Environmental Geology
الجيولوجيا البيئية

ج 216

المحاضرة الاولى

المقدمة

- **تعد الارض Earth** من الكواكب الفريدة في المجموعة الشمسية Solar system بامتلاكها بيئة سمحت للحياة ان تنمو وتتطور على مدى مليارات السنين من بكتريا وحيدة الخلية الى حيوانات متعددة ونباتات معقدة.

- هنالك عاملان حاسمان قادا الى تطور الغلاف الحياتي المتنوع وهما:

1. بعد الارض عن الشمس يولد درجات حرارة سطحية في مدى بحيث يمكن للمياه ان تتواجد في كل من الحالة الصلبة والسائلة والغازية.
2. ان كوكبنا كان قادراً على الاحتفاظ بغلافة الجوي الذي سمح في المقابل للمياه أن تنتقل بين الحالات الثلاثة في نمط دوري.

ما هو علم الجيولوجيا ?What is Geology

- هو العلم الذي يهتم بدراسة الارض الصلبة وأغلفتــها , من حيــث تكـوينها والعوامـل المـؤثـرة فـيها وتاريخ نشوئها, ودراسة موادها المكونة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية الداخلية والخارجية .
- يهتم علم الجيولوجي بدراسة الصخور التي تشكل سطح الأرض والداخلية منها، والعمليات الطبيعية التي أدت الى تشكل سطح الأرض . وتشمل هذه العمليات تكتونية الصفائح (أي الانجراف القاري) ، والزلازل ، والبراكين ، والانهيارات الأرضية ، والتعرية ، وغيرها من العمليات المتعلقة بحركة سطح الأرض أو داخلها.
- يدرس الجيولوجين كيفية تشكل المعادن والعمليات التي تركز تلك المعادن ولهذا السبب تقوم شركات التعدين باستخدام الجيولوجين للبحث عن الرواسب المعدنية القيمة. وبنفس القدر من الاهمية هي قدرة الجيولوجيين على تحديد رواسب النفط والغاز والفحم وهي بمثابة المصدر الرئيس للطاقة بالنسبة للبشر. كما ويوفر الجيولوجي معرفة قيمة حول كيفية تقليل المخاطر من العمليات الارضية مثل الفيضانات والانزلاقات الارضية والزلازل والانفجارات البركانية.

جسر تدمر
اثناء زلزال
2008 في
الصين

انزلاق ارضي عام
2001 في السلفادور

ما هو علم الجيولوجيا ?What is Geology

- لقد جرت العادة على تقسيم الجيولوجيا الى فرعين رئيسين هما الجيولوجيا الطبيعية والجيولوجيا التاريخة.
- تتضمن الجيولوجيا الطبيعية Physical Geology دراسة الارض الصلبة والعمليات التي شكلت وحورت الارض.
- في حين تفسر الجيولوجيا التاريخية historical geology ماضي الارض من خلال كشف المعلومات المحتجز في الصخور
- الاداة الجيولوجية الاكثر اهمية في كلا الفرعين هي الصخور والمعروفة بسجل الصخر الجيولوجية geological rock record.
- يحتوي هذا السجل على وفرة من المعلومات حول تطور اشكال الحياة الى نهوض السلاسل الجبلية والتغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر.

- *Environment* البيئة - هي مجموعة الظروف والمؤثرات الخارجية التي لها تأثير على حياة الكائنات، وتنقسم الى قسمين كبيرين مختلفين وهما البيئة الحيوية والبيئة الطبيعية

علم البيئة Ecology, دراسة علاقة الكائنات الحية المختلفة كل حسب بيئته المحيطة ومدى تفاعله معها

- *Organism* Living thing الكائن الحي
- *Habitat* The place where an organism lives المكان اللذي يعيش فيه الكائن الحي
- *Population* The total number of one type of organism living in any one habitat
  - العدد الإجمالي لنوع واحد من الكائنات الحية التي تعيش في أي موطن واحد
- *Community* The different populations of plants, animals and micro-organisms found in a particular habitat
  - المجتمع المجموعات المختلفة سواء من النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في موطن معين
- *Ecosystem* – A natural biological unit which is madeup of living and non-living parts
  - النظام البيئي - وحدة بيولوجية طبيعية تتكون من أجزاء حية وغير حية

What is Environmental Geology?ما هو علم الجيولوجيا البيئية

جيولوجيا البيئية - دراسة التفاعلات بين العمليات الجيولوجية والبيئة السطحية والقريبة من السطح ، لا سيما عندما تتأثر هذه التفاعلات أو تؤثر على الكائنات الحية. والذي من خلاله نستخدم المعرفة والمبادىء الجيولوجية في توجيه المشاكل التي تنشأ من التفاعل بين البشر والبيئة الجيولوجية وهو فرع من الجيولوجيا التطبقية وتحديدا استخدام المعلومات الجيولوجية في حل المشاكل المتعلقة باستخدام الارض وتقليل التردي البيئي ويتضمن:

1. دراسة المواد الارضية كالمعادن والصخور والترب لتحديد كيفية تكونها واستخدامها الممكن كمصادر او مواقع طمر للفضلات وتاثيرها على صحة البشر.
2. دراسة مصادر المخاطر الطبيعية كالفيضانات والانزلاقات الارضية والزلازل والنشاطات البركانية لتقليل الخسائر في الارواح والممتلكات.
3. دراسة الارض لتعيين موقع كتخطيط استخدام الارض وتحليل التأثير البيئي.
4. دراسة المياه الجوفية والسطحية لتقيم مخاطر تلوثها والمخاطر المرتبطة معها.
5. دراسة العمليات الجيولوجية كترسب الرواسب على قاع المحيط وتكون الجبال وحركة المياه على وتحت سطح الارض لتقييم التغير المحلي والاقليمي والعالمي.

ما هو علم الجيولوجيا البيئية What is Environmental Geology?

المشاكل البيئية
Environmental problems

المخاطر
Hazards
" اي ظرف جيولوجي طبيعي او صناعي يخلق خطر محتمل لحياة وممتلكات البشر (مثلاً الزلازل والانفجارات البركانية والفيضانات والتلوث)"

الموارد
Resources
" تتضمن المياه والتربة وموارد الطاقة"

التلوث Pollution هو نوع من مصادر الخطر بسبب انه يوثر بشكل مباشر على صحة الانسان والانظة البيئية التي تعتمد عليها. على الرغم من ان التلوث ممكن ان يحدث بشكل طبيعي الا ان الفعاليات البشرية هي السبب الاكثر شيوعا. على سبيل المثال الزئبق الفلزي الذي يدور خلال الغلاف الحياتي بعد ان يجري تحرره بوساطة تكسر طبيعي لانواع معينة من المعادن. يميل الزئبق للتراكم في الاراضي الرطبة نتيجة لظروف الحموضة والاوكسجين المنخفض ثم يتحرر دورياً الى الغلاف الجوي نتيجة الحرائق التي تكتسح الاراضي الرطبة التي جفت.

منذ الثورة الصناعية اطلق البشر الزئبق الى البيئة باسلوب مشابه من خلال حرق كميات هائلة من الفحم والذي يحتوي بشكل طبيعي على معادن حاملة للزئبق وبالتالي فان كميته هي الان اعلى بكثير من المستويات الطبيعية. المشكلة هي ان الزئبق يشكل اواصر مع ذرات الكاربون مكونا مركبات سامة جدا قابلة للحركة خلال سلسلة الغذاء ومن ثم الى البشر.

المشكلة الاكثر خطورة هي انبعاثات غازات الدفيئة (ثاني اوكسيد الكاربون) نتيجة حرق الوقود الاحفوري والذي يساهم في مشكلة الاحتباس الحراري. رغم ان غازات الدفيئة هي طبيعية وساعدت على تنظيم نظام المناخ الارضي لملايين السنين الان حجم الغازات التي يجري اطلاقه الى الغلاف الجوي من قبل البشر كبيرة الامر الذي قد يؤدي الى تعطل كامل النظام البيئي للارض.

رغم ان بعض الموارد المعدنية تعتبر غير متجددة مثل الحجر الجيري الرمل والحصى الان انها متوفرة جدا ومخزونها لا ينضب. على العكس هناك معادن اخرى لها تطبيقات حاسمة ومحددة جدا ولكن مخزونها محدود جدا والتي تعد ذات اهمية استراتجية، كمعادن الكروم والكوبلت والتي هي مطلوبة لانتاج المحركات النفاذة عالية الفعالية للطائرات العسكرية.

ان النفط الخام مهم بشكل خاص بسبب انه المصدر الاول لوقود المركبات وايضا كمادة خام لصناعة البلاستيك والكيميائيات الزراعية وواحدة من التحديات الكبيرة التي تواجه البشرية هو احلال مخزون النفط المتناقص مع مصدر بديل للطاقة.

المفاهيم الرئيسة للجيولوجيا البيئية
Fundamental Concepts of Environmental Geology

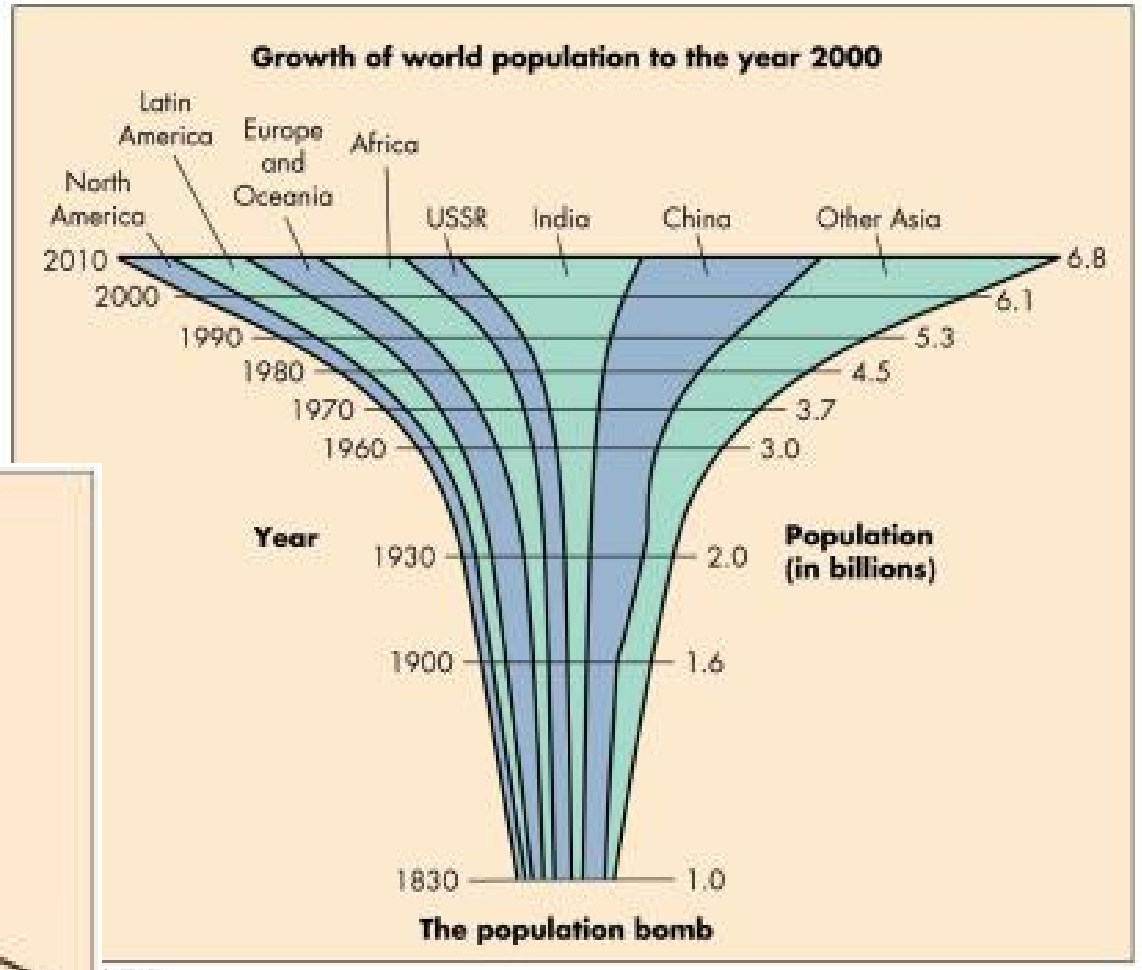
- تعتمد الجيولوجيا البيئية على عدة مبادئ هامة ومن هذه المبادئ:
- الأرض فريدة من نوعها.
- . الأرض هي نظام مغلق.
- . المواد والطاقة تميل إلى التدوير من خزان (نظام) إلى آخر.
- . يؤثر التركيب الفيزيائي والتركيب الكيميائي للأرض على حياتنا بعدة طرق مختلفة.
- . العمليات الجيولوجية والفعاليات البشرية تؤثر على البيئة بمستويات زمنية مختلفة.
- .عمليات المخاطر الجيولوجية الطبيعية تحدث بصورة مستمرة دائمًا.
- الموارد الارضية محددة الوجود.

المفاهيم الرئيسة للجيولوجيا البيئية
Fundamental Concepts of Environmental Geology

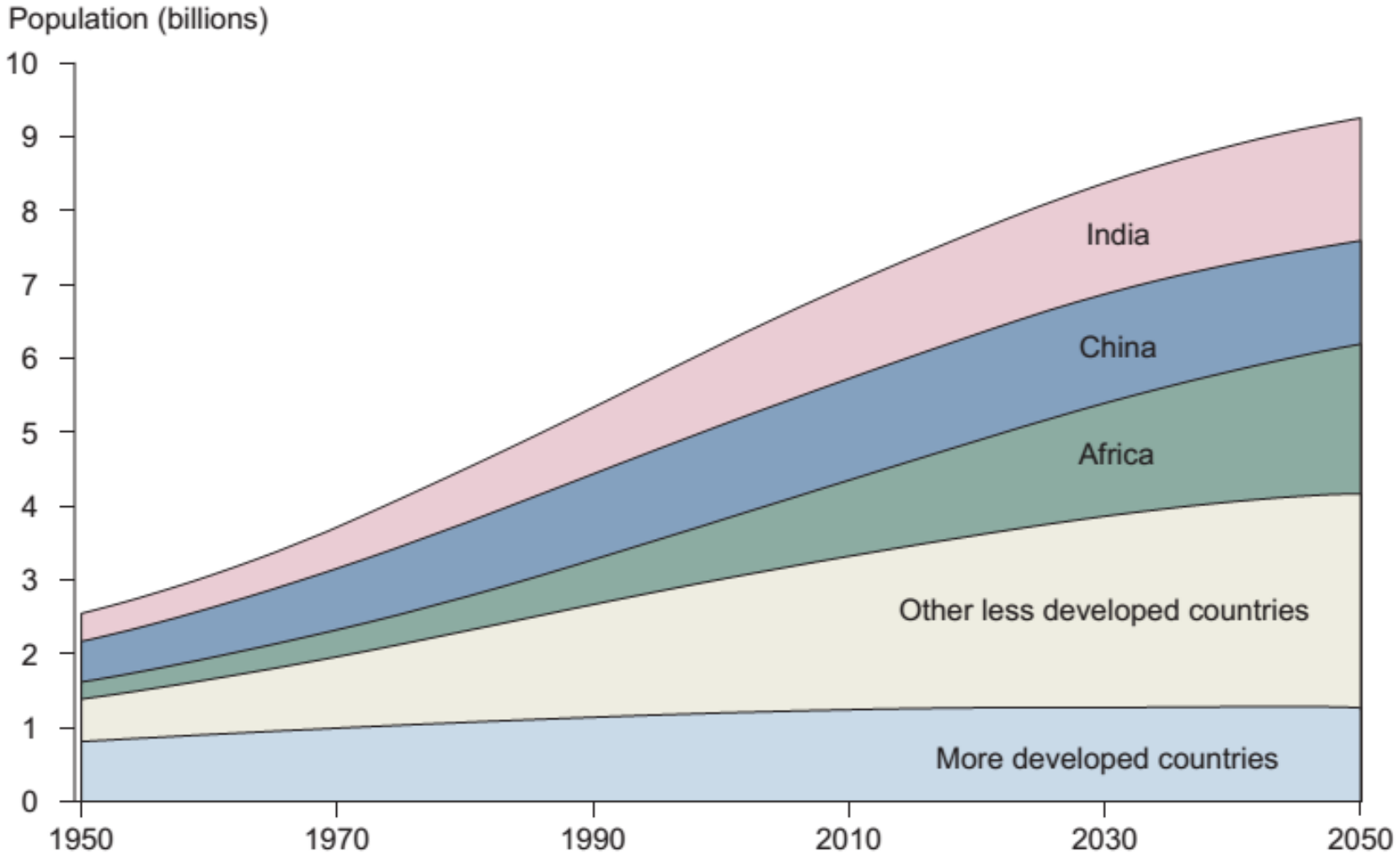
1- النمو السكاني Human Population rate

أن المشكلة البيئية رقم واحد هي زيادة النمو السكاني. طوال التاريخ كان عدد البشر قليل. مع قدوم الزراعة والصرف الصحي والطب الحديث وخصوصاً مصادر الطاقة الرخيصة مثل النفط، ازداد عدد البشر الى الحد الذي اصبح فيه مشكلة. ان الاكتضاظ السكاني اصبح مشكلة في بعض مناطق العالم لعدة مئات من السنين على الاقل. ولكن يبدو انها مشكلة عالمية الان. من عام 1830 الى عام 1930 تضاعف عدد سكان العالم من 1 الى 2 مليار انسان. بحلول 1970 تضاعف تقريباً عدد سكان العالم مرة ثانية. وبحلول عام 2000 كان هناك 6 مليار انسان على الارض تدعى المشكلة أحياناً بالقنبلة السكانية.

World annual addition of people (millions)
87
86
85
84
83
82
81
80
79
78
77
76
75
74
73
72
71
70
1977
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
Year


Growth of world population to the year 2000
Latin America
Europe and Oceania
Africa
North America
USSR
India
China
Other Asia
2010
2000
1990
1980
1970
1960
1930
1900
1830
6.8
6.1
5.3
4.5
3.7
3.0
2.0
1.6
1.0
Year
Population (in billions)
The population bomb

Human Population rate النمو السكاني



النمو السكاني Human Population rate

يصنف العلماء معدلات النمو إما خطية linear أو غير خطية non-linear يعني ان مخططاتهما سوف ترسم إما كخط مستقيم او كمنحني. النمو الخطي يمكن تعريفه بان الكمية المضافة على فترات زمنية متعاقبة تبقى نفسها. بمعنى اخر اذا اضيفت 10 الى مجموع الشهر عندئذ تضاف 10 اخرى الشهر القادم وهلم جراً. عندما نرسم مجموع النمو مقابل الزمن فالنتيجة هي خط مستقيم مع منحني ثابت. اما في حالة النمو غير الخطي او الاسي exponential فان الكمية المضافة على فترات متعاقبة تبقى تتزايد تدريجياً. اذا اضيفت 10 الى مجموع شهر تضاف 15 في الشهر القادم و25 في الشهر الذي بعده هذا يعتبر نمو اسي وعند رسم المخطط نلاحظ ان المنحني يزداد مع الزمن.

ما هي السرعة التي يتضاعف بها السكان

هناك قاعدة عامة هي ان الزمن المضاعف D هو تقريبا مساوي لـ 70 مقسوما على معدل النمو G

$$D = \frac{70}{G}$$

الاستدامة Sustainability

الاستدامة هي التنمية التي تضمن ان الاجيال المستقبلية سوف تمتلك وصول متساوي الى الموارد التي تقدمها الارض. كما انها تشير الى انواع التنمية القابلة للتطبيق أقتصادياً ولا تسبب ضررا بالغاً بالبيئة.

ان الاستدامة تكون ممكنة فيما يتعلق باستخدام الموارد المتجددة مثل الهواء والمياه اما الموارد غير المتجددة مثل الوقود الاحفوري والمعادن تكون ممكنة من خلال:

1. تعزيز توافرها من خلال الحفظ واعادة التدوير
2. بدلاً من التركيز على استنفاد مورد معين غير متجدد يتم التركيز على كيفية استخدام هذه الموارد المعدنية وتطوير بدائل لهذه الاستخدامات.

هل نحن في أزمة بيئية؟ Are we in an environmental crisis

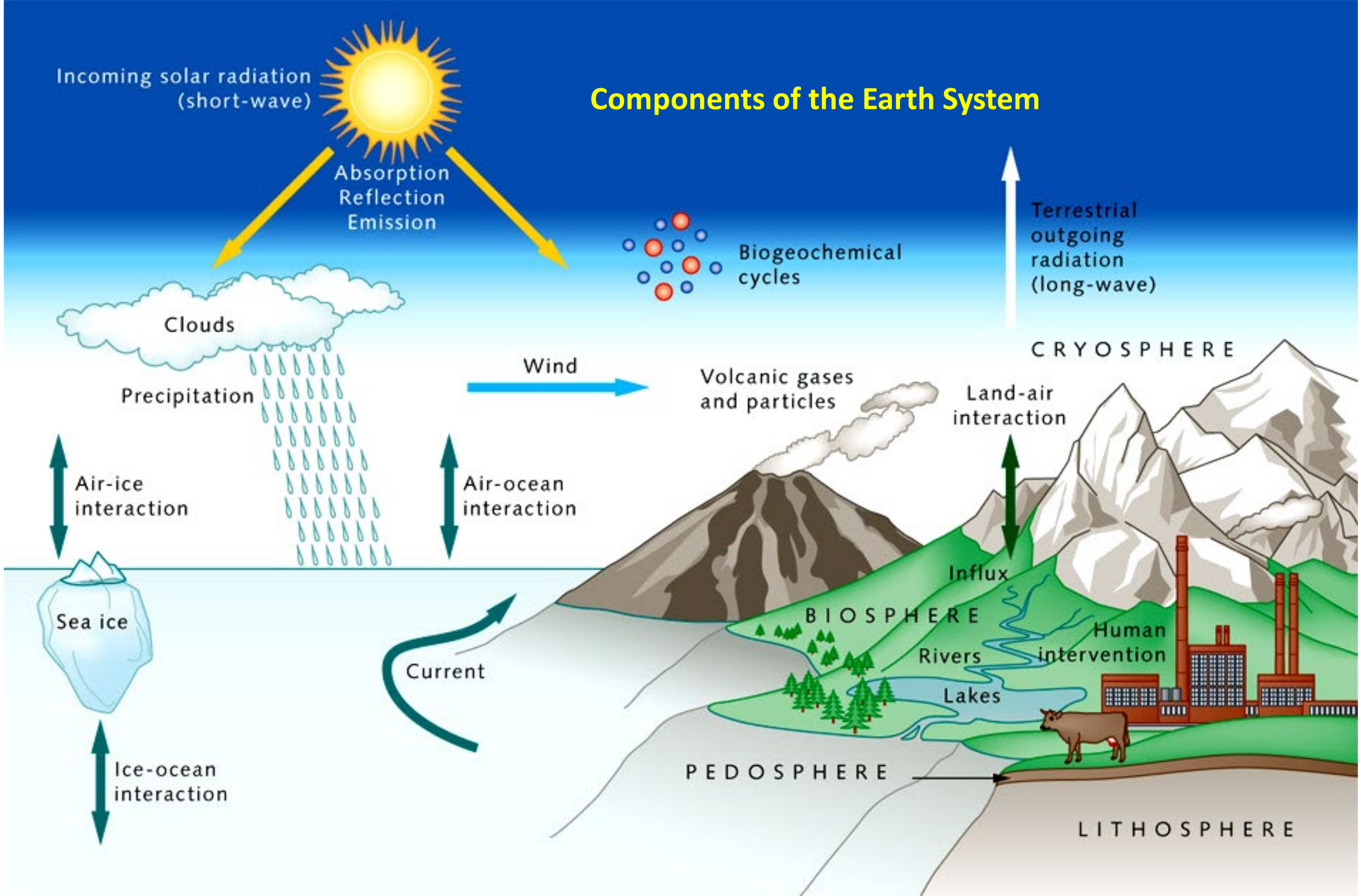
هل نحن في أزمة بيئية؟ Are we in an environmental crisis
إن المطالب على الموارد المتناقصة عبر النمو السكاني والانتاج المتزايد لفضلات البشر انتج ما يشار اليه عالمياً بالازمة البيئية Environmental Crisis. نشئت هذه الازمة نتيجة للاكتضاط السكاني والتمدن والصناعة. ان الاستخدام السريع للموارد لا يزال يتسبب في مشاكل بيئية على مقياس عالمي بما في ذلك:

1. إن ازالة الغابات وتعرية التربة المرافقة وتلوث المياه والهواء يحدث على عدة قارات
2. اينما يحدث تعدين للموارد مثل الفلزات والفحم والبترول تنتج مشاكل بيئية مختلفة.
3. تنمية كل من مصادر المياه السطحية والجوفية يؤدي الى خسارة وتضرر العديد من البيئات على مقياس عالمي.

الارض كنظام Earth as a System

- إن فهم أنظمة الارض وتغيراتها هو امر حاسم لحل المشاكل البيئية.
- ان اي نظام System هو اي جزء محدد من الكون نختاره للدراسة، على سبيل المثال كوكب، بركان، حوض، محيط او نهر.
- تحتوي معظم الانظمة على مكونات متعددة تنتظم بشكل متبادل لتعمل ككل حيث ان اي تغييرات في مكون واحد يسبب تغيرات في المكونات الاخرى.
- ان مكونات نظامنا الارضي هي المياه والصخور والغلاف الجوي والحياة. تلك المكونات تنتظم بشكل متبادل مما يساعد على تشغيل الارض باكملها.

Components of the Earth System



تقييم التغيير Change Evaluation

- من خلال تقييم معدلات التغيير او المدخلات والمخرجات لنظام ما، يمكننا استخلاص معدل زمن الاقامة او التواجد Average Residence Timeلمواد معينة مثل اي مورد.
- ان معدل زمن الاقامة Residence Time هو قياس الزمن الذي يستغرقه إجمالي المخزون او تجهيز المادة التي سيتم تدويرها خلال اي نظام.
- لحساب معدل زمن الاقامة T (بافتراض حجم ثابت للنظام ومعدل ثابت للنقل)، نأخذ الحجم الكلي المخزون S ونقسمة على معدل سرعة النقل F خلال النظام.

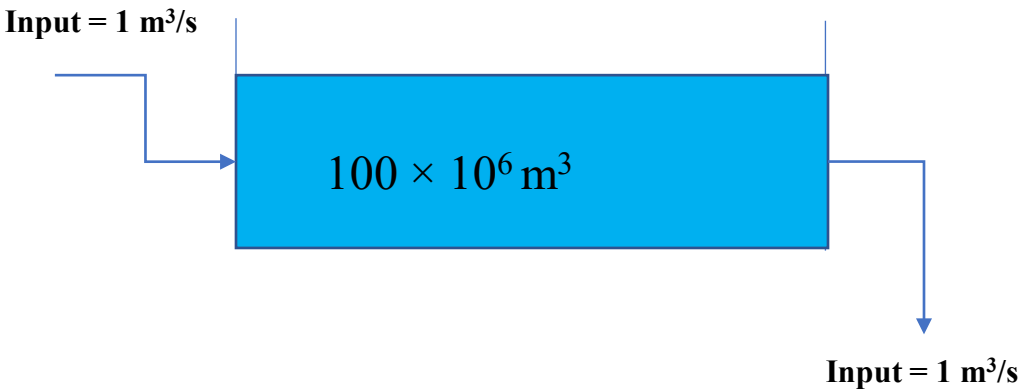
$$T = \frac{S}{F}$$

تقييم التغيير Change Evaluation

- على سبيل المثال، اذا كان هناك خزان (حوض نهر) يستوعب 100 مليون متر مكعب من المياه وكل من معدل المدخلات من الانهار الداخلة الى الخزان ومعدل المخرجات من قناة تصريف السد هي 1 متر مكعب/ ثانية. عندئذ معدل زمن الاقامة لاي متر مكعب من الخزان هي 100 مليون ثانية او حوالي 3.2 سنة.

$$T = \frac{S}{F} = \frac{100 \times 10^6\ m^3}{1\ \ m^3/s}$$

$$T = 100 \times 10^6\ \text{s} = 3.2\ \text{years}$$



تقييم التغيير Change Evaluation

من الممكن حساب زمن الاقامة لمورد معين ومن ثم تطبيق المعلومات للمساعدة في فهم وحل المشاكل البيئية. على سبيل المثال فان معدل زمن الاقامة للمياه في الانهار هي حوالي اسبوعين مقارنة مع الاف السنين لبعض المياه الجوفية. بالتالي في استتراتيجية معالجة حدوث تلوث النفط المنسكب في نهر سوف يكون مختلفاً كثيراً عن إزالة نفط يطفوا على مياه جوفية ناتجة عن تكسر أنابيب نقل النفط تحت الارض. ان النفط في النهر يسهل الوصول اليه نسبيا وبشكل واضح المعالم مشكلة قصيرة الامد، في حين تلوث المياه الجوفية مشكلة اكثر صعوبة بسبب تحرك المياه الجوفية ببطء ولها معدل زمن اقامة طويل. يصعب معالجة المياه الجوفية لانها قد تستغرق من عدة سنوات الى مئات السنين للسيطرة على تلوث المياه الجوفية.

الوحدة البيئية Environmental Unity

ينص مبدا الوحدة البيئية على ان تأثير عنصرواحد معين على البيئة يسبب تأثيرات أخرى في سلسلة من التأثيرات هو مبدأ مهم في تنبؤ التغيرات في نظام الارض. على سبيل المثال، اذا بنينا سد في نهر سوف تحدث عدد من التغيرات.
ان الرواسب التي تنتقل اسفل النهر باتجاه المحيط قبل إنشاء السد سوف يحتجز في الخزان وبالتالي ستحرم الشواطىء من رواسب النهر. ونتيجة ذلك الحرمان قد يكون تعرية شاطئية متزايدة. ايضا قد يؤثر نقصان الرواسب على الشاطىء على الحيوانات الشاطئية مثل السرطان الرملي والبطلينوس التي تستخدم الرمل، وهكذا فان بناء السد سيؤدي الى سلسلة من التأثيرات التي ستغير البيئة الشاطئية وما يعيش هناك. كما ان بناء السد سيغير من هيدرولوجية النهر وسيعيق هجرة السمك الى اعلى النهر.

علم أنظمة الارض Earth System Science

- هو دراسة كامل الكوكب كنظام بلغة مكوناته. هذا العلم يسأل كيف ارتبطت مكونات النظام مثل الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الحيوي والغلاف الصخري وكييف تكونت وتطورت وتم المحافظة عليها. كيف تعمل تلك المكونات وكيف ستستمر لتتطور على مدى فترات تتراوح من عشر سنوات الى مئة سنة واطول.
- من المهم ان نفهم ونكون قادرين على التنبؤ بتاثيرات التغير في مكون على المكونات الاخرى.
- يتمثل التحدي في معرفة التنبؤ بالتغيرات المحتملة لتكون مهمة للمجتمع ومن ثم لتطوير استتراجيات إدارة لتقليل الاثار البيئية الضارة. على سبيل المثال ان دراسة كيمياء الغلاف الجوي تشير الى ان غلافنا الجوي قد تغير على مدى الاف السنين ازدياد الغازات الاثارية مثل ثاني اوكسيد الكاربون بنسبة 100% منذ 1850. ان كلورفلوركاربون (Chlorofluorocarbons) المستخدم كغاز تبريد والمتحرر على السطح يهاجر الى طبقة الستراتوسفير حيث تتفاعل مع الطاقة الاتية من الشمس مسببة تدمير طبقة الاوزون التي تحمي الارض من الاشعة فوق البنفسجية المؤذية.

المخاطر الطبيعية التي تنتج كوارث عظمى تدعى النكبات

في وقت مبكر من تاريخ البشر كان نضالنا مع العمليات الطبيعية هي على الاغلب خبرة يوم بيوم. كانت اعدادنا قليلة وغير متركزة لذا لم تكن الخسائر الناجمة عن العمليات الارضية الخطرة كبيرة. مع تعلم البشر على انتاج والمحافظة على توفير الامدادات الغذائية وتزايد اعداد السكان واصبحو اكثر تركزا موقعياً. ان تركز السكان والموارد زاد ايضا من تأثير الكوارث الطبيعية وقد استمر هذا الاتجاه بحيث ان كثير من الناس اليوم يعيشون في مناطق عرضة للتلف من قبل العمليات الارضية الخطرة او تكون عرضة للتاثير الضار لهذه العمليات في المناطق المجاورة على سبيل المثال:

1. زيادة السكان أجبرت اكثر الناس ان يعيشوا في مناطق خطرة كالسهول الفيضية والمنحدرات الحادة (حيث الانزلاقات الارضية اكثر احتمالاً) وقرب البراكين.
2. تحولات استخدام الاراضي المتضمنة التمدن وازالة الغابات تزيد من خطر الجريان السطحي للمياه والفيضان وقد تضعف المنحدرات جاعلة الانزلاقات الارضية اكثر احتمالاً.
3. حرق كميات هائلة من النفط والغاز والفحم زادت من تركيز ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي مما ساهم في تدفئة الغلاف الجوي والمحيطات نتيجة لذلك طاقة اكثر تغذى الى الاعاصير لم يزدد عدد الاعاصير فحسب بل شدة وحجم العواصف ايضاً.

