إطار مقترح الطاقة البحرية المتجددة (طاقة الأمواج) كاستراتيجية لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية (بالتطبيق على قطاع مرسي مطروح النجيلة)

المقالة الأصلية

دنيا فخرى عبد المنعم نحلة ، سهام مصطفى قطب

كلية التخطيط الاقليمي والعمرانى - قسم التخطيط البيئي والبنية الأساسية - جامعة القاهرة

الملخص

تواجه المدن الساحلية العديد من التحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية المتعددة وغالبًا ما تكون معقدة، مما يجعلها عرضه بشكل كبير لتأثيرات تغير المناخ وبالتالي فإن مرونة هذه المجتمعات وقدرتها على التكيف مع التغيرات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية تتشكل من خلال الخصائص والقيم المتنوعة التي توجه تطورها.

إن الاستثمار في البنية التحتية الجديدة التي تتطلبها المدن والموانئ والمجتمعات المعرضة لخطر الفيضانات يمكن أن تقلل بشكل كبير من تكلفة الكهرباء من المصادر المتجددة، بشرط أن يتم تصميم البنية التحتية لغرض مزدوج يتمثل في توليد الطاقة وحماية السواحل وفي المقابل، فإن بيع الكهرباء من هذه البنية التحتية يمكن أن يتحمل التكلفة طويلة المدى لتركيب الحماية الساحلية، علاوة على ذلك توفر العديد من تقنيات الطاقة البحرية المتجددة منصة يمكن تركيب أشكال أخرى من توليد الطاقة المتجددة عليها.

وتعد الطاقة البحرية المتجددة (MRE) أحد الحلول الواعدة لزيادة مرونة المدن الساحلية لتحقيق الاستدامة البيئية وتوفير الطاقة النظيفة حيث أن الطاقة البحرية المتجددة لديها القدرة على حل مشاكل أمن الطاقة وحماية السواحل التي تؤثر على المجتمعات الساحلية.

يهدف البحث إلى إطار لتطبيق مدخل الطاقة البحرية المتجددة MRE لتحقيق مرونة البنية التحتية للمجتمعات الساحلية ومدي تحقق أهدافها وتأثيرها على سيناريوهات التنمية بالمنطقة حيث يسهم مدخل MRE في حل المشكلات التي نتجت عن الاعتماد على الطاقة التقليدية سواء تأثيرها السلبي على البيئة المتمثل في التغيرات المناخية أو عدم وفرتها لتوجيه صانعي القرارات لتحقيق الاستدامة البيئية بالتجمعات الساحلية.

لتحقيق الهدف الرئيسي من البحث سيتم من خلال دراسة وتحليل المشكلات والقضايا بالتجمعات الساحلية مع التركيز علي البنية التحتية حيث يعتبر أكثر المداخل ملائمة للحالة المصرية حيث يشمل دراسة إمكانيات مورد الطاقة البحرية بمنطقة الدراسة وتحديد النطاقات الصالحة لهذه التكنولوجيا وكمية الطاقة المتوقع إنتاجها وطرق تخزينها بالإضافة إلي تحليل تأثيرها علي العمران (استعمالات الأراضي والأنشطة الاقتصادية) ، بالإضافة إلي دراسة وتحليل نقاط الضعف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المعرضة لها المنطقة ودراسة الوضع الراهن للبنية التحتية الحالية والخدمات المكملة لقطاع الطاقة ودراسة خصائص السكان وتحليل مدي قابلية المجتمع للتكنولوجيا الجديدة.

تم التطبيق على قطاع مطروح النجيلة حيث يعتبر من القطاعات الواعدة لتوليد الطاقة البحرية على مدار العام وتم التوصل إلى سيناريوهات للاستفادة من الطاقة البحرية المتجددة مع تقييم لتلك الطاقة لتوجيه صانعي القرار لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية

الإستلام: ١٧/ ديسمبر ٢٠٢٣، **القبول:** ٣/ يوليو/ ٢٠٢٤

الكلمات الدالة: إستراتيجيات التخفيف - التجمعات الساحلية - الطاقة البحرية المتجددة Marine Renewable Energy - تجميع وتخزين الطاقة - سيناريوهات الطاقة – طاقة الأمواج – قطاع (مرسي مطروح-النجيلة) - مرونة البنية التحتية

الباحث الرئيسي: دنيا فخرى عبد المنعم نحلة,كلية التخطيط الاقليمي والعمرانى - قسم التخطيط البيئي والبنية الأساسية - جامعة القاهرة

المقدمة

تحتاج المجتمعات الجزرية أو الساحلية المعزولة بشكل خاص إلى إمدادات الطاقة الخالية من الكربون، حيث يجب نقل الوقود الأحفوري إليها وغالبًا ما يكون ذلك بتكلفة كبيرة بالنسبة لمثل هذه المجتمعات، تعتبر الطاقة من البحر خيارًا منطقيًا حيث أن المجتمعات الساحلية هي الأكثر عرضة لخطر الفيضانات الناجمة عن تغير المناخ وبالتالي لديها الدافع الأكبر لإنشاء بنية تحتية للتخفيف من آثار الفيضانات والتي يمكنها أيضًا توليد طاقة مفيدة. ***(Menéndez and Woodworth , 2010)***

يعد تطوير أنظمة البنية التحتية المستدامة والمرنة مهمة صعبة تتضمن مجموعة واسعة من مؤشرات الأداء على مدار دورة حياة النظام التي تؤثر على وظائف النظام واستعادته حيث تأخذ الأنظمة المرنة في الاعتبار مستويات الأداء بالنسبة لمستويات الضرر المحتملة وأوقات التعافي من الأحداث وتطويرها يؤثر على العمران والاجتماع والاقتصاد (مطر، ٢٠١٩)

ظهرت أهمية البنية التحتية المرنة نتيجة المخاطر التي يتعرض لها العمران مثل الكوارث الطبيعية والتغير المناخي و..... الخ بالإضافة إلي التصدي للتغيرات الغير متوقعة التي تهدد استقرار نمو المدينة مثل الزلازل وغيرها.

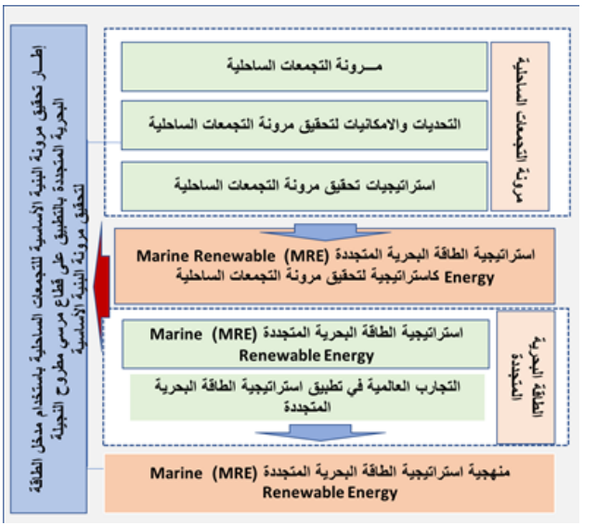
المرونة هي القدرة على مواجهة التغير والتعافي منه وتقليل الاضطرابات الناتجة عنه من خلال إجراءات تحضيرية (استباقية) للاستجابة للاضطرابات الحادة والمزمنة فهي عملية مستمرة مع الزمن لإعادة تشكيل وتنظيم ووضع استراتيجيات جديدة للتكيف. ***(Blockley, Agarwal, and Godfrey, 2012)***

ينظر لمرونة البنية الأساسية أنها من مراحل إدارة الاضطرابات من خلال ٣ مراحل: المنع والاستيعاب (السيطرة) والتعافي من الاضطرابات التي تسببها المخاطر في الوقت المناسب وبطريقة فعالة ويجب الأخذ في الاعتبار أن البنية التحتية المرنة المصممة لمواجهة خطر الفيضانات تختلف عن المصممة لمواجهة خطر الانهيارات الصخرية لذلك لابد دراسة بشكل دقيق المتغير سواء خطر أو مورد الذي سوف تتعامل معه البنية الأساسية كل حسب خصوصيته. ***(Blockley, Agarwal, and Godfrey, 2012)***

تقوم منهجية البحث على الارتكاز على محورين المحور الأول هو دراسة مرونة التجمعات الساحلية والتعرف علي التحديات والامكانيات لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية والاستراتيجيات التي توجه المرونة ومن ثم تم التوصل الى احدي الاستراتيجيات الأكثر تواجها حاليا كاستخدام وهي استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة والتي تلائم خصوصية الحالة المصرية ، والمحور الثاني

DOI: 10.21608/ARABSTI.2024.386070
Print ISSN: 2682 - 4310 / Online ISSN: 2682 - 4078 *Volume 5, 2024*

هو دراسة تلك الاستراتيجية والتجارب العالمية التي قامت بتطبيقها للوصول الى منهجية استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة ومن ثم التوصل الى الاطار النهائي لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية باستخدام الاستراتيجية لتوجيه صانع القرار الى كيفية الاستفادة منها في تحديد التكاملات مع الاستعمالات بالمنطقة وتحقيق الاستدامة والمرونة بالتجمعات



شكل ١ : منهجية البحث

المصدر: اعداد الباحث

مـــرونة التجمعات الساحلية

التحديات والامكانيات لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية

من أهم التحديات التي تواجه المناطق الساحلية مكافحة والسيطرة علي التلوث وإدارة المخلفات الصلبة والسائلة والسيطرة عليها والتقليل من آثارها السلبية علي المسطحات المائية ومصادر المياه وهذا التلوث تتعدد مصادره فمنها التلوث الناتج عن القاء نفايات السفن في المياه أو التلوث الناتج من المناطق العمرانية المجاورة للمسطحات المائية والناتج من الاعتماد علي الطاقة الأحفورية التي تسبب تلوث للبيئة بالإضافة إلي تعرضها للنضوب وعدم استدامتها.

وأيضاً من هذه التحديات هو إدارة النظام البيئي الساحلي في ضوء التغيرات المناخية بما يضمن الحفاظ عليه وعلى التنوع الحيوي واستغلاله الاستغلال الأمثل لتلبية الاحتياجات الحالية والمستقبلية واستعادة النظم البيئية البحرية والحفاظ علي مصائد الأسماك.

فقد تم دفع النظم البيئية البحرية إلى حافة الانهيار وقد اختفى جزء الشعاب المرجانية وتراجعت الأرصدة السمكية والأنواع البحرية ومستويات سطح البحر آخذة في الارتفاع وإذا استمرت الأرصدة السمكية في التدهور فقد تكون العواقب كارثية بالنسبة لملايين الأشخاص الذين يعتمدون على مصائد الأسماك في الغذاء وسبل العيش من أجل البقاء. ***(Walsh, Robertson, Mehta, and Asian Development Bank (ADB), 2020)***

تدعم المناطق الساحلية العديد من الأنشطة الاقتصادية على سبيل المثال التعدين في أعماق البحار والسياحة ومصائد الأسماك والنقل ومن أهم الإمكانيات التي يتميز بها النطاقات الساحلية هو تنوع مصادر الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية والرياح والأمواج ....الخ بالإضافة إلي التنوع البيولوجي التي يقوم عليها الأنشطة السياحية فهي توفر خدمات النظام البيئي القيمة للمجتمعات الفقيرة والضعيفة، والتي تعود بفوائد مثل القدرة على مواجهة الكوارث وسبل العيش والأمن الغذائي فضلا عن دفع الاقتصادات من خلال السياحة ومصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية. ***(Walsh, Robertson, Mehta, and Asian Development Bank (ADB), 2020)*** ويوضح شكل ٢ التحديات والإمكانيات التي تواجهها المناطق الساحلية.

ظهرت في الآونة الأخيرة العديد من الاتجاهات والأطر التي تتناول كيفية تحقيق مرونة البنية التحتية للمناطق الساحلية مثل إطار الاقتصاد الساحلي sustainable coastal economy ويقوم الإطار على ثلاثة محاور الموضحة في شكل ٢ وهم ***(Kazimierczuk, et al., 2023)***

التحكم في التلوث *Pollution control* ويشمل هذا المحور إدارة النفايات الصلبة وإدارة مياه الصرف الصحي والاقتصاد الدائري وإدارة التلوث من مصادر غير محددة.

إدارة النظام البيئي والموارد الطبيعية Eco system and natural resource management ويشمل هذا المحور تنمية مصايد الأسماك وتربية الأحياء المائية وإدارة النظم البيئية البحرية والساحلية واستعادتها.

