مـــتون: دورية أكاديمية محكمة تصدر عن كلية العلوم الاجتماعية والإنسانية
جامعة سعيدة – الدكتور مولاي الطاهر
المجلد: 19، العدد: 03 ، تاريخ النشر، 30 سبتمبر 2026
ISSN : 1112-8518 **EISSN** : 2600-6200

رصد وتقييم تغيرات خط الساحل بمدينة صور– سلطنة عمان

Monitoring and Assessment of Coastline Changes in Sur City, Sultanate of Oman

مريم أحمد صابر البلوشي
طالبة بجامعة السلطان قابوس
s139314@student.squ.edu.om
د. يوسف شوقي يوسف شريف♦
أستاذ مساعد بجامعة السلطان قابوس
sherief@squ.edu.om
***O*RCID Link :** https://orcid.org/ -0000-0001-9626-4059

تاريخ الاستقبال: 05/ 08/ 2026 تاريخ القبول: 24/ 09/ 2026 تاريخ النشر: 30/ 09/ 2026

الملخص:

تهدف الدراسة إلى رصد التغيرات على خط الساحل في مدينة صور بسلطنة عمان، مع التركيز على منطقة شاطئ صور. كما تهتم بتحديد وتحليل مناطق التعرية والترسيب خلال أربع فترات زمنية التالية: 2002-2006، 2006-2017، 2017-2021، و2021-2023. حيث تم استخدام صور الأقمار الصناعية التي استخرجت من Way back للأعوام 2002 و2006 و2017 و2021 و2023 كمصدر رئيسي للبيانات.

طُبقت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لمعالجة الصور، وتصنيف مناطق التآكل والترسيب، واكتشاف التغيرات الساحلية، وحساب المدى المكاني للزيادة والنقصان في اليابسة. كشفت النتائج أن تغيرات الخط الساحلي اختلفت عبر فترات الدراسة. فقد تم تسجيل أعلى تراكم خلال 2006-2017، بينما حدث أعلى تآكل خلال 2017-2021. ان هذه التغييرات تتأثر بالعوامل الطبيعية مثل الأمواج

♦ **المؤلف المرسل**

والتيارات وحركة الرواسب، وكذلك العوامل البشرية مثل ميناء سور وحواجز الأمواج، كما أن عامل الزمن كان له دور كبير في وضوح العمليتين. وتشدد الدراسة على أهمية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد التغيرات الساحلية ودعم الإدارة الساحلية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بُعد؛ خط الساحل؛ العوامل الطبيعية؛ حركة الرواسب؛ التعرية الساحلية.

Abstract:

This study examines the coastline changes in the city of Sur, Oman, with a focus on the Sur beach area. The research aims to identify and analyze the erosion and sedimentation zones during the following four time periods: 2002-2006, 2006-2017, 2017-2021, and 2021-2023. Satellite images extracted from Google Earth for the years 2002, 2006, 2017, 2021 and 2023 were used as the main source of data. GIS and remote sensing technologies were applied to image processing, classification of erosion and sedimentation zones, detection of coastal changes, calculation of the spatial extent of increase and decrease in land area. The results revealed that the shoreline changes varied across the study periods. The highest accumulation was recorded during 2006-2017, while the highest erosion occurred during 2017-2021. These changes are influenced by natural factors such as waves, currents and sediment movement, as well as human factors such as the Sur port and breakwaters, and the time factor played a major role in the clarity of the two processes. The study emphasizes the importance of geographic information systems and remote sensing in monitoring coastal changes and supporting sustainable coastal management.

Keywords: Remote Sensing; Coastline; natural factors; sediment movement; Costal Erosion.

مقدمة:

تعتبر المناطق الساحلية من أكثر النظم البيئية ديناميكية وحساسية للتغيرات الطبيعية والبشرية، حيث تمثل النطاق الانتقالي بين اليابس والماء (شريف، 2025). تواجه هذه المناطق عالمياً أخطار متزايدة نتيجة التغيرات المناخية؛ حيث اشارت التقارير إلى ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية بمقدار

1.2 درجة مئوية، مما أسهم في ارتفاع منسوب مياه البحار بنحو 10 إلى 25 سم خلال القرن العشرين، مع توقعات بزيادة تصل إلى 59 سم بحلول عام 2100 (IPCC, 2021).

