

# الصخور Rock

- هي الوحدات الأساسية المكونة للقشرة الأرضية ويتكون الصخر  
اما من
- معدن واحد
- او خليط من معادن عديدة
- فغالبيتها تكون معدنية
- بينما يكون بعض الصخور عضوي مثل الفحم الحجري و  
الصخور المتكونة من تكس بقايا الهياكل العظمية للكائنات الحية
- انواع الصخور

# اولاً:الصخور النارية ( Primary Rock ) Igneous Rock

- وهذه تنشأ من تصلب المادة الصخرية المنصهرة الموجودة في باطن الارض والتي تسمى Magma (الصهارة) وعند خروج هذا المنصهر الى سطح الارض بواسطة البراكين يطلق عليه Lava (الحمم البركانية) ،
- وتتكون الماكما من مجاميع معقدة من معادن السليكا وتقسم الى قسمين هما
- المكونات الثابتة مثل K ,Na ,Ca ,Mg ,Fe ,Al ,Si ,O
- والجزء الاخر هو المكونات المتطايرة مثل  $H_2S$  ,  $H_2$  ,  $N_2$  ,  $CO_2$  ,  $Cl$  ,  $F$  ,  $S$  , وبخار الماء .
- ان غالبية القشرة الارضية تتكون من الصخور النارية واصلها من انجماد الصهارة او الماكما داخل القشرة الارضية او قريبا من سطح الارض
- والصهارة اساسا تتكون من
- انصهار معادن السلكيات وكمية صغيرة من الابخرة والغازات تحت حرارة وضغط كبير جدا وعلى اعماق تتفاوت بين عشرات الى بضع مئات الكيلومترات تحت سطح القشرة الارضية
- والصخور النارية توجد عادة في المناطق غير المستقرة المعروفة بالمناطق الحركية في القشرة الارضية وتخرج مادة الصهارة الى السطح من خلال البراكين بصورة مختلفة الشدة .
- وتبعاً للأعماق التي توجد بها الصخور النارية بالنسبة لسطح الارض فإنها تصنف الى ثلاثة اقسام :

# يتبع الصخور النارية Igneous Rock

- ١- صخور الاعماق او الجوفية ( Plutonic Rocks ) : وهي الصخور التي توجد في اعماق كبيرة تحت سطح الارض حيث تتصلب الماكما (الصهارة) تحت عوامل الضغط والحرارة بحيث يصبح التبريد بطيئاً جداً
- وبالتالي تتبلور المعادن المكونة لصخور بصيغة بلورات كبيرة أي تكون ذات نسيج خشن
- ومن امثلتها صخور Diorite ، Granite
- 2- صخور الاغوار او الصخور الوسطية ( Hypabyssal Rocks )
- وتوجد هذه الصخور على اعماق متوسطة من سطح القشرة الارضية وتتصلب المواد المصهورة في هذه الحالة بسرعة أكبر من الصخور الجوفية مما يؤدي الى تكوين بلورات دقيقة او متوسطة الحجم
- ويتميز الصخر في هذه الحالة بنسيج دقيق الحبيبات او النسيج البورفيري ( Porphyritic texture ) حيث يتواجد عدد من البلورات الأكبر حجماً موزعة في قاعدة مكونة من بلورات دقيقة
- ومن الامثلة على هذه الصخور الفلسايت Felsite وهو مشابه للكرانيت



الكرانيت



# صخر felsite الناري



# يتبع الصخور النارية Igneous Rock

- ٣-الصخور السطحية او البركانية ( Volcanic Rocks )
- وهي صخور بركانية تصلبت على سطح الارض بسرعة او بالقرب من سطح الارض على شكل منصهر من فوهات البراكين والشقوق
- وتتبلور المعادن المكونة لهذه الصخور ببلورات صغيرة جدا
- وقد لا تتبلور وفي هذه الحالة تتصلب على شكل نسيج مجهري او زجاجي
- وامثلة هذه الصخور هي صخور البازلت
- او يكون نسيج فقاعي عندما تتكون في المادة المنصهرة فقاعات اثناء التبريد وخروج هذه الفقاعات كما هو الحال في صخور البيومس (pumice)
- وقد تملئ الفقاعات برواسب من معادن اخرى فيسمى بالنسيج اللوزي.
- اشكال الصخور النارية : تقسم اشكال الصخور النارية وفقا لمكان تكوينها الى ثلاث اقسام



البيازلت basalte

# اشكال الصخور النارية

- ١- اشكال الصخور البركانية او السطحية :
  - تتواجد هذه الصخور اما على شكل طفح بركاني Lava flow او رماد بركاني Volcanic Ash
  - ويتواجد الطفح البركاني على شكل طبقات سميكة من البازلت Basalt وهذه الطفوح غير منتظمة الشكل وتتكون من مواد بلورية ناعم جدا او زجاجية
  - اما في حالة الرماد البركاني فيشمل صخور تتكون من ذرات دقيقة مفككة او متماسكة وتنتشر في المناطق البركانية بقربها او بعيدا عنها وقد تنقل بالرياح او بالمياه .
  - وتوجد عدة اشكال للصخور النارية السطحية مثل التراكيب الفجوية ، التراكيب اللوزية ، التراكيب الانسيابية ، تراكيب الحمم الوسادية .
- ٢- اشكال الصخور للأغوار او المتوسطة
  - وهذه الصخور تتصلب قريبا من السطح وبسرعة اقل من السطحية لذلك بلوراتها متوسطة النسجة او دقيقة بصيغة بلورات كبيرة تحاط بها بلورات ناعمة كما في النسيج البورفيرى ( Porphyritic texture ) والاشكال الناتجة لهذه الصخور متعددة منها الشكل الناقوسي او الطبقي او على شكل سرج .
- ٣- اشكال الصخور الجوفية :
  - وهذه الصخور خشنة الحبيبات وبلوراتها كبيرة او متوسطة واشكالها بشكل كتل كبيرة جدا وتغطي مساحة قد تمتد لمئات الكيلومترات مع اتساع القاعدة عند الاسفل .

# تصنيف الصخور النارية :

- اعتمادا على التركيب المعدني والكيميائي قسمت الى
- ١- **صخور حامضية** : وتكون فيها نسبة  $\text{SiO}_2$  اكثر من ٦٦% وتحتوي هذه الصخور على نسبة عالية من المعادن ذات اللون الفاتح وهي خفيفة الوزن نسبيا مثل معدن الكوارتز والفلدسبار (كثافتها ٢,٦ غم/سم<sup>٣</sup>)
- ٢- **صخور متوسطة Intermediate Rocks** : وتكون فيها نسبة  $\text{SiO}_2$  اكثر من ٥٢-٦٦% وتحتوي هذه الصخور على معادن ذات لون متوسط بين الفاتح والغامق مثل معدن الاورثوكليس و البلاجيوكليس (كثافتها ٢,٨ غم/سم<sup>٣</sup>)
- ٣- **صخور قاعدية Basic Rocks** : وتكون فيها نسبة  $\text{SiO}_2$  اقل من ٥٢% وتحتوي هذه الصخور على معادن ذات اللون قاتم وهي ثقيلة الوزن نسبيا مثل معدن الهوربلند Hurnblend والارجايت Argite (كثافتها ٢,٩ غم/سم<sup>٣</sup>)
- ٤- **صخور فوق القاعدية Ultra-Basic Rocks** : وتكون فيها نسبة  $\text{SiO}_2$  اقل من ٤٠% وتحتوي هذه الصخور على معادن ذات لون غامق مع كونها ثقيلة الوزن جدا نسبيا مثل معدن والاولفين Olivine والبيردوتايت Peridotite (كثافتها ٣,٣ غم/سم<sup>٣</sup>)

# الصخور الرسوبية Sedimentary Rock

- تغطي الصخور الرسوبية ما يقرب من ٧٥% من سطح القشرة الارضية الا انها لا تكون نسبة تزيد عن ٥% من حجم الصخور المكونة للقشرة الارضية.
- تتكون الصخور الرسوبية نتيجة فعل ثلاث عمليات هي
- ١-التجوية weathering
- ٢- النقل Transportation
- ٣- الترسيب Deposition
- فالصخور الرسوبية تتكون نتيجة لتفتت الصخور السابقة لها ثم نقل المواد المجواه بواسطة عوامل النقل مثل الماء والهواء والثلاجات وترسيب المواد المنقولة في المكان الجديد تحت عوامل
- ضغط وحرارة اعتيادية
- وبشكل طبقات متعاقبة (الاقدم ثم الاحداث طبقة ) وبشكل يمكن تمييز حدود فاصلة بين هذه الطبقات

# الصخور الرسوبية Sedimentary Rock

- . اشتق الاسم Sedimentary من كلمة Sediment وهي تعني راسب
- والراسب هو كل مادة صلبة كانت معلقة او ذائبة في محلول ثم ترسبت مع الوقت الكافي
- فالأملاح مواد صلبة تذوب في الماء ولكنها تترسب بعد تبخر الماء من المحلول الملحي
- والرمال تنتقل مع الرياح او المياه وتترسب
- وكذلك الحال للأطيان الغروية
- والمواد التي تفرزها الحيوانات او النباتات (المواد العضوية ) فهي ايضا تترسب ثم تتحول الى شكل من اشكال الصخور .

