

الفصل الرابع

حركات المياه في البحار

مياه البحار والمحيطات ليست ساكنة ولكنها في حركة مستمرة، وتعرف هذه الحركة بالأمواج، وهي اضطراب في الماء ينجم عن تحرك جزيئاته ارتفاعاً وانخفاضاً في حركة توافقية منتظمة. وتنشأ الأمواج في الغالب نتيجة لحركة الرياح والعواصف والزوابع، لذا قسمت إلى الأنواع التالية :

الأمواج: تنقسم تبعاً لسرعتها إلى:

- أمواج سريعة، تتراوح سرعتها بين ٤٠ إلى ٦٠ ميل في الساعة، وتتكون في البحار المفتوحة تحت تأثير الرياح الشديدة.
- أمواج متوسطة السرعة تتراوح سرعتها بين ٢٠ إلى ٤٠ ميلاً في الساعة، وتتكون كذلك في البحار المفتوحة بعد أن تقل سرعة الرياح نسبياً، وتتكون أيضاً تحت تأثير العواصف والأنواء.
- أمواج محدودة السرعة، وتراوح سرعتها بين ٥ إلى ٢٠ ميلاً في الساعة، وتظهر خارج نطاق الرياح التي كونتها في البداية.
- أمواج هادئة، وهي التي تقل سرعتها عن ٥ أميال في الساعة، وتتكون تحت تأثير الهواء شبه الساكن، كما هو الحال في أمواج بعض البحيرات. وكما تختلف الأمواج في سرعتها، فإنها تختلف أيضاً في أشكالها، ومن ثم يمكن تقسيم الأمواج حسب الشكل إلى ما يلي :

- الأمواج القبابية الشكل Sinusoidal Waves، وتتميز بأنها محددة الارتفاع.

- الأمواج الحلزونية Trochoidal Waves، وتتكون في البحار المفتوحة وتتميز بأنها غير محددة الارتفاع.

- الأمواج الفردية المنعزلة Solitary Waves، وتتكون في المياه الضحلة، وبالتالي لا تتلاحق ولا تتابع بعضها بعضاً.

وقد تنشأ الأمواج من فعل الزلازل على قيعان البحار والمحيطات، وتعرف بالأمواج التسونامية Tsunami ، وتتعرض شواطئ اليابان وجزر هاواي لأثر هذه الموجات المدمرة. ولا تزال ذكرى الأمواج المدمرة، التي عصفت بسواحل جزر هاواي في أبريل ١٩٤٦ ماثلة في الأذهان، فقد بلغ ارتفاع الموجة نحو ٢٠ متراً، ودمرت منشآت ومدناً ساحلية بأكملها، وأودت بحياة الكثيرين من السكان. ولهذا السبب أقيمت مراكز للتنبؤ بقدوم مثل هذه الأمواج لتنبيه السكان حتى يتفادوا أخطارها.

وتضعف الأمواج وتتلاشى بدخولها نطاق المياه الضحلة؛ حيث يصل عمق المياه حوالي نصف الطول الموجي، لذا تتكسر وتفرغ ما بها من طاقة، ليتشكل على أثرها أشكال النحت المختلفة، ومن ثم فهي تعرف بالأمواج الهدامة. وعند وصولها إلى أرض الشاطئ فإنها قد تسهم بشكل بناء في بناء ظاهرات جيومورفولوجية، من أمثلة البلاجات أو الألسنة، وغيرها من الظاهرات

المد والجزر Tide and Ebb

عرف الكندي (أبو يوسف يعقوب بن اسحاق الكندي 185هـ - 256 هـ / 873 - 805 ميلادي - الكوفة ويعرف عند اللاتينيين باسم Alkindus) نوعين من المد ، الأول: المد الطبيعي وعرفه بأنه " استحالة الماء من صغر الجسم إلى عظمه".

والثاني: المد العرضي وعرفه بأنه: زيادة الماء بانصباب مواد فيه"، كما في الأنهار والأودية والفيضانات التي أصلها من الأنهار. وأشار إلى أن مثل هذا المد لا تظهر فيه زيادة، وذلك لصغر قدر المياه المضافة إليه من الأنهار وغيرها، بالمقارنة مع مياه البحار.