وفي سلطنة عُمان، التي يبلغ طول خطها الساحلي بطول 3,165 كم (شريف، 2014)، تبرز مدينة صور كمنطقة بحرية استراتيجية تتأثر بعوامل التعرية والترسيب المختلفة. وهذه التغيرات لا تقتصر على العوامل المناخية، بل تشمل الخصائص الجيومرفولوجية مثل درجة انحدار الساحل ومدى صلابة الصخور التي تحدد معدلات النحت البحري (شريف، 2025). كما أن الأنشطة البشرية، مثل بناء كواسر الأمواج، تؤدي إلى تغيير نمط انكسار الأمواج وتراجعها، مما يسبب تآكلاً في المناطق وترسيباً في أخرى. كذلك بالنسبة للترسيب الذي شدة تحدده عوامل بشرية وطبيعية متباينة.

وبناءً على ما سبق، يهدف هذا البحث في استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتتبع وتحليل التغيرات المكانية للخط الساحلي لمدينة صور تحديداً شاطئ صور عبر فترات زمنية مختلفة. حيث يسعى هذا البحث إلى تحديد دقيق لنطاقات التآكل والترسيب، وفهم الدور الذي تلعبه العوامل الطبيعية والبشرية ومدى تأثير الفترة الزمنية في تشكيل هذا الساحل، وصولاً إلى اقتراح توصيات علمية تساهم في حماية المنطقة وتنميتها مستقبلاً بما يتماشى مع رؤية عُمان 2040.

1- مشكلة الدراسة:

تدور مشكلة البحث حول وجود تغيرات مكانية وزمنية في خط الساحل بمدينة صور، خاصة في منطقة الميناء وخور البطح (شاطئ صور)، صورة (1)، وتظهر هذه التباينات في شكل تعرية ساحلية تؤدي إلى تراجع خط الساحل لليابسة، أو ترسيب ينتج عنه تقدم الساحل إلى البحر. تعتبر هذه التغيرات من الظواهر الجديرة بالدراسة في المناطق الساحلية، لما قد تسببه من تأثيرات على استقرار الشواطئ، واستخدامات الأرض، والمنشآت الساحلية.




صورة (2،1): شاطئ مدينة صور

وبسبب وجود عوامل طبيعية وبشرية قد تؤثر في حركة الرواسب وتغير موضع خط الساحل، مثل الأمواج والتيارات البحرية، إضافة إلى المنشآت الساحلية وكواسر الأمواج في منطقة الميناء تزداد أهمية هذه المشكلة في منطقة الدراسة. وهنا تبرز أهمية الاستعانة بصور الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لرصد التغيرات وتحليلها خلال فترات زمنية مختلفة، وتحديد مناطق التعرية والترسيب وحساب مساحاتها بدقة.

2. أهداف الدراسة

2.1 رصد التباين في خط الساحل في مدينة خلال الفترات الزمنية: (2002-2006) (2006-2017) (2017-2021) (2021-2023).

2.2 تحديد مناطق التعرية والترسيب في منطقة الميناء وخور بطح (شاطئ صور).

2.3 حساب مساحات التعرية والترسيب بوحدة المتر المربع/الكيلومتر المربع حسب نتائج التحليل.

2.4 تحديد الفترة التي شهدت أكثر تغير من حيث التعرية والترسيب.

