ديناميكية خط الساحل في المنطقة الممتدة بين مدينتي رفح وبئر العبد وأثره على التنمية

إعداد/ إيمان محمود أبو رياش

إشراف/ أ.د محمد فؤاد

كلية الآداب، جامعة العريش، مصر

E-mail: eman.abu.riash14@gmail.com

ديناميكية خط الساحل في المنطقة الممتدة بين مدينتي رفح وبئر العبد وأثره على التنمية

إعداد/ إيمان محمود أبو رياش
إشراف/ أ.د محمد فؤاد
كلية الآداب، جامعة العريش، مصر
E-mail: eman.abu.riash14@gmail.com

المستخلص:

منذ بدء حركة التنمية على ساحل شمال سيناء في المنطقة الممتدة من رفح إلى بئر العبد، شهدت هذه المنطقة تطورات ملحوظة في خط الساحل. وقد أدت بعض هذه التطورات إلى حدوث تغيرات في خط الساحل. في ضوء هذه التحولات، تقدم هذه الدراسة أهم التغيرات التي طرأت على خط الساحل في منطقة الدراسة. تهدف الدراسة إلى توضيح ديناميكية الشاطئ والتغيرات التي طرأت عليه، مع تحديد الأسباب الرئيسية وراء تلك التغيرات. كما تتناول الدراسة تقييم خطورة هذه التغيرات، وتقديم سيناريوهات لمستقبل تطورها، بالإضافة إلى اقتراح حلول عملية للحد من تأثيراتها السلبية. سوف تتطرق الدراسة إلى العديد من الجوانب مثل العوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر على خط الساحل، والعمليات التي أدت إلى تغيرات فيه. ومن الأدوات المستخدمة تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، التي تتيح قياس التغيرات في خط الساحل من عام ١٩٨٤ حتى ٢٠٢٤. في ضوء هذه التحليلات، سيتم وضع سيناريوهات للتأثيرات المحتملة لتلك التغيرات في المستقبل، مع اقتراح استراتيجيات للحد من المخاطر التي قد تترتب عليها. كما سيتم استعراض الجهود المبذولة سابقًا لمواجهة تلك التحديات، مع التأكيد على أهمية تعزيز الإيجابيات لتحقيق التنمية المستدامة في المنطقة.

الكلمات المفتاحية: ديناميكية خط الساحل؛ نظم المعلومات الجغرافية؛ الاستشعار عن بعد؛ التنمية المستدامة.

المقدمة:

منذ انطلاق حركة التطوير على ساحل المنطقة وتنفيذ بعض المشاريع الإنشائية بهدف تعزيز الاقتصاد المحلي، شهدت منطقة الدراسة ظهور بعض المشكلات. ورغم أن هذه المنشآت كانت تهدف إلى تحقيق فوائد اقتصادية وتنموية، إلا أن لها آثارًا سلبية تسببت في تغييرات في خط الساحل. ونظرًا لما تشكله ديناميكية خط الساحل من مخاطر قد تهدد السكان والأنشطة الاقتصادية المتواجدة على طول خط الساحل، فإن هذه الدراسة تهدف إلى قياس مدى التغيرات التي طرأت على خط الساحل، وتقديم رؤية مستقبلية تهدف إلى تحسين التخطيط التنموي وضمان استدامته في المنطقة.

الموقع الفلكي والجغرافي:

تقع منطقة الدراسة على ساحل البحر المتوسط في الشمال الشرقي لمصر في شمال سيناء، على خط الساحل الواقع من رفح إلى بئر العبد، حيث يحدها من الشرق قطاع غزة، ومن الغرب مدينة القنطرة شرق، ومن الشمال البحر الأبيض المتوسط، ومن الجنوب المناطق الداخلية لشمال سيناء ويبلغ طول خط الساحل تقريباً ٣٢٠ كم والذي يطل على اربعة مدن ساحلية (رفح- الشيخ زويد- العريش- بئر العبد) والمدينة الساحلية هي نقطة التقاء بين اثنين من النظم الإيكيولوجية المعقدة (النظام البيئي الطبيعي للمناطق الساحلية، والنظام الإيكيولوجي المستوطنات البشرية المرتكزة على الساحل).

أما عن موقع الدراسة الفلكي، فتقع بين دائرتي عرض °30 ′58 ″00 و °31 ′16 ″00 شمالًا، وخطي طول °33 ′54 ″00 و °34 ′28 ″00 شرقًا.

أهداف البحث:

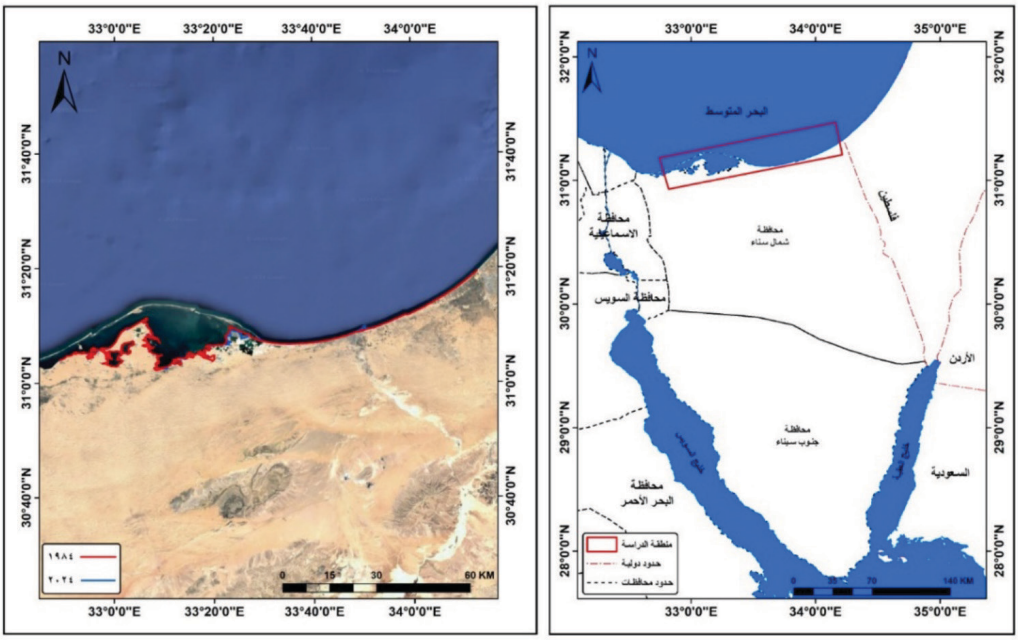
يهدف هذا البحث إلى تقديم دراسة حول ديناميكية خط الساحل في منطقة الدراسة، بما يسهم في تحقيق تنمية مستدامة، وذلك من خلال:

- دراسة ديناميكية المنطقة بشكل عام، مع تحديد مناطق النحت والارساب.
- تحليل التغيرات التي طرأت على خط الساحل وتقييم خطورتها الحالية، بالإضافة إلى تقدير مخاطر استمرار هذه التغيرات في المستقبل.
- اقتراح حلول فعّالة للتعامل مع الأخطار الناتجة عن تغيرات خط الساحل.

منهجية البحث:

تعتمد الدراسة على مجموعة من المناهج لتحقيق تحليل دقيق لديناميكية خط الساحل في منطقة الدراسة وتشمل:

المنهج الاقليمي: حيث اعتمدت الدراسة على دراسة المنطقة التي تطل على البحر المتوسط



شكل (١) موقع منطقة الدراسة

المنهج الوصفي: في فهم ومعرفة الأخطار المرتبطة بتغيرات خط الساحل بالمنطقة وتحديد الأسباب المؤدية لهذه التغيرات.

المنهج التحليلي: لفحص الأسباب والآثار المترتبة على التغيرات الساحلية.

المنهج التاريخي: واعتمدت في ذلك على تحليل تطور خط الساحل عبر فترات زمنية مختلفة.

كما استخدمت الطالبة مجموعة اساليب وهي:

تم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد: في تحليل التغيرات البيئية والجغرافية في منطقة الدراسة الممتدة بين رفح وبئر العبد بشمال سيناء. حيث تم الاعتماد على صور الأقمار الصناعية للقمرين Landsat 5 لعام ١٩٨٤ و Landsat 8 لعام ٢٠٢٤، بدقة ٣٠ مترًا، تمت معالجة وتحليل هذه الصور باستخدام برنامج ArcMap 10.8 ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لاستخلاص التغيرات البيئية على مدار الفترة الزمنية المدروسة. بهدف دراسة التغيرات الساحلية وتحليل تأثير العوامل البيئية على المنطقة بين رفح وبئر العبد.