التنمية المستدامة والبنية التحتية Sustainable development and infrastructure ويشمل هذا المحور المرونة الساحلية والموانئ والشحن والطاقة المتجددة والسياحة والبنية التحتية المجتمعية).

ولتحقيق استدامه المناطق الساحلية واقتصاداتها سوف يتم التركيز علي

شكل ٢: التحديات والإمكانيات لتحقيق مرونة البنية التحتية للمناطق الساحلية

المصدر: الباحث استنادا على ***(Walsh, Robertson, Mehta, and Asian Development Bank (ADB), 2020) (National Research Council, 2019)***

مرونة البنية التحتية Resilience Infrastructure كأداة لتحقيق أهداف البحث وتعرف مرونة البنية التحتية إنها هي الوقاية والاستيعاب والتعافي والتكيف والتحويل في الوقت المناسب وبكفاءة للهياكل والوظائف الأساسية للبنية التحتية الوطنية التي تعرضت للمخاطر. يجب أن يتم تنفيذ المرونة عبر جميع مراحل الاضطراب من خلال الإدارة التعاونية للمخاطر وعدم اليقين، وتقييم المخاطر المتعددة، والأساليب التي تتبنى الطبيعة المنهجية للبنية التحتية الوطنية وتنقسم مرونة البنية التحتية إلي:

مرونة أصول البنية الأساسية وهي الطرق والجسور وخطوط الطاقة التي يمكنها تحمل الصدمات الخارجية وخاصة من الكوارث الطبيعية وتتمثل مرونة الأصول في خفض تكلفة دورة حياة الأصول.

مرونة خدمات البنية الأساسية أنظمة البنية التحتية عبارة عن شبكات مترابطة ومرونة الأصول الفردية تعتبر عاملا ضعيفاً لمرونة الخدمات المقدمة على مستوي الشبكة لذلك لابد توفير خدمات متكاملة وأكثر موثوقية.

مرونة مستخدمي البنية الأساسية تعتمد مرونة الأصول والخدمات بشكل أساسي علي مرونة المستخدمين الذين سوف يتعاملون معها أثناء الاضطرابات والكوارث و تتمثل فائدة البنية التحتية الأكثر مرونة في الحد من التأثير الكلي للمخاطر الطبيعية علي السكان والعمران والاقتصاد. ***(Hallegatte, Jun, and Rozenberg, 2019)***

شكل ٣: مبادئ مرونة البنية الأساسية

المصدر: الباحث استنادا على ***(UNDRR, 2015)***

استراتيجيات تحقيق مرونة التجمعات الساحلية

توجد العديد من الاستراتيجيات التي تحقق مرونة البنية التحتية للتجمعات الساحلية وتختلف تلك الاستراتيجيات من حيث تناولها للدعائم والركائز الرئيسية للمرونة (أبو السعود و قطب، ٢٠١٩) ، وفيما يلي عرض لتلك الاستراتيجيات:

الطاقة البحرية المتجددة

الطاقة المدمجة في الأمواج والتيارات تثبيت أجهزة تحول الطاقة في المياه لاستخدام حركة الأمواج والتيارات لتوليد الكهرباء.

محطات الرياح البحرية تركيب محطات لتوليد الطاقة من الرياح البحرية في المياه العميقة لتوفير مصدر إضافي للكهرباء.

تقنيات الطاقة الحرارية البحرية استخدام فروق درجات حرارة سطح المياه والعمق لتوليد الطاقة الحرارية وتحويلها إلى طاقة كهربائية.

محطات الطاقة الشمسية العائمة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية على المياه لتوليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية. ***(International Energy Agency and the World Bank, 2015)***

حماية التنوع البيولوجي الساحلي

إنشاء وإدارة المحميات البحرية والمحميات الساحلية للحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية المهددة بالانقراض والنظم البيئية الساحلية.

إقامة مناطق حماية للشعاب المرجانية والمستنقعات والمسطحات المائية الهامة للحياة البرية.

تشجيع ممارسات الصيد المستدامة والحفاظ على حقوق الصيادين المحليين.

تنمية البنية التحتية المقاومة للكوارث. ***(Dissanayaka, Dissanay-ake, Maweekubura, and Tharuka, 2023)***

التكيف مع التغير المناخي وتحسين الاستدامة البيئية

حماية المناطق البيئية الحساسة تكامل الحفاظ على المناطق البيئية الحساسة في التخطيط العام لتجنب تأثيرات سلبية على النظام البيئي.

إدارة النفايات البحرية تطوير أنظمة فعّالة لإدارة النفايات البحرية وتحفيز مبادرات إعادة التدوير.

تعزيز الزراعة المستدامة والممارسات الزراعية الملائمة للسواحل، مثل الزراعة الملحية والزراعة المائية.

تعزيز استخدام التقنيات المبتكرة مثل الحدائق العمودية والزراعة في المدينة لتوفير الغذاء المحلي وتقليل اعتمادية الاستيراد. ***(Glavovic and Kelly, 2016)***

تعزيز العمل بالشراكة لإعداد خطط تنمية مستدامة تأخذ في الاعتبار تأثيرات التغير المناخي وتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

تحسين نظم النقل والبنية التحتية

النقل البحري النظيف تشجيع على استخدام وسائل النقل البحرية النظيفة والفعّالة من حيث الطاقة.

تحسين البنية التحتية النقلية تطوير وصيانة البنية التحتية لتعزيز فعالية النقل وتقليل ازدحام المرور.

بناء أو تحسين الأرصفة والممرات الساحلية للتصدي للتغيرات في مستوى سطح البحر وتأثير العواصف.

إنشاء أنظمة لتجميع وتصريف مياه الأمطار والسيول للحد من فيضانات الساحل.

تطوير أنظمة تنبيه المد البحري لتحذير السكان المحليين من المخاطر المتعلقة بارتفاع المد والجزر. ***(Zhang and Fujimori, 2020) (Rodrigue, 2023)***

تعزيز المشاركة المجتمعية والتوعية

توعية المجتمع تعزيز التوعية حول أهمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة والحفاظ على البيئة.

المشاركة المجتمعية في المشاريع دمج المجتمعات المحلية في عمليات اتخاذ القرار وتنفيذ المشاريع لتعزيز التفاعل الإيجابي.

تقديم برامج تثقيف بيئي للسكان المحليين والزوار لزيادة الوعي بأهمية الحفاظ على البيئة الساحلية.

تشجيع المشاركة المجتمعية في عمليات التخطيط واتخاذ القرارات المتعلقة بالتنمية الساحلية، من خلال ورش العمل واستشارات مشتركة مع السكان المحليين والمنظمات غير الحكومية.

تشجيع التعاون بين الجهات المعنية المختلفة، مثل الحكومات المحلية والمؤسسات البحثية والمنظمات البيئية، لتحقيق الأهداف المشتركة في مجال الاستدامة الساحلي. ***(El-Ahmar, El-Sayed, and Hemeida, 2017)***

التكنولوجيا والابتكار

الابتكار في تكنولوجيا الطاقة البحرية دعم الأبحاث والتطوير لتطوير تقنيات جديدة وكفاءة لاستخدام الطاقة البحرية.استخدام التكنولوجيا الذكية استخدام التكنولوجيا لرصد وتحسين أداء مشاريع الطاقة البحرية. ***(Kazimierczuk, et al., 2023)***

شكل ٤: استراتيجيات تحقيق مرونة التجمعات الساحلية

المصدر: الباحث استنادا على ***(Dissanayaka, Dissanayake, Maweekubura, and Tharuka, 2023)***

استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة (MRE) Marine Renewable Energy كاستراتيجية لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية

سيتم اختيار الطاقة البحرية المتجددة (MRE) Marine Renewable Energy كاستراتيجية لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية فهي استراتيجية متكاملة تجمع بين الاستدامة البيئية واستخدام الطاقة المتجددة وتشجيع المشاركة المجتمعية في مبادئه ومراحله المختلفة

استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة (MRE)

تم اقتراح المدخل من خلال الحكومة الجمعية الويلزية والمنظمة العالمية للطاقة المتجددة ***IRENA (International Energy Agency and the World Bank, 2015)*** وذلك بالسبب المشكلات التي نتجت عن استخدام الوقود الأحفوري وهي التمويل والانبعاثات المتراكمة وعدم وفرة البترول ومشتقاته والغاز وعدم دعم الحكومات الاوروبية للطاقات التقليدية بالإضافة إلي التغيرات البيئية والمناخية. ***(Dissanayaka, Dissanay-ake, Maweekubura, and Tharuka, 2023***

يقوم المدخل بالعمل في ضوء القيود الاجتماعية والاقتصادية والبيئية وتصميم تدابير تخفيف قبل توطين أجهزة توليد الطاقة وهذه القيود تشمل

الجوانب التشريعية والقانونية ويشمل الإجابة على سؤال من يمتلك المورد حيث أن المياه قد تكون مشتركة بين مجموعة من الدول حتى لا تقوم نزاعات بين الدول لهذا السبب حيث تتعامل الإدارة الدولية للمحيطات مع ٦٠٪ من محيطات العالم، والتي تقع خارج الحدود الوطنية، وبالتالي يتم التعامل معها كمورد مشترك ولا يوجد تعريف متفق عليه للإدارة الدولية للمحيطات، وبالتالي يتم التعامل معها قانونيا من خلال اتفاقية الأمم المتحدة بشأن "قانون البحار". ***(Kazimierczuk, et al., 2023)***

القيود الاقتصادية وتشمل تكاليف إنتاج الطاقة والعائد الاقتصادي منها وتُعرف التكلفة المستوية للكهرباء على أنها نسبة مجموع التكاليف على مدى العمر إلى مجموع الطاقة الكهربائية المنتجة على مدى العمر وهو يوفر صافي القيمة الحالية لتكلفة وحدة الكهرباء على مدى عمر مصدر كهرباء معين كما هو موضح في شكل ٣ بالإضافة إلي عدم اليقين بشأن الدعم المستقبلي من الحكومات ونقص استثمارات القطاع الخاص بما في ذلك المواد المتقدمة والتصنيع والتركيب واستخراج الطاقة وتخزين الطاقة ***(Borthwick, 2016)***

القيود البيئية ويشمل الافتقار إلي البيانات الدقيقة لكمية الطاقة المستخرجة وتأثيرها علي البيئة البحرية علي المدي الطويل حيث يمكن لأجهزة الطاقة المتجددة وهياكل الدعم أن تكون بمثابة شعاب مرجانية صناعية تعمل على تحسين التنوع البيولوجي، ولكنها قد تجتذب الأنواع المدمرة وقد تصطدم بعض الأسماك والثدييات البحرية بشفرات التوربينات بالإضافة إلي تأثير الضوضاء والإشعاع الكهرومغناطيسي. ***(Borthwick, 2016)***

القيود الاجتماعية ويشمل عدم تقبل المجتمع لهذا النوع من التكنولوجيا بسبب التأثير البصري وتحول المحيطات إلى مناطق صناعية والضرر الذي يلحق بالسياحة والملاحة ومصائد الأسماك وقيمة الممتلكات والترفيه بالإضافة إلي عدم توافر العمالة المدربة والتأثير علي النشاط الاقتصادي للمنطقة. ***(Borthwick, 2016)***

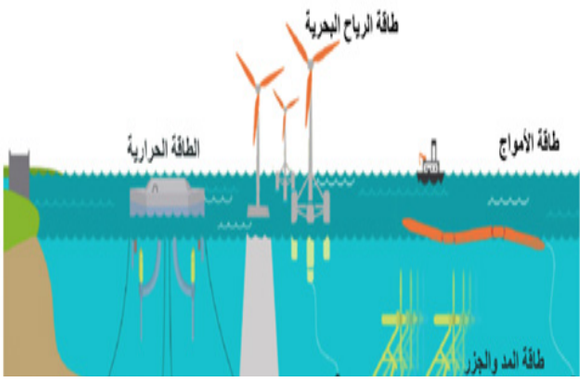
وهو مدخل هدفه تطوير إستراتيجية الطاقة المتجددة البحرية لاكتشاف مصادر جديدة لتوليد الطاقة ووضع سيناريوهات محتملة من اجل استدامة هذه الموارد. ***(RPS group , 2011).***

وتعد طاقة الرياح البحرية أكثر أنواع الطاقة المتجددة نضجًا فيما يتعلق بالتطور التكنولوجي والتسويق التجاري والسياسات والقدرة المركبة على هذه الأسس فإن طاقة الرياح البحرية هي النوع الواعد والأكثر ملاءمة ***Soukissian, Denaxa, Karathanasi, and Prospathopou-)*** ***los, 2017*** وكما يوضح شكل ٥ تنقسم إلي

