسم تحت سطحه بشكل متساوي من جميع الجهات.

2. الجهد التفاضلي أو الإتجاهي (Differential Stress)

القوى التكتونية تؤثر في صخور القشرة الارضية وبجهد متباين او غير متساوي (Unequal Stress) وهو على ثلاث أنواع:



أ. جهد سحب Tension Stress

ب. جهد الضغط او الكبس Compression Stress

جـ. جهد القص Shearing Stress

1. **A compressive stress** Is caused by forces pushing together, or squeezing from opposite directions. Its is common along convergent plate boundaries, results a Shortening strain; either by bending and/or folding.

جهد الضغط أو الكبس Compression Stress

الجهد الناتج من قوى ضاغطة من إتجاهين متعاكسين ، تتواجد على طول حدود الصفائح المصطدمة ينتج عنها جهد تقصير للصفائح التكتونية يسبب: الانحناءات والطيات والفوالق المعكوسة Reverse Fault .

2. **A tensional stress** is caused by forces pulling away from one another in opposite directions. it is produced at divergent plate boundaries and results in a stretching or extensional strain.

جهد السحب A tensional stress

الجهد الناتج من قوى السحب بإتجاهين متعاكسين تتواجد على طول حدود الصفائح المتباعدة وينتج عنها جهد تكسير ليكون فوالق طبيعية Normal Fault

3. **A shear stress** is due to forces parallel to one another by in opposite directions Such as a fault. A shear stress results in a shear strain parallel to the direction of the stress

الجهد الانزلاقي A tensional stress

الجهد الناتج من قوى متوازية حركتها جانبية أفقية وبإتجاهين متعاكسين وتكون الفوالق الانزلاقية .Strike slipe Fault

الانفعال Strain: يمثل مقدار استجابة الصخور للجهد أو الضغط المسلط عليها .

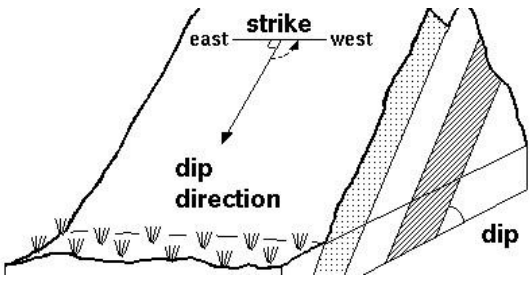
التشويه Deformation : هو التغير الحاصل في حجم وشكل الصخور وهو ناتج من العلاقة مابين الجهد Stress والانفعال Strain ويعتمد التشويه على عوامل الضغط والحرارة والتركيب المعدني للصخور.

ما هي التراكيب التي تدرسها الجيولوجيا التركيبية:

A. التطبق Bedding or Stratification

يحد كل طبقة من الطبقات الصخرية سطحان علوي وسفلي متوازيان وتتعاقب هذه الطبقات الواحدة فوق الاخرى حيث تكون الطبقة السفلى هي الاقدم عمرا والطبقة العليا هي الاحدث.

إذا كان الطبقات مستوية فلا يكون لها ميل Dip واذا كانت الطبقات مائلة أو ملتوية فيكون لها ميل



الميل Dip: عبارة عن إتجاه ومقدار الزاوية التي تميل بها الطبقات الصخرية عن مستوى الافق.ويمكن قياس ميل الطبقات بالبوصلة الجيولوجية Compass أما إتجاه الخط الوهمي الحاصل من تقاطع الطبقات الصخرية المائلة مع مستوى الافق ويطلق عليه اسم المضرب Strike ويكون خط المضرب عمودي دائما على إتجاه ميل الطبقات.

B. الطيات Folds

هي تموجات أو التواءات في صخور القشرة الارضية وتكثر في الصخور الرسوبية والمتحولة الناتجة عنها ويندر وجود الطيات في الصخور النارية وللطية أجزاء مختلفة:

Terms used to describe the parts of a fold:

1. **المستوي المحوري Axial Plane**

هو مستوى وهمي يقسم الطية إلى قسمين متماثلين تقريباً.

Axial plane: an imaginary plane surface that divides a fold as symmetrically as possible

2. **محور الطية Axis of Fold**

هو خط مرسوم على طول النقاط الممثلة لأعلى تحدب لطبقات الطية.

Fold axis: A line drawn along the points of maximum curvature of a layer of a fold.

3. **جناحي الطية Limbs of Fold:** جانبي الطية يطلق عليها جناحي الطية.

Limb: The two sides of a fold are called limbs.

.

Plunge: If the fold axis is not horizontal, the angle of the axis with the horizontal Plane is called plunge.

4. **الغاطس Plunge:** يحدث عندما يكون محور الطية غير أفقي ويصنع زاوية مع المستوي الافقي.

أنواع الطيات Types of Fold

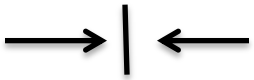
Symmetrical and asymmetrical anticlines and synclines.

1. **الطية المحدبة Anticline of Fold**

تكون الطبقات مقوسة نحو الاعلى ويميل جناحا الطية نحو الخارج وتظهر في مركزها الطبقات الاقدم عمرا ويرمز لهذا النوع من الطيات في الخرائط بهذا الشكل

2. **الطية المقعرة Syncline Fold**

تكون الطبقات في هذا النوع من الطيات مقوسة نحو الاسفل ويميل جناحا الطية نحو الداخل وتظهر الطبقات الحديثة في مركز الطية . ويرمز في الخرائط بهذا الشكل



3. **طية متناظرة Symmetrical Fold**

تطلق هذه التسمية على الطية التي يكون فيها المستوي المحوري رأسيا ويميل جناحاها في اتجاهين متعاكسين بزوايا متماثلة.

4. **طية غير متناظرة Asymmetrical Fold**

تطلق هذه التسمية على الطية التي يكون فيها المستوي المحوري مائلاً ويميل جناحا الطية في اتجاهين متعاكسين ولكن بزوايا غير متماثلة.

5. الطية المعكوسة Overturned Fold

يطلق هذا الاسم على الطية أو الطيات التي يكون فيها المستوي المحوري مائل ويميل طرفي الطية **بنفس الاتجاه**.

6. الطيات المضطجعة Recumbent Fold

تطلق على الطيات التي يكون فيها المستوي المحوري مائلا بحيث يكون أحد طرفي الطية ممتدا أفقيا.

7. الطية الغاطسة Plunging Fold

تسمى الطية بالغاطسة أو المنحدرة عندما يميل محور الطية عن المستوي الافقي أو ان هذا المحور يغطس في إتجاه معين

8. الطية الغاطسة المزدوجة Double Plunging Fold

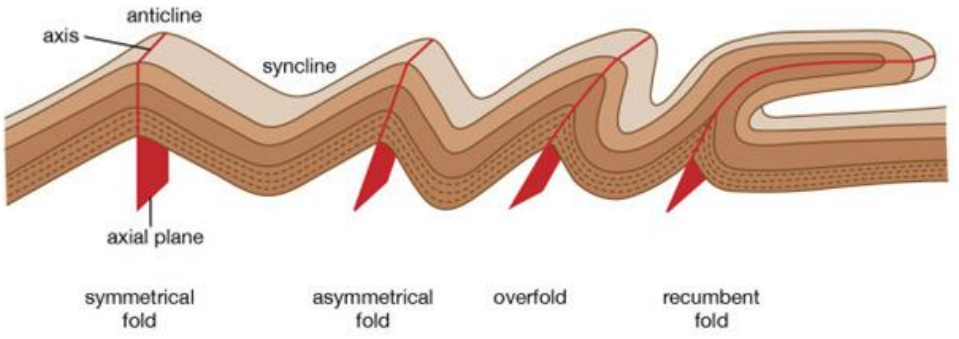
عندما يغطس محور الطية في إتجاهين متعاكسين.

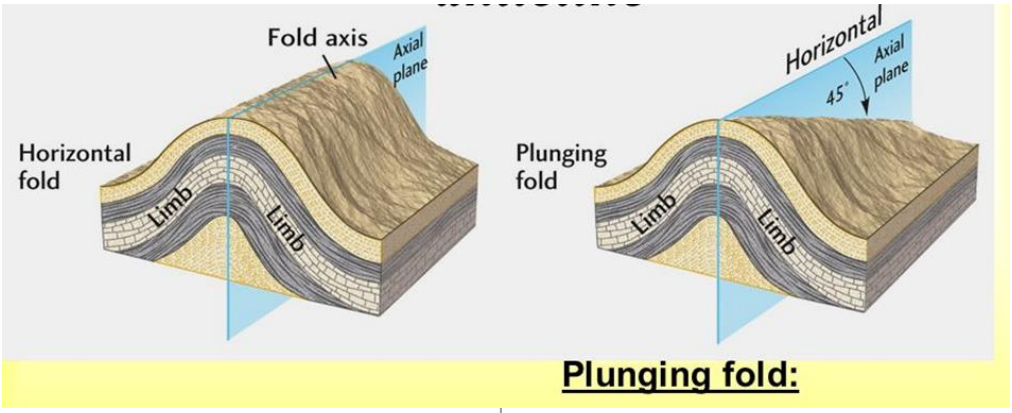
9. القبة Dome

تتكون عندما تكون الطبقات لها ميل واحد من مركز معين إلى الخارج وبجميع الجهات.

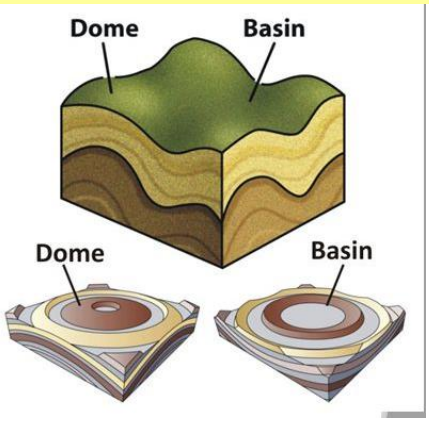
10. الحوض Basin

تتكون عندما تكون الطبقات مائلة باتجاه واحد نحو الداخل وبصورة منتظمة





Plunging fold:



C. الكسور وتتضمن الفوالق والفواصل (Faults and Joints)

❖ الفوالق ((الصدوع)) Fault

الصدع Fault: هو كسر في صخور القشرة الارضية تحرك أحد جانبيه نسبة إلى الجانب الاخر حركة موازية لمستوي الكسر. تكون هذه الحركة أو الازاحة (Displacement) إلى الاعلى إو الاسفل أو بشكل أفقي أو مائل. والحركة قد تكون عدة سنتيمترات إلى عدة كيلومترات. إن المستوي الذي تحصل عليه الحركة يسمى بمستوى الصدع Fault Plane ومن الممكن تحديد جهتي الصدع المائلة فالجهة التي تكون اسفل المستوي تسمى الحائط الاسفل Foot wall إما الجهة التي هي أعلى من أو فوق مستوى الفالق فتعرف بالحائط المعلق Hanging wall

أنواع الفوالق Kinds of Fault

1. **الصدع أو الفالق الاعتيادي Normal Fault**

وهذا ابسط انواع الفوالق حيث تكون فيه الازاحة الظاهرية للحائط العلوي نحو الاسفل.