الأسلوب الكارتوجرافي: في وضع الخرائط المساعدة للدراسة كما تم استخدام أسلوب الدراسة الميدانية لاستكمال البيانات لمنطقة الدراسة.

مصادر الدراسة

• الدراسات السابقة:

١. دراسة (الكيالي، منى عبد الرحمن، ١٩٨٤): تناولت هذه الدراسة "منطقة السهل الساحلي شمالي شبه جزيرة سيناء – دراسة جيومورفولوجية"، واهتمت بتحليل أشكال السطح في المنطقة الساحلية، مع التركيز على دراسة الكثبان الساحلية والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة فيها.

٢. دراسة (دسوقي، صابر أمين،١٩٩٢): ركزت على "جيومورفولوجية الأشكال الرملية في حوضي واديي الحاج والجدي بسيناء"، وناقشت الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة، والتوزيع الجغرافي للكثبان الرملية، بالإضافة إلى تحليل أنواع وخصائص الأشكال الرملية في المنطقة.

٣. دراسة (عبد اللاه، عبد الفتاح صديق، ١٩٩٥): تناولت موضوع "منطقة شمال سيناء – دراسة في الجغرافيا الزراعية"، حيث ركزت على دراسة النشاط الزراعي في شمال سيناء، والعوامل المؤثرة فيه، كما ناقشت المناطق التنموية الجديدة التي تشمل الأراضي التي ستُزرع على ترعة السلام.

٤. دراسة (السباعي، الطاهر عبد الرحيم إبراهيم، ٢٠٠٦): استعرضت هذه الدراسة "الأخطار الجيومورفولوجية بالسهل الساحلي شمالي شبه جزيرة سيناء"، وسلطت الضوء على الأخطار الجيومورفولوجية المرتبطة بالتجوية

الملحية، التملح، العواصف الرملية، والسيول، وتأثيراتها البيئية على المنطقة.

5. دراسة (ثابت، السيد عبد الخالق غيث، ٢٠١٠): ناقشت هذه الدراسة "مشاكل البيئة في شمال سيناء والخيارات البديلة"، وركزت على تحليل العوامل البشرية والطبيعية التي ساهمت في تراجع خط الساحل، كما قدمت مقترحات لحلول بديلة للحفاظ على البيئة الساحلية والتخفيف من آثار التدخلات البشرية.

• مصادر الخرائط والبيانات: اعتمد الباحث في دراسته على الخرائط والبيانات الفضائية المتاحة من هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، بالإضافة إلى استخدام مرئيات الأقمار الصناعية Landsat 8 و Landsat 5. كما تم استخدام برنامج ArcMap 10.8 لمعالجة البيانات وتحليلها واستخلاص المعلومات المتعلقة بديناميكية الساحل والتغيرات البيئية في مناطق الدراسة.

• الدراسة الميدانية: تم إجراء الدراسة الميدانية في منطقتين خلال يومي ٢٥ و٢٦ أكتوبر ٢٠٢٤، بهدف رصد وتحليل التغيرات البيئية الناتجة عن العوامل الطبيعية والبشرية في المنطقة.

– المنطقة الأولى: الريسة (٢٥ أكتوبر ٢٠٢٤): تضمنت الدراسة في هذه المنطقة ملاحظات ميدانية دقيقة على طول الساحل، حيث تم تسجيل وجود نحت واضح في أشجار النخيل المحاذية للشاطئ. وقد تبين أن الميناء القريب كان السبب الأساسي لهذا النحت، مما زاد من معدلات التآكل. كما لوحظ تآكل ملحوظ في الرمال، مما يعكس التحديات المرتبطة بتراجع خط الساحل في هذه المنطقة.

– المنطقة الثانية: وادي العريش (٢٦ أكتوبر ٢٠٢٤): ركزت الدراسة في هذه المنطقة على تحليل التأثيرات الجيومورفولوجية الناتجة عن العمليات الطبيعية والبشرية في وادي العريش. تم توثيق الوضع الحالي للوادي من خلال ملاحظات ميدانية وصور تم التقاطها أثناء الزيارة.

الأدوات المستخدمة:

- GPS لتحديد الموقع
- كاميرا لتوثيق المشاهدات
- دفتر ملاحظات لتسجيل الظواهر البيئية

وسوف يتم تناول محاور الدراسة على ثلاثة محاور وهي:

اولاً: ديناميكية خط الساحل في منطقة الدراسة.

ثانياً: تغيرات خط الساحل.

ثالثاً: ديناميكية خط الساحل وأثره على التنمية

أولاً: ديناميكية خط الساحل في منطقة الدراسة

يعتبر خط الساحل أحد أهم العناصر الجغرافية التي تتأثر بشكل كبير بالعوامل الطبيعية والبشرية على حد سواء. في منطقة شمال شبه جزيرة سيناء، الممتدة من رفح إلى بئر العبد، تتداخل عدة عوامل ديناميكية تؤثر في تكوين هذا الخط وتغيره بمرور الوقت. من بين هذه العوامل، تضاريس السواحل، التركيب الجيولوجي، التأثيرات الهيدرولوجية، ومصبات الأودية، بالإضافة إلى الأنشطة البشرية والتغيرات المناخية، كلها تلعب دورًا محوريًا في تحديد شكل وتطور الساحل.

١-عوامل مرتبطة بالبحر:

التأثيرات البحرية تعتبر من العوامل الرئيسية التي تسهم في تشكيل وتغير خط الساحل، خاصة في المناطق الساحلية مثل تلك الممتدة من رفح إلى بئر العبد. تتضمن هذه التأثيرات عدة عوامل بيئية مثل المد والجزر، الأمواج، التيارات البحرية. يمكن تلخيص التأثيرات الهيدرولوجية على النحو التالي:

أ-المد والجزر:

تأثيرات المد والجزر تعتبر من أهم العوامل التي تؤثر في ديناميكية خط الساحل، يتغير مستوى المياه بشكل منتظم بين المد والجزر، مما يؤثر في حركة الرمال، التآكل والترسيب على طول الشاطئ.

ديناميكية المد والجزر: المد والجزر يساعدان في نقل الرمال من الشواطئ إلى الداخل والعكس. في بعض المناطق، يؤدي ارتفاع المد إلى تغطيّة مساحات واسعة من الشواطئ، بينما يساهم انخفاض المد في كشف طبقات من الرمال والطين. كما أن تأثيرات المد والجزر تساهم في تشكيل الكثبان الرملية وتراكم الرواسب في المناطق المنخفضة. ويعد البحر المتوسط من أقل البحار في العالم تأثراً بالمد، حيث لا يكاد يصل فيه المد من المتر في المتوسط، وذلك لكونه من البحار المغلقة (يوسف فايد، صبري محسوب، ٢٠٠١ ، ص ١٢٠) بينما كان أكثر أنواع المد تأثيراً في ساحل شمال سيناء هو النصف يومي، والذي بلغ معدله ٣٠ سم ، وهو معدل صغير (Frihy، ١٩٩٧،١٤٣) وينتج عن هذا تقدم وتراجع للمياه

عن الساحل وهو ما يعرف بالتيارات المدية، التي تعمل على نقل الرواسب وتوزيعها من البحر إلي الساحل، أو من الساحل إلي البحر ، مما يجعل لتلك التيارات دوراً مؤثراً في تشكيل شاطئ منطقة الدراسة.

ب-الأمواج:

الأمواج هي حركة سطحية للمياه نتيجة انتقال الطاقة عبر الماء وعادة ما تكون ناتجة عن الرياح التي تهب على سطح الماء، تُعتبر الأمواج من العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في ديناميكية خط الساحل بمنطقة الدراسة، وتُسهم الأمواج في عمليات النحت والترسيب التي تؤثر بشكل مباشر على استقرار خط الساحل.