دراسة المخاطر البيئية Studying of Environmental Hazard

أي خطر طبيعي هو تهديد من حادثة تقع طبيعياً لها تاثير سلبي على البشر. هذا التاثر السلبي هو ما ندعوه كارثة طبيعية. ان المخاطر الطبيعية والكوارث الناتجة عنها هي نتيجة لعمليات تحدث طبيعياً والتي عملت خلال كل تاريخ الارض. ان معظم العمليات الخطرة هي عمليات جيولوجية ومن بينها:

الفيضانات والجفاف Floods and Drought

الزلازل Earthquakes

الانفجارات البركانية Volcanic eruptions

تسونامي Tsunami

الانزلاقات الارضية Landslides

الانخساف Subsidence

الاعاصير الاستوائية Hurricanes

الاعاصير القمعية Tornadoes

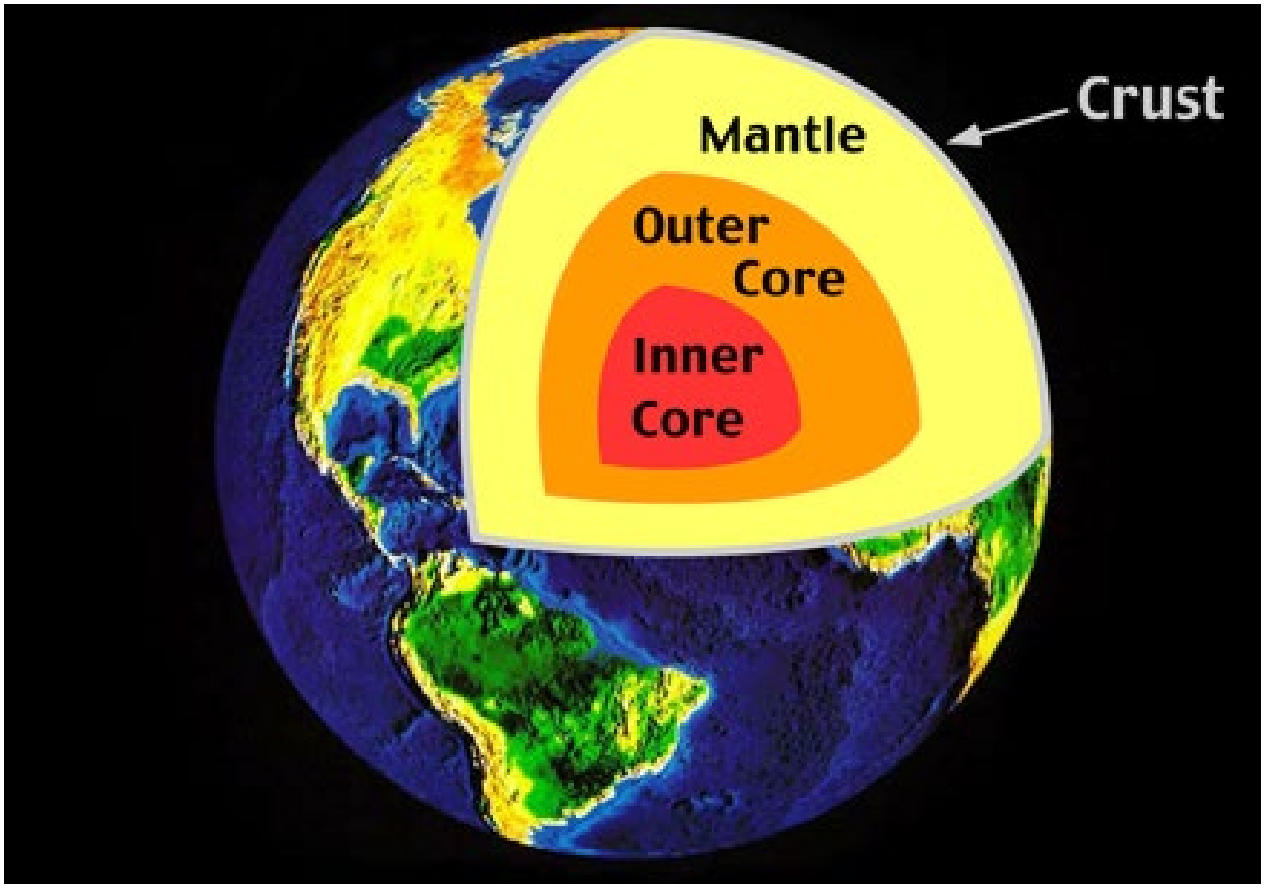
اصطدام الكويكبات Asteroids Impact

Lecture 2

Earth Structure and Composition

Earth Structure and Composition

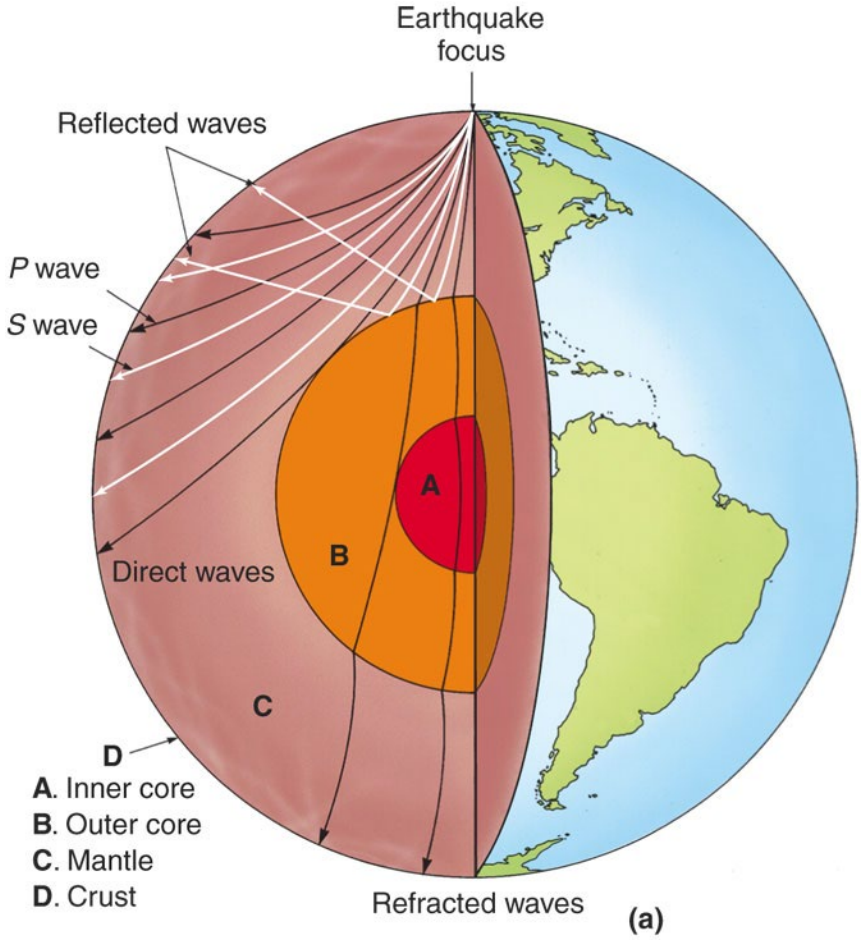
Layers, Rocks, Minerals and the Rock Cycle



The Layers of the Earth

The Earth is an oblate spheroid – the Solid Earth.

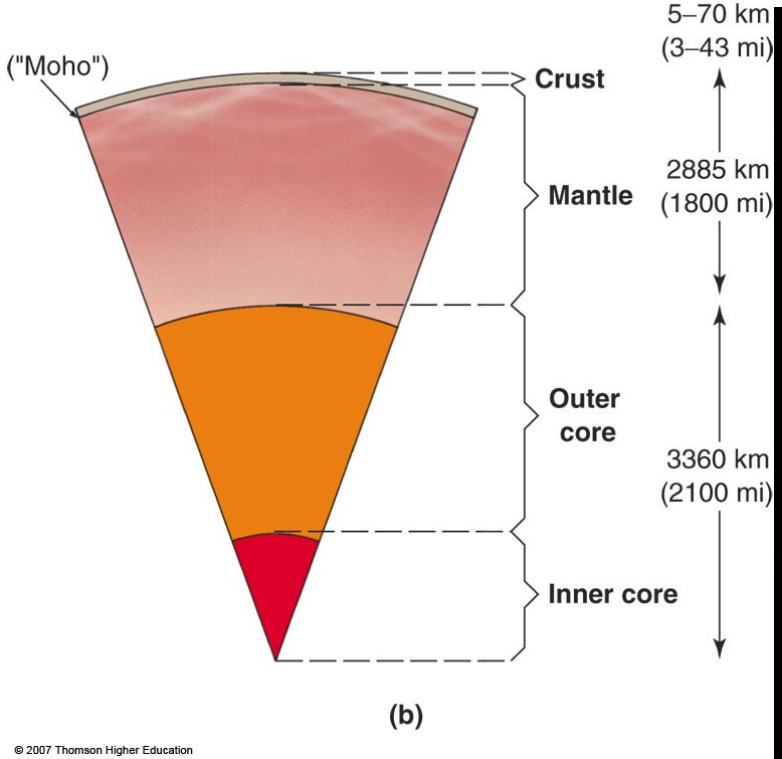
- It is composed of a number of **different layers** as determined by deep drilling and **seismic** evidence.



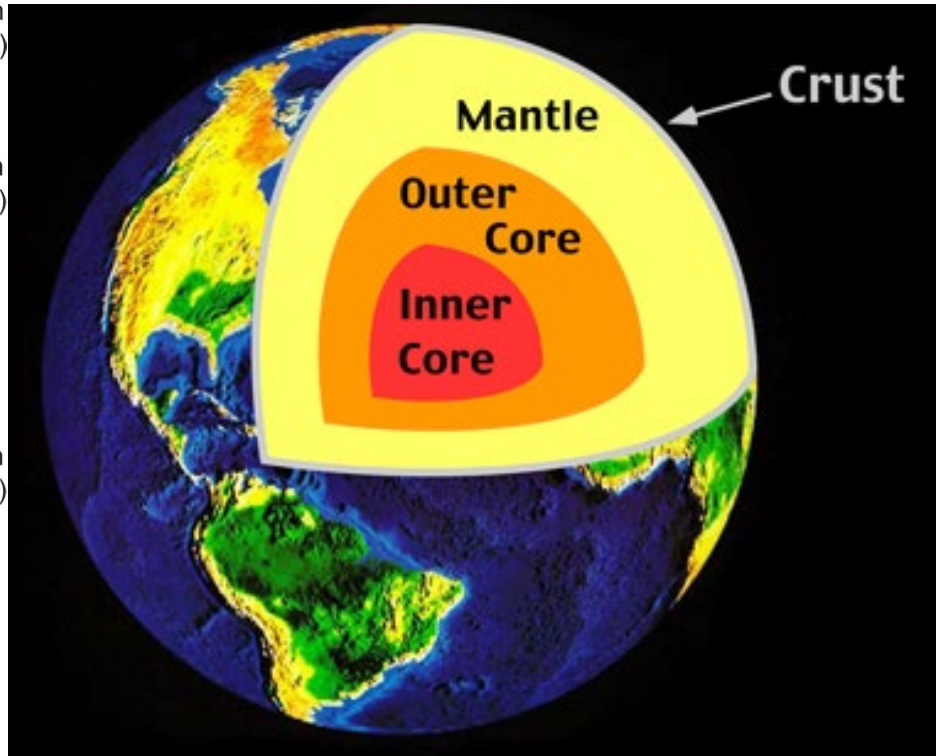
© 2007 Thomson Higher Education

The Four Basic Layers

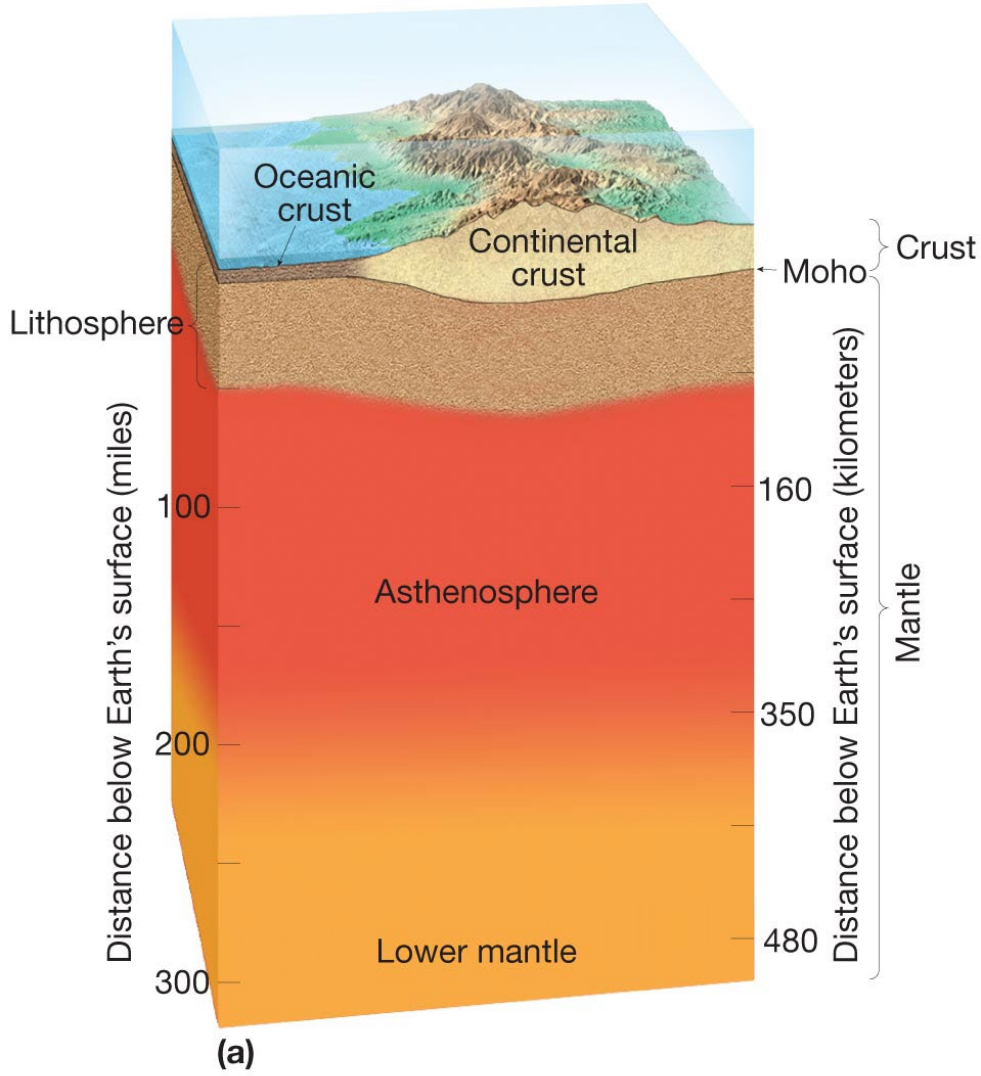
- The **crust** is the layer that you live on, and it is the most widely studied and understood.
- The **mantle** is much hotter, has the largest mass, and several layers (uppermost/rigid mantle, asthenosphere, lower mantle).
- The **outer core** **and** **inner core** are even hotter with pressures so great you would be squeezed into a ball smaller than a marble if you were able to go to the center of the Earth!



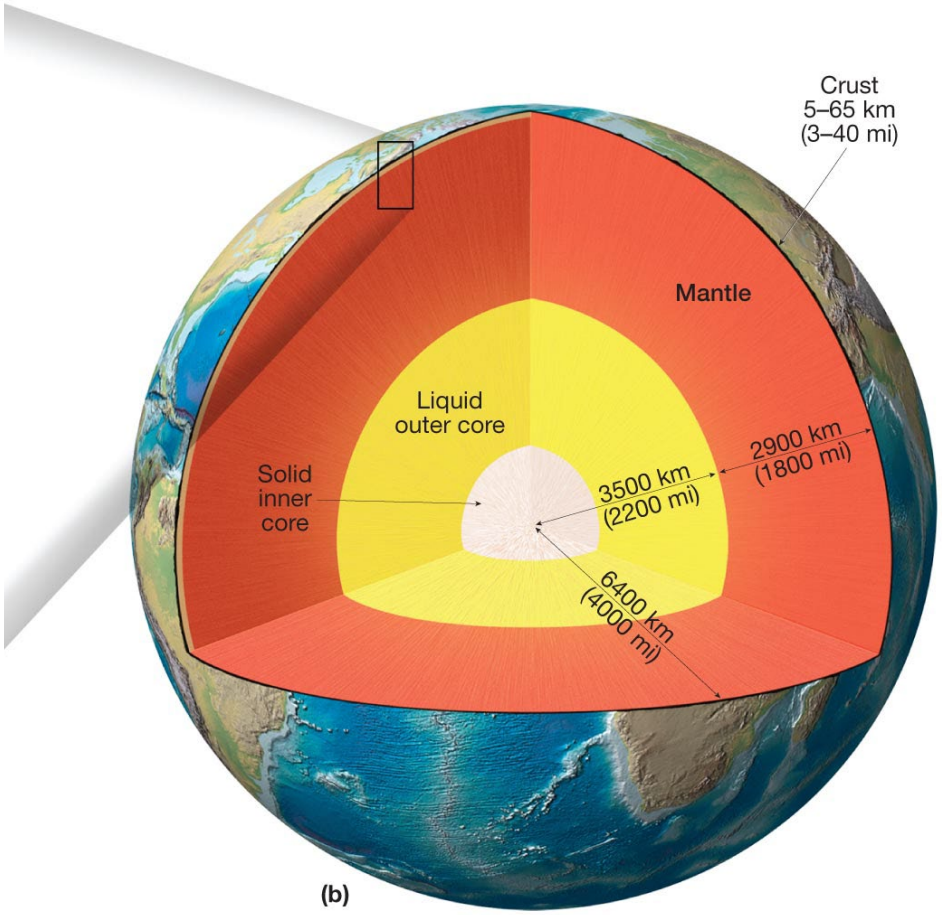
© 2007 Thomson Higher Education



A More Detailed View of Earth's Structure



© 2011 Pearson Education, Inc.



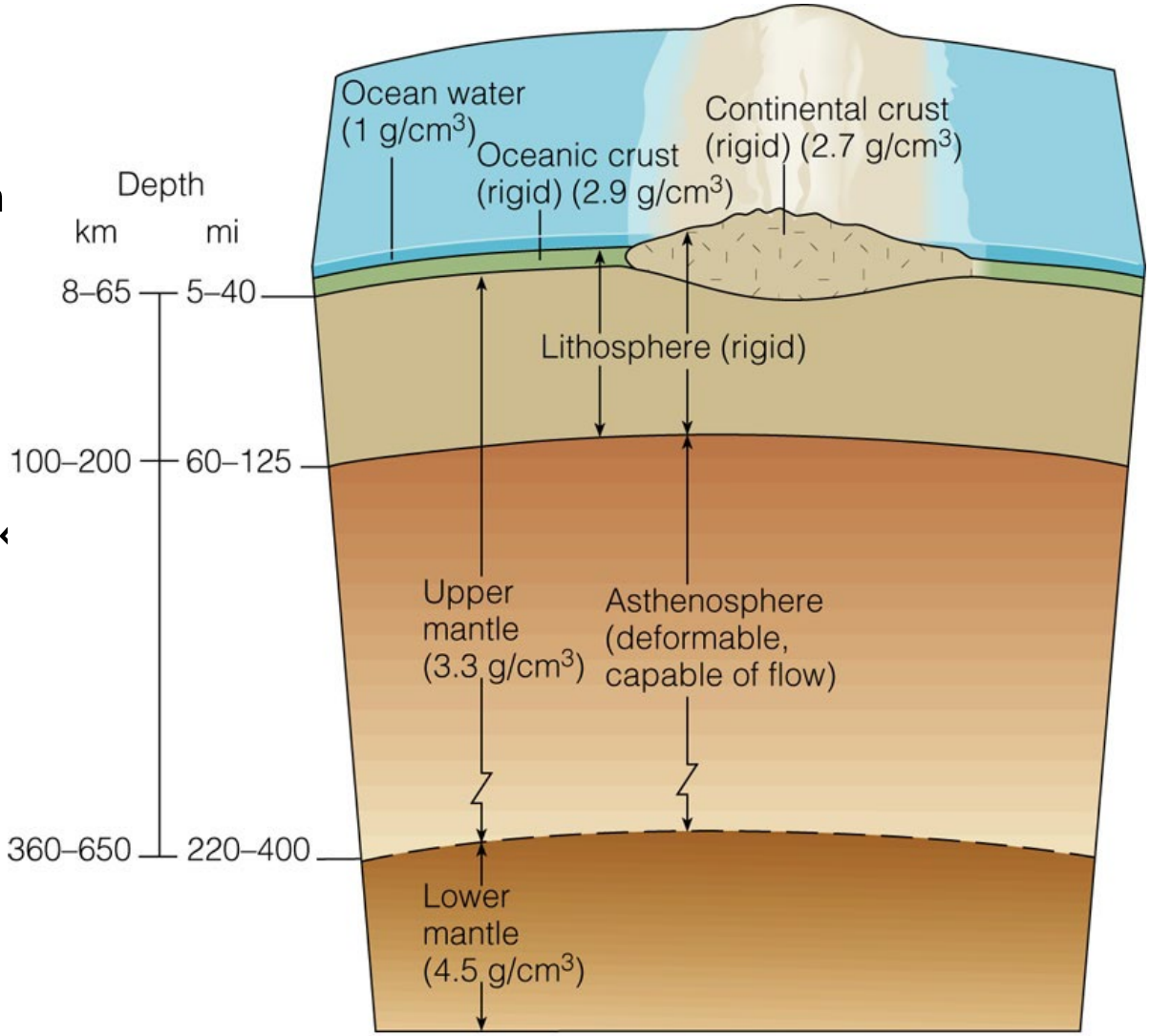
© 2011 Pearson Education, Inc.

The Crust

The Earth's **Crust** is like the skin of an apple. It is very thin in comparison to the other three layers.

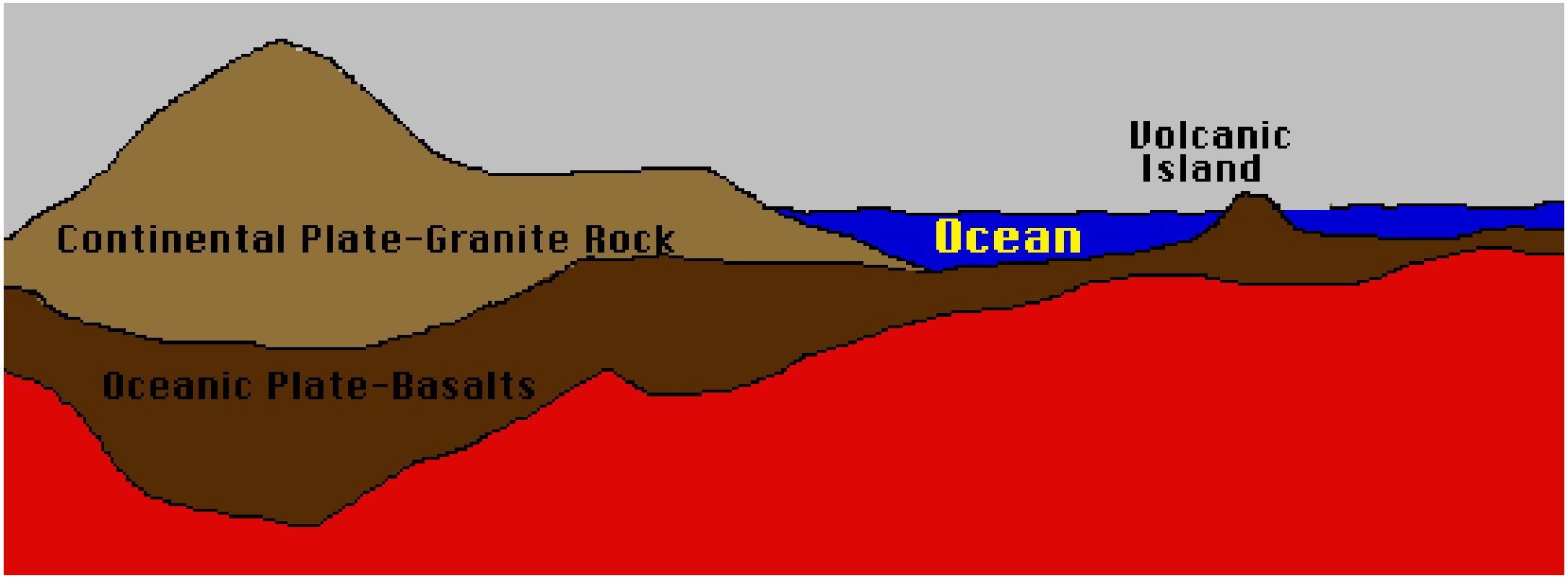
The crust is only about 3 - 5 miles thick under the oceans (**oceanic crust**) and about

25 miles thick under the continents (**continental crust**).



© 2007 Thomson Higher Education

The Crust



The **crust** is composed of two different rocks.
The **continental crust** is mostly **granite**.
The **oceanic crust** is **basalt**.

Basalt is much denser than granite. Because of this the less dense continents ride on the denser oceanic plates.

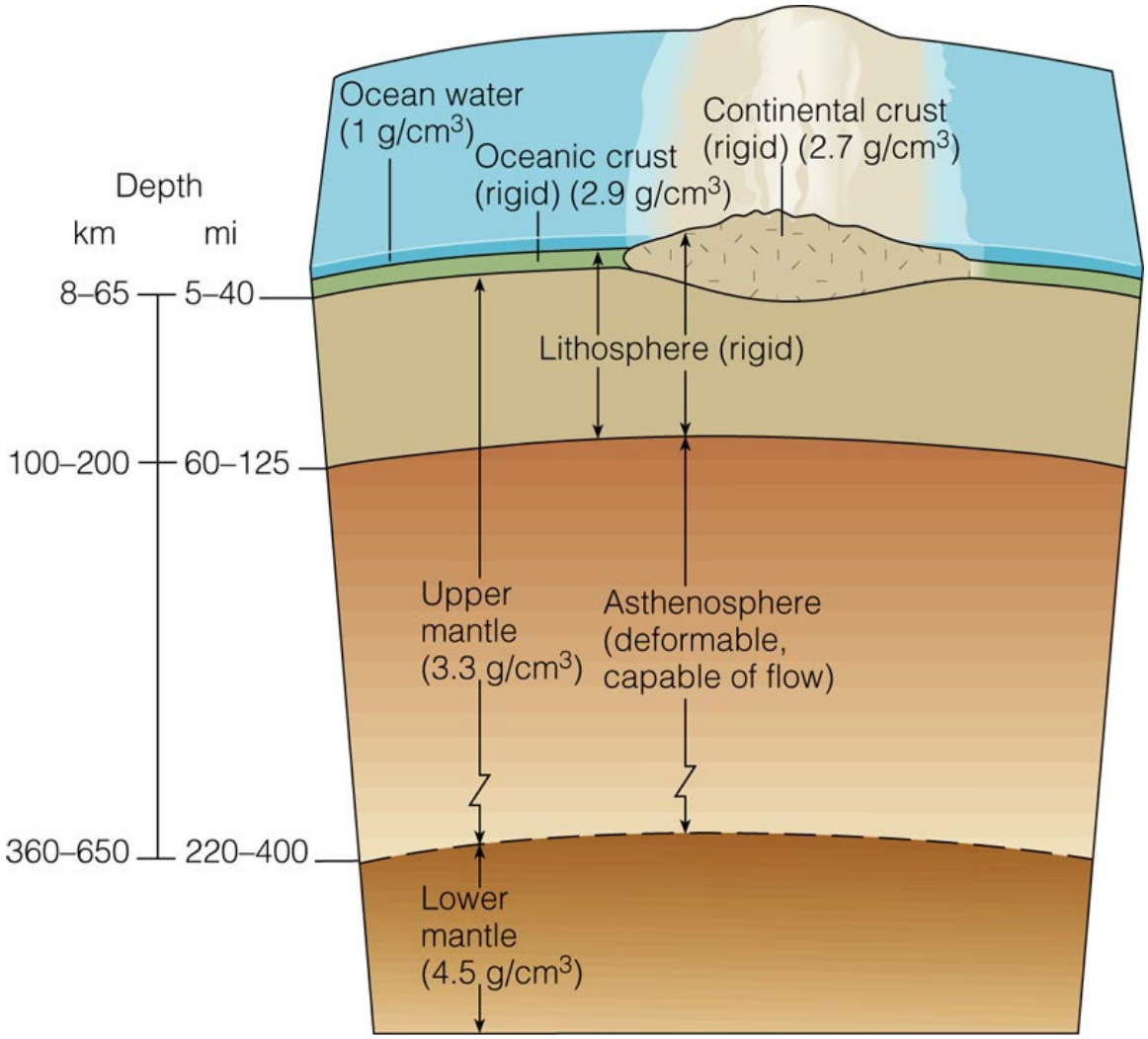
The Mantle

The **Mantle** is the largest layer of the Earth (1800 miles thick – 2/3 of earth's mass), it is hot (5100 - 3300◦ F), and the source of most **magma → (lava)**

The uppermost part of the mantle is rigid, and together with the crust, forms the **Lithosphere**

The middle part of the **upper mantle** is composed of very hot dense rock that flows like asphalt, and it is called – **asthenosphere**

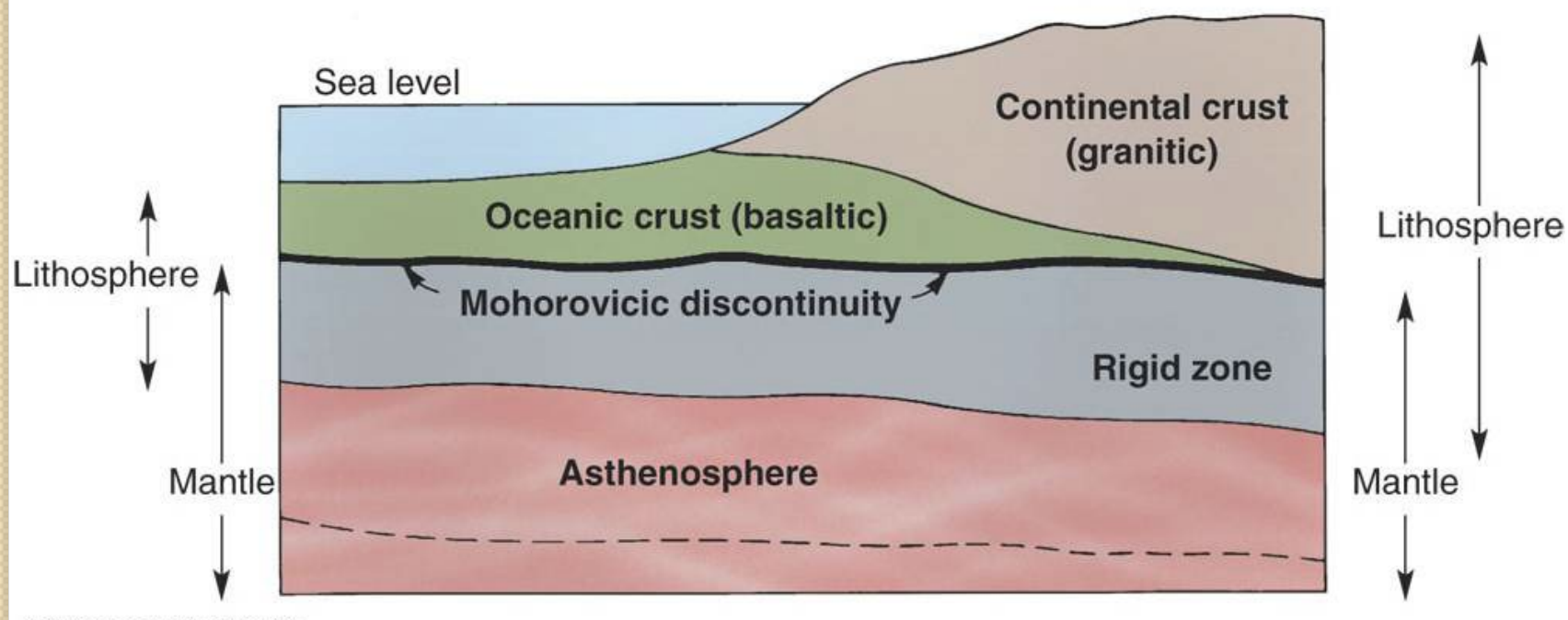
The lower mantle is hot and dense.



© 2007 Thomson Higher Education

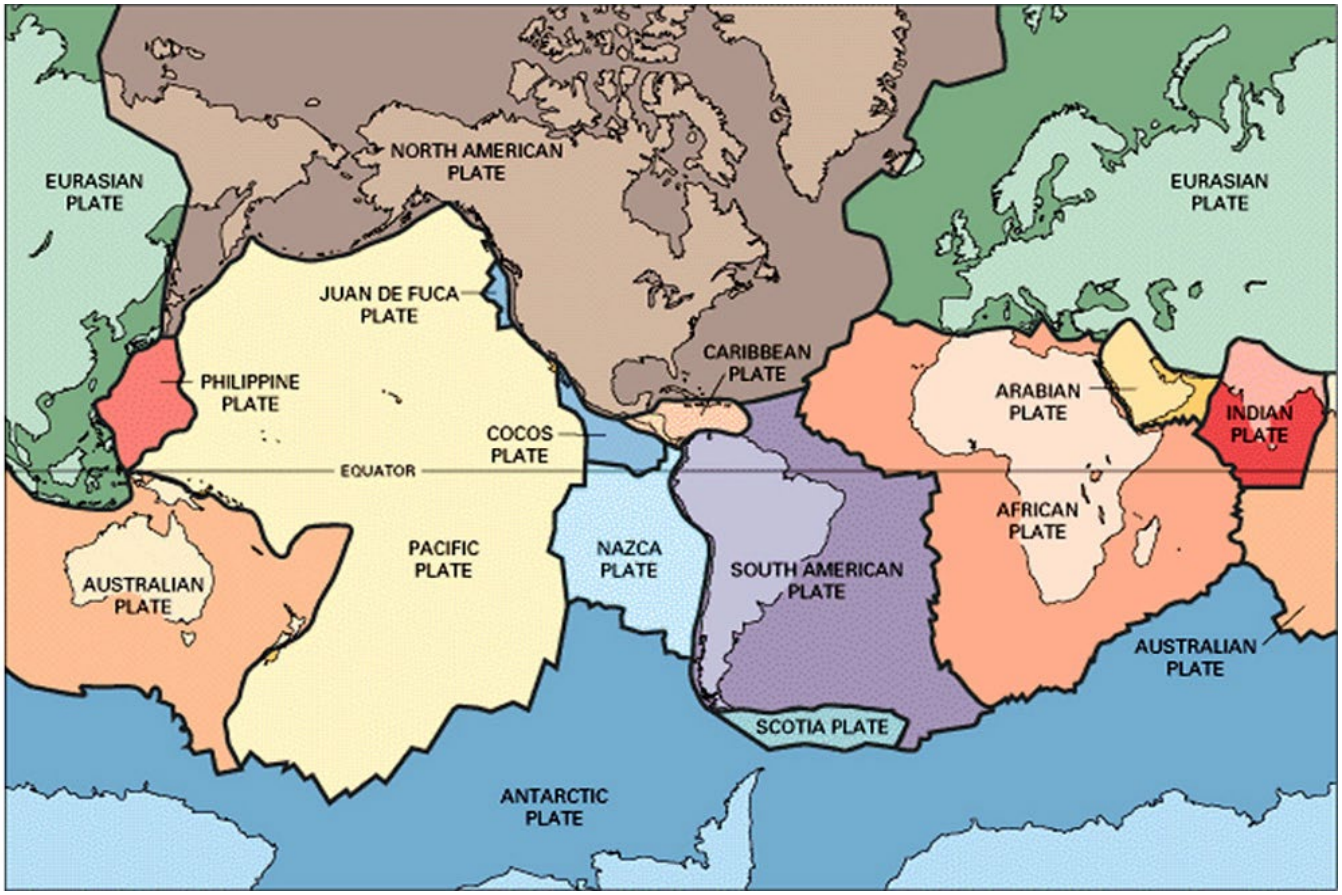
The Lithosphere

The crust and **the uppermost layer of the mantle** together make up a zone of **rigid**, **brittle** rock called the **Lithosphere**.



