جامعة البعث
كلية العلوم
مركز العلوم للخدمات الجامعية
محاضرات - مخبريات - قرطاسية
هـ ٠٩٦٦٢٢٨٧٥٢ - ٠٩٣١٨٧٧٩٣٢

100

16

سنة ثالثة

علوم

الفصل

الثاني

2017

2018

قسم البيولوجيا

السنة الأولى

جيولوجيا فيزيائية (2)

نظري

المحاضرة الرابعة

د. سعيد أبو أحمد

مركز العلوم للخدمات الجامعية
محاضرات - مخبريات - قرطاسية
هـ ٠٩٦٦٢٢٨٧٥٢ - ٠٩٣١٨٧٧٩٣٢
مركز العلوم للخدمات الجامعية
محاضرات - مخبريات - قرطاسية
هـ ٠٩٦٦٢٢٨٧٥٢ - ٠٩٣١٨٧٧٩٣٢

الفعل الجيولوجي لمياه البحار والمحيطات

تغمر مياه البحار والمحيطات ما يقارب من 71 % من سطح الكرة الأرضية. أما المساحة القارية المتبقية فهي تشكل حوالي 29 %. ويتراوح عمق بعض البحار بين 100 وحتى 200 متر. بينما تصل أقصى الأعماق في المحيطات إلى 11800 متر (حفرة الفيليبين).

ويتضمن الفعل الجيولوجي لمياه البحار والمحيطات مجموعة من العمليات المتبادلة التي تشمل تفتيت الصخور، ونقل المواد الصلبة والمنحلة إلى الأحواض المحيطية ومن ثم تراكم الرسوبات وتشكيل الصخور الرسوبية. فأكثر من 95 % من الصخور الرسوبية تعود إلى منشأ بحري. كما تغطي الصخور الرسوبية 75 % من مساحة اليابسة. وتكتسب دراسة التضاريس الساحلية أهمية خاصة وذلك لأنها من التضاريس السريعة التطور والتغير نتيجة أعمال الحت والترسيب. كما تختلف عن بقية الأشكال التضاريسية القارية بأنها تتشكل نتيجة العامل المورفولوجي لمياه البحار والمحيطات، لذلك يمكن النظر إلى هذه التضاريس على أنها آخر ممثل لتضاريس اليابسة وعند نهايتها يبدأ العنصر السائل الذي يغمر تضاريس خاصة بقيعان البحار والمحيطات.

1- **تضاريس قاع البحار والمحيطات:** يمكن تقسيم هذا القاع إلى المناطق الرئيسية التالية:

- المنطقة الشاطئية: وهي المنطقة المحصورة بين الحد الأعلى الذي يبلغه منسوب مياه البحر في حالة المد، والحد الأدنى الذي ينسحب إليه هذا المنسوب في حالة الجزر. وعرض هذه المنطقة يتغير حسب انحدار الشاطئ.
- منطقة المياه الضحلة (الرصيف القاري): وتمتد هذه المنطقة حتى عمق 200 م، أما عرض هذه المنطقة فيختلف من مكان إلى آخر. فهي يمكن أن تمتد لمسافات عشرات أو مئات الكيلومترات. وتتصف هذه المنطقة بالجركة المستمرة للماء فوقها وذلك بسبب الأمواج وحركة المد والجزر. ويشكل الانكسار المفاجئ بالعمق حداً طبيعياً لهذه المنطقة.
- منطقة المنحدر القاري: وتقع هذه المنطقة على المنحدرات القارية، حيث تمتد من عمق 200 متر وحتى عمق 3500 م. وهي تمثل منطقة انتقالية بين المنطقة الضحلة والمنطقة العميقة. وتمتاز هذه المنطقة بشكل عام بالهدوء النسبي للمياه فيها. أما رسوبات هذه البيئات فهي رقيقة في أجزائها العليا وتزداد سماكتها باتجاه الأعماق السحيقة. وتوجد في هذا النطاق كائنات عضوية قاعية وسابحة.
- منطقة الأعماق السحيقة: وهي المنطقة التي يكون العمق فيها أكثر من 3500 م. وتشكل هذه المنطقة حوالي 75 % من مساحة المحيطات والبحار. وهي تتصف بانحدار بسيط، ورسوبات هذه المناطق عبارة عن أوحال غضارية وكلسية وسيليسية.

2- **حركات مياه البحر**: يمكن تمييز وجود نوعين من الحركة الشاقولية والأفقية لمياه البحر. فالحركة الشاقولية تتمثل بحركة المد والجزر وحركة الأمواج البحرية. أما الحركة الأفقية فتتمثل بالتيارات الساحلية.

