تطور مورفولوجية الساحل في منطقة النباة شمال محافظة ينبع باستخدام GIS-RS خلال الفترة من ١٩٨٥ الى ٢٠٢٣م

د. صباح بنت سلطان الفريدي

جامعة طيبة -قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

sabahsultan2010@gmail.com

تطور مورفولوجية الساحل في منطقة النباة شمال محافظة ينبع باستخدام GIS-RS خلال الفترة من ١٩٨٥ الى ٢٠٢٣م

د. صباح بنت سلطان الفريدي
جامعة طيبة -قسم الجغرافيا
ونظم المعلومات الجغرافية
sabahsultan2010@gmail.com

مستخلص

يُعَدُّ خَطُّ الشَّاطئ من أَبْرَز الظَّوَاهِر الجيُومُورفُولُوجيَّة الدِّينَاميكيَّة الَّتي تَشْهَدُ تَغَيُّرَات مُسْتَمِرَّةً نَتيجَةً لتَفَاعُل العَمَليَّات الطَّبيعيَّة، كَالمَدِّ وَالجَزْر، وَتيَّارَات البَحْر، وَالأَمْوَاج، وَالتَّعْرِيَة، بالإِضَافَة إِلَى تَأْثيرَات النَّشَاط البَشَريِّ، مثْلَ التَّوَسُّع العُمْرَانيِّ السَّاحليِّ، وَالتَّجْريف، وَبنَاء الحَوَاجز البَحْريَّة. وَتُعَدُّ هَذه التَّغَيُّرَاتُ مُؤَشِّرًا مُبَاشرًا عَلَى دينَاميكيَّة السَّوَاحل وَاسْتجَابَتهَا للتَّغَيُّرَات المَنَاخيَّة، وَلَا سيَّمَا ارْتفَاع مُسْتَوَى سَطْح البَحْر. وَتَكْتَسبُ دِرَاسَةُ تَحَوُّلَات خَطِّ الشَّاطئ أَهَمِّيَّةً جُغْرَافيَّةً بَالغَةً، نَظَرًا لتَأْثيرهَا في اسْتخْدَامَات الأَرَاضي السَّاحليَّة، وَاسْتدَامَة النُّظُم البيئيَّة، وَالتَّخْطيط العُمْرَانيِّ، ممَّا يَسْتَدْعي الاعْتمَادَ عَلَى تقْنيَّات حَديثَة، مثْلَ الاسْتشْعَار عَن بُعْد، وَنُظُم المَعْلُومَات الجُغْرَافيَّة، لرَصْد هَذه التَّغَيُّرَات وَتَحْليلهَا بدقَّة عَاليَة، لضَمَان إِدَارَة فَاعلَة للْمَنَاطق السَّاحليَّة.

Abstract

The shoreline is a major area that constantly changes due to natural processes like tides, sea currents, waves, and erosion, as well as human activities like building cities along the coast, dredging, and putting up barriers. These changes are a direct indicator of coastal dynamics and their response to climate change, especially sea level rise. The study of shoreline transformations is of great geographical importance, given their impact on coastal land use, the sustainability of ecosystems, and urban planning. This requires reliance on modern technologies, such as remote sensing and geographic information systems, to monitor these changes. And analyze it with high accuracy to ensure effective management of coastal areas.

١- المقدمة:

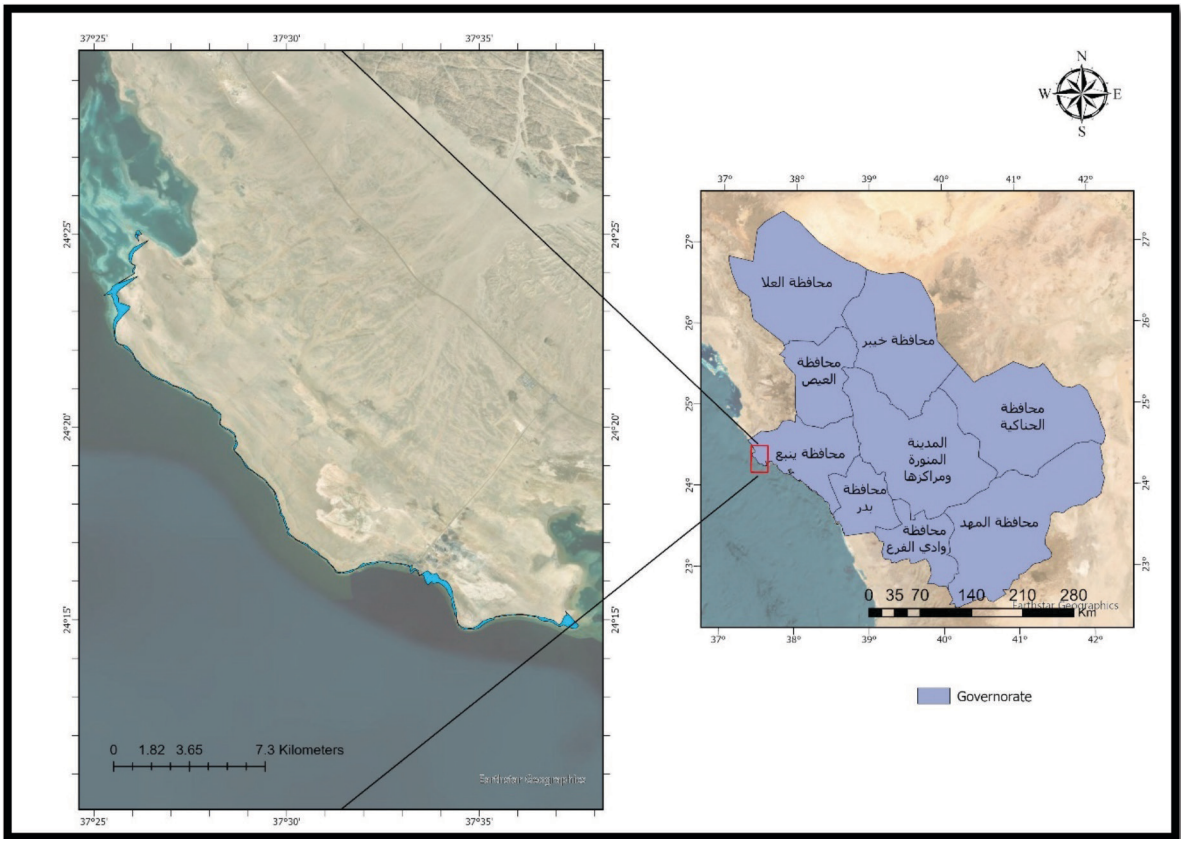
تُعَدُّ المَنَاطقُ السَّاحليَّةُ من أَكْثَر المَنَاطق جَذْبًا للأَنْشطَة البَشَريَّة، مثْلَ السِّيَاحَة، وَالاسْتجْمَام، وَصَيْد الأَسْمَاك، وَالتِّجَارَة. وَتَخْتَلفُ الشَّوَاطئُ بَاخْتلَاف طَبيعَة التَّرْكيب الجيُولُوجيِّ، وَمَدَى تَأْثير الأَمْوَاج، وَحَرَكَة المَدِّ وَالجَزْر، وَنَظَرًا لمَا للشَّوَاطئ من أَهَمِّيَّة في عَمَليَّة التَّنْميَة، فَإِنَّ التَّغَيُّرَات الَّتي تَطْرَأُ عَلَيْهَا تُؤَثِّرُ بشَكْل مُبَاشر في خُطَط التَّنْميَة وَاسْتخْدَامَات الأَرَاضي السَّاحليَّة.

٢- منطقة الدراسة:

يَمْتَدُّ خَطُّ السَّاحل في مَنطقَة (النَّبَاة) عَلَى طُول سَاحل البَحْر الأَحْمَر، لمَسَافَة تُقَدَّرُ بحَوَالي ٨١ كيلُومترًا، وَتَقَعُ المنطَقَةُ شَمَالَ مُحَافَظَة يَنْبُعَ ٦٩ كلم، عَلَى الإِحْدَاثيَّات الجُغْرَافيَّة: دَائرَةُ العَرْض ٢٤°٠٩٢١' ١٣,٠" وَخَطُّ الطُّول ٣٧°٠٥٣٥' ٣,٠". شكل(١) .

يَتَّصفُ هَذَا السَّاحلُ بتَنَوُّع جيُومُورفُولُوجيٍّ، يَشْمَلُ مَنَاطقَ رَمْليَّةً مُنْبَسطَةً، وَأُخْرَى صَخْريَّةً مُتَقَطِّعَةً، إِلَى جَانب الأَلْسنَة وَالشِّعَاب المَرْجَانيَّة الَّتي تُؤَثِّرُ في شَكْل خَطِّ السَّاحل وَحَرَكَته.

وَنَظَرًا لمَا يَتَعَرَّضُ لَهُ هَذَا السَّاحلُ من تَغَيُّرَات طَبيعيَّة كَالأَمْوَاج، وَالمَدِّ وَالجَزْر، وَبَعْض التَّدَخُّلَات البَشَريَّة، يُعَدُّ نَمُوذَجًا جُغْرَافيًّا مُهمًّا لدرَاسَة تَغَيُّرَات خَطِّ السَّاحل وَتَحْليل دينَاميكيَّته عَلَى المدى الزَّمَنيِّ الطَّويل.