## نقل وترسيب المواد

- ان المواد المفتتة تنقل من اليابسة باتجاه البحار والمحيطات من خلال طرق النقل المختلفة
- فبعض المواد المفككة تتحرك بفعل تأثير الجاذبية الارضية من على سفوح الجبال والتلال
- وبعض المواد تحمل بالثلاجات
- والبعض الاخر يحمل بالماء (الانهار والروافد)
- وبعضها تحملها الرياح

# الصخور الرسوبية Sedimentary Rock

- ويلي عملية النقل عملية الترسيب
- والمواد المترسبة تعتمد نوعيتها على طبيعة العامل الناقل
- فالمواد المنقولة بالجاذبية الارضية والثلجات تتميز بأحجام واشكال متباينة
- بينما المواد المنقولة بالرياح والمياه تمتاز بالتدرج في الحجم والشكل فعندما تقل طاقة نقل الرياح والمياه تترسب المواد الخشنة او لا ثم الناعم التي تترسب على مسافات بعيدة في مياه البحار والمحيطات
- وحجم المواد المنقولة هو دلالة لنوع وقوة العامل الناقل فالمواد المترسبة الصغيرة تدل على ان سرعة الرياح او جريان الماء بطيء
- وبالتالي يمكن معرفة مواقع البحار القديمة من خلال طبيعة المترسبات
- وكذلك يمكن معرفة مواقع السواحل والبحيرات والمستنقعات من خلا طبيعة المترسبات
- ويمكن دراسة المناخ السابق من خلال دراسة المتحجرات (الاحافير) على الصخور وطبيعة هذه المتحجرات نباتية او حيوانية وفي أي مناخ تعيش ومقارنتها مع الاحياء والنباتات المشابهة حاليا

# الصخور الرسوبية Sedimentary Rock

• تصلب الرواسب وتحولها الى صخور رسوبية Cementation or Lithication

• ان قوة تصلب الصخور الرسوبية المتكونة يعتمد على

• أ- طريقة التصلب

• ب- العوامل الاخرى المساعدة في التصلب

• **واهم هذه الطرق :**

• ١- ترسيب بعض المواد بين حبيبات الراسب

• تحوي المياه السطحية والجوفية على العديد من الاملاح المذابة مثل كربونات الكالسيوم وبعض اكاسيد الحديد وعند مرور هذه المياه بين المسافات الموجودة بين اجزاء هذه الاجسام المفككة فتترسب الاملاح في المحاليل وتستقر بين هذه الاجزاء وتعمل على تماسكها

• وهذا العمل مشابه لعمل مادة الاسمنت مع الرمل والحصى .

• وقد يشتق اسم الصخر من نوع المادة اللاحمة كما في الحجر الرملي الحديدي Ferruginous Sand stone الذي تكون المواد الحديدية هي المواد الرابطة بين دقائق الرمل

# الصخور الرسوبية Sedimentary Rock

## ٢- التماسك والتجفيف بالضغط على الراسب

- ينتج عن الثقل المتكون من تراكم الرواسب والتي قد يبلغ سمكها مئات الامتار ضغطا على الرواسب السفلى مما يؤدي الى
- ضغط الحبيبات الراسب
- وتقليل الفراغات
- وطرده الماء الموجود بين المسامات
- وبالتالي تجف هذه الرواسب وتتماسك وتتصلب لتصبح صخورا وهذا النوع من الضغط يسمى بالضغط العمودي او الرأسي
- اما الضغوط الجانبية الناتجة عن حركة القشرة الارضية فتساعد في زيادة الضغط على الرواسب ومن ثم زيادة تماسكها وتصلبها

## ٣- التأثير الحراري على الرواسب

- مع زيادة العمق تزداد درجة الحرارة للقرب من مركز الارض والذي هو مصدر للحرارة العالية كذلك فأن صعود الصهارة Magma الى الاعلى يزيد من درجة حرارة الرواسب القريبة والملامسة وبالتالي فالحرارة العالية تزيد من التصلب والتماسك .
- ان كل هذه العوامل تزداد مع الزمن لذلك فالعامل الزمني مهم
- وبالتالي تزداد صلابة الصخور مع التقدم في الزمن.

# خصائص الصخور الرسوبية

• تتميز الصخور الرسوبية عن غيرها بما يلي

## • ١- الوجود بشكل طبقات (Stratification)

• هذه الظاهرة تتميز بها الصخور الرسوبية حيث توجد بشكل طبقات وهذه الطبقات قد تكون مختلفة عن بعضها في

• اللون

• والسماك

• والنسجة

• او تكون متشابهة احيانا

• وكذلك فهي اما ان تكون افقية او مائلة او مجعدة والسماك يكون متباين

• وبعض الرواسب يصعب تمييز الطبقات فيها كما في رواسب الكثبان الرملية او رواسب الثلجات

## • ٢- احتواء الصخور على المتحجرات (الاحافير) Fossils

• وهذه صفة مهمة للصخور الرسوبية والاحافير هي بقايا الكائنات الحية على الصخور وقد تكون

كبيرة الحجم (Macro fossils) وواضحة وبعضها دقيق الحجم (مجهرى) Micro fossils

• والاحافير تستعمل كدالة لدراسة الزمن لتكون الطبقة من خلال طبيعة المتحجرات الموجودة في الطبقات والفترات الزمنية التي عاشت فيها احياء هذه المتحجرات.

# خصائص الصخور الرسوبية

## ٣- شكل الحبيبات

• للصخور الرسوبية اشكال مختلفة فهي اما

• اسطوانية

• او كروية

• او اجسام غير منتظمة ذات نهايات غير حادة (ملساء) وهذه تنتج بفعل عوامل النقل والتدحرج والاحتكاك بين المواد المنقولة في طريقها الى مكان الترسيب.

## ٤- احتواء الصخور الرسوبية على بعض المواد المعدنية

• الصخور الرسوبية ذات مسامية وهذا المسام تخزن فيها

• الغازات الطبيعية ،

• البترول ،

• الماء تحت السطح

• والفوسفات

• والفحم الحجري يتواجد فقط في الصخور الرسوبية لان هذه المواد منشأها ذو اصل عضوي حيث تتجمع البقايا بعد تحللها في المسامات لتتحول الى مواد كالبترول او الغاز وكذلك فالفوسفات تنتج عن تجمع وتحلل بقايا العظام للكائنات الحية في مناطق الترسيب.

# تصنيف الصخور الرسوبية

- تصنف الصخور الرسوبية تبعاً لطريق نشأتها إلى الأنواع التالية
- أولاً : الصخور الرسوبية الفتاتية أو الميكانيكية
- وهي الصخور المتكونة من رواسب فتاتية والتي تتفاوت في الحجم فبعض الرواسب كبيرة الحجم مثل الحصى الخشن وبعضها صغير مجهري وحسب الجدول التالي
- الجلاميد الجلاميد الصغيرة الحصى
- اصغر من ٢٥٦ ملم ٦٤-٢٥٦ ملم ٢ - ٦٤ ملم
- الرمل الطفح الطين
- ١/١٦-٢ ملم ١/٢٥٦ - ١/١٦ ملم اصغر من ١/٢٥٦
- أمثلة على صخور رسوبية فتاتية

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ١- **Conglomerate (كونكلوميريت)** : وهي صخور مكونة من الجلاميد او الحصى والرمل متماسك مع بعضها والقطع الكبيرة قد تكون مستديرة الشكل ومتكونة من قطع صخرية او كوارتز وبعضها الاخر تكون القطع الكبيرة ذات نهايات حادة كما في حالة صخور بريشيا
- اما المواد اللاحمة في حالة كونكلو ميريت والبريشيا فهي مترسبات من محاليل مائية وقد تكون:
  - أ- مركبات للحديد
  - ب- والجبس
  - ت- او السليكا
  - ث- او طين ناعم
- ٢- **رواسب التالوس ( Talus )** : وهي عبارة عن رواسب كتلية غير متماسكة تنتج عن تحطم الصخور وذات احجام واشكال مختلفة تتواجد على سفوح الجبال والانحدارات الشديدة بفعل الجاذبية الارضية

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ٣-حجر الرمل ( Sand stone ) : وهي صخور ناتجة عن تماسك حبيبات الرمل بواسطة مادة لاحمة والتي قد تكون

أ- سليكا

ب- او كربونات الكالسيوم

ت- او اكاسيد الحديد

ث- او مواد معدنية طينية دقيقة

- ٤-الصخور الطينية ( Argillic stone ) : وهي صخور تتكون من تماسك دقائق الوحل ( Mud ) او الطين ( Clay ) او الدقائق التي يقل قطرها عن ١/١٦ ملم (0.062) والحبيبات هي عبارة عن فتات صخري او معدني والتركيب المعدني لهذه الدقائق هي طين ، كوارتز ، سليكا ، فلدسبار ، كربونات الكالسيوم

• وفي حالة زيادة كربونات الكالسيوم في الطين فتسمى الصخور طينية جيرية ( Marl ) هذه التفتتات الطينية ذات نسبة ضئيلة من الماء

• وفي حالة فقدان الماء يتصلب الصخر الى كتل صخرية وتسمى بالصخر الطيني ( Mud stone Or Clay stone )

• او تتصلب بشكل طبقات رقيقة او صفائح Lamina ويسمى بالصخر الطيني الصفائحي او الطفل (Shale)

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ثانيا : الصخور الرسوبية الكيميائية :
- تتكون هذه الصخور من الترسبات للمحاليل المحلية وتراكم المواد المعدنية بعد ترسبها من المحاليل .
- والمعدن الذي يكون اقل ذوبانا يترسب اولاً اما المعدن الاكثر ذوبانا فيترسب نهائياً بعد ترسب المواد الاخرى
- والترسب يحصل كنتيجة لبعض التفاعلات اللاعضوية في المياه وفيما يلي مجموعة من الصخور الرسوبية الكيميائية
- ١- **الملح Salt او Halite:** وهو صخر يتكون على شكل طبقات ذات سمك كبير ومتكونه من بلورات واضحة
- والاملاح تلي الجبس في التبلور والترسيب من مياه البحر المتبخرة لذلك تكون في الأعلى تليها تكوينات الجبس والانهايدريت في اسفلها