- المد والجزر: وهو ارتفاع مستوى البحر عند الشواطئ وانخفاضه مرة واحدة كل 12 ساعة. فعند المد يتكون تيار قوي يتجه من البحر نحو الشاطئ، أما عند الجزر فيتجه التيار من الشاطئ نحو البحر. وتنشأ حركة المد والجزر بسبب الجاذبية التي تسببها الكواكب على الكرة الأرضية، لذلك يعتبر القمر المسبب الرئيسي لحركات المد والجزر بسبب قربه الكبير من الأرض. وتتأثر مياه البحار والمحيطات كلها من القاع وحتى السطح بحركتي المد والجزر، وذلك عكس الأمواج التي تسببها الرياح والتي لا يتعدى تأثيرها 100 - 150 متر. وتختلف قوة المد والجزر تبعاً لموقع القمر والشمس بالنسبة للأرض. فعندما تقع هذه الكواكب الثلاثة على استقامة واحدة ينضم تأثير القمر إلى تأثير الشمس ويحدث المد الكامل. أما عندما تكون الزاوية بين الشمس والقمر 90 درجة فان تأثيرهما يتعارض ويحدث المد المنخفض. وتتباين طبيعة المد والجزر من مكان الآخر على سطح الأرض، فقد لا يزيد عن نصف متر في وسط المحيط. بينما يصل الفرق بين المستويين 15 متر في بعض الخلجان والشواطئ المحصورة. وتتقلب الحركة العمودية لمياه البحر نتيجة المد والجزر إلى حركة أفقية انتقالية إذا كانت السواحل منحدرة بلطف وضحلة ومتصلة بسهول ساحلية.
- الأمواج: الأمواج هي حركة رأسية موضعية تنتاب مياه البحار والمحيطات. وتنتج الأمواج عن فعل الرياح واختلاف الضغوط الجوية على سطح البحار والمحيطات. وعندما تصل الأمواج إلى الشاطئ ترتطم به بقوة وتتكسر مما يؤدي لتفتيت صخور الشاطئ. هذا ويمكن أن تصل قوة ارتطام الأمواج بصخور الشاطئ في أثناء العواصف إلى 30.000 وأحياناً حتى 35.000 كغ على كل متر مربع.
- التيارات البحرية: التيارات البحرية هي كتلة متصلة من المياه تتحرك حركة مستمرة. وهي تنشأ بفعل عوامل عديدة مثل تأثيرات الرياح، والاختلاف في درجة ملوحة الماء وحرارتها ودوران الأرض. وهذه التيارات لا تساهم في عملية الحت البحري، بل تساهم في عمليات النقل والترسيب البحري.

3- **الحت البحري**: يقوم البحر بعمل حتي هام على السواحل يؤدي إلى تراجع هذه السواحل واتساع مساحة المياه على حساب اليابسة. وتعتبر الأمواج ولاسيما أمواج العواصف من أهم عوامل الحت البحري. فعند هبوب الرياح الشديدة تكتسب الأمواج طاقة كبيرة تنقلها إلى الشاطئ لتضرب بها الصخور بقوة مما يؤدي لتكسر الصخور وتفتيتها. كما يزداد تأثير الأمواج بما تحمله من مواد مفتتة كالحصى والرمال التي تساعد الأمواج على سحج الصخور وتفتيتها. وبشكل عام تساهم في حدوث الحت البحري العمليات التالية:

- الانحلال الكيميائي وذلك في الصخور القابلة للانحلال.
- الحت الميكانيكي (الحت والصقل بواسطة الحصى والرمال) وهو من أكثر عمليات الحت البحري فعالية.
- الضغط الهيدروليكي الذي يحدث نتيجة انضغاط الهواء داخل الشقوق والفجوات.

- الضغط الناتج عن اصطدام الأمواج البحرية بالصخور.

وتتعلق سرعة الحت الشاطئي بعدة عوامل أهما:

1. انحدار الشاطئ: حيث يمكن تصنيف الشواطئ حسب درجة انحدارها إلى شواطئ شديدة الانحدار، وشواطئ ضحلة قليلة الانحدار. ففي الشواطئ الشديدة الانحدار تعمل المياه دائماً كمطرقة تقوم دوماً بضرب صخور الشاطئ محاولة تحطيم هذه الصخور. أما في الشواطئ الضحلة فتقوم الأمواج بجرف الرسوبات الحطامية الموجودة على الشاطئ، أي أنها تقوم بغسل هذه الشواطئ وتشكل رسوبات في منطقة الرف القاري. كما تلعب تعرجات خط الشاطئ دوراً في سرعة حدوث هذا الحت الشاطئي.
2. طبيعة صخور الشاطئ: تتفاوت صخور الشواطئ عادة في صلابتها ومقاومتها للأمواج، حيث يمكن أن تتناوب الطبقات الصخرية القاسية واللينة. وبالتالي فان عملية حت الشواطئ تكون أسرع في المناطق الرخوة بينما تبقى الأجزاء الأكثر مقاومة بارزة بأشكال مختلفة. لذلك نشاهد أن أغلب الشواطئ الصخرية متعرجة وغير مستقيمة. كما يساهم وفرة وحجم القطع الصخرية في عمليات الحت الميكانيكي لهذه الصخور.
3. وجود التشققات في الصخور الشاطئية: فكلما كانت هذه الشقوق كثيرة وكبيرة كلما كانت عملية الحت أسهل وأسرع، أي كلما كانت مقاومة الصخور للحت البحري أقل.
4. ميل الطبقات الصخرية المكونة للشاطئ: فعندما تميل هذه الطبقات باتجاه اليابسة يكون الحت البحري على أشده وذلك لأن البحر يقوم بتفريغ الطبقات في الأسفل فتنهار الطبقات التي في الأعلى. أما إذا كان ميل الطبقات باتجاه البحر فان ذلك يساعد على انزلاقها نحو البحر مما يؤدي إلى تخفيف انحدار الشاطئ تدريجياً.

4- المظاهر الطبوغرافية الناتجة عن الحت البحري: تختلف مظاهر الحت البحري والأشكال الشاطئية الناشئة عنه باختلاف نوع السواحل وطبيعتها. ففي حال كون السواحل سهلية ومنبسطة فان العمل الحتي البحري يكون شبه معدوم. وفي هذه الحالة نلاحظ أن العمل المورفولوجي السائد على امتداد هذه السواحل هو الترسيب. أما في الشواطئ الصخرية فتتشكل نتيجة العمل الحتي للبحر عدد من الظواهر الجيولوجية من أهمها:

1. الفجوات والجروف: تتشكل الفجوات نتيجة حت الأمواج لأسفل الصخور الشاطئية. فعند وجود جرف شاطئي شديد الانحدار فان الأمواج تضرب باستمرار أسفل الجرف الصخري. مما يؤدي لتشكل حفر عميقة متوغلة في أسفل الجرف على شكل تجاويف وممرات وكهوف تزداد عمقاً واتساعاً مع مرور الوقت. وعندما تصبح هذه المنطقة غير قادرة على تحمل الصخور التي تقع فوقها تنهار بفعل الجاذبية ويظهر الشاطئ على شكل جرف قائم مرتفع فوق مستوى سطح البحر. حيث تعود الأمواج لتشكل فيه فجوات وتجاويف جديدة. وبسبب تكرار هذه العملية تتراجع اليابسة ويتقدم البحر. وغالباً ما يترك تراجع اليابسة سطحاً ضعيف الانحدار يطلق عليه المصطبة الحتية (أو العتبة الحتية البحرية) التي تكون غالباً

مغطاة بالمواد الحطامية من حصى ورمال. ومع مرور الزمن يزداد عرض المصطبة وتفقد الأمواج الكثير من طاقتها نتيجة مرورها فوق هذه العتبة واحتكاكها بالمواد الحطامية فيتباطأ تراجع الشاطئ ويتوقف الحت البحري تقريباً.

