

المقدمة

إذا تأملنا فى حياتنا الآن نستطيع أن نقول ماذا فى عالمنا ليس جيولوجيا ؟ وقبل أن نجيب على هذا السؤال يجب علينا أولاً أن نعرف ما الجيولوجيا ؟ وما الظواهر الطبيعية التى تفسرها وما الأفرع المختلفة لها ؟ وأخيراً ما علاقتها بالعلوم المختلفة؟

الجيولوجيا أو علم الأرض: ترجع كلمة " جيولوجيا " إلى أصل يونانى " Geo " بمعنى أرض " Legos " بمعنى علم " أى علم الأرض وهو العلم الذي يبحث فى خصائص الأرض من ناحية تركيبها وكيفية تكوينها والحوادث التي وقعت فى نشأتها الأولى وكذلك البحث فى حالة عدم الاستقرار والتغير المستمر الذي يحدث للكتلة الصلبة للأرض نتيجة تأثير عمليات وقوى مختلفة سواء كانت هذه القوى من خارج الكتلة الصلبة للأرض مثل (التعرية والتجوية) أو من داخلها (كالزلازل والبراكين) كما يبحث فى نتائج هذا التغير.

وقد حدث أثناء تطور الأرض تحول فى مجاريها المائية وزحزحة لأجزائها الصلبة اليابسة بل لقد حدث أيضاً تغير فى مناخ أجزائها المختلفة وتطور فى أجناسها الحيوانية والنباتية . وتبدل وجه الأرض عبر العصور الجيولوجية الغابرة فذكت جبال ونشأت أخرى وانهارت صخور وتكونت أخرى وتركت كل هذه التطورات أثراً ومعاملاً فى القشرة الأرضية تهدى الباحث وتثير له طريق الدراسة والتأمل عبر الأزمنة السحيقة .

ولا تقتصر أهمية الجيولوجيا على حصر هذه المتغيرات بل تشمل علاوة على ذلك البحث والتنقيب عن المصادر المعدنية مثل البترول والفحم والخامات الاقتصادية وغيرها وهى عصب الحياة لمصانعنا الحديثة . ويعمل آلاف من الجيولوجيين فى بلاد عديدة فى صناعات البترول والتعدين والمشروعات الهندسية الهامة كبناء السدود والأنفاق والمجارى المائية ... الخ . وتدخل الدراسات الجيولوجية العديدة فى نطاق واحد أو أكثر من الفروع الآتية :

- علم الكون. – علم الصخور Petrology – علم المعادن Mineralogy :
- علم البلورات Crystallography – علم الحفريات Paleontology
- علم الطبقات Stratigraphy : – الجيولوجيا التركيبية Structural Geology
- شكل الأرض الخارجى Geomorphology – جيولوجيا البترول Petroleum Geology:
- جيولوجيا المناجم Mining Geology : – جيولوجيا المياه hydrogeology

وهناك العديد والعديد من الافرع الاخرى التى تندرج تحت علم الجيولوجيا . ولكى تتحقق هذه الدراسات الجيولوجية المختلفة والسالفة الذكر يلزم الجيولوجى أن يقضى جزءاً هاماً من أوقات عمله فى الحقل – فطبيعة عمل الجيولوجى فى الحقل – فى الصحارى – فى الجبال – حتى يمكنه فحص التكاوين الصخرية من النواحي المختلفة وجمع عينات من الصخور أو الحفريات أو المعادن فى المناطق التى يدرسها .. ويكمل الجيولوجى بعد ذلك دراساته فى المعمل والمكتب بعد عودته من الحقل . ويستعمل الجيولوجى بعد ذلك أبسط أنواع الدوات والأجهزة – ولكن الزم ما يحتاج إليه هو الشاكوش الجيولوجى Geologic hammer والبوصلة الجيولوجية أو بوصلة برانتوت Brunton compass ويشمل عمل الجيولوجى فى المعمل فحص قطاعات رقيقة أو مصقولة لمعادن والصخور بواسطة ميكروسكوبات خاصة Petrographic microscopes لمعرفة مكوناتها وصفاتها الطبيعية والنسجية – كما يمكن للجيولوجى التعرف على ما جمعه من حفريات فى رحلاته الحقلية مستعيناً فى ذلك بعدسات مكبرة أو بواسطة ستيروميكروسكوب Stereomicroscope وبمساعدة المراجع العلمية .

ولقد ولدت الجيولوجيا الحديثة عام ١٧٨٥ عندما وضع جيمس هاتون James Hutton (١٧٢٦-١٧٩٧) المبدأ القائل أن " نفس العوامل التى تعمل فى الحاضر هى التى عملت فى الماضى "

(الحاضر مفتاح الماضى) (The Present is The Key of the Past)

وهو المبدأ المعروف لدى الجيولوجيين بقانون التوتيرة الواحد (Doctrine of Uniformitarianism)

أو باختصار مبدأ تشابه العوامل التى تغير سطح الأرض فى الماضى والحاضر

فإننا لاحظنا مثلاً على رمال الشاطئ أو فى الصحراء علامات توجيه Ripple Marks ثم لاحظنا طبقة من الصخر الرملى وعلى سطحها العولى علامات محفوظة ومتصلبة متشابهة لتلك الموجودة على الشواطئ أو فى الصحراء ، فيمكن فى هذه الحالة القول أن

الصخر الرملى ترسب فى الماضى تحت سطح البحر أو تراكم فى الصحراء بفعل الرياح فى الأزمنة الجيولوجية القديمة وهناك كذلك بعض الظواهر الأخرى مثل الحفريات التى تؤكد لنا أن البيئة كانت بيئة بحرية وليست صحراوية .

وكمثال آخر ، نجد فى المناطق الثلجية فى أوربا مثلاً أن الأنهار الثلجية الناتجة عن انصهار الثلج تحمل معها فتات الصخور المتفاوتة الأحجام بين الفتات الميكروسكوبى الدقيق وبين كتل الصخور التى قد تزن الأطنان ، فإذا لاحظنا فى تتابع صخرى قديم طبقات لها نفس صفات رواسب الثلجات هذه ثم بحثنا حولنا فلم نجد ثلجات فيمكننا فى هذه الحالة القطع بأن هذه الطبقات قد ترسبت فى الماضى بفعل الثلجات الغير موجودة حالياً لتغير الظروف .

ولقد رأينا كلنا قوى الطبيعة وهى تغير وجه الأرض بطريقة بطيئة جداً ، فربما لاحظنا أمواج البحر وهى تكسر الشواطئ الصخرية أو الامواج الهادئة وهى تتحرك جيئة وذهاباً على منحدر لشاطئ رملى .

وربما شعرنا أيضاً بلسعة حبيبات الرمال أو رأينا العامود الترابى فى الصحراء ، هذه كلها صور للتغير البطئ والترتيب لوجه الأرض .

أدت الخصائص الفيزيائية للأرض والمدار الفلكي المناسب التي تدور فيه حول الشمس حيث تمدها بالدفع والطاقة ووجود الماء إلى نشأة الحياة واستمرار الحياة عليها حتى العصر الحالي. ومن المتوقع أن تستمر الحياة على الأرض لمدة ١,٢ مليارات عام آخر، يقضي بعدها ضوء الشمس المتزايد على الغلاف الحيوي للأرض، حيث يعتقد العلماء بأن الشمس سوف ترتفع درجة حرارتها في المستقبل وتتمدد وتكبر حتى تصبح عملاقاً أحمرًا ويصل قطرها إلى كوكب الزهرة أو حتى إلى مدار الأرض، على نحو ما يروى من تطور للنجوم المشابهة للشمس في الكون عند قرب انتهاء عمر النجم ونفاذ وقوده من الهيدروجين. عندئذ تنهي حرارة الشمس المرتفعة الحياة على الأرض. هذا إذا لم يحدث لها حدث كوني آخر قبل ذلك - كأنفجار نجم قريب في هيئة مستعر أعظم - ينهي الحياة عليها.

تعمل موارد الأرض المختلفة على إبقاء جمهرة عالمية ضخمة من البشر، الذين يقتسمون العالم فيما بينهم ويتوزعون على حوالي ٢٠٠ دولة مستقلة، ويتفاعلون مع بعضهم

البعض بأساليب متنوعة تشمل التواصل الدبلوماسي السياحة التجارة والقتال العسكري أيضاً. ظهر في الثقافة البشرية نظريات وتمثيلات مختلفة للأرض، فبعض الحضارات القديمة جسدتها كإلهة، والبعض إعتقدوا مسطحة، وقال آخرون أنها مركز الكون، والاتجاه السائد حالياً ينص على أن هذا الكوكب هو عبارة عن بيئة متكاملة تتطلب إشراف الإنسان عليها لصيانتها من الأخطار التي تهددها، والتي من شأنها أن تهدد الإنسان نفسه في نهاية المطاف.

وأعلى قمة جبل فى الأرض هى قمة جبل أفرست بجبال الهمالايا ويبلغ ارتفاعها ٢٩,٠٢٨ قدم فوق سطح البحر . وأعمق بقعة فى قاع المحيطات هو خندق ماريانا ، قرب من ناو من جزر الفلبين بالمحيط الهادى يبلغ عمقها ١٠,٨٠٠ متر تحت سطح البحر . ون حيث نشأة الأرض ، فالتاريخ يحمل العديد من النظريات التى حاولت تفسير منشأ الرض ومراحل تكوينها المختلفة ومهما كان من أمر هذه النظريات فمن الثابت أن الأرض قد مرت فى المراحل الأولى من تاريخ نشأتها بطور كانت حرارتها فيه مرتفعة للغاية ، وهذا ما يطلق عليه " الطور الكونى " Cosmic phase للأرض ولا بد من أنه كان طويلاً معقداً . وقد انتهى بتثبيت قشرة الأرض من صخور كانت منصهرة ثم تلا ذلك تكثف الغازات والأبخرة لتشكل مياه المحيطات الأولى ثم بدأت الرواسب المختلفة فى التكوين تحت تأثير العوامل الطبيعية المختلفة . ومن هنا كانت الصعوبة فى ايجاد الإجابة عن سؤال يبحث عن عمر الأرض . فنحن لا نعرف كم من الوقت انقضى قبل أن تبدأ القشرة الأرضية فى التجمد . فهذه الفترة لا نعرف عن حوادثها شيئاً ولكن البحث قد أفاد إلى التعرف على أقدم الصخور المعرفة فى القشرة الأرضية . ومن ثم حدد ذلك بتاريخ تكوين القشرة وأنها قبل ذلك كانت فى حالة سيولة ، وهذا ما يعرف بالزمن الجيولوجى .

الخرائط

الخريطة : هي تمثيل للظواهر الموجودة على سطح الكرة الأرضية أو جزء منها بمقياس رسم مناسب ويرمز مختارة .

عناصر الخريطة :

- (١) عنوان الخريطة : يحدد موضوع الخريطة
- (٢) مفتاح الخريطة : يترجم معاني الرموز في الخريطة
- (٣) مقياس رسم الخريطة : يقيس المسافات والمساحات الحقيقية في الخريطة
- (٤) مبين الجهات على الخريطة: يكون في صورة سهم أو وردة بوصلة ويظهر الجهات الأصلية الأربعة والجهات الفرعية
- (٥) نظام شبكي : وهو شبكة الخطوط الرئيسية (خطوط الطول) والأفقية (دوائر العرض) وتستخدم في تحديد المواقع الفلكية وتعرف بخطوط الطول ودوائر العرض

أنواع الخرائط :

أ) وفق محتواها:

- (١) الخرائط الطبيعية
- (٢) الخرائط البشرية

ب) وفق مقياس الرسم :

- (١) خرائط صغيرة المقياس
- (٢) خرائط كبيرة المقياس

عوامل تنوع الخرائط:

- (١) تنوع الموضوعات التي يتناولها علم الخرائط.
- (٢) تعدد الجهات التي تستخدم الخريطة.

مستخدمين الخريطة هم :

- | | | |
|------------|-------------|---------------------------------------|
| (١) المعلم | (٣) الطيار | (٥) العاملون في السياح والجيش والشرطة |
| (٢) الطالب | (٤) القبطان | (٦) العاملون في الهندسة والبناء |

*من العلوم التي تستخدم الخرائط : الاقتصاد - التاريخ - الجيولوجيا- البيولوجيا- الجغرافيا والعديد من العلوم الأخرى.

أ) وتنقسم الخرائط وفق محتواها الى:

- (١) **الخرائط الطبيعية:** هي الخرائط التي تمثل الظواهر الطبيعية التي خلقها الله .

ومنها :

- (١) خرائط التضاريس : تظهر (الجبال ، الهضاب ، المسطحات المائية)
- (٢) خرائط المناخ : تعرض (توزيعات الحرارة ، الضغط الجوي ، الرياح ، توزيع الأقاليم المناخية)
- (٣) خرائط النبات الطبيعي : تعرض (الغابات ، الحشائش ، النباتات الصحراوية ، الأقاليم النباتية)

- (٤) خرائط التربة : تعرض أنواع التربة

- (٢) **الخرائط البشرية:** هي الخرائط التي تعرض الظواهر البشرية التي تتصل بالإنسان ونشاطه

ومنها :

- (١) خرائط السكان : تظهر (توزيع السكان ، كثافتهم ، هجراتهم)

- (٢) **الخرائط السياسية** : تعرض (الحدود السياسية بين الدول ، العواصم والمدن الهامة)
- (٣) **الخرائط الاقتصادية** : تعرض النشاطات الاقتصادية للإنسان مثل : (الزراعة ، الصناعة ، الرعي ، التجارة)
- (٤) **الخرائط التاريخية** : تعرض الموضوعات التاريخية مثل (حدود الدول القديمة وتطورها، مواقع الغزوات والمعارك)
- (ب) وفق مقياس الرسم :**
- (١) **خرائط صغيرة المقياس** : تسمى خرائط مليونية / تمثل مساحات كبيرة من الأرض مثل : خريطة العالم وتستخدم في : الأطالس والكتب المدرسية
- (٢) **خرائط كبيرة المقياس** : هي الخرائط التي تعرض مساحات محدودة من سطح الأرض ومنها : (خرائط المدن)

مقياس رسم الخريطة

مقياس الرسم : هو النسبة بين أي مسافة على الخريطة وبين المسافة الحقيقية لها على سطح الأرض .

أشكال مقياس الرسم:

- (١) **مقاييس الرسم العددية** أهمها :
- (١) مقياس الرسم الكتابي: هو أبسط مقاييس الرسم
- (٢) مقياس الكسر البياني : يظهر على هيئة كسر بياني
- (٣) مقياس النسبة : يكون على شكل نسبة بين الرقم (١) يمثل البعد على الخريطة والرقم الآخر يمثل البعد الحقيقي على سطح الأرض

(٢) مقاييس الرسم التخطيطية :

أهمها : (١) المقياس الخطي: هو عبارة عن خط مستقيم يتم رسمه على الخريطة بطول مناسب ويقسم إلى عدد من الأجزاء المتساوية .

استخدامات مقياس الرسم:

- (١) قياس المسافات
- (٢) حساب المساحات على سطح الأرض مثلاً :
- * معرفة المسافات التي يقطعها المسافر براً
- * معرفة طول الخطوط الحديدية والجوية والبحرية
- * معرفة أطوال الأنهار وامتداد الجبال

كيفية استخدام مقياس الرسم:

(١) قياس المسافات المستقيمة :

- (١) باستخدام المقاييس العددية
- * تقاس المسافة المطلوبة على الخريطة بالمسطرة (بالسنتيمترات)
- * تضرب المسافة × مقلوب مقياس الرسم

مثال : إذا كانت المسافة المقاسة = ٥ سم ، ومقياس الرسم على الخريطة ١ : ١٠٠٠٠٠
أذاً ($١٠٠٠٠٠ \times ٥ = ٥٠٠٠٠٠$ سم أي تساوي ٥ كم)

(٢) باستخدام المقياس الخطي يستخدم المقياس الخطي بكثرة على الخرائط لأنه يظل صحيحاً.
(٢) قياس المسافات المتعرجة :

* معظم الظواهر على الخريطة متعرجة مثل (الجبال ، الأنهار) لقياس المسافات المتعرجة يجب تقسيمها إلى عدة مسافات مستقيمة صغيرة ثم تقاس أطوالها باستخدام الخيط والدبابيس.

(٣) قياس المساحات على الخريطة :

* يتم قياس طول الخريطة وعرضها ويتم تحويلها إلى طول وعرض حقيقي باستخدام مقياس الرسم .

- الطول الحقيقي = الطول المقاس على الخريطة \times مقلوب مقياس الرسم

- العرض الحقيقي = الطول المقاس على الخريطة \times مقلوب مقياس الرسم

- المساحة الحقيقية = الطول \times العرض

* يتم قياس منطقة داخل الخريطة إذا اتخذت شكل هندسي منتظم مثل (المربع ، المستطيل ، المثلث ، الدائرة)

مثال : - مساحة المستطيل = الطول \times العرض

- مساحة المربع = طول الضلع \times نفسه

- مساحة المثلث = نفسه \times طول القاعدة \times عرض الارتفاع

- مساحة الدائرة = πr^2

رموز الخريطة

الرموز : هي عبارة عن خطوط أو نقاط أو دوائر أو ألوان أو حروف هجائية أو رسوم مبسطة تستخدم لتمثيل الظواهر على الخريطة .

أنواع الرموز:

* رموز نقطية : على شكل نقط ودوائر

* رموز خطية : على شكل خطوط

* رموز مساحية : على شكل ألوان أو تظليل

* رموز على شكل رسوم مبسطة

* رموز على شكل حروف هجائية وكلمات مختصرة

- الرموز تختلف من خريطة إلى أخرى ولمعرفة الرموز على الخريطة يجب قراءة (مفتاح الخريطة)

- الرموز تستخدم بكثرة في خرائط الأطالس والكتب المدرسية .

(١) النقاط والدوائر والمربعات :

- النقاط الصغيرة (.....) تعني القرى

- الدوائر (000) تعني المدن

- المربعات (□ □ □ □) تعني العواصم

(٢) الخطوط :

- خطوط حمراء تعني الحدود السياسية بين الدول

- خطوط حمراء منقطة أو تفصلها نقط (٠-٠-٠-٠-٠) تعنى الحدود السياسية التي لم يتم الاتفاق عليه

- خطوط حمراء رفيعة (—) تعنى الطرق البرية

- خطوط سوداء (—) تعنى خطوط سكك الحديد

- خطوط متعرجة أزرق فاتح () تعنى الانهار

٣) الألوان :

١- اللون الأزرق : (للبحار والمحيطات والبحيرات ومناسيب عمق المياه)

٢- خط الألوان المتدرجة : يستخدم في الخرائط الطبيعية

٣- لتحديد ارتفاع أو عمق نقطة معينة : يستخدم رمزين هما :

(□) يدل على منسوب ارتفاع الأرض / (□) يدل على منسوب عمق المياه

٤) الرسم البسيطة : - تستخدم في الخرائط الاقتصادية : (لتمثيل المحاصيل الزراعية والمنتجات الصناعية)

خطوط الطول ودوائر العرض

خطوط الطول : هي خطوط وهمية على شكل أنصاف دوائر تتلاقى جميعها عند نقطتين القطبين ومتساوية في أطوالها وغير متوازية .

- تبدأ خطوط الطول من خط (صفر) الزى يمر بمرصد (غرينتش) ويقع في مدينة (لندن) فسمى بـ (خط غرينتش) أو خط الطول الدولي .

- يبلغ عدد خطوط الطول ٣٦٠ خطاً .

- يقع ١٨٠ خط طول شرق غرينتش ١٨٠ خط طول غرب غرينتش .

- ينطبق خط طول ١٨٠ شرقاً و ١٨٠ غرباً ليكونا معا خطاً واحد يعرف بـ (خط التاريخ الدولي)

أهمية خطوط الطول:

* تعيين المواقع على سطح الكرة الأرضية شرقاً وغرباً .

* التعرف عل الزمن وفروق الوقت بين الأماكن .

دوائر العرض: هي خطوط وهمية ترسم على نموذج الكرة الأرضية .

* تبدأ من الدائرة الاستوائية التي تنصف الكرة الأرضية إلى قسمين متساويين شمالي و جنوبي

* يبلغ عدد دوائر العرض (١٨٠) دائرة عرضية .

* رسم الجغرافيون إلى الشمال والجنوب من الدائرة الاستوائية (دوائر وهمية) موازية لها .

دوائر العرض الرئيسية:

* عدد دوائر العرض شمال خط الاستواء (٩٠) دائرة عرضية وتميز بحرف (ش) .

* عدد دوائر العرض جنوب خط الاستواء (٩٠) دائرة عرضية وتميز بحرف (ج) .

