الباب السادس : الأزمنة الجيولوجية (الأحقاب والعصور)

♣ **العالم شارلز ليل** : هو أول من قسم الزمن الجيولوجى لثلاثة أقسام قسم أولى وقسم ثانوى وقسم ثلاثى عام 1833 م معتمداً على :
التغيرات الطبيعية والعضوية التى حدثت للأرض ، فقد حدث الكثير من الكوارث وعمليات الطى والخسف التى أدت إلى :
1- إختلاف المحتوى الحفرى الحيوانى والنباتى 2- إختلاف المحتوى الصخرى خلال الأزمنة الجيولوجية وقد ساعد ذلك على التقسيم .

♣ لايظهر السجل الجيولوجى كاملاً فى منطقة واحدة وإنما يوجد فى مناطق متفرقة بسبب :
عدم التوافق : (تغير المحتوى الصخرى أوالحفرى فجأة) ويمكن تجميع السجل الجيولوجى من المناطق المختلفة فى العالم بإجراء مضاهاة للصخور بناءً على محتواها .

♣ فيما بعد إستخدم العلماء وحدات لقياس الزمن الجيولوجى وهى مرتبة من الأقدم إلى الأحدث : الدهر – الحقب – العصر – الزمن (الحين) .

تاريخ الأرض

♣ ينقسم التاريخ الجيولوجى للأرض (4600) مليون سنة إلى دهرين مختلفين هما : 1- دهر الكريبتوزوى 2- دهر الفانيروزوى

1- **دهر الكريبتوزوى** (دهر الحياة غير المعلومة) أو ماقبل الكامبرى : استمر حوالى 4 آلاف مليون سنة من 4600 مليون سنة إلى 542 مليون سنة مضت وينقسم لحقبين أ) **حقب الأركيوزوى** (البالغ فى القدم) أو ما قبل الكامبرى السفلى : استمر من 4600 مليون سنة إلى 2600 مليون سنة مضت (مدته 2000 مليون سنة)
ب) **حقب البروتيروزوى** (باكورة الحياة الأولية) أو ماقبل الكامبرى العلوى :
استمر من 2600 مليون سنة إلى 542 مليون سنة مضت (مدته 2058 مليون سنة)

♣ **صور الحياة فى دهر الكريبتوزوى** :
♣ خلال هذا الدهر بحقبيه لم تكن هناك صورة من صور الحياة العضوية المميزة المعالم أو التراكيب التى يمكن الإستدلال عليها وإنما عثر على :
1- كائنات دقيقة من الطحالب الجيرية الأولية .
2- تجمعات ميكروسكوبية لبكتيريا لاهوائية .
3- بقايا متحوصلة لصورة من صور الحياة لم تحفظ كاملة فى صخور القشرة الأرضية لعدم وجود هيكل صلب لها يعكس تركيبها أو نمط معيشتها .

2- **دهر الفانيروزوى** (دهر الحياة المعلومة) أو مابعد الكامبرى : استمر من 542 مليون سنة مضت إلى الزمن الحديث (مدته 542 مليون سنة) .
♣ **صور الحياة فى دهر الفانيروزوى** : سمى كذلك لوجود بقايا عضوية مميزة للكائنات النباتية والحيوانية التى عاشت وازدهرت وتنوعت بالوسط المائى أو على اليابسة وتركت آثارها فى الصخور المختلفة وأمكن التعرف على تركيبها الخارجى وتطور أشكالها المختلفة وإستطاع العلماء إستنتاج الظروف البيئية التى سادت إبان حياتها .
♣ قسم دهر الفانيروزوى من القديم إلى الحديث إلى ثلاثة أحقاب هى :
1- حقب الحياة القديمة 2- حقب الحياة المتوسطة 3- حقب الحياة الحديثة

♣ 1- **حقب الحياة القديمة** : مدته 291 مليون سنة ، وقسم إلى 6 عصور إعتماداً على المحتوى الحفرى من المجموعة الحيوانية والنباتية التى ميزت صخور كل عصر ، وسميت هذه العصور بأسماء الولاية أو المنطقة التى درست فيها لأول مرة ووصفت رواسبها بالتفصيل وأطلق على تلك المنطقة إسم القطاع المثالى لرواسب ذلك العصر .
♣ **القطاع المثالى** : هو المنطقة التى درست فيها ووصفت رواسب العصر لأول مرة بالتفصيل . مثال ذلك :
العصر الكامبرى : سمى كذلك نسبة لمنطقة كامبريا بمناطق ويلز بجنوب غرب الجزر البريطانية حيث درست صخوره لأول مرة .