2. تشكل المصاطب البحرية: يؤدي توضع المواد الحطامية الناتجة عن الانهيارات الصخرية نحو البحر وتكدسها بشكل مستمر لتشكل ما يسمى المصاطب البحرية. ويمكن للحت البحري أن يتجدد أحياناً بعد تشكل العتبة السابقة وذلك بسبب تغير الأوضاع البنائية أو المناخية مثل ارتفاع اليابسة أو انخفاض البحر (حلول عصر جليدي)، مما يؤدي إلى انحسار البحر وظهور المصطبة البحرية فوق سطحه. وهكذا قد تتشكل مصاطب بحرية متتابعة في حال استمرار اليابسة بالارتفاع. وهذا ما نشاهده عادة في السهول الساحلية مثل الساحل السوري الذي يمثل أربع مصاطب بحرية تشكلت خلال الدور الرباعي، وذلك نتيجة الحركات التوازنية لمياه البحر المتوسط. حيث يمثل البلاج الحالي المصطبة الرابعة في حين تمثل مناطق عمريت المصطبة الثانية.

3. الكهوف الشاطئية: تتشكل الكهوف في الشواطئ الصخرية التي تتميز بوجود فجوات أو شقوق تمثل خطوط ضعف تعمل الأمواج خلالها بنشاط أسرع من بقية المناطق الصخرية، حيث تتوسع هذه الفجوات نتيجة ذلك لتصبح بشكل كهوف كبيرة. كما يلعب الهواء الموجود داخل هذه الكهوف دوراً مهماً في توسيعها وذلك بسبب انضغاطه عند ضغط الأمواج عليه ثم تمدده بصورة مفاجئة عند تراجع مياه الأمواج مما يسبب تشقق الصخور وإضعاف تماسكها.

4. الأقواس والمسلات البحرية: تتشكل الأقواس البحرية في المناطق الشاطئية التي تمتد فيها اليابسة بشكل رأس أو لسان داخل البحر فتنحت الأمواج كهوفاً في جانبيه، وعندما يتصل الكهفين المتقابلين تتشكل فتحة كبيرة يطلق عليها القوس البحري (كما في صخرة الروشة). وعندما ينهار سقف القوس تبقى نهاية الرأس في البحر قائمة على شكل مسلة صخرية تقوم منتصبة فوق مياه البحر.

5. التعاريج الساحلية: وهي تتشكل عندما تكون الصخور الشاطئية متفاوتة في قساوتها ومقاومتها للأمواج. وعند ذلك تبرز الصخور القاسية بهيئة رؤوس صخرية تمتد داخل البحر. بينما تتراجع الصخور الرخوة نحو اليابسة لتشكل الخلجان. لذلك نجد أن أغلب الشواطئ الصخرية متعرجة وغير مستقيمة.

بعض الأحيان كهوف بحرية ، وهذه الكهوف تتوسع بفعل نشاط الأمواج مشكلة نطاقات ضيقة في الجرف الصخري مؤدية في مرحلة لاحقة إلى انهيارها .

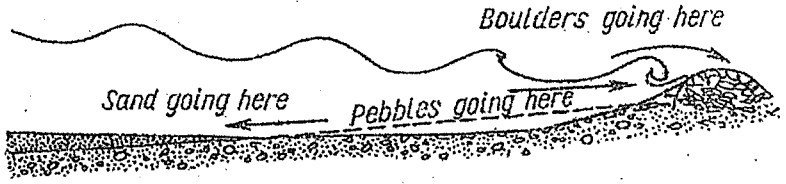
٧ – ٦ – النقل البحري Sea Transport

عرفنا فعل الأمواج و التيارات كعوامل رئيسية في إحداث الحت البحري ،إلا أنها بالإضافة لذلك هي عوامل مهمة في النقل . فهي تقوم بنقل المواد الحطامية التي تأتي من مصادر مختلفة :

- فقسم منها يأتي من الرسوبيات التي تنقلها الأنهار التي تصب في البحر .
- وقسم آخر يأتي من الانزلاقات و الانهيارات على الحروف الشاطئية .
- كما يأتي قسم آخر من نواتج حت الأمواج لصخور الشاطئ.

ويلاحظ انتشار الرسوبيات البحرية الحطامية في كل أجزاء قاع المحيط اعتبارا من الشاطئ و حتى الحفر العميقة و تلعب الأمواج الدور الرئيس و الأهم في نقل المواد الرسوبية ، فهي تدفع بالرواسب نحو الساحل و تسحبها معها حين ترتد إلى البحر .

فعندما تطغى المياه على اليابسة و تجتاز خط الشاطئ تخف سرعتها بالتدريج حتى تنعدم تماما و يتم أثناء ذلك ترسيب حمولتها من حصى و رمال ومواد غضارية . و حين ترجع هذه المياه باتجاه البحر تكون قد فقدت الكثير من طاقتها فلا تقوى على زحزحة حبات الحصى الكبيرة التي كانت قد جرفتها أثناء تقدمها. أما حبات الحصى الصغيرة فتتراجع لمسافة قصيرة و الرمال تتراجع لمسافة أطول أما حبات الغضار الدقيقة فتبقى معلقة في الماء و تنتقل إلى أن تصل إلى عمق كبير حيث تفقد المياه قدرتها تماما على الحركة و تتوضع هناك و بالنتيجة فإن ترسب المواد الحطامية في قاع البحر يصبح مرتبا و مصنفا شكل (٧ – ١٥).



