**المد والجزر Tide**

حركة المد والجزر هي ارتفاع وانخفاض في مستوى سطح البحر لفترة محدودة من الزمن.

مرحلة المد يحدث فيها ارتفاع وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر.

مرحلة الجزر يحدث فيها انخفاض وقتي تدريجي في منسوب مياه سطح المحيط أو البحر.

تنجم هذه الظاهرة عن التأثيرات المجتمعة لقوى جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها (قوة الطرد المركزية).

**معرفة الانسان بظاهرة المد والجزر**

لاحظ الانسان هذا الارتفاع في مستوي البحر منذ القدم، وقام بتفسير الظاهرة حيث رأي أنها تحدث بصورة واضحة في بعض البحار شبه المغلقة، بينما من الصعوبة مراقبتها وادراكها على طول سواحل البحار المفتوحة.

فقد أدرك قدماء الصينيون والإغريق واليابانيون، عملية ارتفاع وانخفاض مستوي سطح البحر بالمسطحات المائية البحرية وبمياه الأنهار عند مصباتها على سواحل البحار.

لاحظ المؤرخون والعلماء الرحالة العرب حدوث ارتفاع وانخفاض مستوي سطح البحر الوقتي في الخليج العربي وبعض المسطحات النائية الأخرى (المقدسي، 1289).

توصلت المعرفة القديمة أن هناك علاقة كبيرة بين عملية الارتفاع والانخفاض الوقتي في مستوي سطح البحر وكوكب القمر. فقد وصلوا إلى أن حركة المد tide، هو ارتفاع وقتي في مستوي سطح البحر يصل أقص مستوي له عندما يتطور القمر ويصير بدر أو محاق. كان ذلك يتم بملاحظة تلك العلاقة وذلك بمراقبة تطور القمر وتربط بحدوث حركة المد والجزر على طول السواحل.

* وقد لاحظ القدماء العلاقة بين حركات المد والجزر وبين مختلف اوجه القمر, وقد اشار الى تلك العلاقة بثياس لاول مرة في القرن الرابع ق . م. في اثناء رحلته من سواحل البحرالمتوسط الى القنال الانكليزي والقسم الجنوبي من بحر الشمال , فقد اندهش لضخامة تلك الحركة على سواحل فرنسا المطلة على القنال الانكليزي , اذ تكاد تنعدم هذه الحركات عند سواحل المتوسط .
* توقفت المعرفة عند تلك الحدود حيث لم يتم التعرف على كيفية نشأة هذه الحركة، وأسبابها، وحدوثها في تلك الأوقات المحددة من الزمن.
* بعد ظهور نظرية جذب الأجسام لنيوتن ، والتي يري فيها أن عملية الجذب هي التي تنظم سير كل من الكواكب والنجوم في مدارات خاصة بها في الفضاء، فالأرض تجذب القمر، والقمر يجذب كل ما يقع على سطح الأرض عندما يقترب منها. قانون نيوتن يقول إن قوة الجذب بين الجسمين تتوقف على ضرب كتلة هذين الجسمين مقسومة على مربع المسافة بينهما.

يمر القمر باي موقع على سطح الارض مرة كل 24 ساعة و 50 دقيقة , واذا ما افترضنا كرة ارضية مغطاة تماما بالماء فان اي نقطة عليها تمر اسفل قمتين مديتين , وحوضين جزريين وذلك اثناء كل يوم قمري مدته 24 ساعة و 50 دقيقة والمدة التي تنقضي بين مد وجزر متتاليين تسمى مدة المد والجزر . وحينما يكون القمر في مستوى دائرة استواء الارض يكون المدان في كل موقع متساويين , لكن مع هذا فان موقع القمر ومايصحبه من انتفاخات او ارتفاعات مدية ينتقل من دائرة عرض 28.5 شمال دائرة الاستواء الى دائرة عرض 28.5 جنوب الاستواء , وتبعا لذلك تتغير الارتفاعات النسبية لمياه المد والجزر عند اي موقع على سطح الماء .