ارتفاع الأمواج وعلاقته بالرياح: يتأثر ارتفاع الأمواج بشكل مباشر بسرعة الرياح وفترة هبوبها. فعندما تهب الرياح بسرعة ١٦ كم/س، يتولد عنها أمواج يصل ارتفاعها إلى أكثر من ٦٠ سم، في حين أن الرياح بسرعة ٤٠ كم/س تولد أمواجًا بارتفاع يزيد على ٤,٥ متر. أما الرياح العاصفة بسرعة ٨٠ كم/س، فتؤدي إلى أمواج يتجاوز ارتفاعها ١٨ مترًا. هذا يشير إلى أن ارتفاع الأمواج يرتبط ارتباطًا وثيقًا بشدة الرياح وفترة تأثيرها. الأمواج الناتجة عن الرياح القوية داخل نطاق نفوذها تكون غير منتظمة ومختلطة، بينما بعد خروجها من هذا النطاق تصبح أطول وأقل ارتفاعًا وأكثر انتظامًا. (سباعي، ط.، ٢٠٠٦،ص١١٨، ١١٩)

اتجاه الأمواج وتأثيرها على الشواطئ: تتبع الأمواج في منطقة الدراسة الاتجاه السائد للرياح، والذي يكون شماليًا وشماليًا غربيًا معظم أيام السنة. كما تظهر أمواج شمالية وشمالية شرقية خلال شهور مارس وأبريل وسبتمبر نتيجة الرياح الموسمية في هذه الفترة. تؤثر هذه الأمواج بشكل واضح على مورفولوجية الشواطئ، حيث تكون الأمواج الهادئة في أوقات الصيف والخريف بانية للشواطئ، بينما الأمواج الناتجة عن اضطراب الرياح في الشتاء والربيع تعمل على تآكل الشواطئ وتعريتها، خاصة عند تعامدها مع خط الساحل.

تأثير الأمواج على ديناميكية الساحل في منطقة الدراسة:

- **النحت:** المناطق المكشوفة تتعرض لنحت شديد بسبب الأمواج العالية والقوية خلال الشتاء.
- **الترسيب:** في المناطق المحمية أو خلال الصيف، تكون الأمواج أقل قوة، مما يُتيح عمليات الترسيب وتكوين شواطئ جديدة

ت. التيارات البحرية

تُعتبر التيارات البحرية من العوامل التي تسهم بشكل كبير في تشكيل ديناميكية خط الساحل في منطقة الدراسة.

سرعة التيارات البحرية: تتأثر التيارات البحرية بسرعتها، حيث تلعب السرعة دورًا رئيسيًا في تحديد قدرة التيار على حمل الرواسب. فعلى سبيل المثال:

- التيار الذي تبلغ سرعته ٢٠ سم/ث يمكنه نقل الحبيبات الرملية التي تتراوح أقطارها بين ٦/١ مم و٢ مم.
- أما التيار الذي تبلغ سرعته ١٥ سم/ث فيحمل الحبيبات التي تتراوح أقطارها بين ٤/١ مم و٢/١ مم، وهي الأحجام الأكثر قابلية للنقل (محمد صبري محسوب، ١٩٩١: ص٨٠).

تؤثر الرواسب بدورها على سرعة التيارات وحجم المواد التي يمكنها نقلها. ومع ذلك، قد تصل سرعة التيارات إلى مستويات أعلى خلال فترات العواصف أو الرياح الشديدة، مما يعزز قدرتها على نقل الرواسب الأكبر حجمًا.

اتجاه التيارات: ويتأثر ساحل شمال سيناء بتيار البحر المتوسط الذي يتجه من الغرب الى الشرق، كما تؤثر الرياح في اتجاه التيارات البحرية، ويُلاحظ أن التيارات تتحرك في اتجاهات معاكسة للرياح في بعض الأحيان، ما يؤدي إلى تأثيرات معقدة على توزيع الرواسب والنحت الساحلي.

٢-عوامل مرتبطة باليابس

أ.مورفولوجية الساحل:

ينتشر في منطقة الدراسة سهول رملية متموجة ريحية تبدأ من البحر الأبيض المتوسط ، ويوجد وفرة من المواد غير المتماسكة والمعاد تشكيلها ريحيًا من العصر الرباعي على الكثبان الرملية والسهول الرملية الشمالية. (Greenwood,N1979) تتمتع سواحل شمال سيناء بتضاريس ساحلية متنوعة، تتراوح بين السهول الرملية والشواطئ المنخفضة. يشمل الساحل مناطق كبيرة من السهول الرملية التي تتعرض بشكل مستمر للتعرية البحرية بسبب التيارات البحرية والرياح

يتضح من خلال شكل (٢) مورفولوجية منطقة الدراسة الواقعة بين خطي طول 33°E و 34°E وخطي عرض 31°N و31.5°N. يتميز الإقليم بسطحه المنخفض في الأجزاء الشمالية القريبة من البحر المتوسط، أما المناطق الجنوبية، فتحتوي على بعض التضاريس المرتفعة، والتي تمثل الكثبان

الرملية أو التلال المحدودة الارتفاع. يُلاحظ أن الانحدار العام للمنطقة يتم بشكل تدريجي من الجنوب إلى الشمال باتجاه البحر المتوسط، مما يعكس طبيعة هينة التضرس، مع غياب التضاريس الوعرة.

١. السهل الساحلي:

الجزء الداخلي بمحاذاة خط الساحل يبدأ بمياه ضحلة، ويضم عدة مستنقعات وبحيرات وأراض رطبة، وتبدأ تلك الظواهر بمنطقة الدراسة ببحيرة البردويل، وتتصل بحيرة البردويل بالبحر ببوغاز اتساعه نحو ١٠٠ م، وفي الشتاء تؤلف البحيرة بكاملها مسطحاً مائياً واحدا ثم تنحسر عن قطاعها الشرقي صيفا لتشكل بحيرتين منفصلتين، وآخر المستنقعات على الساحل الشمالي فتقع عند الشيخ زويد بين العريش ورفح وتبعد حوالي ٢ كم عن ساحل البحر وتحيط بها الكثبان الرملية وأشجار النخيل من الشمال والغرب.

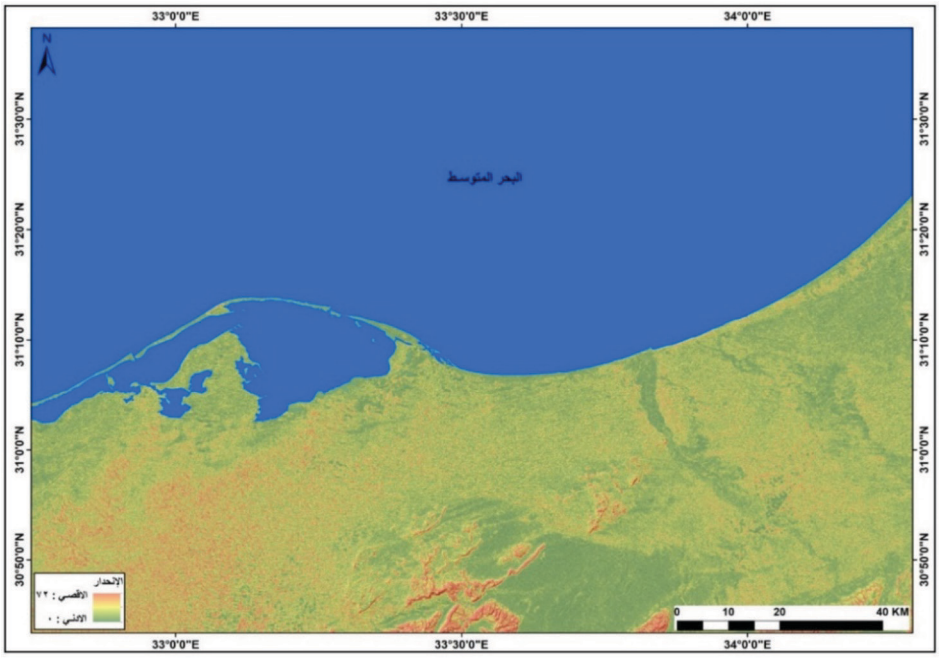
قطاع السهول يقع بعد خط الساحل مباشرة وبلغ أقصى ارتفاع فيه نحو ٢٥٠ م، وتبلغ مساحة ٨٠٠ كم"، كما يتميز باتساعه كثيراً في الغرب ثم يضيق قليلاً في الوسط، وتعد السهول المكونة لهذا القطاع بمثابة امتداد طبيعي لصحراء شرق دلتا النيل، وأبرز معالم هذا النطاق السهلي هو الكثبان الرملية المنتشرة به، والكثبان الرملية في سهول شمال سيناء تمثل خزان مياه الأمطار الطبيعي، ويتم الاعتماد عليها بشكل أساسي في الزراعة. (الدسوقي،م.٢٠١٨ص٨١)

• **الخصائص:** السواحل بين رفح وبئر العبد تتميز بشواطئ رملية ممتدة تعرضت للتأثيرات الطبيعية مثل الأمواج والتيارات البحرية، تتكون من كثبان رملية نتيجة لتأثير الرياح السائدة التي تعمل على نقل الرمال من الشواطئ إلى داخل الأراضي الساحلية.

