

## التيارات والأمواج البحرية وظاهرة المد والجزر

### الأمواج: Waves

حركة ظاهرية لمياه المسطحات البحرية أى إنتقال للطاقة دون تحرك لجزيئات المياه وتعتبر الرياح هي المحرك الأساسى لها ولذلك تقل سرعة المياه تدريجيا فى أعماق البحر إلى أن تتلاشى تماما عند عمق 330 قدم تقريبا. الأمواج قد تنشأ الأمواج بتأثير حركات المد والجزر . كما تنشأ أيضا من تأثير الزلازل والبراكين في قاع المحيط . ونظام سير الأمواج في البحار والمحيطات نظام مضطرب فقد تصنف الأمواج الى الأمواج الأولية والأمواج الفعلية والأمواج المتكسرة الأمامية فى المياه الضحلة والأمواج القبابية والأمواج الحلزونية والأمواج الانفرادية.

ومن العوامل المؤثرة فى سرعة الأمواج هي قوة وتوجيه الرياح التى تحدد طول الموجة ومدى وجود عوائق تحد من قوة الرياح والامواج مثل الجزر وعمق المياه والثلوج والملوثات كالزيوت المعلقة بالبحر. وتتباين المجموعات الموجية بحسب طريقة ومكان نشأتها وسرعتها واتجاه حركتها، فبعض المجموعات الموجية المتكونة سرعان ماتنتهي بسرعة ، وبعضها تطول فترتها وتقطع مسافات هائلة قد تصل إلى السواحل عالياً فيحدث التخریب والتدمير. ولكل موجة ارتفاع يقاس من قاعها إلى قمته، ولها طول يعبر عنه بالمسافة بين قمته الموجة التالية لها. يقصد بمدة الموجة فهو الفترة الزمنية بين لحظتي مرور قمتين متتاليتين بنقطة معينة. وهذه المقاييس متغيرة وغير ثابتة، وترتبط بعمق المياه وحركة الرياح. وكلما كبر الامواج كلما ازداد ارتفاعها . فامتداد الامواج الضخمة في المحيطات التي تدفعها رياح تصل في سرعتها سرعة العواصف . يصل الى نحو 1000 كيلو متر . فالامواج الضخمة لا يمكن ان تنشأ في بحر ضيق او خليج.

أن الطاقة الدافعة لجزيئات الماء هي المسؤولة عن تحرك جزيئات الماء في مسار دائري أو بيضاوي يعتمد على خط مرور الموجة، ومن ثم عودتها الى مكانها الأصلي. لأنه لو تحركت كتل الماء مع الأمواج بالفعل لأستحالت الملاحة البحرية وزادت خطورة السكن بجوار السواحل البحرية.

هناك موجات تنشأ بسبب زلازل أرضية تحدث في داخل المحيطات مثل الزلازل الحادث في المحيط الهندي سنة 2004 والذي قدر ب 9 درجات على مقياس ريختر والذي تسبب بتوليد موجة تسونامي وهو أعظم موج ولا تتسبب بها الرياح ولكن تنشأ بسبب التأثيرات الجيولوجية وقد تسبب برفع مستوى الماء عند الشواطئ بمقدار 15 متروذلك بسبب أندفاع كميات هائلة من المياه من المحيط الى الشاطئ.

تعمل المياه الضحلة والأرصفة الصخريه والجزر الساحلية عند فتحات الخلجان على اضمحلال الأمواج كما تعمل الشعاب المرجانية ايضا على استنفاد طاقة الأمواج , حيث تنكسر عليها فتصل الى السواحل الضعيفه وقد لا تصلها اطلاقا.

أيضا الجليد والثلج المتساقط والأمطار تعمل على تهدئة قوة الأمواج , وقد تقضي عليها . فالأمواج تنكسر على حواف الجليد , كما تعمل بلوراتها على تخفيف حدتها , وهطول المطر المفاجئ يستنفذ طاقة الموج العالي . وللزيوت أيضا تأثير مهدئ للأمواج المتحركة في عرض البحر . وتستعين بها السفن بألقائها في الموج الثائر في حالت الطوارئ.