2. **الفالق الزاحف أو المعكوس Thrust Fault**

في هذا النوع يتحرك الحائط المعلق إلى الاعلى بالنسبة إلى الحائط الاسفل وزاوية ميل الحائط اكبر من 45 درجة.

3. **الفالق الزاحف Thrust Fault**

هو نوع من الفالق المعكوس ولكن زاوية ميل الحائط Fault Plane أقل من 45 درجة.

4. **الصدوع الافقي (الانزلاقي) Strike Slip Fault**

يكون مستوي الصدع من هذا النوع من الفوالق عموديا سواء كان الزحف إلى الاعلى أو الاسفل ولايوجد حائط علوي ولا حائط سفلي.

5. **الصدع المتدرج Step Fault**

عندما يحدث صدوع اعتيادية متوازية ينتج عنها انخفاض متوالي للقشرة الارضية بإتجاه واحد

6. **الصدع الحوضي Graben**

عندما يهبط جزء من القشرة الارضية عن امتداد صدعين اعتيادين أو اكثر متوازيين في المضرب ومتعاكسين في إتجاه الميل

7. **الصدع المتهضب Horst**

يحدث هذا الصدع عندما يرتفع جزء من صخرة القشرة الارضية بالنسبة إلى الجهات الاخرى ويحدث هذا الجزء صدعان إعتيادي متوازيان في المضرب ومتعاكسان بإتجاه الميل.

.

❖ **الفواصل Joints:** هو كسر في طبقات القشرة الارضية ليس عليه اي حركة ظاهرة وينتج عادة في الصخور الهشة بفعل الضغط أو الشد وتكون عمودية على مستوي الطبقات او مائلة بزوايا تتراوح ما بين 0 – 90 درجة .

المتحجرات Fossils

المتحجرات Fossils إن الكلمة الانكليزية Fossil مشتقة من الكلمة اللاتينية Fossils والتي تعني ما يستخرج من الأرض وكانت تطلق على كل ما يستخرج من داخل الارض من معادن ومتحجرات وغيرها، ثم أنحصر استعمالها كتسمية على بقايا أو آثار وفعاليات الكائنات الحية فقط.

علم المتحجرات
Paleontology
Study of Fossils
ان المصطلح الانكليزي Paleontology ' من أصل أغريقي ومقاطع الكلمة هي :
***Palaio* = قديم *Ontos* = كائن *Logos* = علم**
لذا فإن الترجمة العربية لها هو (علم الكائنات القديمة) كما يسمى العلم بـ (علم الاحافير أو علم المستحاثات) كما وأن العالم الذي يدرس المتحجرات يسمى Paleontologist

What is a fossils?
The **remains** OR **traces** of pre-existing life generally > 10,000 years old found in sedimentary rocks. There are three types of fossils, **body fossils**, **trace fossils and Pseudo fossils**

BODY FOSSIL

TRACE FOSSIL

PSEUDO FOSSILS

ماهو المتحجر: هي بقايا أو آثار الكائنات الحية التي عاشت قبل العصر الجيولوجي الحديث Holocene أي أكثر من عشرة آلاف سنة وهي تتراوح من الحجوم المجهرية Microfossils والحجوم الكبيرة التي قد تصل إلى 30 مترا والتي تسمى Macrofossils والمتحجرات غالبا ما تتكون في الصخور الرسوبية لأنها في الصخور المتحولة والنارية تكون تالفة. يوجد ثلاث انواع من المتحجرات ، جسم المتحجر وأثار المتحجرات والمتحجرات الكاذبة.

What conditions are necessary for fossils to form?

1) **Rapid burial**
   When an organism dies its soft parts are eaten by scavengers or is decomposed by bacteria. However, if the organism is quickly buried by sediment where it is protected from the environment, evidence of the organisms remains can be preserved in the rock.
2) **Presence of hard body parts**
   Fossils of organisms that contained hard parts are abundant in the fossil record, but only rare traces of soft tissued organisms are seen as fossils.

شروط التحجر

إن حفظ أي كائن حي أو جزء منه بعد مماته يرتبط بعوامل هي:

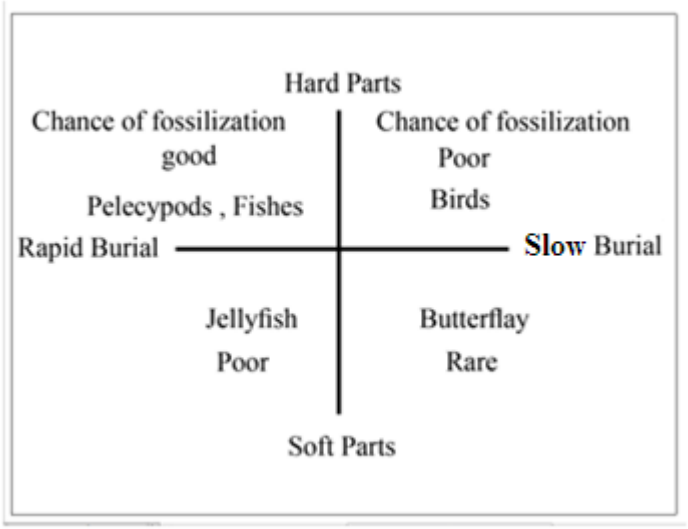
1. **الطمر السريع Rapid burial**

بعد موت الكائنات فان اجزاءها الرخوة تتغذى عليها بعض الكائنات مثل البكتريا وتتحلل اجسامها، ولكن اذا دفنت هذه الكائنات بعد موتها بالترسبات ربما سوف تحفظ اجسام هذه الكائنات وتبقى ضمن هذه الترسبات التي سوف تتحول فيما بعد إلى صخور رسوبية.

2. **أن يكون للكائن الحي هيكل أو غلاف صلب Presence of hard body parts**

الكائنات التي اجسامها مكونة من هياكل صلبة تمتلك فرصة أكبر من تلك الكائنات ذات الهياكل الرخوة في التحول الى متحجرات ولكن انسجتها العضوية نادرا ما تحفظ كمتحجرات.

وهناك شكل يسمى **زائد التحجر** يوضح العلاقة ما بين طبيعة الهيكل (صلب ام هش) للكائن وسرعة الطمر (سريع ام بطيء) وفرص التحجر.



شكل زائد التحجر Fossilization Plus

تقسيمات أو انواع المتحجرات :Type of fossils

A. تقسم المتحجرات بالنسبة لحجومها Size إلى:

1. **متحجرات مجهرية Microfossils (المتحجرات الدقيقة):** هي المتحجرات التي لا يمكن دراستها إلا باستخدام المايكروسكوب بسبب حجومها الصغيرة.
2. **متحجرات كبيرة Macrofossils** هي المتحجرات التي نستطيع دراستها بدون استخدام المايكروسكوب بسبب كون حجومها كبيرة ويمكن تشخيص صفاتها بالعين المجردة.

B. تقسيم المتحرجات على أساس نوع الجزء المحفوظ:

1. **حفظ جسم المتحجر Body Fossils**
2. **حفظ اثار المتحجر Trace Fossils**
3. **المتحجرات الكاذبة Pseudo Fossils**

حفظ جسم المتحجر Body Fossils يكون على نوعين محور و غير محور

Types of Fossils depends on Fossilization nature

1. Unaltered Fossils: Fossils preserve their original composition as when first buried

2. Altered Fossils: The Organism Change their original composition as when first buried.

حفظ جسم المتحجر Body Fossils

ينقسم حفظ جسم المتحجرات إلى قسمين:

1. **متحجرات غير محورة (Unaltered fossils):** الكائنات تحفظ كمتحجرات بنفس طبيعة مكوناتها التي كانت تمتلكها عند موتها أي لم يحدث عليها تغير.
2. **متحجرات محورة (Altered fossils):** المتحجرات المحفوظة تختلف من ناحية المكونات عن مكونات الكائنات التي تمتلكها فقد يحدث استبدال للمعادن المكونة لهياكل هذه الكائنات بمواد أخرى تختلف عن المادة الأصل.

1. Unaltered fossils المتحجرات غير المحورة

A. Peat bogs مستنقعات الفحم
B. Amber الكهرمان (الصمغ النباتي)
C. Tar pits حفر القطران
E. Refrigeration التجميد

A. Peat bog

A swamp in which peat has accumulated variety of fossils preserved by rapid burial in this anaerobic environment. Conditions in these peat bogs are highly acidic anoxic waters.

في مستنقعات الفحم غالبا ما تصبح البيئة ذات حامضية عالية وخالية من الاوكسجين وبالتالي لا تستطيع الكائنات الدقيقة التي تعمل على تحلل الكائنات بعد موتها الحياة في هذه البيئات وبالتالي تحفظ أجزاء الكائنات الرخوة والصلبة بشكل كبير من دون تغيير.

B. Amber with Insects:

Amber is the pitch from conifer trees
make a sticky and thick liquid called “pitch” or “resin.” Small animals such as **insects** and **spiders** or plant **seeds** and **spores** can get trapped in the pitch and become preserved.

الكهرمان او صمغ الناتج من أشجار الصنوبريات هو عبارة سائل كثيف ولزج فعندما تعلق بعض الحشرات والحيوانات الصغيرة داخل هذا الصمغ تصبح معزولة عن عوامل التحلل فتحفظ بشكل جيد.

C. Tar Pits: A tar pit, or more accurately an asphalt pit or asphalt lake, is the result of a type of petroleum seep where subterranean bitumen leaks to the surface, creating a large area of natural asphalt.
tar pits are excellent areas to preserve life as a **fossil**.

حفر القطران وبتعبير ادق تسمى بحفر الاسفلت او بحيرات الاسفلت وهي نتيجة لتسرب النفط الموجود تحت السطح إلى السطح ليكون بحيرات من القير بعد هروب الغازات والمواد الخفيفة . وعند سقوط الكائنات في هذه البحيرات وموتها تصبح معزولة عن عوامل التحلل وتحفظ كمتحجرات.

D. Refrigeration: doesn't mean putting it in the fridge. Animals can get trapped in cracks of ice sheets, called **glaciers**, and **freeze**. **Mammoths** have been found frozen in ice.

التجميد: بعض الكائنات قد تسقط في البحيرات المتجمدة او تغطيها الثلوج فتتجمد وتحفظ بشكل جيد كمتحجرات مثل متحجرات فيل الماموث الصوفي .

2. Altered fossils المتحجرات المحورة

A: Petrifaction التصخر

1. Permineralization التمعدن
2. Mineral replacement الاستبدال المعدني (الاحلال)
3. Recrystallization إعادة التبلور

B: Carbonization التفحم

المتحجرات المحورة Altered Fossils

هناك عمليتان اساسيتان يحدث بهما التحجر ضمن المتحجرات المحورة وهي التصخر والتفحم.