المصدر: من اعداد الباحثة استناد الى الخريطة الصادرة من امانة منطقة المدينة المنورة

شكل (١) خَطُّ السَّاحِلِ فِي مَنطِقَةِ الدِّرَاسَةِ (النَّبَاة)

٣- الدراسات السابقة:

تَعَدَّدَت الدِّرَاسَاتُ حَوْلَ تَغَيُّرِ الشَّاطِئِ، وَهِيَ تَنْصَبُّ عَلَى فَهْمِ العَوَامِلِ الَّتِي تُؤَثِّرُ عَلَى خَطِّ السَّاحِلِ، وَآثَارِ ذَلِكَ عَلَى البِيئَةِ المُحِيطَةِ وَالمُجْتَمَعَاتِ البَشَرِيَّةِ، وَقَدْ تَجَسَّدَتْ فِي العَدِيدِ مِنَ الدِّرَاسَاتِ، مِنْهَا:

- دِرَاسَةُ Gopinath (٢٠١٩)، الَّتِي تَطَرَّقَتْ إِلَى تَقْيِيمِ التَّغَيُّرَاتِ فِي سَاحِلِ شَاطِئِ كَافَايِي فِي وِلَايَةِ كيرلا الاستوائية الوسطى حَيْثُ تَمَّ اسْتِخْدَامُ نِظَامِ تَحْلِيلِ الخَطِّ السَّاحِلِيِّ الرَّقْمِيِّ (DSAS) لِفَهْمِ التَّغَيُّرَاتِ فِي الخَطِّ السَّاحِلِيِّ وَعَمَلِيَّاتِ التَّعْرِيَةِ وَالتَّرَاكُمِ، مِنْ خِلَالِ حِسَابِ التَّحَوُّلِ الصَّافِي فِي خَطِّ الشَّاطِئِ (NSM)، وَمُعَدَّلِ النُّقْطَةِ النِّهَائِيَّةِ (EPR)، لِفَتْرَةٍ زَمَنِيَّةٍ قَدْرُهَا ٢٥ عَامًا.

وَقَدْ أَكَّدَتْ هَذِهِ التَّحْلِيلَاتُ أَنَّ الجُزُرَ المَدْرُوسَةَ تَعَرَّضَتْ لِلتَّعْرِيَةِ البَحْرِيَّةِ وَتَرَاجُعِ خَطِّ السَّاحِلِ.

- دِرَاسَةُ Yulianto (٢٠١٩) فِي مِنْطَقَةِ بِيكَالُونْجَانِ السَّاحِلِيَّةِ بِوِلَايَةِ جَاوَه الوُسْطَى، اعْتَمَدَتْ نَهْجًا مُتَكَامِلًا يَجْمَعُ بَيْنَ بَيَانَاتِ نُظُمِ المَعْلُومَاتِ الجُغْرَافِيَّةِ (GIS) وَالاسْتِشْعَارِ عَنْ بُعْدٍ (RS)، لِمُرَاقَبَةِ وَتَحْلِيلِ دِينَامِيكِيَّاتِ تَغَيُّرِ خَطِّ الشَّاطِئِ فِي المَنَاطِقِ السَّاحِلِيَّةِ، اُسْتُخْدِمَ فِي الدِّرَاسَةِ مُؤَشِّرُ فَرْقِ المِيَاهِ (NDWI) كَمُؤَشِّرٍ طَيْفِيٍّ لِلتَّمْيِيزِ بَيْنَ الأَرَاضِي وَالمُسَطَّحَاتِ المَائِيَّةِ، إِلَى جَانِبِ التَّفْسِيرِ البَصَرِيِّ، لِرَسْمِ خَرَائِطَ دَقِيقَةٍ لِخَطِّ السَّاحِلِ.

- دِرَاسَةُ Thangaperumal (٢٠٢٠) وَآخَرُون، بَيَّنَت تَغَيُّرَاتِ خَطِّ الشَّاطِئِ فِي مَدِينَةِ مَارِينَا خِلَالَ الفَتْرَةِ الزَّمَنِيَّةِ (٢٠٠٩-٢٠١٩)، وَيُعَدُّ هَذَا الشَّاطِئُ ثَانِي أَكْبَرِ شَاطِئٍ حَضَرِيٍّ فِي العَالَمِ.

هَدَفَت الدِّرَاسَةُ إِلَى فَهْمِ التَّغَيُّرَاتِ فِي خَطِّ الشَّاطِئِ وَأَنْمَاطِ التَّآكُلِ وَالتَّرَاكُمِ، النَّاتِجَةِ عَنِ العَمَلِيَّاتِ الطَّبِيعِيَّةِ وَالأَنْشِطَةِ البَشَرِيَّةِ. وَقَدْ أُجْرِيَت التَّحْلِيلَاتُ مِنْ خِلَالِ نِظَامِ تَحْلِيلِ الشَّاطِئِ الرَّقْمِيِّ (DSAS)، الَّذِي أَتَاحَ تَقْيِيمَ التَّغَيُّرَاتِ بِدِقَّةٍ زَمَنِيَّةٍ وَمَكَانِيَّةٍ.