* اتضح أن قوة الجذب بين القمر والأرض تقل بسرعة كلما بعد الكوكبان عن بعضهما البعض.
* بناء على ذلك عندما يواجه القمر الأرض فإن جزء الأرض الذي يواجه القمر يشتد عنده قوى الجذب نحو القمر بقدر اقترابه النسبي من مركز القمر، إذا ما قورن بأي جزء آخر يقع بالقرب من مركز الأرض.
* على جانب الأرض المواجه للقمر تزيد قوة الجذب عن قوة الطرد المركزية، وينجم عن ذلك جذب مياه سطح الأرض نحو القمر.
* على الجانب المضاد لموقع القمر، تزيد قوة الطرد المركزية عن قوة الجذب، ومن ثم يحدث جذب للمياه أو شدها ابعد عن موقع القمر.

تتشكل عملية امتداد المياه على جانبي الأرض وانحسارها في الأجزاء الأخرى، متأثرة بعملية دوران الأرض حول نفسها من جهة وموقع القمر بالنسبة للأرض من جهة أخري.

على ذلك فهناك مناطق تشتد فيها حركة المد والجزر وأخرى تقل فيها هذه الحركة بالتدريج. وعندما تدور الشمس حول محورها فإن القمر يدور كذلك في نفس الاتجاه متأثرا بجاذبية الأرض. وعندما تتم دورة كاملة فإن عليها أن تدور قليلا كذلك حتى تلحق بالقمر وتصبح معه في على طول خط زوال واحد (ذلك لأن القمر يتم دورته قبل إتمام الأرض لدورتها)، وبناء على ذلك فإن حدوث المد في يوم ما يكون متأخرا قليلا عن وقت حدوثه في اليوم السابق، ويصل هذا الاختلاف 50 دقيقة، بينما المتوسط العام لحدوث حركة المد في موقع ما تحدث كل 12 ساعة و25 دقيقة

 **المد العالي والمد المعتدل**

* بينما يحدث المد نتيجة لجاذبية القمر، فإن الشمس تعمل على تنظيم هذه العملية. إذا وقع كل من الأرض والقمر والشمس على خط زوال واحد كما يحدث في حالة البدر المحاق، يشتد حدوث المد بناء على إضافة قوة جذب الشمس إلى قوة جذب اقمر، وجذبهما معا المسطحات المائية.
* يعرف المد باسم المد العالي spring tide. وإذا وقع القمر والشمس على طول ضلعي زاوية قائمة بالنسبة للأرض، فتقلل قوة جذب الشمس من قوة جذب القمر للمسطحات المائية على الأرض، فيقل بناء على ذلك منسوب المد العالي، ويعرف المد في هذه الحالة بالمد المعتدلneap tide.

ويختلف ارتفاع المد باختلاف موقع القمر في مداره بالنسبة لكل من الأرض والشمس. بما أن مدار القمر بيضاوي الشكل فإن طول المسافة بين مركز القمر ومركز الأرض تختلف بناء على موقع القمر في مداره بالنسبة للأرض.

تبين أن قوة جذب القمر للأرض تزداد بنحو 20% من قوة جذب القمر العادية للأرض. ويقال في هذه الحالة أن القمر قريب من الأرض ، بينما تقل قوة الجذب القمري للأرض عندما يبعد وهو في مداره عن مركز الأرض.

يقال في هذه الحالة أن القمر بعيد عن الأرض . في المحاق والبدر يعلوا المد إلى أقصى دورته نظرا لوقوع الشمس والقمر في جهة واحدة وتبلغ قوة جاذبية القمر أقصاها عند ظاهرة الكسوف. في

 الأسبوعين الأول والثالث من كل شهر قمري يكون المد ضعيف بسبب وقوع كل من الشمس والقمر على ضلعي زاوية رأسها مركز الأرض وبذلك تحاول جاذبية الشمس تعديل جاذبية القمر.