A: التصخر Petrification

هي العملية التي تتحول فيها هياكل الكائنات الى صخور صلبة وهناك عدة أنواع من عمليات التصخر:

Permineralized- original pore space is filled in with minerals

1. التمعدن Permineralization

هناك فجوات دقيقة في عظام الكائن الحي أو النباتات قد تمتلئ بترسبات معدنية (مثل معدن كالسايت أو السليكا) وأحيانا بمواد رسوبية اطيان مثلا أما من البيئة المائية (بحار، أنهار، محيطات، بحيرات، مستنقعات) التي طمرت فيها أو عن طريق المياه الجوفية وان عملية ملئ المسامات بالمواد المعدنية تؤدي إلى زيادة تصلب هذه الاجزاء وتسمى العملية هذه بالتمعدن Permineraliztion أو التصخر Petrification وتسمى النباتات التي تمتلي فجواتها بهذه الطريقة اسم الخشب المتحجر Petrified wood وعلى مثيلاتها من العظام بالعظام المتحجرة Petrified bone .

2. الإحلال المعدني Mineral replacement

إنها العملية التي تتم في الطبيعة وتزاح فيها ذرات المواد الاصلية المكونة لهيكل الحيوان ويحل محلها ذرات مواد أخرى تتواجد بشكل ذائب في المياه. أي أنها عملية أحلال ذرة أصلية بذرة مختلفة عنها ولذا فإن النتيجة تكون تبدل في **المكونات المعدنية** للهيكل الصلب مع بقاء الشكل العام للحيوان من دون تغيير. وتختلف هذه العملية عن العملية التي سبق **ذكرها في أن حالة التحجر هي عملية ملء الفراغات بمعادن مع بقاء المكونات الاصلية للأحفورة بينما** في حالة الاحلال المعدني فان المكونات الاصلية للأحفورة يحل محلها معدن آخر وفي كلتا الحالتين **فإن الشكل العام للأحفورة لا يتغير.** إن معدني الكالسايت و السليكا هما المعدنان الاكثر شيوعاً في عملية الاحلال محل المعدن الاصلي المكون لجسم الكائن الحي. إن معدن **الكالسايت** يحل محل أيونات المعدن الاصلي تحت ظروف قاعدية وتسمى العملية احلال بالكالسايت (الكلسة) Calcification كما أن معدن السليكا

يحل محل أيونات المعدن الاصلي تحت ظروف حامضية وتسمى العملية بالسلكتة Silification ومعدن الدولومايت يحل المعدن الاصلي وتسمى العملية بالدلمتة Dolomitization.

3. إعادة التبلور Recrystallizations وهي الحالة التي يتغير فيها المعدن الاصلي الاقل ثباتاً والمكون للهيكل الصلب للكائن الحي إلى معدن آخر أكثر ثباتاً. وفي هذه الحالة فإن التركيب الداخلي للذرات وبالتالي النظام البلوري يتغير من حالة إلى حالة أخرى وهذا التغير يؤدي **إلى تشوه أو تغير بسيط في الشكل العام للأحفورة.** مثال على ذلك تغير الاحافير ذات الهياكل المكونة من معدن الاراكونايت Aragonite ذو النظام المعيني إلى معدن الكالسايتCalcite ذو النظام البلوري السداسي والاكثر ثباتاً.

B: التفحم Carbonization أو التقطير Distillation

إن الذي يحصل في هذه العملية هو أن الثقل والحرارة الناتجة من الصخور التي تتجمع فوق بعض الاحياء بعد موتها تؤدي إلى عملية **تفحم (تقطير)** المواد العضوية المكونة لجسم الاحياء حيث تتحلل هذه **المواد بمعزل عن الاوكسجين** فيفقد فيها الكائن الحي الاوكسجين والهايدروجين والنايتروجين **وتتخلف مادة الكاربون** على شكل طبقة سوداء وقد تعكس هذه الطبقة شكل الحيوان العام.

المتحجرات الآثارية Trace Fossils

Trace Fossils: A fossil that shows the activity of an animal but is not formed from the organism itself.

المتحجرات الآثارية Trace Fossils : هي متحجرات ناتجة عن فعاليات الكائنات الحيوانية ولكن هي ليس الكائن نفسه بل هي آثاره مثل طبعات الاقدام و مساكن المعيشة و فضلات هذه الكائنات.

أنواع المتحجرات الآثارية Type of Trace Fossils:

1. Mold & Cast القالب و الطابع
2. Tracks & Trails آثار المشي و التجرجر (الزحف)
3. Burrows & Boring الحفر و الثقوب
4. Coprolites المخلفات العضوية (الفضلات)
5. Gastroliths أحجار المعدة

Mold: A mold is the imprint that an organism makes in the sediment as it is fossilized. When you push your finger into clay, the hole you made is the mold.

القالب Mold: هو الاثر الذي تتركه الاجزاء الصلبة للكائنات الحية (الهياكل والاصداف) في الترسبات التي حولها بعد تحلل الهيكل الصلب ويطلق على القالب الذي يعكس الهيكل الخارجي للكائن الحي القالب الخارجي External Mold بينما يسمى القالب الذي يعكس الشكل الداخلي للحيوان بالقالب الداخلي Internal Mold ويتكون نتيجة أمتلاء الاجزاء الداخلية للأقسام الصلبة في جسم الحيوان بعد تفسخ الاجزاء الرخوة ومن ثم تتحلل الاجزاء الخارجية الصلبة تاركة قالب الاجزاء الداخلية.

Cast: A cast is the same shape as the original organism.. Casts are formed when the original parts are all dissolved away and the empty space is filled with sediment or minerals. **None of the original material is in the cast.**

الطابع Cast: يتكون نتيجة لامتلاء القوالب بالمواد الرسوبية أو المعدنية والطابع هو الصورة الاصلية لذلك الجزء الصلب من الكائن الحي وفي هذا الحالة فإن الطابع يعكس الصورة الداخلية والخارجية لذلك الجزء من الحيوان أو قد يعكس الطابع الشكل الخارجي للحيوان فقط ويتكون هذا النوع من الطوابع نتيجة امتلاء القوالب الخارجية بعد تفسخ وتحلل المكونات الاصلية للكائن الحي.

Tracks: can show how an animal moved and what its **footprint** looked like. These tracks can tell us a lot about the animal that made them in the geologic past.

المسارب Tracks: هي آثار الاقدام المتروكة من قبل الحيوان فوق الترسبات الرملية أو الطينية قبل جفافها.

المسالك أو التجرجر Trails: هي الآثار التي يتركها جسم الحيوان أو ذيله أو المفاصل الأخرى أثناء زحف الحيوان فوق الطبقات قبل تصلبها.

Burrows: These trace fossils show how an animal such as a worm (an **annelid**) moved through the soft sediment.

الحفر Burrows : هي الحفر التي تخلفها بعض الحيوانات تي تكون طبيعة معيشتها في الرمل أو الطين أو الترسبات الدقيقة الأخرى كما هي الحالة في الديدان ومحراثية القدم Pelecypoda

الفتحات Boring: هي الثقوب التي تصنعها بعض الحيوانات في الاجزاء الصلبة لحيوان آخر كنتيجة للبحث عن الطعام أو الالتصاق وهذه الظاهرة معروفة في اصداف محراثية القدم.

Coprolite: This is fossilized poop, called dung. Don't worry, it's ok to touch it because it has been turned to stone. Coprolite can tell a lot about how an animal ate and what it hunted.

البقايا المتحجرة Coprolite: هي عبارة عن براز متحجر وتعتبر دليل لنوعية غذاء الكائنات السابقة وكذلك هي دليل على الكائنات التي كانت يصطادها.

Gastroliths: also called a stomach stone , are small rocks kept by an animal inside its stomach or at an early part of the alimentary canal.

الكاستروليث Gastrolihs: تسمى أيضا حجر المعدة وهي قطع صخرية صغيرة يحتفظ بها الحيوان في معدته او أي جزء من قناته الهضمية ويتناولها الحيوان لتساعده على الهضم.

المتحجرات الكاذبة Pseudofossils

وتسمى المتحجرات الوهمية او الكاذبة وهي ليست متحجرات لكائنات حية سابقة بل عبارة عن مواد معدنية تظهر بشكل مشابه للكائنات الحيوانية او النباتية. مثل

Pseudofossils (meaning "fake fossils") are not fossils at all even though they may look like one. These fossils may look like many different things such as small branches.

(**Dendrite** made by a mineral)

Dendrites (from the Greed word meaning 'tree' are acutually a mineral formation that occurs when mineral rich water finds its way between limestone and other rock layers then deposits those minerals along fissures inside the stone. This Dendrite speciemen was found in Jurassic limestone.

الدندرايت Dendrites : تعني باللاتينة الشجرة وهي ليست متحجرات حقيقة لنباتات وانما هي عبارة عن ترسبات معدنية داخل شقوق الصخور الجيرية وأنواع أخرى من الصخور بفعل المياه المشبعة بالمحاليل المعدنية ثم تتحجر ولقد وجدت هذه الأنواع من المتحجرات الكاذبة من العصر الجوراسي كما توجد متحجرات لاثار قطرات المطر تشابه مشاكن الحيونات وكذلك بعض المعادن تشابه خطوط النمو في اصداف الكائنات البحرية.

What is the importance of fossils?ما هي فائدة المتحجرات

1) **Fossils indicate the age of sedimentary rocks**.

1. تستخدم المتحجرات في تحديد العمر النسبي للصخور الرسوبية

2) **Fossils indicate the environments in which rocks formed.**

2. المتحجرات هي عبارة عن كائنات كانت تعيش ضمن بيئات قديمة سابقة وبالتالي يمكن استخدامها في تحديد بيئات الصخور التي تكونت فيها. مثل تحديد طبيعة البيئة بحرية أم قارية والمناخ هل هو حار بارد جاف وكذلك عمق المياه إذا كانت ضحلة أم متوسطة أوعميقة وملوحة المياه عذبة مالحة او شديدة الملوحة.

3) **Fossils are used to correlate (match up) rocks.**

المضاهاة Correlation: يمكن استخدام المتحجرات في المضاهاة بين الطبقات الصخرية المختلفة وهذه العملية مهمة جدا في الاستكشافات للموارد الاقتصادية حيث ان معرفة امتداد البيئات القديمة شواطئها وامكنة تجمع الرواسب فيها هي من تحدد اتجاه عمليات الحفر للمناطق المحتملة.

4) **Fossils can also indicate past lifes**

المتحجرات تعتبر دليل على الحياة الماضية. الكثير من اشكال الكائنات المحفوظة كمتحجرات هي لكائنات غير موجودة حاليا كما ان اشكال الحيوانات الحالية تختلف عن اسلافها التي عاشت في العصور الغابرة.