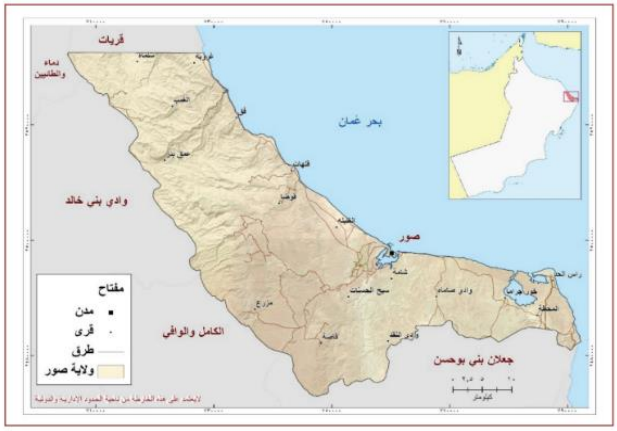
2.5 تحليل العلاقة بين العوامل الطبيعية والبشرية والتغيرات الساحلية في منطقة الدراسة.

2.6 اخراج خرائط وانتاج رسوم بيانية توضح التغيرات المكانية والزمنية لخط الساحل

3. منطقة الدراسة

3.1 الموقع الفلكي والجغرافي وأهميته

تغطي منطقة الدراسة نطاقا ساحليا في مدينة صور التي تعتبر من ضمن ولاية صور، التي تشكل الدرع الشرقي لسلطنة عُمان والمركز الإداري بمحافظة جنوب الشرقية شكل (1). حيث تمتد بين خطي عرض '20 °22و22° 40' شمالاً، وبين خطي طول '20 °59و59° 32' شرقاً ويمنح هذا الموقع الجغرافي للولاية ميزات استثنائية؛ إذ تطل سواحلها على جهتين بحريتين حيويتين هما وبحر العرب من جهة الجنوب الشرقي، وبحر عُمان من جهتي الشمال والشرق، مما أكسب الخط الساحلي في أن جعله في حالة تفاعل مستمر مع أنظمة مناخية وبحرية المختلفة تؤثر بشكل مباشر على حركة التيارات والترسيب



شكل رقم 1: الموقع الجغرافي لولاية صور، ويظهر فيه موقع مدينة صور (Al-Hatrushi et al., 2022).

3.2 الخصائص الجيومرفولوجية والبيئة الساحلية

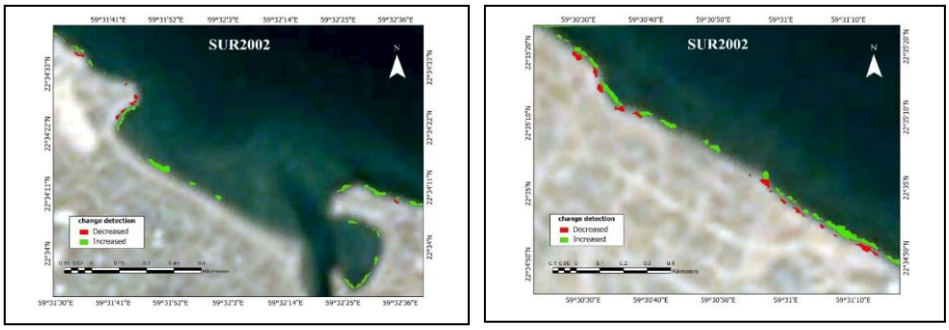
يتمتع ساحل ولاية صور بتنوع جيومرفولوجية فريد يجمع بين التكوينات الصخرية الصلبة والبيئات الرملية الرخوة حيث تبرز الأخوار الطبيعية مثل خور

البطح وخور الحجر كأنظمة بيئية محمية تعمل كمصائد طبيعية للرواسب الواردة من الأودية (الحتروشي، 2022). ويتفاوت مظهر الساحل بين الرؤوس البحرية الصخرية الممتدة مثل رأس الحد ورأس الجنز، والتي تعتبر حواجز طبيعية منيعة ضد النحت البحري من جانب، وبين الشواطئ الرملية المنخفضة من الجانب الاخر التي تشكلت عبر آلاف السنين بفعل إرسابات الأودية المنحدرة من جبال الحجر الشرقي، لاسيما وادي الفليج الذي يصب في قلب الولاية ويساهم في عملية تجديد الرمال الشاطئية.