© 2007 Thomson Higher Education

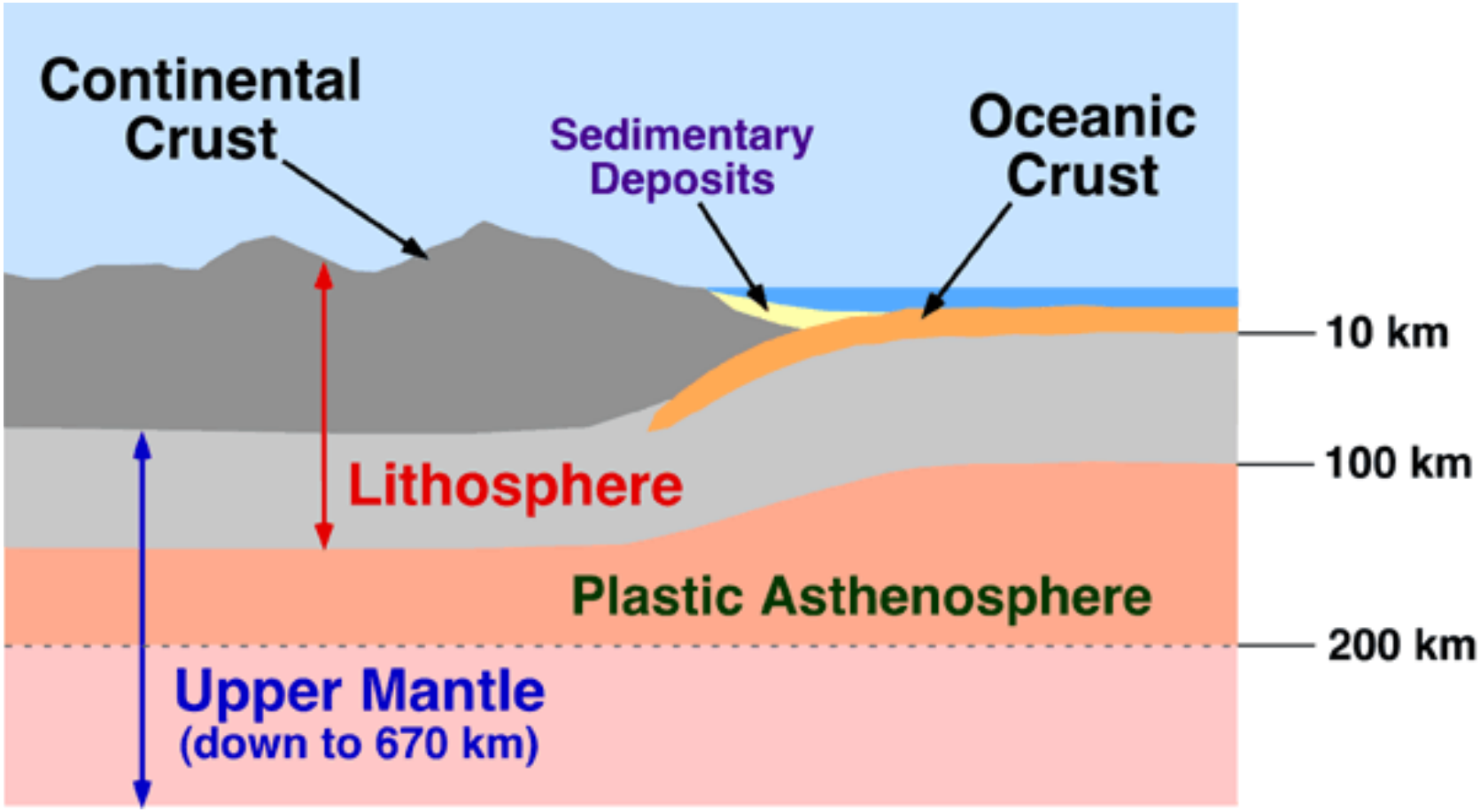
The **Lithospheric** Plates



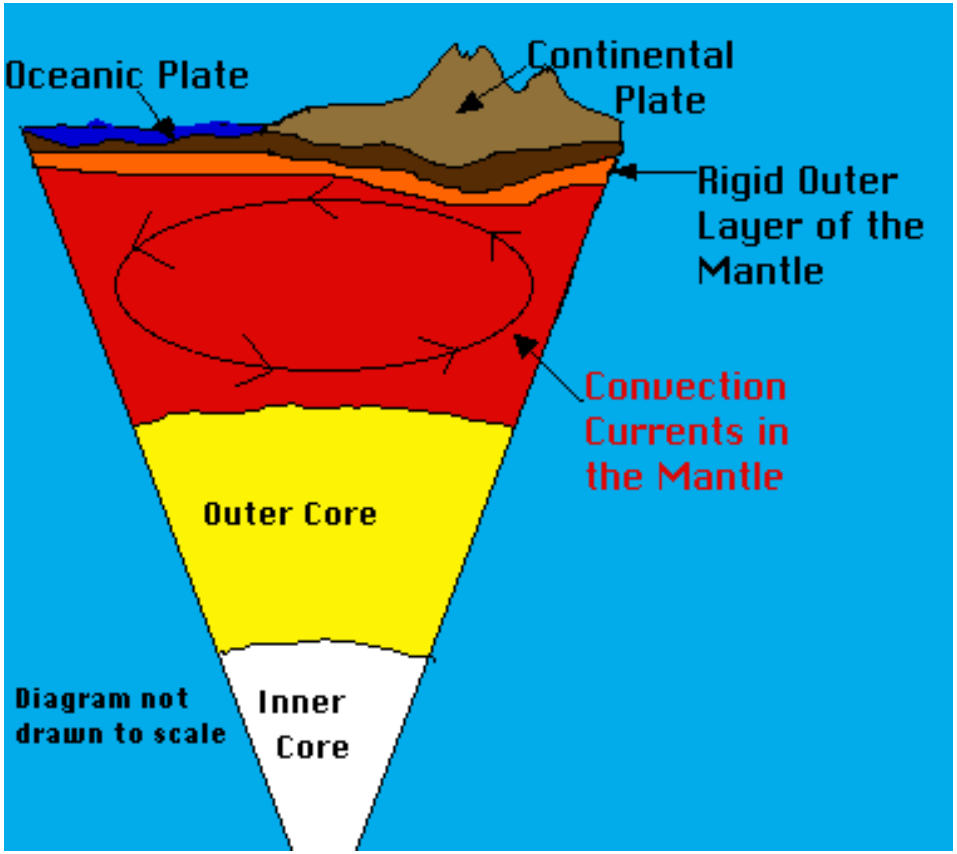
The **crust** of the Earth (which is part of the lithosphere) is broken into many pieces called **lithospheric/crustal plates**. The plates "float" on the soft, semi-rigid or plastic **asthenosphere**.

The Asthenosphere

The **asthenosphere** is the semi-rigid part of the **upper mantle** that flows like hot asphalt under a heavy weight.



Convection Currents



The asthenosphere "flows" because of convection currents.

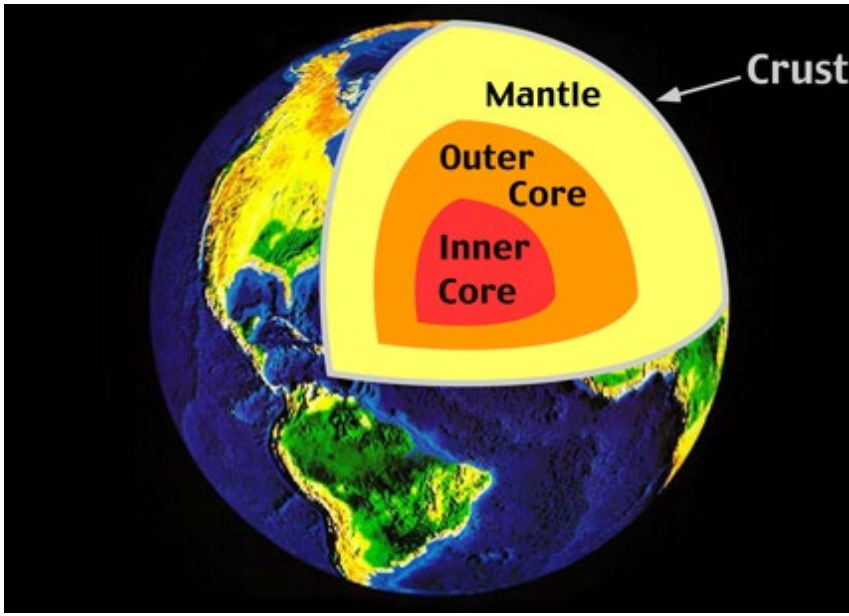
Convection currents are caused by the very hot material at the deepest part of the mantle rising, then cooling and sinking again – repeating this cycle over and over.

When the convection currents flow in the **asthenosphere** they also move the lithospheric/crustal plates.

- **The core** of the Earth has a radius of 2100 miles and contains 1/3 of Earth's mass.
- It is like a ball of very hot metals, with estimated temperatures of 12,400˚F at the center, and 8,600˚F at the outer limits.

The Outer Core

The **outer core** (1400 miles thick) is so hot that metals in it are in liquid state. It is composed of mainly melted **nickel and iron** → Earth's **magnetic sphere** is largely related to this outer core



The Inner Core

The **inner core** of the Earth, about 700 miles thick, has temperatures and pressures so great that the metals are squeezed together and are not able to move about like a liquid, but are forced to vibrate in place like a **solid**.

Core to Crust

© 2012 Pearson Education, Inc.

Earth Structure: Established Relationships

- **Density of materials** (rocks, minerals) greatest in the center (core), and decreases towards the surface
- **Gravitational force** strongest at the center, decreasing towards the surface
- **Temperature** also decreases from center to the periphery
- **Pressure** decreases from center to periphery as well
- **Layers** in earth's internal structure are differentiated by composition, density, temperature and other characteristics
- Earth's interior is an immense **reservoir** of **minerals** and **geothermal energy**

Questions

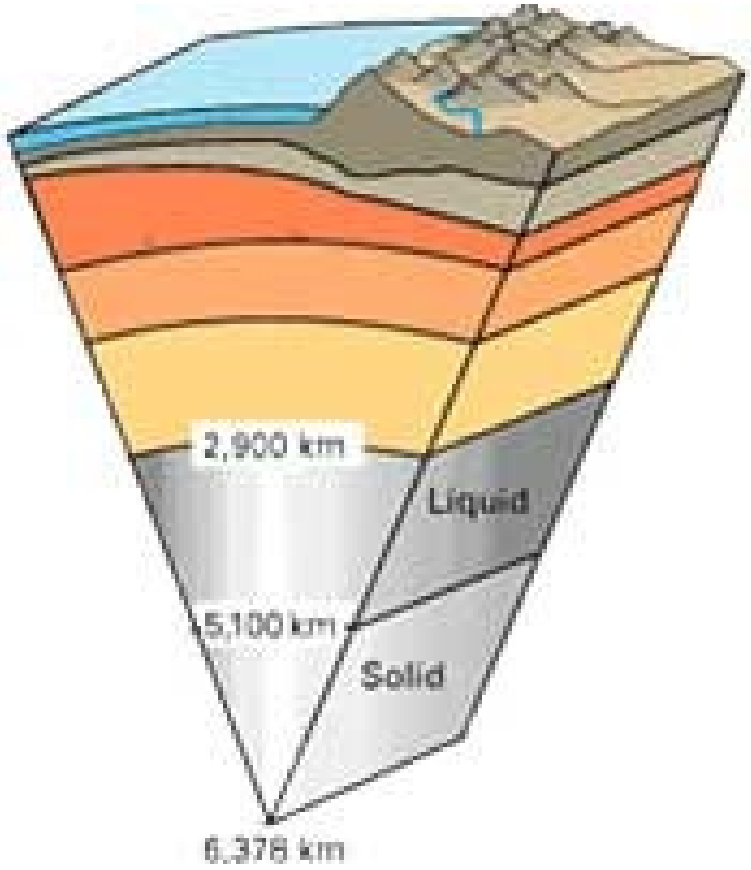
1. What are the different layers in Earth's Structure that are indicated on this diagram?

2. Which layers together constitute the Lithosphere?

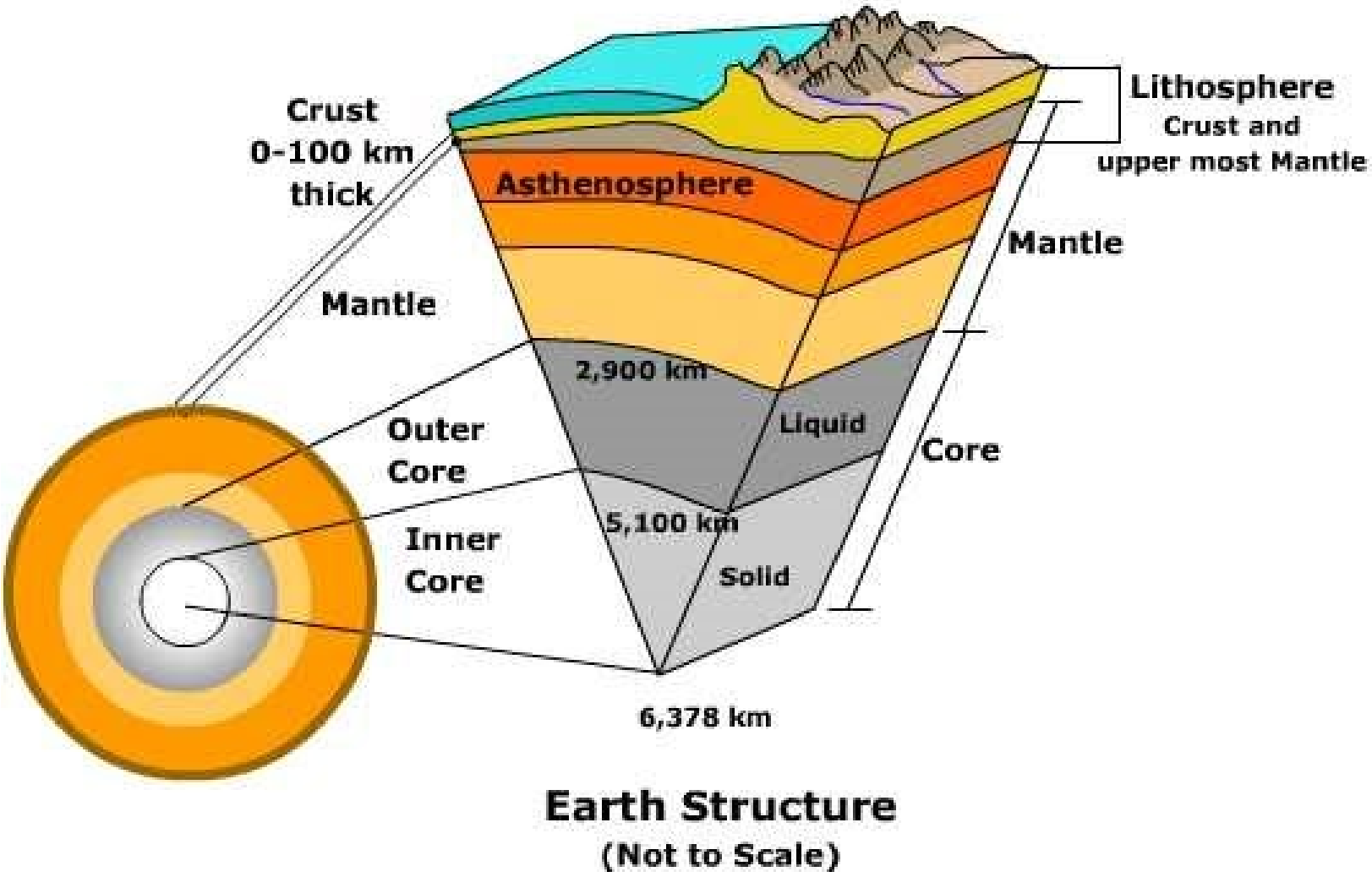
3. Which layer is characterized by convection currents?

4. What layers are solid? Which ones are liquid and/or plastic?

5. **Have we ever seen part of the Mantle? Explain.**



Detailed View of Earth's Structure



الدورات الحيوية الجيو-كيميائية Bio-geochemical Cycles

Lecture 3

المعدن والعنصر

العنصر element : مثل الاوكسجين

المعدن mineral : مركب كيميائي له تركيب بلوري خاص يوجد في الطبيعة وليس للانسان شأن في تكوينه

المعادن تقسم الى : فلزات metals والى لافلزات non- metals

المعادن العنصرية Native Elements واشهرها الذهب والفضة والنحاس والماس والجرافيت

- يتبع النظام البيئي دورات تدويرية، كالدورة الكيماوية الحيوية، حيث تأخذ الكائنات الحية موادها الغذائية لتعيش وتنمو ثم تعيدها للبيئة بعد موتها وتحللها.

المعروف ان قشرة الأرض تحوي كافة عناصر الجدول الدوري الطبيعية،.وتتفاوت نسبة وجود هذه العناصر في الطبيعة، فمنها الشائع، ومنها النادر.والعناصر التالية هي الأكثر شيوعاً، وتشكل أكثر من 99 % من مكونات صخور قشرة الأرض:

- الأوكسجين،
- السيليكون،
- الألمنيوم،
- الحديد،
- المغنيسيوم،
- الكالسيوم،
- الصوديوم
- والبوتاسيوم.
- غير ان العناصر الرئيسية في النظام البيئي الحيوي هي:

.

الأوكسجين
الكاربون
النيتروجين
الهيدروجين
الفوسفور
الكبريت.

وتدخل هذه العناصر في تكوين المادة الحية (الكتلة الحية) في الكائنات على شكل مركبات كيميائية مختلفة،مثل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات،وغيرها

وبما ان هذه المواد الكيميائية تنتقل من الاغلافة الحيوية الى الغلاف الصخري، وبالعكس، فان الباحثين يشيرون لها بالدورات الحيوية الأرضية الكيميائية (الدورات البيوجيوكيميائية Biogeochemical Cycles)

- ولكل مركب او عنصر كيميائي دورته الخاصة به.كما ان هنالك مدخلات وصفات مشتركة بين جميع الدورات.
- ففي كل دورة هنالك أجزاء منها تسمى مستودعات **Reservoirs** حيث يتم إحتجاز العناصر فيها لفترة طويلة من الزمن، وبالمقابل هنالك أيضاً خزانات **Pools** تحجز فيها العناصر لفترة قصيرة من الزمن.والفترة الزمنية التي يستغرقها المركب او العنصر في المستودعات او الخزانات تسمى فترة المكوث **Residence Time**
- فالمحيطات على سبيل المثال مستودعات للماء، بينما تمثل الغيوم خزانات.كذلك بالنسبة للمجتمعات الحيوية، فان الأنواع الحية فيها تمثل خزانات.
- ومعظم الطاقة اللازمة لإنتقال المركبات او العناصر من مستودع او خزان لآخر تزودها الشمس أو تأتي من جوف الأرض.

- سنركز هنا على دراسة دورات الماء والكاربون والنيتروجين والفسفور والكبريت لأهميتها في التعرف على حالة النظام البيئي من حيث غناه او فقره بهذا العنصر او ذاك، ويمكن من خلالها رصد مستويات التلوث او المستويات غير المرغوب بها في النظام البيئي.

دورة الماء

دورة الكاربون

دورة النايتروجين

دورة الفسفور

دورة الكبريت

Water cycle دورة المياه

- تمثل دورة المياه في الطبيعة نظاما هائلا تحركه الطاقة الشمسية ويعمل فيه الغلاف الجوي جسرا بين المحيطات والقارات .

دورة المياه تشمل

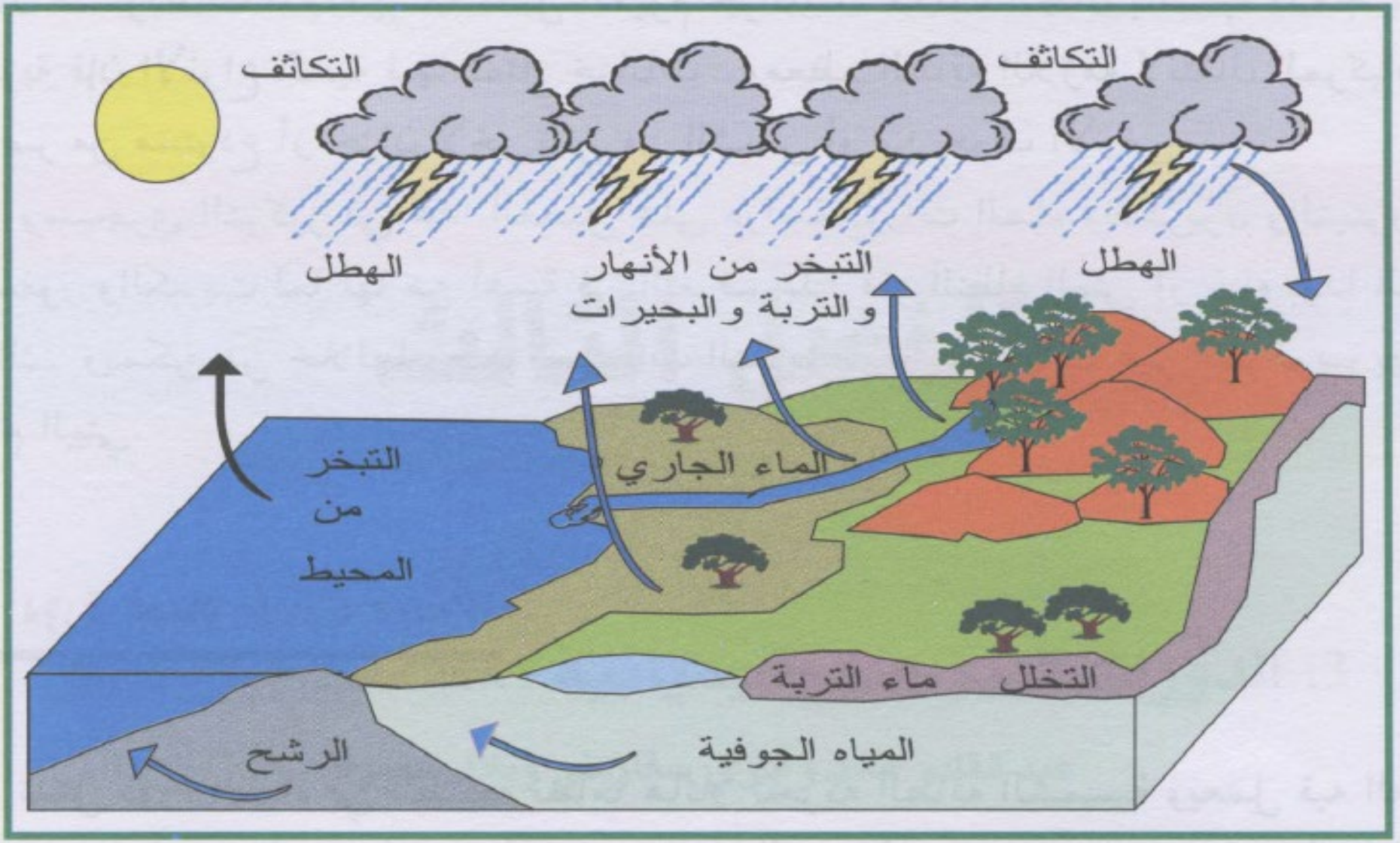
- Evaporation تبخير
- Condensationتكثيف
- Precipitation هطول
- Transpiration نتح
- Runoff جريان سطحي
- Infiltration الرشح

دورة الماء water cycle

- يعتبر الماء عنصر هام للحياة على سطح الأرض، فالنبات والحيوان والإنسان يعتمدون عليه اعتمادا كبيرا للاستمرار في الحياة. والماء أما أن يكون على صورة بخار في الهواء أو ماء سائل في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات أو متجمد على هيئة جليد في القطبين. وتقدر كمية الماء الموجودة في المحيطات بحوالي 97% من كمية الماء على سطح الأرض ويتبخر منها حوالي 875 كم3 يوميا ويعود 775 كم3 على هيئة أمطار أما الباقي فيبقى على صورة بخار متطاير في الهواء، هذه بالإضافة الى 160 كم3 من الماء تتبخر يوميا من اليابسة نفسها والتي تستقبل الالاف من الكميات المكعبة على هيئة أمطار. وتتوزع هذه الكمية على اليابسة والأنهار والبحار والمحيطات، وتكون المياه الجوفية .

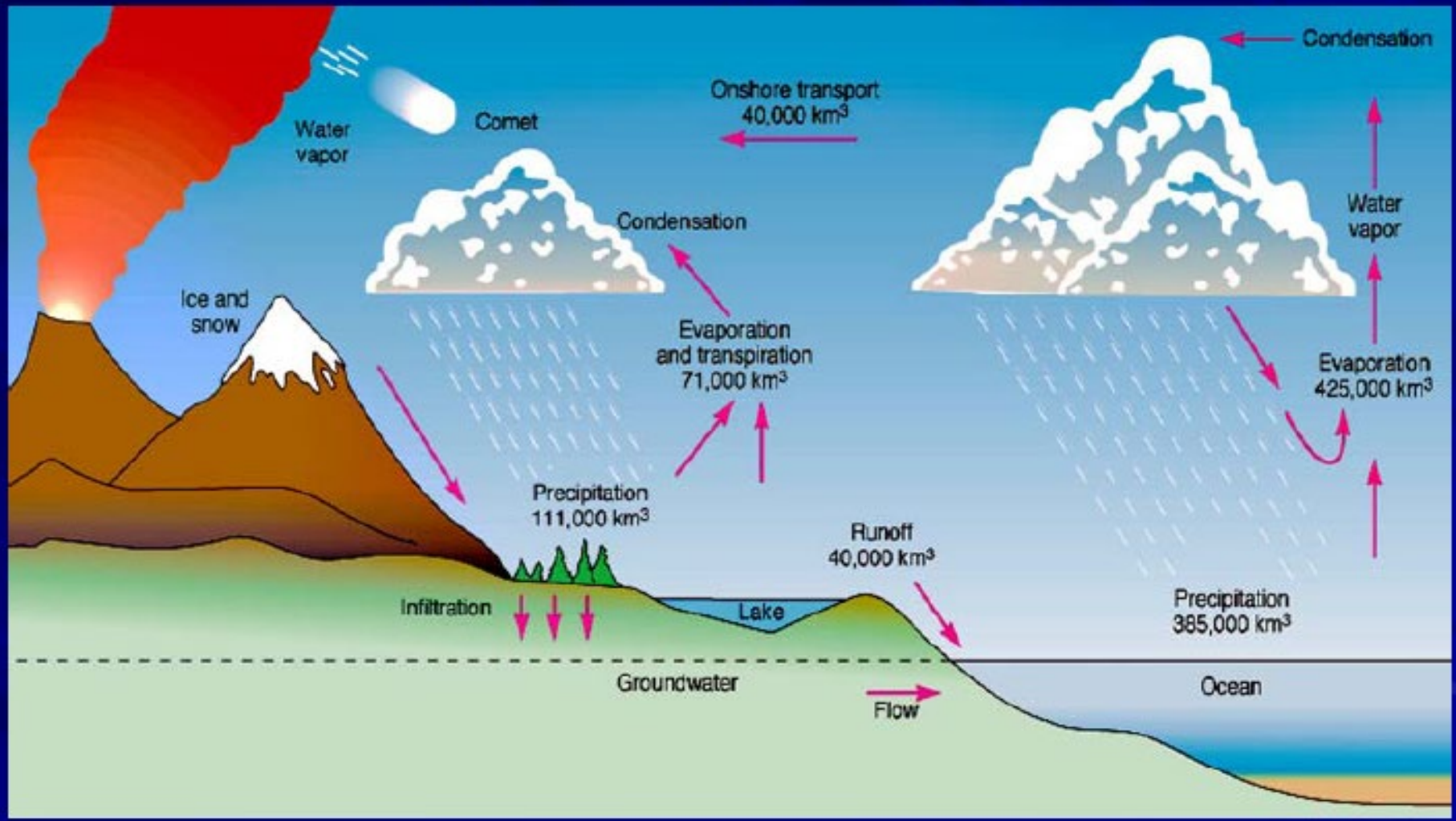
- تستهلك النباتات والحيوانات والإنسان الماء الذي ما يلبث أن يعود أما على هيئة بخار كما هو الحال في عملية النتح وأبخرة المصانع، أو سائل كما في المياه العادمة المنزلية والصناعية.
- وتعتمد كل هذه العمليات اعتمادا مباشرا على عناصر الطقس المختلفة من حرارة وضغط جوي ورياح وجريانات المياه السطحية وتسربها الى التربة، أو وصولها الى الأنهار والبحار والمحيطات . وتجدر الإشارة هنا الى أن المياه العذبة لا تزيد نسبتها على سطح الأرض عن 3% فقط من مجمل كمية الماء الموجودة وأن 98% من هذه المياه العذبة موجودة على صورة جليد في القطبين. وبعبارة بسيطة يمكن وصف دورة المياه بالمعادلة التالية
- تبخر + نتح $\rightleftharpoons$ تكاثف + تساقط

- إن دورة المياه في الطبيعة تحركها الطاقة الشمسية. فمياه المحيطات بصورة رئيسية وماء القارات بصورة فرعية يتبخران بإستمرار في الغلاف الجوي.
- وتعمل الرياح على نقل الهواء الحامل لبخار الماء الى مسافات بعيدة والى إرتفاعات شاهقة، حيث تبدأ عمليات معقدة في تكوين الغيوم اذ يتكاثف بخار الماء المحمول في الهواء على ذرات الغبار الدقيقه الصغروتلتصق عليها وبترابط الذرات مع بعضها البعض تتشكل الغيوم وتتثاقل ويحدوث الهطول المطري.
- والماء الساقط على سطح المحيط ينهي بذلك دورته، أما الماء الساقط على اليابسة فأمامه رحلة طويلة الى المحيط . انظر الشكل الاتي :



الشكل 1.3: دورة المياه في الطبيعة

Hydrologic Cycle



دورة الكاربون
carbon cycle

الكاربون عنصر الحياة، فهو يعتبر اللبنه الأساسية في بناء المركبات العضوية التي تتكون منها الخلايا، وبالتالي الكائنات الحية.ومن ثم فهو عنصر رئيسي في تركيب الكائنات الحية، ولكنه ثانوي في تركيب قشرة الأرض الصخرية،

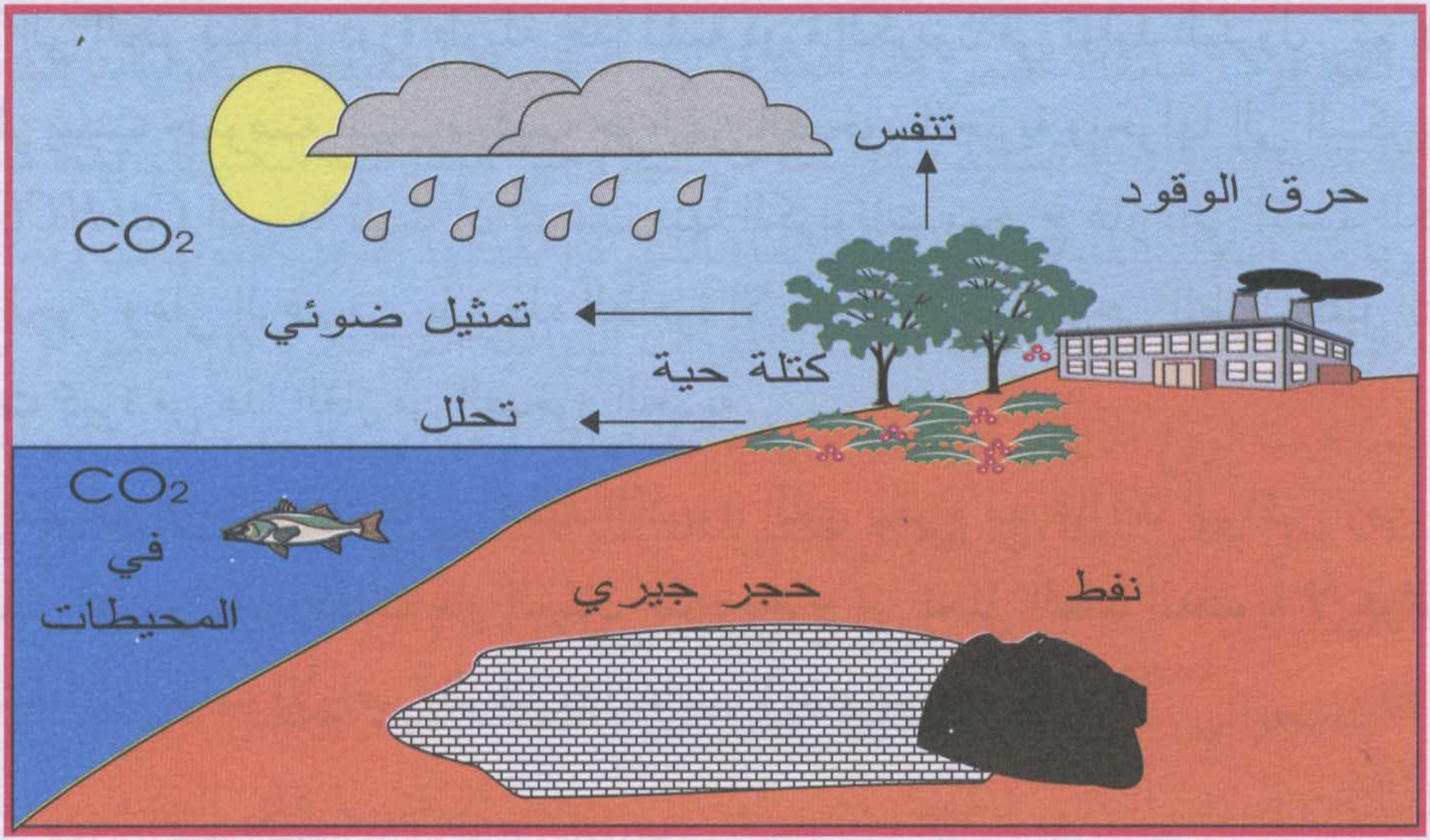
- يوجد الكربون على شكل صلب في الطبقات الصخرية مثل الحجر الجيري والدولومايت والصخور الهيدروكاربونية.
- يبلغ تركيزه 0.032% ، ويعد بعض الباحثين دورة الكاربون دورة للأوكسجين والهيدروجين والكاربون بسبب إرتباط العناصر جميعها في دورة واحدة.غير ان الأوكسجين يكاد يكون موجوداً في جميع دورات العناصر الأخرى.

