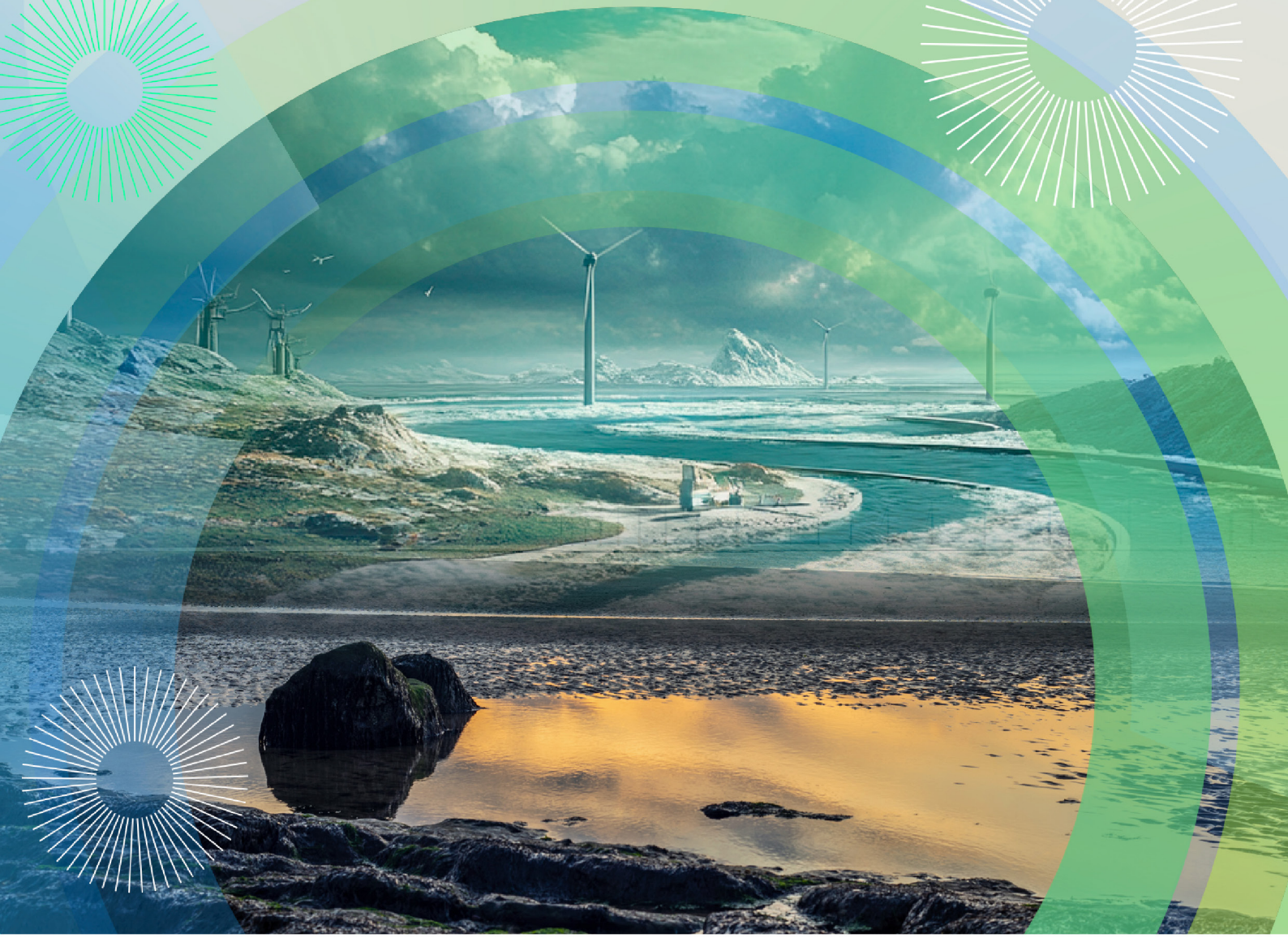
منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)