طاقة الرياح البحرية وهي الطاقة التي يمكن حصادها من الرياح البحرية. ***(Gautam, Sharma, Warudkar, and Bhagoria, 2022)***

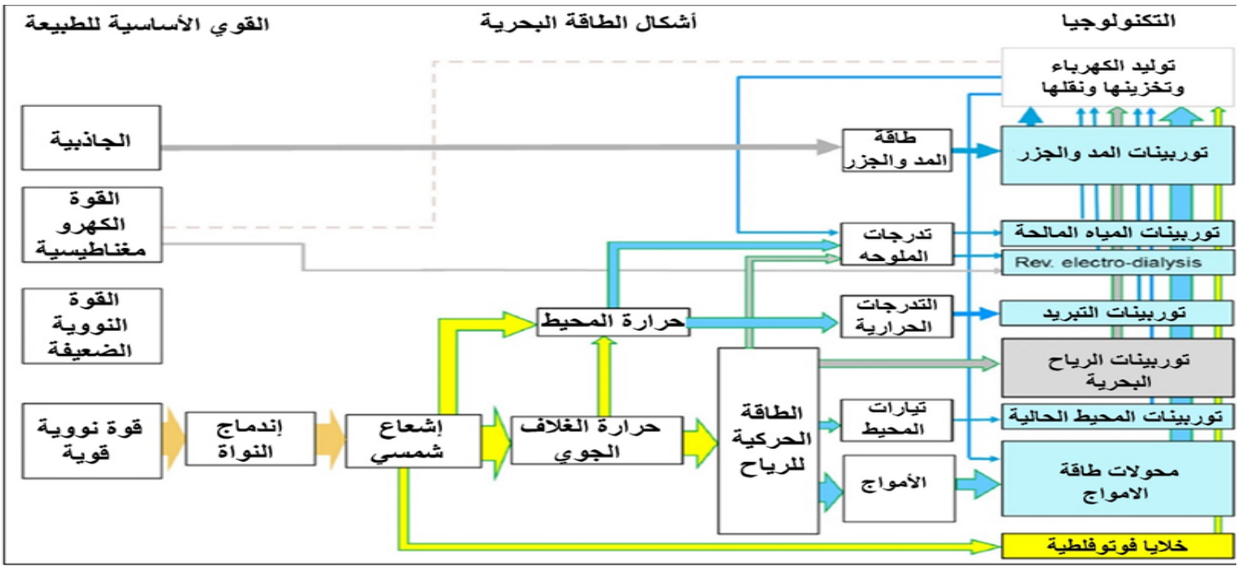
طاقة المحيط/البحر وهي الطاقة التي يمكن حصادها من المحيط/البحر وتنقسم إلى أربعة أنواع وفقًا لأصل الطاقة المستخرجة وهي طاقة موجات سطح البحر وطاقة تيارات المد والجزر وطاقة الحرارة وطاقة درجات الملوحة. ***Soukissian, De-)*** ***naxa, Karathanasi, and Prospathopoulos, 2017***

طاقة المد والجزر أو الطاقة القمرية هي نوع من طاقة الحركة التي تكون مخزّنة في التيارات الناتجة عن المد والجزر وهي قليلة نسبيا لأنها ناتجة بطبيعة الحال عن جاذبية القمر والشمس ودوران الأرض حول محورها. ***(IRENA، 2009 الوكالة الدولية للطاقة)***



شكل ٦: أنواع الطاقة البحرية

المصدر: ***(Taormina, 219)***



شكل ٧: أصل وتحولات أنواع الطاقة البحرية المختلفة

المصدر: ***(Manasseh, S A, Mcinnes, Sundar, and Jalihal, 2017)***

مدخل الطاقة البحرية المتجددة MRE يسعي بشكل أساسي لتحقيق الاستدامة والمرونة البيئية في ضوء مع القيود الاجتماعية والاقتصادية والتي تشمل التكلفة النسبية لمكونات الشبكة والتكنولوجيا مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى والتأثيرات الجانبية علي البيئة والتنوع البيولوجي بالإضافة إلي قيود القبول المجتمعي لأنماط الأنشطة الاقتصادية الجديدة والضوضاء والشكل الجمالي ***Manasseh, S A, Mcinnes, Sundar, and Jalihal,) (2017) (Borthwick, 2016*** و....ألخ لذلك يسعي المدخل إلي:

تحقيق مرونة المجتمعات الساحلية في ضوء القيود الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. ***(Wang, Wu, and Wang, 2023)***

معرفة وحصر أهم مصادر الطاقة البحرية في الموقع وطرق الحصول عليها والاستفادة منها وتخزينها والتكنولوجيا المستخدمة بها. ***(Samsó, Esteve, Olivares, and Solé, 2023)***

تطبيق المشروع علي مستوي إستراتيجي ملائم لكي لا يتعارض مع استعمالات أخري ورصد تأثيره علي الاستعمالات الحالية.

توليد طاقة نظيفة لتحقيق جزء من مبادئ الاقتصاد الأخضر والاستدامة البيئية وتقليل التأثير علي البيئة. ***(Wang, Wu, and Wang, 2023)*** تحقيق عائد اقتصادي من منشأة توليد وتحويل الطاقة. ***(Samsó, Esteve, Olivares, and Solé, 2023)***

وضع سيناريوهات لاستدامة الطاقة

الطاقة البحرية المتجددة تضم ٥ أنواع وهم طاقة المد والجزر وطاقة درجات الملوحة والطاقة الحرارية وطاقة تيارات المحيط وطاقة الأمواج بتحولاتها كما هو موضح في شكل ٦ كل نوع من هذه الأنواع لها منهجيات وخطوات استغلالها والتعامل معها بداية من تحديد إمكانيات الطاقة في نطاق ما ومعادلات حساب هذه الكميات إلي تأثير توطين هذا النوع علي التنمية واستعمالات الأراضي في المنطقة وسوف يتم التركيز هنا علي طاقة الأمواج. ***(Manasseh, S A, Mcinnes, Sundar, and Jalihal, 2017)***

التجارب العالمية في تطبيق استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة

تم دراسة وتحليل ثلاثة تجارب وهم تجربة الساحل الجنوبي لأستراليا وتجربة جزيرة فرانكفورت وتجربة غرناطة بإسبانيا وتم تناول في كل تجربة تقييم الضعف والمشاكل الرئيسية وخصائص السكان والمنهجية المستخدمة لتوطين مزارع توليد طاقة الأمواج وأهم الدراسات والمؤشرات بهدف الوصول إلي استراتيجيات التنمية المستدامة لمصادر الطاقة وإمكانية التكامل مع الاستخدام الحالي لتوطين مشاريع طاقة الأمواج ، كما هو موضح في جدول ١

جدول ١: تطبيق استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة

التجربة	الأهداف	التحديات الرئيسية	تقييم قوة الأمواج وارتفاعه	التغيير في الخط الساحلي	استهلاك الطاقة	التكاليف الاقتصادية	التنوع البيولوجي البحري	التكامل مع الاستخدام الحالي استراتيجيات التنمية المستدامة لمصادر الطاقة
الساحل الجنوبي الشرقي الاسترالي	- توليد طاقة تكفي ٨٠٪ من استهلاك المنطقة. - الحفاظ علي التنوع البيولوجي. - توفير فرص عمل وأنشطة اقتصادية جديدة.	- زيادة الطلب على لطاقة. - وجود موانئ تحدد عملية اختيار الموقع المناسب للمشروع. - وجود خطوط غاز ومناطق أثرية في المنطقة.	متوسط ارتفاع الموجه بين ٢م :٣م توفر حجم عمالة ٣٠٠٠ عامل ومتوقع أن يصلوا ١٤٠٠٠ عامل.	لا يوجد تغير في خط الساحل	توفير ٨٠٪ من احتياجات الطاقة للمنطقة	تطور القاعدة الاقتصادية بسبب الصناعات التكنولوجية الجديدة	بعد مزارع عن مناطق التنوع البيولوجي مسافة لا تقل عن ١كم، مناطق محمية داخل دائرة نصف قطرها ٨٠٠م حول مواقع حطام السفن	- وضع منهجية لتوطين أنشطة توليد الطاقة. - إدارة لعملية توطين محطات ومحولات نقل الطاقة علي الساحل. - وضع حاجز لفصل الاستعمالات ذات الحساسية البيئية العالية عن المشروع. - عمل امتدادات للمدن واقامة أنشطة واستثمارات تكنولوجية.
جزيرة فرانكفورت	- تقليل تكلفة الطاقة. - التكامل مع المزارع السمكية. - جذب السكان.	- الاعتماد على البر الرئيسي لكندا للحصول علي الطاقة. - معدلات طرد عالية للسكان. - تكلفة الطاقة العالية تعيق التنمية. - تعارض الاستعمالات مع النظم الايكولوجية الساحلية.	متوسط ارتفاع الموجة من ٠,٥ : ٣ م	قوة الموجة تنحر في الساحل	توفير أكثر من ٦٠٪ من احتياجات الطاقة للمنطقة	الاعتماد على أجهزة pelamis الأعلى كفاءة من حيث توليد الطاقة التي تبلغ ٧٥٠ كيلووات.	استخدام مزرعة الأمواج كموائل لتجميع الأسماك وظهور استعمالات المصائد.	- استخدام اجهزة لتحقيق أعلي كفاءة طاقة بأقل مساحة. - استخدام مزارع الأمواج لتنمية استعمالات المزارع السمكية. - تحديد انسب مواقع توطين الأجهزة من دراسات طاقة الموج.
غرناطة باسبانيا	- سد الطلب على الطاقة. - تقليل التآكل الساحلي. - تنمية الأنشطة الساحلية.	- ارتفاع اسعار الطاقة. - تآكل خط الساحل بنسبة ٤٪ سنوياً بسبب منسوب سطح البحر.	ارتفاع الموجة يصل ٣,١م ومدة الموجة ٨,٤ ثانية	تقليل التآكل الساحلي وتنمية الخط الساحلي	تحقيق أعلي كفاءة من الطاقة	-	استخدام أجهزة للطاقة لتقليل تأثير الفيضانات	- مشاركة أصحاب المصلحة. - التخطيط المكاني البحري للحد من خطر ارتفاع منسوب المياه. - وضع سيناريوهات لتوقع الخطر. - تنمية الخط الساحلي لتوطين أنشطة سياحية.

المصدر: الباحث استناداً علي *(conference on applied coastal researc, 2023) (Flocard, Ierodiaconou, and Coghlan, 2016) (Bamlett, 2018)*

منهجية استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة (MRE) Marine Renewable Energy

ومن هنا فتقوم منهجية استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة ((MRE Marine Renewable Energyعلي خمس خطوات كما هو موضح في شكل ٧ حيث في البداية يتم تحديد إمكانيات الطاقة التي يمكن إنتاجها من الأمواج بناءً على قياس قوة الموجه من خلال معادلة ١ وذلك لمعرفة الحد الأقصى لكمية الطاقة التي يمكن إنتاجها وبعد ذلك يتم تقييم تأثير التكنولوجيا المستخدمة علي البيئة والعمران من خلال دراسة تأثيره علي استعمالات الأراضي القائمة والأنشطة الاقتصادية واقتراح الاستخدامات المكملة للطاقة ومن ثم التنبؤ بسيناريوهات التنمية المستدامة في المنطقة.

شكل ٧: خطوات منهج الطاقة البحرية المتجدد (طاقة الأمواج)

المصدر: اعداد الباحث استنادا على *(RPS group , 2011) (conference on applied coastal researc, 2023)*

الخطوة الأولى تقييم إمكانيات قوة الموجة

يعتبر تقييم إمكانيات الأمواج والطاقة في المناطق الساحلية أمرًا هامًا لتحديد إمكانية تنفيذ مشاريع الطاقة البحرية وتحديد الفوائد والتحديات المحتملة، كما ان تقييم إمكانيات الأمواج يتطلب دراسة عوامل مثل ارتفاع الموج وتواترها واتجاهها في المنطقة المعنية. يتم استخدام أجهزة متخصصة لقياس هذه العوامل واستبعاد الأماكن التي لا تلبي متطلبات الطاقة البحرية.