♣ 2- **حقب الحياة المتوسطة** : مدته 185,5 مليون سنة ، وقسم إلى 3 عصور إعتماداً على المحتوى الحفرى .
♣ 3- **حقب الحياة الحديثة** : مدته 65,4 مليون سنة (الحقب الأخير من دهر الفانيروزوى) وقسم إلى عصرين صغيرين هما :
(العصر الثالث – العصر الرابع) نظراً لكثرة الكائنات وتنوعها وسرعة تطورها وإختلاف كثافتها خلال مداه الزمنى ، وهذا بالإضافة إلى المليون سنة الأخيرة والتى تعرف بالعصر الجليدى .
♥ كما قسم حقب الحياة الحديثة أيضاً إلى 6 أزمنة (حسب محتويات طبقاته من أنواع الحفريات التى تنتمى لقبيلة إلى قبيلة الرخويات ونسبتها المئوية التى تعمر الأرض الآن) مرتبة من القديم إلى الحديث : الباليوسين – الإيوسين – الأوليجوسين – الميوسين – البليوسين – البليستوسين .

أولاً : حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) 6 عصور استمر 291 مليون سنة مرتبة من القديم إلى الحديث

العصر ومدته	المميزات الصخرية والتسمية	المميزات الأحيائية
1- الكامبرى مدته 54 مليون سنة (542- 488) مليون سنة	♣ أقدم تتابع رسوبى فى حقب الحياة القديمة ♣ نسبة لكامبريا فى بريطانيا	♣ طحالب جيرية ، وحفريات لافقاريات بحرية (ثلاثية الفصوص) أستخدمت لتقسيم العصر لـ 3 أزمنة (سفلى – وسطى – علوى) .
2-الأوردوفيشى مدته44 مليون سنة (488- 444) مليون سنة	♣ مواد جيرية . ♣ نسبة لقبيلة أوردوفيشى ببريطانيا	♣ حفريات لافقارية أكثر تنوعاً وإنتشاراً من التى تنتمى للعصر الكامبرى .
3- السيلورى مدته 28 مليون سنة (444- 416) مليون سنة	♣ طين جيرى . ♣ نسبة لقبيلة سيلورس فى بريطانيا	♣ سجلت لأول مرة بقايا أسماك عظمية بدائية ونباتات أولية عديمة البذور نمت على اليابسة . ♣ حفريات لافقارية متطورة .
4- الديفونى مدته 47 مليون سنة (416- 369) مليون سنة	♣ حجر رملى ذو لون أحمر . ♣ نسبة لمقاطعة ديفون شاير بإنجلترا	♣ أسماك عاشت على اليابسة وتنفست بأكياس هوائية تشبه تشبه الرئات (الأسماك الرئوية) ♣ حفريات لافقارية متنوعة .
5- الكربونى مدته 70 مليون سنة(369- 299) مليون سنة	♣ حجر رملى وطفل وطبقات رقيقة من الحجر الجيرى ♣ سمى كذلك لتكون الفحم الحجرى بأوربا وأمريكا الشمالية	♣ أشجار حرشفية تحولت لفحم . ♣ معراة بذور ساهمت فى تكوين الفحم كما فى (غرب ووسط سيناء) . ♣ ظهرت البرمائيات الأولية ♣ حفريات لافقارية متنوعة .
6- البرمى مدته 48 مليون سنة (299- 251) مليون سنة	♣ حجر جيرى ورملى وطفل غنى بالملح الصخرى ♣ نسبة لمملكة برميا القديمة بالأورال فى الإتحاد السوفيتى .	♣ فقاريات متطورة كالأسماك والبرمائيات والزواحف البدائية . ♣ حفريات لافقارية . ♣ لاحظ أن الملح الصخرى يتكون أساساً من عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم

ثانياً : حقب الحياة المتوسطة (الميزوزويك) 3 عصور استمر 185,5 مليون سنة مرتبة من القديم إلى الحديث