إحاطة موجزة حول

طاقة المد والجزر: Tidal Energy

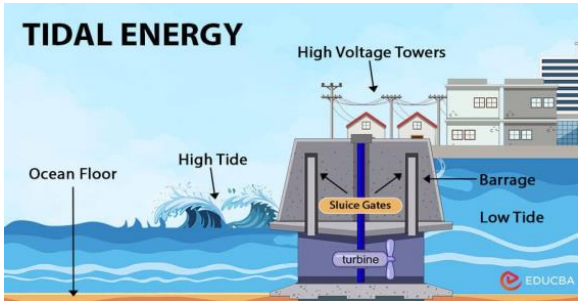
مصدر واعد لمستقبل الطاقة المتجددة

إعداد
ماجد عامر
خبير اقتصادي- الإدارة الاقتصادية



طاقة المد والجزر:
مصدر واعد لمستقبل الطاقة المتجددة

طاقة المد والجزر هي أحد أشكال الطاقة البحرية المتجددة الواعدة وهي تُستغل لتوليد الكهرباء من حركة المد والجزر الناتجة عن جاذبية القمر والشمس، حيث يتم استخدام السدود والتوربينات لالتقاط الطاقة الحركية وتحويلها إلى كهرباء. وقد شهدت التكنولوجيا الخاصة بطاقة المد والجزر تطورات كبيرة، فبينما اعتمدت المشروعات الأولى على بناء سدود ضخمة لاحتجاز المياه ثم تمريرها عبر توربينات، اتجهت الصناعة خلال العقود الأخيرة إلى تطوير تقنيات التوربينات الغاطسة أو العائمة التي تشبه في تصميمها توربينات الرياح ولكنها تعمل تحت سطح البحر، ويمكنها الاستفادة من كثافة المياه العالية مقارنة بتوربينات الهواء، مما يضُاعف قدرتها على توليد الطاقة حتى عند سرعات منخفضة.



وتشير بعض الدراسات إلى أن استخدام نسبة 10% فقط من موارد طاقة المد والجزر في الأجزاء القريبة من السواحل في جميع أنحاء العالم ذات الأعماق القليلة التي تسمح بوصول تلك الموارد بشكل قوي وملحوظ ، يمكن أن يساهم في تلبية نحو 6% من متوسط الطلب السنوي العالمي على الكهرباء.

وتمتاز طاقة المد والجزر بعدة فوائد بيئية واقتصادية، من أهمها، **أولاً**، إنتاج طاقة كهربائية نظيفة دون انبعاث كربونية، مما يساهم في تحقيق الأهداف المناخية. **ثانياً**، كثافة الماء العالية التي تعني قدرة توليد أكبر لكل توربين مقارنة بمثيله الهوائي بنفس الحجم. **ثالثاً**، حركة المد والجزر ظاهرة طبيعية دورية تتكرر كل 12 ساعة تقريباً، ويُمكن توقعها بدقة وبشكل موثوق، على عكس سرعة الرياح ودرجة سطوع الشمس. **رابعاً**، يُمكن للمشروعات الكبرى لطاقة المد والجزر أن تنافس في تكلفة الكيلوواط/ساعة على المدى الطويل، لا سيما في حالة استغلال مرافق البنية التحتية الأخرى (كالشبكة الكهربائية) بكفاءة. **خامساً**، قطاع طاقة الأمواج والمد والجزر العالمي لديه القدرة على توفير أكثر من 80 ألف فرصة عمل بحلول عام 2030، وفقاً لتوقعات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. إضافة إلى ذلك، يمكن أن تُساهم الطاقة المولدة من ظاهرة المد والجزر في تنويع مزيج الطاقة، خاصة في الدول والمناطق الساحلية.