أثر الديناميكية: السواحل الرملية عرضة للتآكل بسبب حركة الأمواج والرياح، مما يؤدي إلى تغيير مستمر في شكل الشاطئ، الكثبان الرملية تساعد في حماية الشواطئ من التآكل وتساهم في تشكيل سواحل جديدة نتيجة لترسيب الرمال.

٢.المنحدرات والمناسيب:

الخصائص العامة: تتراوح المناسيب في المنطقة الممتدة من رفح لبئر العبد من ٠ الي ٢٠ متراً فوق مستوي سطح البحر وتشمل السهول الرملية والشواطئ وهي الأكثر انخفاضاً في المنطقة، ويوجد المناطق القريبة جنوب الساحل والتي تبدأ في التدرج تدريجياً من ٢٠ الى ٤٠ متراً وتشكل نسبة كبيرة من هذه المنطقة، والمناسيب الأكثر شيوعاً عند التحرك جنوباً نحو المناطق الداخلية من ٤٠ الى ٨٠ متراً، وبالنسبة للانحدار فغالباً يسود انحدار ٠,٥ درجة في المناطق الساحلية وفي المناطق الداخلية نحو الجنوب تتدرج المناسيب لتتراوح من ٠,٥ الى ٢ درجة، الكثبان الرملية تمتد بشكل



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

شكل (٢) والذي يوضح مورفولوجية منطقة الدراسة

سلس ويميل الانحدار نحو الداخل ليصبح اقل وضوحاً. (سباعي، ط.، ٢٠٠٦، ص. ٣١-٣٥)

ب.جيولوجية الساحل:

تتميز جيولوجية المنطقة بالبساطة، حيث إن أقدم التكوينات السطحية ترجع إلى العصر الكريتاسي والآيوسيني من الزمن الثالث، يليها تكوينات البليستوسين والهولوسين من الزمن الرابع، وتشمل تكوينات الزمن الثالث صخور الكريتاسي الأسفل (حجر رملي وطفل) والأيوسين (حجر جيري غني بالحفريات والصوان). أما تكوينات الزمن الرابع فتضم رواسب البليستوسين المتناثرة ورواسب الهولوسين (الكثبان والفرشات الرملية) التي تعد مصدرًا للمياه الجوفية. (فؤاد، محمد. ٢٠١٨، ص ٨٦٣).

ويرى (El Gawaby et al., 1982) أن الغطاء الرملي السائد في هذه المنطقة يخفي العديد من الظاهرات البنيوية، مثل الفوالق، باستثناء الطيات التي تمكنت من الظهور على السطح.

ت. مصب وادي العريش

طبقا لخط الساحل عام ١٩٧٣ كان مجرى وادي العريش يتقدم داخل البحر بعشرات الأمتار متخذاً بذلك شكل دلتا متوسط الحجم، كما يتضح لنا كذلك أن عرض المجرى عند المصب كان يزيد عن ٦٠٠ متر، مما يدل على قوة مصب الوادي، وبالتالي وفرة الحمولة النهرية، كما يلاحظ تواجد آثار أشكال المجاري القديمة للنهر، والمنعطفات المهجورة، مما يوحي إلى ديناميكية نهرية جد حيوية. وبصفة عامة لا يؤثر مصب وادي العريش على عمليات النحت والارساب على ساحل العريش بصورة فعلية إلا عندما تحدث السيول حيث يقوم الوادي بإلقاء مياه السيول المحملة بالرواسب في البحر المتوسط، والتي تؤثر بصورة كبيرة ولفترة محدودة على عمليات النحت والارساب على الساحل ،حيث تزيد من عمليات الإرساب في القسم الشرقي من مصب الوادي، وذلك بطبيعة اتجاه التيارات البحرية والأمواج، وفي عام ٢٠١٢ تم إجراء مجموعة من الحمايات على مصب وادي العريش في أعقاب سيل (٢٠١٠) وذلك بتبطين مجرى الوادي فضلا عن عمل وتعلية جوانب المجرى واختصار دلتا الوادي في مجرى ضيق، كما تم إنشاء مجموعة من حواجز الأمواج العمودية على الساحل وكذلك تغذيه الشاطئ بكميات كبيرة من الرمال من اجل تعويض ما يتآكل عن طريق النحت.

شكل (٣) لمنطقة وادي العريش

ج. أشجار النخيل

تأثرت أشجار النخيل على ساحل العريش بشكل عام نتيجة عمليات نحت الساحل، وخاصة في منطقتي شاطئ السكساكة وشاطئ الريسية. فقد تسببت هذه العمليات في اقتلاع نحو ١٢٠٠ نخلة خلال فترة عشر سنوات فقط. وبشكل خاص على شاطئ الريسية، كان لمشروع ميناء العريش البحري تأثير كبير في تعزيز عمليات النحت شرق الميناء، مما أدى إلى تدهور هذه الأشجار. على الرغم من ذلك، ساهمت جذوع النخيل في تعزيز تماسك التربة إلى حد ما، مما أسهم في تقليل تأثير عمليات النحت بصورة نسبية. (فؤاد،محمد.٢٠١٦.ص١٢١٣)

٣-عوامل مرتبطة بالمناخ:

أ. الحرارة:

تُظهر البيانات المناخية في منطقة الدراسة تبايناً واضحاً في درجات الحرارة، حيث تقل المتوسطات السنوية للحرارة من الغرب إلى الشرق ومن الشمال إلى الجنوب، بسبب تأثير خط الساحل وارتفاع المنطقة. يبلغ المتوسط السنوي في العريش ٢٠,٤٥°م، وفي رفح ٢٠°م، لا تنخفض درجات الحرارة في المنطقة عن ٦°م، وهو الحد الأدنى لنمو النباتات، حيث يؤدي انخفاضها عن هذا المستوى إلى توقف العمليات الحيوية للنباتات وتجمد المياه في التربة. تشهد منطقة الدراسة أعلى درجات الحرارة في شهر أغسطس، حيث سجلت في رفح ٣١,٤°م، وفي العريش ٣١,٣°م. أما أقل درجات الحرارة فتسجل في شهر يناير، حيث بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في رفح ٧,٨°م، في العريش ٨,٩°م. بالنسبة للقيم المتطرفة، سجلت أعلى درجات الحرارة المطلقة في العريش ٤٨,٦°م، ورفح ٤٥,٤°م، بينما أدنى درجات الحرارة المطلقة كانت ٠°م في العريش (٨ فبراير ١٩٥٠)، و٢°م في رفح (٢٩ يناير ١٩٥٠).

ب. الرياح:

في منطقة الدراسة تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية بنسبة ٥٥,٣٪، مما يؤدي إلى حركة الكثبان الرملية في هذا الاتجاه. تسجل المنطقة نسباً منخفضة في سرعة الرياح مقارنة ببقية المناطق الداخلية في شمال سيناء، مما يقلل من تأثير العواصف الرملية على بيئة الساحل. ومع ذلك، تظل العواصف الرملية تشكل تهديدًا على الساحل، خاصة في رفح والعريش، حيث تؤثر على الرؤية والملاحة في البحر المتوسط.

ت. الأمطار:

تتراوح كمية الأمطار في منطقة الدراسة، فمثلاً تسجل رفح أعلى كمية أمطار تصل إلى ٣٠٤,٥ مم سنوياً، بينما يقل المعدل في العريش إلى ١٠٣,٨ مم. ويُلاحظ أن أكثر الشهور مطراً في رفح هو نوفمبر، بينما في العريش يكون ديسمبر هو الأكثر مطراً. تتأثر كمية الأمطار بشكل كبير بفصل الشتاء الذي يشهد أعلى معدلات هطول الأمطار، حيث يسهم تأثير المنخفضات الجوية في زيادة الأمطار، بينما تنعدم الامطار في فصل الصيف.(ثابت، السيد.٢٠١٠)

ج. التغيرات المناخية:

مع تأثير التغيرات المناخية العالمية، يُتوقع أن ترتفع مستويات البحر، مما سيؤدي إلى زيادة التآكل في بعض المناطق الساحلية في منطقة الدراسة، وهو ما يتطلب إجراءات لحماية السواحل. يرجع التغير في مستوى سطح البحر المتوسط إلى التغيرات المناخية، التي تؤدي إلى ذوبان

شكل(٤) صورتان لتآكل الشاطئ في منطقة الريسة وانكشاف جذور النخيل.