من دوائر العرض الرئيسية:

١) الدائرة الاستوائية أو خط الاستواء - رقمه (٠)

٢) مدار السرطان - رقمه (٢٣°) ش

٣) مدار الجدي - رقمه (٢٣°) ج

٤) الدائرة القطبية الشمالية - رقمه (٦٦°) ش

٥) الدائرة القطبية الجنوبية - رقمه (٦٦°) ج

أهمية دوائر العرض:

* تعيين مواقع الأماكن .

* معرفة المناخ على سطح الكرة الأرضية .

استخدامات خطوط الطول ودوائر العرض :

* تحديد المواقع * تحديد المسافات . * معرفة الزمن .

● تحديد المواقع : أ) لتحديد موقع مدينة أو نقطة ب) لتحديد مواقع القارات والدولتحديد المسافات:

● - إذا خلت الخريطة من مقياس رسم نقوم بتقدير المسافة عن طريق استخدام دوائر العرض ، حيث إن المسافة بين كل درجتى عرض متتاليتين تساوي (١١١) كيلو متر.

مثال :- مدينة أسبوط تقع عند دائرة عرض ٢٧ شمالاً والمسافة بينها وبين خط الاستواء ٢٧ - صفر = ٢٧ درجة عرضية أي $١١١ \times ٢٧ = ٢٩٩٧$ كم .- أما المسافة بينها وبين القطب الشمالي = $٩٠ - ٢٧ = ٦٣$ أي تساوي $٦٣ \times ١١١ = ٦٩٩٣$ كم

علم الجيومورفولوجي (Geomorphology)

قبل أن نعرف هذا العلم نعود إلى أصل الكلمة حيث أن كلمة جيومورفولوجيا Geomorphology تتكون من ثلاثة مقاطع يونانية تعني حرفيا علم أشكال سطح الأرض وهي: Geo وتعني أرض، و Morpho وتعني شكل، و Logy وتعني علم. وهذا المصطلح أمريكي ادخل لأول مرة من قبل مدرسة جغرافيا في أمريكا في أواخر القرن التاسع عشر وحتى أن هذا المصطلح هو الأقرب مع أن باحثين جغرافيين آخرين يفضلون كلمة Land forms (أشكال الأرض) ، لأن جيومورفولوجيا ربما تكون اقرب إلى الجيولوجيا.

وللتأكد من سعة انتشار التعريف الأول بين الباحثين نستعرض ما قدم من تعاريف كبار علماء الجغرافيا والجيولوجيا مثل: (بنك Penck) ، الذي وصفه بأنه يدرس أشكال الأرض من حيث النشأة والمظهر. في حين أن (فيلبسون Philipson) قال انه دراسة سطح قشرة الأرض الصلبة. ووصفه (زولش) بأنه علم أشكال الأرض من حيث دراسة مظهر الأرض الحالي والماضي والمستقبل.

ووضع (ريشتهوفين) تعريف يقول هو العلم الذي يحاول التعرف على الأشكال الأرضية من حيث تمييزها ووصفها وتوزيعها، ثم تجميعها في أقاليم أرضية، أي بشمولية أكثر هو علم أشكال قشرة الأرض والعوامل الطبيعية المنشئة (المكونة) لتلك الأشكال، وهنا يهتما تجنب دور الإنسان وفعله وتأثيره في تشكيل وتعديل الأشكال الأرضية، أي أن هذا العلم هو علم تشكيل أشكال سطح الأرض.

وبناء على ما ذكره الباحثين اعلاة ومن خلال التطور لعلم الجيومورفولوجيا حديثا، نستطيع وضع تعريف شامل لهذا العلم، على انه هو ذلك العلم الذي يقوم : بوصف مظاهر وأشكال سطح الأرض من حيث الارتفاع والانخفاض والأصل والنشأة والتكوين الجيولوجي. ودراسة العمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت في صياغة وتشكيل أشكال الأرض مثل الانجراف والتعرية والتجوية

وبهذا المعنى فإن هذا العلم مبني على مجموعه هائلة من الحقائق، وهو علم حدي بين الجغرافيا والجيولوجيا، حتى أن تطور الجيومورفولوجيا جاء مع تطور الجيولوجيا، وان اكبر

الجغرافيين الذين تخصصوا ودرسوا هذا العلم فى أميركا وقدموا له الكثير هم متخصصين فى الجيولوجيا، وخاصة العالم ويليام موريس ديفز (W.M Davis).

ويهتم علم الجيومورفولوجيا بنشأة وتطور الأشكال الأرضية، أي بالبعد الزمني المتمثل فى الرد على أسئلة تبدأ بـ (متى وكيف) والتوزيع المكاني بكلمتي (أين ولماذا) حيث يتكون سطح الأرض فى أي مكان من صور شتى ومختلفة، ولو تتبعنا الصحراء المصرية ركوبا بالطائرة من الشمال إلى الجنوب ومن الشرق إلى الغرب سنرى ظواهر أرضية مختلفة ومتعددة، وقام بتطوير هذه الظواهر (عوامل) و(عمليات) جيومورفولوجية مختلفة. فالعامل الجيومورفولوجي هو الطاقة مثل المطر . والعملية هي الوسيلة مثل الانجراف بمختلف أشكاله

وكامثله على العوامل والعمليات نورد ما يلي:

- ١- السيل عندما يجري ويجيش على شكل مجاري (عامل) يجرف وينقل ويرسب (عملية).
- ٢- الرياح (عامل) تعمل بدورها على نقل الرمال وتجميعها (عملية).
- ٣- أمواج البحر (عامل) تضرب وتنتحت السواحل (عملية) وتكون جروف صخرية.

مجال علم الجيومورفولوجيا:

ذكرنا أن هذا العلم يدرس أشكال وهيئات سطح الأرض، وبذلك فمجاله الأساسي هو دراسة قشرة الأرض والغلاف الصخري وقيعان المحيطات (أو دراسة ما يسمى بالغلاف الصخري Lithosphere. وينفرد هذا العلم بهذا المجال بحيث يقدم التصوير والتفسير الكامل لإشكال سطح الأرض للمتخصصين فى الدراسات المختلفة عن طريق تطبيقات هذا العلم فيما يعرف بالجيومورفولوجيا التطبيقية .

أهم الجوانب التطبيقية للجيومورفولوجيا ما يلي:

- ١- الكشف عن الثروات الطبيعية وتطوير المساحات الزراعية والمعادن والغاز والصخور المفيدة.
- ٢- دراسة أحواض الأنهار وبناء الخزانات والسدود المائية وتوليد الطاقة وكشف الموارد المائية السطحية والجوفية وصيانتها.

- ٣- دراسة انجراف وتعرية التربة بالمياه والرياح ومعالجة هذه المشاكل.
- ٤- تتبع تغير مجاري الأنهار والقنوات وأثار هذا التغير.
- ٥- دراسة الانهيارات والانزلاقات الأرضية والصخرية ككوارث طبيعية ومواجهتها.
- ٦- استخدامه في النواحي العسكرية والحروب.
- ٧- دراسة التربة وأعماقها وصلاحتها للإنتاج الزراعي.
- ٨- دراسة السواحل البحرية والموانئ وأثرها في الملاحة، وعلاقة التيارات البحرية بذلك.
- ٩- استخدامه في عمل الخرائط الجيومورفولوجية لتطبيقها في شتى المجالات.
- ١٠- استخدامه في دراسات البناء والطرق والسكك الحديدية.
- ١١- تتبع تطور الأقاليم واستقرارها الجيومورفولوجيا
- ١٢- استغلال الصحاري والأراضي الجافة وشبه الجافة وتتبع العواصف الرملية فيها أثرها على نشاط الإنسان.

العوامل والعمليات الجيومورفولوجية:

العملية الجيومورفولوجية (Geomorphic Proccess) هي وسيلة التأثير على صخور الأرض وما يتكون عليها من أشكال وتشمل كل عمليات التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي يكون لها دور في تغير وإزالة أو تكوين أشكال الأرض.

أما العامل الجيومورفولوجي (Agent) فهو الذي تصبح العملية مؤثرة بموجبها فانه وهو يعني أي وسيط طبيعي قادر على نحت ونقل وترسيب المادة التي تتكون منها قشرة الأرض والصخور على اختلاف أنواعها، وبناء على ذلك فان المياه الجارية والباطنية والأمواج والتيارات هي عوامل جيومورفولوجية، وأحيانا تسمى بالعوامل المتحركة لأنها تقوم بتحريك المواد وتنقلها وترسبها في مكان آخر. والذي يوجه هذه العوامل هو الجاذبية الأرضية ولكن الجاذبية لا تعتبر عامل جيومورفولوجي (وقد تسمى هذه العوامل أيضا بالعوامل الظاهرية) ويمكن تلخيص مجمل العمليات الجيومورفولوجية التي تحدث في القشرة الأرضية على الوجه التالي:

١- التجوية Weathering

٢- الانهيار Mass Wasting

٣- التسوية Gradation

٤- النحت (الهدم) Degradation

٥- التعرية (الانجراف) Erosion وتشمل المياه الجارية + المياه الباطنية + الأمواج والتيارات البحرية والمد والأمواج البحرية العظمى + الرياح + الثلجات.

٦- البناء Aggradation وتشمل المياه الجارية + المياه الباطنية + الأمواج والتيارات والمد والأمواج البحرية العظمى والرياح والثلجات وكل الكائنات العضوية بما فيها الإنسان، والعمليات الباطنية.

٧- حركات القشرة الأرضية Diastrophism (الانزياح والزحف)

٨- النشاط البركاني Volcanism

٩- العمليات التي تنشأ خارج الغلاف الغازي Extraterrestrial مثل سقوط الشهاب والنيازك.

عامل الزمن في العمليات الجيومورفولوجية (الزمن الجيولوجي):

أن دراسة بعض أشكال سطح الأرض حالياً تتطلب بعض المعرفة البسيطة للزمنه الجيولوجية السابقة، حيث أن العامل أو العملية الجيومورفولوجية لا يتمكن من إنجاز دورة إلا في مدى زمني طويل يسمى بالزمن الجيولوجي. وفي العادة فان هذا المقياس يتعدى مدى عمر الإنسان إلى حدا كبير، من هنا لا بد من اخذ عامل الزمن بعين الاعتبار عند دراسة مظاهر سطح الأرض، ولذا فالمقياس الزمني هنا يجب أن يختلف عن المقياس المستعمل في الأحداث البشرية، حيث انه على الرغم من أن بعض العمليات الجيومورفولوجية تحدث بصورة سريعة وفجائية مثل البراكين والهزات الأرضية إلا أن هذا هو الشذوذ وليس القاعدة، ذلك لان معظم مظاهر وأشكال سطح الأرض تتشكل بطريقة بطيئة وبمرور حقبة جيولوجية بحيث لا يتمكن الإنسان من أن يلحظ التغيرات التي تحدث خلالها.

ويقدر علماء الجيولوجيا عمر الأرض من أن أصبحت كوكبا صلبا له باطن وقشرة بحوالي ٣٠٠٠ مليون سنة، وان حوالي ٨٥% من هذه المدة يكاد يكون غامضا ولا يعرف عنه سوى النزر القليل من المعلومات، علما أن هناك وفرة من المعلومات عن الأرض في الفترة

الأخيرة من تاريخها وهي المدة التي تبلغ ٥٠٠ مليون سنة، كما أن معظم مظاهر سطح الأرض البارزة ترجع إلى هذه الفترة المتأخرة من تاريخ الأرض.

اهداف الجيومورفولوجيا

هناك ثلاث اهداف رئيسية تسعى الجيومورفولوجيا الى تحقيقها وهى:-

١- الوصف :

من خلال عملية الوصف يتم تحديد الخصائص الوصفية والقياسية لأشكال الأرض المختلفة بحيث يتم الوصول إلى هذه الخصائص من خلال المشاهدة الميدانية أو المخبرية والمكتبية مع العلم بأن أشكال الأرض تتباين في خصائصها ليس من مكان لآخر بل في الإقليم الواحد وهذه الخصائص التي تمتاز بها أشكال الأرض لم تنشأ وتتطور بصورة عشوائية ولكنها خضعت لقوانين طبيعية يمكن للباحث بأن يصف أشكال الأرض من خلال الخصائص المتباينة (مساحة ،شكل ، وأنواع الصخور ،خصائص المنحدرات والاحواض والشبكات المائية

٢- التصنيف:

تصنيف أشكال الأرض وهي تلك المرحلة تتبع مرحلة الوصف والتي من خلالها تختصر البيانات إلى مجموعات محددة بحيث أن عناصر المجموعة الواحدة تشترك فيما بينها بصفات تميزها عن المجموعة الأخرى(نوع الشكل الأرضي، الخصائص المدروسة، السمات العامة والخاصة للشكل الأرضي) بصفات يسهل التعامل معها في الربط والمقارنة وصولاً إلى عملية التفسير

٣- التفسير:

عملية تفسير الأشكال الأرضية قد تأخذ شكل إجابات لتساؤلات والتي منها – كيفية نشأة أشكال الأرض؟ كيف تطورت أشكال الأرض؟ ما هي العوامل والعمليات المسؤولة عن تشكيل أشكال السطح؟

علاقة علم الجيومورفولوجيا العلوم الأخرى

كما انه يوجد صلة وثيقة بين الجيومورفولوجيا والعديد من العلوم الأخرى، تأخذ منها وتخدمها فى جوانبها التطبيقية، ومن هذه العلوم على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:

١ - صلة الجيومورفولوجيا بالجيولوجيا:

توصف الجيومورفولوجيا على انها همزة الوصل بين الجغرافيا والجيولوجيا هناك صلة كبيرة بين الجيومورفولوجيا والجيولوجيا، وتأتي هذه الصلة ليس فقط من كون أن الجيومورفولوجيا تدرس فى بعض الجامعات بأقسام الجيولوجيا كمادة مستقلة، ولكن أيضاً من كون أن هناك بعض المواد التي تدرس فى أقسام الجيولوجيا وتغطى جانباً من الجيومورفولوجيا مثل الجيولوجيا الطبيعية physical Geology ، والجيولوجيا التركيبية Structural Geology ، والخرائط الجيولوجية، وعلم طبقات الأرض، وجيولوجية الصور الجوية Air Photo Geology.

٢ - صلة الجيومورفولوجيا بالخرائط:

نقصد بالخرائط هنا الخرائط الكنتورية والخرائط الجيولوجية، والصور الجوية، وتعد كل منها من وسائل البحث الأساسية فى الدراسات الجيومورفولوجية، وإذا أضفنا إليها الدراسة الميدانية، يمكن القول بأن هذه الجوانب الأربعة تشكل الركائز الأساسية لكثير من البحوث الجيومورفولوجية.

فمن خلال فحص وتحليل الخرائط والصور الجوية لمنطقة ما يمكن التعرف على بعض الحقائق الأساسية، وبعض الاحتمالات الخاصة بأشكال السطح فى هذه المنطقة.

٣ - صلة الجيومورفولوجيا بالجغرافية المناخية:



أشار ثورنبرى Thornbury إلى أهمية المناخ فى دراسة أشكال سطح الأرض، كما أن هناك فرعاً فى الجيومورفولوجيا يعرف باسم الجيومورفولوجية المناخية Climatic Geomorphology وهو يبحث فى تأثير

العناصر المناخية باعتبارها عوامل جيومورفولوجية خارجية. فالرياح والأمطار والحرارة تدرس ضمن العوامل والعمليات الجيومورفولوجية الخارجية التي تؤثر فى تشكيل سطح الأرض.

تضاريس سطح الأرض وأهم أشكالها

تضاريس سطح الأرض: تختلف تضاريس سطح الأرض من مكان لآخر.
المرتفعات : وهى أجزاء من سطح الأرض تعلو فوق مستوى سطح الأرض وتنقسم هذه المرتفعات إلى :

- مناطق شديدة الارتفاع .
- مناطق متوسطة الارتفاع .
- مناطق قليلة الارتفاع .

المنخفضات: وهى الأجزاء من سطح الأرض التى تنخفض انخفاضاً واضحاً عن الجهات المحيطة بها .أهم أشكال سطح الأرض:

(١) الجبال: وهى الأراضى من سطح الأرض لها قمم أو عدة قمم (سلسلة جبلية) مثل:

- أ. جبال الألب: تقع فى قارة أوروبا .
- ب. جبال الهيمالايا: تقع فى قارة آسيا .
- ت. جبال الإنديز: تقع فى قارة أمريكا الجنوبية .



ب

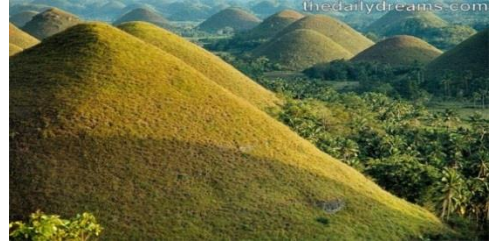
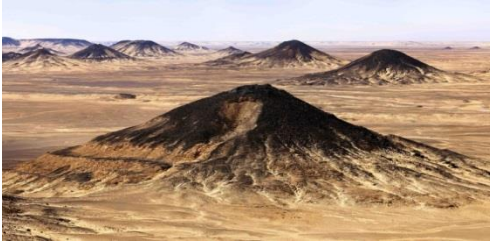


أ



ت

(٢) التلال: وهى أراضي مرتفعة من سطح الأرض تشبه الجبال ولكنها أقل ارتفاعا .



(٣) الهضاب: وهى أراضي مرتفعة عما يجاورها و سطحها مستوى ويزيد ارتفاعها عن ٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر مثل (هضبة أثيوبيا فى أفريقيا. والهضبة المصرية) .



(٤) السهول: وهى أراضي منبسطة من سطح اليابس لا يرتفع مستواها عن ٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر مثل (السهول الفيضية لنهر النيل والسهول الساحلية المطلة على سواحل البحار والمحيطات)



(٥) الأودية: وهى أراضي منخفضة ومستطيلة وضيقة وتحف بها المرتفعات على جانبيها مثل(أودية الأنهار كوادى نهر النيل) .

العمل الجيولوجى للرياح

كما أوضحنا سابقاً فإن كلمة العمل الجيولوجى كلمة شاملة تعبر عن عمليات النحت والنقل والترسيب أو بمعنى آخر عمليات الهدم ثم النقل ثم البناء والتجميع ، وتظهر النتائج الجيولوجية لعمل الرياح بموضوع فى الصحارى فتساعد قلة الأمطار والمدى الواسع فى فروق درجة الحرارة بين الليل والنهار وندره النباتات على تنشيط هذا العمل ولا يمكن تجاهل أن الرياح لها تأثيرات مباشرة وأخرى غير مباشرة فهى تحكم الطقس بما فيه من أمطار وتوزيع الرطوبة على سطح الأرض وبالتالي فهى تؤثر على تجوية الصخور وكذلك مسؤلة بطريقة فى مباشرة على النحت بالأنهار وخلافه .

العمل الهدمى للرياح : ينقسم العمل الهدمى للرياح إلى الأنواع التالية وهى ليست منفصلة عن بعضها لكن هناك ارتباط بين كثير منها مع بعضها البعض .

١ - التذرية (تسمى أيضاً التجوية أو الاكتساح) Deflation : وهى عملية عزلة الرواسب التى تشكلت نتيجة التأثير الجوى على الصخور ونقلها إلى أماكن أخرى ومن الظروف اللازمة لذلك أن تكون المواد الفتاتية متلاحمة وكذلك الرياح قوية والجو جاف وعدم وجود غطاء زراعى كما أن المدة التى تصل إليه هذه العملية عمقاً يعتمد على مستوى الماء الجوفى من السطح حيث تختلط جسيمات الصخر بالرطوبة وتصبح عملية التذرية غير ممكنة تقريباً .

وتعتبر المنخفضات الحوضية والسيول من المعالم المميزة التى تنتج من عملية التذرية خاصة فى المناطق التى يغطيها غطاء صخرى غير متماسك من الطين والطفل وفى الصحراء الغربية فى مصر عدة أمثلة من المنخفضات الكثيرة مثل القطارة ووادى النظرون وسيوه وكذلك الواحات الخارجية والداخلية الخ ، والتى يعزى أصل تكوينها إلى التذرية كعامل أساسى ولكن هذه المنخفضات ذات المسطحات الشاسعة جداً لا يظن أن التذرية وحدها هى المسؤلة عن تكوينها فهى ذات تاريخ جيولوجى طويل ، والمعتقد أنها ظهرت نتيجة عوامل جيولوجية كثيرة فى الماضى كالحركات الأرضية وفعل المياه الجارية والمياه الجوفية وأخيراً بفعل الرياح أثناء العصور الحديثة .

