الباب الخامس : البيئة والتوازن بين الأنشطة الجيولوجية

♣ أسباب تباين الظروف البيئية على مدار الزمن الجيولوجى :
1- تفاوت مساحة اليابسة إلى الماء 2- إختلاف التضاريس 3- إنتقال المناطق المناخية من مداراتها نتيجة لزحزحة قطبى الأرض
♣ تأثير تباين الظروف البيئية : 1- تتأثر المجموعة الحياتية حيوانية ونباتية فتهاجر وتتكدس فى أماكن وتقل فى أماكن أخرى .
2- تحدث تغيرات ورائية تؤدى لظهور أنواع متطورة أكثر تكيفاً مع الظروف الجديدة .

أمثلة الملاءمة البيئية للكائنات الحية

المثال والعصر الذى تكون فيه	الظروف البيئية الملائمة له والنتائج المترتبة عليه
1- كثافة الغطاء النباتى وإزدهاره فى العصر الكربونى (من 300 مليون سنة مضت)	♣ ازدهر الغطاء النباتى وزادت كثافته فى العصر الكربونى نتيجة وجود : 1- ظروف مناخية دافئة رطبة 2- سهول منبسطة ذات تربة غنية بالعناصر اللازمة لغذاء النبات ♣ النتائج المترتبة : تراكم المواد العضوية النباتية بكميات كبيرة ، ثم تحولت هذه البقايا النباتية وكونت طبقات الفحم تتفاوت جودته حسب درجة تحولها ، مثال ذلك فحم منطقة بدعة وثورا جنوب غرب سيناء .
2- تراكم طبقات الملح الصخرى وسط أوروبا فى العصر البرمى (من 250 مليون سنة مضت)	♣ تراكمت طبقات الملح الصخرى فى وسط أوروبا فى العصر البرمى نتيجة وجود : 1- حرارة مرتفعة 2- إنتشار أحواض ترسيب ذات إمتداد كبير (واسعة) وعمق قليل تتصل بماء المحيط أحياناً وتنفصل عنه كثيراً ♣ النتائج المترتبة : تركزت الأملاح وترسبت فى صورة طبقات من الملح الصخرى نتيجة عمليات البخر لإرتفاع درجات الحرارة .
3- تراكم رواسب الفوسفات شمال أفريقيا فى العصر الطباشيرى العلوى (من 90 مليون سنة مضت)	♣ تراكمت رواسب الفوسفات فى شمال أفريقيا فى العصر الطباشيرى العلوى نتيجة وجود : 1- بيئة بحرية ضحلة 2- حيوانات فقارية بحرية 3- حرارة معتدلة 4- ملوحة عادية ♣ النتائج المترتبة : إنتشار رواسب الفوسفات ذات القيمة الإقتصادية فى شمال أفريقيا مثال ذلك : رواسب الفوسفات فى مصر فى سفاجا والقصير قرب ساحل البحر الأحمر والسباعية فى وادى النيل وأبوطرطور فى الوادى الجديد .
4- تغير الظروف البيئية فى العصر الجليدى (من مليون سنة مضت)	♣ هذه التغيرات تنقسم لنوعين هما : 1- الفترات الجليدية الممطرة : تقدم فيها الغطاء الجليدى جنوباً فى نصف الكرة الشمالى وكانت مصحوبة بأمطار غزيرة وإرتفاع البحر وازدهار الغطاء النباتى وتكاثر المجموعة الحيوانية التى تتغذى عليه . 2- الفترات بين الجليدية الجافة : تراجع فيها الغطاء الجليدى شمالاً وكانت جافة وانخفض فيها البحر وتدهور الغطاء النباتى وتضاؤل المجموعة الحيوانية التى تتغذى عليه . ♣ النتائج المترتبة : إستمرت تلك الدورات (الممطرة والجافة) أكثر من (20) ألف سنة مضت ربت ونمت التربة خلالها وكونت مزارع وفيرة الإنتاج لخير ورفاهية الجنس البشرى خاصة فى المناطق الشمالية من الصحراء الكبرى فى أفريقيا .