- تبدأ دورة الكاربون في الطبيعة بعملية التمثيل الضوئي Photosynthesisفهي التي تحرك الكاربون في الطبيعة، ولو توقفت لتوقف وجود هذا العنصر في الإشكال الأخرى الحاملة له.وفي هذه العملية يأخذ النبات غاز ثاني أوكسيد الكاربون من الجو، والضوء من أشعة الشمس، والماء من التربة،ليصنع منها الكاربوهيدرات في مجموعة من المعادلات. هذا الغاز يسير بدوره مغلقة، يستهلك في خلالها من قبل عدد من الكائنات، وفي بعض التفاعلات، ثم ما يلبث أن يعود الى الغلاف الجوي. المعروف أنه يذوب في مياه البحار والمحيطات وقد يعود من هذه المياه الى الجو.وهو يخرج مع غازات البراكين، ومن حرق الغابات الإستوائية.

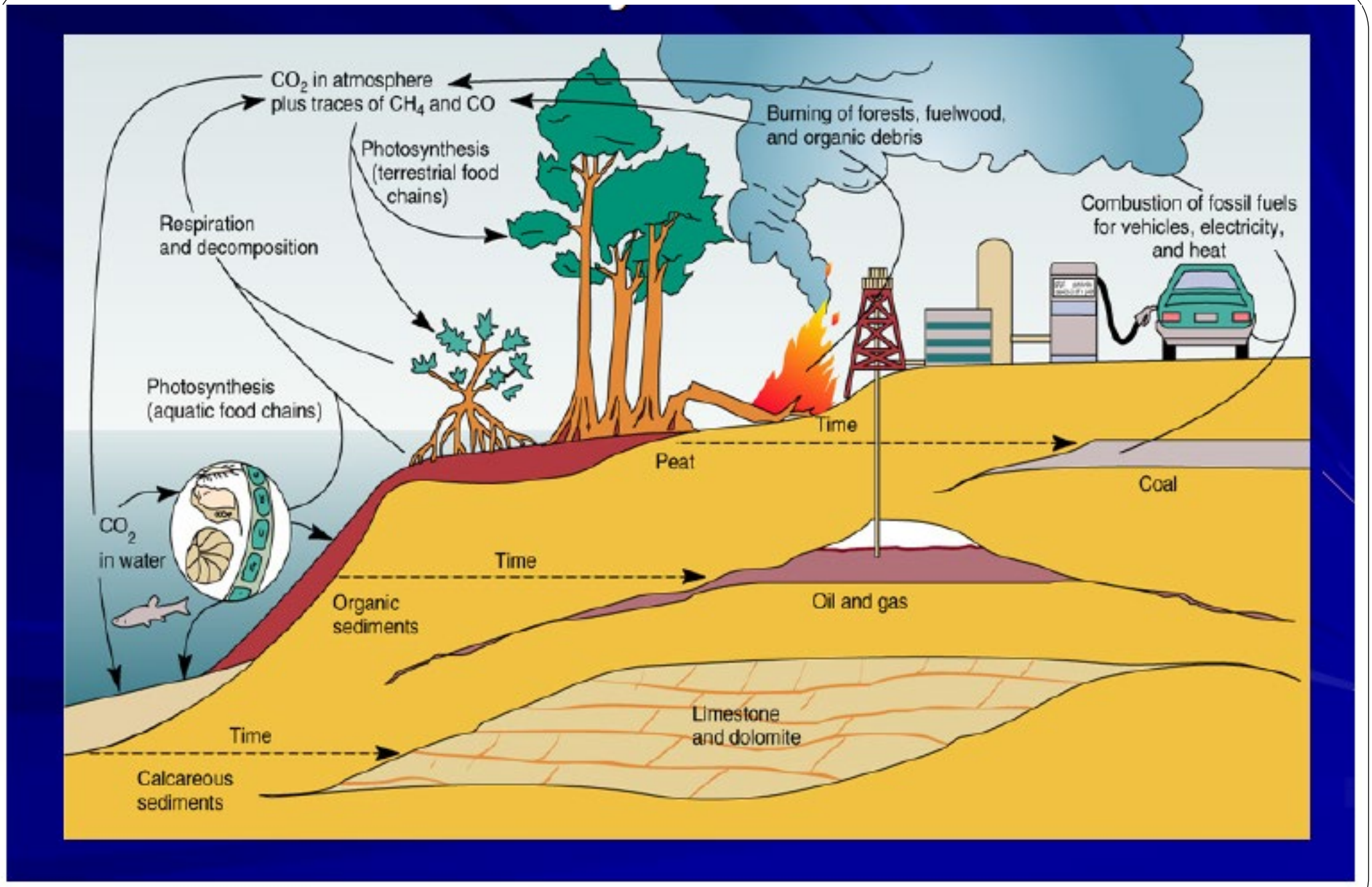
- فاحتراق الوقود والغابات،
- وعملية التنفس عند الإنسان،
- وحرق البترول والفحم،
- وتحلل المواد العضوية حيث تتغذى الأحياء المستهلكة على المواد العضوية وينطلق CO_2 الى الجو ،
- تسهم عمليات التجوية بالصخور الكلسية العضوية Organic limestone والدولومايت Dolomite وتكوين المادة العضوية بعودة قسم من الكربون المثبت إلى الغلاف الغازي بالإضافة إلى الغازات المنبعثة من البراكين .

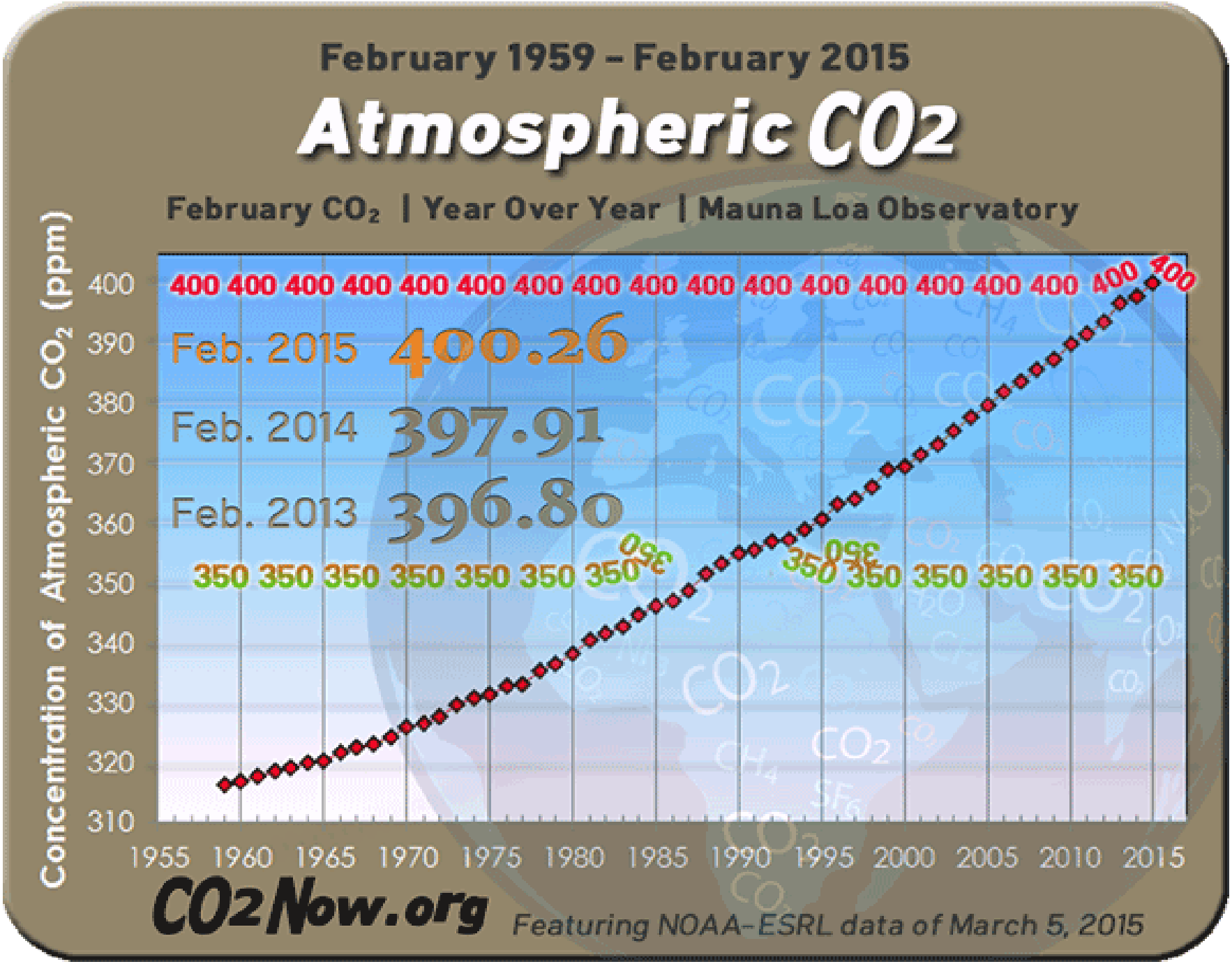
- كلها تحرر غاز ثاني أكسيد الكاربون،الذي ما يلبث أن يعود من خلال الأمطار الحمضية أو بامتصاصه من قبل المسطحات المائية
- حيث يتحد مع بخار الماء فيكون رواسب الجير التي تترسب في أعماق البحاروالمحيطات.كذلك فإن نسبة كبيرة من الكاربون تتحول الى مكامن وخامات كالفحم والبترول في جوف الأرض، ثم ما يلبث أن يعود للاستخدام بعد أن يخرجه الإنسان. هذا بالإضافة الى كمية الكاربون التي تختزن بهيئة الصخور الكلسية .
- يشكل غاز ثاني أكسيد الكاربون حوالي 0.03% من الغلاف الجوي، وبزيادة كميته عن هذه النسبة تحدث عدة مشكلات بيئية وصحية قد تمس حياه الكائنات الحية
- تؤدي الأنشطة البشرية إلى أحداث تغييرات في دورة الكربون ومن هذه الأنشطة حرق الوقود وحرق الغابات بنسبة 14 مليار طن / سنة.

لاحظ الشكل الاتي:



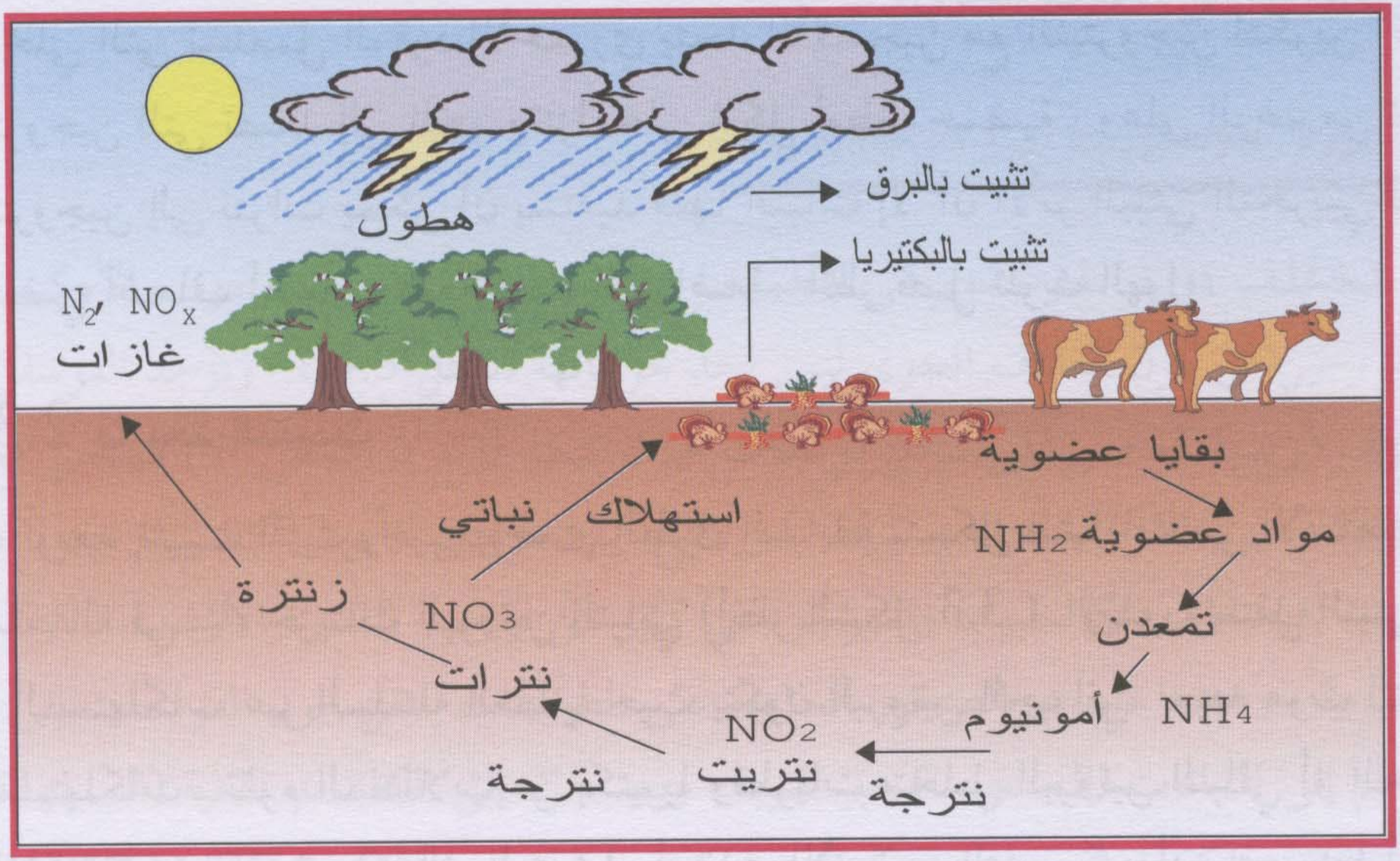
الشكل 2.3: دورة الكربون في الطبيعة


CO_2 in atmosphere
plus traces of CH_4 and CO
Burning of forests, fuelwood,
and organic debris
Photosynthesis
(terrestrial food
chains)
Respiration
and decomposition
Combustion of fossil fuels
for vehicles, electricity,
and heat
Photosynthesis
(aquatic food chains)
Time
Peat
Coal
CO_2
in water
Time
Organic
sediments
Oil and gas
Limestone
and dolomite
Time
Calcareous
sediments


February 1959 – February 2015
Atmospheric CO2
February CO2 | Year Over Year | Mauna Loa Observatory
Concentration of Atmospheric CO2 (ppm)
400
390
380
370
360
350
340
330
320
310
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
Feb. 2015 400.26
Feb. 2014 397.91
Feb. 2013 396.80
400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400 400
350 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350
CO2Now.org
Featuring NOAA-ESRL data of March 5, 2015

دورة النيتروجين

- تحتاج جميع الكائنات الحية الى عنصر النتروجين،الذي يدخل في تراكيب الأحماض الأمينية، والبروتينات، والمادة الوراثية Deoxyribonucleic Acid (DNA)
- ومع ان غاز النيتروجين N_2 يشكل 78 % من الغلاف الجوي،إلا ان النواتج والكائنات الأخرى في النظم البيئية الطبيعية لا تستطيع إستخلاصه مباشرة من الغلاف الجوي والإستفادة منه.غير أن بوسعها القيام بذلك إذا تحول عنصر النيتروجين من الحالة الغازية الخاملة الى أيونات الأمونيوم NH_4 أو النترات NO_3 وتسمى هذه العملية تثبيت النتروجين Nitrogen Fixation التي يمكن ان تتم بطرق: التثبيت الحيوي، والتثبيت الجوي، والتثبيت الأصطناعي .



الشكل 3.3: دورة النيتروجين في الطبيعة

طرق تثبيت النيتروجين

اولا: التثبيت الحيوي Biological Fixation

تعيش بكتيريا تثبيت النيتروجين (ريزوبيوم Rhizobium)
في عقيدات على جذور البقوليات وتستطيع البكتيريا هذه تحويل غاز النيتروجين الجوي الى ايون NH_4 الامونيوم
ثم تقوم انواع اخرى من البكتيريا بتحويل الامونيوم الى ايونات النتريت NO_2 وذلك باتحاد الامونيا مع الاوكسجين . وفي النهاية تقوم بكتيريا اخرى بتحويل النتريت الى نترات NO_3 والنترات هي المادة التي تستطيع النباتات امتصاصها بجذورها واستعمالها في بناء مركباتها العضوية النيتروجينية .
تساهم هذه المركبات في تركيب الأحماض الأمينية التي تدخل في بناء البروتينات

ثانيا: التثبيت الجوي Atmospheric Fixation

يمكن للطاقة الكامنة في البرق والصواعق ان تقوم بتحويل غاز النيتروجين من الجو الى ثاني اكسيد النيتروجين NO_2 فنترات NO_3 وبذلك يصل النيتروجين الى سطح الارض والتربة مع الامطار ويصبح في متناول النباتات للاستفادة منه
الكمية قليلة اذا ما قورنت بطريقة التثبيت الحيوي

ثالثا: التثبيت الاصطناعي Industrial Fixation

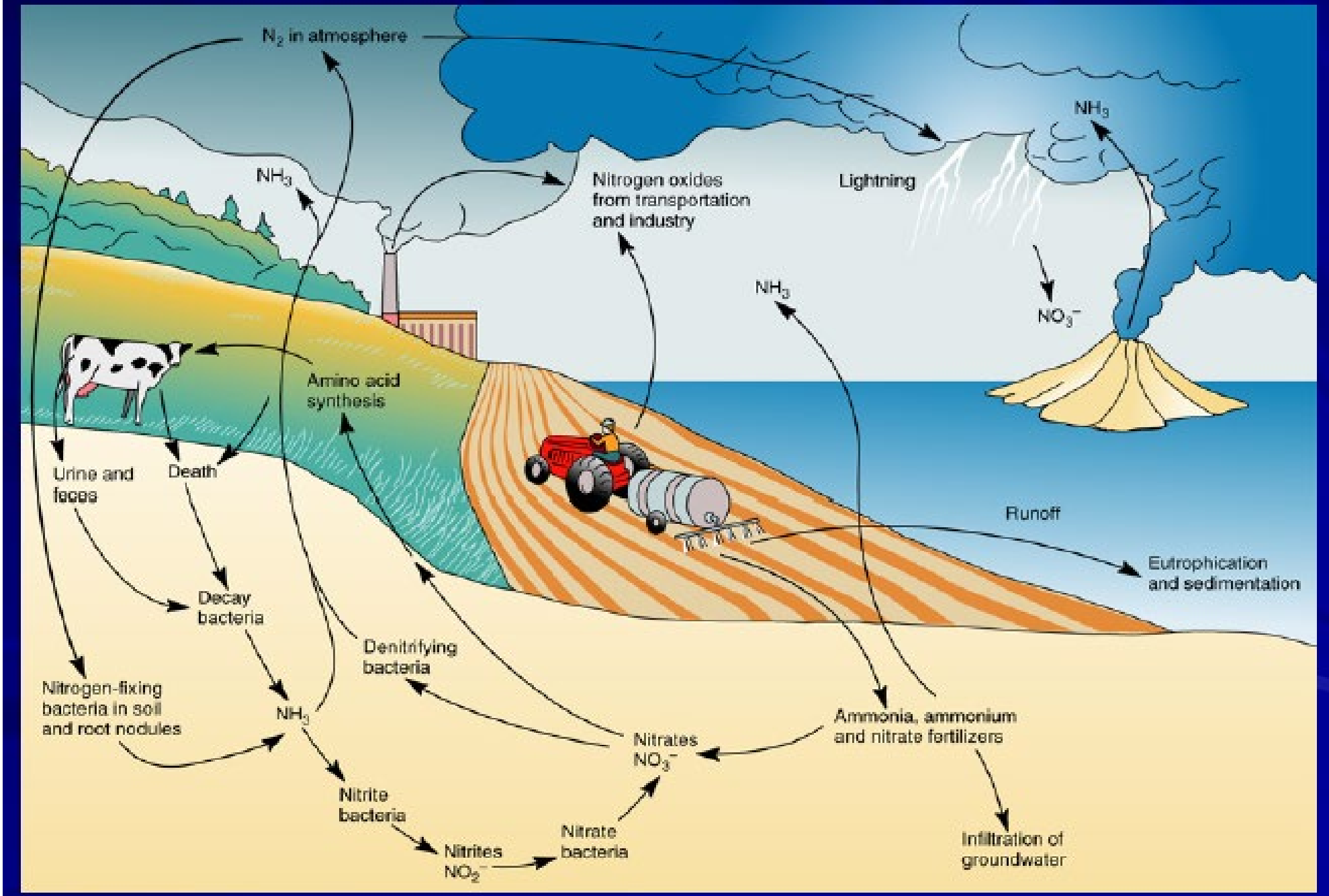
يتم هذا النوع من التثبيت في مصانع الاسمدة الكيميائية، حيث تنتج صناعيا مركبات الامونيوم او النترات او غيره .
قد تكون الاسمدة:

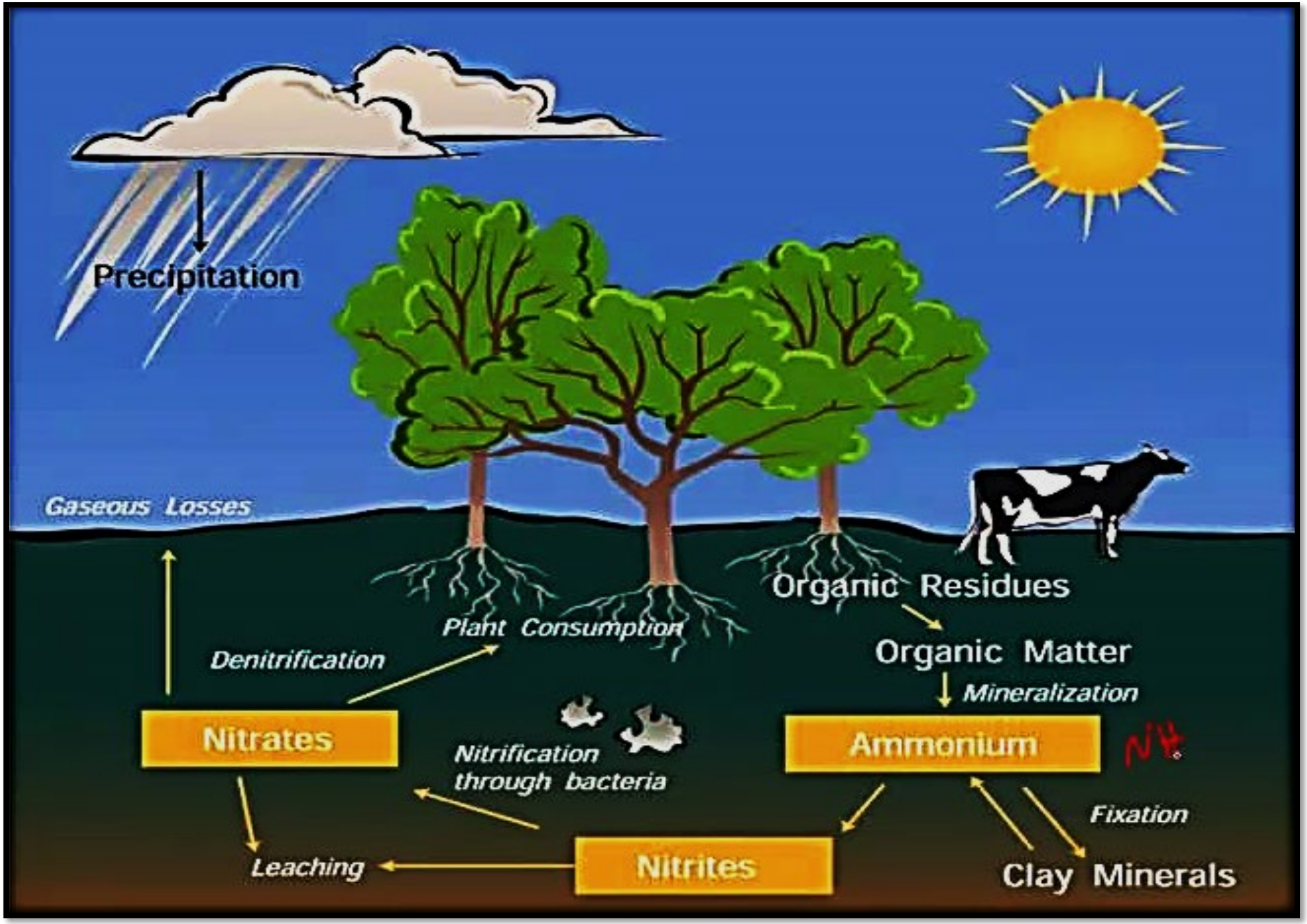
- نيتروجينية فقط
- نيتروجينية فوسفاتية
- نيتروجينية فوسفاتية بوتاسية
- التلوث الناتج عن مياه البزل
- التثبيت الصناعي القسري اي غير المرغوب به (المطر الحمضي)

- وبعد عملية التثبيت تتمكن النباتات من الإستفادة منه وإستعماله في بناء جزيئات البروتين النباتي .

وهذه التحولات يمكن أن تكون ناتجة عن البرق أو النشاطات البركانية أو عن البكتيريا الموجودة في التربة والتي تقوم بتحويل النيتروجين الى نيترات ومن ثم تتحول الى أحماض أمينية وبروتينات.

- هذا وتعتبر فضلات الكائنات الحية وتحللها مصدرا مهما للنيتروجين، حيث تقوم البكتيريا بتحويلها الى نيتريت NO_2 ثم الى نيترات NO_3 ، وبعد ذلك إما يتم امتصاصها عن طريق الجذور أو تتحول الى غاز النيتروجين N_2 الذي يعود الى الجو . انظر للشكل الاتي :


N_2 in atmosphere
NH_3
Nitrogen oxides from transportation and industry
Lightning
NH_3
NO_3^-
NH_3
Amino acid synthesis
Urine and faeces
Death
Runoff
Eutrophication and sedimentation
Decay bacteria
Denitrifying bacteria
Nitrogen-fixing bacteria in soil and root nodules
NH_3
Nitrates NO_3^-
Ammonia, ammonium and nitrate fertilizers
Nitrite bacteria
Nitrites NO_2^-
Nitrate bacteria
Infiltration of groundwater


Precipitation
Gaseous Losses
Organic Residues
Plant Consumption
Denitrification
Organic Matter
Mineralization
Nitrates
Nitrification through bacteria
Ammonium
NH_4
Fixation
Leaching
Nitrites
Clay Minerals

دورة الفسفور Phosphorus Cycle

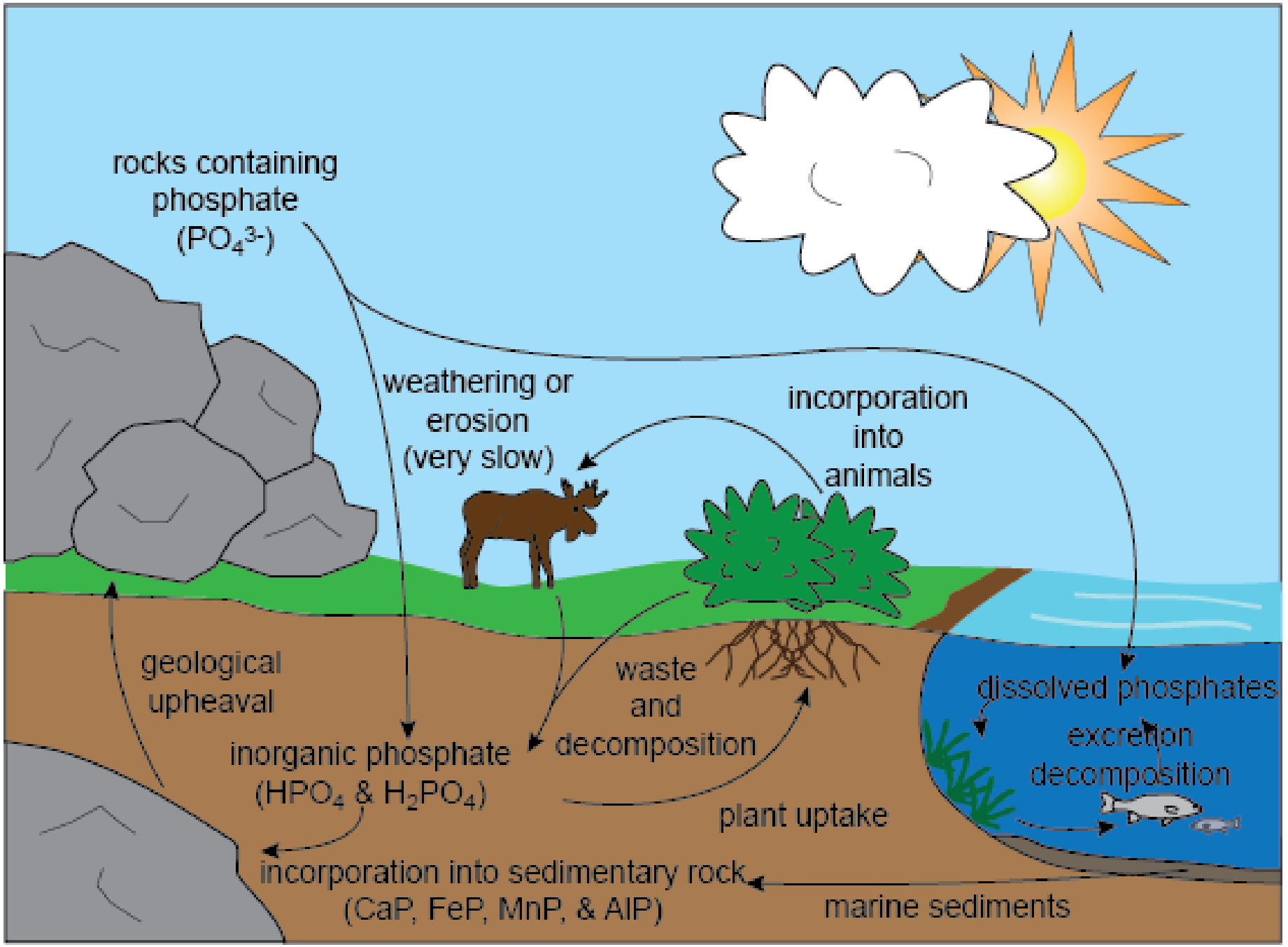
- تختلف دورة الفوسفور عن دورات العناصر الماء والكربون والاكسجين والنيتروجين في كون الغلاف الجوي ليس احد خزاناته.إنه يوجد في القشرة الأرضية كعنصر على شكل فوسات،