ومن النتائج الخطيرة التى تلحقها عملية التذرية بالإنسان ما يحدث أحياناً فى بعض المناطق الشبه صحراوية من إزالة كميات ضخمة من التربة الخصبة فى زمن قصير جداً نتيجة

هبوب رياح قوية ، فتكرار حدوث بعض المزارع الخصبة لاستصلاحها والتي كانت أصلاً مغطاة بالحشائش أضعف القوة الرابطة للتربة .

٢ - البرى (تسمى أيضاً تحتات أو امتساح) **Abrasion** : وهى عملية تؤدى إلى تشكل الصخور بأشكال غريبة نتيجة احتكاكها بحبات الرمال التى تحملها الرياح - وعما فيه برى الرياح ملحوظة جداً خاصة فى المناطق الصحراوية ومن مظاهرها ما يلى

أ - النحر السفلى **Under cutting** : -

لوحظ أن يرى الرياح يكون أقوى ما يمكن فوق سطح الأرض بقليل حيث تتركز كمية الرمال فى الرياح ، ويلاحظ تأثير هذه العملية على أعمدة التلغراف والتليفون فى المناطق الصحراوية حيث تنحرفها الرياح حوالى نصف متر من سطح الأرض وهو ما يوجب حمايتها بأكوام الصخر أو بقاعدة هرمية من الأسمنت حتى ارتفاع ٢/٤ متر .

ومن المعالم الصحراوية التى تبدأ نتيجة النحر السفلى ما يسمى موائد الشيطان و عين الغراب **Mashroom rocks** وهى تنتج عندما توجد طبقة من صخر صلب تعلو طبقة أخرى من صغر أقل صلابة فتتآكل الطبقة السفلى بفعل الرياح أسرع من الطبقة العليا .

ب - النحت المتباين **Differential erosion** : -

وفيه تتفاوت قوة النحت حسب صلابة الطبقات الصخرية وحسب تركيبها الأصى والصخور الجيرية المتماسكة تصقل تماماً نتيجة برى الرياح أما إذا كادت تحمل بداخلها بعض الحصى الصوانى أو الحفريات فان هذه تترك نحاتة نتيجة برى الرياح حتى تقع فى آخر الأمر .

حركة المواد المحمولة بالرياح : -

تزداد سرعة الرياح أسرع بازدياد الارتفاع عن سطح الأرض فعلى سطح الأرض مباشرة توجد نطاق رفيع جداً فيه حركة الهواء قليلة أو منحرفة وقد أثبتت التجارب العملية والحقلية أن عمق هذا النطاق يعتمد على حجم الجزيئات التى تغطى سطح الأرض .

وعموماً فان عمق النطاق الذى لا يترك فيه الهواء هو ١/٣٠ من متوسط القطر

للحبيبات .

العواصف الرملية والعواصف الترابية : -

المواد التى تحملها الرياح عادة تقع فى مجموعتين حجميتين – بقطر الرمال المحمولة بالرياح تتراوح بين ٠,١٥ مم – ٠,٣٠ مم مع قليل من الحبات التى تصل إلى ٠,٦ مم أما المواد التلا تقل قطرها عن ٠,٦ فتعتبر مواد ترابية .

فى العواصف الترابية : تلتقط الرياح الجزيئات الدقيقة وتحملها مئات وآلاف الأقدام فى الهواء مكونة سحابه كبيرة تخفى أحياناً الشمس ويظلم الجو ، ورياح الهبوب فى السودان من أحسن الأمثلة القريبة .

أما العواصف الرملية : فهى تكون غطاء منخفض من الرمال المحمولة بالرياح يصل ارتفاعها إلى ٣ أقدام عن سطح الأرض وعادة فإن أكبر تركيز للرمال هو بضع بوصات فوق الأرض ، فإذا وقف شخص ما فى هذه العاصفة فيظهر وكأنه يقف فى مستنقع ضحل إذ أن الهواء فى الجزء الأعلى يكون رائقاً وغير محمل بالرمال وبالطبع فانه غالباً ما تختلط الرمال بالأتربة فى العاصفة ولكن حالاً ما تلتقط الرياح الأتربة إلى أعلى ويصبح الجو فوق الغطاء الرمل رائقاً ويعتمد هذا على أمرين .

١ – قوة الرياح . ٢ – سرعة هبوط الحبيبات (وهذه تعتمد على درجة الاستدارة)

العمل البنائى للرياح :-

أهم أنواع الرواسب التى تتكون بواسطة الرياح هى التجمعات الرملية ورواسب اللوس

١ – التجمعات الرملية : وتتكون المعتدلة أو فى مساحات كبيرة بالمناطق الصحراوية وتتخذ هذه التجمعات أشكالاً مختلفة أهمها ما يلى :

– الكثبان الرملية Sand Dunes :

وهى اما كثبان رملية شاطئه Coastal dunes أو نهريه River dunes او كثبان الصحراء Desert dunes وهى تتخذ أحجاماً مختلفة قد تكون ضخمة جداً وتغطى مساحات كبيرة .

تكون الكثبان الرملية :-

فى حالة الكثبان الشاطئية والنهرية التى تتكون على السهول المنبسطة للشواطىء الرملية أو بقرب الأنهار لا يكون أصل الرمال التى تتكون فيها محلياً ولكنها تكون بتيار الماء

ومترسبة على الشاطئ حيث تحملها الرياح لتكون كثباناً غير بعيدة عن الشاطئ ومثل هذه الرمال تكون فى العادة على درجة عالية من تقارب حجم الحبيبات (Well sorted) وخالية تقريباً من الحبيبات الكبيرة الحجم .

أما الرمال التى تتكون فيها الكثبان الصحراوية فيكون أصلها محلياً أى مستمدة من الصخور المجاورة ويبدأ تكون الكثبان بان تتكون على السطح الرملى أو المسطحات الصحراوية علامات تموجية تسمى علامات النيم (Ripple marks) وهذه تنمو ببطء لتكون كثباناً رملية ، ودلت التجارب المعملية على أن هناك حد أدنى لطول موجات النيم يقع بين ٤ ، ٦ أمتار يلزم لا مكان نموها إلى كثبان رملية ، وبمجرد ان تكون فى المال موجات من النيم على سعة تسمح بتكون الكثبان تبدأ الدوامات الهوائية المختلفة القوة فى النشاط فى جوانبها البعيدة عن الريح Leeward side وينمو الكثير من ترسب الرمال المناسبة مع الهواء على جانبه المقابل الريح (Windward side) وهو ذو انحدار لطيف

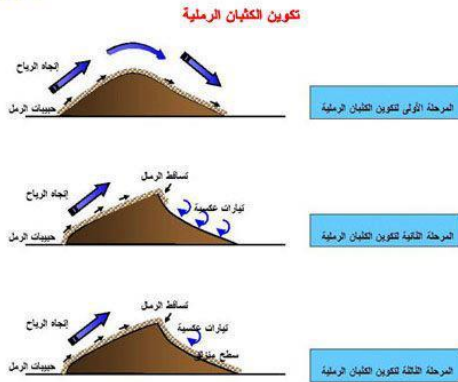
ولا يزيد عادة عن ١٠ ، اما المواد التى لا يجذبها ذلك الجانب وتناسب مع الريح فهى تنهار على الوجه البعيد عن الريح وتترسب عليه مكونه منحدر شديد يساوى الزاوية الطبيعية لاستقرار الرمل الجاف وهى بين ٣٠ ، ٥٠ .

حركة الكثبان الرملية :

عندما يبلغ الكثيب نسبة النضوج تبدأ هجرة الكثبان الرملية فى اتجاه الريح وهذه الهجرة تنشأ من هجرة الرمال على الجانب المقابل للريح حتى تصل إلى القمة ثم تنزل إلى أسفل على الجانب الآخر ، وهكذا يتقدم الكثيب ويتحول تركيبه بعد ذلك إلى هيئة طبقات رقيقة مائلة غالباً موازية للجانب البعيد عن الريح .

وتتفاوت سرعات هجرة الكثبان فى اتجاه الريح السائدة حسب حجم الكثبان وقوة الريح ودرجة الرطوبة وغير ذلك وقد تبطىء حتى لا تتعدى خمسة أمتار فى العام أو تسرع حتى تصل

الشكل الرقم (٨٧)



إلى خمسة وعشرين متراً وتحت الظروف الاستثنائية قد تصل سرعة الكثبان المهاجرة مئات الأمتار فى العام .

❖ أشكال الكثبان :

يتوقف الشكل الذى يتخذه الكثيب على عدة عوامل منها سرعة الرياح – ثبات اتجاه الرياح – الامتداد الرملى وهناك عدة أشكال قد تتخذها الكثبان منها :



١ – الكثبان القبية Dome - shaped dunes :

وهى غالباً تكون قريبة من منطقة وصخر المنبع وهى عادة قليلة الارتفاع (حوالى ٥ متر) ذات حدود دائرية ومعزولة (تصل اطوالها ١٢٥ – ١٣٥ متر) .

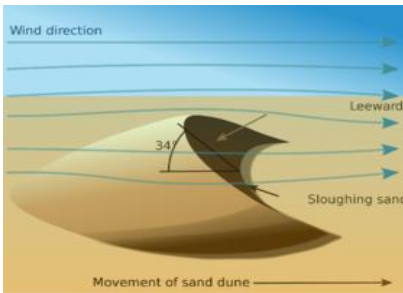


٢ – الكثبان المستعرضة Transverse dunes :

وهى حوافز رملية مستقيمة تقريباً وتمتد فى اتجاه عمودى على اتجاه الرياح السائدة والمؤثرة ويصل عرضها احياناً إلى ١٢٥ متر ويصل الأجزاء المستقيمة من قمة الكثيب فى طولها إلى ٢٤٥ متر كما يصل ارتفاعها إلى حوالى ١٢ متر.

٣ – الكثبان الهلالية Crescentic or barchan dunes :

يبدو من اسمها هى كثبان هلالية الشكل وهى أشهر أنواع الكثبان انتشاراً ويمتد طرفى الكثيب فى اتجاه الرياح السائدة تنمو هذه الكثبان نتيجة لتأثير الرياح على الكثبان المستعرضة .



٤ - الكثبان حواجز الترسيب precipitation ridge dunes :

وهو جسم طولى يتكون عندما تنقسم الكثبان قرب حاجز كم منطقة أشجار كثيفة مثلاً وهو الهيئة الثابتة والنهائية لهذه الكثبان وقد يغطى بالنباتات والشجار التى تنمو عليه تدريجياً .

٥ - الكثبان الطولية (السيفية) Longitudinal (Seif) dunes :



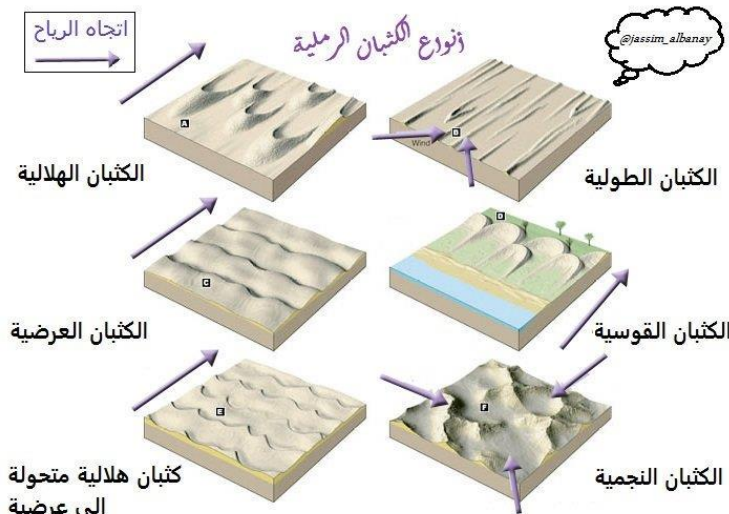
وهو أيضاً من الكثبان المشهورة والمنتشرة وتتكون من حواجز رملية مستقيمة غالباً ما توازى حواجز رملية أخرى تفصلها مناطق بين كثبانية وعادة فان اتجاه هذه الكثبان يكون محظة لاتجاهين سائدين للريح وقد تبلغ الكثبان السيفية ارتفاعاً عظيماً قد يصل إلى ١٠٠ أو ٢٠٠ متر .

٦ - الكثبان النجمية Star dunes :



وهو نوع من الكثبان منتشرة فى السعودية وفى شمال أفريقيا وله نقطة متوسطة عالية تتفرع منها ثلاث أزرع أو أكثر فى اتجاهات مختلفة وجانب هذه الأنواع توجد بعض الأنواع الأقل انتشاراً مثل الكثبان المتعاكسة reversing

dunes الناتجة عن عواصف مفاجئة فى اتجاه عكس اتجاه الريح السائد أو الكثبان القطعية المكافئة (parabolic) التى تأخذ شكل يقارب شكل ٧ حيث بتحريك الجزء الأوسط إلى الأمام بالنسبة لأطراف الكثيب.



وقف هجرة الكثبان :

هجرة الكثبان مصدر خطر وتخريب الزراعة والمنشآت والطرق الصحراوية ولذلك هناك محاولات مثيرة لدرء خطر تقدمها تعتمد على معرفة اتجاه الرياح السائد وإقامة عوائق أو حواجز وتمنع الرمال من الانحراف من معها وتتلخص خطوات الطرق الحديثة فيما يلى : -

١ - خفض ارتفاع الكثبان المحيطة بأماكن العمران وذلك يمنع الامتداد الرملى عنها مما يؤدى إلى نقل الرمال من الجهة المقابلة للرياح للناحية الأخرى منه حتى تتم تسوية قمة الكثيب بباقى أجزائه وهنا يتوقف عن الحركة

٢ - وقف تحرك الكثبان بغرس علامات خشبية أو إنماء بعض النباتات على جوانبها المقابلة للرياح .

٣ - زرع الأشجار الكبيرة والمعمرة فى مناطق الكثبان خاصة عند حدودها المقابلة للرياح وفى العادة لا تزرع هذه الأشجار إلا بعد عدة محاولات لتعشيب الكثبان وزراعتها بالنباتات الصغيرة .

٤ - توجد طريقة جديدة لمكافحة حركة الكثبان وهى لازالت تحت البحث وتتلخص فيما يسمى بقل الكثبان وذلك بفرشها بطبقة من الحصى على الجوانب المقابلة للرياح وهذا يؤدى إلى الإقلال من تطاير الرمال مع هبوب الرياح ، كما أن هناك أبحاثاً عن إمكانية قتل الكثبان برشها بالقار .

هل للكثبان فائدة :

فى بعض المناطق الصحراوية الساحلية تكون للكثبان هى المستودعات الطبيعية الوحيدة لخزن مياه الأمطار فى مواسم المطر لاستعمالها فى مواسم الجفاف وتكون الكثبان التى تحجز المياه مستودعات نموذجية للماء إذا كان تحتها طبقة غير منفذة كالطين أو الطفل وكان ارتفاعها معقولاً وفى هذه الحالة عندما يسقط الماء يتسرب بسرعة فى الكثبان ويكون سطحه العلى ما يسمى بمستوى الماء الموسمى ، ويتبع هذا المستوى بالتقريب تضاريس سطح الكثبان ولذلك فانه يمكن دق آبار ضحلة فى المنخفضات التى بين الكثبان .

العمل الجيولوجى للرياح

كما أوضحنا سابقاً فان كلمة العمل الجيولوجى كلمة شاملة تعبر عن عمليات النحت والنقل والترسيب أو بمعنى آخر عمليات الهدم ثم النقل ثم البناء والتجميع ، وتظهر النتائج الجيولوجية لعمل الرياح بموضوع فى الصحارى فتساعد قلة الأمطار والمدى الواسع فى فروق درجة الحرارة بين الليل والنهار وندره النباتات على تنشيط هذا العمل ولا يمكن تجاهل أن الرياح لها تأثيرات مباشرة وأخرى غير مباشرة فهى تحكم الطقس بما فيه من أمطار وتوزيع الرطوبة على سطح الأرض وبالتالي فهى تؤثر على تجوية الصخور وكذلك مسؤلة بطريقة فى مباشرة على النحت بالأنهار وخلافه .

العمل الهدمى للرياح : ينقسم العمل الهدمى للرياح إلى الأنواع التالية وهى ليست منفصلة عن بعضها لكن هناك ارتباط بين كثير منها مع بعضها البعض .

١ - التذرية (تسمى أيضاً التجوية أو الاكتساح) Deflation : وهى عملية عزلة الرواسب التى تشكلت نتيجة التأثير الجوى على الصخور ونقلها إلى أماكن أخرى ومن الظروف اللازمة لذلك أن تكون المواد الفتاتية متلاحمة وكذلك الرياح قوية والجو جاف وعدم وجود غطاء زراعى كما أن المدة التى تصل إليه هذه العملية عمقاً يعتمد على مستوى الماء الجوفى من السطح حيث تختلط جسيمات الصخر بالرطوبة وتصبح عملية التذرية غير ممكنة تقريباً .

وتعتبر المنخفضات الحوضية والسيول من المعالم المميزة التى تنتج من عملية التذرية خاصة فى المناطق التى يغطيها غطاء صخرى غير متماسك من الطين والطفل وفى الصحراء الغربية فى مصر عدة أمثلة من المنخفضات الكثيرة مثل القطارة ووادى النظرون وسيوه وكذلك الواحات الخارجة والداخلية الخ ، والتى يعزى أصل تكوينها إلى التذرية كعامل أساسى ولكن هذه المنخفضات ذات المسطحات الشاسعة جداً لا يظن أن التذرية وحدها هى المسؤلة عن تكوينها فهى ذات تاريخ جيولوجى طويل ، والمعتقد أنها ظهرت نتيجة عوامل جيولوجية كثيرة فى الماضى كالحركات الأرضية وفعل المياه الجارية والمياه الجوفية وأخيراً بفعل الرياح أثناء العصور الحديثة .

ومن النتائج الخطيرة التى تلحقها عملية التذرية بالإنسان ما يحدث أحياناً فى بعض المناطق الشبه صحراوية من إزالة كميات ضخمة من التربة الخصبة فى زمن قصير جداً نتيجة

هبوب رياح قوية ، فتكرار حدوث بعض المزارع الخصبة لاستصلاحها والتي كانت أصلاً مغطاة بالحشائش أضعف القوة الرابطة للتربة .

٢ - البرى (تسمى أيضاً تحات أو امتساح) **Abrasion** : وهى عملية تؤدى إلى تشكل الصخور بأشكال غريبة نتيجة احتكاكها بحبات الرمال التى تحملها الرياح - وعما فيه برى الرياح ملحوظة جداً خاصة فى المناطق الصحراوية ومن مظاهرها ما يلى

أ - النحر السفلى **Under cutting** : -

لوحظ أن يرى الرياح يكون أقوى ما يمكن فوق سطح الأرض بقليل حيث تتركز كمية الرمال فى الرياح ، ويلاحظ تأثير هذه العملية على أعمدة التلغراف والتليفون فى المناطق الصحراوية حيث تنحرفها الرياح حوالى نصف متر من سطح الأرض وهو ما يوجب حمايتها بأكوام الصخر أو بقاعدة هرمية من الأسمنت حتى ارتفاع ٢/٤ متر .

ومن المعالم الصحراوية التى تبدأ نتيجة النحر السفلى ما يسمى موائد الشيطان و عين الغراب **Mashroom rocks** وهى تنتج عندما توجد طبقة من صخر صلب تعلو طبقة أخرى من صغر أقل صلابة فتتآكل الطبقة السفلى بفعل الرياح أسرع من الطبقة العليا .

ب - النحت المتباين **Differential erosion** : -

وفيه تتفاوت قوة النحت حسب صلابة الطبقات الصخرية وحسب تركيبها الأصى والصخور الجيرية المتماسكة تصقل تماماً نتيجة برى الرياح أما إذا كادت تحمل بداخلها بعض الحصى الصوانى أو الحفريات فان هذه تترك نحاة نتيجة برى الرياح حتى تقع فى آخر الأمر .

حركة المواد المحمولة بالرياح : -

تزداد سرعة الرياح أسرع بازدياد الارتفاع عن سطح الأرض فعلى سطح الأرض مباشرة توجد نطاق رفيع جداً فيه حركة الهواء قليلة أو منحرفة وقد أثبتت التجارب العملية والحقلية أن عمق هذا النطاق يعتمد على حجم الجزيئات التى تغطى سطح الأرض .

وعموماً فان عمق النطاق الذى لا يترك فيه الهواء هو ١/٣٠ من متوسط القطر

للحبيبات .

العواصف الرملية والعواصف الترابية : -

المواد التى تحملها الرياح عادة تقع فى مجموعتين حجميتين – بقطر الرمال المحمولة بالرياح تتراوح بين ٠,١٥ مم – ٠,٣٠ مم مع قليل من الحبات التى تصل إلى ٠,٦ مم أما المواد التلا تقل قطرها عن ٠,٦ فتعتبر مواد ترابية .