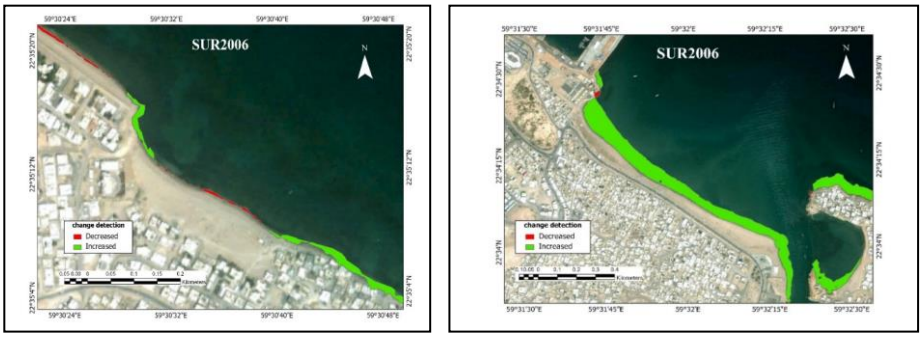
4. النتائج

توضح نتائج تحليل الكشف عن التغيير (Change detection) على طول ساحل شاطئ صور، أنماطا واضحة لارتفاع نسبة اليابسة (الترسيب الساحلي) خلال فترات الدراسة، وسجلت تفاوتا في شدة التآكل ما بين خفيف الى متوسط. خلال الفترة 2002-2006، كما تشير النتائج إلى أن التغيرات الساحلية كانت قليلة نسبيا حيث أوضح التحليل ان الترسيب طفيفا في مناطق محددة من خط الساحل وبلغت مساحة الترسيب (71913)m^2 ، بينما كان التآكل ضئيلا تقريبا حيث بلغت مساحة التعرية (23436 m^2) بشكل عام، كان الخط الساحلي مستقرا نسبيا خلال الفترة الأولى شكل (2).

وما بين عامي 2006 و2017، كشفت النتائج عن زيادة واضحة في اليابسة وعلى طول ساحل صور فلقد اظهرت النتائج أن ترسب الرواسب امتد الخط الساحلي باتجاه البحر، خاصة في المناطق القريبة من ميناء صور وكواسر الأمواج وبالقرب من مصبات الاودية .يوضح التحليل أن الترسب كان العملية المهيمنة خلال هذه الفترة فقد بلغت مساحة الترسيبm^2 (402415)، بينما ظل التآكل منخفضا فقد بلغت مساحة التعرية حواليm^2 8789 تمثل هذه الفترة ذروة التوسع الساحلي في منطقة الدراسة، شكل (3).



شكل (2): مناطق التعرية والترسيب في منطقة الدراسة خلال الفترة 2002–2006.

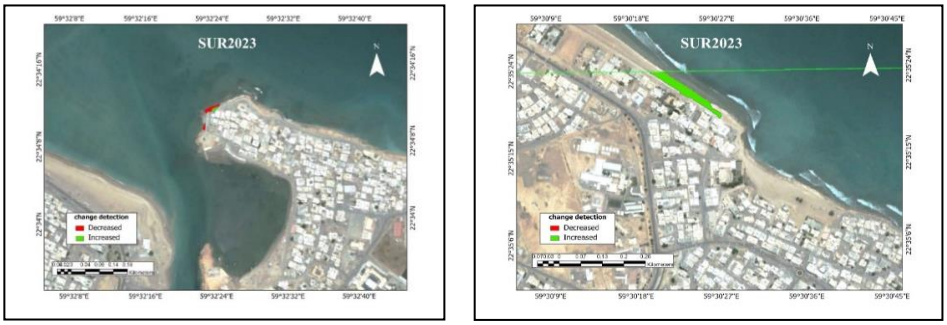


شكل (3): مناطق التعرية والترسيب في منطقة الدراسة خلال الفترة 2006–2017.

بالنسبة للفترة الثالثة، بيّنت نتائج الفترة **2017–2021**أن عملية التعرية ظهرت بشكل ملحوظ وظاهر أكثر من أي فترة اخرى، حيث سجلت هذه الفترة أعلى مساحة من التعرية وهيm^2 8786 مقارنة بالفترات الأخرى. في حين بلغت مساحة الترسيب حواليm^2 8729 ويظهر هذا جليا في الشكل (4)



شكل (4): مناطق التعرية والترسيب في منطقة الدراسة خلال الفترة 2017–2021.