* هناك عوامل أخري تؤثر في طبيعة وزمن وميقات حركة المد والجزر. من أهم تلك العوامل:
* 1. اتساع المسطحات المائية.
* 2. اتساع اليابس وكيفية توزيعه بين المسطحات المائية.
* 3. عمق مياه البحر.
* 4. طول موجات المد واختلاف سرعتها من موقع إلى آخر.
* 5. كيفية تشكيل السواحل بواسطة الخلجان والمضايق البحرية.
* 6. سرعة الرياح واختلاف اتجاهاتها.

إذا نظرنا حركة المد والجزر في السواحل نجد أنها لا تحدث في وقت واحد في تلك السواحل التي تقع على خط طول واحد. بناء على أن مدينة ليفربول وليك يقعان عند خط طول 3º غربا إلا أن الفرق الزمني لحدوث المد عند هاتين المدينتين يصل 3 ساعات.

في المسطحات المائية الواسعة الاتساع يظهر المد في شكل موجات بحيث يمثل المد العالي قمة الموجة، بينما يمثل الجزر قاع الموجة.

ترحل موجات المد والجزر في المحيط دون تأثرها بجاذبية القمر والشمس. حيث أن طول الموجة في البحار المفتوحة أكبر بالنسبة لعمق المحيط تتوقف سرعة موجات المد فيها على أساس اختلاف عمق المياه. في البحار التي تتكون فيها الجزر وتتداخل فيها الأراضي اليابس مع البحر، تصطدم موجات المد بهذه الجزر وسواحل اليابس فتتعرقل حركتها.

بينت الدراسات أن موجات المد في المحيطات العميقة أكبر من موجات البحار الضحلة.

**اشكال ومنحنيات المد والجزر**

في بعض الشواطئ تحدث ذروتين متساوتين تقريباً للمد، وحضيضين للجزر كل يوم، ويسمي ذلك بالمد نصف اليومي. بعض المواقع الأخرى يحدث بها ذروة واحدة للمد وحضيض واحد للجزر فقط كل يوم، ويسمي 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 اوان ومدة المد والجزر في مكان ما بالمحاذاة بين الشمس والقمر، وبنمط المد والجزر في المياه العميقة للمحيط، وبأنظمة التقابل المساري للمحيطات، وبشكل الخط الساحلي وبقياس الأعماق القريبة من الشاطئ. قد لا يحدث المد على طول بعض السواحل مرتين في اليوم الكامل، بل يتميز المد بحدوثه مرة واحدة فقط، يرتفع فيها منسوب المياه بصورة ملحوظة، ثم يأخذ في الانخفاض التدريجي إلى أن يرتفع منسوب المياه مرة أخري في اليوم التالي.

يعرف منحني المد في هذه الحالة بمنحني المد ذو القمة الواحدة. هذه الحالة تتمثل في المياه الساحلية لخليج المكسيك. قد يتميز المد بوجود قمتين، كما هو الحال على طول سواحل المحيط الأطلسي الشمالي. على بعض السواحل قد تظهر أكثر من قمتين لمنحنى المد، أو قد تداخل قمم المد المركب.

