الفصل الثالث

البحار والمحيطات sea and Ocean

محيطات الكرة الأرضية:

تبلغ مساحة المحيطات ٣٦٢,٢٠٠,٠٠٠ كم^{٢}، بينما يبلغ حجم مياهها نحو ١,٣٤٨,٠٠٠,٠٠٠ كم^{٣}، وهي بذلك تشكل نسبة تبلغ نحو ٩٧,٣% من جملة مياه الكرة الأرضية. يراجع جدول (١٣).

إن توزيع الماء واليابس غير متساوي على كلا نصفي الأرض، إذ تسود المسطحات المحيطية والبحرية في النصف الجنوبي أكثر منها في النصف الشمالي، ففي النصف الجنوبي تبلغ نسبة المياه نحو ٨١% أما اليابس فيشكل نحو ١٩% ، بينما يقل امتداد المسطحات المائية المحيطية والبحرية في النصف الشمالي إلى ٦١% أما اليابس فيشكل نحو ٣٩%، وهذا يعود إلى حقيقتين: الأولى منهما هي وقوع كتل قارية بأكملها تقريبا في نصف الأرض الشمالي وهي آسيا وأوربا وأمريكا الشمالية، بينما لاتقع كتل قارية في نصف الأرض الجنوبي إلا استراليا والقارة القطبية الجنوبية وهي اصغر القارات مساحة، في حين تتوزع أراضي قارتي أفريقيا وأمريكا اللاتينية على نصفي الكرة الأرضية. أما الحقيقة الثانية فهي تقارب أراضي اليابسة في نصف الأرض الشمالي، بينما تتباعد بشكل كبير في النصف الجنوبي [١].

تشكل المحيطات الجزء الأكبر والأعظم من الغلاف المائي الذي يطوق الكرة الأرضية وتحتل ٧١% من مساحة سطح الكرة الأرضية، وهي تتألف من مجموع مساحات المحيطات والبحار بعمق يبلغ متوسطه ٣٨٠٠متر. ويبلغ عدد المحيطات التي تطوق كوكب الأرض خمسة محيطات[٢].

---

[١] محمد خميس الزوكة، جغرافية المياه، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٨، ص٣٢٣.

[2] http://www.ar.wikipedia.org/wiki/محيط_جغرافيا.

١: **المحيط الهادئ:** يعد من أكبر المحيطات إذ تبلغ مساحته نصف مساحة الغلاف المائي نحو ٤٩,٦% مع البحار الفرعية التابعة له كبحر اليابان وبحر الصين، وأكثر من ثلث مساحة سطح الكرة الأرضية، ويقع المحيط الهادي بين القارتين الأمريكيتين من جهة وقارتي آسيا وأوقيانوسيا من جهة أخرى ويحتوي هذا المحيط على أعمق وحدة بحرية في العالم وهي وحدة ماريان ١١٥٢١ متر بالقرب من جزر الفلبين، لكن معدل عمقه يبلغ نحو ٤٢٨٢ متر، ويتصل بالمحيط الأطلسي عبر مضيق ماجلان في أقصى جنوب أميركا الجنوبية وبقناة باناما في أميركا الوسطى.

٢: **المحيط الأطلسي:** يحتل المركز الثاني بين محيطات العالم من حيث اتساع المساحة التي تبلغ نحو ٢٩,٤% من جملة مساحة محيطات العالم، مع إضافة البحار المتفرعة عنه كبحر المانش وبحر الشمال وبحر البلطيق. ويقع بين قارتي أوروبا وأفريقيا من جهة و الأمريكيتين من جهة أخرى، كما أنه يمتد من القطب الشمالي حتى قارة أنتاركتيكا، وهو ينفتح على المحيط المتجمد الشمالي، لذا يعد من أكثر المحيطات امتدادا بين الشمال والجنوب، وتكون أعمق وحدة فيه هي وحدة بورتوريكو ٩٢١٩ متر، أما معدل عمقه فهو ٣٨٦٨ متر.

٣: **المحيط الهندي:** يحتل المركز الثالث بين محيطات العالم من حيث اتساع المساحة التي تبلغ نحو ٢٠,٧% من جملة مساحة محيطات العالم، مع إضافة بحر عمان والخليج العربي وخليج البنغال وبعض البحار الفرعية الأخرى. ويقع بين قارة أوقيانوسيا من الشرق وقارة آسيا من الشمال وقارة أفريقيا من الغرب فهو لا يتصل بالمحيط المتجمد الشمالي وأعمق وحدة فيه هي وحدة جاوة البالغ عمقها ٧٤٥٥ متر. أما معدل عمقه فهو ٣٩٦٣ متر. ويتصل بالمحيط الهادي عبر مضايق عديدة موجودة في شرقه أهمها مضيق باس في أستراليا.

٤: **المحيط المتجمد الشمالي:** يشكل القطب الشمالي للكرة الأرضية ويحيط به على مساحة تبلغ نحو ١٤ مليون كم^2 تقريباً يغطيه الجليد بصورة دائمة، وهو جليد دائم لا يرتكز على أية أرض يابسة، فيه بعض الجزر التابعة لقارة أوروبا وأمريكا الشمالية وآسيا وفيه درجة الحرارة الأكثر انخفاضاً في العالم التي قد تصل إلى ٧٠ درجة تحت الصفر، وأعمق وحدة فيه بحدود ٥٤٤٠ متر، ومعدل عمقه ١٥٢٦ متر.

٥: **المحيط القطبي الجنوبي:** يتكون من الأجزاء الجنوبية للمحيط الأطلسي والمحيط الهادي والمحيط الهندي التي تحيط بقارة القطب الجنوبي، وتقع مناطقه بعد خط عرض ٤٥ جنوباً من كل محيط، حيث تخف أو تنعدم كل التأثيرات المدارية وتتجمد مياهه معظم أيام السنة وأعمق وحدة فيه تصل إلى ٦٩٧٢ متر.

الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه البحار والمحيطات:

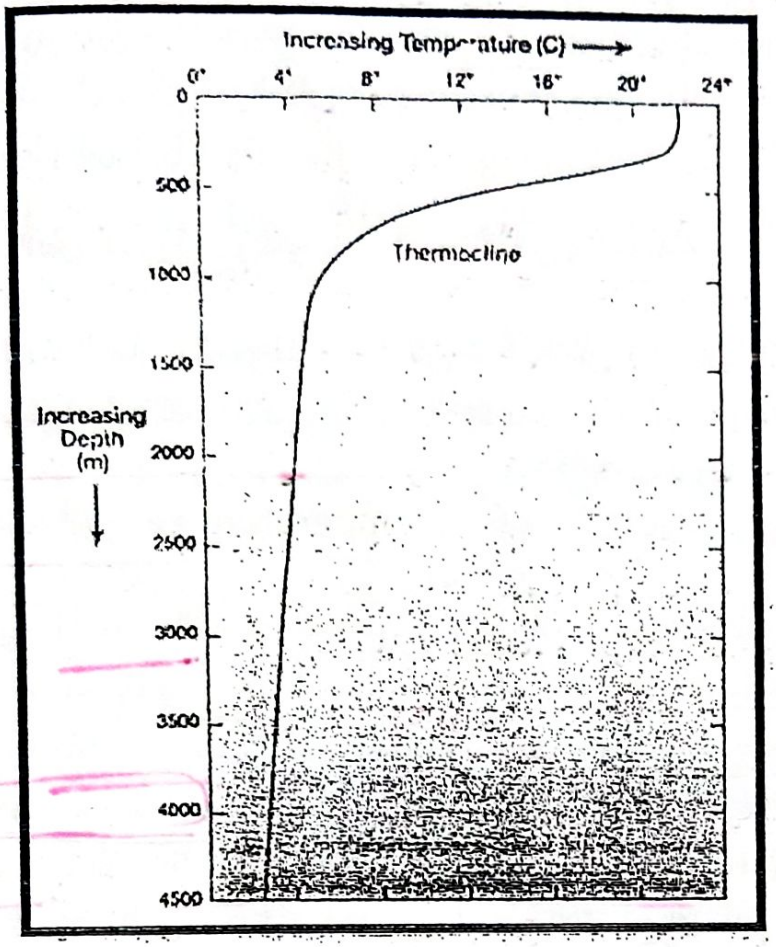
لمياه البحار والمحيطات عدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية يمكن توضيحها على النحو الآتي:

١: درجة الحرارة Temperature:

يعد الإشعاع الشمسي المصدر الأساس لدرجة حرارة المسطحات المائية، فهو يساهم بنحو ٩٩,٩% من حرارتها، أما النسبة الضئيلة الباقية فسببها حرارة باطن الأرض. ومن خصائص درجة حرارة المسطحات المائية إنها تتناقص مع العمق، يلاحظ شكل (٢٢)، وذلك للابتعاد عن تأثير الإشعاع الشمسي، الذي يقل ما يتوغل منه داخل المسطحات المائية تدريجيا حتى عمق ٢٠٠ متر، الذي يعد الحد الأقصى لتوغل الإشعاع الشمسي في مياه البحار والمحيطات. كما إن ما تتصف به درجات الحرارة في مياه المحيطات هو اختلافها أفقيا وعموديا من مكان إلى آخر، ويمكن أن تعود أسباب ذلك التباين إلى: اختلاف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، وتباين شفافية المياه، والموقع من دوائر العرض، والرياح، والمد والجزر، والتيارات البحرية، والاقتراب والبعد من اليابس، والغطاء الجليدي.

٢- الخاصيات المذابة
٣- الملوحة
٤- الكثافة
٥- الموات مياة البحار والمحيطات

الشكل (٢٢) انخفاض درجة حرارة المسطحات المائية مع العمق.



المصدر:

http://www.windows2universe.org/earth/Water/temp.html

إن مما تتصف به مياه البحار والمحيطات هو اكتسابها الحرارة ببطيء وفقدانها ببطيء، عكس اليابس الذي يكتسب الحرارة بسرعة ويفقدها بسرعة، الأمر الذي انعكس على أن تكون درجة حرارة المسطحات المائية أقل من درجة حرارة اليابس صيفا، وأكثر منها شتاءا.

إن أقل درجة حرارة تصل إليها مياه البحار والمحيطات هي ـ ٢°م، أما أعلى درجة حرارة فهي ٢٧°م، بينما ترتفع درجة الحرارة العظمى على اليابس إلى ٥٦°م، وتنخفض الدرجة الدنيا إلى - ٤٥°م. وهذا انعكس على انخفاض المدى الحراري اليومي والسنوي في المسطحات المائية، مقارنة فوق اليابس، إذ أن المدى الحراري اليومي لطبقة المياه السطحية يتراوح ما بين ٢°م في المنطقة الاستوائية، و٨°م ما بين دائرتي عرض ٣٥ ـ ٤٥

درجة شمالا وجنوبا، وينخفض بالاتجاه نحو القطبين، لبروز تأثير العوامل الطبيعية كالرياح والتيارات البحرية و.....الخ. فضلا عن ذلك إن المدى الحراري اليومي والسنوي يكون كبيرا في المياه الضحلة ويقل في المياه العميقة. وتتباين درجات الحرارة ما بين مسطح مائي وآخر نزولا إلى الأعماق، رغم اشتراكها جميعا بأنها تنخفض بالعمق، فهي عند العروض الاستوائية تبلغ عند السطح ٢٦°م، وتنخفض عند عمق ٢٠٠ متر إلى نحو ٢٠°م، وتواصل انخفاضها تدريجيا حتى تبقى ثابتة عند ٣°م في الأعماق التي تزيد عن ١,٥ كم، ويتلاشى المنحنى الحراري في الأعماق السحيقة بغض النظر عن الموقع الفلكي والجغرافي. وتختلف درجة حرارة المياه السطحية من مسطح مائي إلى آخر، فالمتوسط السنوي لدرجة حرارة المياه السطحية في المحيط الهادي تبلغ ١٩°م، وفي المحيط الهندي١٧°م، وفي المحيط الأطلسي ١٦°م، وهي تختلف كذلك في نفس المسطح المائي من فصل إلى آخر وفقا للعوامل المناخية السائدة، والعوامل الطبيعية الأخرى [١].

