

التغيرات الحديثة لخط الشاطئ على ساحل البحر الأحمر باليمن

نضال محمد عبدالرحمن سفيان

كلية الآداب - جامعة أسيوط

مقدمة:

تعد المناطق الساحلية مناطق جاذبة للاستيطان البشري فهي بيئة خصبة لما يتوفر فيها من موارد كمصايد الأسماك والصناعة والسياحة، ولقد شهدت السواحل في جميع انحاء العالم تغيراً سريعاً مما أدى إلى زيادة عدد المدن الساحلية، على الرغم من المخاطر التي قد يتعرض لها سكان السواحل والتي تتزايد مع التغيرات الحالية للمناخ، وما ينتج عنه من تراجع للسواحل، وارتفاع مستوى سطح البحر، وقد أدت هذه التغيرات بدورها أضراراً وخسائر اقتصادية كتدميرها للبنية التحتية (Stronkhorst et al., 2018, pp.787-788).

تعد الشواطئ من البيئات المعقدة والتي تتعرض للتغير المستمر بفعل الأمواج والتيارات وحركة المد والجزر (Benedet, 2003, p.1)، ويعتبر تغير خط الشاطئ من أهم المشاكل التي قد تربك الخطط التنموية في الأقاليم الساحلية (محمد مهنا، فاطمة خالد، ٢٠١٩، ص ٣). جدير بالذكر أن بيانات الاقمار الصناعية تُعد أفضل الوسائل لدراسة التغيرات الساحلية مقارنة بالمصادر التقليدية (Choudhary, 2013, p. 489)، وقد تم في هذه الدراسة استخدام المرئيات الفضائية لمعرفة تغير خط الشاطئ خلال فترات زمنية مختلفة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

تتميز منطقة الدراسة بموقع استراتيجي مهم، وذلك لموقعها الجغرافي المتميز على ساحل البحر الأحمر، حيث تشرف على مضيق باب المنذب، وقربها من جزيرة ميون والتي تبعد عن راس شيخ سعيد حوالي ٤ كيلو متر. تشمل منطقة الدراسة أجزاء من مديريات موزع والمخا والمضاربة، ويقع الجزء الأكبر منها ضمن مديرية ذباب والتي تمتلك موقع مميز على ساحل البحر الأحمر، إذ تستخدم كمرسى لقوارب صيد الأسماك، كما أنها كانت في الفترة السابقة تستخدم كممر بحري لاستيراد المواشي من القرن الأفريقي (المركز

الوطني للمعلومات، ١٩٩٤، ص ١٧)، كما يُعد هذا النطاق غني بالتنوع البيولوجي البحري و لعل أهمها مستنقعات المانجروف والشعاب المرجانية والسبخات.

أولاً: منطقة الدراسة وموضوعها:

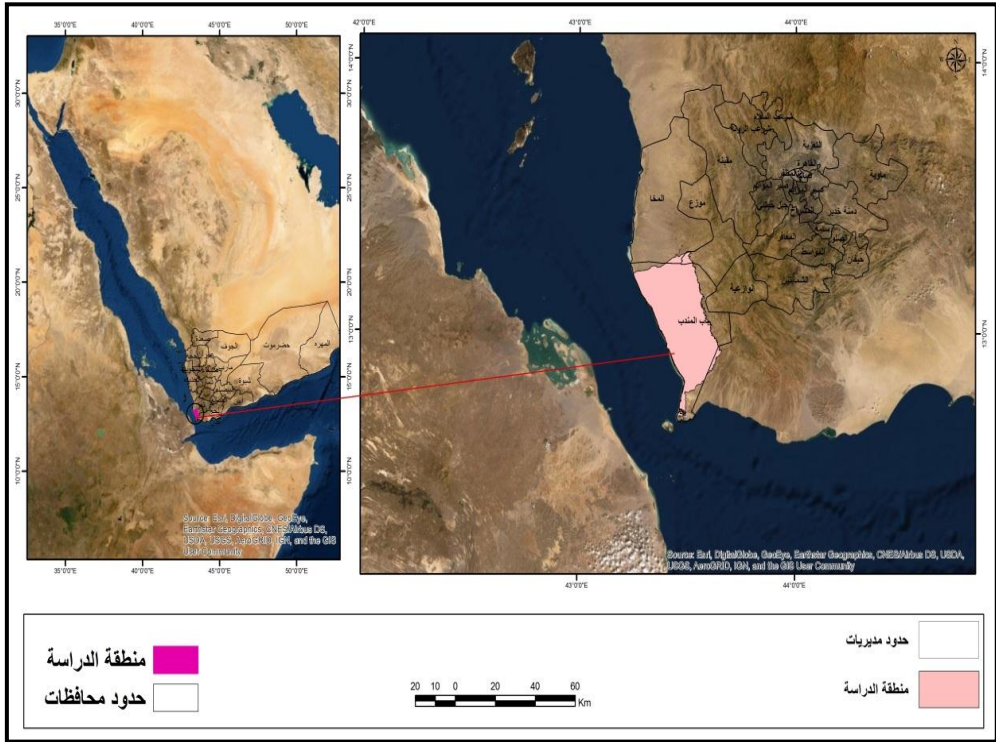
أ- منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي الغربي للجمهورية اليمنية والجزء الجنوبي الغربي لمحافظة تعز، كما يقع جزء منها ضمن مديرية المضاربة بمحافظة لحج (شكل ١)، بين دائرتي عرض $12^{\circ} / 25^{\circ} // 75^{\circ}$ و $18^{\circ} // 28^{\circ}$ 13° شمالاً وخطي طول $62^{\circ} // 19^{\circ} / 42^{\circ}$ و $70^{\circ} // 36^{\circ} / 44^{\circ}$ شرقاً، وبمساحة تقدر بحوالي ١٢٦٧.٢٩ كم^٢، وتُعد منطقة الدراسة جزءاً من سهل تهامة الممتد من خليج العقبة شمالاً إلى باب المندب جنوباً.

يسود منطقة الدراسة رواسب الزمن الرباعي الحديث والتي شكلت ٩٦,٥٣% من مساحة المنطقة، وتتكون من الحصى والرمال والطين (أحمد مختار، ١٩٨١، ص ١١)، كما تظهر بعض الصخور البركانية التي تعود للعصر الثلاثي منتشرة على شكل تلال في بعض أجزاء المنطقة (شكل ٢)، بلغت مساحتها ٤٨.١٥ كم^٢ بنسبة ٣.٤٧% من مساحة المنطقة.

تضم منطقة الدراسة عدد من القرى السكنية المتناثرة، تتمركز مجموعة منها في الجزء الشمالي الشرقي للمنطقة على المروحة الفيضية لوادي موزع لتوفر التربة الخصبة، بينما يتوزع العدد الآخر على طول خط الشاطئ متمثلة في ذباب، وغيره أو ما يطلق عليه الشيخ سعيد، ويبلغ عدد السكان فيها حوالي ٥٩٧٠١ نسمة حسب تعداد ٢٠٠٤م، بلغ عدد الذكور ٢٨٧٧٩ نسمة، والاناث ٣٠٩٢٣ نسمة، حيث يعتمد سكان غريرة وذباب بدرجة رئيسية على حرفة الصيد.

يُعد مناخ منطقة الدراسة جزء من مناخ سهل تهامة الجاف المتميز بارتفاع درجة الحرارة وقلة الأمطار وارتفاع الرطوبة النسبية، يتضح من خلال شكل (٣) ارتفاع درجة الحرارة العظمى والصغرى ابتداءً من ابريل وحتى سبتمبر، ثم تبدأ بالانخفاض، وقد سجلت أعلى درجة حرارة عظمى في شهري يونيو ويوليو، حيث بلغت ٣٨.٨٧، و ٣٨.٥٥ درجة مئوية على الترتيب، وبلغ المتوسط السنوي ٢٩.٠٦ درجة مئوية حيث يصل إلى ٣٣ درجة مئوية خلال فصل الصيف، بينما تنخفض في فصل الشتاء إلى ٢٥ درجة مئوية، كما تتسم منطقة الدراسة بندرة الأمطار مع حدوث أمطار فجائية يصل متوسطها السنوي إلى ٥٦ ملم تسقط معظمها في فصل الصيف وفقاً لبيانات محطة المخا القريبة من منطقة الدراسة، ويصل المتوسط السنوي للرطوبة النسبية إلى ٦٩.٩١%.

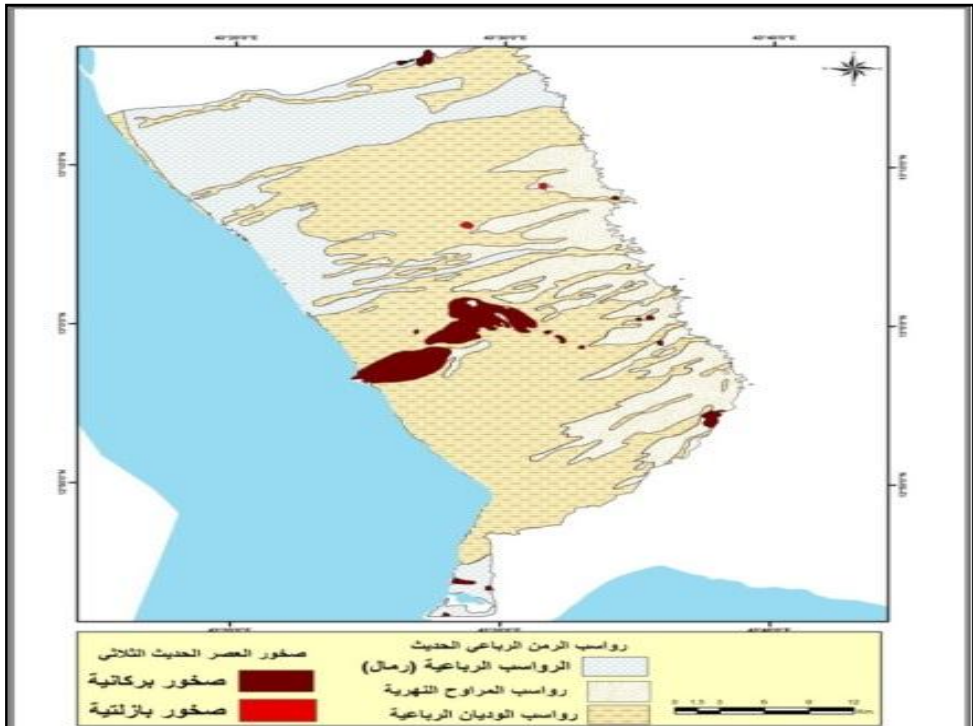


المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على: الجهاز المركزي للإحصاء م٢٠٠٤، الخريطة الطبوغرافية ١٩٨٥ (شكل ١) موقع منطقة الدراسة بالنسبة للجمهورية اليمنية ولمحافظه تعز