فى العواصف الترابية : تلتقط الرياح الجزيئات الدقيقة وتحملها مئات وآلاف الأقدام فى الهواء مكونة سحابه كبيرة تخفى أحياناً الشمس ويظلم الجو ، ورياح الهبوب فى السودان من أحسن الأمثلة القريبة .

أما العواصف الرملية : فهى تكون غطاء منخفض من الرمال المحمولة بالرياح يصل ارتفاعها إلى ٣ أقدام عن سطح الأرض وعادة فإن أكبر تركيز للرمال هو بضع بوصات فوق الأرض ، فإذا وقف شخص ما فى هذه العاصفة فيظهر وكأنه يقف فى مستنقع ضحل إذ أن الهواء فى الجزء الأعلى يكون رائقاً وغير محمل بالرمال وبالطبع فانه غالباً ما تختلط الرمال بالأتربة فى العاصفة ولكن حالاً ما تلتقط الرياح الأتربة إلى أعلى ويصبح الجو فوق الغطاء الرمل رائقاً ويعتمد هذا على أمرين .

١ – قوة الرياح . ٢ – سرعة هبوط الحبيبات (وهذه تعتمد على درجة الاستدارة)

العمل البنائى للرياح :-

أهم أنواع الرواسب التى تتكون بواسطة الرياح هى التجمعات الرملية ورواسب اللوس

١ – التجمعات الرملية : وتتكون المعتدلة أو فى مساحات كبيرة بالمناطق الصحراوية وتتخذ هذه التجمعات أشكالاً مختلفة أهمها ما يلى :

– الكثبان الرملية Sand Dunes :

وهى اما كثبان رملية شاطئه Coastal dunes أو نهريه River dunes او كثبان الصحراء Desert dunes وهى تتخذ أحجاماً مختلفة قد تكون ضخمة جداً وتغطى مساحات كبيرة .

تكون الكثبان الرملية :-

فى حالة الكثبان الشاطئية والنهرية التى تتكون على السهول المنبسطة للشواطىء الرملية أو بقرب الأنهار لا يكون أصل الرمال التى تتكون فيها محلياً ولكنها تكون بتيار الماء ومرتسبة على الشاطىء حيث تحملها الرياح لتكون كثباناً غير بعيدة عن الشاطىء ومثل هذه

الرمال تكون فى العادة على درجة عالية من تقارب حجم الحبيبات (Well sorted) وخالية تقريباً من الحبيبات الكبيرة الحجم .

أما الرمال التى تتكون فيها الكثبان الصحراوية فيكون أصلها محلياً أى مستمدة من الصخور المجاورة ويبدأ تكون الكثبان بان تتكون على السطح الرملى أو المسطحات الصحراوية علامات تموجية تسمى علامات النيم (Ripple marks) وهذه تنمو ببطء لتكون كثباناً رملية ، ودلت التجارب المعملية على أن هناك حد أدنى لطول موجات النيم يقع بين ٤ ، ٦ أمتار يلزم لا مكان نموها إلى كثبان رملية ، وبمجرد ان تكون فى المال موجات من النيم على سعة تسمح بتكون الكثبان تبدأ الدوامات الهوائية المختلفة القوة فى النشاط فى جوانبها البعيدة عن الريح Leeward side وينمو الكثير من ترسب الرمال المناسبة مع الهواء على جانبه المقابل الريح

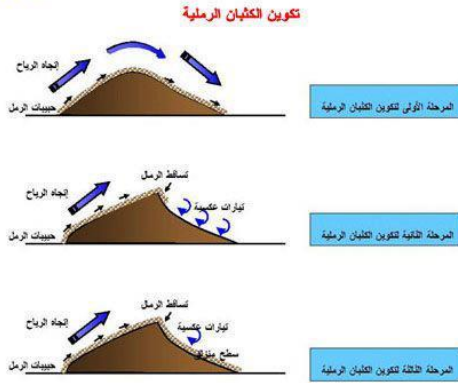
(Windward side) وهو ذو انحدار لطيف ولا يزيد عادة عن ١٠ ، اما المواد التى لا يجذبها ذلك الجانب وتناسب مع الريح فهى تنهار على الوجه البعيد عن الريح وترسب عليه مكونه منحدر شديد يساوى الزاوية الطبيعية لاستقرار الرمل الجاف وهى بين ٣٠ ، ٥٠ .

حركة الكثبان الرملية :

عندما يبلغ الكثيب نسبة النضوج تبدأ هجرة الكثبان الرملية فى اتجاه الريح وهذه الهجرة تنشأ من هجرة الرمال على الجانب المقابل للريح حتى تصل إلى القمة ثم تنزلق إلى أسفل على الجانب الآخر ، وهكذا يتقدم الكثيب ويتحول تركيبه بعد ذلك إلى هيئة طبقات رقيقة مائلة غالباً موازية للجانب البعيد عن الريح .

وتتفاوت سرعات هجرة الكثبان فى اتجاه الريح السائدة حسب حجم الكثبان وقوة الريح ودرجة الرطوبة وغير ذلك وقد تبطىء حتى لا تتعدى خمسة أمتار فى العام أو تسرع حتى تصل إلى خمسة وعشرين متراً وتحت الظروف الاستثنائية قد تصل سرعة الكثبان المهاجرة مئات الأمتار فى العام .

الشكل الرقم (٨٧)



❖ أشكال الكثبان :

يتوقف الشكل الذى يتخذه الكثيب على عدة عوامل منها سرعة الرياح – ثبات اتجاه الرياح – الامتداد الرملى وهناك عدة أشكال قد تتخذها الكثبان منها :



١ – الكثبان القبية Dome - shaped dunes :

وهى غالباً تكون قريبة من منطقة وصخر المنبع وهى عادة قليلة الارتفاع (حوالى ٥ متر) ذات حدود دائرية ومعزولة (تصل اطوالها ١٢٥ – ١٣٥ متر) .

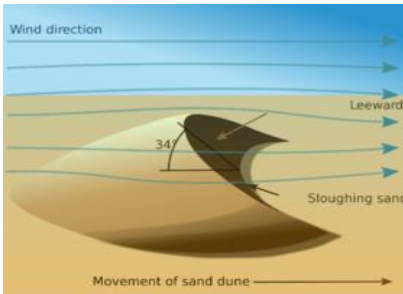


٢ – الكثبان المستعرضة Transverse dunes :

وهى حوافز رملية مستقيمة تقريباً وتمتد فى اتجاه عمودى على اتجاه الرياح السائدة والمؤثرة ويصل عرضها احياناً إلى ١٢٥ متر ويصل الأجزاء المستقيمة من قمة الكثيب فى طولها إلى ٢٤٥ متر كما يصل ارتفاعها إلى حوالى ١٢ متر.

٣ – الكثبان الهلالية Crescentic or barchan dunes :

يبدو من اسمها هى كثبان هلالية الشكل وهى أشهر أنواع الكثبان انتشاراً ويمتد طرفى الكثيب فى اتجاه الرياح السائدة تنمو هذه الكثبان نتيجة لتأثير الرياح على الكثبان المستعرضة .



٤ - الكثبان حواجز الترسيب precipitation ridge dunes :

وهو جسم طولى يتكون عندما تنقسم الكثبان قرب حاجز كم منطقة أشجار كثيفة مثلاً وهو الهيئة الثابتة والنهائية لهذه الكثبان وقد يغطى بالنباتات والشجار التى تنمو عليه تدريجياً .

٥ - الكثبان الطولية (السيفية) Longitudinal (Seif) dunes :



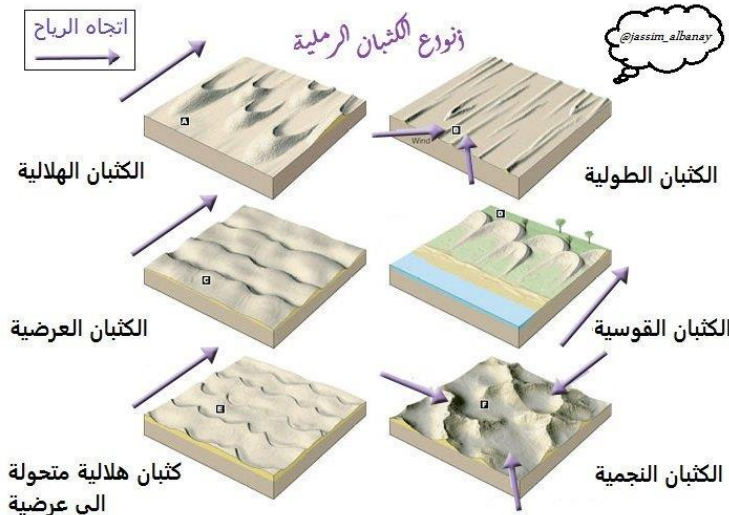
وهو أيضاً من الكثبان المشهورة والمنتشرة وتتكون من حواجز رملية مستقيمة غالباً ما توازى حواجز رملية أخرى تفصلها مناطق بين كثنانية وعادة فان اتجاه هذه الكثبان يكون محظة لاتجاهين سائدين للريح وقد تبلغ الكثبان السيفية ارتفاعاً عظيماً قد يصل إلى ١٠٠ أو ٢٠٠ متر .

٦ - الكثبان النجمية Star dunes :



وهو نوع من الكثبان منتشرة فى السعودية وفى شمال أفريقيا وله نقطة متوسطة عالية تنفرع منها ثلاث أزرع أو أكثر فى اتجاهات مختلفة وجانب هذه الأنواع توجد بعض الأنواع الأقل انتشاراً مثل الكثبان المتعاكسة reversing

dunes الناتجة عن عواصف مفاجئة فى اتجاه عكس اتجاه الريح السائد أو الكثبان القطعية المكافئة (parabolic) التى تأخذ شكل يقارب شكل ٧ حيث بتحريك الجزء الأوسط إلى الأمام بالنسبة لأطراف الكثيب.



وقف هجرة الكثبان :

هجرة الكثبان مصدر خطر وتخريب الزراعة والمنشآت والطرق الصحراوية ولذلك هناك محاولات مثيرة لدرء خطر تقدمها تعتمد على معرفة اتجاه الرياح السائد وإقامة عوائق أو حواجز وتمنع الرمال من الانحراف من معها وتتلخص خطوات الطرق الحديثة فيما يلى :

١ - خفض ارتفاع الكثبان المحيطة بأماكن العمران وذلك يمنع الامتداد الرملى عنها مما يؤدى إلى نقل الرمال من الجهة المقابلة للرياح للناحية الأخرى منه حتى تتم تسوية قمة الكثيب بباقى أجزائه وهنا يتوقف عن الحركة

٢ - وقف تحرك الكثبان بغرس علامات خشبية أو إنماء بعض النباتات على جوانبها المقابلة للرياح .

٣ - زرع الأشجار الكبيرة والمعمرة فى مناطق الكثبان خاصة عند حدودها المقابلة للرياح وفى العادة لا تزرع هذه الأشجار إلا بعد عدة محاولات لتعشيب الكثبان وزراعتها بالنباتات الصغيرة .

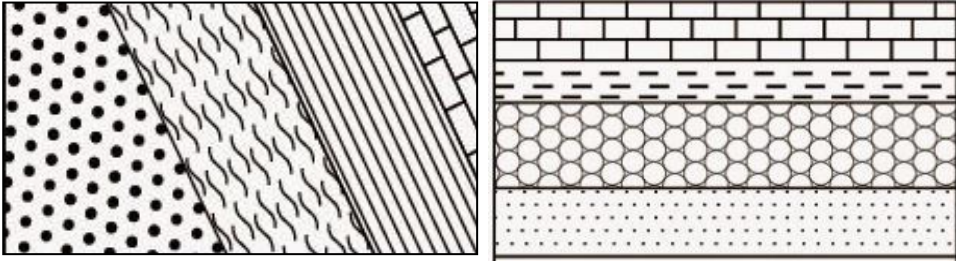
٤ - توجد طريقة جديدة لمكافحة حركة الكثبان وهى لازالت تحت البحث وتتلخص فيما يسمى بقل الكثبان وذلك بفرشها بطبقة من الحصى على الجوانب المقابلة للرياح وهذا يؤدى إلى الإقلال من تطاير الرمال مع هبوب الرياح ، كما أن هناك أبحاثاً عن إمكانية قتل الكثبان برشها بالقار .

هل للكثبان فائدة :

فى بعض المناطق الصحراوية الساحلية تكون للكثبان هى المستودعات الطبيعية الوحيدة لخزن مياه الأمطار فى مواسم المطر لاستعمالها فى مواسم الجفاف وتكون الكثبان التى تحجز المياه مستودعات نموذجية للماء إذا كان تحتها طبقة غير منفذة كالطين أو الطفل وكان ارتفاعها معقولاً وفى هذه الحالة عندما يسقط الماء يتسرب بسرعة فى الكثبان ويكون سطحه العلى ما يسمى بمستوى الماء الموسمى ، ويتبع هذا المستوى بالتقريب تضاريس سطح الكثبان ولذلك فانه يمكن دق آبار ضحلة فى المنخفضات التى بين الكثبان .

التركيب الجيولوجية (Geological Structures):

- تتواجد الصخور الرسوبية على شكل طبقات يختلف سمكها وإمتدادها نتيجة لإختلاف التركيب المعدني أو الكيميائي للصخر أو نتيجة الإختلاف في حجم الحبيبات المسامية أو المادة التي تمسك الحبيبات بعضها ببعض أو اللون.



طبقات رسوبية مختلفة فى وضع مائل

طبقات رسوبية مختلفة فى وضع افقي

- والصخور إما أن تكون أفقية أو مائلة.
 - للطبقات المائلة ما يسمى بـ "المضرب" Strike والميل "Dip".
 - المضرب هو الخط الوهمي الناتج من تقاطع سطح الطبقة المائلة مع المستوي الأفقي.
 - الميل هو الزاوية التي يعملها مستوي سطح الطبقة مع المستوي الأفقي.
- تنشأ التراكيب الجيولوجية فى الصخور الرسوبية إما أثناء الترسيب أو بوقت قصير بعد الترسيب دون أدنى تدخّل لمحركات الأرضية ، وتُحفظ ضمن الصخور خاصة الرسوبية وتعرف بالتراكيب الجيولوجية الأولية.

وبمفهوم آخر هى الأوضاع التي تتخذها طبقات الصخور في الطبيعة . لأنها توجد على هيئة طبقات أفقية موازية لمستوى الترسيب أثناء تكون الرسوبيات وأي انحراف للطبقات يدل على حدوث حركات أرضية .

وتعتبر التراكيب الجيولوجية أدلة مهمة للتعرف على البيئات الترسيبية القديمة ، ومهمة أيضا من الوجهة الاستراتيجية والتركيبية ، فمن خلالها نستطيع تحديد أسقف الطبقات وانقلاب الطبقات بواسطة الحركات الأرضية .

الجيولوجيا التركيبية أو البنائية (Structural Geology)، هي أحد فروع علم الأرض، تهتم بدراسة التراكيب الأرضية الثانوية الناتجة من تعرض صخور القشرة الأرضية إلى عملية التشويه (Deformation) بسبب القوى التكتونية وغير التكتونية، وتقسم الجيولوجيا التركيبية إلى فرعين رئيسيين هما (الشكل ١):

أولاً: التحليل التركيبي (Structural Analysis): وهو أحد فروع الجيولوجيا التركيبية والذي يهتم بدراسة التراكيب الأرضية هندسياً ومنشأياً، لذلك فهو يقسم إلى التحليل الهندسي والتحليل المنشأ.

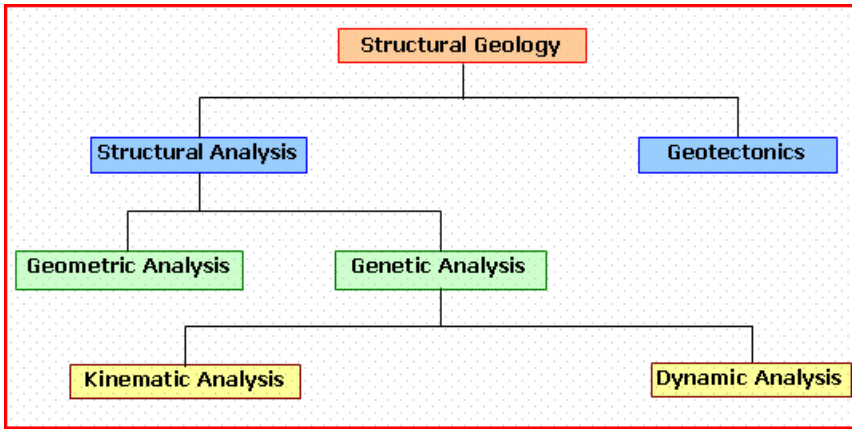
(١) التحليل الهندسي (Geometric Analysis): يشمل القياسات المباشرة للصفات الفيزيائية للجسم الصخري، وبالتالي تحديد نوع التركيب وأبعاده الهندسية. ويمكن القول إن التحليل الهندسي يهتم بالإجابة عن الأسئلة التي تبدأ بـ (ماذا وأين).

(٢) التحليل المنشأ (Genetic Analysis): يشمل نوعين من التحليل وهما التحليل النيماتى والتحليل الديناميكي. ويمكن القول إن التحليل المنشأ يهتم بالإجابة عن الأسئلة التي تبدأ بـ (لماذا وكيف ومتى). وهو على نوعين:

□ التحليل النيماتى (Kinematics Analysis): وهو تفسير كيفية حصول عملية التشويه في الجسم الصخري، أي انه يهتم بدراسة المطاوعة (Strain).

□ التحليل الديناميكي (Dynamic Analysis): هدف هذا التحليل هو إعادة بناء القوة التي تسببت في تشويه الجسم الصخري، أي انه يهتم بدراسة الإجهاد (Stress).

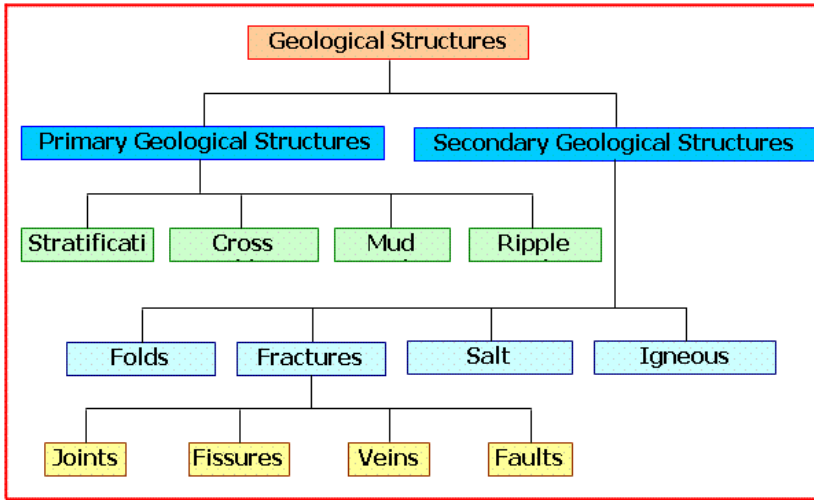
ثانياً: الجيوكتونك (Geotectonics): وهو أحد فروع الجيولوجيا التركيبية والذي يهتم بدراسة كيفية نشوء القوى المكونة للتراكيب الأرضية.



انواع التراكيب الجيولوجية (Geological Structures):

(١) التراكيب الجيولوجية الأولية (Primary Geological Structures): وهي التراكيب الجيولوجية التي تتكون أثناء عملية الترسيب، أي أنها تتكون نتيجة أسباب غير تكتونية (Non-tectonic Causes) ومن أمثلتها: تراكيب التطبيق (Stratification or Bedding) والتطابق المتقاطع (Cross Bedding) والشقوق الطينية (Mud Cracks) وعلامات النيم (Ripple Marks). وهذه التراكيب الأولية لا تعنى بدراستها الجيولوجيا التركيبية.

(٢) التراكيب الجيولوجية الثانوية (Secondary Geological Structures): وهي التراكيب الجيولوجية التي تتكون بعد إتمام عملية الترسيب، أي أنها تتكون نتيجة لأسباب تكتونية (Tectonic Causes) ومن أمثلتها: الطيات (Folds)، والكسور (Fractures) والتي تشمل [الفواصل (Joints) والشقوق (Fissures) والعروق (Veins) والفوالق (Faults)]، والتراكيب الملحية (Salt Structures) والتراكيب النارية (Igneous Structures). وهذه التراكيب الثانوية هي التي يهتم بدراستها علم الجيولوجيا التركيبية بفرعه المتمثل بالتحليل التركيبي.



