بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِي سَخَّرَ ٱلۡبَحۡرَ لِتَأۡكُلُواْ مِنۡهُ لَحۡمٗا طَرِيّٗا وَتَسۡتَخۡرِجُواْ مِنۡهُ حِلۡيَةٗ تَلۡبَسُونَهَا وَتَرَى ٱلۡفُلۡكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبۡتَغُواْ مِن فَضۡلِهِۦ وَلَعَلَّكُمۡ تَشۡكُرُونَ ﴾

[النحل:14]

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
فهرست الأشكال	
فهرست الجداول	
فهرست الصور	
المقدمة	
الفصل الأول: نظريات نشأة البحار والمحيطات	
1- نظرية الكويكبات	
2- نظرية الانكماش	
3- نظرية زحزحة القارات	
4- نظرية التيارات الصاعدة	
5- نظرية انتشار قاع المحيط	
6- نظرية الصفائح التكتونية	
كيفية تكوين مياه البحار والمحيطات	
مصادر الفصل الأول	
الفصل الثاني: التوزيع المكاني للبحار والمحيطات	
اولاً: المحيطات	

1- المحيط الهادي	
2- المحيط الاطلسي	
3- المحيط الهندي	
4- المحيط المتجمد الشمالي	
ثانياً: البحار	
ثالثاً: الخلجان	
مصادر الفصل الثاني	
الفصل الثالث: خصائص مياه البحار والمحيطات	
اولاً: الخصائص الكيميائية لمياه البحار والمحيطات	
1- الملوحة	
2- الغازات المذابة	
3- الاس الهيدروجيني	
ثانياً: الخصائص الفيزيائية لمياه البحار والمحيطات	
1- درجات الحرارة	
2- الكثافة	
3- شفافية المياه البحرية	
4- لون المياه البحرية	
مصادر الفصل الثالث	

الفصل الرابع: حركة المياه في البحار والمحيطات	
1- الأمواج	
الأمواج الزلزالية (تسونامي(	
2- المد والجزر	
3- التيارات المحيطية	
التوزيع المكاني للتيارات المحيطية	
1- تيارات المحيط الاطلسي	
2- تيارات المحيط الهادي	
3- تيارات المحيط الهندي	
اهمية التيارات المحيطية	
مصادر الفصل الرابع	
الفصل الخامس: المظاهر التضاريسية للبحار والمحيطات	
المظاهر التضاريسية في المناطق الضحلة للبحار والمحيطات	
اولاً: المظاهر التضاريسية الناجمة عن عمليات الحت	
1- الجروف البحرية	
2- الكهوف البحرية	
3- الأقواس البحرية	
4- المسلات البحرية	

ثانياً: المظاهر التضاريسية الناجمة عن عمليات الترسيب	

الموضوع	الصفحة
1- البلاج	
2- الحواجز والالسنة	
3- البحيرات المستنقعية	
المظاهر التضاريسية الكبرى في البحار والمحيطات	
1- الرف القاري	
2- المنحدر القاري	
3- المرتفع القاري	
4- سهول الأعماق المحيطية	
5- الحافات المحيطية الوسطى	
6- الخوانق المحيطية العظمى	
رواسب قيعان البحار والمحيطات	
مصادر الفصل الخامس	
الفصل السادس: الموارد الطبيعية الحية وغير الحية في البحار والمحيطات	

	الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية
	1- المنتجات
	2- المستهلكات
	3- المحللات
	اولاً: نباتات البيئة البحرية
	1- البلانكتون النباتي
	2- الطحالب
	3- النباتات البحرية الراقية
	ثانياً: حيوانات البيئة البحرية
	1- الهائمات الحيوانية
	2- الحيوانات اللافقارية
	3- الحيوانات الفقارية
	الأحياء القاعية

4

الموضوع	الصفحة
اهمية الموارد الطبيعية الحية في البحار والمحيطات	
المخاطر الرئيسة التي تجابه الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية	
المحميات البحرية	
الموارد الطبيعية غير الحية في البيئة البحرية	
1- الموارد المائية	
2- الطاقة المتجددة	
3- النفط والغاز الطبيعي	
4- الأملاح والمعادن الأخرى	
مصادر الفصل السادس	
الفصل السابع: التلوث البحري–مصادره وتأثيراته	
مفهوم التلوث البيئي	
درجات التلوث البيئي	
مفهوم التلوث البحري	
مصادر التلوث البحري وتأثيراتها	
أولاً: المصادر الطبيعية	

ثانياً: المصادر البشرية	
1- التلوث النفطي	
2- التلوث بمياه الصرف الصحي	
3- التلوث بالمواد الكيمياوية	
4- التلوث الحراري	
5- التلوث الاشعاعي بفعل النشاط النووي	
6- التلوث الضوضائي	
مصادر الفصل السابع	

فهرست الأشكال

رقم الشكل	عنوانه	الصفحة
1	قارة بنجايا وقارات العالم بعد تكسر القارة القديمة	
2	التيارات الصاعدة وانتشار قاع المحيط	
3	الصفائح التكتونية الرئيسة	
4	حركة الصفائح في مناطق التقابل	
5	التوزيع المكاني للمحيطات في العالم	
6	موقع بحر الفلبين وبحر الصين الجنوبي	
7	موقع بحر كورال	
8	موقع بحر العرب	
9	موقع البحر الكاريبي	
10	موقع بحر تسمان	
11	موقع بحر بيرنغ	
12	موقع البحر المتوسط	
13	موقع البحر الأحمر	
14	موقع البحر الأسود	

15	موقع بحر البلطيق	
16	موقع بحر قزوين	
17	موقع البحر الادرياتيكي	
18	موقع خليج غينيا	
19	موقع خليج البنغال	
20	موقع خليج المكسيك	
21	موقع خليج هدسن	
22	موقع الخليج العربي	
23	التوزيع المكاني لخطوط الملوحة المتساوي في المياه السطحية البحرية (جزء بالألف(	
24	التوزيع المكاني لمعدلات درجات حرارة الطبقة السطحية للمياه البحرية (بالمئوي(	
25	الأمواج البحرية وعناصرها	
26	تكسر الأمواج عند الساحل	
27	حدوث المد والجزر	
28	دوران القمر حول الأرض	
29	المد العالي	
30	المد الواطئ	

31	التوزيع المكاني للتيارات المحيطية الرئيسة	
32	التوزيع المكاني للتيارات المحيطية في المحيط الأطلسي	
33	التوزيع المكاني للتيارات المحيطية في المحيط الهادي	
34	الساحل والشاطئ والبلاج والجروف	
35	تأثير ميل الطبقات الصخرية	
36	الجروف الساحلية	
37	الجروف البحرية	
38	الكهوف والأقواس البحرية	
39	الحواجز الرملية	
40	مخطط بياني لأكثر ارتفاع في اليابسة وأعمق منطقة في المحيطات	
41	ابرز المعالم التضاريسية لأحواض البحار والمحيطات	
42	الخندق المحيطي	
43	النسب المئوية لمياه الكرة الأرضية المالحة والعذبة	

فهرست الجداول

رقم الجدول	عنوانه	الصفحة
1	مساحات المحيطات ومعدل اعماقها وحجم مياهها	
2	ترتيب عدد من البحار حسب مساحتها	
3	الأملاح الرئيسة المذابة في مياه البحار والمحيطات ونسبها المئوية	
4	درجات الحرارة لمياه المحيطات حسب الأعماق	
5	أعماق امتصاص الاشعاع الشمسي في المياه حسب الوان الطيف الموجي	
6	العلاقة بين سرعة الرياح وارتفاع وسرعة الموجة في المياه البحرية	
7	ابرز المظاهر التضاريسية الكبرى للبحار والمحيطات ومساحاتها ومعدلات انحدارها وعرضها	

فهرست الصور

رقم الصورة	عنوانها	الصفحة
1	الدمار الذي خلفه التسونامي في سومطرة عام 2004	
2	عملية التمثيل الضوئي	
3	نموذج من البلانكتون النباتي	
4	نماذج من البلانكتون الحيواني	
5	الحوت الأزرق	
6	الحوت المسنن	
7	الفقمة	
8	بقر البحر	
9	خنزير البحر	
10	الاسفنج البحري	
11	شقائق النعمان	
12	القشريات	
13	جانب من محمية بحرية في استراليا	
14	جانب من محمية بحرية في المكسيك	
15	هلاك آلاف الأسماك البحرية بسبب التلوث النفطي	

المقدمة

ظهر الاهتمام بالبحار وركوبها منذ آلاف السنين، وتطور الاهتمام بها بمرور الزمن حتى ظهر علم البحار والمحيطات Oceanography بشكله الحالي في القرن العشرين، الذي يعد من العلوم المركبة التي تضم عدداً من العلوم الفرعية والتي تعتمد بدورها على علوم أخرى مثل الرياضيات والفيزياء والكيمياء والجيولوجيا والبيولوجي، كما يعد في حد ذاته علماً متميزاً له اصوله وقواعده واتجاهاته.

تهتم الجغرافيا اهتماماً كبيراً بدراسة البحار والمحيطات التي تشغل نسبة 71٪ من اجمالي مساحة الكرة الأرضية، والتي تؤثر في مناخ الأرض وتسهم في توفير الغذاء لسكان العالم، وتحتوي على معادن مختلفة ومنها معادن الطاقة المتمثلة بالنفط والغاز الطبيعي، فضلاً عن استخدامها في النقل والتجارة وكمصدر لاستخلاص المياه العذبة في الأقاليم الجافة التي تعاني من ندرة المياه العذبة، إلى جانب اعتبار السواحل والشواطئ من الأماكن السياحية اضافة إلى اهميتها في المجال السياسي، حيث تعد من أهم انواع التخوم التي تفصل بين الحدود السياسية للدول الساحلية.

يطلق على علم الجغرافيا المتخصص في دراسة البحار والمحيطات اسم الجغرافية البحرية التي تعد احدى فروع الجغرافية الطبيعية، تهتم بدراسة الخصائص الطبيعة والاقتصادية للبحار والمحيطات وتوزيعها المكاني، فضلاً عن تأثيراتها البيئية والاقتصادية مستفيدة من الاسس العلمية التي يقدمها علم البحار والمحيطات، الا أنها تختلف عنه في منهجها القائم على النظرة الشمولية والتكاملية من خلال تعريف الظاهرة وخصائصها والعوامل المؤثرة فيها، فضلاً عن توزيعها المكاني لغرض ابراز الحقائق والعلاقات مجتمعة في اطار المكان.

تضمن الكتاب سبعة فصول: تطرق الفصل الأول إلى نظريات نشأة البحار والمحيطات واختص الفصل الثاني بالتوزيع المكاني للبحار والمحيطات، واهتم الفصل الثالث بخصائص مياه البحار والمحيطات وعالج الفصل الرابع حركة المياه في البحار والمحيطات، أما الفصل الخامس فقد تطرق إلى المظاهر التضاريسية في البحار والمحيطات، واهتم الفصل السادس بالموارد الطبيعية الحية وغير الحية في البحار والمحيطات، ووضح الفصل السابع التلوث البحري من حيث مفهومه ومصادره وتأثيراته.

وفي الختام يتوجه المؤلفان إلى الخالق سبحانه وتعالى بالحمد والشكر على توفيقه لهما في انجاز هذا الكتاب الذي لا يدعيان فيه الكمال لأن الكمال لله وحده... ويأملان أن يوفر مادة علمية تحقق النفع لطلبة اقسام الجغرافيا وللمهتمين بموضوعه، ويرفد المكتبات العراقية والعربية.. والله من وراء القصد....

المؤلفان

الفصل الاول

نظريات نشأت البحار والمحيطات

الفصل الاول

نظريات نشأت البحار والمحيطات

تعددت النظريات التي تناولت نشأة البحار والمحيطات، والبعض منها لا يتعدى حدود الفرضيات وسيقتصر هذا الفصل على عدد من هذه النظريات وكالآتي:

1- نظرية الكويكبات:

يعتقد صاحبا هذه النظرية وهما تشمبرلين ومولتن بأن الارض اخذت في النمو البطيء بعدما انفصلت عن الشمس، حيث كانت الارض في بداية تكونها اصغر بكثير مما هي عليه الآن، وكانت ذات كثافة مرتفعة، ثم استطاعت بمرور الزمن ان تجذب اليها اعداد هائلة من الكويكبات حتى وصلت إلى حجمها الحالي. وعندما كانت الارض صغيرة الحجم لم يكن هناك غلاف غازي يحيط بها. وتفترض النظرية ان هناك مصدرين لنشأة الغلاف الغازي احدهما خارجي اسهم في تكوين اغلب الغازات، فعنما ازداد حجم الارض تمكنت من جذب جزيئات الغازات الطليقة والاحتفاظ بها. أما المصدر الآخر فهو باطني تمثل في الغازات التي تصاعدت من البراكين مثل بخار الماء وثاني اوكسيد الكاربون والنيتروجين.

تعتقد هذه النظرية أن تكوين المحيطات يعزى اساساً إلى عدم تساوي نسبة تساقط الكويكبات على سطح الارض، فالأماكن التي تساقطت عليها بكثرة كونت القارات، فيما الاماكن التي تساقطت عليها بقلة كونت المحيطات. كما تعتقد هذه النظرية أن المحيطات بدأت بالتكوين حينما ازدادت كميات بخار الماء في الغلاف الجوي ووصلت إلى درجة التشبع واخذت تتكاثف وتتساقط على سطح الارض وتجمعت مياه التساقط في الفجوات الناجمة عن النشاط البركاني، فتشكل عدد هائل

من البحيرات الصغيرة المنفصلة ما لبثت ان امتدت واتسعت تدريجياً حتى اتصلت مع بعضها مكونة المحيطات الابتدائية[1].

أما التطور الذي مر به تكوين الاحواض المحيطية والكتل القارية بعد ذلك فتعزوه النظرية في بعض اسبابه إلى عمليات التجوية والتعرية المائية، التي استمرت في حت صخور اليابس ونقل المفتتات نحو المحيطات لتترسب فوق قيعانها. ونجم عن ثقل هذه المفتتات وثقل المياه ازدياد انخفاض القيعان واتساعها لتستوعب مزيداً من المياه التي جذبتها من اليابسة.

لقد وجه إلى هذه النظرية عدد من الانتقادات ابرزها ما يأتي[2]:

أ- اكدت النظرية تشابه مكونات الارض من مركزها حتى سطحها الخارجي باعتبارها تكونت من كويكبات متشابهة. وعلى الرغم من وجود قوى لإعادة ترتيب المواد تبعاً لكثافتها الا أن تلك القوى لا يمكن ان تعطي الارض ترتيبها الحالي.

ب- لم توضح هذه النظرية اسباب عدم تساوي نسب سقوط الكويكبات على سطح الارض بحيث هناك اماكن تساقطت عليها بكثرة واماكن أخرى تساقطت عليها بقلة.

ج- لم تكتشف الدراسات الحديثة عند تحليل مادة الكويكبات احتوائها على مياه أو كميات من الغازات.

---

[1] جودة حسنين جودة، جغرافية البحار والمحيطات، منشأة المعارف، الاسكندرية، 1996، ص64-65.

[2] عبدالاله رزوقي كربل، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1985، ص45.

2- نظرية الانكماش:

يعد لابورث اول من جاء بهذه النظرية عام 1892 معتقداً بان الارض كانت جسماً منصهراً ثم بردت قشرتها بدرجة تفوق باطنها الحار، مما احدث فراغات وفجوات بين الباطن والسطح ونجم عن ذلك طيات محدبة وأخرى مقعرة في القشرة الارضية، حيث مثلت الطيات المحدبة القارات في حين مثلت الطيات المقعرة احواض المحيطات بين كتل القارات. ومن الامثلة التي اعتبرها لابورث تؤيد رأيه الامريكتين التي تمثل طية محدبة كبرى تحيط بها طيات مقعرة تتمثل في المحيط الاطلسي شرقاً والمحيط الهادي غرباً[1]. وقد ايد جفريز آراء لابورث، حيث فسر حقيقة كون القارات ذات تكوين كرانيتي بينما احواض المحيطات ذات صخور بازلتية، واعتقد بأن قشرة رقيقة من الارض تصلبت في البداية قبل ان تتركز المواد ذات النشاط الاشعاعي في الاعلى، وحينئذ كان من الممكن ان تستجيب مواد الارض التي مازالت في حالة منصهرة للتأثيرات المدية، مما سمح بانتقال الكتل الصلبة وتحركها لتتجمع في مكان أو في آخر[2].

3- نظرية زحزحة القارات[3]:

اقترح نظرية زحزحة القارات العالم الالماني فاجنر Wegnar الذي اعتقد بان قارات اليابس كانت تشكل قارة واحدة مركزة حول القطب الجنوبي خلال العصر الكاربوني اطلق عليها اسم قارة بنجايا Pengaea، وكانت تتكون من قسمين كبيرين

---

[1] طلعت احمد محمد عبده وحورية محمد حسين جادالله، جغرافية البحار والمحيطات، ط2، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 2001، ص137.

[2] جودة حسنين جودة، مصدر سابق، ص 69.

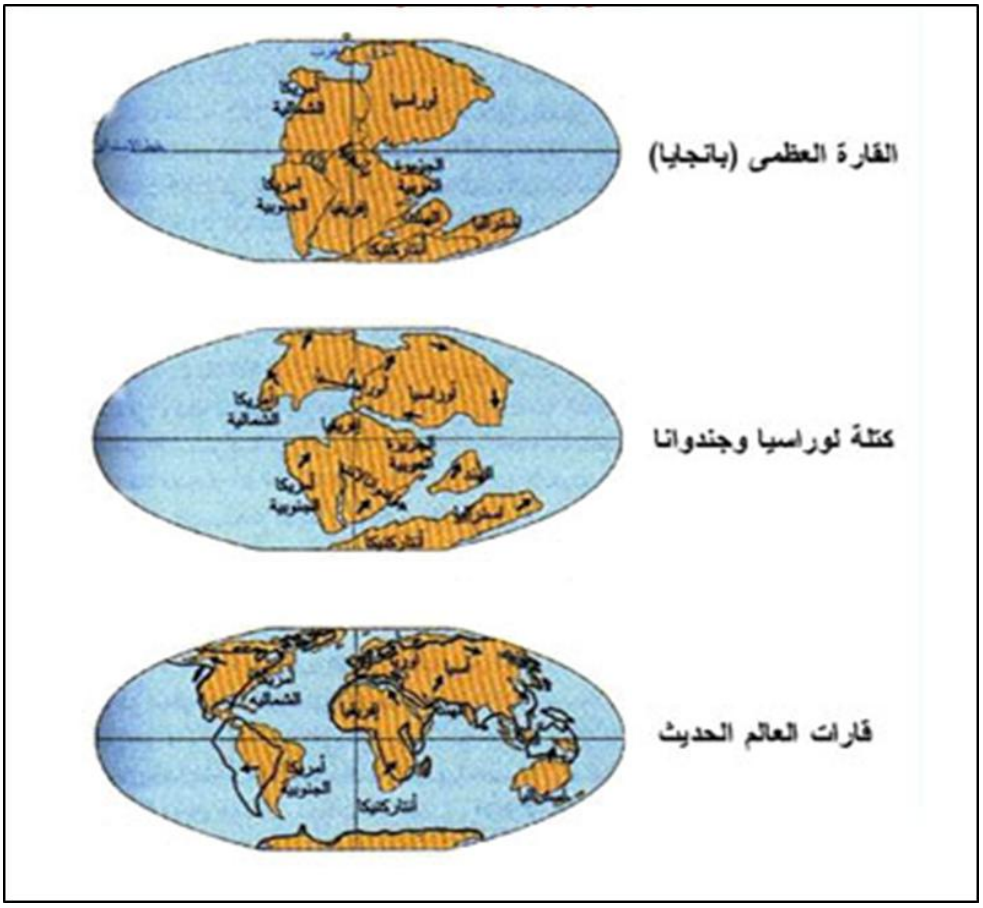
[3] عبدالله سالم المالكي، اساسيات علم الاشكال الارضية، دار الوضاح للطباعة والنشر، عمان، 2016، ص 45 -47.

احدهما شمالي اطلق عليه اسم لوراسيا Laurasia ويتكون من قارات اسيا واوروبا وامريكا الشمالية، والقسم الآخر جنوبي اطلق عليه اسم كوندوانا Gondwana التي تتكون من افريقيا واستراليا وامريكا الجنوبية والقارة القطبية الجنوبية، وكان يفصل بين هذين القسمين بحر كبير يسمى بحر تيثس Tethys وكما يتضح من الشكل (1).

لقد احيطت قارة بنجايا بأقسامها آنفة الذكر بمحيط مائي واحد، ثم تعرضت بعد انتهاء العصر الكاربوني لعدد من الانكسارات العميقة في طبقة السيال الكرانيتية، ونجم عن تلك الانكسارات انقسام القارة القديمة إلى عدد من الأجزاء بدأت تتحرك مبتعدة عن بعضها فوق طبقة السيما بموجب قوتين: احدهما قوة الطرد عن المركز الناتجة عن دوران الارض حول نفسها، والثانية قوة المد الناتجة عن جذب الشمس والقمر للأرض. وانفصلت قارة امريكا الشمالية عن اوروبا، وامريكا الجنوبية عن افريقيا واتجهتا صوب الغرب بتأثير قوة المد، وقامت قوة الطرد عن المركز بدفع الكتل المتكسرة باتجاه خط الاستواء وهي التي ادت إلى تحرك استراليا وافريقيا وشبه جزيرة العرب والهند باتجاه الشمال نحو خط الاستواء، وان الفراغات التي تركت بين هذه القارات تمثل المحيطات الحالية التي تدفقت اليها مياه المحيط الواحد الذي كان يحيط بقارة بنجايا.

شكل (1)

قارة بنجايا وقارات العالم بعد تكسر القارة القديمة



لقد جاء فاجنر ببعض الأدلة والبراهين التي تؤيد نظريته ابرزها ما يأتي:

أ- وجود تطابق بين السواحل الشرقية للأمريكتين مع السواحل الغربية لقارة افريقيا، مما يدل على ان القارات كانت ملتصقة مع بعضها.

ب- تشابه بعض التكوينات الجيولوجية على جانبي المحيطات، كما في غرب اوروبا وامتداداتها في شمال امريكا الشمالية، وكما في شرق امريكا الجنوبية والنصف الجنوبي لقارة افريقيا. فضلاً عن تساوي العمر الجيولوجي للسلاسل الجبلية في اوروبا

وكرينلاند وشمال افريقيا، مما يشير إلى انها جميعاً كانت تشكل سلسلة جبلية واحدة تجزأت فيما بعد بسبب تكسر وزحزحة القارات.

ج- التشابه في الحفريات التي تكونت منذ 200 مليون عام والتي تثبت ان الحيوانات والنباتات كانت تعيش على قارة متصلة انتشرت عليها.

د- وجود الفحم الحجري في بعض جهات القارة القطبية الجنوبية، الأمر الذي يؤكد ان مناخها كان يميل إلى الدفء لأنها كانت تحتل مكاناً غير مكانها الحالي.

هـ- وجود دلائل على حصول تعرية جليدية منذ 200 مليون سنة في مناطق تقع الآن قرب خط الاستواء.

وقد وجهت اعتراضات لنظرية زحزحة القارات منها:

أ- ان قوة المد وقوة الطرد عن المركز غير كافية لزحزحة الكتل القارية ولا توجد قوى تستطيع ان تحطم القارة القديمة إلى اجزاء.

ب- حدثت الجبال الالتوائية نتيجة للحركات الرأسية التي تعرضت لها القشرة الأرضية وليست ناتجة عن دفع طبقة السيال الكرانيتية لطبقة السيما البازلتية، لان الثانية اكثف واكثر صلابة من الاولى.

ج- لا ينطبق الساحل الغربي لقارة افريقيا على الساحل الشرقي لقارة امريكا الجنوبية تماماً، كما ان الحافة الأطلسية الوسطى تتواجد بين ساحلي المحيط الاطلسي.

4- نظرية التيارات الصاعدة Convection Current Theory.

اقترح هذه النظرية الجيولوجي البريطاني آرثر هولمز A.Holmes عام 1928 وهو من انصار فكرة زحزحة القارات وكان يعتقد بما يأتي[1]:

[1] جودة حسنين جودة، مصدر سابق، ص 90–94.

1- كان اليابس يتكون من كتلتين قاريتين هما لوراسيا وكوندوانا لاند وكانت الثانية اعظم مساحة من الاولى.

2- يفصل بين هاتين الكتلتين بحرين هما بحر تيثس المحدود المساحة والمحيط الهادي العظيم المساحة.

3- كانت نقطة القطب الجنوبي تقع في منطقة ناتال جنوب افريقيا التي كانت جزء من كتلة كونوانا لاند.

4- نشأت تيارات صاعدة تحت كل من الكتلتين القاريتين، ثم توزعت حول المناطق البحرية التي كانت تحيط بهما والمتمثلة ببحر تيثس والمحيط الهادي. علماً بان مبعث التيارات الصاعدة حرارة الباطن الشديدة وان الأرض تستطيع ان تعوض حرارتها التي تفقدها بالإشعاع عن طريق الاشعاع الراديومي الذي ينتج عن وجود معدن الراديوم في صخور باطن الأرض، كما ان مناطق التحام طبقة السيال بطبقة السيما تتولد عنهما حرارة ينتج عنها تحول صخور هذه الأجزاء إلى حالة منصهرة، مما يترتب على ذلك تكون تيارات صاعدة وأخرى هابطة يمكن ان تؤدي إلى تحريك هذه القشرة.

يرى هولمز ان هذه التيارات الصاعدة استطاعت ان تزحزح كتلة افريقيا نحو الشمال مبتعدة عن نقطة القطب، واستطاعت ان تزحزح الهند من الكتلة وتدفعها نحو الشمال فتكونت جبال الهملايا. ومعنى ذلك ان كتلتي لوراسيا وكوندوانالاند تمزقتا واتجهت اجزاؤهما نحو المحيط الهادي وبحر تيثس فنشأت السلاسل الجبلية الالتوائية، حيث تكونت حول كتلة لوراسيا السلاسل الغربية لامريكا الشمالية والسلاسل الممتدة في جزر الهند الشرقية والسلاسل في اقواس الجزر الممتدة في شرق آسيا. كما تكونت السلاسل الشمالية من النطاق الالبي الذي يمتد من جبل طارق حتى شبه جزيرة الملايو.

تكون في وسط لوراسيا المحيط الأطلسي الشمالي والمحيط المتجمد الشمالي ليشغلا الفراغ الذي حدث بسبب تكسر كتلة لوراسيا، فيما تكون المحيط الأطلسي الجنوبي في وسط كتلة كوندوانالاند ليشغل الفراغ الذي نشأ عن ابتعاد امريكا الجنوبية عن افريقيا وتكونت على اطراف كوندوانا لاند سلاسل جبال الأنديز.

لقد حاولت هذه النظرية تقديم تفسير لوجود الآثار الجليدية في الاطراف الجنوبية من افريقيا والهند واستراليا، وكذلك تفسير نشأة السلاسل الجبلية الالتوائية. ولكن تحتاج تلك النظرية إلى المزيد من الدراسة فهل ان التيارات الصاعدة لها قوة كبيرة لزحزحة القارات؟

5- نظرية انتشار قاع المحيط Sea Floor Spreading.

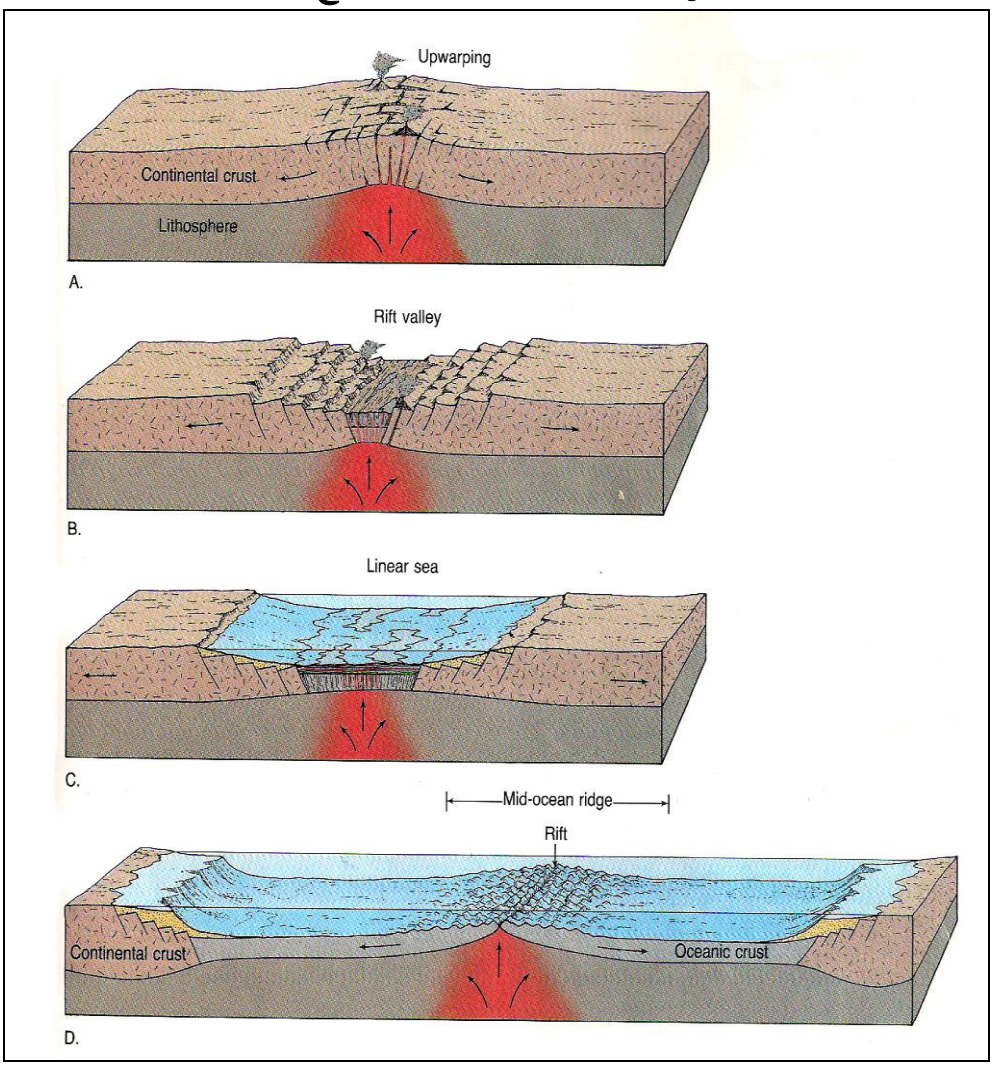
اقترح هذه النظرية هاري هيس عام 1962 وتستند على حقيقة ان قاع المحيط عبارة عن حزام ناقل كبير تتحرك عليه قشرة محيطية جديدة تنشأ في مناطق الحافات الوسط محيطية باتجاه الأغوار والخنادق المحيطية، حاملة معها التلال البحرية القاعية والجزر المحيطية والهضاب المحيطية القاعية وحتى القارات احياناً[1].

وتحدث ميكانيكية الانتشار من خلال وجود خلايا تصعيدية كبرى في طبقة المانتيل العليا، ويكون المنحدر الحراري بين المانتيل الأعلى وسطح الأرض كبيراً بحيث يكون كافياً لقيام حركة تصعيد حراري في المانتيل الأعلى. ويصل التيار الصاعد من المانتيل الأعلى إلى سطح الأرض من خلال مناطق الحافات الوسط محيطية متمثلاً بالنشاط البركاني الذي يتركز حول هذه الحافات، ثم ينتشر هذا التيار فوق قاع المحيط ويبرد ويغوص اخيراً في مناطق الأغوار والخنادق المحيطية. ويبدو ان عملية الانتشار تكون بطيئة جداً بحيث لا يتجاوز معدلها بضعة سنتيمترات في العام. ومما يؤيد عملية

[1] عبدالاله رزوقي كربل، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص52.

الانتشار ان النشاط البركاني ينشأ اول الأمر عند الحافات الوسط محيطية ثم تبتعد الجزر والمخاريط البركانية عن الحافات مدفوعة بقوة الانتشار، ولذلك فان الجزر القريبة من الحافات تكون اقل عمراً من تلك البعيدة عنها، فعلى سبيل المثال ان عمر جزيرة ايسلندا الاقرب إلى الحافة 13 مليون سنة وعمر جزر الآزور البعيدة عن الحافة 15 مليون سنة. ويوضح الشكل (2) نظرية انتشار قاع المحيط.

شكل (2) التيارات الصاعدة وانتشار قاع المحيط



6- نظرية الصفائح التكتونية Tectonic Plates.

تفترض هذه النظرية ان قشرة الارض تتألف من مجموعة من الصفائح القارية والمحيطية يبلغ عددها 12 صفيحة كما يتضح من الشكل (3) تحيط بالمانتيل وتوجد فوقها القشرة الصلبة (المحيطية والقارية)، فضلاً عن 14 صفيحة اصغر حجماً وهناك بعض الصفائح تحتوي على قشرة قارية وأخرى قشرة محيطية وهناك صفائح تحتوي على القشرتين. ويطلق على التجمع لكل هذه الصفائح مصطلح الليثوسفير الذي يطفو فوق الغلاف المرن الاثنوسفير Asthenosphere بحيث تسمح هذه الطبقة لطبقة الليثوسفير بالحركة إلى اتجاهات مختلفة.

تفترض هذه النظرية ان حركة الصفائح بدأت مصاحبة لتكوين القشرة الأرضية، وترجع حركتها إلى خروج تيارات الحمل من المناطق الساخنة في القسم السفلي من القشرة الأرضية، حيث تؤدي تلك المناطق الساخنة إلى تكوين تيارات صاعدة من المواد المنصهرة الساخنة Magma، ويرى بعض العلماء ان سبب سخونتها يعود إلى وجود تركيز عال للنظائر المشعة فيها.

تتخذ حركة الصفائح اشكالاً متعددة وكما يتضح من الشكل (2 c) والشكل (4) وهي:

أ- تباعد الصفائح Plates Separation: يحدث هذا النوع في اواسط المحيطات وفيه تبتعد الصفائح عن بعضها، وينبثق على طول هذه الحدود المواد المنصهرة من طبقة الاثنوسفير الحارة، ثم تبرد هذه المواد بشكل بطيء لكي تعطي غطاءً جديداً بين الحدود المتباعدة. ومن ابرز المظاهر التضاريسية الناجمة عن تباعد الصفائح ما يأتي:

- نشأة قاع المحيط: يعتقد بعض العلماء ان القارات تتعرض في بعض الاحوال (مثل القارة الام بنجايا) إلى عملية صعود الماكما من طبقة الاثنوسفير، ونتيجة لذلك فان الغلاف الصخري يتمدد ويتشقق وينقسم في نهاية الامر إلى صفيحتين، ولذلك

تتباعد هاتين الصفيحتين عن بعضهما ويتكون بحر ضيق يتسع فيما بعد. ومن اشهر الامثلة على ذلك البحر الاحمر الذي يقع بين صفيحتين قاريتين هما الصفيحة الافريقية والصفيحة العربية.