أما بالنسبة لتقييم إمكانيات الطاقة في التيارات البحرية، يتم دراسة قوة وسرعة التيارات وقياس مدى استدامة الطاقة المتولدة منها. تعتبر المناطق ذات التيارات القوية والمستدامة مرشحة جيدة لمشاريع الطاقة البحر ***Nolte and Ertekin, 2014). (Manasseh, S A, Mcinnes,) (Sundar, and Jalihal, 2017***

الخطوة الثانية: تقليل التأثير على البيئة

حيث تشمل التأثيرات البيئية المتوقعة المرتبطة بالطاقة البحرية خطر إصابة الكائنات البحرية والأسماك بشفرات التوربينات وتأثير

الضوضاء المنبعثة تحت الماء من تشغيل أجهزة توليد الطاقة البحرية وقد يؤثر هذا على سلوك الكائنات البحرية والأسماك والطيور بالإضافة إلي التأثير المحتمل على البيئة البحرية من نقل الرواسب ونوعية المياه. ***(Yates, Schoeman, and Klein, 2015)***

لذلك يجب الإجابة على العديد من الأسئلة لمعرفة حجم التأثير على البيئة وهي

- ما هي مساحة المناطق التي بها مورد أمواج بصورة كبيرة وتنوع بيولوجي؟
- وهل المساحة التي ليس بها تنوع بيولوجي كافية لتطبيق المشروع؟
- وماهي العناصر البيئية المتأثرة بمزارع توليد الطاقة من الأمواج؟
- نسبة تأثير كل جهاز علي التنوع البيولوجي بالمنطقة؟

constraint	Nearshor waves devices	Offshore waves devices
Heritage coast	20%	0
Shipping density	0.30%	21%
Diving sea birds	0.10%	10%
fish	0	5%
Marine milatiry protected area	0.10%	2.50%

شكل ٨: نسبة تأثير أنواع الأجهزة علي البيئة

المصدر: ***(RPS group , 2011)***

الخطوة الثالثة تقدير أعلي إنتاجية

تهدف هذه الخطوة هو معرفة مقدار الطاقة التي يمكن أن تنتج من امكانيات مورد الأمواج الناتجة من الخطوة رقم ١ ومعرفة انواع الأجهزة التي يمكن توطينها من امكانيات مورد الأمواج. Near shore oscillating point - Near shore single point/buoy - Offshore single point - Offshore multi buoy -Offshore attenuators -Offshore overtopping collector.

ويتم اختيار الأجهزة علي حسب البعد عن الشاطئ والعمق المناسب وأقل طاقة موج لتوطين الجهاز.

الخطوة الرابعة التكامل مع الأنشطة

يوجد الكثير من الفوائد البيئية حيث للمنشآت القدرة على العمل كحاجز صناعي وتجميع للأسماك على حد سواء، تم استخدامها من قبل لتسهيل استعادة النظم الأيكولوجية التالفة التي أثبتت نجاحها في تعزيز كل من التنوع البيولوجي ومصائد الأسماك في الواقع، هناك تأثير إيجابي ينتج عن الركائز الصلبة وهياكل قاع البحر وقد ينتج عنها آثار اصطناعية للشعاب المرجانية. ومن ثم قد تجتذب حياة بحرية أخرى وتجميع الأسماك ***(Manasseh, S A, Mcinnes, Sundar, and Jalihal, 2017)*** وتشمل مرحلة التكامل مع النشاط ما يلي

التكامل مع النشاط القائم

استكشاف التعارضات المحتملة مع الاستعمالات الساحلية والبحرية ووضع وزن نسبي للتعارضات.

التكامل مع النشاط الزراعي

تحديد المواقع المناسبة لتنمية الاستعمالين للحصول علي أعلي جدوى اقتصادية.

تحديد دورة حياة كل استعمال لتجنب التأثيرات السلبي. ***(Profit and Racovic, 2019)***

التكامل مع النشاط السياحي

وضع منصات/ارصفة مصممة خصيصا حول التوربينات بمثابة علامات مميزة للسياح

وضع المرافق المخصصة للغواصين والمطاعم الخارجية في محيط مزارع الأمواج

التصميم الفريد لمزرعة الامواج يمكن أن يكون بمثابة نقطة جذب سياحية.

يمكن أن يشارك منظمو رحلات القوارب في أنشطة المراقبة المتعلقة بأجهزة تحويل الطاقة الموجية.

عمل مسارات سياحية تتداخل مع مزارع الأمواج (حسب نوعها (.

ويمكن أن يكون التكامل مع استعمالات توليد الطاقة البحرية الأخرى مثل مزارع الرياح البحرية.

التكامل مع الموانئ ومراعاة حركة ملاحة السفن علي حسب دور الميناء ووظيفته واحتياجه للطاقة.

المناطق ذات الحساسية البيئية عمل مناطق حفاظ للتنوع البيولوجي ويختلف مبدأ التكامل علي حسب نوع الجهاز المستخدم فيوجد أجهزة absorbersمن الصعب تكاملها بشكل كبير مع النشاط السياحي. ***(Pardalos, Sachenko, and Povstenko, 2021)***

الخطوة الخامسة سيناريوهات التنمية استناد على سيناريوهات تجميع الطاقة

تهدف هذه الخطوة إلى تحديد حجم الطاقة التي يمكن توليدها حسب خصوصية المنطقة وتحديد حجم تأثير مزرعة توليد الطاقة الموجية على الاستعمالات القائمة بناءً على كمية الطاقة المنتجة، كل محطة وسيطة تنتج ٢٥ جيجاوات وكل محطة تحتوي علي ٥ أجهزة لتوليد الطاقة حيث تعمل كل محطة وسيطة علي خطوتين:

تجميع الطاقة المنتجة من مزرعة الأمواج عن طريق الكابلات البحرية.

نقل الطاقة باستخدام خط ضغط منخفض إلى خط الضغط العالي الموجود علي الطريق الساحلي الدولي وكل خط ضغط منخفض يحاط بنطاق حماية مقداره ٥٠ م لكل جانب مما قد يؤثر علي تقسيم قطع الأراضي الرئيسية المقابلة لهذه المحطات لذلك نجد مع زيادة عدد الأجهزة في مزرعة الطاقة الموجية العمران يتأثر وحجم الطاقة يختلف. ***(Pardalos, Sachenko, and Povstenko, 2021)***

وتشتمل سيناريوهات الطاقة على ثلاث سيناريوهات وهم

سيناريو أعلي إنتاجية من الطاقة High energy yield scenario

كمية الطاقة المتوقعة تكون أكثر من ٧ جيجاوات، يتعامل هذا السيناريو مع الاستعمالات التي لا تحدث تأثيرات عليها مهما زادت عدد الاجهزة مثل الاستعمال الزراعي نجد ان عدد الاجهزة في هذا السيناريو مرتفع لان التأثيرات الناتجة عنها لا تؤثر بشكل عالي على الاستعمال الزراعي. ***(Clark, 2015)***

سيناريو أقل إنتاجية من الطاقة Low energy yield scenario

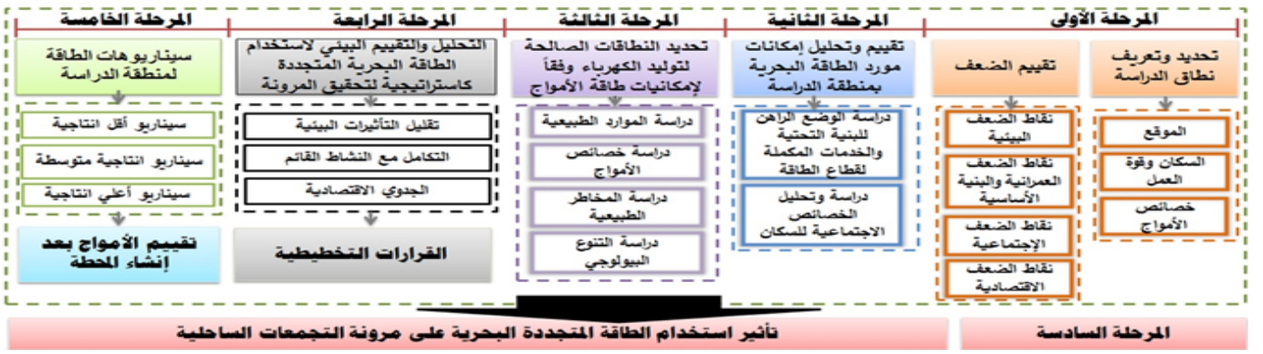
كمية الطاقة المتوقعة تكون أقل من ١جيجاوات، يتعامل هذا السيناريو مع الاستعمالات التي يصعب التكامل معها أو يحدث تأثيرات عالية عليها مثل القواعد العسكرية والموانئ التي تزيد فيها حركة السفن عن ٢٥٠ سفينة ونجد أن عدد الأجهزة في هذا السيناريو قليل لكي لا يحدث تأثيرات علي النشاط القائم لذا ينتج كمية طاقة قليلة. ***(Pardalos, Sachenko, and Povstenko, 2021)***

سيناريو إنتاجية متوسطة من الطاقة Medium energy yield scenario

الطاقة المتوقعة تكون من ٣ : ٥ جيجاوات، يتعامل هذا السيناريو مع الاستعمالات التي يسهل التكامل معها أو يحدث تأثيرات منخفضة عليها مثل الاستعمال السياحي والموانئ التي تزيد فيها حركة السفن عن٥٠- ٢٥٠ سفينة والمصائد السمكية نجد أن عدد الأجهزة في هذا السيناريو متوسط لذا يتم عمل تكامل معها لتقليل تأثيراتها السلبية علي الاستعمالات. ***(RPS group , 2011)***

إطار تحقيق مرونة البنية الأساسية للتجمعات الساحلية باستخدام استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة

يوضح شكل ٩ الاطار المقترح لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية باستخدام استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة والمستنبطة من القراءات والتجارب وخطوات منهج MRE وخصائص المناطق الساحلية وربطهم بمفاهيم وأسس المرونة، حيث يعتمد الفكر العام للمنهجية علي الدراسة التفصيلية لمورد الطاقة البحرية بمنطقة الدراسة من حيث الإمكانيات والتأثير علي العمران و....ألخ ودراسة المنطقة الساحلية المحددة دراسة تفصيلية اجتماعية واقتصادية وبيئية وتحليل نقاط الضعف المعرضة لها والوضع الراهن للبنية التحتية الحالية وذلك للوصول إلي تحقيق مرونة البنية الأساسية (مرونة الأصول والخدمات والمستخدمين) ومن ثم تحليل التأثير علي سيناريوهات التنمية. ***(Clark, 2015)***



شكل ٩: إطار تحقيق مرونة البنية الأساسية للتجمعات الساحلية باستخدام مدخل الطاقة البحرية المتجددة

المصدر: الباحث

إطار تحقيق مرونة البنية الأساسية للتجمعات الساحلية باستخدام مدخل الطاقة البحرية المتجددة بالتطبيق على قطاع مرسي مطروح النجيلة لتحقيق مرونة البنية الاساسية

التعريف بالمنطقة

الساحل الشمالي الغربي قطاع (مطروح- النجيلة (يقع الساحل الشمالي الغربي في نطاق محافظتي الإسكندرية ومطروح بين خطي طول ٢٩,٢٥ - ٢٥ شرقا ودائرتي عرض ٢٧,٤ – ٣١,٣٥ شمال ويتميز ساحل البحر المتوسط بها ٤٥٠ كيلو حتى مدينة السلوم ويحد المنطقة محافظة الإسكندرية شرقا و منخفض القطارة و سيوة جنوبا، ، كما يشكل البدو اكر من ٨٠٪ من سكان المنطقة وينتشرون حول المدن وفي القري ويعتمدون في انشطتهم على الرعي او الزراعة بصفة رئيسية حي يقوموا بتربية الاغنام والإبل وزراعة التين والزيتون وبحسب تقرير التنمية البشرية بلغ السكان بقوة العمل ٦٠ ألف نسمة يستأثر قطاع الخدمات بنحو ٦٥,٨٪ وقطاع الزراعة ٢٨,٤٪ وقطاع الصناعة ٥,٨٪ ويقدر عدد العاطلين ٢,٥٪ من اجمالي قوة العمل. (الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ***2023***)

شكل ١٠: توصيف الأمواج بالساحل الشمالي الغربي

المصدر: الباحث

	ارتفاع الموجة (م)	مدة الموجة (ثانية)	قوة الموجة (كيلووات / م)
منطقة ١	١,٢٢	٥,١٢	٣,٢
منطقة ٢	١,٥	٦,١٣	٥,٨
منطقة ٣	١,٦	٥,٦٦	٦
منطقة ٤	٠,٦٥	٦,٥	١,٦٥

شكل ١١: توصيف الامواج بالساحل الشمالي الغربي

المصدر: (NOOA wave watch 2019 gis simulation)

يعد قطاع مرسي مطروح النجيلة من أكثر النطاقات التي يتوافر بها عوامل توليد طاقة الأمواج وكما يوضح شكل ١٠ حيث يمكن توليد الطاقة على مدار العام وحتي عمق ٢٠ كم في البحر.