*
* **حركة المد والجزر في بحار العالم**
* 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 مرورا بخط الاستواء، ففي بعض المناطق من العالم تصل إلى أكثر من 200 سم، وفي مناطق أخرى لا تزيد عن 30 سم.
* ان ظاهرة المد والجزر تحدث يوميا 4 مرات (كل 6 ساعات تحدث الظاهرة).
* تتشكل حركات المد والجزر بناء على أشكال الأحواض المائية والسواحل التي تحدد الخصائص التي تؤثر فيها من خصائص وطبيعة المياه، أعماق المياه، وحركتها.
* نتيجة لذلك تتباين الأحواض المائية في حركة المد والجزر التي تحدث فيها. هناك نحو ست جهات من العالم يزيد فيها ارتفاع المد عن 12 متراً هي بورتو جاليجوس في الأرجنتين، وخليج كوك في ألاسكا، وخليج فروبيشر من مياه مضيق ديفز ، ومصب نهر كوك سوك في خليج هدسون، وخليج سان مالو في فرنسا.
* 1. في المحيط الأطلسي ترجع حركة المد والجزر إلى تأثير جاذبية القمر والشمس للمياه، وخصائص المسطح المائي، وأشكال السواحل. يتميز القسم الشمالي من المحيط بحركة مد ذات قمتين في اليوم الواحد على طول الساحل الشرقي والغربي للمحيط. قد تصل قمة المد اليومي أمام ساحل نيويورك 3,2 قدم. يتراوح المد على طول السواحل الجنوبية الشرقية للولايات المتحدة بين 5-10 أقدام.
* 2. على سواحل البحر الكاريبي تحدث حركة مد بقمة واحدة كبيرة خلال اليوم الواحد. أمواج البحر الكاريبي المدية لا تزيد عن قدمين.
* 3. حركة المد في البحار شبه المغلقة مثل البحر المتوسط، وبحر البلطيق، تعد بسيطة جدا، حيث لا يتعدى ارتفاع المد أمام السواحل المصرية أكثر من 30 سم.
* 4. حركة المد على السواحل البريطانية تعمل على ارتفاع بين 5-30 قدم. ويشتد المد في الخلجان المتصلة بالبحر.
* .5 يبلغ المد في خليج فندي Fundy بشبه جزيرة نوفا سكوتشيا نحو 42 قدم. في هذا الخليج قد يبلغ المد ارتفاع يفوق 50 قدم.
* 6. في خليج سانت مالو على ساحل بريتاني يبلغ فرق المد نحو 40 قدم. ينجم عن ذلك تيارات بحرية قوية تبلغ سرعتها 8 أميال/الساعة.
* 7. في محافظة البصرة وفي شط العرب وشط البصرة فضلا عن السواحل المجاورة للخليج العربي في خور الزبير ومدينة الفاو.
* 8. في الصين وعند مصب نهر الهوانج هو يرتفع المد نحو 16 قدم، وتتكون تيارات مائية محلية تبلغ سرعتها 17 ميلا.

وتختلف استجابة المياه لمدى المد على ابعاد متقاربة . فعند الجانب الشرقي لقناة بنما لاتتعدى حركة المد قدم او قدمين , اما عند الجانب الغربي الى 16 قدم ( 5 متر ) عند الجانب الغربي على المحيط الهادي . وكذا الحال في مواقع اخرى .

ان هذه الاختلافات في مدى حركة المد والجزر من مكان لاخر تفسرها نظرية التذبذب المدي , اذ ان حركة الماء صعودا وهبوطا في كل حوض طبيعي تحدث حول مركز تقديري لا يتضح فيه المد .

* **أهمية وخطر ظاهرة المد والجزر**
* لحركات المد والجزر اهمية بالغة فهي تعمل على تطهير البحار والمحيطات من كل الشوائب وكذلك تطهير مصبات الأنهار والموانئ من الرواسب كما انها تساعد السفن على دخول الموانئ التي تقع في المناطق الضحلة.
* لكن المد الشديد قد يشكل خطر على الملاحة وخاصة في المضايق.
* تساعد الصيّادين على النزول بقواربهم في البحر عند انحسار المد خلال عملية الجزركما ويساعدهم المد عند الانتهاء من الصيد على الدخول للموانئ.
* . تعد مفيدةً في مساعدة السفن الكبيرة والبواخر في الدخول نحو الموانئ. تساعد على عدم تجمّد المياه بسبب الحركة الدائمة في الأمواج.
* تساعد الصيادين في صيدهم حيث تتركز الأسماك الصغيرة في مناطق المد والجزر وتعد طعماً يجذب الأسماك الكبيرة مما يسهل على الصيادين اصطيادها.
* تقوم حركة المد والجزر بالمساعدة على التكاثر بنقل بيوض الأسماك من مصبات الأنهار للبحار، كما تنقل المغذيات من البحار للأنهار.
* يستخدم المد والجزر في توليد الطاقة.