المتحجرات الدالة Index Fossils

ليس كل المتحجرات ممكن استخدامها في تحديد عمر الطبقات التي تحتويها ولافي المضاهاة ولا حتى تفسير البيئة القديمة ولكن قسم من هذا المتحجرات فقط والتي تسمى بالمتحجرات الدالة .

المتحجرات الدالة Index Fossils: هي المتحجرات التي تمتلك **مدى جيولوجي قصير** (عمر قصير) **وانتشار جغرافي واسع وصفات مورفولوجية (شكلية) مميزة وواضحة.**

Index fossils Conditions:

1. Short vertical range
2. Wide geographic distribution
3. Must be distinctive or easily recognizable

علم الطبقات Stratigraphy

- هو ذلك الفرع من علوم الارض يهتم بدراسة الصخور المتطبقة (Stratified rocks) أي تلك التي تكون بشكل طبقات. وتدرس تلك الصخور من ناحية طريقة تكونها (بيئة الترسيب) وتوزيعها الجغرافي (الافقي) والزمني (العمودي) وتعاقباتها ومضاهاتها الواحدة بالاخرى (Correlation) اضافة إلى تقسيمها إلى وحدات طباقية.
- الصخور المتطبقة Stratified أي التي تكون بشكل طبقات والصخور الرسوبية هي التي تكون بشكل طبقات وبالتالي فان الصخور الرسوبية سوف تكون هي المادة الاساسية لعلم الطبقات وتدرس هذه الطبقات من ناحية:

1. طريقة تكونها او بيئتها الترسيبية
2. انتشارها الجغرافي (الافقي)
3. انتشارها الزمني (العمودي)
4. تعاقباتها ومضاهاتها (تشابهها) Correlation مع بعضها البعض
5. تقسيمها إلى وحدات طباقية

الوحدة الطباقية Stratigraphic Unit: هي طبقة او مجموعة من الطبقات او الكتل الصخرية تختلف عن بعضها البعض بصفاتها الصخرية (اللون، الحجم الحبيبي، التراكيب الرسوبية وغيرها) أو الحياتية او زمن تكونها أو أي صفة تعكس بيئتها أو منشأها.

منذ عام 1930 والسنوات التي أعقبتها مباشرة انتبه علماء الطبقات إلى الفرق بين تقسيم العمود الجيولوجي إلى صخور على اساس موقعها في العمود الجيولوجي وبين حاجتهم الفعلية في الحقل إلى تحديد طبقات صخرية وامتداداتها وكان العاملون في مجال النفط من أوائل من شعروا بأهمية هذا التفريق وذلك أن ما يحدد تواجد وهجرة النفط والغاز هو الطبقات الصخرية والعلاقات التركيبية بينها، وليس معرفة موقعها ضمن التعاقب الزمني الجيولوجي التي تكون فتراته طويلة جدا قد تصل إلى ملايين السنين.

ودفعت تلك الحاجة إلى استحداث تقسيم آخر للصخور هو تقسيمها على أساس صفاتها الصخرية لذلك أصبح هناك تقسيمان الاول للصخور استنادا الى موقعها في العمود الجيولوجي (الزمن) والثاني إلى وحدات بالاعتماد على صفاتها الصخرية.

أقسم الوحدات الطباقية **(Kinds of stratigraphic Units)**

1. وحدات طباقية صخرية Lithostratigraphic Units (الصفة الصخرية)
2. وحدات طباقية حياتية Biostratigraphic Units (المتحجرات الموجودة)
3. وحدات طباقية زمنية Chronostratigraphic Units (زمن تكون الوحدة)

Categories of Stratigraphic Classification

Rock strata may be classified into many different categories each of one need its own distinctive units. The units of the following there categories are the best known and the most widely used:

1. 1.**Lithostratigraphy**: that element of stratigraphy which is concerned with the organization of strata into units based on their lithologic character.
2. 2.**Biostratigraphy**: that element of stratigraphy which is concerned with the organization of strata into units based on their fossil content.
3. 3.**Chronostratigraphy**: that element of stratigraphy which is concerned with the organization of strata into units based on their age relations.

وهناك أنواع اخرى من الوحدات الطباقية بالاضافة إلى الانواع المذكورة أعلاه مثل الوحدات التي تعتمد على الصفات الكهربائية والزلزالية والمعادن الثقيلة والمغناطيسية وغيرها.

Also widely used are units based on electrical properties, on seismic character, on heavy mineral and on magnetic polarity and are many others.

1. **الوحدات الطباقية الصخرية (Rock Units (Lithostratigraphic Units**

إن عبارة Litho من الكلمة الاغريقية Lithos وتعني صخر لذا فهذه الوحدات تسمى ايضا بالانكليزية Rock stratigraphic Units وقد تختصر إلى تسمية ((وحدة صخرية)) Rock Units

والوحدات الطباقية الصخرية: هي أجزاء من صخور القشرة الارضية (رسوبية متحولة نارية) تعرف على اساس صفاتها الصخرية (اللون، الحجم الحبيبي، المكونات الصخرية....) الواضحة التي يمكن ملاحظتها في المكاشف الصخرية وتحت السطح من خلال السجلات الكهربائية للإبار الاستكشافية ومن امثلتها التكوين Formation والطبقة Bed والمجموعة Group

حدود الوحدات الطباقية الصخرية (Lithostratigraphic Unit Contacts(Boundaries

توضع حدود الوحدات الطباقية الصخرية في الموقع التي يظهر فيها تغير واضح في الصفات الصخرية (اللون ، الحجم الحبيبي، نوعية الصخور..) أو توضع بشكل اعتباطي في حالة تغير المكونات الصخرية بشكل متدرج.

إمتداد الوحدة الطباقية الصخرية والمقطع النموذجي:

إن تشخيص وحدة طباقية صخرية يجب أن يستند على معرفة كاملة بإحتمالات امتدادات تلك الوحدة جانبيا (جغرافياً) وعموديا (زمنيا).

لغرض تثبيت تسمية وحدة طباقية يجب إختيار مقطع نموذجي (Type section)

المقطع النموذجي (Type section): هو النموذج المثال الذي يمثل **وحدة طباقية صخرية وحدودها الطباقية** . والمقطع النموذجي يشخص في تعاقب معين للطبقات الصخرية ويعتبر المثال النموذجي لتعريف الوحدة الطباقية (صفاتها الصخرية اللون المكونات الحجم الحبيبي..) و حدود تلك الوحدة الطباقية .

الموقع النموذجي Type Locality:

الموقع النموذجي يشير إلى منطقة جغرافية معينة يقع فيها المقطع النموذجي **Type section**

ملاحظة: في بعض الحالات لايوجد للوحدة الطباقية الصخرية مقطع نموذجي لذا يختار الباحث منطقة نموذجية بحيث تظهر فيها تلك الوحدة الطباقية الصخرية أو حدودها بشكل نموذجي.

مثال:

المقطع النموذجي لتكوين عقرة الجيري يقع في وادي شيخ عبدالعزيز في منطقة عقرة أي ان منطقة عقرة هي الموقع النموذجي Type Locality لتكون عقرة الجيري والمقطع الطباقي الموجود في وادي شيخ عبد العزيز هو المقطع النموذجيType section لتكوين عقرة.

أقسام الوحدات الطباقية الصخرية (Kinds of lithostratigraphic Units)

إن اقسام الوحدات الطباقية الرئيسية من اكبر وحدة إلى اصغر وحدة هي:

1. **مجموعة Group**
2. **تكوين Formation**
3. **عضو Member**
4. **طبقة Bed**

التكوين Formation

التكوين هو كتلة من الطبقات الصخرية التي تجمع على أساس الصفة الصخرية المتشابهة او تكرار مجموعة من الصفات الصخرية السائدة فيها والتي تميزها عن الوحدات الصخرية المجاورة لها.

فقد يحتوي التكوين بين حدودة العليا والسفلى صخور ذات نوع واحد (مثلا حجر رملي فقط) أو تكرار لنوعين من الصخور (مثلا حجر رملي و مارل) أو ربما نوع مختلف من الصفات الصخرية ولكنها محصورة ضمن وحدات صخرية ذات صفة صخرية مميزة فممكن ان تعتبر تكوين بحد ذاتها.

والتكوين هو الوحدة الاساسية من وحدات التقسيم الطباقي الصخري Rock Units وهو وحدة رسمية بل هو الوحدة الرسمية الوحيدة المستعملة في تقسيم العمود الطباقي العالمي Stratigraphic Column في جميع إنحاء العالم إلى وحدات لها تسميات على اساس صفاتها الصخرية.

Formation: The primary formal unit of lithostratigraphic classification.
Formations are the only formal lithostratigraphic units into which the stratigraphic column everywhere should be divided completely on the basis of lithology.

تسمية التكوين :

هناك طريقتين لتسمية التكاوين :

الأولى: يكون الاسم فيها من كلمتين او مقطعين الكلمة الاولى هي اسم الموقع الجغرافي القريب او المتواجد ضمنه المقطع النموذجي (Type section) للوحدة الطباقية والكلمة الثانية Formation

مثال: تكوين كولوش Kolosh Formation فكلمة كولوش هي مدينة في شمال العراق والكلمة الثانية هي تكوين .

الثانية: يكون الاسم من ثلاثة كلمات اسم الموقع الجغرافي القريب من المقطع النموذجي الصفة الصخرية السائدة اضافة الى كلمة تكوين مثل Agra Limestone Formation

تكوين عقرة الجيري فاضفنا كلمة الجيري لان الصفة الصخرية السائدة هي حجر الجير.

سمك التكوين: ليس هناك قياس اساسية يشترط ان يكون فيها سمك التكوين حيث إستحداثه بل ان استحداثه يتم بناءا على درجة الفائدة العملية للجيولوجين في الحقل سواء كان مكشفا صخريا او مقطع تحت سطحي (بئر) وان يكون سمكه بالدرجة التي تسمحه بوضعه على خريطة بمقياس رسم 1:25000

العضو Member: هو وحدة طباقية صخرية اصغر من التكوين (Formation) تتميز بصفة صخرية (فيزياوية) وبالامكان تقسيم التكوين إلى أعضاء (Member) وذلك إذا لوحظ ضمن التكوين الواحد صفات صخرية تبرر هذا التقسيم والشرط الآخر لإستحداث الاعضاء (Members) هو مدى الاهمية لهذا التقسيم في الحقل ورسم الخرائط الجيولوجية. وبنفس طريقة تسمية التكوين نحتاج إلى مقطع نموذجي وموقع جغرافي.

Member: The formal lithostratigraphic unit next in rank below a formation.
It possesses lithologic properties distinguishing it from adjacent parts of the formation.
No fixed standard is required for the extent and thickness of a member.