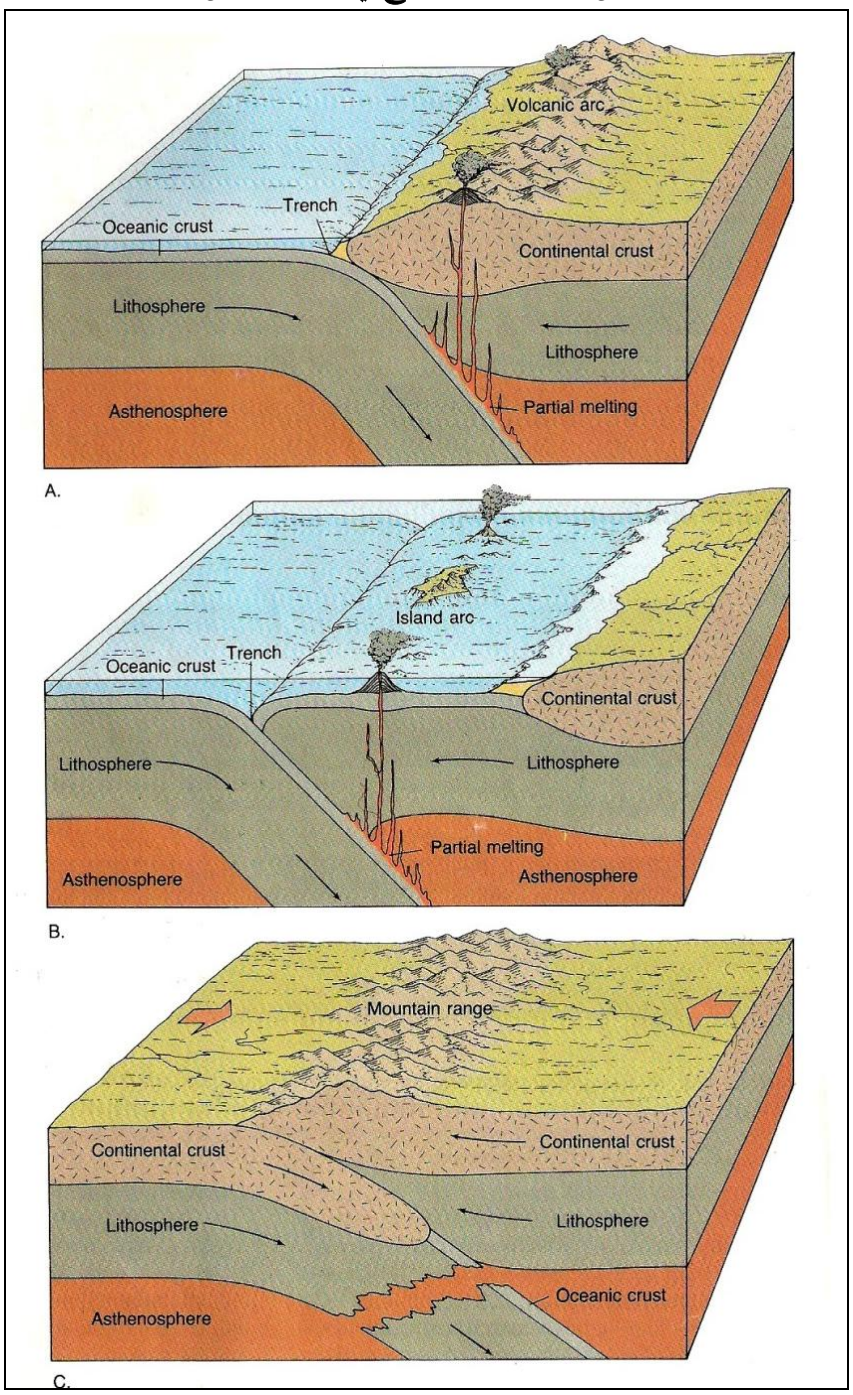
- توسع قاع المحيط: عندما تبرد مادة الصهير المنبثقة من طبقة الاثنوسفير يتكون غلافاُ صخرياً جديداً بين الحدود المتباعدة وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة توسع قاع المحيط، ومن امثلتها ظهور قمم بركانية على سطح البحر مكونة جزر مثل جزيرة ايسلندا.

ب- تقارب الصفائح Plates Convergence: تتولد في مناطق تباعد الصفائح قشرة حديثة، ولكون مساحة الكرة الأرضية يجب ان تبقى ثابتة فان القشرة الحديثة يجب ان تتحطم في مكان ما بمعدل يشبه معدل تولدها، وتعتبر مناطق تقارب الصفائح ملائمة لهذا التحطم. فعندما تتقابل صفيحتين فان حافة احداهما سوف تنحني باتجاه الأسفل متوغلة باتجاه طبقة الاثنوسفير الحارة وتبدأ بالتسخين وفقدان صلابتها، ويمكن ان تتوغل الصفيحة إلى عمق يصل إلى 700 كم وتختلط كلياً بمادة المانتيل.

شكل (3) الصفائح التكتونية الرئيسة

اسم الصفيحة	المنطقة 10^6كيلومتر مربع
الصفيحة الأفريقية	78.0
صفيحة القارة القطبية الجنوبية	60.9
صفيحة أستراليا	47.2
الصفيحة الأوراسية	67.8
صفيحة أمريكا الشمالية	75.9
صفيحة أمريكا الجنوبية	43.6
صفيحة المحيط الهادئ	103.3

شكل (4) حركة الصفائح في مناطق التقابل



عندما تتقابل صفيحتان احداهما قارية والأخرى محيطية فان القشرة القارية الخفيفة تطفو، في حين تندفع القشرة المحيطية الكثيفة داخل الاثنوسفير فيتكون خندق محيطي مجاور نطاق التحطم، ويمكن ان يتراوح عمقه ما بين 8–11كم ومن امثلته اخدود بيرو- تشيلي الذي يقع غرب امريكا الجنوبية ونتج عن انزلاق طبق Nazca المحيطي اسفل طبق قارة امريكا الجنوبية. وعندما تتقابل صفيحتان محيطيتان تندفع احداهما اسفل الأخرى فيتكون نشاط بركاني فوق قاع المحيط، واذا تكرر هذا النشاط فانه سيؤدي إلى ظهور اراضي يابسة تعرف بجزر الأقواس مثل جزر الوشيان وماريانا، كما تتكون خوانق محيطية مثل خانق الفلبين وخانق ماريانا.

أما عندما تتقابل صفيحتان قاريتان فان القشرة القارية تتجمع وتتكسر مكونة نظاماً جبلياً معقداً وهزات ارضية، كما حدث عندما اقتربت الهند من آسيا وتكونت جبال الهملايا[1].

ج- تصادم الصفائح Collision of Plates: عند اصطدام صفيحتين فان الصخور في منطقة التصادم تنكمش وتشغل مساحة اقل من المساحة التي كانت تشغلها قبل التصادم، ومما يساعد على ذلك قوة الدفع التي تنشأ من السلاسل المحيطية العظمى التي تسبب ضغطاً يؤدي إلى حدوث تشويه في اطراف الصفائح، وينجم عن هذه الحركة ظهور الجبال الالتوائية[2].

يستنتج من نظرية الصفائح التكتونية بخصوص نشأة البحار والمحيطات الحقيقتين الآتيتين:

---

(1) Frederick, Lutgens & Edward J.,Essential of geology, second edition, London, 1979, p.243-244.

(2) Moores & Twiss, Tectonics , New York , 1995 , p. 415.

1- تكونت احواض المحيطات بتباعد الصفائح عن بعضها مكونة في البداية بحراً ضيقاً اتسع فيما بعد كما عليه الحال في تباعد سواحل البحر الاحمر الذي سيتحول إلى محيط مستقبلاً.

2- تشير هذه النظرية إلى ان قشرة الارض الصلبة تكونت قبل تكون مياه المحيطات، مما يدل على حداثة البحار والمحيطات في عمرها الجيولوجي مقارنة بالعمر الجيولوجي لصخور القارات.

كيفية تكوين مياه البحار والمحيطات:

تعددت الآراء في تفسير كيفية تكوين المياه في البحار والمحيطات ويمكن حصر هذه الآراء في اتجاهين هما:

1- الاتجاه الاول الذي يرى ان مصادر مياه البحار والمحيطات خارجية رافقت نشأة الارض عبر تاريخها الجيولوجي القديم، فعندما تكونت الارض من سحابة غازية شديدة السخونة، ثم تعرضت للبرودة نجم عن ذلك تكاثف بخار الماء في الغلاف الغازي وتساقط المطر واسهمت مياه المطر بالتعرية المائية لصخور كوكب الارض ونقل المفتتات الصخرية نحو المحيطات، مما ساعد على تكوين صخور رسوبية تراكمت في قيعان المحيطات، وقد وجد أن اقدم عمر لهذه الصخور يناهز 3800 مليون سنة.

لقد تم دحض هذا الرأي حيث اثبتت الدراسات المناخية الحديثة أن طاقة الغلاف الغازي للأرض لا تزيد في جميع الحالات عن 130 مليون كيلو متر مكعب، وأن ما اسهم به الغلاف الجوي من مياه المحيطات لا تزيد نسبته عن 10٪ من مجموع حجم المياه[1].

[1] عبدالاله رزوقي كربل، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص60.

2- الاتجاه الثاني الذي يرى ان مياه البحار والمحيطات قد اشتقت اساساً من داخل كوكب الارض من خلال البراكين والنافورات الحارة وقد استغرق ذلك معظم العمر الجيولوجي للأرض، فمن المعروف عند ثوران البركان يندفع الحطام الصخري الصلب المتنوع الاحجام إلى جانب اللافا البركانية السائلة القاعدية منها والحامضية، فضلاً عن الغازات وبخار الماء. وتعد الصخور النارية مصدراً للمياه، حيث يحتوي الصهير على كميات من المياه تقدر بحوالي 5٪ من حجمها، وان معدل كمية المواد التي تقذفها البراكين تقدر بحوالي 2 كيلو متر مكعب سنوياً، مما يعني أن كمية المياه التي تصل إلى المحيطات من هذه المواد تبلغ حوالي 0.1 كيلو متر مكعب في السنة، وطبقاً لذلك فأن كمية المياه التي تدفقت بفعل النشاط البركاني منذ بداية عصر الكمبري (حوالي 600 مليون سنة من عمر الارض) تقدر بحوالي 60 مليون كيلو متر مكعب وهي كمية قليلة مقارنة مع الحجم الهائل لمياه البحار والمحيطات[1]. وينبغي ان نأخذ في الحسبان اختلاف النشاط البركاني خلال العصور الجيولوجية، حيث كان نشاطه يفوق ما عليه في العصر الحالي وهذا ما اكده وليم ثورمبري في احد افكاره الجيومورفولوجية التي نصت على ((ان القوى التي تشكل سطح الارض اليوم هي نفسها التي شكلته خلال العصور الجيولوجية السابقة ولكن بدرجات متفاوتة من عصر إلى آخر))[2]. ومن بين تلك القوى النشاط البركاني. وقد ضرب لنا مثال على ذلك عندما ذكر ان عدد البراكين الخامدة في الوقت الحاضر يبلغ حوالي 4000 بركان خمدت معظمها قبل العصر الجيولوجي الحالي[3].

---

[1] محمد خميس الزوكة، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 1995، ص20-21.

[2] عبدالاله رزوقي كربل، علم الاشكال الارضية، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1986، ص25.

[3] طلعت احمد محمد عبده وحورية محمد حسين جادالله، مصدر سابق، ص198.

يستدل من العرض السابق أن مياه البحار والمحيطات تكونت من مصدرين احدهما خارجي يرتبط بنشأة الارض التي كانت كتلة ملتهبة ثم بردت تدريجياً، مما ادى إلى تكاثف بخار الماء في الغلاف الغازي وتساقط المطر وجريان مياهه نحو البحار والمحيطات. أما المصدر الآخر فهو باطني يتمثل بالنشاط البركاني الذي يقذف الحمم البركانية المصحوبة ببخار الماء الذي يتكاثف ويسقط في هيئة مياه على سطح الارض تزود البحار والمحيطات.

الفصل الثاني

التوزيع المكاني

للبحار والمحيطات

الفصل الثاني

التوزيع المكاني للبحار والمحيطات

تشغل مساحة اليابسة من الكرة الارضية حوالي 149 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 29٪ من اجمالي مساحة الكرة الارضية التي تبلغ 510.1 مليون كيلو متر مربع، فيما تشغل مساحة المياه البحرية حوالي 362 كيلو متر مربع وتشكل نسبة 71٪ من مجموع مساحة الكرة الارضية. وتتوزع هذه المساحة على نصفي الكرة الارضية بصورة غير متجانسة، ففي النصف الشمالي من الكرة الارضية تشكل اليابسة نسبة 39٪ في حين تشكل نسبة المياه 61٪ التي يتركز معظمها في النصف الشمالي الشرقي. أما في النصف الجنوبي من الكرة الارضية فتبلغ نسبة اليابسة 19٪، بينما تبلغ نسبة المياه 81٪ يتركز معظمها في النصف الجنوبي الغربي.

يطلق على المياه البحرية اسم المحيط العالمي، وان التباين في مواقع واشكال القارات وتعرج سواحلها وانتشار الجزر الكبيرة نجم عنه تباين في اشكال مسطحات المياه البحرية التي تشتمل على المحيطات والبحار والخلجان والمضائق.

أولا: المحيطات

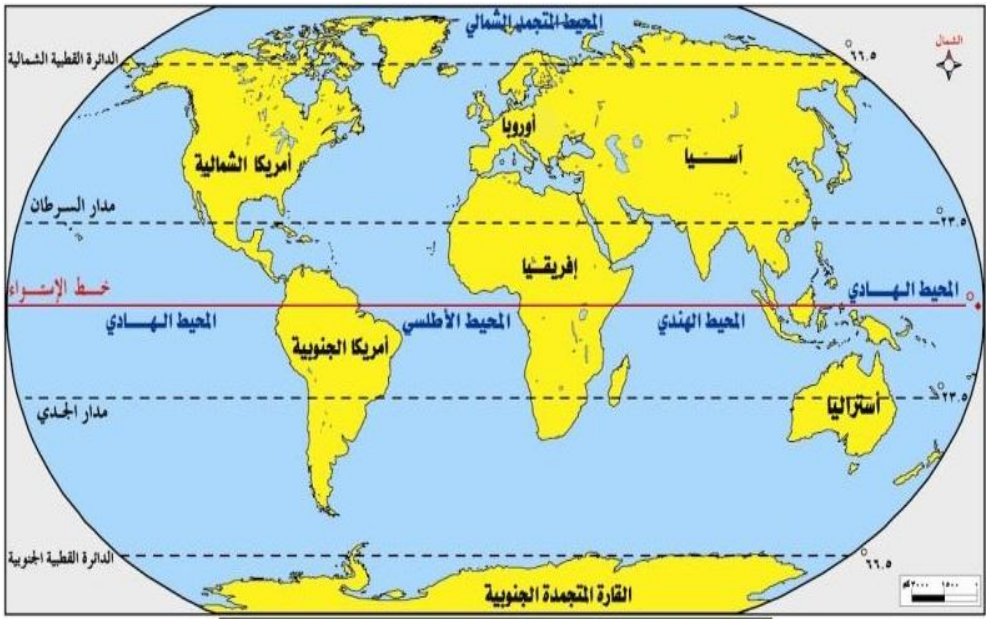
يمكن تعريف المحيطات على انها مساحات مائية مالحة ذات امتدادات مساحية واسعة تنفصل عن بعضها بواسطة القارات وتتسم مياهها بخصائص متجانسة نسبياً. وتتمثل هذه المحيطات في المحيط الهادي والمحيط الاطلسي والمحيط الهندي والمحيط المتجمد الشمالي كما يتضح من الشكل (5). وتتباين هذه المحيطات في مساحاتها واعماقها وحجم مياهها. وفيما يأتي عرض موجز لكل منها:

1- المحيط الهادي: يشغل المحيط الهادي الحيز المكاني الذي تحده من الشرق قارتي امريكا الشمالية وامريكا الجنوبية، فيما تحده من الغرب قارتي اسيا واستراليا،

وتجاور حدوده من الشمال الحدود الجنوبية للمحيط المتجمد الشمالي ويمتد حتى القارة القطبية الجنوبية جنوباً كما في الشكل (5).

يتصل المحيط الهادي بالمحيط الاطلسي من الجنوب الشرقي ويفصل بينهما خط وهمي يمتد مع امتداد قوس الطول 70 درجة غرباً، كما يتصل بالمحيط الهندي من الجنوب الغربي حيث يفصل بينهما الخط الوهمي الممتد مع امتداد قوس الطول 145 درجة شرقاً.

شكل (5) التوزيع المكاني للمحيطات في العالم



يتبين من معطيات الجدول (1) ان المحيط الهادي يحتل المرتبة الاولى بين المحيطات من حيث المساحة وحجم المياه البحرية ومعدل الاعماق، إذ انه يشغل مساحة بلغت 181.3 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 50.1٪ من اجمالي مساحة المحيطات، فيما تشكل نسبة 35.6٪ من مساحة الكرة الارضية. وان هذه المساحة تزيد على مساحة اليابسة من الكرة الارضية بمقدار 32.3 مليون كيلو متر مربع. أما حجم المياه في

المحيط الهادي فقد بلغ 714.4 مليون كيلو متر مكعب ويشكل نسبة 52.9٪ من الحجم الاجمالي لمياه المحيطات الذي بلغ 1349.9 مليون كيلو متر مكعب.

جدول (1) مساحات المحيطات ومعدل اعماقها وحجم مياهها[1]

المحيطات	المساحة (مليون كم2)	٪ من مساحة المحيطات	٪ من مساحة الكرة الارضية	حجم المياه (مليون كم3)	٪ من حجم مياه المحيط العالمي	معدل الاعماق (متر)
الهادي	181.3	50.1	35.6	714.4	52.9	3940
الاطلسي	94.3	26.0	18.5	337.2	25.0	3575
الهندي	74.1	20.5	14.5	284.6	21.1	3840
المتجمد الشمالي	12.3	3.4	2.4	13.7	1.0	1117
المجموع العالمي	362	٪100	٪71	1349.9	٪100	3729

يبلغ معدل الاعماق في المحيط الهادي 3940 متراً تحت مستوى سطح البحر، وتتسم الاجزاء الشرقية منه بتجانس اعماقها، في حين تتسم الاجزاء الغربية بوجود اعماق سحيقة كما هو الحال في خانق ماريانا الذي يبلغ عمقه حوالي 11 ألف متراً تحت مستوى سطح البحر. ويتصل بالمحيط الهادي عدد كبير من البحار لعل اهمها بحر جاوه وبحر الصين الجنوبي والبحر الاصفر وبحر اليابان وبحر اوختسك وبحر باندا وغيرها، كما توجد فيه اعداد هائلة من الجزر الكبيرة والصغيرة.

2- المحيط الاطلسي: يمتد المحيط الاطلسي بين السواحل الشرقية لقارتي امريكا الشمالية وامريكا الجنوبية غرباً والسواحل الغربية لقارتي اوروبا وافريقيا شرقاً، ومن الحدود الجنوبية للمحيط المتجمد الشمالي شمالاً حتى القارة القطبية الجنوبية جنوباً

[1] Keith A. Sverdrup & Virginia Armbrust , An Introduction to the worlds Oceans, Ninth Edition , New York , 2008 , p. 47.

(الشكل 5). ويتصل المحيط الاطلسي بالمحيط الهندي من الجنوب الشرقي ويفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع قوس الطول 25 درجة شرقاً، كما يتصل بالمحيط الهادي من الجنوب الغربي، حيث يفصل بينهما خط وهمي يمتد تقريباً مع امتداد قوس الطول 70 درجة غرباً، فضلاً عن كونه يتصل من الشمال بالمحيط المزجمد الشمالي، حيث تفصل بينهما دائرة عرض 55 درجة شمالاً[1].

يأتي المحيط الاطلسي بالمرتبة الثانية بعد المحيط الهادي من حيث المساحة وحجم المياه، إذ انه يشغل مساحة مقدارها 94.3 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 26٪ من اجمالي مساحة المحيطات ونسبة 18.5٪ من مجموع مساحة الكرة الارضية. وبلغ حجم مياهه 337.2 مليون كيلو متر مكعب وبنسبة 25٪ من الحجم الاجمالي لمياه المحيطات (الجدول 1). أما من حيث معدل الاعماق فانه يأتي بالمرتبة الثالثة بعد معدل اعماق المحيطين الهادي والهندي، حيث بلغ معدل اعماقه 3575 متراً تحت مستوى سطح البحر. ومن الجدير بالذكر وجود اماكن ذات اعماق سحيقة كما هو الحال في خانق بورتوريكو الذي يقع في شمال المحيط الاطلسي ويبلغ عمقه حوالي 8600 متراً، وخانق ساندويش الذي يقع في الجنوب الشرقي من قارة امريكا الجنوبية ويبلغ عمقه حوالي 8400 متراً تحت مستوى سطح البحر.

يتصل بالمحيط الاطلسي عدد من البحار والخلجان من ابرزها بحر النرويج والبحر المتوسط والبحر الكاريبي وبحر الشمال والبحر الاسود والبحر البلطي وخليج المكسيك وخليج هدسن وخليج غيانا وغيرها. وتوجد في المحيط الاطلسي سلسلة جبلية التوائية تقسم حوضه إلى قسمين احدهما شرقي والآخر غربي، فضلاً عن وجود الجزر البركانية والقوسية.

---

[1] صفاء عبدالامير الاسدي، جغرافية الموارد المائية، شركة الغدير للطباعة والنشر، البصرة، 2014، ص217.

3- المحيط الهندي: يقع المحيط الهندي بين قارتي افريقيا وآسيا من جهة وبين قارة استراليا والقارة القطبية الجنوبية من جهة أخرى، إذ انه يمتد من السواحل الغربية لقارة استراليا شرقاً إلى السواحل الشرقية لقارة افريقيا غرباً، وبين السواحل الجنوبية لقارة اسيا شمالاً إلى السواحل الشمالية للقارة القطبية الجنوبية جنوباً. ويتسم بكونه محيط مغلق نسبياً ولا يمتد كثيراً في النصف الشمالي من الكرة الارضية، بل يصل امتداده إلى مدار السرطان تقريباً. ويتصل بالمحيط الهادي من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي كما يتصل بالمحيط الاطلسي من الجنوب الغربي.

عند الرجوع إلى بيانات (الجدول 1) نجد ان المحيط الهندي يأتي بالمرتبة الثالثة بعد المحيطين الهادي والاطلسي من حيث المساحة وحجم المياه، فيما يأتي بالمرتبة الثانية بعد المحيط الهادي في معدل الاعماق. فقد بلغت مساحته 74.1 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 20.5٪ من مساحة المحيط العالمي ونسبة 14.5٪ من مساحة الكرة الارضية. وبلغ حجم مياهه 284.6 مليون كيلو متر مكعب وبنسبة 20.5٪ من اجمالي حجم المياه في المحيط العالمي. أما معدل اعماقه فقد بلغ 3840 متراً، وان اعمق منطقة فيه تتمثل في خانق جاوه الذي يقع إلى الشمال من دائرة عرض 50 درجة جنوباً والذي يبلغ عمقه حوالي 7200 مترا تحت مستوى سطح البحر.

يتصل بالمحيط الهندي عدد من البحار الهامشية والخلجان منها البحر العربي والبحر الاحمر الذي يرتبط معه عن طريق مضيق باب المندب، فضلاً عن الخليج العربي وخليج البنغال، وتنتشر فيه الجزر القارية والبركانية مثل جزيرة سيريلانكا وجزيرة مدغشقر وجزر مالديف[1].

---

[1] مهدي محمد علي الصحاف، جغرافية البحار والمحيطات، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1982، ص58.

4- المحيط المتجمد الشمالي: يقتصر امتداد المحيط المتجمد الشمالي ضمن حدود الدائرة القطبية الشمالية التي تقع بين دائرتي عرض 66.5–90 درجة شمالاً وتنتهي حدوده الجنوبية بالسواحل الشمالية لقارتي آسيا واوروبا وقارة امريكا الشمالية. يتصل بالمحيط الهادي من خلال ممر مائي ضيق يفصل بين الاسكا وسيبريا، فيما يكون اتصاله واسعاً بالمحيط الاطلسي بسبب طول المسافة التي تفصل بين شمال غرب اوروبا وشمال شرق امريكا الشمالية[1].

يعد المحيط المتجمد الشمالي من اصغر المحيطات مساحة واقلها في حجم المياه ومعدل الاعماق، إذ تبلغ مساحته 12.3 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 3.4٪ من مجموع مساحة المحيطات ونسبة 2.4٪ من اجمالي مساحة الكرة الارضية. وبلغ حجم المياه فيه 13.7 مليون كيلو متر مكعب وبنسبة 1٪ من مجموع حجم المياه في المحيط العالمي. أما معدل اعماقه فقد بلغ 1117 متراً، وتقع اعمق منطقة فيه ضمن حوض اوراسيا ويبلغ عمقها حوالي 4500 متراً تحت مستوى سطح البحر. تتصل بالمحيط المتجمد الشمالي عدد من البحار الهامشية التي تقع على طول السواحل الشمالية للقارات المطلة عليه مثل بحر بيفورت في الاسكا وبحر شرق سيبريا وبحر بارنتس، كما يوجد عدد كبير من المضايق بين الجزر المتناثرة فيه مثل مضيق بيرنغ ومضيق الدانمارك[2].

---

[1] صفاء عبدالامير الاسدي، مصدر سابق، ص219.

[2] طلعت احمد محمد عبده وحوريه محمد حسين، مصدر سابق، ص418.

ثانياً: البحار

يطلق مصطلح البحار على اجزاء المحيط التي تتوغل داخل اليابسة أو التي تقع بين الجزر الموجودة فيه. وهناك عدد من الاسس لتصنيف البحار يمكن تلخيصها بالآتي: [1]

1- الموقع: ان موقع البحار داخل اليابسة في القارات أو بين الجزر المحيطية يؤثر في شكل البحار، ووفقاً لموقعها يمكن تصنيفها إلى ثلاثة اصناف هي:

أ- البحار الهامشية: وهي مسطحات مائية مالحة تقع عند هوامش القارات مثل بحر الشمال وبحر بيرنك وبحر اليابان، وتتشابه هذه البحار في خصائصها مع خصائص المحيطات المجاورة لها.

ب- البحار المتوسطة: تكون هذه البحار محاطة باليابسة من معظم جهاتها وقد تكون ذات مساحة واسعة مثل البحر المتوسط والبحر الكاريبي أو ذات مساحة صغيرة مثل بحر البلطيق والبحر الاحمر.

ج- بحار تقع ما بين الجزر التي تحيط بها من معظم جهاتها مثل بحر سيليبس في الفلبين وبحر جاوة في اندونيسيا.

2- درجة الملوحة: يصل معدل ملوحة مياه البحار والمحيطات إلى 35 جزء بالألف، وتتباين مياه البحار في درجة ملوحتها، وتبعاً لهذا التباين يمكن تصنيف البحار إلى:

أ- بحار عالية الملوحة: تزيد فيها درجة الملوحة عن المعدل ومنها البحر المتوسط والبحر الاحمر.

---

[1] عبدالاله رزوقي كربل، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص64 -66.

ب- بحار معتدلة الملوحة: تكون درجة ملوحة مياهها مقاربة للمعدل العام ومن امثلتها البحر الكاريبي.

ج- بحار قليلة الملوحة: تنخفض في مياهها نسبة الاملاح عن 35 جزء بالألف مثل بحر الصين وبحر اليابان وبحر الشمال.

د- بحار عذبة: تنخفض نسبة الاملاح في مياهها بشكل ملحوظ مثل بحر البلطيق.

3- المساحة: تتباين البحار في مساحاتها لذا يمكن تصنيفها إلى ما يأتي:

أ- بحار كبيرة المساحة مثل بحر الفلبين وبحر العرب وبحر الصين الجنوبي.

ب- بحار متوسطة المساحة مثل بحر اليابان والبحر المتوسط.

ج- بحار صغيرة المساحة مثل البحر الاسود وبحر آزوف.

4- النشأة: تصنف البحار تبعاً للطريقة التي تكونت بها إلى:

أ- بحار نشأت بسبب عمليات انكسارية مثل البحر الاحمر الذي يعد امتداداً للوادي الاخدودي العظيم في افريقيا.

ب- بحار نشأت بسبب هبوط في القشرة الارضية ناجم عن الحركات التكتونية في العصور الجيولوجية القديمة أو ناجم عن ثقل الجليد القاري ومن امثلتها بحر البلطيق.

تعود تسمية البحار في اغلب الاحيان إلى الاماكن الجغرافية المجاورة لها وخاصة بالنسبة للبحار الهامشية وجاءت اسماء بعض البحار من اسماء الاشخاص الذين اكتشفوها، فعلى سبيل المثال جاء اسم بحر بارنتس من مكتشفه الكابتن البحري وليان بارنتس، وجاء اسم بحر تاسمان من اسم مكتشفه الهولندي هابيل تاسمان، وحمل بحر بيرنك اسم الدانماركي فيتاس بيرنك الذي اكتشفه في سنة 1741.

وفيما يأتي عرض موجز لعدد من البحار مرتبة حسب المساحة وكما يتضح من الجدول (2):

جدول (2) ترتيب عدد من البحار حسب مساحتها

اسم البحر	المساحة (كم^2)	اسم البحر	المساحة (كم^2)
الفلبين	5177562	الابيض المتوسط	2500000
كورال	4791000	الاحمر	450000
العرب	3862000	الاسود	420000
الصين الجنوبي	3500000	البلطيق	377000
الكاريبي	2754000	قزوين	371000
تسمان	2330000	الادرياتيكي	138600
بيرنغ	2291900	الميت	945

1- بحر الفلبين: يقع بحر الفلبين في شرق قارة آسيا وهو جزء من المحيط الهادي، يحده من الشمال اليابان ومن الغرب والجنوب الغربي جزر الفلبين وتايوان كما في الشكل (6). ويعد من اكبر بحار العالم مساحة، إذ تبلغ مساحته 5177562 كيلو متر مربع، ويبلغ متوسط عمقه حوالي اربعة آلاف متراً تحت مستوى سطح البحر.

2- بحر كورال: يطلق على بحر كورال بحر المرجان لكونه يحتوي على الحاجز المرجاني العظيم، ويقع في القسم الشمالي الشرقي من استراليا، تحده ولاية كوينزلاند من الغرب وتحده من الشرق سلسلة من الجزر كما في الشكل (7). يشغل مساحة مقدارها 4791000 كيلو متر مربع.

شكل (6) موقع بحر الفلبين وبحر الصين الجنوبي

شكل (7) موقع بحر كورال

3- بحر العرب: يعد بحر العرب جزء من المحيط الهندي تحده من الشرق شبه القارة الهندية ومن الغرب شبه جزيرة العرب والقرن الافريقي ومن الشمال باكستان وايران كما في الشكل (8). تبلغ مساحة بحر العرب 3862000 كيلو متر مربع، ويبلغ متوسط عمقه 2734 متراً دون مستوى سطح البحر.

شكل (8) موقع بحر العرب

4- بحر الصين الجنوبي يعد بحر الصين الجنوبي جزء من المحيط الهادي، يحده من الشمال جزيرة تايوان ومن الجنوب ماليزيا وجزيرة بورونيو ومن الغرب الفلبين ومن الشرق فيتنام (الشكل 6). يشغل مساحة مقدارها 3.5 مليون كيلو متر مربع.

5- البحر الكاريبي: يقع البحر الكاريبي في النصف الغربي من الكرة الأرضية ضمن المنطقة المدارية، وهو جزء من المحيط الاطلسي، يحده من الشمال والشرق جزر الهند الغربية ومن الجنوب امريكا الجنوبية ومن الغرب امريكا الوسطى والمكسيك كما في الشكل (9). تبلغ مساحته حوالي 2.7 مليون كيلو متر مربع، ويبلغ متوسط عمقه 2200 متراً تحت مستوى سطح البحر.

شكل (9) موقع البحر الكاريبي

6- بحر تسمان: اكتشف بحر تسمان عام 1770 على يد الهولندي هابيل تسمان لذا سمي هذا البحر باسمه، ويقع بين استراليا ونيوزيلنده الشكل (10)، تبلغ مساحته حوالي 2.3 مليون كيلو متر مربع.

7- بحر بيرنغ: يعد جزء من المحيط الهادي تحده من الشمال والشرق الاسكا ومن الغرب سيبريا ومن الجنوب جزر الوشن كما في الشكل (11). يشغل مساحة مقدارها 2291900 كيلو متر مربع، ويبلغ متوسط عمقه 1547 متراً دون مستوى سطح البحر.

شكل (10) موقع بحر تسمان

شكل (11) موقع بحر بيرنغ

8- البحر المتوسط: كان البحر المتوسط قديماً يسمى بحر الروم، وهو بحر شبه محاط باليابسة، تحده من جهة الشمال جنوب قارة اوروبا ومن الجنوب شمال افريقيا ومن الشرق بلاد الشام، ويتصل بالمحيط الاطلسي من خلال مضيق جبل طارق، كما يتصل بالبحر الاسود من خلال مضيق الدردنيل ويتصل بالبحر الاحمر من خلال قناة

السويس كما في الشكل (12). تبلغ مساحة البحر المتوسط 2.5 مليون كيلو متر مربع، ويبلغ متوسط عمقه 1500 متراً تحت مستوى سطح البحر.

شكل (12) موقع البحر المتوسط

9- البحر الأحمر: سمي البحر الاحمر قديماً ببحر القلزم، ويتبين من الشكل (13) انه يقع بين السواحل الغربية لشبه الجزيرة العربية والسواحل الشرقية لجمهورية مصر العربية واثيوبيا، ويتصل بخليج عدن من خلال مضيق باب المندب، كما يتصل بالبحر المتوسط من خلال قناة السويس. يبلغ طوله 1900 كم ويشغل مساحة مقدارها 450000 كيلو متر مربع ويبلغ معدل عمقه 490 متراً دون مستوى سطح البحر.

شكل (13) موقع البحر الاحمر

10- البحر الاسود: يعد البحر الاسود بحراً داخلياً، يقع بين آسيا الصغرى والجزء الجنوبي الغربي من اوروبا، ويتصل بالبحر المتوسط من خلال مضيق البسفور وبحر مرمرة كما في الشكل (14). تبلغ مساحته حوالي 420 الف كيلو متر مربع.

11- بحر البلطيق: يوضح الشكل (15) ان بحر البلطيق يقع في شمال قارة اوروبا، تحده من الشمال فلنده والسويد ومن الجنوب بولندا والمانيا ومن الغرب السويد والدانمارك، فيما تحده من الشرق استونيا ولاتفيا ولتوانيا. تبلغ مساحته 377 الف كيلو متر مربع ومتوسط عمقه حوالي 55 متراً تحت مستوى سطح البحر. 12- بحر قزوين: يقع بحر قزوين في القسم الغربي من قارة آسيا، وهو من البحار المغلقة، يبلغ طوله 1200 كم ويصل عرضه إلى 300 كم. تطل عليه كل من روسيا وايران واذربيجان وكازاخستان وتركمنستان (الشكل 16)، يشغل مساحة مقدارها 371 الف كيلو متر مربع.

شكل (14) موقع البحر الاسود

شكل (15) موقع بحر البلطيق

شكل (16) موقع بحر قزوين

13- البحر الادرياتيكي: يتبين من الشكل (17) ان البحر الادرياتيكي يقع في جنوب قارة اوروبا ويفصل شبه جزيرة ايطاليا عن شبه جزيرة البلقان، تبلغ مساحته 138600 كيلو متر مربع ومتوسط عمقه 55 متراً دون مستوى سطح البحر.

شكل (17) موقع البحر الادرياتيكي

14- البحر الميت: يعد البحر الميت من البحار المغلقة ويقع بين الاردن وفلسطين، يبلغ طوله حوالي 37 كم وعرضه 15 كم، ويشغل مساحة مقدارها 945 كيلو متر مربع، وينخفض عن مستوى سطح البحر بمقدار 417 متراً، وتكون مياهه شديدة الملوحة جداً تصل إلى حوالي عشرة اضعاف ملوحة مياه المحيطات.

ثالثاً: الخلجان

يقصد بالخليج مسطح مائي يفوق امتداد طوله عن امتداد عرضه وتحيط به اليابسة من اغلب الجهات ويتصل بمياه البحر أو المحيط من جهة واحدة. وتتواجد الخلجان في معظم البحار والمحيطات وتتباين في مساحاتها واعماقها، إذ يكون بعضها ضحلاً ومحدود المساحة، فيما يكون البعض الآخر ذات مساحة واسعة وعميقاً. ويطلق على الخلجان الواسعة مصطلح Gulf ومن امثلتها خليج البنغال وخليج المكسيك وخليج غينيا وخليج هدسن، بينما يطلق مصطلح Bay على الخلجان الضحلة والمحدودة المساحة مثل خليج فندي وخليج سرت وغيرها[1].