المرحلة الأولى تقييم الضعف لقطاع الساحل الغربي (مطروح – النجيلة)

يتم في هذه المرحلة تحديد نقاط الضعف التي تتعرض لها المنطقة الساحلية في القطاعات المختلفة من قطاع البيئية والعمران والبنية الأساسية والاجتماع والاقتصاد لتقييم الضعف بتلك المنطقة، تتلخص نقاط الضعف التي يتعرض لها القطاع في:

البيئة

التآكل الساحلي خاصة في الرؤوس البحرية.

ارتفاع الأمواج إلى ٣م وزيادة معدلات السحب مما يؤثر على توطين الأنشطة السياحية خاصة سياحة الشواطئ وإن زادت عن ٦ م/ث لا يمكن توطين نشاط سياحي بها.

وجود مناطق تنوع بيولوجي تصل إلي ٣٤ كم في البحر مما يؤدي إلي تداخل مع محطات توليد الطاقة وتهديد الحياة البرية.

وجود أودية بالمنطقة تقوم بصرف مياه الأمطار ١٣ مم في السنة إلي البحر مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب مياه البحر.

زيادة معدلات السحب بسبب زيادة ارتفاع الموج عن ١,٥: ٣ م مما يؤثر على الأنماط السياحية بالمنطقة وبالأخص السياحة الشاطئية.

العمران والبنية الأساسية

ضعف البنية الأساسية لمحولات ومحطات الطاقة الحالية مما يتسبب في وجود عجز ٤٥٪.

استخدام لمحطات البخارية في توليد الطاقة مما يؤدي مع زيادة الأنشطة في المنطقة إلى ارتفاع نسب $SO_2 - NO_2$.

وجود أنشطة سياحية وموانئ تتداخل مع محطات توليد الطاقة الموجية.

لا يوجد خطة واضحة للمنطقة للتوافق بين الاحتياجات من الطاقة والخطط الاستثمارية المقترحة.

٢٠٪ من السكان غير مشتركين بشكل رسمي بخدمة الكهرباء.

ضعف شبكة الطرق الحالية خاصة بالظهير.

وجود مناطق ألغام خاصة بالظهير.

إنتاج المحطات البخارية للطاقة لا يكفي احتياج المنطقة من الطاقة المقدر ٢ جيجاوات.

الاجتماع

محدودية القوي البشرية التي تقدر بحوالي ٢٠٠ ألف نسمة والتشتت المكاني لان السكان قبائل بدوية.

ارتفاع نسبة الأمية إلي ٢٤٪ وهو أعلي من متوسط المحافظة يؤدي لصعوبة توطين عمالة محلية للمشروع.

طبيعة سكان المنطقة حيث يوجد تعديات من البدو على الأراضي الزراعية بمساحة ١٠٥٣٠ فدان مما يصعب توطين الأنشطة السياحية بها.

الاقتصاد

عدم وجود عدالة في توزيع الطاقة واختلاف نصيب الفرد من الطاقة بين المراكز.

ارتفاع التكلفة الاقتصادية عند بداية المشروع حيث تبلغ تكلفة الجهاز الواحد ٢٠٠٠ يورو وتكلفة نقل الطاقة للشبكة الموحدة ١٢٠٠ يورو وتكلفة المحطة الوسيطة ٦٠٠ يورو.

المرحلة الثانية تقييم إمكانات الطاقة بالمنطقة

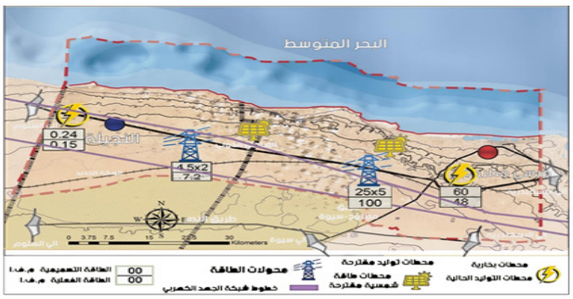
تقييم إمكانات الطاقة بالمنطقة سيتم من خلال دراسة البنية التحتية الحالية لقطاع الطاقة والخدمات المكملة للقطاع عن طريق رصد المحطات البخارية الحالية والطاقة التصميمية والفعلية لها وخطوط شبكة الجهد الكهربي بالإضافة إلي المحطات المقترحة، ودراسة وتحليل خصائص السكان ومدي قابليتهم للتكنولوجيا الجديدة بالإضافة إلي دراسة وتحليل خصائص الأمواج وتقييم المخاطر الطبيعيةفي المنطقة ودراسة خاصة بالتنوع البيولوجي وصولاً إلي تحديد النطاقات الصالحة لتوليد الطاقة الكهربائية وفقاً لإمكانيات طاقة الأمواج بالمنطقة.

الخطوة الأولى دراسة الوضع الراهن للبنية التحتية والخدمات المكملة لقطاع الطاقة

نجد ان ٦٠٪ من سكان القطاع غير مشتركين في الخدمة لأنهم سكان بدو.

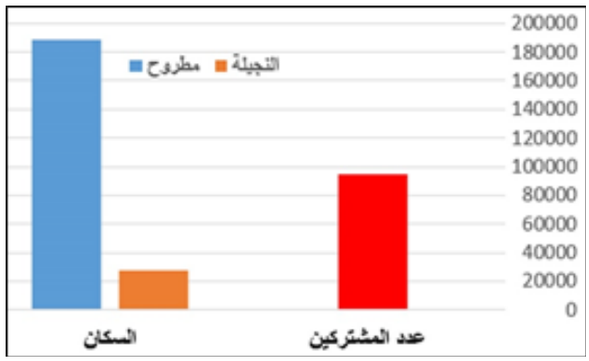
المحطات الحالية لا تكفي استهلاك الطاقة.

محطات الطاقة الشمسية المقترحة ليس لها جدوى اقتصادية في المنطقة لأنها اقل معدلات اشعاع شمسي وتزيد درجة الحرارة حيث تصل إلي ٥ درجات حسب دراسات بريطانية وذلك يؤثر علي كمية المياه التي تستخدم في الزراعة بالإضافة أن الموارد المائية المتاحة قليلة.



شكل ١٢: الوضع الراهن لقطاع الطاقة في المنطقة

المصدر: الباحث بتصرف من (**الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ٢٠٢٣**)



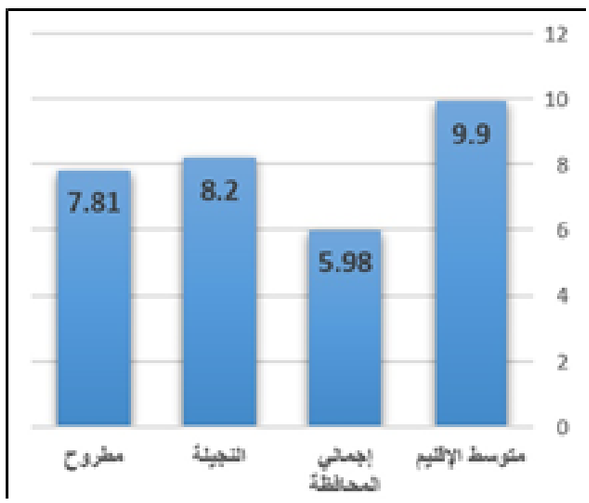
شكل ١٣: المشتركين في خدمة الكهربا

المصدر: الباحث بتصرف من (**الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ٢٠٢٣**)

الخطوة الثانية دراسة وتحليل الخصائص الاجتماعية للسكان

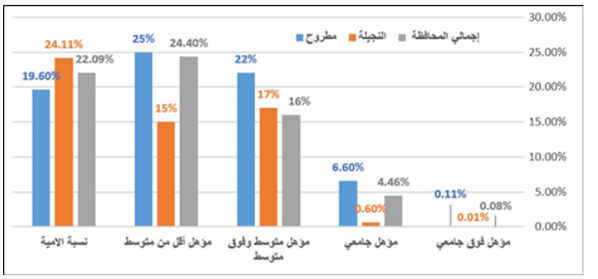
من دراسة وتحليل خصائص السكان في قطاع مرسي مطروح النجيلة نجد أنه ٥٥٪ من السكان يعملون في الزراعة و١٥ ٪ في النقل و٧٪ فقط في قطاع الصناعة كما هو موضح في شكل ١٦ بالإضافة إلي ارتفاع نسبة الأمية إلي ٢٥٪ وانخفاض التعليم الجامعي إلي أقل ٤٪ وذلك وفقاً لتقديرات (الجهاز المركز للتعبئة العامة والإحصاء، ٢٠٢٣) كما هو موضح في شكل ١٥ لذلك يصعب الاعتماد بشكل كامل علي السكان كعمالة للأنشطة الاقتصادية المستحدثة الخاصة بقطاع الطاقة لذلك فالقطاع سيوفر فرص عمل علي المستوي القومي لذلك فلابد توفير مناطق سكنية للعمالة المهاجرة بالإضافة إلي إقامة معاهد ومراكز تدريبية خاصة بتكنولوجيا الطاقة.

السكان في حاجة إلي المزيد من المعرفة حول مشاريع الطاقة والهدف منها والعائد عليهم لأنها سوف يكون لها تأثيرات عديدة علي حياتهم.



شكل ١٤: معدل البطالة بالنجيلة ومطروح مقارنة بمتوسط الاقليم وإجمالي المحافظة

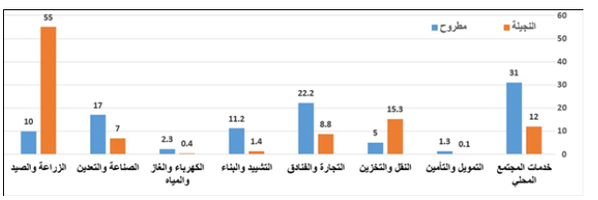
المصدر: الباحث بتصرف من (**الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ٢٠٢٣**)



شكل ١٥: نسبة الامية والحالة التعليمية بالنجيلة ومطروح مقارنة بإجمالي المحافظة

المصدر: الباحث بتصرف من (**الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ٢٠٢٣**)

يوضح شكل ١٦ أن نوعية العمالة في النجيلة يصعب الاعتماد عليها في المشروع علي العكس مطروح التي يمكن الاعتماد علي نسبة من العمالة ليست كبيرة للأنشطة المساعدة في المشروع لذلك لابد من توفير معاهد وورش عمل لتأهيل العمالة الحالية لنوعية الأنشطة التكنولوجية الجديدة بالإضافة إلي جلب عمالة من خارج القطاع خاصة مدينة برج العرب والإسكندرية.



شكل ١٦: نسب توطين الأنشطة الاقتصادية بقطاع مطروح النجيلة

المصدر: الباحث بتصرف من (**الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ٢٠٢٣**)

المرحلة الثالثة تحديد النطاقات الصالحة لتوليد الطاقة الكهربائية بقطاع مرسي مطروح النجيلة وفقاً لإمكانيات طاقة الأمواج

يتم تحديد النطاقات الصالحة بناء على دراسة مجموعه من الدراسات كدراسة الموارد الطبيعية، دراسة خصائص الأمواج، دراسة المخاطر الطبيعية، دراسة التنوع البيولوجي.

دراسة الموارد الطبيعية

تتوافر في القطاع المواد الخام التي يمكن الاعتماد عليها لإنشاء محطات الطاقة الموجية حيث يوجد ٧ محاجر يبلغ انتاجهم ٤٧٩٤١ م٣ كما هو موضح في جدول ١.

نوع المادة	عدد المحاجر	الإنتاج م٣	الإحتياطي م٣
حجر جيري	٧	٤٧٩٤١	٥٦٢٣٩

جدول ٢: الموارد التعدينية بقطاع مطروح النجيلة

المصدر: (**الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان، ٢٠٢٣**)

دراسة خصائص الأمواج (الارتفاع – المدة)

يتراوح ارتفاع الموج من ١: ٣ م في فصل الصيف وينخفض في فصل الشتاء إلي من ١ : ٢ م، وتصل مدة الموجه إلي ٥,١٥ ثانية صيفاً و ٧,١٤ ثانية شتاءً، بينما تتراوح قوتها بين ٣ : ٩ كيلووات/متر صيفاً و من ٣ : ٢٦ كيلووات/متر شتاءً، وتحدد كل هذه المعلومات كمية الطاقة التي توليدها وأنواع الأجهزة التي يمكن استخدامها وتوطينها.