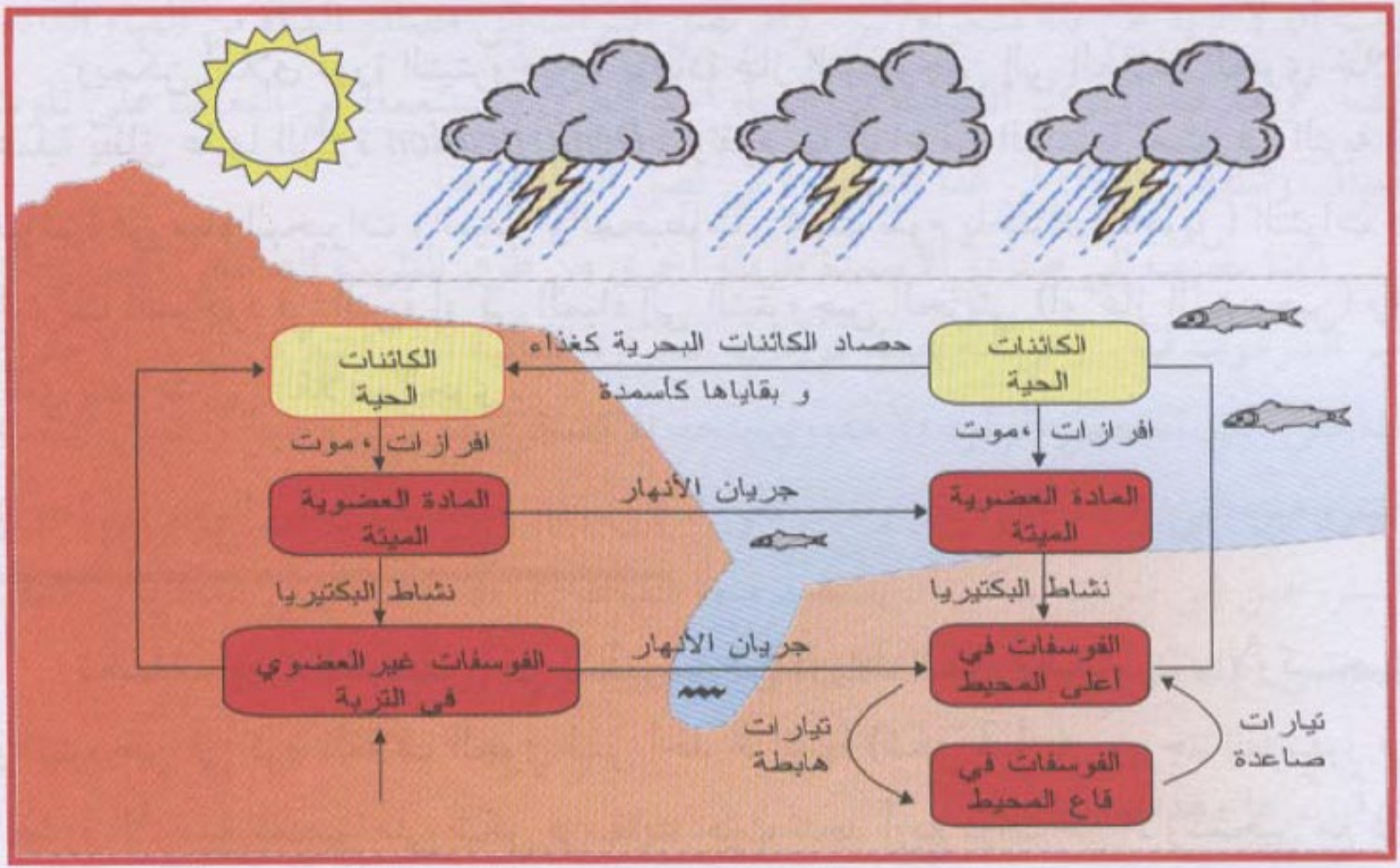
$$P + O_4 \rightarrow PO_4 + Ca \rightarrow Ca_5(PO_4)_3F$$

معدن الاباتيت (Apatite)

- حيث تتحد 4 ذرات من الأوكسجين مع ذرة واحدة من الفوسفور مشكلة اَيون الوفسفات،الذي يتحد بدوره مع اَيون موجب، كاَيون الكالسيوم، مكوناً معدن الأباتيت (فوسفات الكالسيوم) والموجود في كثير من صخور القشرة الأرضية النارية منها والرسوبية.
- وعندما تتجوى الصخور الحاوية على الفوسفات ينتقل اَيون الفوسفات الى الماء ومن ثم الى النباتات (المنتجات) عبر التربة.وبعد ذلك الى الكائنات الحية (المستهلكات)، حيث يصبح مكوناً رئيسياً من مكونات أغشية الخلايا و DNA و RNAو ATP ثلاثي فوسفات الآدينوسين.
- ومع موت النباتات والحيوانات يعود الفوسفات الى الماء والتربة

- يدخل الفوسفور في تركيب العظام والأسنان. وفي تركيب الأسمدة، بالإضافة الى تحلل النباتات والحيوانات الميتة، يتم إيصاله للتربة ومن ثم الى النباتات. ويوجد الفسفور بكمية كبيرة في فضلات الكائنات الحية، التي تستخدم فيما بعد كسماد للمزروعات.
- وأصبح الفسفور يدخل في تركيب مساحيق الغسيل مما أدى الى إرتفاع نسبته في المياه العادمة، وبالتالي الى حدوث تلوث في الأنهار والبحار والمياه الجوفية، مما دفع العلماء الى البحث عن طرق لإزالة مركبات الفسفور من المياه العادمة.
- وتلعب العوامل الجوية كالأمطار والرياح دورا مهما في إيصاله للأنهار والبحار، حيث تمتصه النباتات البحرية ومن ثم يصل الى الطيور التي تعتاش على هذه النباتات.وتترسب الكميات التي تصل الى البحار والمحيطات في قيعانها لتشكل مصدرا مختزنا من مصادر الفسفور


rocks containing phosphate (PO_4^{3-})
weathering or erosion (very slow)
incorporation into animals
geological upheaval
waste and decomposition
dissolved phosphates
excretion decomposition
inorganic phosphate (HPO_4 & H_2PO_4)
plant uptake
incorporation into sedimentary rock (CaP, FeP, MnP, & AlP)
marine sediments



الشكل 4.3 : دورة الفوسفور في الطبيعة

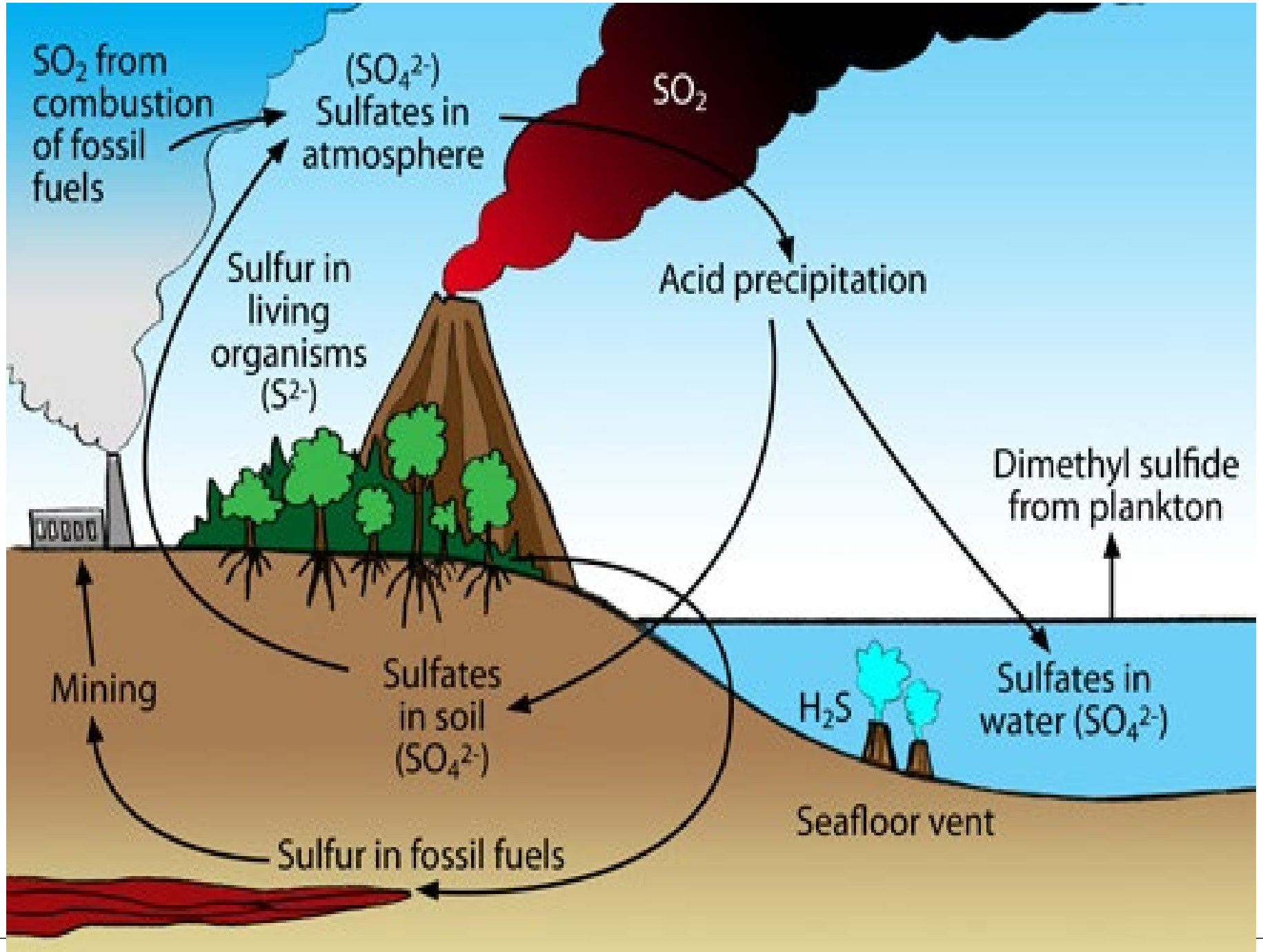
دورة الكبريت Sulfur cycle

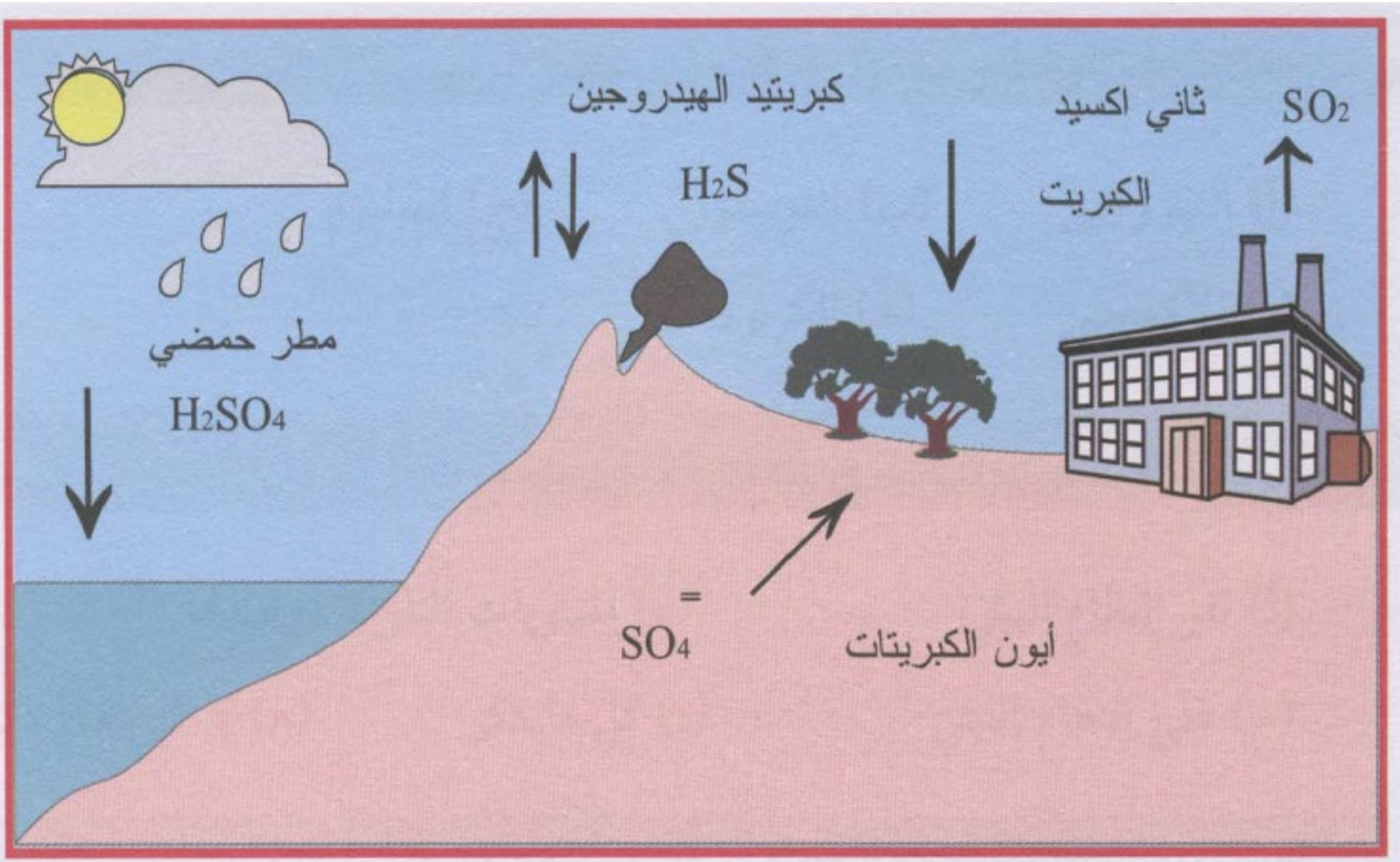
- يدخل الكبريت في تركيب المواد العضوية الحيوانية والنباتية.لذا يعد من العناصر الأساسية اللازمة لحياة الكائنات الحية.
- وتبدأ دورة الكبريت بخروجه من بعض أنواع الصخور التي تحتويه، مثل صخور الجبس $CaSO_4.2H_2O$ ، وخام الكبريت الحر Native Sulfurخلال عملية التجوية الكيميائية.
- وينتقل الكبريت على شكل كبريتات ذائبةSO_4 مع المياه السطحية أو الجوفية الجارية، حيث يصل الجزء الأكبر منه لمياه البحار والمحيطات.وجزء أقل يصل الى التربة.
- وينتهي المطاف بالكبريتات الذائبة في البحار والمحيطات الى ترسيبها على شكل رسوبيات تتحول مع الزمن الطويل الى صخور، مثل صخور الجبس والآنهيدريت.وبذلك تغلق دورة الكبريت على هذا الوجه.

- أما الكبريت الذي يصل الى التربة، فيمكن للنباتات أن تمتصه على شكل كبريتات ذائبة، حيث يدخل الكبريت في تركيب موادها العضوية، وخاصة البروتينات النباتية.
- ويمكن ان ينتقل هذا الكبريت الى الكائنات الحية المستهلكة له برتبها المختلفة خلال السلسلة الغذائية.
- وبعد موت المستهلكات والنباتات تقوم المحللات بتحليل المواد العضوية المحتوية على الكبريت إما هوائياً أو لا هوائياً.
- وتكون النتيجة في كلتا الحالتين عودة الكبريت الى التربة لتعود فتمتصه نباتات أخرى،
- أو ينتقل خلال غسيل التربة بواسطة مياه الأمطار الراشحة خلالها الى المياه السطحية الجارية او المياه الجوية.
- وهذه بدورها تصل في النهاية الى البحار والمحيطات لتترسب بعد ذلك وتكون الرسوبيات، ومن ثم الصخور الرسوبية المحتوية على الكبريت خلال الزمن الجيولوجي.

- وتمتاز دورة الكبريت عن دورة الفوسفور بتكون طور غازي للكبريت لا تجد مثله في دورة الفوسفور.إذ يمكن ان يصل الكبريت الى الغلاف الجوي على هيئة عدة أنواع من الغازات،
- ومنها:ثاني أوكسيد الكبريت SO_2
- وكبريتيد الهيدروجين.H_2S
- وينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت بشكل رئيسي من حرق الوقود الأحفوري المحتوي أصلاً على الكبريت بإحدى أشكاله، مثل معدن البايريت FeS_2 او المواد العضوية المحتوية على الكبريت والموجودة في الفحم الحجري.
- وعادة يتفاعل الغاز المذكور مع الماء ليكون حامض الكبريتيك H_2SO_4 الذي يسهم في تكوين المطر الحامضي Acid Rain والذي يهطل على سطح الأرض ويسبب العديد من المشكلات البيئية.

- وأيضاً يمكن ان ينتج غاز ثاني أوكسيد الكبريت من أكسدة الكبريت من مركباته بفعل بكتريا الكبريت Thiobacillusذاتية التغذية الكيميائية.
- أما مصدر غاز كبريتيد الهيدروجين الذي يصل الى الغلاف الجوي فهو التحلل اللاهوائي للمركبات العضوية المحتوية على الكبريت .وغاز كبريتيد الهيدروجين واحد من ملوثات الجو وهو غاز سام وله رائحة كريهة.
- قد يصل غاز ثاني أوكسيد الكبريت وكبريتيد الهيدروجين الى الغلاف الجوي عن طريق البراكين


SO_2 from combustion of fossil fuels
(SO_4^{2-}) Sulfates in atmosphere
SO_2
Sulfur in living organisms (S^{2-})
Acid precipitation
Dimethyl sulfide from plankton
Mining
Sulfates in soil (SO_4^{2-})
H_2S
Sulfates in water (SO_4^{2-})
Seafloor vent
Sulfur in fossil fuels



الشكل 5.3: دورة الكبريت في الطبيعة

Lecture four

Minerals & Rocks

تعريف المعادن والصخور

- المعادن والصخور مواد الأرض الأولية التي تحمل تاريخها معها. تاريخ تكونها والظروف الفيزيائية والكيميائية التي صاحبت هذا التكون.

المعدن هو أي مادة طبيعية وغير عضوية له خصائص فيزيائية وكيميائية ثابتة.

تتكون **الصخور** من مجموعة من المعادن او من معدن واحد .

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمعادن هي التي تحدد الخصائص العامة للصخور المكونة لها.

يتكون كل معدن من عنصر طبيعي واحد أو عدة عناصر . تترتب هذه العناصر (سواء مفردة أو مركبات) بشكل هندسي منتظم يعرف بالبلورات.

- الغالبية العظمى من المعادن توجد في القشرة الارضية في حالة متبلورة crystalline ويوجد عدد قليل منها في حالة كتلية غير متبلورة Amorphous

- في الحالة الاولى نجد جزيئات وذرات العناصر مرتبة بنظام خاص ومحدد يتباين من معدن الى اخر
- بينما ينعدم وجود الترتيب المنظم للجزيئات و الذرات في الحالة الثانية
- الاختلاف في التركيب الذري الداخلي للأجسام البلورية وغير البلورية يؤدي الى التباين في خصائصها الطبيعية كدرجة توصيلها للحرارة والصلابة وغيرها من الخواص الفيزيائية .

الخواص الطبيعية للمعادن:

A- الخواص البصرية :

1. اللون color: ثابتة اللون – متغيرة اللون

يختلف لون المعدن حينما يكون في شكل جسم صلب عن لونه عندما يكون مسحوق . يعتمد اللون على التركيب الكيميائي الاصلي وعلى نظام الايونات والذرات في البلورة وعلى ما يحتويه من شوائب كيميائية قد تغير من لونه وان كانت لا تؤثر في خصائصه الاخرى

2. المخدش Streak: لون مسحوق المعدن ويعتبر اللون الحقيقي للمعدن

مثال عليه معدن البايرايت لونه اصفر ذهبي الا ان مخدشه اسود مخضر

3. الشفافية Transparency : تتوقف شفافية المعدن على مقدرته على تمرير اشعة الضوء من خلاله, وتصنف المعادن حسب شفافيتها :

المعادن الشفافة : كالبلور الصخري وهو انقى انواع الكوارتز،

معادن شبه شفافة: تسمح بنفاذ جزء من الضوء مثل معدن الكالسدوني والجبس والاوبال .

معادن معتمة : غير شفافة في حالتها الكتلية ولكنها تسمح بنفاذ الضوء خلال شريحة رقيقة منها كالفلدسبار واغلب معادن الكاربونات.

4 البريقLuster : قدرة المعدن على عكس الأشعة الضوئية الساقطة عليه وتنقسم المعادن الى مجموعتين :

بريق فلزي: عندما ينعكس الضوء على سطوح هذه المعادن فأنها تبدو بالبريق العادي للفلز كالذهب والفضة والكبريتيدات

اما المجموعة الثانية فهي اكبر من الاولى

البريق اللافلزي: ويمكن تصنيف بريق المعادن فيها الى :

- بريق ماسي ذات اكبر معامل انكسار للضوء فيها ذات بريق شديد باهر بعض المعادن الشفافة تتصف بها.
- بريق زجاجي : يمثل بريق سطح الزجاج مثل (الكوارتز) والكالسايت والهالايت.
- بريق لؤلؤي: مثل معدن المايكا و(التالك).
- بريق حريري: تتميز المعادن ذات النسيج الليفي كمعدن (الاسبستوس،الجبس الليفي).
- بريق دهني: حيث يبدو المعدن مغطى بطبقة من الدهن كعنصر الكبريت
- بريق ترابي او مطفي :وهي صفة للمعادن التي لا تعكس الضوء كالبوكسايت.

B- الخواص التماسكية:

- الصلابة: هي المقاومة التي يبديها المعدن لتاثير العوامل الميكانيكية كالتاكل او التحطيم او الخدش . ويمكن تعيين صلابة المعدن باستخدام مقياس موهو للصلابة:
- تالك(1)، جبس(2)، كالسايت(3)، فلورايت(4)، آباتيت(5)، اورثوكليز(6)، كوارتز(7)، توباز(8)، كورندم(9)، الماس(10).
- الانفصام (التشقق): قابلية المعدن للانفصام عند مستويات منتظمة(مستويات الانفصام) و متوازية عند طرقها طرقا خفيفا، و تقسم الى انفصام واضح في اتجاه أو اكثر, و انفصام غير واضح.

المكسر: شكل سطح المعدن عند كسره صناعيا في اتجاهات غير تلك التي ينفصم عندها

قوة الطرق و السحب: امكانية تشكيل المعدن

الوزن النوعي: يمكن تحديده معمليا وتتميز المعادن الى خفيفة بوزن نوعي 2.5 , ومتوسطة 3.5 , الى ثقيلة اكثر من 4.5

3- الخواص الحسية: الرائحة، المذاق، الملمس

4- خواص أخرى:

- الاشعاع الذري
- المغناطيسية
- الكهربائية
- درجة حرارة الانصهار

التصنيف الكيميائي للمعادن

- يوجد في القشرة الارضية نحو 2000 الى 4000 معدن, تدخل في تكوين اغلب الصخور ولمعرفة وتشخيص المعادن بعضها عن بعض يجب دراسة خواصها الكيميائية والفيزيائية .
- ويمكن تصنيف المعادن حسب تركيبها الكيميائي الى عدة مجاميع متشابهة هي:
- 1-**الاكاسيدOxides** /تمثل مجموعة الاكاسيد معادن كثيرة ذات قيمة اقتصادية مثل الكوارتزSio2 والهيماتايت Fe2O3

- 2. المعادن العنصرية Native elements (الفلزية والافلزية) / حيث تمثل المعادن التي تكون بحالتها العنصرية الحرة مثل الذهب والكبريت والماس والكرافيت.
- 3. الكبريتيدات Sulphides /تعتبر من اهم المجموعات اذ تضم الخامات المعدنية مثل البايرايت FeS2 والكالينا PbS
- 4. الكبريتات Sulphates وتتكون من اتحاد مجموعة الكبريتات So4 مع العناصر مثل معدن الجبسCaSo4.2H2O والانهايدرايت CaSo4
- 5. الهاليدات Halides / تتميز هذه المعادن بسيادة الهالوجينات ذات الشحنة السالبة مثلCL,Br,F,I مثل معدن الهالايت NaCL
- 6. الكاربونات Carbonate /تتكون هذه المعادن من اتحاد مجموعة الكاربونات بالعناصر الاخرى مثل الكالسايت CaCo3
- 7. الفوسفات Phosphates / تحتوي معادن الفوسفات على ايون الفوسفات PO4 كوحدة بنائية اساسية مثل معدن الاباتايت Ca2(FCL)(PO4)3
- 8. السيليكات Silicates /وهي من اكثر المعادن انتشارا في القشرة الارضية حيث تؤلف 90% من معادنها وتشمل معادن الفلسبار
-

نشأة المعادن

تتكون المعادن في الطبيعة نتيجة للعمليات التالية :

1- النشاط الناري

- التبلور من السائل الصهاري
- التبلور من المحاليل الحارة

2- عمليات الترسيب

- التبلور من المركبات الملحية لمياه البحار و المحيطات
- تكون بعض المعادن في صورة خامات معدنية رسوبية المنشأ.

3- عمليات التحول

- تكون معادن جديدة بتأثير عوامل التحول مثل الكرافيت(من الفحم)
- التكون بتركيز الغازات قرب فوهات البراكين

- **المعادن وتأثيرها البيئي**
- بعض المعادن مثل الكالينا (PbS) و البيريت (FeS2) وجودهما غير مستحب لأنهما مرتبطان ارتباطا وثيقا بتكون التحلل البيئي الذي ينشأ عندما تبنى الأنفاق والطرق والمناجم في المناطق التي تحتوي صخورها على الفحم الطبيعي. وذلك لأن صخور الفحم تحتوي على معادن الكبريتيدات التي من أهمها البـايرايت.
- فعند تعرض هذه المعادن للأكسدة تنتج مركبات كيميائية جديدة تعرف بهيدروكسيدات الحديد (الليمونايت) وحمض الكبريتيك الذي يؤدي إلى التآكل السريع للصخور ورفع حامضية الماء والمياه الجوفية والهواء في المناجم مما يؤدي إلى أمراض الجهاز التنفسي والأمراض الجلدية للمنجمين والعاملين في المناجم. فضلا عن الامطار الحامضية.

Rocks الصخور

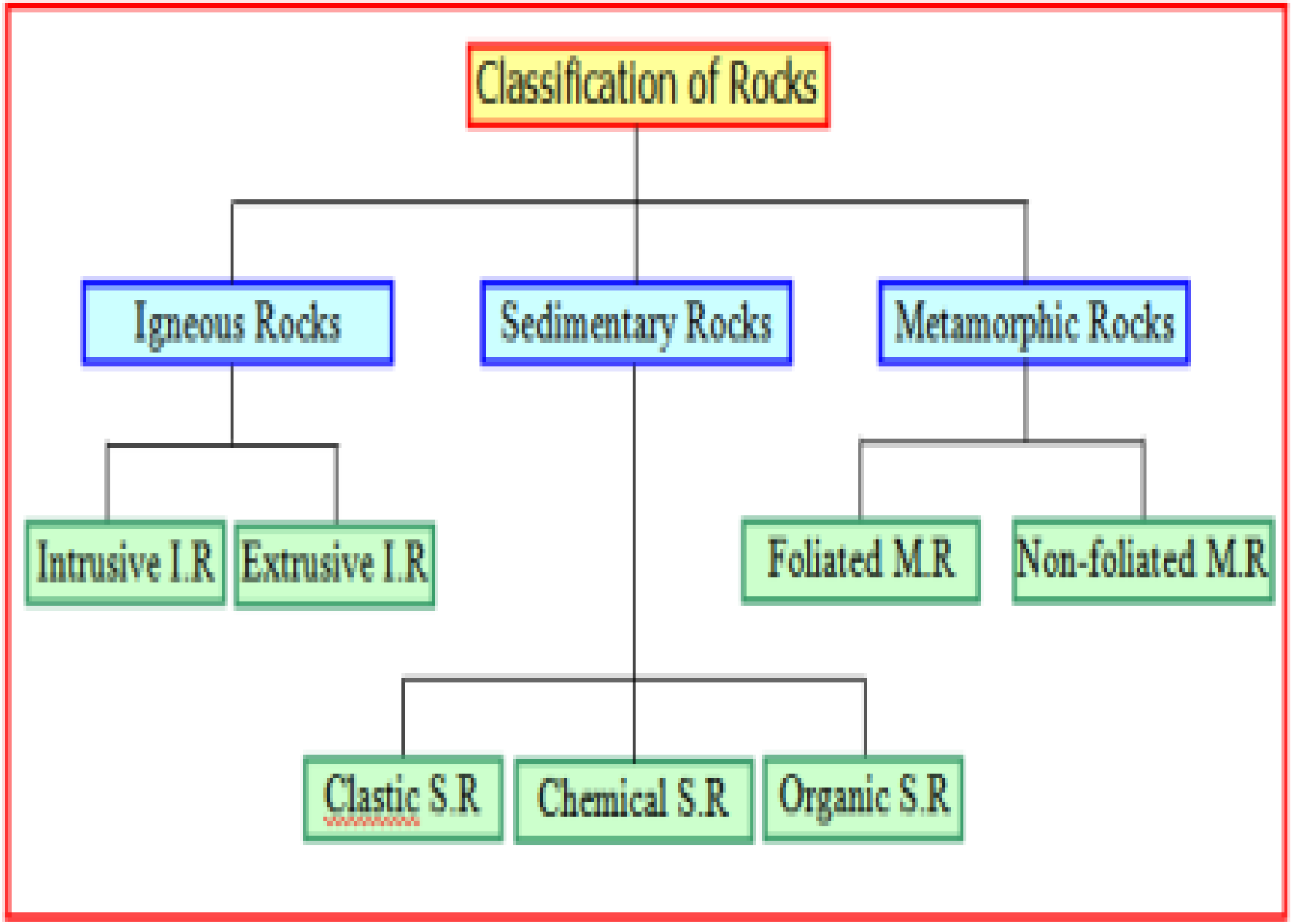
.

1. Igneous Rocks
2. Sedimentary Rocks
3. Metamorphic Rocks

الصخور النارية
Igneous Rocks

- الصخور النارية وتسمى ايضاً الصخور الأم او الصخور الاولية لانها اول انواع الصخورالتي تكونت على سطح الارض بعد تصلبها, وتعرف على انها تلك الصخور التي تتولد من تصلب الصهارة الصخرية داخل او خارج جسم الارض.
- ويقصد بالصهارة المنصهر او العجينة الصخرية المعقدة التركيب المؤلفة اساسا من معادن سيلكاتية بهيئة سائلة الى جانب كميات لا باس بها من بخار الماء والمواد المتطايرة. وعليه وحسب مكان التبلور تقسم الصخور النارية الى:

1. الصخور الجوفية العميقة
2. والصخور الجوفية متوسطة العمق
3. والصخور السطحية او البركانية.


Classification of Rocks
Igneous Rocks
Sedimentary Rocks
Metamorphic Rocks
Intrusive I.R
Extrusive I.R
Foliated M.R
Non-foliated M.R
Clastic S.R
Chemical S.R
Organic S.R

© geology.com

alamy
Alamy B8GXC5

Use your browser's "back" button to return to the data page.

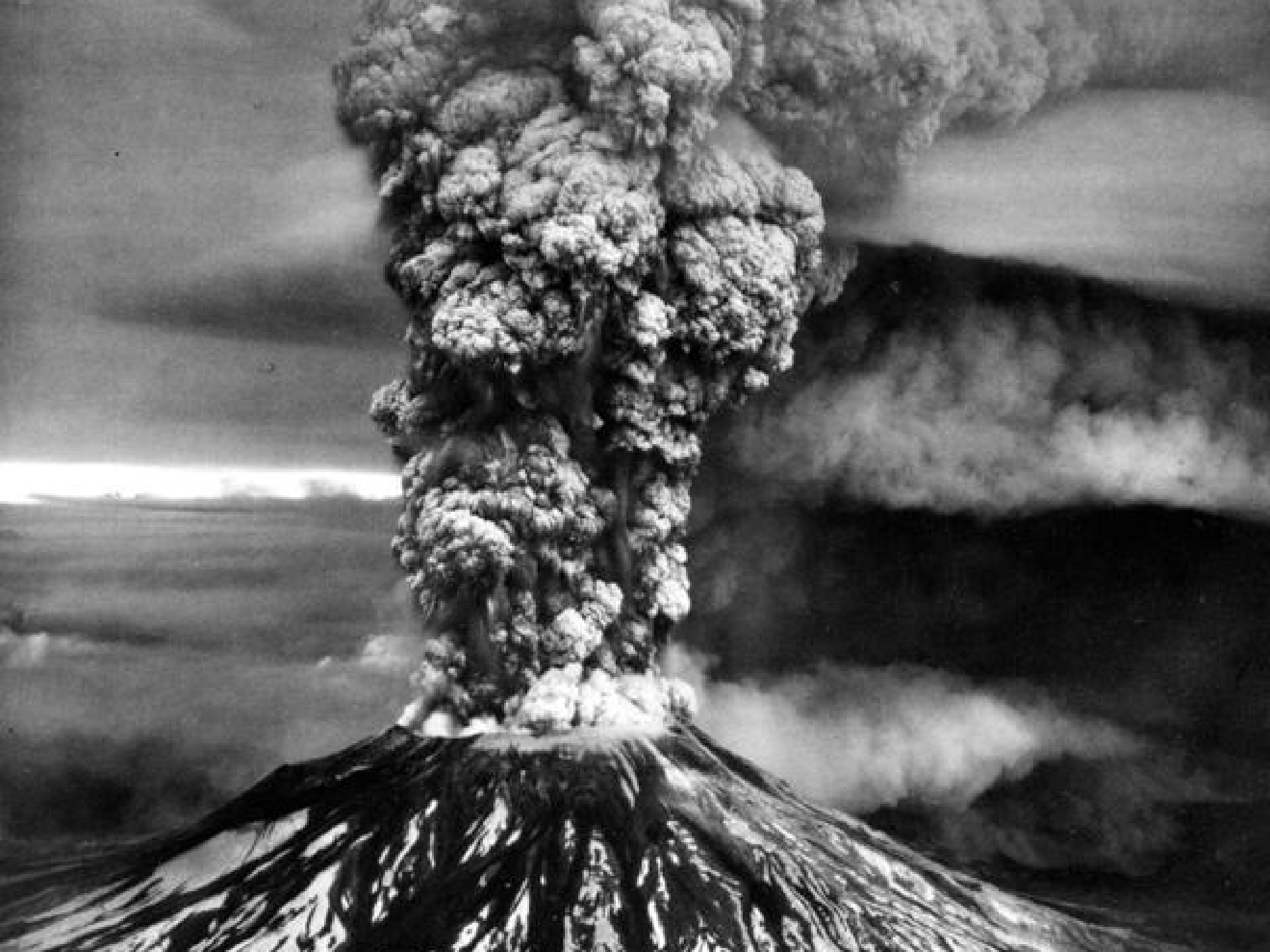
الصخور النارية:

وهي تنشأ من تصلب مادة سلكاتية ذائبة تعرف بالصهير Magma)). وعند خروج الصهير إلى سطح الأرض فانه يعرف بالحمم(lava). وكلمة Igneous) من أصل لاتينيIgnis)) وتعني نار Fire)).

تقسم الصخور النارية بصورة رئيسة إلى نوعين اعتماداً على العمق الذي تتكون فيه الصخور والذي يعكس بدوره حجم البلورات المعدنية المكونة للصخرة النارية، هذين النوعين هما: الصخور النارية الجوفية والصخور النارية الخارجية.