المجموعة Group: وحدة طباقية صخرية هي اعلى في التقسيم الطباقي من التكوين والمجموعة تشمل تكوينين أو كثر تجمعهما صفة صخرية مشتركة. الغرض من توحيد مثل هذه التكاوين في مجموعة هو إظهار العلاقة الطبيعية بينها ويستفاد منها في رسم خرائط ذات مقياس رسم صغير.

مثال: مجموعة كركوك Kirkuk Group تضم عدة تكاوين الصفة الغالبة عليها هي حجر جير

Group A succession of two or more contiguous or associated formations with significant and diagnostic lithologic properties in common.

الطبقة Bed: هي أصغر وحدة من الوحدات الطباقية الصخرية وهي تتميز بصفاتها الصخرية المميزة.

وهي كلمة تطلق اعتيادا على الصخور المتطبقة (Layered) التي يتراوح سمكها من سنتمر واحد إلى عدة أمتار والرقائق التي يقل سمكها عن سنتمتر واحد (Laminae)

Bed: The smallest formal unit in the hierarchy of sedimentary lithostratigraphic units, e.g. a single stratum lithologically distinguishable from other layers above and below.

تسمية طبقة:

تسمية طبقة بشكل رسمي من اسم جغرافي لموقع قريب من المقطع النموذجي للطبقة والصفة الصخرية للطبقة وكلمة طبقة

Plummer Coal Bed

الطبقة الدالة، الطبقة المتميزة (Key bed, Marker bed)

طبقة صخرية متميزة بصفة صخرية أو صفة طبيعية أخرى(مثل اللون، الحجم الحبيبي، ....) وتكون ذات فائدة خاصة في المضاهاة (Correlation) أو كمؤشر للرجوع في الحقل إلى أي تعاقب طباقي. وبالامكان تعقبها خارج حدود التكوين أو العضو التي هي جزء منه.

Distinctive beds (key beds, marker beds) particularly useful for stratigraphic purposes are given proper names and considered formal lithostratigraphic units.

العدسة Lentil واللسان Tongue

العدسة واللسان هي وحدات صخرية تمثل أشكالا خاصة من التكاوين (Formation) والاعضاء (Member)

العدسة Lentil (Lens) : هي جسم صخري (تكوين او عضو) بشكل عدسة توجد داخل صخور أخرى تختلف عنها بالمكونات الصخرية وتحيط بها من كل جانب.

A lens is a lens-shaped body of rock of different lithology than the unit that encloses it.

اللسان Tongue: هي امتداد لوحدة صخرية (تكوين أو عضو) بشكل لسان خارج نطق تلك الوحدة ويتداخل مع وحدة صخرية أخرى تختلف عنه بالمكونات الصخرية.

A **tongue** is a projecting part of a lithostratigraphic unit extending out beyond its main body.

العلاقات العمودية للمجاميع الصخرية المتداخلة Vertical Relationship of Interfingering Rock Units

التغييرات العمودية في المجاميع الصخرية هي سهلة الملاحظة في الطبيعة اكثر من التغييرات الجانبيةاو الافقية التي تمتد إلى مسافات جغرافية واسعة جداً. كما يمكن ملاحظة التغييرات العمودية في المجاميع الصخرية التحت سطحية عن طريق نماذج الحفر (اللباب Core) أو الفتات Cutting كذلك من خلال سجلات المجسات الكهربائية. **يوجد نوعين من التغييرات العمودية في المجاميع الصخرية:**

1. علاقات عمودية (طباقية) متوافقة Conformable Relationship
2. علاقات عمودية (طباقية) غير متوافقة Unconformable Relationship

علاقات عمودية (طباقية) متوافقة Conformable Relationship

المقصود بالعلاقات العمودية المتوافقة هو تغير الصخور في الحقل من نوع إلى آخر دون ملاحظةأي دليل على انقطاع في الترسيب (أي عدم ملاحظة ادلة على عدم التوافق) وتسمى العلاقة في هذه الحالة بين الوحدتين الصخريتين ((علاقة توافقية))

علاقات عمودية (طباقية) غير متوافقة Unconformable Relationship

إن الأصل في ترسيب الصخور الرسوبية أن تكون طبقاتها أفقية (موازية لبعضها بعضاً) ومستمرة، بحيث تكون أسطح الطبقات المتعاقبة **متوازية ومتتالية. وهذا هو التوافق؛ مثل هذه الطبقات تسمى الطبقات المتوافقة** إلا أننا لا نجد هذا في الطبيعة دائماً، فقد نجد طبقات أفقية يلاحظ فيها عدم اكتمال مجموعة من الطبقات أو حتى غيابها (غير متتالية)، أو طبقات مائلة يعلوها طبقات أفقية **ومثل ذلك يسمى عدم توافق.**

سطح عدم التوافق Unconformity

هو سطح **تعرية** أو **عدم ترسيب** واضح ومميز يفصل ما بين مجموعتين صخريتين صخور قديمة العمر تفصلها **فترة زمنية مفقودة** عن صخور احدث عمرا توجد فوقها ويدل وجود عدم التوافق على وجود **ثغرة زمنية في الترسيب.**

قد يحدث عدم التوافق اما بسبب ارتفاع الطبقة السفلى ثم تعريتها وترسب طبقة ثانية فوقها أو قد يكون نتيجة لتوقف في الترسيب لفترة ثم حصول ترسيب ثاني فوق الطبقة الاولى كما ان هناك اسباب عديدة أخرى لعدم التوافق.

مثال: عدم التوافق يحصل بتاثير امواج البحر حينما تقوم الامواج بتعرية الصخور القريبة من الساحل و تؤدي إلى تآكلها وتعريتها ثم يتقدم البحر فوق هذه الطبقات المعرآة و تترسب طبقات جديدة فوق المتبقي من الطبقات القديمة ليتكون سطح عدم توافق.

ويوجد ثلاثة أنواع من عدم التوافق:

1. **عدم التوافق الزاوي (Angular Unconformity)**

تكون الطبقات السفلى مائلة يفصلها سطح عدم توافق عن طبقات افقية تقع فوقها

2. **عدم التوافق المتوازي (Disconformity)**

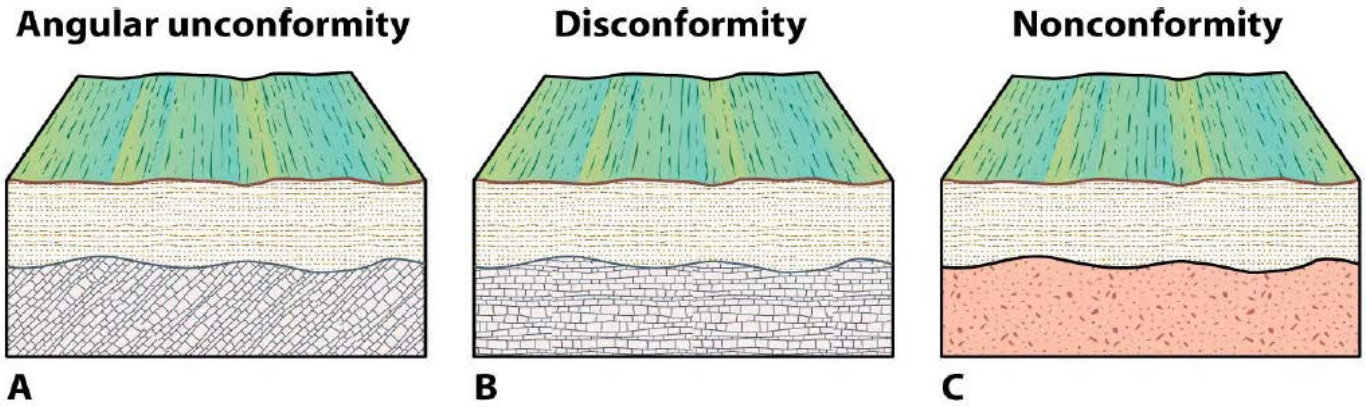
هي تلك الحالة تحدث بين طبقات قديمة يفصلها سطح عدم توافق عن طبقات احدث منها وكلا الطبقتين القديمة والحديثة متوزيتان

3. عدم التوافق المتباين (اللاتوافق) (Nonconformity)

العلاقة بين صخور نارية أو متحولة مفصولة بسطح عدم توافق عن صخور رسوبية تقع فوقها

1. **Angular Unconformity**
2. **Nonconformity**
3. **Disconformity**

عدم التوافق الزاوي **عدم التوافق المتوازي** **عدم التوافق المتباين**



صخور رسوبية افقية
صخور رسوبية مائلة

صخور رسوبية
مختلفة الاعمار

اختلاف في نوعية الصخور
نارية او متحولة مقابل رسوبية

4. عدم التوافق المحلي والاقليمي

ان تقسيم عدم التوافق الى محلي و أقليمي يعتمد على الامتداد الجغرافي لعدم التوافق

عدم التوافق المحلي (Local Unconformity)

يكون له أمتداد جغرافي محدود ويكون محصور في مناطق قريبة من حوض الترسيب ويستمر الترسيب داخل حوض الترسيب

عدم التوافق الاقليمي (Regional Unconformity)

يكون له امتداد جغرافي واسع نتيجة لتأثر اطراف احواض الترسيب والاحواض الاصلية بعملية التعرية نتيجة لانحسار كبير للبحر ومن امثلة عدم التوافق الاقليمي هو عدم التوافق الموجود بين صخور الكريتاسي الاعلى والترشري الاسفل في مناطق شاسعة من معظم العراق تمتد من شمال وشمال شرق العرق حتى التكاوين في المناطق الوسطى من العراق وبعض تكاوين غرب وجنوب العراق

الطباقية الحياتية Biostratigraphy

هي فرع من علم الطبقات يتناول دراسة بقايا الكائنات الحية المتحجرة والمتواجدة في الطبقات وتنظيم هذه الطبقات إلى وحدات بالاعتماد على هذه الادلة الاحفورية.

Biostratigraphy: the element of stratigraphy that deal with the remains or evidences of former life in strata and with the organization of strata into units based on their fossil content.

تصنيف الوحدات الطباقية الحياتية Biostratigraphic Classification

تنظيم الطبقات في وحدات طباقية إعتمادا على محتوياتها من المتحجرات.