♣ توازن القشرة الأرضية وعلاقتها ببعض الكوارث الطبيعية ♣

1- يمارس الإنسان معظم نشاطه اليومى على صخور القشرة الخارجية للكرة الأرضية فيختار المواقع الميسرة حيث يسهل تشكيل الصخور السائدة .
2- هذه المواقع حصيلة عمليات طبيعية وكيميائية للعوامل الجوية كالمياه الجارية (أنهار- مطار- سيول) والرياح والعمليات البحرية (أمواج- تيارات المائية - مد وجذر) والصقيع والثلاجات . 3- وهذه العوامل تفتت صخور القشرة الأرضية المكشوفة وتنقلها من مكان لآخر فتتكون سهول فيضية ومسطحات منبسطة وسفوح قليلة الإنحدار يشيد عليها الإنسان منشآته الحضارية ومصانعه ومزارعه الغنية وتجمعاته السكنية ويمارس هواياته .

العوامل التى تحافظ على توازن القشرة الأرضية

♣ أولاً : عمليات التعرية (الهدم) ♣ ثانياً : عمليات البناء ♣ ثالثاً : خاصية التوازن الأيزوستاتيكى

♣ أولاً : عمليات التعرية (الهدم) : 1- وجد أن تكسر الصخور وإزاحة فتاتها بالتعرية يحتاج لحوالى أكثر من 21 مليون سنة لتصبح الأرض مستوية السطح ومساوية لسطح البحر . 2- عمر الأرض يزيد عن 4 آلاف مليون سنة وهذا يعنى أن سطح الأرض يكون قد استوى أكثر من مرة مالم تكن هناك قوة تعويضية تفوق عمليات الهدم المستمرة .

♣ ثانياً : عمليات البناء : تعيد التوازن والبناء مرة أخرى كما يلى ومن أمثلتها :
1- تراكم الطبقات الصخرية فى البحار . 2- ترسب حمولة الأنهار عند مصباتها على هيئة دلتاوات .
3- تجمع الرمال على هيئة كثبان بالمناطق الصحراوية . 4- عمليات الرفع والخسف للصخور تؤدى إلى تكوين الجبال ، وما يظهر من قارات أوتختفى تحت مياه المحيطات وكل ذلك يؤدى توازن القشرة الأرضية .

♣ ثالثاً : خاصية التوازن الأيزوستاتيكى ♣ للبروفيسور إيرى ♣ تنص على أن :

♣ هى خاصية تعمل على توازن القشرة الأرضية وتفسر كيف أن سلاسل الجبال تظل فى حالة توازن أيزوستاتيكى مع ما يجاورها من سهول ومنخفضات وذلك لأنها تتكون من صخور خفيفة الوزن نسبياً (كثافتها 2,8 جم / سم ^{3}) وكذلك وجود جذور لهذه الجبال تغوص فى صخور الوشاح العالية الكثافة لمسافة تصل إلى أربعة أمثال إرتفاع هذه الجبال .
♥ علل (بم تفسر) لاتزول الجبال نهائياً رغم تعرضها لعمليات التعرية لملايين السنين . جـ) بسبب خاصية التوازن الأيزوستاتيكى .
♣ مثال يوضح خاصية التوازن الأيزوستاتيكى : تدفق نهر النيل قبل عام 1964 (آخر فيضان شهده النهر) :
أ) كان النهر يجلب معه مايزيد على 100 مليون طن سنوياً من الرمال والطين أثناء فيضانه فى أغسطس وسبتمبر وكون الدلتا التى كان لها 7 فروع أختزلت لفرعين الآن هما دمياط ورشيد حيث إمتد مخروط الدلتا لأكثر من 10كم داخل البحر المتوسط .
ب) ونتيجة لهذه الكميات الهائلة من الرواسب وضغطها المتزايد بمنطقة الدلتا شمالاً وكذلك أمام السد العالى بأسوان فإن الصهارة تنساب تدريجياً فى إتجاه الجنوب لتعوض ما نقل من رواسب من هضاب الحبشة وأفريفيا الإستوائية لتبقى القشرة فى حالة إتزان وإستقرار .

♣ الحركات الأرضية ♣

♣ تعرضت الأرض منذ نشأتها (4600 مليون سنة مضت) للعديد من الحركات الأرضية البانية للقارات والبانية للجبال أدت إلى تغير أشكال وأوضاع كتل اليابسة ومساحات البحار والمحيطات والتأثير على أنماط الحياة التى سادت وازدهرت فى هذه الأزمنة الجيولوجية . وهذه مقارنة بينهما