ولا : التراكيب الجيولوجية الأولية (Primary Geologic Structure)

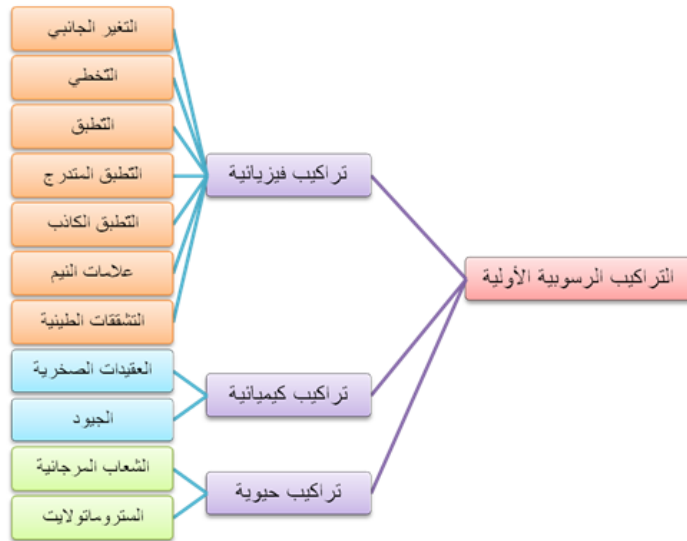
تتكون هذه التراكيب بفعل عوامل طبيعية، مثل الرياح والمياه الجارية والثلجات، وتنتج عن العمليات التي تتحكم في ظروف بيئة الترسيب مثل طبيعة وسط الترسيب والعمق وسرعة وشدة التيار وكذلك التيارات القديمة واتجاهها وشدتها.

تنقسم التراكيب الأولية الى

أ. تراكيب فيزيائية أو طبيعية Physical structures

ب. تراكيب كيميائية Chemical structures

ج. تراكيب عضوية Organic structures



أولاً : التراكيب الفيزيائية :

١ - مستويات التطبيق

- هي عبارة عن المستويات الفاصلة بين الطبقات (نتيجة تغير في شكل او حجم او تركيب الحبيبات المترسبة او نتيجة وقف في الترسيب) يمثل كل مستوي تطبيق نهاية حقبة و بداية حقبة اخرى ومن اهم التراكيب الجيولوجية

(١) التطبيق والترقق : (تميز الصخور الرسوبية عن غيرها)

١* التطبيق : وضع الصخور على هيئة طبقات .

٢* الطبقة : سمك صخري متجانس يحده

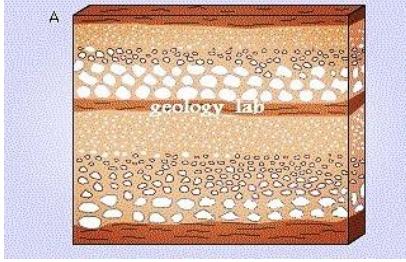
سطحان متوازيان أحدهما علوي والآخر سفلي ، سمكها بين ١سم وعدة أمتار .

٣* الرقائق : صفيحات لا يزيد سمكها عن ١سم

أي ١٠ ملم .



(٢) التطبيق المتدرج :



- *١ تتميز بتدرج حجم الحبيبات في الطبقة حيث تتناقص كلما اتجهنا إلى الأعلى .
- *٢ تساعد على تحديد السطح العلوي والسفلي للطبقة .
- *٣ توجد في الرواسب الفتاتية الخشنة مثل (الرمل - الحصى) .

(٣) التطبيق المتقاطع



- *١ الطبقات تكون على شكل رقائق متتالية ومائلة بالنسبة لمستويات التطبيق الرئيسية .
- *٢ ينشأ بفعل التيارات (الهوائية - المائية) عندما يتغير اتجاهها أو سرعتها ، وتدل على بيئة ترسيب ذات طاقة حركة عالية.

(٤) التغير الجانبي للطبقات :



- تحدث عندما تقل سرعة النهر عند مصبه في البحر فتتوزع الرواسب حسب حجم الحبيبات ، فتتراكم الرواسب الخشنة أولاً كالحصى ثم الرمل ثم الطين على عمق أكبر ثم تترسب في الأعماق السحيقة أصداف الحيوانات لتكون الحجر الجيري فيما بعد .

(٥) ظاهرة التخطي (التراكم) :

١- تخطي باتجاه البر (تقدمي)

- تتحرك اليابسة إلى أسفل تدريجياً أثناء الترسيب فيطغى (يرتفع) البحر عليها ، فتتكون رواسب رملية باتجاه متقدم نحو اليابسة ، وتتقدم أيضاً الرواسب الطينية والجيرية لتغطي المكان القديم للرواسب الرملية قبل تقدمها .

٢- تخطي باتجاه البحر (تراجع) :

تتحرك اليابسة لأعلى تدريجياً أثناء الترسيب فيحسر البحر عن اليابسة ، فتتكون رواسب رملية فوق الرواسب الطينية المتكونة سابقاً ورواسب طينية فوق الرواسب الجيرية السابقة .

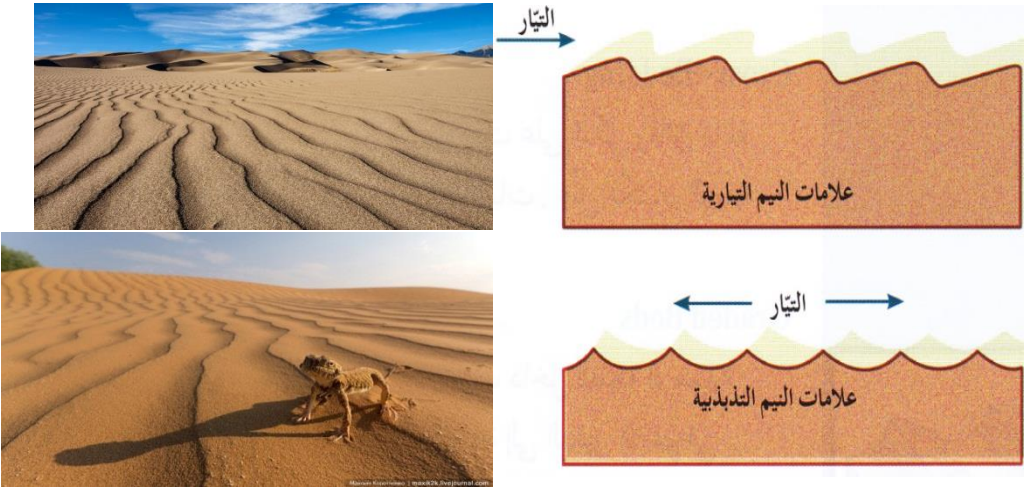
(٦) علامات النيم :

- هي عبارة عن تموجات صغيرة على سطح احدى الطبقات الرسوبية.

١* تموجات صغيرة توجد على السطح العلوي للطبقة ، تنشأ بفعل (الرياح - التيارات الشاطئية - الأمواج) .

٢* تتشابه علامات النيم المتكونة بفعل الرياح والتيارات الشاطئية بعدم تماثل أشكالها على الرمال، ويمكن من خلال معرفة اتجاه ميل تلك العلامات تحديد اتجاه الرياح أو التيارات الشاطئية المكونة لها .

٣* علامات النيم المتكونة بواسطة الأمواج تكون متماثلة الشكل وتتميز بقممها الحادة وقيعانها المنحنية (المقوسة) .



(٧)

التشققات الطينية :

توجد في الصخور الطينية نتيجة لجفاف (الرواسب الطينية) بفعل حرارة الشمس ، ثم تتكمش بسبب فقدانها للماء .



ثانياً : التراكمات الكيميائية :

تتكون بفعل الترسيب (للمواد المعدنية) في المحاليل المائية ، أهمها الفجوات الصخرية المبطن للبلورات (الجيود) ، وتكون ذات قيمة اقتصادية عالية مثل خامات : النحاس والنيكل والقصدير .

الجيودات او العقيدات



-الجيودات : عبارة عن تجاويف صخرية ذات تكوينات بلورية داخلية ، الجزء الخارجي لمعظمها عبارة عن حجر جيري بينما يحتوي الجزء الداخلي على بلورات معدنية -العقيدات : عبارة عن جيودات ممتلئة بالكامل بالبلورات مما يجعلها صلبة كلياً. تتشكل الجيودات في بعض الصخور الرسوبية و البركانية.

ثالثاً : التراكمات العضوية (الحيوية) :



تنشأ نتيجة لنشاط الكائنات الحية مثل : ثقب جذور النبات - آثار أقدام الحيوان - أنفاق الديدان ، وتنتشر في المواد الطينية وتؤدي زيادتها إلى اختفاء مظاهر التطبيق الأصلي .

ثانيا

التراكيب الجيولوجية الثانوية

[١] الثنيات "الطيّات" Folds:

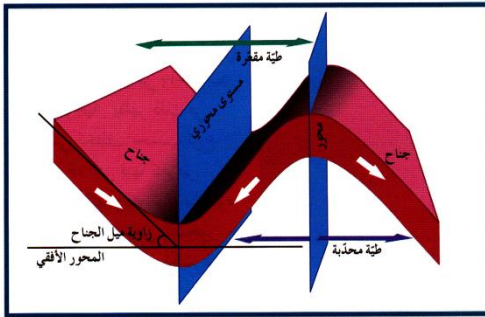
يحدث أحياناً للطبقات انحناءات تموجية تختلف فى شدتها من منطقة إلى أخرى نتيجة لقوى ضغط جانبى أو رأسى وأحياناً نتيجة لانزلاق على فالق كبير وهذه التموجات فى القشرة الرضية تمثل أحد التشوهات الهامة فيها فى كثير من الأحيان لها أهمية اقتصادية فى البحث عن البترول ، فالباحثين عن " الذهب الأسود " يتفعلون بوجود هذه الطيات لاحتمال احتباس البترول بها ، وأيضاً تحديد مواقع المياه الجوفية والخامات المعدنية وتحديد أنسب المواقع لإستغلالها.

- تعتبر الثنيات من أهم التراكيب الجيولوجية فى الصخور الرسوبية حيث أنها تستخدم فى تحديد علاقة الصخور من حيث عمرها بعضها ببعض.
- بعض الثنيات صغير الحجم والبعض الآخر يقاس بالكيلومترات.
- ومن أمثلتها الثنية المحدبة بمنطقة أبو رواش "أول طريق القاهرة الإسكندرية الصحراوي".

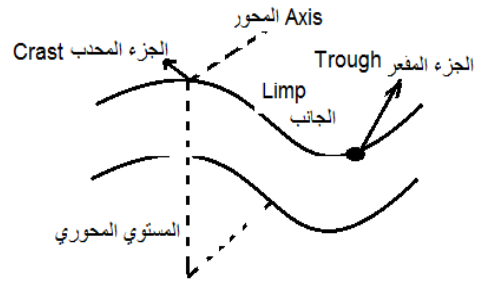
○ تركيب الثنية: تتركب الثنية من:-

- [أ] الجزء المحدب Crest هى أعلى منطقة فى الطية المحدبة
- [ب] الجزء المقعر Trough: أكثر منطقة انخفاضاً فى الطية المقعرة .
- [ج] الجانب أو طرفى الطية Limb: وهى الأجزاء التى تميل فى اتجاهين متضادين فى الطية.
- [د] المستوي المحوري Axial plane: وهو المستوي الذي يقسم الثنية إلى قسمين متساويين تقريباً.

[هـ] المحور Axis: وهو الخط الناتج عن تقاطع المستوي المحوري وسطح الأرض وهو فى معظم الطيات يمثل الخط الواصل بين أعلى نقط (أو أقلها انخفاضاً) فى الطية ..



أجزاء الطية المحدبة والطيّة المقعرة.



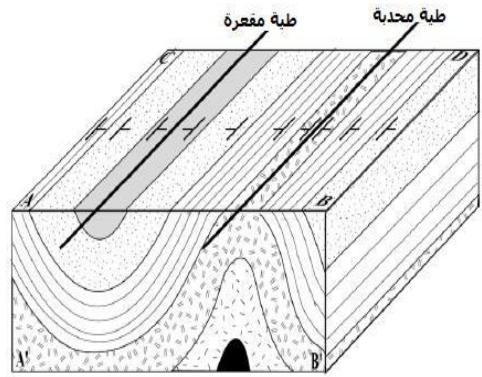
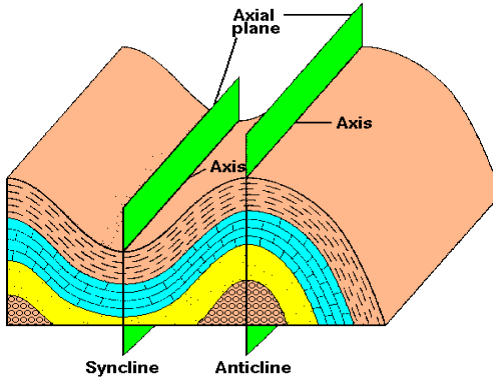
١ - تقسيم على حسب الشكل الخارجى : -

- أ - طية محدبة Anticline : - وهى تتميز بالآتى:
- الطبقات منحنية الى اعلى
- تتواجد الطبقات الأقدم فى المركز.
- المستوي المحوري إما رأسياً أو مائلاً وأحياناً أفقياً.
- ب - طية مقعرة Syncline : - وهى تتميز بالتالى:

- الطبقات منحنية إلى أسفل.
- تتواجد الطبقات الأحداث في المركز.
- ليس شرطاً أن المرتفعات الطبوغرافية كالجبال مكونة من ثنيات محدبة.

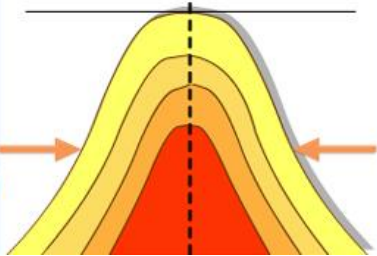
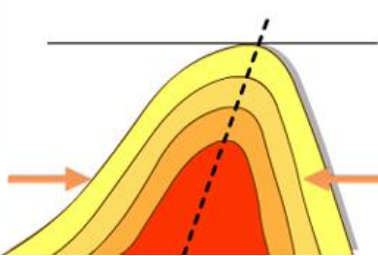
ج - طية أحادية الميل Monoclinic : -
فى هذا النوع تميل الطبقات فى اتجاه عام واحد لكن تصبح الطبقات فى منطقة معينة عن الطية زاوية أكبر من الميل العام للطبقات وفى نفس اتجاهها .

تشق الوديان والأنهار طريقها فى الثنيات المحدبة بفعل عوامل التعرية حيث يكون تأثيرها أشد أثراً عنها فى الثنيات المقعرة.



٢ - تقسيم الطيات على حسب كمية ميل الأطراف : -

- أ - طية متماثلة Symmetric : فيها تميل طرفى الطية بزوايا ميل متساوية .
- ب - طية غير متماثلة Asymmetric : وفيها يميل طرفى الطية بزوايا ميل غير متساوية .

وجه المقارنة	الطية المتماثلة	الطية غير المتماثلة
زاوية ميل الجناحين	متساوية	غير متساوية
وضع المستوى المحورى	رأسي	مائل
الضغط الجانبي	متساوي	غير متساوي
الرسم		

٣ - تقسيم على حسب ميل المستوى المحورى :

- أ - طية قائمة : وفيها يكون المستوى المحورى رأسياً وذلك لأن الطية متماثلة .
- ب - طية مائلة Oblique : وفيها يكون المستوى المحورى مائلاً وواضح أن ذلك يتبع كون الطية غير متماثلة ولكن ميول الأطراف لا يزال فى اتجاهين متضادين .
- ج - طية مقلوبة Overturned : وفيها يزداد ميل طرفى الطية بسبب ضغط جانبي كبير حتى يصبح طرفى الطية مائلان فى نفس الاتجاه وبالتالي يزداد ميل المستوى المحورى جداً .
- د - طية راقدة Recumbent : وفيها يكون المستوى المحورى تقريباً فى وضع أفقى وواضح أن هذه الأنواع يمكن أن تكون فى الطيات المقعرة كما هى فى الطيات المحدبة .

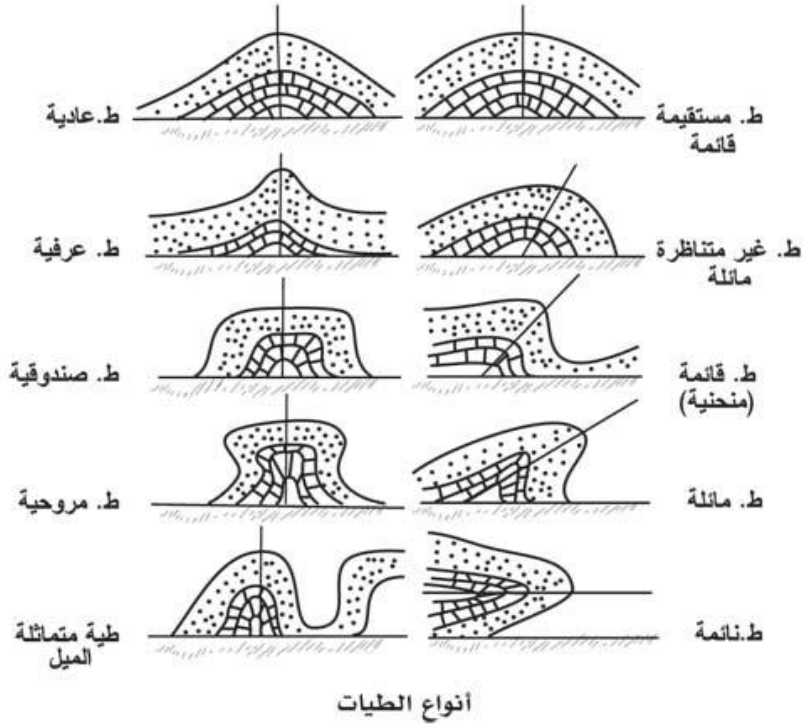
٤ - تقسيم على حسب ميل محور الطية :

- أ - طية ذات محور أفقى Nonplunging .
- ب - طية ذات محور مائل Plunging .
- ج - طية ذات محور يميل فى اتجاهين Doubly plunging : -

وفي هذه الحالة نجد أن محور الطية يميل في اتجاه ومن الناحية الأخرى للمحور نجده أيضاً يميل في الاتجاه المضاد وفي هذه الحالة فإن مقطع الطية الذي ينتج بعد عوامل التعرية يكون تقريباً شبه بيضاوي .

د - قبة Dome :-

وفيها يميل الطبقات في جميع الاتجاهات إلى الخارج من مركز الطية ، وفي هذه الحالة لا يمكن تحديد محوراً واضحاً للطية وعادة فإن مقطع الطية الناتج بعد عوامل التعرية يظهر الطبقات فيه دائرة .



[٢] الفواصل Joints:

الفواصل هي عبارة عن كسور تتواجد في الصخور المختلفة ولكن بدون إزاحة. والمسافة بين كل فاصل والآخر تختلف من ٢سم إلى عدة أمتار . وتعتمد علي نوع الصخر وسمكه وتعرضه للحركات الأرضية.

ومن أمثلتها: ♦ فواصل صخور الحجر الجيري في المقطم.

♦ فواصل هضبة الجيزة.

وبالدارسة التفصيلية لنظام تواجد الفواصل يمكن الآن معرفة إتجاه الضغوط التي أثرت علي هذه الصخور وكذلك نوعية التراكيب الجيولوجية الموجودة بالمنطقة.

[٣] الفوالق "الصدوع" Faults :-

الفالق هو كسر في كتل الصخور يصحبه انتقال أو إختلاف (حركة) في منسوب الطبقات الصخرية علي جانبيه، وقد يصل الإختلاف في المنسوب إلي عدة آلاف من الأمتار وقد يسبب حركة مفاجئة علي سطح الفالق في حدوث زلزال.

مع ازدياد القوى المؤثرة على الجسم الصلب فان الفواصل التي تشوه هذا الجسم تتحول إلى فوالق وذلك بانزلاق الكتل أو الطبقات على جانبي سطح الانفصال أى أن الفالق يمكن تعريفه بأنه الشرخ الذي يلاحظ على جانبيه انفلاق لكتلة الصخر أو الطبقة سواء كان انفلاقاً جانبياً أو رأسياً أو مائلاً .

١ – مستوى الفالق Fault plane :-

هو السطح الذى انزلق على جانبيه الكتل ويمكن كما فى حالة الطبقات إيجاد امتداد Strike وميل Dip للفالق ويعامل كأنه سطح طبقه بالنسبة لهذين الأمرين .

٢ – الحائط المعلق Hanging wall :-

هى الكتلة التى ترقد على مستوى سطح الفالق (مهما كان اتجاه حركتها إلى أسفل أو أعلى) .