وفيما يأتي عرض موجز لعدد من الخلجان مرتبة حسب المساحة:

1- خليج غينيا: يقع خليج غينيا في الساحل الغربي الاوسط من قارة افريقيا وهو جزء من مياه المحيط الاطلسي كما في الشكل (18)، تبلغ مساحته حوالي 2.3 مليون كيلو متر مربع.

2- خليج البنغال: يقع خليج البنغال في جنوب قارة آسيا ويشكل الجزء الشمالي الشرقي من المحيط الهندي. تحده من الشرق شبه جزيرة الملايو ومن الغرب الهند ومن الشمال الباكستان (الشكل 19). تبلغ مساحته حوالي 2.1 مليون كيلو متر مربع.

---

[1] عبدالعزيز طريح شرف، جغرافية البحار، الرياض، 1984، ص 143.

3- خليج المكسيك: يقع خليج المكسيك في جنوب شرق امريكا الشمالية، حيث يحده من الشمال والشمال الغربي والشرق الساحل الجنوبي للولايات المتحدة الامريكية ومن الجنوب والغرب المكسيك ومن الجنوب الشرقي كوبا (الشكل 20) تبلغ مساحته حوالي 1.6 مليون كيلو متر مربع.

شكل (18) موقع خليج غينيا

شكل (19) موقع خليج البنغال

شكل (20) موقع خليج المكسيك

4- خليج هدسن: يقع خليج هدسن في شمال شرق كندا (الشكل 21)، وتبلغ مساحته 1.2 مليون كيلو متر مربع.

شكل (21) موقع خليج هدسن

5- الخليج العربي: يقع الخليج العربي في جنوب غرب آسيا بين شبه جزيرة العرب وجنوب غرب ايران كما في الشكل (22). تبلغ مساحته حوالي 241 الف كيلو متر مربع.

شكل (22) موقع الخليج العربي

6- خليج سرت: يقع خليج سرت في شمال ليبيا حيث يمتد من مدينة بنغازي شرقاً حتى مدينة مصراته غرباً وهو جزء من الشواطئ الجنوبية للبحر المتوسط. تبلغ مساحته حوالي 80 الف كيلو متر مربع.

7- خليج فندي: يقع خليج فندي على الساحل الاطلسي في كندا وتبلغ مساحته حوالي 16 الف كيلو متر مربع.

الفصل الثالث

خصائص مياه

البحار والمحيطات

الفصل الثالث

خصائص مياه البحار والمحيطات

سيخصص هذا الفصل إلى عدد من الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه البحار والمحيطات التي تتضمن الملوحة والغازات المذابة في المياه البحرية والاس الهيدروجيني ودرجات الحرارة والكثافة وشفافية المياه ولن مياه البحار والمحيطات.

أولاً: الخصائص الكيميائية لمياه البحار والمحيطات:

سنتطرق إلى بعض الخصائص الكيميائية لمياه البحار والمحيطات التي تشتمل على ما يأتي:

1- الملوحة: تحتوي مياه البحار والمحيطات على مجموعة من الأملاح المعدنية المذابة التي من المرجح تواجدها في المياه البحرية منذ المراحل الأولى لنشأة البحار والمحيطات، وازدادت بمرور الزمن بفعل ما تحمله مياه الأنهار من املاح ذائبة مصدرها سطح اليابس الذي تجري فوقه وتنحت في صخوره وتنقل هذه الاملاح إلى الى البحار والمحيطات التي تصب فيها.

يعبر عن ملوحة المياه البحرية بعدد جزيئات الأملاح في كل الف من جزيئات الماء، فاذا كان في الكيلو غرام الواحد من الماء 35 غرام من الأملاح فأن النسبة تصبح 35 جزء في الألف. ويتضح من الجدول (3) ان الأملاح الرئيسة المذابة في المياه البحرية تكون على شكل ايونات موجبة (كاتيونات) أو سالبة (انيونات) قد تتوحد مركباتها أو تتفكك. وتشتمل على الكلوريد والصوديوم بمجموع 30.11 غم/كغم أي 30.11 جزء بالألف ويشكلان نسبة مقدارها 85.71٪ من مجموع الأملاح المذابة في المياه البحرية، وتأتي املاح كل من السلفات والمغنيسيوم والكالسيوم والبوتاسيوم بالمرتبة الثانية وبمجموع مقداره 4.8 غم/كغم وبنسبة 13.67٪ من اجمالي الأملاح

الرئيسة المذابة في مياه البحار والمحيطات، وتبلغ بقية الأملاح المذابة 0.22 غم/كغم وتشكل نسبة 0.62٪.

ومما تجدر الاشارة اليه ان نسبة كلوريد الصوديوم تكون مرتفعة تشكل نسبة حوالي 85٪ من اجمالي كمية الأملاح الذائبة، فيما تشكل كاربونات الكالسيوم نسبة ضئيلة جدا تبلغ 0.4٪ فقط[1].

ويعزى ذلك لاستخلاص بعض الكائنات البحرية مثل الأصداف والقواقع والمرجان المركبات الكلسية واستخدامها في بناء قشورها وأصدافها.

جدول (3) الأملاح الرئيسة المذابة في مياه البحار والمحيطات ونسبها المئوية[2]

الاملاح	رمزها الكيمياوي	كميتها (غم/كغم)	نسبتها إلى المجموع الكلي
الكلوريد	Cl^-	19.35	55.08
الصوديوم	Na^+	10.76	30.63
السلفات	So_4^{2-}	2.71	7.72
المغنيسيوم	Mg^{2+}	1.29	3.67
الكالسيوم	Ca^{2+}	0.41	1.17
البوتاسيوم	K^+	0.39	1.11
البيكاربونات	Hco_3^-	0.14	0.4
البرومايد	Br^-	0.067	0.19
السنترونتيوم	Sr^{2+}	0.008	0.02
البورون	B^{3+}	0.004	0.01
الفلورايد	F^-	1.00	0.002
المجموع		**35.13**	**٪100**

[1] آن لوفيفر باليديه، البحار والمحيطات، ترجمة زينب منعم، الرياض، 2015، ص28.

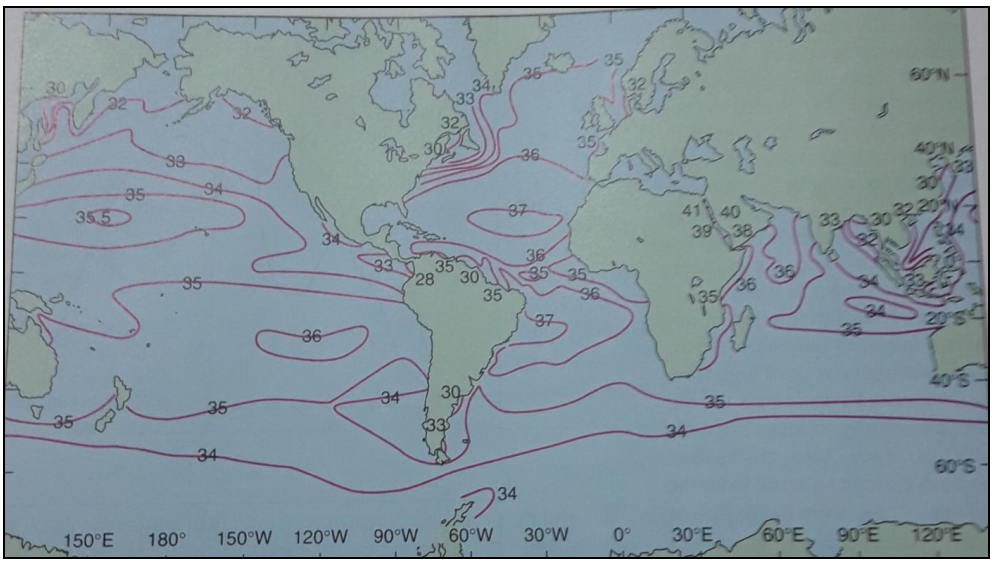
[2] Virginia Armbrust, op.cit,p.156. Keith A, Sverdrup & E.

يبلغ معدل ملوحة المياه البحرية حوالي 35 غم/كغم أي 35 جزء بالألف وتتباين الملوحة في المياه السطحية مكانيا تبعاً لتأثير عدد من العوامل التي يمكن تلخيصها بالآتي:

أ- الموقع بالنسبة لدوائر العرض: يتحكم الموقع بالنسبة لدوائر العرض في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي وعدد ساعات النهار النظري وكمية الاشعاع الشمسي الذي يصل إلى المياه السطحية للبحار والمحيطات، ومن ثم التأثير في درجات الحرارة وكمية التبخر. فالمناطق المدارية التي تقع بين دائرتي عرض 20–30 درجة شمالاً وجنوباً والتي تتسم بارتفاع درجات الحرارة وزيادة كمية التبخر نجد ان ملوحة مياهها البحرية تكون مرتفعة تتراوح بين 36–37 جزء بالألف، وتصل في الجزء الجنوبي من البحر الاحمر إلى 38 جزء بالألف، فيما تصل في جزئه الشمالي إلى 41 بالألف وكما يتضح من الشكل (23). تنخفض الملوحة كلما اتجهنا نحو العروض العليا لتتراوح بين 33–34 بالألف بسبب الثلوج الذائبة وانخفاض درجات الحرارة وقلة التبخر.

ب- كمية الامطار: تقلل الأمطار الغزيرة من نسبة الاملاح في المياه البحرية، فعلى الرغم من ارتفاع درجات الحرارة في المناطق الاستوائية الا أن غزارة امطار المناخ الاستوائي اسهمت في انخفاض نسبي لملوحة المياه البحرية ضمن هذه المناطق لتصل إلى حوالي 35 بالألف.

شكل (23) التوزيع المكاني لخطوط الملوحة المتساوية في المياه السطحية البحرية (جزء بالالف)



ج- كمية مياه الانهار التي تصب في البحار والمحيطات: تجلب الأنهار الكبرى كميات كبيرة من المياه العذبة ومن امثلتها نهر الامزون في امريكا الجنوبية ونهر المسيسبي في الولايات المتحدة الامريكية ونهر الكونغو في افريقيا التي تصب في المحيط الاطلسي، مما يؤدي إلى انخفاض نسبة الملوحة في مناطق مصبات هذه الانهار. وفي اجزاء من خليج البنغال الذي تصب فيه انهار الكنج وبراهما بوترا تنخفض الملوحة إلى حوالي 32 جزء بالألف. وتصب في البحر الاسود انهاراً كثيرة تحمل له كميات كبيرة من المياه العذبة مثل انهار الدانوب والدون والدنيبر والدنيستر، مما اسهم في انخفاض ملوحة مياهه التي تتراوح بين 17–18 جزء بالألف[1].

[1] يوسف عبدالمجيد فايد، دراسات في الاقيونوغرافية، دار النهضة للنشر، القاهرة، 2002، ص72.

تزداد الملوحة في مياه البحر المتوسط كلما تقدمنا من الغرب إلى الشرق لتتراوح بين 36–39 جزء بالألف، وتتراوح في مياه الخليج العربي بين 41–42 جزء بالألف وتصل في البحر الميت إلى 238 جزء بالألف[1].

أما بالنسبة للتباين العمودي لملوحة المياه البحرية فانه يكون اكثر بساطة وتجانساً في الطبقات السفلى، وتكون معدلات انخفاض الملوحة بسيطة في الطبقة السطحية التي يقدر عمقها بحوالي 100 مترا، بعدها تزداد معدلات انخفاض الملوحة حتى عمق 1000 متراً ومن ثم تزداد قليلاً ما بين عمق 2000–2500 متراً، وتبقى متجانسة في الطبقة التي يزيد عمقها على 4000 متراً وغالباً ما تتراوح بين 34.6 و34.9 جزء بالألف[2]. ويعزى هذا التجانس إلى محدودية تأثير العوامل البيئية في ملوحة المياه العميقة، فضلاً عن دور التيارات البحرية العميقة في عمليات مزج المياه بين الاماكن المختلفة.

2- الغازات المذابة: تحتوي مياه البحار والمحيطات على مجموعة من الغازات المذابة ابرزها النيتروجين والاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون، وأن نسب وجودها في المياه البحرية لا تكون كنسب وجودها في الجو وتكون وحدة قياسها جزء بالمليون.

أ- النيتروجين: تبلغ نسبة النيتروجين في الهواء حوالي 78٪، فيما تبلغ نسبته في المياه البحرية حوالي 48٪، ويكون اكثر انتظاماً في توزيعه على الرغم من وجود اختلافات مكانية تعزى إلى المؤثرات البيولوجية فهناك انواع من البكتريا توجد في مياه البحار يمكنها ان تحلل النترات فينطلق من هذه العملية غاز النيتروجين، مما يؤدي إلى زيادة نسبته في المياه، ويزداد نشاط هذه البكتريا في البحار المدارية حيث ترتفع درجات

---

[1] يوسف عبدالمجيد فايد، مصدر سابق، ص73.

[2] الهادي مصطفى أبو لقمه ومحمد علي الاعور، الجغرافية البحرية، الدار الجماهيرية للنشر، ليبيا، 1999، ص158.

الحرارة. كما توجد انواع أخرى من البكتريا تستطيع تثبيت النيتروجين الحر في المياه البحرية[1].

ب- الاوكسجين: تبلغ نسبة الاوكسجين في الجو حوالي 21٪، في حين تبلغ نسبته في المياه السطحية البحرية حوالي 36٪. ويعد الهواء المصدر الاساس للأوكسجين في المياه البحرية أما المصدر الآخر فيأتي من عملية التمثيل الضوئي للنباتات البحرية التي غالباً ما تزداد في المياه الضحلة والمياه السطحية. وتختلف نسبة الاوكسجين في مياه الأعماق عن مثيلتها في المياه السطحية، حيث تنخفض نسبته تحت عمق 100 متراً ويزداد الانخفاض حتى عمق 1600 متراً[2]، ويعزى هذا الانخفاض إلى أن قسماً منه يستهلك في عملية تنفس الحيوانات البحرية.

ج- ثاني اوكسيد الكاربون: تبلغ نسبة ثاني اوكسيد الكاربون المذابة في المياه البحرية حوالي 15٪، بينما تبلغ نسبته في الجو 0.03٪، مما يعني ان كميته تزداد في المياه البحرية مقارنة مع كمياته في الهواء بنسبة 14.97٪. وهناك ايضاً حامض الكاربونيك والكاربونات، ويعد الهواء المصدر الرئيس لتواجد ثاني اوكسيد الكاربون وحامض الكاربونيك في المياه البحرية، فضلاً عما يسهم به قاع المحيطات بدرجة كبيرة خاصة في مناطق البراكين التي تطلق كميات هائلة من الغازات، وحينما يزداد الضغط الواقع على غاز ثاني اوكسيد الكاربون فانه يتحول إلى حالة سائلة في المستويات العميقة التي يزيد عمقها عن 800 متراً بسبب زيادة الضغط المائي[3].

3- الاس الهيدروجيني PH: ينفصل جزيء الماء في بعض الحالات إلى ايونات الهيدروجين H^+ وايونات الهيدروكسيل OH^- فالمحاليل التي يزيد فيها ايون

---

[1] جوده حسنين جوده، جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص131.

[2] الهادي مصطفى أبو لقمه ومحمد علي الاعور، مصدر سابق، ص146.

[3] المصدر نفسه، ص147.

الهيدروكسيل عن ايون الهيدروجين تسمى بالقواعد أو القلويات، أما المحاليل التي تتساوى فيها ايونات الهيدروكسيل والهيدروجين فتكون محاليل متعادلة. فدرجة حامضية أو قاعدية محلول تسمى بالاس الهيدروجيني PH، وتشير إلى تركيز ايونات الهيدروجين في المحلول وتقاس بمقياس يبدأ من صفر إلى 14، فالمحاليل الحامضية يكون اسها الهيدروجيني اقل من 7 والمحاليل المتعادلة يكون اسها الهيدروجيني 7، واذا ازداد الاس الهيدروجيني عن 7 تكون المحاليل قاعدية. ويبلغ الاس الهيدروجيني للمياه البحرية 8 وتعد مياه البحار والمحيطات اكثر ثباتاً من حيث الاس الهيدروجيني بسبب الكتلة المائية الضخمة للبحار والمحيطات، فضلاً عن وجود المواد المنظمة التي تقلل من ميل المياه البحرية إلى انخفاض أو زيادة الاس الهيدروجيني، ومن أهم هذه المنظمات في المياه البحرية هي الكاربونات Co_3^{-2} التي تتحد مع ايون الهيدروجين عند زيادته في المياه فتقلل الحامضية، وعند ارتفاع الاس الهيدروجيني في المياه فأن الكاربونات لها القدرة على ترك ايون الهيدروجين لتقلل من قاعدية المياه البحرية[1].

ثانياً: الخصائص الفيزيائية لمياه البحار والمحيطات

سنعرض عدداً من الخصائص الفيزيائية للمياه البحرية التي تشتمل على:

1- درجات الحرارة: يعد الاشعاع الشمسي مصدر الحراة الرئيس لمياه البحار والمحيطات، ويتكون هذا الاشعاع من موجات مختلفة الالوان والاطوال، ولكل لون طول موجي محدد يقاس بالمسافة التي تفصل بين قمتين أو قاعين من الموجة. كما أن لكل موجة تردد يقاس بعدد القمم أو القيعان التي تمر من خلال نقطة واحدة في الثانية الواحدة. ويتناسب تردد الموجات تناسباً عكسياً مع اطوالها، فالموجات الاقصر ذات تردد اعلى من تردد الموجات الطويلة، وكلما كان تردد الموجة اعلى كلما كانت

[1] احمد محمد حسن، اساسيات علوم البحار، الجزء الاول، القاهرة، 2005، ص22.

الطاقة الناجمة عنها اكبر، أما الموجات بطيئة التردد فان الطاقة الناجمة عنها تكون قليلة[1].

يقسم الاشعاع الشمسي وفقاً لأطوال موجاته إلى ما يأتي[2]:

أ- الاشعة الحرارية: تعرف باسم الاشعة تحت الحمراء، وهي اشعة غير مرئية وتنتمي لمجموعة الاشعة ذات الموجات الطويلة، حيث تتراوح اطوال موجاتها بين 0.75–4 ما يكرون، وتقدر نسبتها بحوالي 46٪ من جملة الاشعاع الشمسي.

ب- الاشعة الضوئية: وهي اشعة مرئية تقدر نسبتها بنحو 45٪ من اجمالي الاشعاع الشمسي، وتتراوح اطوال موجاتها بين 0.4–0.74 ما يكرون.

ج- الاشعة البنفسجية وفوق البنفسجية: لا تزيد نسبة هذه الاشعة عن 9٪ من مجموع الاشعاع الشمسي، وتتراوح اطوال موجاتها بين 0.17–0.40 ما يكرون.

تستمد مياه البحار والمحيطات حوالي 99.9٪ من اجمالي حرارتها المكتسبة من الاشعاع الشمسي الذي يتباين مقدار تغلغله في المياه بتباين دوائر العرض وزاوية سقوط اشعة الشمس وشفافية المياه البحرية. ومن الملاحظ ان عمليات اكتساب الحرارة وفقدانها في المياه تكون بطيئة مقارنة باليابسة، ويعزى ذلك إلى ارتفاع الحرارة النوعية للمياه التي يقصد بها مقدار الحرارة بالسعرات اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من المياه درجة مئوية واحدة. كما تتسم مياه البحار والمحيطات بقدرة عالية على انعكاس جزء كبير من الاشعاع الشمسي بسبب عملية التبخر ووجود نسبة كبيرة من السحب.

---

[1] نعمان شحاده، علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2009، ص47.

[2] علي سالم الشواورة، جغرافية علم المناخ والطقس، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، 2012، ص61.

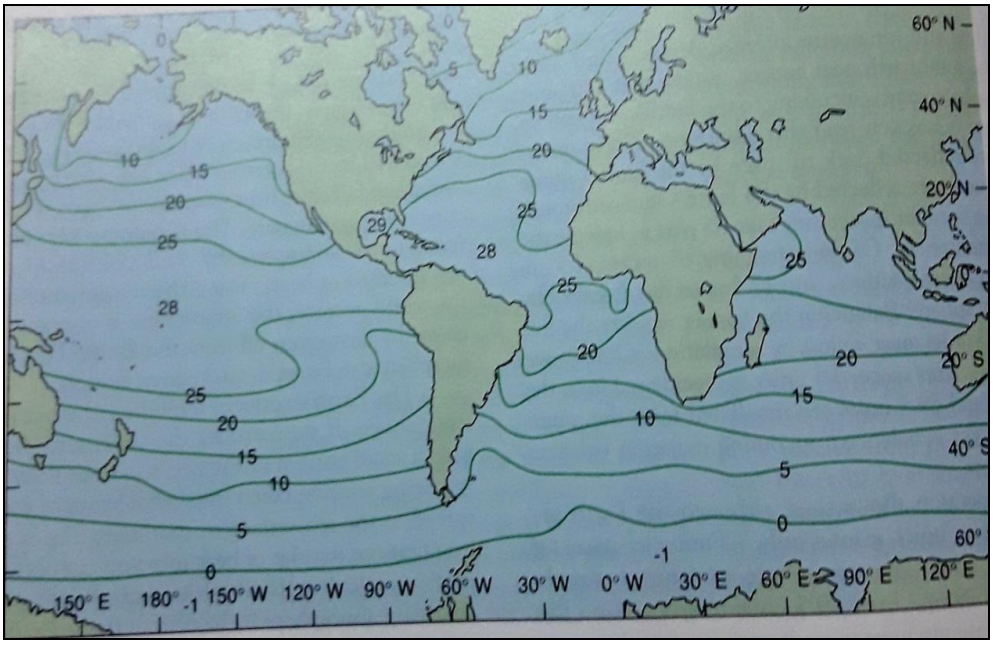
يتباين توزيع درجات حرارة مياه البحار والمحيطات مكانياً وفصلياً ورأسياً. فعلى مستوى التباين المكاني لتوزيع معدلات درجات الحرارة للطبقة السطحية من مياه البحار والمحيطات يتضح من الشكل (24) ان هذه المعدلات تكون مرتفعة في المناطق الاستوائية والمدارية لتتراوح بين 20–28 درجة مئوية، ويعزى هذا الارتفاع إلى شدة الاشعاع الشمسي الناجم عن سقوطه بزاوية عمودية أو قريبة من العمودية، فضلاً عن زيادة عدد ساعات النهار، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المياه السطحية. وتنخفض معدلات درجات الحرارة باتجاه العروض العليا الشمالية والجنوبية لتتراوح بين -1 إلى 10 درجة مئوية، ويعزى هذا الانخفاض إلى صغر زاوية سقوط الاشعاع الشمسي التي تكون بزاوية شبه مائلة أو مائلة وقلة عدد ساعات النهار.

ومما تجدر الاشارة اليه أن المتوسط السنوي لدرجات حرارة المياه السطحية يختلف من مسطح مائي إلى آخر، فعلى سبيل المثال يبلغ المتوسط السنوي لدرجات حرارة المياه السطحية في المحيط الهادي 19 درجة مئوية والمحيط الاطلسي 16 درجة مئوية. كما أن معدلات درجات حرارة المياه السطحية البحرية تختلف على مستوى المسطح المائي ذاته بسبب تأثير التيارات البحرية، إذ ترتفع درجة حرارة هذه المياه عندما تتعرض إلى تأثير التيارات البحرية الدافئة، فيما تنخفض إذا ما تعرضت لتأثير التيارات البحرية الباردة. ومما يعزز هذه الحقيقة نجد ان الجزء الغربي من المحيط الهادي الواقع ضمن العروض الشمالية يتسم بالبرودة النسبية بسبب تأثير تيار كمشتكا البارد والى الجنوب من هذا الحيز المكاني تتسم مياهه بالدفيء النسبي بسبب تأثير تيار اليابان الدافئ. أما في المحيط الاطلسي فان ادفأ اجزاءه تقع إلى الشمال من خط الاستواء مباشرة وتبرد كلما اتجهنا شمالاً وجنوباً بسبب تعرضها لتأثير تيار الكناري البارد وتيار بنكويلا البارد[1].

[1] الهادي مصطفى أبو لقمة ومحمد علي الاعور، مصدر سابق، ص139.

فيما يخص التباين الفصلي لدرجات حرارة المياه البحرية السطحية فإنها ترتفع نسبياً خلال فصل الصيف في المناطق الاستوائية والمدارية والمعتدلة بسبب شدة الاشعاع الشمسي، في حين تنخفض خلال فصل.

شكل (24) التوزيع المكاني لمعدلات درجات حرارة الطبقة السطحية للمياه البحرية (بالمئوي)



الشتاء وخاصة في النصف الشمالي من الكرة الارضية، ويعزى ذلك إلى سيادة الضغط المرتفع على اليابسة بسبب انخفاض درجات الحرارة وسيادة الضغط المنخفض على المياه، مما يؤدي إلى هبوب الرياح الباردة ذات الاصل القاري نحو المحيطات ويسهم في انخفاض درجة حرارة مياهها السطحية.

أما المدى الحراري السنوي لطبقة المياه السطحية للبحار والمحيطات فانه يتراوح بين 2 درجة مئوية في المنطقة الاستوائية و8 درجات مئوية في المناطق التي تقع بين دائرتي عرض 35–45 درجة شمالاً وجنوباً، ثم ينخفض عن ذلك كلما اتجهنا شمالاً وجنوباً نحو القطبين.

وبالنسبة للتوزيع العمودي لدرجات حرارة مياه البحار والمحيطات فأنها تتناقص مع زيادة الأعماق باستثناء المنطقة القطبية التي تتسم مياه بحارها بكونها ذات درجات حرارة منخفضة، ففي المناطق المعتدلة مثلاً تقل درجات الحرارة مع الزيادة في الاعماق. وبغية التعرف على التباين العمودي في درجات حرارة المياه البحرية يمكن تقسيم هذه المياه إلى ثلاث طبقات رئيسة تتباين فيها درجات الحرارة وكما يتضح من الجدول (4) وهذه الطبقات هي:

أ- الطبقة العليا أو السطحية: تمتد هذه الطبقة حتى عمق 200 متراً وتتأثر بالرياح وتستلم اكبر كمية من الاشعاع الشمسي وتتسم مياهها بتجانس درجة حرارتها. تصل درجات حرارة المياه عند مستوى سطح البحر إلى 20 درجة مئوية، ثم تنخفض إلى 17.8 درجة مئوية عند عمق 100 متراً وبمعدل تغير مقداره 2.2 درجة مئوية، فيما تنخفض إلى 13.4 درجة مئوية عند عمق 200 متراً وبمقدار 2.2 درجة مئوية لكل 100 متراً.

ب- الطبقة المتوسطة أو طبقة المنحدر الحراري: يصل عمق هذه الطبقة حوالي 500 متراً ويزداد فيها معدل التناقص في درجات الحرارة، حيث تنخفض درجات الحرارة إلى 11.6 درجة مئوية عند عمق 300 متراً، في حين تنخفض إلى 8.2 درجة مئوية عند عمق 500 متراً وبمقدار 1.7 درجة مئوية لكل 100 متراً.

ج- الطبقة السفلى أو طبقة المياه العميقة: تتواجد هذه الطبقة على اعماق اكثر من 1000 متراً، وتتناقص فيها درجات الحرارة بمعدل طفيف جداً. تنخفض درجات الحرارة في هذه الطبقة إلى 4.5 درجة مئوية عند عمق 1200 متراً والى 4.1 درجة مئوية عند عمق 1400 متراً وبمعدل تغير يبلغ 0.4 درجة مئوية، أي انها تنخفض بمقدار 0.2 درجة مئوية لكل 100 متراً. وتصل درجة الحرارة في هذه الطبقة إلى 1.2

درجة مئوية عند عمق اكثر من 4000 متراً، ويعزى هذا الانخفاض الطفيف في درجات الحرارة إلى زيادة ضغط المياه.

2- الكثافة: يقصد بالكثافة العلاقة النسبية بين الكتلة والحجم، وتقاس بوحدة الغرام في السنتمتر المكعب الواحد. وتتباين كثافة المياه البحرية افقياً وعمودياً تبعاً لتباين درجة حرارة المياه ومقدار تركز الاملاح الذائبة فيها.

جدول (4) درجات الحرارة لمياه المحيطات حسب الأعماق[1]

العمق (متر)	درجات الحرارة بالمئوي	معدل التغير في درجات الحرارة
مستوى سطح البحر	20.0	ـــــ
100	17.8	2.2
200	13.4	4.4
300	11.6	1.8
400	9.8	1.8
500	8.2	1.6
600	7.1	1.1
700	6.2	0.9
800	5.5	0.7
1000	4.9	0.6
1200	4.5	0.4
1400	4.1	0.4
2000	3.6	0.5
3000	2.8	0.8
4000	2.0	0.8
اكثر من 4000	1.2	0.8

فضلاً عن مقدار الضغط المسلط على المياه البحرية. وتكون العلاقة بين درجة حرارة المياه وكثافتها علاقة عكسية، أي كلما ارتفعت درجة حرارة المياه انخفضت

[1] عماد مطير الشمري، جغرافية البحار والمحيطات، دار الايك للطباعة، بغداد، 2012، ص120.

كثافتها والعكس صحيح، فيما تكون العلاقة بين ملوحة المياه والضغط المسلط عليها من جانب وبين الكثافة من جانب آخر علاقة طردية، بمعنى كلما ازداد تركيز الاملاح في المياه وازداد الضغط المسلط على المياه البحرية تزداد كثافتها والعكس بالعكس.

تتأثر كثافة المياه البحرية بتغير درجات الحرارة، حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تمدد جزيئات الماء، مما ينجم عنه زيادة حجم الكتلة المائية في وحدة المساحة ومن ثم انخفاض كثافة المياه لذا تكون المياه الدافئة في المناطق الاستوائية والمدارية ذات كثافة اقل مما عليه بكثافة المياه الباردة في المناطق القطبية.

إن اقصى كثافة للمياه البحرية السطحية تحدث في درجة حرارة 4 درجة مئوية لتتراوح بين 1.024 و1.027 غم/ سم^3 [1]، وعندما تنخفض درجة الحرارة إلى الصفر المئوي تتجمد المياه ويتكون الثلج الذي يزداد حجمه وتكون كثافته اقل من كثافة المياه البحرية، مما يجعله يطفو فوق هذه المياه، الا أن النمو العمودي للثلوج الطافية يؤدي إلى انغمار الجزء الاكبر منها بسبب زيادة وزن الكتلة الثلجية وهذا ما يفسر سبب انغمار نسبة 88٪ من حجم الجبال الجليدية تحت مستوى سطح المياه البحرية[2].

تتأثر كثافة المياه البحرية بمقدار تركيز الاملاح الذائبة فيها لكون مادة الملح اكثر كثافة من المياه، لذا نجد ان البحار التي تستلم زيادة مائية ناجمة عن كثرة التساقط أو مياه الانهار التي تصب فيها تقل نسبة ملوحتها وتنخفض كثافة مياهها، ومن الامثلة على ذلك مياه البحر الاسود الذي تكون مياهه السطحية قليلة الملوحة ومنخفضة الكثافة بسبب المياه العذبة التي يكون مصدرها انهار الدانوب والدون والدنيبر. وفي المناطق التي يزداد فيها التبخر تزداد نسبة الملوحة في المياه البحرية، مما يؤدي إلى زيادة الكثافة.

---

[1] فيليب رفلة، جغرافية المحيطات والبحار، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، 1977، ص84.

[2] صفاء عبدالامير الاسدي، مصدر سابق، ص228.

كما تتأثر كثافة المياه البحرية بمقدار الضغط المسلط على المياه الذي ينجم عنه تراص الجزيئات المائية مع بعضها، مما يؤدي إلى تقلص حجم المياه وزيادة كثافتها، لذا نجد أن كثافة المياه البحرية تزداد بزيادة الاعماق بسبب زيادة الضغط المسلط على المياه من ناحية وبسبب انخفاض درجة حرارتها من ناحية أخرى. فبينما نجد ان معدل كثافة المياه البحرية السطحية يبلغ حوالي 1.025 غم/ سم^3 فأنه يصل إلى 1.028 غم/ سم^3 عند عمق 800 متراً ويصل إلى 1.029 غم/ سم^3 عند عمق 2000 متراً[1].

ينجم عن الاختلاف في كثافة المياه البحرية افقياً حدوث التيارات البحرية، حيث تتحرك المياه الاكثر كثافة نحو الاماكن التي تكون مياهها اقل كثافة، كما أن التباين بين كثافة المياه السطحية ومياه الطبقات السفلى ينجم عنه التيارات البحرية الرأسية.

3- شفافية المياه البحرية: يقصد بشفافية المياه مدى نفاذ الاشعة الشمسية للطبقات المائية عمودياً دون أن تتغير درجتها، وتتأثر هذه الشفافية بتركيب ومقدار الاشعاع الشمسي وصفات الشوائب في مياه البحار والمحيطات. وتتباين درجة شفافية المياه البحرية تبعاً لتباين اقسامها وأعماقها، ففي المناطق الساحلية التي تتعرض للأمواج البحرية أو التيارات البحرية تزداد نسبة الشوائب والرواسب في مياه هذه المناطق لذا تتسم مياهها بالعتمة وانخفاض درجة شفافيتها، كما تنخفض شفافية مياه البحار والمحيطات خلال فترة زيادة نسبة البلانكتون في الماء.

تصل درجة الشفافية في مياه المحيط الهادي إلى حوالي 59 متراً وفي المحيط الهندي تتراوح بين 40-50 متراً، وتصل شفافية مياه البحر المتوسط إلى 60 متراً والبحر الاسود 25 متراً والبحر البلطي 13 متراً[2].

---

[1] الهادي مصطفى أبو لقمه ومحمد علي الاعور، مصدر سابق، ص149.

[2] مهدي محمد علي، جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص99.

4- لون المياه البحرية: يتأثر لون مياه البحار والمحيطات بطبيعة اشعة الشمس التي تنفذ إلى هذه المياه وبكمية ونوعية المواد التي توجد في المياه البحرية والتي تؤثر في درجة شفافيتها، فضلاً عن طول الموجات الضوئية وترددها الموجي. وتسمى المنطقة التي يخترقها الضوء بالمنطقة المضيئة التي يتباين عمقها تبعاً للقرب والبعد عن خط الاستواء، ففي المنطقة الاستوائية التي تكون فيها اشعة الشمس عمودية تكون مسافة نفاذ الاشعة الضوئية للمياه اكثر مما عليه في المناطق التي تسقط عليها اشعة الشمس بصورة مائلة أو شبه مائلة.

تتباين الاشعة الضوئية في اطوال موجاتها والاعماق التي تتغلغل فيها، فاللون الاخضر ينفذ إلى اعماق تتراوح بين 30–50 متراً، فيما ينفذ اللون الازرق إلى اعماق تتراوح بين 60–100 متراً، أما بقية الوان الطيف الشمسي فإنها تنفذ إلى اعماق تتراوح بين 5- 30 متراً وكما يتضح من الجدول (5).

نظراً لكون اللون الازرق يتغلغل إلى اعماق اكثر من الالوان الأخرى فانه يتعرض إلى الانعكاس والتشتت للضوء بواسطة الذرات الموجودة في المياه البحرية، مما ينعكس هذا اللون إلى عين المشاهد فيبدو لون المياه البحرية زرقاء. ويؤدي وجود بعض المواد في المياه البحرية إلى تغير في خصائص بعثرة المياه للطيف الموجي الازرق واختلاطه باللون الاصفر الناجم عن وجود البلانكتون فتظهر مياه البحر باللون الاخضر، ويشير اللون الاحمر إلى وجود كميات كبيرة من انواع الطحالب كما هو الحال في بعض اجزاء مياه البحر الاحمر. ويتغير لون مياه البحر بالقرب من مصبات الانهار الكبيرة نحو اللون الاصفر كما في مصب نهر الكونغو، أو نحو اللون البني المائل للاحمرار كما هو الحال عند مصب نهر الامزون بسبب التكوينات والرواسب التي يحمله النهر من مناطق تربة اللاتريت في حوض الامزون[1].

[1] يوسف عبدالمجيد فايد، مصدر سابق، ص84.