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ٢- الجبس **Gypsum**: وينتج عن ترسب محاليل البحر بشكل طبقات ويتواجد في الغالب مع طبقات الملح او طبقات الجير
- ٣- الانهيدريت **Anhydrite**: وهو يتبع الجبس في الترسيب والتكوين وبشكل طبقات مشابهة للجبس وقد تتواجد معا اضافة الى الرواسب الملحية
- ٤- الصخور الجيرية **Lime stone**: ويتكون من ترسب مياه البحر الحاوية على مادة كاربونات الكالسيوم الذائبة وكذلك توجد اشكال اخرى في ترسبات الجير وهي ترسبات (Stalactite) وهي اعمدة جيرية مدلاه من سقوف الكهوف
- وكذلك رواسب (Stalagmite) وهي اعمدة تنشأ من ارضية الكهوف وبشكل كاربونات كالسيوم متبلورة. وقد يترسب الحجر الجيري بشكل حبيبات صغيرة لا يزيد قطرها عن ٢ ملم

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ٥- الرواسب الكيمائية السيلكاتية **Siliceous Sinter**: وهي ترسبات من ثاني اوكسيد السيلكون تتكون في مناطق الينابيع المعدنية الحارة
- هذه الصخور السيلكاتية تتكون من حبيبات مجهرية متبلورة او غير متبلورة وبشكل كرات او طبقات رقيقة
- ٦- الدولمايت **Dolomites**: وهي اثقل واصلب من lime stone وتفاعلها مع الحامض اقل من الصخر الجيري وتمتاز باحتوائها على ال Mg

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ثالثا : الصخور الرسوبية العضوية
- وهي الصخور المتكونة من الرواسب العضوية لأصداف وافرازات الحيوانات البحرية او من الترسبات النباتية ،
- وتشمل الانواع الاتية
- ١- الحجر الجيري العضوي **Organic lime stone** : وهو صخر جيري كثير الانتشار في الأرض ويتكون بسبب استخلاص مادة  $CaCO_3$  من مياه البحر من خلال الكائنات الحية في البحار
- وتتحول بعد موت هذه الاحياء وتجمعها في قاع البحر بشكل رواسب جيرية تزداد مع الزمن
- وتتحول بالضغط والترسيب لمواد اخرى معها لتكون الصخور الجيرية العضوية الصلبة
- وامثلة هذه الصخور هو الصخر الجيري الصدفي ( Shelly lime stone) الذي يتكون من اصداف الكائنات البحرية الصدفية (المحار)

# تصنيف الصخور الرسوبية

- ٢- الطباشير **Chalk** : وهو احد انواع الصخور الجيرية ويمتاز ببياضه الناصع وقلة صلابته
- وهو مكون من ذرات دقيقة اغلبها اصداق حيوانات بحرية وحيدة الخلية ممزوجة مع ذرات دقيقة من الطين الحجري .
- ٣- صخور الفوسفات **Phosphate Rock** :
- المكون الرئيسي لهذا الصخر هو فوسفات الكالسيوم ويتكون من تراكم عظام الحيوانات الفقرية البحرية والبرية وتتحول بمرور الوقت الى فوسفات الكالسيوم (٦٠ % من عظام الحيوانات البحرية هي فوسفات الكالسيوم)
- وتوجد في شكل طبقات لصخر الفوسفات في الجزء الغربي من القطر العراقي
- .
- وهذه الطبقات من الرواسب تمر مع الزمن بعمليات تركيز عن طريق الازابة للفوسفات التي هي ذات اذابة اكبر من الفوسفات

# تصنيف الصخور الرسوبية

## ٤-الفحم الحجري والرواسب الفحمية :

- وهي رواسب ذات اصل عضوي نباتي ترسبت في ظروف خاصة كالمستنقعات من خلال التحلل والتفحم فالمادة المعروفة بال Peat ذات نسبة كاربون عالية تزيد عن ٦٠% فعند ترسبها وانضغاطها تتحول الى رواسب فحمية
- وهذه الرواسب مختلفة في نسبة الكاربون فتصل في lignite (الفحم الكاذب) الى ٥٥-٧٥% كاربون وتوجد في طبقات صخور العصور الجيولوجية الحديثة ،
- اما الفحم الحجري ( Anthracite ) فهو صخر صلد حالك السواد ذو نسبة كاربون ٧٥-٩٠% .

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

- جاءت تسمية هذه الصخور من عملية التحول Metamorphism والتي هي التغيير في تركيب المعادن ونسيج الصخور في القشرة الأرضية بسبب
- الارتفاع في درجات الحرارة
- والضغط العالي
- او كلاهما ،
- وقد يشترك مع الضغط والحرارة عوامل كيميائية
- ان هذه العملية موجودة وتؤثر في كل انواع الصخور نارية او رسوبية او متحولة
- فتعمل على تغيير صفاته الظاهرية والداخلية
- والصخور الجديدة الناتجة عن هذه العملية تكون مختلفة عن الصخور الاصلية
- فالصخر الناري ذو النسيج البلوري المتبعثر يتحول الى صخر ذو بلورات مرتبة في صفوف متوازية
- وكذلك فالصخر الرسوبي يصبح اشد صلابة واكثر تبلورا .

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

- ان مراحل عملية التحول تختلف في الصخور النارية عن الرسوبية بسبب الاختلاف في هذه الصخور بالتأثر بالعمليات الناتجة عن الارتفاع في الحرارة والضغط وهذا الاختلاف يرتبط بوجود او عدم وجود الماء
- ففي حالة الصخور الرسوبية والتي تمتاز بوجود مسامات بين حبيبات الصخور والتي تكون مملوءة بالمحاليل التي تسرع من التحولات الكيميائية
- اما في الصخور النارية فالمسامية قليلة والفراغات صغيرة وقد تحوي على كمية قليلة من المحاليل ( الماء ) لذلك فهذا النوع من الصخور يحتاج الى حرارة وضغط اعلى بكثير من الصخور الرسوبية لتتحول الى صخور متحولة ،
- ان عملية التحول تؤدي الى ازالة الاحافير ( المتحجرات ) التي تحويها الصخور وبالتالي يصعب تقدير اعمار الصخور المتحولة بصورة دقيقة لقلة او انعدام المتحجرات

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

## • انواع عمليات التحول

### • ١- التحول الحراري الموضعي

• عند دخول الماكما ( الصهارة ) في صخور القشرة الارضية يحصل تماس بينهما وهذا التماس يعمل على رفع درجات الحرارة للصخور القريبة واللامسة للمادة المنصهرة

• مما يؤدي الى حصول تحول في هذه الصخور وينحصر هذا التأثير في المناطق المحيطة بالصهارة

• ولذلك يسمى هذا النوع من التحول بالتحول الموضعي

• وكمية التحول ونوع التحول يعتمد على خواص وحجم الجسم الناري المتدخل وعلى طبيعة التركيب الكيميائي

• والخواص الفيزيائية للصخور المحيطة بالجسم الناري مما يشكل مساحة محيطة بالصهارة يطلق عليها اسم هالة التحول ( Metamorphic Aureole

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

- ٢- التحول الحراري الديناميكي او الاقليمي
- هذا التحول في الصخور يحصل نتيجة الضغط الكبير مع الحرارة كنتيجة لحركة القشرة الارضية ويساعد ذلك تأثير المحاليل والماء كعامل مساعد كيميائي وتشمل هذه العملية مساحات واسعة .
- ان حركة القشرة الارضية يصاحبها نشوء التؤات وطيات وتموجات في طبقات القشرة الارضية منتجة الجبال والهضاب وتسمى هذا النوع من التحولات بالتحولات الاقليمية Regional meta morphism ويطلق ايضا عليها تسمية التحول الديناميكي Dynamic Metamorphism . وينتج هذا النوع من التحول بفعل تأثير الضغط بصورة رئيسة ويكون التأثير الحراري والكيميائي ضعيفا جدا
- ويعود ذلك الى حدوث هذا النوع من التحول في اعماق غير سحيقة أي على عمق عدة كيلومترات داخل القشرة الارضية<sup>٣</sup>

## ٣- التحول الناتج عن الازاحة Dislocation Metamorphism

- يحصل هذا التحول بفعل عمليات الازاحة الناتجة عن الفوالق او الصدوع على طول خطوط الانكسار

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

## التركيب المعدني للصخور المتحولة :

- بسبب الحرارة والضغط يزاح الماء والمحاليل الموجودة بين حبيبات الصخور الأولية اثناء التحول وهذا يؤدي الى نقل بعض العناصر مثل Na ، Ca ونشوء معادن جديدة متحولة من اصول معادن لصخور نارية او رسوبية
- ومن هذه المعادن معدن كايانات ( Kynate ) و زوسايت ( Zoisite ) كارنيت ( Carnet ) وتالك ( Talk ) ووجود هذه الانواع يستدل منه لمعرفة درجات الحرارة والضغط المساعدان في عملية التحول
- فمثلا معدن الكلورايت ( Chlorite ) في الصخور المتحولة يدل على ان التحول جرى تحت درجات حرارة وضغط واطنين نسبيا في حين ان وجود معادن كارنيت ( Carnet ) والستور ولايت Staurolite يشير الى ان عملية التحول جرت تحت ضغط ودرجة حرارة عاليين
- وكذلك توجد معادن الكوارتز ، فلدسبار ، مايكا ، بايروكسين في الصخور المتحولة

