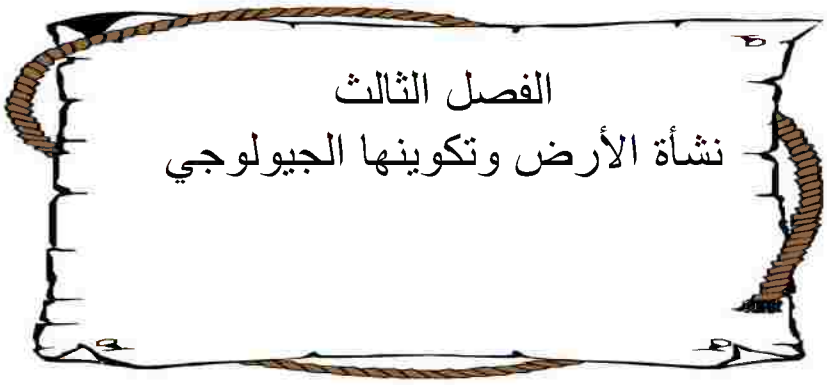


مقدمة :

أولاً : الأرض والمجموعة الشمسية

ثانياً : تقدير عمر الأرض

ثالثاً : مكونات جسم الأرض

رابعاً : تركيب القشرة الأرضية صخور القشرة وأنواعها

خامساً : نظريات نشأة الأرض

مقدمة :

تدرس الجغرافيا الارتباط والتفاعل بين البيئة الطبيعية والجنس البشري وما ينجم عن ذلك من مظاهر يمكن أن يستدل منها على مدى تكيف الإنسان، وانسجام حياته مع البيئة التي يعيش فيها، وتحاول الجغرافيا، في ذلك أن تحلل عوامل البيئة الطبيعية وعناصرها تحليلاً دقيقًا يمكن بواسطته الربط بين المعطيات الجغرافية، وبين آثار هذه المعطيات كل منها في الأخرى، فالبناء الجيولوجي يؤثر في التضاريس وفي التربة كما أن التربة ونوع المناخ يؤثران في النبات الطبيعي الذي يحدد بدوره نوع الحيوان، وهذه العوامل مجتمعة تؤثر في الحياة البشرية على سطح الأرض وتحدد أنواع النشاط الذي يجب أن يمارسه الإنسان، تتباين مظاهر سطح الأرض فى ارتفاعها عن سطح البحر أو انخفاضها عنه، وكذلك فى انحدارها ومدى امتداد كل منها، وحتى يمكن التوصل إلى تصنيف وترتيب لأشكال سطح الأرض وضعت مجموعة من المقاييس التى تقسم أشكال سطح الأرض تبعاً لها، وهذه الخصائص أو المقاييس هى الانحدار والمواد السطحية والأبعاد.

إذا كانت دراسة التركيب الجيولوجي وبنية الأرض ومعرفة الصخور التي تتكون منها من حيث النوع ومن حيث النظام هي الموضوع الرئيسي لعلم الجيولوجيا، فإن دراسة الباحث في الجغرافيا البشرية تقتصر فقط على الاهتمام بالنتائج التي يتوصل إليها الجيولوجيون في أبحاثهم وذلك بهدف معرفة علاقة هذا البناء الجيولوجي للأرض على المظاهر البيئية الأخرى، ومعرفة علاقة الاثنين : البنية والتضاريس بالوجود البشري على سطح الأرض .

ولعل أول هذه النتائج هي العلاقة بين صلابة الصخور ومدى مقاومتها لعوامل التعرية المختلفة وبين توزيع السكان وكثافاتهم ونشاطاتهم فالملاحظ أن الصخور الصلبة تكون في العادة مناطق جبلية يقل سكانها ويقتصر النشاط البشري فيها غالبًا على التعدين والرعي وقطع الأخشاب ولا تحتوي مثل تلك المناطق على تربات غنية يمكن أن تسمح بقيام زراعة كثيفة .

هذا بعكس الحال في المناطق التي تحتوي على صخور أقل صلابة لا يمكنها مقاومة عوامل التعرية فتتحول بالتالي إلى أراضي سهلية يزدحم فيها السكان ويحترفون عادة الزراعة نظرًا لإمكانية احتواء التربة على عناصر غنية تحملها عوامل الإرساب المختلفة وقد يترتب على هذه الزراعة حرف أخرى أكثر أهمية : الصناعة بأنواعها، وهي أيضًا مجال لمد خطوط النقل المختلفة بتكلفة أقل مما هي في المناطق الجبلية ويتبع ذلك

بالطبع نشاط التجارة والتبادل، أي أن مناطق الصخور الصلبة هي مناطق صعوبة وندرة ومناطق الصخور الأقل صلابة هي مناطق سهولة ووفرة . هذه هي القاعدة العامة رغم كثير من الاستثناءات سوف تتعرض لذكرهما فيما بعد .

أولاً : الأرض والمجموعة الشمسية

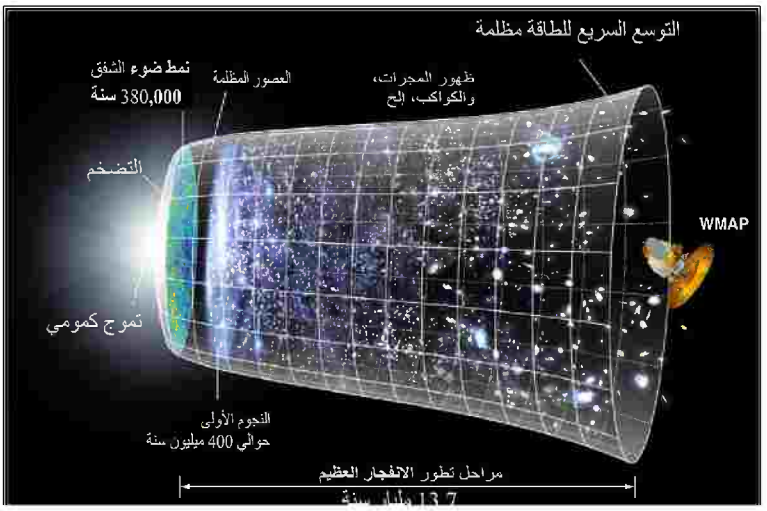
الأرض ما هى إلا أحد الكواكب الطبيعية التسعة التى تدور حول الشمس. ويتكون النظام الشمسى ككل من الشمس (النجم الأول) وتوابعه الكواكب التسعة والأقمار التابعة لكل من هذه الكواكب بالإضافة إلى حوالى ١٣٠٠ من الكويكبات والكثير من النيازك والشهب، ويمكن تقسيم أفراد المجموعة الشمسية، حسب الحجم وكذلك حالة مكونات كل منها، إلى مجموعتين:

أ – **مجموعة الكواكب الصغيرة:** وتشمل عطارد Mercury، الزهرة Venus، الأرض Earth، المريخ Mars، وطبيعة كل منها صلبة بصفة عامة كطبيعة الأرض.

ب- **مجموعة الكواكب الكبيرة:** وتشمل المشترى Jupiter، زحل Saturn بوارنيوس Uranus، نبتون Neptune، وهذه الكواكب كبيرة الحجم وفى حالة غازية مثل الشمس.

أما الكوكب التاسع بلوتو Pluto فهو أبعد الكواكب عن الشمس وهو أقرب فى حجمه إلى حجم الكواكب الصغيرة ويظهر أنه فى حجم الأرض تقريباً ويعتقد أنه فى حالة صلبة.

ولكل من هذه الكواكب مدار دائرى تقريباً يدور فيه حول الشمس حسب نظام معين ثابت. وتعنى كلمة الأرض بصفة عامة الكوكب الذى نعيش عليه بما يشمله من يابس وماء وما يحيط به من هواء.



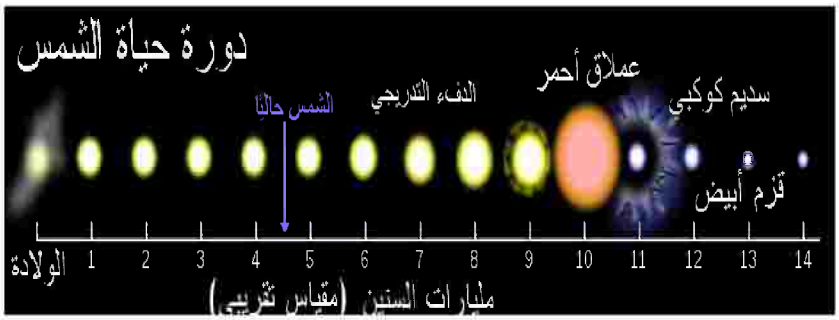
شكل ( ) يظهر مراحل تطور الانفجار العظيم .

وفيما يلى نستعرض أهم مكونات النظام الشمسى والتي يوضحها الشكل ( ):

١- الشمس The Sun:

يظهر الشكل ( ) يظهر دورة حياة الشمس والتي هي عبارة عن جسم كبير مستدير مضئ ومتوهج يتكون من الغازات الحارة البيضاء. ويبلغ قطرها ٨٦٤ ألف ميل وكتلتها أكبر من الأرض ٣٣٢ ألف مرة، وتبعد عن الأرض مسافة ٩٣ مليون ميل، وتدور حول نفسها مرة كل ٢٥ يوم ببطء شديد وفى نفس اتجاه دوران الكواكب حول الشمس. وأهم مميزات هذا الكوكب هو درجة الحرارة والطاقة الهائلة لكتلتها، وتبلغ درجة الحرارة على سطح الشمس ٦٠٠٠ مليون درجة مئوية. وحرارة السطح قادرة على تبخير أى مادة معروفة.

وتعتبر بقية الكواكب فى غاية الضآلة بالنسبة لهذا الكوكب التى يتحكم فى شركتها جميعاً. كما تعتبر الأرض، وهى أكبر الكواكب الداخلية (أى الأقرب إلى الشمس) صغيرة جداً إذا ما قورنت بالمشترى مثلاً الذى يكبرها بحوالى ٣١٨ مرة فى الكتلة وحوالى ٣١٢ مرة فى الحجم، والشمس وما حولها من كواكب تكون الجزء المهم من النظام الشمسى ويضاف إلى ذلك الأجسام الأصغر من ذلك كالشهب والنيازك ويتبين من اتجاه سقوط هذه النيازك على الأرض أن كثيراً منها غريب عن النظام الشمسى.



شكل ( ) يظهر دورة حياة الشمس .

٢- الكواكب Planets

عبارة عن أجسام صغيرة نسبياً باردة معتمة، لا تشع ضوء أو حرارة حيث تستمد الكواكب ضوئها وحرارتها من الشمس ويمكن تمييزها عن النجوم بأنها ذات ضوء خافت وثابت لا يهتز وتتغير مواقعها بسرعة فى الفضاء لأنها تدور حول الشمس.

٣- الكويكبات Asteroids

أجسام فضائية تشبه الكواكب فى خواصها ولكن أصغر حجماً وينتشر عدد كبير منها بين كوكب المشترى والمريخ فى المجموعة الشمسية.

٤- الأقمار Moons

أجسام توابع الكواكب تدور حولها وهى باردة وأصغر حجماً من الكواكب وترتبط معها بالجاذبية. وبعض الكواكب له أكثر من قمر يدور حوله وبعضها ليس له أقمار.

٥- القمر (قمر الأرض) The Moon

كتلته حوالى ١.٢٤% من كتلة الأرض، وهو كبير نسبياً بالنسبة للكوكب التابع له وهو الأرض، ولذلك فهناك اعتقاد سائد أن الأرض والقمر كوكب مزدوج تكون من جزئين غير متساويين. ويبعد القمر عن الأرض مسافة ٢٨٣ ألف ميل.

٦- المذنبات Comets

أجسام سماوية مضيئة تلتهب عندما تقترب من الشمس ويندلع فيها ذيول طويلة من اللهب تنير الفضاء ولا يمكن رؤيتها إلا إذا اقتربت من مدار الأرض.

٧- النيازك والشهب Meteorites

النيازك أجسام كونية صلبة كبيرة الحجم تحترق جزئياً عند احتكاكها بالغلاف الجوى ويمكن أن تتساقط منها أجزاء على سطح الأرض بفعل الجاذبية الأرضية. وتعتبر النيازك الأجسام الفضائية الوحيدة التى تصل إلى الأرض من الفضاء ومعظمها ذات أشكال مخروطية وسطحها مجعد وتتكون أساساً من الحديد.