1- الترياسى مدته 49,4 مليون سنة (251 - 201,6) مليون سنة	♣ حجر رملى وحجر جيرى . ♣ سمى كذلك نسبة لتقسيم صخوره لـ 3 وحدات مميزة خاصة فى ألمانيا .	♣ سادت الفقاريات مثل الزواحف البرية والمائية والطائرة . ♣ ظهرت أول الزواحف العملاقة والثدييات البدائية . ♣ إنتشرت المخروطيات والسرخسيات . ♣ حفريات لافقارية متطورة .
2- الجوراسى (الجورى) مدته 56,1 مليون سنة (145,5 – 201,6) مليون سنة	♣ حجر جيرى بطروخى مع طبقات رقيقة من الفحم . ♣ سمى كذلك نسبة لجبال جورا بين فرنسا وسويسرا حيث تنكشف طبقاته بشكل واضح وصورة نموذجية	♣ انتشرت الأسماك العظمية . ♣ ظهرت مغطاة البذور (النباتات الزهرية) ♣ سمى عصر الأمونيتات لإنتشار الرأسقدميات فى الطبقات الجيرية . ♣ سمى عصر الزواحف لإنتشار الزواحف العملاقة بأنواعها . ♣ أكتشفت أول حفرية لأقدم الطيور الذى سادت فيه صفات الزواحف . ♣ ظهرت الثدييات الكيسية مثل الكانجارو .
3- الكريتاسى (الطباشيرى) مدته 80 مليون سنة (65,5 – 145,5) مليون سنة	♣ تسود صخوره رواسب الطباشير . ♣ سمى كذلك نسبة إلى التتابع الطباشيرى المكون للهضاب التى تحد مضيق دوفر بإنجلترا .	♣ أسماك – برمائيات – زواحف متحفرة – طيور متطورة . ♣ ظهرت أولى الثدييات المشيمية . ♣ إستمرت وتنوعت النباتات مغطاة البذور . ♣ لافقاريات متنوعة .

ثالثاً : حقب الحياة الحديثة (السينوزويك) 6 أزمنة استمر 65,4 مليون سنة

الأزمنة مرتبة من القديم إلى الحديث	معنى التسمية	النسبة المئوية للأنواع الحديثة من قبيلة الرخويات	المدة بالمليون سنة
1- الباليوسين	باكورة فجر الحديث	صفر %	أستمر 8,7 مليون سنة (من 65,5 – إلى 56,8) مليون سنة
2- الإيوسين	فجر الحديث	1 - 5 %	استمر 22,8 مليون سنة (من 56,8 – إلى 33,9) مليون سنة
3- الأوليجوسين	مستهل الحديث	10 – 15 %	استمر 10,9 مليون سنة (من 33,9 – إلى 23) مليون سنة
4- الميوسين	قليل الحديث	20 – 40 %	استمر 16,7 مليون سنة (من 23 – إلى 6,3) مليون سنة
5- البليوسين	سائد الحديث	50 – 90 %	استمر 3,7 مليون سنة (من 6,3 – إلى 2,6) مليون سنة
6- البليستوسين	معظم الحديث	90 – 100 %	استمر 2,6 مليون سنة (من 2,6 – إلى 0,01) مليون سنة

♣ الملامح العضوية التى تميز بها حقب الحياة الحديثة ♣

1- حفريات متطورة من الثدييات والطيور والنباتات الزهرية و تراجعاً كبيراً فى إنتشار الرأسقدميات والبرمائيات والزواحف والأسماك الغضروفية .
2- تطورت الفقاريات وكافحت من أجل البقاء ووجدت بقاياها فى منطقة الفيوم حيث سجلت المراحل الأولى لتطور الفقاريات الثديية البدائية التى أصبحت ممثلة بالثدييات الحديثة التى تعيش الآن مثل الفيلة والمجترات والخيول البدائية والقردة الشبيهة بالإنسان .
3- خلال زمن البليستوسين كانت الكائنات التى تقطن الأرض تشبه تلك التى تعيش حالياً ولكن اختلف توزيعها حسب الإختلافات المناخية .
4- الإنسان الذى ينتمى للنوع البشرى الحالى ظهر منذ حوالى 20 أو 30 ألف سنة مضت فى نهاية آخر مدة جليدية .
5- الفترة التى نعيشها حالياً من تاريخ الأرض هى الحديث أو (الهولوسين) وبدأت منذ حوالى 0,01 مليون سنة مضت وتمثل بداية سيادة الجنس البشرى وسيطرته على الطاقة وغزو الفضاء وتطور المعرفة والهبوط على القمر وتكنولوجيا المعلومات .