٣ – الحائط السفلى Foot wall :-

هى الكتلة التى يعلوها سطح الفالق .

٤ – رمية الفالق Throw :-

وهى المسافة الرأسية بين وضع الطبقة قبل انفلاقها وبين وضعها بعد انزلاقها ، وإذا تحركت الكتلة إلى أسفل فى جهة فإن الجهة التى هبطت تعتبر رميه سفلى بالنسبة للجهة الأخرى والأخيرة تعتبر رميه عليا بالنسبة للجهة التى هبطت .

٥ – انزلاق الميل Dip - slip :-

وهى المسافة التى تتركها الطبقة فى اتجاه ميل الفالق وتقاس على مستوى سطح الفالق نفسه

٦ - انزلاق الامتداد Strike - slip :

وهى المسافة التى تتركها الطبقة فى اتجاه الفالق وتقاس على مستوى سطح الفالق نفسه .

٧ - الانزلاق النهائى Net - slip :

وهى النتيجة النهائية لإنزلاق الطبقات على الفالق أى المسافة المباشرة بين أى نقطتين قبل وبعد الحركة وتقاس على مستوى سطح الفالق نفسه .

٨ - الزحف الجانبي Heave :

وهى المسافة الأفقية بين وضع الطبقة الحالى وبين وضعها لو كان الفالق رأسياً (وواضح أن هذه المسافة تساوى صفر لو كان سطح الفالق رأسى) .

ويمكن تحليل أى قوى ضاغطة على جسم إلى ثلاثة اتجاهات متعامدة ص ١ ، ص ٢ ، ص ٣ فإذا فرض أن أقوى هذه الاتجاهات هى ص ١ وأقلها قوة هى ص ٣ فإن الفوالق الناتجة عن هذه القوى تعتمد نوعها على وضع القوة الكبرى بالنسبة للجسم إذا كانت رأسية أو جانبية الخ كما هو مبين بالأشكال التالية ولاحظ أن القوة الوسطى ص ٢ اتجاهها دائماً فى نفس اتجاه مستوى الفالق .

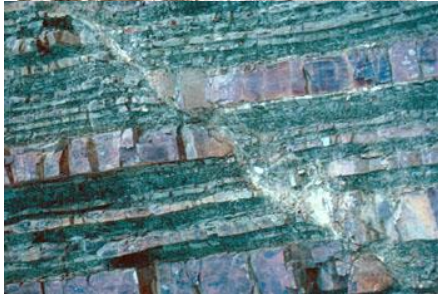
أ- تقسيم حسب الحائط المعلق :-

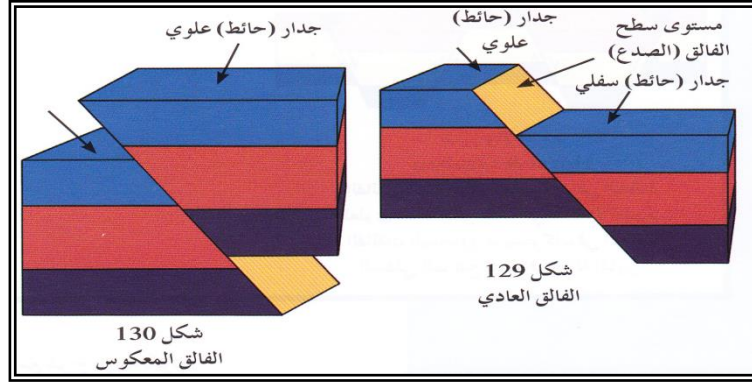
(أ) فالق عادي Normal fault:

يحدث نتيجة شد الطبقات بقوة شد ويتميز بالآتى:
- سطح الفالق يميل فى إتجاه كتلة الصخور الهابطة.
- مقدار الميل كبير.
- الصخور الأحدث عمراً تظهر فى إتجاه ميل سطح الفالق.

(ب) فالق معكوس Reverse or Thrust fault:

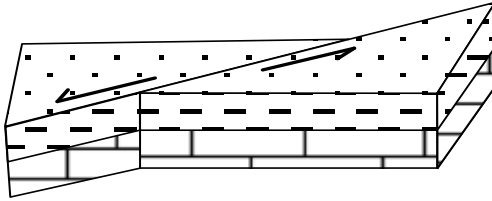
يحدث نتيجة لضغط الطبقات بقوة ضغط ويتميز بالتالى:
- يميل الفالق فى عكس إتجاه الجزء الهابط أى يميل نحو الجزء الأقدم عمراً.
- إذا كان سطح الفالق يقرب من المستوي الأفقي يسمى Thrust fault





ب - تقسيم حسب حركة الحائط بالنسبة لامتداد وميل الفالق :-

١ - فالق ذو انزلاق موازى لامتداده Strike - slip fault .



مستوي الفالق يكون تقريباً رأسياً ولكن زحزحة الطبقات عليه تكون أفقية.

٢ - فالق ذو انزلاق موازى لميله Dip - slip fault .

٣ - فالق ذو انزلاق مائل Oblique - slip fault .

د - مجموعات الفوالق :-

عندما تتأثر منطقة معينة بعدة فوالق شبه متوازية فان مجموعة الفوالق هذه تكون مجموعات تطلق عليها الأسماء التالية :

١ - فوالق سلمية Step faults :-

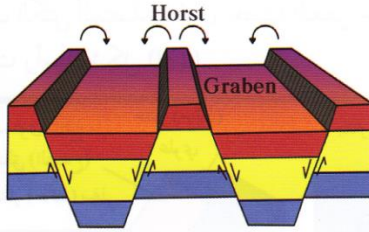
وفى هذا النوع من مجموعات الفوالق تنزلق الطبقات على جانبي الفوالق بحيث تكون الرمية السفلى لفالق هى الرمية العليا للفالق الذى يليه وهكذا وتميل الطبقات المنزلة أما فى اتجاه العلم لميل الفوالق أو فى الاتجاه المعاكس له كما فى الأشكال المرفقة ، وواضح ان مجموعة الفوالق هذه من الفوالق العادية Normal faults .

٢ - فوالق حوضية Graben or trough faults :

وهي مجموعة تتكون من فالقين يحصران فيما بينهما منطقة تهبط فيها الطبقات بالنسبة للناحيتين الخارجيتين للفوالق أى أن المنطقة الوسطى هي رمية سفلى لكلا الفالقين . ومن أشهرها:- الأخدود الذي تسبب في تكوين البحر الأحمر. الأخدود الذي تسبب في تكوين البحر الميت. معظم بحيرات أفريقيا.

٣ - هورست Horst :

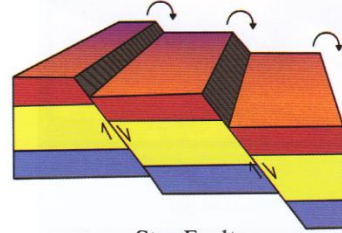
وهي مجموعة تتكون من فالقين يحصران فيما بينهما منطقة ترتفع فيها الطبقات بالنسبة للناحيتين للفوالق أى أن المنطقة الوسطى هي رمية عليا لكلا الفالقين .



البارز والأخدود

Horst & Graben

الفالقان المتجاوران يشتركان في الحائط العلوي المنخفض نفسه في حالة الأخدود .
الفالقان المتجاوران يشتركان في الحائط السفلي المرتفع نفسه في حالة البارز .



Step Faults

الصدوع السلمية
تُرمى جميع الفوالق في الاتجاه نفسه ، فالحائط العلوي لأي فالق يمثل الحائط السفلي للفالق الذي يليه في اتجاه الرمية

بعض الظواهر التي تصاحب الفوالق:

- ١- جوانب الفالق تكون مصقولة مع وجود خطوط موازية لحركة جانبي الفالق.
- ٢- تكوين صخور مهشمة.
- ٣- ترسب معادن مثل الكالسيت نتيجة صعود مياه معدنية في شقوق الفوالق وأحياناً تتواجد خامات معدنية.
- ٤- تصاعد مياه ونافورات ساخنة علي الفالق ومن أمثلة ذلك عيون حلوان – العين السخنة – حمام فرعون.

عدم التطابق Unconformity

فى كثير من الأحيان لا يكون تتابع الطبقات فى الطبيعة منتظماً إلى ما لا نهاية فان الحركات الأرضية منذ نشأة الأرض فى تعاقب مستمر وهى لا تؤثر فى جميع أجزاء الكرة الأرضية فى وقت واحد فبعض المناطق التى تأثرت بالحركات الأرضية فى وقت معين لا يمكن ان نجد فيها تتابع الطبقات مماثلاً للمناطق التى تأثرت بهذه الحركات فى وقت مخالف وأبسط الأمثلة التى أمام أعيننا هنا ، فى مصر فان المناطق المغمورة بمياه البحار أو الأنهار فى الوقت الحالى سوف تعطى تتابعاً للطبقات مخالف لتلك الموجودة على سطح الأرض فى الوقت الحالى وإذا انغمرت منطقة اليابسة الحالية فيما بعد فان الناتج النهائى هو اختلاف طبيعة وتتابع الطبقات فى المناطق المختلفة تبعاً للظروف التى تتابعت عليها، وعلى ذلك فانه فى منطقة معينة يمكن نجد مجموعتين من الطبقات كل مجموعة منهما تكونت فى ظروف مخالفة المجموعة الأولى ويطلق على المجموعتين فى هذه الحالة أنها غير متطابقتين ويفصلهما سطح يسمى سطح عدم التطابق Unconformity surface ويمكن تقسيم عدم التطابق إلى الأنواع الآتية :

١ - عدم التطابق الزاوى Angular unconformity :

وفى هذه الحالة نجد مجموعة من الطبقات لها ميل تختلف عن ميل مجموعة الطبقات التى تعلوها وتنتج ذلك من أنه فى وقت من الأوقات ترسبت مجموعة من الطبقات أفقياً ثم ارتفعت فوق سطح البحر نتيجة للحركات الأرضية وأصبحت لهذه الطبقات زاوية ميل واضحة ثم تعاقبت عليها عوامل التعرية لتكون سطح غمرت مياه البحر مرة أخرى (سطح عدم التطابق) ثم ترسب بعد ذلك مجموعة من الطبقات أفقياً فوق الطبقات المائبة مكونة عدم تطابق زاوى ويمكن تكرار هذه الحوادث مرة أخرى فنلاحظ فى النهاية وجود عدة أسطح لعدم التطابق فى التتابع الواحد .

وبلاحظ انه نتيجة لعوامل التعرية للمجموعة السفلى تكونت طبقة تراكتت فيها نواتج التعرية الفتاتية على هيئة كونجولوميرات معظم مكوناته من صخور المجموعة السفلى وهو ما يعرف بكونجولوميرات القاعدة Basel conglomerate وتعتبر هذه الطبقة من العلامات الهامة التى بها يمكن التعرف على أسطح عدم التطابق فى التتابع .

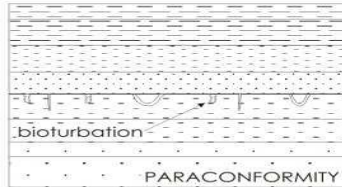
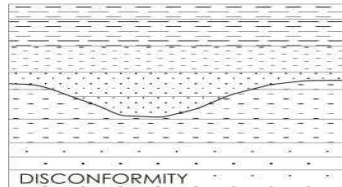
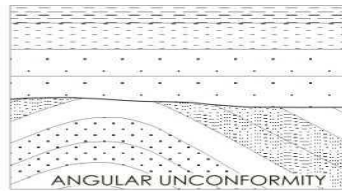
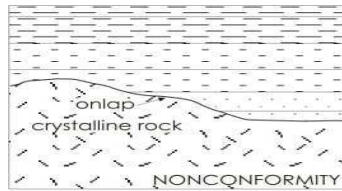
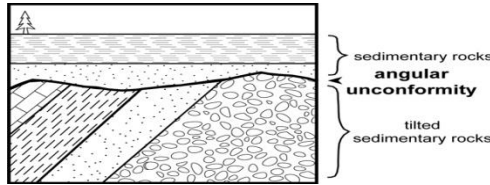
٢ - عدم التوافق Disconformity :

فى هذه الحالة لا يكون لمجموعتى الطبقات ميول مختلفة لكن فى معظم الأحيان تكون الطبقات متوازية وتحدث عادة هذه النوع من عدم التطابق نتيجة الترسيب مجموعة من الطبقات المتتالية فى منطقة ما بينما كانت المنطقة المجاورة أو البعيدة مرتفعة عن سطح البحر فى وقت من الأوقات أدى إلى عدم ترسيبها كما فى المنطقة الأولى وبذلك يصبح التتابع ناقصاً لجزء من أجزائه بالرغم من أن الطبقات متوازية .

ولا يمكن اكتشاف هذه الأسطح بسهولة إلا بالبحث الدقيق والمقارنة المتأنية وتعتبر دراسة تابع الحفريات من أحسن العوامل التى تساعد على اكتشاف المجموعة الناقصة إذ أنها قد تكون فى عصر معين من العصور وبالتالي فان تتابع أعمار الصخور فى المنطقة المتأثرة بعدم التوافق لا يمثل التتابع الكامل للعصور ، وأيضاً فى كثير من الأحيان يمكن التعرف على كونجوميترات القاعدة ضد السطح الفاصل بين مجموعتى الطبقات اللتان تفصلهما سطح عدم التوافق .

٣ - اللاتوافق Nonconformity :

وهى تعبير يعبر عن تتابع مكون من نوعين من الصخور أحدهما نارى مثلاً يعلوه مجموعة طبقات من الصخور الرسوبية يفصلهما احياناً كونجوميترات القاعدة الناتج عن عوامل التعرية الصخور النارية قبل غمرها بمياه البحر الترسيب بالمجموعة العليا .



أشكال الصخور النارية المتداخلة

تتخذ الصخور النارية بعد تصلب الصهارة (المagma) المنبعثة من جوف الأرض عدة أشكال وتراكيب مختلفة علي سطح الأرض أو تحته ، أهم هذه الأشكال هي كما يلي:

[١] **السدود القاطعة Dykes**: تتكون كنتيجة لصعود magma في شقوق رأسية تقريباً. عندما تتصلد هذه magma تكون كتلاً رأسية من الصخور ذات جوانب متوازية تقريباً. ويكون نسيج هذه الصخور مكوناً من حبيبات متوسطة أو دقيقة أو يكون نسيجاً زجاجياً.

[٢] **السدود الموازية لمستوي الطبقات Sills**:

تتكون عندما تسلك magma طريقاً موازياً للطبقات وليس قاطعاً لها.

[٣] **القباب Laccolith**:

تتكون عندما تصعد magma من فتحة ضيقة. وتكون magma عالية اللزوجة حيث أنها لا تنتشر أفقياً ولكن تتجمع علي شكل قباب بعد أن تضغط علي الصخور المحيطة بها وهي إما

أ- قبة عادية Laccolith

○ ب- قبة مقلوبة Lapolith

[٤] **الكتل النارية الصغيرة Stocks**:

يصل قطرها إلي عدة كيلومترات

تكون مستديرة أو بيضاوية الشكل علي المستوي الأفقي

[٥] **الباثوليث Batholith**:

أكبر الصخور النارية المتداخلة حجماً

تمتد لعدة مئات من الكيلومترات في إتجاه معين.

يصل سمكها إلي عدة كيلومترات .

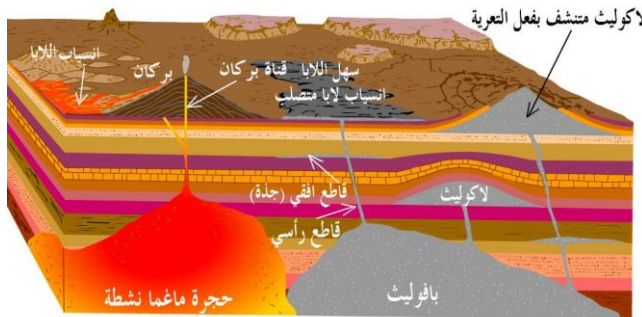
[٦] **أعناق البراكين Volcanic necks**:

هي عبارة عن الالفا المتصلدة في البراكين.

إسطوانية الشكل.

أحياناً تتآكل الصخور المحيطة بها فيظهر جزء منها علي شكل إسطوانة من الصخر الناري.

اشكال الصخور النارية الجوفية و السطحية



الأشكال التي توجد عليها الصخور البركانية السطحية

[١] السطوح البركانية Lava flows:

- هي المواد المنصهرة التي صعدت إلى سطح الأرض عن طريق فوهات البراكين أو الشقوق وانتشرت على السطح ثم بردت بسرعة بعد ملامستها للهواء البارد أو مياه البحر.
- قد تنتشر في مساحات كبيرة أو تتراكم ليصل سمكها إلى مئات الأمتار.
- النسيج زجاجي غير متبلور .
- يتشكل سطحها بأشكال عديدة منها : أ- شكل الحبال Roby ب- شكل المخدات Pillows.

[٢] المواد المفتتة Pyroclastics:

- تتكون نتيجة تكسير مواد الأعناق البركانية عند ثورة البركان وهي إما:
- أ- البريشيا البركانية Volcanic breccia: تكون على شكل قطع صخرية بزوايا حادة وتنتشر أو تتراكم حول البركان.
- ب- الرماد البركاني Volcanic ash: تكون على شكل مواد مفتتة دقيقة جداً تتواجد حول البركان أو تحملها الرياح لتترسب في أجزاء أخرى قارية أو بحرية.
- وقد يتكون المخروط البركاني من الطفوح البركانية والمواد المفتتة.

حركة القارات ونظرية الألواح التكتونية

تكتونيات الصفائح (Plate tectonics من اليونانية τεκτων, tektoon بمعنى : الشخص الذي يبني و يقوض) هي إحدى نظريات الجيولوجيا الصفيحة الأرضية أو الصفيحة التكتونية و قد طورت لتشرح ظاهرة الزحف القاري continental drift ، و تعتبر حالياً نظرية مقبولة على نطاق واسع من العلماء الذين يعملون في هذا المجال .

النظريات التي ساعدت علي فهم تكتونية الأرض

١ - نظرية القيعان العظمي Geosynclinal Theory

وهي التي تفترض نشأة أحزمة تكتونية نشطة في أماكن ما تعرف بالقيعان العظمي التي هي عبارة عن أحواض ترسيبية كبيرة وعميقة تغطي الآلاف من الكيلومترات المربعة يترسب عليها الكثير من الرواسب الهائلة السمك . ويمثل هذا الثقل العظيم عبئاً علي ما تحته مما يؤدي إلي حدوث حركات رأسية مستمدة من هذا الضغط الشديد الواقع علي المواد المنصهرة في باطن الأرض . وفي ضوء هذه النظرية هناك علاقة وطيدة بين هذه الأحواض وسلاسل الجبال التي تتميز بالطي والتصدع والنشاط البركاني . وما يؤخذ علي هذه النظرية أنها فشلت في تفسير أو فهم أصل الظواهر التكتونية وإن استطاعت تقسيمها. وأيضاً في ضوء هذه النظرية فإن الجبال يجب أن تكون مركزة في أوساط القارات بينما الواقع يؤكد انتشار الجبال علي حواف القارات أيضاً.

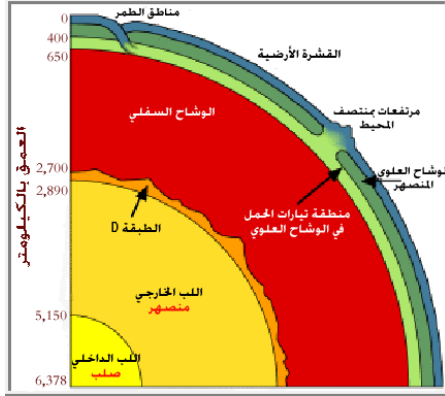
وهذه النظرية تبنتها المدرسة الروسية وكانت هي النموذج الأكثر انتشاراً في مرحلة ما قبل تطور وتبلور فكرة تكتونية الألواح التي سيأتي ذكرها فيما بعد .

٢ - نظرية الزحزحة القارية Continental Drift theory

تقدم بها العالم هس Hess ١٩٦٠م وفيها يفترض:

- (١) أن سطح الأرض يحاط بعدد من الألواح الكبيرة وهي نوعان:
أ- محيطية Oceanic وهي تلك التي توجد بقاع المحيط.
ب- قارية Continental وهي تلك التي توجد في اليابس.
- (٢) تبلغ هذه الألواح حوالي ١٠٠ كم في السمك.

(٣) هذه الألواح دائمة البناء والتكوين عبر شقوق هائلة تمتد لمسافات طويلة على قيعان المحيطات العميقة (حيد وسط المحيط) وينتج عنها معظم الظواهر البنائية الضخمة بالقشرة الأرضية.