بلغت القدرة العالمية المُركّبة للطاقة البحرية (تشمل طاقة المد والجزر وطاقة التيارات البحرية وطاقة الأمواج والطاقة الحرارية للمحيطات) حوالي 494 ميجاواط في عام 2024، مع استحواذ طاقة المد والجزر على الحصة الأكبر منها. ومن أهم مشروعات طاقة المد والجزر، محطة "La Rance" في **فرنسا** التي شكلت نقطة تحول رئيسية، باعتبارها أول محطة لتوليد الكهرباء من المد والجزر في العالم، تم إنشائها في عام 1966، بطاقة تصل إلى 240 ميجاواط. وفي **كوريا الجنوبية**، تم الإنتهاء من إنشاء محطة بحيرة "Sihwa " في عام 2011، وهي الأكبر على مستوى العالم في الوقت الحالي، بطاقة إنتاجية بلغت نحو 254 ميجاواط. في حين تواصل **اسكتلندا** العمل في مشروع "MeyGen" المستهدف أن تصل قدرته الإنتاجية الإجمالية إلى حوالي 398 ميجاواط، ليكون الأكبر عالمياً في توليد الطاقة الكهربائية من تيارات المد والجزر عند اكتماله. يأتي ذلك إلى جانب العديد من المشروعات الصغيرة في كل من **الصين والمملكة المتحدة وروسيا وكندا والبرازيل والدانمارك والبرتغال والسويد والولايات المتحدة الأمريكية**.

وتظل هناك تحديات جوهرية تواجه التوسع في طاقة المد والجزر، من أبرزها، **أولاً**، ارتفاع التكاليف الاستثمارية لبناء السدود أو تركيب التوربينات البحرية ومعدات الربط بالشبكة الكهربائية. **ثانياً**، مواقع الاستغلال محدودة جغرافياً، حيث أن ظاهرة المد والجزر ليست بنفس القوة المطلوبة لتوليد الطاقة في جميع سواحل العالم (يُقدر الخبراء أن نحو 100 موقع عالمي يشهد ارتفاع المد والجزر لمستوى 5 أمتار أو أكثر – وهو الحد التقريبي اللازم لتشغيل محطات كبيرة). **ثالثاً**، استخدام المياه المالحة يُعرض المكونات للتآكل، مما يزيد نفقات الصيانة على المدى الطويل. **رابعاً**، يؤثر بناء السدود في النظام البيئي البحري المحيط، بما في ذلك الكائنات البحرية، لذلك تولي الأبحاث جهداً كبيراً لتقييم الأثر البيئي للتخفيف من الأضرار المحتملة. خامساً، يمكن الاعتماد على مياه المد والجزر في إنتاج الكهرباء خلال أوقات محددة فقط، لأنها تحدث عادة مرتين يومياً، مما يجعلها غير قادرة على تلبية الطلب على الطاقة بشكل متواصل دون انقطاع، ومن ثم تحتاج إلى حلول مساندة مثل أنظمة تخزين الكهرباء (بطاريات) أو الاعتماد على مصادر طاقة أخرى لتغطية الفترات التي لا يوجد فيها مد أو جزر قوي. وكل هذه التحديات تجعل الاستثمار في طاقة المد والجزر يتطلب دراسة دقيقة لضمان الجدوى الاقتصادية.

وعلى مستوى **الدول العربية**، لا توجد محطات قائمة لتوليد الطاقة الكهربائية من المد والجزر، ويرجع ذلك إلى محدودية فروق المد في معظم السواحل العربية. ومع ذلك، تشير الدراسات إلى أن بعض المناطق، مثل سواحل **دولة الكويت**، التي تتمتع بارتفاعات مدية نسبية تصل إلى نحو 3.3 متر، خاصة في موانئ الكويت والأحمدي والخفجي. وقد أظهرت الأبحاث أن هذه الفروق يمكن أن تكون كافية لتشغيل توربينات مائية خاصة، على غرار تجارب روسيا التي نجحت بالفعل في توظيف فروقاً صغيرة نسبياً. ورغم أن تلك الأبحاث لا تزال في مرحلة الدراسات النظرية، فإنها تفتح المجال أمام الدول العربية للتعرف على إمكانية استغلال طاقة المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية، كجزء من استراتيجيتها المستقبلية لتنويع مصادر الطاقة. وتشير التقارير إلى وجود فرص واعدة لاستغلال طاقة المد والجزر في العديد من الدول العربية الأخرى مثل **المملكة العربية السعودية وسلطنة عُمان وجمهورية مصر العربية ودولة الإمارات العربية المتحدة وجمهورية العراق**.