طرق قياس الزمن الجيولوجى

♣ توجد طريقتان لحساب الزمن الجيولوجى هما :

1- طريقة الزمن (العمر) النسبى	2- طريقة الزمن (العمر) المطلق
♣ تؤرخ بالنسبة لحادثة فى تاريخ الأرض سواء قبلها أو بعدها بصرف النظر عن سنة وقوعها . ♣ مثال العصر الكامبرى هو بداية ظهور الحياة ومأقبله يسمى ماقبل الكامبرى (حقب الحياة غيرالمعلومة) ومابعده يسمى مابعد الكامبرى (حقب الحياة المعلومة)	♣ تحدد تاريخ الحدث (عمر الصخر) مقدراً بالسنوات . ♣ يعتمد على الساعة الجيولوجية .

♣ الساعة الجيولوجية ♣

♣ هى ظاهرة تسير فى إتجاه واحد بمعدل ثابت منذ نشأتها فى الماضى ولاترجع لسيرتها الأولى وإنما تستمر فى التغير مع الزمن .

♣ أهم الطرق المستخدمة فى تقدير عمر الصخور (أنواع الساعة الجيولوجية) ♣ 4 طرق

1- تحلل المواد المشعة 2- تطور الحياة 3- سرعة الترسيب 4- حساب الملوحة فى البحار والمحيطات .

1- طريقة تحلل المواد المشعة : هى أدق الطرق لأنها لا تتأثر بالعوامل الخارجية أو الداخلية ، تحتوى معظم الصخور على مواد مشعة تتحلل لعناصر أخرى خلال فترة زمنية تسمى **فترة عمر النصف** : هى الفترة الزمنية اللازمة لتحلل نصف كمية العنصر المشع وتحولها لعنصر ثابت .

♣ مثال : اليورانيوم ^{238} عنصر مشع وفترة عمر النصف له تساوى $4,56 \times 10^{9}$ سنة (4560 مليون سنة) وهذا يعنى أنه :

إذا تبلور معدن ما من الصهارة وكان يحتوى على قدر من اليورانيوم ^{238} فإن اليورانيوم يبدأ فى التحلل وينخفض لنصف كميته ويتحول إلى الرصاص ^{206} والهيليوم وكلاهما عنصر ثابت وذلك فى فترة زمنية مقدارها 4560 مليون سنة .

♦ أى أن : يورانيوم ^{238} (مشع) يتحلل إلى ⟵ رصاص ^{206} + هيليوم (كلاهما ثابت لا يتحلل بعد ذلك) .

♣ وبالتالى فإن النسبة بين اليورانيوم ^{238} ، والرصاص ^{206} والهيليوم تعطى علاقة وطيدة لعمر المعدن والصخر الحاوى له عند تبلورها .

♣ وتوجد مواد مشعة أخرى أثبتت فعاليتها فى تحديد الزمن الجيولوجى منها :

♦ الروبيديوم يتحلل إلى ⟵ إسترانشيوم ♦ وكذلك البوتاسيوم يتحلل إلى ⟵ أرجون .

♣ كما يدخل الكربون المشع والبوتاسيوم المشع فى تركيب أجسام الكائنات الحية وبالتالى الحفريات ويمكن بواسطتها تحديد العمر المطلق للحفرية وذلك بحساب نسبة العنصر المشع إلى نسبة العنصر غير المشع وعمر النصف للعنصر المشع .

2- طريقة تطور الحياة : التطور ظاهرة ملموسة منذ نشأة الحياة على الأرض ويمكن ملاحظته بمتابعة الحفريات وخاصة الحفرية المرشدة ،

♣ **الحفرية المرشدة** : هى البقايا المتحفرة للكائنات التى عاشت فى الماضى وتتميز بمدى مقيد وإنتشار جغرافى عريض .