الصخور النارية والبيئة

- تحيط بالبيئة التي نعيش فيها كثير من الملوثات، سواء أكانت ملوثات يمكن أن نراها أو نلمسها، وملوثات أخرى لا يمكن رؤيتها أو لمسها أو حتى معرفتها وقياسها بسهولة، ومن هذه الملوثات المشعة **غاز الرادون**.
- ويحتل هذا الغاز المركز الثاني بعد التدخين كمسبب لسرطان الرئة في الولايات المتحدة. ويوجد غاز الرادون في كثير من المواد التي تحيط بنا مثل التربة والمياه والصخور. وهو غاز عديم اللون والطعم والرائحة، وهو خامل كيميائيا، أي أنه لا يتحد أو يتفاعل مع أي عناصر أو مركبات في الطبيعة.
- ويتركز هذا الغاز بشكل كبير في صخور الجرانيت وبعض الصخور النارية التي تستخدم في بناء المنازل والشقق والمكاتب على شكل أرضيات أو قواطع جدارية.
- وينتقل غاز الرادون خلال الصخور والتربة إلى الهواء، ويمكن أن ينتقل بسهولة إلى بيئة الانسان .



الصخور الرسوبية:

وهي تنشأ من تماسك الرواسب (Sediments)المفككة التي تتكون نتيجة لعمليات التعرية (التفتيت والنقل) والترسيب، سواء كانت رواسب فتاتية أو كيميائية أو عضوية. هذه العمليات تتكون بسبب نشاط الرياح والمياه والجليديات. تقسم الصخور الرسوبية اعتماداً على نوعية الرواسب المكونة للصخرة إلى ثلاث أنواع هي: الصخور الرسوبية الفتاتية، والصخور الرسوبية الكيميائية، والصخور الرسوبية العضوية.

الصخور الرسوبية Sedimentary Rock

تنشأالصخور الرسوبية من ترسيب المواد المفتتة أو الذائبة في الماء والتي تنتج من تعرض الصخور المختلفة لعوامل التجوية وتؤدي التعرية الطبيعية الى التفتت المكانيكي للصخور.

الخصائص العامة للصخور الرسوبية:

1. صخور هشة
2. الطبقات
3. وجود حفريات
4. تتكون من حبيبات مستديرة او من بلورات معدنية تحوي كثير من الخامات المعدنية
5. ألوان فاتحة , ولها تراكيب خاصة :علامات النيم، شقوق الطين

الصخور الرسوبية الفتاتية:

تتكون نتيجة لتصلب الفتات الصخري والقطع المعدنية التي تتفتت نتيجة للعمليات الجوية وتنقل وتترسب ومن ثم تتصلب.

الصخور الرسوبية الكيميائية:

تتكون نتيجة لتصلب الرواسب الناتجة من المحاليل المائية المشبعة، والذي يحصل كنتيجة لبعض التفاعلات اللاعضوية في المياه.

الصخور الرسوبية العضوية:

تتكون من تجمع هياكل الكائنات البحرية أو بقايا النباتات وتماسكها، وهي عادة ما تكون مترافقة مع رواسب أخرى فتاتية أو كيميائية والتي تعمل كمادة لاحمة تربط قطع المواد العضوية مع بعضها مكونة الصخور الرسوبية العضوية، لذلك يعد هذا النوع من الصخور في بعض المصادر تابعاً لكل من النوعين السابقين.

© geology.com

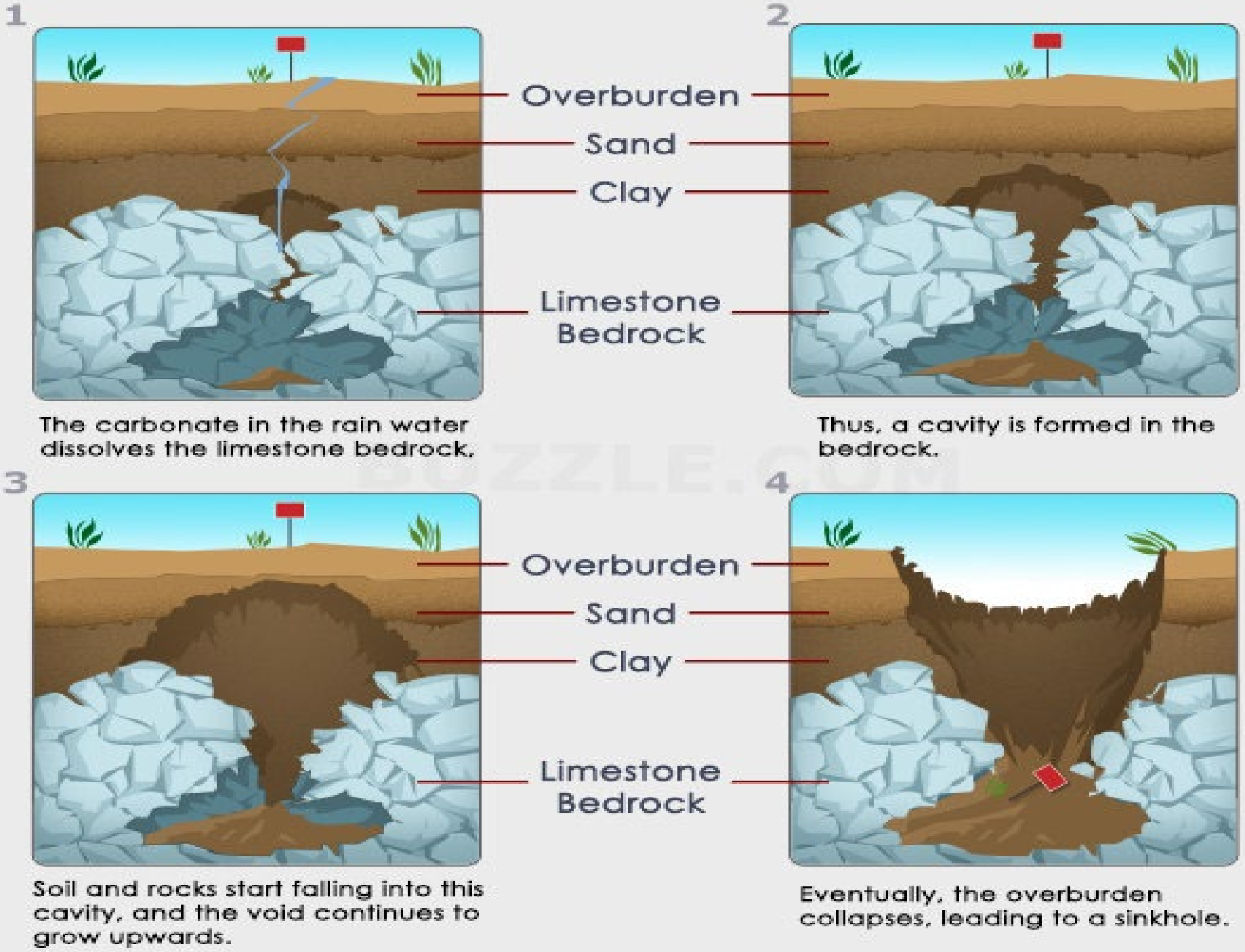
© Da

NASA

الصخور الرسوبية والبيئة

1. بعضها يشكل خطرا بيئيا، خاصة إذا كانت الأرض التي تبنى عليها المساكن تحتوي على طبقات مفككة أو سهلة الحركة مما يؤدي إلى تكون انهيارات أرضية.
2. إذا كانت تحتوي على طبقات من الجير أو الدولومايت والمياه الجوفية الحمضية تتكون ما يعرف بالحفر البالوعية وتتكون أيضا انهيارات أرضية.
3. إذا كانت تحتوي على طبقات طينية (بإمكان الطين امتصاص كميات كبيرة من الماء وثم تمدده مما يؤدي إلى تكون تصدعات للمنازل وانهيارات أرضية على المرتفعات والطرق الجبلية.
4. الرواسب المفككة تؤدي إلى تكون انهيارات تعرف بالجريان أو السيول الطينية الجارفة خاصة على المناطق المحيطة بالجبال الجرداء والجبال البركانية بعد الأمطار الغزيرة.

Photo courtesy of Doug Gouzie, 2006


1
Overburden
Sand
Clay
Limestone Bedrock
The carbonate in the rain water dissolves the limestone bedrock.
2
Thus, a cavity is formed in the bedrock.
3
Overburden
Sand
Clay
Limestone Bedrock
Soil and rocks start falling into this cavity, and the void continues to grow upwards.
4
Eventually, the overburden collapses, leading to a sinkhole.
© Buzzle.com

الصخور المتحولة metamorphism rocks

الصخور المتحولة هي الصخور الناتجة عن تحول الصخور المختلفة بسبب تغير الظروف المحيطة بها، وهي تعد احد الأنواع الصخرية الرئيسة المشكلة للأرض فضلا عن الصخور النارية والرسوبية.

- عمليات التحول هي التي تجري على أعماق تحت نطاق عمليات التجوية والتعرية وبصورة عامة إلى أعماق أكثر من(1كم).

الصخور المتحولة

- عمليات التحول غالبا ما يصاحبها تغير في التركيب المعدني للصخر الأصلي، وهذا التغير يتمثل بعمليتين رئيستين وهما إعادة تبلور(Recrystallization)لمعادن الصخر الأصلي حيث يحصل نمو حجمي لهذه المعادن.
- أو تبلور لمعادن جديدة (Crystallization) لم تكن موجودة في الصخر الأصلي والتي تكون مستقرة تحت الظروف الفيزيائية والكيميائية الجديدة المحيطة بالصخور.

الصخور المتحولة والبيئة

أخطر الصخور هي التي تحتوي على الأنسجة المتصفحة فهي تعتبر خطرة بيئيا لأن التصفح عبارة عن خطوط ومستويات ضعف في الصخور المتحولة. فإذا بنيت المنازل أو السدود على صخور تحتوي على تصفح يجب الأخذ بعين الاعتبار اتجاه هذه المستويات لأن الماء بإمكانه التغلغل من خلالها والتأثير على المساكن أو السدود أو الطرقات الجبلية

www.ecosystema.

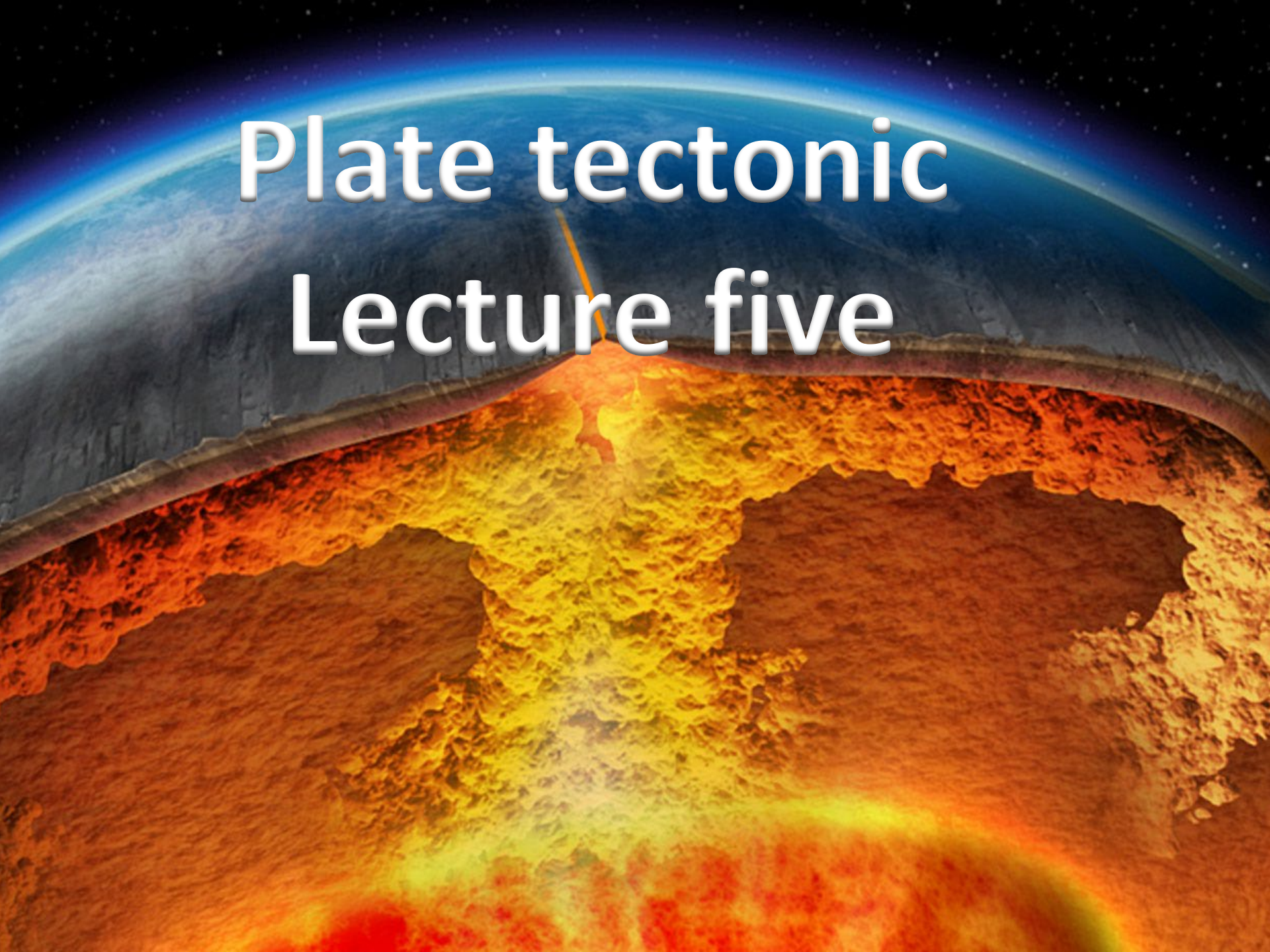


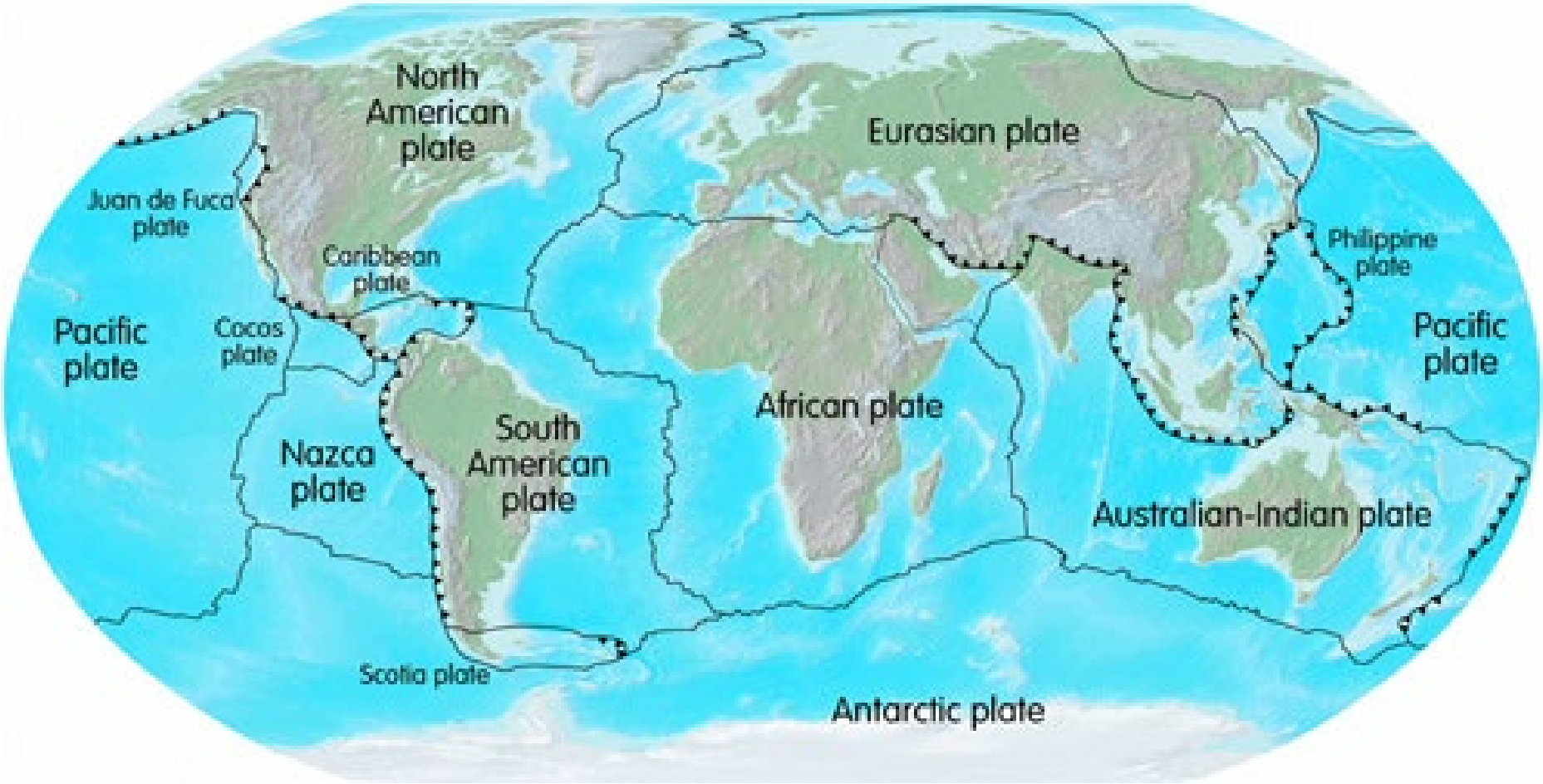
Plate tectonic
Lecture five

- نظرية الاطباق التكتونية plate tectonics theory كانت عبارة عن مجموعة من الاراء والافكار جاءت لتفسر الكثير من الظواهر الجيولوجية السطحية وتحت السطحية ، وهي تعتبر النظرية الاكثر قبولا في الاوساط العلمية ومن خلالها يمكن تفسير الظواهر الطبيعية مثل توزيع الجبال والمحيطات والجزر القوسية والزلازل والبراكين وغيرها

فكرة نظرية الأطباق

- تنص نظرية الأطباق التكتونية على أن القشرة الأرضية هي ليست كتلة واحدة متصلة مع بعضها، بل هي عبارة عن مجموعة من الكتل الصخرية المحطمة التي تشبه مجموعة من الأطباق المقلوبة الموضوعة على سطح كرة، وميزة هذه الأطباق أنها متحركة وليست ثابتة.

- تُقسم القشرة الأرضية في وقتنا الحالي وفق هذه النظرية إلى عدد من الأطباق Plates المتفاوتة الأبعاد، وهي سبعة أطباق رئيسة وعدد من الأطباق الثانوية الصغيرة، ولما كانت هذه الأطباق في حالة حركة مستمرة فهي في حالة تغير مستمر في الشكل والحجم إذ أنها تتحرك بمعدلات سرعة مختلفة في المقدار والاتجاه .

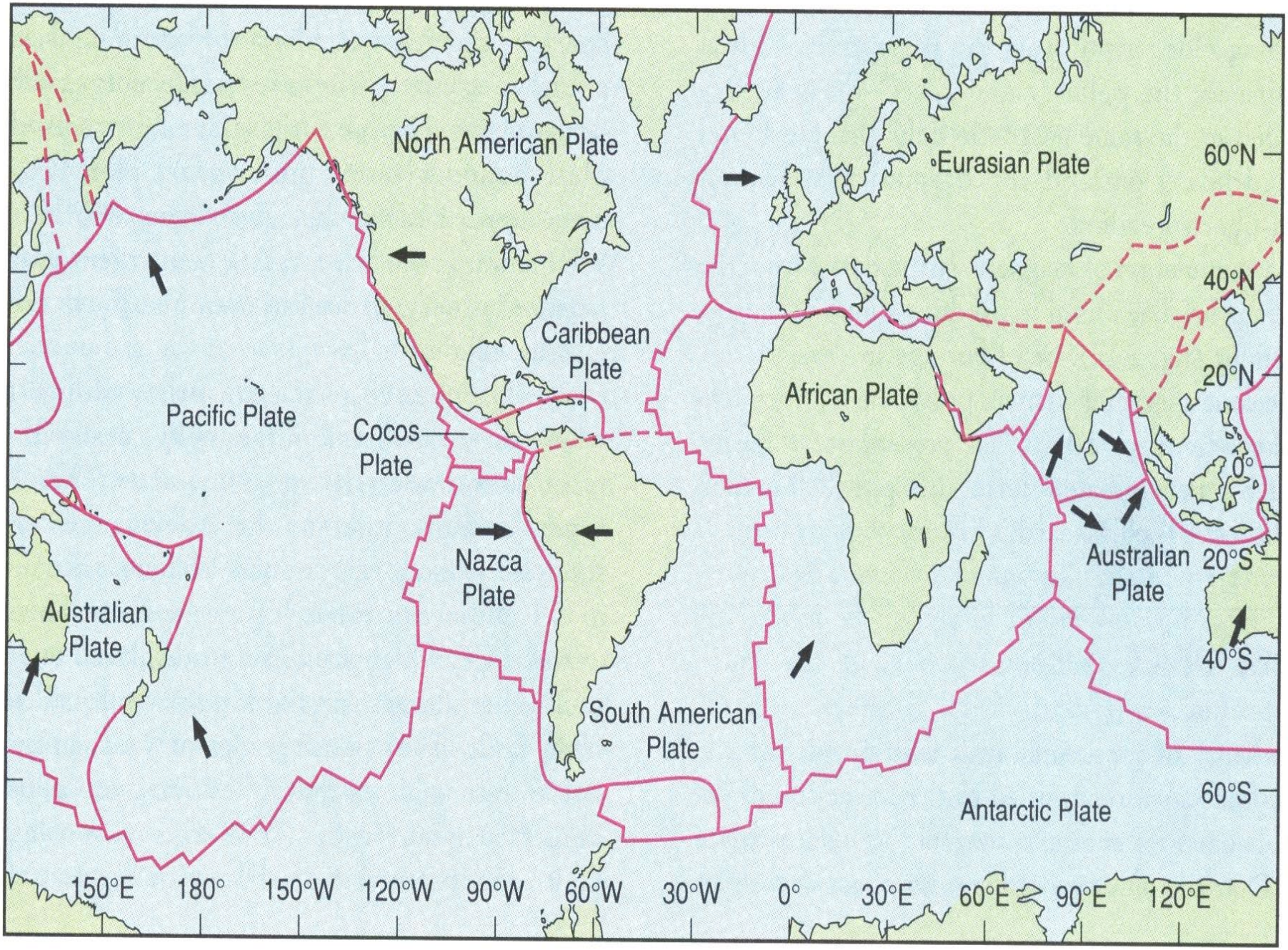

North American plate
Eurasian plate
Juan de Fuca plate
Caribbean plate
Philippine plate
Pacific plate
Cocos plate
Pacific plate
African plate
South American plate
Nazca plate
Australian-Indian plate
Scotia plate
Antarctic plate

- **الأطباق الرئيسة هي :**

1. الطبق الهادي Pacific Plate
2. طبق أوراسيا Eurasian Plate
3. طبق أمريكا الشمالية North American Plate
4. طبق أمريكا الجنوبية South American Plate
5. الطبق الأفريقي African Plate
6. الطبق الهندي- الاسترالي Indian-Australian Plate
7. طبق القارة القطبية الجنوبية Antarctic Plate

- الأطباق الثانوية هي :

1. طبق الفلبين Philippine plate
2. الطبق العربي Arabian Plate
3. الطبق الكاريبي Caribbean plate
4. طبق نازكا Nazca Plate
5. طبق القوقاز Cocas Plate
6. الطبق التركي Turkish Plate
7. طبق سيناء Sinai Plate
8. وعدد آخر من الأطباق التي لم تحدد أبعادها بدقة حتى الآن


North American Plate
Eurasian Plate
Caribbean Plate
Pacific Plate
Cocos Plate
African Plate
Nazca Plate
Australian Plate
Australian Plate
South American Plate
Antarctic Plate
60°N
40°N
20°N
0°
20°S
40°S
60°S
150°E
180°
150°W
120°W
90°W
60°W
30°W
0°
30°E
60°E
90°E
120°E

- **تأثير الاجهادات على حركة الصفائح القارية**
- بسبب طفو الصفائح القارية فوق طبقة الاستثينوسفير شبه المائعة , والمتحركة فسوف تتعرض هذه الصفائح نتيجه للحركة الى تاثيرات قوى تسمى بالجهد stress والذي يعرف بأنه القوة التي تؤثر على الجسم الصلب او الصخور وقد يكون الجهد Compressive stress انضغاطي او بمعنى كبس و Tensile stress اي اجهاد الشد نتيجه لسحب الجسم و Shearing stress اللذي يؤثر على حركة الجسم في اتجاهات مختلفة او باتجاهين مختلفين او حركة الجسمين الواحد نسبتا الى الاخر .

- اما ال Strain هو التشوه الناتج من الجهد وممكن ان يكون مؤقت او دائمي بالاعتماد على قوة ال stress المؤثرة على الصخور ومدى مقاومه المادة المكونه للجهد . ونتيجة لهذه الاجهادات فان الصخور تمر بثلاث حالات:
- **حالة التشوه المرن Elastic deformation** :
- ويحدث عندما تغير القوى من شكل الصخور انيا اثناء تاثيرها وتعود الصخور الى حالتها الاولى عند زوال القوى المؤثرة ولا يرافق هذه الحالة اي تركيب جيولوجي جديد

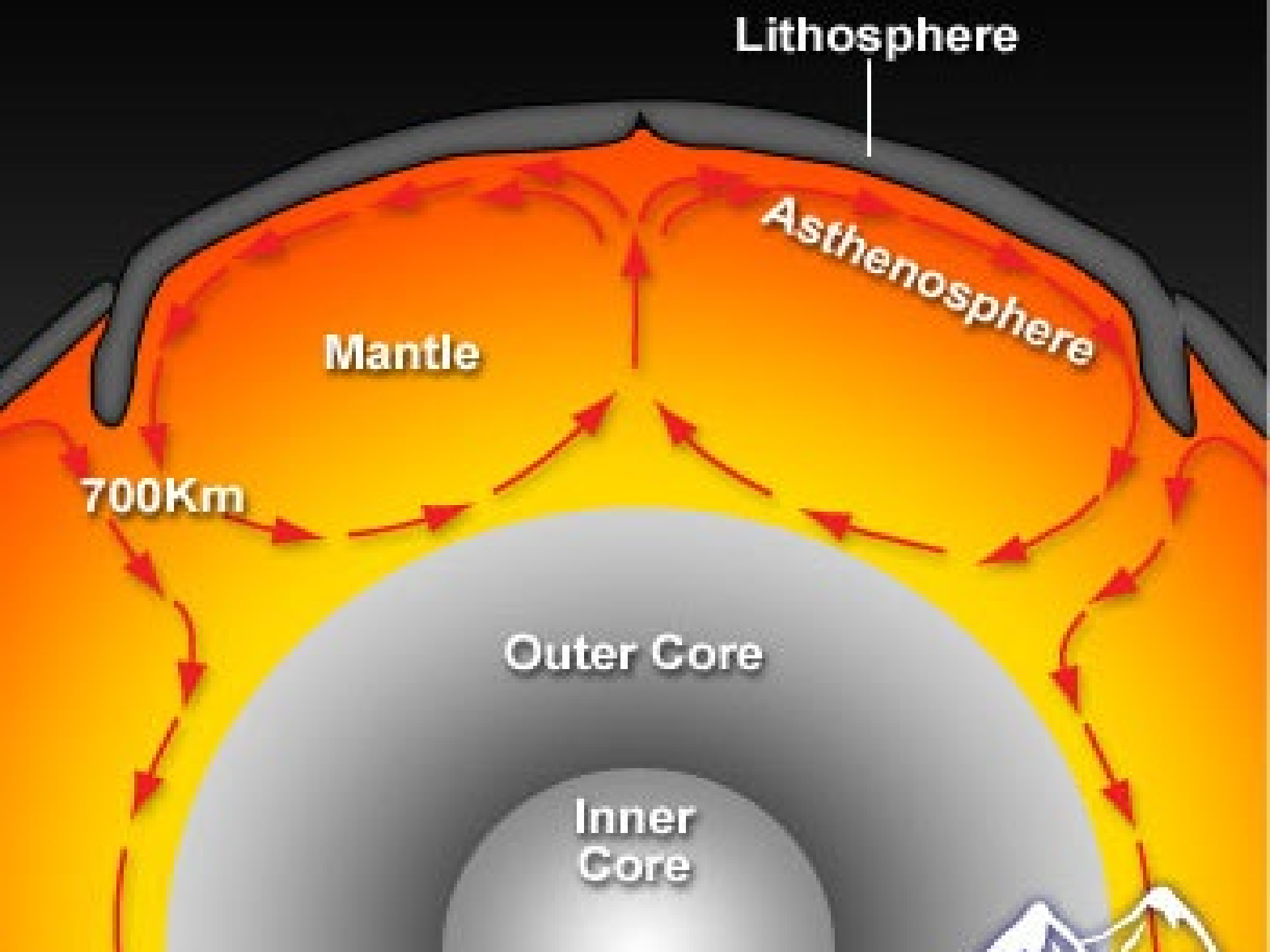
- **حالة التشوه اللدن plastic deformation** :

عندما يستمر تاثير القوى على الصخور ويصل الى حد elastic limit اي تتجاوز القوى تاثيرات حد المرونه فتصل الى طور التشوه اللدن . فعندما تؤثر القوة في الصخور فانها تغير من شكلها وتؤدي الى حدوث تراكيب جيولوجيه جديدة ، وتبقى هذه التراكيب بغياب او زوال القوى المؤثرة ، وهذه التراكيب الجديدة هي تراكيب ثانويه مثال عليها الطيات .

- **حالة التشوه بالكسر rupture deformation** :

يحدث عندما يكون تاثير القوى كبيرا جدا وعلى نحو لا تتحرك الصخور فيه فتتشوه بالكسر ، ويرافق ذلك حدوث تراكيب جيولوجية جديدة هي الصدوع او الفوالق .

- حصول حالات التشويه الثلاثه على الصخور يصاحبها تاثير العوامل الفيزيائيه مثل الحرارة والضغط المحصور confining pressure والخواص الداخلية للصخرة intrinsic characteristics ومدى استجابه مواد الصخور المختلفه للقوى حسب نوع الجهد المسلط عليها ، وعامل الزمن time من العوامل المؤثرة في حساب قوة وفترة تاثير الجهد وحصول التشويه .

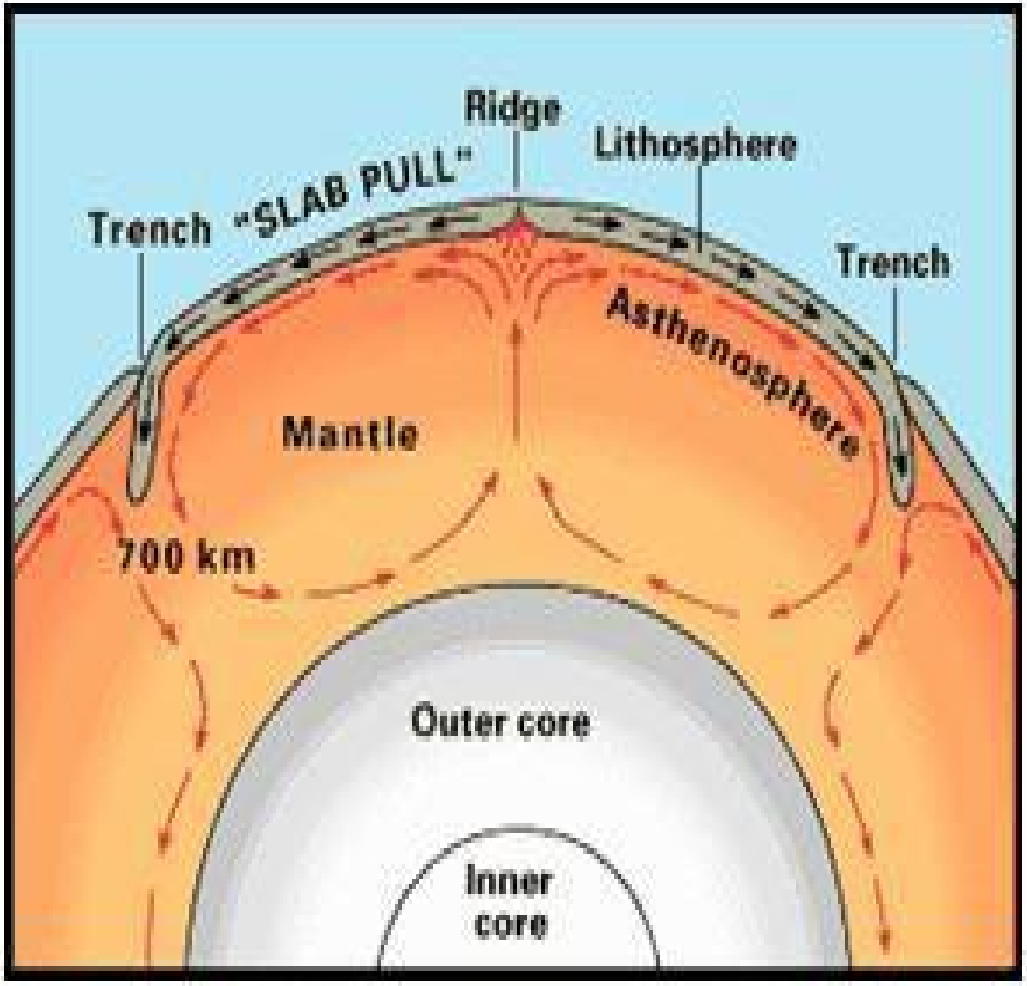

Lithosphere
Asthenosphere
Mantle
700Km
Outer Core
Inner
Core

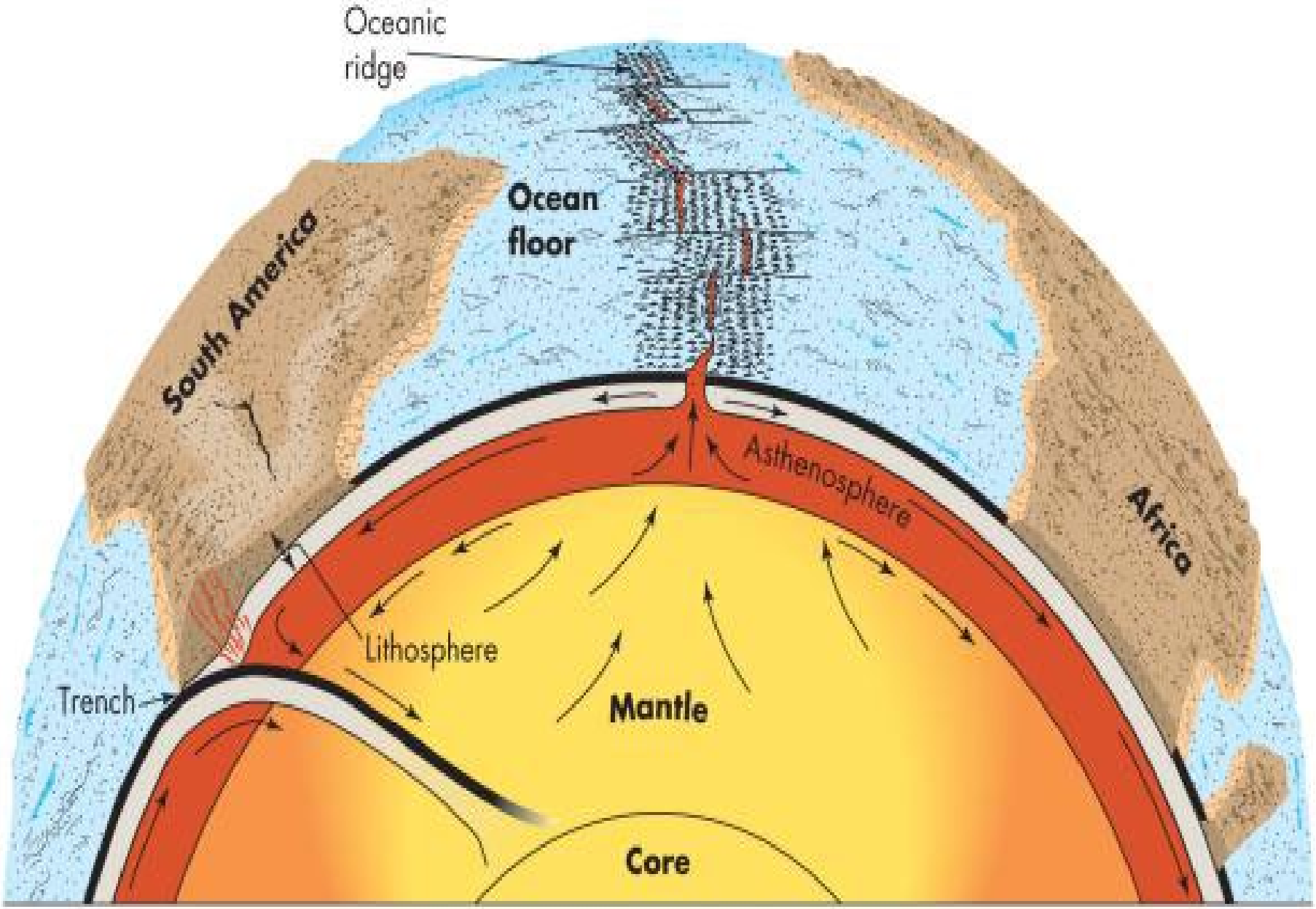
أسباب حركة الأطباق الأرضية

- افترض هاري هيس ان الغلاف الضعيف Asthenosphere يعاني من وجود تيارات حمل حراري Thermal Convection Currentsتشبه حركة الماء المغلي في دورق تعمل على تحريك الأطباق المكونة للغلاف الصخري، إذ أن المواد المنصهرة أو شبه المائعة الموجودة في طبقة الأستينوسفيرتصعد نحو الأعلى بمعدل (1 سم/سنة) نتيجة لارتفاع درجة حرارتها والذي يؤدي إلى زيادة حجمها وبالتالي نقصان في كثافتها.

