عن المد و الجزر، وكيف يحدثان؟

المد والجزر حادثتان لظاهرة طبيعية تؤدي إلى ارتفاع مستوى البحار وانحسارها بشكل دوري منتظم بسبب تأثير قوى جذب الشمس والقمر إضافة للقوى الناشئة عن دوران الأرض.

ويمكن اعتبار المد و الجزر tide **أمواج طويلة تتحرك عبر البحار والمحيطات**، والمد flood tide هو ارتفاع مستوى الماء، أما الجزر ebbing tide فهو انخفاضه. ولا يميز المرء المد والجزر في عرض البحر ولكن يمكن بسهولة تمييزهما على الشاطئ.

يعد تأثير قوة جذب القمر أقوى بكثير من تأثير قوة جذب الشمس نظراً لقربه الشديد من الأرض، إذ تتسبب قوة الجذب هذه بحدوث «انتفاخ» وارتفاع في سطح المحيط المقابل للقمر، وقد يتساءل البعض من أين تأتي هذه الزيادة في المياه، والحقيقة أن ارتفاع مياه المحيط في منطقة يقابله انخفاض في منطقة أخرى (لاحظ الصورة).

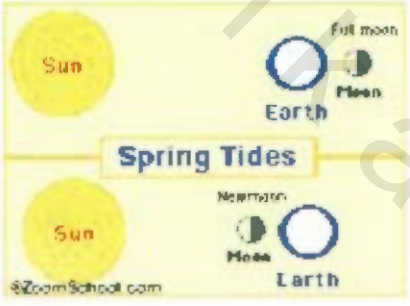
obeikandl.com

إلا أن هناك أيضاً ظاهرة قد تبدو غريبة بعض الشيء إذا اعتمدنا على فكرة قوة جذب القمر فقط، إنَّ الارتفاع المدي يحدث أيضاً في الطرف المعاكس من الأرض، بسبب القوة الطاردة المركزية لدوران الأرض، وبالتالي يوجد دائماً في لحظة معينة مدَّيْن في منطقتين متعاكستين من الأرض، وجزْرَيْن أيضاً في منطقتين متعاكستين، وإذا نظرنا إلى كامل محيط الأرض في الصورة العلوية أمكن ملاحظة أن المد والجزر هو موجة مستقرة ذات ذروتين وحضيضين تسمى «موجة المد» Tide wave، وهذا التفسير لنشوء المد والجزر يدعى بنظرية التوازن المدجزري equilibrium tidal theory.

ويمكن رسم تغيرات مستوى المحيط أو البحر بتأثير جذب القمر مع تقدم الوقت بشكل رياضي، يمثل فيه المحور العمودي تغيرات ارتفاع المياه على مدار اليوم، و يمثل المحور الأفقي المسار الزمني على مدار يوم كامل، وحسب نظرية التوازن المدي هذه يحدث مدان وجزران في اليوم، و بالتالي نمثلهما بذروتين وحضيضين على المخطط، تسمى المسافة بين ذروة المد وحضيضه «مدى المد» Tide range وهي المسافة التي يرتفعها مستوى الماء بعد أن كان في أدنى مستوى له، والمسافة من الذروة إلى الذروة تسمى طول موجة المد وتمثل الزمن الذي يستغرقه حدوث مد واحد و جزر واحد وهي نصف يوم شمسي تقريباً (نصف يوم قمري

obeikandl.com

تماماً) ، من المهم ملاحظة أن المحور العمودي قد أغفل ذكر أرقام الارتفاعات، ومرد هذا وجود مؤثرات طبيعية أخرى أقل تأثيراً من القمر ولكنها تلعب دوراً في تحديد قيمة الارتفاع والانحسار، فللشمس أيضاً دور تلعبه هنا، ولها تأثيرها الجاذب على مستوى مياه المحيطات والبحار، ولكن بما أنها أبعد بكثير عن الأرض من القمر فإن تأثيرها المدجزري بالتالي أقل من نصف تأثير القمر (46٪ من تأثير القمر).



يمر القمر خلال الشهر القمري بأطوار متعددة، فعند بداية شهر قمري تكون الشمس والقمر في جهة واحدة من الأرض وبالتالي تؤثر قوة جذب الشمس باتجاه زيادة المد، فتتراكب ذروة المد الناشئ عن القمر مع ذروة المد الناشئ عن الشمس، وتصبح القوة الكلية المنتجة للمد مساوية لحاصل جمع قوتي جذب الشمس والقمر، ويحدث هنا أكبر مدى مدي (أكبر انزياح في مستوى الماء)، وتسمى الظاهرة عندها بالمد التام Spring tide.