إن لدرجات الحرارة أهمية كبيرة للمسطحات المائية من حيث أن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة مقدرة المياه على استيعاب الغازات السائلة، ولهذا اثر في تنوع الحياة النباتية البحرية، إذ تساعد كمية الإشعاع الشمسي، والضوء على زيادة ثاني أكسيد الكربون الذي يزيد من سرعة التمثيل الضوئي الذي يؤدي إلى تنوع الحياة النباتية لاسيما في المناطق البحرية الضحلة، والتي تتضاعف كلما زادت درجة حرارة المياه لعشر درجات مئوية. ففي المناطق الاستوائية تنمو الكائنات الحية بسرعة لكن عمرها يكون قصير، إلا أنها أسرع تكاثرا من نظيرتها في المناطق الباردة. فضلا عن ذلك إن اختلاف درجات الحرارة تؤدي إلى تنوع الحياة البحرية، لذا توجد كائنات بحرية لاتعيش إلا في العروض الباردة، وأخرى لاتعيش إلا في العروض الدافئة [٢].

---

[١] الهادي مصطفى أبو لقمة ومحمد علي الأعور، الجغرافيا البحرية، ط٢، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته، الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى، ١٩٩٩، ص١٣٦، ١٣٧، ١٣٩.

[٢] نفس المصدر، ص١٤٠.

٢: الغازات المذابة Solute gaseous:

تتعدد مصادر غازات مياه البحار والمحيطات، من الغلاف الغازي، والتفاعلات الكيميائية التي تحدث في المواد العضوية في البحار، ومياه الأنهار التي تصب في البحار والمحيطات، والبراكين الموجودة في أعماق المحيطات. ويعد الغلاف الغازي أهم هذه المصادر، إذ يذوب في مياه البحر بعض غازات الغلاف الغازي من الطبقة السفلى الملامسة لتلك المياه، ويقال للماء انه مشبع بغاز معين إذا كانت قيمة الغاز الداخلة إليه مساوية لتلك الخارجة منه عند درجة حرارة ونسبة ملوحة ثابتتين. وان طبقة المياه السطحية تكون مشبعة عادة بغازات الغلاف الغازي مثل الأكسجين والنيتروجين. وتحدد درجة حرارة الماء ونسبة الملوحة فيه كمية الغاز الذي يمكن أن تذوب فيه قبل أن يصل إلى درجة التشبع، فكلما ازدادت درجة الحرارة أو نسبة الملوحة انخفضت قدرة الماء على إذابة الغازات. وتعد غازات النتروجين والأكسجين وثاني أكسيد الكربون من أكثر الغازات الذائبة في مياه البحار والمحيطات، كما توجد غازات أخرى بنسب اقل مثل الهيدروجين[١]

يوجد النيتروجين بكميات قليلة من تلك المتواجدة في الهواء أي بنسبة ٦٤% بدلا من ٧٨%، وهو يلعب دورا اساسيا في الحياة البيولوجية البحرية، الا ان تاثيراته الجيوفيزيائية بسيطة الاثر. أما الاوكسجين فيمثل نحو ٣٠% من الغازات المذابة في المياه بينما تكون نسبته في الغلاف الغازي نحو ٢١%، في حين تزداد كمية ثاني اكسيد الكربون نحو ٦٠ مرة عن كميته المتواجدة في الهواء، أي نحو ١,٨% في المياه، و٠,٠٣% في الهواء، فضلا عن ذلك يوجد حامض الكربونيك والكربونات. ومما يثير الاهتمام ان البحار والمحيطات تمثل المنظم الرئيس لثاني اكسيد الكربون الموجود في الهواء، حيث ان الكمية الزائدة منه تتحلل وتذوب، وبذلك تزداد ملوحة مياه البحار والمحيطات[٢].

---

[1] http://www.moqatel.com/openshare/Behoth/Gography11/geography/sec2164.htm.

[٢] الهادي مصطفى أبو لقمة ومحمد علي الأعور، مصدر سابق، ص١٤٥-١٤٧.

٣: الملوحة Salinity:

تتوزع ملوحة مياه البحار والمحيطات توزيعا أفقيا، وآخر راسيا:

أ: التوزيع الأفقي: يتأثر تركز الأملاح في الطبقة السطحية لمياه البحار والمحيطات بعدة عوامل أهمها: التساقط والتبخر والتدفق النهري والتيارات البحرية. ورغم أن نسبة ملوحة مياه البحار والمحيطات تبلغ ٣٥ بالألف، إلا إن هذا يعد متوسط عام، ربما يزيد عن ذلك أو يقل تبعا للعوامل المذكورة. ففي القرب من دائرة الاستواء حيث ترتفع معدلات التساقط، ينخفض متوسط ملوحة الطبقة السطحية لمياه البحار إلى ٣٤ بالألف. وفي العروض المدارية حيث صفاء السماء وشدة الإشعاع الشمسي وارتفاع درجات الحرارة وانخفاض كميات التساقط والرطوبة النسبية فضلا عن ارتفاع معدلات التبخر يزداد تركيز الأملاح إلى ٣٧ بالألف. ثم تنخفض الملوحة بالاتجاه نحو القطبين لانخفاض درجات الحرارة ومعدلات التبخر، وزيادة كمية التساقط، فضلا عن تأثير ذوبان الجليد في العروض العليا الذي يؤدي إلى انخفاض معدلات الملوحة في بحارها إلى ٣٣ بالألف في المحيط المتجمد الشمالي[١]. ويظهر اثر تدفق المياه النهرية في انخفاض الملوحة في مياه البحار والمحيطات قرب مصباتها، فالملوحة في شمال خليج البنغال تنخفض إلى ٣٢ بالألف لتدفق مياه نهري الكنج وبراهمابوترا، وتنخفض الملوحة في المحيط الأطلسي أمام مصبي كل من نهري الكونغو والامزون، وتصل إلى ١٥ بالألف أمام مصب نهر ألامزون، ويكون تأثير مياه الأنهار في الملوحة أكثر وضوحا في البحار والخلجان شبه المغلقة، ففي بحر البلطيق تنخفض الملوحة إلى درجات متدنية جدا إذ تبلغ في المتوسط ثلث ملوحة المحيط الأطلسي فهي تبلغ نحو ١١ بالألف، لاسيما أمام سواحل السويد، وتبلغ ملوحة مياه بحر البلطيق أدنى مستوى لها في خليج بوثينا لكثرة الأنهار التي تصب فيه من جهة، ولكون اتصاله ببحر الشمال محدود من جهة ثانية، فضلا عن وقوعه في عروض معتدلة وباردة من جهة ثالثة. وترتفع معدلات الملوحة كثيرا في

---

(1) http://www.qalqilia.edu.ps/solidaty.htm.