جدول (5) اعماق امتصاص الاشعاع الشمسي في المياه حسب الوان الطيف الموجي[1]

لون الطيف الموجي	اعماق الامتصاص (بالأمتار)
احمر	10–5
برتقالي	15–11
اصفر	20–16
اخضر	50–30
ازرق	100–60
بنفسجي	30 - 10

[1] احمد محمد حسن، مصدر سابق، ص29.

الفصل الرابع

حركة المياه

في البحار والمحيطات

الفصل الرابع

حركة المياه في البحار والمحيطات

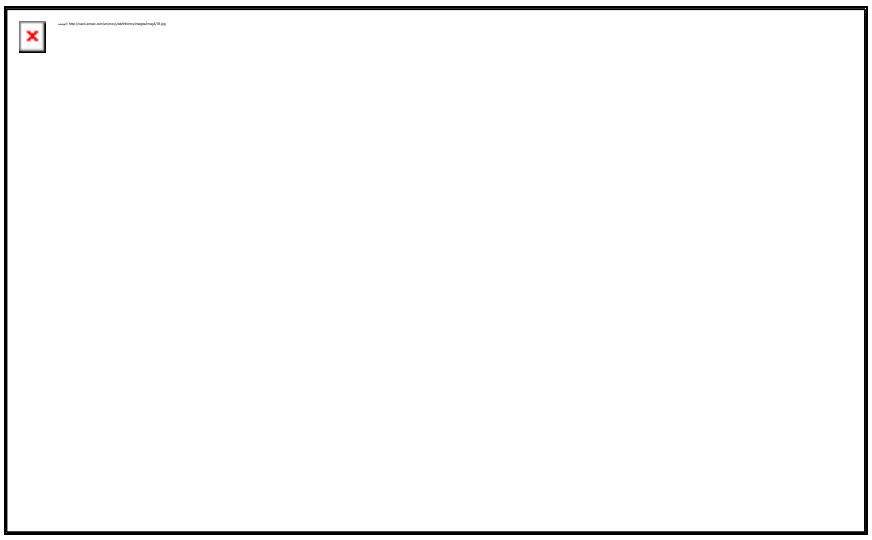
تتعاقب على مياه البحار والمحيطات حركات مختلفة بعضها ذاتية وأخرى ناجمة عن عوامل خارجية وتعد الامواج والمد والجزر اهم هذه الحركات.

1- الأمواج: يمكن تعريف الأمواج بانها الحركة الرأسية التي تنتاب المياه، إذ أن المياه ترتفع وتنخفض في حركة منتظمة. وتنشأ معظم الأمواج عادة بسبب هبوب الرياح وقد تنشأ بتأثير حركات المد والجزر، كما تنشأ ايضاً من تأثير الزلازل والبراكين في قاع المحيط[1]. ولكل موجة قمة Wave crest تمثل الجزء الأعلى من سطح الموجة ولها قاع Wave trough يمثل الجزء المنخفض من الموجة، كما لها طول Length يتمثل بالمسافة الافقية بين قمتها وقمة الموجة التالية لها، وفضلاً عن ذلك فأن للموجة ارتفاع High يمثل الفرق بين قمة الموجة وقاعها كما يتضح من الشكل (25). أما مدة الموجة Wave period فهي المدة الزمنية اللازمة لمرور قمتين متتاليتين عند نقطة معينة.

---

[1] Davies, J. L., Geographical variation in coastal development, London, 1980 , p, 25.

شكل (25) الأمواج البحرية وعناصرها



ويمكن حساب سرعة الموجة بتطبيق المعادلة الآتية:

$V = L/P$ □

حيث ان: V = سرعة الموجة L = طول الموجة P = زمن الموجة

أما طول الموجة فهو ناتج سرعة الموجة مضروباً بالمدة الزمنية لها.

تعتمد سرعة الأمواج بصورة كلية على سرعة الرياح، فثمة علاقة طردية بينهما إذ كلما ازدادت سرعة الرياح وتوغل هبوبها فوق المسطحات المائية ازداد ارتفاع الامواج وازدادت سرعتها، مما يفسر نشأة الأمواج العاتية في البحار العميقة المفتوحة والمحيطات اكثر منها في البحار المغلقة أو المياه الضحلة. ويوضح الجدول (6) العلاقة الطردية بين سرعة الرياح وارتفاع وسرعة الموجة ومدتها الزمنية، فعندما تكون سرعة الرياح 5.1 متر/ ثانية أي ما يعادل 18.4 كم/ ساعة فأن ارتفاع الموجة يصل إلى 1.22 متراً وتصل سرعتها إلى 8.58 متر/ ثانية أو ما يعادل 30.8 كم/ ساعة وتكون مدتها 5.5 ثانية. وكلما ازدادت سرعة الرياح تزداد قيم هذه المتغيرات فاذا بلغت

سرعة الرياح 25.5 متر/ ثانية أي 91.8 كم/ ساعة يصل ارتفاع الموجة إلى 16.77 متراً وتصل سرعتها إلى 32.76 متر ثانية أو ما يعادل 117.9 كم/ ساعة.

جدول (6) العلاقة بين سرعة الرياح وارتفاع وسرعة الموجة في المياه البحرية[1]

سرعة الرياح (متر/ ثانية)	ارتفاع الموجة (متر)	سرعة الموجة (متر/ ثانية)	مدة الموجة (ثانية)
5.1	1.22	8.58	5.5
10.2	2.44	11.39	7.3
15.3	5.79	19.5	12.5
20.4	14.33	28.0	18.0
25.5	16.77	32.76	21.0

تسبب الأمواج حركة جزيئات المياه على السطح وتحته حركة دائرية، وتختلف حركة هذه الجزيئات تحت قمة الموجة وقاعها، فتتحرك المياه تحت قمة الموجة باتجاه التيار، فيما تتحرك جزيئات المياه تحت قاع الموجة بدوائر بعكس اتجاه التيار. ومن الجدير بالذكر ان حركة جزيئات المياه اثناء الأمواج تقل شدتها باتجاه الأسفل تحت سطح المياه إلى ان تصل إلى الحد الذي تنعدم فيه حركة جزيئات المياه بسبب الأمواج ويعرف هذا الحد بقاعدة الموجة Wave Base ويبلغ عمق قاعدة الموجة نصف طول الموجة.

عندما تقترب الأمواج من الساحل يقل عمق المياه إلى ان يصل إلى اقل من قاع الموجة فتبدأ عندئذ جزيئات المياه بتغيير حركتها الدائرية إلى حركة بيضوية، ويتبدل شكل الموجة حيث تصبح قمتها ضيقة وذات انحدار شديد، بينما يكون قاع الموجة عريضاً ثم تتحطم قمة الأمواج وتعرف حينئذ بالأمواج المتكسرة Breakers[2].

---

[1] Keith , A., Sverdrup & others , An Introduction to the worlds Ocean, Seventh Edition , New York , 2003 , p. 253.

[2] سهل السنوي وآخرون، الجيولوجيا العامة، مطبعة كلية العلوم، بغداد، 1979، ص276.

ويوضح الشكل (26) تكسر الأمواج. وتقترب الأمواج من الساحل بزاوية منفرجة ويتغير شكل الموجة في المياه الضحلة قرب الساحل كما اشير سابقاً وتتبدد طاقة الأمواج بالاحتكاك وحمل المواد وان قسماً من الأمواج يسير بموازاة الساحل، وتقابل حركة تجمع المياه عند الساحل حركة مضادة على شكل تيار يتحرك في الطبقات السفلى من المياه بعيداً عن الساحل يعرف بارتداد الموج.

شكل (26) تكسر الأمواج عند الساحل

تعد الأمواج من العوامل المهمة في عمليتي الحت والترسيب في المناطق الساحلية، فضلاً عن قيامها بنقل الرواسب إلى داخل البحار، كما تعد العامل الرئيس في تشكيل عدد من المظاهر الجيومورفية الساحلية مثل الكهوف البحرية والمسلات البحرية والاقواس البحرية والحواجز والألسنة وغيرها. ولا يقتصر تأثيرها على ما ذكر في اعلاه بل يتعداه إلى تأثيرات تدميرية تتمثل في تحطيم بعض السفن وغرقها في عرض البحار وحينما تصطدم الامواج العاتية في السواحل فإنها تحطم المباني والارصفة وكاسرات الأمواج وغيرها من المنشآت الساحلية، كما هو الحال في السواحل الغربية للولايات المتحدة الامريكية وشواطئ جزر شتلاند اللتان تتعرضان إلى امواج شديدة ناجمة عن العواصف الاعصارية.

الأمواج الزلزالية (تسونامي Tsunami): ينشأ هذا النمط من الأمواج بسبب حدوث الهزات الزلزالية والنشاط البركاني تحت قاع البحار والمحيطات وبخاصة في نطاق الضعف الجيولوجي المتمثل في الاخاديد والأحواض العميقة التي ترتبط بنطاق الزلازل والبراكين. ويزداد تكرار الأمواج الزلزالية في المحيط الهادي بساحليه الشرقي والغربي لارتباط وجودهما بالنطاق الرئيس الذي تحدث فيه الزلازل والبراكين والذي يطلق عليه تسمية حلقة النار Ring of fire.

تتوقف سرعة امواج التسونامي وارتفاعها على عمق المياه، ففي الأماكن التي يزيد عمقها على 4000 متراً نجد أن سرعتها تصل إلى حوالي 750 كيلو متر في الساعة وتتراوح اطوالها بين 55–200 كيلو متر ويكون ارتفاعها قليل يتراوح بين 30–60 سنتمتر، بحيث يمكنها أن تمر دون أن يشعر بها ركاب السفن في عرض المحيطات. وتتركز قوة موجة التسونامي عند اقترابها من السواحل، مما يؤدي إلى زيادة ارتفاع الموجة الذي يتراوح بين 10–15 متراً، مما ينجم عنه التدمير والتخريب في المناطق الساحلية. فعلى سبيل المثال أن التسونامي الذي تعرضت له سواحل نيكاراكوا في عام 1992 تسبب في مقتل 170 شخصاً وتدمير 1500 بناية. وفي عام 1993 تسبب التسونامي الذي تعرض له بحر اليابان إلى مقتل 185 شخصاً وقدرت الخسائر المادية بحوالي 600 مليون دولار امريكي. وفي عام 2004 تعرضت سواحل سومطرة إلى موجة تسونامي وصل ارتفاعها إلى 20 متراً[1]، وأدت إلى خسائر جسيمة في الأرواح والمنشآت كما يتضح من الصورة (1).

[1] Keith & Virginia , Op. Cit., p. 263.

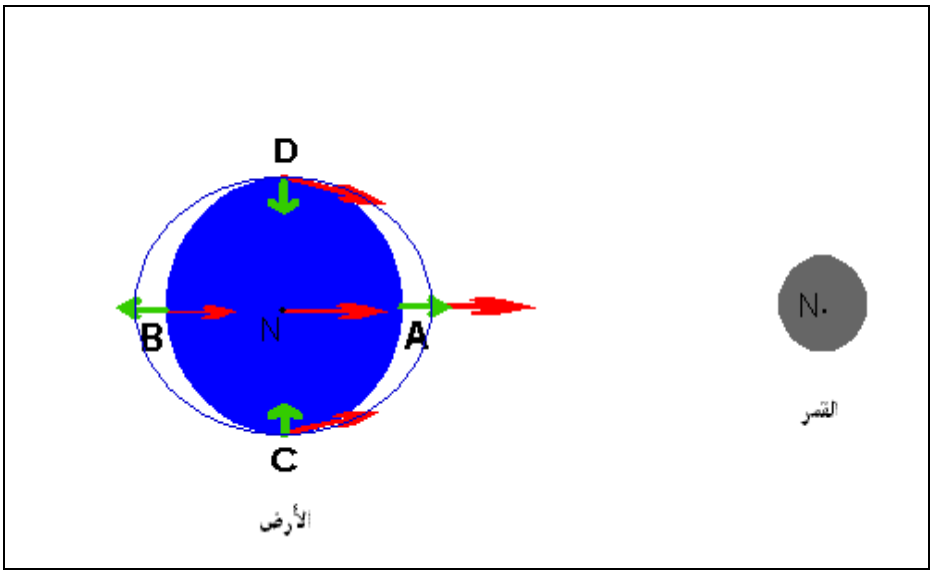
صورة (1) الدمار الذي خلفه التسونامي في سومطرة عام 2004

2- المد والجزر: تمثل ظاهرة المد والجزر حركة ارتفاع وانخفاض وقتي في منسوب المياه السطحية للبحار والمحيطات، وتحدث هذه الظاهرة مرة كل 12 ساعة و25 دقيقة تقريباً ويرجع السبب الرئيس في حدوثها إلى قوة جذب كتلتي القمر والشمس للمياه البحرية، فضلاً عن تأثير قوة الطرد المركزية للأرض الناجمة عن دورانها حول نفسها. وعلى الرغم من كبر حجم الشمس الذي يفوق حجم القمر بحوالي 30 مليون مرة، الا أن قوة جذبها لمياه البحار والمحيطات اقل من قوة جذب القمر ويعزى ذلك إلى بعد المسافة بين الارض والشمس التي تصل إلى حوالي 150 مليون كيلو متر، بينما يبعد القمر عن الارض حوالي 385 الف كيلو متر، وان قوة الجذب تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما[1].

[1] علي عبدالكريم علي، علم الجغرافية الطبيعية، دار الطباعة الحديثة، البصرة، 1969، ص 204.

لقد توصل نيوتن بأن قوة جذب الشمس تعادل 46٪ من قوة جذب القمر للمياه البحرية. وينجم عن قوة جذب القمر سحب المياه السطحية البحرية نحو المواقع المواجهة له، فيما تعمل قوة الطرد المركزية للأرض على دفع المياه نحو المواقع المعاكسة للقمر مما يؤدي إلى تركيز المياه في الطرفين المتقابلين من الكرة الارضية فترتفع مناسيب المياه ويحدث المد كما في الشكل (27) حيث يمثل الموقعين A وB حدوث المد، في حين تنخفض مناسيب المياه في الموقعين الجانبيين C وD من الكرة الارضية فيحدث الجزر.

شكل (27) حدوث المد والجزر

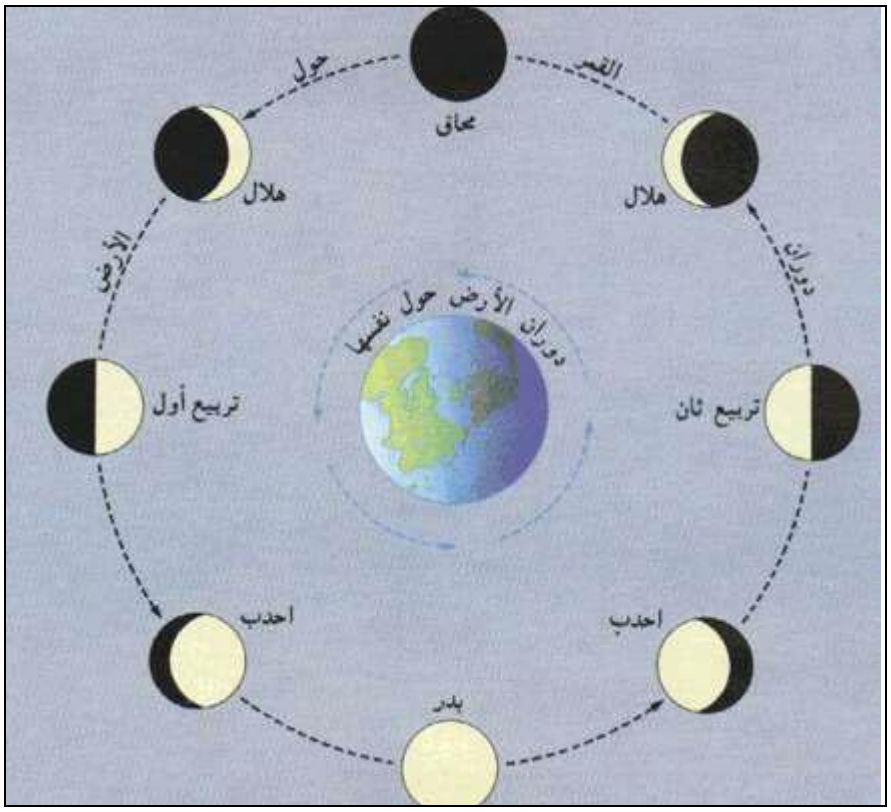


تدور الأرض حول محورها مرة واحدة كل 24 ساعة ويحدث خلال هذه الدورة مدان وجزران خلال اليوم الواحد، ولو كان القمر ثابتاً في مكانه فأن الزمن بين كل مدين يكون 12 ساعة، ولما كانت الحركة الظاهرية للقمر تتم في 24 ساعة و50 دقيقة، فهذا يعني ان المد يتأخر 50 دقيقة كل يوم[1].

[1] علي عبدالكريم علي، مصدر سابق، ص206.

يدور القمر حول الأرض ويكمل دورته حولها بمدة تستغرق حوالي 29 يوماً و12 ساعة و44 دقيقة، وخلال هذه المدة الزمنية يمر القمر بجميع مراحله من الهلال إلى التربيع الأول إلى البدر فالتربيع الثاني فالهلال ثم المحاق وكما يتبين من الشكل (28).

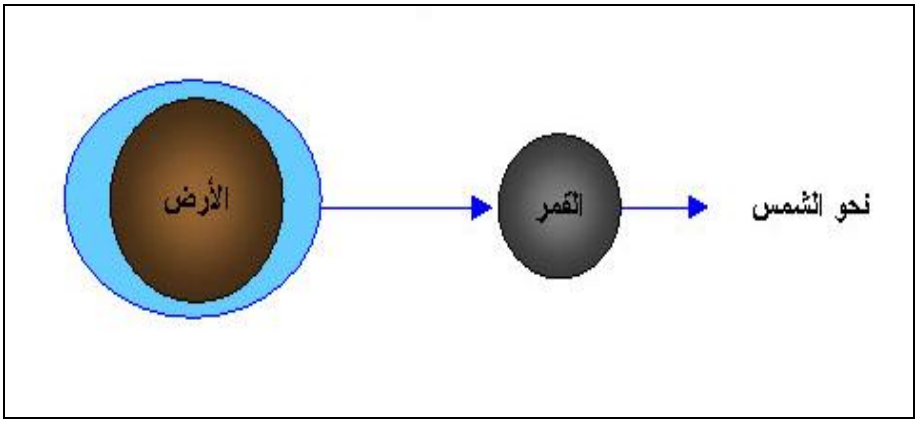
شكل (28) دوران القمر حول الأرض



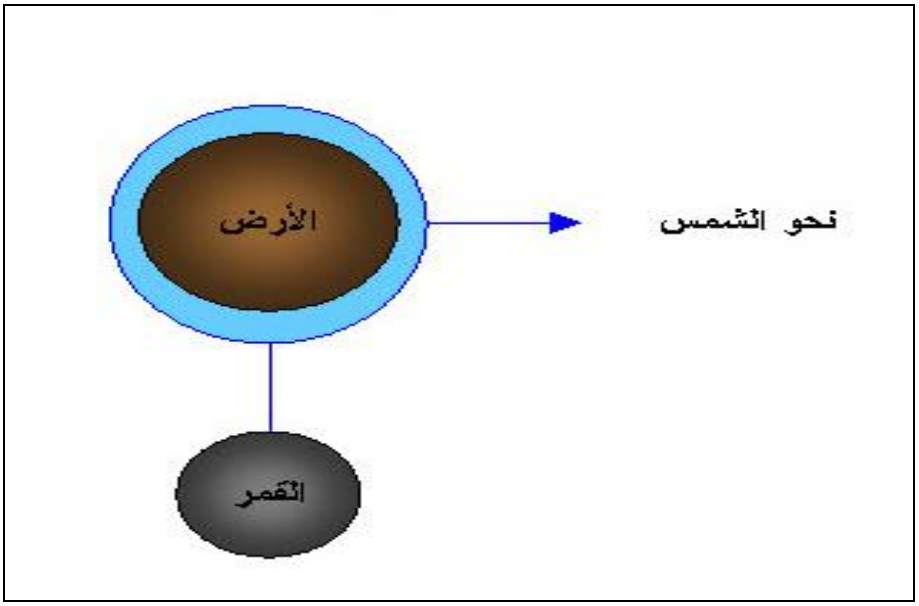
عندما تقع الشمس والقمر والأرض في مستوى واحد عند حركة الارض والقمر يحدث المد العالي، وعندما تقع الشمس في جانب من الأرض والقمر في الجانب المعاكس بحيث يصنع مع موقع الشمس زاوية قائمة مركزها الأرض، فان تأثير جذب كل من الشمس والقمر يكون معاكساً للآخر فيحدث المد الواطئ كما في الشكلين (29و30). ويحدث المد الأعلى أو ما يسمى بالمد الربيعي Spring Tide

عندما يكون القمر بدراً أو في المحاق. أما عندما يكون القمر في التربيع الأول أو الثاني فيحدث المد الأدنى Neap Tide.

شكل (29) المد العالي



شكل (30) المد الواطئ



يطلق مصطلح مدى المد والجزر Tidal Range على الفرق بين اعلى مستوى للمياه خلال حالة المد وبين ادنى مستوى للمياه خلال حالة الجزر، ويبلغ المعدل العام

لمدى المد والجزر في المحيطات حوالي 1.5 متراً، الا أنه يتباين مكانياً بين اقل من متر إلى حوالي 15 متراً، ففي خليج فندي في كندا يصل إلى 15 متراً، فيما يصل في جنوب غرب ايرلندا إلى حوالي ثلاثة امتار ويصل في شمال غرب فرنسا إلى حوالي 2.7 متراً. يساعد ارتفاع مدى المد والجزر على تكوين تيارات المد والجزر التي تؤثر في حركة الملاحة، إذ تستطيع السفن الاقتراب من الأرصفة لإجراء عملية الشحن والتفريغ في وقت حدوث المد، وتبتعد عنها حينما يحدث الجزر حتى لا تجنح في القاع حينما تنحسر المياه. ويصبح خطر المد شديداً في الخلجان والممرات المائية الضيقة وخاصة عندما تعترض مسار المد رياح شديدة أو أمواج مضادة[1].

3- التيارات المحيطية: يقصد بالتيارات المحيطية حركة كتل من المياه البحرية بصورة منتظمة وفي اتجاهات محددة ضمن البحار والمحيطات، وتكون هذه الحركة اما افقية أو عمودية. وللتيارات المحيطية اهمية كبيرة في التوازن الطبيعي لخصائص المياه البحرية ومناسيبها، إذ تؤدي إلى امتزاج واختلاط هذه المياه بفعل التداخل بين الكتل المائية افقياً وعمودياً ونقل كميات من المياه من الأماكن ذات المناسيب المرتفعة إلى الأماكن ذات المناسيب المنخفضة، فضلاً عن تأثيرها في الخصائص المناخية للمناطق الساحلية التي تمر بالقرب منها وبخاصة درجات الحرارة وكمية التساقط والرطوبة وتشكيل الضباب.

هناك عدد من العوامل التي تتسبب في حدوث التيارات المحيطية وسرعة واتجاهات حركتها، ومن ابرز هذه العوامل ما يأتي:

أ- الخصائص المناخية: تتمثل الخصائص المناخية في الدورة العامة للرياح وكمية الأمطار اللذان يسهمان في حركة المياه البحرية السطحية، إذ تؤثر الدورة العامة للرياح

---

[1] جوده حسنين جوده، جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص173–174.

في مساحات واسعة من المياه البحرية، فالرياح التجارية الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية التي تهب من مناطق الضغط المرتفع المداري تعمل على حركة المياه البحرية نحو العروض الاستوائية، وتعمل الرياح الغربية ضمن العروض الوسطى على حركة المياه البحرية باتجاه الجانب الشرقي من المحيطات، فيما تعمل الرياح القطبية الشرقية على حركة المياه والثلوج من المحيط المتجمد الشمالي نحو المحيط الاطلسي ضمن العروض الوسطى.

تؤدي الأمطار الغزيرة في العروض الاستوائية والوسطى إلى ارتفاع مناسيب المياه البحرية ومن ثم حركتها نحو الأماكن التي تقل فيها كمية الأمطار وتزداد كمية التبخر وتنخفض مناسيب مياهها.

تتسم التيارات المحيطية التي تتحرك نحو الشمال في نصف الكرة الشمالي بالدفء لكونها قادمة من مناطق دافئة نحو مناطق باردة نسبياً، في حين تتسم التيارات المحيطية التي تتحرك جنوباً بالبرودة، ويحدث العكس في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية.

ب- اختلاف كثافة المياه البحرية: تتباين كثافة المياه البحرية تبعاً لتباين درجات الحرارة والملوحة والضغط المسلط على المياه–كما اشير سابقاً–فتتحرك المياه ذات الكثافة المرتفعة من السطح باتجاه القاع وتصعد الكتل المائية ذات الكثافة المنخفضة إلى الأعلى مكونة التيارات الصاعدة. كما يؤدي الاختلاف في كثافة المياه البحرية إلى حدوث تيارات سطحية كما هو الحال في تبادل الكتل المائية بين البحر المتوسط ذات الكثافة المرتفعة والمحيط الاطلسي ذات الكثافة الأقل عن طريق مضيق جبل طارق على شكل تيار سطحي من المحيط إلى البحر وتيار آخر عميق من البحر إلى المحيط[1].

[1] علي عبدالكريم علي، مصدر سابق، ص208–209.

ج- قوة كوريولس: تدعى القوة الانحرافية الناجمة عن دوران الأرض حول نفسها بقوة كوريولس Corioli's Force نسبة لعالم الطبيعيات الفرنسي المسمى بهذا الاسم. وتؤثر هذه القوة في الغلاف الجوي وفي المسطحات المائية، فالمياه البحرية حينما تتحرك باتجاه معين تنحرف إلى يمين اتجاهها في نصف الكرة الشمالي والى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، مما يشير إلى أن هذه القوة تؤثر في انحراف التيارات المحيطية تبعاً لذلك، ويزداد تأثير هذه القوة باتجاه القطبين ويتناقص باتجاه خط الاستواء.

ومما تجدر الاشارة اليه أن شكل السواحل يؤثر ايضاً في تحديد الاتجاهات لبعض التيارات السطحية المحيطية.

أما بالنسبة للحركة العمودية للمياه البحرية فيطلق عليها تيارات التدفق Up welling التي يقصد بها اندفاع المياه العميقة رأسياً إلى السطح وتنتشر هذه الظاهرة في اماكن معينة من البحار والمحيطات في حالة توفر الظروف التي تسهم في حدوثها والتي ابرزها ما يأتي[1]:

أ- انقسام تيار مائي سطحي إلى قسمين يسيران في اتجاهين متضادين، مما يؤدي إلى ارتفاع المياه من الأسفل إلى الأعلى لتعويض الفراغ الذي ينشأ في مكان الافتراق.

ب- التقاء تيارين محيطيين مختلفين امام احد السواحل وتغير اتجاههما، مما ينجم عنه حدوث حركة تصعيد في المياه كما عليه الحال في المكان الذي يلتقي فيه تيار الخليج الدافئ بتيار لبرادور البارد عند جزيرة نيوفاوندلاند في شمال شرق امريكا الشمالية.

---

[1] عبدالعزيز طريح شرف، جغرافية البحار، الطبعة الثانية، مصدر سابق، ص200.

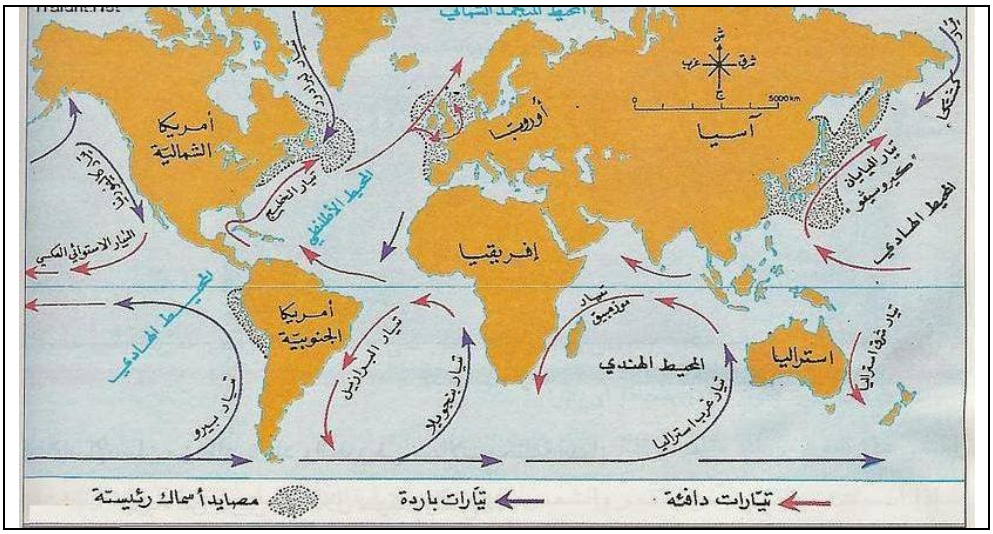
ج- هبوب رياح سريعة من اليابسة نحو المحيط، حيث تقوم بحركة المياه السطحية إلى داخل المحيط فترتفع المياه القريبة من الساحل إلى الأعلى لتحل محلها.

تقابل عملية التدفق عملية هبوط المياه البحرية من السطح إلى الأسفل للمحافظة على التوازن المائي ولا يشترط أن يهبط الماء في ذات الأماكن التي صعد منها أو بجوارها، وانما قد تحدث عملية الهبوط في أماكن بعيدة. وتحدث عملية هبوط المياه بسبب برودة المياه السطحية أو ارتفاع كثافتها.

التوزيع المكاني للتيارات المحيطية الرئيسة:

تظهر في المحيطات العديد من التيارات المحيطية كما يتضح من الشكل (31) التي تتباين في امتداداتها واعماقها، وغالباً ما تسمى التيارات المحيطية بأسماء المناطق الساحلية سواء اكانت دولاً أو مقاطعات أو جزر. وفيما يأتي عرض موجز للتيارات المحيطية الرئيسة:

شكل (31) التوزيع المكاني للتيارات المحيطية الرئيسة



1- تيارات المحيط الاطلسي[1]: يحدث في المحيط الاطلسي عدد من التيارات المحيطية التي تنشأ في المنطقة الاستوائية والتي تتمثل بالتيار الاستوائي الشمالي والتيار الاستوائي الجنوبي. فالتيار الاستوائي الشمالي عبارة عن تيار قليل السمك لا يتجاوز سمكه عن 200 متراً من المياه السطحية يشغل نطاق واسع يمتد بين دائرتي عرض 10–20 درجة شمالاً، ويتحرك من الغرب إلى الشرق مع حركة الرياح التجارية الشرقية، وتبلغ سرعته عند دائرة عرض 20 درجة شمالاً حوالي 30 كيلو متر في اليوم. يتفرع هذا التيار عند قوس طول 60 درجة غرباً إلى فرعين احدهما يدخل البحر الكاريبي ثم يدور في خليج المكسيك ليخرج بعد ذلك إلى المحيط الاطلسي عن طريق مضيق فلوريدا. أما الفرع الثاني فانه يلتقي مع الفرع الأول إلى الشمال من جزر الهند الغربية.

أما التيار الاستوائي الجنوبي فيتفق مساره مع مسار الرياح التجارية الجنوبية الشرقية ويتحرك من الشرق إلى الغرب ايضاً. يتفرع إلى فرعين احدهما يسير مع السواحل الشرقية لقارة امريكا الجنوبية ويسمى بتيار البرازيل الدافئ، فيما يتجه الفرع الثاني نحو الشمال الغربي ويتحد مع فرع من التيار الاستوائي الشمالي بالقرب من مصب نهر الامزون ثم يدخل البحر الكاريبي.

يعمل التياران الاستوائي الشمالي والجنوبي على تراكم كميات هائلة من المياه على الجانب الغربي للمحيط الاطلسي وبخاصة في خليج المكسيك الذي يرتفع فيه مستوى المياه عما عليه في مستوى مياه المحيط بحوالي 19 سم، مما يدفع بالمياه من الخليج إلى المحيط على شكل تيار يعرف باسم تيار الخليج الدافئ الذي تتراوح سرعته في مضيق فلوريدا بين 160 -190 كيلو متر في اليوم، ثم يتفرع هذا التيار وينتشر

---

[1] صلاح الدين بحيري، مبادئ الجغرافية الطبيعية، دار الفكر المعاصر، دمشق، 2006، صحار وال 173 -176.

على مساحة واسعة فتكون حركته بطيئة ويتجه شرقاً مع الرياح العكسية الغربية، فيما يتخذ قسم من هذا التيار مساراً جنوبياً شرقياً ليكون تيار الكناري البارد الذي يعد واحداً من تيارات الجانب الشرقي للمحيط الاطلسي وتحدث فيه ظاهرة التدفق. أما الباقي من تيار الخليج الدافئ فأنه يتجه نحو الشمال والشمال الشرقي حيث تنقل مياهه الدفء إلى سواحل غرب اوروبا. ويتجه قسم من المياه غرباً إلى الجنوب من جزيرة ايسلنده في تيار يسمى ارمنجر Irminger الذي يلتقي مع تيار شرق كرينلاند البارد فتتكون كتل مائية باردة تهبط إلى الأعماق في شمال المحيط الاطلسي.

أما في القسم الجنوبي من المحيط الاطلسي يوجد تيار بنكويلا البارد الذي يتحرك شمالاً بالقرب من الساحل الجنوبي لافريقيا، وبعد دائرة عرض 20 درجة جنوباً يبتعد التيار عن الساحل كثيراً فيتجه غرباً ليتحد مع التيار الاستوائي الجنوبي. ويتجه تيار البرازيل الدافئ جنوباً حتى دائرة عرض 30 درجة جنوباً ويلتقي مع تيار فوكلاند البارد، وينشأ من التقاء هذين التيارين المختلفين تيار يتجه من الغرب إلى الشرق عبر جنوب المحيط الاطلسي بتأثير الرياح الغربية، ومن ثم تستكمل المياه دورتها في اتجاه معاكس لاتجاه عقارب الساعة في القسم الجنوبي من المحيط الاطلسي.ويوضح الشكل (32) التوزيع المكاني لعدد من التيارات التي تحدث في المحيط الاطلسي.

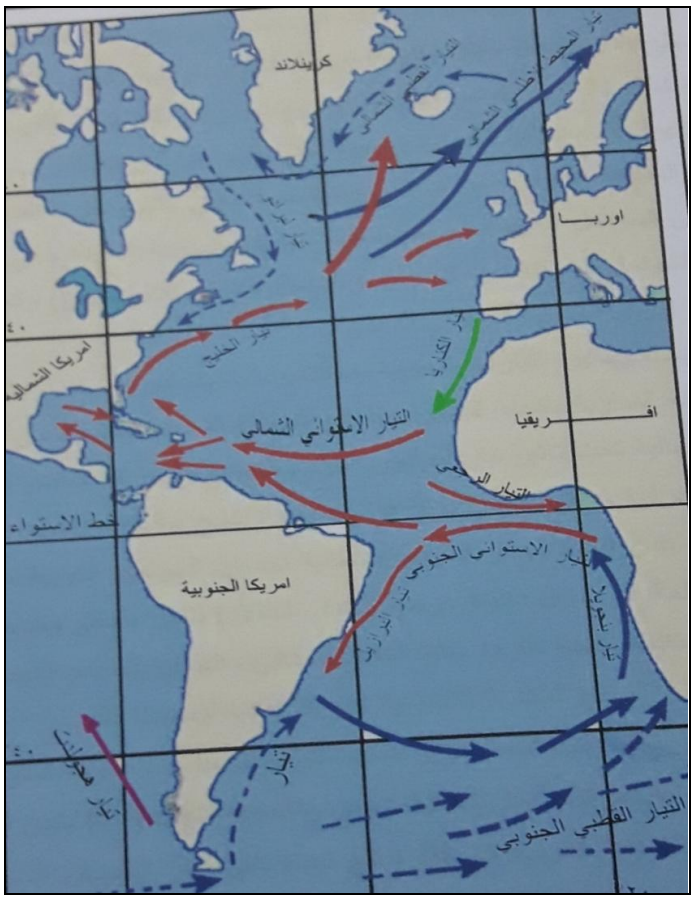
2- تيارات المحيط الهادي[1]: لا تختلف تيارات المحيط الهادي في نظامها العام عن التيارات في المحيط الاطلسي، حيث يوجد ايضاً تياران استوائيان احدهما شمالي والآخر جنوبي، فالتيار الاستوائي الشمالي يتحرك من الشرق إلى الغرب ابتداء من السواحل الغربية لامريكا الشمالية، ويتسم هذا التيار بكونه واسع وعميق وتكون سرعته بطيئة لا تتجاوز 20 سم في الثانية. ينقسم هذا التيار عند وصوله إلى القسم

[1] عبدالاله رزوقي كربل، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص151- 152.