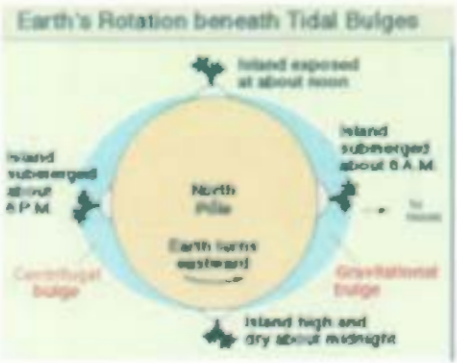
وبعد أسبوع ينزاح القمر، وتصبح ذروة موجة مده متلاقية مع حضيض موجة تأثير الشمس، ويمكن القول أن قوة جذب القمر هنا متعامدة مع قوة جذب الشمس ويحدث هنا المد الناقص Neap tide.

obeikandl.com

وبعد أسبوع أيضاً عندما يصبح القمر بدراً تعود ذروتا مدي القمر والشمس للتلاقي منتجتين مداً تاماً آخر، وبعدهما في نهاية الأسبوع الرابع القمري يعود مداً ناقصاً تالياً، وهكذا، دورة مدية Tidal cycle كل أربعة أسابيع، مدان تامان ومدان ناقصان، يعقب الواحد منهما الآخر.

يتأخر حدوث المد والجزر 50 دقيقة كل يوم، فإذا حدث مد في الساعة الثامنة مثلاً من صباح يوم ما، فالمد التالي لن يكون في الثامنة مساءً بل في الثامنة وخمس وعشرين دقيقة، والسبب أن المد والجزر يتبع بشكل رئيس لحركة القمر واليوم القمري يعادل 24 ساعة وخمسين دقيقة من اليوم الشمسي.

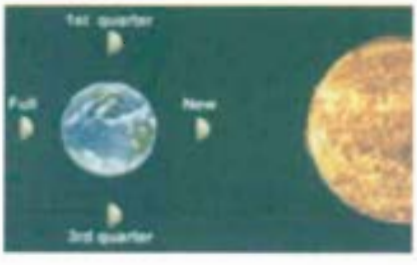
ولكن **هل تكفي نظرية التوازن المدجزري هذه لتقديم تنبؤات دقيقة بمواعيد حدوثهما لكي يستفيد منها الملاحون وأرباب السفن؟** للأسف لا، فهذه النظرية تعطي معلومات تقريبية ولكنها غير دقيقة، إذ بالإضافة إلى تأثير القمر وأطواره وتأثير الشمس ودوران الأرض، ترتبط ظاهرة المد والجزر بعوامل عديدة أخرى مثل خط الطول وميلان محور الأرض وميلان محور القمر وطبيعة تضاريس أحواض المحيطات وأشكال الشواطئ بالإضافة إلى جغرافية القارات التي «تعيق» حركة المد والجزر، ولذلك تم تبنّي نظرية أخرى لتفسير الظاهرة تدعى «**نموذج المد الديناميكي**» (Dynamic model of tide) تأخذ بعين الاعتبار هذه العوامل السالفة الذكر لتصحيح) مواعيد حدوث هذه الظاهرة وحساب مدى المد بشكل أدق، واعتمد العلماء أيضاً على القياس المباشر على امتداد زمني طويل من خلال محطات الرصد



المتناثرة حول العالم والتي تسمى محطة المد الأولية وعددها 196، وأوجدوا جداول المد والجزر tide tables التي تحدد أوقات حدوثهما، وتصدر هذه الجداول بشكل سنوي لتوافر قياسات جديدة. تعطي هذه الجداول تواريخ وأزمان حدوث المد والجزر ومستويات الماء عند كل محطة مد أولية بشكل دقيق.

يتم تصنيف المد حسب المدى الذي يبلغه إلى ثلاثة أنواع:

- **المد الكبير Macrotide**: حيث يكون مدى المد أكبر من 4 أمتار، وهذا النوع من المد يمكن الاستفادة منه في توليد الطاقة الكهربائية (راجع فصل الطاقات المتجددة).
- **المد المتوسط Mesotide**: يتراوح مدى المد من 2 إلى 4 أمتار.
- **المد الصغير Microtide**: ويكون مدى المد هنا أقلَّ من مترين.



ويحدث أكبر مدى مد في العالم في منطقة تدعى خليج فندي Fundy bay في كندا، حيث ترتفع المياه ما بين 12 إلى 15 متراً.

وكان إسحاق نيوتن Isaac Newton أول من شرح كيفية حدوث المد والجزر وذلك في عام 1686 في المجلد الثاني من كتابه «المبادئ الأساسية» Principia.

صور متدرجة تبين مراحل حدوث المد والجزر على شاطئ إنكليزي تم التقاطها على فترة سبع ساعات.

obeikandl.com