ب- مشكلة البحث:

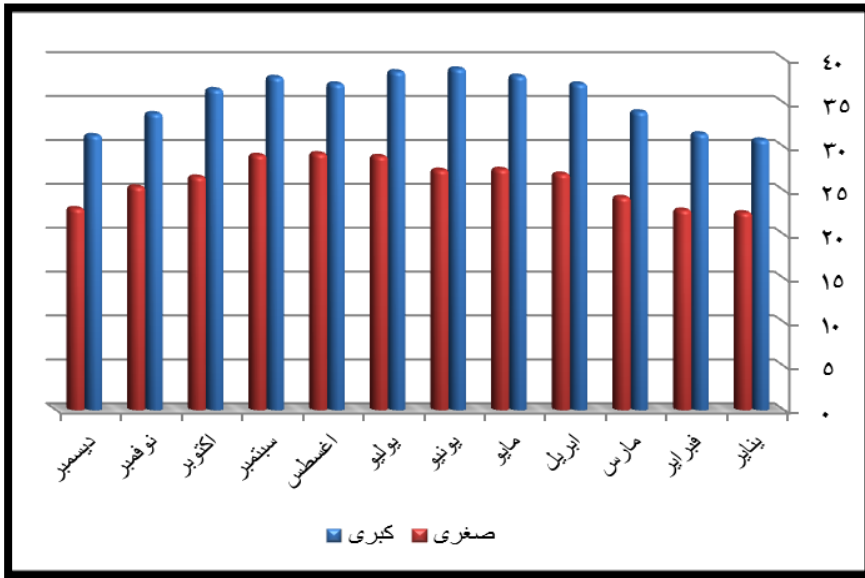
تتمثل المشكلة الرئيسية للدراسة الحالية في أن منطقة الدراسة منطقة جاذبة للتنمية السياحية والصناعية، إلا أنها تُعد من المناطق التي تتعرض لتغير خط الشاطئ عبر الزمن ولم تتوفر دراسات توضح مستويات تغير خط الشاطئ في المنطقة. ومن هنا تحاول هذه الدراسة المساهمة في توفير بعض المعلومات التي يمكن الاستفادة منها، ومحاولة الوصول إلى إجابة على التساؤلات الآتية:

- ما مقدار تغير خط الشاطئ وما المعدل السنوي لهذا التغير سواء بالتقدم أو التراجع؟
- ما العوامل المؤثرة على تغير خط الشاطئ؟



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠، لوحة تعز، وزارة النفط والمعادن، الجمهورية اليمنية، ١٩٩٦م.

(شكل ٢) التكوين الجيولوجي لمنطقة الدراسة



(شكل ٣) المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الكبرى والصغرى

ج- الهدف من الدراسة:

تهدف دراسة ساحل البحر الأحمر ممثلاً بالمنطقة الممتدة من مصب

وادي موزع إلى راس شيخ سعيد لتحقيق الأهداف الآتية:

١- التعرف على مقدار ومعدل التغير في خط الشاطئ لمنطقة الدراسة باستخدام التقنيات الحديثة.

٢- التعرف على العوامل المؤثرة على تغير خط الشاطئ.

د- منهج الدراسة والوسائل المستخدمة:

استخدمت الباحثة المنهج التحليلي لتحليل مرئيات الأقمار الصناعية

وبيانات الارتفاعات الرقمية والقيام بعملية التصنيف ومن ثم التحليل والتفسير.

تمثلت الوسائل فيما يلي:

• استخدمت الباحثة الخريطة الطبوغرافية لتحديد منطقة الدراسة مقياس

١:٥٠٠٠٠٠، والخريطة الجيولوجية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠٠ لعامي ١٩٩٢،

١٩٩٦م لمعرفة طبيعة التكوين الجيولوجي في المنطقة، والمرئيات الفضائية Landsat5 mss لعام ١٩٨٤، Landsat7 لعامي ١٩٩٩، ٢٠٠٥، و Landsat 8OLI عام ٢٠١٨م ونموذج الارتفاعات الرقمية DEM لعام ٢٠٠٩ بدقة ٣٠ متر، وتمت المعالجة باستخدام برنامج Arc GIS 10.2.

• تم الاعتماد على بيانات محطة المخا القريبة من منطقة الدراسة نظراً لعدم توافر محطات مناخية بالمنطقة. كما تم الاعتماد على البيانات التي تم الحصول عليها من بعض المواقع التي تعطي بيانات تقديرية كالموقع التالي:

<https://globalweather.tamu.edu/request/view/15721>

• تم إجراء التحليلات المكانية والإحصائية لدراسة تغير خط الشاطئ للفتترات المذكورة، وذلك باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية كما يلي:

١- استخراج خط الشاطئ من المرئيات الفضائية Landsat 5، Landsat 7، Landsat8 OLI للأعوام (١٩٨٤، ١٩٩٩، ٢٠٠٥، ٢٠١٨)، والتي تم الحصول عليها من موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية عبر الرابط [/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov)

٢- تصنيف المرئيات لفصل الماء عن اليابس عن طريق المؤشر (NDWI) Normal Deferent Water باستخدام المعادلة التالية:

$$NDWI = \frac{(Green - NIR)}{(Green + NIR)} \quad (\text{Bouchahma et al., 2012, p.19}).$$

٣- تصنيف المرئيات وتحويلها من Raster إلى Vector، ثم تحويلها من مساحي إلى خطي، واقتطاع خط الشاطئ لمنطقة الدراسة.

٤- التحقق البصري من خط الشاطئ من خلال المرئيات بعد تصحيحها لتعديله في حالة وجود بعض القصور.

٥- انشاء قاعدة بيانات وخلق طبقات من نوع Feature Class للأعوام المدروسة كل على حده، وطبقة تجمع كل خطين مع بعضهما تحتوي على بعض السمات التي تشمل التاريخ والذي تم ادخاله يدوياً، بالصيغة التالية MM/ DD/ YYYY كالتول، ثم طبقة الأساس وذلك من خلال Arc Catalog 10.2 (Addo, 2011, p. 3). وتعد طبقة الأساس نقطة انطلاق لجميع الخطوط التي تتقاطع بشكل عمودي على الساحل (Prieto- Campos et al., 2018, p. 7)، حيث تم اعتماد خطوط التقاطع بطول ٥٠٠ متر، وبمسافة بين الخطوط بمقدار ٥٠ متر.

٦- اعتماد نظام احداثي موحد لكل البيانات، وهو نظام مركبتور المستعرض نطاق ٣٨ شمالاً WGS_1984_UTM_Zone_38N . ولمعرفة مقدار التغير في خط الشاطئ سواءً بالنحت أو الارساب خلال السنوات التي تم الإعتماد عليها في الدراسة تم استخدام الملحق Digital Shoreline Analysis System (DSASv 4.3) في برنامج ARC GIS 10.2 والمصمم من قبل الولايات المتحدة الأمريكية (USGS)، والذي من خلاله تم حساب التغيرات الحاصلة في خط الشاطئ (Kannan et al., 2016, p. 318)، والمتمثلة بما يلي:

• Net Shoreline Movement (NSM): صافي حركة الشاطئ بالأمتار للفترات المدروسة ، والتي يعبر عنها بالمسافة بين أقدم وأحدث خط للشاطئ.

• (EPR) End Point Rate: معدل التغير الفعلي لخط الشاطئ (متر/ السنة)، والتي يُعبر عنها بقسمة المسافة بين خطي الشاطئ على الفترة الزمنية بين الخطين (Oyedotun, 2015, p. 224)، حيث تمثل القيم الموجبة لكل من صافي حركة الشاطئ ومعدل التغير الفعلي تقدم خط الشاطئ، بينما تمثل القيم السالبة عملية تراجع خط الشاطئ، (Oyedotun, 2014, p. 4).

٥- الدراسات السابقة:

توجد بعض الدراسات العامة التي تناولت ساحل البحر الأحمر بالجمهورية اليمنية، وكذلك بعض التقارير التي تم الإستفادة منها في هذه الدراسة والتي تمثلت فيما يلي:

- دراسة خالد عبدالجليل، (٢٠٠٨):

عن السياحة على ساحل البحر الأحمر في الجمهورية اليمنية دراسة في جغرافية السياحة، والتي هدفت إلى الكشف عن المقومات السياحية الطبيعية والبشرية، وابرار تطوير انماط السياحة غير التقليدية وتقييم مستوى العرض السياحي والتطرق لمعوقات استثمار المقومات السياحية في المنطقة، وقد قدمت الدراسة بعض الحلول المناسبة المساهمة في تطويرها وترشيد استخدامها.

- دراسة (Ahmed, K.A.,(2013)

تناول في هذا التقرير الآثار المحتملة لتغير المناخ لنطاق باب المنذب الساحلي وتقييم مدى قدرة المجتمع للتأقلم مع مخاطر التغير المناخي، وتقييم المخاطر التي يمكن أن تتعرض لها هذه المجموعات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الهشة نتيجة لتغير المناخ كتطرف الطقس، ارتفاع مستوى سطح البحر، والرياح والتعرية الساحلية، ثم وضع بعض المقترحات لمعالجة مخاطر التغير

المناخي في نطاق باب المنذب والإجراءات اللازمة لرفع مستوى التأقلم معها، كما تطرق لتحليل المخاطر غير المناخية خاصة كوارث الزلازل والبراكين في محيط نطاق باب المنذب.