شكل (٧ – ١٥) الحركة التراجعية للرسوبات فوق قاع لطيف الانحدار

فالمواد الحطامية الكبيرة تتحرك ذهابا و إيابا ، وقد تترسب مؤقتا في مكان ما على القاع بالقرب من الشاطئ ، و لكن الأمواج تستمر في تقاذفها فتحتك ببعضها و تطحن ويتضاءل حجمها إلى حبيبات دقيقة ، وفي النهاية تترسب على قاع البحر أسفل مستوى تأثير الأمواج . أما الحبيبات الدقيقة فتنتقل بعيدا في عرض البحر و بينهما تتوضع الرمال . إلا أن هذه القانونية تتخرب عادة نتيجة التيارات الموضعية ، فيلاحظ توضع الحصى أعمق من الرمال و الغضاريات ، وفي بعض الأحيان ترسب الأمواج المضطربة أو التيارات العميقة المواد الحطامية عند الشاطئ حيث تتشكل تجمعات رسوبية تشكل ما يسمى بالبلاج أو الألسنة الشاطئية.

و تؤثر في منطقتي الرصيف و المنحدر القاريين تيارات مائية يطلق عليها اسم التيارات العكرة بسبب اختلاطها بالرمال و الغضار . إن كثافة هذه التيارات هي أكبر بكثير من كثافة المياه المالحة لهذا فإنها تكتسب سرعة تبلغ ١٠٠ كم /سا و أكثر على المنحدرات المائلة . و هذه التيارات تحت الرصيف و المنحدر القاريين و تشكل كهوف و تجاويف عميقة ، كما تنقل الرمال و الحصى عبرالمنحدر القاري و توصلها إلى أعماق سحيقة ، حيث تشكل مخاريط تجمع كبيرة . و تبلغ مساحة أحد هذه المخاريط المتوضعة في شمال أيسلندا ، على سبيل المثال حوالي ١ مليون كم^{2} وهي تمتد من عمق ١٠٠٠ وحتى ٤٠٠٠ متر . كما يتشكل في أمكنة هذه المخاريط مع الزمن مناطق سهلية عميقة تشكل ١٠ % من مساحة قاع المحيط ، حيث تقل في هذه المناطق التيارات العكرة بسبب ترسيبها للمواد التي تحملها.

وعلى أعماق كبيرة تنشأ تيارات مائية تؤثر في المناطق العميقة للبحار و المحيطات نتيجة الفروق في كثافة الكتل المائية المكونة لهذه البحار و المحيطات . هذا و باعتبار أن كثافة المياه المالحة أو الباردة أكبر من كثافة المياه ذات الملوحة العادية أو الدافئة ، فإن المياه الكثيفة تغوص إلى أسفل في الأعماق ،أما المياه الخفيفة فتصعد إلى الأعلى . وهذا بدوره يسبب نشوء تيارات صاعدة أو هابطة في أعماق المحيطات وتبلغ سرعة هذه التيارات حوالي ٢٠ سم /ثا وهي تؤمن بشكل كامل نقل المواد الحطامية ذات القطر ١ .٠ مم و أقل الموجودة في الماء . و تنشأ نتيجة هذه التيارات التلال المحيطة التي تتألف غالبا من المواد الحطامية و

الرمال الناعمة . كذلك تشارك في نقل المواد الحطامية و المحاليل التيارات المائية السطحية حيث تنتقل هذه المواد في كل سطح المحيط .

٧ – ٧ – الترسيب في المناطق البحرية المختلفة

٧ – ٧ – ١ – تشكل الرسوبات Formation of Sediments

تقسم الرسوبات البحرية حسب منشئها إلى عدة أنواع :

آ – رسوبيات حطامية (حصى ،رمل ، غضار) وهي ترد إلى أحواض البحار و المحيطات نتيجة عمليات الحت البحري بالإضافة على ما تحمله إليها الأنهار و الرياح و الجليديات و عوامل النقل الأخرى .

ب – رسوبيات كيميائية تترسب من مياه البحار و المحيطات نتيجة مختلف التفاعلات الكيميائية .

ج– رسوبيات عضوية تنتج من تجمع قواقع و بقايا الكائنات العضوية .

د – مواد بركانية (رماد و قنابل و لابا متصلبة) .

ح – نادرًا ما تصادف في هذه الأحواض رواسب جليدية و غبار كوني .

وتختلف طبيعة الرسوبيات و تركيبها في مختلف مناطق قاع البحار والمحيطات حسب الشروط الفيزيوجغرافية للحوض المائي و كذلك حسب البعد و القرب من الشواطئ البحرية ، وهي تقسم حسب الأعماق التي تتواجد بها إلى :

١ – رسوبيات المنطقة الشاطئية

٢ – رسوبيات المنطقة القارية

٣ – رسوبيات المنحدر القاري

٤ – رسوبيات الأعماق السحيقة

٧ – ٧ – ٢ – عمليات الترسيب في النطاقات البحرية المختلفة

أ – رسوبيات المنطقة الشاطئية Littoral Sediments

وهي تشمل جميع الرسوبيات المتشكلة في منطقة المد والجزر البحريين. تختلف رسوبيات هذه المنطقة عن الرسوبيات البحرية للمناطق الأخرى بظروف تجمعها و بالتنوع الكبير في تركيبها و ثخانتها ، ويبلغ عرض منطقة توضعها في الشواطئ الضحلة بضع مئات و أحيانا

آلاف الأمتار ، وفي الشواطئ الصخرية الشديدة الانحدار لا يتجاوز هذا العرض عشرات الأمتار .