2. الوحدات الطباقية الحياتية Biostratigraphic Units

الوحدة الطباقية الحياتية: هي طبقة او مجموعة من الطبقات الصخرية تجمع مع بعضها بالاعتماد على محتوياتها من المتحجرات أو أية صفة تحجرية (مثل وفرة المتحجرات وندرتها ، انواع المتحجرات ، درجة تطورها ...) والتي تميزها عن الطبقات الاخرى وهذه المتحجرات يجب ان تكون متكونة موضعيا داخل الصخور (أي كانت موجودة في وقت ترسيب الصخور ضمن نفس البيئة الترسيبية أو نقلت إليها بشكل متزامن بعد موتها وترسبت في نفس وقت تكون الصخور وليست منقولة بعد تكون الصخور بفترات زمنية طويلة وبالتالي سوف تكون غير مفيدة في تحديد عمر الصخور ولا البيئة الترسيبة) بينما المتحجرات المفيدة هي المتكونة في زمن تكون الطبقات الصخرية التي تحتويها عليها وبالتالي ستساعد تميز الطبقات التي تحتويها عن الطبقات المجاورة لها والمختلفة عنها في **العمر والبيئة الترسيبية.**

أقسام الوحدات الطباقية الحياتية Biostratigraphic Classification

النطاق (Biozone)Biostratigraphic Zone: يعتبر النطاق الوحدة العامة الاساسية في التصنيف الطباقي الحياتي. **ويعرف** بأنه طبقة أو مجموعة طبقات تمتاز بوجود مصنف واحد (Taxon) او مجموعة مصنفات (Taxa) ويسمى النطاق بإسم واحد أو اكثر من المصنفات التي تتواجد في صخورها.

ملاحظة: إن عبارة نطاق Zone ليست محصورة الاستعمال في الوحدات الطباقية الحياتية لإنها تستخدم في وحدات طباقية أخرى وفي أفرع أخرى من علوم الارض مثل نطاق الفوالق الزاحفة نطاق حجر الصوان ، نطاق تشبع التربة وغيرها لذلك يفضل الاشارة إلى النطاق بالوحدات الطباقية بالنطاق الطباقي الحياتي Biostratigraphic zone أو اختصارا تسمى نطاق حياتي Biozone**إن تحديد نطاق طباقي حياتي يتم استنادا إلى محتويات الصخور من المتحجرات فقط بدون الاعتماد على المكونات الصخرية او البيئية او مفهوم الزمن.**

أنواع الوحدات الطباقية الحياتية Kinds of Biostratigraphic Units:

1. **نطاق التجمع Assemblage zone:** هي الطبقات المتميزة بإحتوائها على مجموعة خاصة من المتحجرات تميزها عن غيرها من الطبقات من ناحية محتوياتها من المتحجرات.

وينظر إلى هذا النطاق بمحتوياته من المتحجرات (مجموعة متحجرات) وليس إمتداد متحجر واحد والتغير في انطقة التجمع قد يشير إلى تغير البيئة أو تغير عمر الصخور أو كليهما.

ويطلق على النطاق اسم يؤخذ من واحد او اكثر من المتحجرات الموجودة في هذا النطاق مثال *Crepicephalus* Assemblage zone لا يتميز بوجود جنس *Crepicephalus* فقط بل بوجود مجموعة اجناس اخرى من الترايلوبايت التي تتواجد مع هذا الجنس وتشكل مجموعة متحجرات دالة لهذا النطاق.

2. نطاق مدى Range Zone: هي كتلة الطبقات التي تمثل الامتداد الكلي (Range) لوجود أي مصنف يتم اختياره من بين المجموع الكلي للمتحجرات المتواجدة في تعاقب طباقي.

يكون المصنف الذي يتم إختياره وحدة تصنيفية مثل نوع Species و جنس Genus او عائلة Family او رتبة Order

3. نطاق الذروة (القمة) Acme (Peak) Zone

كتلة الطبقات التي تمثل ذروة (Abundance) تواجد أعداد لمصنف معين سواء كان نوع او جنس أو عائلة ولايشمل ذلك المدى الكلي ويأخذ النطاق أسمه من المصنف قيد الدراسة وأن أعلى نسبة من تواجد نماذج ذلك المصنف تحدد ذلك النطاق.

4. نطاق بيني (Interval Zone)

كتلة الصخور الحاوية على المتحجرات الواقعة بين مستويين طباقيين حياتين محددين. ان النطاق هذا لايشترط أن يكون نطاق مدى مصنف أو نطاق مدى متداخل لمصنفات ويعرف على اساس موقعه المحصور بالمستويات الحياتية الواقعة اعلاه وأسفله فقط. ففي الدراسات الطباقية التحت سطحية حيث يكون إختراق الطبقات من الاعلى إلى الاسفل ويكون تشخيص المتحجرات من الفتات الصخري (Cuttings) المستخرج أثناء الحفر.

5. النطاق القاحل (Barren Zone)

من المعلوم ان هناك وحدات طباقية لاتحتوي على أي متحجرات لذلك فإن الانطقة التي تحتوي على متحجرات قد تفصلها طبقات لاتحتوي على متحجرات وهذه المناطق التي لا تحتوي على اي متحجرات تسمى انطقة قاحلة Barren zone

الجيولوجيا التاريخية
Historical Geology

هي دراسة تاريخ الأرض ومن كان عليها (نباتات ، حيوانات ، مسطحات مائية ، تضاريس أرضية، حوادث كونية، ثروات اقتصادية إلخ) وهذا التاريخ يعاد بنائه من قطع الصخور التي حفظت لنا هذا التاريخ.

الجيولوجيا التاريخية بالإضافة إلى كونه علم تاريخي هو أيضاً علماً استنباطي (استكشافي) فمن خلال معلوماتنا عن الاحداث الحالية يستطيع الباحثون التنبؤ بأماكن الصخور القديمة والترسبات المعدنية بالإضافة إلى الاماكن المحتملة للحقول النفطية وذلك من خلال فهم كيفية الظروف أو البيئات التي تحتاجها هذه الثروات لتكونها حالياً ومن ثم البحث عن البيئات التي وفرت هذه الظروف سابقاً وأين يمكن أن نجدها اليوم خصوصاً وأننا سوف نتعامل مع موارد هي موجودة في باطن الأرض ومن الصعب تتبعها خطوة بخطوة ولكن من خلال فهم الاحواض الترسيبية التي كونتها وتطورها خلال العصور الماضية نستطيع توقع أي هي الاماكن التي تكون ملائمة لحفر الابار واستغلالهاوالحقيقة أن بعض المعلومات تعتبر أكثر أهمية من معلومات أخرى لأنها تساعدنا في اقتراح أو توقع الاماكن الغامضة (غير المعروفة) للبحث عن الموارد الطبيعية.

ولهذا فأن ترتيب التاريخ الجيولوجي للأرض من خلال ترتيب الحوادث الكبرى (Major events) هي التي يمكن استخدامها في فهم الماضي وفي البحث عن المعادن ومصادر الطاقة ، مثال على ذلك التغييرات الكبيرة في مستوى سطح البحر وكذلك التحام القارات وتكسرها انقراض الاحياء وانتشارها والتغيرات المناخية وعمليات بناء الجبال وكل هذه العمليات لها دور مهم في معرفة عمر ومواقع ترسبات الخامات وحقول النفط

مثال على هذه الحوادث العظيمة التي حدثت في تاريخ الأرض مثل ما حدث في زمن الكريتاسي من الزيادة الكبيرة في انتشار قاع المحيط (Sea–floar spreading) عملت على ارتفاع عالمي كبير في مستوى سطح البحر وكذلك الزيادة كبيرة في نسبة ثاني أوكسيد الكاربون في الجو من خلال الانشطة البركانية الكبيرة وهذه الزيادة في ثاني أوكسيد الكاربون مع طغيان البحار هذه التغيرات أدت إلى تكون بحار قارية جديدة وبيئات جديدة لإزدهار الاحياء والنباتات قارياً وبحرياً كماً و نوعاً وهذا ساعد على تكوين كميات كبيرة من الفحم والنفط في هذا العصر كما زادت نسبة الأوكسجين و عمليات التعرية وتكوين صخور رسوبية

ولذلك إن الدراسة تركز على المبادئ الاساسية في الجيولوجيا لإعادة بناء وفهم تاريخ الأرض. وهي تركز على العمليات الجيولوجية التي حدثت على السطح وتحت السطح وكذلك على استخدام الطباقية والجيولوجيا التركيبية وعلم المتحجرات من أجل معرفة تتابع الحوادث على الأرض خلال الزمن. كما تركز الجيولوجيا التاريخية على دراسة تطور الحيوانات والنباتات خلال العصور الجيولوجية المختلفة.

قياس الزمن الجيولوجي

الزمن الجيولوجي يختلف عن الزمن الذي نعيشه حاليا فالزمن الجيولوجي يمتد لعصور طويلة تقدر بملايين أو مليارات السنين. إن قياس الزمن الجيولوجي وتحديد عمر الطبقات الصخرية **يكون نسبياً Relative أو حقيقاً (مطلق) Absolute**

العمر النسبي Relative Dating

يقصد به تحديد عمر الطبقات الصخرية بالنسبة لبعضها البعض دون معرفة العمر الحقيقي لتلك الترسبات استنادا إلى قانون تعاقب الطبقات Superposition ويتم ذلك حين وجود مجموعة من الطبقات المتتابعة بوضعية أفقية فتكون بذلك الطبقات السفلى هي الاقدم والعليا أحدث عمرا على **شرط ان لا يكون هناك تشوه تكتوني او طي شديد وكذلك يستفاد من قانون التتابع الحيواني والنباتي والمتحجرات الدالة لتحديد العمر النسبي للطبقات الصخرية** فتكون الطبقات التي تحتوي على المتحجرات القديمة الاقدم والطبقات التي تحتوي على متحجرات الاحدث هي أحدث ايضا.

مثال إن انقراض الاحياء لا يعود إلى الوراء أو الحيوان المنقرض لا يعاود الظهور في زمن آخر بعد الزمن الذي أنقرض فيه كما أنه لا يظهر في صخور أحدث من الصخور التي بدأ الظهور بها فعندما نجد متحجرات للديناصور في صخور فإن هذه الصخور هي لحقبة الحياة المتوسطة Mesozoic وهذه الصخور هي أقدم من صخور حقبة الحياة الحديثة Cenozoic واحدث من صخور حقبة الحياة القديمة Paleozoic

العمر المطلق (Absolute ages)

هو تحديد عمر الصخور بالسنين عن طريق النظائر المشعة.

اكتشاف طرق النظائر المشعة في تحديد اعمار الصخور خلال النصف الاول من القرن العشرين كانت لها دور كبير في تحديد العمر المطلق (absolute ages) لصخور الأرض بطريقة مختلفة ومكملة في نفس الوقت لتحديد العمر النسبي (Relative ages) للصخور عن طريق المتحجرات

وقد قسم السلم الزمني للأرض إلى قسمين رئيسين أو أبدين (Eon) أطلق على الاقدم تسمية أبد الحياة الخفية Hidden life (Cryptozoic) أو ما يسمى بما قبل الكامبري Precambrian Eon والثاني أبد الحياة الظاهرة Phanerozoic (Evident Life)

السلم الزمن الجيولوجي(Geological Time Scale): هو سجل لأشكال الحياة و الحوادث الجيولوجية التي مرت على الارض. والعلماء في تحديث دائم للسلم الزمني من خلال دراسة الطبقات الصخرية والمتحجرات في كل العالم كما ان تحديد الاعمار باستخدام النظائر المشعة يساعد في تحديد العمر المطلق بالسنين للسلم الزمني.