ولذلك فهى مفيدة فى تحديد عمر الطبقات . وتعتمد نظرية إستعمال الحفريات كأدلة على العمر الجيولوجى على حقيقة أن :

♣ كل طبقة فى تتابع رسوبى معين تختص بأنواع جديدة من الحياة لم تكن شائعة فى الطبقات الأقدم ، وهذا يعنى أن :

الطبقات الممثلة للأزمنة الجيولوجية المتتابعة تحتوى على حفريات متعاقبة لنفس المجموعة تعكس مراحل تطورها .

♣ وبتطبيق مراحل تطور الكائنات يمكن تحديد أسطح **عدم التوافق** : هو حدوث إنقطاع فى الترسيب لفترة من الزمن ثم عودته بمجموعة من الطبقات تحتوى على حفريات متطورة بصورة مفاجئة عن نظيراتها الأقدم منها .

♣ وبدراسة تطور الكائنات وتغير شكلها الخارجى وتركيبها الداخلى أمكن معرفة تاريخ الصخور الحاوية لها وتقسيم الزمن الجيولوجى لعصور متتابعة

3- طريقة سرعة الترسيب : أ) درست هذه الظاهرة بالقرب من دلتاوات الأنهار حيث وجد أن معدل سرعة الترسيب حوالى 30 سم / 100 سنة

مثال ذلك : إذا كان سمك تتابع رسوبى دلتاوى هو 1260 متر ومعدل سرعة الترسيب 30 سم / 100 سنة ، فإحسب عمر هذا الترسيب .

الإجابة : عمر الترسيب = سمك التتابع الرسوبى / معدل سرعة الترسيب = $\frac{1260 \times 100 \times 100}{30}$ = 420000 سنة .

ب) توصل العلماء إلى أن أى تتابع رسوبى يتكون من عدد كبير من الطبقات الرقيقة تمثل كل طبقة على حدها فترة زمنية محدودة فإذا تم إحصاء تلك الطبقات فإنه يمكن حساب الزمن الذى إستغرقه ترسيب تلك الطبقات

مثال ذلك : الرواسب الثلجية السنوية بإحدى البحيرات القديمة بمنطقة بحر البلطيق بلغ عمرها 20 ألف سنة مضت .

♣ عيوب هذه الطريقة : فى معظم الأحيان تكون النتائج التى توصل لها الباحثون بهذه الطريقة أقل بكثير من عمرها الحقيقى نظراً لـ :

1- وجود فترات عدم ترسيب 2- وجود فترات أخرى حدث فيها تآكل لسطح الطبقات والصخور وبالتالى لايمكن حسابها .

4- طريقة حساب الملوحة فى البحار والمحيطات : تعتمد هذه الطريقة على حساب كمية الأملاح الذائبة فى مياه المحيطات ونسبتها إلى الأملاح التى تنقلها الأنهار سنوياً نتيجة عمليات التجوية وغسيل الصخور .

♣ **بم تفسر** : سبب ملوحة البحار والمحيطات : يفترض أنها كانت عذبة عند نشأتها والسبب فى ملوحتها الحالية هو الأملاح التى تحملها الأنهار إليها نتيجة عمليات التجوية وغسيل الصخور .

♣ وبإعتبار أن كمية الأملاح التى تحملها الأنهار إلى المحيطات تبلغ $1,56 \times 10^{14}$ جم فى السنة ،

وأن كمية الأملاح الكلية الذائبة فى مياه المحيط تبلغ $1,26 \times 10^{22}$ جم ، فإنه يمكن حساب عمر المحيط كالتالى :

عمر المحيط = كمية الأملاح الكلية الذائبة فى مياه المحيط / كمية الأملاح التى تنقلها إليه الأنهار سنوياً = $\frac{1,26 \times 10^{22}}{1,56 \times 10^{14}}$ = 81 مليون سنة تقريباً

♣ وحسب هذه الطريقة فإن عمر المحيطات يقدر بحوالى (90 – 400) مليون سنة ، وتعتبر نتائج تلك الدراسات تقريبية ،

ولكن بتطبيق أكثر من طريقة حسابية يمكن التوصل إلى الرقم الأقرب إلى الصواب لعمر الصخر أو الأرض ذلك الكوكب الذى نعيش عليه .

MR HASSAN