الجليد وزيادة حجم المياه في البحار والمحيطات. ويُقدر معدل ارتفاع سطح البحر المتوسط بحوالي ٩,٣ مم/سنة، خاصة في منطقة شرق البحر المتوسط، مما يُعد دليلًا واضحًا على ارتفاع منسوب سطح البحر بشكل عام في منطقة الدراسة، وبالتالي تهديد شواطئها (Denail, 2007, p.8).

٤-الأنشطة البشرية وتأثيراتها

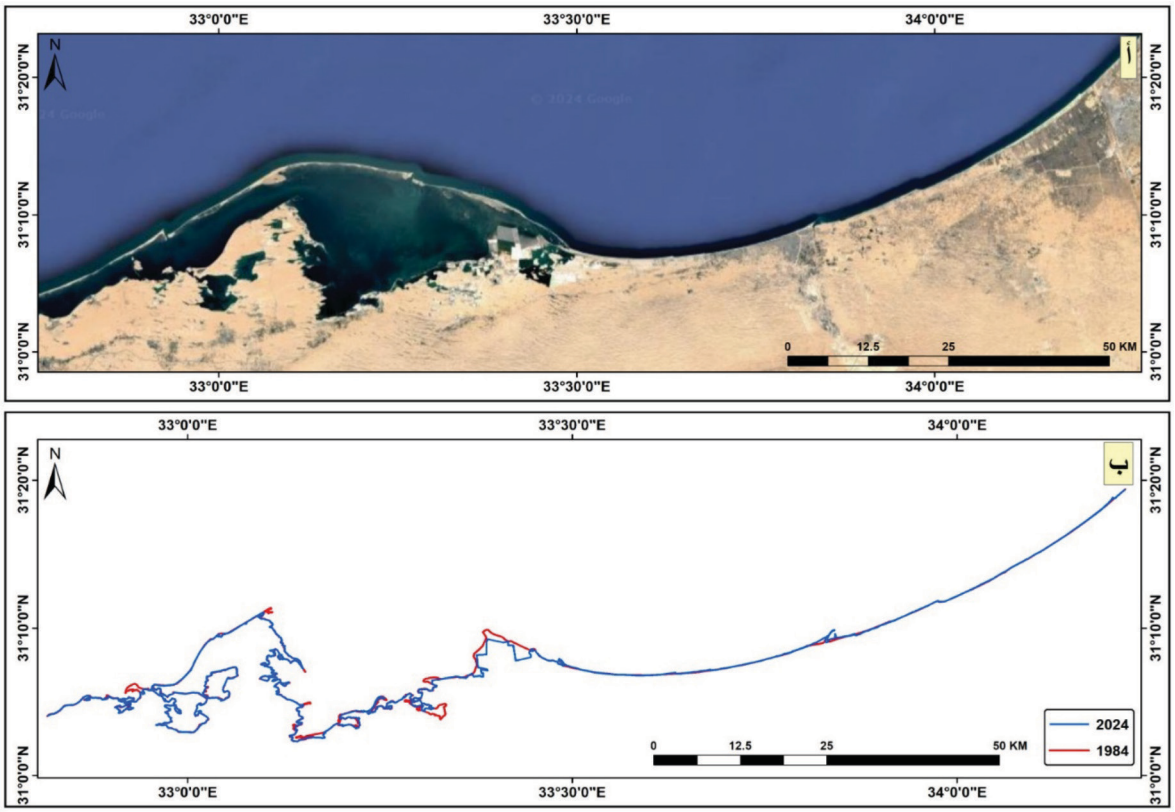
الأنشطة البشرية مثل بناء الموانئ، المدن الساحلية، وزراعة الأراضي على الشواطئ قد ساهمت في التغيرات الجغرافية في شمال سيناء. في ظل التوسع العمراني الذي شهدته المنطقة في العقود الأخيرة، أدى ذلك إلى تقليص المساحات الطبيعية وزيادة التلوث في بعض المناطق الساحلية. كما أن إقامة مشروعات ضخمة مثل ميناء العريش والمحطة البخارية قد أثرت على توازن الأنظمة البيئية الساحلية، وهذه النقاط سيتم تناولها بالتفصيل خلال هذه الدراسة.

ثانياً: تغيرات الساحل:

يمثل خط الساحل الحد الديناميكي بين اليابسة والمسطحات المائية، حيث يعكس التفاعل المستمر بين العمليات الطبيعية والأنشطة البشرية. ويعد مفهوم تغير خط الساحل أحد المؤشرات الهامة لتقييم تأثير التغيرات البيئية والتدخلات البشرية مثل التوسع العمراني وبناء الموانئ. دراسة هذه التغيرات لا تسهم فقط في فهم العمليات الجيومورفولوجية، بل توفر أيضًا رؤى علمية لدعم التنمية المستدامة، من خلال توجيه استراتيجيات إدارة المناطق الساحلية وتقليل مخاطر التآكل والتدهور البيئي.

ا.تغيرات خط الساحل في الفترة من عام ١٩٨٤ الى ٢٠٢٤

يُعد تتبع تغيرات خط الساحل عبر الفترات الزمنية الطويلة أداة أساسية لفهم ديناميكية التغيرات الساحلية وتأثير العوامل الطبيعية والبشرية عليها. ومن خلال تحليل خط الساحل في منطقة الدراسة على مدار الفترة من عام ١٩٨٤ إلى ٢٠٢٤، كما هو موضح في شكل (٥)، يمكن ملاحظة التغيرات الناتجة عن عمليات النحت والإرساب، بالإضافة إلى تأثير الأنشطة البشرية مثل إنشاء الموانئ والتنمية العمرانية. هذا التحليل يُمكن من توفير قاعدة بيانات تدعم جهود الإدارة المستدامة للمناطق الساحلية وتخفيف الآثار السلبية لتآكل الشواطئ.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

شكل (٥) تغيرات خط الساحل في الفترة ما بين ١٩٨٤ الى ٢٠٢٤

تمتد منطقة الدراسة على طول خط الساحل بمسافة ٣٢٠ كيلومترًا بين مدينتي رفح وبئر العبد. يتضح من خلال دراسة شكل (٥) حدوث تغيرات ملحوظة في موضع خط الساحل بين عامي ١٩٨٤ و٢٠٢٤ باستخدام صور Landsat بدقة ٣٠ مترًا. وقد أظهرت النتائج تراجع خط الساحل باتجاه اليابسة، مما يشير إلى حدوث تعرية ساحلية. وإذا استمر تغير خط الساحل بهذه الوتيرة، فإنه سيؤدي إلى فقدان الأراضي والممتلكات الساحلية، بالإضافة إلى تهديدات بيئية مثل تدهور النظم البيئية البحرية. كما سيزيد من التكاليف الاقتصادية المرتبطة بوسائل الحماية الساحلية. لذا يصبح من الضروري اتخاذ تدابير استباقية مثل التخطيط البيئي وإدارة السواحل المستدامة لحماية المجتمعات الساحلية وتقليل الآثار السلبية للتآكل

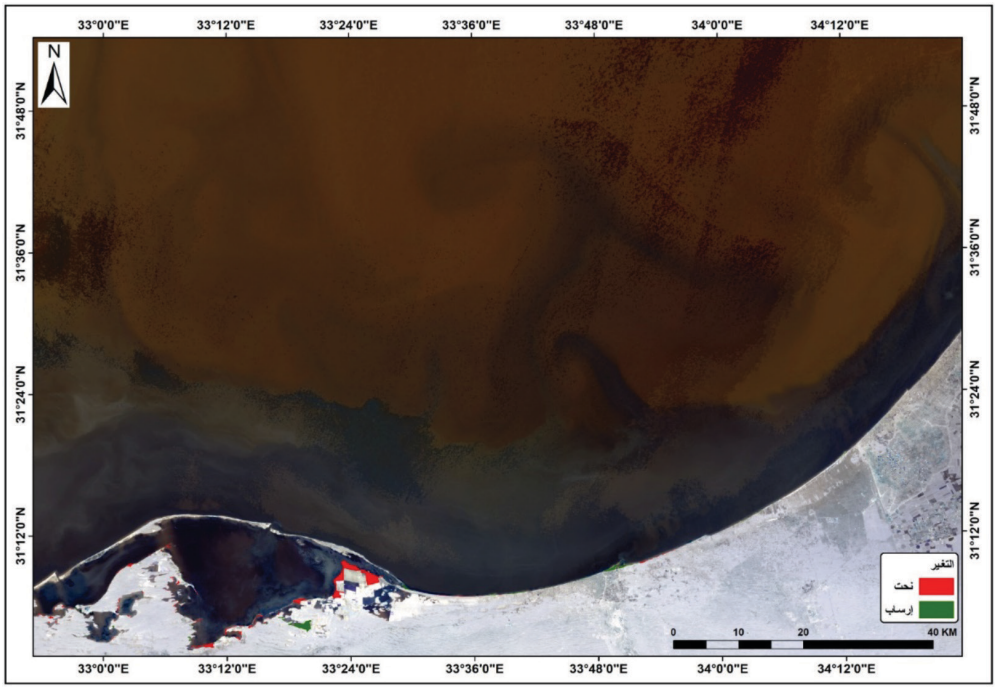
٢. تغيرات مساحات النحت والارساب:

تعتبر مناطق النحت والإرساب من الظواهر الساحلية الأساسية التي تلعب دورًا محوريًا في تشكيل خطوط الساحل. يتسبب النحت في إزالة المواد من مناطق معينة على الشاطئ أو قاع البحر، بينما يحدث الإرساب عندما يتم نقل هذه المواد إلى مناطق أخرى. تؤثر هذه الظواهر بشكل كبير على الاستقرار البيئي والبنية التحتية للمناطق الساحلية.