- وإن سبب ارتفاع درجة حرارة الصهير يعود إلى الحرارة المتولدة من النشاطات الإشعاعية للمواد المشعة الموجودة في باطن الارض. وعند وصول الصهير بالقرب من الغلاف الصخري البارد تنخفض درجة حرارة الصهير لذلك فانه يتحرك جانبياً أسفل الغلاف الصخري حتى تنخفض درجة حرارته إلى حد يسمح له بزيادة كثافته وبالتالي هبوطه إلى الأسفل مرة أخرى.

- كل دورة من دورات تيارات الحمل هذه تسمى خلية حرارية Thermal Cell وهي التي تكون مسؤولة عن حركة الأطباق، إذ أن حركة الصهير نحو الجوانب تعمل على تحريك الأطباق الواقعة فوقها.
- عند حركة تيارات الحمل في خليتين متجاورتين باتجاهين متقابلين فان الطبقين الأرضيين سوف يتحركان نحو بعضهما، أما في حالة حركة تيارات الحمل في خليتين متجاورتين باتجاهين متباعدين فان ذلك يؤدي إلى تباعد الطبقين عن بعضهم.


Ridge
Lithosphere
Trench
"SLAB PULL"
Trench
Asthenosphere
Mantle
700 km
Outer core
Inner
core



Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tectonic movements relations with Ecology

- حركة الصفائح تؤدي إلى حركة القارات والمحيطات من شأنها أن تغير في البيئات الجيولوجية والجغرافية بسبب التغيرات في:
- مواقع خطوط الطول والعرض.
- إنشاء وإضافة موارد اقتصادية جديدة.
- تحديد المناطق والبيئات التي تتعرض الى الزلازل والبراكين، وخاصة تلك التي تقع على الحدود بين الصفائح التكتونية أو بجوارها.
- الدورة التكتونية من شأنها جلب الطاقة الحرارية والمواد والعناصر الجديدة إلى السطح وتدوير المواد القديمة إلى أعماق الجبة ، وخلق الحركات الارضية وتشوه القشرة.

انواع الحافات التكتونية

- سطح الأرض يعد وسطا نشطا جيولوجيا يعكس نشاط باطن الارض الذي يمثل بمثابة مولدا للحرارة الهائلة التي تعمل على التحرك بتيارات من باطن الارض إلى السطح الأكثر برودة.

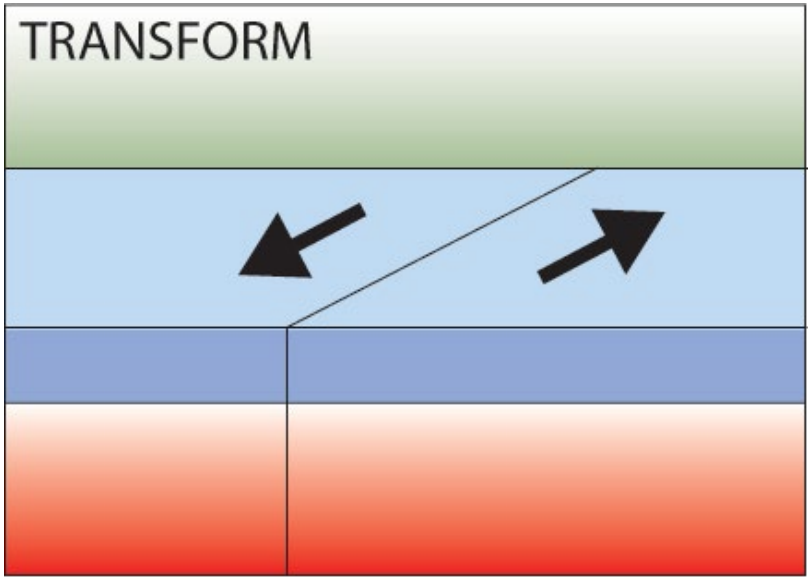
ان التوزيع العالمي للزلازل، وتشويه القشرة الأرضية يميل إلى التركز على طول الحدود الضيقة بين الصفائح. معظم السمات الرئيسية على سطح الأرض، مثل الجبال والبراكين، وأحواض المحيطات، قد نشأت نتيجة التفاعلات بين تلك الصفائح على طول حدودها الضيقة. ونورد هنا بعض التفاصيل الهامة عن ألانواع المختلفة من حدود الصفائح التكتونية ....

أمكن تمييز ثلاثة أنواع من حدود الصفائح اعتماداً على طبيعة حركة الصفائح بالنسبة إلى بعضها البعض. وهذه الأنواع هي :

الحافات الانتقالية (المحافظة)

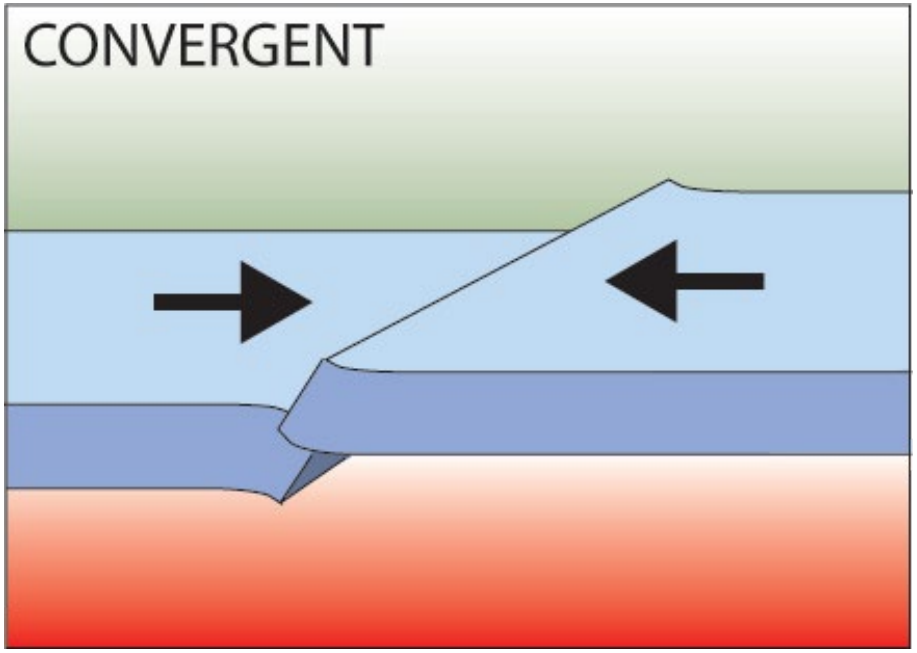
Transform (Conservative) Plate Boundaries:

Strike Slip Fault

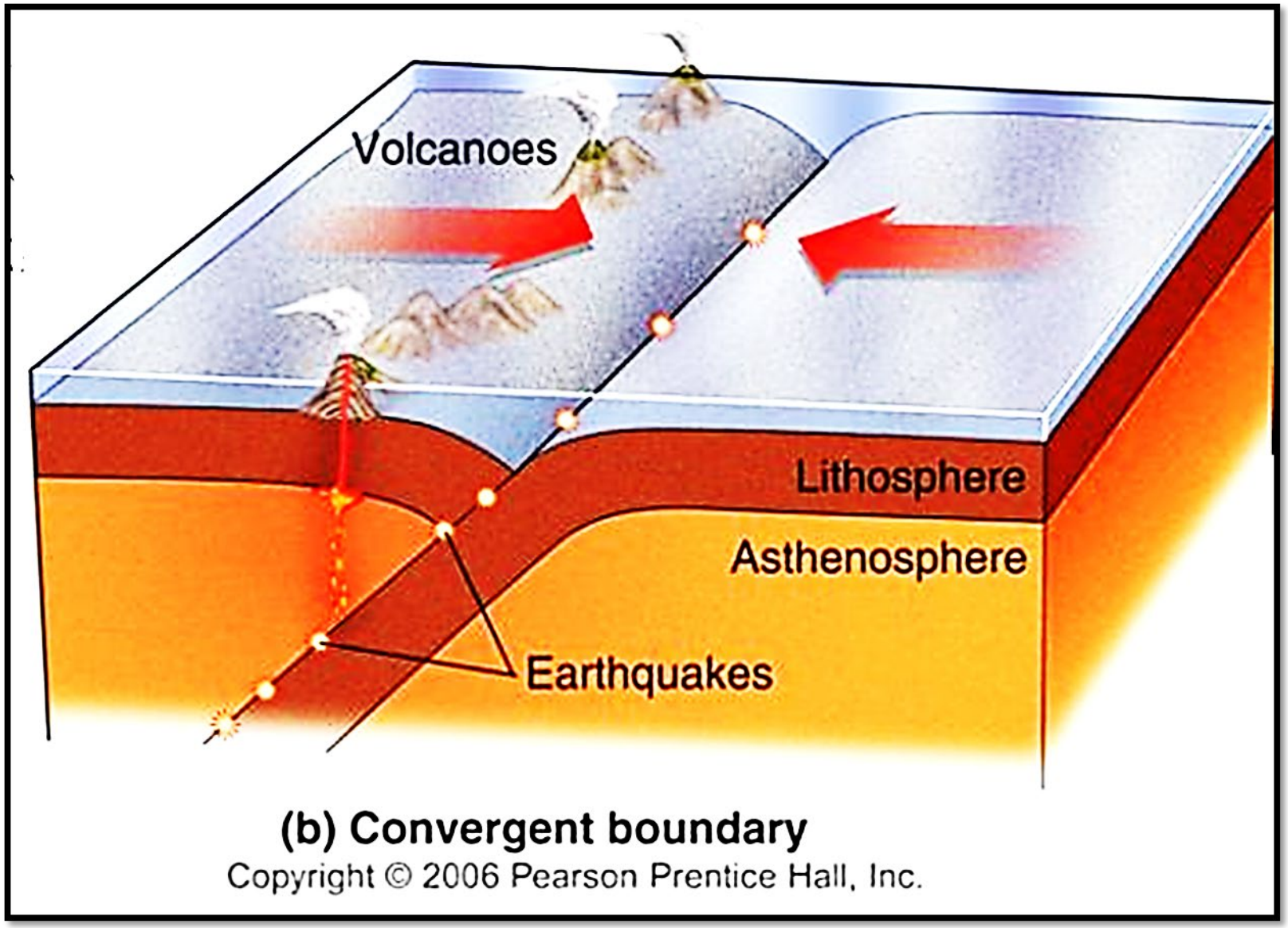


Convergent (Destructive) الحافات التصادمية (الهدامة) Plate Boundaries

تنشأ في مناطق تحرك طبقين متجاورين نحو بعضهما وينتج عن ذلك تكون نوعين من الانطقة هما نطاق الغوران subduction zone ونطاق التصادم collision zone، القوى السائدة في هذه الانطقة هي قوى الضغط compression forces

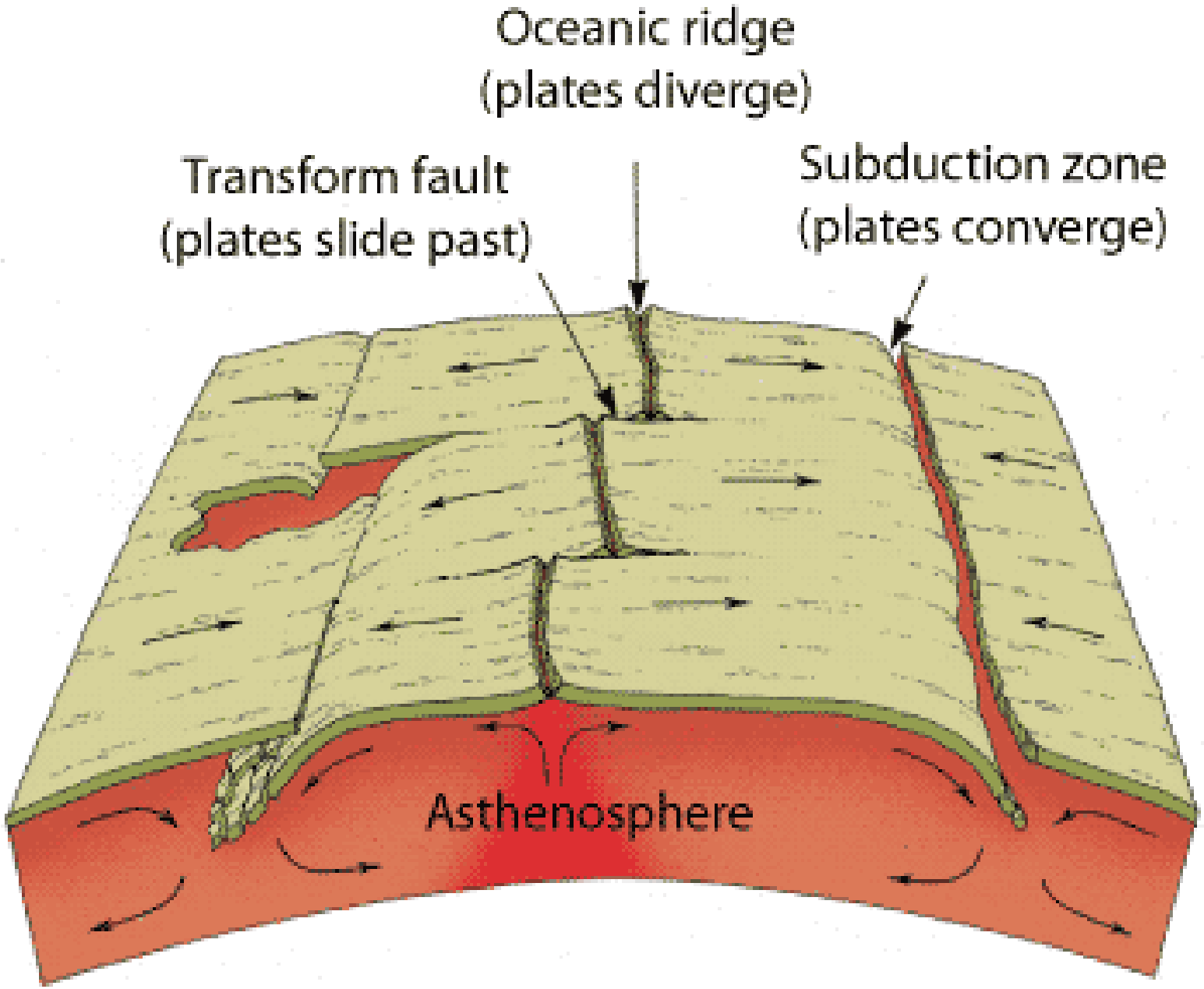


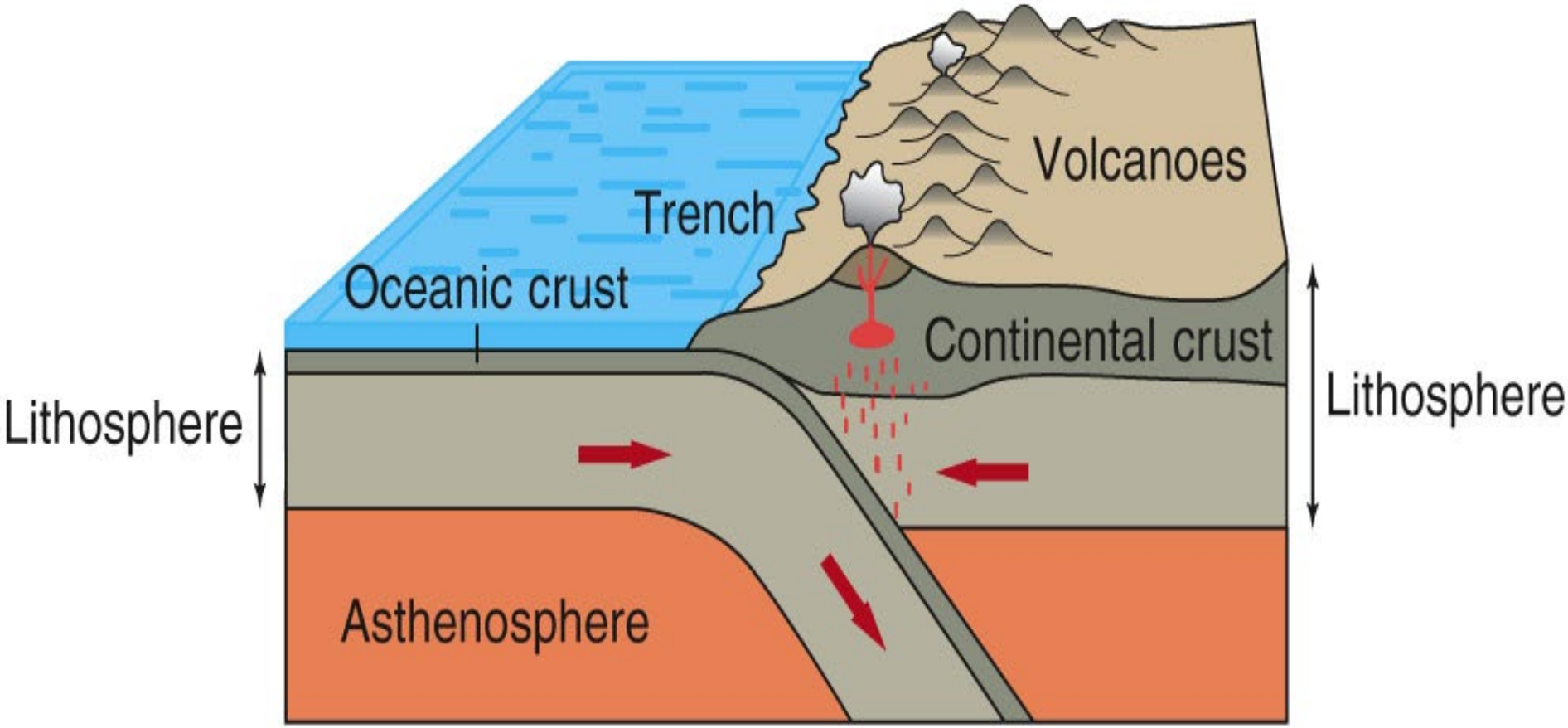
- في حافات الأطباق التقاربية ،تحديدا الغورانية منها يحدث فقدان في القشرة المحيطية نتيجة لغوران الطبق المحيطي اسفل طبق محيطي او قاري وذوبانه في الغلاف الواهن الأستينوسفير ، لذلك يطلق على هذا النوع من حركة الاطباق بالحركة الهدامة Destructive .



(b) Convergent boundary

Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

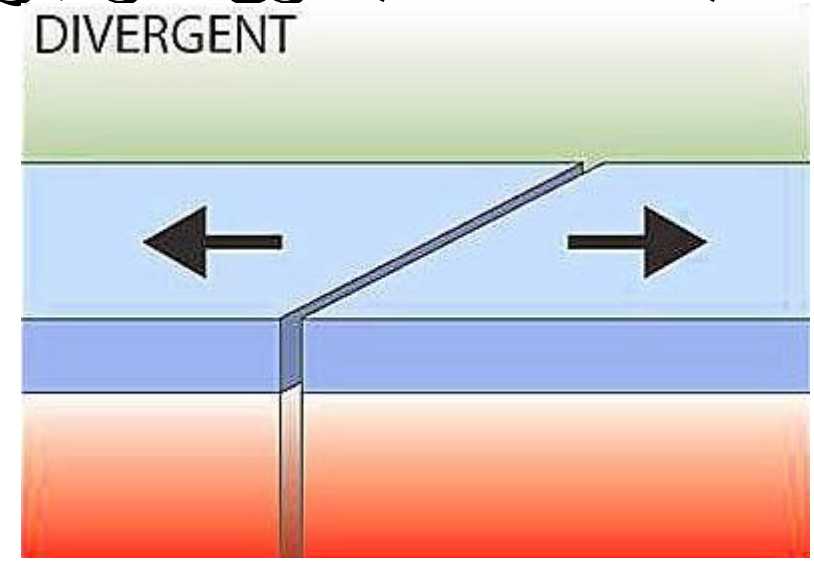

Oceanic ridge
(plates diverge)
Transform fault
(plates slide past)
Subduction zone
(plates converge)
Asthenosphere

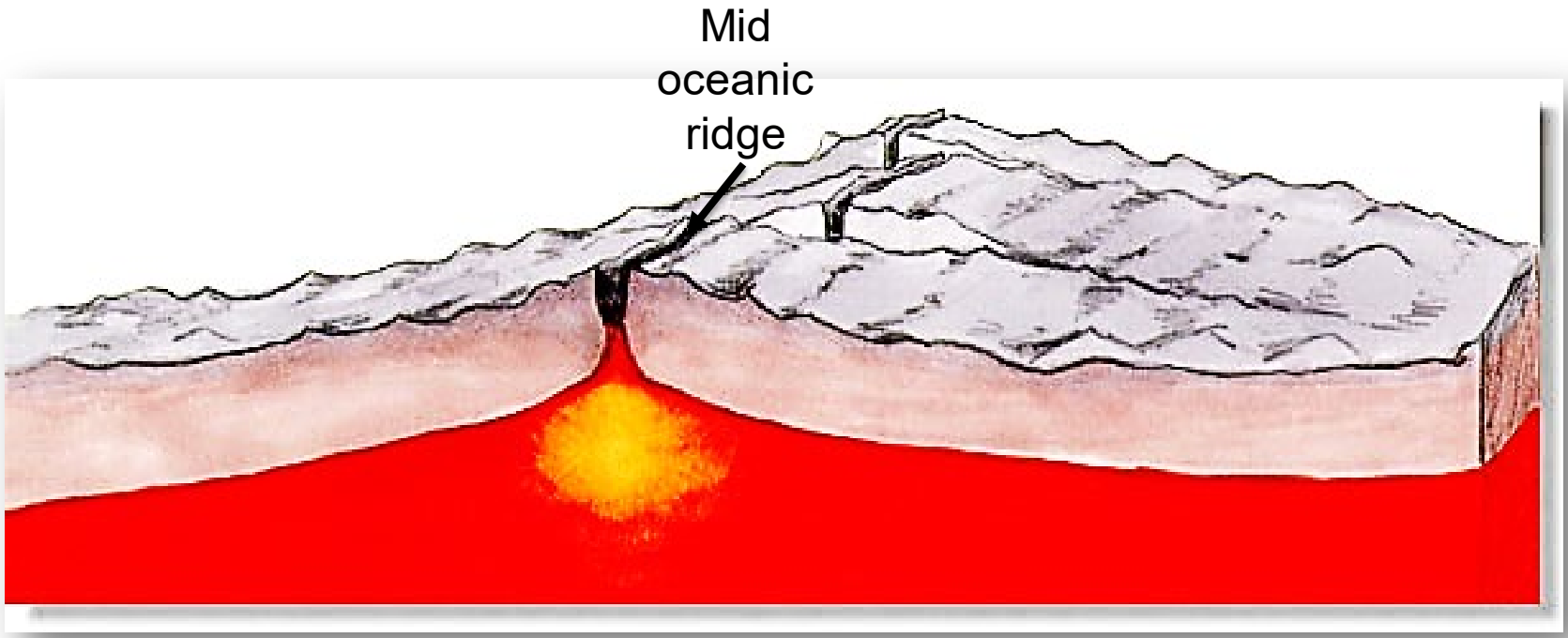


Oceanic-continental convergence

الحافات التباعدية (البناءة)
Divergent (Constructive) Plate Boundaries)

تنشأ في مناطق تحرك طبقين متجاورين بعيداً عن بعضهما، وينتج عن ذلك بناء قشرة جديدة نتيجة لصعود المواد المنصهرة من الغلاف الضعيف لملء الفراغ الناتج عن هذه الحركة لذلك يطلق على هذا النوع من حركة الأطباق بالحركات البناءة.
القوى السائدة في هذا النوع من الحافات هي القوى الشدية Tension force وأبرز نتائج هذا التباعد تتمثل بتكون حواجز وسط المحيط.




Mid
oceanic
ridge

تتكون حواجز وسط المحيط بين طبقين يتباعدان عن بعضهما، أي أنها تمثل موقع الحافة الانتشارية البناءة. وهذا بالتأكيد يسمح بخروج مواد حارة جديدة من غلاف الانسياب مكونة قشرة محيطية جديدة دافعة المواد القديمة للغلاف الصخري إلى الجانبين. يطلق على الشقوق العميقة الممتدة على طول محور الحاجز المحيطي تسمية وادي التشقق (Rift Valley) والذي يمثل مركز الحافة الانتشارية البناءة بين الطبقين المتباعدين والتي تبنى فيها قشرة محيطية جديدة.

إن إضافة قشرة محيطية جديدة عند حواجز وسط المحيط يعني انه لابد أن يكون هناك تمدد أو زيادة في حجم الأرض باستمرار أو أن الغلاف الصخري لابد وان يتحطم في مكان آخر بما يعادل تقريباً المواد المضافة. وحيث أنه ليست هناك أدلة قاطعة تدعم فكرة تمدد كبير في سطح الأرض لذلك فان عملية تحطيم جزء من الغلاف الصخري هي الأكثر قبولاً وهو ما يفسر عدم تجاوز عمر صخور القشرة المحيطة زمن ما قبل الجوراسي الأوسط (200 مليون سنة مضت).

Some Geologic Rates

Cutting of Grand Canyon

- 1 cm/15 yr

Uplift of Alps

- 1 cm/20 yr.

Opening of Atlantic

- 2.8 cm/yr.

Uplift of White Mt Helens

- 1 cm/190 yr.

Movement of San Andreas Fault

- 5 cm/yr .

Growth of Mt. St. Helens

- 10 cm/yr.

Deposition of Niagara Dolomite

- 1 cm/100 yr.

Plate tectonics

Lecture six

Plate Tectonics

- القشرة الخارجية للارض تتحرك لــ سنتمترات قليلة / سنة
- الحركة هذه تدعم بواسطة التيارات الحرارية الداخلية للارض .
- تتشكل عنها :

1. Earthquakes الهزات الارضية
2. Volcanoes النشاط البركاني
3. Mountain-Building (Orogeny) الحركات البانية للجبال
4. Configuration of Continents تشكيل القارات .

- تكتونية الصفائح – تؤكد هذه النظرية على ان سطح الارض يتألف من مجموعة من الصفائح الصلدة ذات حركة نسبية .
- **حركة هذه الصفائح تخضع للعديد من العوامل الارضية مثل :**
- النشاط البركاني volcanism
- العوامل المناخية climate
- النشاط الزلزالي seismic
- العوامل الحياتية biology
- العوامل الجوية atmospheric, كل هذه العوامل تلعب دورا في الجيولوجيا البيئية لاسيما في الكوارث الطبيعية .

الموجات الزلزالية

- تتعرض القشرة الأرضية لما يقدر بحوالي 1.5 مليون زلزال سنويا وتتراوح شدتها بين زلازل بالغة الضعف لا يشعر بها الإنسان لكنها تـُرصد بأجهزة رصد الزلازل، وأخرى بالغة التدمير.
- الزلازل تعتبر من الكوارث الطبيعية الخطيرة على حياة الإنسان التي لم يستطع حتى الآن السيطرة عليها.
- تكمن خطورة الزلازل بحدوث ذعر ورعب بين البشر بسبب تأثيرها الخطير على المدن ومرافقها المتعددة.

- تسبب الزلازل أيضا تشققات على سطح الأرض والتي تؤدي بدورها إلى سقوط المنازل وتكسر وسقوط الطرق والجسور والمنشآت المختلفة.
- أن بإمكان الزلازل أيضا التسبب بحدوث الفيضانات العارمة بسبب تصدع السدود المائية.
- أكثر المؤثرات خطورة هي الحرائق التي تحدث بعد الزلزال الناتج عن انكسار أنابيب الغاز والماء وسقوط أعمدة الكهرباء، بالإضافة إلى ذلك فبإمكان الزلازل التسبب بحدوث الانهيارات الأرضية والناتجة عن الاهتزاز العنيف للأرض.

- من بين تلك الزلازل العنيفة زلزال بيرو الذي حدث في 1940 ولمدة 40 ثانية فقط ترك وراءه منطقة مدمرة تماما بلغت مساحتها 138 الف كيلومتر مربع وراح ضحيته اكثر من 50 الف قتيل و20 الف جريح وتشرد بسببه اكثر من مليوني شخص
- وقد ازال الزلزال 12 مدينه وقرية كبيرة من البيرو بالأضافة الى تدمير مئات من القرى الصغيرة

- مدينه شيراز جنوب ايران شهدت في عام 1972 زلزالا مروعا بلغت شدته 9.5 وقد ادى الى اهتزاز منطقه بلغت مساحتها 400 كيلومتر مربع
- وقد اختفت معالم اربع قرى تماما نتيجة لهذا الزلزال ووصل عدد الضحايا اكثر من 25 الف قتيل

نشأة الزلازل

- تنشأ الزلازل نتيجة للأضطرابات التي يتعرض لها باطن الأرض ويمكن تصنيف الزلازل الى مجموعات مختلفة تبعا للعوامل التي ساعدت على حدوثها ، من بين هذه المجموعات نذكر

1- الزلازل المصاحبة لحدوث التصدع :

اكدت الدراسات الجيولوجية والسيسمولوجية الحديثة ان اهم اسباب الزلازل يعزى الى تعرض صخور القشرة الارضية لحركات صدعية عنيفة ،

- وقد حقق العلماء هذه النتيجة من خلال تعريض قطعة صخرية لضغط هائل عليها وهي في باطن الارض على عمق 100 ميل عن سطح الارض ولاحظوا ان الصخرة تبدأ بتغيير شكلها ثم تتمزق في النهاية الى شطرين او اكثر بفعل التصدع والانكسار .