دراسة المخاطر الطبيعية

ارتفاع منسوب سطح البحر من أكثر المخاطر البيئية التي تهدد قطاع مطروح النجيلة هي ارتفاع منسوب سطح البحر الذي يصل إلي ٣٠ مم فس السنة وهذا يرشح توجه جديد لأنواع الاجهزة المستخدمة للحماية من إرتفاع منسوب المياه ومتوقع ان يزيد هذه الخطر مستقبلاً نتيجة التغيرات المناخية.

ارتفاع المد والجذر والامواج متوقع نتيجة ارتفاع المد والجذر والامواج زيادة عوامل التعرية الساحلية والفيضانات وانخفاض نوعية المياه وكمية المياه العذبة بسبب تسرب المياه الجوفية حيث يمكن الاستفادة من محولات الطاقة الموجية للتكيف مع ارتفاع منسوب البحر.

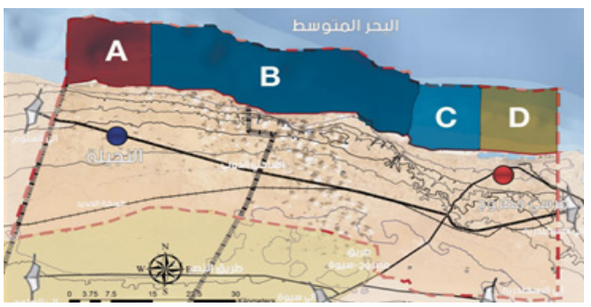
الاودية تشكل الاودية خطر علي أجهزة تحويل الطاقة الموجية حيث يتم صرف المطر منها إلي البحر مما يؤدي إلي تعرض الأجهزة إلي التلف نتيجة ارتفاع منسوب المياه المحجوزة نتيجة توطين مزارع الامواج.

الفوالق الأرضية تشكل الفوالق خطر في توطين الاستعمالات سواء كانت استعمالات خاصة بالطاقة من محولات ومحطات وسيطة أو استعمالات تنموية.

دراسة التنوع البيولوجي

توجد أماكن تجمعات لأسماك الوقار ونجوم البحر التي يجب تجنبها لتقليل التأثير على بيئتها الطبيعة عن طريق وضع حاجز أو إبعاد أجهزة الطاقة عنها حتى لا تؤثر علي التنوع البيولوجي في القطاع ويمكن أيضاً التكامل من مناطق المصايد حيث أن أجهزة الطاقة الموجية تعمل علي تجميع الأسماك.

اختيار الموقع الأمثل لتوطين الأجهزة الخاصة بطاقة الأمواج يتم من خلال تحليل العديد من العوامل التي تؤثر على هذا القرار وهي الركائز الرئيسية للتنمية المستدامة الاقتصاد والاجتماع والبيئة ***(Kazak, Hoof, and Szewranski, 2017)*** فتشمل العوامل الاجتماعية تأثير موقع أجهزة توليد طاقة الأمواج وتأثيره بشكل مباشر أو غير مباشر على حياة الإنسان والتأثير على صحة الإنسان ***(Crichton and J.Petrie, 2015)*** والعوامل البيئية تشمل العوامل الخاصة بتحديد قوة الموجة وهي ارتفاع الموجه Wave Hight – فترة الموجه Wave period – كثافة المياه Water density- عمق المياه Water depth - الجاذبية الأرضية Gravity – طول الموجه Wave Length ومن هذه العوامل يتم تحديد قوة الموجة وكمية الطاقة التي يمكن إنتاجها، والعوامل العمرانية تشمل الوضع الراهن للبنية التحتية الحالية والخدمات المكملة لقطاع الطاقة بالمنطقة كما هو موضح في.. وبناءً على هذه العوامل تم تقسيم الساحل وفقاً لإمكانيات طاقة الأمواج كما هو موضح في شكل ١٧ وجدول ٢.



شكل ١٧: تقسيم الساحل وفقا للخصائص البيئية وامكانيات طاقة الامواج البحرية

المصدر: الباحث

جدول ٣: مؤشرات النطاقات البيئية السابقة

المنطقة	التوصيف الاعماق	طول الموجة (م)	قوة الموجة (كيلووات/م)	التنوع البيولوجي	التآكل الساحلي	ارتفاع منسوب المياه	الصلاحية لتوليد الطاقة	طول الشاطئ	الأجهزة المقترحة
A	٠ : ١٠٠-	١,٥	٤	أماكن تزاوج الأسماك -نجوم البحر	×	✓	صعوبة توليد طاقة (يتم وضع حاجز ١ كم)	١١كم	-
B	٠ : ٢٠٠-	١,٥	٥	-	×	✓	صلاحية عالية لتوليد الطاقة	٤٨كم	Wave dragon – wave cat (1.5 : 4 MW) – Multi (buoy (250KW
C	٠ : ٢٠٠-	١,٢٥	٤	-	✓	✓	صلاحية عالية لتوليد الطاقة	٨كم	Wave dragon – wave cat (1.5 : 4 MW) – Multi (buoy (250KW
D	٠ : ١٥٠-	١	٣	مناطق تجمع سمك الوقار	×	✓	صلاحية متوسطة لتوليد الطاقة	١٥كم	(OWC) wave dragon من ١ : ٤ ميجاوات

المرحلة الرابعة التحليل والتقييم البيئي لاستخدام الطاقة البحرية

المتجددة كاستراتيجية لتحقيق مرونة قطاع مرسي مطروح – النجيلة

يتم التحليل والتقييم البيئي بالتركيز على ثلاث مرتكزات رئيسية توجهم استراتيجية استخدام الطاقة البحرية المتجددة وفقاً لأقل تأثير على البيئة والتكامل مع الاستعمالات الحالية والعائد الاقتصادي المرتفع Integration with existing use -least impact environmentally - Economic value لقطاع الطاقة لمنطقة الدراسة، ويتم تصنيف نقاط القوة والضعف لتحقيق استدامة نظم الطاقة في القطاع كما هو موضح في جدول ٣.

جدول ٤: التحليل والتقييم البيئي لاستخدام الطاقة البحرية المتجددة كاستراتيجية لتحقيق مرونة قطاع مرسي مطروح – النجيلة

least impact environmentally تقليل التأثيرات البيئية	نقاط القوة	– موارد طبيعية داعمه للسياحة البيئية والشاطئية. – تتميز المنطقة بجودة الهواء مما يعد عنصر جذب سياحي للمنطقة. – زيادة الثورة السمكية نتيجة جذب محولات الطاقة الموجية للأسماك. – ارتفاع معدلات طاقة الأمواج التي تصل إلى من ٣: ٢٥ كيلووات للمتر. – توافر الثورة السمكية والتوسع في إقامة المصايد. – الاعتماد على مناطق الأودية في الزراعات المطرية في المنطقة.
	نقاط الضعف	– زيادة الأنشطة الخط الساحلي وزيادة العمران عليها يجعلها عرضه بشكل أكبر للتآكل الساحلي. – تأثير ارتفاع منسوب مياه البحر ٣٠ مم في السنة على توطين الأنشطة. – تآكل خط الساحل خاصة في الرؤوس البحرية. – زيادة معدلات السحب الناتج عن ارتفاع الأمواج إلى ٣م وتأثيره على توطين الأنشطة السياحية خاصة السياحة الشاطئية. – التأثير السلبي على الحياة البحرية والتنوع البيولوجي نتيجة التداخل مع محطات توليد الطاقة بمساحة تصل إلى ٣٤ كم في البحر. – ارتفاع منسوب البحر سنوياً نتيجة صرف مياه الأودية التي تقدر بـ ١٣ مم سنوياً عليه.
Integration with existing use التكامل مع النشاط القائم	نقاط القوة	– توجه الدولة لإنشاء منطقة صناعية وتكنولوجية فى نطاق العلمين. – توجه الدولة لإنشاء صناعات مواد بناء وتشييد في نطاق مطروح. – توجه الدولة في المخطط الاستراتيجي المقترح لإنشاء تجمعات عمرانية جديدة. الظهير ساحلي بعمق ٣٠ كم وإمكانية التوسع في اقامة تجمعات عمرانية جديدة لاستيعاب احجام العمالة المتوقعة. – إمكانات طاقة الامواج بالمنطقة التي يمكن الاعتماد عليها لتقليل التلوث الناتج عن المحطات التقليدية. – إمكانية تكامل الأنشطة السياحة مع محطات توليد الطاقة الموجية.
	نقاط الضعف	– ضعف البنية الاساسية لمحولات ومحطات الطاقة الحالية حيث يصل العجز إلى ٤٥٪. – التلوث بـ ((NO2-SO2 الناتج عن الاعتماد على المحطات البخارية في توليد الطاقة. – تداخل الأنشطة السياحية القائمة مع محطات توليد الطاقة الموجية. – غياب الخطط الاستراتيجية التي تعمل على تحقيق التوافق بين الاحتياجات من الطاقة والخطط الاستثمارية المقترحة. – التشتت المكاني لان السكان قبائل بدوية ومحدودية القوي البشرية التي تبلغ ٢٠٠ ألف نسمة. صعوبة الاعتماد على العمالة المحلية بسبب ارتفاع نسبة الأمية إلي ٢٤٪ وهو أعلي من متوسط المحافظة. وجود مناطق ألغام تقف حاجزاً أمام التنمية العمرانية بالمنطقة.
Economic value الجدوى الاقتصادية	نقاط القوة	– وجود محطة الضبعة التي تهدف إلى تحلية مياه البحر وإمداد الساحل الشمالي بالمياه. – العجز في مصادر المياه العذبة بالمنطقة التي تعتبر أساس عملية التنمية.
	نقاط الضعف	– العائد الاقتصادي المرتفع من مشروعات توليد الطاقة الموجية. – ٢٠٪ من السكان غير متصلين بالشبكة الموحدة للكهرباء بشكل رسمي. – غياب العدالة في توزيع الطاقة وذلك لاختلاف نصيب الفرد من الطاقة بين المراكز.

المصدر: الباحث

القرارات التخطيطية لتوجيه سيناريوهات الطاقة بمنطقة الدراسة

تقليل التأثيرات البيئية least impact environmentally

وضع سدود على الاودية للاستفادة منها في الزراعة بدلاً من صرفها في مياه البحر.

توطين النشاط السياحي على الواجهة البحرية للمشروع كاملة.

استخدام خط الشاطئ في إقامة المحطات الوسيطة.

وضع اشتراطات لاستخدام الموارد والمحاجر بالمنطقة.

إنشاء معاهد ومركز تعليم للصناعات التكنولوجية.

تطوير خط السكة الحديد ووضع محطة بمدينة النجيلة.

وضع حاجز Buffer ٥٠٠ م لمناطق الفوالق.

تطوير شبكة الطرق التي تربط المشروع (الخلايا) بالمدن القائمة.

توطين أجهزة wave dragon ٣٠٠*١٧٠ بكفاءة ٥ ميجاوات لتحويل الأمواج إلى طاقة كهربائية.

وضع أجهزة تحويل الطاقة على خط كنتور – ٥٠ في البحر وبمسافات ٢٦٠ م لكي تراعي التقليل من التآكل الساحلي وارتفاع منسوب سطح البحر.

عمل حاجز ١ كم بين أجهزة الطاقة ومناطق التنوع البيولوجي لتجنب التأثيرات السلبية عليها.

توطين مصائد سمكية قريبة من محطات توليد الطاقة لأنها تعمل على تجميع الموائل البحرية.

استخدام مسارات ومراسي لعمليات الصيانة وللتكامل مع النشاط السياحي.

اقامة مناطق صناعات تكنولوجية ومعاهد متخصصة بهذه الصناعات.

رفع كفاءة شبكة تحويل الطاقة الحالية ١١٠ كيلو فولت أو أكثر.

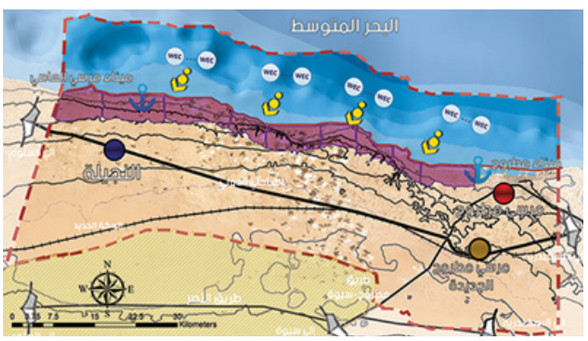
استخدام الظهير الساحلي لتوطين امتدادات للمدن القائمة لتراعي أحجام العمالة المتوقعة.