الغربي من المحيط إلى فرعين يتجه احدهما جنوباً ليغذي التيار الاستوائي المعاكس الذي يعبر المحيط الهادي باتجاه الشرق حتى السواحل الغربية لامريكا الوسطى، فيما يتجه الفرع الآخر شمالاً ليمر بالسواحل الشمالية لجزر الفلبين. ويتكون تيار كيروشيو Kuroshio من خلال اندفاع مياه التيار الاستوائي هذا باتجاه الشمال ثم الشمال الشرقي ويعرف باسم تيار الهادي الشمالي الذي يصل إلى الساحل الشمالي الغربي لقارة امريكا الشمالية، حيث يتفرع إلى فرعين رئيسين يتجه احدهما جنوباً بموازاة الساحل الغربي للولايات المتحدة الامريكية بين دائرتي عرض 33–48 درجة شمالاً ويعرف باسم تيار كالفورنيا البارد الذي يكون مصحوباً بظاهرة التدفق. ثم ينحرف هذا التيار باتجاه الغرب ثانية لينضم إلى التيار الاستوائي الشمالي وبذلك تكتمل الدورة التيارية الشمالية. أما الفرع الآخر من تيار الهادي الشمالي فانه يتجه شمالاً بموازاة السواحل الغربية للولايات المتحدة الامريكية وكندا ويدور مع سواحل الاسكا ويعرف باسم تيار الاسكا الذي تعود مياهه ثانية نحو تيار الهادي الشمالي باتجاه معاكس لاتجاه عقارب الساعة.

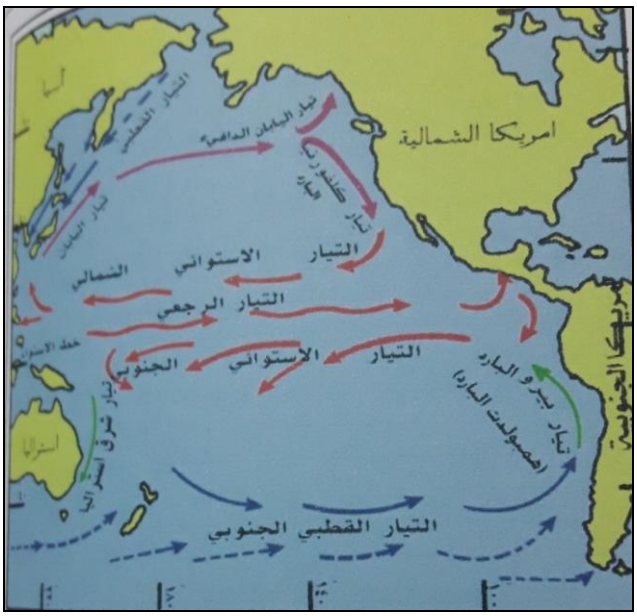
يتحرك على طول ساحل قارة آسيا الشمالي الشرقي تيار بارد قادم من البحار القطبية يطلق على القسم الشمالي منه تيار كمشتكا وعلى قسمه الجنوبي تيار اوياشيو Oyashio الذي تلتقي مياهه مع مياه التيار الهادي الشمالي شرق الجزر اليابانية.

شكل (32) التوزيع المكاني للتيارات المحيطية في المحيط الاطلسي



أما في المحيط الهادي الجنوبي فأن دورة التيارات المحيطية تبدأ بالتيار الاستوائي الجنوبي الذي يتغذى من تيارين هما تيار همبولد الموازي للساحل الغربي من امريكا الجنوبية وتيار منيتور. وينقسم التيار عند اقترابه من استراليا والجزر الجنوبية الشرقية في آسيا إلى عدة فروع اهمها تيار استراليا الشرقي وتيار تسمانيا الذي يندفع شرقاً مع الرياح العكسية مكوناً تيار الهادي الجنوبي. وتتكامل الدورة عندما يندفع قسم من مياه تيار الهادي الجنوبي مع السواحل الغربية لامريكا الجنوبية بشكل تيار بارد هو تيار بيرو.والشكل (33) يوضح التوزيع المكاني للتيارات في المحيط الهادي.

شكل (33) التوزيع المكاني للتيارات في المحيط الهادي



3- تيارات المحيط الهندي[1]: تختلف تيارات المحيط الهندي عما عليه في تيارات المحيطين الاطلسي والهادي، وانها تتغير باختلاف فصول السنة، ويظهر هذا التغير بشكل خاص في القسم الشمالي من المحيط الهندي بين دائرة الاستواء والسواحل الجنوبية لقارة آسيا، ويعزى ذلك إلى اختلاف الرياح الموسمية التي تهب من الشمال الشرقي في فصل الشتاء ومن الجنوب الغربي في فصل الصيف. ففي فصل الشتاء تهب الرياح الموسمية من قارة آسيا حيث الضغط الجوي المرتفع فوق اليابس ويكون اتجاهها من الشمال الشرقي نحو الغرب، فيصبح اتجاه التيارات البحرية في الجزء الشمالي من المحيط من الشرق إلى الغرب، وعندما تصل إلى السواحل الشرقية من القارة الافريقية تتجه نحو الشرق على هيئة تيار استوائي عكسي، أي في عكس اتجاه عقرب الساعة. أما في فصل الصيف فان الرياح الموسمية الجنوبية الغربية تهب نحو

[1] علي سالم الشواورة، جغرافية علم المناخ والطقس مصدر سابق، ص 298–299.

قارة آسيا، مما يؤدي إلى حركة التيار من الغرب إلى الشرق، وحينما يصل إلى جزر الهند الشرقية يتجه نحو الجنوب لينضم إلى التيار الاستوائي الجنوبي إلى الجنوب من الدائرة الاستوائية.

يوجد في الجزء الجنوبي من المحيط الهندي التيار الاستوائي الجنوبي الذي يتحرك باتجاه الغرب صيفاً وشتاءً ماراً بسواحل شرق افريقيا، حيث يعرف بتيار موزمبيق الدافئ، والى الجنوب من دائرة عرض30 درجة جنوباً ينحرف نحو الشرق ليدخل ضمن نطاق الرياح العكسية الغربية. ويتفرع بالقرب من سواحل جنوب غرب استراليا إلى فرعين يتجه احدهما نحو الشمال ماراً بغربي استراليا ويعرف بتيار غرب استراليا البارد الذي ينضم بدوره إلى التيار الاستوائي الجنوبي، أما الفرع الآخر فانه يواصل حركته نحو السواحل الجنوبية لقارة استراليا وسواحل نيوزيلنده لينضم مع التيار القطبي الجنوبي.

اهمية التيارات المحيطية:

تكمن اهمية التيارات المحيطية في عدد من النواحي التي يمكن ايجازها بالآتي:

1- تؤثر التيارات المحيطية في الظروف المناخية للمناطق الساحلية التي تمر بجوارها اما بانخفاض درجات الحرارة فيها أو ارتفاعها. ففي سواحل شمال غرب اوروبا يسهم تيار الخليج الدافئ برفع درجة حرارة سواحلها، مما يجعلها مفتوحة للملاحة طيلة فصل الشتاء، أما التيارات الباردة فأنها تسهم في انخفاض درجات الحرارة في السواحل التي تمر بها كما هو الحال في سواحل شرق كندا التي تتأثر بتيار لبرادور البارد. وتسهم التيارات المحيطية الدافئة في زيادة بخار الماء وتزايد سقوط الامطار بالنسبة للسواحل والمناطق التي تمر بجوارها كما هو الحال في جزيرة ايرلندة وجزيرة فانكوفر.

تؤثر التيارات المحيطية في غرب القارات ضمن المنطقة المدارية في قلة كمية المطر وسيادة الجفاف، فعندما تهب رياح رطبة فوق مسطحات مائية انخفضت درجة حرارتها بسبب تأثير تيار محيطي بارد فأن برودة المياه تؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الرياح وتكاثف رطوبتها على شكل ضباب، مما ينجم عنه قلة المطر في اليابس المجاور وانتشار الصحاري الساحلية Coastal Deserts كما هو الحال بالنسبة لتيار بنكويلا البارد الذي يمر بجوار الساحل الجنوبي الغربي لافريقيا حيث تتواجد صحراء ناميب، وتيار همبولت البارد بمحاذاة الساحل الغربي لامريكا الجنوبية حيث تتواجد صحراء اتكاما في شيلي، فضلاً عن تيار كالفورنيا البارد بالقرب من صحراء كالفورنيا في جنوب غرب امريكا الشمالية، وتيار كناري البارد في غرب الصحراء الافريقية الكبرى[1].

عندما يلتقي تيار بارد مع تيار دافئ يتشكل الضباب الكثيف ويقل مدى الرؤية، وخير مثال على ذلك الضباب الذي يتشكل حول جزيرة نيوفاوندلاند في شمال شرق امريكا الشمالية وحول الجزر اليابانية وسواحل شمال غرب افريقيا.

2- تؤدي التيارات المحيطية إلى امتزاج واختلاط المياه البحرية ونقل كميات من المياه من الأماكن التي ترتفع فيها المناسيب إلى الأماكن التي تكون مناسيب مياهها منخفضة للمحافظة على التوازن الطبيعي.

3- تقوم التيارات المحيطية بنقل المواد الغذائية التي تشتمل على الطحالب والأعشاب البحرية والهائمات النباتية والحيوانية من مكان إلى آخر، وحينما تلتقي التيارات المحيطية الدافئة مع التيارات الباردة تصبح مناطق الالتقاء غنية بهذه المواد الغذائية التي تتغذى عليها الأسماك مثل سواحل جزيرة نيوفاوندلاند وسواحل الجزر

---

[1] عبدالله سالم المالكي، مشكلات بيئية في المناطق الجافة، دار الوضاح للنشر، عمان، 2015، ص44.

اليابانية وسواحل الاكوادور وغيرها التي تكون مناطق صيد رئيسة للأسماك البحرية بأنواعها المختلفة[1].

4- تسهم التيارات المحيطية في نقل الرواسب التي في طريق حركتها أما إلى اعماق المحيطات وأما قرب السواحل.

[1] علي سالم الشواورة، مصدر سابق، ص 300.

الفصل الخامس

المظاهر التضاريسية للبحار والمحيطات

الفصل الخامس

المظاهر التضاريسية للبحار والمحيطات

تتباين المظاهر التضاريسية للبحار والمحيطات من المناطق الضحلة وحتى الأعماق السحيقة كما تتباين العوامل التي اسهمت في تشكيلها.

المظاهر التضاريسية في المناطق الضحلة للبحار والمحيطات

تؤثر في السواحل عمليات جيومورفية مثل الأمواج والتيارات المحيطية وحركات المد والجزر، وتعد الأمواج ابرز هذه العمليات وأكثرها تأثيراً في المناطق الساحلية. وقبل الخوض في الموضوع ينبغي التعرف على عدد من المصطلحات ذات الصلة بموضوع المناطق الساحلية. فالساحل Coast يعني نطاق اتصال اليابس بالبحر، ويطلق على المنطقة الفاصلة بين الجروف البحرية وبين ادنى مستوى تصله مياه الجزر اسم الشاطئ Shore، واذا كان الساحل سهلياً يخلو من الجروف فان تعبير الشاطئ يطلق حينئذ على المساحة المحصورة بين اعلى حد تصله امواج العواصف القوية وبين ادنى منسوب تصله مياه الجزر. وينقسم الشاطئ إلى نطاقين يتمثل الأول بالشاطئ الأمامي Fore- shore ويمتد من ادنى منسوب لمياه الجزر إلى اعلى منسوب تصل اليه موجة المد، ويتمثل النطاق الثاني بالشاطئ الخلفي Back- shore الذي يمتد من اعلى منسوب تصله موجة المد إلى خط الساحل، ويمكن تعيين خط الساحل Coast line اما بخط الجرف البحري أو الخط الذي تصل اليه اعلى امواج العواصف. أما البلاج Beach فانه يتكون من رواسب الرمال والحصى فوق الشاطئ[1]، ويوضح الشكل (34) ما ورد في تلك المصطلحات.

---

[1] عبدالله سالم المالكي، اساسيات علم الأشكال الأرضية، مصدر سابق، ص227.

تصنف المظاهر التضاريسية الناجمة عن حركات المياه البحرية وبخاصة الأمواج إلى مظاهر تضاريسية ناجمة عن عمليات الحت وأخرى ناجمة عن عمليات الترسيب.

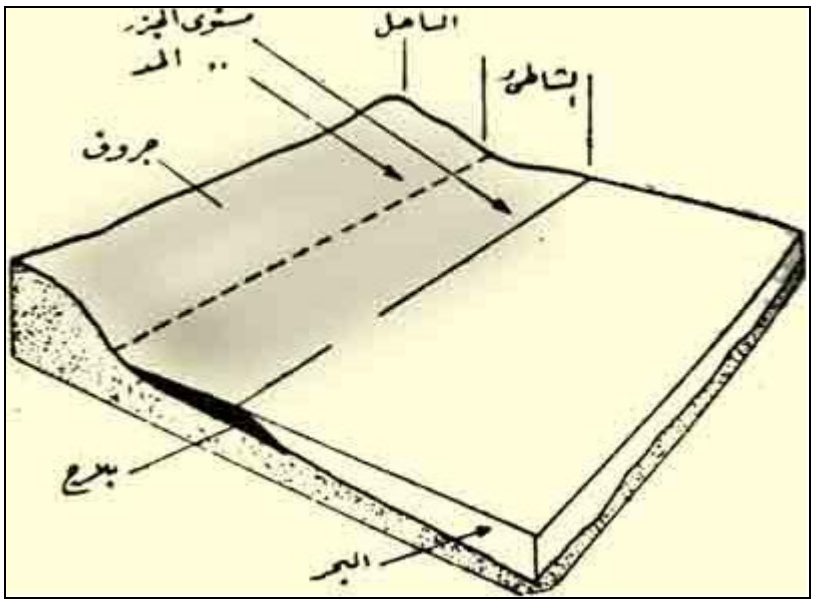
اولاً: المظاهر التضاريسية الناجمة عن عمليات الحت:

يتباين النشاط الحتي لحركة المياه البحرية في المناطق الضحلة تبعاً لتباين عوامل عديدة تشتمل على:

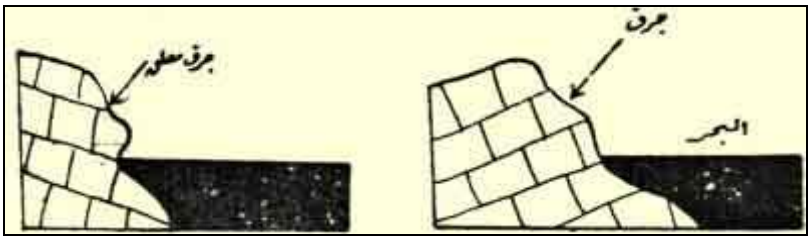
1- درجة صلابة الصخور: تؤثر درجة صلابة الصخور في العمل الحتي للأمواج، فالصخور النارية الصلبة المتماسكة والقليلة الشقوق والمفاصل تقاوم عملية الحت على عكس الصخور اللينة ذوات المفاصل والشقوق.

2- طبيعة ميل الطبقات الصخرية: يزداد تأثير حت الأمواج في الجروف التي يكون فيها اتجاه ميل الطبقات الصخرية نحو البحر، حيث تقوم الأمواج بتعرية القسم الأسفل منها، مما يتيح المجال لحصول عملية تساقط صخري أو انزلاقات ارضية من الأجزاء المرتفعة من الجروف التي لا تستطيع الأمواج الوصول اليها كما في الشكل (35).

شكل (34) الساحل والشاطئ والبلاج والجروف



شكل (35) تأثير ميل الطبقات الصخرية



3- كمية المواد الصخرية المفتتة التي تحملها الأمواج واحجام هذه المواد.

4- مقدار درجة تعرض أو انفتاح الساحل لعمل الأمواج، فضلاً عن اتجاه وقوة الأمواج التي تؤثر فيه، فاذا كان اتجاه الأمواج عمودياً على الساحل يكون التأثير في تفكك الصخور اكثر مما لو كان الاتجاه مائلاً.

5- عمق مياه البحر بالقرب من الساحل، حيث كلما كان البحر عميقاً بالقرب من الساحل فان الموجة سوف تتكسر بالقرب منه وتلقي بكل طاقتها على خط

الساحل فتزداد عملية الحت، في حين لو حدثت عملية تكسر الموجة بعيداً عن خط الساحل ففي هذه الحالة يكون التأثير ضعيفاً.

تقوم الأمواج بعملها الحتي بالطرائق الآتية[1]:

1- الحت الميكانيكي: يتم الحت الميكانيكي من خلال المفتتات الصخرية التي تحملها الأمواج، ويعد اليابس المصدر الرئيس لهذه المفتتات التي تحملها الأنهار إلى بيئات المصبات، وتقوم الأمواج بنقلها على طول الشواطئ المحيطة. كما تتعرض تلك المفتتات إلى التآكل عن طريق الاحتكاك اثناء نقلها بواسطة الأمواج فتتحول إلى حبيبات اصغر حجماً.

2- الحت الكيمياوي: يحتوي ماء البحر على الكثير من المواد الذائبة فيه، مما يمهد لحدوث نشاط كيمياوي ما بين ماء البحر والفتات الصخري الذي تحمله المياه، وكذلك التكوينات الصخرية عند السواحل وبخاصة تلك الصخور عالية الاستجابة للإذابة الكيمياوية كالصخور الجيرية والمواد اللاحمة في الصخور الرملية.

3- الضغط المائي: تنقل الأمواج كميات عظمى من مياه البحار والمحيطات باتجاه الشواطئ، مما يوفر لها طاقة آلية مرتفعة تولد ضغوطاً شديدة على الصخور الساحلية. وان تعرض المكاشف الصخرية إلى ضغوط مائية متباينة ومتكررة يؤدي إلى اقتلاع الرواسب من اماكنها بأحجامها المختلفة ونقلها إلى مناطق أخرى. كما ان تكرار غمر التكوينات الصخرية بمياه البحر وتراجعها عنها يكسبها قوة تفجيرية، وتتم هذه العملية عندما تتواجد شقوق ومفاصل صخرية متعمقة، فعند غمرها بمياه البحر تمتلئ هذه الشقوق والمفاصل بالمياه ضاغطة الهواء المحصور فيها، ثم يعود الهواء إلى

---

[1] سلامة حسن رمضان، اصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر، عمان، 2010، ص329-330.

التمدد المفاجئ اثر تراجع المياه عنها، وان تكرار هذه العملية يؤدي إلى توسيع تلك الشقوق والمفاصل وتحطيم الصخور.

تتكون العديد من الأشكال الأرضية الحتية للأمواج تتمثل بالجروف البحرية والكهوف والأقواس البحرية والمسلات البحرية. وفيما يأتي عرض موجز لكل منها:

1- الجروف البحرية Sea Cliffs: تعد الجروف البحرية من الظواهر الحتية التي تتكون بفعل الأمواج البحرية. وتتكون عندما تتواجد في المناطق الساحلية طبقات صخرية صلبة متعاقبة فوق صخور لينة، وتقوم الأمواج بنحت الطبقات الصخرية اللينة بمعدل اسرع من الطبقات الصخرية الصلبة التي تبقى على شكل حائط مرتفع يشرف على مياه البحر ومواز لخط الساحل على شكل جروف بحرية كما في الشكلين (36 و37).

تتباين الجروف البحرية من مكان إلى آخر تبعاً لبنية الصخور وارتفاعها، إذ تختلف تعاريج الجروف التي تكونت في صخور تميل باتجاه البحر عن تلك التي تميل نحو اليابس، وعن تلك التي يكون امتداد طبقات الصخور فيها افقياً. كما تختلف الجروف التي تكونت في صخور الكرانيت من حيث مظهرها عن تلك التي تكونت في صخور البازلت، أو تلك التي كونتها الأمواج في مواد صخرية غير صلبة وغير متماسكة كما في حالة الرواسب الجليدية[1].

2- الكهوف البحرية Marine caves: تتكون الكهوف البحرية في مناطق الجروف الساحلية التي تتميز صخورها بكثرة الشقوق والمفاصل. وعندما تتعرض تلك الصخور إلى عملية الحت بفعل الأمواج تتآكل الصخور القابلة للحت مكونة فجوات دائرية صغيرة الحجم، وتندفع مياه الأمواج نحو تلك الفجوات وترتطم بها،

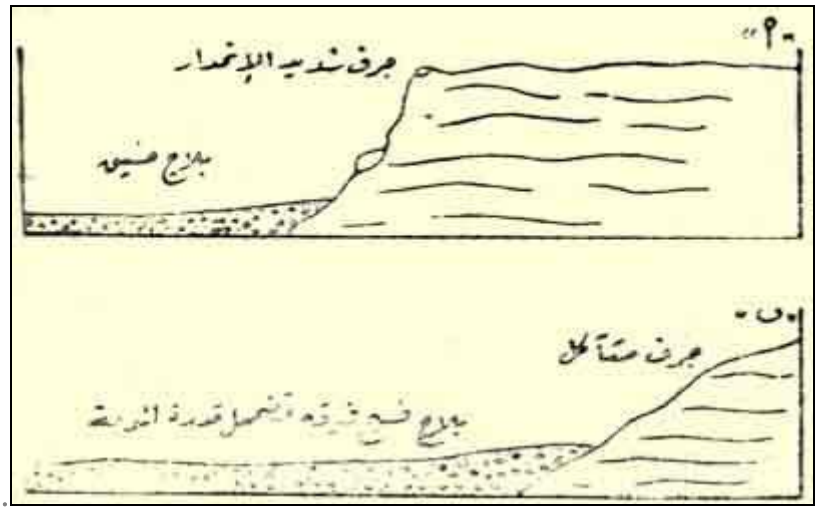
---

[1] عبدالاله رزوقي كربل، علم الأشكال الأرضية، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1986، ص282.

مما يؤدي إلى انضغاط الهواء بداخلها ثم تمدده بصورة فجائية عندما تتقهقر مياه الأمواج، مما ينجم عنه زيادة توسيع هذه الفجوات على شكل كهوف وكما يتبين من الشكل (38). وتتميز هذه الكهوف باتساع فتحاتها المواجهة للأمواج وتضيق كلما اتجهنا نحو الداخل. ومع استمرار عملية الحت بفعل الأمواج يزداد عمق الكهف مما يؤدي إلى انهيار سقوفه.

3- الأقواس البحرية Sea arches: تتكون الأقواس البحرية في المناطق الساحلية التي يمتد فيها اليابس على هيئة لسان صخري في عرض البحر، مما يؤدي إلى ارتطام مياه الأمواج به في كلا جانبيه فتتكون كهوف بحرية عند هذين الجانبين، وكثيراً ما يتقابل كهفان جانبيان ويتكون في هذه الحالة نفق محفور في اللسان الصخري على شكل بوابة ضخمة تعرف بالقوس البحري[1].

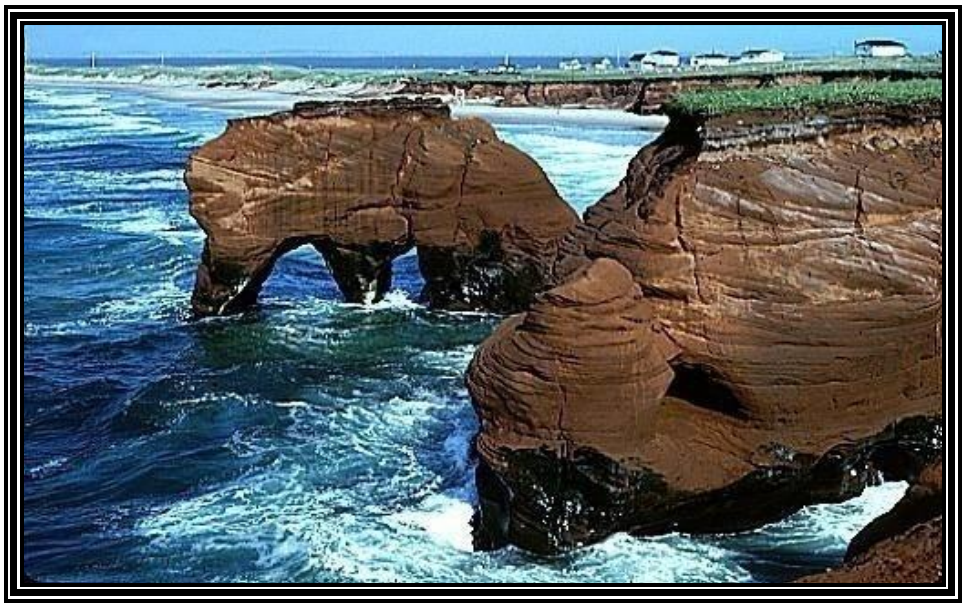
شكل (36) الجروف الساحلية



[1] محمد صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، 1979، ص335.

شكل (37) الجروف البحرية

شكل (38) الكهوف والاقواس البحرية



4- المسلات البحرية Sea stacks: عبارة عن اعمدة من الصخور البارزة في البحر متاخمة للجروف البحرية، وتنشأ عن تراجع هذه الجروف أو تساقط اسقف الأقواس البحرية التي تترك تجاه البحر عموداً من الصخر يبدو كمسلة قاعدتها عريضة متآكلة ورأسها مدبب مسنن[1].

ثانياً: المظاهر التضاريسية الناجمة عن عمليات الترسيب:

ينحصر العمل الحتي للأمواج على المنطقة الساحلية، فيما يظهر فعل الترسيب في كل اجزاء قاع المحيط سواء اكانت الضحلة المجاورة لخط الساحل أم الأخرى العميقة في البحار المفتوحة. وتترسب فوق قاع البحر انواع مختلفة من الرواسب تتمثل في الرواسب التي تذروها الرياح والتي تتألف من حبيبات الرمال والرماد البركاني وكذلك الرواسب التي تجلبها الأنهار والثلاجات إلى البحار، فضلاً عن تجمع الرواسب العضوية الناجمة عن اندثار الكائنات البحرية.

تنقل الأمواج الترسبات الموجودة في قاع البحر، كما تنقل كميات هائلة من الترسبات المنقولة مع مياه الأنهار إلى مصباتها أو المواد الصخرية المفتتة على السواحل البحرية ويعاد ترسيبها في اماكن أخرى متخذة اشكالاً مختلفة الامتداد والمساحة، فمنها ما يتجمع على طول الشواطئ ومنها ما يمتد باتجاه البحر على هيئة اذرع ترسيبية مثل الألسنة البحرية أو انها تضيف إلى نطاق الساحل اشكالاً ارضية محلية. وفيما يأتي عرض موجز لأهم الأشكال الأرضية الناجمة عن عملية ترسيب الأمواج البحرية:

1- البلاج Beach: يستخدم تعبير البلاج ليشير إلى تراكمات الرواسب غير المتماسكة مثل الحصى والرمال فوق الشاطئ، وتؤدي إلى تباين خصائصه الانحدارية

---

[1] سعد عجيل الدراجي، اساسيات علم شكل الأرض، دار كنوز المعرفة، عمان، 2010، ص196.

بحيث تزداد درجة الانحدار مع تزايد خشونة الرواسب. ويضيق عرض البلاج في السواحل المرتفعة نظراً لعمق المياه بجوار هامش اليابس، بينما تتميز السواحل المنخفضة بإمكانية تكوين بلاج عريض على خط الساحل[1].

2-الحواجز والألسنة Bars & Spits: الحواجز عبارة عن تجمعات رسوبية بحرية نشأت فوق قاع البحر الضحل بفعل ترسبات الأمواج، وتتنوع وفقاً لامتدادها بالنسبة للشاطئ أو شكلها أو تجمعها. أما الألسنة البحرية فهي عبارة عن حواجز بحرية تتصل باليابس من جهة وتمتد بمسافات واتساعات مختلفة باتجاه البحر.

عندما يزداد نشاط الترسيب البحري على السواحل المرتفعة نسبياً أو فوق تلك التي تتميز بالانحدار التدريجي الطفيف، فقد يترتب على ذلك تكوين الألسنة والحواجز البحرية الطبيعية.وإذا انتهى خط الساحل عند مدخل خليج أو مضيق بحري فان المواد المنقولة بواسطة اندفاع الأمواج والتيارات تترسب في مياه الخليج العميقة على شكل السنة طولية.

وبتكرار هذه العملية تتجمع المواد المترسبة أمام خط الساحل فوق بعضها وتسهم في بناء جسر طولي طبيعي من الرمال والحصى. ويأخذ طول هذا الجسر وارتفاعه في الازدياد التدريجي بمرور الزمن تبعا لارساب كميات الرمال والحصى عند نهاياته الهامشية وعلى طول حافاته الجانبية، حتى يصل في النهاية إلى مرحلة نموه الأخيرة والتي يضعف خلالها اثر فعل الأمواج والتيارات البحرية في تشكيل المظهر الجيومورفولوجي العام لهذا الجسر البحري. وإذا نشا هذا الجسر في مياه البحر المفتوحة Open Sea فيطلق عليه في هذه الحالة اسم الخطاف أو اللسان البحري Spit، وتعمل الأمواج على ارساب الرمال والمفتتات الصخرية على جانب اللسان

---

[1] سعد عجيل الدراجي، مصدر سابق، ص199.

البحري الذي يواجه اليابس، وعلى ضوء ذلك يقترب اللسان البحري بالتدريج من خط الساحل. إما الانحناء الملحوظ في الألسنة البحرية والذي يشبه راس الخطاف فيرجعه الباحثون إلى اثر فعل الأمواج المائلة في تشكيل رواسب اللسان البحري وطبيعة وتراكم الرواسب الأخيرة على جوانبه[1] وهناك نمطان رئيسيان من الالسنة الأول يبرز من الساحل صوب البحر صانعا مع امتداد الساحل زاوية كبيرة، بينما النمط الثاني يمتد موازيا تقريبا لامتداد الساحل، ويشمل هذا النمط الألسنة التي تمتد عبر المصبات النهرية، والألسنة التي تمتد عبر الخلجان البحرية.

أما الحاجز البحري Bar فهو عبارة عن تعديل طرأ على شكل اللسان البحري، فحيث يمتد الأخير امتداداً طولياً صوب البحار المفتوحة، يمتد الحاجز البحري عرضيا فيما بين طرفي رأسين من اليابس المجاور، والحواجز لا تختلف عن الألسنة ويشيع منها وجود نمط يمتد عبر مداخل الخلجان، إذ يبدأ اللسان بالنمو من احد الرأسين اللذين يشكلان الخليج ويستمر في النمو والامتداد عبر الخليج إلى الرأس الآخر المقابل، أو يتكون من التقاء لسانين ينموان من كلا الرأسين. وهناك نوع آخر من الحواجز ما ينشأ عن امتداد السنة اليابس ووصولها إلى الجزر المجاورة. ونتيجة لذلك ترتبط الجزر باليابس عن طريق حواجز تسمى تومبولو Tombolo[2]. كما في الشكل (39)

3- البحيرات المستنقعية Lagoons: تتحول المنطقة الفاصلة بين الحواجز البحرية وبين خط الساحل الأصلي إلى بحيرة مستنقعية يطلق عليها اسم اللاكون Lagoon، ولكنها عادة ما تتصل بالبحر المجاور بواسطة فتحات ضيقة تشقها الأمواج والتيارات البحرية. وتمتلئ البحيرة المستنقعية تدريجياً بالارسابات أو نتيجة لتحلل

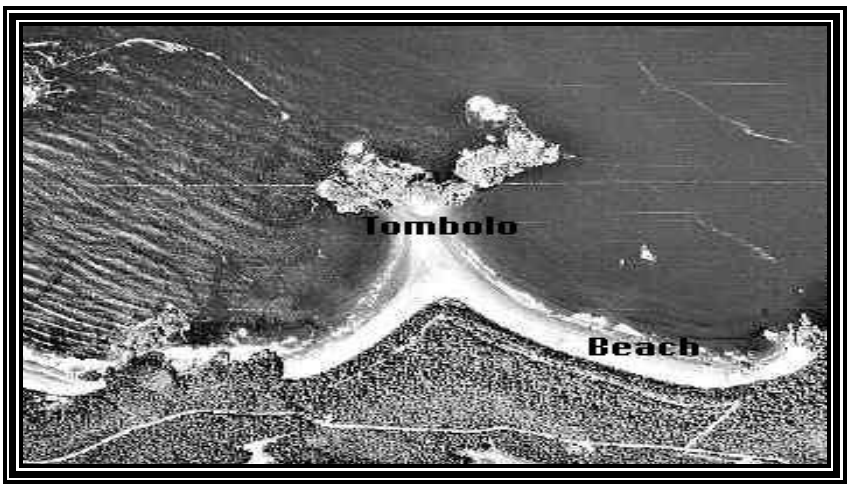
---

[1] حسن سيد احمد أبو العينين، اصول الجيومورفولوجيا، الدار الجامعية للطباعة والنشر، بيروت، 1981، ص252–253.

[2] سعد عجيل الدراجي، مصدر سابق، ص200.

المواد العضوية الناجمة عن النباتات التي تنمو فيها، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى قاعها[1].

شكل (39) الحواجز الرملية



المظاهر التضاريسية الكبرى في البحار والمحيطات

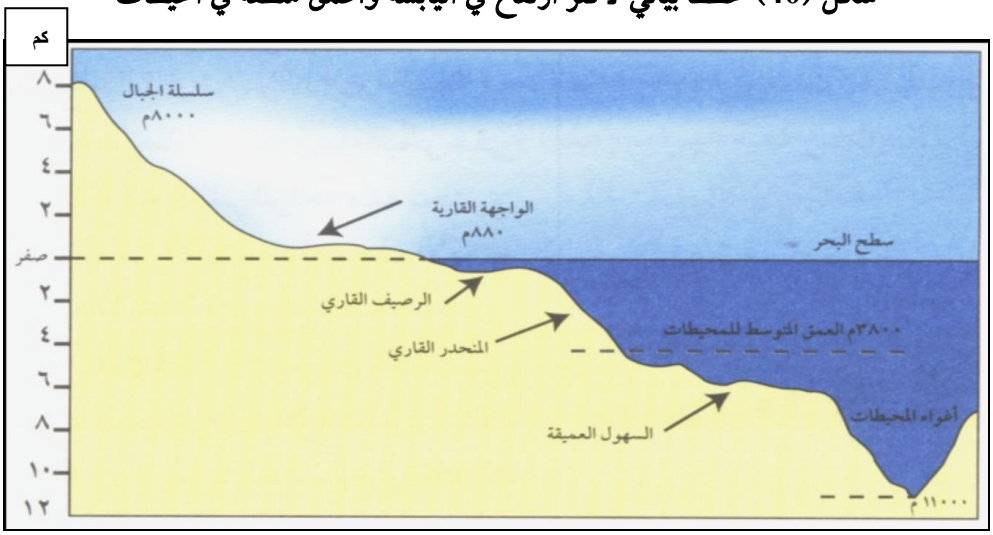
تتشابه المظاهر التضاريسية لأحواض المحيطات مع تلك التي تتمثل فوق اليابسة من حيث نشأتها وشكلها العام، الا أن معدل عمق المحيط اكثر من معدل ارتفاع اليابسة، إذ يبلغ معدل عمق المحيط 3800 متراً دون مستوى سطح البحر، فيما يبلغ معدل ارتفاع اليابسة 880 متراً فوق مستوى سطح البحر، وتصل اعمق منطقة في المحيط إلى حوالي 11 كيلو متر، بينما يصل اعلى ارتفاع في اليابسة إلى حوالي 8 كيلو متر كما يتضح من الشكل (40).