البحار المدارية، لاسيما تلك التي تتصل بالمحيطات اتصالا محدودا، ويكون نصيبها من الأنهار قليلا كالبحر المتوسط والبحر الأحمر والخليج العربي[1].

ب: التوزيع الرأسي: إن ما يتحكم بالتوزيع الراسي لملوحة مياه المحيطات هو الكثافة، إذ تزداد الكثافة بالعمق وهذا يعني زيادة الملوحة بالعمق أيضا، لان مكونات الأملاح البحرية أعلى كثافة من الماء، وان المياه المالحة تكون أعلى كثافة من المياه العذبة. وتزداد الملوحة بالعمق في العروض العليا بصورة واضحة، ففي المياه السطحية يصل متوسط ملوحة المياه ٣٣ بالألف، لكنها ترتفع في القاع إلى ٣٥ بالألف بسبب ذوبان الثلوج في الطبقة السطحية مما يخفف من حدة ملوحة مياه البحر، وتكون الدوامات المحيطية التي تغوص في الأعماق حينما ترتفع كثافتها. أما في المنطقة الاستوائية فتزداد الملوحة مع العمق ازديادا معتدلا، لاعتدال ملوحة الطبقة السطحية الناجم عن زيادة الأمطار الساقطة وقلة التبخر. أما في العروض المدارية فيكون المدى في نسب الملوحة مختلفا بين الطبقة السطحية وطبقة المياه العميقة إذ تكون ملوحة مياه الأعماق ٣٥ بالألف بينما ملوحة الطبقة السطحية تصل ٣٧ بالألف[2].

٤: الكثافة Density:

تتأثر كثافة ماء البحار والمحيطات بدرجة حرارته، وبالضغط، والملوحة. إذ تزداد الكثافة مع انخفاض درجات الحرارة وازدياد الضغط وارتفاع الملوحة. وتقاس الكثافة بالغرام / سم^3، وهي تستخرج من (قسمة الكتلة على الحجم). وتتراوح قياساتها في المحيطات المفتوحة بين ١,٠٢٤ و ١,٠٢٣ غم / سم^3. وكثافة مياه البحار والمحيطات أكثر تأثرا بدرجات الحرارة منها بالملوحة أو الضغط، لاسيما في العروض الدنيا حيث ارتفاع درجات الحرارة، ويقل اثر درجة الحرارة في العروض الباردة. ففي مياه ملوحتها ٣٥ بالألف وعند درجة حرارة ٢٥°م تبلغ كثافتها ١,٠٢٣٥ غرام / سم^3، وعند انخفاض درجة الحرارة إلى ٢٠°م فان الكثافة تزداد إلى

---

(1) Ibid.
(2) I bid.

١,٠٢٤٧ غرام / سم^{٣} [١]. وفي الحقيقة إن كثافة الماء تزداد مع انخفاض درجات الحرارة إلى درجة ٤°م، لكن إذا قلت عن هذه الدرجة فان كثافة الماء ستهبط، ويزداد حجم المياه في الوقت نفسه، لاسيما عندما تتجمد. ومن ثم فان المياه الأعلى كثافة تميل إلى الهبوط نحو الأسفل لتعلوها المياه الأقل كثافة، وبذلك يمكن القول أن من صفات المياه الطبيعية في البحار والمحيطات ارتفاع درجة كثافة الماء مع العمق وسببها الرئيس هو هبوط درجة حرارة المياه لبعدها عن تأثيرات الإشعاع الشمسي، وليس ارتفاع نسبة الملوحة [٢].

تعد الكثافة والملوحة ودرجة الحرارة من الخواص المحافظة في الكتل المائية، لذا تستخدم في تمييز تلك الكتل بعضها عن بعض، لاسيما في الأعماق، لان هذه الخواص لاتتغير إلا عند الانتشار أو الاختلاط ببعضها. وتتأثر كثافة المياه أفقيا بالتغير في درجات الحرارة، لاسيما في المحيط المفتوح بعيدا عن تأثير التدفق النهري في الملوحة، ولكن في محيطات العروض العليا حيث درجات الحرارة منخفضة معظم السنة فان كثافة المياه تتأثر بتغيرات الملوحة تأثرا كبيرا [٣].

٥: ألوان مياه البحار والمحيطات Color:

إن المياه النقية الخالية من الشوائب تكون عديمة اللون، إلا أن مياه البحار والمحيطات تبدو بألوان مختلفة، وفقا لعوامل متباينة منها [٤]:

١) درجة اختراق أشعة الشمس للمياه وانتشار الأشعة الضوئية بألوانها المختلفة.
٢) تنوع الإرساب والشوائب والمواد المذابة في المياه البحرية والمحيطية.
٣) تنوع الإرساب ألقاعي والصخور المكونة للقاع.
٤) تكاثر الأنواع البحرية ذات الألوان المختلفة.
٥) تنوع الإرساب الذي تحمله المجاري المائية.

---

(1) http://www.qalqilia.edu.ps/densitys.htm.

(٢) خالص حسني الاشعب وأنور مهدي صالح، مصر سابق، ص١٧٩.

(3) http://www.qalqilia.edu.ps/densitys.htm.op. cit.

(٤) الهادي مصطفى أبو لقمة ومحمد علي الأعور، مصدر سابق، ص١٤٩، ١٥٠.

يعد اللون الأبيض في الطيف الشمسي سريع التشتت والانعكاس في المياه لذا يعد اللون الأبيض اللون المميز لمياه البحار، لاسيما المناطق الضحلة، والذي يظهر كلون ازرق نتيجة للعمق. كما إن مياه البحار والمحيطات تختلف ألوانها وفقا للمواد العالقة والمكونات السطحية لقاع المسطحات المائية. ففي المناطق الساحلية تميل المياه إلى اللون الأخضر، لاسيما في الأقاليم الغنية بالمواد النباتية والحيوانية، كما تظهر المياه بنية اللون أو صفراء أحيانا في المناطق ذات الإرسابات الرملية أو الطينية الرملية. كما تتأثر ألوان المياه البحرية والمحيطية بالغيوم التي تحجب أشعة الشمس، ودرجة ميلان الشمس، وحركة المياه السطحية، والموقع الجغرافي. وتساهم المواد العالقة بالمياه في ذلك، فالبحر الأحمر يدل على تسميته تواجد كميات كبيرة من اكاسيد الحديد، والبحر الأصفر نتيجة لتواجد كميات من الكبريت، والبحر الأسود نتيجة وجود المخلفات البركانية ذات اللون الأسود الغامق. كما إن المجاري المائية لها دورها، فالمياه القريبة من مصب نهر ألامزون تمتاز بلونها البني الغامق القريب أحيانا من الاحمرار نتيجة ما يحمله النهر من رواسب ذات تكوينات غرينية وحمراء[1].