المرحلة الخامسة سيناريوهات الطاقة لمنطقة الدراسة (كمية الطاقة التي يمكن إنتاجها وطرق التخزين)

بيتم في هذه المرحلة تحديد السيناريوهات لتحديد حجم الطاقة التي يمكن توليدها بمنطقة الدراسة وتشمل ثلاثة سيناريوهات سيناريو اعلي إنتاجية من الطاقة، سيناريو اقل إنتاجية من الطاقة بالإضافة الى سيناريو ذات إنتاجية متوسطة من الطاقة لتوجيه المخطط الى الاستفادة من تلك السيناريو في التكامل مع الأنشطة العمرانية بالمنطقة.

سيناريو أقل إنتاجية Low energy yield scenario

هذا السيناريو قائم على تقليل عدد أجهزة توليد الطاقة وإعطاء أولوية أكبر للنشاط القائم، كما هو موضح شكل ١٨ في لذلك فإن كمية الطاقة المتوقعة أكبر ١ جيجا وات.

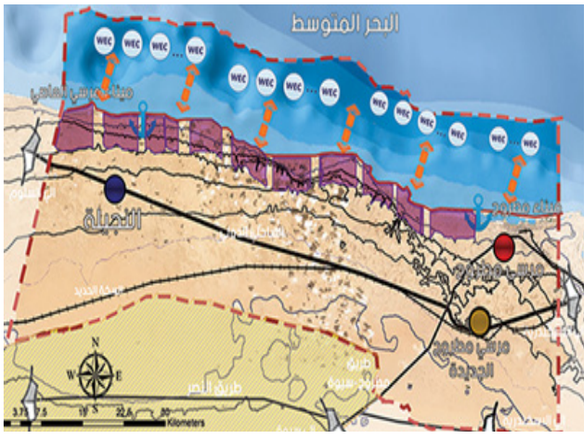


شكل ١٨: سيناريو أقل إنتاجية Low energy yield scenario

المصدر: الباحث استنادا علي ***(RPS group , 2011)***

سيناريو إنتاجية متوسطة Medium energy yield scenario

هذا السيناريو قائم على التكامل مع النشاط القائم من حيث قطع الأراضي وعدد أجهزة مزارع الأمواج كما هو موضح في شكل ١٩لذلك فإن كمية الطاقة المتوقعة من ٢ : ٤ جيجا وات.

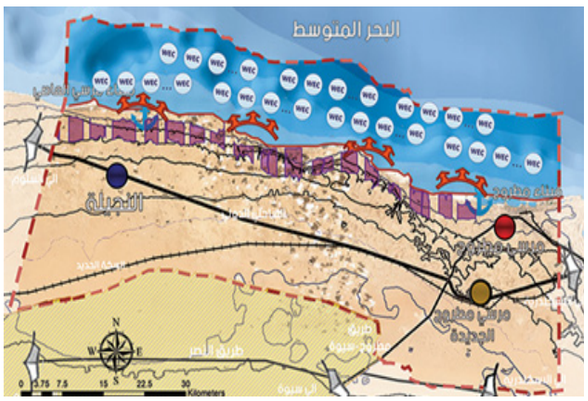


شكل ١٩: سيناريو إنتاجية متوسطة Medium energy yield scenario

المصدر: الباحث استنادا علي ***(RPS group , 2011)***

سيناريو أعلي إنتاجية High energy yield scenario

فكرة هذا السيناريو قائمة علي زيادة أجهزة توليد الطاقة على حساب النشاط القائم كما هو موضح بالشكل التالي، لذلك فإن كمية الطاقة المتوقعة أكبر من ٧ جيجا وات.



شكل ٢٠: سيناريو أعلي إنتاجية High energy yield scenario

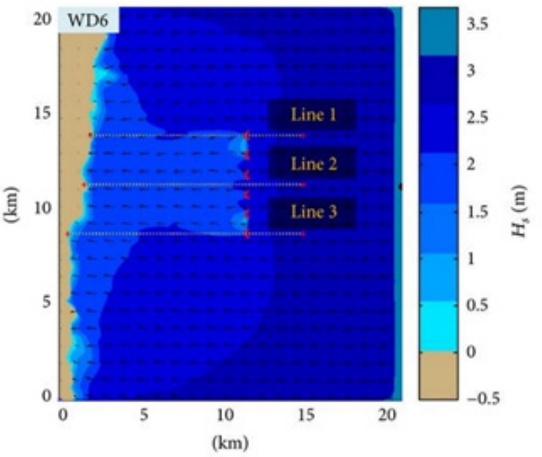
المصدر: الباحث استنادا علي ***(RPS group , 2011)***

تقييم الأمواج بعد انشاء محطه الطاقة

جدول ٥ : تقييم الامواج بعد تنفيذ المشروع

ارتفاع الموجة	التيارات البحرية	معدلات النحر	معدلات الترسيب
٣ م	ث/٥م	سنة/٠,٧١ م	سنة/م ٠,٢٩
١,٥ م	ث/٣م	سنة/٠,٥ م	سنة/م٠,٣٥

المصدر: الباحث



شكل ٢١: تأثير الاجهزة علي ارتفاع الأمواج

المصدر: ***National Research Council, An Evaluation of the U.S. Depart-ment of Energy's MRE stratigic approach, 2009***

كما هو موضح في شكل ٢١ أن شدة الأمواج تنخفض نتيجة توزيع محطات الطاقة ويساعد على توطين الانشطة السياحية بالمنطقة حيث أن ارتفاع الموجة سيقل إلي ١,٥ متر مما يجعل قوة الموجة ٤ كيلووات للمتر مما يقلل معدلات السحب التي تؤثر علي النشاط السياحي وانخفاض سرعة الأمواج (التيارات البحرية) إلي ٣ متر/ثانية يعطي مستوي أعلي للمستويات السياحية وقابلية توطين بعض الأنماط السياحية بالمنطقة كالسياحة الشاطئية.

المرحلة السادسة تأثير استخدام الطاقة المتجددة البحرية على مرونة التجمعات الساحلية

تعتبر الطاقة المتجددة البحرية، وعلى وجه الخصوص الطاقة الموجية، وسيلة مبتكرة وواعدة لتوليد الطاقة النظيفة والمستدامة. ويظهر تأثيرها على مرونة التجمعات الساحلية بمنطقة الدراسة من تكامل محطات الطاقة الموجية مع الاستخدام السياحي واقتراح الأنماط السياحية المختلفة والمشروعات التنموية التي من خلالها يتم تحقيق المرونة بمنطقة الدراسة. مع تحديد اشتراطات الاستعمال السياحي واشتراطات عناصر شبكة الطاقة.

التكامل مع النشاط السياحي الحالي

يظهر التكامل من خلال توزيع الأنماط السياحية على التكامل مع محطات توليد الطاقةالموجية من عدة أنماط وهي كالتالي

ممشي سياحي يتداخل الممشى مع أجهزة توليد الطاقة ليكون عنصر جذب وكنوع جديد من أنواع السياحة الثقافية.

سياحة الغطس طبقا لحركة محطات الأمواج فهي تساعد على نمو النباتات البحرية مما تكون أماكن تجمع للأسماك فيمكن توطين سياحة الغطس لمشاهدة تجمع الأسماك حول أجهزة الطاقة البحرية وأيضا لدعم السياحة الثقافية.

السياحة الشاطئية يجب توجيه أماكن السياحة الشاطئية بعيدا عن الكابلات البحرية لنقل الطاقة.

سياحة السفاري استغلال خصوصية الموقع للاستفادة بالعناصر السياحية الموجودة بالمنطقة.

المراسي البحرية استخدامها للأنشطة الشاطئية للسياح وكعنصر الصيانة للمشروع.

جدول ٦: المشروعات تبعاً لكل قطاع

القطاع	المشروعات التنموية
Wave farm	Device total (structure-turbines-reflectors-mooring-….)
	Device construction
	Transferring electricity (subsea cables – transmission lines)
	Sub stations
بيئة عمرانية مشيدة	الفنادق والقري السياحية
	ممشي سياحي
	مراسي
	معهد الصناعات التكنولوجية
الصناعات التكنولوجية	Concrete structure
	Mooring system
	Wave reflectors
	Propeller turbines with permanent magnet generators
الطرق والمحاور الخضراء	تطوير شبكة الطرق بإستخدام green corridors
	مناطق خضراء
الطاقة	توفير تكلفة الحماية الساحلية
	بيع الكيلووات(wave farm)

المصدر: الباحث

اشتراطات عناصر شبكه الطاقة :سيتم تحديد مجموعة من الاشتراطات لعناصر الشبكة الطاقة للتكامل مع النشاط السياحي وتشمل على الأجهزة، منطقة الشحن، المحطات الفرعية، خط الشبكة الرئيسي بالإضافة الى خط الشبكة الفرعي.

الأجهزة Devices

مسافة أفقية تبلغ ٣٠٠ متر بين الأجهزة

مسافة رأسية تبلغ ١٦٠ مترًا بين الأجهزة

موضوعة على الخط الأفقي (-٥٠)

المسافة عن الشاطئ أكثر من ٤٠ مترًا

منصات - منطقة الشحن Platforms – shipment area

أكثر من ٣٠ مترًا من مزرعة الموجات

محطة فرعية بحجم ٢٠ * ٢٠ مترًا: Substation ٢٠*٢٠

محطة ١ كيلوفولت لكل جهاز بقوة ٥ ميجاوات

خط الشبكة الرئيسي: Main grid line

مسافة ٤٠٠ متر كحاجز

خط الشبكة الفرعي: sub grid line

مسافة ١٠٠ متر كحاجز

اشتراطات الاستعمال السياحي

سياحة الغطس في المناطق الأكثر عمقاً -٥٠ م.

السياحة الشاطئية ٣٠- ٠ م.

سياحة السفاري في مسارات غير متقاطعة مع الاستعمالات اليدوية (الأراضي الزراعية).

التلفريك في المناطق من الأقل ارتفاعاً الي الأكثر ارتفاعاً (من منسوب ٥٠م الي منسوب ٢٠٠ م) فوق سطح البحر.

الممشى السياحي متداخل مع محطات الطاقة لتطوير عنصر جذب سياحي جديد في المنطقة وهو السياحة الثقافية.

المستويات السياحية تم تحديدها من مصفوفه القيم السياحية.

جدول ٧ يوضح تأثير استخدام الطاقة البحرية المتجددة على مرونة التجمعات الساحلية

صناعة سياحية	الاستغلال الأمثل للموارد السياحية تحقيق التوازن البيئي زيادة الموسم السياحي
الوصولية	تقليل زمن الوصول لـ ٥٠ دقيقة عدد المواقف الإقليمية تقوية الربط بين التجمعات
النمو العمراني	تعظيم أدوار المدن ذات الدور الإقليمي تعددية لوظائف التجمعات القائمة والجديدة تحسين جودة الحياة والبيئة العمرانية
توزيع الكثافة السكانية	تحقيق التوازن في توزيع السكان توفير فرص عمل تتوافق مع حجم السكان من المستويات الأعلى
التشكيل الأفضل لمحطات الطاقة الموجية	تقليل معدلات التآكل الساحلي تقليل التأثير علي جودة المياه تقليل التأثير على الحياة البحرية

المصدر: اعداد الباحث

النتائج والتوصيات

استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة تعتبر واحدة من الطرق المبتكرة لتحقيق مرونة البنية الأساسية في التجمعات الساحلية. تشير الطاقة البحرية المتجددة إلى استخدام مصادر الطاقة البحرية المتجددة مثل الطاقة الشمسية البحرية وطاقة الرياح البحرية والطاقة الحرارية البحرية والطاقة المد والجزر، توفر الاستراتيجية البحرية المتجددة عدة فوائد لتحقيق مرونة البنية الأساسية في التجمعات الساحلية كتنوع المصادر مما يعزز تنوع مصادر الطاقة في التجمعات الساحلية. هذا يقلل من الاعتماد الكلي على مصادر الطاقة التقليدية مثل الوقود الأحفوري، وتحقيق الاستدامة البيئية حيث لا تسبب انبعاثات ضارة للغلاف الجوي ولا تلوث بيئي. بالإضافة إلى ذلك، فإن استخدام الطاقة البحرية يقلل من التأثيرات السلبية على المناظر الطبيعية الساحلية والبيئات البحري.