في نظرية الصفائح التكتونية ، يتكون الجزء الخارجي من باطن الأرض من طبقتين : طبقة الصخرية lithosphere التي تؤلف قشرة الأرض و القسم العلوي المتصلب من الوشاح Earth's mantle. أسفل الطبقة القشرية أو الليثوسفير تستقر ما يدعى أستينوسفير التي تتألف من الجزء اللزج الداخلي للوشاح .

نظرية الصفائح التكتونية تقسم الغلاف الصخري للأرض lithosphere إلى صفائح plates تسمى بالصفائح التكتونية أو الألواح التكتونية. حيث تطفو تلك الصفائح التكتونية فوق طبقة الأستينوسفير asthenosphere المنصهرة. ويتغير حجم ومكان هذه الصفائح مع الزمن، وطبقا لهذه النظرية يقسم سطح الأرض إلى ثمانى صفائح رئيسية والعديد من الصفائح الثانوية.

وقد تطورت هذه النظرية في أوائل القرن العشرين عندما لاحظ ألفريد فاجنر التشابه الشديد بين الساحل الغربي لقارة أفريقيا والساحل الشرقي لقارة أمريكا الجنوبية وكذلك بين الساحل الشرقي لقارة أمريكا الشمالية والساحل الغربي لقارة أوروبا .



تفترض هذه النظرية أن القارات جميعها كانت كتلة واحدة عملاقة سميت البنجيا (أم القارات) مكونة من صخور تتكون من السيليكون والألومنيوم واختصرت إلي صخور السيا Sial فوق صخور تتكون من السيليكون والمغنيسيوم واختصرت إلي صخور السيمما Sima. صخور السيلال

Sial هي الوشاح الخارجي من القشرة وهي صخور غنية بمادة السيليكا (٧٠%) والألومنيا ، وهذه الصخور هي الصخور السائدة في جسم القارات وقد أشتق الاسم من الالرمز الكيميائي لعنصري السيليكا Si والألومنيا Al . أما صخور السيمما Sima فهي الوشاح داخل السيلال ونسبة السيليكا حوالي ٤٥% وهي السائدة يليها المغنيسيوم وقد أشتق الاسم من الالرمز الكيميائي لعنصري السيليكا Si والمغنيسيوم Ma وقد أطلق عليها أم القارات وذلك لأنها تكون قيعان المحيطات كما

امتدت تحت القارات بأعماق كبيرة خلال حقبة الحياة القديمة . وقد انفصلت البنجيا إلى جزئين : أوراسيا (أوروبا وآسيا) وجندوانا (أصل باقي القارات) . ثم بعد ذلك حدث تفتت لقارة جندوانا لتعطي القارات في صورتها الحالية . وقد بدأ إنفصال القارات منذ حقبة الحياة المتوسطة إلى أن أخذت أوضاعها الحالية أثناء عصر البليوسين .

وقد فسر فيجنر هذا الإنفصال بأن التيارات الناقلة للحرارة (تيارات الحمل) وكذلك تحلل العناصر المشعة في السيلكا لها قدرة هائلة علي تجعد القشرة وتصدعها مما سبب اختلافا كبيرا في تضاريس السطح خاصة علي حواف القارات الكبيرة مثل أمريكا الشمالية والجنوبية وأفريقيا وأستراليا ، حيث ارتفعت سلاسل الجبال بفعل الزحزحة أو الانجراف القاري والنظرية وإن كانت هي الأساس المبدئي لتطور النموذج المتحرك للقارات فإنها لم تفسر ميكانيكية الحركة واعتمدت علي التباعد المستمر بين القارات مما قد يخيّل للذهن أن الأرض دائمة الزيادة في الحجم وهذا خطأ إذ لم يثبت من خلال الدراسات أن الأرض قد عانت تغيرا يذكر في حجمها علي مر العصور الجيولوجية .

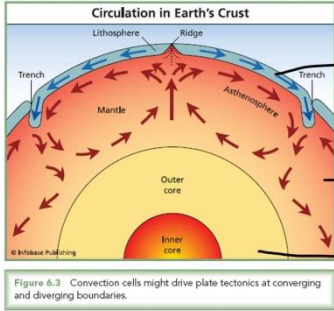
٣- نظرية انتشار قيعان المحيطات Sea Floor Spreading

من المنطقي إذا كانت القارات تتحرك متباعدة عن بعضها البعض فإنه بالضرورة أن تكون هناك آثار لهذه الحركة في قيعان المحيطات . مع أنه لم يسبق ذلك إلا في عام ١٩٦٠ عندما كان هناك من المعلومات المتاحة ما يؤكد أن قيعان المحيطات العميقة أحدث بكثير في زمن تكونها عن القارات وأن هناك الكثير من الحركات الأفقية والجانبية الهامة التي حدثت خلال تاريخ الأرض الويل وفي عام ١٩٦١م خرجت هذه النظرية إلي الوجود مفترضة انتشار قيعان المحيطات لتؤيد النظرية التي كانت توجد في ذلك الوقت وهي نظرية تكتونية الألواح .

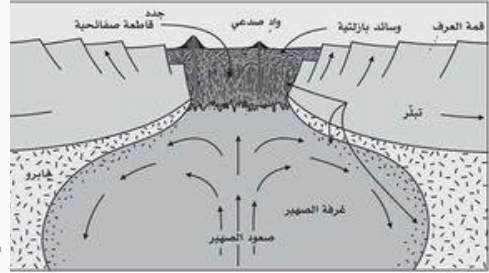
وقد افترضت نظرية انتشار قيعان المحيطات أن القشرة المحيطية قد نشأت من تجمد الصهير المنذفع من طبقة الوشاح عند مناطق تسمى حيد وسط المحيط وأن الصخور البركانية هي التي تغطي مناطق أواسط المحيطات الموجودة علي الأرض كلها . وقد وجد أيضا أن هناك مناطق أخرى تنزلق القشرة المحيطية إلي أسفل لتذوب ثانية في الوشاح وهذه المناطق تسمى مناطق الإيلاج أو الانزلاق . وقد تأكدت هذه النظرية بدراسة العمر النسبي للصخور المكونة للقشرة المحيطية بشكل أفقي ابتداءً من الحيد الوسط محيطية باتجاه القارات وقد وجد أن الصخور الأحدث توجد عند الحيد الوسط محيطية بينما تتقدم الصخور كلما اتجهنا بعيداً عن هذه المناطق وكأن القشرة المحيطية هي شريط تسجيل للتاريخ الجيولوجي .

تيارات الحمل:

أثبتت الأبحاث أن هناك كميات صغيرة من المواد المشعة منتشرة فى منطقة ما تحت القشرة لعمق عدة اميال ، وان تفتت هذه المواد بسبب انطلاق حرارة تكفى بجعل هذه المنطقة فى حالة بين الصلابة والسيولة بحيث يمكن لتيارات الحمل أن تسرى فيها ، وبالطبع يتم سريان هذه التيارات فى بطء متناه جداً ، وإذا تصورنا صعود تيار حار نحو منتصف قاعدة كتلة قارية كبيرة فانه سينقسم عند ملامستها إلى تيارين فى اتجاهين متضادين نحو حدودها الخارجية وعندما تصل هذه التيارات إلى الحواف الخارجية للكتلة القارية فإنها تفقد جزءاً من حرارتها لقربها من سطح الأرض فترتد هابطة إلى أسفل وهكذا تتم للدورة وقد تصل قوة الاحتكاك والشد عند موضع صعود تيارات الحمل إلى الكتلة القارية إلى درجة من القوة مع مضى الزمن تنتشق لها الكتلة إلى قسمين وبالمثل فان قوة الجذب احتكاكى لمادة الكتل القارية إلى أسفل عند مواقع هبوط التيارات قرب الحافة يؤدي إلى تجمع هذه الحافة فى هيئة جبال عالية تبدأ فى الغوص داخل مادة ما تحت القشرة مكونة ما يشبه الجذور وذلك كى تتوازن فيها مع ارتفاعها هكذا تبنى الجبال نتيجة تيارات الحمل فى طبقة ما تحت القشرة ونتيجة الانحراف المستمر فى الكتل القارية ويكون السبب الأساسى أذن فى حركات بناء الجبال والقارات هى تيارات الحمل فى مادة ما تحت القشرة .



قوة
ملاصقة
صلابة
طبقة
الزبد - سائلة
لب
صلب



الشكل (٢) عرف المحيط والوادي الصدعي

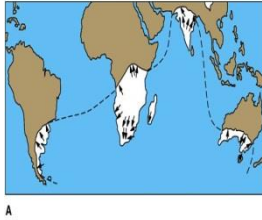
الشواهد المؤيدة لنظرية الإنزلاق القاري:

- أ- المغناطيسية القديمة
 - ب- المناخ والثلاجات القديم
 - ج- التشابه في الشكل والصخور.
 - د - توزيع الكائنات الحية
- [[أ] المغناطيسية القديمة:

- تعتمد علي شكل المجال المغناطيسي القديم وذلك من دراسة بقايا المغناطيسية التي احتفظت بها كتل الصخور والتي تعزي إلي أكاسيد الحديد وكبريتيدات المعادن والتي تعكس بدورها اتجاه خطوط المغناطيسية عندما تبلورت من الصهارة أو تراكمت الحبيبات المغناطيسية عندما تماسكت علي هيئة صخور رسوبية.
- وقد أظهرت نتائج الدراسات التي أجريت علي مغناطيسية صخور من أعمار مختلفة وأخري لها نفس العمر في أماكن مختلفة من العالم أن قطبي الأرض لم يبقيا في مكان ثابت عبر الزمن.
- ومن تطبيقات تلك النتائج إستنتاج العلماء ظاهرة زحزحة قطبي الأرض مع الوضع الجغرافي لكتل اليابس.

[ب] المناخ والثلاجات القديم:

- الأحزمة المناخية منتظمة في نطق متوازية ممتدة من الشرق إلي الغرب ومتدرجة من المناخ الإستوائي إلي المداري إلي المعتدل ثم القطبي ، وبالرغم من إختلاف المناخ خلال الأزمنة الجيولوجية المتعاقبة إلا أن التدرج المناخي بقي ثابتاً واستمرت مجموعة الأحزمة المناخية متوازية مع خط الإستواء ومتمركزة حول قطبي الأرض.
- وقد وجد أن المناطق المناخية القديمة وأحزمتها تختلف في وضعها عما هي عليه الآن بالنسبة لكل من قطبي الأرض وخط الإستواء وهذا يعني إختلاف كتل اليابسة عما هي عليه اليوم مما يعزز ظاهرة الإنجراف القاري.



A



B

- بملاحظة توزيع رواسب الثلاجات علي كتل اليابس بجنوب أمريكا وجزر الفوكلاند وجنوب أفريقيا والهند وإستراليا والقارة القطبية الجنوبية يبدو بوضوح أنه لا بد أن إنجراف قاري قد حدث ولعب دوره الهام في التوزيع الجغرافي لهذه الأقطار.

• ويؤيد ذلك:

١. وجود صخور في نصف الكرة الجنوبي تنسب إلى الفترة ما بين نهاية حقبة الحياة القديمة العصر الطباشيري تتشابه إلى حد كبير مع تلك التي توجد في القارات سالف الذكر.
٢. الغطاء الجليدي وما نتج عنه من رسوبيات بكل من جنوب أمريكا وأفريقيا متشابهة تماماً.

وتفسير ذلك أنه كانت هناك قارة عظيمة في الماضي ذات مساحة هائلة أطلق عليها "أرض جوندوانا" Gondwanaland وانفصلت إلى جزئين (قارتين) وتحرك كل جزء بعيداً عن الآخر.

د- التشابه في الشكل والصخور.



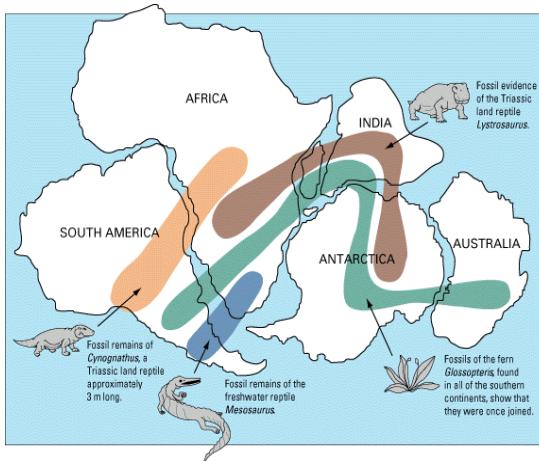
من أمثلة ذلك التشابه والربط بين جبال جنوب أفريقيا ونظيرتها بالأرجنتين إلى الغرب وسلسلة شرق إستراليا إلى الشرق مما يرجح أن تلك الجبال كانت متصلة وتباعدت عن بعضها البعض.

(هـ) توزيع الكائنات الحية

الكائنات الحية ترتبط في وجودها ارتباطاً وثيقاً بالمناخات السائدة وقت تواجدها فليست كل الكائنات تستطيع العيش في كل المناخات . وهناك حواجز مناخية مثل الجبال العالية والصحارى الشاسعة إلى جانب الحواجز الجغرافية مثل البحار والمحيطات تحول دون انتشار كل الكائنات الحية في كل المناخات . والمفروض أن الأرض تقسم إلى أحزمة مناخية تكون حدودها موازية لخط الاستواء فهناك المنطقة الاستوائية ثم الحرة فالمعتدلة فالباردة ثم المنطقة القطبية . وكل

حزام من هذه الأحزمة يميز بكائنات حية تستطيع المواءمة والتكيف مع ظروف تلك الأحزمة.

وبدراسة بقايا الكائنات الحية الموجودة في الصخور يمكن تحديد المناخ الذي عاشت فيه تلك الكائنات . ومن أمثلة الكائنات الحية التي يمكن الاعتماد عليها في تحديد المناخ القديم المراجين التي تعيش في مستعمرات تصنع لنفسها هيكل صلب تعيش فيه وتخلف بعد موت المرجان هذه



الهيكل الصلبة المعروفة باسم الشعاب الشعاب المرجانية . وتعيش المراجعين تحت ظروف محددة تتمثل في المياه الضحلة الرائقة الدافئة وبتتبع توزيع هذه الشعاب في عصر معين يمكن تحديد الحزام المناخي وبالتالي يمكن تعيين خط الاستواء في ذلك الوقت . نتائج مثل هذه الدراسات قد أثبتت أن الأرض دائمة التغير في وضعها الجغرافي . وأمكن أيضاً من خلال دراسة البقايا الصلبة للكائنات الحية القديمة تحديد الأزمنة التي كانت فيها الألواح متصلة وزمن انفصالها بالتحديد خاصة إذا ما استخدمت بقايا الكائنات النباتية .

وبتطبيق هذه الدراسات علي بقايا الكائنات الحية لتحديد زمن انفصال قارة أفريقيا عن قارة أمريكا الجنوبية وجد أنهما قد انفصلتا في العصر الطباشيري وهو ما تأكد بعد تحديد عمر أبعد الصخور عن حيد وسط المحيط والذي يشهد علي بداية انتشار قاع المحيط الأطلنطي . تم العثور علي مجموعة من النباتات البرية الأولية بكل من أمريكا الجنوبية وجنوب أفريقيا والهند وأستراليا والقارة المتجمدة الجنوبية مما يرجع وجود إتصال في الماضي بين تلك القارات يوحي بأن هذه القارات إذا أعيدت لسالف عهدها فإن هذه التراكيب تكمل بعضها البعض مكونة إمتداداً متناسقاً.

الحدود بين الصفائح التكتونية

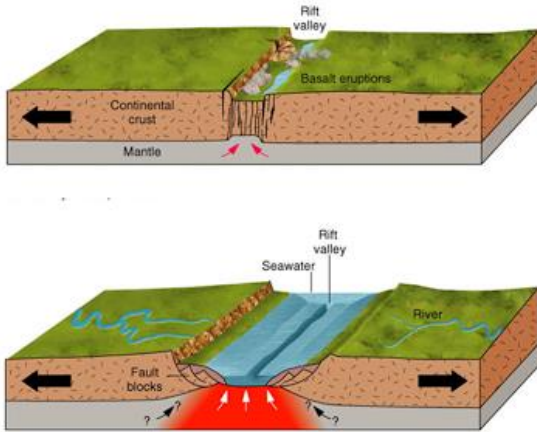
وبعد أن تطرقنا في عجالة إلى الشواهد التي يمكن استخدامها لإثبات صدق نظرية تكتونية الألواح نحاول أن نتناول أنواع الحدود بين الألواح بشئ من التفصيل وفق افتراضات النظرية وتبعاً للشواهد الموجودة علي الأرض . وكما أسلفنا فإن هناك ثلاثة أنواع من الحدود بين الألواح فهناك الحدود البناءة والحدود الهدامة والحدود المحافظة .

١ - الحدود البناءة :

في قيعان المحيطات أحزمة جبلية طولانية تنهض إلى ثلاثة آلاف متر أو أكثر، وتتوسطها أودية صدعية rift valleys تدعى أعراف المحيطات ocean ridges. وتتكوّن هذه الأعراف من صعود تيار ساخن من صخر المعطف نحو السطح، يؤدي إلى تقبّب القشرة الأرضية وترققها ثم تصدّعها بفوالق الشد tension faults (أو الفوالق العادية normal faults). ويؤدي انخفاض الضغط عن صخر المعطف (وله تركيب البيريديوتيت peridotite) إلى حدوث انصهار جزئي تتولد فيه مغمّة بازلتية (مُهْل بازلتي) basaltic magma تندفع إلى السطح بنشاطات بركانية تحت بحرية، وتكون مميزة بتدفقات تأخذ أشكالاً بيضوية مفلطحة تعرف باسم اللابات الوسائدية (الصبات الوسائدية) pillow lavas. وتعد إيسلندة وجزر أزور معالم سطحية لأعراف المحيطات. كما يعد الوادي الصدعي الإفريقي امتداداً قارياً لها.

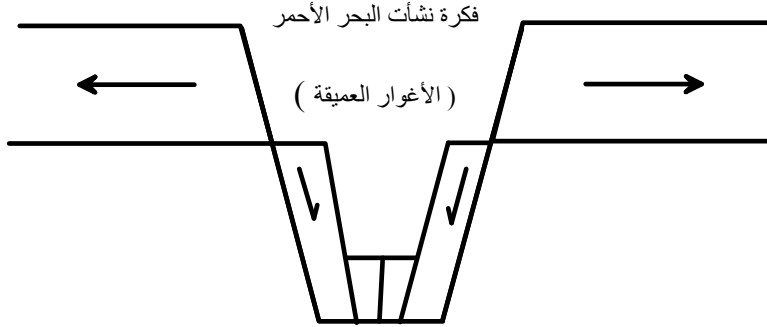
أحياناً تسمى هذه الحدود بالمنبع نظراً لأنها تمثل منبع لبناء قشرة أرضية جديدة . وإذا نظرنا في الشواهد المميزة لهذه الأماكن نجد أن هذه الحدود متأثرة بقوة الشد ولذلك تنتشر

عندها الصدوع العادية أو المحولة وتتميز بوجود البؤر الزلزالية للزلازل الضحلة والمتوسطة من حيث العمق وكذلك الضعيفة من حيث القوة نظراً لأنه عند هذه الحدود تتصاعد المادة المنصهرة بشكل دائم يؤدي إلى تفريغ منتظم للطاقة لا تحتاج إلى حدوث زلازل قوية لتفريغها . وعند هذه الحدود تكون البراكين درعية بازلتية أما عن التدرج الحراري لهذه الحدود فيكون كبيراً متأثراً بخروج المادة المنصهرة من الوشاح محملة بدرجة حرارة عالية



الأغوار العميقة ونتائج تكوينها:

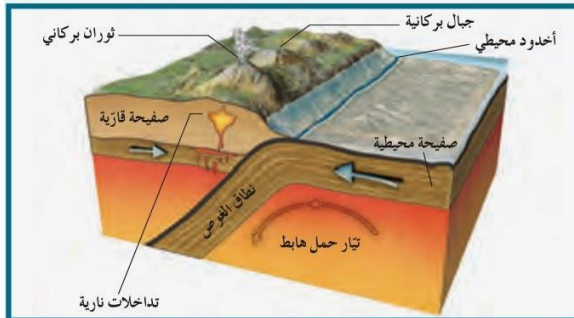
- تنشأ هذه الأغوار في قيعان البحار والمحيطات أو أسفل القارات وتكون نتيجتها تفتق القارة ونشأة حوض محيطي بالتدرج وبيبط شديد ومن أمثلة ذلك:-
- ١- نشأة البحر الأحمر الذي ما زالت جوانبه مستمرة في الإزاحة ببطء شديد (٢,٥ سم/١٠٠ سنة) .
 - ٢- نشأة المحيط الأطلسي والمحيط الهندي بعد تفتق قارة جندوانا في الماضي.