**التيارات البحرية: Sea currents**

هو حركة مستمرة مباشرة لمياه البحر أو المحيط نتيجة عوامل القوى المؤثرة، مثل ارتطام الأمواج والرياح وتأثير كوريوليس (دوران الأرض حول نفسها) وتأثير الكثافة على حركة الأمواج، ودرجة الحرارة والملوحة والمد والجزر الناتج عن شد جاذبية القمر والشمس). وهذا بالإضافة إلى تأثير خطوط تساوي الأعماق وخط الشاطئ والتفاعل مع التيارات الأخرى في اتجاه التيار وقوته. والتيار العميق هو أي تيار محيطي على عمق يزيد عن 100 متر. أن مياه البحار والمحيطات في حركة مستمرة لا تسكن أبداً. وهناك ما يسمى بحزام نقل المحيطات ocean conveyor belt يقوم بنقل كميات ضخمة من المياه من سطح إلى آخر، هذه التيارات المائية ضرورية من أجل مزج العناصر الغذائية والأكسجين ونقلها من مكان إلى آخر، كما أنها تؤدي دوراً حيوياً في تشكيل مناخ الأرض؛ وذلك لأنها تنقل المياه الدافئة والباردة عبر مسافات طويلة للغاية، مما يؤثر على درجة حرارة كتل اليابسة المطلة على سواحل البحار والمحيطات. فتيار الخليج، على سبيل المثال، هو تيار كبير يتدفق من خليج المكسيك ويحرك المياه الدافئة إلى شمال المحيط الأطلسي، ويجعل مناخ أوروبا أكثر اعتدالاً بكثير مما قد يكون عليه لولا ذلك التيار. أن ما يسبب ظاهرة "حزام نقل المحيطات" هو الاختلافات في كثافة المياه.

ان كل من الحرارة والملوحة هما القوتان المؤثرتان في نشأة ظاهرة "حزام نقل المحيطات" في كوكب الأرض، وهو نظام هائل لتدوير المياه في أعماق المحيطات يحرك المياه حول العالم. ويبدأ تكوين التيارات بالقرب من القطب الشمالي في شمال الأطلسي عندما يبرد سطح المحيط بفعل درجة الحرارة الباردة في القطب الشمالي. ومع تكوّن الجليد في البحر، فإنه يترك الملح وراءه فتزداد ملوحة الماء غير المتجمد في المنطقة، يصبح ذلك الماء أكثر كثافةً ويهبط إلى قاع المحيط ثم ينشئ ذلك تياراً لأن الماء في السطح يتحرك لكي يحل محل الماء الذي هبط للأعماق، وينتقل الماء البارد العميق إلى القطب الجنوبي، ثم إلى المحيطين الهندي والهادي. وما إن يصل الماء إلى مناطق أدفاً حتى يزداد سخونةً، ويصبح أقل كثافةً فيرتفع إلى السطح مرة أخرى، ثم يشق طريقه مرة أخرى إلى شمال الأطلسي مرة أخرى لكي تبدأ الدورة كلها مُجدداً.

وتعتبر التيارات البحرية من مظاهر حركة المياه الأفقية ولكن لا يمكن مشاهدتها في الطبيعة وهي عبارة عن تحرك كتلة المياه على شكل قناة مائية ذات صفات طبيعية مميزة (دافئة – باردة) أو (باردة – دافئة) تختلف عن الكتل المائية المتاخمة لها إذ تتكون التيارات البحرية نتيجة اختلاف خصائص مياه البحار (الحرارة – الملوحة – الكثافة) حيث تندفع التيارات البحرية من المياه الأكثر كثافةً إلى المياه الأقل كثافةً وذلك في حالتين وهما أولاً: تحرك التيارات البحرية الدافئة من المياه الأستوائية نحو المعتدلة بسبب إرتفاع كثافتها الناتج عن التبخر (تيار استوائي دافئ). وثانياً: تنتقل التيارات الباردة من المياه شبه القطبية نحو العروض المعتدلة بسبب تجمد المياه السطحية وزيادة الكثافة (تيار بارد).

**تنتقل المياه في شكلين أساسيين من أشكال التيارات البحرية:****1- التيارات البحرية الأفقية (horizontal sea currents)**

في هذا الشكل تنتقل التيارات البحرية من مسطح مائي إلى آخر عند نفس المنسوب على شكل تيارات أفقية، سواء أن كانت هذه الحركة أفقية بالقرب من سطح البحر، أو بعيدة. التيارات

البحرية الأفقية هي التعبير العام المستخدم للتعبير عن التيارات البحرية، مع أنها محدودة مقارنة بحركة التيارات الأخرى، يقصد بها التقلب نتيجة لحركة الماء.