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

## • تصنيف الصخور المتحولة

- تصنف الصخور المتحولة بالنسبة للنسيج (Texture) الى قسمين رئيسيين
- **اولا : الصخور المتحولة الصفائحية ( Foliated Rocks )**
- تتميز هذه الصخور بوجود طبقات رقيقة متوازية من المعادن ا ان حبيبات هذه المعادن تتجمع وتميل باتجاه واحد وجميع الصخور تنكسر وتتشقق عادة في مستويات متوازية
- وتقسم وفق سمك الصفائح الى اربع مجاميع
- **١- الصخور Slaty (الاردوازية) :** هذا النوع من الصخور يكون بشكل:
  - أ- صفائح رقيقة متوازية مفصولة لمستويات رقيقة جدا لا ترى الا بالمجهر ،
  - ب- ذات سطوح الطبقات ملساء
  - ت- تنتج عن تأثير الضغط بصورة رئيسية
  - ث- تنتج هذه الصخور من تحول صخور الطين .
- **٢- الصخور Phyllitic (الفالتيه) :**
  - أ- هذه الصخور ذات شقوق صغيرة تميز بالعين المجردة
  - ب- وهي اكثر سمكا واكل انتظاما من شقوق الصخور الاردوازية

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

- ٣- الصخور Shistose (الشيستوزية) : وفي هذا النوع من الصخور تكون الشقوق اكثر سمكا في الشقوق في الصخور السابقة والشقوق ترى بالعين المجردة
- وحجر الشيستوزيه ( Shist ) هو عبارة عن صخر متحول متبلور وذو نسيج صفائحي ويتكون من طبقات متوازية من المايكا يفصل بينها طبقات من بلورات الكوارتز الدقيقة
- ٤- الصخور Gneicsie ( الجنائيسية ) :
  - وفي هذا النوع من الصخور تكون الشقوق واضحة وواسعة نسبيا
  - وتكون المواد المعدنية مألثة للشقوق والمعادن تكون بشكل صفائح سميكة في جسم الصخر ،
  - وهو صخر متحول كامل التبلور والصفائح للمعادن متوازية او في صفوف متقطعة

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

- **ثانيا: الصخور المتحولة غير الصفائحية**
- وتمتاز هذه الصخور بكونها لا تحتوي على صفائح بل ان حبيباتها لا تنتظم باتجاه واحد بل تكون باتجاهات مختلفة
- ومثال ذلك هو صخر المرمر ( Marble ) وصخر الكوارتزيت (Quartzite) والذي يتكون من حبيبات كوارتز متماسكة تماسكا تاما مكونة سطوح ملساء غير منكسرة فيما بينها بل اذا تم الكسر فيتم بالحبيبات

# الصخور المتحولة Metamorphic Rock

- وينتج عن تحول صخور رسوبي رملي تحت الضغط والحرارة وبترسب السليكا واملأ الفراغات بين الحبيبات
- تتماسك هذه الحبيبات والسليكا يمكن ان تتأتى من مياه حاوية على السليكا
- اما الرخام (المرمر) فيتكون من تحول صخور الكلس (Limestone) بفعل الضغط والحرارة وبوجود المواد الغريبة ( الشوائب) يكتسب الصخر الوان مختلفة وهذا النوع من الصخور منتشر في شمال العراق
- ويحتوي هذا الصخر على كمية كبيرة من  $\text{CaCO}_3$  وينتج هذا الصخر عن التحول بفعل الحرارة العالية والضغط العالي الذي يمنع تفكك (Dissociation) معدن الكالسايت الى اوكسيد الكالسيوم و  $\text{CO}_2$  وبالتالي يحدث تبلور للكالسايت الى بلورات متوسطة او دقيقة الحجم ومتساويه تقريبا.

# • دورة المياه بالطبيعة و علاقتها بعلم الأرض

# البحار والمحيطات

- وضع العلماء ثلاث نظريات لتفسير نشأت المحيطات هي
- ١- نظرية فاجنر ١٩١٤م - زحزحت القارات
- تعتمد على فرضية ان الارض كانت قارة واحدة كبرى وخلال العصر الكربوني تعرضت لحركة شد عظمى انفصلت الى ما هو عليه الان
- ٢- نظرية انسلاخ القمر من وجه الارض للعالم جارلس داروين ١٨٧٨ م
- تعتمد على الرأي القائل ان القمر والارض كانت كتله واحدة ثم انفصل القمر عن الارض بسبب تفاعل قوة جذب الشمس وقوة الطرد المركزي من منطقة المحيط الهادي
- ٣- نظرية الصفائح او تكتونية الارض
- مضمون هذه النظرية ان الغلاف الارضي الصخري الصلب مكون من صفيح محيطية قارية وذات سمك رقيق نسبياً (١٠٠-١٥٠ كم) تتحرك بالنسبة لبعضها البعض بحركات مستقلة وتق على حدودها الزلازل والبراكين والجبال

# الخصائص الكيميائية لمياه المحيطات

الخصائص الكيميائية:

- ١- الملوحة ويعزى الى وجود املاح الصوديوم ويبلغ متوسط نسبة الملوحة في البحار ٣٥ غم املاح ١٠٠٠ غم ماء بحر
  - ٢- كمية الاوكسجين وتزداد في الاعماق السطحية لحد ٣٥٠ م وهو مهم لتنشيط الكائنات الحية البحرية
  - ٣- كثافة مياه البحار تختلف تبعاً لطبيعة حركة المياه بالبحار
  - ٤- درجة الحرارة
  - نسبة الملوحة
  - الضغط الواقع عليها باختلاف العمق
  - ٤- ألوان مياه البحر الماء النقي لا لون له
- مياه البحار تبدو بألوان مختلفة حسب العمق حيث الأزرق في الاعماق السفلى والوسطى واللون الاخضر بالمياه الساحلية
- العوامل التي تلون مياه البحار هي
- تغلغل اشعة الشمس
  - تنوع المواد العضوية العالقة
  - تكوين الشعب المرجانية
  - وجود الطحالب

# الخصائص الكيميائية لمياه المحيطات

- التكوينات الجليدية
- تصنف تبعاً لمصدرها الى مجموعتين رئيسيتين
- أ- الجليد البحري
- وهي الكتل الثلجية التي تكونت فوق مياه البحر بسبب انخفاض درجة الحرارة لمياه البحار دون الصفر المئوي
- ب- الجبال الجليدية الطافية
- وهي كتل جليدية على شكل جبال تطفو فوق المياه

# اهمية علوم البحار في الحياة اليومية

- ١- الاستفادة من بعض الكائنات الحية العضوية منها
  - الاسماك والثدييات البحرية
  - الطحالب والاسفنج
  - المحار والاصدف واللؤلؤ
- ٢- استخلاص بعض الاملاح والمعادن ومنها
  - ملح الطعام
  - اليود والبروم والمغنيسيوم
  - زيت البترول
- ٣- استغلال مياه البحار في توليد الطاقة المحركة عن طريق
  - فرق المد والجزر
  - استغلال الامواج لتوليد الطاقة الكهربائية
- ٤- كمياه للشرب عبر التحلية بعمليات
  - أ- التقطير
  - ب- التجميد السريع وفصل الاملاح المتبلورة عن الماء
  - ج- التحليل الغشائي الكهربائي عبر اقطاب كهربائية

# الانهار

- تعد مياه الانهار عامل مهم في التأثيرات الجيوفيزيائية لسطح الارض وتغيير شكله .
- ومياه الانهار قد تكون دائمية او موسمية او متقطعة تتحكم بها مواسم سقوط الامطار .
- ان مياه الانهار الجارية تحمل الفتات الصخري والمواد العالقة والذائبة باتجاه الانحدار العام للنهر (تأثير الجاذبية)
- وتعتمد الانهار في مياهها على الامطار والثلوج التي تذوب ثم تتجمع كافة المصادر لتكوين الانهار
- وقسم من المياه المتساقطة يعود الى الجو ثانية بواسطة التبخر والنتح
- وبعضه يدخل باطن الارض مكونا المياه الجوفية والتي قد يعود بعضها ثانية الى الانهار

# دورة المياه



# العوامل المحددة لطبيعة الانهار:

العوامل المحددة لطبيعة الانهار هي :

- ١- التفريغ او التصريف **Discharge** : وهي كمية الماء التي تجتاز نقطة معينة في وحدة الزمن وتقدر ب م<sup>٣</sup>/ثا او قدم<sup>٣</sup>/ثا .
- ٢- معدل السرعة : ويعبر عن سرعة مرور التيار خلال وحدة الزمن مقدره بال م/ثا او كم /ساعة
- ٣- حجم وشكل المجرى : يعبر عن حجم المجرى بحاصل ضرب معدل العرض في معدل العمق
- اما شكل المجرى فهو يعبر عن شكل المجرى من الضفة الى الضفة الاخرى .
- ٤- الميل **Gradient** او الانحدار **Slope** : هو تعبير عن مدى التغير في ارتفاع مستوى النهر بين نقطتين خلال جريانه افقيا ويعبر عنه بالقدم / ميل
- ويكون الانحدار كبير قرب المنبع ( Source ) ويقل باتجاه المصب ( Mouth )
- ٥- الحمولة **Load** : وهي تعبير عن كمية المواد التي ينقلها النهر وتتكون من الفتات الصخري والمواد العالقة والمواد المذابة ،
- حمولة النهر فوق قاع النهر او قريبا منه ستكون من المواد الخشنة |
- وكذلك فهناك المواد العالقة ( Bed load او Suspended load ) وكذلك هناك المواد الذائبة ( Dissolved load )