تعزز الطاقة البحرية المتجددة توفير فرص العمل المحلية في قطاعات مختلفة مثل التصميم والتطوير والبناء والصيانة والتشغيل. يمكن أن تساهم هذه الوظائف في توفير فرص عمل محلية وتعزيز التنمية الاقتصادية في التجمعات الساحلية، تتيح البنية الأساسية للطاقة البحرية المتجددة إمكانية التوسع وزيادة القدرة بسهولة. يمكن إضافة وحدات جديدة للطاقة البحرية بشكل تدريجي لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة في التجمعات الساحلية، مما يجعلها قابلة للتطوير والتوسع في المستقبل.

تأتي ضرورة أخذ بعض التحديات في الاعتبار عند تنفيذ استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة في التجمعات الساحلية، مثل التأثير على الحياة البحرية والثقافة المحلية، والتأثير على المناظر الطبيعية الساحلية والأنشطة البشرية المعتادة، لذا، ظهرت أهمية اطار مقترح الطاقة البحرية المتجددة Marine Renewable Energy (طاقة الأمواج) كاستراتيجية لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية بشكل مستدام ومتوازن، مع مشاركة جميع الأطراف المعنية، بما في ذلك المجتمع المحلي والجهات المعنية بالبيئة والاقتصاد، فإن تنفيذها بشكل صحيح ومتوازن يمكن أن يسهم في تعزيز التنمية المستدامة والاقتصاد المحلي والحفاظ على البيئة البحرية.

تم اقتراح اطار لتحقيق مرونة التجمعات الساحلية باستخدام استراتيجية الطاقة البحرية المتجددة والمستنبطة من القراءات والتجارب وخطوات منهج MRE وخصائص المناطق الساحلية وربطهم بمفاهيم وأسس المرونة، حيث يعتمد الفكر العام للمنهجية علي الدراسة التفصيلية لمورد الطاقة البحرية بمنطقة الدراسة من حيث الإمكانيات والتأثير علي العمران و....ألخ ودراسة المنطقة الساحلية المحددة دراسة تفصيلية اجتماعية واقتصادية وبيئية وتحليل نقاط الضعف المعرضة لها والوضع الراهن للبنية التحتية الحالية وذلك للوصول إلي تحقيق مرونة البنية الأساسية (مرونة الأصول والخدمات والمستخدمين) ومن ثم تحليل التأثير علي سيناريوهات التنمية، ويمكن أن يساعد هذا الإطار على تحسين التواصل بين الجهات المختلفة والمجتمع المحلي، وتعزيز الشراكة بينهما، وتحقيق استدامة للتجمعات الساحلية .

المراجع

1. Bamlett, R. (2018). ocean multi-use action plan. Bruce Buchanan (Marine Scotland), 1-132.
2. Berbekova, A. U. ((2022).). Toward an Assessment of Quality of Life Indicators as Measures of Destination Performance. Journal of Travel Research, 61(6), 1424–1436.
3. Blockley, D., Agarwal, J., and Godfrey, P. (2012). Infrastructure Resilience for High-Impact Low Chance Risks. ICE Proceedings Civil Engineering.
4. Borthwick, A. G. (2016). Marine Renewable Energy Seascape. Engineering.
5. Clark, J. (2015). Coastal Zone Management Handbook. CRC Press.
6. conference on applied coastal researc. (2023). scacr 2023. www.scacr2023.org, 1-124.
7. Crichton, F., and J.Petrie, K. (2015). Health complaints and wind turbines: The efficacy of explaining the nocebo response to reduce symptom reporting. Environmental Research, 140, 449-455. available at: https://www.fmhs.auckland.ac.nz/assets/fmhs/som/psychmed/petrie/docs/2015%20Explain%20the%20nocebo%20response.pdf.
8. Dissanayaka, S., Dissanayake, C., Maweekubura, S., and Tharuka, K. (2023). Implementation of alternative fuel sources to reduce air pollution in industrial boilers . journal of research technology and engineering.
9. El-Ahmar, M., El-Sayed, A.-H., and Hemeida, A. (2017). Evaluation of Factors affecting Wind Turbine Output Power. 2017 Nineteenth International Middle East Power Systems Conference (MEPCON). Egypt: Menoufia University. available at: https://ieeexplore.ieee.org/document/8301377.
10. Flocard, F., Ierodiaconou, D., and Coghlan, I. (2016). Multi-criteria evaluation of wave energy projects on the south-east Australian coast. Renewable Energy, 99, 80-94.
11. Gautam, A., Sharma, P., Warudkar, V., and Bhagoria, J. (2022). A Review on Current Trends in Offshore Wind Energy. In book: Optimization of Industrial Systems.
12. Glavovic, B., and Kelly, M. (2016). Coastal Resilience: Integrating Science, Management, and Policy. Butterworth-Heinemann.
13. Hallegatte, S., Jun, R., and Rozenberg, J. (2019). Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Sustainable Infrastructure- Washington, DC: World Bank. http://hdl.handle.net/10986/31805.
14. International Energy Agency and the World Bank. (2015).
15. Kazak,J.,Hoof,J.,andSzewranski,S.(2017).Challenges in the wind turbines location process in Central Europe – The use of spatial decision support systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews,

76, 425-433. available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403211730357X.

16. Kazimierczuk, K., Henderson, C., Duffy, K., Hanif, S., Bhattacharya, S., Biswas, S., Tarekegne, B. (2023). A socio-technical assessment of marine renewable energy potential in coastal communities. Energy Research and Social Science.
17. Manasseh, R., S A, S., Mcinnes, K., Sundar, V., and Jalihal, P. (2017). Integration of wave energy and other marine renewable energy sources with the needs of coastal societies. The International Journal of Ocean and Climate Systems.
18. Manasseh, R., Sannasiraj, S., McInnes, K., Sundar, V., and Jalihal, P. (2017). Integration of wave energy and other marine renewable energy sources with the needs of coastal societies. Journal of Ocean and Climate: Science, Technology and Impacts.
19. Menéndez , M., and Woodworth , P. (2010). Changes in extremehigh water levels based on a quasi-global tide-gauge data set. Journal of Geophysical Research.
20. National Research Council. (2009). An Evaluation of the U.S. Department of Energy's MRE stratigic approach.
21. National Research Council. (2019). Resilient Coastal City Regions: Planning for Climate Change in the United States. The National Academies Press. Retrieved from http://hdl.handle.net/10855/5608
22. Nolte, J., and Ertekin, R. (2014). Wave Power Calculations for a Wave Energy Conversion Device Connected to a Drogue. Journal of Renewable and Sustainable Energy.
23. NOOA wave watch 2019 gis simulation. (n.d.).
24. Öztürk, S. a. (2014). "The Relationship Between Urban Design and Urban Quality of Life:"A Case Study of Kastamonu City-Turkey. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 114-125.
25. Pardalos, P., Sachenko, A., and Povstenko, R. (2021). Resilient Coastal and Offshore Wind Energy: A Comprehensive Guide. Springer.
26. Profit, M., and Racovic, M. (2019). Integrated Coastal Zone Management and Marine Renewable Energy. CRC Press.
27. Rodrigue, J.-P. (2023). Transportation, Sustainability and Decarbonization. Retrieved from The Geography of Transport Systems: https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-sustainability-decarbonization/
28. RPS group. (2011). Marine Renewable Energy Strategic Framework: Approach to Sustainable Development. Report for Welsh Government.
29. Samsó, R., Esteve, J., Olivares, A., and Solé, J. (2023). Examining the Potential of Marine Renewable Energy: A Net Energy Perspective. Sustainability.
30. simulation, N. w. (n.d.).
31. Soukissian, T., Denaxa, D., Karathanasi, F., and Prospathopoulos, A. (2017). Marine Renewable Energy in the Mediterranean Sea: Status and Perspectives. Energies.
32. Taormina, B. (2019). Potential impacts of submarine power cables from marine renewable energy projects on benthic communities. PhD.
33. UNDRR, U. (2015). Principles for resilient infrastructure. SENDAI framework 2015-2030.
34. Van Kamp, I. e. (2003). Urban environmental quality and human well-being: Towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. Landscape and urban planning.
35. Walsh, M., Robertson, D., Mehta, A., and Asian Development Bank (ADB). (2020). Invest in innovative and bankable projects to support healthy oceans and resilient, sustainable blue economy sectors. https://development.asia/explainer/role-ocean-finance-transitioning-blue-economy-asia-and-pacific.
36. Wang, J., Wu, W., and Wang, H. (2023). Blue energy in China: exploring the prospects and development path for marine renewable energy industries. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
37. Yates, K., Schoeman, D., and Klein, C. (2015). Ocean zoning for conservation,tourism and marine renewable energy.
38. Zhang, R., and Fujimori, S. (2020). The role of transport electrification in global climate change mitigation scenarios. Environmental research letters.

٣٩. الجهاز المركز للتعبئة العامة والإحصاء. (٢٠٢٣). النشرة السنوية المجمعة - بحث القوي العاملة - تقرير تحليلي ٢٠٢٢.

٤٠. .الهيئة العامة للتخطيط العمراني وزارة الأسكان. (٢٠٢٣). إستراتيجية محافظة مرسي مطروح. القاهرة.

٤١. الوكالة الدولية للطاقة IRENA. (٢٠٠٩). أنواع الطاقة الجديدة والمتجددة.

٤٢. طارق أبو السعود، و سهام قطب. (٢٠١٩). آلية لتقييم مرونة المدن المصرية باستخدام اداة "إطار مرونة المدينة" Framework Resilience City بالتطبيق علي مدينة الأقصر. Journal of Urban Research.

٤٣. نرمين محمد سيد أحمد مطر. (٢٠١٩). آليات تحقيق المرونة الحضرية من خلال أطروحات منظمة الأمم المتحددة. Journal of Engineering Sciences- Assiut University-Faculty of Engineering.

Abstract

Marine Renewable Energy as a strategy for sustainability and climate change resilience for coastal cities

Donia fakhri abdel monem, Seham Mostafa Qutb

Department of Faculty of Urban and Regional Planning /Environmental Planning and Infrastructure/Cairo University, Giza, Egypt.
Coastal cities face numerous multi-dimensional environmental, social, and economic challenges, often making them highly susceptible to the effects of climate change. Consequently, the resilience of these communities and their ability to adapt to social, economic, and environmental changes are shaped by diverse characteristics and values that guide their development (Kazimierczuk, et al., 2023). Investing in new infrastructure required by cities, ports, and flood-prone communities can significantly reduce the cost of electricity from renewable sources, provided that the infrastructure is designed for a dual purpose of energy generation and coastal protection. In return, selling electricity from this infrastructure can sustain the long-term cost of installing coastal protection. Additionally, many marine renewable energy (MRE) technologies provide a platform for the installation of other forms of renewable energy generation. ***(Manasseh, Sannasiraj, McInnes, Sundar, and Jalihal, 2017)***

Renewable marine energy (MRE) is considered a promising solution to enhance the resilience of coastal cities for environmental sustainability and to provide clean energy (Kazimierczuk, *et al*., 2023). MRE has the potential to address energy security and coastal protection issues affecting coastal communities. ***(Manasseh, Sannasiraj, McInnes, Sundar, and Jalihal, 2017)***

The research aims to provide a framework for applying the MRE approach to achieve the resilience of infrastructure in coastal communities, examining its objectives, and assessing its impact on development scenarios in the region. MRE is seen as a solution to problems arising from the reliance on traditional energy sources, either their negative impact on the environment, such as climate change, or their failure to guide decision-makers toward achieving environmental sustainability in coastal agglomerations.

To achieve the main goal of the research, the study will focus on analyzing the problems and issues in coastal agglomerations, with an emphasis on infrastructure. This includes studying the potential of marine energy resources in the study area, determining suitable areas for this technology, the expected amount of energy production, methods of storage, and analyzing its impact on urbanization (land use and economic activities). Additionally, the research will study and analyze social, economic, and environmental vulnerabilities in the region, examine the current status of existing infrastructure and complementary services to the energy sector, and study population characteristics while analyzing the community's readiness for new technology.

The research has been applied to the Matrouh El-Nagila sector, which is considered a promising sector for marine energy production throughout the year. Various scenarios have been developed to benefit from renewable marine energy, with an evaluation of the energy to guide decision-makers to achieve the resilience of coastal communities.