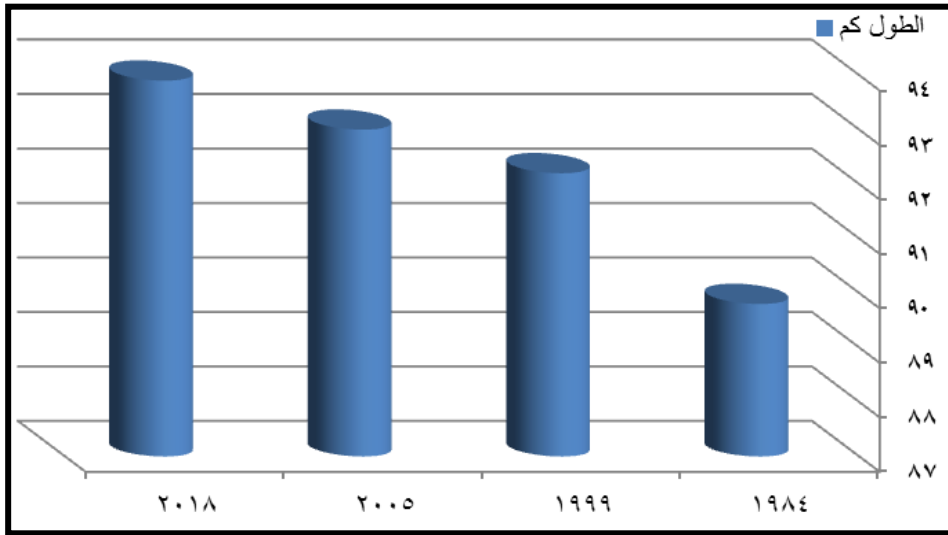
- دراسة (Ahmed et al, 2018)

شملت هذه الدراسة السواحل اليمنية حيث تناول دراسة وتحليل الخرائط الطبوغرافية لتحديد المناطق ذات المستوى المنخفض، والتي تأثرت بارتفاع منسوب مياه البحر، وتحديد استخدامات الاراضي والمناطق الأكثر حساسية والتي تتعرض للتعرية الساحلية والغمر والمتأثرة ببعض العوامل الأخرى المساعدة في عملية التعرية، وإعداد خرائط لخط الساحل وخرائط الحساسية.

ثانياً: تغيرات خط الشاطئ في منطقة الدراسة

يتضح من خلال جدول (١) حدوث تغيرات في خط الشاطئ من حيث متوسط النحت والارساب على خط الشاطئ ومعدلات التغير السنوي من فترة لأخرى، كما حدث تغير في طول خط الشاطئ حيث زاد من ٨٩.٨ كم عام ١٩٨٤م ليصل إلى ٩٣.٩ كم عام ٢٠١٨م (شكل ٤).

ولقد بلغ متوسط النحت على خط الشاطئ حوالي (٦٦.٣٨ متراً) بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ (١.٩٥متر/ السنة) بنسبة ٩٠.١٤%، بينما بلغ متوسط الارساب حوالي (٤٨.٧٩متراً) بمتوسط معدل تغير سنوي قدره (١.٤٣ متر/ السنة)، وبنسبة بلغت ٩.٨٦%، ولدراسة تغيرات خط الشاطئ بشكل مفصل تم تقسيم فترة الدراسة إلى ثلاث فترات كما يلي:



(شكل ٤) تغيرات طول خط الشاطئ بمنطقة الدراسة

(جدول ١)

متوسط حركة خط الشاطئ ومعدل التغير السنوي بمنطقة الدراسة

الفترة	١٩٨٤ - ١٩٩٩ م	١٩٩٩ - ٢٠٠٥ م	٢٠٠٥ - ٢٠١٨ م	١٩٨٤ - ٢٠١٨ م	الفترة
حركة خط الشاطئ بالمتر NSM	إرساب	٣٨.٩	١٧.٩٥	٢٩.٧٥	٤٨.٧٩
	نحت	٤١.٥٨	١٨.٨٥	٤٥.١٤	٦٦.٣٨
معدل التغير السنوي EPR متر/ السنة	إرساب	٢.٥	٣	٢.٢٨	١.٤٣
	نحت	٢.٩	٣.١٥	٣.٤٦	١.٩٥

المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على المرئيات الفضائية

أ- الفترة الأولى (١٩٨٤ - ١٩٩٩م):

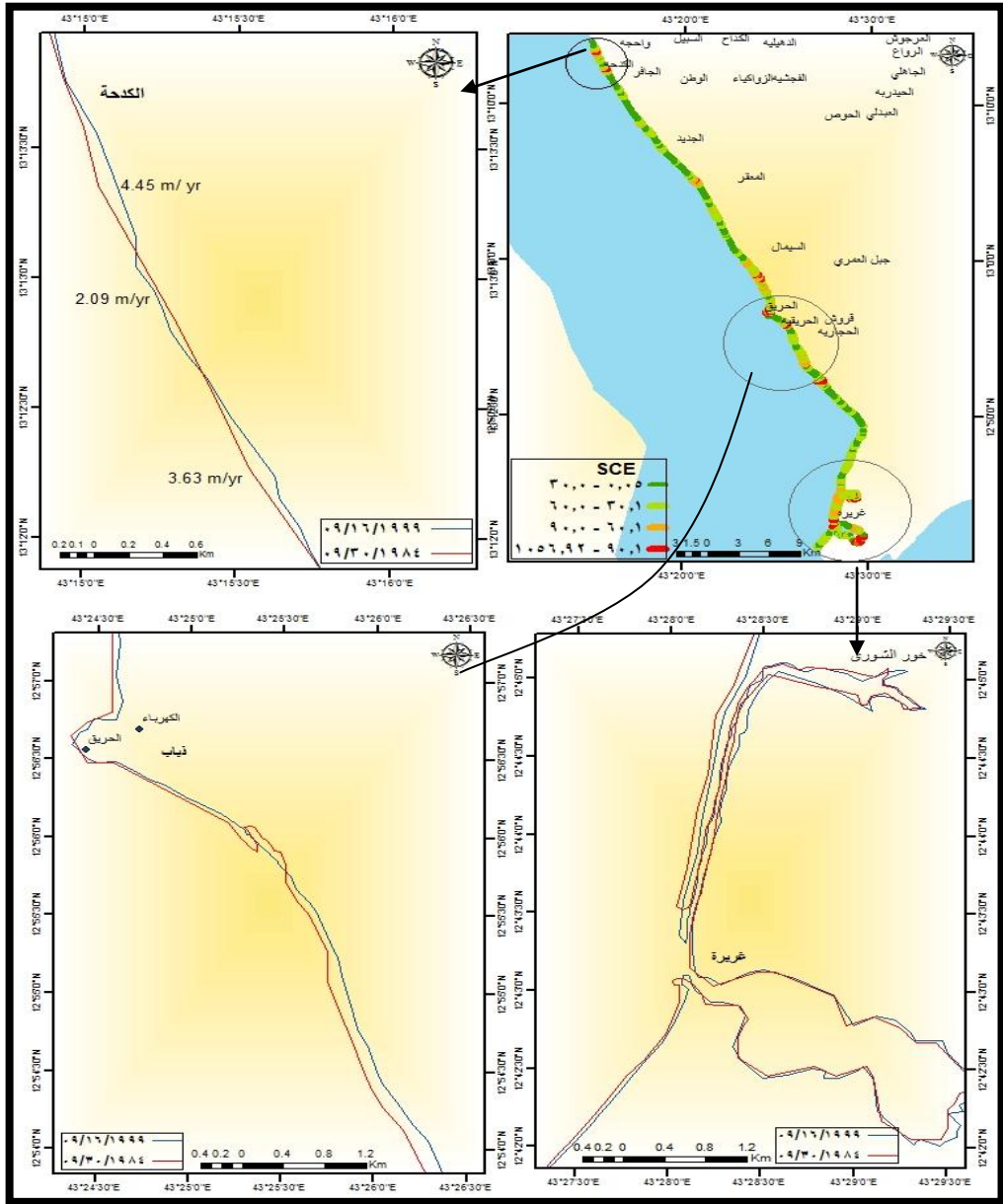
بلغ طول خط الشاطئ ٩٢.٢ كم وفقاً لعام ١٩٩٩م بفارق ٢.٤ كم عن طول الشاطئ عام ١٩٨٤م، ويعود ذلك إلى زيادة معدل تراجع خط الشاطئ باتجاه اليابس، وبمعدل تعرج بلغ ١.٤. تتراوح قيم الارساب بين ٠.٠٥ و ٠.٥٦.٩٢ متر بمتوسط قدره ٣٨.٩ متر، في حين تراوحت قيم معدل التغير السنوي بين ٠.٠١ و ٧٠.٦٥ متر/ السنة بمتوسط ٢.٥ متر/ السنة، بينما تراوحت قيم النحت بين -٠.٠٧ و -٤٠٣.١٧ متر بمتوسط ٤١.٦ متر، وبمعدلات تغير سنوي تراوحت بين -٠.٠٢ و -٢٦.٩٥ متر/ السنة بمتوسط قدره ٢.٩ متر/ السنة، وبنسبة بلغت ٨١.٦% من معدلات التغير السنوي.

يتضح من خلال شكل (٥) أن مقدار التغير الاقل من ٣٠ متر يشكل النسبة الأكبر بين قيم التغير الكلي، فخلال هذه الفترة سادت عملية النحت معظم مناطق خط الشاطئ مع وجود بعض المناطق التي تم فيها عملية الارساب ظهرت منتشرة على أجزاء مختلفة من المنطقة، ولقد تم اختيار بعض المناطق الأكثر تأثراً بعملية التغير والتي تم تناولها كما يلي:

١- المنطقة الأولى: تمثلت في منطقة الكدح الواقعة أقصى شمال منطقة الدراسة والتي يظهر فيها تعاقب عمليات النحت والارساب حيث بدأت عملية النحت من الشمال، إذ بلغ متوسط النحت على خط الشاطئ ٦٦.٧ حوالي متر، بمعدل تغير سنوي بلغ ٤.٥ متر/ السنة، ثم تلتها عملية الارساب بمتوسط ٢.٠٩ متر/ السنة، يليها عملية النحت مرة أخرى بمتوسط بلغ ٥٤.٣ متر وانحراف معياري ٢٩.٧، ومتوسط معدل تغير سنوي ٣.٦ متر/ السنة بانحراف معياري ١.٩.

٢- المنطقة الثانية: تمثلت بمدينة ذباب الواقعة في الجزء الأوسط من منطقة الدراسة والتي بلغ فيها الارساب على خط الشاطئ ٤٢.٤ متر، ومتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٢.٨ متر/ السنة بانحراف معياري ٢.٢، في حين بلغ متوسط النحت على خط الشاطئ ٤٥.٨ متراً بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣.٦ متر/ السنة وانحراف معياري ٣.٢.