جدول (١) حصيلة تطور خط الساحل في الفترة ما بين ١٩٨٤ الى ٢٠٢٤

التغيرات	المساحة (بالكيلو متر مربع)
النحت	١٤,٥
الإرساب	٦
طول خط الساحل	كم٣٢٠

يشير تحليل البيانات الي ان منطقة الدراسة الممتدة من رفح إلى بئر العبد على طول ٣٢٠ كم، تعاني من مشكلات واضحة تتعلق بتآكل الشواطئ حيث بلغت مساحات النحت ١٤,٥ كم^2، مقارنة بمساحات الإرساب التي لم تتجاوز ٦ كم^2. مما يعكس تأثير العوامل الطبيعية والبشرية على خط الساحل، ويعكس حالة النحت المستمر على الشاطئ وتقدم البحر على حساب اليابس، مما يؤدي الى خسائر متزايدة في الأراضي الساحلية. كما توضح المرئية من خلال شكل (٦) ان المناطق المتأثرة بالنحت تتركز بشكل واضح في المواقع المكشوفة، مما يدل على الحاجة الي تطبيق استراتيجيات حماية فعالة. بناءً على هذه النتائج، يجب العمل على تخفيف آثار النحت وزيادة معدلات الإرساب من خلال إدارة متاكملة للسواحل. ترتبط عمليات النحت والإرساب بخصوصية كل منطقة على حدة. واتضح انه من أكثر المناطق التي تعرضت للتغيرات في الفترة بين ١٩٨٤ الى ٢٠٢٤ في منطقة الدراسة، نتيجة للتغيرات الديناميكية، على خط الساحل:



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

شكل (٦) توزيع مناطق النحت والإرساب

١. بحيرة البردويل:

تُعد بحيرة البردويل من المناطق الساحلية البارزة في شمال سيناء، والتي تعرضت لتغيرات ملحوظة نتيجة النحت والترسيب الناتجين عن العوامل الطبيعية والبشرية. ويمثل ذلك تأثيرًا مباشرًا على ديناميكية السواحل وتوازنها البيئي.

• تُعد بحيرة البردويل الأكثر تعرضًا للنحت في منطقة الدراسة، حيث بلغت مساحات النحت حوالي ١٣,٨ كيلومتر مربع، في حين بلغت مساحات الترسيب حوالي ٣,٧ كيلومتر مربع، من إجمالي مساحات النحت والترسيب بمنطقة الدراسة

٢. المحطة البخارية غرب العريش

• تعرضت المنطقة لزيادة في النحت شرق المحطة نتيجة لإنشاء حاجز أمواج حول مأخذ مياه التبريد، والذي تسبب في تغيير اتجاه حركة الأمواج الطبيعية.

• بلغت مساحات النحت في هذه المنطقة حوالي ٠,٠١ كيلومتر مربع، بينما بلغت مساحات الترسيب حوالي ٠,٠٤ كيلومتر مربع، من إجمالي مساحات النحت والترسيب بمنطقة الدراسة.

• يشكل هذا النحت تهديدًا لاستقرار الشاطئ والبنية التحتية القريبة.

٣. ميناء العريش البحري

• تسبب إنشاء الميناء في تغير أنماط التيار البحري، مما أدى إلى:

• تراجع مساحات النحت شرق الميناء حتى تكاد تكون غير ملحوظة.

• ترسيب غرب الميناء، وبلغت مساحات الترسيب حوالي ١,١ كيلومتر مربع، من إجمالي مساحات النحت والترسيب بمنطقة الدراسة.

تُعد هذه المناطق من أكثر المناطق التي شهدت تغيرات ملحوظة على خط الساحل، مما يستدعي الحاجة إلى حلول استباقية لإدارة السواحل بشكل مستدام وتقليل المخاطر المستقبلية على البيئة والبنية التحتية.

ثالثاً: ديناميكية خط الساحل وأثره على التنمية

يُعتبر استقرار خط الساحل من العناصر الجوهرية لضمان استدامة التنمية في المناطق الساحلية، حيث يمثل قاعدة أساسية لدعم الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. ومع ذلك، فإن تراجع استقرار الساحل، سواء نتيجة العمليات الطبيعية كالنحت والترسيب أو بسبب التدخلات البشرية غير المخططة، يشكل تهديدًا مباشرًا لاستمرارية التنمية. هذه التغيرات الديناميكية تؤدي إلى فقدان الأراضي الساحلية، وتآكل البنية التحتية، واضطراب النظم البيئية، مما ينعكس سلبًا على الإمكانات التنموية لهذه المناطق.

١. أمثلة تطبيقية لتأثير ديناميكية خط الساحل على التنمية

أ. ميناء العريش البحري

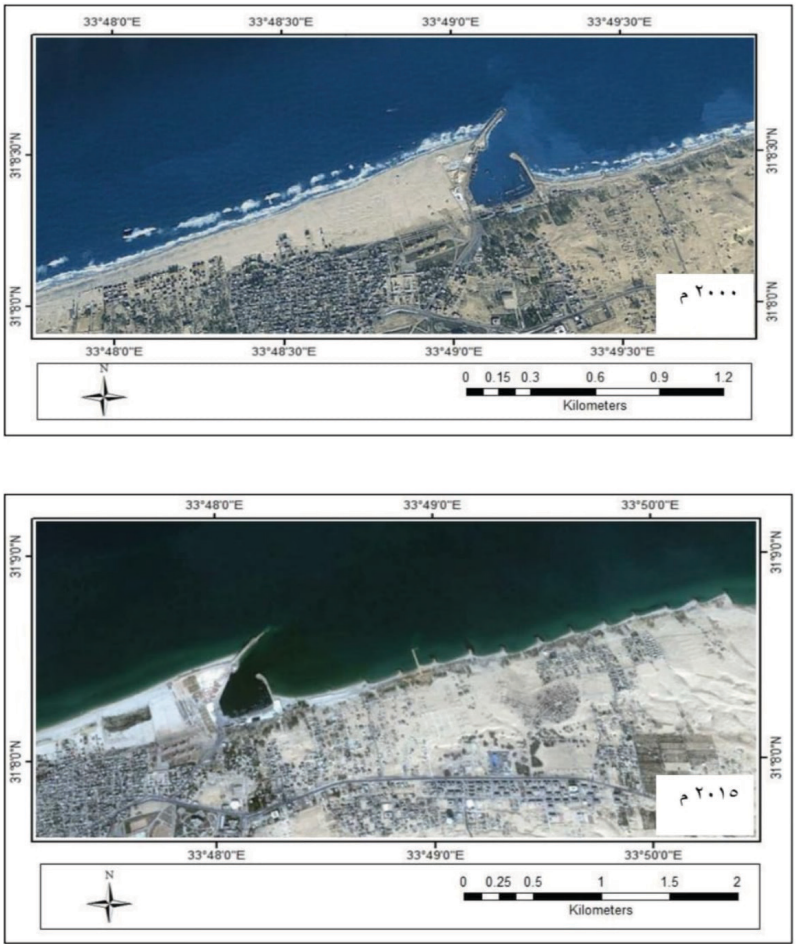
يُعتبر ميناء العريش البحري نموذجًا لتأثير المشروعات الساحلية على ديناميكية خط الساحل. أدى إنشاء الميناء إلى تغيرات ملحوظة في معدلات النحت والترسيب على جانبي الميناء، مما أثر بشكل مباشر على التنمية الساحلية في المنطقة.