عموما تتميز رسوبات هذه المنطقة بأنها حطامية مؤلفة بشكل أساسي من الحصى والرمال . ففي الشواطئ الشديدة الانحدار تتوضع الرسوبيات الخشنة ، أما في الشواطئ الضحلة أو الضعيفة الانحدار فتتوضع الرسوبيات الناعمة وفي الأماكن المنخفضة تترسب أوحال غضارية و كربوناتية غنية بالعضويات الحيوانية و النباتية ، ويمكن أن تتحول هذه النباتات المتراكمة مع الزمن إلى طبقات من الفحم و التورف ، كما تتشكل في هذه المنطقة أحيانا مكامن للفلزات المعدنية المختلفة كالماغنيزيت و الايلمنيت و الفولفراميت .

ب – رسوبيات منطقة الرف القاري Shelf Sediments

• صفات عامة : تتصف رسوبات هذه المنطقة بسماكتها الكبيرة ، و بتركيبها المتنوع، و ذلك نظرا لقرب هذه المنطقة من اليابسة التي تغذيها دوما بالرسوبيات التي تنشأ بشكل رئيسي من نواتج حت الصخور الشاطئية و المواد الصلبة التي تنقلها الأنهار من اليابسة . القسم الأكبر من هذه الرسوبيات هو حطامي وعضوي المنشأ أما الرسوبيات الكيميائية فهي ثانوية المنشأ . لقد أظهرت دراسة رسوبيات الرف الحالي أن تركيب هذه الرسوبيات على طول شواطئ كل قارة ليس واحدا حيث إن حجم الحبات المكونة للرسوبيات ونوعها يختلف من رف قاري لآخر .

•• أنواع الرسوبات :

١ – الرسوبيات الحطامية : و تتألف بشكل أساسي من الأوحال الغضارية و الحصى و الرمال . وهذه المواد تترسب في الغالب بحيث تتدرج بالحجم و تكون الجزئيات الخشنة و الثقيلة قريبة من الشاطئ تليها و باتجاه البحر الرواسب الأصغر فالأصغر .

٢ – الرسوبيات العضوية (Organogenic Sediments) و تتألف من أصداف حيوانية بحرية ميتة ، ويسيطر على تركيب هذه الرسوبيات العضوية نوع واحد من الأصداف و أحيانا عدة أنواع ، كذلك تضم هذه التوضعات بقايا عظمية لكائنات بحرية و بقايا نباتات بحرية أيضا.وتنتشر في المناطق الاستوائية و المدارية الأرصفة المرجانية (Coral Reefs) بشكل كبير،وهي تعتبر من أشهر التوضعات الكلسية العضوية التي تغطي مساحات واسعة

من منطقة الرف القاري و تتكون هذه الأرصفة المرجانية في شواطئ بعض البحار عند توفر الظروف التالية :

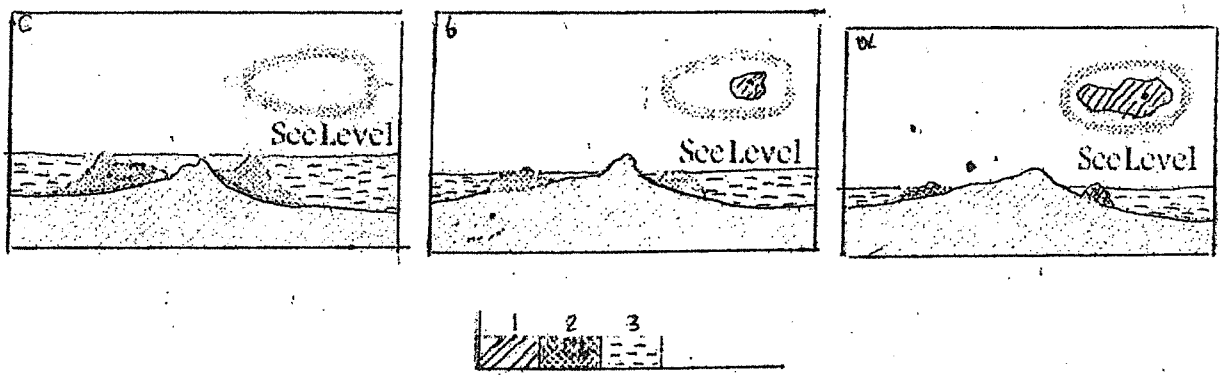
١ — درجة حرارة لا تقل عن ٢٠ م.

٢ — لا يزيد عمق المياه عن ٣٥ مترا .

٣ —وفرة بغاز الأوكسجين و مركبات الكالسيوم (بحار مفتوحة).

٤ — مياه صافية خالية تماما من الحبيبات المعلقة، لذلك فهي لا تنمو في أماكن مصبات الأنهار.

وتصنف الأرصفة المرجانية حسب قربها وبعدها عن الشاطئ وحسب الشكل الذي تأخذه في ثلاثة أنماط أساسية : فاذا كانت الأرصفة المرجانية قريبة من الشاطئ يطلق عليها اسم **الأرصفة الشاطئية** (Aringing Reefs) ، أما إذا تشكلت هذه الأرصفة في منطقة بعيدة عن الشاطئ و تفصلها عنه منطقة لاغونية فتسمى **بالأرصفة الحاجزية** (Barrier Reefs) ، وهذان النوعان المذكوران أعلاه يمتدان بشكل مواز للشاطئ . أما إذا كان شكل الأرصفة الحاجزية مستديرا تسمى عندها **بالجزر المرجانية المستديرة** (Atolls) . و قد تحتوي هذه الجزر بداخلها على بحيرات مالحة ، و في بعض الأحيان تظهر هذه الأرصفة على سطح البحر شكل (٧ - ١٦).