شكل (5): مناطق التعرية والترسيب في منطقة الدراسة خلال الفترة 2021–2023.

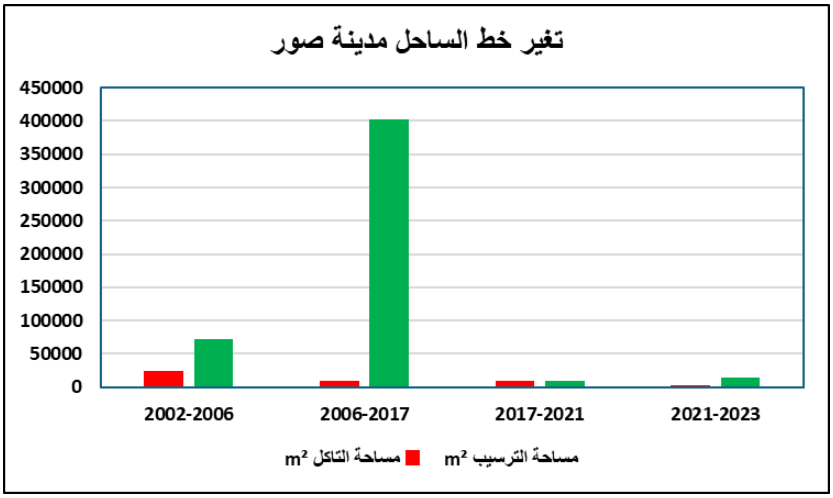
وفي الفترة الاخيرة 2021-2023، أظهرت النتائج أن التغيرات الساحلية كانت محدودة للغاية .فكان أثر كل من عمليتين طفيفا على منطقة الدراسة حيث بلغت مساحة الترسيب في هذه الفترة 13786 m^2 ومساحة التعرية لهذه الفترة m^2 2710، حيث أوضحت النتائج ان ظروف في الفترة الأخيرة كانت شبه مستقرة على طول ساحل مدينة صور شكل (5)، واشار التحليل إلى أنه بعد أحداث الترسيب الرئيسية في 2006-2017، حافظ الخط الساحلي على تكوينه بأقل قدر من التغييرات سواء في الفترات السابقة أو اللاحقة.

5. المناقشة

تشير النتائج إلى أن خط الساحل في مدينة صور شهد تغيرات مكانية متباينة خلال الفترات الزمنية المدروسة: 2002–2006، 2006–2017، 2017–2021، و2021–2023. وقد تمثلت هذه التغيرات في وجود مواقع تعرضت للتعرية الساحلية، وأخرى شهدت ترسيبًا، وذلك بدرجات مختلفة من فترة إلى أخرى. ويعكس هذا التفاوت الطبيعة الديناميكية للبيئة الساحلية، حيث تعمل العوامل الطبيعية والبشرية في التأثير على خط الساحل فتسهم في تغير موضعه مع مرور الزمن التفاوت الكمي بين الفترات الاربع جدول (1) وشكل (6).

الفترة	مساحة التآكل m^2	مساحة الترسيب m^2
2002-2006	23436	71913
2006-2017	8789	402415
2017-2021	8786	8729
2021-2023	2710	13786