# دورة النهر Alluvial cycle

تقسم الى ثلاث مراحل :

- ١- مرحلة الشباب **Young stage**: في هذه المرحلة يكون ميل النهر والتعرية قوية والوديان فيه عميقة والانحناءات حادة
- وفي هذه الحالة فالأراضي المجاورة غير متأثرة بالانحدت النهري . وتتميز هه المرحلة بالمظاهر الآتية
- أ- الحفر الوعائية **Pot holes** : وهي حفر عميق ضيق اسطوانية الشكل توجد في قاع النهر تتكون بسبب حركة الماء السريعة واللولبية
- وتساهم الدقائق المحمولة في شدة التعرية ( الحفر ) في هذه المرحلة
- ب- المساقط **Fall** : وتنتج عن الاختلاف في الارتفاع في مناطق مجرى النهر بسبب حدوث تكسر
- او نتيجة لتعاقب صخور قوية وهشة في المجرى حيث تتآكل الصخور الهشة بدرجة اكبر وبالتالي ينخفض مستواها ويصبح فارق في الارتفاع
- ج- الاخاديد القديمة **Deep gorge** حيث يصبح شكل النهر مشابه للرقم v مياه النهر في القعر



# دورة النهر Alluvial cycle

- ٢- مرحلة البلوغ **Maturity stage** :
- في هذه المرحلة
- تكون التعرية على الجوانب
- انحدار النهر بطئ
- عملية التعرية ابطأ من المرحلة السابقة
- الانحناءات اقل شدة من مرحلة الشباب .
- وتتميز هذه المرحلة بما يلي :
- أ- **منعطفات meanders** : وهي التواءات او منعطفات بسبب التعرية الجانبية
- ب- **الجزر Braids** : تتكون الجزر نتيجة زيادة كمية المواد المنقولة في النهر مقارنة مع قابلية النهر لحمل المواد مما يؤدي الى ترسيب المواد الزائدة عن القابلية مشكلة جزيرة في مجرى النهر وقد يؤدي هذا الى انقسام مجرى النهر الى قسمين او اكثر ثم تلتقي هذه الاقسام بعد خروج المجرى من الجزر في مجرى واحد .



# دورة النهر Alluvial cycle

- ٣- مرحلة الشيخوخة Old stage
- ويتميز النهر في هذه المرحلة بانخفاض الميل بشكل كبير مما يفقد النهر التعرية النهرية عدى الجاذبية
- والانحناءات بطيئة
- ويجري النهر خلال سهول فيضية واسعة .
- ويتميز هذه المرحلة :
- أ- البحيرات القوسية **Oxbow Lake**: وهي بحيرات قوسية هلالية تنتج بسبب تآكل احد ضفاف النهر الملتوي المجرى وتبديل النهر لمجراه القديم وانسداد المجرى القديم تتكون البحيرة القوسية
- ب- الدلتا **Delta** : وهي المنطقة المحددة بين مصب النهر ونقطة ابتداء انقسام النهر الى فروع وهي متكونة من ترسبات طينية و غرينية وحتى رملية او حصوية وتنتج عن اصطدام المياه الجارية بالمياه الراكدة للبحر والتي تكون ملحية (ايونات الاملاح ) .
- ان حجم وشكل الدلتا يتحدد
- بحجم الترسبات النهرية
- وشكل وقوة امواج البحر وتياراته فاذا كانت الامواج قوية فتقوم بأعاده توزيع الترسبات النهرية داخل البحر وبالتالي قد لا تتكون دلتا



شركة دبالى العامة  
للصناعات الكهربائية

بعقوبة

Al Rahmaa St

Alaharri St

شارع الأمامي

شارع الخليل



# العوامل المؤثرة في استقرارية الانهار وتغير اشكالها

وهي

- ١- حركة القشرة الارضية : عند حركة القشرة الارضية قد تؤدي الى وضع طرف من النهر على حساب الاخر وبالتالي تزداد طاقة النهر للتعرية بسبب زيادة الميلان مما يؤدي الى تحول في مرحلة النهر وجعل النهر يحفر المجرى القديم مما يؤدي الى تكوين المسطحات النهرية  
Stream terrace
- ٢- تغيير مستوى التعرية الاولي Base-level عند ارتفاع مستوى البحر فان انحدار النهر يقل مما يؤدي الى انخفاض سرعة النهر وبالتالي قدرة النهر على حفر ونقل المواد
- ٣- ذوبان الثلوج - يؤدي زيادة ذوبان الثلوج الى تزويد النهر بكميات اضافية من المياه وفتات الصخر المنقولة معها بدرجه فوق طاقة النهر للنقل مما يؤدي الى ترسبات اضافيه لمواد النهر.
- ٤- تغيير المناخ يؤدي التغير في المناخ الى زيادة كميات المياه مما يؤدي الى زيادة كمية التعرية ونقل المواد

# انماط الانهار

- ١- النمط التشجيري **Dendrite Pattern**: وفي هذا النمط تكون التفرعات النهرية غير منتظمة في اتجاهاتها ويتواجد هذا النمط في مناطق الصخور الصلبة والمستوية حيث يكون الاختلاف في متقاومة الصخور ضعيف .
- ٢- النمط التعامدي **Rectangular Pattern** : في هذا النمط يتميز النهر بانحناءات عمودية الواحدة على الاخرى في مجرى النهر وتنتج عن تكسرات وشقوق في الصخور الصلبة في مجرى النهر .
- ٣- النمط الشبكي **Trellises Pattern** : في هذا النمط الفروع للنهر متوازية وطويلة جدا ويحدث في طبقات الصخور التي تتميز بوجود طيات للصخور على السطح مكونة حافات طويلة وبشكل احزمة متساوية .

# انماط الانهار

## • تعديل النهر لمجراه :

• بفعل عمليات النحت المستمرة يحاول النهر تنظيم مجراه حسب الصخور التي يجري فوقها فيجري النهر فوق احزمة الضفف في الصخور

• او خطوط التكسر والفوالق

• وبالتالي فان نظام الجريان يعطي انطباع عن نوع وطبيعة الصخور المعرضة على السطح فالصخور الصلبة تشكل تلالا وحواجز

• بينما الصخور الضعيفة تؤدي الى تكوين قاعدة الوديان والاراضي المنخفضة التي يجري فيها النهر .

## • التعرية بواسطة الانهار :

• تتحدد قابلية الماء للتعرية النهرية على سرعة الماء بالدرجة الاولى، والنهر يقوم بمهمة عامل للتعرية بالطرق الاتية

## • ١- التآكل - النحت الكيميائي Corrosion Or Solution

• يقوم النهر من خلال الماء بإذابة المواد التي يمر بها نتيجة ذوبان CO2 في الماء لتكوين حامض الكربونيك الذي يساعد على أذابة ماء النهر لبعض المواد الكيميائية

# العمل الجيولوجي للأنهار

- أ- التعرية بالأنهار
- تتحدد قابلية الماء للتعرية النهرية على سرعة الماء بالدرجة الأولى، والنهر يقوم بمهمة عامل للتعرية بالطرق الآتية
- ١- التآكل - النحت الكيميائي **Corrosion Or Solution**
- يقوم النهر من خلال الماء بإذابة المواد التي يمر بها نتيجة ذوبان  $CO_2$  في الماء لتكوين حامض الكربونيك الذي يساعد على إذابة ماء النهر لبعض المواد الكيميائية
- ٢- الفعل الهيدروليكي **Hydraulic action**
- ويرجع الى تأثير الماء المتحرك من الناحية الفيزيائية في تفتيت الصخور ونقلها
- ٣- التفتيت ( النحت الفيزيائي ) **Corration** : وهي عملية تعرية وتفتيت الصخور على جانبي وقاع مجرى النهر وذلك بتأثير الصخور المنقولة بالماء.
- ٤- الطحن **Attrition** : وهو تعرض المواد المنقولة بالماء الى عوامل التكسر والتفتيت مما يؤدي الى تحولها الى اشكال مصقولة او كروية تقريباً
- ب- عملية النقل
- ينقل النهر المواد بصور ثلاث
- نقل مواد مذابة
- نقل عالقة
- نقل عبر التدحرج



# انواع الانهار بحسب علاقتها بالأرض

- قسمت الانهار استناداً لعلاقتها بالأرض التي يجري فوقها
- ١- النهر التابع : يتحدد نمط ميلانه بميلان الارض فقط وهو عموم يقع فوق الصخور المتماسكة وله نمط شجري
- ٢- النهر الاحق وهو النهر الذي يتحدد طريقة بطبقة الصخور الضعيفة
- ٣- النهر القحوم هو النهر الذي قطع مجراه خلال منطقة تعرضت للارتفاع بسبب فالق في القشرة الارضية
- ٤- الانهار المنطبعة هي انهار تجرفي تكوينات صخرية ثم تشق طريقها نحو تكوينات اخرى اسفل منها

# الينابيع

- هي الماكن التي تظهر فيها المياه الجوفية على سطح الارض بصورة طبيعية
- تصنف الينابيع حسب اماكن ظهورها الى
- ١- الينابيع الطبوغرافية
- وهل التي تنشأ بسبب اختلاف سطح الارض طوبوغرافياً وتظهر في المناطق المنخفضة في الاحواض والوديان
- ٢- الينابيع التركيبية
- تنشأ عندما توجد صخور صلبة تمنع حركة المياه الجوفية الى الاسفل مثل ينابيع الفوالق والصدوع
- ٣- الينابيع الطبقيّة
- وهي التي تنبثق اذا اعترضت المياه الجوفية طبقة مصمتة من الطين وبمساعدة التضاريس