شكل (٧ — ١٦) تشكل الجزر المرجانية

١ — مقطع رأسي ١١٠ — في المستوي a - نمو الأرصفة الشاطئية حول الجزيرة

b- تحول الأرصفة الشاطئية الى أرصفة حاجزية نتيجة غوص الجزيرة c — اختفاء الجزيرة تماماً وتحول الأرصفة الحاجزية الى جزر مرجانية مستديرة (أتولات)

١ — صخور الأساس ٢ — الأرصفة المرجانية ٣ — مياه البح

••• كيفية تكون الأرصفة و الجزر المرجانية :

يعتقد العلماء أن الأرصفة الشاطئية التي تنمو في الأصل تجاه البحر تتحول إلى أرصفة حاجزية عندما يهبط القاع الذي ترتكز عليه الأرصفة ببطء نتيجة حدوث حركة على صدع مثلا ، بينما تستمر الأرصفة بالنمو . و أشهر الأرصفة المرجانية الحاجزية المعروفة في العالم هو الحاجزالمرجاني العظيم (G reat BarrierReefs) الذي يمتد أمام الشواطئ الشمالية الشرقية لاستراليا و يبلغ طوله أكثر من ١٥٠٠ كيلو متر و يتراوح عرضه بين ١٥ و ٢٠ كم و تفصل بينه و بين الشاطئ بحيرة لاغونية يتراوح عرضها بين ٣٠ و ٧٠ كيلو متر وعمقها بين ٢٠ و ٨٠ مترا شكل (٧ — ١٧) . أما بالنسبة لأصل الجزر المرجانية المستديرة فتعتبر النظرية التي وضعها تشارلز داروين عام ١٨٤٢ من إحدى النظريات الأكثر قبولا (نظرية الهبوط) ، فهو يعتقد بأن الأرصفة الشاطئية و الحاجزية و الجزر المستديرة تكون ثلاث مراحل متعاقبة في نمو المرجان حول بركان أو جزيرة بركانية في حالة هبوط مستمر . ففي المرحلة الأولى تتكون أرصفة ملاصقة للشاطئ عندما تنمو المرجانيات في ماء ضحل قرب الشاطئ ، ومع مرور الزمن تهبط الجزيرة بالتدريج بينما تستمر المرجانيات في التكاثر على قمم الأرصفة (أو الشعاب المرجانية) . وهكذا فإن الأرصفة تنمو أيضا بالتدريج إلى أن تصبح مفصولة عن الجزيرة الهابطة ببحيرة ضحلة و هكذا تتشكل أرصفة حلقية (Atolls) ،وهي أرصفة لها شكل دائري تقريبا و تحيط ببحيرة ، وهذه البحيرة تغطي تماما الجزيرة التي هبطت قمتها تحت مستوى البحر : و تبلغ الجزر المرجانية سماكات كبيرة فقد تصل إلى عمق ٤٠٠٠ م و أكثر في بعض مناطق المحيط الهادي رغم أن المرجانيات المكونة لهذه المستعمرات لا تعيش إلا في أعماق بحدود ٤٠ مترا . ويفسر ذلك داروين بانخفاض الركيزة الصخرية التي ترتكز عليها المرجانيات انخفاضا تدريجيا . وهناك نظرية أخرى أكثر حداثة من نظرية الهبوط لداروين هي (نظرية تحكم المثالج) التي افترضها العالم دالي بجامعة هارفارد عام ١٩١٠ . وهي تنص على أن الأرصفة المرجانية الحاجزية و الحلقية قد تكونت على جزر بركانية سبق أن تآكلت قمتها . وذلك نتيجة لتغيرات في مستوى سطح البحر خلال العصر الجليدي . تجدر الإشارة إلى أن أيا من النظريتين لا يعد

كافيا لشرح كل تراكيب الأرصفة المرجانية بشكل كاف. ومن المعتقد أن الأرصفة المرجانية قد تكونت نتيجة لكل من فرضيتي الهبوط و تحكم المثالج .

٣ – الرسوبيات الكيميائية : وتعتبر هذه الرسوبيات ثانوية في رسوبيات الرف القاري . و تشكل المحاليل العادية و الغروية للأملاح التي تنقلها الأنهار من اليابسة المصدر الأساسي لهذه الرسوبيات. فعند التقاء مياه الأنهار بمياه البحار يتم ترسيب هذه المحاليل . كما وتظهر على قاع المحيط رسوبيات غنية بأكاسيد الحديد و الألمنيوم و المنغنيز ، وفي البحار الدافئة تترسب من المحاليل أوحال كلسية تضم فلزات الكالسيت و الأراغونيت و الدولوميت . هذا و يترسب في المنطقة الشاطئية و منطقة الرصيف القاري حوالي ٩٩ % من رسوبيات الجريان السطحي .

ج – رسوبيات المنحدر القاري Sediments of The Continental Slope

تمثل رسوبيات هذه المنطقة بصفاتها و موقعها مرحلة انتقالية بين منطقة الرف القاري و المنطقة البحرية العميقة. وهي تتميز عموما بالهدوء النسبي و قلة التأثيرات الميكانيكية التي تتضاءل باتجاه العمق ، كما أن ضوء الشمس لا ينفذ إلى قاعها . ويميز عموما في هذه المنطقة نوعان من الرسوبيات ، رسوبيات حطامية و رسوبيات عضوية :

١ – الرسوبيات الحطامية Terrigenous Sediments

و أكثر هذه الرسوبيات انتشارا الأوحال البحرية وهي عبارة عن حبيبات حطامية يقل قطرها عن ٠١ . . ملم وهي تصنف حسب ألوانها في ثلاثة أنواع رئيسة:

أ – الأوحال الزرقاء Blue Mud

تغطي هذه الأوحال المنحدر القاري حتى عمق ٥٠٠٠ م وهي تتألف بشكل أساسي من مواد غضارية و كلسية (بنسبة أقل من ٣٠%) ، ومن شوائب عضوية .تصادف هذه الأوحال بشكل رئيسي في منطقة البحر الكاريبي و البحر الأسود . و تمتاز برائحة كريهة شبيهة برائحة غاز كبريت الهيدروجين مما يدل على أنها قد تشكلت في وسط مرجع فقير بالأوكسجين و غني بالمواد العضوية. و يعود اللون الأزرق لهذه الأوحال إلى انتشار المواد العضوية فيها إضافة إلى شوائب كباريت الحديد ، وعندما يكون محتوى المواد العضوية فيها كبيرا فإنها تتمتع باللون الأسود .