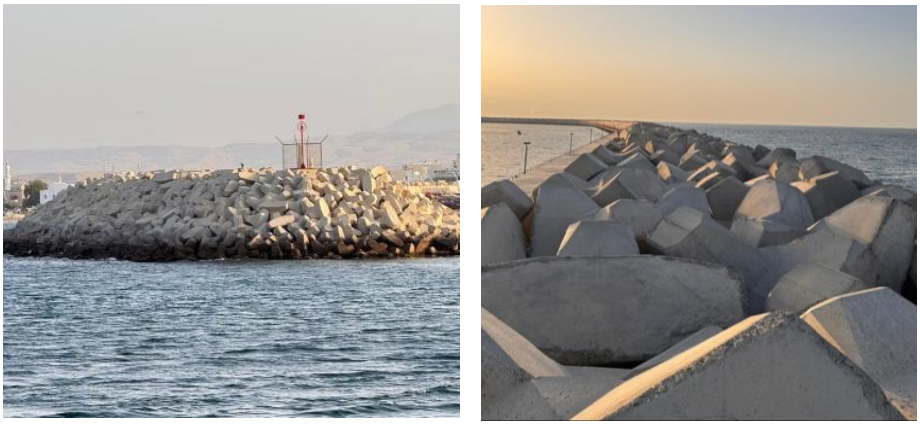
جدول (1) مساحات التآكل والترسيب للفترات الزمنية المدروسة



شكل (6): مساحات التعرية والترسيب في منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة

ومما سبق اتضح ان الترسيب كان أكثر في الفترة الزمنية 2006-2017 ويرجع ذلك لعدة عوامل بشرية وطبيعية ساعدت في وضوح اثار الترسيب حيث ساهمت الخصائص الجيومرفولوجية والجيولوجية للساحل تراكم الرواسب فسهل توفر المناطق المنخفضة مثل الاخوار والمنحدرات خفيفة الانحدار والمراوح الفيضية من الوديان المحيطة والمستنقعات ظروفا مناسبة للترسب. بينما لعبت العوامل الهيدروديناميكية دورا رئيسيا في إعادة توزيع الرواسب، كما ساهمت حركة الأمواج وتيارات المد والجزر وتأثيرات الأعاصير كإعصار جونو 2007 وإعصار فيت

2010 والعواصف في التراكم والترسيب الموضعي في مصبات الاودية الساحلية والمناطق الساحلية المنخفضة كما عززت هذه العمليات توسع الخط الساحلي، خاصة خلال الفترة 2006-2017، بناء على الدراسات السابقة على السواحل، إضافة الى طول المدة للدراسة في هذه الفترة الذي ساعد على وضوح الترسيب بشكل كبير وذلك بما يتفق مع الدراسات السابقة.



صورة (3،4): كواسر الامواج في ميناء صور

وبالنسبة للعوامل البشرية، فقد أثرت الهياكل الهندسية الساحلية، بما في ذلك ميناء صور وحواجز الأمواج الصورة (3و4)، على ترسب الرواسب عن طريق تعديل الديناميكية المائية المحلية .خففت هذه الهياكل من التآكل في بعض المناطق مع تعزيز تراكم الرواسب في مناطق أخرى، فكان التراكم ظاهر بشكل في جميع فترات الدراسة أخيرا، ساعدت إمدادات الرواسب ا من الوديان، جنبا إلى جنب مع الفيضانات الموسمية، عمليات الترسيب الطبيعية في مناطق مصبات الأودية المحمية والمنحدرات اللطيفة التي تحبس الرواسب، مما يخلق مناطق مستقرة من الأراضي المكتسبة حديثا

6. الخاتمة

تناولت الدراسة التغيرات الساحلية في مدينة صور بسلطنة عمان، مع التركيز على المنطقة شاطئ صور خلال الفترات 2002-2006 و2006-2017 و2017-2021 و2021-2023. وباستخدام الصور الأقمار الصناعية وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، كما حددت مناطق التآكل والترسيب ورصدت تغيراتها المكانية بمرور الوقت.

توصلت الدراسة إلى أن تغيرات الخط الساحلي تختلف بين الفترات المدروسة. فقد لوحظ ان أعلى تراكم خلال 2006-2017، بينما حدث أعلى تآكل خلال 2017-2021. وتشير تلك الاختلافات إلى أن الخط الساحلي في منطقة الدراسة يتأثر بكل من العوامل الطبيعية، مثل الأمواج والتيارات وحركة الرواسب، والعوامل البشرية، بما في ذلك الهياكل الساحلية وحواجز الأمواج بالقرب من ميناء صور.