واستطاع العلماء تحقيق هذه التجارب على مشاهدات حقلية في الطبيعة وذلك عن دراسة الزلزال الذي صاحب حدوث صدع سان اندريا في كالفورنيا 1906 ، قبل اشهر عديدة من حدوثه

- فقد قامت مصلحة المسح الجيولوجية الامريكية USGS بدراسة التكوين الجيولوجي لمنطقة الصدع. وقد تبين بأن صخور المنطقة كانت تتعرض لحركات رفع تدريجية بسيطة Warping وتغيير تدريجي مستمر على شكل الطبقات. ثم نجم عن هذه الحركات في النهاية تصدع الطبقات جانبيا بشدة وحدوث زلزال كبير عام 1906
- منها دراسة الأستاذ ريد Reid لتطور حدوث حركات الرفع التدريجية والزحزحة الجانبية للطبقات الصخرية في ثلاث فترات متعاقبة:

- من 1851- 1865 لفترة 14 سنه
- 1874- 1892 لفترة 18 سنه
- 1906 – 1907 لفترة حدوث الصدع العظيمة

وقد صاحبها حدوث زلازل عنيفة ومدمرة في حينها

2- الزلازل المصاحبة لحدوث البراكين :

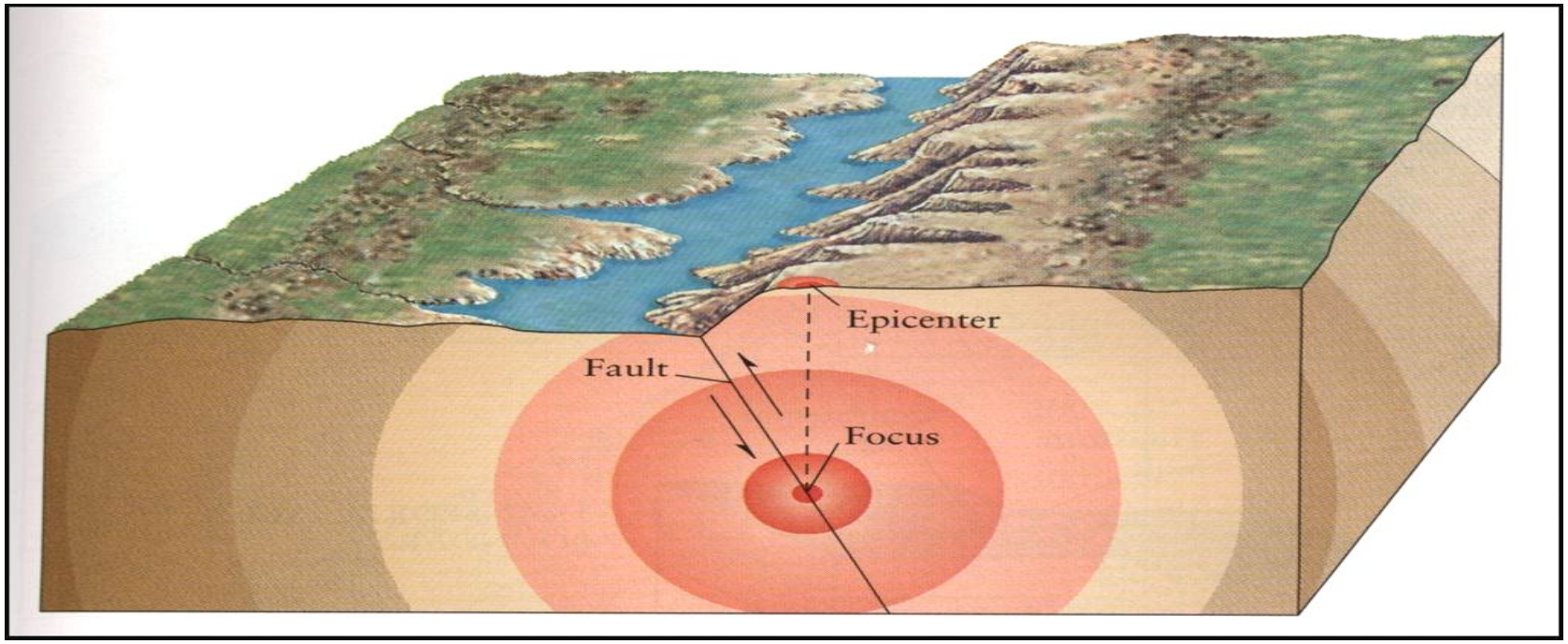
كان يعتقد من قبل ان البراكين تساهم في حدوث هزات ارضية عنيفة بسبب التشابه للتوزيع الجغرافي الحالي لكل من الزلازل والبراكين وخاصة حول حلقة النار بالمحيط الهادي.

ولقد بينت الدراسات الجيولوجية والسيسمولوجية الحديثة بأن الزلازل بحلقة النار بالمحيط الهادي لا يرجع الى سبب الثورانات البركانية

بل يرجع السبب الى طبيعة التراكيب الجولوجية لتلك المنطقة الحديثة التكوين والضعيفة جيولوجيا والتي لم تستقر طبقاتها الصخرية بعد وتعرضها الدائم لفعل الصدع

وقد اتضح من الدراسات الجيولوجية بأنه اثناء حدوث بعض الثورانات البركانية العظمى قد تتكون الزلازل في تلك المناطق الضعيفة جيولوجيا . وتتميز المراكز الباطنية للزلازل التي تصاحب البراكين بأنها تكون قريبة من السطح وتقتصر موجاتها الزلزالية على منطقة محدودة الأبعاد ضمن منطقة البراكين نفسها

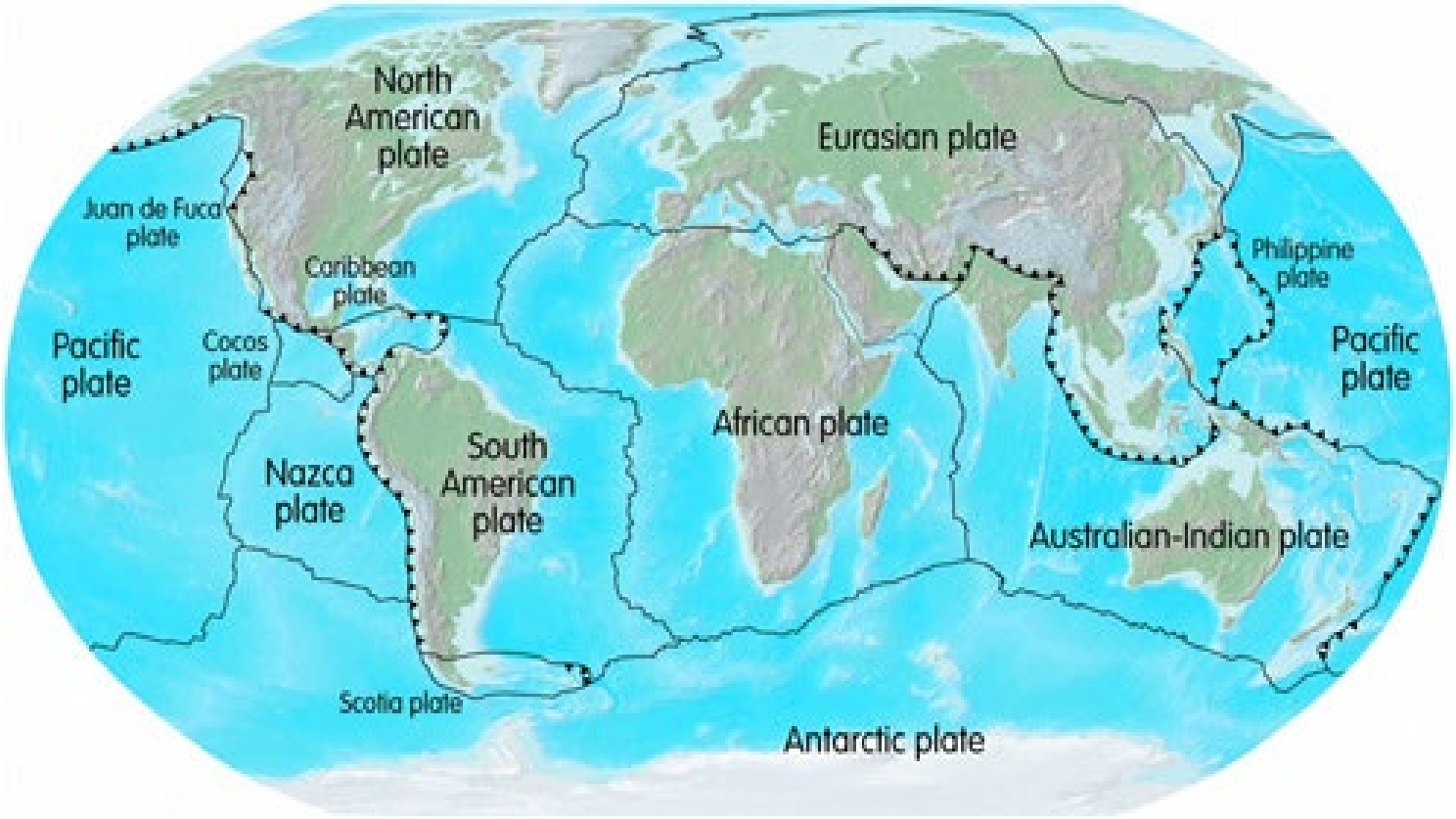
أكثر المناطق تضررا هي الواقعة ضمن المركز السطحي للزلزال



- لا تنتشر الزلازل على سطح الارض بصورة اعتباطية بل نجدها تتجمع بشكل واضح في احزمه معينه وتكون هذه الاحزمه الزلزالية سوية مع الفوهات البركانية والسلاسل الجبلية الحديثه التكوين مما يعطي دلالات واضحه على ان الارض هي ابعد مايكون عن السكون وان هذه الفعاليات الحركية هي انعكاس للديناميكية الحركية الباطنيه للارض.

واعتمادا على نظريه الصفائح فيكون الحد الفاصل لتلاحم الصفائح مركزا للفعاليات الزلزالية والبركانيه والبنائيه المختلفه واقعه ضمن الصفائح القارية والمحيطية كل حسب تواجدها وتوزيعها مع الاخرى .

فحدد الحزام الزلزالي الذي يحيط بالمحيط الهادي والذي تقع عليه 80% من الزلازل وهناك الحزام الزلزالي الذي يمتد في وسط المحيط الاطلسي من اقصى الشمال الى الجنوب . وهناك الحزام الزلزالي (الالب – همالايا)الذي تقع عليه 15% من الزلازل والذي يمتد من المحيط الاطلسي مارا بالمغرب والجزائر عابرا الى وسط اوربا وايطاليا فاليونان وتركيا فايران مارا بسلاسل جبال طوروس وزاكروس المحاذيه للعراق ومستمرا الى جبال الهملايا ثم يتجه جنوبا الى جزر الهند الغربيه والفلبين ليلتقي مع حزام المحيط الهادي .


North American plate
Eurasian plate
Juan de Fuca plate
Caribbean plate
Philippine plate
Pacific plate
Cocos plate
Pacific plate
African plate
South American plate
Nazca plate
Australian-Indian plate
Scotia plate
Antarctic plate

أنواع الزلازل

اعتمادا على عمق بؤرة الزلزال تقسم الزلازل الى الانواع التالية :

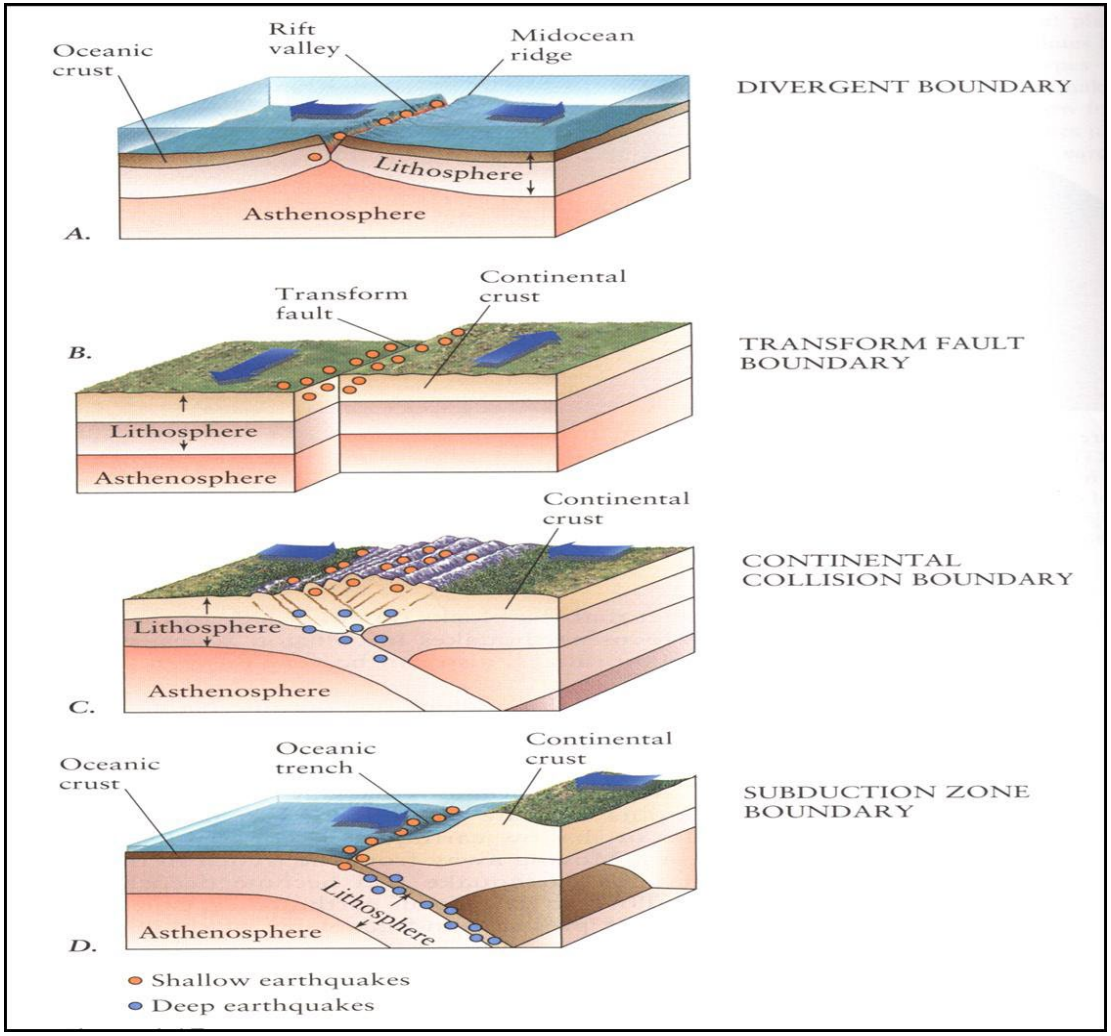
عمق بؤرة الزلزال	نوع الزلزال
أعماق لا تزيد عن 70 كم	الزلازل الضحلة
أعماق تتراوح بين 70 - 300 كم	الزلازل المتوسطة
أعماق تتراوح بين 300 - 700 كم	الزلازل العميقة

اعتمادا على طبيعة النشأة :

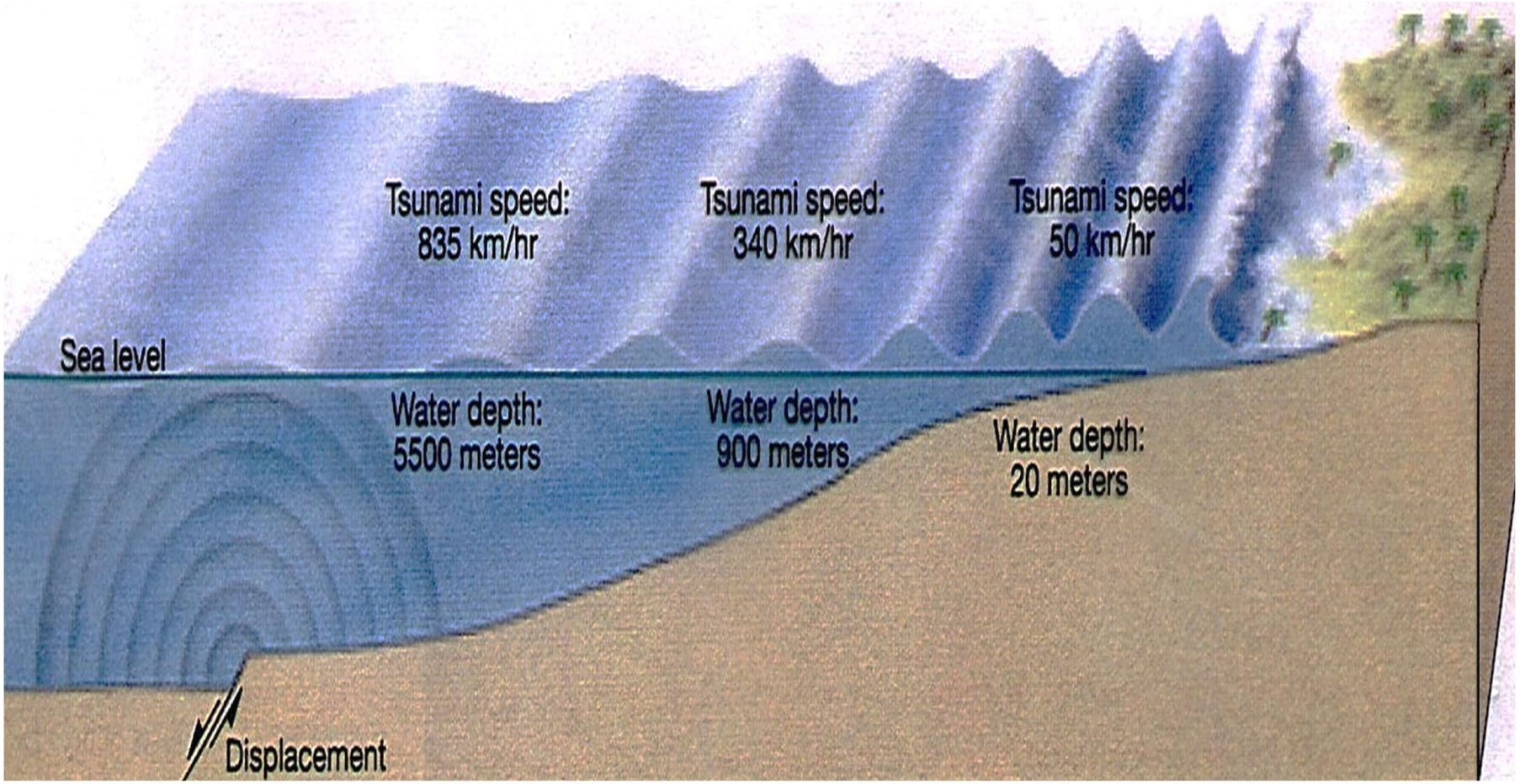
- **. الزلازل الطبيعية المنشأ:-**

تحدث بسبب عوامل طبيعية لا دخل للإنسان بها، وهي عادة تكون مصاحبة للحركات الأرضية للصفائح التكتونية من حركات تباعدية أو تصادمية، وتكون مصاحبة للانفجارات البركانية.

- **الزلازل الغير طبيعية المنشأ:-**
- وهي التي يتسبب الإنسان بحدوثها عن طريق :
- (1) إنشاء السدود والبحيرات الصناعية.
- (2) ضخ المياه والمحاليل داخل الآبار.
- (3) استخراج البترول.
- (4) إجراء التجارب النووية التحت سطحية.


Oceanic crust
Rift valley
Midocean ridge
Lithosphere
Asthenosphere
A.
DIVERGENT BOUNDARY
Transform fault
Continental crust
B.
Lithosphere
Asthenosphere
TRANSFORM FAULT BOUNDARY
Continental crust
Lithosphere
Asthenosphere
C.
CONTINENTAL COLLISION BOUNDARY
Oceanic crust
Oceanic trench
Continental crust
Lithosphere
Asthenosphere
D.
SUBDUCTION ZONE BOUNDARY
Shallow earthquakes
Deep earthquakes

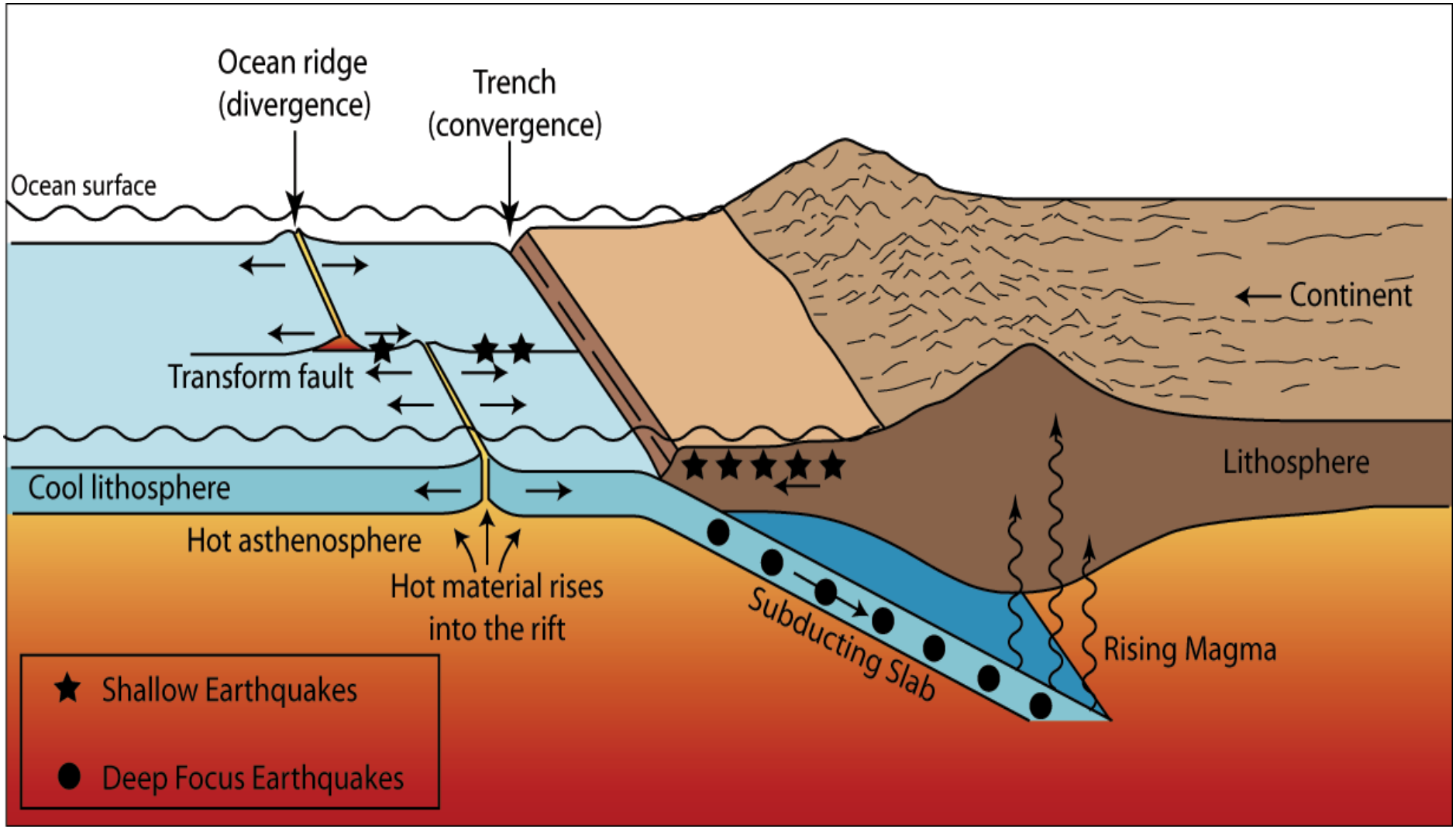
- **موجات التسونامي Tsunami**
- هي موجات بحرية عالية شديدة التدمير تنشأ نتيجة للهزات الأرضية المصاحبة للانكسارات الأرضية لقاع المحيطات أو الانفجارات البركانية ضمن المناطق البحرية. سرعة هذه الموجات تتراوح بين 500 - 950 كم/ساعة ,


Tsunami speed:
835 km/hr
Tsunami speed:
340 km/hr
Tsunami speed:
50 km/hr
Sea level
Water depth:
5500 meters
Water depth:
900 meters
Water depth:
20 meters
Displacement

فى 26 ديسمبر /كانون الأول 2004, وقع زلزال تحت البحر كان مركزه على مسافة من الساحل الغربي لجزيرة "سومطرة" الإندونيسية وتسبب زلزال البوكسينج داي في حدوث موجات مدمرة على طول سواحل اليابسة المطلة على المحيط الهندي، مما أسفر عن مقتل ما يقرب من 230.000 شخص في أحد عشر بلدا، وإغراق المناطق الساحلية بسبب ارتفاع الموجات لمدى كبير جدا وصل إلى 30 مترا. وتعتبر هذا الحادثة واحدة من أعنف الكوارث الطبيعية في التاريخ.

الزلازل في القارات Earthquakes in continents

- تظهر الزلازل في القارات نمطا اكثر توزيعا مقارنة بالاحواض المحيطية , لكنها تظل تتركز على شكل انطقة منها وعلى شكل عشوائي . تحيط بهذه الانطقة الزلزالية انطقة صدعية تفصل بين تلك الانطقة الزلزالية الكبرى للقشرة الارضية التي يطلق عليها الصفائح . ويظهر الشكل التالي المناطق التي تحدث فيها الزلازل من الناحية الجيولوجيا التكتونية :


Ocean ridge
(divergence)
Trench
(convergence)
Ocean surface
Continent
Transform fault
Lithosphere
Cool lithosphere
Hot asthenosphere
Hot material rises
into the rift
Subducting Slab
Rising Magma
Shallow Earthquakes
Deep Focus Earthquakes

يمكن ان تصنف الزلازل اعتمادا على اعماقها ، او يمكن ان تصنف اعتمادا على الكمية المطلقه للطاقه المتحررة عند حصول الزلازل وتسمى هذه بالمقدار الزلزالي (Earthquake magnitude) وقد استنبط العالم الزلزالي رختر هذا المقياس الزلزالي المطلق والذي تتراوح درجاته بين 0- 8 وصنفها الى زلازل كبيرة وزلازل صغيرة .

ويمكن ان تصنف الزلازل وفق الشدة الزلزاليه (Earthquake intensity) حسب درجه التخريب الذي تحدثه الهزة الارضيه في موقع ما . من اهم هذه المقاييس واكثرها شيوعا هو مقياس مركلي المعدل (Modified Mercally scale) الذي يقسم الى 12 قسم ويبدا من الاقل شدة عند 1 لا يتحسسها الا الجهاز صعودا الى الدرجات الاكثر تدمير التي تؤثر على تهدم المنشأت والمباني

درجة الزلزال	مدى الاهتزاز	تأثيرها على مناطق العمران
I	بالغة الضعف	لا يحس بها سوى اجهزة التسجيل
II	ضعيفة جدا	لا يشعر بها سوى سكان الطوابق العليا من المباني
III	خفيفة	يشعر بها الناس اثناء اوقات راحتهم في المنازل
IV	معتدلة	يشعر بها العاملون وتهتز نوافذ وابواب المنازل
V	محسوسة او قويا نسبيا	توقظ النائمين
VI	قوية	تحدث تلفا محدودا في المنازل
VII	قوية جدا	تشقق جدران المنازل
VIII	مخربة	تساقط مداخن المنازل وتتهدم اجزاء المنازل القديمة
IX	مدمرة	تساقط المنازل – قد يلقي بعض الناس مصرعهم
X	شديدة التدمير	تساقط كثير من المنازل – تحطيم السدود – انزلاق الارض
XI	بالغة التدمير	تدمير عام للمنطقة ولا يبقى منها سوى القليل من المنشأت –تحدث شقوق واسعة في الأرض
XIII	مفجعة وشاذة	تدمير كامل المنشأت العمرانية وتطاير اجزاء منها في الهواء –انحناء سطح الأرض واختلاف مناسيب سطح الارض

التأثيرات الناتجة عن حدوث الزلازل العنيفة :

- تتعرض القشرة الارضية لفعل الكثير من الزلازل بحيث بعض المناطق التي يكثر تعرضها للزلازل قد يصل معدل تعرضها للزلازل كل بضعة دقائق .
- اغلب هذه الزلازل لا يشعر بها الانسان تسجلها الاجهزة الزلزالية فقط
- يشعر الانسان بفعل الزلازل اذا ما حدث الزلزال في مناطق مزدحمة بالسكان والمنشأت العمرانية المختلفة. وينجم عن حدوث الزلازل

1- اشتعال الحرائق :

التاثير الناتج عن اشتعال الحرائق نتيجه للزلازل اعظم بكثير من تأثيرات الهزات الارضية نفسها. 95% من التدمير بسبب الزلازل يكون نتيجة لأندلاع الحرائق في المنازل والمنشأت العامة

- **2- تدمير المنشأت العمرانية**

تعمل الزلازل العنيفة على تدمير جدران المنازل وتساقطها خاصة في المناطق القديمة من المدن. وقد ينتج عن تموجات قشرة الارض انثناء خطوط السكك الحديدية وتدميرالقناطر والجسور كما حدث في زلزال اليابان المدمر عام 1923 وزلزال المكسيك عام 1957 حيث دمرت جميع المنازل والابنية الأنشائية ونجى برج لاتينو-امريكانو الحديث البناء

والزلزال الاعنف حدث في اليابان بلغ 8.9 على مقياس العزم الزلزالي ،قبالة سواحل شرق اليابان يوم 11 مارس 2011 ونجم عنه موجات تسونامي في المحيط الهادي، تقع بؤرة الزلزال على بعد 373 كم شمال شرق العاصمة طوكيو .كما نجم عن الزلزال تدمير مطار سنداي في اليابان وتسجيل أعلى نسبة من الخسائر في الممتلكات

- وتدمير البنيه التحتية في المحطات النفطية والمحطات النووية وتوقفها عن العمل اما وكالة الطاقة: فقد تم اغلاق محطات نووية قرب منطقة الزلزال في اليابان نتيجة لتعرضها الى الضرر وتسرب اشعاعات منها . ويعد هذا الزلزال أعنف الزلزال في تاريخ اليابان منذ بدء توثيق سجلات الزلازل قبل 140 عاما.

3- الموجات الزلزالية البحرية Seismic see waves

عندما تحدث الزلازل في قاع المحيط قد ينجم عن ذلك حدوث اضطرابات عنيفة في مياه المحيط وتتخذ شكل امواج عالية (تسونامي) واول علامة بدء حدوث هذه الموجات البحرية انسحاب المياه بشدة من الشاطئ نحو البحر ، ثم بعد بضع دقائق ترتد الأمواج ثانية الى خط الساحل بقوة وعنف على شكل موجات بحرية عالية جدا وينجم عنها تدمير المنشأت العمرانية على خط الساحل وتمتاز سواحل اليابان وجزر هاواي باكثر المناطق تعرضا لموجات التسونامي وتصل سرعة الموجة الى 490 ميل بالساعة وتبلغ ارتفاع 45 قدم

4- الانزلاقات الارضية الزلزالية Landslides

- عندما تتعرض المناطق الجبلية الشديدة التضرس ذات الحافات الصخرية العالمية والتي يكثر فيها التكوينات الرملية والطينية او مناطق التلال الطينية للزلازل العنيفة فكثيرا ما تحدث فيها الانزلاقات الأرضية ، ولا تزيد نصف قطر المنطقة المعرضة لمثل هذه الانزلاقات عن 30 ميل

من اشهر الانزلاقات الطينية التي نتجت بفعل الزلازل حدثت في مدينه بورت رويال في جمايكا عام 1962 ،اذ اكتسحت الركامات الطينية والاتربة 60% من المدينه وقتلت 20000 نسمة

- **5- تشقق سطح الارض Cracks in the ground**
- من المظاهر الخطرة تشقق سطح الارض وابتلاعها لكل شيء يمكن ان يسقط عبر فتحات الشقوق كما نجم عن زلزال طوكيو عام 1923 وزلزال عام 2011 تشققت اسطح الارض وتدمير اجزاء واسعة من سطح المدينه
- وزلزال كاليفورنيا عام 1906

6- تغير مناسيب سطح الارض Changes in land level

- قد يصاحب بعض الزلازل العنيفة تغير مناسيب اجزاء واسعة من اراضي المنطقة التي اصيبت به وذلك بسبب هبوط بعض الاراضي وارتفاع بعضها عن الاخر كزلزال عام 1811 في كل من ولايتي ميسوري وتينيسي حيث هبطت اجزاء واسعة من الارض بلغت الاف الاميال المربعة بحيث كونت بحيرات هابطة معدل مساحة هذه البحيرات 20 ميل مربع
- ومن الزلازل المشهورة التي غيرت مناسيب الارض كزلزال خليج ياكوتات في الاسكا عام 1899 ، وزلزال شيلي وكالفورنيا عام 1906 ، وزلزال خليج ساجامي عام 1923

اقوى الزلازل:-

زلزال شمال شرق اليابان 11\3\2011 قوته 8.9 درجات على مقياس ريختر.

زلزال كانتربري (نيوزلندا) 4/10/2010 قوتة 7.4 درجات على مقياس ريختر.

زلزال تشيلي 2010 قوته 8.8 درجات على مقياس ريختر

زلزال هايتي 2010 قوته 7 درجات على مقياس ريختر قتل حوالي 230 الف شخص وشرد أكثر من مليون شخص.

NO.3-4

www.alriyadh.com

© EPA

علم الزلازل والاعتبارات البيئيه

يسبب وقوع الزلازل في المناطق المأهولة بالسكان اضرار بشريه ومادية كبيرة لذلك فان العمل على تقسيم الاقاليم تبعا لاحتمالات الشدة الزلزاليه القصوى المتوقعه تعتبر من الممارسات الجديدة ذات الطابع البيئي لاجل تقليل الخسائر البشريه والمادية من خلال

-تجنب اقامه المنشات والمشاريع الضخمه في المناطق العالية الزلزاليه .

-اتباع مواصفات خاصة للبناء المقاوم للزلازل عند إنشاء المباني و السدود و المرافق العامة .

-تطوير الملاكات والامكانيات المادية ووسائل الدفاع المدني لغرض مواجهة المشاكل وعمليات الانقاذ وتقليل الخسائر بعد حدوث الكوارث البيئيه

-زيادة وتشجيع البحوث الاكاديمية والمشاهدات العملية التي يجريها العلماء لوضع اسس علميه للتنبأ بوقوع الزلازل واخذ الاجراءات اللازمه

- تزويد محطات إنتاج الطاقة الكهربائية بأنظمة للإغلاق الأوتوماتيكي عند حدوث الزلازل .
- توعية السكان بكيفية التصرف لحظة وقوع الزلزال و إجراء التمارين لذلك .
- تزويد مناطق الخطر الزلزالي بأجهزة دفاع مدني فاعلة لكي تتمكن من إيواء من شردهم الزلزال و معالجة المصابين و الدفن السريع للجثث و إخراج المدفونين تحت الأنقاض .
- توأمة المستشفيات و تزويدها بمولدات كهرباء احتياطية .
- ضمان سرعة وصول المعدات اللازمة للإنقاذ و تسهيل وصول فرق الإنقاذ المختلفة عبر المطارات في هذا الوضع الاستثنائي دون إجراءات روتينية كالجمارك و تأشيرات الدخول .