أما الشهب فهى أجسام سماوية صلبة صغيرة الحجم تسبح فى الفضاء حول الشمس تحترق إذا ما لامست الغلاف الجوى للأرض وترتفع درجة حرارتها ويمكن رؤيتها تسير فى الفضاء بسرعة كبيرة تصل إلى ١٥٠ ميل/ث ووراءها ذيل طويل هو أثر احتراقها وسرعتها العالية، وغالباً ما يحدث لها احتراق كامل وتتفتت إلى ذرات صغيرة تسقط على الأرض فى صورة غبار وأتربة فضائية أو تفنى تماماً بالتطاير.

٨- الأرض The Earth

الأرض عبارة عن كوكب أو جسم يكاد يكون تام الاستدارة مع تفلطح بسيط عند القطبين وانبعاج عند خط الاستواء، وهى واحدة من مجموعة الأجسام التى تدور حول الشمس فى نفس الاتجاخ وفى نفس المستوى تقريباً وهى مجموعة الكواكب التسع وما يقرب من ١٣٠٠ من الكويكبات.

وللأرض مركز متوسط بين الكواكب من عدة وجوه فهى مثلاً أكبر الكواكب الصغيرة من حيث الحجم، حيث يبلغ قطرها حوالى ٨٠٠٠ ميلاً، وقطر عطارد مثلا ٢٠٠٠ ميلا، وقطر المريخ ٤٢٠٠ ميلاً. أما الكواكب الكبيرة فإنها تفوقها كثيراً فى الحجم، حيث يبلغ قطر المشترى ٨٨.٦٠٠ ميلاً، وقطر زحل ٤٧.١٠٠ ميلاً.

وتحتل الأرض أيضاً مركزاً متوسطاً بين الكواكب بالنسبة لبعدها عن الشمس، فهى تبعد عن الشمس بمقدار ٩٣.٠٠٠.٠٠٠ ميلاً، بينما يقدر بعد عطارد عن الشمس بثلث هذه المسافة، والمشترى بخمسة أضعافها، أما نبتيون فإن بعده يساوى قدر بعد الأرض عن الشمس ثلاثين مرة.

أما من حيث الكثافة أو الوزن النوعى فإن الأرض تشذ عن هذه القاعدة حيث يبلغ وزنها النوعى حوالى ٥.٥، وتقل هذه القيمة قليلاً بالنسبة لعطارد والزهرة والمريخ بينما تقل كثيراً بالنسبة للكواكب الكبيرة وتعتبر قيمة الوزن النوعى لزحل أقلها بالنسبة لجميع الكواكب الأخرى حيث تبلغ ٠.٧٢ فقط.

ثانياً : تقدير عمر الأرض

يوجد اتجاهين لتقدير عمر الأرض والصخور، ويعتمد الاتجاه الأول على تقدير العمر النسبى عن طريق عمل تاريخ أو سلم زمنى يربط تعاقب الحوادث الجيولوجية المختلفة من خلال دراسة التطور الحيوى والبيئى منذ نشأة الأرض مما أدى فى النهاية إلى تقسيم التاريخ الجيولوجى للكرة الأرضية إلى أحقاب وعصور، كما سيأتى ذكره عند الحديث عن الجيولوجيا التاريخية.

أما الاتجاه الثانى فيرتكز على تقدير العمر المطلق للأرض، وتوجد عدة طرق لذلك نذكر منها:

١-حساب السمك الكلى للصخور الرسوبية:

أساس هذه الطريقة استخدام سرعة الترسيب أو زمن ترسيب قطاع متتابع من الصخور الرسوبية كمقياس لمعرفة عمر الأرض. وتعتمد الطريقة على قياس السمك الكلى للطبقات الرسوبية فى كل الأزمنة الجيولوجية المختلفة من أقدمها لأحدثها والأخذ فى الاعتبار أكبر سمك تم تسجيله لكل زمن جيولوجى، وبافتراض أن معدلات الترسيب فى هذه الأزمنة الجيولوجية لا تختلف عن المعدلات الحالية للترسيب فيمكن حساب الزمن الذى استغرقته ترسيب السمك الكلى للطبقات والذى يعبر عن عمر الأرض. ولقد أعطت هذه الطريقة قيماً تتراوح بين ١٠٠ مليون، ٥٠٠ مليون سنة.

ومن عيوب هذه الطريقة:

أ- افتراض أن معدلات الترسيب التالية تشابه معدلات الترسيب فى العصور الجيولوجية السابقة وأن هذا المعدل ثابت فى كل العصور الجيولوجية وهذا الافتراض ينقصه الدقة.

ب- أنها أهملت فترات التعرية والنحت وانقطاع الترسيب حيث أثبتت الدراسات وجود سطوح عدم توافق تدل على انقطاع الترسيب وسيادة التعرية لفترات مختلفة مما يعطى قيماً أقل من الحقيقة لعمر الأرض.

ت- عدم إدخال الصخور المتحولة من أصل رسوبى فى الاعتبار حيث كان الاهتمام أساساً بدراسة سمك الصخور الرسوبية وذلك أدى لإهمال الفترات التى ترسبت فيها صخور رسوبية تحولت فيما بعد إلى صخور متحولة.

وبناء على هذه الانتقادات والعيوب فهذه الوسيلة لا يمكن الاعتماد عليها وبدأ التفكير فى طريقة أخرى

٢- حساب معدل ازدياد ملوحة البحار:

تعتمد هذه الطريقة على حساب الزمن الذى استغرقته البحار حتى وصلت إلى درجة ملوحتها التالية على اعتبار أن مياه البحار كانت عند نشأتها عند بداية تكوين الكوكب الأرضى خالية من الأملاح وبالتالى يمكن احتساب المدة التى حدث فيها تراكم لهذه الأملاح إلى المستوى الحالى من الملوحة واعتبار هذه المدة هى عمر الأرض. وعليه يمكن القول بأن عمر الأرض يساوى الكمية الكلية للأملاح فى البحار والمحيطات مقسوماً على كمية الأملاح التى تحملها الأنهار إلى البحار والمحيطات سنوياً.

وهذا التقدير لعمر الأرض أعطى قيماً فى حدود ٣٠٠ مليون – ١٥٠٠ مليون سنة.

ومن عيوب هذه الطريقة:

أ- افتراض معدل ثابت لزيادة ملوحة البحار فى الأزمنة الجيولوجية المختلفة وهذا المعدل يشابه المعدل الحالى وهذه الافتراض غير صحيح حيث أوضحت بعض الدراسات أن معدلات تراكم الأملاح حالياً أقل بكثير من المعدلات فى الأزمنة الجيولوجية السابقة.

ب- تعطى هذه الطريقة تقديراً لأعمار المحيطات وأن عمر الأرض أقدم من ذلك.

ونتيجة لذلك بدأت تظهر عدة طرق أخرى لتقدير عمر الأرض منها حساب معدل التناقص فى درجة حرارة السطح وحساب معدل التناقص فى سطح الأرض نتيجة الانكماش بالبرودة.

وحديثاً ظهرت طريقة أكثر دقة تعتمد على قياس النشاط الإشعاعى.

٣- حساب معدل تحلل العناصر المشعة:

تعتمد هذه الطريقة على ظاهرة احتواء الصخور على كميات من العناصر المشعة التى تتحول مع الزمن إلى النظير الغير مشع، ولقد أوضح

علماء الفيزياء والكيمياء أن هذا التحول يتم بمعدل ثابت لا يتأثر بالعوامل الخارجية ولا يتغير مع الزمن. ويتم حساب سرعة تحلل العناصر المشعة بقياس ما يسمى فترة نصف العمر وهى الفترة التى تلزم لتحول نصف الكمية من العنصر المشع إلى النظير الغير مشع، ومن العناصر المشعة التى تستخدم بنجاح لتقدير العمر المطلق للصخور أو الأرض عناصر اليورانيوم والثوريوم حيث تتميز هذه العناصر بارتفاع فترة نصف العمر (فترة نصف العمر لليورانيوم أكثر من ٤.٥ × ١٠ ^{٩} سنة وللثوريوم أكثر من ١.٤ × ١٠ ^{٩} سنة).

ويتم حساب أعمار الصخور بهذه الطريقة بحساب كمية اليورانيوم أو الثوريوم المتبقى حالياً فى الصخر وكمية النظير الغير مشع (الرصاص المتكون فى الصخر. ومن ذلك يمكن معرفة الزمن الذى مر لتكوين الرصاص الخامل وذلك لأن فترة نصف العمر ثابتة ومحددة ومعلومة. وقد أوضحت الحسابات أن عمر أقدم صخور القشرة الأرضية يتراوح بين ٣٠٠٠ مليون سنة فى أفريقيا إلى ٣٥٠٠ مليون سنة فى بعض مناطق أوروبا، ويرى العلماء أن عمر الأرض المقدر بهذه الطريقة يبلغ ٤٥٠٠ مليون سنة).

ثالثاً : مكونات جسم الأرض

ويحتوي البناء الجيولوجي أيضًا على أحجار البناء وموارده، فإذا ما استثنينا المساكن المصنوعة من الخشب، فإن كل مساكن الإنسان مبنية من مواد توجد في الأرض كالأحجار أو الطوب أو الطين .. ولا شك أن مواد البناء المستمدة من البيئة المحلية تعطي للمظهر الخارجي للإقليم طابعًا مميزًا : فحيث توجد السهول يبني الإنسان مساكنه عادة من الطوب المصنوع أو من خليط الرمال والطين أو الأسمنت أما في خارج السهول فتبني المساكن عادة من الأحجار ويفضل في ذلك استخدام الحجر الجيري فهو أقدر من غيره على مقاومة الظروف الجوية كما أنه سهل القطع والتشكيل .

وبنية الأرض من ناحية أخرى هي الأساس الذي ترتكز عليه كل منشآت الإنسان وعلى ذلك فإن طبيعة الأساس الصخري تؤثر بدرجة كبيرة في مدى متانة المباني وارتفاعها وطبيعي أنه كلما كان الأساس صلبًا كلما أمكن للإنسان أن يرتفع فيه فلولا الأساس الصخري الصلب في منطقة نيويورك لما أمكن للإنسان أن يبني ناطحات السحاب، غير أن صلابة البنية قد تكون أحيانًا عائقًا في سبيل تعمير المكان فهي تؤدي إلى نفقات أكثر إذا أراد الإنسان مد نفق أو إقامة سد أو مد خط حديدي أو حفر قناة .

ولنوع الصخور أيضًا علاقة مباشرة بما يحتويه هذا الصخر من معادن فالمعروف أن العروق المعدنية مرتبطة بالصخور النارية والمتحولة أما الفحم والبترول وبعض خامات الحديد فهي مرتبطة بالصخور الرسوبية، ولابد أن نضيف إلى ذلك أن عوامل التعرية المختلفة قد تتسبب في نقل عروق المعادن الفلزية من مناطق وجودها الأولى (الصخور النارية والمتحولة) إلى حيث ترسب في طبقات الصخور الرسوبية .

من المعروف أن سطح الأرض هو مجال دراسة الجغرافى، ولما كانت مظاهر هذا السطح صغرت أم كبرت، هى نتيجة لتفاعل عدد من القوى الباطنية والخارجية على هذا السطح والمواد المكونة له وهى :

١- مكونات جسم الأرض

لقد وضعت العديد من النظريات الطبيعية لتفسير الطريقة التى ولدت بها الأرض، ورغم اختلافها فى التفاصيل، يرى بعض العلماء أن الأرض تكونت فى نفس الوقت الذى تكونت فيه الشمس من سحابتها السديمية، بينما اعتقد البعض الآخر أن ذلك تم فى مرحلة لاحقة، نتيجة اقتراب نجم من الشمس، أدى إلى جذب جزء من المادة الكونية المكونة لأى منهما، على هيئة ذراع، انقسمت مادته بعد ابتعاد النجم إلى عدة أجزاء، أخذت تدور حول نفسها، وحول الشمس بقوة الجاذبية، مبتعدة عن بعضها البعض، مكونة كواكب المجموعة الشمسية، إلا أنها تتفق جميعاً فى أن الأرض تتكون من نفس المادة الكونية التى تتكون منها الشمس، كذا باقى الأجرام السماوية، وعلى هذا الأساس فإن الأرض لابد وأنها اتخذت فى أول نشأتها، القوام الغازى شديد الحرارة، ثم ومن خلال فقدانها لحرارتها، بدأت تتصلب وتندمج.