• البنية الهندسية للميناء:

يضم الميناء حاجز أمواج رئيسيًا بطول ٦٧٠ مترًا، يمتد باتجاه مائل نحو الغرب، ويتعامد على الساحل. الحاجز مكوّن من كتل خرسانية يتراوح وزنها بين ١٥ و٤٠ أطنان. كما يحتوي الميناء على حاجز أمواج ثانوي شرقي بطول ٣٢٥ مترًا، بكتل خرسانية يتراوح وزنها بين ٤,٥ و٧ أطنان، وتبلغ مساحة المسطح المائي للميناء حوالي ٤٠ فدانًا، بينما يصل أقصى طوله إلى ٢٥٠٠ متر.

• التغيرات الديناميكية الناتجة عن الميناء:

أدى تصميم الحاجز الرئيسي، الذي يقع عموديًا على اتجاه التيار البحري، إلى اضطراب التيارات الساحلية، في الجانب الشرقي للميناء، تسبب هذا الحاجز في زيادة النحت الساحلي بمعدلات تراوحت بين ٣٠ و٦٠ مترًا. وقد نتج عن ذلك تدهور كبير في البيئة الساحلية، بما في ذلك تدمير أعداد كبيرة من أشجار النخيل، أما الجانب الغربي للميناء، فقد شهد ترسيبًا كبيرًا تراوحت مساحته بين ٨٠ و٩٠ مترًا، مما أدى إلى تغير في شكل الساحل وكان ذلك من ٢٠٠٠ الى ٢٠١٥، كما يوضح شكل (٨) (سيد ثابت، ٢٠١٠)، ولكن كما ذكرنا سابقاً من خلال شكل (٦) تراجعت مساحات النحت شرق الميناء حتي تكاد تكون غير ملحوظة. في حالة ميناء العريش، الترسيب الكبير غرب الميناء (١,١ كيلومتر مربع) قد يؤدي إلى تعطيل التوازن الطبيعي للساحل ويؤثر على الأنشطة الاقتصادية المرتبطة به، مما يستدعي حلولاً مدروسة للتعامل مع آثاره.



المصدر: (فؤاد، محمد. ٢٠١٦. ص١٢١٧)

شكل(٧) الفرق بين ساحل منطقة الميناء بين عامي ٢٠٠٠ الى ٢٠١٥

ب. المحطة البخارية

تُعد المحطة البخارية لتوليد الكهرباء في غرب العريش من المنشآت الحيوية التي تؤثر في البيئة الساحلية المحيطة بها. وقد شهدت المنطقة تأثيرات واضحة نتيجة لإنشاء المرفق البحري حول مأخذ مياه التبريد الخاص بالمحطة.

- **التغيرات الناجمة عن إنشاء المحطة:**

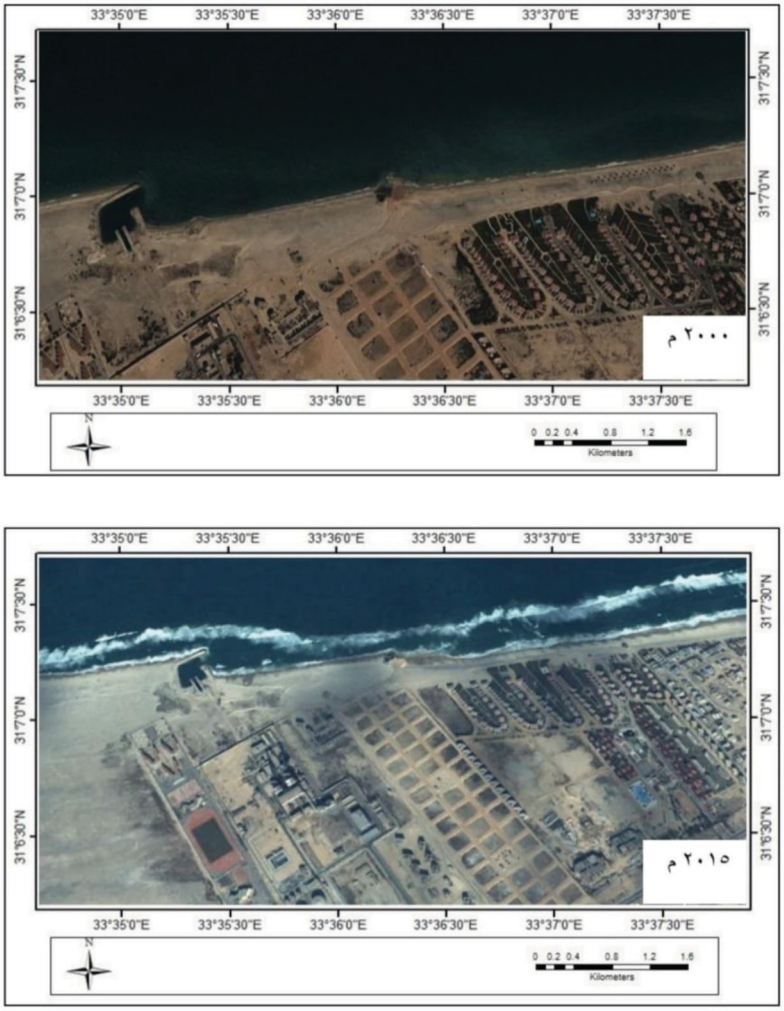
تم إنشاء حاجز أمواج حول مأخذ مياه التبريد، مما أدى إلى تغيرات ملحوظة في اتجاه التيارات البحرية السائدة في المنطقة، أدت هذه التغيرات إلى حدوث نحت على الجانب الشرقي من المحطة بمسافة تتراوح بين ١٥ و٤٠ مترًا، مما أثر بشكل مباشر على استقرار شاطئ قرية سما العريش الواقعة شرق المحطة.

- **التأثيرات البيئية والتنموية:**

التغيرات الناتجة عن النحت تهدد استقرار شاطئ قرية سما العريش، مما ينعكس على البنية التحتية في المنطقة، لتقليل الآثار السلبية للنحت، يتم تغذية الشاطئ سنويًا بحوالي ٢٥٠،٠٠٠ متر مكعب من الرمال لتعويض الفاقد، مما يضيف عبئًا إضافيًا على ميزانية الصيانة.

- **المقترحات لتخفيف التأثيرات:**

في دراسة (فؤاد،محمد،٢٠١٦.ص١٢١٨) توصي بتعديل تصميم مأخذ مياه التبريد في المحطة البخارية لتوليد الكهرباء في غرب العريش. يتمثل التعديل في استخدام أنابيب وقناة أسفل البحر بميول تضمن تدفق المياه بشكل طبيعي إلى حوض كبير على اليابسة، مما يقلل من تأثير تغير اتجاه التيارات البحرية. يقترح أن يكون هذا التعديل مشابهًا للمأخذ المستخدم في المحطة البخارية في منطقة بالوظة. يهدف هذا التعديل إلى الحد من تكوّن اللسان الناشئ عن المأخذ الحالي، الذي يتسبب في النحت شرق المحطة. من خلال هذا الحل، سيتم تقليل التأثيرات السلبية على البيئة الساحلية واستقرار الشاطئ، وبالتالي تقليل الحاجة لتغذية الشاطئ بالحصى والرمال بشكل مستمر، مما يعزز من استدامة التنمية في المنطقة.



المصدر: (فؤاد، محمد.٢٠١٦.ص١٢١٩)

شكل(٨) الفرق بين ساحل منطقة المحطة البخارية بين عامي ٢٠٠٠ الى ٢٠١٥

الاستنتاجات:

- تأثير العوامل الطبيعية على ديناميكية خط الساحل: العوامل الهيدرولوجية، مثل المد والجزر والأمواج والتيارات البحرية، تلعب دورًا رئيسيًا في تشكيل وتغيير خط الساحل في منطقة شمال سيناء. كما تتأثر سواحل المنطقة بتغيرات الأمواج والرياح، مما يؤدي إلى نحت الشواطئ وترسيب الرمال في مناطق معينة، مما يؤدي إلى تغيرات مستمرة في شكل الساحل بشكل طبيعي.

١. **التأثيرات البشرية:** الأنشطة البشرية مثل التوسع العمراني، المشروعات الساحلية، واستخدام المياه الجوفية قد تؤدي إلى تأثيرات سلبية على استقرار خط الساحل. المناطق التي تشهد أنشطة بشرية كثيفة تُعرض لتأثيرات أكبر، مما يؤثر على شكل وتوزيع الشواطئ

٢. **الجيولوجيا والتأثيرات المترتبة عليها:** التركيب الجيولوجي المتنوع يساهم في تشكيل الساحل بطرق مختلفة، حيث تتعرض الصخور الجيرية للتآكل أسرع من الصخور الأخرى، مما يخلق مناطق معرضة للتآكل أكثر من غيرها.