تشير الدراسات الحديثة التي تناولت موضوع المد والجزر، إلى أن سطح البحر يتحرك حركة توافقية على السواحل صعوداً وهبوطاً كل يوم بقدر معلوم،

وتعرف هذه الحركة بالمد والجزر. وينجم عن هذه الحركة تيارات مدية تندفع في القنوات الساحلية أو في مصبات الأنهار بسرعة كبيرة. وقد يعلو سطح الماء في تلك المصبات والخلجان علواً كبيراً، إذ يصل في خليج فندي Fundy في كندا إلى ٣٠ متراً، ويزيد في ليفربول عن تسعة أمتار. وقد لوحظ أن هناك علاقة وثيقة بين حركة المد والجزر وأوجه القمر؛ حيث يتبع المد والجزر القمر في حركته الظاهرية حول الأرض، فقد لوحظ أن مياه المسطحات المائية ترتفع وتتناقص مرتين خلال الفترة الزمنية الواقعة بين طلوعين متتاليين للقمر، وهي تعادل ٢٤ ساعة و ٥٠ دقيقة تقريباً، وتتحدد الفترة بين طلوعين للقمر بواسطة حركتين هما:

- حركة الأرض حول محورها.

- دوران القمر حول الأرض.

فنتيجة لدوران الأرض حول محورها، يقطع القمر السماء مرة كل يوم، أما بالنسبة للشمس، فإن القمر يدور حول الأرض مرة واحدة كل ٢٩،٥ يوم، لذلك فإن القمر يتحرك 12° حول الأرض كل يوم، وفي الوقت الواقع ما بين طلوعين للقمر، تكون الأرض قد أكملت دورتها حول نفسها، وهنا ترجع الاثنتا عشرة درجة التي أضيفت، وتستغرق هذه الاثنتا عشرة درجة نحو ٥٠ دقيقة. وإذا كان حدوث عملية المد والجزر تعزى إلى أثر جاذبية القمر، فإن الشمس تقوم بعامل منظم لهذه العملية، فإذا وقع كل من الأرض، والقمر، والشمس على استقامة واحدة يعظم حدوث المد تبعاً لإضافة قوة جذب الشمس إلى قوة جذب القمر، ويعرف المد في هذه الحالة باسم المد العالي أو الربيعي Spring Tides ، أما إذا وقع القمر والشمس على طول ضلعي زاوية قائمة بالنسبة للأرض، فتضعف أو تُقلل قوة جذب الشمس Solar Tides ، من تأثير قوة جذب القمر Lunar Tides، للمسطحات المائية على الأرض، وعلى ذلك يقل

منسوب المد، ويعرف في هذه الحالة باسم الجزر المحاقي أو المد المنخفض . Neap Tides ويتباين مدى ارتفاع المد تباينا كبيرا في مختلف جهات العالم، فقد يعلو ويرتفع في جهة ما إلى حد كبير، بينما يضمحل ولا يكاد يحس به أحد في بقعة أخرى، قد لا تبتعد عن الأولى كثيرا. وأقصى ارتفاع يبلغه المد في العالم يحدث في خليج فندي .

وتساعد تيارات المد والجزر حركة الملاحة، ولكل ميناء توقيت معين لدخول السفن وخروجها منه، يتفق مع نظام حركة المد والجزر، إذ تستطيع السفن الاقتراب من الأرصفة لإجراء عمليات الشحن والتفريغ في وقت حدوث المد، ثم تسرع في الابتعاد عنها حينما يحل الجزر، حتى لا تجنح في القاع حينما تتحسر المياه، ويصبح خطر موجات المد شديدا في الخلجان والممرات المائية الضيقة، وخاصة حينما تعترض مسار المد رياح أو أمواج مضادة. ففي منطقة جزر ألوشيان، حيث توجد بعض المضائق، التي تستخدمها السفن في رحلتها بين المحيط الهادي وبحر بهرنج، يشتد خطر التيارات المائية، التي قد تلقي بالسفن فجأة وعلى غير انتظار بعيداً عن مسارها الطبيعي فتصطدم بالصخور .