ولما كان فقدان الأرض لحرارتها لابد وأنه تم عن طريق الإشعاع الخارجى، كان لابد أن نتوقع أن مواد السطح كانت الأسبق إلى البرودة والتصلب والاندماج، حيث كونت القشرة الأرضية، التى نعرفها باسم Lithopshere، تلك التى أحاطت بمواد الباطن التى كانت لازالت أشد حرارة، وأكثر ليونة، ضاغطة عليها (نتيجة انكماشها واندماجها) قائمة بدور العازل بينها وبين الفراغ المحيط بالأرض، ذلك الذى امتلأ بالأبخرة والغازات المتسربة من البراكين العديدة الثائرة فى كل مكان من القشرة الأرضية، بما فى ذلك المنخفضات التى ملأتها فيما بعد مياه التساقط مكونة ما نعرفه اليوم باسم المحيطات، ذلك أنه فى أول نشأة الأرض، لم يتمكن بخار الماء الموجود فى الجو آنذاك، من التساقط على سطحها على هيئة أمطار، ولم يتم ذلك إلا بعد أن برد سطح الأرض إلى الدرجة التى تسمح

للأمطار بالسقوط دون غليان أو تبخر مرة أخرى' وكان لابد لهذه الأمطار الساقطة أن تنتهى إلى أكثر أجزاء القشرة الأرضية انخفاضاً، مؤذنة بمولد المحيطات، وبذلك تم بناء الشكل الخارجى للأرض ككرة صلبة المظهر، يشغل الماء منخفضاتها المحيطية ويحيط بها غلاف كامل من الغاز، يعرف بالغلاف الغازى (أو الغلاف الجوى).

أما مواد الباطن، فقد انطوت على حرارتها الشديدة، وسيولة موادها، تلك التى تحولت، نتيجة الضغط الكبير الواقع عليها، إلى مادة صلبة، إلا أنه يبدو أن ذلك لم يكن فى تجانس تام، نتيجة هبوط المعادن الأكثر ثقلاً والأكبر كثافة جهة مركز الكرة، بينما ارتفعت الأخف وزناً، والأقل كثافة إلى أعلا، **فى حين انتظمت باقى المواد بينهما وهو ما يؤكده مثلاً:**

أ- ازدياد الحرارة كلما تعمقنا فى باطن الأرض، بما يعادل درجة واحدة مئوية لكل ٦٠٠ قدم (١٨٠متر) وهو أمر يشاهد بالفعل فى المناجم وآبار البترول، ولما كان الطريق الذى تسلكه الحرارة خلال الأجسام الصلبة هو الانتقال بالتوصيل، كان لنا أن نتوقع وصول حرارة الباطن إلى ٢٧٠٠° مئوية على عمق ٣٠ ميل فقط من سطح الأرض، وهى درجة كافية لصهر كافة أنواع المعادن التى تتكون منها صخور القشرة الأرضية، تحت الضغط الجوى العادى.

ب- ازدياد صلابة وكثافة مواد الباطن كلما تعمقنا فى باطن الأرض، وذلك عن طريق دراسة الموجات الزلزالية، التى أثبتت أن هناك كرة صلبة فى باطن الأرض حول مركزها، تعرف بالكرة المركزية Centrsphere ويبلغ قطرها ١٦٠° ميل تقريباً (٣٤٧٠ ك م) (شكل رقم ١٤)، تقع على بعد ١٨٠٠ ميل (٢٨٩٥ ك م) من سطح الأرض، ذات كثافة عالية تتراوح بين ١٠، ١٥ ولذلك يرجح أن تتكون أساساً من الحديد، مع نسبة صغيرة من النيكل والكروم، وإن هذه الكرة، رغم حرارتها الشديدة، والتى تزيد عن ٤٠٠٠°م، فهى صلبة، ولذلك نتيجة الضغط الشديد الواقع عليها، والذى يصل إلى ٣.٥ مليون مثل، للضغط الجوى عند السطح البحر.

معنى ما سبق أن القشرة الأرضية أو الـ Lithosphere هى أعلا طبقات الكرة الأرضية، وهى فعلاً لا تمثل سوى قشرة رقيقة لا يزيد سمكها عن ٣٢ ميلاً (٥٣ ك م) تتكون أساساً من صخور جرانيتية وبازلتية تحيط بالمانتل، وترتكز عليه، حيث يفصل بينهما خط انفصال واضح يطلق عليه

لفظ موهو Moho' كما يطلق عليه اسم سيما Sima لارتفاع نسبة الماغنسيوم والسلكا به' يحيط بالمانتل إحاطة تامة، ولذلك فهو يمثل قيعان المحيطات الكبرى، كما ترتكز عليه كتل القارات الجرانيتية التكوين، وتغطى الرواسب البحرية طبقة الموهو هذه فى حالة البحار، كما تعلوها كتل القارات فى حالة اليابس وإن كان بسمك أكبر .

تُطلق تسمية التضاريس على مختلف الأشكال الطبوغرافية لسطح الأرض، من جبال وتلال وسهول وهضاب ووديان وسطوح ذات مستويات إيجابية أو سلبية، بما في ذلك سطوح قيعان البحار والمحيطات.

٢-عوامل نشوء التضاريس

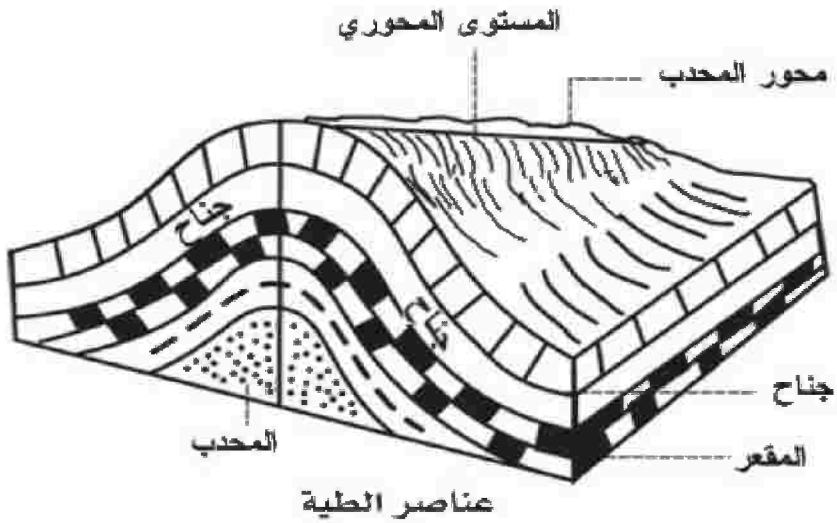
تتعرض القشرة الأرضية لضغوط كبيرة وحركات بنائية (تكتونية) تؤدي إلى عدم استقرارها، وإلى استمرار حركتها. وقد تكون الحركة سريعة في حالة الزلازل والبراكين، أو بطيئة على مدى ملايين السنين، كما هو الحال في حركات تشكل الجبال أو تشكل القارات، وقد تكون العوامل سطحية (تعمل على سطح القشرة الأرضية) ناتجة عن الترسيب والنقل والإزاحة، أو بسبب اتساع الغطاء الجليدي أو اختفائه، أو امتلاء حوض مائي بالرسوبات أو تفريغه.

ولكن على الرغم من تقسيم العوامل المؤثرة في تشكل التضاريس وتطورها إلى داخلية وخارجية وبطيئة وسريعة، فلا يمكن فصل بعضها عن بعض، لأنها كل متكامل، وتشكل منظومة واحدة، ولتسهيل الدراسة لابد من دراسة كل منها على حدة، تقسم عوامل نشوء التضاريس إلى قسمين :

يمكن أن يستدل منها على مدى تكيف الإنسان، وانسجام حياته مع البيئة التي يعيش فيها، وتحاول الجغرافيا، في ذلك أن تحلل عوامل البيئة الطبيعية وعناصرها تحليلاً دقيقًا يمكن بواسطته الربط بين المعطيات الجغرافية، وبين آثار هذه المعطيات كل منها في الأخرى، ثم أثرها مجتمعة على الإنسان . وبديهي أن عناصر البيئة، وإن بدت منفصلة عن بعضها البعض فهي في الواقع يكمل كل منها الآخر، فالبناء الجيولوجي يؤثر في التضاريس وفي التربة، كما أن التربة ونوع المناخ يؤثران في النبات الطبيعي الذي يحدد بدوره نوع الحيوان، وهذه العوامل مجتمعة تؤثر في الحياة البشرية على سطح الأرض وتحدد أنواع النشاط الذي يجب أن يمارسه .

١- العوامل الباطنية

أ- **البراكين:** تشمل عملية جميع العمليات التي تندفع بوساطتها المواد الصلبة والسائلة والغازية من أعماق الكرة الأرضية إلى السطح مشكلة المخاريط والقباب والأغشية البركانية، وتشكل الكسور والشقوق ومناطق الضعف في القشرة الأرضية ممرات للمهل والمواد البركانية (اللابات) الأخرى .



شكل ( ) يوضح مراحل تكوين الطية .

ب- **الزلازل:** هي حركات فجائية سريعة جداً تعتري سطح القشرة الأرضية، وتكون على شكل هزات أفقية أو شاقولية أو رحوية، تنطلق من مركز عميق داخل الأرض نحو مركز سطحي، ومنه تتوزع نحو الأطراف .

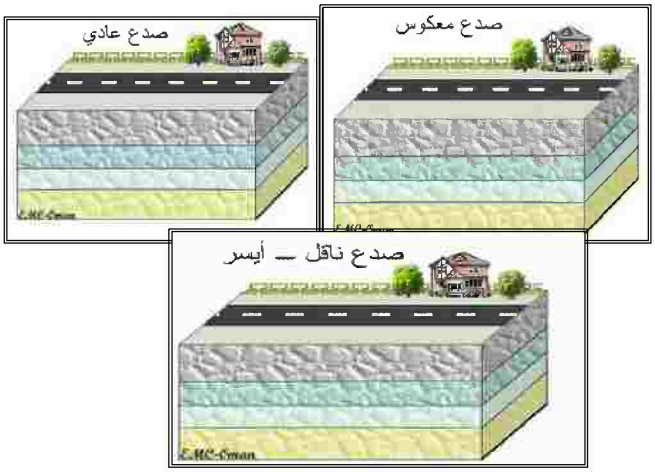
ت- **الالتواءات :** تتعرض الطبقات الصخرية المؤلفة من المواد الرسوبية المكدسة بعضها فوق بعض في المقعرات الأرضية، إلى حركات بنائية (تكتونية)، وخاصة قوى الضغط الجانبي التي تؤدي إلى تشكل تموجات أو التواءات. وتعد هذه العملية من العمليات الباطنية البطيئة، إذ يتطلب تشكلها آلاف بل ملايين السنين، وتشكل المحدبات والمقعرات التي يُطلق عليها اسم التضاريس الالتوائية، وتتألف كل واحدة من هذه الطيات أو الالتواءات من العناصر الآتية :

- المحدب والمقعر والجناحان والمفصلة والمستوى المحوري ومحور الطية، ولما كانت عمليات الضغط متباينة من حيث الشدة والاتجاه، والصخور الرسوبية متباينة من حيث الثخانة والصلابة والنوع، نتج عنها أشكال مختلفة من الالتواءات البسيطة حتى المركبة .