٢- الحدود الهدامة حدود متقاربة:

وهي الحدود التي بين ألواح تكتونية تتقارب من بعضها البعض ولذلك تسمى حدود تقارب كما هو الحال بين اللوح الأوروبي واللوح الأفريقي حيث ينزلق اللوح الأفريقي تحت اللوح الأوروبي . وينشأ عند هذه الحدود أن اللوحين المتقاربين إما أن ينزلق أحدهما تحت الآخر وعادةً ما ينزلق اللوح المحيطي تحت القاري إذا ما كان اللوحين أحدهما قاري والآخر محيطي ، أما إذا كان اللوحين محيطيين فإن أحدهما ينزلق تحت الآخر . ويعرف اللوح المنزلق لأسفل بتحديد ميل نطاق بنيوف . أو أن يحدث تصادم عندما يكون اللوحين قاريين كما هو الحال في اصطدام اللوح الهندي باللوح الآسيوي مما نتج عنه تكون سلسلة جبال الهيمالايا والذي حدث في عصر الميوسين .

تصادم صفيحتين قاريتين وحدوث التشويه والطّي والفوالق العكسية ونهوض الجبال.

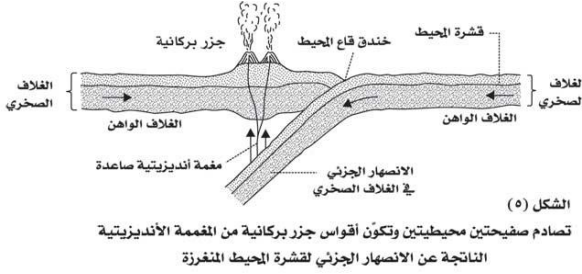


وهي هوامش الصفائح التي تتقارب أو تتصادم. ويؤدي تصادمها إلى انضغاط أجزاء من الغلاف الصخري، وحدوث نشاطات متعددة وتتنوع حسب طبيعة الصفائح المتصادمة.

فحين تتصادم صفيحة قارية مع صفيحة محيطات فإنّ الصفيحة القارية

ذات الصخور الخفيفة تعلق صفيحة المحيطات ذات الصخور الأثقل، مما يجعلها تهبط تدريجياً وتندفع تحتها منغرفة في المعطف. ويؤدي هذا الهبوط إلى تكون منخفض بحري طولاني عميق على امتداد نطاق الغوص subduction zone يعرف باسم خندق أو اخدود المحيطات oceanic trench. ويؤدي ذلك أيضاً إلى انضغاط صخور الصفيحة القارية وتجعلها وتزداد ثخانتها على امتداد هامش التصادم. أما صخور قشرة المحيطات المنغرفة داخل المعطف فترتفع حرارتها تدريجياً، مع استمرار تعمقها فيه.

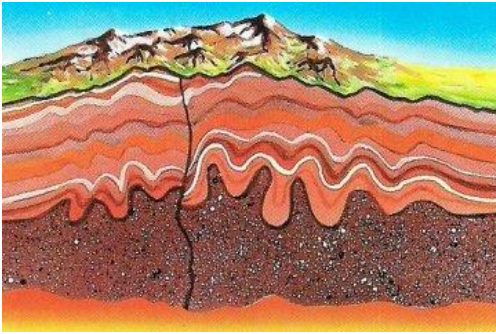
أما حين يكون التصادم بين صفيحتي محيطات فإن إحداها تهبط تحت الأخرى حسب سرعة تحركهما، ويؤدي انغرازها في المعطف إلى نشاطات بركانية تحت بحرية تتراكم تدفقاتها



تدريجياً لتبرز منها أقواس الجزر island arcs. ويعتقد بعض العلماء أن أقواس الجزر يمكن أن تتكون من تصادم صفيحة قارية مع صفيحة محيطية (بحرية) حين تكون سرعة تحرك الأولى أقل من الثانية، ومثالها

تصادم الصفيحة الآسيوية مع صفيحة المحيط الهادي، التي أدت إلى تكون أقواس جزر اليابان والفلبين. ولا تنهياً الظروف المناسبة لتكون أقواس الجزر عندما ينحصر توزع النشاط البركاني في الجانب القاري، كما هو الحال في جبال الأنديز.

أما في حال التصادم بين صفيحتين قاريتين فإن كتلتيهما الصخريتين تبقيان عائميتين



فوق المعطف لكنهما تتزاحمان وتتضغطان وتتسوهان وتزداد ثخانتها زيادة كبيرة وتندفع جذورهما في المعطف، ويتكون منها نظام جبلي بالغ التعقيد (الشكل 6- ب)، ومثال ذلك تكون جبال الهيمالايا من تصادم صفيحة الهند مع كتلة التبت، وتكون جبال الألب من تصادم صفيحة إفريقية مع القارة الأوروبية. ويعتقد أيضاً أن تكون جبال الأبالاش كان من تصادم الصفيحة الأوروبية

مع أمريكا الشمالية. وتتولد مagma ريوليتية rhyolitic magma من تعمق الكتل الصخرية المتجعدة وارتفاع حرارتها إلى حد كاف لحدوث الانصهار الجزئي فيها، وتندفع ببطء نحو الأعلى، وتحتاج القشرة القارية الواقعة فوقها لتكون الدسيسات الباثوليتية Batholiths الضخمة.

٣- الحدود المحافظة :

وهي تلك الحدود بين لوحين تكون الحركة بينهما أفقية وتكون فيها القوي عبارة عن ازدواج ينشأ عنه صدوع ذات حركة أفقية لا تؤدي إلى البناء ولا إلى الهدم ولذلك يطلق عليها الحدود المحافظة .



الشكل (٧)

فالق سان أندرياس في ولاية كاليفورنية، ويفصل بين
الصفحة الأمريكية إلى اليمين
والصفحة الباسفكية إلى اليسار
وهو مميز بعرف يتوسطه واد طولاني ضيق

وهي الهوامش التي تتحرك صفائحها منزلقاً بعضها على بعض حتى تتجاوز الواحدة الأخرى، وذلك على امتداد فوالق تحويل transform faults. وهي، تحت البحر، أعراف صغيرة وضيقة مميزة عن أعراف المحيطات. أما امتداداتها فوق القارات فهي ذات مظاهر مماثلة وتُميز فيها أحزمة من الفوالق الطولانية، ولا ترافق الحركات الصفحية على امتداد فوالق التحويل نشاطات بركانية، وتولد التقطعات الصخرية المرحلية والاحتكاكات الشديدة الناجمة عنها أحداثاً زلزالية شديدة. إن أفضل مثال على الهوامش الفالقية هو فالق سان

أندرياس Andreas fault Sant في ولاية كاليفورنية، الذي يفصل الصفحة الأمريكية عن صفحة المحيط الهادئ. وتتحرك هاتان الصفيحتان باتجاه الشمال الغربي، إلا أن صفحة المحيط الهادي تتحرك بسرعة أكبر وتتجاوز الصفحة الأمريكية. وينجم عن هذا التجاوز أحداث زلزالية شديدة، كان أشهرها زلزال سان فرنسيسكو عام ١٩٠٦، الذي تجاوزت فيه صفحة المحيط الهادي الصفحة الأمريكية مسافة ٤ أمتار على امتداد نحو ٤٠٠ كيلو متر.

البحار والمحيطات

تغطى البحار والمحيطات حوالى ٧٠ ٪ من مجموع سطح الأرض حيث الجزء الأكبر من الغلاف المائى والبحار والمحيطات دائبة بلا انقطاع على هدم ما يحيط بها من شواطئ بسبب الحركة الدائمة لمياهها والتي ترجع أساساً إلى فعل الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية وفى نفس الوقت تمثل البحار أحواض ترسيب ضخمة تترسب على قيعانها ما تجرفه العوامل الجيولوجية الأخرى من صخور اليابسة ، كما أن للبحار والمحيطات أثر كبير فى تنشيط بعض العوامل الجوية مثل الرياح والأمطار.

التأثير الجيولوجى للبحار والمحيطات :-

❖ تحت البحار Marine persian .

يرجع تأثير البحار والمحيطات على شواطئها إلى الحركة الدائمة لمياهها وهذه الحركة على ثلاثة انواع :

أ- حركة الأمواج Waves :-

وهى حركة رأسية تنتاب مياه البحار جراء هبوب الرياح فى اتجاه معين ، والأمواج تكون اكبر حجماً فى البحار المفتوحة أى ذات الاتصال المباشر بالمحيطات عما هى فى البحار المقفلة ويختلف حجمها فى البحر الواحد باختلاف قوة الرياح التى تسببها وإذا قاربت الأمواج الشواطئ فان عمق الماء لا يسمح ببلوغها ارتفاعها الطبيعى فقد تتكسر وترطم على الشواطئ بقوة شديدة قدرت بما يتراوح بين ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ جم على كل متر مربع ومهما كانت صلابة الصخور التى تتكون منها الجروف المحيطة ببعض الشواطئ فليس فى مقدورها مقاومة هذه القوة العظيمة التى تصطدم بها المرة تلو الأخرى ولهذا فانها أجلاً أو عاجلاً ما تنهشم وتفتت ويساعد الأمواج فى عملها هذا مما تلتقطه من الحصى والرمال المكونة على الشواطئ فترتفعها وتنزف بها على الصخور وتعمل على تفتيتها ولما كانت الصخور المكونة للشواطئ متفاوتة فى الصلابة فان مقاومتها للتآكل بالأمواج هى أيضاً متفاوتة ، ومن ثم ترى أن الشواطئ متعرجة غير مستقيمة تبرز منها الصخور الصلبة ، وقد تقابل الأمواج فى الصخور فجوات أو شقوق أو خطوط ضعيفة فتعمل فيها بنشاط زائد مما تعمل فى باقى الصخور فتتكون من ذلك الكهوف والأنفاق الشاطئية .

ب - حركة المد والجزر :-

تنتاب جميع المحيطات والبحار المفتوحة حركات منتظمة بمقتضاها يرتفع منسوب المياه ثم ينخفض مرة فى كل ١٢ ساعة و ٢٦ دقيقة ، وتعرف هذه الحركة باسم المد والجزر . ويختلف تنتاب جميع المحيطات والبحار المفتوحة حركات منتظمة بمقتضاها يرتفع منسوب المياه ثم ينخفض مرة فى كل ١٢ ساعة و ٢٦ دقيقة ، وتعرف هذه الحركة باسم المد والجزر .

ويختلف مقدار المد (ارتفاع) والجزر (الانخفاض) من مكان لآخر فهو فى عرض المحيط قد لا يعدو نصف متر وعلى شواطئ الزائر الواقعة فى أوساط المحيطات لا يزيد على مترين بينما فى بعض الخلجان قد يبلغ الفرق بين المنسوبين خمسة عشر متراً . وترجع ظاهرة المد والجزر إلى ما بين الأرض والقمر من جاذبية ويبلغ أعلى منسوب المد فى جميع النقط الواقعة على خط الطول المواجه للقمر مباشرة فى أى لحظة معينة ويكون ادنى منسوب الجزر فى خط عمودى على ذلك ، ويكون الفرق بين منسوبى المد والجزر أكبر عند ابتداء كل شهر قمرى وفى منتصفه أى عند تمام القمر وأقل من ذلك فيما بين الاثنين . أما ما تحدثه عوامل المد والجزر من أثر على الشواطئ فلا تختلف كثيراً عما تحدثه الأمواج العادية إلا أنها تساعد على اكتساح ما يتشم من صخور وتحملها إلى داخل البحار ، ويظهر أثر المد والجزر على الشواطئ فى تكوين عتبات مختلفة الارتفاع تمثل كل منها المنسوب الذى تقف عنده المياه حينئذ عند بلوغ أعلى المد .

ج (التيارات البحرية Marine Currents : -

وهى حركات تقلب المحيطات والبحار ويمقتصاها تنتقل المياه من مكان لآخر على مسافات بعيدة وهى تشبه حركة للمياه فى الأنهار ولكنها تقتصر على المياه السطحية فلا تمتد إلى عمق كبير . والتيارات البحرية تؤثر على جميع المحيطات والبحار المفتوحة وفقاً لنظام دقيق ، فهى تبدأ دائماً عند خط الاستواء فتتجه غرباً حتى تصدم بشواطئ قارة من القارات وعندها تنشط إلى شطرين يتجه كل منها نحو قطب من القطبين ثم يعود كل منها فيقطع المحيط الذى يسلكه إلى الشاطئ الشرقى ومن ثم يعود ليتم الدائرة التى بداها عند خط الاستواء وتتفرع من هذه التيارات تيارات أخرى تدخل فى بعض البحار ويرجع السبب فى حدوث هذه التيارات إلى تأثير المياه السائدة التى تجتاح العالم ولو قارنا خريطة التيارات بخريطة أخرى مبين عليها اتجاه الرياح لرأينا توافقاً تاماً بين الاثنين .

ترسيب البحار والمحيطات Marine Sedimentation

إلى جانب ما تقوم به البحار والمحيطات كعوامل هدم فى الجزء البارز من القشرة الأرضية فإنها تقوم بدور إنشائى كبير فى تكوين هذه القشرة فهى تعتبر كاحواض ضخمة تتراكم على قيعانها المواد التى تهشمها من الشواطئ علاوة على ما تكتسحه إليه الأنهار والرياح والعوامل السطحية الأخرى ، ويختلف شكل ونوع الرواسب البحرية باختلاف الأعماق التى تتكون عندها هذه الرواسب وعلى هذا فانه يمكن تقسيم البحار والمحيطات إلى عدة مناطق نختص كل منها بنوع معين من الرياح والحياة وذلك كما يلى :

أ - المنطقة الشاطئية littoral Zone :

وهى المنطقة التى تمتد ن الشاطئ إلى مياه عمقها ٥٠ متراً وهى تتميز بأن الضوء يخترق مياهها ونظراً لحركة مياهها المستمرة تصل المياه الغنية بالأكسجين من السطح حتى القاع ولهذا فان قاع هذه المنطقة يعتبر من اغنى مناطق البحر بالغذاء والنباتات والأكسجين وبالتالي تكثر

الأحياء العضوية وتسمى الأحياء التى تعيش على القاع كل الوقت أو بعضه بالأحياء القاعية ، وتترسب فى هذه المنطقة رواسب الرمال والطين خاصة عندما يكون الشاطئ منطقة تجمع للسيول التى تجرف الفتاتيات من القارة ، أما فى طرف المنطقة القريب من الشاطئ اليابس فانه يكون عرضه لتأثير الأمواج والمد والجزر وفيما تنهشم الصخور وتتراكم الجلاميد والحصى والرمال الخشن .

ومع انها من أكثر المناطق غنى بالضوء والأكسجين والغذاء إلا انها تتميز بصعوبة الحياة فيها إذ أن على الكائن الحى فى هذا الجزء من المياه أن يستطيع الحياة تحت الماء أو بدونه حسب ظروف المد والجزر اما فى بعض الشواطئ التى لا تتلقى رواسب فتاتيه من الأراضى القريبة فيكون الشاطئ عرضه لترسيب مواد كلسيه وهو ما يميز شاطئ البحر الأبيض المتوسط غرب الإسكندرية فى مصر .

ومن الظواهر التى ترى أحياناً على مقربة من الشواطئ الحواجز Barriers وهى كوام من الرمل تمتد فى خطوط ضيقة تحت الماء فى محاذاة الشاطئ وعلى مقربه منه وهذه تتكون بفعل الأمواج عند ارتدادها من الشاطئ وباستمرار تظهر الحواجز على سطح الماء فلا يفصل جزءاً من البحر مكوناً ما يعرف بالبحيرة الشاطئية Lagoon وقد تنفصل هذه البحيرات انفصالاً تاماً بما يتراكم من رمال ورواسب تأتى بها مياه الأنهار فتتحول بعد مده إلى أرض زراعية ورواسب هذه البحيرات تكون عامة دقيقة الحبيبات ونظراً لانفصالها عن حركة المياه المتجمدة يصحب ترسيبها بعض المواد العضوية الداكنة اللون وكذلك بعض الكبريتات والكبريتات ، ومن الرواسب العضوية التى تتكون فى المناطق الشاطئية وتضيف جزءاً كبيراً إلى السطح الأرضية رواسب المرجان أو ما يعرف بالشعاب المرجانية Coral Reefs وهى عبارة عن مستعمرات تعيش فيها المرجان ويتكاثر وهى لا توجد إلا فى البحار التى لا يقل متوسط درجة حرارتها عن ٣٥ (البحار القريبة من خط الاستواء) ولا يزيد عمقها عن ٣٥ متراً والتى تكون مياهها صافية بعيدة عن مصبات الأنهار .

وتنقسم الشعب المرجانية إل ثلاث انواع حسب امكنة وجودها وهذه الأنواع هى : -

١ - الشعب السجافية (Fringing Reefs) : وهذه تكون مشاطب أو أرصفة ملاصقة للشواطئ ولا تظهر فوق الماء إلا أثناء الجزر .

٢ - الشعاب الحاجزية (Barriers Reefs) : وهذه تكون أرصفة عالية ففى هيئة حواجز الشاطئ ويفصلها عنها بحيرات شاطئية طويلة ، ويظهر الشعاب السجافية التى تنمو أساساً تجاه البحر تتحول إلى شعاب حاجزية عندما يهبط انواع الذى ترتكز عليه ببطء نتيجة للحركات الأرضية.

٣ - الشعاب الحلقية (Atolls) : وهى شعاب شكلها دائرى كاملة الاستدارة تماماً أو تقريباً تحضر بداخلها لاغونات مستديرة .

ومن أمثلة الشعب المرجانية ما يوجد منها فى البحر الأحمر وخليج السويس حيث تنمو على مقربة من الشاطئ وتغطى أى بروز فى قاع البحر مما يجعل الملاحة خطيرة وصعبة فى مثل هذه البحار .

ب - المنطقة البحرية Neritic Zone :

وهذه تمتد فيها بين عمق ٢٠٠,٥٠ متراً وهى المنطقة التى تستقبل الفتات الصخرى العضوية وغير العضوية التى تجرفه عوامل التعرية ولما كان الضوء لا يصل إلى قاعها فان النبات لا يمكن ان ينمو عليه وإنما يعيش النبات هائماً على سطح البحر Phytoplankton ولما كانت هذه النباتات دقيقة جداً فان الحيوانات التى تستطيع التهامها هى حيوانات صغيرة طافية Zooplankton وهذه الأخيرة تلتهمها الأنواع الأكبر حجماً والسباحة فى البحر Pelagic وعند موت هذه الأحياء فإنها تسقط على القاع وتصبح طعاماً للحيوانات القاعية Benthonic والتى تعيش على هذا المطر من الفتات العضوى أما الرواسب التى تتكون فى هذه المنطقة فهى رواسب رملية فى اتجاه الشاطئ وطينية فى اتجاه عرض البحر وتكون رواسب هذه المنطقة حوالى ٧٥ % من الصخور الرسوبية الموجودة على سطح الأرض .

ج - منطقة الأغوار Bathyal Zone :

وهى منطقة المنحدر القارى الفاصل بين أعماق المحيطات ورصيف القارات وتمتد ما بين عمق ٢٠٠ و ٢٠٠٠ متر تقريباً ، وفى هذه المنطقة تقتصر تأثير الأمواج على سطح الماء أما قاعها فهو هادئ وساكن وحرارتها ثابتة لا تتغير بتغير الفصول السنوية ولا ينفذ الضوء إلى قاعها ومن ثم تنعدم النباتات وتقتصر أنواع الحياة التى تعيش فيها على الأسماك آكلة اللحوم وعلى أنواع الحيوانات وحيدة الخلية مثل الفورامنيفرا والدياتومات والراديو لاريا وشوكات الإسفنج ورواسب هذه المنطقة طينية دقيقة الحبيبات وهى أدق ما تحمله الأنهار إلى البحار .

د - منطقة الأعماق Abyssal Zone :

وهى منطقة أعماق المحيطات وأكبر المناطق جميعاً إذ تمتد إلى ما بعد عمق ٢٠٠٠ متر ومياه هذه المنطقة فيما عدا السطح تكون ساكنة وحرارتها ثابتة تكاد تقرب من الصفر ورواسبها خالية من الفتات التى تكتسحها الأنهار من القارات وهى عبارة عن غرين دقيق أحمر اللون مكون من أصداف الحيوانات المجهرية من ذوات الخلية الواحد فى كالفورامنيفرا والدياتوم وتسمى هذه الرواسب Ooze وقد يختلط بها بعض الرماد والبراكين كما تحتوى أيضاً على بعض عظام الحيوانات البحرية الكبيرة التى تجوب البحار والمحيطات .