٣- المنطقة الثالثة: تمثلت بمنطقة غريرة وخور الشورى والواقعة في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة، فقد بلغ متوسط عملية الارساب عندها حوالي ٤٤.٨، بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣ متر/ السنة وانحراف معياري ٢.٢، بينما بلغ متوسط النحت حوالي ٥٩.٢ متر، وبمتوسط معدل تغير سنوي ٣.٩ متر/ السنة وانحراف معياري قدره ٢.٩.



(شكل ٥) مقدار التغير في خط الشاطئ والمناطق الأكثر تعرضاً لعملية النحت والإرساب للفترة (١٩٨٤ - ١٩٩٩ م)

ب- المرحلة الثانية (١٩٩٩ - ٢٠٠٥م):

بلغ طول الشاطئ ٩٣ كم عام ٢٠٠٥م بفارق ٠.٨ كم عن عام ١٩٩٩م وبمعدل تعرج بلغ ١.٤٥، تراوحت قيم صافي حركة الشاطئ في هذه الفترة بين ٥١٥.٦٨- و٤٦١.١ متر، ومعدلات تغير سنوي تراوحت بين ٨٦.٢٦- و٧٧.١٣ متر/ السنة، إذ بلغ متوسط الارساب على خط الشاطئ ١٧.٩٥ متر، بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣ متر/ السنة، في حين بلغ متوسط النحت ١٨.٨٥ متر بمتوسط معدل تغير سنوي قدره ٣.١٥ متر/ السنة، ولقد شككت عملية النحت أعلى نسبة من معدلات التغير السنوي بلغت ٥٤%، بينما شككت عملية الارساب ٤٣.٥% من إجمالي معدلات التغير السنوي، في حين شككت المناطق التي لم يحدث فيها أي تغير ٢.٥% فقط. يلاحظ خلال هذه الفترة تقارب قيمة متوسط عملية النحت مع عملية الارساب في المنطقة، ويرجع ذلك إلى قصر المدة الزمنية في هذه الفترة عن الفترة السابقة.

يتضح من شكل (٦) أن قيم التغير في خط الشاطئ الأقل من ٢٠ متر مثلت أغلب منطقة الدراسة، بينما مقدار التغير الأكبر من ٦٠ متر ظهر في أجزاء قليلة من المنطقة، كما يظهر بعض الأجزاء التي لم يحصل فيها أي تغير والتي اخذت القيمة صفر، وسيتم تناول المناطق الأكثر تأثراً بعملية التغير كما يلي:

١- المنطقة الأولى: تمثلت فيما بين منطقة العقير والجديد وفي السيمال والتي بلغ متوسط الارساب عندها ١٩.٦ متر، ومتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣.٣ متر/ السنة، بينما بلغ متوسط النحت ١٢.٩ متر، بمتوسط معدل تغير سنوي مقداره ٢.٢ متر/ السنة، إذ سادت عملية الارساب في هذا الجزء ويعود ذلك إلى مصبات بعض الأودية ووجود اشجار المانجروف.

٢- المنطقة الثانية: تمثلت بمنطقة جريب الواقعة إلى الجنوب من مدينة ذباب والتي بلغ فيها متوسط الارساب ٥.٤ متر، بمتوسط معدل تغير سنوي ٠.٨٩ متر/ السنة، بينما بلغ متوسط النحت ٨.٦ متر، بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ١.٥ متر/ السنة.

٣- المنطقة الثالثة: تمثلت في غريرة والتي شكلت أعلى نحت بمتوسط بلغ ٤١.٦ متراً، ومتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٦.٩ متر/ السنة، بينما بلغ متوسط الارساب ٣٠.٤ متراً بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٥.١ متر/ السنة.

ج- المرحلة الثالثة ٢٠٠٥ - ٢٠١٨ م:

بلغ طول خط الشاطئ ٩٣.٩ كم عام ٢٠١٨ بفارق ٠.٩ كم عن عام ٢٠٠٥ م ومعدل تعرج بلغ ١.٤٧، تتراوح قيم صافي حركة خط الشاطئ بين - ١٣٢٢.٧٧ و ٦٧٢.٩٥ متر، ومعدلات تغير سنوي بين - ١٠١.٤٩ و ٥١.٦٣ متر/ السنة، وقد سادت عملية النحت في هذه المرحلة أيضاً، إذ شكلت ما نسبته ٦٣% من معدل التغير السنوي، حيث ارتفعت نسبة النحت في هذه الفترة عن الفترة السابقة، وتراوحت قيم النحت بين - ١٣٢٢.٧٧ و - ٠.٠١ متر، بمتوسط ٤٥.١٤ متراً، ومتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣.٤٦ متر/ السنة، والتي تراوحت معدلاته بين - ١٠١.٤٩ و - ٠.٠١ متر/ السنة، بينما شكل الارساب ٣٧% والتي تراوحت قيمه بين ٠.٠١ و ٦٧٢.٩٥ متر بمتوسط ٢٩.٧٥ متر، ومعدلات تغير تراوحت بين ٠.٠١ و ٥١.٦٣ متر/ السنة وبمتوسط تغير سنوي ٢.٢٨ متر/ السنة. ولقد تم اختيار بعض المناطق التي تعرضت لأكبر تغير خلال هذه الفترة وهي كما يلي (شكل ٧).

١- المنطقة الأولى: السيمال الواقعة الى الشمال من مدينة ذباب والتي بلغ متوسط الارساب عندها ٥٥.٧ متر بمتوسط معدل تغير سنوي قدره ٤.٣

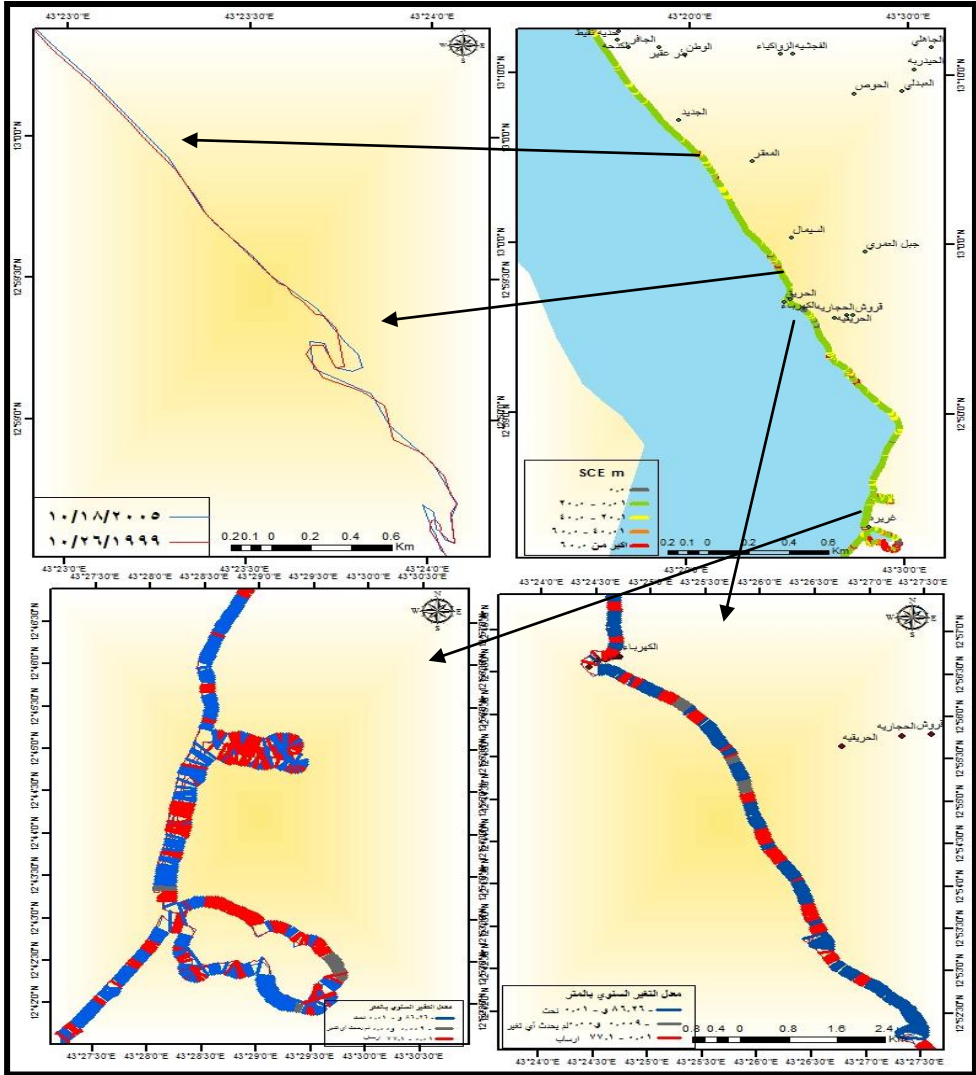
متر/ السنة، إذ سادت عملية الارساب في هذا الجزء من المنطقة خلال هذه الفترة، بينما بلغ متوسط النحت عندها ٤٨.٧ متر بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣.٧ متر/ السنة.

٢- المنطقة الثانية: تمثلت بمنطقة ذباب وإلى الجنوب منها بلغ متوسط الارساب عندها ١١.٨٥ متر بمتوسط معدل تغير سنوي ٠.٨٥ متر/ السنة، بينما بلغ متوسط النحت ٤٠.٨ متر بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣.١٣ متر/ السنة.