تشتمل ابرز المعالم التضاريسية الكبرى لأحواض المحيطات على ما يأتي: وكما يتضح من الشكل (41).

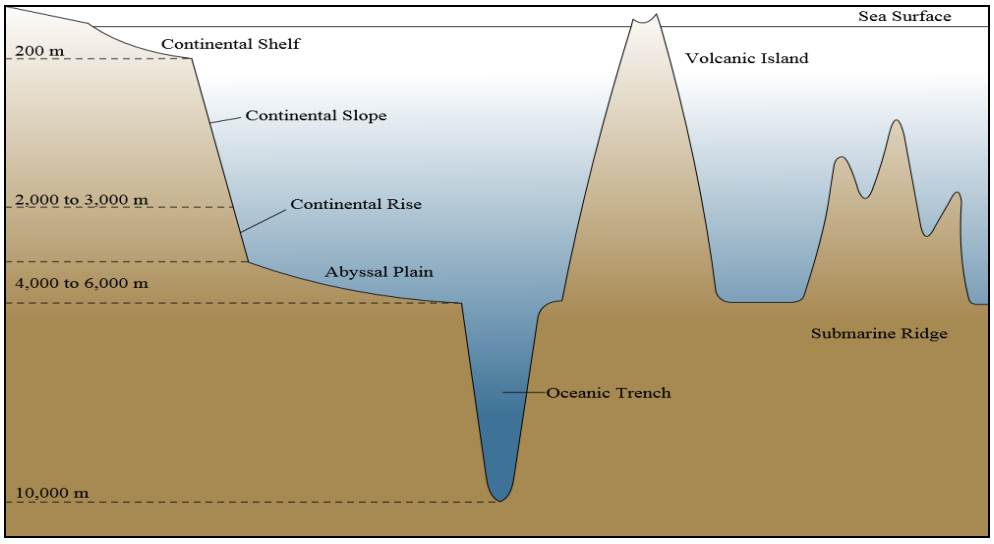
---

[1] عبدالاله رزوقي كربل، علم الأشكال الأرضية، مصدر سابق، ص288.

شكل (40) مخطط بياني لأكثر ارتفاع في اليابسة وأعمق منطقة في المحيطات



شكل (41) ابرز المعالم التضاريسية لأحواض البحار والمحيطات



1- الرف القاري Continental Shelf: تمثل الرفوف القارية مناطق هامشية ضحلة تمتد بين خط الساحل وخط عمق 200 متراً، ويتشابه تركيبها الجيولوجي مع اليابس القاري المتاخم لها، وهي بذلك تنتمي لليابس القاري اكثر من تبعيتها لقاع المحيط من الناحية الجيولوجية.

تتنوع مظاهر سطح الرفوف القارية فهناك تضاريس ترتفع حوالي 18 متراً فوق مستوى سطح هذه الرفوف، كما توجد تضاريس تنخفض عن مستوى سطحها تتمثل بالخوانق التي يكون بعضها امتدادا للخوانق النهرية على سطح اليابسة، ويعزى سبب نشأة هذه الخوانق إلى ما يسمى التيارات العكرة Turbidity Current التي تجلب معها المواد التي قامت بحتها من اليابسة باتجاه القيعان، مما يؤدي إلى حت الرف القاري وتكوين تلك الخنادق.

يتباين اتساع الرفوف القارية من منطقة إلى أخرى، حيث يتراوح عرضها بين عدة امتار عند السواحل الانكسارية النشأة وحوالي 1300 كيلو متر في بعض المناطق كما هو الحال في منطقة البحر الاصفر إلى الجنوب من شبه جزيرة كوريا وفي سواحل امريكا الشمالية المطلة على المحيط المتجمد الشمالي[1]. ويبلغ المعدل العام لعرض الرفوف القارية حوالي 75 كيلو متر، وتشغل مساحة مقدارها 32.58 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 9٪ من اجمالي مساحة البحار والمحيطات ونسبة 6.39٪ من مساحة الكرة الأرضية ويبلغ معدل انحدارها 2 متر لكل كيلو متر كما يتضح من الجدول (7).

2- المنحدر القاري Continental Slope: يعد المنحدر القاري شديد الانحدار يمتد مباشرة بعد الرف القاري إلى اعماق سحيقة. يتراوح عمق المنحدر القاري بين 200–2000 متراً دون مستوى سطح البحر، ويشكل نطاق حدي يفصل بين التكوينات الجيولوجية القارية وصخور قاع المحيط العميق.

يتبين من خلال معطيات الجدول (7) أن معدل عرض المنحدرات القارية يبلغ 50 كيلو متر وتشغل مساحة مقدارها 21.72 مليون كيلو متر مربع لتشكل نسبة 6٪

---

[1] حسن أبو سمور وحامد الخطيب، جغرافية الموارد المائية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 1999، ص204.

من مساحة البحار والمحيطات ونسبة 4.25٪ من مساحة الكرة الأرضية، ويبلغ معدل انحداره 70 متراً لكل كيلو متر، الا أن هذا الانحدار يختلف من مكان إلى آخر، ففي الساحل الشمالي الغربي من قارة استراليا يصل الانحدار إلى 19 متراً لكل كيلو متر، بينما يصل في ساحلها الجنوبي الغربي إلى اكثر من ثلاثة اضعاف هذا الانحدار، وتعزى هذه الاختلافات في الانحدار إلى طبيعية الساحل، ففي الأماكن التي تصب فيها الأنهار التي كونت دلتاوات كبيرة يقل الانحدار، فيما يزداد في الأماكن التي لا تصب فيها الأنهار وعلى السواحل التي تكتنفها السلاسل الجبلية والسواحل الانكسارية النشأة.

جدول (7) ابرز المظاهر التضاريسية الكبرى للبحار والمحيطات ومساحاتها ومعدلات انحدارها وعرضها [1]و[2]

المظهر	معدل الانحدار (متر/كم)	معدل العرض (كم)	المساحة (مليون كم^2)	النسبة من مساحة البحار والمحيطات	النسبة من مساحة الكرة الارضية
الرف القاري	2	75	32.58	9	6.39
المنحدر القاري	70	50	21.72	6	4.25
المرتفع القاري	9	40	18.0	5	3.55
السهول المحيطية الوسطى	1	--	152.0	42	29.8
الحافات المحيطية	3.8	1700	130.3	36	25.55
الخوانق المحيطية	57	100	7.4	2	1.45
المجموع	--	--	362	٪100	٪71

[1] K.S., Stow , Ocean Science , New York , 1979 , p. 29.

[2] صفاء عبدالامير الاسدي، مصدر سابق، ص209.

3- المرتفع القاري Continental Rise: يمتد المرتفع القاري بين نهاية المنحدر القاري وبين قاع المحيط العميق، وتكون من الرواسب القارية التي تتجمع على شكل مخاريط ركامية تشبه إلى حد كبير المراوح الفيضية على اليابسة. واكثر تواجد للمرتفعات القارية في المناطق القديمة ذات السواحل المستقرة[1]. يقع المرتفع القاري عند اعماق تتراوح بين 1400–1500 متراً، ويبلغ معدل عرضه 40 كيلو متر ويشغل مساحة مقدارها 18 مليون كيلو متر مربع وتشكل هذه المساحة نسبة 5٪ من اجمالي مساحة البحار والمحيطات ونسبة 3.55٪ من مساحة الكرة الأرضية، ويتسم المرتفع القاري باعتدال انحداره العام، حيث يبلغ معدل انحداره تسعة امتار لكل كيلو متر (الجدول 7).

4- سهول الأعماق المحيطية Ocean Plains: تقع السهول المحيطية بين الحافات القارية والحافات الوسط محيطية، ويتسم سطحها بالانبساط حتى انها تظهر اكثر انبساطاً من سهول اليابسة، ويعزى ذلك إلى كثرة الترسبات التي تتجمع عليها وتؤدي إلى طمر التضاريس الصغيرة الموجودة فوقها. يتراوح عمقها بين 3000–6000 متراً تحت مستوى سطح البحر وتمتد فوق قيعان جميع المحيطات، ففي المحيط الاطلسي تمتد السهول المحيطية إلى الجنوب من جزيرة نيوفاوندلاند بمعدل عرض يبلغ 300 كيلو متر وعمق يصل إلى حوالي 5000 متراً دون مستوى سطح البحر، كما تمتد في شمال شرق المحيط الاطلسي وفي شمال غربه، وتوجد عدد من السهول المحيطية الصغيرة في المناطق الغربية من قارة افريقيا.

أما في المحيط الهادي فتمتد السهول المحيطية عند السواحل الغربية من امريكا الشمالية قبالة ساحل الاسكا وتوجد بعض السهول المحيطية في المحيط الهندي كما

---

[1] حسن أبو سمور وحامد الخطيب، مصدر سابق، ص205.

توجد في المحيط المتجمد الشمالي مثل سهل كندا الذي يمتد لمسافة 1200 كيلو متر ويقع على عمق حوالي 4000 متراً تحت مستوى سطح البحر[1].

عند الرجوع إلى بيانات الجدول (7) يتبين ان السهول المحيطية تشغل مساحة مقدارها 152 مليون كيلو متر مربع وتشكل نسبة 42٪ من مساحة المحيطات ونسبة 29.81٪ من مساحة الكرة الارضية، وانها قليلة الانحدار، إذ يبلغ معدل انحدارها متر واحد لكل كيلو متر مما اكسبها سمة الانبساط.

5- الحافات المحيطية الوسطى Mid ocean Ridges: تعد الحافات المحيطية الوسطى سلاسل جبلية تمتد في المحيطات يصل معدل اتساعها 1700 كيلو متر ومعدل انحدارها 3.8 متراً لكل كيلو متر، وتشغل مساحة مقدارها 130.3 مليون كيلو متر مربع وتشكل هذه المساحة نسبة 36٪ من مساحة المحيطات ونسبة 25.55٪ من مساحة الكرة الأرضية (الجدول 7).

تتواجد الحافات المحيطية الوسطى في جميع المحيطات، ففي المحيط الاطلسي تمتد الحافة الاطلسية الوسطى لمسافة 16 الف كيلو متر ويصل اتساعها حوالي 800 كيلو متر وارتفاعها حوالي 3000 متراً فوق قاع المحيط، وتمتد هذه الحافة من دائرة عرض 60 درجة شمالاً حتى دائرة عرض 50 درجة جنوباً في وسط المحيط ثم تنحرف شرقاً باتجاه المحيط الهندي. وترتفع بعض قمم هذه الحافة فوق مستوى سطح البحر على شكل مجموعات من الجزر مثل جزر الآزور وايسلندا التي تعد قمم لجبال بركانية كونتها براكين هائلة بعضها خامد والآخر لا يزال نشطاً.

أما في المحيط الهندي فان الحافة المحيطية الوسطى تمتد ابتداءً من جنوب شبه القارة الهندية وتتجه جنوباً نحو القارة القطبية الجنوبية، ويكون ارتفاع هذه الحافة اقل

---

[1] مهدي محمد علي، مصدر سابق، ص233.

من ارتفاع الحافة الاطلسية وأكثر منها اتساعاً. وتكون الحافات المحيطية الوسطى في المحيط الهادي اقل امتداداً مقارنة بامتداداتها في المحيطين اعلاه، ويكون اتجاهها شمالي غربي–جنوبي شرقي، ويزداد ارتفاع بعض الجبال البركانية في الحافة المحيطية الوسطى للمحيط الهادي بسبب توالي الثوران البركاني في الماضي الامر الذي ادى إلى ظهورها فوق مستوى سطح البحر بشكل جزر بركانية كما في جزر هاواي وكناري. كما اثبتت الدراسات الحديثة وجود حافة محيطية وسطى في المحيط المتجمد الشمالي تعرف باسم لومونوسوف Lomonosov[1].

6- الخوانق المحيطية العظمى Deep ocean Trenches: إن الخوانق المحيطية العظمى عبارة عن فوالق طولية الشكل ومحدودة الاتساع وتتصف بأنها ذات شكل يشبه حرف V كما يتبين من الشكل (42)، تنحدر انحداراً شديداً من الجهة القارية، بينما تكون درجة انحدارها اقل من الجهة الأخرى. تمتد بشكل قوس في القاع المحيطي ويقع معظمها في مناطق الضعف الجيولوجي للمحيطات وغالباً ما تكون موازية إلى ظاهرة اقواس الجزر وبخاصة في المحيط الهادي، كما توجد في المحيط الاطلسي الجنوبي وغربي المحيط الهندي.

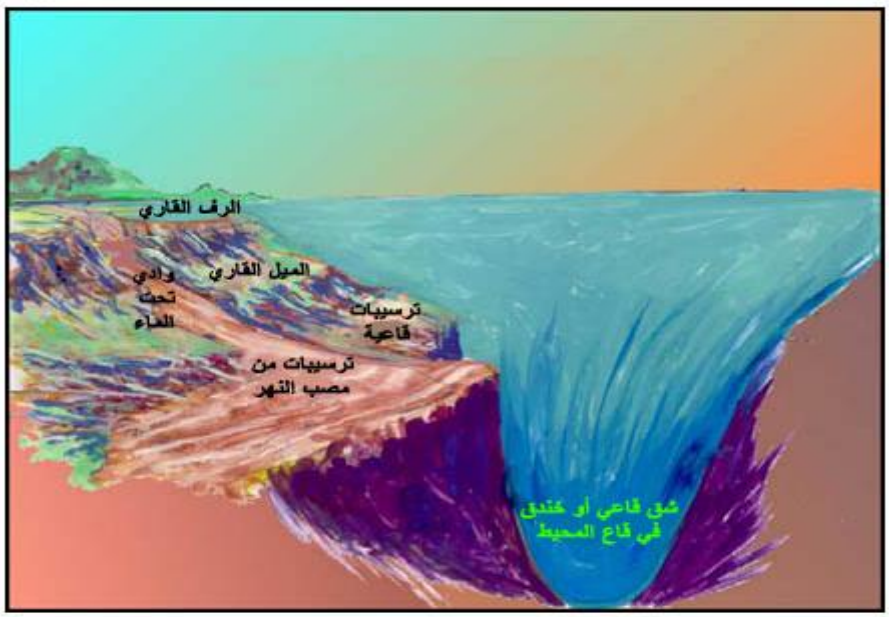
يبلغ معدل اتساعها 100 كيلو متر ويصل معدل انحدارها إلى 57 متراً لكل كيلو متر وتشغل مساحة صغيرة مقارنة بالمساحة التي تشغلها المظاهر التضاريسية الكبرى التي سبق ذكرها، حيث تبلغ مساحتها 7.4 مليون كيلو متر مربع وتشكل بذلك نسبة 2٪ من مساحة المحيطات ونسبة 1.45٪ من مساحة الكرة الأرضية (الجدول 7).

---

[1] عبدالاله رزوقي كربل، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص171.

من ابرز هذه الخوانق المحيطية في المحيط الهادي خانق ماريانا الذي يبلغ عمقه حوالي 11 الف متراً دون مستوى سطح البحر وخانق تونجا بعمق 10882 متراً وخانق كوريل بعمق 10500 متراً وخانق بيرو شيلي بعمق حوالي 8000 متراً وخانق امريكا الوسطى بعمق 6660 متراً. أما ابرز الخوانق في المحيط الاطلسي خانق بورتوريكو بعمق 8385 متراً تحت مستوى سطح البحر، وفي المحيط الهندي خانق جاوة بعمق 7450 متراً دون مستوى سطح البحر.

شكل (42) الخندق المحيطي



رواسب قيعان البحار والمحيطات:

تأتي رواسب قيعان البحار والمحيطات من مصادر متعددة، وتتفاوت في احجامها وسمكها الذي يبلغ معدله في المحيط الهادي حوالي 600 متراً، فيما يتراوح سمكها في المحيط الاطلسي بين 500–1000 متراً ويزداد سمكها في الخوانق المحيطية. وتصنف رواسب قيعان البحار والمحيطات حسب مصادرها إلى ما يأتي:

1- الرواسب القارية: تمثل الرواسب القارية نسبة تبلغ حوالي 75٪ من مجموع رواسب البحار والمحيطات، ويتكون هذا النوع من الرواسب من مفتتات الصخور التي نقلت إلى قيعان البحار والمحيطات بعد تعرضها إلى عمليتي التجوية والحت فوق القارات، وتقوم التيارات المحيطية والامواج بتصنيف الرواسب تبعاً لحجمها، حيث تترسب الرواسب الخشنة فوق الرفوف القارية وتبقى الحبيبات الناعمة عالقة بالمياه البحرية ثم تترسب بعد مرور عدة سنوات. وتقوم الرياح بنقل قسم من الرواسب الناعمة إلى البحار والمحيطات وبخاصة فوق نطاق الصحاري المدارية التي تعد مصدراً اساسياً لهذه الرواسب التي تنقلها الرياح إلى البحار والمحيطات. كما تشكل البراكين مصدراً آخراً لهذا النوع من الرواسب بقذفها الرماد البركاني الناعم خلال ثوراتها المتكررة. ويبدو أن تجمع الرواسب القارية في قيعان البحار والمحيطات يكون بطيئاً يحتاج إلى مدة زمنية تتراوح بين 6000–10000 سنة لتشكل طبقة من الرواسب سمكها واحد ملم[1].

2- الرواسب العضوية: تتمثل الرواسب العضوية ببقايا الكائنات الحية النباتية منها والحيوانية، وتتجمع هذه الرواسب في المناطق العميقة من البحار والمحيطات، وتتمثل الرواسب البحرية العميقة بالبقايا الصلبة للأحياء البحرية بعد تفسخ الأجزاء الرخوة منها. ويأتي معظم الرواسب السليكية من الدايتومات (الطحالب الاحادية الخلية) والشعاعيات (الحيوانات احادية الخلية). أما الرواسب الفوسفاتية التي هي عبارة عن فوسفات الكالسيوم فيأتي معظمها من الحيوانات البحرية الضخمة المتمثلة بأسنان سمك القرش وعظام الحيتان وغيرها ولا تشكل هذه الا جزءاً قليلاً من الرواسب العضوية[2].

---

[1] عبدالاله رزوقي كربل، مصدر سابق، ص175.

[2] حامد طالب السعد وآخرون، المدخل إلى علم البيئة البحرية، دار المعارف للكتب الجامعية، لبنان، 2016، ص52.

3- الرواسب المائية: تشكل الرواسب ذات الأصل المائي نسبة قليلة من مجموع الرواسب البحرية وتمثل المواد الذائبة في المياه البحرية، وتشتمل هذه الرواسب على الحديد والنحاس والمنغنيز التي توجد بشكل عقد على قاع المحيط وبأعماق مختلفة. وقد تتكون بعض الرواسب من تبخر كميات كبيرة من المياه مخلفة رواسب المتبخرات التي غالباً ما تترسب في المناطق الجافة الحارة التي تزداد فيها كمية التبخر، كما هو الحال في البحر الأحمر وخليج كالفورنيا.

ومن الجدير بالإشارة ان هناك مصدر آخر للرواسب البحرية يتمثل بالرواسب ذات الأصل الكوني التي تشمل الغبار الكوني والنيازك.

وبصورة عامة نجد ان الترسبات البحرية تتباين مكانياً ضمن المظاهر التضاريسية الكبرى للبحار والمحيطات، ففي مناطق الرفوف القارية تتكون الرواسب من الرمال والطين كما يوجد الحصى، وتتدرج احجام الرواسب ويقل حجمها كلما توغلنا من السواحل نحو داخل البحر. وتتكون الرواسب في المنحدر القاري بشكل عام من الرمال والصخور القاعية، أما في سهول الأعماق المحيطية فان الرواسب تتسم بحجمها الدقيق جداً، وتتكون من الرواسب التي تنقلها الرياح إلى البحار والمحيطات، فضلاً عن الرواسب العضوية والمائية.

الفصل السادس

الموارد الطبيعية

الحية وغير الحية

في البحار والمحيطات

الفصل السادس

الموارد الطبيعية الحية وغير الحية في البحار والمحيطات

تمثل البحار والمحيطات مخزوناً هائلاً من الموارد الطبيعية الحية وغير الحية التي لها اهمية كبيرة للإنسان، وقد ازدادت اهميتها في السنوات الماضية بسبب الزيادة المضطردة في عدد السكان والتطور التقني الكبير الذي شهده العالم.

الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية:

تتمثل الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية في ثلاثة مكونات متسلسلة في قدرتها الانتاجية وفي علاقتها مع بعض وتصنف هذه المكونات وفقاً لأسلوب حصولها على الغذاء إلى ما يأتي[1]:

1- المنتجات Producers: تعد المستوى الأول أو الأساس في النظام البيئي، الذي تعتمد عليه بشكل مباشر أو غير مباشر كافة المستويات الغذائية الأخرى. وتكون المنتجات ذاتية التغذية وهي بشكل رئيس النباتات الخضراء التي تقوم بتصنيع الغذاء من خلال عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis، حيث تمتص النباتات الطاقة الضوئية من الشمس وتحولها إلى طاقة كيميائية مختزنة من خلال تفاعل ثاني اوكسيد الكاربون مع الماء لإنتاج مركبات عضوية وحسب صيغة التفاعل الآتية:

ضوء الشمس

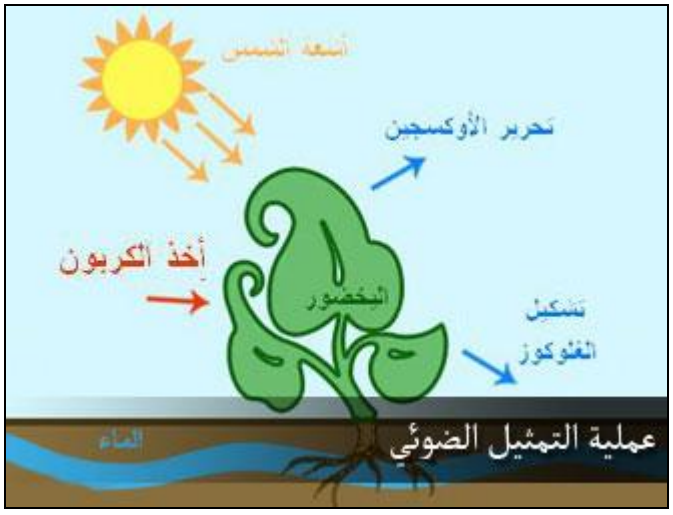
$$CO_2 + 12\ H_2O \rightarrow 6O_2 + C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

[1] عبدالله سالم المالكي، البيئة والتنوع الاحيائي، دار الوضاح للطباعة والنشر، عمان، 2015، ص 26–28.

وينجم عن عملية التمثيل الضوئي إنتاج الاوكسجين الذي تستعمله الكائنات الحية في عملية التنفس وكما يتضح من صورة (2).

تزود المنتجات جميع الكائنات الأخرى بالطاقة باستمرار عملياتها الحيوية، والشكل السائد لها الهائمات والطحالب وغيرها من الكائنات ذاتية التغذية في المياه البحرية وتسمى بالفيتوبلانكتون Phytoplankton. وهناك النباتات وحيدة الخلية في المياه العميقة التي تعد المصدر الأساس للطاقة التي تزود بها الحياة الحيوانية.

صورة (2) عملية التمثيل الضوئي



2- المستهلكات Consumers: تعد المستوى الثاني في النظام البيئي وتستهلك الغذاء الذي تنتجه المنتجات. يتغذى بعضها على النباتات وتعرف بالمستهلكات الأولية Primary Consumers وتعد الحشرات والقشريات والرخويات في البيئة البحرية من المستهلكات الأولية، وان آكلات الأعشاب هي المصدر الرئيس لغذاء آكلات اللحوم **Carnivores** أما المستهلكات الثانوية **Secondary Consumers** فيتغذى البعض منها على اللحوم وتسمى بآكلات اللحوم، فيما يتغذى البعض الآخر على اللحوم والأعشاب مثل الطيور. وتتغذى المستهلكات الثالثة **Tertiary**

Consumers على آكلات الأعشاب وآكلات اللحوم مثل الحيتان وتعد قمة المستهلكات.

3 – المحللات Decomposers: تشتمل على الفطريات والبكتريا التي تحلل البقايا الميتة للمنتجات والمستهلكات من مواد عضوية معقدة إلى مركبات بسيطة، وهذه المركبات البسيطة يتم مهاجمتها من قبل أنواع أخرى من البكتريا التي تحول المواد العضوية إلى مواد غير عضوية لتصبح مناسبة وجاهزة تستفاد منها المنتجات أو النباتات الخضراء.

تشكل مياه البحار والمحيطات بيئة خصبة لأنواع متعددة من الأحياء البحرية، وتبدأ تلك الأحياء بسلسلة المنتجين وهي الهائمات المجهرية النباتية والطحالب البحرية التي تشكل قاعدة هرم الغذاء في البحر، يليها عدد من سلاسل المستهلكين بشكل يرقات اسماك وديدان صغيرة ثم اسماك اكبر فأكبر مثل السردين والرنجة والسلامون ثم التونة والقرش ثم الحيتان المفترسة، ويتغذى الإنسان على تلك الأسماك ويمثل قمة هرم الغذاء في البحر. وتتوفر في البحر سلسلة المحللين على شكل بكتريا وفطريات تقوم بتحليل الأجسام الميتة أو الفضلات العضوية إلى عناصر غير عضوية تتاح من جديد للاستخدام في بناء الأجسام المنتجة بفضل طاقة الشمس وثاني اوكسيد الكاربون والماء.

أولاً: نباتات البيئة البحرية:

تعد النباتات أساس جوهري للحياة التي تزخر بها البحار والمحيطات، فالكائنات الحية الحيوانية يمكنها ان تعيش على النباتات البحرية وعلى ما تقدمه لها من غذاء بصورة مباشرة أو غير مباشرة، وتستطيع بالتالي ان تتكاثر. وان أهم مستوى بحري بالنسبة لحياة النباتات البحرية هو المستوى الذي تستطيع أشعة الشمس ان تنفذ اليه، باعتبارها مصدراً للطاقة التي بواسطتها يتم تصنيع المواد الغذائية. ويؤثر صفاء

المياه في العمق الذي ينفذ اليه الضوء، مما يترتب عليه تباين الأعماق التي عندها يعيش النبات ويزدهر. وتشتمل نباتات البيئة البحرية على ما يأتي:

1- البلانكتون النباتي (الهائمات النباتية) Phytoplankton[1]: تعني كلمة بلانكتون باللغة اللاتينية (الهائم) لذا يطلق عليها بالهائمات، لكونها هائمة في المياه السطحية من البحار والمحيطات (صورة 3) بواسطة وسائل طفو مختلفة منها صغر حجمها واتساع المساحة السطحية، مما يساعدها على البقاء طافية في المياه، كما يساعدها اتساع المساحة السطحية على امتصاص المواد الغذائية الضرورية. تتركب من خلية واحدة ومن مادة بروتوبلازمية ونواة، ويحيط بالخلية غشاء من مادة صلبة أو من السليلوز، وتتكاثر بسرعة نسبياً. تنتشر هذه النباتات في جميع بحار ومحيطات العالم، وان العامل الأساس الذي يحد توزيعها ووجودها في الأعماق هو الضوء الذي يعد العنصر الفعال في عملية البناء الكلوروفيلي، حيث بواسطة هذه العملية تتحول المواد غير العضوية إلى مواد عضوية، وفضلاً عن الضوء فان توزيعها وكثافتها تتأثر بدرجات الحرارة والملوحة ووفرة الأملاح المغذية التي تتمثل بالفوسفات والنترات، فالحرارة المرتفعة والملوحة المنخفضة يؤثران سلباً على التكاثر لانهما يؤديان إلى تقليل كثافة المياه البحرية وغطس الهائمات، لذا نجد أن فترة نموها ثم ازدهارها تبدأ في فصل الصيف مع ارتفاع درجات الحرارة، أما في فصل الشتاء فيكون نموها محدوداً.

---

[1] علي حسين الشلش وعبدعلي الخفاف، الجغرافية الحياتية، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1982، ص248- 250.

صورة (3) نموذج من البلانكتون النباتي

تعد الهائمات مصدر ثروة أساسي لغذاء الأحياء البحرية الصغيرة إلى جانب بعض الحيتان الضخمة مثل الحوت الأزرق. ويمكن جمع الهائمات البحرية بمرشحات أو شباك خاصة واستخدامها كعلف للدواجن والماشية أو استخلاص عصارتها البروتينية واستخدامها غذاء للإنسان.

2- الطحالبAlgae[1]: تتركب الطحالب من عدة خلايا وهذا ما يميزها عن البلانكتون الوحيد الخلية، كما انها تحتوي على المادة الخضراء، مما يساعدها في صنع غذائها بنفسها ويعيش معظمها في الشواطئ والمياه الضحلة طافياً فوق سطح الماء والبعض منها يعيش في مناطق أعمق تصل إلى 120 متراً. ولها ألوان متعددة بسبب اختلافات كمية الضوء وأهم ألوانها ما يأتي:

[1] عبدالعباس فضيح الغريري وسعدية عاكول الصالحي، جغرافية الغلاف الحيوي، دار صفاء للنشر، عمان، 1998، ص160-161.

أ- الطحالب الحمراء وتتوزع في المناطق الاستوائية والمعتدلة ويزداد وجودها مع صفاء وعمق الماء.

ب- الطحالب البنية التي تنمو في المياه الباردة مثل السواحل المحاذية للمحيط الأطلسي والسواحل المحاذية للولايات المتحدة مع المحيط الهادي، ومنها ما يصل طوله إلى عدة أمتار ومنها ما يصل طوله إلى 40 متراً وبخاصة تلك التي تعيش في سواحل كالفورنيا واستراليا.

ج- الطحالب الخضر المزرقة تعيش في مياه أعالي البحار وتتحمل درجات الحرارة المرتفعة والبعض منها ينمو في المياه الباردة.

د- الطحالب الخضراء المصفرة التي تنتشر في المياه المالحة والعذبة على حد سواء.

لقد استخدمت الطحالب كمادة غذائية من لدن سكان السواحل اليابانية وجزر المحيط الهادي والمكسيك. كما تستخدم كعلف للحيوانات وكمادة أولية في عدد من الصناعات كما سيتضح لاحقاً.

3- النباتات البحرية الراقية: تتمثل هذه النباتات بذات البذور Spermatophyt وهي نباتات مزهرة مثل نباتات الزوستيرZoztera التي هي عبارة عن نباتات بحرية طويلة وضيقة الأوراق ورفيعة ولينة أو مرنة الأوراق ولها قابلية مقاومة الأمواج البحرية. وتتواجد على عمق 4-5 أمتار وأحياناً إلى عمق 14 متراً، وتحصل بينها عملية اللقاح بفعل الأمواج والتيارات البحرية. وتوجد هذه النباتات في سواحل قارة اوروبا وامريكا الشمالية وآسيا، وان انسب مناطق نموها هي الألسن المائية والسواحل الهادئة أو البعيدة عن حركة الأمواج القوية كما في الجزر الاسكندنافية والفيوردات الدانماركية[1].

---

[1] علي حسين الشلش وعبدعلي الخفاف، مصدر سابق، ص258.

ثانيا: حيوانات البيئة البحرية:

تضم مياه البحار والمحيطات الكثير من الحيوانات التي تعد مصدراً للغذاء وتشتمل هذه الحيوانات على ما يأتي:

1- الهائمات الحيوانية Zooplanktons: يعتمد البلانكتون الحيواني في حياته اعتماداً كلياً على البلانكتون النباتي الذي يشكل غذائه، ويشتمل على ما يسمى السمك الهلامي الدقيق Tiny Jellyfish والديدان السهمية Arrow-worms وأنواع من القشريات (صورة 4). وعلى الرغم من ان البلانكتون الحيواني لا يملك القدرة على الحركة والهجرة الافقية، الا ان بعضاً من انواعه يقوم بحركة انتقال رأسية تقدر بحوالي 100 متراً، إذ انه ينزل إلى الأسفل اثناء النهار ويصعد نحو السطح اثناء الليل، ويحقق من هذه الحركة الرأسية امكانية تغيير الظروف المحيطة به قد يجد فيها موارد مناسبة تلائم نموه. ويعتمد تنوع الأحياء الحيوانية في البحار والمحيطات اعتماداً أساسياً على وفرة البلانكتون[1].

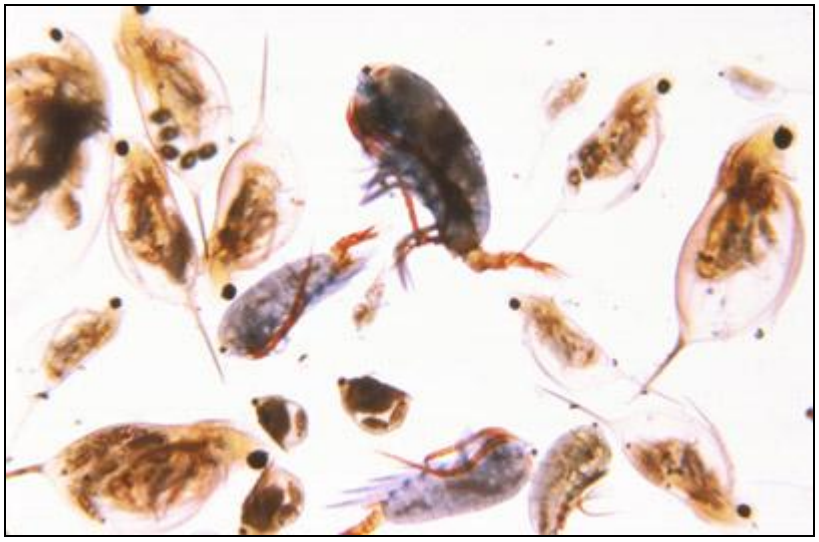
2- الحيوانات اللافقارية Invertebrates: تشتمل على أنواع عديدة أبرزها السوطيات Masitigephone واللحميات Sarcodina والديدان المسطحة Platy helminthes والاسفنجيات Porifera والرخويات Mollusca ومفصليات الأرجل Arthropoda وجميعها ذوات خلايا عديدة وذات انتشار واسع في العروض شبه القطبية حتى العروض الاستوائية[2]. ولهذه الحيوانات دور هام في سلسلة الحياة والغذاء في البحار سواء أكانت بمثابة طعام لغيرها من الحيوانات أم كانت آكلة لغيرها. وتتكاثر الحيوانات اللافقارية وتزداد أعدادها حيثما كثر تواجد البلانكتون النباتي والحيواني.

---

[1] جوده حسنين جودة، جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص283- 284.

[2] Larousse , Encyclopedia of Animal life , U.S.A. , 1977, PP. 16- 18.

صورة (4) نماذج من البلانكتون الحيواني



3- الحيوانات الفقارية Vertebrates: تشتمل الحيوانات الفقارية على ما يأتي:

أ- الزواحف Reptiles: تشمل الثعابين والسلاحف والتماسيح وتعيش في المياه السطحية. ويزداد وجودها في الساحل الغربي من المحيط الهادي والمياه المدارية وتقل أعدادها في المياه شبه القطبية. تتراوح أطوالها ما بين 1-2 متراً ويصل طول بعض التماسيح إلى 8 أمتار.

ب- الطيور Aves: يعتمد الكثير من الطيور على البحر في الحصول على الغذاء وهي لا تعود إلى اليابسة الا عند الحاجة، ومن أمثلتها القطرس وهو طائر بحري كبير، والغاق وهو طائر ضخم نهم يوجد تحت منقاره جراب يضع فيه الاسماك التي يصيدها، وطائر الأيوك من طيور البحار الشمالية ويكون قصير العنق والجناحين.

ج- الثديات Mom males: تعد من الحيوانات المتطورة بسبب وجود الجهاز العصبي، وتنتج الحليب لإرضاع صغارها. وتتميز درجة حرارة أجسامها بالثبات،

حيث تتراوح ما بين 37-39 درجة مئوية، مما يجعلها ذات نشاط مستمر وتستطيع العيش في بيئات مختلفة[1].