الحركات البانية للقارات	الحركات البانية للجبال
1- حركات بطيئة تستمر لأزمنة جيولوجية متعاقبة لفترات زمنية طويلة .	1- حركات سريعة مقارنة بالحركات البانية للقارات .
2- لاتؤثر على شكل الطبقات (لاتشوه الصخور) وإنما تؤدى لإرتفاع أو هبوط الصخور الرسوبية دون حدوث طى عنيف أو تصدع .	2- تؤثر على شكل الطبقات (تشوه الصخور) بالطى العنيف والخسف الشديد بفوالق قليلة الميل ذات إزاحة جانبية كبيرة .
3- تؤثر على أجزاء كبيرة من القارة أو قاع البحر حيث تظهر الطبقات أفقية أو فى صورة طيات منبسطة فوق سطح البحر .	3- تؤثر على نطق ضيقة تمتد لمسافات طويلة حيث تتراكم الرواسب فوق بعضها فى حيز محدود بعد أن كانت منبسطة على مساحات شاسعة
4- تلعب دوراً مهماً فى توزيع وعلاقة القارات والمحيطات ببعضها .	4- ينتج عنها سلاسل من الجبال ذات إمتداد إقليمى .
5- لاتنشط الصهارة أثناء الحركات البانية للقارات .	5- تنشط الصهارة بسبب تشوه صخور القشرة بالفوالق السحيقة .
6- مثال : نشأة الإخدود العظيم لنهر كلورادو بأمريكا الشمالية حيث تظهر الرواسب البحرية على جدارى الإخدود على إرتفاع (1580) متر فوق سطح البحر أفقية كما كانت فى حالتها الأولى عند الترسيب .	6- أمثلتها : أ) سلاسل جبال أطلس ب) سلاسل جبال الألب ج) سلاسل جبال الهيمالايا د) سلاسل الجبال شمال مصر التى تمتد من قبة المغارة شمال سيناء إلى الواحات البحرية بالصحراء الغربية مروراً بمناطق شبراويت وأبورواش وغرب القاهرة .

س : وضح تأثير الصهارة أثناء الحركات البانية للجبال .

ج : 1- تنشط الصهارة أثناء الحركات البانية للجبال بسبب تشوه الصخور 2- وتصعد من الأعماق عبر الفوالق السحيقة الناتجة من الطى والتصدع
3- ثم تبرد وتتجمد مكونة صخور نارية دقيقة التبلور إما متطابقة أو متداخلة بين الصخور السطحية .
4- وربما تستمر فى الإندفاع والصعود إلى سطح الأرض وتظهر فى صورة براكين تقذف بحممها وغازاتها مكونة المخاريط البركانية ،
5- وقد تنساب اللافا حاملة معها ما يعترضها من كتل الصخور حتى تبرد وتستقر بالمناطق المنخفضة حول المخروط البركانى .

♣ الشواهد التى تعكس حدوث حركات أرضية (الأدلة على حدوث الحركات الأرضية) ♣

1- وجود الصخور الرسوبية الآن فى أعلى قمم الجبال والهضاب الصخرية كما فى جبال الهيمالايا (فى قمة إفرست على إرتفاع 29 ألف قدم) من سطح البحر ، وكذلك وجودها فى قاع البحر الميت (2500 قدم تحت سطح البحر) ، وهى فى الأصل تكونت وتراكمت تحت سطح البحر .
2- وجود طبقات الفحم على أعماق كبيرة وهى فى الأصل بقايا نباتية نمت وازدهرت فوق سطح الأرض أعلى من منسوب سطح البحر .
3- وجود طبقات الفوسفات أعلى بكثير من مستوى سطح البحر وهى فى الأصل بقايا حيوانات فقارية كانت تعيش فى بيئة بحرية ضحلة .
4- وجود الشعاب المرجانية فى أماكن مرتفعة فوق سطح البحر وهى كانت ومازالت تنمو على هيئة مستعمرات على الرصيف القارى بالمنطقة الساحلية أى فى بيئة بحرية غنية بالمواد العضوية - دافئة ذات طاقة عالية - ومياه صافية - وملوحة مرتفعة - وإضاءة شديدة .
5- ومن الأمثلة الحديثة لهبوط الأرض (الشواهد الحديثة للحركات الأرضية) وجود بقايا بعض المعابد الرومانية غارقة أسفل مياه البحر بالإسكندرية وكذلك وجود العديد من القرى ومراكز المراقبة الساحلية بشمال الدلتا وقد غمرتها مياه البحر .