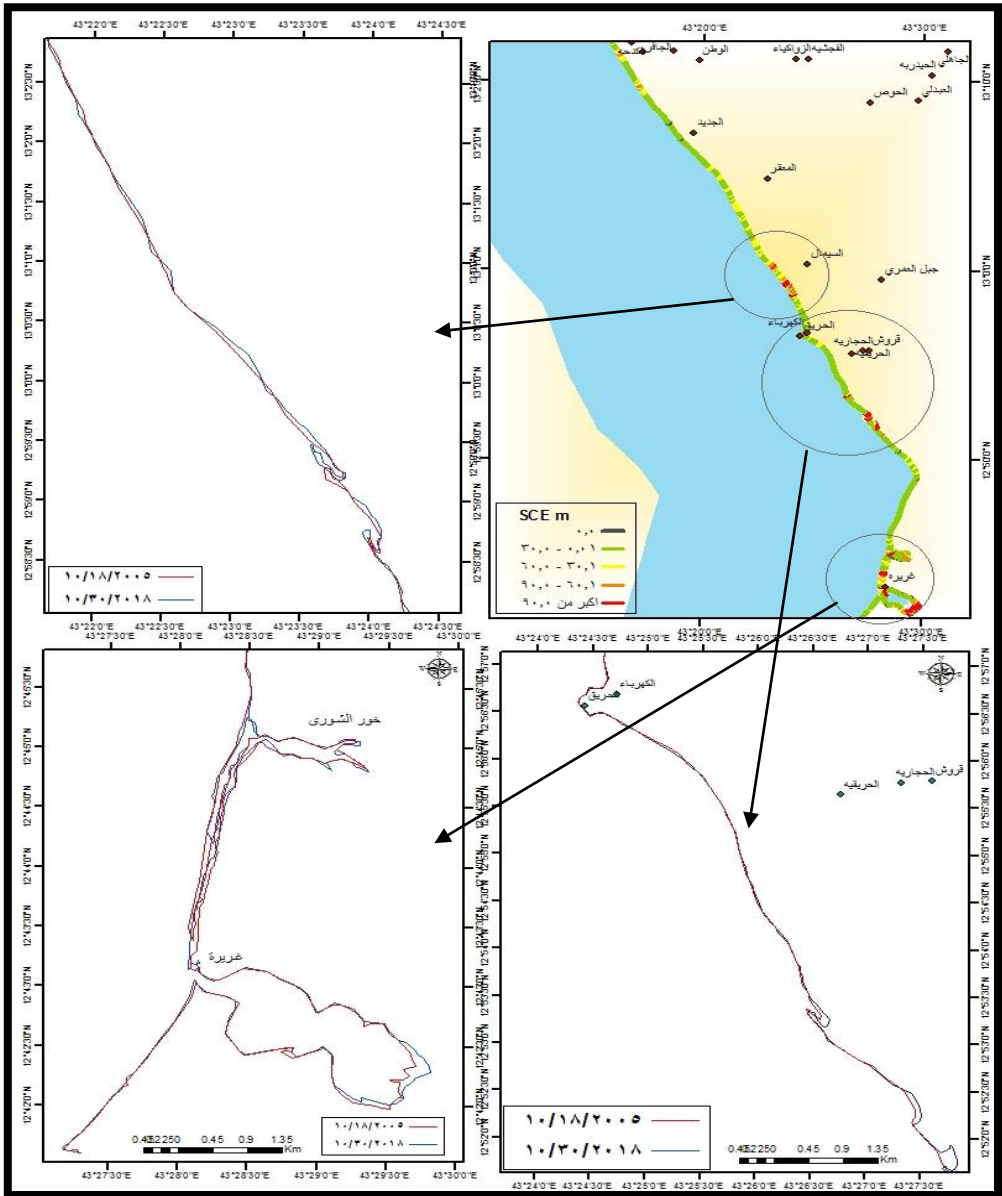
٣- المنطقة الثالثة: تمثلت بمنطقة غريرة والتي بلغ متوسط النحت عندها ٧٩.٥ متراً بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٦.١ متر/ السنة، في حين بلغ متوسط الارساب ٤٥.٩ متراً بمتوسط معدل تغير سنوي بلغ ٣.٥٢ متر/ السنة.

من خلال ما سبق يتضح سيادة عملية النحت في منطقة الدراسة خلال المراحل المدروسة دون استثناء مع وجود فارق في معدلات التغير (شكل ٨)، ويعود سيادة النحت في منطقة الدراسة لتأثره ببعض العوامل الطبيعية التي سوف تناقش تفصيلاً فيما بعد، وأهمها التيارات البحرية، والمد والجزر، والتي لها دور أساسي في عملية تراجع خط الشاطئ، إضافة إلى بعض خصائص خط الشاطئ، ويلاحظ بأن المنطقة الممتدة من غريرة إلى مدينة ذباب هي الأكثر تأثراً بعملية النحت ويُعد هذا خطراً كبيراً على السكان خاصة في ظل البناء العشوائي في هذه الأجزاء وانخفاض السطح، إذ تتركز معظم المباني السكنية على ارتفاع أقل من ٥ متر فوق مستوى سطح البحر (شكل ٩، ١٠)، وقد يعود زيادة عملية النحت في الجزء الواقع إلى الشمال من خور الشورى خلال المراحل المدروسة إلى اتخاذ خط الشاطئ في هذا الجزء شكل قوس ساعد على زيادة فعل عملية النحت، ومن الملاحظ ظهور قناة مدية بدايةً من عام ٢٠١٦ وبروزها بشكل أكبر

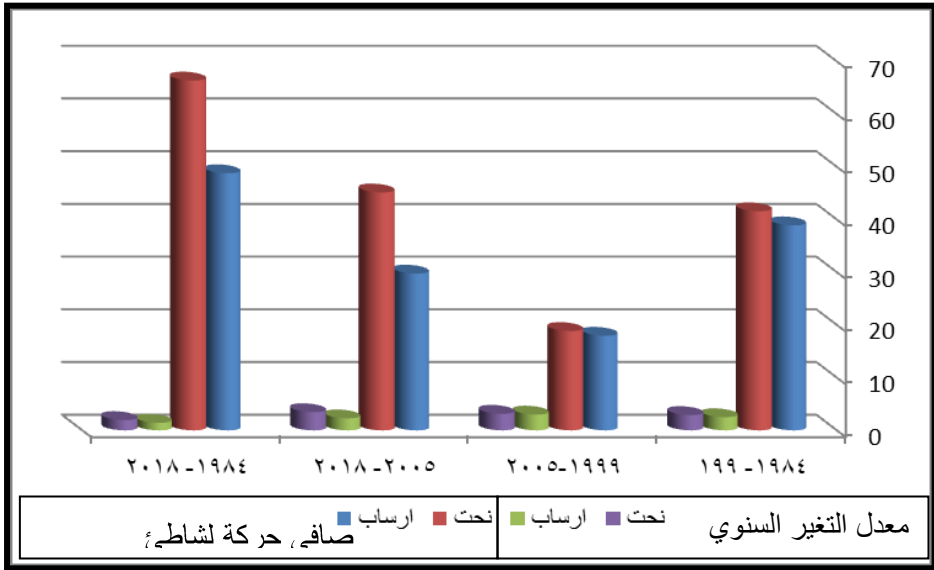
عام ٢٠١٩م حيث توسعت القناة وزاد طولها حتى اتصلت بالخور من الداخل مما يدل على زيادة عملية النحت في هذا الجزء وبالتالي فإنها قد تشكل خطورة على المانجروف في حالة توسعها فإنها ستعمل على جرفها (شكل ١١).



(شكل ٦) مقدار التغير في خط الشاطئ والمناطق الأكثر تأثراً بالتغير للفترة (١٩٩٩ - ٢٠٠٥م)



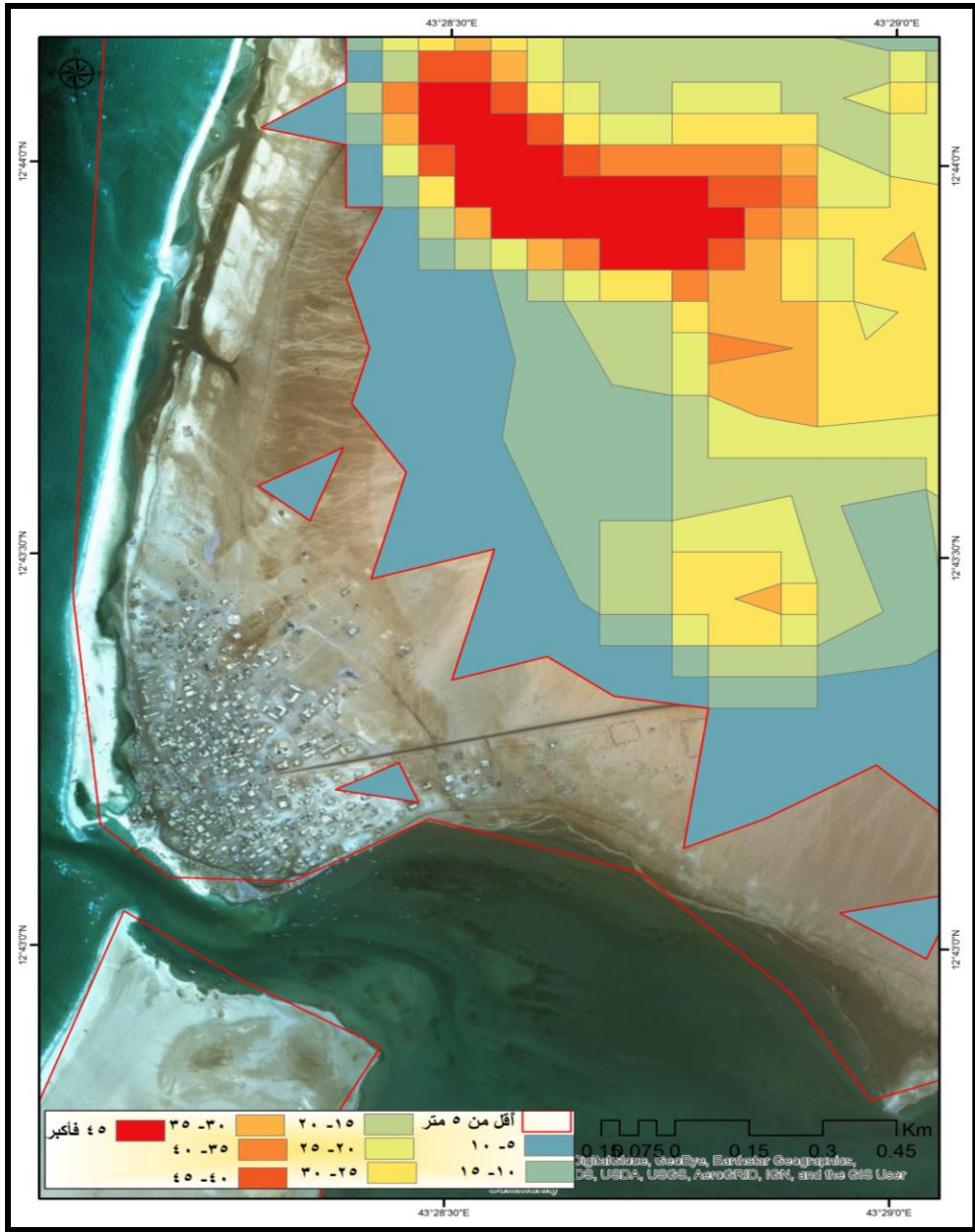
(شكل ٧) مقدار التغير الكلي في خط الشاطئ والمناطق الأكثر تعرضاً للتغير خلال الفترة من ٢٠٠٥ - ٢٠١٨م