## 2- التيارات البحرية الرأسية (vertical sea currents)

هي تيارات تمثل حركة المياه من المسطحات. convection currents بواسطة تيارات الحمل المائية الأعلى كثافة إلى الأقل كثافة، في هيئة تيارات رأسية من أعلى إلى أسفل أو العكس. هذه العملية التي تأخذ شكل دورة رأسية للمياه تنتج بسبب التباينات الرأسية في الكثافة وتخضع بدورها لقوى الطفو

تتم حركة الماء في التيارات في صورة جزيئات الماء، ويمكن مشاهدة هذه التيارات بوضع العوامات الطافية أو أقراص الفلين.

نستنتج من ذلك بسبب تباين الخصائص الطبيعية لمياه البحار فإن ذلك له تأثير في تكوين التيارات البحرية أما العوامل المؤثرة في توجيه التيارات البحرية فهي:-

1- حركة دوران الأرض حول نفسها من الغرب للشرق

2- وشكل خط الساحل

3- وتوجيه وعمق المناطق الساحلية

4- واتجاه الرياح السائدة.

## أنواع التيارات المائية في البحار والمحيطات:

1- **التيارات السطحية**، العامل الرئيسي لهذه التيارات هو الرياح و خاصة المنتظمة منها أذ أنها تدفع المياه السطحية أمامها مما في اتجاهات معلومة وبسرعة محدودة تبلغ في المتوسط ثلاثة كلم /الساعة، وتتأثر بالعوامل التالية:

- اختلاف درجة الملوحة و الكثافة من مكان لآخر في البحار و المحيطات.
- اختلاف منسوب المياه للبحار عن المحيطات المجاورة لها إما بالنقص نتيجة لكثرة التبخر فيها مع قلة كمية الأمطار والأنهار التي تصب فيها مثل البحر المتوسط الذي يقل منسوبه عن المحيط الأطلسي وإما بالزيادة نتيجة لقلة التبخر مع كثرة ما يتلقاه البحر من مياه الأنهار و الأمطار وذوبان الثلوج مثل بحر البلطيق، أذ أنه في الحالة الأولى تتجه التيارات البحرية السطحية من المحيط إلى البحر بعكس الحالة الثانية.

2- **التيارات المضادة لتيارات السطح**: بينت الدراسات الحديثة إن التيارات ليست بالبساطة التي تظهرها الخرائط البحرية بل يوجد تيارات مضادة لتيارات السطح على أعماق مختلفة ويأخذ اتجاهات أفقية أو عمودية ولمسافة طويلة. لقد تبين بعد دراسة أحد التيارات السفلية في المحيط الأطلسي انه يتجه إلى عمق 9 آلاف قدم وقد عرض هذا التيار 75 ميلا أما سرعته فقدرت بـ 8 أميال / ساعة.

3- **التيار الشاق**: هو شكل من أشكال التيارات تتحول فيه طاقة الموج إلى تيار قوي ومعاكس للاتجاه وتحدث في السواحل حيث تنتهي الأمواج وتتحطم وتتحول إلى تيارات. التيار الشاق له أماكن معروفة وهي عبارة عن تجويفات في جدار منطقة انكسار الأمواج وطبيعة الأرض وهو خطرة جدا وسجلت أكثر حوادث غرق السباحين بهذا التيار. ويمكن مشاهدته والتعرف عليه من الشاطئ وهو اخطر التيارات يحدث التيار أثناء حركة الموج.

4- **يكون بشكل جدار بارد:** عبارة عن طبقة الانفصال المتكونة بين ماء ذي درجة حرارة متباينة بشكل واضح، كما هو موجود في المحيط الأطلسي الشمالي، حيث الجدار الفاصل بين تيار لابرادور البارد وتيار الخليج الحار، وكما هو أيضاً في المحيط الهادي الشمالي حيث الجدار الموجود بين تيار أوياشيفو البارد وتيار كورشيوفو الحار.

#### أهمية التيارات المائية:

- 1- تعمل التيارات الدافئة على رفع درجة حرارة سواحل المنطقة المارة بها مما يجعلها مفتوحة للملاحة طول فصل الشتاء بعكس التيارات الباردة التي تخفضها.
- 2- ألتقاء التيارات الباردة بالحارة يؤدي إلى حدوث الضباب وإلى ذوبان الثلوج التي تدفعها التيارات الباردة وترسب ما بها من مواد عالقة ويؤدي إلى تكون الشطوط البحرية التي تتجمع الأسماك عندها كما هو الحال في شرق كندا و شمال شرق اليابان.
- 3- تعد مناطق التقاء التيارات البحرية الدافئة بالباردة أغنى مصايد الأسماك في العالم.
- 4- تستفيد السفن من التيارات السطحية وتسير مع اتجاهه لتصل في وقت أقصر وبوقود اقل.