ومن ابرز الثديات ما يأتي:

1- الحيتان Whales: هناك انواع متعددة من الحيتان في المحيط العالمي منها الحوت الأزرق Blue whale (صورة 5) الذي يعد اكبر أنواعها، إذ يصل طوله إلى 30 متراً. والنوع الآخر يدعى بالحيتان ذوات الزعانف Fin-whales التي يصل طولها إلى 26 متراً، ويسمى النوع الثالث بحيتان الساي Sie whales ويسمى النوع الرابع الحوت ذو السنام Humpback whale وان النوعين الأخيرين صغيري الحجم لا يزيد طول الواحد منها عن 15 متراً. وهذه الأنواع الأربعة من الحيتان عديمة الأسنان، إذ توجد في فمها صفائح مشطية تسمح بخروج الماء من ثقوبها فقط دون خروج ما تتغذى عليه من قشريات واسماك وغير ذلك. أما الحيتان المسننة Toothed whales (صورة 6) التي تعيش في المياه الدافئة فان أشهر أنواعها ما يعرف بالحيتان القاتلة Killer whales التي تعد من أكثر الثديات البحرية شراسة وافتراساً، ولا يزيد طول الواحد منها عن تسعة أمتار، وتقتات على الأسماك وعجول وخنازير البحر[2]. ويستفاد الإنسان من كل جزء من اجزاء الحيتان التي يتم اصطيادها مثل اللحوم والزيت، وتستخدم بقايا الأحشاء كعلف للحيوانات أو كأسمدة عضوية.

---

[1] اسكندر عجمان، المدخل إلى علم الحيوان، جامعة تشرين، دمشق، 1976، ص435.

[2] Wilbert Meleod , Fisheries of the world, Washington , 1974 , p. 325.

صورة (5) الحوت الازرق

صورة (6) الحوت المسنن

2- عجول البحر: تستوطن حيوانات عجول البحر في جميع بحار العالم في نصفي الكرة الأرضية، كما تتواجد في البحار الداخلية والبحيرات الكبيرة مثل البحر الأسود وبحر قزوين وبحيرة بايكال، وتفضل عادة المناطق القريبة من السواحل وتعيش حياة جماعية ومن النادر ان تعيش لوحدها. تتغذى على الأسماك والحيوانات القشرية والقواقع وما شابهها. وتصطاد هذه الحيوانات للحصول على زيتها وشحمها وجلودها وأسنانها، إذ يبلغ طول القواطع في بعض الأنواع 80 سم. وتشتمل على أنواع عدة أبرزها الفقمة (صورة 7) التي تستوطن العروض شبه القطبية من المحيطين الهادي والأطلسي. ومن الأنواع الأخرى حصان البحر وخروف البحر وخنزير البحر (الصورتان 8و9) التي تتواجد في مياه العروض الدافئة[1].

صورة (7) الفقمة

[1] نعيم الظاهر، الجغرافية الحيوية، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، 2007، ص173-178.

صورة (8) بقر البحر

صورة (9) خنزير البحر

د- الأسماك: عرف الإنسان السمك كغذاء منذ تاريخ موغل في القدم. ويعد البحر في جميع مناطقه صالحاً لحرفة صيد الأسماك، ويتراوح الإنتاج العالمي من الأسماك البحرية ما بين 72-79 مليون طن سنوياً[1] يستخدم منها حوالي الربع كأعلاف للحيوانات والدواجن. وان أكثر المياه البحرية إنتاجا هي المياه الساحلية الغنية بالمصبات والتيارات التي تساعد على كثرة الاغذية. ومن أهم مصائد التي اتضحت في (الشكل 31) ما يأتي:

* مصائد المحيط الهادي: وتتضمن مصائد شمال شرق آسيا والجزر المحيطية في جنوب شرقها وشمال غرب أمريكا الشمالية وجنوب غربها، ومصائد شرق استراليا.

* مصائد المحيط الأطلسي: وتشتمل على مصائد شمال غرب اوروبا وشمال شرق امريكا الشمالية وشمال غرب افريقيا وجنوبها الغربي ومصائد جنوب شرق امريكا الجنوبية، فضلاً عن مصائد صغيرة حول جزر خليج المكسيك.

* مصائد المحيط الهندي: وتضم مصائد شرق افريقيا وجنوب شرقها وبحر العرب ومصائد غرب استراليا وخليج البنغال.

* مصائد البحار الداخلية والخلجان التي تتحكم فيها المضايق مثل البحر المتوسط والبحر الأسود والبحر الأحمر وبحر البلطيق وبحر قزوين وبحر الشمال والبحر الكاريبي وبحر الصين الجنوبي والبحر الأصفر والخليج العربي وغيرها.

وتتمثل أهم أنواع الأسماك التي تصطاد لأغراض تجارية في المصائد آنفة الذكر بسمك السردين والكود والجاك وسمك الماكريل والسمك الأحمر وسمك التونة والجمبري وغيرها.

---

[1] صفاء عبدالامير الاسدي، مصدر سابق، ص204.

وعلى الرغم من وجود إمكانات هائلة للثروة السمكية في البحار الا أن الإنسان أساء استغلالها في الصيد الجائر وإلقاء الملوثات التي تتراكم في أجسام الأحياء البحرية، مما يؤدي إلى تسممها أو تقليل إنتاجها. وتتجه بعض الدول الساحلية حالياً إلى استزراع الشواطئ بالأسماك والقشريات والمحار وتوفير الرعاية لها لكي تنمو وتتكاثر.

الأحياء القاعية Benthos:

تسمى الأحياء التي تعيش فوق قيعان البحار والمحيطات وفي رواسبه (بنثوس)، وتتحكم طبيعة القاع وخصائصه ومدى العمق في تقرير الأنماط والفصائل الحيوانية في مختلف بيئات القاع الطبيعية. وتتغذى احياء البنثوس بثلاث طرائق رئيسة هي:

1- بعضها يمتص المواد الدقيقة جداً من المواد العالقة في المياه، حيث يعمل جسمها كمرشح له القدرة على امتصاص المواد الغذائية الدقيقة جداً.

2- يعيش البعض الآخر منها على فضلات الغذاء المختلطة بالرواسب التي تراكمت فوق القاع.

3- أما القسم الآخر فيتمثل في الكائنات المفترسة آكلة اللحوم التي تتغذى على نظائرها الأضعف والأصغر منها، فيما يلتهم البعض الأسماك الصغيرة.

تتنوع عائلات البنثوس في اشكالها ومواطن تواجدها، ويرتبط موطن غالبية الأحياء القاعية بالقاع الصخري، ومن المعروف أن معظم قاع المحيط مغطى بالرواسب المختلفة الأنواع مثل الرواسب الطينية والرواسب الرملية والحصى ولكل من هذه الرواسب حيوانات خاصة تفضل المعيشة فيها، ومن الجدير بالذكر أن بعض الحيوانات تعيش في داخل رواسب القاع اكثر مما تعيش فوقه.

تستخلص معظم الأحياء الحيوانية التي تعيش فوق القيعان الصخرية غذائها من المواد الدقيقة المتواجدة في المياه عن طريق ترشيحها وفصلها عن المواد الأخرى التي لا تحتاجها. وهناك مجموعة من احياء القاع المحيطي تطمر نفسها في رواسب القاع وتستطيع أن تحصل على غذائها بواسطة ممص Siphon خاص يبرز من خلال الرواسب ليلتقط ويمتص المواد الغذائية، مما يمكن هذه الأحياء من أن تبقى آمنة في مخابئها على الرواسب ومن امثلة هذه الأحياء الاصداف الموسمية وقواقع المايا.

إن من اشهر مجموعة الكائنات الحيوانية التي تعيش فوق القاع المحيطي واكثرها انتشاراً مجموعة الفورامنفيرا Foraminifera التي يزداد عددها كلما ازداد العمق، حيث تكون هي السائدة في الأعماق السحيقة من البحار والمحيطات[1].

من الحيوانات اللافقارية الكبيرة التي تقطن قيعان البحار والمحيطات لغاية عمق قد يصل إلى حوالي 6000 متراً مجموعة عضوية الأرجل Brachiopod a وأنواع من الاسفنج التي اشهرها الاسفنج الزجاجي الذي يصل طوله إلى حوالي متر واحد ويعيش على عمق يزيد عن 6000 متراً (الصورة 10). كما تتواجد مجموعة الرخويات التي تنتمي اليها شقائق النعمان Anemones (الصورة 11) التي لها القابلية على الالتصاق مع الحيوانات القاعية الأخرى مثل الاسفنج أو تلتصق بالصخور، وهناك انواع منها لها القابلية على العيش في الطين.

تتواجد القشريات (الصورة 12) ايضاً في البيئة القاعية سواء المتشابهة الأرجل أو المزدوجة الارجل وتتغذى هاتين المجموعتين على الفضلات المترسبة. كما تتواجد

[1] جوده حسنين جوده، جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص388- 390.

مجموعة من السرطانات والروبيان في المناطق التي يزيد عمقها عن 4300 متراً بالنسبة للسرطانات وحوالي 6000 متراً بالنسبة للروبيان[1].

ومن المحللات تتواجد البكتريا في الرواسب وعلى مختلف أعماق البحار والمحيطات، وتعد المسؤول الرئيس عن عملية تحلل المواد العضوية، ومن غير الواضح حتى الوقت الحاضر فيما إذا كانت البكتريا التي توجد في المناطق القاعية من البحار والمحيطات قد تكيفت لظروف الأعماق السحيقة أو انها عبارة عن انواع من الأحياء السطحية لها القابلية على تحمل الضغط ودرجات الحرارة المنخفضة. وقد بينت بعض الدراسات أن انواع البكتريا التي تعيش في الأعماق مشابهة إلى أنواع البكتريا التي تعيش في المياه الضحلة، وتكون بطيئة في عملياتها الحيوية وهي السمة المميزة للكائنات الحية التي تقطن في الأعماق السحيقة من البحار والمحيطات[2].

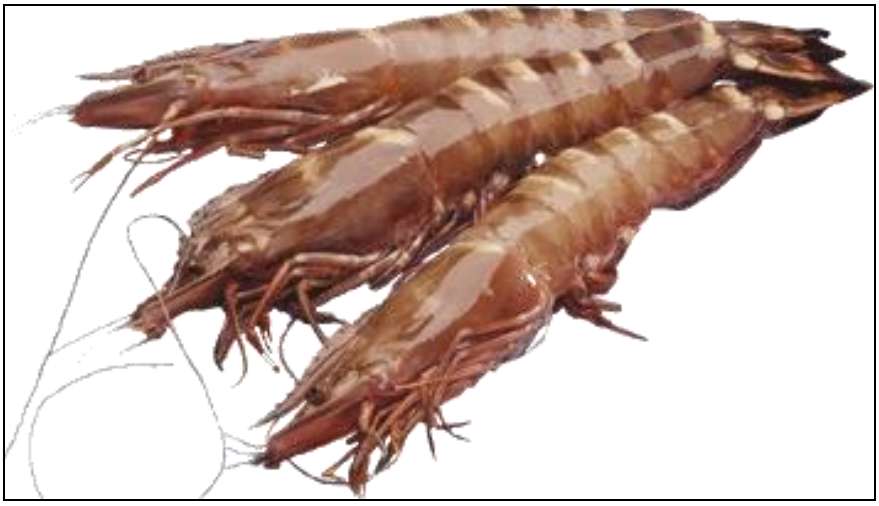
صورة (10) الاسفنج البحري

[1] حامد طالب السعد وآخرون، التوزيع الحيوي في البحار والمحيطات، دار المعارف للكتب الجامعية، لبنان، 2018، ص 229.

[2] حامد طالب السعد وآخرون، المدخل إلى علم البيئة البحرية، مصدر سابق، ص114.

صورة (11) شقائق النعمان

صورة (12) القشريات



اهمية الموارد الطبيعية الحية في البحار والمحيطات:

يعد تنوع الموارد الطبيعية الحية في البحار والمحيطات ضرورة للوجود البشري، إذ أن الانسان يعتمد عليها في الحصول على الغذاء، فضلاً عن اهميتها البيئية والاقتصادية. ويمكن اجمال اهمية الموارد الطبيعة الحية البحرية بالآتي:

1- اهميتها في توفير الغذاء: تعد الأحياء البحرية من المصادر المهمة للغذاء سواء للإنسان أو الحيوان، فالبحار والمحيطات تحتوي على كميات هائلة من انواع متباينة من الأحياء البحرية ذات القيمة الغذائية العالية مثل الأسماك والقشريات والزواحف والطحالب، وحتى الهائمات النباتية والحيوانية التي تعد القاعدة الرئيسة في سلسلة الهرم الغذائي للأحياء البحرية بشكل خاص وباقي الأحياء بشكل عام ومنها الانسان.

توجد في البحار والمحيطات اعداد هائلة من الكائنات الحية الصالحة للغذاء، إذ يوجد اكثر من 200 صنف ونوع من الكائنات الحية النباتية والحيوانية التي تصلح كغذاء للإنسان. ويصل انتاج البحار والمحيطات من المواد الغذائية في الوقت الحالي ملايين الأطنان، إذ يتراوح الانتاج العالمي من الأسماك البحرية بين 72–79 مليون طن سنوياً، وبالإضافة إلى الأسماك وعدد آخر من الحيوانات البحرية، فأن للنباتات البحرية دور مهم في مجال توفير الغذاء، حيث تستعمل بعض الطحالب في صناعة بعض انواع الخبز والفطائر التي اثبتت ملائمتها لغذاء الانسان، ويقدر انتاج البحار والمحيطات من الهائمات النباتية بحوالي 120 مليون طن كاربون عضوي في السنة، كما يمكن تحويل الطحالب إلى دقيق يحتوي على قيمة غذائية عالية يستعمل كعلف للماشية والدواجن، وهناك الكثير من الطحالب وبخاصة الطحالب الحمراء لها قيمة غذائية عالية وتحتوي على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين 30–50٪ من الوزن الجاف، فضلاً عن احتوائها على عدد من الفيتامينات[1]. وتعد حيوانات الفقمة مهمة لسكان الاسكيمو، حيث تشكل لحومها وشحومها غذاء هام لهم ولحيواناتهم في بيئة شديدة البرودة.

---

[1] حامد طالب السعد وآخرون، التوزيع الحيوي في البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص307-308.

2- اهميتها كمصدر لإنتاج العقاقير الطبية: تمثل معظم النباتات البحرية مصدراً هاماً لإنتاج مركبات كيميائية ذات اهمية كبيرة في صناعة العقاقير الطبية، إذ يستخرج من البحار والمحيطات اكثر من 30 الف طن سنوياً من الأعشاب البحرية يستعمل قسم منها لصناعة العقاقير الطبية، كما يستخرج عدد من العقاقير والسموم من الطحالب البحرية، وفضلاً عن ذلك تستعمل بعض السلاحف والقواقع وسمك القرش لإنتاج انواع من العقاقير الطبية.

3- اهميتها في عدد من الصناعات المهمة: تستخدم الطحالب في صناعة الآجر Ajar وهي مادة غروية دقيقة تمتص الماء وتنتشر في المحاليل بسهولة، وتستعمل في صناعة الآيس كريم لمنع تكوين بلورات الثلج كما تستعمل في التصوير الفوتوغرافي، حيث تطلى بها الواح التصوير. ويستخرج من الطحالب مادة الالجين Elgin وهي مادة مهمة في صناعة الأقمشة تقوم مقام النشا في حفظ قوام القماش، كما تدخل في صناعة مستحضرات طبية كثيرة وكمادة لتغليف الأقراص الطبية وفي معجون الحلاقة ومعجون الاسنان وبعض مستحضرات التجميل[1].

تعد الحيتان مصدراً هاماً للزيوت التي تستعمل في صناعة الدهون ويستخلص منها عدد من الفيتامينات، وتدخل هذه الزيوت في صناعة الأصباغ والصابون والأدوية والعطور، كما وتصنع من عظام الحوت بعض ادوات الزينة الخاصة بالنساء مثل امشاط الشعر والازرار، فضلاً عن صناعة بعض التحفيات الجميلة التي تزين واجهات المنازل والمحلات، وتطحن بقية اجزاء الحوت للحصول على دقيق يستعمل كعلف للحيوانات لاحتوائه على البروتينات والدهون. ويستفاد من فراء الفقمات ذي الجودة العالية في صناعة الملابس. ويستعمل الاسفنج في العديد من الصناعات

---

[1] عبدالله سالم المالكي، البيئة والتنوع الاحيائي، مصدر سابق، ص107.

التي تستعمل للأغراض المنزلية أو في العمليات الجراحية لقدرته على امتصاص السوائل[1].

4- الأهمية البيئية: تبين في بداية الفصل أن المنتجات المتمثلة بالنباتات البحرية لها القدرة على امتصاص كميات كبيرة من ثاني اوكسيد الكاربون خلال عملية التمثيل الضوئي فتفكك ذرات الكاربون إلى مواد عضوية وينطلق الاوكسجين ليذوب في المياه، فيما يتم استعماله في عملية التنفس لمختلف الكائنات الحية الهوائية في البيئة البحرية، وبذلك فان النباتات البحرية تعمل على ادامة التوازن البيئي بين غازي الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون. ومن المعلوم ان معدل غاز ثاني اوكسيد الكاربون على الأرض في تزايد مستمر وبدرجة كبيرة وخطرة على الانسان وبيئته، لذا فأن للنباتات البحرية دور مهم في المساهمة في التقليل من نسبة غاز ثاني اوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي.

المخاطر الرئيسة التي تجابه الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية:

قبل أن نختم موضوع الموارد الطبيعية الحية ينبغي التعرف على المخاطر الكبيرة التي تعرضت وتتعرض لها هذه الموارد، فالخطر الأول يتمثل في التلوث الناجم عن النشاطات البشرية -والذي سيتم التطرق اليه في الفصل السابع-، حيث نجم عن التلوث تدمير كبير لبعض الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية مثل الأعشاب البحرية والشعاب المرجانية. وتعد الهائمات النباتية والحيوانية التي تشكل قاعدة الهرم الغذائي اضعف جزء في السلسلة الغذائية بحيث تتأثر بصورة سريعة بالملوثات وبخاصة الملوثات الكيميائية والهيدروكاربونية المتواجدة في الوسط البيئي البحري، كما تتعرض عشرات الملايين من الأسماك سنوياً إلى الاختناق والهلاك بسبب انواع مختلفة من الملوثات.

---

[1] حامد طالب السعد وآخرون، التوزيع الحيوي في البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص309.

أما الخطر الثاني فيتمثل بالصيد المفرط، إذ تعاني 25٪ من مصايد الأسماك العالمية من الاستنزاف بشكل خطير بسبب الصيد المفرط، ويتم صيد عشرات الآلاف من الأسماك غير مكتملة النمو خلافاً لقوانين صيد الأسماك في مصايد بحر الشمال وأجزاء من شمال شرق وشمال غرب المحيط الأطلسي لغرض تحويلها إلى اغذية للحيوانات. وتشير الدراسات أن الأحياء البحرية قد انخفضت بنسبة 28٪ خلال عشرة اعوام من 1995–2005، وقد انخفض عدد طيور البحار والمحيطات بنسبة 30٪ بعد منتصف التسعينات من القرن الماضي[1]، ويعزى ذلك إلى التلوث والصيد المفرط، ومن المحتمل تفاقم هذه المشكلة في المستقبل لذا بات من الضروري اتباع شتى السبل لحماية الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية التي تعد من ضرورات التنمية المستدامة. ومن بين هذه السبل انشاء المحميات الطبيعية البحرية التي تمثل احد المعايير لحماية هذه الموارد ومقياساً لمستوى برنامج الدول المطلة على البحار في العناية بهذه الموارد التي تواجه تهديداً خطيراً منذ مدة طويلة.

المحميات البحرية:

تعرف المحميات الطبيعية البحرية بأنها عبارة عن مناطق طبيعية من المياه البحرية ذات حدود معينة تتمتع بالحماية القانونية للمحافظة على الأحياء النباتية والحيوانية من التدهور والانقراض وتوفر مستوى الحماية الضروري لضمان استعادة واستمرارية الإنتاجية في بحار العالم ومحيطاته. وتعد تلك المحميات أداة للمحافظة على البيئة، فضلاً عن المنافع الأخرى التي تحققها. وقد حقق إنشاء المحميات البحرية نتائج طويلة الأمد وغالباً ما ساهمت في تحقيق زيادة سريعة في وفرة وتنوع وإنتاجية الكائنات البحرية. وفي الوقت الذي تبدو فيه منافع الحماية جلية بالنسبة إلى الكائنات

[1] عبدالله سالم المالكي، البيئة والتنوع الاحيائي، مصدر سابق، ص168.

الحية التي تقضي معظم وقتها داخل المحمية البحرية، فانها أيضاً توفر الحماية للأنواع المهاجرة ولاسيما حماية أماكن تكاثرها.

تتطلب حماية مختلف أطياف التنوع البيئي البحري ان يتم شمول جميع المواطن الرئيسة في شبكة محميات إقليمية، وقد طور العلماء معايير مفيدة للمساعدة في التعرف على المناطق الرئيسة للبيئة البحرية ذات الأولوية التي يجب حمايتها لتحقيق أفضل النتائج وتشتمل تلك المناطق على[1]:

1- الأماكن التي تشمل المواطن الحساسة مثل الجبال البحرية.

2- الأماكن التي تضم مراحل حساسة في حياة الأجناس مثل أماكن التكاثر وحضن البيض.

3- المواقع القادرة على دعم بقاء الكائنات المستنزفة أو النادرة.

4- الأماكن التي تؤمن خدمات أو وظائف بيئية.

أهمية المحميات البحرية:

تلعب المحميات البحرية دورا بارزا في حماية الأحياء والموارد المائية والمحافظة على التنوع الحيوي، كما تستطيع هذه المحميات أن تدعم الظروف الهيدرولوجية والبيئة المثلى لنمو الأسماك والأحياء البحرية وازدهارها لذلك فهي عادة ما تستخدم من اجل حماية الأنواع النادرة وتكاثرها.

والأغراض التي تقام من اجلها المحميات البحرية هي:

1- المحافظة على المناطق البحرية التي تتصف بوجود توازن بيئي فيها.

2- حماية بعض أنواع الحيوانات من خطر التدهور والانقراض.

---

[1] www.greenpeace.org.

3- حفظ المصادر الوراثية النباتية والحيوانية التي تستوطن المنطقة المحمية.

4- التحكم في بعض الأنشطة التي تؤثر في البيئة البحرية.

5- الاستثمار السياحي للمحمية بالشكل الذي لا يؤثر في مكوناتها الحيوية.

وللمحميات البحرية عدة فوائد منها:

1- تعمل كمناطق لتكاثر الأسماك الاقتصادية وتزود المنطقة المحيطة بالمحمية بهذا الإنتاج.

2- تنمو الأسماك والأحياء البحرية داخل حدود المحمية إلى الحجم الطبيعي الأقصى.

3- تمثل المحمية البحرية أساسا لإعادة تشكيل السلسلة الغذائية بوجود مختلف حلقاتها من منتجات أولية نباتات وهائمات نباتية ومستهلكات أولية وثانوية (اسماك صغيرة ومتوسطة الحجم) ومفترسات (الحيتان والقرش) والمحللات (البكتيريا والأحياء الدقيقة).

4- تحافظ على توازن التنوع الإحيائي البحري.

5 - تؤمن المحمية البحرية للصيادين الاستمرار في عملهم حيث تكون سببا في حصولهم على الأسماك من خارج حدود المحمية إذ إن زيادة كثافة الأسماك داخل حدود المحمية تسبب نزوحا لهذه الأسماك وهجرتها إلى مناطق أخرى بحثا عن الغذاء.

لقد سعت السلطات في الكثير من الدول الساحلية إلى إنشاء شبكة متنوعة من المحميات البحرية في مناطق عديدة من العالم. ففي عام 1970 كان عدد المحميات البحرية 118 محمية موزعة في 27 دولة ووصل عددها في عام 2000 إلى 1306 محمية بحرية منها 27 محمية في استراليا وتوضح الصورة (13) احد هذه المحميات. و20 محمية بحرية في ايطاليا و23 في تونس، ومن المحميات البحرية المهمة الأخرى

محميات جزر توركس وكايكوسTorks& Caicos في البحر الكاريبي والمحميات البحرية في جزر الفلبين ومحمية كوساموي Kosamui في تايلاند ومحمية ارغين Argan في موريتانيا التي تزخر بأنواع عديدة من الحيوانات والطيور[1]، فضلا عن المحميات البحرية في المكسيك (صورة 14).

ومما تجدر الإشارة اليه ان المحميات البحرية تشكل نسبة 1٪ من مساحة البحار والمحيطات في العالم، مما يشير إلى عدم وجود محميات بحرية كافية في جميع أنحاء العالم لإدارة الموارد الطبيعية الحية في البيئة البحرية.

صورة (13) جانب من محمية بحرية في استراليا

[1] www.ankawa.com.

صورة (14) جانب من محمية بحرية في المكسيك

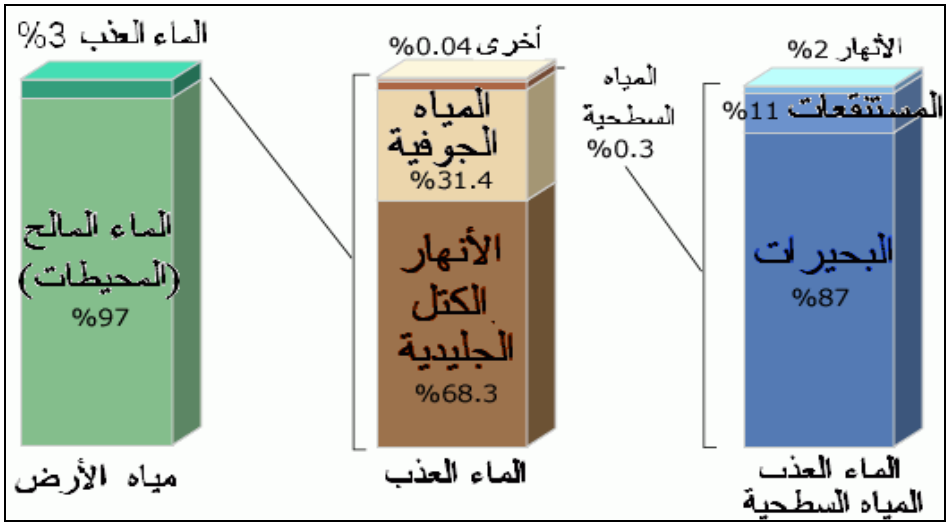
الموارد الطبيعية غير الحية في البيئة البحرية:

تشتمل ابرز الموارد الطبيعية غير الحية في البحار والمحيطات على ما يأتي:

1- الموارد المائية: تشكل المياه المالحة في البحار والمحيطات نسبة 97٪ من مجموع مياه الكرة الأرضية، فيما تشكل المياه العذبة نسبة 3٪ وكما يتضح من الشكل (43). وتمثل مياه البحار والمحيطات حلقة هامة في دورة المياه في الطبيعة التي تبدأ بتبخر قسم من مياهها ثم يتكاثف بخار الماء المتصاعد إلى الغلاف الجوي على شكل سحب، ويتساقط ثانية بصورة مطر أو ثلج ليعود ثانية إلى البحار والمحيطات بشكل مباشر أو غير مباشر.

كما تعد مياه البحار مورداً للمياه العذبة عن طريق تحليتها وبخاصة في الدول التي يسودها المناخ الجاف والتي تتسم بندرة المياه العذبة. فقد وجدت هذه الدول نفسها مرغمة على اللجوء إلى تقنيات تحلية المياه البحرية لتوفير المياه العذبة لكافة قطاعات الاستهلاك وتلبية الطلب المتزايد على المياه الناجم عن الزيادة المطردة في عدد السكان وتغير انماط الحياة.

شكل (43) النسب المئوية لمياه الكرة الأرضية المالحة والعذبة



بلغ مجموع الانتاج العالمي من المياه العذبة الناتجة عن عمليات تحلية المياه البحرية 7.5 مليار متر مكعب في السنة، وتستحوذ دول مجلس التعاون الخليجي ودول شمال افريقيا على نسبة مقدارها 76٪ من اجمالي الانتاج العالمي، أي ما يعادل 5.7 مليار متر مكعب سنوياً. يأتي معظم الانتاج من دول مجلس التعاون الخليجي بواقع 5.2 مليار متر مكعب سنوياً وبنسبة 70٪ من مجموع الانتاج العالمي، فيما تنتج دول شمال افريقيا 0.5 مليار متر مكعب سنوياً وبنسبة 6٪ من الانتاج العالمي[1].

[1] الأمانة العامة لجامعة الدول العربية، الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، التقرير الاقتصادي الموحد، 2008، ص 36- 43.

2- الطاقة المتجددة: تعد المياه البحرية ايضاً موارد لإنتاج الطاقة المتجددة من طاقة المد والجزر ومن حركة الامواج ومن الاختلافات الحرارية بين المياه السطحية الدافئة والمياه البحرية العميقة الباردة.

لقد استخدمت حركة المياه في ظاهرة المد والجزر منذ قرون لتدوير الطواحين الصغيرة في المناطق الساحلية. وتمكن المختصون من الاستفادة من حركة المياه اثناء المد والجزر لتوليد الكهرباء باستخدام الفارق بين منسوبي المياه خلال المد والجزر للحصول على مسقط مائي ملائم يتم من خلاله تحريك التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية. وتعد مداخل الخلجان الضيقة ومصبات الأنهار انسب الأماكن لاستغلال حركة المياه ابان المد والجزر، كما هو الحال في خليج فندي في السواحل الشرقية لقارة امريكا الشمالية وعند مصب نهر رانس الذي يصب في خليج رانس في الساحل الغربي من فرنسا، حيث انشأت محطة بلغت طاقتها الانتاجية 240 ميكا واط، كما انشأت الصين محطة بقدرة 500 ميكا واط في شرق بحر الصين. وهناك مشاريع أخرى في مناطق مختلفة من العالم.

أما الأمواج البحرية فهي الأخرى مورداً من موارد الطاقة المتجددة، فقد اوضحت الدراسات أن الموجه التي يصل ارتفاعها إلى 108 متراً وعمقها تسعة امتار تحمل طاقة مقدارها 10 كيلو واط في كل متر من جبهتها. ومن المؤمل في المستقبل أن تتقدم التكنلوجيا ذات الصلة بتصميم وانشاء شبكات توليد الطاقة الكهربائية من الأمواج البحرية.

وفيما يخص الاختلافات الحرارية بين المياه البحرية السطحية والمياه العميقة فهناك توجه علمي لاستغلال الفارق في درجات الحرارة لتوليد الطاقة الكهربائية، ففي المناطق المدارية تكون درجة حرارة المياه السطحية حوالي 25 درجة مئوية[1]،

---

[1] جوده حسنين جوده، جغرافية البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص507-508.

بينما تصل عند عمق 1000 متراً حوالي 5 درجة مئوية وبفارق مقداره 20 درجة مئوية، ويمكن أن يستعمل هذا الفارق في تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية. وهناك محاولات من لدن الخبراء الفرنسيين لتوليد الطاقة الكهربائية في المناطق الساحلية لدولة ساحل العاج من خلال تطبيق هذه الحقيقة العلمية، الا أن مشروعات كهذه تتطلب تكنلوجيا متقدمة ورأس مال كبير.

3- النفط والغاز الطبيعي: تحتوي البيئة البحرية على كميات هائلة من النفط والغاز الطبيعي، وقد بدأت عمليات استخراجهما من البيئة البحرية في مرحلة مبكرة من تاريخ الصناعة الاستخراجية النفطية، ثم اتسعت عمليات استخراجهما من البحار حتى شملت مناطق كثيرة من العالم. وتم خلال عام 2002 تحقيق اكتشافات نفطية هامة في المياه البحرية لكل من خليج المكسيك وبحر الشمال والبحر المتوسط وبحر الصين وبحر قزوين وخليج تايلند والمحيطين الأطلسي والهادي، كما تحققت اكتشافات هامة للغاز الطبيعي في البيئة البحرية لكل من الفلبين وشرق الهند. ولم يعد استخراج النفط من البحار يعتمد اسلوب الأرصفة التقليدية بل اصبح يعتمد على الفولاذ والأبنية الخرسانية والوسائل العائمة والغاطسة الثابتة منها والمتنقلة.

تؤكد الأبحاث والدراسات الحديثة أن ثلث المخزون العالمي من النفط والغاز الطبيعي يتواجد في البحار والمناطق القريبة من الشواطئ البحرية، وأن البحار تمد العالم حالياً بأكثر من 20٪ من الاحتياجات النفطية، ويبلغ انتاج البيئة البحرية من الغاز الطبيعي نسبة 10٪ من حجم الانتاج العالمي[1].

4- الأملاح والمعادن الأخرى: اشير في الفصل الثالث أن مياه البحار والمحيطات تحتوي على مجموعة من الأملاح المعدنية المذابة، ويحتل كلوريد الصوديوم

---

[1] كريمة بورحلي، التلوث البحري وتأثيره على البحارة، رسالة ماجستير، كلية العلوم الانسانية والعلوم الاجتماعية–جامعة منتوري، 2010، ص54.

المرتبة الأولى بنسبة 85٪ من اجمالي كمية الأملاح المذابة في المياه البحرية. ويعد الملح من العناصر المهمة في حياة الانسان ويدخل في عمليات الصناعات المختلفة وفي حفظ اللحوم، ويقدر استهلاك العالم منه اكثر من 35 مليون طن سنوياً.

أما المعادن الأخرى فتقدر كمية المغنيسيوم بحوالي 26 مليون طن، حيث يحتوي المتر المكعب الواحد من مياه البحر على 1.3 كيلو غرام من هذه المادة، كما يحتوي الكيلو متر المكعب من المياه البحرية على 700 طن من البوتاسيوم الذي يعد من اصناف الأسمدة الزراعية ومادة خام في كثير من الصناعات. ويحتوي كل متر مكعب من المياه البحرية على 67 غرام من البروم، كما يمكن الحصول عليه من حرق الطحالب البحرية، ويستخدم البروم في صناعة الأدوية والأصباغ وصناعات كيميائية أخرى[1].

تحتوي قيعان البحار والمحيطات على رواسب غنية بالعديد من المعادن من بينها عقد المنغنيز الواسعة الانتشار في المحيط الهادي، وتتكون من المنغنيز والحديد. كما تنتشر رواسب معدنية أخرى في عدة أماكن من قيعان البحار والمحيطات ومن امثلتها مناطق العيون المعدنية الحارة في البحر الأحمر التي توجد على عمق حوالي 2000 متراً وهي غنية بالحديد والمنغنيز والنحاس والنيكل والكوبالت وغيرها. وتوجد في قيعان البحار والمحيطات معادن الذهب والفضة واليورانيوم ولكن بنسب ضئيلة. ومن الموارد المعدنية الأخرى في البيئة البحرية معادن مواد البناء مثل الرمل والحصى التي تحتوي على معادن الكوارتز والفلدسبار[2].

---

[1] كريمة بورحلي، مصدر سابق، ص54.

[2] حامد طالب السعد وآخرون، التوزيع الحيوي في البحار والمحيطات، مصدر سابق، ص314.

الفصل السابع

التلوث البحري

مصادره وتأثيراته

الفصل السابع

التلوث البحري، مصادره وتأثيراته

مفهوم التلوث البيئي:

قبل التطرق إلى التلوث البحري ينبغي التعرف على التلوث البيئي الذي يعد من أهم المشكلات البيئية التي بدأت تأخذ ابعاداً بيئية واجتماعية خطيرة وخاصة بعد قيام الثورة الصناعية في اوروبا والتوسع الصناعي الهائل المقترن بالتكنلوجيا الحديثة، حيث اخذت الصناعات الحديثة اتجاهات خطيرة على البيئة تمثلت بالتنوع الكبير وظهور بعض الصناعات المعقدة التي رافقها تلوث خطير ادى إلى الاخلال في التوازن البيئي وتدهور المحيط الحيوي ومكوناته المختلفة الحية منها وغير الحية.

لقد وردت عدة تعريفات للتلوث البيئي، فقد عرف بأنه التغير الكمي والكيفي الحاصل في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للهواء أو التربة أو الماء، ويترتب عليه ضرراً في حياة الانسان وفي مجال نشاطاته اليومية الزراعية والصناعية وغيرها مسبباً الضرر لموارد البيئة الطبيعية[1].