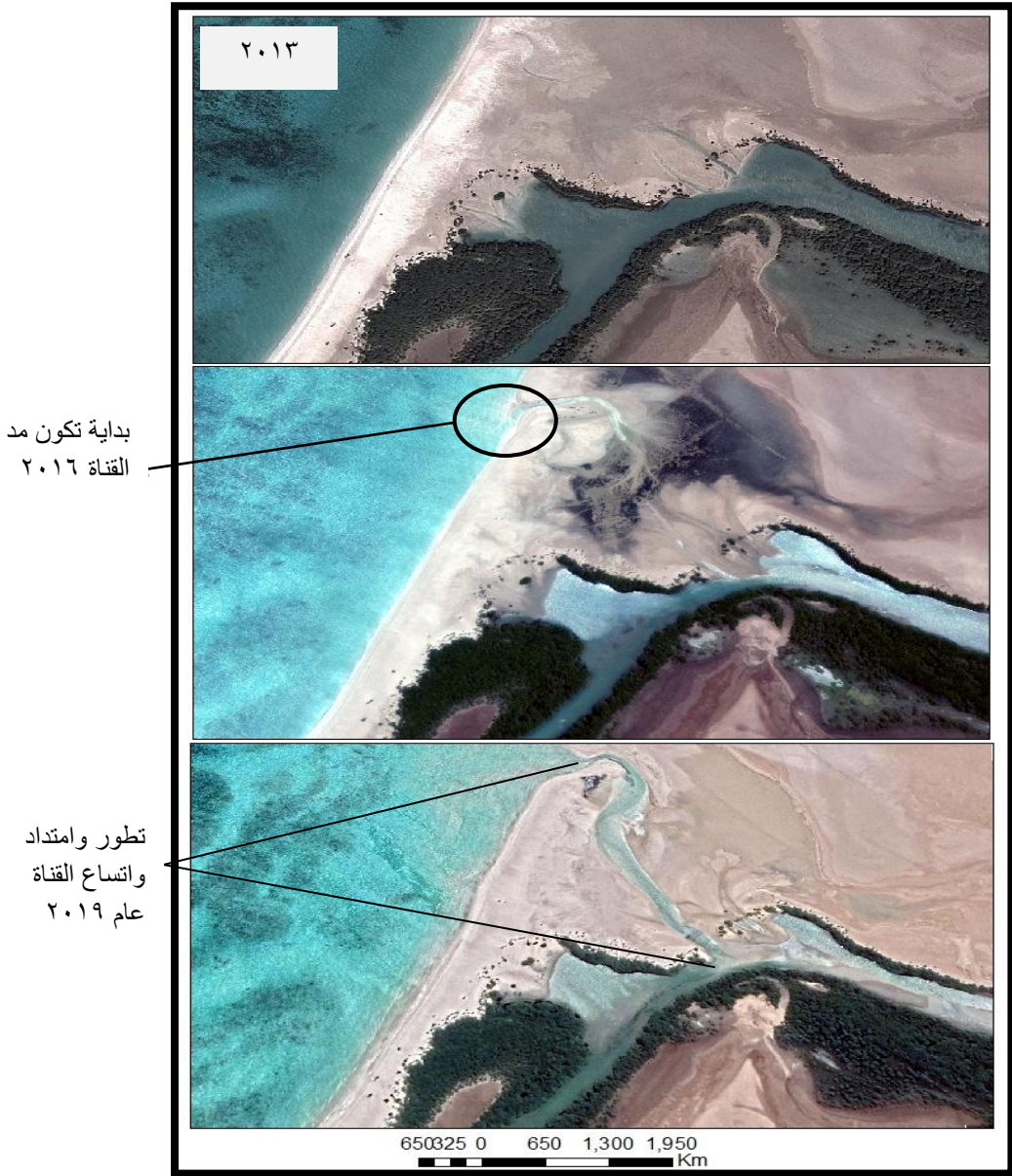
(شكل ٨) معدل التغير السنوي وصافي حركة خط الشاطئ



(شكل ٩) التركيز العمراني بمدينة ذباب على ارتفاع ٥ متر فأقل



(شكل ١٠) التركز العمراني في منطقة غريرة على ارتفاعات أقل من ٥ متر فوق مستوى سطح البحر



(شكل ١١) التغيرات المورفولوجية في قناة مد خور الشورى خلال الفترة من ٢٠١٣ حتى ٢٠١٩، حيث لم تظهر القناة في عام ٢٠١٣، وبدأت في الظهور من خلال عملية النحت عام ٢٠١٦، وقد توسعت واتصلت بالخور من الداخل عام ٢٠١٩

ثالثاً: العوامل المؤثرة في تغيرات خط الشاطئ:

تعود تغيرات خط الشاطئ إلى بعض العوامل المؤثرة والمسئولة عن تكونه والمتمثلة في حركة الأمواج، والتيارات البحرية والمد والجزر وهي عوامل مرتبطة بحركة الرياح، إضافة إلى بعض الخصائص المتعلقة بطبيعة الساحل وخصائصه العامة، وسيتم عرضها كما يلي:

أ- الأمواج والرياح:

تعد الأمواج أحد عوامل التعرية البحرية التي يظهر تأثيرها في إبراز الملامح المورفولوجية للسواحل، وهي عبارة عن تموجات سطحية تسببها الرياح التي تهب فوق المسطحات المائية. تبدأ الأمواج بالظهور عندما يؤدي الجر الناتج عن احتكاك الرياح بسطح الماء في تكوين تموجات به، وباستمرار هبوب الرياح فإن جانب الموجة المواجهة للرياح يعتبر سطحاً يتعرض لقوة دفع الرياح وبالتالي تحريك الموجة إلى الأمام (محمد صبري، محمود دياب، ١٩٨٥، ص ٢٠٢-٢٠٤). يتوقف تأثير الأمواج على العديد من العوامل منها ارتفاع الأمواج وسرعة الرياح، إذ يتراوح أقصى ارتفاع للأمواج في الساحل الغربي لليمن (البحر الأحمر) بين ١.٣- ١.٩ متر، ويزداد ارتفاع الأمواج بالاتجاه جنوباً حيث تراوحت في الجنوب الغربي بين ١,٩ و ٣ متر (Ahmed et al, 2018, p. 52).

تتسم حركة الرياح على شواطئ البحر الأحمر وخليج عدن بالقوة شتاءً وضعفها صيفاً، فتكون ذات اتجاه شمالية غربية صيفاً بمتوسط سرعة بلغت ٩,١ عقدة وجنوبية شرقية شتاءً بمتوسط سرعة ٩,٧ عقدة (خطة التنمية السياحية، ٢٠٠٨، ص ١٠). تتراوح متوسط سرعة الرياح الشهرية للفترة من ١/٨/١٩٩٩م إلى ١/١٠/٢٠٠٩م، بنسب عالية بيانات الموقع

[/https://oceanwatch.pifsc.noaa.gov](https://oceanwatch.pifsc.noaa.gov) عند دائرة عرض ١٢,٧١ ° شمالاً وخط طول ٤٣,٤٧ ° جنوباً والواقعة في غريرة بين ٦,٦١ متر/ ثانية في يناير و ٤,١٧ متر/ ثانية في سبتمبر، حيث سجل أقل متوسط لسرعة الرياح في مايو وسبتمبر وأعلىها في يناير ويوليو.

تُعد منطقة الدراسة أكثر استجابة لتأثير الأمواج التي تسببها الرياح الشديدة والتي ينتج عنها تراجع الساحل وغمر المنطقة حيث بلغ المعدل العام للنحت خلال ٣٤ سنة حوالي ١.٩٥ متر/ السنة، وتوضح صورة (١) مدى ارتفاع الأمواج عند اصطدامها بالشواطئ الصخرية في رأس الحصيني (Amed, 2013, p.70).



المصدر: (Amed, 2013, p.70)

(صورة ١) مدى ارتفاع الأمواج في رأس الحصيني

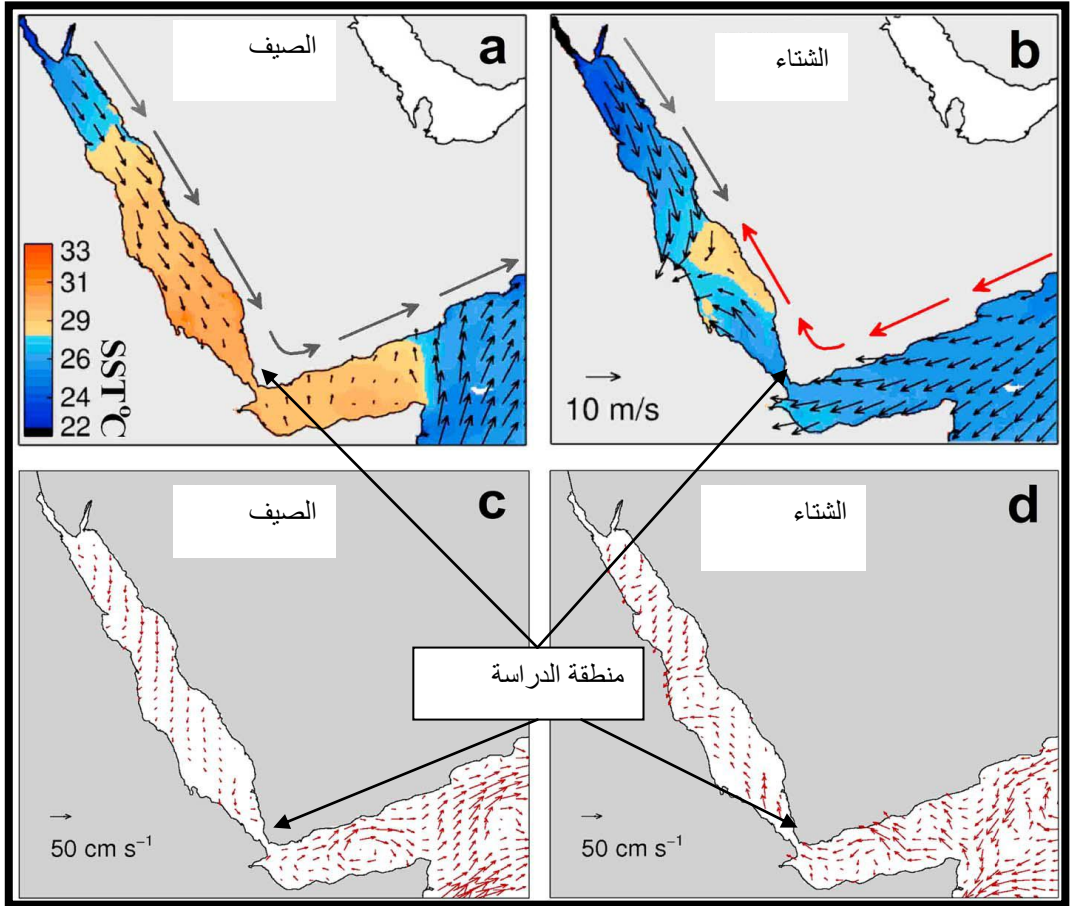
ب- حركة التيارات البحرية:

تنشأ التيارات البحرية نتيجة لعدة عوامل أهمها الرياح، إضافة إلى بعض العوامل الأخرى كدرجة حرارة المياه وملوحتها والتي بدورها تؤثر على كثافة المياه وبالتالي تنتقل المياه من المسطحات المائية الأعلى كثافة إلى المسطحات المائية الأقل كثافة (عبدالعزیز طريح، ١٩٩٣، ص ١٧٢).