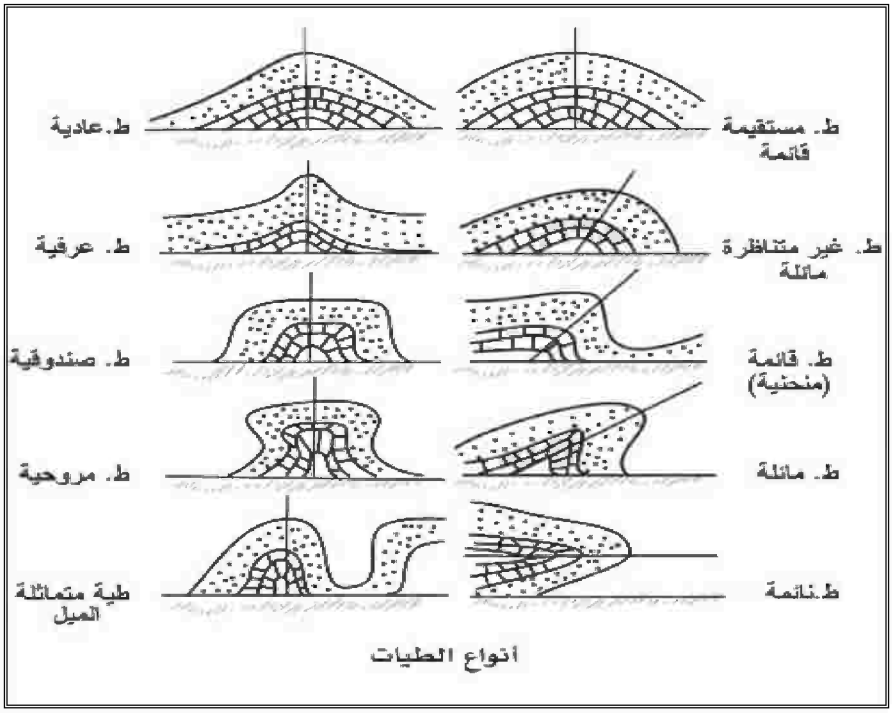
- وأهم أنواع الطيات البسيطة التي تشاهد في الطبيعة الطيات المتناظرة والطيات المائلة والشديدة الميل والمتوازية والمقلوبة والنائمة، والطية على شكل الركبة والمروحية والعرفية والصندوقية، أما الطيات المركبة فتتكون من الطيات الجوراسية وهي طيات متناظرة ومنتظمة من حيث التباعد والارتفاع، كما هي الحال في جبال الجورا الفرنسية، السويسرية ومن الالتواءات الألبية والأغشية المسحوبة، وتكون الطيات فيها غير متناظرة ومعقدة نسبياً، وكما هي الحال في جبال الألب السويسرية.

- ومن الملاحظ أن الجبال الالتوائية الحديثة تمتاز بتشابه عام فيما بينها من حيث الاتجاه والارتفاع، إذ تكون ذات ارتفاع كبير وجوانب شديدة الانحدار لعدم توغل التعرية فيها بعد، وتتجه من الغرب إلى الشرق في آسيا وأوربا، أما في العالم الجديد فتتجه من الشمال إلى الجنوب، أما غالبية الجبال الالتوائية القديمة فقد تعرضت لأعمال الحت والتعرية، وتحول بعضها إلى تلال لاطئة في الوقت الحاضر.

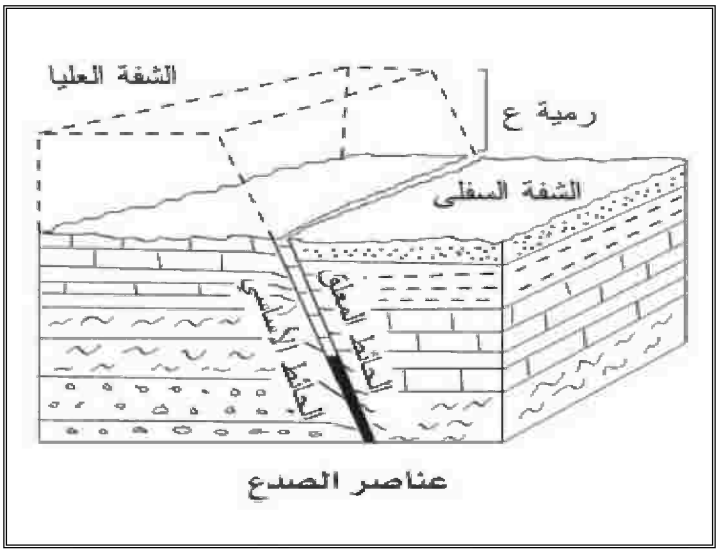
ث- **الصدوع :** تقوم الحركات البنائية بدور مهم في رسم معالم سطح الأرض، فإذا كانت هذه الحركات شديدة، والصخور التي تتأثر بها صلبة وقليلة المرونة، فإنها تتكسر وتشكل كتلاً من الصخور المخلعة، تفصل بينها صدوع تختلف أهميتها تبعاً لقوة الحركة وتجاوب الطبقات الصخرية، وينتج عن ذلك تحرك الطبقات الصخرية أفقياً أو شاقولياً أو الاثنين معاً، من هنا فإن الفالق هو انكسار يصيب الطبقات الصخرية، ويؤدي إلى تشويه هندستها، وتصادف الصدوع في سائر أنواع صخور القشرة الأرضية بدرجات مختلفة، ويتميز كل صدع بعناصر أساسية هي : رمية الصدع، شفتا الصدع، مضرب الانكسار، زاوية الميل، مرآة الصدع، الحافة الانكسارية، النطاق الانكساري .



شكل ( ) يوضح مراحل تكوين الصدوع .



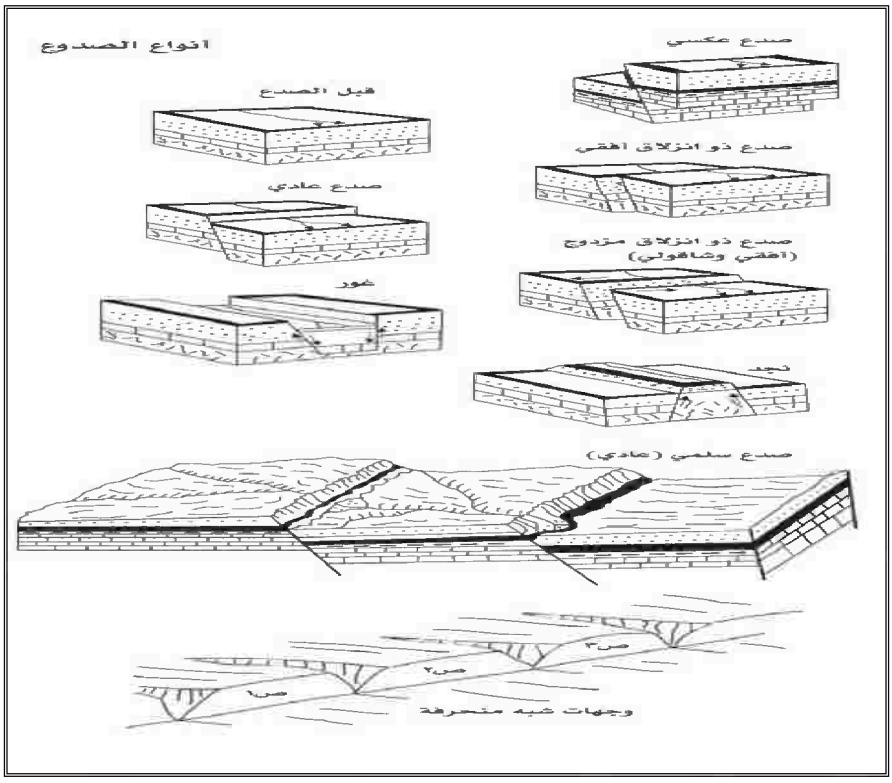
شكل ( ) يوضح أنواع الطيات .



شكل ( ) يوضح عناصر الصدوع .

أما من حيث أنواع الصدوع، فإنها تُصنف عادة تبعاً لمعدلات تحرك الكتل الصخرية وزحزحتها على جانبي خط الصدع، ويمكن تمييز الأنواع الآتية من الصدوع:

- الصدع العادي أو الموافق : ويكون فيه أحد الجانبين قد انزلق نحو الأسفل باتجاه مستوى الصدع.
- الصدع المعاكس : وهو الصدع الذي يميل فيه مستوى الصدع لجهة المرتفع، وتأخذ فيه الشفة العليا المستلقية وضعاً هابطاً، والشفة السفلى المعلقة وضعاً مرتفعاً.
- الصدوع السلّمية: وتنشأ عندما يحدث عدد من الصدوع مختلفة المدى، ويكون النزول على القطاعات بوساطة زمرة من المدرجات المتتابعة.
- الصدع المتباعد أفقياً: وتكون الحركة أفقية وموازية لخط ظهور الانكسار.
- الصدوع المركبة: ويحدث فيها أن تهبط الطبقات والكتل الصخرية بين كسرين، وينشأ عن ذلك إما منخفض يسمى أخدوداً أو غوراً، وأحياناً يحدث العكس فترتفع كتلة صخرية .



- **شكل ( ) يوضح أنواع الصدوع .**

٢ـ عوامل نشوء التضاريس الخارجية:

تتلخص هذه العوامل بأوجه النشاط السائدة في الغلاف الجوي، وبنشاط التجوية والنقل والنحت و الإرساب .

- **العوامل الجوية:** وينتج عنها التجوية الفيزيائية التي تؤدي إلى تفتت الصخور وتجزئتها من دون أن يرافق ذلك أي تبدل في خواصها الكيمياوية، ومنها التجوية الحرارية التي ينجم عنها تمدد مكونات الصخور وتقلصها، مما يؤدي إلى إضعاف بنية الصخور وتماسكها. وأكثر ما يتأثر بهذه الظاهرة الطبقات الصخرية السطحية، وأثر الجليد الذي يتمثل في تفتيت الصخور تحت تأثير عملية التجمد والذوبان للماء الموجود في شقوق ومسامات الصخر، وما يرافق ذلك من ازدياد بحجم الجليد بنسبة ٩%، مما يؤدي إلى تشكل ضغط على الصخر، ومن ثم تفلقه.

- أما التجوية الكيمياوية فتتمثل بالعلاقة بين الصخر والمياه المشبعة بالأحماض التي ينجم عنها تبدل في بنية الصخر وتركيبه الكيمياوي. ويخضع لهذه العملية الصخور القابلة للتحلل الكيمياوي كالصخور الكلسية.
- والتجوية الحيوية تتم تحت تأثير بعض الكائنات الحية التي تسهم في تفتيت جزيئات الصخر.

تؤدي جميع العمليات السابقة إلى تفتيت الصخور بأشكال مختلفة، يُطلق عليها اسم مخلفات التجوية. وهذه المخلفات لا تبقى مكانها، بل تتحرك تحت تأثير عوامل عدة، وبالنهاية تتجمع هذه المواد على شكل رواسب لها أنظمتها وأشكالها الخاصة التي تؤثر في طبيعة تجمعها عوامل عدة، منها العوامل المناخية والجيولوجية. وعامة تكون المنخفضات وقيعان البحار والمحيطات والبحيرات والمنخفضات المغلقة المطاف الأخير لهذه المواد التي تتكدس بعضها فوق بعض عبر آلاف وملايين السنين. ويسهم في عملية التجوية أيضاً الأمواج البحرية التي تقوم بلطم الشاطئ وتفريغ الخط الشاطئي، مما يؤدي إلى تراجعه وتشكيل نماذج مختلفة من أشكال التضاريس الساحلية.

٣-التضاريس البنيوية

هي التضاريس الناشئة عن العوامل الباطنية والمتأثرة ببنية الصخور وهندستها ولم يظهر فيها أثر العوامل الخارجية بوضوح وتشمل:

أ- **التضاريس الناشئة عن بنية أفقية :** ففي زمرة من الطبقات الصخرية الرسوبية الأفقية الطرية والصلبة المتناوبة، يقطع الحت أشكالاً تكون خطوطها الموجهة أفقية أيضاً، ويحتفظ مقطع السفوح لمدة طويلة بتعاقب شرفات وجروف تتناوب وانحدارات لطيفة الانحدار، وهكذا تظهر هضاب تحوي حافاتها على درجات منتظمة، ويكون كل من هذه الهضاب عبارة عن ظهر طبقة صخرية أفقية قاسية قشط الحت الطبقة الرخوة العليا عنها، وهو ما يدعى بالسطح البنيوي، وإذا استمر الحت أكثر، تنفصل عن الهضبة وتدعى بالتلال الشاهدة.

ب- **الطبقات المائلة :** إذا كانت الطبقات الرسوبية الطرية والقاسية والمتناوبة مائلة قليلاً، تتكون بنية تضاريس وحيدة الميل، وتتشكل على أساسها الضلوع (الكويستا)، وتشتمل الضلوع على جبهة، هي عبارة عن جرف ناجم عن انقطاع الطبقة الصلبة والطرية دونها. ويكون المقطع الأمامي للجبهة مؤلفاً من قسمين، في الأعلى جرف

قاس شديد الانحدار، وفي الأسفل الطبقة الطرية على شكل منحدر تغطيه الأنقاض، وقد تحزز الكويستا بالأنهار، فالنهر الذي يسيل وفق ميل الطبقات يدعى بالنهر الموافق، أما الأنهار التي تلازم قدم جبهة الكويستا فتسمى الأنهار اللاحقة، وقد يكون شكل الكويستا مشرشراً بسبب الحت التراجعي، وهناك تمايز كبير في نسبة تحزز الجبهة، وذلك لأسباب كثيرة أبرزها الحت الاصطفائي، وإذا وصلت درجة ميل الطبقات الصخرية إلى ٤٥ درجة، يتشكل نموذج من الضلوع تُعرف بـ هوغ باك Hogback.