كما اتضح أن طول الفترة الزمنية كان له أثرا واضحا في زيادة الترسيب، إذ إن تراكم الرواسب يحتاج إلى مدة زمنية طويلة حتى يظهر بشكل أوضح في الخرائط والمساحات المحسوبة، في حين أن التعرية قد تظهر بصورة أسرع نتيجة فقدان الرواسب وتأثير شدة الأمواج والتيارات البحرية وهذا يتفق بما جاءت به بعض الدراسات السابقة.

وأظهرت الدراسة أيضا فعالية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رصد تغيرات السواحل وتحليل التغيرات الساحلية. يمكن أن تساهم النتائج في دعم الإدارة الساحلية المستدامة والتخطيط المستقبلي في منطقة الدراسة

7. التوصيات

بناءً على نتائج التي قدمتها الدراسة، يمكن اقتراح عدد من التوصيات التي قد تسهم في تحسين إدارة خط الساحل في مدينة صور، والحد من آثار التعرية والترسيب، خاصة في شاطئ صور:

1.المراقبة المستمرة لخط الساحل في مدينة صور باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وذلك لمتابعة التغيرات الساحلية بشكل دوري.
2.العمل على تحديث الخرائط الساحلية بصورة منتظمة من خلال استخدام صور فضائية حديثة، مما يساعد ويسهل على رصد أي تغيرات حديثة في مناطق التعرية والترسيب.
3.إجراء دراسات وبحوث تفصيلية لمنطقة الميناء بهدف تقييم تأثير كواسر الأمواج والمنشآت الساحلية على حركة الرواسب واتجاهات التعرية والترسيب.
5. قبل تنفيذ أي مشاريع ساحلية جديدة يجب مراعاة اتجاه الأمواج والتيارات البحرية، خاصة في المناطق القريبة من الميناء أو المناطق المعرضة للتعرية
6 .الحد من التوسع العمراني غير المنظم بالقرب من المناطق المعرضة للتعرية، وذلك لتقليل المخاطر المستقبلية على المنشآت والمناطق السكنية.
7 .تحسين التعاون المشترك بين الجهات المختصة مثل الجهات البيئية والبلدية والتخطيط العمراني والموانئ، لضمان إدارة ساحلية متكاملة ومستدامة.
8.تكرار الدراسة على فترات زمنية مستقبلية لمعرفة ما إذا كانت التغيرات الساحلية في ولاية صور مستمرة سلبا او ايجابا أو بدأت تميل إلى الاستقرار.
9. تطوير التخطيط الساحلي المستدام بما يتماشى مع رؤية عُمان 2040، التي تؤكد على تحقيق التوازن بين الاحتياجات البيئية والاقتصادية والاجتماعية والعمل بقواعد التنمية المستدامة.
10. الاستفادة من مخرجات الدراسة في تطوير إدارة الموارد الطبيعية وحماية البيئة الساحلية، بما ينسجم مع توجهات رؤية عُمان 2040 نحو بيئة مستدامة وموارد طبيعية مصانة.

8. المراجع

1. البلوشي، محمد بن علي .(2020) .جيولوجية عمان: جماليات ترفد ثراء المكان، الجمعية الجيولوجية العمانية، مسقط.
2. الحتروشي، سالم بن مبارك (2022). ولاية صور بسلطنة عُمان: ملامح جغرافية. مسقط، سلطنة عُمان: وزارة الإعلام.
3. Colak, H. E. (2024). Geospatial analysis of shoreline changes in the Oman coastal region (2000–2022) using GIS and remote sensing techniques. Frontiers in Marine Science, 11.
4. Das, S., & Pal, S. (2017). Application of GIS and remote sensing in shoreline change analysis: A review. Journal of Coastal Conservation, 21(5), 689–703.
5. Sherief, Youssef. (2025). Change detection of Al Seefa Coastal Zone- Sultanate of Oman. Moutoune, University of Saida (Dr. Moulay Tahar), Algeria, Volume : 18. N : 04 - 30 Décembre 2025, ISSN : 1112-8518 EISSN : 2600-6200
6. Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., & Ergul, A. (2017). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 user guide. U.S. Geological Survey