حركة المياه السطحية في البحار والمحيطات:

تتحرك مياه البحار والمحيطات بأشكال مختلفة لكل منها خصائصها، وكما يأتي:

أولا: الأمواج Waves:

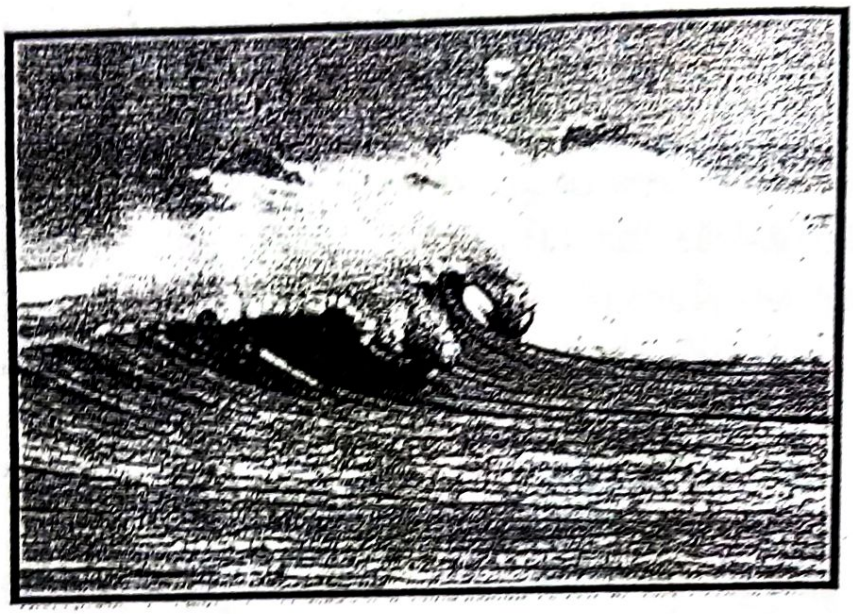
تعني الأمواج بتموجات سطح البحر، التي تستمد طاقتها من الرياح. يلاحظ شكل (٢٣)، فعند حركة الريح بسرعة اقل من ٣كم / ساعة تحدث أمواج صغيرة لاتلبث أن تختفي بهدوء الرياح وبالسرعة التي تكونت بها. وعند زيادة سرعة الرياح عن ٣ كم / ساعة تتكون أمواج اكبر متقدمة في اتجاه الرياح. وتتكون الأمواج من قمم تمثل النهاية العلوية للموجة، ويفصل بين كل قمتين متجاورتين ما يسمى بالقاع، ويطلق على المسافة العمودية بين القمة والقاع بارتفاع الموجة، أما المسافة الأفقية بين قمتين متتاليتين فتسمى بطول الموجة. وهناك زمن الموجة الذي يعني الوقت اللازم لمرور قمتين

---

[1] نفس المصدر، ص١٥٠، ١٥١.

متتاليتين بنقطة ثابتة. ويعتمد ارتفاع الموجة وطولها وزمنها على ثلاثة عوامل هي : سرعة الرياح، ومدة هبوب الرياح، والجهد أو المسافة التي انتقلها الريح عبر جسم مائي مفتوح. وكلما زاد تحول الطاقة من الرياح إلى الماء كلما زاد ارتفاع الموجة الناقلة له. وفي المحيطات المفتوحة تعد الموجات ذات الارتفاع الذي يتراوح بين المتر وأربعة أمتار مألوفة جدا، إلا إن العواصف قد تنتج أمواجا أعتى بكثير [1].

شكل (٢٣) أمواج محيطية.



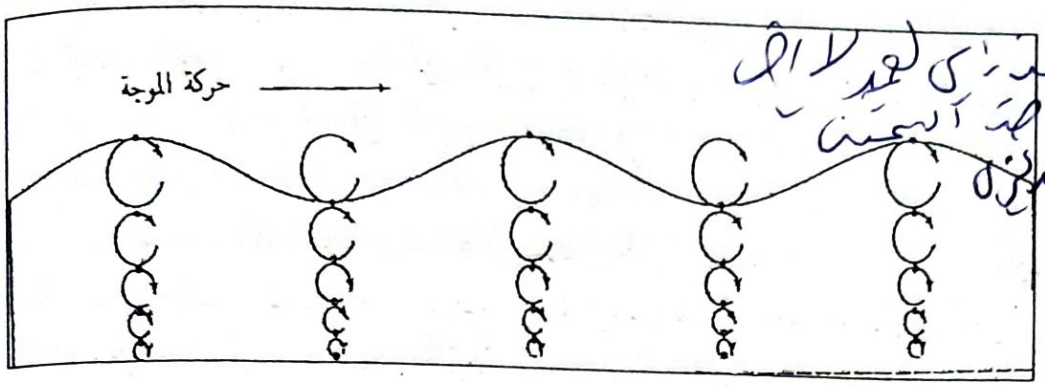
المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/Wind_wave

في البحار المفتوحة تختلف حركة الأمواج عن حركة جزيئات الماء بداخلها، حيث أن الحركة إلى الأمام تقتصر على شكل الموجة دون الماء. فجزيئات الماء تتحرك في دوائر أثناء مرور الموجات. وبعد ذلك ترجع الجزيئات تقريبا إلى سابق مواقعها الأصلية. يلاحظ شكل (٢٤).

---

[1] ادوارد تاربوك وفردريك لوتجينز، مصدر سابق، ص٣٥١.

شكل (٢٤) حركة جزيئات الماء بمرور الأمواج.