تختلف سرعة وقوة التيارات في البحر الأحمر تبعاً لموسمين رئيسيين تختلف فيهما هبوب الرياح (شكل ١٢)، ففي فصل الصيف تهب الرياح الجنوبية الغربية الآتية من المحيط الهندي حيث تسود فيها التيارات المتجهة إلى الجنوب والجنوب الشرقي، فتكون التيارات الجنوبية أقوى قليلاً وتصل إلى حوالي ٦٥ سم/ ثانية قرب باب المندب، وفي الشتاء تهب الرياح الشمالية الشرقية الآتية من شبه الجزيرة العربية ولكن تعمل الرياح الجنوبية الشرقية في الجزء الجنوبي من البحر الأحمر على تقوية التيارات السطحية الشمالية، والتي تتراوح سرعتها بين ٣٠-٦٠ سم/ ثانية (المنظمة العربية، ١٩٩٠، ص ٢٦).

كما تلعب كلاً من الأمطار وكمية المياه المتبخرة والتأثيرات الناتجة عن تغير كثافة المياه البحرية والرياح والضغط الجوي دوراً كبيراً في تغير منسوب سطح البحر الأحمر، وغالباً ما تكون تغيرات سلبية تؤدي إلى انخفاض مستمر في مستوى سطح البحر (محمد سعيد، ١٩٩٧، ص ١٠-١١)، ولتعويض المياه المفقودة تتدفق المياه عبر مضيق باب المندب، حيث تتحرك المياه مدفوعة بالرياح الموسمية الجنوبية الشرقية، فتعمل على تقوية التيار السطحي المتجه شمالاً (Morcos, 1970, p.97).

فحركة التيارات البحرية الدائمة سواء من الشمال إلى الجنوب أو من الجنوب إلى الشمال فإن لها دور في عملية النحت بمنطقة الدراسة ويظهر هذا واضحاً في منطقتي غريرة وذباب، كما أن لها القدرة على حمل الرواسب وتوزيعها وترسيبها على ساحل المنطقة.



المصدر: Raitsos, et al., 2015, p 858

(شكل ١٢) اتجاهات الرياح والتيارات البحرية خلال فصلي الصيف والشتاء حيث توضح الخريطة a, b اتجاه الرياح، بينما c, d يمثلان اتجاه التيارات البحرية

ج- المد والجزر:

تتصف حركة المد والجزر في البحر الأحمر بأنها نصف يومية، حيث يتوالى حدوث المد والجزر عكسياً بين طرفي البحر الأحمر (Edward, 1987, p. 65)، تتراوح حركة المد والجزر بين ٠.٥ - ١.٥ متر في كلاً من خليج عدن والبحر الأحمر (Mistafa, 2005, p.11)، ويقل الفارق في منسوب المد والجزر بالاتجاه جنوباً في البحر الأحمر، حيث يزداد الفارق في تغير منسوب المد والجزر في الصيف عن الشتاء، ففي فصل الشتاء يبلغ مستوى البحر أعلى حالاته، وينخفض مستواه صيفاً، ولقد تم الاعتماد على بيانات المد المتوفرة بالقرب من منطقة الدراسة والتي تم الحصول عليها من بعض التقارير والدراسات، حيث بلغ أعلى مد في ميناء المخا حوالي ٠.٨٧ متر وأقل مد ٠.٧٢ متر، وأدنى جزر ٠.٥١ متر، في حين بلغ مدى المد ٠.٣٦ متر (عوض عبدالله، ٢٠٠٤، ص ٩٩). تتأثر شواطئ نطاق باب المنذب والذي يُعد جزء من منطقة الدراسة بالمد حيث يصل المد إلى الطريق السريع على بُعد حوالي ١ كم من ساحل البحر الأحمر (Ahmed, 2013, p.63).

إن التغيرات الحاصلة في درجة حرارة المياه، وتأثير الرياح، والأمواج، وحركة التيارات فإنها تؤدي لتغيرات في مستوى سطح البحر، إذ يتراوح ارتفاع مستوى سطح البحر في الجزء الجنوبي لمنطقة الدراسة في سواحل باب المنذب بين ١.٠٨ - ١.٥٩ ملم سنوياً، ويزداد الارتفاع في منسوب سطح البحر من الشمال إلى الجنوب (Ahmed, 2013, p. p 64-65).

د- طبيعة الشاطئ وبعض خصائصه:

يتميز خط الشاطئ في منطقة الدراسة بالتعرج وبعده عن الاستقامة، فيبلغ معدل تعرجه حوالي ١.٥ أي أن الطول الحقيقي للشاطئ يزيد عن الطول

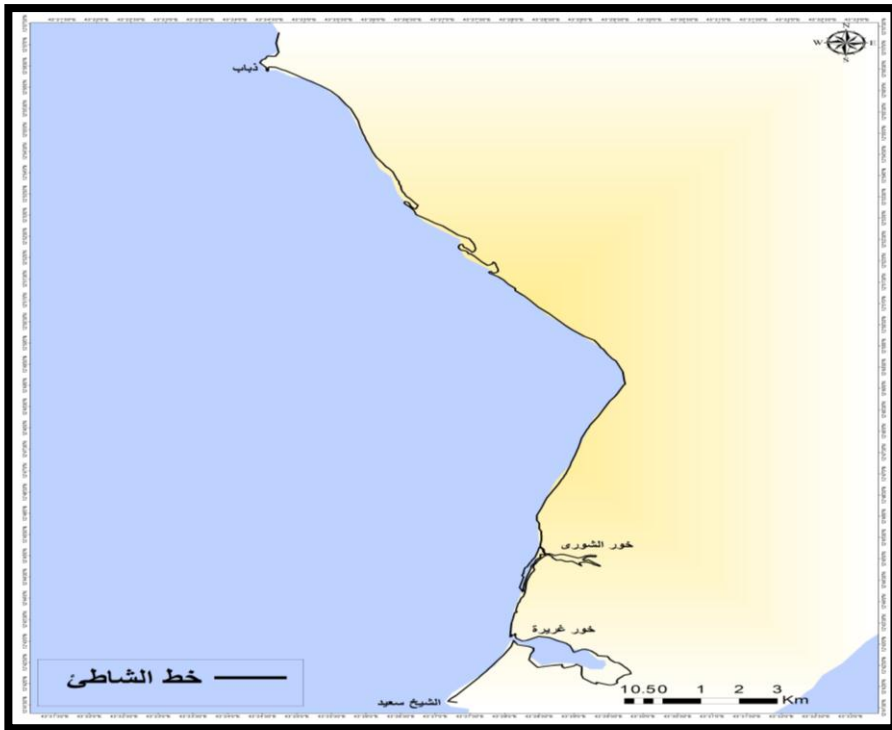
المستقيم بمقدار ١.٥، حيث يأخذ خط الشاطئ شكل حرف (L)، من رأس الشيخ سعيد حتى ذباب (شكل ١٣)، ولقد بلغ معدل تعرج هذا الجزء حوالي ١.٩ مما يعني أن طول الشاطئ الحقيقي يزيد عن الطول المستقيم بأكثر من ما يقارب مرتين، ويُعد هذا الجزء هو الأكثر تعرضاً لعملية النحت، بينما يقل تعرج خط الشاطئ بالاتجاه شمالاً من شمال ذباب إلى مصب وادي موزع، ويظهر في هذا الجزء أكبر معدلات الارساب.

كما أن للخصائص الجيولوجية دوراً في استجابة خط الشاطئ لعملية النحت، ففي حالة تكون المنطقة الساحلية من الصخور اللينة والهشة تكون عملية التعرية أقوى من حالة تكونها من الصخور الشديدة الصلابة (جودة حسنين، ١٩٩٨، ص ٢٩١)؛ وكون منطقة الدراسة تتكون من رواسب الزمن الرابع المتكونة من الرمال والحصى والطين فإنها أكثر استجابة وتعرضاً لعملية النحت، ويظهر هذا واضحاً في خوري غريرة والشورى والتي يغلب على تكوينهما الرواسب الطينية، مما ساعد في زيادة فاعلية عملية النحت في هذا الجزء.

فمن حيث خصائص الارتفاعات ودرجة الانحدار تتميز منطقة الدراسة بعدم وجود الجروف المرتفعة مما يساعد في زيادة فعالية عملية النحت، فالجروف الساحلية الأكثر ارتفاعاً تكون عندها عملية النحت ابطأ من الأقل ارتفاعاً (عبدالرزاق بسيوني، ٢٠١٦، ص ١٤٨)، كما تؤثر درجة الانحدار على معدل تغير خط الشاطئ في المناطق الساحلية، فدرجة الانحدار البسيطة تساعد في عملية توغل مياه البحر بسهولة إلى اليابس المجاور لخط الشاطئ (عبدالرزاق بسيوني، ٢٠١٦، ص ١٥٥)، وهذا الحاصل في منطقة الدراسة. تتراوح درجة انحدار منطقة الدراسة بين (صفر - ٣٧)، حيث مثلت الانحدارات المستوية بين صفر - ٢ النسبة الأكبر في منطقة الدراسة، إذ بلغت مساحتها

١٠٥١.٣ كم^٢ بنسبة ٨٢.٩% من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، يليها الانحدارات الخفيفة من ٢- ٥ بنسبة ١٢.٧% من إجمالي مساحة المنطقة، وبمساحة بلغت ١٩٠.٤ كم^٢، بينما سجلت الانحدارات الأعلى من ٣٠ أقل نسبة بمساحة بلغت ١ كم^٢ فقط؛ لذا فإن انخفاض انحدار المنطقة يجعلها أكثر عرضة وتأثراً بعملية النحت.