ت- **التضاريس الالتوائية :** يمكن أن تكون الصخور الرسوبية ملتوية بصورة خفيفة أو شديدة، وبشكل متناظر أو غير متناظر، ولكل نموذج تطوره الخاص. وفي حال وجود تعاقب منتظم من الطيات، فإن الحت يعمل على بري الطبقات الرخوة بسرعة أكبر من التأثير في الطبقات القاسية. وكل جبل التوائي يحتوي على مجموعة من العناصر أهمها، المحدب (السنام) والمقعر والكومب (السنام المفرغ) والروز (الخانوق) وهو واد صغير محفور في خاصرة المحدب. ولتطور التضاريس والعمليات الحتية، تصل سوية الأنهار إلى مستوى أخفض من المحدبات، أي تصير المحدبات أخفض من المقعرات، وهنا نصل إلى مرحلة تسمى انقلاب التضاريس. ولكن إذا نهضت المنطقة بعد وصولها إلى مرحلة الهرم، فإن الحت سيتجدد ويعمل في الطبقات الطرية، وتبرز الصخور القاسية، ويظهر نموذج من التضاريس الالتوائية هو التضريس الأبالاشي، إذ تكون القمم في هذه الحالة على سوية واحدة ممثلة لدورة سابقة.

ث- **التضاريس الصدعية :** إن الكسور التكتونية هي المسؤولة عن تفاوت المستويات بين الكتل الصخرية للقشرة الأرضية وتعقيدات البنى. فإذا ارتفعت كتلة صخرية على امتداد صدع، عندها يعمل الحت فيها، بينما يعمل التراكم فوق الكتلة الهابطة، إذا لم يعزلها الجريان، ومن ثم تأخذ الأنهار وضعاً متعامداً مع الجرف الصدعي، وتعطيه وجَيْهات ذات أشكال أشباه منحرف، قاعدته الكبرى هي قاعدة الجرف، ومن خاصرتي خوانق قاطعة، وتكون هذه الأشكال واضحة جداً في المناخ الجاف لأن المنحدر لا يتثلم، ويعمل كل من حت سفوح مجاري الماء التي تقطع الجرف، وانحطاط الوجيهات، على تقهقر الجرف بعد مدة، وقد يصبح قدمه مستحاثاً مردوماً بالأنقاض القادمة من الكتلة العليا، هذا ويتم تراجع جرف الصدع بحسب قوانين الحت

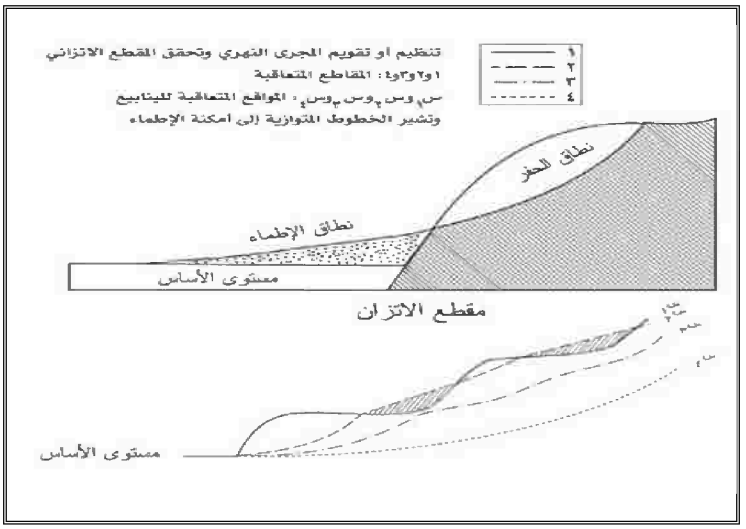
الاصطفائي (التفاضلي)، ففي منطقة ذات بنية رسوبية تقطعت إلى كتل وحيدة الميل بفعل الصدوع المعاكسة، فإن التراجع يؤدي لقيام شروط مواتية لنشوء الكويستات، وختام تطور الجرف الصدعي هو التسوية.

٤- التضاريس الحركية - المناخية

وتعني دراسة منظومات الحت الحيوي المناخي، أي مجموعة تطورات الحت والتراكم العائدة لشروط الحرارة والرطوبة والغطاء النباتي الخاص بكل نطاق، وتهدف مثل هذه الدراسة إلى فهم خصائص مورفولوجية كل نطاق، وإن الأشكال المورفولوجية الكائنة في النطاقات الحالية، قد تكون موروثة من عصور سابقة، كانت تسود فيها مناخ مغاير كما هو الحال في أوربا الغربية وأمريكية الشمالية، حيث لم تستطع الأحوال المناخية الحالية تبديل معالم الأشكال السابقة، وتغييرها بعد. فهذه المساحات صارت تحت تأثير الدور الحتي الكبير لاستعمالات الأراضي، ولاسيما في الزراعة وحراثة الأرض، التي كان يغطيها قبل ذلك الغطاء النباتي قبل نحو خمسة آلاف سنة فقط .

فالنظام الحتي الحالي عبارة عن نظام ناتج عن تدخل الإنسان، لذا يجب البحث في مناخات الماضي عن العوامل المسؤولة عن الجيومورفولوجية الحالية، فلكل مناخ غطاء نباتي محدد يؤثر في سير تكييف الملامح الجيوموفولوجية، فالغابة تكبح جماح الحت بنسبة عالية، بينما السهوب والصحراء الجرداء تسمح بظهور الأرض العارية، وسيادة التعرية الريحية.

وتشير الدلائل الكثيرة إلى حدوث تغيرات مناخية عبر العصور الجيولوجية، وقد قامت هذه المناخات القديمة بدور مهم في التاريخ الجيومورفولوجي للأشكال الحالية، وخاصة حركة الجليديات وزحوفها في الحقب الرابع الذي تعرض إلى عدة عصور جليدية منفصلة بعضها عن بعض بعصور مابين جليدية (بينية) دافئة، ومنذ انتهاء آخر زحف جليدي، صار المناخ مماثلاً للمناخ الحالي، بيد أن الزحف الجليدي لم ينته دفعة واحدة، بل بتدرج رافقته تبدلات مناخية صغيرة لم تكن ذات تأثير مورفولوجي كبير، ولكن العصور البينية الدافئة التي حدثت وعصور الزحوف الجمودية خلفت بصماتها البارزة على قسم كبير من العالم.



شكل ( ) يوضح نطاق الحفر والإطماء ومستوي الأساس .

٥- التضاريس النهرية

تتكون التضاريس النهرية نتيجة لحركة الماء الجاري، إذ تعمل الجاذبية الأرضية والثقالة على تحريك ذرات الماء من المناطق المرتفعة باتجاه المناطق المنخفضة، ونتيجة لحركة الماء فإنه يحمل المواد الذائبة والعالقة ويحرك المواد التي لا يمكنه حملها. ولكل نهر طاقة حدية على الحمل والنقل، فإذا زادت المواد على هذه الطاقة حصل الترسيب، وإذا نقصت يقوم النهر بحز مجراه، وللماء خاصية فرز المواد، إذ أول ما يترسب المواد الخشنة، تليها المواد الأقل خشونة وهكذا، كما يزداد الحفر عموماً بوساطة الماء والمواد الصلبة فيه، إذا كان خالياً من المجروفات، إذ تزداد قدرته على حمل المجروفات من القاع، وبنتيجة اجتماع العمليات المذكورة أعلاه، يتم تكون المجرى المائي الذي يتميز بمقطعه العرضي ومقطعه الطولي وأعماقه وشكل جوانبه، فلكل مجرى مائي ارتفاع معين عند منبعه، حتى مصبه الذي يُطلق عليه اسم مستوى الأساس، إذ يعمل النهر خلال حياته بقوة للوصول إلى حالة التوازن في مقطعه الطولاني، بالقيام بعمليات الحت التراجعي الذي يبلغ تركيزه الأقصى عند المصب، ثم ينتقل تدريجياً نحو المنبع ليصير الفارق بين المنبع والمصب شبه معدوم، وهي حالة نظرية، عندها يصير له شكل منحن منتظم، أما المقطع العرضاني فإن طاقة النهر لا تنصب على تعميق المجرى فحسب، وإنما على توسيع مجراه بوساطة ذرات الماء والمواد الصلبة التي تضغط على الجوانب، وتزداد هذه الطاقة عند المنعطفات محدثةً الدوارات العنيفة

التي تقوم بالنحت عندما تكون سريعة، وبالترسيب عندما تتباطأ. وتبلغ طاقة الحت الجانبي أقصاها عندما تعترض طريق المجرى، عند المنعطف، أشكال تضاريسية تجبره على الانحراف، ويساعد على تخفيف شدة انحدار الجوانب النهرية وهطول الأمطار التي تعمل على إذابة الصخور وحتها، ويمكن أن يحدث من جراء ذلك الانهيارات .

ويظهر الشكل ( ) نطاق الحفر والإطماء ومستوي الأساس والذي يتبين منه إن تلاحم عمليتي الحت الصاعد والحت الجانبي تعطي الأودية النهرية أشكالاً مختلفة، فقد تكون متناظرة أو غير متناظرة، وتؤثر في هذه العملية عوامل مختلفة أهمها طبيعة توضع الطبقات واتجاه الرياح المناطرة والحركات التكتونية وغيرها .

وعندما ينتهي المجرى المائي من تطوير جوانبه بالحت والترسيب الجانبيين ورسم مقطعه الطولاني، ثم يتعرض لسبب ما (نهوض اليابسة أو انخفاض مستوى الأساس) إلى تجديد حته وحفره يبدأ من جديد بحز مجراه ضمن التوضعات الرسوبية، ومن ثم يشق طريقه ضمن الصخور الصلبة مكوناً تحتها ما يشبه الفج، وتصبح هذه التوضعات الرسوبية أعلى من مستوى السهل الفيضي للنهر، فلا تصله مياه الفيضانات النهرية، ويطلق عليها اسم المصاطب النهرية. ويمكن أن تتكرر هذه العملية أكثر من مرة، وفي كل مرة يتجدد الحت فيها من جديد بسبب هبوط مستوى الأساس أو نهوض القارة، تتشكل مصطبة جديدة، وتكون المصاطب الأقدم في الأعلى والحديثة أقرب إلى مجرى النهر.

٦-الدورة الحتية

تمر التضاريس في حياتها، وفي حال الهدوء التكتوني والاستقرار المناخي البيئي، بمراحل متتالية من التطور إلى أن تصل في مرحلة نهائية إلى توقف الحت، والوصول إلى مرحلة شبه السهل، وتوقف جريان الأنهار نظرياً، وتمر التضاريس بمختلف أنواعها بالمراحل الآتية:

أ- **مرحلة الشباب :** وتتميز بتبدلات سريعة في أشكال التضاريس، بسبب النشاط الكبير لعمليات الحت والنقل والإرساب، وينشط الحت الشاقولي في حفر سرر الأنهار والحت الجانبي، ويظهر الصراع عند خط تقسيم المياه، وتكثر عمليات الأسر النهري، كما تكثر الانهيالات السطحية، وتتشكل مخاريط الأنقاض والمصاطب النهرية، كما تكثر أماكن الانقطاع والشلالات في الأنهار، ويكون التفاوت كبيراً بين المنبع ومستوى الأساس.