# المياه الجوفية Ground water

- هي المياه التي تشغل الفراغات والمساحات تحت سطح الارض ، اما العلم الذي يدرسها فيسمى بعلم Hydrogeology او Geo hydrology
- مصادر المياه الجوفية :
- ١- **المياه الجوية:** وتعد مصدر اساس للمياه الجوفية وتتضمن مياه الامطار والمياه السطحية الجارية على سطح الارض والمياه الناتجة عن ذوبان الثلوج وذلك عندما تنفذ في باطن الارض من خلال طبقاتها المختلفة .
- ٢- **المياه الجيولوجية او الفطرية :** وهي المواد المتكونة مع نشأ الصخور الرسوبية
- ففي عملية الترسيب للصخور الرسوبية في المياه المالحة او العذبة ستخزن الصخور المياه في مساماتها خلال عملية الترسيب عندما تتصلب الحبيبات الخشنة
- كما في الحجر الرملي sand stone الذي يخزن المياه بفعل مساماته الخشنة وعندما يحاط هذا الحجر بطبقات غير منفذة للماء كما في الحجر الطيني Mud stone or Shale

# مصادر المياه الجوفية

## • ٣- المياه الناتجة عن تبلور الصهارة :

• وهي المياه الناتجة عن العمليات المصاحبة لتبلور الصهارة خلال تكون الصخور النارية وتشمل المحاليل المتبقية من تبلور الصهارة

• وتعرف بالمياه الصاعدة لتمييزها عن المياه الجوية والتي تعرف بالمياه الهابطة وتمتاز هذه المياه (مياه التبلور) باحتوائها على نسبة عالية من الاملاح والمعادن الذائبة وذات درجة حرارة عالية وقد يختلط نوع او اكثر من المياه الجوفية ،

• ان المياه الجيولوجية والمياه الناتجة عن التبلور تشكل مصدرا ثانويا للمياه الجوفية مقارنة بالمياه الجوية.

# تواجد المياه الجوفية

- تتواجد المياه الجوفية في القشرة الارضية وينحصر وجودها بمنطقتين رئيسيتين هما
- أ- منطقة اللا تشبع Aeration Zone
- و تسمى ايضا منطقة التهوية او التشرب وتشمل الطبقات العليا التي تتميز بوجود المياه فيها بحالة بسيطة من التشبع مع وجود فراغات مملوءة بالهواء وتوجد المياه في هذه المنطقة يكون بثلاث صور
- ١- مياه رطوبة التربة : وهي المواد القريبة من سطح الارض
- ٢- مياه الحزام الوسطي : وتكون حركتها باتجاه الاسفل بفعل الجاذبية الارضية
- ٣- مياه منطقة الخاصة الشعرية : وتتأثر بالخاصية الشعرية نتيجة تماسها مع سطح خزان المياه الجوفية والحركة في هذه المنطقة في هذه المنطقة من المياه هو نحو الاعلى

# تواجد المياه الجوفية

- ب- منطقة التشبع Saturation zone
- وتقع هذه المنطقة اسفل منطقة اللاتشبع (التشرب) وتكون في حالة تشبع تام من المياه وقد تكون المياه في حالة اتصال مع بعضها بشكل قطرات مياه حرة مكونة خزان المياه الجوفي

## Aquifer

- والسطح الفاصل بين منطقتي التشبع واللاتشبع يعرف بسطح الماء الجوفي Water table ،

ان منسوب هذا السطح يتوقف على عدة عوامل منها

١. طبيعة المناخ أي معدلات الامطار والتبخر ودرجات الحرارة
٢. وطبيعة تضاريس الارض
٣. ونوع الصخور الجيولوجية
٤. ونوعية الغطاء النباتي

# تواجد المياه الجوفية

- وكل هذه العوامل تحدد عمق تواجد المياه الجوفية من بضعة امتار الى مئات الامتار
- وشكل سطح الماء الجوفي يوقف على
- شكل تضاريس الارض من حيث الارتفاع
- والانخفاض
- والاستواء
- والميلان
- ومنسوب سطح المياه الجوفية غير ثابت زمنيا فهذا يتغير من موسم لأخر حسب
- مواسم سقوط الامطار
- وكذلك الحال بين المناطق الرطبة والجافة

# حركة المياه الجوفية

- تتحرك المياه خلال المسامات الموجودة بين حبيبات الصخور المكونة للقشرة الأرضية نحو الأسفل الى ان تتقابل مع طبقات من الصخور غير النفاذة التي لا تسمح للمياه بالمرور خلالها بحيث تتجمع المياه لتكون خزان المياه الجوفية
- وهناك عدة عوامل مرتبطة بحركة المياه الجوفية وتشمل المواضيع الآتية :
- ١- **المسامية Porosity** : وهي تعبير عن الحجم الكلي للمسامات نسبة الى الحجم الكلي للصخر
- ٢- **نسبة الفراغ Void ratio** : وهي النسبة المئوية بين حجم الفراغات الى حجم حبيبات الصخر وتختلف نسبة الفراغ والمسامية بين الصخور ابتداء من ١% للصخور النارية الحديثة الى ٥٠% في الصخور الرسوبية ذات النسيج الخشن وكذلك فان درجة المسامية ترتبط بشكل الحبيبات ودرجة تجانسها ومقدار تقاربها وقوة تماسكها

# حركة المياه الجوفية

- ٣- النفاذية **Permeability**: وهي تعبير عن قابلية الصخر للسماح لمرور الماء من خلال مساماته وبفترة زمنية محددة وتقاس ب سم/ ثا او م /ساعة
- وتعتمد النفاذية على عدة عوامل منها
- ١. حجم حبيبات الصخر حيث تزداد مع زيادة حجم الحبيبات بسبب زيادة حجم المسامات وسهولة اتصال المسامات
- ٢. وكذلك تعتمد على ترتيب او تصفيف الحبيبات **Packing**
- ٣. وكذلك على اندماج الحبيبات **Compaction** .
- والصخور المنفذة هي الصخور التي تسمح للماء بالمرور خلال حبيباتها ( **Permeable Or Pervious** ) وتلك الصخور غير المنفذة هي التي لا تسمح للماء بالمرور من خلالها ( **Impermeable Or Impervious** ) مع ملاحظة ان كل صخر منفذ للماء هو صخر مسامي بينما ليس كل صخر مسامي هو صخر منفذ للماء كما هو الحال في الصخر الطيني ( ذو مسامية عالية ولكن صغيرة الحجم )
- ٤- **صخور الخزان للماء الجوفي Aquifer**
- وهي صخور ذات مسامية ونفاذية عالية تحتوي على كميات من المياه يمكن ان تخرج عبر حفر الابار او بصورة ينابيع طبيعية
- وحركة الماء داخل صخور الخزان الجوفي تتم بفعل الفرق في علو الضغط **Pressure head** وبسرع تختلف من البطيئة الى السريعة حسب فرق علو الضغط وطبيعة ومسامية الصخور .

# حركة المياه الجوفية

## • 5- انواع الخزانات الجوفية

### • أ- خزان غير محصور Un Confined Aquifer

• وفي هذا النوع يكون سطح المياه الجوفية تحت تأثير الضغط الجوي الاعتيادي و غالبا ما يكون قريب من السطح وللاستخراج المياه يتطلب حفر الابار واستخدام مضخة للاستخراج

### • ب - خزان محصور Confined Aquifer

• وفي هذا النوع يكون خزان المياه الجوفي محصور بين طبقتين غير منفذتين مما يؤدي الى حصول ضغط اكبر من الضغط الجوي عل طبقة الصخور الحاوية على الماء قد يصل الى مئات من الضغوط الجوية

• وتعرف الابار المحفورة في هذه المناطق بالابار الارتوازية وتكون على نوعين

• بعضها متدفق بالماء عندما يكون مستوى البئر اقل من مستوى دخول الماء المجهز لطبقة خزان الماء

• والنوع الاخر غير المتدفق عندما يكون مستوى سطح المياه الجوفية عند مستوى التجهيز بالماء حيث لا يوجد ضغط كبير يسمح بخروج الماء وصعوده نحو السطح ،

• وقد يخرج الماء بصورة عيون عند مستوى سطح الارض في المناطق المنخفضة عندما تسمح طبيعة الصخور بخروج الماء وتحت ضغط اعتيادي ويكون سطح الماء الجوفي قريب من الارض

# حركة المياه الجوفية

- ٦- الميل الهيدرولوجي Hydraulic Gradient :
- هو مقدار الفرق في علو الضغط بين نقطتين نسبة الى المسافة الافقية التي تقطعها المياه الجوفية خلال حركتها بين نقطتين
- وهو مقدار ثابت للخزان الجوفي الواحد ويقاس بال م/ كم .
- ويعتمد على خواص الصخور الميكانيكية ومسامية ونفاذية وتصنيف صخور الخزان الجوفي . ان سرعة حركة الماء الجوفي تتناسب طرديا مع مقدار الميل الهيدرولوجي حسب قانون دارسي

# خروج المياه الجوفية

- تخرج المياه من خزانات المياه الجوفية اما طبيعيا او بواسطة حفر الابار وعملية حفر الابار لاستخراج المياه يعتمد على عمق المياه وقدرات المضخات لضخ المياه الى السطح
- اما المياه التي تخرج بصورة طبيعية فهي تخرج بصورة ينابيع مثل ينابيع الاودية Valley Spring ( تحدث في المناطق المنخفضة في الوديان حيث يقترب سطح الخزان الجوفي من السطح
- او ينابيع الفوالق Fault Spring
- او ينابيع الطبقات Bed Spring .
- والمياه الخارجة قد تكون مياه عذبة او مالحة او كبريتية او ذات درجات حرارة عالية