#### المد والجزر Tide and desert :

ظاهرة طبيعية من مرحلتين تحدث لمياه المحيطات والبحار. مرحلة المد يحدث فيها ارتفاع وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر. ومرحلة الجزر يحدث فيها انخفاض وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر. وتنتج هذه الظاهرة عن التأثيرات المجتمعة لقوى جاذبية القمر والشمس وحركة دوران الأرض التي تولد بعض القوة الطاردة المركزية عند خط الإستواء. ان ظاهرة المد والجزر من الظواهر الطبيعية المنتشرة في جميع بحار العالم، وان نسبة ارتفاع المد وانخفاض الجزر تختلف من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي مروراً بخط الاستواء. ففي بعض المناطق من العالم تصل إلى أكثر من 200 سم ، وفي مناطق أخرى لا تزيد عن 30 سم.

بعض الشواطئ يحدث بها ذروتين متساويتين تقريباً للمد والجزر كل يوم، ويسمى ذلك بالمد نصف اليومي. بعض المواقع الأخرى يحدث بها ذروة واحدة للمد والجزر فقط كل يوم، ويسمى ذلك بالمد اليومي. بعض المواقع يحدث بها مدين وجزرين متفاوتين في اليوم الواحد، وفي بعض الأحيان الأخرى يحدث بها مد وجزر واحد كل يوم، وهذا ما يسمى بالمد المختلط. تتأثر فترة وشدة المد والجزر في مكان ما :

- بالمحاذاة بين الشمس والقمر
- و بنمط المد والجزر في المياه العميقة للمحيط
- وبأنظمة التقابل المساري للمحيطات
- وبشكل الخط الساحلي
- وبقياس الأعماق القريبة من الشاطئ

#### كيفية حدوث المد والجزر

ترتبط ظاهرتي المد والجزر بكل من الشمس والقمر وتؤثر على الأرض وعلى مياه البحار والمحيطات بفعل الجاذبية حيث تسبب جاذبية الشمس للأرض ما يسمى بالمد الشمسي solar tide وتؤثر جاذبية

القمر بما يسمى **بالمد القمري Lunar tide** ويسبب هذان المدان حركة دورية ومتوقعة لمياه المسطحات المائية على الأرض.

تنشأ حركة المد والجزر بفعل جاذبية الشمس والقمر لمياه البحار والمحيطات ولأن القمر أقرب إلى الأرض فتأثير جاذبيته تكون أكبر رغم صغر حجمه ؛ فنستنتج ان جاذبية القمر هي أهم عامل في حدوث المد والجزر ويحدث المد والجزر مرتين كل يوم "مرة كل 12 ساعة" لأن أجزاء سطح الأرض تمر أثناء دورتها أمام القمر فيحدث المد في الأماكن المواجهة للقمر ، ثم لايلبث أن يحدث الجزر عندما تبتعد هذه الأماكن عنه .ويختلف ارتفاع المد باختلاف موقع القمر في مداره بالنسبة لكل من الأرض والشمس.

### المد العالي والمد المنخفض

- في المحاق والبدر يعلوا المد إلى أقصى دورته نظرا لوقوع الشمس والقمر في جهة واحدة تسمى هذه الظاهرة (سيزجي) . وتبلغ قوة جاذبية القمر أقصاها عند ظاهرة الكسوف عندما يكون القمر بين الشمس والأرض فيكون تأثيرهما المشترك على الأرض شديداً، وهذا مايسمى المد العالي أو الربيعي ( Spring tide)

- في الأسبوعين الأول والثالث من الأشهر القمرية يحدث ما يسمى بالمد الضعيف أو المد المحاق (Neap tide)، حيث يكون المد أضعف من المعتاد بسبب وقوع كل من الشمس والقمر على ضلعي زاوية قائمة رأسها مركز الأرض وبذلك تقلل جاذبية الشمس من تأثير جاذبية القمر.

والجدير بالذكر أن لشكل وحجم وعمق البحار والمحيطات دوراً كبيراً في حدوث اختلافات في حركات المد والجزر، فمثلاً في المحيط الأطلسي يحدث المد والجزر مرتين في كل يوم، أما في جزر المحيط الهادئ فيحدث مد مختلط، حيث إن الماء يرتفع في اليوم الواحد مرتين ويكون الجزر بينهما منخفضاً إلى حد ما، ومن ثم يحدث جزر منخفض جداً، وفي ألاسكا وبعض المناطق الواقعة على امتداد خليج المكسيك يحدث مد واحد يليه جزر واحد أيضاً خلال اليوم الواحد، أما البحر الأبيض المتوسط فيقل فيه حدوث المد والجزر.