خلاصة القول، تمثل طاقة المد والجزر أحد الحلول الواعدة لتعزيز أمن الطاقة العالمي ودعم التحولات نحو مصادر نظيفة ومستدامة. وعلى الرغم من أن مساهمتها الحالية في مزيج الطاقة العالمي ما زالت محدودة، إلا أن التطور التكنولوجي المتسارع قد يفتح المجال أمام استغلال أكبر لإمكاناتها خلال العقود المقبلة. كما أنه على الرغم من التحديات الاقتصادية والبيئية المرتبطة بإنشاء وتشغيل محطات طاقة المد والجزر، فإن جدواها الاستراتيجية تكمُن في موثوقيتها العالية وقابليتها لتوفير طاقة متجددة يمكن التنبؤ بها بدقة، مما قد يجعلها مكملة لمصادر أخرى مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. وبالنسبة للدول العربية، فإن فرص استكشاف وتطوير تلك التقنية، حتى وإن كانت محدودة جغرافياً، تبقى ذات قيمة كبيرة في إطار خطط تنويع مصادر الطاقة وتحقيق الأهداف المناخية. وبناء على ما تقدم، يُمكن أن يحمل المستقبل فرصاً واعدة لإدماج طاقة المد والجزر ضمن مزيج الطاقة العالمي، إذا ما تم دعم الاستثمارات في البحث والتطوير، وتبني سياسات داعمة تشجع على الابتكار، وتعزيز الشراكات الدولية. كما تُعد معالجة التحديات أمراً بالغ الأهمية لإطلاق العنان لإمكانات سوق طاقة المد والجزر والتحول نحو مزيج طاقة أكثر استدامة.

المصادر:

- Astute Analytica, Wave and Tidal Energy Market Valuation is Projected to Hit USD 14,391.8 Million by 2032 | Astute Analytica, 29 July 2024.
- AP news, Underwater turbine spinning for 6 years off Scotland's coast is a breakthrough for tidal energy, 7 July 2025.
- CMS, Law – Now, COP28 Ahead: Wave Energy - The Next Wave of Renewable Energy, 22 November 2023.
- Emirati Journal of Environment, Sustainability, and Climate Change, Tidal Energy as a Sustainable Source of Power for Marine Transport Stations in Dubai Creek & Water Canal, Vol 2 Issue 1 (2024).
- International Journal of Advances in scientific Research and Engineering, Perspective and Prospect of Tidal Electricity Generation in Iraq, July 2019.
- INSPENET, The AR1500 turbine breaks generation record at the MeyGen project, 16 April 2025.
- IRENA, Renewable Energy Statistics 2025.
- Journal of Mechanical Engineering and Technology, The Performance of Tidal Energy in State of Kuwait, Volume 6, Issue 1, Jan-June 2018.
- Pacific Northwest, Explainer Articles, Tidal Energy.
- Power Technology, Tidal power's position in the global energy transition, 6 June 2025.
- REN21, Renewables 2024 Global Status Report.
- Research and Markets, Saudi Arabia Wave and Tidal Energy Market: Prospects, Trends Analysis, Market Size and Forecasts up to 2030, January 2024.
- ScienceDirect, A large-scale review of wave and tidal energy research over the last 20 years, 15 August 2023.
- Zawya, Oman's revived Masirah sea bridge project to tap tidal energy, 2 March 2023.
- 6wresearch, Kuwait Tidal Energy Market (2025-2031) Outlook, Aug 2022.
- مستقبل طاقة المد في الخليج العربي، تكنولوجيا الطاقة البديلة (د. سعود يوسف عياش، 2021).

منظمة الأقطار
العربية المصدرة
للبترول (أوابك)