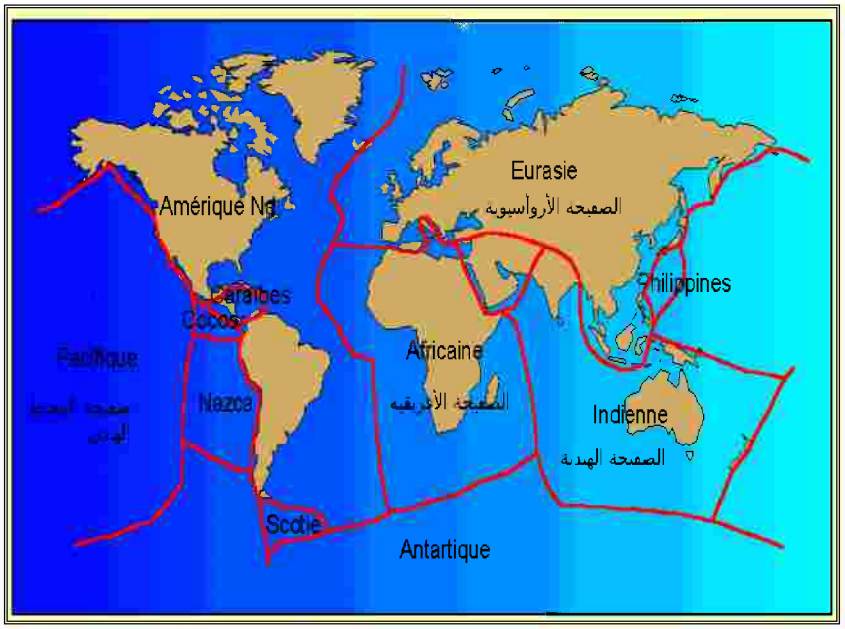
ب- **مرحلة النضج :** وهي مرحلة التطور نحو الانسجام، وتكون فيها الأنهار قريبة من مقطع اتزانها، وعمل جميع القوى الحتية منسجم، وتزول فيها الانقطاع، وتتلاشى آثار الأودية المعلقة، وتتراكم اللحقيات في سهول مستوى الأساس، وتكون ذرى خطوط تقسيم المياه للأودية في المناطق الجبلية حادة، بينما في المناطق الجبلية القليلة الارتفاع على شكل ذرى مدورة واطئة .

ت- **مرحلة الهرم :** تزول في أثنائها السطوح المرتفعة الأولى للتضاريس كلية، نتيجة لاستمرار عملية حت السفوح وتقاطعها، وزوال القسم البارز من خطوط تقسيم المياه، كما يتضاءل انحدار السفوح، ويتباطأ انزلاق الأنقاض، وتتغطى التضاريس بطبقة من التربة المتحللة مع بعض النواشز، ويمتد سهل مستوى الأساس بعيداً في القارة يصل حتى القطاع الأعلى للنهر، وبذلك تصل التضاريس إلى مرحلة قريبة جداً من شكل السطح المستوي، لذلك أُطلق عليها اسم شبه السهل الذي يميل تدريجياً وبلطف نحو المصب. ومما يميزه بقاء بعض التلال الشاهدة على سطحه والمعروفة بمونادنوك Monadnock (أو كما يُعرف في ألمانية باسم انسلبرغ) على سطحه. ولكن بقاء القشرة الأرضية في حالة الاستقرار طويلاً نادر الحدوث، فكثيراً ما تتعرض الأرض إلى عمليات النهوض فيتجدد الحت من جديد وتبدأ دورة حتية جديدة، فينشط الحت ويتغير الوضع والعلاقة بين القطاع الأعلى للمنطقة ومستوى الأساس.

رابعياً : تركيب القشرة الأرضية صخور القشرة وأنواعها

تتكون القشرة الأرضية أو جسم القارات، من الصخور الجرانيتية التى تتركب من عدد كبير من العناصرأهمها ثمانية تشكل ٩٩% من وزنها هى : الأكسجين (٤٦.٦%) السلكا (٢٧.٧%) الألومنيوم (٨.١%) الحديد (٥%) الكالسيوم (٣.٦%) الصوديوم (٢.٨%) البوتاسيوم (٢.٦%) المغنسيوم (٢.١٥)، وهذه العناصر قلما توجد منفردة، ولكنها دائماً متحدة كيميائياً أو ميكيانيكياً مع بعضها البعض، حيث تكون بذلك عدداً من الصخور فى القشرة الأرضية، قد يصعب التمييز بينها تمييزاً قاطعاً، إذ تكون دائماً فى تركيب كيمائى متميز، فالحجر الجيرى مثلاً يتكون من كربونات الجير، والصلصال يتكون أساساً من سلكات الالومنيوم وهكذا، ومع ذلك فكثير من التكوينات الصلصالية يحتوى على نسب مختلفة من كربونات الجير، كما أن كثير من الصخور الجيرية، يحتوى على نسب من الصلصال، فإذا أضفنا إلى هذا ما يمكن أن يطرأ على أنواع الصخور هذه

من تغيرات، نتيجة الأحداث الطويلة التى مرت عليها خلال عمر الأرض الجيولوجى، أدركنا أى عدد من أنواع الصخر يمكن أن يقابلنا، ويظهر الشكل ( ) الصفائح الصخرية في العالم، ولذلك كان الاتجاه إلى تقسيم الصخور إلى مجموعات ثلاثة طبقاً لطريقة تكوينها:



شكل ( ) الصفائح الصخرية في العالم .

١- الصخور النارية Igneus Rocks

وذلك نسبة إلى كلمة Igneus فى اللاتينية وتعنى النار، وترجع هذه التسمية إلى حال هذه الصخور حال تكوينها من مصهور المعادن الشديد الحرارة، وهو أمر أدى إلى عدم احتوائها على أى نوع من الحفريات' وتأخذ حبيبات المعادن التى تدخل فى تركيب الصخور النارية الشكل البللورى، وهو نتيجة طبيعية لبطء عملية التبريد (تبريد بالإشعاع) ولذا تعرف أيضاً بالصخور البللورية Crystalised وإن كان يختلف حجم بللوراتها طبقاً للمستوى الذى يتم فيه التبريد، **الأمر الذى يمكننا معه تقسيمها إلى ثلاث مستويات:**

أ- لما كانت هذه الصخور ناتجة عن برودة مادة الصخر الأولى التى تكون القشرة الأرضية فى أول العهد بها، كان توقعنا لوجودها حتى أبعاد سحيقه من سطح الأرض، لا يعرف مداها بالضبط، تغطيها طبقات

سميكة من الصخور الرسوبية القارية والبحرية، يصل سمكها إلى عدة آلاف من الأمتار، تلك التى ترسبت عليها خلال فترات العمر البحرى الذى أصاب أجزاء اليابس خلال عمر الأرض الجيولوجى (وتعرف بالإرسابات البحرية) أو خلال عمليات التعرية المتباينة خلال فترات انحسار المياه البحرية عنها (وتعرف بالإرسابات القارية) ولذلك كان ظهور الصخور النارية على سطح الأرض مرهوناً بنجاح عوامل التعرية التالية الأحدث فى إزاحة طبقات الصخر الرسوبى التى تعلوها، هذا وتضم أرض مصر نموذجاً رائعاً لهذا كله: هى جنادل أسوان الجرانيتية التى نجح نهر النيل فى تعريتها مما يعلوها من الصخر الرسوبى، بينما ظلت هى قائمة تعترض المجرى وما يحيط به من كتل ضخمة صلبة' فشلت عوامل التعرية فى تفتيتها، كذا تبدو جلية فى مرتفعات البحر الأحمر، الحافة الغربية للأخدود الأفريقى.

ب- إلا أن الصخور النارية هذه قد تظهر على سطح الأرض بأسلوب آخر، وبصورة أخرى، وذلك فى حالة صهير الأرض أو الماجما Magma فى شكل لافا Lava بركانيه، تبدو فى شكل سائل عجينى من الصخر المنصهر يتدفق عبر الفوالق والشقوق التى تحدث فى القشرة الأرضية، وفى هذه الحالة تبرد بسرعة إلى جانب أن ذلك يتم دون معاناتها لأية ضغوط صخرية فوقها، الأمر الذى يؤدى إلى عدم ظهور بللورات الصخر للعين المجردة لدقتها، اللهم إلا فى الطبقات السفلية للتكوينات البركانية، حيث يظهر فيها بعض التبلور، لطول فترة التبريد نسبياً، ووقوعها تحت ضغط الطبقات التى تعلوها .

ت- إلا أنه قد لا يكتب لمصهور الصخور هذا الوصول إلى سطح الأرض، بل يكتفى بتسربه خلال عيوب القشرة وشقوقها الداخلية متخللاً بذلك طبقات الصخر وعيوبه، ويعرف بالصخر المتداخل Intrasive فإذا كان تداخله عبر طبقات الصخر التى تعلوها فى شكل رأسى، عرفت بالسدود الرأسية Dykes، أما إذا كان تداخله بين طبقاته فى شكل أفقى، عرفت بالسدود الأفقية Sills، وهذه يقل تبلورها عن الأولى، وأن ازدادت حجم بللوراتها عن الثانية وهذه لا تظهر هى الأخرى على السطح، إلا بعد نجاح عوامل التعرية فى إزالة طبقات الصخر التى تعلوها.

٢- الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

هى تلك الصخور التى يرجع وجودها إلى التفاعل الدائم والمستمر بين صخور القشرة الأرضية، والغلاف الجوى، والماء، وذلك على مدى

عمر الأرض الجيولوجى، فيما يعرف بنشاط عوامل التعرية، تلك التى يتم عن طريقها، تحويل الصخور الصلبة إلى تفتتات مختلفة الأحجام، كما تقوم بنقلها لمسافات أو أخرى من اليابس، قبل أن تلقى بها فى موضع أو آخر من اليابس أو الماء، وأن كانت عملية الترسيب الكبرى تتم عادة فى المسطحات المائية، لا سيما مناطق الرصيف القارى، التى تعتبر نهاية المطاف لهذه الرواسب حيث تظل عالقه بمياهها لفترة، قبل أن تهبط تدريجياً، مترسبة فى طبقات Strata يتلو بعضها البعض الآخر، ولذا تعرف أيضاً بالصخور الطباقية Stratified Rocks تلك التى سرعان ما تتصلب وتلتحم طبقاتها بمواد لاحمة، أو تتحد كيميائياً، مما يحولها فى النهاية إلى صخر صلب، طباقى المظهر، حيث يظل كذلك حتى تتناوله إحدى حركات الرفع التكتونية، والتى تظهرها على سطح الأرض فى شكل صخور رسوبية.

وتراكم الإرسابات، لا يمكن أن يستمر دون انقطاع، كما أن المادة المترسبة قد تتغير على مدى التاريخ الجيولوجى للأرض، وهو أمر يمكن ملاحظته بسهولة، فى طبقات الصخر، الذى يبدو فيه التباين، سواء من حيث نوع الإرسابات أو سمكها، بل وأحياناً فى امتدادها وبنائها.

والصخور الرسوبية صخور أفقية بطبيعتها، ولذلك فهى، إذا ما وجدتها فى غير هذا الوضع، (كأن تكون ملتويه، أو مائلة، أو زاحفة) فمعنى هذا أنها تعرضت لنوع أو آخر من الحركات التكتونية، غيرت من شكلها الطباقى الأفقى، هذا ويمكن أن نميز بين الصخور الرسوبية، **نوعين متميزين:**

أ- **الأول :** الصخور الرسوبية ذات الأصل الصخرى Clastic وهى الناتجة عن ترسيب تفتتات الصخور النارية الصلبة، والذرات المعدنية وأهم أنواعها: الصخور الطينية الصلبة، والذرات المعدنية وأهم أنواعها: الصخور الطينية الصلصالية، الذى تنتج عنها صخور غير مسامية شديدة التماسك، والصخور الرملية، وهى أقل اندماجاً وأكبر مساميه ومنها الخراسان النوبى Sandy Stone الذى يتكون من اندماج هذه الرمال والتحامها بالضغط، وبمواد لاحمه مختلفة، قد تكون الحديد فيكسبه اللون الأحمر، وقد يكون الجير فتكسبه اللون الأبيض فى حالة السلكا مثلاً، التى تمتاز بمقاومتها الكبيرة للتفاعلات الكيميائية.

ب- **الثانى :** الصخور الرسوبية ذات الأصل غير الصخرى non clastic وهى ذات أصل عضوى، ويمثلها الحجر الجيرى Lime Stone الذى

يتكون أساساً من كربونات الكالسيوم بصفة رئيسية، وغالباً ما يكون مصدره مخلفات الهياكل العظمية للكائنات الحية البحرية وأصدافها، ومعظم الصخور الجيرية فى العالم من هذا النوع، حيث تبدو أكثر اندماجا من النوع السابق، لدرجة تجعلها أقرب للتبلور، كذلك يدخل تحت هذا القسم الصخور المرجانية والفوسفاتية، إلى جانب الصخور الكربونية، والأولى من مفتتات بقايا أسماك ظهرت فى بعض العصور الجيولوجية القديمة، بينما الثانية ناتجة عن تحول كيمائى لبقايا نباتية وحيوانية تحت الضغط والحرارة، وخير مثل لها الفحم الحجرى، كذلك يمكن اعتبار زيت البترول أيضاً أحد أنواع الصخور الكربونية، فقط نتيجة تحلل جزئى لمواد عضوية هى البلانكتون، تحت ظروف خاصة.