The ***Geological time scale*** is a record of the life forms and geological events in Earth's history. Scientists developed the time scale by studying rock layers and fossils worldwide. Radioactive dating helped determine the absolute divisions in the time scale.

إن دراسي تاريخ الارض كدارسي تاريخ الحضارات البشرية لابد لهم من تحديد مفاهيم مشتركة للأحداث المهمة للتفاهم بينهم فكما أن الزمن الحالي بالنسبة لمؤرخي الحضارات هي السنين والقرون فإن دارسي تاريخ الارض استحدثوا مقياساً خاصاً للزمن مكوناً من وحدات كبيرة ووحدات صغيرة وقسم هذا الزمن إلى وحدات مبتدءاً من التاريخ الاقدم ثم الاحدث

فنحن نتكلم عن العصر القديم Paleozoic مثلاً مثل ما يتكلم المؤرخون عن العصور الوسطى .

إن وحدات الزمن الجيولوجي Time Unitsهي الابد (Eon) وهو أكبر وحدة زمنية جيولوجية وتشمل عدة دهور (Eras) والدهور تقسم إلى عصور (Periods) والعصور إلى أحايين (Epochs) والحين يقسم إلى أعمار (Ages) والعمر إلى زمن (Chron)

أما الصخور المترسبة في كل فترة زمنية جيولوجية تسمى الوحدات الطباقية الزمنية Time Rock Units لذا فأن عبارة نظام System تطلق على الصخور المتكون في فترة من الزمني الجيولوجي هي العصر Period مثلاً الصخور المتكونة في العصر البرمي Permian period اسم نظام البرمي Permian system**إن الحدود بين .. Eon , Era , Period وضعت أعتماداً على ظهور الاحياء (التطور) Evolution الاختفاء (الانقراض) Extinctions وكذلك التغيرات المناخية العالمية**

The geological time scale based on evolvement / extinction of animal life forms and global climate variations

Chronologic Units **Time Units** **الوحدات الزمنية**	**Chronostratigraphic Units** **Time-Rock Units** **الوحدات الطباقية الزمنية**
Eon أبد	Eonthem أينوثيم
Era دهر	Erathem إيراثيم
Period عصر	System نظام
Epoch حين	Series سلسلة
Age عمر	Stage مرحلة
Chron زمن	Chronzone نطاق زمني

اكبر وحدة يقسم إليها السلم الزمني هي أبد Eon ويوجد ضمن السلم الزمني وحدتين أساسيتين:

1. ابد الحياة الخفية او ما تسمى بـ زمن ماقبل الكامبري Precambrian Time (Cryptozoic Eon)
2. ابد الحياة الظاهرة Phanerozoic Eon

زمن ما قبل الكامبري Precambrian Time

يشكل هذا الزمن حوالي 80 % من تاريخ الأرض وعمر هذا الابد يبدأ مع بداية عمر الأرض أي قبل 4.6 مليار سنة وينتهي مع ابد الحياة الظاهرة Phanerozoic Eon قبل اكثر من 541 مليون سنة.

شكل الحياة في هذا الابد كانت بدائية وبسيطة تتمثل بالكائنات أحادية الخلية مثل البكتريا و الطحالب البسيطة وفي نهاية هذا الابد ظهرت حيوانات متعددة الخلايا تتمثل بقناديل البحر وديدان البحر.

متحجرات هذا الزمن نادرة بسب ان الكائنات **كانت لا تمتلك هياكل صلبة ولذلك فرص تحجرها ضعيفة.**

وقد تغير التقسيمات كثيرا وأخير اصبح تقسيم **البريكامبري إلى ثلاثة أقسام** هي:

1. أبد الحياة الخفية Hadean Eon: الفترة مابين تكّون المجموعة الشمسية Solar system إلى برودة الارض وتكون اول الصخور بزمن يقدر ما بين (4.6 – 4 billion yrs ago)
2. أبد الحياة السحيقة Archean Eon الفترة ما بين برودة سطح الكرة الارضية الى مرحلة كافية وتكون الصفائح القارية Continental Plates وظهور اول المتحجرات وكانت للبكتريا بزمن يقدر ما بين (4 – 2.5 billion yrs ago)
3. أبد الحياة الاولية Proterozoic Eon: مابين ظهور اول القارات المستقرة ظهور وفرة من الكائنات احادية الخلية البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة التي تعود الى الاوليات في زمن يقدر مابين (2.5billion – 541million yrs age)

والحقيقة فإن زمن البريكامبري ورغم طول فترته الزمنية بدهوره الثلاثة غير معروف كما هو الحال عليه في أبد الحياة الظاهرة **الذي يليه وذلك للأسباب التالية:**

1.إن اقل من 20% من صخور البريكامبري مكشوفة على السطح الارض

2.إن عوامل التعرية قد حطمت معظم صخور البريكامبري بالإضافة إلى عمليات التحول وقد حولت بعضها إلى درجة يصعب معها معرفة عمرها وبالتالي لايمكن إعتبارها صخور البريكامبري

3.قلة وجود المتحجرات والمتحجرات الدالة في هذه الصخور وذلك لأن الحياة في تلك الفترة كانت بدائية جداً والكائنات الحية لاتحتوي على أجزاء صلبة أو هيكل صلب يترك سجل حياتي.

وكنتيجة لذلك فإن **المضاهاة الطباقية لصخور البريكامبري** قد أعتمد بشكل **كبير على النظائر المشعة**

إن معظم المعلومات الجيولوجية عن زمن البريكامبري قد أستخلصت من المجنات Cartons

المجنات Cartons: أجزاء كبيرة من القارات والتي لم تعاني أي تشوه تكتوني من زمن البريكامبري أو بداية حقبة الحياة القديمة.

ابد الحياة الظاهرة Phanerozoic Eon The Phanerozoic Eon

The Phanerozoic Eon encompasses 541 million years, and is still the current Eon. The Phanerozoic Eon is divided into the **Paleozoic , Mesozoic and Cenozoic Eras.**

ابد الحياة الظاهرة Phanerozoic Eon:

بداية هذا الابد هو عند نهاية ابد الحياة الخفية أي قبل حوالي 541 مليون سنة ولازال هذا الابد مستمر الزمن الحالي. يقسم هذا الابد إلى ثلاثة دهور Eras

1. **دهر الحياة القديمة Paleozoic Era**
2. **دهر الحياة المتوسطة Mesozoic Era**
3. **دهر الحياة الحديثة Cenozoic Era**

دهر الحياة القديمة Paleozoic Era

بدأ قبل 541 مليون سنة إلى قبل 251 مليون سنة.

ويقسم هذا الدهر إلى قسمين علوي Upper وسفلي Lower وكل قسم من هذه الأقسام يضم ثلاثة عصور Periods أي انه يقسم بالمجموع إلى ستة عصور :

(Lower Paleozoic) Cambrian, Ordovician, Silurian
(Upper Paleozoic) Devonian, Carboniferous, Permian.

هناك حدثين مهمين في تاريخ الحياة في هذا الزمن:

1. ظهور الحيوانات متعددة الخلايا Multi-celled animals بانتشار وتنوع الكبير
2. اكبر انقراض للأحياء البحرية في تاريخ الارض مسح حوالي 90% من اشكال الحياة البحرية

كما تجدر الاشارة إلى **ظهور ترسبات الكاربونيت والفحم** في هذا الزمن حيث انها لم تكون موجودة في البريكامبري.

الحياة خلال الباليوزويك الاسفل (541-419) Early Paleozoic Life

الباليوزويك الأسفل الذي يضم العصور الثلاثة: (Cambrian-Ordovacian-Silurian) يعتبر فترة سيادة **الحيوانات اللافقرية البحرية** (Marine Invertebrates) حيث أن الحياة خلال ذلك الزمن **كانت مقتصرة** على البحار فقط إلى **ماقبل نهاية العصر السايلوري** بفترة وجيزة حينما ظهرت أولى نباتات اليابسة إذ كانت الحيوانات السائدة هي الحيوانات اللافقرية باستثناء بعض البقايا العظمية للأسماك البدائية التي وجدت أبتداءا من صخور الاوردفيشي العلوي واصبحت متحجرات الاسماك واضحة الظهور في نهاية السايلوري إلا أن السيادة والطغيان كانت للحيوانات اللافقرية البحرية ومن أهم مجاميع اللافقريات البحرية: المفصليات (Arthropods) خصوصا ثلاثية التفصص (Trilobites) و المسرجيات Brachiopods و المرجان Corals

ظهور الفقريات Vertebrates

إن أقدم آثار الحيوانات الفقرية عثر عليها في صخور نظام الاوردفيشي (الاسفل – الأوسط) وقد ظهرت لأسماك بدائية وقد بقيت هذه الاسماك خلال السايلوري محدودة الأنتشار.

أول كائنات اليابسة Land Life

في نهاية العصر السايلوري ظهرت أول نباتات اليابسة وهو مجموعة من السرخسيات Pteridophyata أما بالنسبة لأول حيوانات اليابسة فكانت العقارب Scorpions .

الباليوزيك الأعلى (المتأخر) Upper Paleozoic

أن العصور الثلاثة للباليوزيك المتأخر والتي هي

(Devonian, Carboniferous, Permian)

استمر من 419 مليون سنة إلى 251 مليون سنة من تاريخ الارض وقد تميز الباليوزويك الاعلى وفي بداية العصر الديفوني بغزو لليابسة واستيطان واسع للأرض من قبل الكائنات فمن اللافقريات وقد نجحت المفصليات في استيطان اليابسة بينما الفقريات تبعت ذلك وفي نهاية الديفوني حيث ظهرت البرمائيات Amphibian وقبل نهاية الباليوزويك أصبحت السيادة للزواحف على بقية الاحياء الموجودة على الارض آنذاك.

كما ظهرت في **البرمي أسلاف اللبائن و الطيور والزواحف الحالية**

الفقريات البحرية:

كانت الاسماك هي الفقريات الوحيدة الموجودة في الباليوزويك الأسفل وقد انتشرت في تلك الفترة وخاصة في المياه العذبة والمياه البحرية الشاطئية. وقد أستمر هذا الانتشار خلال الديفوني (الباليوزويك الاعلى) حيث كانت جميع الاسماك ممثلة آنذاك وواسعة الإنتشار مما جعل العلماء يطلقون أسم عصر الاسماك Age of Fishes على عصر الديفوني كما شهد هذا العصر ظهور أول أنواع اسماك القرش Sharks

الحياة على اليابسة

كانت المفصليات Arthropods من أهم مجاميع اللافقريات التي سادت على اليابسة وقد برز منها آنذاك العناكب والعقارب إلا ان اكثر المفصليات انتشارا هي الحشرات Insects وقد ظهرت الحشرات الغير مجنحة أولا ثم الحشرات المجنحة وقد بلغت الحشرات المجنحة **قمت إنتشارها خلال الكاربوني العلوي** وظهر منها أشكال ذات حجوم كبيرة وصل امتداد جناحيها إلى 80 سم ومن أهم تلك المجاميع الصراصر Cockroaches

فقريات اليابسة Land Vertebrates

من الاحداث المهمة خلال الباليوزيوك العلوي هي ظهور أول فقريات اليابسة وهي البرمائيات خلال الديفوني العلوي وشهد عصر الكاربوني والبرمي إنتشار واسع للبرمائيات amphibians وقد وصل طول قسم منها إلى (3) أمتار وفي البرمي ظهرت أسلاف اللبائن والطيور والزواحف الحالية

نباتات اليابسة Land Plants

أول إنتشار واسع لنباتات اليابسة كان خلال الباليوزويك العلوي خصوصاً خلال العصر الكاربوني حيث حدث إنتشار إنفجاري للنباتات وتنوعها مما ساهم في تكوين طبقات الفحم الحجري ومعظم هذه النباتات المكونة للفحم الحجري تعود إلى النباتات اللازهرية (معراة البذور) Gymnosperm.