فمن خلال ما سبق يتضح تأثير العوامل السابقة والمتمثلة بالعوامل الطبيعية، وطبيعة تضاريس المنطقة ودرجة الانحدار على نشاط عملية النحت والإرساب في منطقة الدراسة، بينما لا يظهر أي تأثير للعوامل البشرية على خط الشاطئ في المنطقة؛ وذلك لعدم وجود أي مشاريع تنموية سواءً سياحية أو اقتصادية.



(شكل ١٣) شكل خط الشاطئ من راس الشيخ سعيد في الجنوب إلى ذباب شمالاً

رابعاً: النتائج والتوصيات

- تم دراسة خط الشاطئ في منطقة الدراسة من خلال تتبعه لثلاث فترات زمنية مختلفة (١٩٨٤-١٩٩٩م، ١٩٩٩-٢٠٠٥م، ٢٠٠٥-٢٠١٨م).
- اتضح خلال الفترات المدروسة سيادة عملية النحت في منطقة الدراسة، حيث شكل خلال ٣٤ سنة من ١٩٨٤-٢٠١٨م ٩٠.١٤%، بينما شكل الإرساب ٩.٨٦% فقط.
- بلغ متوسط معدل النحت السنوي للفترة ١٩٨٤-١٩٩٩م ٢.٩ متر/ السنة، وبنسبة ٨١.٦% من إجمالي معدلات التغير السنوي، بينما شكات عملية الإرساب ١٨.٤% من إجمالي معدلات التغير السنوي بمتوسط سنوي بلغ ٢.٥ متر/ السنة.
- في الفترة الثانية ١٩٩٩-٢٠٠٥م انخفضت عملية النحت عن السابق، وقد يرجع ذلك إلى قصر الفترة الزمنية إذ شكات ٥٤% من إجمالي معدلات التغير السنوي وبمتوسط قدره ٣.٢متر/ السنة وهو معدل أكبر من الفترة السابقة، في حين شكات عملية الإرساب ما نسبته ٤٣.٥% من إجمالي معدل التغير السنوي، وشكلت المناطق التي لم يحصل فيها أي تغير أقل نسبة بلغت ٢.٥% فقط، فعلى الرغم من قصر المدة الزمنية إلا أن عملية النحت سادت هذه الفترة أيضاً.
- خلال الفترة الثالثة ٢٠٠٥-٢٠١٨م ارتفعت نسبة معدل النحت عما كانت عليه في الفترة السابقة والتي شكلت ٦٣% من معدلات التغير السنوي بمتوسط بلغ ٣.٤٦ متر/ السنة، في حين شكات عملية الإرساب ٣٧% بمتوسط حوالي ٢.٢٨ متر/ السنة.
- لعبت العوامل الطبيعية وبعض خصائص خط الشاطئ دوراً رئيسياً في تغير خط الشاطئ.

- تتأثر منطقة الدراسة بسرعة الرياح والتيارات المدية خاصة في فصل الشتاء عند هبوب الرياح الموسمية الشمالية الشرقية التي تدفع التيارات المائية من خليج عدن إلى البحر الأحمر نحو الشمال الغربي.
- تُعد منطقة غريرة ومدينة ذباب أكثر المناطق تعرضاً لعملية النحت وبالتالي فإنها تُعد أكثر المناطق خطورة، وذلك للتركز السكاني في الأجزاء المنخفضة والتي تقل عن منسوب ٥ متر فوق مستوى سطح، وبالتالي فإنها الأكثر تعرضاً لغمر مياه البحر، خاصة في ظل التغيرات الحالية للمناخ وارتفاع مستوى سطح البحر.
- انتشرت عملية الارساب في منطقة الدراسة وبشكل خاص في الجزء الشمال عند مصبات بعض الأودية، واماكن تواجد اشجار المانجروف.

التوصيات:

- انشاء محطات رصد لعناصر المناخ والأمواج وحركة المد والجزر.
- القيام بدراسات تفصيلية للمنطقة تعتمد على الدراسات الميدانية والتقنيات الحديثة.
- اقامة الحواجز كحماية للمباني السكنية ومستقعات المانجروف على خط الشاطئ خاصة في المناطق المنخفضة، والتخطيط لعملية البناء المستقبلي.
- توعية السكان بخطر البناء والتركز في المناطق ذات المناسيب المنخفضة لما لها من خطورة على حياتهم وممتلكاتهم.

المراجع العربي:

- أحمد مختار أبو خضرة، (١٩٨١م)، التابع الطباقى والتاريخ الترسىبى للجمهورية اليمنية، رسائل جغرافية، العدد ٣٥، الجمعية الجغرافية الكويتية، ص ص ٣-٣٢.

- جودة حسنين جودة، (١٩٩٨)، جغرافية البحار والمحيطات، منشأة المعارف، الإسكندرية.
- -خالد عبدالجليل النجار، ٢٠٠٨م، ساحل البحر الأحمر في الجمهورية اليمنية، دراسة في جغرافية السياحة، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب- جامعة اسيوط.
- عبدالرزاق بسيوني الكومي، ٢٠١٦م، تغير خط الشاطئ بين رأس الحكمة ورأس أم الرخم بالساحل الشمالي الغربي لمصر باستخدام الاستشعار عن بعد RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS: دراسة جيومورفولوجية ، مجلة بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، العدد ٣٩ (الجزء الثاني)، ص ص ١٣٣ - ٢٠٤.
- عبدالعزيز طريح، ١٩٩٣م، الجغرافيا الطبيعية أشكال سطح الارض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية.
- عوض عبدالله بامطرف: البيئة البحرية والغوص في الجزر اليمنية، دراسة مقدمة للهيئة العامة لتنمية وتطوير الجزر اليمنية، صنعاء، ٢٠٠٤م.
- مارش احمد سعيد العديني، ٢٠٠٤، جغرافية الموانئ اليمنية، ط١، مركز عبادي للدراسات والنشر، صنعاء.
- محمد سعيد البارودي، ١٩٩٧م، مورفولوجية الشعاب المرجانية البلايستوسينية والحديثة وأثر التغير البيئي عليها في مواقع مختارة على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر(المملكة العربية السعودية)، رسائل جغرافية، العدد ٢٠٢، الجمعية الجغرافية الكويتية، ص ٣- ١١٢.
- محمد صبري، محمود دياب، ١٩٨٥م، العمليات الجيومورفولوجية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

- محمد مهنا، فاطمة خالد، ٢٠١٩، تغير خط الشاطئ الشمالي لدولة الكويت والعوامل الطبيعية المرتبطة به، مجلة العلوم الاجتماعية، جامعة الكويت، المجلد ٤٧، العدد ١، ص ١٤١ - ١٧٩.

المراجع الاجنبية

- Addo, K. A., Jayson-Quashigah, P. N., & Kufogbe, K. S. (2011). Quantitative analysis of shoreline change using medium resolution satellite imagery in Keta, Ghana. *Marine Science*, 1(1),p. 1-9.
- Ahmed, K. A. (2013) Bab al- Mandab Pilot Coastal Zone (BMPCZ), Pilot program for Climate Resilience Consultancy for Rapid risk assessment of Climate Change on Coastal Zones, Final Report.
- Ahmed, K. A. Bawazeer, G., AL-Qadasy, F., Gmail, A. (2018). Mapping of shoreline topography Along the coastline of Yemen, final report.
- Barale, V. (2007). Marine and coastal features of the Red Sea. European Commission, EUR, 23091.
- Benedet, F. L. (2003). Interpretation of beach and nearshore morphodynamics, based on detailed geomorphological mapping.
- Bouchahma, M., & Yan, W. (2012). Automatic measurement of shoreline change on Djerba Island of Tunisia. *Computer and Information Science*, 5(5), 17.

- Choudhary, R. I. C. H. A., Gowthaman, R., & SanilKumar, V. (2013). Shoreline change detection from Karwar to Gokarna-South West coast of India using remotely Sensed data.
- Edwards, F. J. (1987). Climate and oceanography. Red sea, 1, 45-68.
- Fouda, M. M., & Gerges, M. A. (1994). Implications of Climate Change in the Red Sea and Gulf of Aden: An Overview-UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 156. UNEP Regional Seas Reports and Studies
- Kannan, R., Ramanamurthy, M. V., & Kanungo, A. (2016). Shoreline change monitoring in Nellore coast at east coast Andhra Pradesh district using remote sensing and GIS. *J Fisheries Livest Prod*, 4, 161.
- Mistafa, N. (2005), GTWA Regional Assessment Sub-regions 48,49.
- Morcos, S. A. (1970). Physical and chemical oceanography of the Red Sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev*, 8(73), 202.
- Oyedotun, T. D. (2014). Shoreline geometry: DSAS as a tool for historical trend analysis. *Geomorphological Techniques*, 3(2.2), 1-12.
- Oyedotun, T. D. T. (2015). Decadal shoreline changes in the muddy coastline of Ondo State, Nigeria. *Cinq Cont.*, 5(12), 219-230.

- Prieto-Campos, A., Díaz-Cuevas, P., Fernandez-Nunez, M., & Ojeda-Zújar, J. (2018). Methodology for Improving the Analysis, Interpretation, and Geo-Visualisation of Erosion Rates in Coastal Beaches—Andalusia, Southern Spain. *Geosciences*, 8(9), 335.
- Raitsos, D. E., Yi, X., Platt, T., Racault, M. F., Brewin, R. J., Pradhan, Y., ... & Hoteit, I. (2015). Monsoon oscillations regulate fertility of the Red Sea. *Geophysical Research Letters*, 42(3), 855-862.
- Stronkhorst, J., Levering, A., Hendriksen, G., Rangel-Buitrago, N., & Appelquist, L. R. (2018). Regional coastal erosion assessment based on global open access data: a case study for Colombia. *Journal of coastal conservation*, 22(4), 787-798.
- Wassef, R.K., et.al (1983): wind driven Circulation in the Red Sea as Ahomogenous Basin, *Bull. Inst. Oceanog and fish.*, Vol.9
- <http://www.yemen-nic.info/>
- <https://globalweather.tamu.edu/request/view/15721>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>