♣ نظرية الإنجراف القارى ♣

♣ تقدم بها عالم الأرصاد الألمانى ألفريد فيجنر عام 1922 م
♣ تنص على أن " القارات جميعها كانت منذ القدم كتلة واحدة عملاقة تسمى أم القارات (بانجيا) مكونة من صخور السيال فوق صخور السيما وبدأت فى الإنفصال إلى أجزاء متباعدة عن بعضها منذ حقب الحياة المتوسطة من (220) مليون سنة إلى أن أخذت أوضاعها الحالية أثناء زمن البليستوسين ، ومايلى مقارنة بين السيال والسيما : "

صخور السيال	صخور السيما
1- صخوره غنية بمادة السيليكا (70 %) والألومنيا	1- صخوره تقل فيها نسبة السيليكا (45 %) ولكنها السائدة ثم الماغنسيوم .
2- تكون الوشاح الخارجى للقشرة الأرضية .	2- تكون الوشاح أسفل السيال . (الألواح المحيطية) .
3- صخوره هى السائدة فى جسم القارات .	3- صخوره تكون قيعان المحيطات وتمتد تحت القارات لأعماق كبيرة فى حقب الحياة القديمة

♣ تفسير فيجنر للإنجراف (الزحف) القارى :
نسب فيجنر الزحف القارى إلى تيارات الحمل الناقلة للحرارة فى طبقة السيما التى لها القدرة الهائلة على تجعد القشرة وتصدعها مما سبب إختلافاً كبيراً فى التضاريس على حواف القارات كأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأفريقيا وأستراليا حيث إرتفعت سلاسل الجبال بفعل الانجراف القارى
♣ الأشياء التى لفتت نظر فيجنر وأوعزت له بالتقدم بنظريته :
1- التشابه الكبير بين تعرجات الشاطىء الشرقى لشمال وجنوب أمريكا وتعرجات الشاطىء الغربى لأوروبا وأفريقيا كما لو كانا قطعة واحدة وتمزقت .
2- التشابه العجيب بين صخور القارات المختلفة وبقايا الحياة القديمة عليها .

♣ الشواهد المؤيدة لنظرية الإنجراف القارى ♣

عندما أفصح فيجنر عن نظريته ثار جدل حولها لمدة تزيد عن خمسين عاماً إلا أن البراهين والحجج التى ساقها هدأت من عنف معارضيه كما يأتى :
ا- المغناطيسية القديمة : ♥ عند دراستها ومقارنتها بالمغناطيسية الحديثة وجدت مختلفة بسبب زحزحة قطبى الأرض من مكانهما وحركة كتل اليابسة
♥ تعتمد هذه النظرية على شكل المجال المغناطيسى القديم للأرض والذى أمكن معرفته من أكسيد الحديد وكبريتيد المعادن بالصخور والذى يعكس إتجاه خطوط المغناطيسية ♥ وقد أكدت القياسات المغناطيسية بقارتى أمريكا الشمالية وأوروبا حدوث زحزحة قطبى الأرض .
2- المناخ القديم : ♥ عند دراسته ومقارنته بالمناخ الحديث وجد مختلف وهذا يدل على حركة كتل اليابسة أى حدوث الإنجراف القارى .
♥ تنتظم الأحزمة المناخية الحالية فى نطق متوازية تمتد من الشرق للغرب وتتدرج من المناخ الإستوائى إلى المدارى إلى المعتدل ثم المتجمد القطبى .
♥ رغم إختلاف المناخ القديم عن الحالى إلا أن التدرج المناخى بقى ثابتاً وإستمرت الأحزمة المناخية موازية لخط الإستواء ومتمركزة حول القطبين .

3- مثالج حقب الحياة القديمة المتأخر : ♥ توجد مجموعة من الصخور فى نصف الكرة الجنوبى تؤرخ من نهاية حقب الحياة القديمة إلى العصر الطباشيرى متشابهة فيما بينها بشكل مثير رغم إنتشارها فى قارات مختلفة مثل جنوب أمريكا– جزر الفوكلاند – جنوب أفريقيا – الهند – أستراليا – والقارة القطبية الجنوبية ، وقد فسرت هذه الظاهرة إلى جود قارة عظيمة فى الماضى هى أرض جوندوانا وتعرض لإنجراف قارى .
♥ ويؤكد التشابه التام للرسوبيات الناتجة من الغطاء الجليدى بكل من أمريكا الجنوبية وأفريقيا أن القارتين كانتا كتلة واحدة فى الماضى وانفصلت لجزئين تحرك كل منهما بعيداً عن الآخر .