الانقراض الأكبر في تاريخ الأرض Largest Mass extinction in history

climate changes that led to mass extinction event.

- At the end of the Paleozoic, the ***largest mass extinction in history*** wiped out approximately 90% of all marine animal species and 70% of land animals.
  - Possible causes of this Mass Extinction Event
    - Lowering of sea levels when the continents were rejoined as Pangaea (convergent boundary)
    - Increased volcanic activity (ash and dust)
    - Climate changes – cooler climate

كان بسبب التغييرات التي حدثت في الجغرافية القديمة حيث الكثير من القارات اتحدت مع بعضها البعض قارة واحدة هي البانجيا Pangaea وكثير من البحار اختفت وكذلك اصبح تأثير البحر على اليابسة قليل فأصبحت الظروف المناخية جافة وباردة كذلك زيادة الفعاليات البركانية التي اطلقت كميات كبيرة من الدخان والغبار وهذه الاسباب أدت إلى اختفاء حوالي 90% من اشكال الحياة البحرية و 70% من اشكال اليابسة وهذه هو سبب الانقراض الذي حدث في عصر البرمي Permian Period.

دهر الحياة المتوسطة Mesozoic Era

إن الثلاث عصور في دهر الحياة المتوسطة هي الترياسك والجوراسك والكريتاسي (الطباشيري) (Cretaceous, Jurassic, Triassic) ويمتد من 251 مليون سنة إلى قبل 66 مليون سنة

وقد تميزت الحياة في هذا الدهر :

1. ذروة أنتشار الاحياء عالمياً (ماعدا الحشرات مقارنة بانتشارها الواسع في عصرالكاربوني)
2. ظهور أول مجاميع الثدييات الحديثة ومجاميع الطيور
3. ظهور الديناصورات (Dinosaurs) وانتشار الامونايت Ammonites وتطورها ثم انقراضها في نهاية هذا الدهر
4. ازدهار نباتات اليابسة وظهور اول نباتات مغطاة البذور في نهاية الكريتاسي.

الحياة في دهر الحياة المتوسطة

إن مشهد الحياة في هذا الدهر يمتاز بسيادة الزواحف كأحد فقريات اليابسة وكذلك اللافقريات البحرية وخصوصاً الراس قدميات Cephalopods كأحد اللافقريات الكبيرة. إن سجل متحجرات لهذه الحقبة ينتهي بإنقراض جماعي آخر يصبح أصعب في تفسيرة من الانقراض الذي حدث في البرمي.

الفقريات Vertebrates

العصر الجوراسي هو عصر الزواحف Age of Reptiles كما ظهرت في الميسوزويك **السلاحف البحرية العملاقة (بطول 4 امتار ووزن ثلاثة أطنان)** أما على اليابسة فقد ظهرت الداينوصورات (Dinosaurs) والزواحف الطائرة المعروفة باسم بتروصورس Pterosaurs

الداينوصورات Dinosaurs

Dino مخيف + saurs سحلية = السحالي المخيفة

هي مجموعة من الزواحف المنقرضة التي سادت خلال حقبة الحياة المتوسطة وتميز أغلبها بضخامة حجمها حيث وصل طول أكبرها إلى 30 متراً وهي تقسم إلى مجموعتين عشبية وآكلات لحوم (مفترسات) والمفترسة غالباً تتحرك على الاطراف الخلفية فقط بينما آكلات النباتات تستعمل أطرافها الاربعة للحركة.

وقد بلغت حيوانات الداينوصورات قمة إنتشارها وضخامتها خلال العصر الجورسي واستمرت بهذه الصورة الى أن أنقرضت في نهاية **العصر الطباشيري**

نباتات حقبة الحياة المتوسط Mesozoic Plants

على الرغم من العصر الترياسي يمثل حقبة للحياة جديدة إلا ان النباتات الارضية **أستمرت من العصر البرمي** إلى **العصر الترياسي** دون تغيير كبير **وفي العصر الجوراسي تنوعت النباتات الارضية وأزدهرت إزدهارا ملحوضاً** مثل الصنوبريات Conifers والنخليات (Cycads) وفي مطلع الكريتاسي كانت النباتات الارضية شبيهة إلى حدما بنباتات العصر الجوراسي وانتشرت أشجار النخيل (Cycads) والصنوبريات والسراخس (Ferns) انتشارا واسعا وفي منتصف الكريتاسي أو قبله بقليل ظهرت النباتات الزهرية الراقية أو مغطاة البذور Angiosperm والتي أعلنت بداية نباتا حقبة الحياة الحديثة .

الانقراض الكبير الثاني The Second Mass Extinction

في نهاية دهر الحياة المتوسطة و تحديدا في نهاية العصر الكريتاسي Cretaceous Period ضرب الأرض نيزك او مذنب كبير وغطت السماء غيمة كبيرة من الدخان والغبار التي حجبت ضوء الشمس عن الأرض فترة طويلة فماتت النباتات أولا ثم الحيوانات التي تتغذى على هذه النباتات وأخيرا الحيوانات اكلة اللحوم بعد انتهاء مصادر غذائها ولكن الحياة لم تنتهي بشكل كامل فالكثير من اشكال الحياة التي نراها اليوم هي من اسلاف نجت من ذلك الانقراض.

دهر الحياة الحديثة Cenozoic Era

درست صخور دهر الحياة الحديثة لأول مرة بشكل تفصيلي في حوض باريس من قبل ديشي (Deshays) حيث لاحظ بأن الطبقات البحرية العليا فيها تحتوي على أنواع متعددة من أصداف البطنقدميات Gastropods وأن هذه الانواع مازال قسم منها يعيش في البحار الحالية .كما لاحظ بأن نسبة التماثل بين الانواع الحالية والانواع الماضية تقل كلما كانت الصخور اقدم وقد اعتمد العالم لايل Lyell على ملاحظة ديشي السابقة الذكر وآقترح تقسيماً لصخور السينوزويك يستند على نسبة التماثل بين اللافقريات ذات الاصداف الموجودة في تلك الصخور والانواع الحالية وقد أستحدث في حينها ثلاثة تقسيمات فقط هي :

الايوسين المايوسين البلايوسين Pliocene Miocene Eocene وهذا الكلمات ذات اصل اغريقي ثم اضيفت التسميات الأخرى

وادناه الكلمات ونسبة التماثل بين محتوياتها من المتحجرات وتلك التي تعيش حالياً.

Name	Rate	Mean
Pleistocene	90-100	**Most معظم**
Pliocene	50- 90	**More أكثر**
Miocene	20 -40	**Less أقل**
Oligocene	10 -15	**Little ضئيل**
Eocene	1-5	**Down أدنى**
Paleocene	Zero	**Ancient قديم**

أستمر استخدام هذا التقسيم لفترة بالرغم من ادراك العلماء بأن نسبة تواجد الانواع يختلف في الطبقات الصخرية من منطقة إلى أخرى ثم اصبح الجيولوجيون يستخدمون متحجرات دالة Index Fossils المميزة لكل تقسيم بدلاً عن استخدام النسب التي سبق ذكرها إلا أن اسماء التقسيمات تلك مازالت مستخدمة.

إن هناك عدة تقسيمات لدهر الحياة إلى عصور فمعظم الجيولوجيين الامريكان والكثير من الأوربيين يستخدمون عبارتي الترشري (الثالث) Tertiary والكواترنري (الرابع) Quaternary

بينما معظم الجيولوجيين الاوربيين وبعض الامريكان من جهة أخرى يفضلون استعمال عبارتي عصر البالوجين Paleogene والنيوجين Neogene كتقسيمين لدهر الحياة الحديثة.

الحياة في دهر الحياة الحديثة Life of Cenozoic

استمر هذا الدهر من قبل 66 مليون سنة إلى الزمن الحاضر إن من اهم الاحداث المميزة لهذا التاريخ هو التغير الذي حدث من دهر الحياة المتوسطة Mesozoic والمسمى بعصر الزواحف **Age of Reptiles** إلى دهر الحياة الحديثة المسمى بعصر الثدييات Age of Mammals ويتوقع العلماء أن مصدر الثدييات هو آسيا حيث بدأ تطورها قبل نهاية حقبة الحياة المتوسطة فلأكثر من 100 مليون سنة وخلال دهر الحياة المتوسطة سيطرت الزواحف فوق سطح الارض وفي نهاية هذه الحقبة انهارت حياتها بشكل مفاجئ نحو الانقراض.

التماسيح و السحالي التي عاشت بعد ذلك الزمن ولكنها صغيرة نسبيا وقليلة العداونية إذا ماقورنت بما كان موجود من الزواحف العملاقة مثل الدينوصورات. لقد تركت الزواحف مكانها للثديات التي بدأت في دهر الحياة الحديثة بشكل غير ذو أهمية لكنها اصبحت هي السائدة في ما بعد حتى اصبحت التسمية هي بحق عصر الثدييات **Age of Mammals** .

النباتات:

سيطرت النباتات الزهرية (مغطاة البذور) Angiosperm على حياة النباتات في دهر الحياة الحديثة فأوراقها وسيقانها وجذورها وحبوب الطلع قد حفظت كميات كبيرة منها كمتحجرات في الطبقات الصخرية المتكونة في المناطق القارية وحتى البحرية التي تنتقل إليها عن طريق المياه الجارية أو الهواء (حبوب اللقاح).

Geological Time Scale

Eon أبد		Era دهر	Period عصر		Epoch حين
Phanerozoic		Cenozoic	Quaternary		Holocene or Recent
					Pleistocene
			Tertiary	Neogene	Pliocene
					Miocene
				Paleogene	Oligocene
					Eocene
					Paleocene
		Mesozoic	Cretaceous		
			Jurassic		
			Triassic		
		Paleozoic	Permian		
			Carboniferous		
			Devonian		
			Silurian		
			Ordovician		
			Cambrian		
Precambrian	Proterozoic				
	Archean				
	Hadean				