ب – الأوحال الحمراء Red Mud

و تصادف بكثرة في المنحدرات القارية لمصبات الأنهار الكبيرة كنهر الأمازون و التي تنقل من اليابسة كثيرا من المواد الحطامية الغنية بأكاسيد الحديد . وعموما هذه الأوحال أقل انتشارا من الأوحال الزرقاء ، ويدخل في تركيبها بشكل رئيس المواد الغضارية و حبيبات الكوارتز و الكالسيت .

ج – الأوحال الخضراء Green Mud

وتتألف من الرمال المتوسطة الخشونة إضافة إلى المواد الحطامية الدقيقة و المواد الغضارية ، وهي تنتشر بكثرة في الأجزاء العليا من المنحدر القاري ، وتتواجد من عمق ٨٠ – ١٠٠ م و أحيانا حتى ٢٣٠٠ م . و يعود اللون الأخضر لهذه الأوحال لفلز الغلوكونيت الذي يتشكل نتيجة تفكك فلزات الصخور النارية مثل الأوليفين و البيروكسين و الأمفيبول تحت الماء ، كما تحتوي هذه الأوحال على بيوض و حبيبات فوسفاتية .

٢ – الرسوبيات العضوية Organogenic Sediments

وهي عبارة عن أوحال عضوية المنشأ مؤلفة بشكل أساسي من قواقع الحيوانات البحرية و خصوصا المنخربات و الطحالب الكلسية و المرجانيات بكميات قليلة .

أخيرا يمكن أن تصادف ضمن رسوبيات المنحدر القاري رسوبيات بركانية المنشأ و خصوصا بجوار البراكين النشطة.

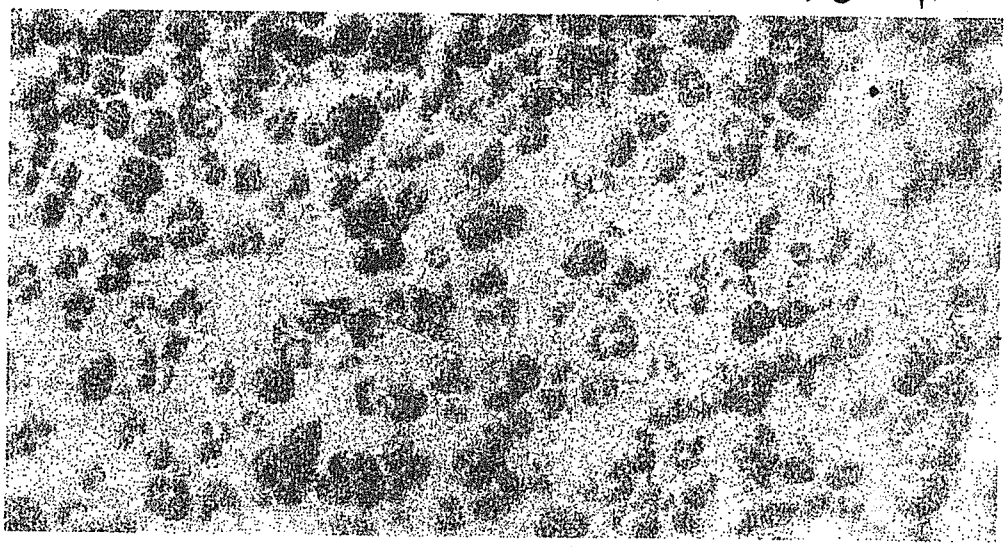
د – رسوبيات الأعماق السحيقة Sediments of The Abyssal Zone

الرسوبيات الأساسية لهذه المنطقة تتمثل في أوحال عضوية تصنف في مجموعتين رئيسيتين : أوحال عضوية كلسية (أوحال غلوبيجيرينية) و أوحال عضوية سيليسية ، كما تصادف في هذه المنطقة رسوبيات كيميائية تتمثل بشكل رئيس بالعقد المنغنيزية الموجودة ضمن رسوبيات غضارية ناعمة للغاية . مصدر هذه الرسوبيات الغضارية قد يكون الغبار الذي تأتي به الرياح إلى المحيط أو من الرماد البركاني .

آ – الأوحال العضوية :

١ – الأوحال العضوية الكلسية (الأوحال الغلوبيجيرينية) Globigerina Muds

تتألف بشكل رئيسي من قواقع المنخربات المجهرية من مجموعة الفلوبيجيرين و التي مقاسها حتى ٠١ . ٠ مم شكل (٧-١٨).



شكل (٧ – ١٨) أوحال غلوبيجيرينية

و تعتبر هذه التوضعات من أهم توضعات قاع المحيط حيث تغطي ٤٥ % من مساحته . تنتشر هذه الأوحال على أعماق ٣٥٠٠ – ٤٠٠٠ م مع غيرها من الأوحال الكلسية الأخرى ولا تصادف بعد هذه الأعماق و ذلك لأن المياه بعد هذا العمق تصبح فقيرة بمادة بيكربونات الكالسيوم التي تبني بها المتعضيات قواقعها ، كما أن القواقع ذات التركيب الكلسي تنحل بعد هذا العمق .