4- المتبخرات القديمة والشعاب المرجانية : أ) المتبخرات هى طبقات من الرواسب الملحية تكونت نتيجة تبخر المحاليل بالمناطق المناخية الجافة . وهى تتكون فى نطاق الحزام الصحراوى (30 درجة شمال وجنوب خط الإستواء) ♥ ويعتبر ظهورها فى نصف الكرة الشمالى قرب المنطقة القطبية دليلاً على حركة قطبى الأرض وكتل اليابسة فى الماضى حتى إستقرت فى وضعها الحالى .
ب) الشعاب المرجانية : تنمو وتزدهر فى بيئة بحرية رائقة ومياه دافئة تمتد حوالى (30) درجة شمال وجنوب خط الإستواء ،
♥ إنتشار الشعاب المرجانية بغزارة فى أقصى الشمال من خط الإستواء الحالى (فى مناطق باردة المناخ حالياً) خلال حقب الحياة القديمة وباكورة الحياة المتوسطة سببه : الإنجراف القارى وحركة كتل اليابس عبر الزمن وإختلاف توزيع المناطق الدافئة فى الماضى عن الآن .

5- أدلة أخرى أ) النباتات البرية الأولية : عثر على مجموعة منها فى أمريكا الجنوبية وجنوب أفريقيا والهند وأستراليا والقارة الجنوبية المتجمدة وهذا يعنى أنها كانت متصلة ببعضها فى الماضى على شكل كتلة واحدة ثم تعرضت للإنجراف القارى .
ب) سلاسل الجبال : يوجد تشابه بينها فى جنوب أفريقيا والأرجنتين فى الغرب وأستراليا فى الشرق وهذا يدل على أنها كانت متصلة

♣ النظرية (الفكرة) المعارضة لنظرية الإنجراف القارى : ♥ تفترض أن القارة الجنوبية العظمى (جوندوانا) كانت كتلة واحدة ممتدة من أمريكا الجنوبية إلى أستراليا متضمنة كلاً من جنوب أفريقيا والهند .♥ وكانت تلك القارات متصلة بواسطة ممرات ضيقة من اليابسة على هيئة كبارى تربط بعضها البعض ♥ وبنهاية حقب الحياة القديمة غمرت مياه المحيطات أجزاء كبيرة من تلك القارة وأغرقتها تاركة خلفها قطعاً من اليابس مكونة القارات الحالية وشبه القارة الهندية وأخذت وضعها وتوزيعها الجغرافى الحالى .
♣ الرد على وجهة النظر المعارضة : 1- ثبت من دراسة قاع المحيطات الجنوبية من خلال عمليات الحفر العميق عدم وجود أى كبارى أو أى أثر لطبقة السيال خفيفة الوزن المكونة لهذه الممرات الضيقة الغارقة تحت الماء .2- الدراسات الحديثة خاصة قياسات المغناطيسية القديمة قدمت معلومات دعمت نظرية الزحزحة وأصبحت مقبولة بين الأوساط العلمية فى نصف الكرة الشمالى بعد أن كانت قاصرة على نصفها الجنوبى فقط .

♣ نظرية تكتونية الألواح ♣

♣ تقدم بها العلماء : إيزاكس – أوليفر – سايكس عام 1968 م
♣ تنص على أن " سطح الأرض مكون من عدة ألواح كبيرة إما محيطية أو قارية أو كلاهما معاً يبلغ سمكها حوالى100 كم ،
يفصلها عن بعضها أغوار (شقوق) هائلة تمتد لمسافات طويلة فى قيعان المحيطات العميقة ،
تتقارب أو تتباعد الألواح بسرعة بطيئة غير محسوسة وينتج عنها معظم الظواهر البنائية الضخمة بالقشرة الأرضية "