ويقصد بالتغير الكمي زيادة نسبة بعض المكونات الطبيعية للبيئة مثل زيادة نسبة ثاني اوكسيد الكاربون عن نسبته المعتادة. وينتج التغير الكمي من اضافة مواد تكون سامة أو قاتلة مثل الزئبق واكاسيد الكاربون وغيرها. أما التغير الكيفي فانه ينتج من اضافة مركبات صناعية غريبة على الانظمة البيئية لم يسبق لها أن كانت متواجدة.

---

[1] عبدالوهاب رجب وهاشم بن صادق، التلوث البيئي، الرياض، 1997، ص18.

كما عرف التلوث البيئي على أنه التغير المفاجئ الذي يحدث للمادة عند تعرضها لعدد من العوامل البيئية ويشمل التغير في تركيبها الأساس مصاحباً التغير في شكلها ولونها وطعمها، ومحولاً تلك المادة إلى مركبات ذات اضرار على النظام البيئي.

ويمكن تعريف التلوث البيئي اجمالاً على أنه[1]:

1- كل تغير يطرأ على مكونات البيئة الحية وغير الحية ويضغط عليها.

2- ينجم معظمه من نشاطات الانسان إلى جانب عوامل طبيعية أو كليهما معاً.

3- ينجم عنه الاخلال في التوازن البيئي الطبيعي والنظم البيئية.

4- يؤثر في الكائنات الحية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بما في ذلك الانسان.

5- يترك آثاراً اقتصادية واجتماعية وصحية في البيئة والمجتمع.

درجات التلوث البيئي:

يتفاوت خطر التلوث البيئي على النظام البيئي وعلى صحة الانسان لكونه ليس على درجة واحدة في الخطورة والتأثير. ويمكن التمييز بين ثلاث درجات من التلوث هي[2]:

1- التلوث المقبول: يراد بالتلوث المقبول التلوث الموجود في اغلب المناطق ويكون على درجة محددة من درجات التلوث. ولا تخلو منطقة من مناطق العالم منه، ولا يصاحب هذا النوع من التلوث مشكلات بيئية رئيسة أو اخطار واضحة على

---

[1] كريمة بو رحلي، مصدر سابق، ص59–60.

[2] كريم سالم حسين وحيدر كاظم مهدي، الأبعاد الاقتصادية للتلوث البيئي، مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية، المجلد 14، العدد 4، 2012، ص131–132.

البيئة والانسان. وتمثله الاماكن الصناعية التي لا ينجم عنها تلوث ملحوظ والمشاريع الزراعية والمجمعات السكنية الصحية وأماكن السياحة البيئة، التي يمكن اقامتها داخل حدود التصميم الأساس للمدينة، ويمكن معالجة مخلفات هذه المشاريع بسهولة من خلال وحدات المعالجة.

2- التلوث الخطر: يأتي التلوث الخطر بالدرجة الثانية وتعاني منه كثير من الدول الصناعية. ويعود بالدرجة الاولى إلى الصناعات التحويلية والاستخراجية، والاعتماد بشكل رئيس على الفحم والنفط كمصدر للطاقة. وتعد هذه الدرجة من التلوث مرحلة متقدمة من مراحله، إذ أن كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد المسموح به لتصبح مشكلة، يرافقه التأثيرات السلبية في العناصر البيئية الطبيعية منها والبشرية.

وتتطلب هذه الدرجة من التلوث اجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبية عن طريق معالجة التلوث الصناعي باستعمال وسائل تكنلوجية حديثة مثل انشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح به دولياً، أو عن طريق تشريع قوانين وفرض ضرائب على المشروعات الصناعية التي تسهم في زيادة نسبة التلوث.

3- التلوث المدمر: يعد التلوث المدمر من اخطر درجات التلوث، إذ تتعدى فيه الملوثات الحد الخطر لتصل إلى الحد القاتل أو المدمر للأحياء. وعلى الرغم من أن هذه الدرجة لم تنتشر بصورة واسعة لحد الآن، الا أنها بدأت تلوح في الافق في بعض المناطق كما هو الحال في بحيرة ايري الامريكية التي فقدت مقومات وجود الأحياء المائية، بسبب ما يلقى فيها من نفايات صلبة وسائلة من المدن الصناعية المنتشرة حولها. ولعل حادثة تشرنوبل التي وقعت في المفاعلات النووية في اوكرانيا مثال آخر للتلوث المدمر.

مفهوم التلوث البحري:

كانت البحار والمحيطات في الماضي قادرة على التنقية الذاتية والقضاء على الملوثات نظراً لكبر حجمها وقلة كمية النفايات التي يتم تصريفها إلى المياه البحرية، سواء بفعل العوامل الطبيعية التي تتمثل بالفيضانات والسيول والباركين أم بفعل الأفراد والمؤسسات على اختلاف انواعها.

لقد ازدادت حدة التلوث البحري مع التقدم الصناعي والتطور التكنلوجي والزيادة المطردة في عدد السكان وتوسع المدن الساحلية. وتحولت البحار والمحيطات إلى مستودعات ضخمة تضم كميات كبيرة من النفايات البشرية والصناعية، فضلاً عن الملوثات الكيميائية والبيولوجية، فأصبحت غير قادرة على استيعاب هذا الكم الهائل من الملوثات، واصبح التلوث من اخطر المشكلات التي تواجهها البيئة البحرية في الوقت الحاضر.

لقد وردت عدة تعريفات للتلوث البحري نذكر منها:

لقد عرفت منظمة الغذاء والزراعة الدولية التلوث البحري في مؤتمرها الذي انعقد في روما عام 1970 على انه ادخال الانسان في البيئة البحرية مواد يمكن أن تسبب اضرار بالثروات البيولوجية وصحة الانسان وعرقلة النشاطات البحرية بما فيها صيد الأسماك، وافساد مزايا مياه البحر عوضاً عن استخدامها في مجالات الترفيه.

وصدر تعريف آخر للتلوث البحري في مؤتمر استكهولم للبية البحرية عام 1972 على أنه أي نشاط يتسبب به الانسان بصورة مباشرة أو غير مباشرة ينتج عنه ادخال أي مواد كيمياوية أو بيولوجية أو مصادر للطاقة للمياه البحرية أو احداث أي تغير في صفات المياه، مما يترتب عليها عاجلاً أم آجلاً آثار ضارة للإنسان أو الكائنات الحية أو الممتلكات الاقتصادية أو اعاقة الانشطة البحرية بما في ذلك صيد الأسماك أو

افساد صلاحية المياه للاستخدام أو الحد من قيام مرافق ترفيهية على شواطئ البيئة البحرية[1].

وعرف التلوث البحري بأنه أي تغيير في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحياتية لعناصر البيئة البحرية ناجم عن النشاطات البشرية أو العوامل الطبيعية أو كليهما معاً، بحيث يزيد التغيير على استيعاب طاقة البحار، وينجم عن هذا التلوث اضراراً بالحياة النباتية والحيوانية في البيئة البحرية وعرقلة الأنشطة البحرية بما فيها صيد الأسماك، وافساد مياه البحر[2].

مصادر التلوث البحري وتأثيراتها:

ينجم التلوث البحري من مصادر طبيعية تنشأ من مكونات البيئة الطبيعية ذاتها، أو من مصادر بشرية تتمثل بنشاطات الانسان المختلفة وما استحدثه من تقنيات ووسائل حديثة وما تخلفه من نفايات صناعية وغيرها.

أولا: المصادر الطبيعية:

تكون المصادر الطبيعية للتلوث البحري ذات تأثير محدود وآني يزول بزوال السبب وتشتمل هذه المصادر على ما يأتي:

1- الغازات التي تقذفها البراكين والغبار البركاني وتنتقل بفعل الرياح إلى مسافات بعيدة أو تبقى عالقة في الجو، وتسهم الأمطار في اسقاطها على مياه البحار والمحيطات.

---

[1] رجاء وحيد دويدري، البيئة–مفهومها العلمي المعاصر وعمقها الفكري التراثي، دار الفكر، دمشق، 2004، ص269.

[2] سيد عاشور احمد، التلوث البيئي في الوطن العربي–الواقع والحلول، الشركة الدولية للطباعة، القاهرة، 2006، ص173.

2- اكاسيد النتروجين التي تتكون في الهواء والناتجة عن التفريغ الكهربائي للصواعق. وتشترك هذه الأكاسيد مع اكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحامضية التي تؤدي عند تساقطها على البحار والمحيطات بإصابة بعض الكائنات الحية البحرية بأضرار جسيمة. كما تؤدي الأمطار الحامضية إلى اذابة نسبة كبيرة من بعض المعادن الثقيلة في التربة ومن ثم نقلها عن طريق المجاري المائية إلى البحار، مما يتسبب في تسمم الكائنات الحية البحرية أو تتراكم في اجسامها بمرور الزمن[1].

3- الفيضانات العارمة والسيول التي تنقل عدد من الملوثات وكميات من الرواسب إلى البحار، إذ يتراوح تصريف الأنهار إلى البحار والمحيطات بين 10-64 مليون طن من المواد العالقة فقط، التي تؤثر في شفافية المياه البحرية وتقلل من اختراق الضوء الكافي لعملية التركيب الضوئي، كما تعمل الرواسب العالقة بالطبقة السطحية للمياه على الاضرار بالجهاز التنفسي للأسماك بأنواعها، الأمر الذي يترتب عليه الضرر بالأعداد المتواجدة في الحيز المكاني المتأثر بهذه الرواسب العالقة، وقد يؤدي إلى نفوقها أو هجرتها إلى أماكن أخرى.

4- يحدث التلوث الطبيعي عندما تطغى بعض الكائنات الحية على حساب أخرى، مما يسهم في الاخلال في التوازن الاحيائي. فعلى سبيل المثال اظهرت الدراسات حول نوع من انواع الطحالب الخضراء الثاكسيفولا LA TAXIFOLIA الذي يعد ضاراً ومتواجد على عمق 100 متراً في البحر المتوسط والذي كان يشغل مساحة مقدارها 100 هكتار في سنة 1992، الا أن هذه المساحة بدأت تتضاعف حتى وصلت إلى 1500 هكتار من المساحة البحرية سنة 1999 من خلال امكانيته الكبيرة في الانتشار على حساب العناصر المفيدة في القاع البحري التي تشكل غذاءً مهماً لعدد من الكائنات الحية البحرية، واسهمت زيادة كثافته في القضاء على العديد

---

[1] سيد عاشور احمد، مصدر سابق، ص221.

من الكائنات البحرية وبخاصة الأسماك، لكونه يطرح تراكيز من الافرازات السامة التي تقضي على بعض الكائنات الحية البحرية[1].

ثانياً: المصادر البشرية

اشير إلى تحول البحار والمحيطات إلى مستودعات ضخمة تضم العديد من النفايات البشرية والصناعية، فضلاً عن المكونات الكيميائية والبيولوجية، ومما زاد في الطين بلة انفتاح البحار والمحيطات على بعضها، مما سهل عملية انتشار الملوثات على مساحات واسعة وانتقالها إلى مسافات بعيدة بفعل حركة التيارات المحيطية، أو مع الثروة السمكية التي تقوم بالهجرة الموسمية، مما يؤدي إلى سهولة نقل الملوثات من حيز مكاني إلى آخر واتساع المساحات المتأثرة بها. ومن أهم المصادر البشرية للتلوث البحري ما يأتي:

1- التلوث النفطي: يعد التلوث النفطي من ابرز وأخطر الملوثات التي تتعرض لها البيئة البحرية، وينجم هذا التلوث من خلال تسرب النفط خلال عمليات التنقيب والاستخراج من الآبار البحرية أو المحاذية لها، فضلاً عن تسرب النفط إلى البحر اثناء عمليات التحميل والتفريغ في الموانئ النفطية، اضافة إلى حوادث ناقلات النفط العملاقة عند جنوحها أو اصطدامها أو اندلاع الحرائق فيها.

لقد ازداد الطلب العالمي على النفط الذي يعد اهم مصادر الطاقة على المستوى العالمي في الوقت الحاضر، فضلاً عن دخوله في كثير من الصناعات البتروكيمياوية، مما ادى إلى توسيع عمليات التنقيب عنه واستخراجه من عرض البحار -كما اشير إلى ذلك في الفصل السادس-، وتتسرب كميات كبيرة من النفط إلى المياه البحرية اثناء عمليات التنقيب والانتاج.

---

[1] كريمة بو رحلي، مصدر سابق، ص65.

بعد تفريغ حمولات ناقلات النفط العملاقة، تملأ خزاناتها بالمياه للحفاظ على توازنها اثناء رحلة العودة، وقبل تحميلها بالنفط مرة أخرى يتم التخلص من المياه الملوثة ببقايا النفط وتلقى في مياه البحر.

إن حوادث ناقلات النفط العملاقة التي تتمثل بحوادث التآكل في الجسم المعدني للناقلة اثناء اصطدامها بالشعب المرجانية أو الحواجز الصخرية أو تعرضها إلى العواصف الشديدة أوالى الغرق والحريق وغيرها تتسبب في انسكاب كميات كبيرة من النفط الخام سنوياً، وتنتشر هذه الكمية من النفط بسرعة على مساحات بحرية واسعة بفعل التيارات البحرية والأمواج. ومن الأمثلة على ذلك جنوح ناقلة النفط الامريكية على الشواطئ الفرنسية عام 1978، التي تسرب منها 38 الف طن من النفط الذي انتشر على بقعة واسعة وكذلك غرق الناقلة بريستيج في المياه الاسبانية عام 2002 التي تدفقت منها آلاف الأطنان من النفط، والتي تسببت في منع الصيد على مسافة 400 كيلو متر من السواحل. وعلى الرغم من أن زيت النفط لا يذوب في الماء الا أن جزءاً من طبقة الزيت تغطي قسم من المياه السطحية وتختلط مع المياه مكونة مستحلباً يختلط بالمياه تحت السطحية ويمتزج معها بمرور الوقت، مما ينجم عنه تلوث المياه البحرية العميقة[1].

لقد اثبتت الدراسات العلمية أن حوالي مليوني طن من النفط تقذف سنوياً في البحار والمحيطات محدثة التلوث النفطي. وهذه الكمية موزعة حسب النسب الآتية[2]:

---

[1] عبدالرحمن محمد السعدني وثناء مليجي السيد، مشكلات البيئة–اسبابها وكيفية مواجهتها، دار الكتاب الحديث، القاهرة، 2006، ص56.

[2] واعلي جمال، الحماية القانونية للبيئة البحرية من اخطار التلوث، اطروحة دكتوراه، كلية الحقوق والعلوم السياسية–جامعة تلمسان، 2010، ص19.

10٪ بسبب غرق البواخر والناقلات و35٪ بسبب تنظيف خزانات ناقلات النفط و7.5٪ نتيجة التنقيب عن النفط في عرض البحار و2.5٪ تقذف في البحار من الزيوت المحروقة و45٪ من الصناعات النفطية ومصافي النفط المقامة على السواحل.

يترك التلوث النفطي تأثيرات في البيئة البحرية ومواردها الطبيعية يمكن ايجازها بالآتي:

أ- يحتوي النفط على مواد كيمياوية خطيرة تتمثل بالمركبات الكبريتية والهيدروكربونية مثل مادة البنزوبين Benzopyne التي تنفذ إلى الأسماك وتؤدي إلى تسممها وهلاكها ومن ثم تطفو اعداد منها على المياه البحرية كما في صورة (15).

ب- نظراً لانخفاض كثافة النفط مقارنة بكثافة الماء فانه يطفو على السطح مكوناً طبقة رقيقة عازلة بين الماء السطحي والهواء الجوي تمنع ذوبان بعض الغازات الجوية مثل الاوكسجين، كما تمنع وصول ضوء الشمس إلى الأحياء البحرية لتعيق بذلك عملية التركيب الضوئي وطرح الاوكسجين، مما يؤدي إلى هلاك العديد من هذه الأحياء وبخاصة صغار الأسماك واليرقات والرخويات، فضلاً عن تعرض الآلاف من الطيور التي تقضي معظم وقتها على سطح الماء إلى تأثير الزيوت النفطية مثل طائر النورس الذي يتعرض إلى الهلاك بأعداد كبيرة.

صورة (15) هلاك آلاف الأسماك البحرية بسبب التلوث النفطي

ج- أن الأسماك التي يتم اصطيادها من الأماكن التي تلوثت بالنفط تكون ذات طعم غير مستساغ، مما يؤدي إلى عزوف الأفراد عن شراء الأسماك خوفاً من الأمراض، مما يترتب عليه خسائر للصيادين.

د- تظهر على المدى البعيد تأثيرات صحية على الأفراد بسبب انتقال الملوثات النفطية عن طريق السلسلة الغذائية، وتشكل تهديداً صحياً للإنسان في حالة التعرض لمركبات النفط السامة.

هـ - ينتقل النفط إلى الشواطئ بفعل حركات المياه البحرية مثل الأمواج والمد والتيارات البحرية، مما يؤدي إلى تشويه الجمال الطبيعي لهذه الشواطئ والتأثير في الناحية السياحية والترفيهية.

و- تكبد الدولة البحرية خسائر اقتصادية جراء عمليات التنظيف للأماكن المتأثرة بالتلوث النفطي.

2- التلوث بمياه الصرف الصحي: تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستعملة في المطابخ والحمامات وفضلات دورات المياه، وقد تزايدت كمياتها مع تزايد عدد السكان، وأن قسماً كبيراً منها يشق طريقه إلى البحار قبل معالجتها، مما يؤدي إلى تلوث البيئة البحرية، لما تحتويه من مواد عضوية وغير عضوية ذائبة أو عالقة، فالمواد العضوية تشتمل على المواد النيتروجينية بنسبة 40٪ والمواد الكربوهيدراتية بنسبة 50٪ ومواد دهنية بنسبة 10٪. أما المواد غير العضوية فتشتمل على الكلوريدات والفوسفات والبوتاسيوم وبعض املاح المعادن[1]. كما تحتوي على عدد كبير من البكتريا والفيروسات التي تستنفذ الأوكسجين اثناء عملية تحلل هذه المواد فتتصاعد منها روائح كريهة.

وتعد المنظفات التي تستخدم في المنازل والمطاعم والفنادق وغيرها احدى الملوثات الخطرة لكون اغلبها يتكون من مواد هيدروكربونية غير قابلة للتفكك الحيوي وتعرف بالمنظفات العسرة التي تختلط بمياه الصرف الصحي.

إن البحار الأكثر تلوثاً بمياه الصرف الصحي هي تلك التي تكون محاطة بالشواطئ ذات الكثافة السكانية العالية، كما هو الحال في الدول المطلة على خليج البنغال والدول المطلة على البحر المتوسط الذي تلقى في مياهه حوالي 80٪ من مياه الصرف الصحي بدون معالجة كما في لبنان واللاذقية والاسكندرية وطرابلس وتونس والجزائر ومرسيليا ونابولي وبرشلونه.

---

[1] رجاء وحيد دويدري، مصدر سابق، ص259.

نجم عن تلوث البحار بمياه الصرف الصحي تدهور البلانكتون والطحالب القاعية ويرقات الأسماك. ويساعد وجود مواد عضوية في مياه الصرف الصحي على نمو مجموعة من الرخويات التي تمتص وتحتفظ بعدد كبير من الميكروبات الضارة بالإنسان. وقد اثر التلوث بمياه الصرف الصحي في المدن الواقعة على الساحل الغربي لأفريقيا والتي تصب مياه الصرف الصحي في مياه شواطئها دون معالجة، مما شوه الجمال الطبيعي لها وتلوثت رمالها البيضاء وشعابها المرجانية الغنية بالأسماك، وادى إلى انتشار الأمراض والبكتريا والفيروسات والطفيليات وتسمم الكائنات البحرية[1].

3- التلوث بالمواد الكيمياوية: يعد التلوث البحري بالمواد الكيمياوية من اخطر انواع التلوث، إذ يتم في انحاء كثيرة من العالم القاء مخلفات المصانع الكيمياوية إلى البحار دون معالجتها ومن هذه المواد ما يأتي:

أ- الأحماض المعدنية والعضوية: تتمثل هذه الأحماض بحامض الكبريتيك وحامض الفورميك وحامض الخليك التي تؤدي إلى تخفيض قيمة الاس الهيدروجيني PH، ومن المعروف أن الأحياء المائية تنتعش عندما تتراوح قيم الاس الهيدروجيني بين 5.6–8.4. أما إذا قلت القيمة عن 5 (حامضي) أو زادت عن 9 (قاعدي)، فأن هذه التغيرات الشاذة تؤثر في الخلايا الحية ومعدل نشاط الانزيمات التي تتحكم في العمليات الفسيولوجية وقد يتسبب ذلك في هلاك اعداد كبيرة من الأسماك[2].

ب- المعادن الثقيلة: تشتمل على الرصاص والزئبق والكادميوم والزرنيخ وكلها مواد ذات سمية عالية، فالرصاص تنتقل حبيباته من جو المدن إلى مياه البحار عن طريق مياه الأمطار، فضلاً عما تنفثه محركات السفن البحرية مباشرة في مياه البحر، مما يتسبب في اتلاف النظام العصبي لعدد من الكائنات الحية.

---

[1] حامد طالب السعد وآخرون، المدخل إلى علم البيئة البحرية، مصدر سابق، ص158.

[2] علي حسن موسى، التلوث البيئي، دار الفكر، دمشق، 2000، ص348.

ويتركز الزئبق في المواد العالقة والنباتات الطافية التي تتغذى عليها الأسماك فيدخل في اجسامها بنسبة عالية وينتقل الخطر إلى الأفراد الذين يأكلون هذه الأسماك الملوثة، إذ يتراكم الزئبق في اجسامهم وقد يودي بحياتهم بسبب التسمم بالزئبق. أما الكادميوم والزرنيخ فلهما نفس الآثار الضارة عندما تتركز كميات منهما في اجسام الأسماك وغيرها من الكائنات البحرية، ويصاب الانسان بالتسمم في حالة تناوله للأسماك المسممة[1].

ج- المبيدات الكيمياوية: لقد كان لظهور المبيدات الكيمياوية الأثر الكبير في القضاء على انواع من الحشرات والآفات الزراعية، الا أن الاسراف في استخدامها جعلها وبالاً على البيئة والانسان، حيث تخطت حدود تواجدها في التربة والهواء لتصل إلى البحار ملوثة بذلك عدد من الكائنات المتواجدة فيه وانتقلت فيما بعد إلى الانسان عبر غذائه. ومن ابرز المبيدات الكيمياوية الكلوردين والآندرين والديازنون والبايرثروم ومركب ال DDT، وقد تسبب انتقال هذه المبيدات إلى البيئة البحرية بالقضاء على العديد من الأحياء الدقيقة، فيما يترسب الكثير منها في الأسماك التي تتغذى على كائنات ملوثة بهذه المبيدات، ويبقى انتقالها في دورات السلاسل الغذائية لعدد من السنين، مما يزيد في كميات تراكيزها[2].

4- التلوث الحراري: يقصد بالتلوث الحراري ارتفاع درجة حرارة الحيز المكاني عن الحدود المألوفة. ويكون مصدر التلوث الحراري في البحار والمحيطات من المصانع التي تستخدم مياه البحر لتبريد الآلات والمحركات والأجهزة الساخنة، كما يكون مصدره من محطات توليد الكهرباء التي تسهم لوحدها بنسبة 81٪ من اجمالي المياه الحرارية، وذلك لاستهلاكها كميات كبيرة من المياه في تبريد المحركات، حيث قدرت

---

[1] رجاء وحيد دويدري، مصدر سابق، ص258.

[2] كريمة بو رحلي، مصدر سابق، ص76- 77.

كمية المياه التي تستعملها محطة ذات طاقة انتاج 1000 ميكا واط بحوالي مليوني لتر من مياه التبريد في كل دقيقة. وفي كلتا الحالتين تعود المياه الساخنة ذات التراكيز الملحية العالية إلى البحر، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المياه، وينجم عن ذلك نقص في كمية الأوكسجين المذابة في المياه، الأمر الذي يؤدي إلى اختناق عدد كبير من الأحياء المائية ومنها الأسماك، كما يؤدي إلى احلال البكتريا اللاهوائية محل البكتريا الهوائية وحدوث التعفن والروائح الكريهة[1].

5- التلوث الاشعاعي بفعل النشاط النووي: تعرضت البحار والمحيطات إلى خطر جديد بعد نهاية الحرب العالمية الثانية تمثل في ازدياد الصناعات النووية للأغراض السلمية والحربية، وطرح مخلفات سامة ومواد اشعاعية في البيئة البحرية سواء عن طريق اجراء التجارب النووية أو دفن المخلفات النووية في قيعان البحار والمحيطات أو حوادث تسرب المفاعلات النووية وغيرها، مما نجم عنه زيادة التلوث الاشعاعي في جميع انحاء العالم نتيجة لحركة المياه البحرية بفعل الأمواج والتيارات البحرية.

لقد استعملت الطاقة النووية في توليد الطاقة الكهربائية على نطاق واسع عالمياً، وتتفاوت نسب الاشعاع الذري المنبعث من محطات هذه الطاقة، ويمكن أن تظهر آثارها الضارة على المدى البعيد لتشمل كل الأنظمة البيئية بما في ذلك البحار والمحيطات.

كما استعملت الطاقة النووية في تسيير السفن والغواصات البحرية المجهزة للهجوم بالأسلحة النووية، وقد ينجم من ابحار هذه السفن والغواصات اشعاعات ذرية تؤدي إلى الاضرار بالبيئة البحرية.

---

[1] نجلاء لعوامر، حماية البيئة من التلوث في القانون الدولي، رسالة ماجستير، كلية الحقوق والعلوم السياسية–جامعة محمد خيضر–بسكرة، 2017، ص41.

لقد ازداد عدد المفاعلات النووية وبخاصة في الدول الكبرى التي تعتمد في اجراء تجاربها النووية على قيعان البحار بعدما كانت تجريها في المناطق الصحراوية. وتم اجراء أول تجربة تحت الماء في عام 1946 قامت بها الولايات المتحدة الامريكية في جزر مارشال في المحيط الهادي بهدف تقييم تأثيرات الأسلحة النووية المستخدمة ضمن السفن والغواصات الحربية. كما اجرت الولايات المتحدة الأمريكية تجربة نووية أخرى في عام 1955 على عمق 600 متراً دون مستوى سطح البحر لتحديد نقاط ضعف الغواصات تجاه الانفجارات النووية. ولا تزال التجارب تجرى في اعماق البحار والمحيطات.

يتم التخلص من النفايات النووية بعدة طرائق منها دفنها في باطن الأرض أو بأرسالها إلى الفضاء الخارجي بواسطة الصواريخ أو بدفنها في المياه البحرية، وأن اولى عمليات الدفن للمخلفات النووية في البحار كانت في عام 1946 في داخل المحيط الأطلسي على بعد 550 كيلو متر من القارة الاوربية[1].

يذوب بعض الملوثات الاشعاعية في المياه ويتحول في صورة معادن ثقيلة مثل الرصاص والنيكل والزئبق والكوبالت، مما ينجم عنه مخاطر بيولوجية في البيئة البحرية، حيث يؤدي التلوث الاشعاعي إلى تدمير الشعب المرجانية والتجمعات السمكية وبعض الانواع من الكائنات الحية. وتؤثر النفايات النووية في الجينات الوراثية وحدوث تشوهات جينية والاضرار بالأجيال المختلفة للحيوانات البحرية وبخاصة الأسماك كما تسهم المخلفات النووية التي تدفن في مياه البحار في رفع درجة حرارة المياه، مما ينجم عنه الاضرار بالكائنات البحرية وبالأخص الهائمات النباتية

---

[1] طايل محمد الحسن، النفايات الذرية والتجارب النووية في البحار والمحيطات واخطارها على البيئة البحرية، مجلة امن البيئة، جامعة نايف للعلوم الأمنية، العدد 373، البحرين، 2013، ص63.

والحيوانية التي تعد اساس السلسلة الغذائية في البيئة البحرية ومن ثم الاضرار بالهرم الغذائي البحري بشكل عام.

6- التلوث الضوضائي[1]: يمكن تعريف الضوضاء بأنها الأصوات غير المرغوبة التي تسبب للإنسان والحيوان نوعاً من الازعاج أو الاضطراب بسبب شدتها أو بسبب فجائيتها أو بسبب استمرارها لفترة زمنية طويلة. والضوضاء في البيئة البحرية عبارة عن اصوات غير متجانسة تتجاوز شدتها المعدل الطبيعي المسموح به بما يؤدي إلى تشوش الاشارات والذبذبات الصوتية وتمنع انتقالها بين الكائنات الحية البحرية التي تستعملها للتواصل فيما بينها، فضلاً عن الاضرار بحواس السمع لديها التي تستعملها لالتقاط الأصوات والذبذبات الصوتية. ويظهر التلوث الضوضائي في البيئة البحرية من حركة السفن التجارية وناقلات النفط والبوارج الحربية واساطيل الصيد التي تجوب البحار، من خلال اصوات محركاتها وأبواقها المزعجة، فضلاً عن التجارب النووية والحربية التي ينجم عنها انفجارات شديدة في البيئة البحرية.

يؤدي التلوث الضوضائي إلى التشويش المستمر لبعض اصناف الأسماك والحيتان التي تستعمل الاشارات الصوتية للتواصل، وخروجها من بيئتها الأصلية أو عن مجاميعها بسبب انقطاع التواصل فيما بينها الناجم هذا التشويش في البيئة البحرية وقد يؤدي الأمر إلى هلاك العديد منها.

---

[1] كريمة بو رحلي، مصدر سابق، ص81.

مصادر الكتاب

1- أبو سمور، حسن وحامد الخطيب، جغرافية الموارد المائية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 1999.

2- أبو العينين،حسن سيد احمد، اصول الجيومورفولوجيا، الدار الجامعية للطباعة والنشر، بيروت، 1981.

3- أبو لقمة، الهادي مصطفى ومحمد علي الاعور، الجغرافية البحرية، الدار الجماهيرية للنشر، ليبيا، 1999.

4- احمد، سيد عاشور، التلوث البيئي في الوطن العربي–الواقع والحلول، الشركة الدولية للطباعة، القاهرة، 2006.

5- الأسدي، صفاء عبدالامير، جغرافية الموارد المائية، شركة الغدير للطباعة والنشر، البصرة، 2014.

6 - الأمانة العامة لجامعة الدول العربية، الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، التقرير الاقتصادي الموحد، 2008.

7- باليديه، آن لوفيفر، البحار والمحيطات، ترجمة زينب منعم، الرياض، 2015.

8- بحيري، صلاح الدين، مبادئ الجغرافية الطبيعية، دار الفكر المعاصر، دمشق، 2006.

9- بو رحلي، كريمة، التلوث البحري وتأثيره على البحارة، رسالة ماجستير، كلية العلوم الانسانية والعلوم الاجتماعية–جامعة منتوري، 2010.

10- جمال، واعلي، الحماية القانونية للبيئة البحرية من اخطار التلوث، اطروحة دكتوراه، كلية الحقوق والعلوم السياسية–جامعة تلمسان، 2010.

11- جودة،جودة حسنين، جغرافية البحار والمحيطات، منشأة المعارف، الاسكندرية، 1996.

12- حسن،احمد محمد، اساسيات علوم البحار، الجزء الاول، القاهرة، 2005.

13- الحسن، طايل محمد، النفايات الذرية والتجارب النووية في البحار والمحيطات واخطارها على البيئة البحرية، مجلة امن البيئة، جامعة نايف للعلوم الأمنية، العدد 373، البحرين، 2013.

14- حسين، كريم سالم وحيدر كاظم مهدي، الأبعاد الاقتصادية للتلوث البيئي، مجلة القادسية للعلوم الادارية والاقتصادية، المجلد 14، العدد 4، 2012.

15- الدراجي،سعد عجيل، اساسيات علم شكل الأرض، دار كنوز المعرفة، عمان، 2010.

16- دويدري،رجاء وحيد، البيئة–مفهومها العلمي المعاصر وعمقها الفكري التراثي، دار الفكر، دمشق، 2004.

17- رجب، عبدالوهاب وهاشم بن صادق، التلوث البيئي، الرياض، 1997.

18- رفلة، فيليب، جغرافية المحيطات والبحار، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، 1977.

19- رمضان، سلامه حسن، اصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر، عمان، 2010.

20- الزوكة، محمد خميس، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 1995.

21- السعد، حامد طالب وآخرون، المدخل إلى علم البيئة البحرية، دار المعارف للكتب الجامعية، لبنان، 2016.

22- السعد، حامد طالب وآخرون، التوزيع الحيوي في البحار والمحيطات، دار المعارف للكتب الجامعية لبنان، 2018.

23- السعدني، عبدالرحمن محمد وثناء مليجي السيد، مشكلات البيئة–اسبابها وكيفية مواجهتها، دار الكتاب الحديث، القاهرة، 2006.

24- السنوي، سهل وآخرون، الجيولوجيا العامة، مطبعة كلية العلوم، بغداد، 1979.

25- شحاده، نعمان، علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2009.

26- شرف، عبدالعزيز طريح، جغرافية البحار، الرياض، 1984.

27- الشلش،علي حسين وعبدعلي الخفاف، الجغرافية الحياتية،مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1982.

28- الشمري، عماد مطير، جغرافية البحار والمحيطات، دار الايك للطباعة، بغداد، 2012.

29- الشواورة، علي سالم، جغرافية علم المناخ والطقس، دار المسير للنشر والتوزيع، عمان، .2012

30- الصحاف، مهدي محمد علي، جغرافية البحار والمحيطات، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1982.

31- صفي الدين، محمد، جيومورفولوجية قشرة الأرض، دار النهضة العربية، بيروت، 1979.

32- الظاهر، نعيم، الجغرافية الحيوية، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، 2007.

33- عجمان، اسكندر، المدخل إلى علم الحيوان، جامعة تشرين، دمشق، 1976.

34-علي، علي عبدالكريم، علم الجغرافية الطبيعية، دار الطباعة الحديثة، البصرة، 1969.

35- الغريري، عبدالعباس فضيح وسعدية عاكول الصالحي، جغرافية الغلاف الحيوي دار صفاء للنشر، عمان، 1998.

36- فايد، يوسف عبدالمجيد، دراسات في الاقيونوغرافية، دار النهضة للنشر، القاهرة، 2002.

37- كربل، عبدالاله رزوقي، المدخل إلى جغرافية البحار والمحيطات، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1985.

38- كربل، عبدالاله رزوقي، علم الاشكال الارضية، مطبعة جامعة البصرة، البصرة، 1986.

39- لعوامر، نجلاء، حماية البيئة من التلوث في القانون الدولي، رسالة ماجستير، كلية الحقوق والعلوم السياسية-جامعة محمد خيضر-بسكرة، 2017.

40- المالكي، عبدالله سالم، مشكلات بيئية في المناطق الجافة، دار الوضاح للنشر، عمان، 2015.

41- المالكي، عبدالله سالم، البيئة والتنوع الاحيائي، دار الوضاح للطباعة والنشر، عمان، 2015.

42- المالكي، عبدالله سالم، اساسيات علم الاشكال الارضية، دار الوضاح للطباعة والنشر، عمان، 2016.

43- محمد عبده، طلعت احمد وحورية محمد حسين جادالله، جغرافية البحار والمحيطات، ط2، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية، 2001.

44- موسى، علي حسن، التلوث البيئي، دار الفكر، دمشق، 2000.

45- Davies, J.L., Geographical variation in coastal development, London , 1980.

46- Lutgens, Frederick , & Edward, Essential of geology , second edition , London , 1979.

47- Larousse , Encyclopedia of Animal life , U.S.A. , 1977.

48- Moores & Twiss, Tectonics , New York , 1995.

49- K.S., Ocean Science, New York, 1979, p. 29. Stow.

50- Keith, A., & others , An Introduction to the worlds Ocean, Sverdrup, Seventh Edition , New York , 2003.

51- Sverdrup, Keith A. & Virginia Armbrust, An Introduction to the world's Oceans, Ninth Edition, New York, 2008.

52- www.ankawa.com.

53- www.greenpeace.org.