وفي مضيق أكون Akun (من جزر ألوشيان بالقرب من بيرنج)، تبلغ قوة تيار المد قوة سيل جبلي، تصاحبه دوامات غاية في الخطورة. ومثلها أيضا تيارات المد، التي تحدث في منطقة جزر لوفوتن Lofoten في شمال النرويج، وحينما تشتد تلك الأمواج المدية وتضطرب، تنشأ عنها دوامات مائية، تعرف باسم مالستروم Malstrom تستحيل معها الملاحة، فلا تقترب السفن من الجزر، أو من مجال وجودها حتى تتلاشى .

يتضح مما سبق أن ظاهرة المد والجزر وليدة الظواهر الفلكية، مثل دوران القمر حول الأرض ودوران الأرض حول نفسها وحول الشمس، وأن اختلاف المد والجزر بالزيادة أو النقصان يرجع لكل من القمر والشمس،

ويمكن حسابه والتكهن بوقوعه بدرجة عالية من الدقة، لكن الحقيقة غير ذلك، فنظرية المد قامت على فروض غير صحيحة، إذ أنها افترضت أن الماء يحيط بالأرض على شكل غلاف بسمك واحد، وأن الماء لا عزم له ولا قوام، وطبيعة الماء تخالف هذا الفرض إذ أن للماء عزماً وله قواماً، ومن ثم فإنه لا يتشكل في التو واللحظة تحت تأثير قوى الجذب، بل تلزم فترة زمنية حتى تتم هذه الاستجابة.

كذلك لا يغطي الماء سطح الأرض تماماً بل يُغطي ما نسبته 70.8% من مساحة الكرة الأرضية، كما أن أعماق المياه ليست متساوية، فضلاً عن أن طبيعة الشواطئ البحرية وتعرجاتها ليست واحدة، ولهذا كله أثر كبير في حدوث المد وارتفاعه، فالمد يتراكم في المضائق والخلجان، وينبسط في البحار المفتوحة، ولعل في المقارنة بين قيمة المد والجزر في خليجي العقبة والسويس ما يؤكد على ارتباط التباين في قيم المد والجزر وأوقات حدوثهما بالعوامل المحلية سابقة الذكر، إلا أن الحقيقة الثابتة التي لا يمكن التشكيك فيها تتمثل في أن قوة جذب القمر والشمس والأجرام السماوية هي الباعث الرئيس لتلك الحركة.

وهناك عوامل طبيعية أخرى تُخرج ظاهرة المد والجزر من دائرة النظام الفلكي الدقيق مثل الرياح واتجاهها، فإذا هبت الرياح في اتجاه الشاطئ، فإنها تسرع بتيارات الماء دخولاً في الخلجان، فيرتفع المد أكثر من المقدر له حسابياً، كما أنه يحدث قبل ميعاده، وقد تجعله يستمر في ارتفاعه مدة طويلة، ويكون العكس إذا هبت الرياح نحو البحر، فتؤخر من حدوثه وتقلل من ارتفاعه . وللضغط الجوي - أيضاً - تأثير في ارتفاع الماء، فهناك علاقة عكسية بينهما، بمعنى أنه إذا ارتفع الضغط، انخفض سطح الماء، والعكس صحيح، وارتفاع عمود الزئبق سنتيمتراً واحداً في البارومتر، يعادل انخفاض قدره ١٣ سنتيمتراً في منسوب

سطح الماء، وتُشاهد هذه الظاهرة في ميناء برست Brest في فرنسا، مما يعني أن أقل تغيير في قيمة الضغط الجوي يصحبه تغيراً ملحوظاً في منسوب سطح الماء .

ويمكن تطبيق نظرية المد على المسطحات المائية، وإذا كانت الأمواج تنشأ في الأغلب الأعم نتيجة لحركات الرياح والعواصف والزوابع، فإنها تنشأ أيضاً نتيجة لحركة المد والجزر، وتعرف حينئذ بالموجات المدية.