٣. **تأثير الأنشطة البشرية على خط الساحل:** الأنشطة البشرية مثل بناء الموانئ والمحطات البخارية تتسبب في تغيرات هامة في ديناميكية خط الساحل. في حالة ميناء العريش والمحطة البخارية غرب العريش، لوحظ أن هذه الأنشطة تؤدي إلى إعادة توزيع الرواسب بشكل غير طبيعي، مما يؤدي إلى ترسيب بعض المناطق وتآكل مناطق أخرى.

٤. **تأثير النحت والإرساب على الساحل:** كان له دور بارز في التغيرات التي شهدها الساحل. على سبيل المثال، في بحيرة البردويل، تأثرت المنطقة بشكل كبير بالنحت مقارنة بالإرساب، مما يساهم في تآكل الشواطئ وفقدان الأراضي الساحلية. في حين أن بعض مناطق الساحل شهدت إرسابًا، إلا أن النحت ظل العامل الأكبر في فقدان الأراضي.

٥. المناطق الأكثر تأثرًا بالنحت: المناطق المكشوفة في الساحل، مثل تلك الواقعة بالقرب من بحيرة البردويل، كانت الأكثر عرضة للنحت، مما يعكس ضرورة زيادة تدابير الحماية في هذه المناطق للحفاظ على الاستقرار البيئي.

٦. الحاجة إلى استراتيجيات حماية فعالة: يُظهر التحليل ضرورة اعتماد استراتيجيات إدارة مستدامة للسواحل لحماية المناطق المتأثرة بالنحت وزيادة معدلات الإرساب. من الضروري أيضًا تخطيط وحماية المناطق ذات الأهمية البيئية مثل بحيرة البردويل لتجنب التدهور المستقبلي.

٧. المخاطر المستقبلية إذا استمرت التغيرات: إذا استمر تراجع خط الساحل على هذا النحو، فإن المنطقة ستكون معرضة لخسائر كبيرة في الأراضي الساحلية، مما قد يؤدي إلى تهديدات اقتصادية وبيئية كبيرة مثل تدمير النظم البيئية البحرية وزيادة تكاليف الحماية الساحلية.

التوصيات:

١.استخدام بعض طرق الحماية:

– الردميات الرملية (التغذية الشاطئية): يُضاف رمل جديد إلى الشاطئ لتعويض الفاقد من الرمال نتيجة التآكل. يتم توزيع الرمال بشكل منتظم لحماية الشاطئ من النحت.

– كواسر الأمواج: هي حواجز تُبنى في البحر على مسافة من الشاطئ لتقليل قوة الأمواج قبل وصولها إلى الساحل. يمكن أن تساعد في حماية الشاطئ لكن قد تؤثر على حركة الرمال بشكل غير متوازن، لذلك يجب مراعاة، اختيار موقع مناسب، وتصنيم الكواسر بشكل بنمط مائل او شبة متصل، ومراعاة التدرج في الارتفاع والطول، وقبل كل ذلك اجراء جيومورفولوجية وهيدروديناميكية دقيقة، وبهذه الخطوات يمكن تحقيق التوازن من اجل التنمية المستدامة.

– التثبيت بالنباتات: زراعة نباتات مقاومة للملوحة والأمواج في المناطق الرملية الساحلية تساعد في تثبيت التربة الرملية وتخفيف حدة التآكل، وأنسب زراعة في منطقة شمال سيناء زراعة النخيل، نظراً لطبيعة المنطقة، ولأن جذورها تمنع انجراف التربة بفعل الأمواج والرياح، مع المراقبة والصيانة الدورية لضمان نمو النبات بشكل جيد وهو حل بيئي فعال وطويل الأمد، لكن بجانب التكامل مع الردميات الرملية وكواسر الأمواج.

٢. ضرورة دراسة أبعاد المشاريع الساحلية بعناية قبل البدء في تنفيذها، مع التركيز على تقييم آثارها المستقبلية المحتملة على البيئة الساحلية والجيومورفولوجية.

٣. تعزيز التعاون بين المؤسسات الأكاديمية والجهات التنفيذية، توفير أدوات تحليل متقدمة لمساعدة متخذي القرار في وضع استراتيجيات تضمن التنمية المستدامة، مع الحفاظ على التوازن البيئي وتقليل المخاطر الناتجة عن التغيرات الجيومورفولوجية.

الخاتمة:

من خلال هذه الدراسة، تبين أن الساحل الشمالي لشبه جزيرة سيناء يعاني من تغيرات ديناميكية مستمرة تؤثر على بيئته واقتصاده. فقد أظهرت النتائج تراجع خط الساحل نتيجة للتعرية البحرية، مما يهدد المجتمعات الساحلية والمشروعات الاقتصادية في المنطقة. كما أن الأنشطة البشرية والتغيرات المناخية تفاقم من هذه التحديات. لذلك، يتطلب الأمر اتخاذ تدابير استباقية من خلال استراتيجيات حماية فعالة، مثل التخطيط البيئي المستدام وإدارة السواحل بعناية، لضمان استدامة هذه المنطقة الساحلية وحمايتها من المخاطر المستقبلية.

المراجع

١. أبو عيانه، فتحي محمد. (٢٠١٧). البحث الجغرافي: روافده وقواعده. الطبعة الأولى، دار المعرفة الجامعية.

٢. أبو راضي، فتحي. (١٩٩٠). ديناميات التعرية الشاطئية والتغيرات المعاصرة لساحل دلتا النيل. مجلة كلية الآداب، جامعة طنطا، العدد السادس.

٣. الدسوقي، محمد رشاد. (٢٠١٨). التحليل المكاني ونمذجة إمكانية الوصول لميناء العريش من محلات محافظة شمال سيناء في ضوء خصائصها الجيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة قناة السويس، ٢٤(١)، ٧٤-١٢٩.

٤. الدسوقي، صابر أمين سيد. (١٩٩٢). جيومورفولوجية الأشكال الرملية في حوض وادي الحاج والجدي بسيناء. المجلة الجغرافية العربية، السنة ٢٤، العدد ٢٤، ٢٢١-٢٧٠.

٥. السباعي، طاهر عبد الرحيم إبراهيم. (٢٠٠٦). الأخطار الجيومورفولوجية بالسهل الساحلي شمالي شبه جزيرة سيناء. جامعة المنوفية.

٦. السيد ثابت، السيد عبد الخالق غيث. (٢٠١٠). مشاكل

البيئة في شمال سيناء والخيارات البديلة. جامعة بنها.

٧. صالح، أحمد سالم. (١٩٨٥). حوض وادي العريش، دراسة جيومورفولوجية. رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٨. الكيالي، منى عبد الرحمن. (١٩٨٤). منطقة السهل الساحلي شمالي شبه جزيرة سيناء - دراسة جيومورفولوجية.

٩. فايد، يوسف، ومحسوب، صبري. (٢٠٠١). جغرافية البحار والمحيطات. دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

١٠.فؤاد، محمد. (٢٠١٦). رصد وتقييم التغيرات الجيومورفولوجية بساحل منطقة العريش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، ٤(١٢)، ١١٧٧-١٢٢٩.

١١.فؤاد، محمد. (٢٠١٨). ديناميكية الكثبان الرملية في المنطقة الممتدة بين مدينتي رفح والعريش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة كلية الآداب بور سعيد، العدد الحادي عشر، ٨٥٨-٩٢٩.

١٢.محسوب، صبري. (١٩٨٦). الأمواج وعملها الجيومورفولوجي معالجة كمية. الكتاب السنوي، جامعة الإمام محمد بن سعود، الرياض.

١٣.محسوب، صبري. (١٩٩١). جيومورفولوجية السواحل. دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

المراجع الأجنبية:

1. El Gawawaby, M.A., et al. (1982). Geologic and geomorphologic applications of remote sensing for land-use identification in Northern Sinai, Egypt. Bulletin of the Faculty of Science, Zagazig University.

2.Emanuelsson, D., & Mirchi, A. (2007). Impact of coastal erosion and sedimentation along the northern coast of Sinai Peninsula (Master's thesis). Lund University, Lund, Sweden. Retrieved from https://www.lunduniversity.lu.se/lup/publication/1320963

3. Frihy, E. O., et al. (1997). Shoreline change and beach-sand sorting along the northern Sinai coast, Egypt. Geo-Marine Letters, 17(2), 140-146.