♣ تفسير النظرية للعمليات التى تتم فى صخور الغلاف الخارجى للأرض ♣

1- تندفع الصهارة خلال الأغوار العميقة بواسطة تيارات الحمل وتشق طريقها مسببة تباعد جانبى القشرة الصخرية الجامدة فى إتجاهين متضادين بعيداً عن حيد وسط المحيط { هو الإرتفاع المحدود والضيق الممتد وسط المحيط والذى تزاح من حوله القشرة المحيطية جانبياً بعيداً عنه } .
2- بإستمرار تدفق الصهارة تنشأ مجموعة من الشقوق الرفيعة موازية لحيد وسط المحيط ذات أطوال كبيرة وتملأ هذه الشقوق بالصهارة مكون قشرة صخرية جديدة بعد تجمدها ، ومع توالى تدفق الصهارة تزداد القشرة حديثة التكوين فى الحجم مكونة صخوراً جديدة بقاع المحيط .
3- تدفع القشرة الحديثة التكوين القشرة المحيطية القديمة ويستمر الدفع جانبياً حتى تندس أسفل قشرة اللوح القارى المجاور وغالباً ما تكون خليطاً غير متجانس من الصخور فيتراكم اللوحان فوق بعضهما بغير إنتظام ، ويستمر دفع القشرة المحيطية حتى يتم صهرها فى باطن الأرض .
4- تفسير النظرية لحدوث الزلازل والبراكين :
تمثل مناطق الإندساس أو التداخل بين الألواح التكتونية مراكز العديد من الزلازل والأنشطة البركانية بسبب :
أ) الإختلاف فى درجة حرارة القشرة المحيطية الهابطة أسفل اللوح القارى المجاور ،
ب) تشققها بفعل الحرارة الكامنة فى باطن الأرض .
♥ وبالتالى يمكن التنبؤ بأماكن الهزات الأرضية والأنشطة البركانية معها وإتخاذ إجراءات حماية الأرواح والممتلكات من هذه الكوارث الطبيعية.
5- ليس بالضرورة أن تهبط حافة لوح تكتونى أسفل اللوح المجاور فقد يحدث تصادم أو إنزلاق الحواف مع بعضها البعض دون هبوط أو إرتقاء .
6- كما أن حيد وسط المحيط والأغوار يتعرض لصدوع عرضية تسبب إتساع قاع المحيط ، ويستمر تدفق الصهارة خلال الشقوق العميقة متراكمة على إمتداد الحيد وتنساب على كلا الجانبين وتستمر جوانبه فى الإزاحة بمعدل بطىء (2,5 سم / سنة) .
7- بدراسة وتسجيل مراكز الزلازل على خريطة العالم تم تحديد 7 ألواح تكتونية كبيرة هى :
اللوح الأفريقى – اللوح الأسيوأوروبى – اللوح الأمريكى الشمالى – اللوح الأمريكى الجنوبى – اللوح الهادى – اللوح الإسترالى – اللوح القطبى الجنوبى ، والعديد من الألواح الصغيرة وكلها تتحرك ببطء .
8- تفسير النظرية لنشأة البحر الأحمر والمحيط الأطلسى والهندى : نشأ البحر الأحمر نتيجة تفتق القارة وتكون حوض محيطى من الأغوار العميقة فى شرق أفريقيا التى تتعرض لصدوع عرضية وتستمر جوانبه فى الإزاحة بمعدل بطىء (2,5 سم / سنة) .
♥ وبنفس الطريقة تكونت الأحواض المحيطية مثل المحيط الأطلسى والمحيط الهندى والتى نشأت من تفتق قارة جوندوانا فى الماضى .
9- يتضح مما سبق أن تعبير زحزحة القارات وإتساع قاع البحر لا يكفى لإحتواء كافة المصطلحات المتعلقة بالتكتونية الحديثة والتى نجحت فى تحديد ألواح القشرة الأرضية فى الوقت الحاضر وكيف تتحرك (حدود التقارب أو التباعد بينها وحدود الصدوع الناقلة) وتفسير الزلازل والبراكين وتحديد أحزمتهما وكيف تنشأ الأحواض المحيطية ومايحدث فى الأغوار العميقة وفسرت كذلك كيف تحدث دورة الصخور .

الباب السادس : الأزمنة الجيولوجية (الأحقاب والعصور)

♣ العالم شارلز ليل هو أول من قسم الزمن الجيولوجى لثلاثة أقسام أولى وثانوى وثلاثى عام 1833 م معتمداً على :
التغيرات الطبيعية والعضوية التى حدثت للأرض ، فقد حدثت الكثير من الكوارث وعمليات الطى والخسف التى أدت إلى تغير :
1- تغير المحتوى الصخرى 2- تغير المحتوى الحفرى (النباتى والحيوانى) .