### العوامل المؤثرة في اختلاف معدلات المد والجزر

- شكل المسطح البحري (مفتوح – شبه مغلق)
- شكل خط الساحل ودرجة تعرجه
- مدى تداخل الخلجان البحرية داخل اليابس
- العمق وشكل القاع
- دائرة عرض المكان (الموقع الفلكي)
- اتجاه الرياح السائدة
- اتجاه التيارات البحرية السائدة

### أهمية ظاهرة المد والجزر:

لحركات المد والجزر أهمية بالغة وهي كالتالي:

- فهي تعمل على تطهير البحار والمحيطات من الشوائب ، وكذلك تطهير مصبات الأنهار والموانئ من الرواسب، كما يعمل على نشر المغذيات التي تحتاجها الكائنات البحرية للبقاء على قيد الحياة.
- عادة ما يزداد تركيز الأسماك في المناطق التي يحدث فيها المد والجزر، لذلك يقوم صائدو الأسماك بمتابعة حركات المد والجزر لزيادة معدل صيدهم للأسماك وتحسين مستواهم الاقتصادي والتجاري، كما أن ازدياد عدد الأسماك الصغيرة في تلك المناطق يؤدي بدوره إلى جذب الأسماك الكبيرة إلى المنطقة نفسها أيضاً، ويمكن القول إن عملية الصيد تكون أكثر كفاءةً في أوقات حدوث المد والجزر، ويمكن القول إن حركات المياه تجذب الأسماك إلى الشواطئ وبالتالي يسهل صيدها.
- تؤثر حركات المد والجزر على حركة الملاحة البحرية وتنقل السفن، فعادة ما يختار البحارة الأوقات التي يكون فيها المد مرتفعاً للإبحار حيث إن السفن تدخل بسهولة إلى الموانئ خلال المد والجزر، الأمر الذي يسهل من عمليات النقل البحري بين الموانئ ولكن المد الشديد قد يشكل خطراً على الملاحة وخاصة في المضائق.
- للمد والجزر دور في حدوث التقلبات المناخية التي يمكن التنبؤ بها والتي من شأنها أن تحدث اتزاناً في الحرارة على سطح الأرض، كما أن تيارات المد والجزر تعمل على خلط المياه الباردة في المناطق القطبية والتي لا تصلها كميات كبيرة من أشعة الشمس مع المياه الأكثر دفئاً.
- تعج مناطق المد والجزر بالكائنات البحرية الصالحة للأكل، كبلح البحر، والسرطانات، والأعشاب البحرية، كما أن المسطحات المائية الصغيرة قد تحتوي على أسماك صغيرة وبعض الخضروات البحرية الصالحة للأكل، ويمكن القول إنه لولا وجود المد والجزر الذي ينشر الغذاء الذي تحتاجه هذه الكائنات للبقاء على قيد الحياة لماتت وبالتالي تقلصت المواد الغذائية البحرية يوماً بعد يوم.
- يعد المد والجزر مهماً للسباحة على شواطئ البحار حيث يفضل الأفراد السباحة عندما يكون البحر في وضع المد، كما يتم البحث عن المحار الملزمي عندما يصبح البحر في وضع الجزر في المناطق التي غطاها المد.
- توليد الطاقة الكهربائية من حركة المد والجزر إذ أن طاقة المد والجزر هي عبارة عن شكل من أشكال الطاقة المتجددة، حيث يتم توليد الكهرباء من الطاقة التي تنتج عن حركات المد والجزر في البحار والمحيطات، كما يتم الاستفادة من المد والجزر في توليد الطاقة بعدة الطرق، أما المبدأ الأساسي الذي يقوم عليه توليد الطاقة الكهربائية فهو الاستفادة من الاختلافات الحاصلة بين المد والجزر العالي والمنخفض، ويستخدم لتحقيق الهدف سدود خاصة لمنع نفاذ المياه خلال فترة انحسار المد والجزر، وعند انحسار المد يتم تمرير المياه خلف السد أو الحاجز وعندها يمر الماء عبر توربين متصل بمولدات الكهرباء، وبالتالي يتم توليد الطاقة الكهربائية.