المصدر: ادوارد تاربوك وفردريك لوتجنز، الأرض مقدمة للجيولوجيا الطبيعية، ترجمة عمر سليمان حمودة والبهلول علي اليعقوبي ومصطفى جمعة سالم، ١٩٨٤، ص٣٥٢.

إن كتلة الماء التي تحدث فيها الأمواج في الحقيقة لاتتحرك ولاتنتقل مع الموجة ولكن الذي ينتقل هو الطاقة الدافعة، فجزيئات الماء تتحرك في مسار دائري أو بيضاوي يتعامد على خط مرور الموجة، ثم تعود قريبا جدا من مكانها الأصلي، ولو تحركت كتل الماء مع الأمواج بالفعل لأصبحت الملاحة البحرية مستحيلة ولتعذر السكن بجوار السواحل البحرية. ويمكن تمثيل حركة الموجة بقطعة من الفلين تطفو فوق مياه متموجة فإنها تعلو وتنخفض مع الموج، لكنها لاتكاد تغير موقعها ما لم تجرفها بالفعل رياح أو تيار مائي، وشبيه ذلك تمايل سنابل القمح وتموجها مع الريح. ويبلغ أقصى ارتفاع للأمواج ما بين ٥ – ٧ متر، لكن ارتفاع أمواج العواصف ربما يصل ضعف ذلك، وان أقصى رقم سجل لارتفاع الأمواج بلغ ٣٣,٦ مترا، لكنه نادر الحدوث[1].

ثانيا: المد والجزر Tide:

المد والجزر ظاهرتان طبيعيتان تحدثان لمياه المحيطات والبحار بتأثير من القمر، والمد هو الارتفاع الوقتي التدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر. والجزر هو انخفاض وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر. و العوامل المؤثرة على حدوث المد والجزر هي: قوة جذب القمر

---

[1]http://www.uaefishes.com/articles.php?action=show&id=61.

للأرض، وقوة جذب الشمس للأرض، وقوة الطرد المركزية للأرض. وتسبب جاذبية الشمس للأرض ما يسمى بالمد الشمسي solar tide، بينما تسبب جاذبية القمر ما يسمى بالمد القمري Lunar tide، ويسبب هذان المدان حركة دورية متوقعة للمياه جيئة وذهابا على شواطئ الأرض[1].

تنشأ حركة المد والجزر بفعل جاذبية الشمس والقمر لمياه البحار والمحيطات، ولأن القمر أقرب إلى الأرض فتأثير جاذبيته تكون أكبر رغم صغر حجمه. لذلك تعد جاذبية القمر أهم عامل في حدوث المد والجزر، يضاف إلى ذلك عامل قوة الطرد المركزية الناتجة عن دوران الأرض حول نفسها. ويحدث المد مرتين كل يوم أي مرة كل ١٢ ساعة، لأن أجزاء سطح الأرض تمر أثناء دورتها أمام القمر، فيحدث المد في الأماكن المواجهة للقمر، ثم لايلبث أن يحدث الجزر مرتين أيضا عندما تبتعد هذه الأماكن عنه. ويختلف ارتفاع المد باختلاف موقع القمر في مداره بالنسبة لكل من الأرض والشمس. ففي المحاق والبدر يعلوا المد إلى أقصى دورته نظرا لوقوع الشمس والقمر في جهة واحدة. وتبلغ قوة جاذبية القمر أقصاها عند ظاهرة الكسوف. أما في الأسبوعين الأول والثالث من كل شهر قمري يكون المد ضعيف، بسبب وقوع كل من الشمس والقمر على ضلعي زاوية رأسها مركز الأرض. وان لحركات المد والجزر أهمية بالغة فهي تعمل على تطهير مصبات الأنهار والموانئ من الرواسب كما إنها تساعد السفن على دخول الموانئ التي تقع في المناطق الضحلة. ولكن المد الشديد قد يشكل خطرا على الملاحة وخاصة في المضايق[2].

ثالثا: التيارات البحرية (المحيطية) Oceanic currents:

ظهر الاهتمام بظاهرة التيارات المحيطية منذ أكثر من أربعة قرون ونصف، عندما تم تمييز تيار الخليج الدافئ، الذي وصف بأنه نهر يجري من الجنوب إلى الشمال محاذيا للساحل الشرقي لأمريكا الشمالية، وميز بأنه ذو صفات طبيعية مغايرة للمياه الواقعة في شرقه وغربه، وفي ذلك الوقت

---

(1) http://ar.wikipedia.org/wiki/مد-وجزر.

(2) I bid.

فسرت أسباب ذلك بأنه لتكوين الساحل والرياح السائدة أثرا في ذلك، ثم أضيف إليها تفسير لاحق وهو دوران الأرض حول نفسها. إلا أن الدراسات اللاحقة وضحت بان الرياح تسهم في تحديد الاتجاه النهائي للتيارات المحيطية، وليس دور المسبب لنشوئها، وذلك لوجود تيارات محيطية في مناطق هادئة الرياح، فضلا عن الثبوت النسبي لظاهرة التيارات البحرية الذي لاينطبق مع نظام حركة الرياح، ويساعد الرياح في تحديد اتجاهات التيارات المحيطية عملية دوران الأرض حول نفسها وشكل الساحل، وبعد ذلك توصل العلماء إلى أن تباين معدل كثافة الماء ما بين أجزاء المحيطات والبحار لها الدور الرئيس في تكوين التيارات، لاسيما أن هناك علاقة بين كثافة المياه ودرجة حرارتها ودرجة ملوحتها. وتعد التيارات البحرية السطحية جزءا من الدورة الكبرى لحركة الماء راسيا وأفقيا، حيث بين بعض الباحثين بان لكل قطرة ماء دورتين كبيرتين الأولى راسية من السطح إلى القاع وبالعكس، والأخرى أفقية من المنطقة الاستوائية إلى المنطقة القطبية وبالعكس، ضمن مدة زمنية تتراوح بين ٣٠٠ – ٦٠٠ سنة[١]. ولتوضيح التيارات المحيطية ستتم دراستها كما يأتي:

١: تيارات المحيط الهادي Pacific currents:

أ: تيار المحيط الهادي الشمالي:

يعد التيار الاستوائي الشمالي في المحيط الهادي الشمالي من أطول التيارات المحيطية في العالم، فهو يمتد ما بين سواحل بنما الغربية وساحل جزر الفلبين الشرقية، ولايعترض هذا التيار أية عوائق طبوغرافية أو جزر تعرقل حركته[٢]. وحال وصول التيار إلى السواحل الفلبينية يتفرع إلى ثلاثة مسارات رئيسة أهمها المتجه نحو الشمال، الذي يسمى بتيار اليابان الدافئ أو تيار كيروشو، الذي يصل جزيرة شيكوكو اليابانية فينفصل عنه جزءا آخر يتجه نحو بحر اليابان، وفرعا آخر يتجه نحو الشمال صوب مضيق بيرنج، وان الذي يتجه نحو مضيق بيرنج يلتقي بتيار كمشتكا البارد القادم من الشمال شمال دائرة عرض ٤٠ درجة شمالا مكونا دوامات مائية كبيرة تؤدي إلى

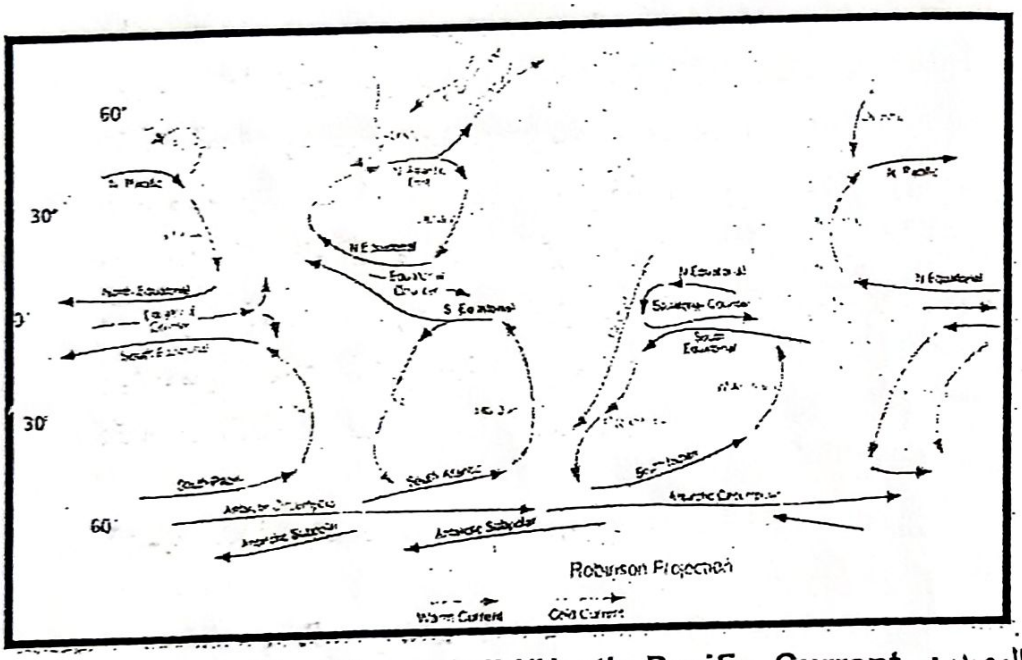
---

(١) خالص حسني الاشعب وأنور مهدى صالح، مصر سابق، ص١٨٦، ١٨٧.

(٢) الهادي مصطفى أبو لقمة ومحمد علي الأعور، مصدر سابق، ص١١٧.

غنى تلك المنطقة بالمواد الغذائية الضرورية للأسماك. بينما يتجه تيار آخر نحو الشرق متفرعا عن التيار الرئيس عند دائرة عرض ٤٠ درجة شمالا فتصل مياهه الدافئة إلى السواحل الغربية لقارة أمريكا الشمالية، فيتفرع بالقرب منها إلى فرعين الأول يتجه شمالا ويسمى بتيار ألاسكا الدافئ، والثاني يتجه جنوبا ويسمى بتيار كاليفورنيا البارد. يلاحظ شكل (٢٥).

شكل (٢٥) التيارات المحيطية الدافئة والباردة.



المصدر: http://en.wikipedia.org/wiki/North_Pacific_Current

ب: تيار المحيط الهادي الجنوبي.

على مقربة من دائرة الاستواء في النصف الجنوبي، وبالقرب من السواحل الشمالية الغربية لقارة أمريكا الجنوبية تتحرك المياه على شكل تيار محيطي تتحكم في اتجاهه الرياح الجنوبية الشرقية التي توجه اتجاهه من شرق المحيط الهادي الجنوبي باتجاه غربه ويسمى بالتيار الاستوائي الجنوبي، الذي يصل إلى مقربة من سواحل جزيرة غينيا فينقسم التيار الرئيس إلى عدة تيارات أهمها التيار الذي يتجه باتجاه الشمال حتى يعبر دائرة الاستواء ويكون على شكل تيار عكسي شمال دائرة الاستواء بدرجات قليلة، نتيجة دوران الأرض حول نفسها يسمى بالتيار الاستوائي العكسي. وهناك تيار آخر يتأثر بساحل استراليا الذي يجعله يسير باتجاه الجنوب يسمى بتيار

شرق استراليا الدافئ حتى يصل دائرة عرض ٤٠ درجة جنوبا، وحيث يضمحل تأثير ساحل استراليا، حينئذ يخضع لتأثير الرياح الغربية التي تحرف مساره باتجاه الغرب ليصل إلى مقربة من السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية عند سواحل شيلي وبيرو فيؤثر عليه شكل الساحل الذي يحرف مساره فيكون نحو الشمال تماشيا مع ساحل أمريكا الجنوبية فيسمى بتيار شيلي أو بيرو أو همبولت البارد. يراجع شكل (٢٥).