وتساعد تيارات المد والجرز حركة الملاحة , ولكل ميناء توقيت معين لدخول السفن وخروجها منه يتفق مع نظام حركة المد والجزر , اذ تستطيع السفن الاقتراب من الارصفة لاجراء عمليات الشحن والتفريغ في وقت حدوث المد ثم تسرع في الابتعاد عنها حينما يحل الجزر حتى لاتجنح في القاع حينما تنحسر المياه . ويصبح خطر موجات المد شديدا في الخلجان والممرات المائية الضيقة وخاصة حينما تعترض مسار المد رياح او امواج مضادة . ففي منطقة جزر الوشيان حيث توجد بعض المضايق التي تستخدمها السفن في رحلاتها بين المحيط الهادي وبحر بيرنج يشتد خطر التيارات المائية التي قد تلقي بالسفن فجاة وعلى غير انتظار بعيدا عن مسارها الطبيعي فتصطدم بالصخور . وفي مضيق اكون تبلغ قوة تيار المد قوة سيل جبلي وتصاحبه دوامات غاية في الخطورة , ومثلها ايضا تيارات المد التي تحدث في منطقة جزر لوفوتن في النرويج وسبب قوتها عدم انتظام القاع في المنطقة . وحينما تشتد تلك الامواج المدية وتضطرب تنشا عنها دوامات مائية تسمى هناك باسم مالستروم تستحيل معها الملاحة فلا تقترب السفن من الجزر او من مجال وجودها حتى تتلاشى .

* وتشبه دوامات مالستروم في شكلها الكاس او القمع فتبدو فتحاتها واسعة مستديرة ثم تضيق رويدا رويدا وتنجرف مع التيار حتى تتلاشى, وينشا غيرها وتتابع وتتلاحق كانها مطبات على طول التيار تلتهم مايصادفها من قوارب صيد او غيرها .
* وتسبب حركة المد ايضا مايعرف بالطوفان وامثاله في العالم ست او نحو ذلك , وينشا الطوفان عندما يغزو المد نهرا من الانهار في شكل موجة او موجتين تنفذان الى النهر بجبهات عالية شديدة الانحدار . ولتكون الطوفان ظروف خاصة اذ ينبغي لتكوينه ان يكون المد كبيرا وان يتوفر وجود حاجز رملي عند مصب النهر تحتبس امامه مياه المد وتختزن لتندفع بشدة في مجرى النهر , وهذا مايحدث مثلا في نهر الامازون اذ تخترق مياه المد مجرى النهر في شكل طوفان يسير ضد تيار النهر تجاه اعاليه مسافة تبلغ نحو 320 كم .

ان طبيعة الامواج المدية في المصبات الخليجية للانهار تعتمد على عدة عوامل :

1- تيار النهر الذي , بسبب قوة الجاذبية الارضية , يدفع مياه النهر تجاه البحر .

2- موجة المد التي عند دخولها وادي النهر تتحرك صوب اعاليه بسرعة تتوقف على عمق وشكل المصب الخليجي .

3- التيار المدي الذي ينشا حينما يكون مستوى البحر قد ارتفع بدرجة كافية في الجزء الادنى من المصب بالنسبة للمنحدر العادي للسطح وبذلك ينعكس الانحدار .

وحينما تدخل موجة مدية من المحيط الى النهر فانها تصادم تيار النهر وهذا من شانه ان يؤثر في انقاص منحدر جبهة موجة المد , وحينما يرتفع الماء في نطاق المصب فان مياه النهر تحتبس , وبعدما يصبح منحدر الجبهة افقيا تتدفق مياه البحر نحو اعلى النهر كتيار فيضاني ويستمر ذلك حتى يتراخى المد العالي .

وكذلك هناك طوفان تسين –تانج-كيانج , وطوفان نهر سفرن بانكلترا ونهر السين في فرنسا وبيتيت كوداك في خليج فندي .