ولما كان تكون الطبقات الرسوبية هذه يتم على مدى عمر طويل، كما وأن الجزء الأكبر منها يترسب تحت سطح مياه ضحله، كانت تضم العديد من البقايا النباتية والحيوانية المتحجرة أو حفرياتها، هذا إلى جانب تكوينات النباتات المتفحمة، كالفحم الحجرى، أو المتحللة كزيت البترول، **وبذلك تعتبر الصخور الرسوبية من أكثر أنواع الصخر فائدة للإنسان حيث:**

- تعتبر سجلاً إحيائياً موثوقاً به، ومجالاً خصباً لدراسة البيئة الجغرافية القديمة، حيث تحكى (بما تضمه طبقاتها من حفريات) قصة التطور الإحيائى على سطح الأرض، والظروف الجغرافية التى أحاطت بوجود كل نوع، وهى ميزة تنفرد بها الصخور الرسوبية دون غيرها من أنواع الصخر.
- نظر لليونتها النسبية، كانت مورداً هاماً لعناصر الحضارة الإنسانية، حيث يستخدم الإنسان أحجارها فى بناء مساكنه، ورصف طرقه (الحجر الجيرى، الرمل، والخرسانى النوبى)، كما تستخدم بعض مركباتها، كمخصبات لأرضه (الصخور الفوسفاتية).
- هذا إلى جانب فائدة بعض أنواعها، كمصادر رئيسية للطاقة كالفحم والبترول.

٣- الصخور المتحولة Metamorphic

وهى عبارة عن صخور تحولت عن الصخور النارية أو الرسوبية السابق ذكرها، نتيجة تعرضها للضغط الشديد أو الحرارة الشديدة أو كليهما، مما يؤدى بالصخر إلى التحول عن شكله الأصلى وتركيبه المعدنى، ذلك أن الحرارة تساعد على حدوث انصهار طفيف فى الصخور، وحدوث اندماج بين المعادن المتشابهة المكونة منه الصخور، تلك التى تنتظم أحياناً فى ترتيب مخالف لما كانت عليه قبل التحول، بينما يؤدى الضغط الشديد إلى حدوث اندماج بين حبيبات الصخر، يجعلها أشدة تماسكاً حتى ليؤدى أحياناً إلى تبلورها.

ونحن نعمل أحياناً على تحويل الصخر عن عمد فى حياتنا اليومية، كما هو الحال فى صناعة الخزف والفخار والطوب الأحمر، وكلها نتاج لحرق أنواع أو أخرى من الصلصال بمعزل عن الهواء، حيث ينتج لنا نوع من الصخر المتحول عن الصخور الرسوبية، يختلف تماماً فى صورته وصلابته ومواصفاته، عن المادة الأصلية المتحول عنها، ولاشك أن هذا ممكن أن يحدث فى الطبيعة، عندما تندفع المصهورات الشديدة الحرارة والموجودة فى باطن الأرض، بين طبقات الصخر التى تعلوها، سواء أكانت كتل نارية، أو طبقات رسوبية، على هيئة لافا بركانية، أو فى شكل سدود أفقية ورأسية، مما يعرض طبقات الصخر المحيطة بها للانصهار الطفيف، مما يؤدى إلى ترتيب جديد لمعادنها عند تصلبها، ويصبح الصخر الجديد صخراً متحولاً، مخالفاً لشكله الأول، كنتيجة مباشرة لاختلاف الحرارة النوعية لانصهار وتجمد كل معدن، وهو ما يؤدى ببلورات الجرانيت مثلاً، إلى اتخاذها الشكل الطباقى البللورى، ويعرف بالنيس Gineiss كما يؤدى بطبقات الحجر الجيرى إلى زيادة الاندماج إلى حد التبلور أحياناً حيث يتحول إلى رخام، وهو ذاته ما يحدث للحجر الرملى، حيث يتحول إلى كوارتز، والصلصال إلى اردواز وهكذا.

ويعتبر تحول بعض أنواع الصخر، ارتفاعاً بقيمته ومنفعته، كما هو الحال فى تحول الفحم البيتومينى إلى انتراسيت (وهو الأكثر جودة) بل لو زاد اندماجاً، لتحول إلى جرافيت، يستخدم فى صناعة الأقلام الرصاص.

إلا أنه لابد من الإشارة أيضاً، إلى أن التحول قد يتم نتيجة الضغط الشديد، الناتج عن التواء الصخور الرسوبية، أو تصدعها، كذا الصخور النارية الواقعة أسفلها، وهو ما يؤدى إلى شدة اندماجها، مما يولد حرارة تكفى للقيام بعملية التحول السابق الإشارة إليها، سواء فى الصخر النارى أو الرسوبى.

يتضح مما سبق أن سطح الأرض والبالغ قدرها ١٩٦.٩ مليون ميل^{٢}، يمثل فى الواقع قشرة رقيقة يبلغ سمكها ٣٢ ميل (٥٣ ك^{٢}) تحيط (على الأقل بقاعدتها من الموهو) بالكرة المركزية والمانتل إحاطة تامة، حيث يتمزق السطح الخارجى لهذه القشرة، إلى كتل اليابس المتباينة، وامتداداتها البحرية المعروفة بالأرصفة القارية، منفرجة عن منخفضات متسعة، تملؤها مياه البحار والمحيطات، الأمر الذى ينقسم معه سطح الأرض تضاريسياً، **إلى ما تعرفه بتضاريس المرتبة الأولى ذلك الذى يتكون من:**

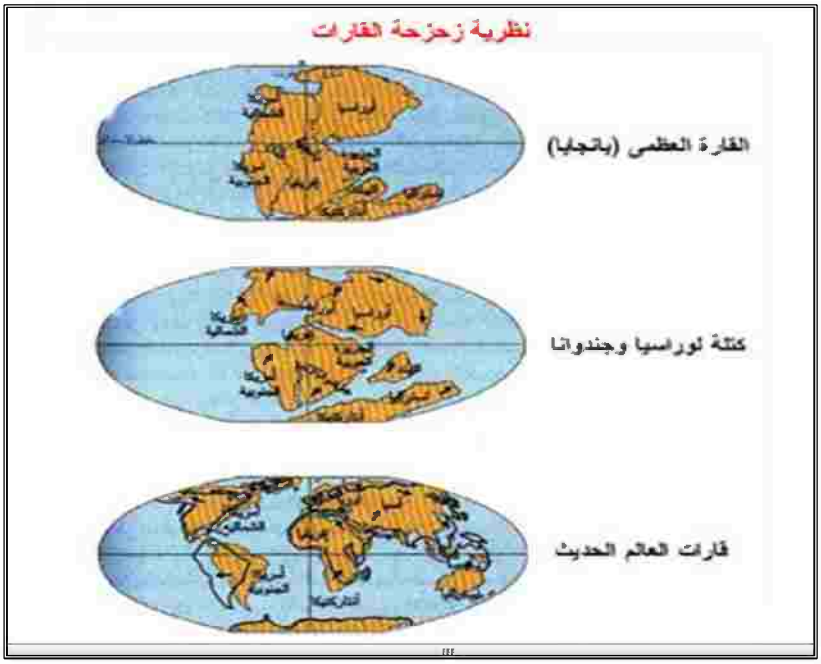
أ- منخفضات بازلتيه تمثلها أحواض المحيطات التى تجمعت فيها مياه الأمطار والفيضانات الكبرى التى حدثت فى أعقاب برودة القشرة الأرضية، مكونة المسطحات المائية، تلك التى تشغل ٧١% من مساحة سطح الأرض تقريباً، فى مساحة قدرها ١٣٩ مليون ميل^{٢} (١٣٩.٤٤ مليون ميل^{٢}).

ب- مرتفعات جرانيتية تمثلها القارات وتشغل الآن ٢٩% من سطح الأرض، فى مساحة قدرها ٥٨ مليون ميل^{٢} (٥٧.٥ ميل^{٢}) .

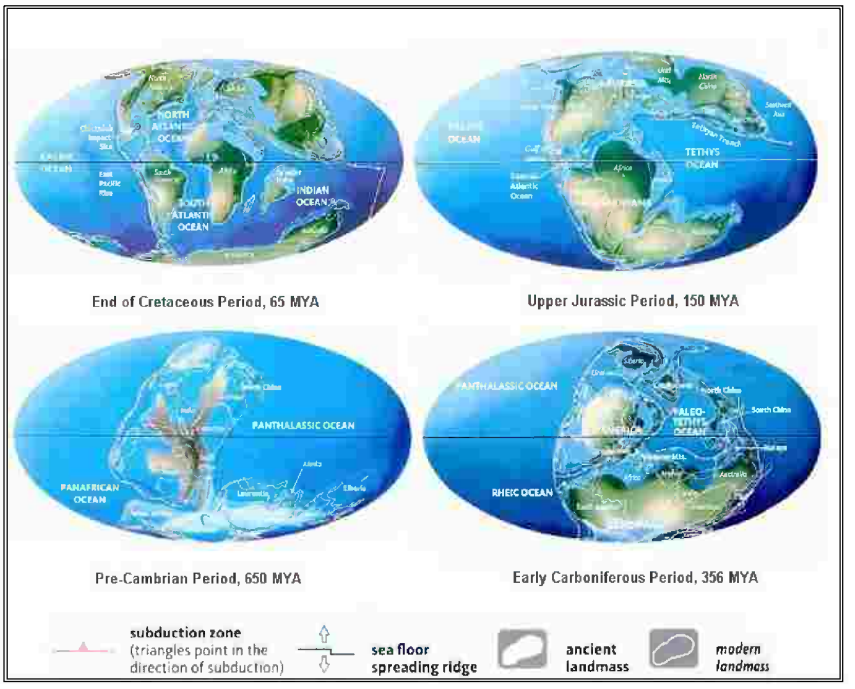
ت- هذا ويصل أقصى ارتفاع على اليابي ٨٨٤٧ متراً فوق مستوى سطح البحر، كما أن أكثر أجزاء المحيطات انخفاضاً، لا يزيد عن ١٠.٧٠٠ متر، وهو فارق كبير (١٩.٥٤٧ متر) بمقاييسنا نحن الأرضية، أما إذا رسمت بذات المقياس الذى يرسم به جسم الأرض، لبدا سطح الأرض يابسة وقيعان محيطاته وبحاره – وكأنه سهل متسع، يجاوره حوض أكثر اتساعاً.

خامساً : نظريات نشأة الأرض

تقدم العلماء بطائفة من النظريات التى تبحث في نشأة المجموعة الشمسية بصفة عامة والكرة الأرضية بصفة خاصة، وبعض هذه النظريات قديم كنظريتي "كانت" و"لابلاس" وبعضها الآخر حديث. وسنقتصر هنا على عرض ثلاث من النظريات الحديثة التي تهتم بنشأة الكواكب على وجه الخصوص، وهى نظرية الكويكبات، ونظرية المد الغازى، ونظرية الازدواج النجمي.



شكل ( ) نظرية زحزحة القارات .



شكل ( ) نظرية نشأة الأرض .

أعتاد المتخصصون فى علوم الأرض أن يعددوا النظريات المختلفة التى وضعها العلماء، ومنهم الفلاسفة والفلكيون، والتى تفسر كيفية نشوء الأرض. وتختلف هذه النظريات وتتباين ولكل منها نقاط ضعف إلا أنها تتفق فى معظمها على أن للأرض أصل تكوينى من الشمس "النجم الأم" وأن الشمس هى أصل كل الكواكب فى المجموعة الشمسية وأن أظهرت هذه النظريات اختلاف فى طريقة النشأة أو التكوين، وقبل الوصول إلى تلك الحقيقة الثابتة، هناك بعض النظريات المختلفة التي يظهرهما الشكلين ( ) قد وضعت كمحاولة لتفسير كيفية نشأة الأرض، منها نظريتان هامتان :

١- النظرية السديمية أو الحلقية Nebular or Ring Hypothesis

قدمها العالم الفرنسى بيرسيمون دى لابلاس P. S. Marquis de Laplace (1796) الذى تأثر بالفيلسوف الألمانى إيمانويل كانت I. Kant عندما شاهد حلقات كوكب زحل (Saturn)، وتتلخص نظرية لابلاس فى أن كل كواكب المجموعة الشمسية كانت كتلة كروية من الغازات عالية الحرارة لها قطر أكبر من قطر النظام الشمسى الحالى. وتلك الكتلة السديمية

Nebula كانت تتحرك دائرياً بانتظام فى نفس اتجاه دوران الكواكب الحالى، ثم انكمشت هذه الكتلة نتيجة برودتها مما زاد من سرعة حركتها، ونتيجة لذلك تكونت حلقة من الغازات بعد انفصالها عن الكتلة المنكمشة وذلك بتعادل قوة الطرد المركزية مع قوة الجذب ناحية المركز.