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

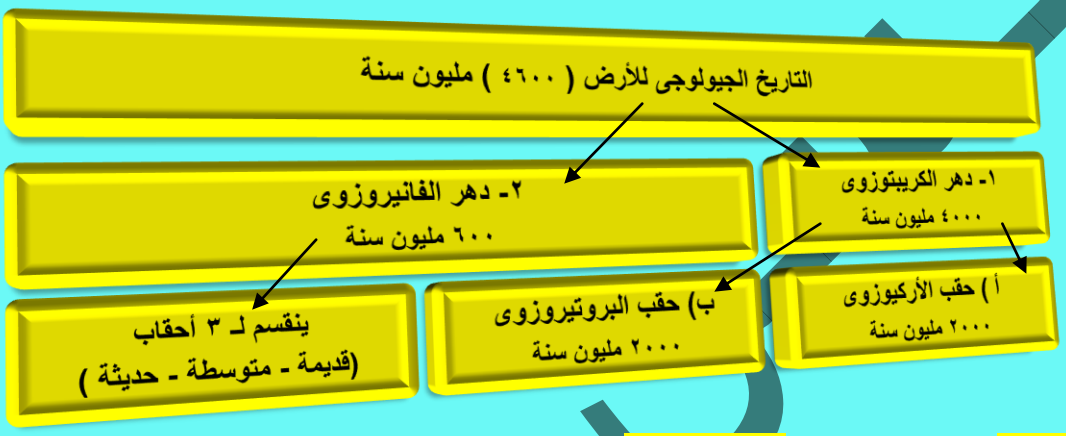
♣ إستخدم العلماء وحدات لقياس الزمن الجيولوجى وهى مرتبة من الأقدم إلى الأحدث كما يأتى : الدهر – الحقب – العصر – الزمن (الحين) .

♣ ينقسم التاريخ الجيولوجى للأرض (4600) مليون سنة إلى دهرين مختلفين هما الكريبتوزوى والفانيروزوى .

تاريخ الأرض

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

1- دهر الكريبتوزوى (دهر الحياة غير المعلومة) أو ماقبل الكامبرى : مدته 4000 مليون سنة .



♣ تقسيم دهر الكريبتوزوى : ينقسم لحقبين : أ) حقب الأركيوزوى (البالغ فى القدم) أو ما قبل الكامبرى السفلى ومدته 2000 مليون سنة .

ب)حقب البروتيروزوى (باكورة الحياة الأولية) أو ماقبل الكامبرى العلوى ومدته 2000 مليون سنة

♣ مميزات دهر الكريبتوزوى (صور الحياة فيه) :
♣ خلال هذا الدهر بحقبيه لم تكن هناك صورة من صور الحياة العضوية المميزة المعالم أو التراكيب التى يمكن الإستدلال عليها لأن الأرض كان معظمها صخور نارية وإنما عثر على : 1- كائنات دقيقة من الطحالب الجيرية . 2- تجمعات ميكروسكوبية من البكتيريا اللاهوائية .
3- بقايا متحوصلة لصورة من صور الحياة لم تحفظ كاملة فى صخور القشرة الأرضية لعدم وجود هيكل صلب يعكس تركيبها أو نمط معيشتها .

2- مميزات دهر الفانيروزوى (دهر الحياة الظاهرية) : مدته 600 مليون سنة .
♣ 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 الطروف 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 370 مليون سنة ، وقسم إلى 6 عصور إعتماداً على المحتوى الحفرى من المجموعة النباتية والحيوانية التى ميزت صخور كل عصر ، وسميت هذه العصور بأسماء الولاية أو المنطقة التى درست فيها لأول مرة ووصفت رواسبها بالتفصيل وأطلق على تلك المنطقة 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 167 مليون سنة ، وقسم إلى 3 عصور إعتماداً على المحتوى الحفرى .

♣ 3- حقب الحياة الحديثة : مدته 65 مليون سنة وقسم لعصرين صغيرين (العصر الثالث – العصر الرابع) نظراً لكثرة الكائنات وتنوعها وسرعة تطورها وإختلاف كثافتها، وهذا بالإضافة إلى المليون سنة الأخيرة والتى تعرف بالعصر الجليدى .
♥ كما قسم إلى 6 أزمنة حسب محتويات طبقاته من أنواع الحفريات التى تنتمى لقبيلة إلى قبيلة الرخويات ونسبتها المئوية التى تعمر الأرض الأن .