٢ – الأوحال العضوية السيليسية Diatomaceous Muds

و تتألف بشكل أساسي من الهياكل العظمية و القواقع السيليسية للكائنات الحية كالشعاعيات و المشطورات بالإضافة إلى قواقع الفورمينيفيرا و بعض المواد الغضارية فأوحال المشطورات يكون لونها أبيض و أحيانا أصفروهي تنتشر على أعماق ١٠٠٠ – ٤٠٠٠ م ، وأكثر الأوساط ملاءمة لانتشارها هي البحار الباردة وهي تشكل ٨ % من مساحة قاع المحيطات . أما أوحال الشعاعيات فتتألف من البقايا الدقيقة للراديولاريت ، و تصادف جزئيات الدياتوم و الغضار الأحمر كشوائب في هذه الأوحال . تنتشر هذه

التوضعات بشكل أساسي في بحار و محيطات المناطق الاستوائية علـــى أعمـــاق ٤٠٠٠ – ٨٠٠٠ م .

ب – الرسوبيات الكيميائية

و تتألف من عقد منغنيزية التركيب لا يتعدى قطرها ٢٥ سم إضافة إلى بعض المعـــادن التي ترافقها كالنحاس و الكوبالت و النيكل . و يعتقد العلماء أن مصدر هذه المـــواد هـــو الانفجاريات البركانية التحت سطحية .وتصادف هذه العقد بشكل أساسي في شمال المحيط الهادي عند الشواطئ الغربية لأمريكا .

٧ – ٧ – ٣ – الملامح التي تتكون من الترسيب البحري :

تتميز معظم السواحل البحرية بملامح ترسيبية محدودة من أهمها :

١ – الشواطئ Beaches

وهي رسوبيات ساحلية مؤلفة من المواد الصخرية المفتتة ، و تعتبر الشواطئ غالبا ملامـــح مؤقتة . هذا و بالرغم من أن معظم الشواطئ تكون مؤلفة من مواد رملية إلا أنها قد تتكون أيضا من مواد حصوية و حصبائية ، وأصداف و أوحال و أحيانا من مجموع هذه المواد .

٢ – الجزر الحاجزة Barrier Islands

وهي عبارة عن تجمعات رملية طويلة و ضيقة تكون موازية للشاطئ و تفصله عنها بحـــيرة شاطئية ضحلة تسمى باللاغونا ، كما و تعرف هذه الجزر الحـــاجزة أحيانـــا بالـــشواطئ الحاجزة . و يعتقد بعض العلماء بأن هذه الجزر عبارة عن ألسنة رملية تم حجزهـــا عـــن اليابسة بفعل تعرية الأمواج أو بارتفاع مستوى الماء بعد انتهاء آخر فترة جليدية .

٣ – الألسنة الأرضية Spits والكلابات Hooks

الألسنة الأرضية هي عبارة عن جسور طويلة من الرمل و الحصى تمتد داخل الماء و لكنـــها تتصل من أحد طرفيها بالأرض . وعندما يتقوس الطرف الحر للسان الأرضي باتجاه اليابسة يسمى بالكلابة شكل (٧ – ١٤) .

٤ – الطمبولو Tombolo

هو معبر (أو لسان) رقيق من الرمل و الحصى يفصل بين جزيرة و بين اليابسة أو يفصل بين جزيرتين . وتسمى الجزيرة التي تقع في نهاية الطمبولو (بالجزيرة المتصلة) و أحد أمثلتها العالمية جبل طارق الذي يتصل بالشاطئ الأسباني عن طريق طمبولو شكل (٧ – ١٤) .

٥ – عقبة مداخل الخلجان Baymouth Bar

وهي تسمية للدلالة على حاجز رملي يسد بالكامل مدخل خليج عن البحر شكل (٧ – ١٤) .

٧ – ٨ – أهمية المياه و الرسوبيات البحرية كمصادر للخامات المفيدة

تحتل دراسة البحار و المحيطات أهمية كبيرة حاليا في البحث و التنقيب عن الثروات و الخامات الاقتصادية الموجودة فيها . فالنفط و الغاز الطبيعي و الفوسفوريت و غيرها من الخامات المعدنية تتوضع مباشرة على قاع المحيط أو تحت هذا القاع على أعماق غير كبيرة نسبيا . كذلك تحوي مياه البحار و المحيطات كميات كبيرة جدا من الأملاح و المعادن المختلفة مثل الليثيوم و المولبيدن و النحاس و القصدير و اليورانيوم . وتقدر كمية الذهب في هذه المياه بحوالي ٥ .٥ مليون طن كما يستخرج حاليا من مياه البحار و المحيطات ثلث الأملاح المستخرجة عالميا ، إضافة إلى ما يرافق هذه لأملاح من الجص وكلور البوتاسيوم و المغنزيوم و البروم . فقد تبين أنه عند استخراج ملح الطعام فإن كل ١٠ آلاف طن منه يرافقها ١٧٣٠ طن من الجبس و ٢٧٠ طن من كلور البوتاسيوم و ٢٠٠ طن من المغنزيوم و ٢٦ طن من البروم .

و تحتل عملية استخراج اليود من مياه البحر أهمية كبيرة ، كذلك تجري في السنوات الأخيرة محاولات حثيثة من قبل اليابان و بريطانيا لاستخراج اليورانيوم من مياه البحار و المحيطات ، كما تستخرج في الوقت الحاضر كميات كبيرة من الفحم الحجري عند شواطئ هاتين الدولتين . وهناك اهتمام كبير يوليه العلماء حاليا لاستخراج عقد المنغنيز الموجودة باحتياطي كبير على قاع المحيط الهادي فهذه العقد تحوي على ٢٠ % من المنغنيز و ١٥ % من الحديد و ٠,٥% من النيكل و الكوبالت و النحاس. وتقدر الكميات الاحتياطية من المعدن بحوالي ١٥٠٠ مليار طن .

(١٥)