٢: تيارات المحيط الأطلسي Atlantic currents:

أ: تيارات المحيط الأطلسي الشمالي:

إلى الشمال من الدائرة الاستوائية بعدة درجات في المحيط الأطلسي، تتحرك المياه على شكل تيار يسمى بالتيار الاستوائي الشمالي الذي يتجه نحو الغرب، حيث توجهه الرياح الشمالية الشرقية، وعندما يصل على مقربة من جزر الانتيل، يبرز تأثير الساحل على حركة التيار، وعلى انقسامه لعدة أجزاء، فجزء منه يدخل البحر الكاريبي ثم خليج المكسيك ويدور مع حركة عقارب الساعة حتى يخرج منه عند مضيق فلوريدا لينظم إلى التيار القادم من الجنوب وهو التيار الأصلي مكونا تيارا يسير بمحاذاة سواحل أمريكا الشمالية الشرقية يسمى بتيار الخليج الدافئ، الذي حال وصوله جزيرة نيفوسكوشيا يتفرع إلى عدة فروع احدها يجري شمالا فيلتقي بتيار لبرادور البارد مكونا احد مصائد الأسماك الرئيسة في العالم، والآخر يتجه نحو شرق المحيط الأطلسي بعدما كان في غربه لتأثره بدوران الأرض حول نفسها، فضلا عن تأثير الرياح الجنوبية الغربية، وحال اقترابه من سواحل أوربا الغربية ونتيجة لتأثير شكل الساحل فان التيار ينقسم إلى قسمين الأول منهما يجري نحو الشمال فيكون تيارا دافئا يسمى بتيار الأطلسي الشمالي حيث يمر بجوار سواحل أوربا الغربية والشمالية الغربية فيجعلها مفتوحة للملاحة، والثاني يتجه جنوبا فيكون تيارا باردا يسمى بتيار كناري، الذي يمر بجوار سواحل أفريقيا الشمالية الغربية. يراجع شكل (٢٥).

ب: تيارات المحيط الأطلسي الجنوبي:

جنوب دائرة الاستواء في المحيط الأطلسي الجنوبي بدرجات قليلة ينطلق تيار يسمى بالتيار الاستوائي الجنوبي الذي يتجه من شرق المحيط الأطلسي إلى غربه، وتتحكم الرياح الجنوبية الشرقية في حركته. حتى إذا ما وصل التيار السواحل الشمالية الشرقية لأمريكا الجنوبية، برز تأثير شكل الساحل الذي يؤدي إلى انقسام التيار إلى عد تيارات، كما يغير من اتجاه التيارات المتفرعة عنه، فمنها ما يتجه شمالا بجوار سواحل أمريكا الجنوبية والوسطى حيث ينظم إلى التيار الاستوائي الشمالي في دخوله البحر الكاريبي وخليج المكسيك، والآخر يعبر دائرة الاستواء ويتأثر بدوران الأرض حول نفسها فيرتد على شكل تيار عكسي، أما الفرع الثالث فيجري بمحاذاة سواحل أمريكا الجنوبية متجها نحو الجنوب ويسمى بتيار شرق البرازيل الدافئ الذي حال وصوله دائرة عرض ٤٠ درجة جنوبا فان قسم منه يلتقي بتيار فوكلاند البارد، والآخر يتأثر بدوران الأرض حول نفسها والرياح الشمالية الغربية اللتان تحرفان مساره وتجعلانه يتجه من غرب المحيط الأطلسي إلى شرقه فيصل إلى سواحل قارة أفريقيا الجنوبية التي تتحكم في تغيير اتجاهه، إذ تجعله يسير بمحاذاة سواحلها الجنوبية الغربية من الجنوب نحو الشمال على شكل تيار بارد يسمى بتيار بنجويلا. يراجع شكل (٢٥).

٢: تيارات المحيط الهندي Indian ocean:

أ: المحيط الهندي الشمالي:

إن التيار الاستوائي الشمالي الذي يحدث في منطقة المحيط الهندي الشمالي يعد من اصغر التيارات مقارنة بالتيارات التي تحدث في المحيط الهندي الجنوبي، أو في المحيطات الأخرى، وذلك لصغر مساحة المحيط الهندي الشمالي. وتتأثر تيارات المحيط الهندي الشمالي بهبوب الرياح الموسمية الصيفية والشتوية التي تتحكم بحركة التيارات من الغرب باتجاه الشرق، فضلا عن تأثير شكل الساحل. وأحسن ظهور لتيار هذا الجزء من المحيط هو في البحر العربي وخليج البنغال. يراجع شكل (٢٥).

ب: المحيط الهندي الجنوبي:

ينطلق التيار الاستوائي الجنوبي في المحيط الهندي الجنوبي من شرق المحيط باتجاه الغرب تحت تأثير الرياح الجنوبية الشرقية المتحكمة في اتجاهه جنوب دائر ة الاستواء بعدة درجات، حتى إذا ما وصل على مقربة من جزيرة مدغشقر، بدأ تأثير الساحل الشرقي لقارة أفريقيا، مما جعل التيار ينقسم إلى عدة تيارات، منها ما يتجه شمالا ، ومن هذه التيارات المتجهة شمالا ما يعبر دائرة الاستواء وبتأثير دوران الأرض حول نفسها يرتد التيار المتجه شمالا على شكل تيار عكسي، أما التيارات المتجه جنوبا فمنها ما يسير مجاورا ما بين جزيرة مدغشقر وسواحل أفريقيا الجنوبية الشرقية فيسمى بتيار موزمبيق الدافئ وفي أقصى جنوب شرق أفريقيا يسمى بتيار اجولهاس، فضلا عن ذلك إن التيار المتجه جنوبا وبعد انعدام تأثير ساحل أفريقيا ووصول التيار دائرة عرض ٤٠ درجة جنوبا، وخضوعه لتأثير الرياح الشمالية الغربية، ودوران الأرض حول نفسها، ينحرف التيار عن مساره فيكون من الغرب باتجاه الشرق حتى يصل ساحل استراليا الغربي فينحرف مساره من الجنوب نحو الشمال بتأثير شكل الساحل الاسترالي فيكون تيارا باردا، واحد أسباب وجود صحراء غرب استراليا. يراجع شكل (٢٥).

٤: تيارات المحيط القطبي الجنوبي Southern polar ocean currents:

تتكون هذه التيارات في النصف الجنوبي من الأرض، إلى الجنوب من دائرة عرض ٤٠ درجة جنوبا. وتسير هذه التيارات من الغرب إلى الشرق، بتأثير عاملي الرياح الشمالية الغربية، ودوران الأرض حول نفسها، فضلا عن انعدام تأثير شكل الساحل، حيث لايوجد يابس يعيق حركتها، إذ تكاد تكون المياه متصلة من غرب الأرض إلى شرقها، ويزداد نشاط وسرعة هذه التيارات في فصل الصيف عنها في فصل الشتاء. يراجع شكل (٢٥).