أولاً : حقب الحياة القديمة (الباليوزويك) 6 عصور مدته 370 مليون سنة

العصر ومدته	المميزات الصخرية والتسمية	المميزات الأحيائية
1- الكامبرى	♣ 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	♣ مواد جيرية . ♣ نسبة لقبيلة أوردوفيشى ببريطانيا	♣ حفريات لافقارية أكثر تنوعاً وإنتشاراً .
3- السيلورى	♣ طين جيرى . ♣ نسبة لقبيلة سيلورس فى بريطانيا	♣ سجلت لأول مرة بقايا أسماك عظمية بدائية ونباتات أولية عديمة البذور نمت على اليابسة . ♣ حفريات لافقارية .
4- الديفونى	♣ حجر رملى ذو لون أحمر . ♣ نسبة لمقاطعة ديفون شاير بإنجلترا	♣ أسماك عاشت على اليابسة وتنفست بأكياس هوائية تشبه تشبه الرئات (الأسماك الرئوية) ♣ حفريات لافقارية .
5- الكربونى	♣ حجر رملى وطفل وطبقات رقيقة من الحجر الجيرى وطبقات من الفحم الحجرى ♣ نسبة لتكون الفحم	♣ أشجار حرشفية تحولت لفحم ، ومعراة بذور ساهمت فى تكوين الفحم كما فى (غرب ووسط سيناء) . ♣ ظهرت البرمائيات الأولية ♣ حفريات لافقارية .
6- البرمى	♣ حجر جيرى ورملى وطفل غنى بالملح الصخرى ♣ نسبة لمملكة برميا القديمة فى الإتحاد السوفيتى .	♣ فقاريات متطورة كالأسماك والبرمائيات والزواحف البدائية . ♣ حفريات لافقارية .

ثانياً : حقب الحياة المتوسطة (الميزوزويك) 3 عصور مدته 167 مليون سنة

1- الترياسى	♣ 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 .
2- الجوراسى (الجورى)	♣ حجر جيرى بطروخى مع طبقات رقيقة من الفحم . ♣ سمى كذلك نسبة لجبال جورا بين فرنسا وسويسرا .	♣ انتشرت الأسماك العظمية . ♣ 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 . ♣ ظهرت مغطاة البذور (النباتات الزهرية) .
3- الكريتاسى (الطباشيرى)	♣ رواسب الطباشير . ♣ سمى كذلك نسبة لوجود رواسب الطباشير فى الهضاب 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 مدته 65 مليون سنة

الزمن	معنى التسمية	النسبة المئوية للأنواع الحديثة من قبيلة الرخويات التى توجد فيه
1- البالويسين	♣ باكورة فجر الحديث	صفر %
2- الإيوسين	♣ فجر الحديث	1 - 5 %
3- الأوليجوسين	♣ مستهل الحديث	10 – 15 %
4- الميوسين	♣ قليل الحديث	20 – 40 %
5- البليوسين	♣ سائد الحديث	50 – 90 %
6- البليستوسين	♣ معظم الحديث	90 – 100 %

أستاذ حسن متولى

♣ 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 .
5- الفترة التى نعيشها حالياً من تاريخ الأرض هى الحديث أو (الهولوسين) وبدأت منذ حوالى 15 ألف 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 النسبى	2- طريقة الزمن المطلق
♣ تؤرخ بالنسبة لحادثة فى تاريخ الأرض سواء قبلها أو بعدها بصرف النظر عن سنة وقوعها . ♣ مثال العصر الكامبرى هو بداية ظهور الحياة وماقبله 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 لحساب الزمن (العمر) المطلق للصخور ، حيث تحتوى معظم الصخور على مواد مشعة تتحلل لعناصر أخرى خلال فترة زمنية تسمى فترة عمر النصف .

♣ 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 ،

♣ وبحساب النسبة بين اليورانيوم 238 ، والرصاص 206 والهيليوم فى الصخر يمكن تحديد عمر هذا الصخر والزمن الجيولوجى الذى تكون فيه

أى أن : يورانيوم 238 (مشع) يتحلل إلى ← رصاص206 + هيليوم (كلاهما ثابت)

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

الروبيديوم يتحلل إلى ← إسترانشيوم ،

وكذلك البوتاسيوم يتحلل إلى ← أرجون .

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 .

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

♣ 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 .

♣ وفى معظم الأحيان تكون النتائج التى توصل لها الباحثون بهذه الطريقة أقل بكثير من عمرها الحقيقى نظراً لوجود فترات عدم ترسيب وفترات 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 .

♣ سبب ملوحة البحار والمحيطات : يفترض أنها كانت عذبة عند نشأتها والسبب فى ملوحتها الحالية هو الأملاح التى 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 :

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

♣ 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 .