ومع استمرار الانخفاض انفصلت حلقات أخرى تدريجياً حتى أصبحت ٩ حلقات ثم صارت كواكب وهى الكواكب التسعة المعروفة بكواكب المجموعة الشمسية والتى تدور فى تسعة مدارات حول الشمس. ثم انكمشت الكواكب نفسها. وانفصلت عنها حلقات كونت بعد ذلك توابع لتلك الكواكب .

وهذا قد حدث للأرض نفسها عندما بدأت تبرد. وعلى سطحها تعدل الضغط والحرارة وتكثفت الغازات الساخنة ومنها بخار الماء فتكون الغلاف المائى Hydrosphere وبقيت بعض هذه الغازات حول كوكب الأرض مكونة الغلاف الجوى Atmosphere، واستمر سطح كوكب الأرض فى البرودة حتى تكون الغلاف اليابس Lithosphere.

٢- نظرية الكويكبات أو النظرية الحلزونية

Planetesimals or Spiral

وهى نظرية وضعها العالمان الأمريكيان تشمبرلين ومولتون Chamberlin & Multon ويعتقد أن الشمس والكواكب كانت على هيئة حلزونية من مادة مكونة من جزيئات منفصلة تسمى بالكويكبات Planetesimals التى يتوقف مكانها وحركتها على سرعتها وقوة الجاذبية بينها، ترى هذه النظرية أن الكواكب قد تم انفصالها عن الشمس ذاتها، وذلك عن طريق التأثير المتبادل بين الشمس ونجم آخر أضخم منها حجمًا، فقد حدث أن اقترب نجم عظيم الجرم من الشمس فجذبها إليه. فحدث فيها تمدد أو انبعاج عند كل من جانبيها المواجه والمظاهر للنجم. كما حدث انفجار في جسم الشمس نتيجة الضغط الشديد الواقع على أجزائها الداخلية.

ونشأ عن هذا وذاك أن انفصلت عن جسم الشمس ألسنة ملتهبة من المنطقتين اللتين أصابهما الانبعاج على دفعات متتابعة، ثم أخذت تلك الألسنة تبرد وتتكاثف وتتحرك إلى أجسام صلبة صغيرة هي التي أطلق عليها اسم الكويكبات. وأخذت تلك الكويكبات تتجاذب وتتلاحم ويجمع الكبير منها الصغير بدرجات متفاوتة، إلى أن كبرت ونمت ووصلت إلى أحجام الكواكب العشرة المعروفة التى تتألف منها المجموعة الشمسية، وأن السبب فى تكوين تلك الكتلة الحلزونية من الكويكبات هو الانفجارات الشمسية وكذلك تأثير المد والجزر Tidal Effect بسبب مرور نجم حول الكتلة الشمسية، والمواد المقذوفة من الانفجارات الشمسية الناتجة من الانتفاخ بسبب مرور النجم فهى أما تسقط على سطح الشمس أو تتوه فى الفضاء أو تتأثر بمرور النجم سالف الذكر وتنجذب إليه مما يسبب فى النهاية المدار الدائرى للمواد المقذوفة التى تبرد وتتحول إلى كويكبات والتى تصطدم ببعضها وتنخفض طاقتها مع زيادة حجمها لتكون فى النهاية الكواكب المختلفة وتزداد قوة الجاذبية والضغط والحرارة وتتركز هذه القوى فى مركزها، وهكذا تكونت الأرض حسب نظرية تشمبرلين ومولتون.

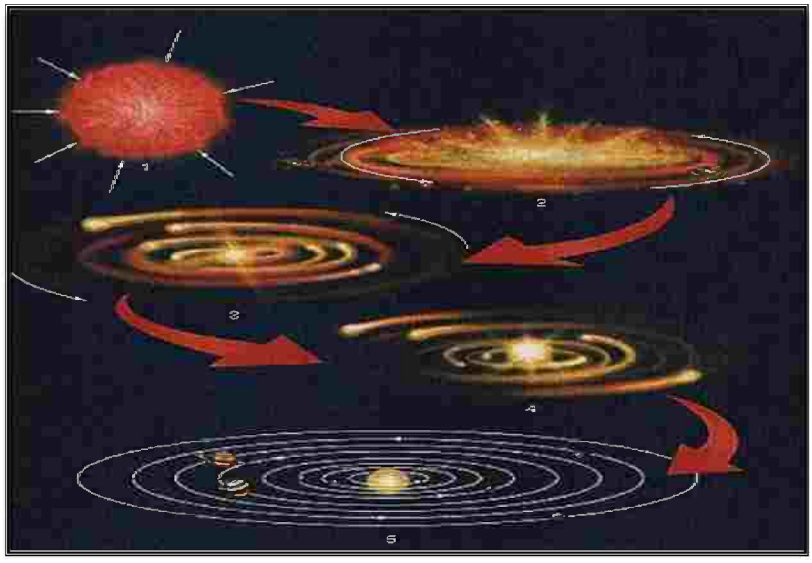
ومن عيوب هذه النظرية أن تساقط واصطدام الكويكبات لا يؤدى إلى انتظامها فى صورة كواكب بل يؤدى إلى تحولها إلى غازات. وكذلك لم تفسر الاختلاف بين مادة كواكب المجموعة الشمسية ومادة الشمس المكونة أساساً من الأيدروجين والهيليوم. ولذلك عدل العالمان الإنجليزيان جيمس جينز وهارولد جيفرى هذه النظرية بافتراض أن اقتراب النجم من الشمس يؤدى إلى انفصال السنة غازية من الشمس تتحول إلى قطع كروية تبرد ثم تنخفض وتتصلب مكونة الكواكب وأطلقا عليها "النظرية الغازية" ولم تلق

هذه النظرية الجديدة تأييداً حيث أنها لم تفسر وجود كواكب للمجموعة الشمسية فى صورة غازية بالرغم من وجودها ضمن المجموعة الخارجية.

٢-نظرية المد الغازي:

تقوم نظرية المد الغازي أساسًا على الاعتراف بقوة الجذب على اعتبار إنها العامل المؤثر الوحيد، وتنكر عمليات الانفجار التي تفترض حدوثها نظرية الكويكبات، وتقول هذه النظرية إنه قد اقترب نجم من الشمس أعظم منها حجمًا عدة مرات ونتيجة لقوة جذب النجم لجسم الشمس تحطمت حوافها الملتهبة، وقذفت بعيدًا عنها. فكانت هذه المقذوفات الغازية تحتوي من المواد ما يكفي لأن يجعلها تتماسك في شكل عمود غازي ضخم بلغ طوله قدر طول المسافة بين الكوكب بلوتو والشمس، وبلغ سمكه آلاف الكيلومترات، وكان هذا العمود الغازي أكثر سمكًا وضخامة في الوسط عنه عند طرفيه، وبمرور الزمن تكاثفت مواد العمود الغازي وانفصلت إلى عشرة أجزاء.

ويظهر الشكل ( ) نظرية المد الغازي، والذي يوضح الأجزاء التي انفصلت واستقلت كانت في الوسط أكبر حجمًا من غيرها، وفيها نشأت وتكونت الكواكب الأكبر حجمًا، أما الكواكب الصغيرة فقد تكونت عند طرفي العمود الغازي أو بالقرب منها، ويتفق هذا الترتيب في أحجام الكواكب مع الحقائق المعروفة الخاصة بالمجموعة الشمسية، إذ يشغل الكوكبان العظيمان المشترى وزحل مركزًا وسطًا بين الكواكب .



شكل ( ) يوضح نظرية المد الغازي .

وتفترض النظرية أيضًا أن الأقمار قد انفصلت عن الكواكب تحت تأثير جاذبية الشمس، أو ربما بتأثير جاذبية النجم الزائر نفسه، وتذكر النظرية أن الأرض وسائر الكواكب قد بردت إلى أن وصلت إلى حالة سائلة تمامًا، ثم تصلبت بعد ذلك عن طريق فقدان الحرارة بالإشعاع. وعلى هذا النحو أمكن ترتيب مواد الأرض أثناء عمليات التبريد في شكل أغلفة تزداد كثافة بالاتجاه نحو مركز الكرة الأرضية.

أ- الشمس الأصلية وحولها هالة غازية عظيمة الحجم.

ب- اقترب منها نجم أعظم منها حجمًا، فجذب إليه الهالة الغازية.

ت- انفصال الهالة الغازية عن الشمس، وابتعادها عنها مكونة عمودًا غازيًا يشبه السيجار في شكله، أي أنه كان أكثر سمكًا وضخامة في وسطه عنه عند طرفيه، وبالتدريج تكاثفت مواده مكونة للكواكب المختلفة، ويلاحظ أن الكواكب في الوسط أكبر حجمًا من الكواكب التى تشكلت عند الطرفين.

٣- نظرية بفون Buffun

وهو عالم فرنسى أرجع تكوين المجموعة الشمسية إلى حدوث اصطدام عنيف بين الشمس وكوكب خارجى أو جسم فضائى ضخم مما تسبب عنه انفصال أجزاء مختلفة من الشمس بعضها استقر فى مدارات حولها واتخذ لنفسه مساراً ثابتاً مكونة الكواكب التسعة الحالية. ومعروف أن هذه الكواكب تدور فى اتجاه دوران الشمس وفى مستوى واحد.

وقد تعرضت تلك النظرية لانتقادات من عالم الرياضة الفرنسى لابلاس الذى وضع نظريته لتلافى هذه الانتقادات. وقد سقطت نظرية لابلاس بدورها بسبب انتقادات علماء الرياضة لها ومن هذه الانتقادات:

- أنه تبعاً لنظرية لابلاس لابد أن تكون عملية انفصال الحلقات من الشمس مستمرة لتكون عدد أكبر من الكواكب.
- ثبت أن الحلقات الغازية غير مستقرة ولا تتحد لتكوين كوكب واحد بل على العكس تميل إلى التفتت.
- تبين أن مجموعة الكواكب الشمسية لا تزيد عن ١/٧٠٠ من كتلة الشمس فى حين أن طاقة دورانها حول الشمس تبلغ حوالى ٤٩ ضعف طاقة دوران الشمس حول نفسها، وهذا ينفى نظرية تجمع الحلقات

الغازية المنفصلة من الشمس بقوة الطرد المركزى وأن تكون لها هذا القدر الهائل من طاقة الدوران.

- أثبتت الدراسات أن هناك تعاقب وتبادل بين المناخ البارد وهذا ينفى تحول مناخ الكواكب من المناخ الحار إلى البرودة بالتدريج.

٤- نظرية النجم المزدوج:

وهى من أحدث النظريات وتفترض أن المجموعة الشمسية الحالية قد نتجت من وجود نجم عملاق بالقرب من الشمس يدور فى فلكها مكوناً ما يسمى بالنجم المزدوج الذى ينفجر بعد ذلك. ثم فقد بعض أجزائه فى الفضاء وتجمع الآخر فى صورة مواد غازية بالقرب من الشمس بتأثير جاذبيتها وتتكثف بعد ذلك مكونة الكواكب المعروفة، ولم تفسر هذه النظرية أيضاً طاقة دوران المجموعة الشمسية الكبيرة وكذلك أن الكتل الغازية عالية الحرارة عندما تنطلق فإنها تتفتت ولا تتجمع وتتصلب. وذلك بالرغم من مشاهدة انفجارات للنجوم المزدوجة فى الفضاء السحيق بواسطة المراصد الحديثة.

٥- نظرية سحابة الغبار Dust Cloud

وهى أيضاً حديثة تقدم بها ويبل Wipple 1947 وتعتمد على تكثف الغازات والجسيمات الصلبة فى غلاف منتشر حول الشمس. والنظريتان الأخيرتان يمكن اعتبارهما أحياء للنظرية السديمية التى قدمها لابلاس من قبل، ولا شك أن هذه النظرية جميعها افتراضات لم يسلم أى منها من الاعتراضات ويعلم الله الحقيقة.