# العمل الجيولوجي للمياه الجوفية

- ١- عمليات جيولوجية هدامة : مثل التعرية والتجوية والتفتيت والاذابة و عملية الاذابة تختص بها المياه المكونة الحاوية على  $CO_2$
- $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
- كذلك فالمياه تذيب الصخور الملحية والجبسية والجيرية
- حيث تكون بيكربونات ذائبة بالمحلول مما يؤدي الى عمل فجوات في الصخور والتي تعرف بالكهوف.
- ٢- عمليات جيولوجية بنائية : وتشمل الترسيب الذي يحصل نتيجة ترسيب المحاليل الناتجة عن عمليات الهدم بفعل التغير المفاجئ في المحلول او الوسط مثل درجة الحرارة او درجة الحموضة ...
- مما يؤدي الى تكوين رواسب جديدة
- وكذلك فقد لوحظ ان رفع درجة حرارة المحلول يسبب ترسيب كربونات الكالسيوم من المحاليل المشبعة بالبيكربونات وامثلة ذلك هو هوابط Stalactite وصواعد Stalagmite



# الصحارى

- هي الاراضي التي يكون سقوط الامطار فيها قليل او يكون التبخر فيها عالي بحيث يكون محصلة الامطار والتبخر بشكل يفضي الى الجفاف وجعل المنطقة جافة .
- ومعظم هذه الاراضي تقل نسبة الامطار فيها عن ٢٠٠ ملم وتقع في نصف الكرة الارضية عند خطوط عرض ١٥ - ٣٠ حيث نزول الرياح الحارة القادمة من خط الاستواء وكذلك كونها مناطق ذات استقراريه جوية .

# انواع الصحاري

- : تقسم وفق طبيعة تكوينها الى الانواع التالية .
- ١- الصحاري المتكونة في المناطق ذات الاستقرارية الجوية ( احزمة نزول الهواء) مثال الصحراء الشمالية الافريقية .
- ٢- الصحاري المتكونة في المناطق الداخلية القارية حيث تسود الحرارة العالية صيفا والحرارة المنخفضة في الشتاء والتي لا تسمح بسقوط الامطار ومثال ذلك الصحاري في اواسط اسيا
- ٣- الصحاري المتكونة بفعل تواجدها خلف السلاسل الجبلية التي تحجب الامطار وتكوين الظل المطري مما يؤدي الى سقوط الامطار في الجهة المواجهة للرياح وعبور الرياح الجانب الخر من التضاريس الجبلية وقد فقدت معظم رطوبتها ويجعلها رياح جافة ومثال ذلك الجبال في الجزائر (جبال اطلس)

# الميزات العامة للصحراء

- ١- الصحاري تغطي تغطي من اليابسة ما نسبته ٣٥% . والصحراء هي الأراضي الجافة قليلة المطر، وقليلة الحياة النباتية، تعيش فيها بعض الحيوانات التي استطاعت أن تتكيف مع جوها، وقد تكونت الصحاري عبر السنين لعدة أسباب منها
  ١. وقوعها في مناطق الضغط المرتفع والتي تتعرض للرياح الجافة،
  ٢. أو لوقوعها في مناطق "ظل المطر" بحيث تقل نسبة الأمطار التي تصل إليها،
  ٣. أو لوقوعها في وسط كتل القارات، مما يجعلها بعيدة عن المؤثرات البحرية الرطبة،
  ٤. أو لوجود تيارات بحرية باردة قطبية تصل إليها تزيد من نسبة الجفاف فيها.

# اشهر الصحارى بالعلم

- **صحراء أنتاركتيكا**
- تبلغ مساحة صحراء أنتاركتيكا ٤٣٠،٨٢٩،٣١٣ كم<sup>٢</sup>، وهي صحراء قطبيّة باردة، حيث يغطّي الثلج مساحة ٩٨% منها، ودرجات الحرارة فيها قد تصل إلى تسعين درجة مئويّة تحت الصّفر.
- تقع هذه الصحراء في القطب الجنوبيّ من الكرة الأرضيّة، ولا يستطيع البشر العيش فيها بشكل دائم، وتقلّ فيها الحياة النباتيّة والحيوانيّة.
- 

- **الصحراء الكبرى**
- تعتبر ثاني أكبر الصحاري الحارّة في العالم، وتنتشر هذه الصحراء في شمال إفريقيا بمساحة تزيد عن ٩،١٠٠،٠٠٠ كم<sup>٢</sup>.
- وتضمّ هذه الصحراء عشر دول إفريقيّة وهي: المغرب، وتونس، والجزائر، وليبيا، ومصر، والسودان، وموريتانيا، ومالي، وتشاد، والنيجر.
- وتوجد في هذه الصحراء العديد من الواحات، كما ونرى فيها سلسلة جبال أطلس، وفيها أطول أنهار العالم "نهر النيل".

# اسباب جفاف المناخ في الصحاري :

- ١- الحرارة العالية والتبخر العالي
- فمعظم الصحاري حارة صيفا وقد تصل الحرارة في بعض المناطق الى ٥٧ م كما في الصحراء الليبية و ٥٠ م في الصحراء العراقية ( في الظل) وهذا يجعل التبخر يصل الى مستويات عالية تصل الى أكثر من ٢٠٠٠ ملم سنويا مما يؤدي الى جعل المناخ جاف خصوصا اذا كانت الامطار لا تتجاوز ٢٠٠ ملم كما في الصحراء العراقية .
- ٢- قلة الامطار : معظم المناطق الصحراوية وشبه الجافة لا تتجاوز الامطار فيها عن ٢٠٠ ملم في المناطق الصحراوية (الجافة) و ٢٠٠ - ٥٠٠ ملم في المناطق شبه الجافة كذلك فأن توزيع الامطار فيها غير منتظم وبعض الصحاري لا تسقط فيها الامطار كما في صحراء اتاكاما في شيلي التي لم تسقط فيها امطار لمدة ١٢ سنة متتالية .
- ٣- كذلك هنالك تباين عالي في درجات الحرارة بين الصيف والشتاء والليل والنهار للمناطق الصحراوية .
- ٤- كذلك فأن طبيعة الغطاء النباتي الصحراوي يكون متباعد وضعيف او حولي خلال فترة الامطار ولفترة زمنية قليلة مع قلة في سمك التربة في هذه المناطق بسبب التعرية بانواعها .

# التعرية في الترب الصحراوية :

- بسبب جفاف المناطق الصحراوية وقلة الغطاء النباتي تسود التعرية بانواعها
- الريحية بشكل عام
- والمائية في فترة سقوط الامطار
- وعموما فكلها من انواع التعرية الفيزيائية (الميكانيكية) وتتم العملية بفعل الرياح وخصوصا في التعرية الريحية
- حيث تزداد سرعة الرياح السطحية فوق المناطق الصحراوية وبسبب جفاف التربة وتفتتها تقوم الرياح بفعل المواد المفتتة فالكبيرة تنقل على شكل مواد قافزه مثل ذرات الرمل
- حيث ترتفع الى الاعلى لتصطدم بذرة اخرى وبزيادة طاقة الرياح تبدأ الدقائق بالتدحرج اما المواد الانعم فتنتقل كمواد عالقة ولذلك فالرمل لا يزيد في ارتفاع ٤٥ سم - ١٠٠ سم بينما المواد الانعم تكون بارتفاع اعلى من ذلك قد يصل الى مئات الامتار خصوصا في المواد الناعمة

# ميكانيكية التعرية الريحية

- تقوم الرياح بعملية التعرية بطريقتين هما :
- التفريغ ( Deflation ) وهي نقل المواد الفتاتية بواسطة الرياح
- والثانية هي التآكل ( Abrasion ) وتسمى ايضا ( Corrosion )
- وتتم بواسطة الحبيبات المنقولة بالرياح حيث تسبب الرمال بفعل حركتها عمليات حفر وخدش في الصخور ويكون تأثيرها فعال لارتفاع مترين وتقل هذه الفعالية في المناطق التي تزال فيها القطع الصغيرة من الصخور وتبقى القطع الكبيرة والتي تشكل عائق بوجه الرياح .
- اما النقل
- فيعتمد مقدار المواد المنقولة
- ونوعها
- وعلى طبيعة الرياح وشدتها
- وكذلك طبيعة الاراضي التي تمر فوقها الرياح
- ولذلك فبعض العوائل الناعم قد تحمل لمسافة مئات الكيلومترات ولا تترسب الا عندما تقل سرعة الرياح بشكل كبير حيث تترسب بشكل طبقات رقيقة فوق ترب المناطق التي تمر فوقها الرياح

# الواحات

- **الواحة** منطقة خصبة ذات نبت حي في الصحراء، حيث تكون المياه الجوفية على مسافة قريبة بشكل كافٍ من السطح يتيح ظهور الينابيع
- او انها أرض أو بقعة أو ساحة خضراء واسعة في صحراء قاحلة ، تكون منخفضة عن مستوى سطح البحر ، فيها نباتات حيّة كثيرة ، محاطة بأشجار ...
- وتسمى المناطق التي تنمو بها النباتات على طول المجاري المائية الدائمة التي تخترق الصحراء أحيانا بالواحات.
- وتكون التربة في الأقاليم الصحراوية خصبة، غير أنها تفتقر إلى الرطوبة التي تنمي النبات. لذا تصلح أراضي معظم الواحات للزراعة، وتشكل بيئات صالحة للاستقرار لوجود الماء بها.

# الاهمية البيئية والاقتصادية

- هي مكان جيد لوجود واستمرار حياة الانسان وخصوصا البدو وحيواناتهم
- مكان جيد ل حياة وتواجد لغض الحيوانات المهددة بالانقراض مثل بعض الذئاب والزواحف
- مكان جيد ومقصد للسياحة
- اماكن استراحة خلال التنقل في الصحراء

# الزلازل

- هو هزة ارضية تاخذ شكل ارتعاش او تحرك عنيف في الصخور القريبة من سطح القشرة الارضية لا يتعدى زمن حدوثه ٣ ثانية الى ٣ دقيقة
- يعقبها طاقة من القشرة الارضية تنتشر على شكل موجات زلزالية
- مصدر هذه الطاقة هو انكسار الصخور انكساراً مفاجئاً بسبب تعرضها للضغط او الشد او الازدواج الشديد الذي يوصلها لحد من الاجهاد ويسبب تعرضها للتشوه والكسر
- ينشأ من الزلازل اضرار كثيرة وكوارث زلزالية
- الموضع الذي يتكون فيه الزلازل في باطن الارض يسمى المركز العميق (البؤرة)
- الموضع الذي يعلوه على سطح الارض وهو مركز الزلازل السطحي ويمثل هذا الموضع المركز الذي يبلغ فيه قوة الزلازل اشدها ويمكن ان يكون مركز التدمير والكوارث

# اسباب حدوث الزلزال

## ١- الانفجار البركاني

الذي يصاحبه انزلاقات للصخور المحيطة بمنطقة البركان ويؤدي هذا الى حدوث حركة وذبذبات سريعة في جميع الاتجاهات وتتحرك الصهارة ( المكماً ) وخروجها من اعماق الارض الى السطح

الطاقة الزلزالية المتحررة محدودة ولذلك لا تزيد قوة الزلزال عن ٥ درجة حسب مقياس ريختر وعلية تكون خطورتها اقل من النوع الثاني

## ٢- الزلازل التكتونية

تحدث نتيجة حركة الصفائح الصخرية القارية المحيطية المتقابلة ونتيجة لذلك فان الصخور تتعرض للانكسار فجأة وينشأ زلازل مدمرة نتيجة للطاقة الهائلة المتحررة من انكسار الصخور

وقد يصل قوة الزلزال الى العلامة الكاملة للزلزال ٩ درجات

وتنشأ تبع لذلك الاحزمة الزلزالية التي تتوزع كما يلي

أ- الحزام الزلزالي بالمحيط الهادي وتقع فيه اكثر من ٧٠% من الزلازل بالعالم

ب- الحزام الزلزالي الذي يمتد وسط المحيط الاطلسي

ت- الحزام الزلزالي الممتد بين البحر الابيض المتوسط وجبال الهمالايا مرورا بجنوب

تركيا و ايران وتقع عليه ٢٠% من الزلازل

شدة الزلزال   مقياس ميركالي	الوصف	قوة الزلزال على مقياس ريختر
١	ضمن حدود قياس الاجهزة	
	تتحسسها اجهزة السيموغراف	
٢ ( ضعيفة )	يشعر بها اناس قليلون	٣,٥
٣ ( قليلة )	يحس بها الجميع	٤,٢
٤ ( معتدلة )	يحس بها المشاة	٤,٣
٥ ( قوية بعض الشيء )	يستيقظ بعض الناس	٤,٨
٦ قوية	تترنح الاشجار وتسقط بعض الاشياء	٥,٤ - ٤,٨
٧ قوية جدا	انذار عام تتشقق الجدران	٥,٥ - ٦,١
٨ هدامة	تتأثر السيارات المتحركة	٦,٢ - ٦,٨
٩ مخربة	تسقط بعض البيوت وتتشقق	٦,٩
١٠ كارثة	تتفتح الارض وتحدث الانهيارات	٧ - ٧,٣
١١ كارثة للغاية	تبقى فقط بعض البنايات	٧,٤ - ٨,١
١٢ مفجعة	دمار تام	٨,١ - ٨,٩

# التنبؤ بالزلازل

١. يتم بالطرق التالية للتنبؤ قبل وقوعه  
اولاً: استخدام اجهزة التنبؤ عبر مقياسين  
١. مقياس ميركالي للتنبؤ عن شدة الزلزال  
٢. مقياس ريختر للتنبؤ عن الطاقة المتحررة من الزلزال

ثانياً: تزداد حركات بعض الحيوانات حادة السمع قبل وقوع الزلزال مثل الفأر والحصار الوحشي والافعى  
ثالثاً: زيادة حجم غاز الرادون المنبعث من الصخور والناجم من تحلل عنصر الراديوم المشع

## تصنيف الزلازل حسب موقع حدوثها

١. الزلازل الضحلة - على عمق ٧٠ كم
٢. الزلازل المتوسطة - على عمق ٧٠ - ٣٠٠ كم
٣. الزلازل العميقة - على عمق ٣٠٠ - ٧٠٠ كم

# البراكين

- يقصد بالبراكين اندلاع كميات ضخمة من مادة الصهارة على هيئة فيضانات من الحمم وحب من الغازات والرماد فاذا وصلت الى سطح الارض فأنها تتحول الى صخور نارية سطحية واذا لم تصل تكون الصخور النارية الداخلية
  - البركان تراكم مادة الصهارة المتجمدة على سطح الارض بشكل قباب او جبال مميزة الشكل بفوهة واحدة او اكثر
  - هناك براكين نشطة ينبثق منها من حين لآخر كميات متفاوتة من مادة الصهارة
  - وهناك بركين غير نشطة او خامدة لا يخرج منها اي مادة صهارة
  - بالعادة يأخذ البركان شكل مخروطي يتألف من الاجزاء التالية
١. المخروط
  ٢. الفوهة الرئيسية
  ٣. المدخنة او القسبة
  ٤. الفتحة
  ٥. الفوهة الثانوية
  ٦. الخزان البركاني
  ٧. المكما او الصهارة

# نواتج البراكين

- ١- المقذوفات السائلة
- وتكون من مادة الصهارة السائلة ممزوجة بخار الماء وتتكاثف بمجرد الخروج وتنزل مطراً
- ٢-المواد الغازية
- هي غازات مختلفة من حامض الكلوريك والفلوريك والكبريت وغاز الهيدروجين وثاني اوكسيد الكربون وثاني كبريتيد الهيدروجين والامونيا
- ٣-المقذوفات الصلبة
- وتشمل المواد الصخرية بأحجام مختلفة وهي عدة انواع
- أ- الكتل البركانية وهي ذات اشكال غير منتظمة وخشنة ويكون قطرها في العادة ٣٢ ملم
- ب- الحجر وهي حبات من الصخور البركانية ويتراوح قطرها بين ٣٢ - ٤ ملم
- ت- الرماد البركاني ويبلغ قطر حباته 4 - 0.25 ملم
- ث- الغبار البركاني وهي الدقائق الاقل من 0.25ملم

# اسباب حدوث البراكين

- هناك بين لحدوث البراكين
- ١- تعرض صخور باطن الارض الى حرارة عالية كافية لصهر الصخور وخروجها من الاماكن الرخوة
- ٢- ثقل عمود الصخر للقشرة الارضية يبقيه في حالة صلابة ولكن اذا حدث نقصان ضغط في احد اماكن القشرة الارضية يؤدي لتصاعد الصهارة الى سطح الارض
- البراكين النشطة في العالم يبلغ عددها ٦٥٠ بركان تقريبا في ثلاث مواقع رئيسية
- ١. امتداد ظهور او اوساط المحيطات
- ٢. محاذات الاخاديد البحرية
- ٣. منطقة التقاء صفائح القشرة الارضية اي الفوالق

# لماذا ندرس البراكين؟

١. لأنها تراكيب جيولوجية فريدة من نوعها
٢. مادة الصحارة قريبة من حالتها الاصلية
٣. دراسة كيفية تبلور المعادن التي تشكل الصخور النارية
٤. معرفة مكونات مادة الصحارة

## مناطق انتشار البراكين

يتفق العلماء ان مناطق انتشار البراكين هي نفسها مناطق البور الزلزالية وتتركز في المناطق التالية

- ١- حزام المحيط الهادي ويشكل ٧٠% من عدد البراكين
- ٢- حزام السلاسل الجبلية هماليا- زاجروس- طوروس- الالب واطلس وتشكل ٢٠% من عدد البراكين
- ٣- حزام المحيط الاطلسي ويقع داخل المحيط الاطلسي ويشكل ١٠% من العدد

# اضرار البراكين

- ١- تؤثر في الغلاف الحيوي وتحدث اضرار على الحياة البشرية والكائنات الحية
- ٢- التأثير على الغلاف الصخري وتغير تضاريس سطح القشرة الارضية
- ٣- اسبب البراكين في اعماق البحار والمحيطات الى تكوين الجزر البركانية وتؤثر على الخطوط البحرية وسلامة السفن
- تصنيف البراكين
- ١- البراكين المخروطية
- وهو الشكل المألوف وارتفاعه يصل الى ٣٠٠ - ٤٥٠ متر وميل جوانبه بحدود ٣٠ درجة ومنها كان الجبل الاسود
- ٢-البراكين الدرعية
- اذا خرجة الصحارة لفتهه طويلة بدون انفجارات بركانية فأنها تتجمد لمسافات بعيدة عن فوهة البركان وتشكل درع
- ٣- البراكين المركبة وهي مزيج من شكل البراكين المخروطية والدرعية
- ٤- براكين سهول اللابة
- وتنشأ نتيجة كون الصحارة قليلة الزوجة وبالتالي تمتد لمسافات بعيدة لكي تتجمد وشكل سهول