وَتَوَصَّلَت الدِّرَاسَةُ إِلَى أَنَّ التَّرَاكُمَ يَكُونُ أَعْلَى فِي فَصْلِ الصَّيْفِ، فِيمَا يَكُونُ التَّآكُلُ أَشَدَّ فِي فَصْلِ الشِّتَاءِ، مِمَّا يُؤَكِّدُ الدِّينَامِيكِيَّةَ المُتَسَارِعَةَ لِهَذَا الشَّاطِئِ وَحَاجَتَهُ إِلَى مُرَاقَبَةٍ دَائِمَةٍ.

كَذَلِكَ، تَمَّ تَطْبِيقُ نِظَامِ تَحْلِيلِ خَطِّ السَّاحِلِ الرَّقْمِيِّ

(DSAS) لتتبُّع تغيُّرات خطِّ الساحل وتحليل أثر عوامل التَّعرية البحرية، وقد غطَّت الدِّراسة الفترة الزَّمنيَّة من عام ١٩٧٨ إلى عام ٢٠١٧، ونتج عنها خريطة ديناميكيَّة لتغيُّرات خطِّ الساحل، توضِّح مناطق التراكم والتآكل بدقة مكانيَّة عالية.

- دراسة مقطيط (٢٠٢٢) حول خطِّ الساحل في ميناء طنجة المتوسِّط، سلَّطت الضوء على أهمِّ تطوُّرات خطِّ الساحل عبر تواريخ متعدِّدة، وذلك بالاعتماد على صور Landsat، التي تساعد في تحديد خطِّ الساحل بحسب كلِّ تاريخ، من خلال تطبيق نظام DSAS.

وقد أوصت الدِّراسة بضرورة الاهتمام بالساحل ومتغيِّرات النَّشاط البشريِّ، التي ساهمت في رفع مؤشِّر الخطر في المنطقة، ممَّا يستوجب إجراءات إداريَّة وبيئيَّة متزامنة لضبط تغيُّرات خطِّ الساحل وحماية البيئة الساحليَّة.

- دراسة Setumin (٢٠٢٣) وآخرون، قامت على فحص مقارن لتغيُّرات خطِّ الشاطئ في ولاية كلنتن بماليزيا، وذلك باستخدام نظام تحليل الخطِّ الساحليِّ الرَّقميِّ (DSAS) خلال الفترات الزَّمنيَّة: ٢٠١٣، ٢٠١٤، ٢٠٢١م، وقد أوضحت الدِّراسة وجود زيادة في المساحات الساحليَّة خلال هذه الفترة، ممَّا يشير إلى ترسُّبات كبيرة في بعض القطاعات، فضلًا عن حدوث تعرية شديدة في مناطق أخرى، وأكَّدت الدِّراسة على أهمِّيَّة رصد التغيُّرات الساحليَّة لتحقيق أهداف فعَّالة في الإدارة البيئيَّة والاستعداد للكوارث.

٤- أهمية الدراسة:

تُعدُّ دراسة تغيُّر الشاطئ أمرًا ضروريًّا في مجالات متعدِّدة، بما في ذلك: البيئة، والاقتصاد، والتَّخطيط الحضريِّ، وتُمثِّل محورًا رئيسيًّا في تحقيق التَّنمية المستدامة، وضمان استقرار البيئات الساحليَّة، ممَّا يساهم في تحسين جودة الحياة، وحماية الموارد للأجيال القادمة.

٥- أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدِّراسة إلى معرفة التغيُّرات التي طرأت على خطِّ الساحل، والعوامل التي أسهمت في هذا التغيُّر، وذلك خلال الفترة الزَّمنيَّة الممتدَّة من عام ١٨٥-١٩٩٩م إلى عام ٢٠٢٠-٢٠٢٣م، من خلال تحقيق الأهداف الآتية:

١. تحديد موقع خطِّ الساحل في فترات زمنيَّة مختلفة باستخدام أداة DSAS.

٢. تحليل معدَّلات التغيُّر الطُّوليِّ لخطِّ الساحل (معدَّلات التآكل أو الترسُّب) عبر الزَّمن.

٣. تقييم الأنماط المكانيَّة لتغيُّر خطِّ الساحل لتحديد المناطق الأكثر عرضة للمخاطر الساحليَّة.

٦- منهجية الدراسة:

استُخدم في هذه الدِّراسة تحليل خطِّ الساحل (DSAS - Digital Shoreline Analysis System Tool)، لفهم التطوُّر الذي طرأ على خطِّ الساحل، وذلك عن طريق حساب مسافة التقدُّم والتراجع لخطِّ الساحل في كلِّ قطاع متعامد على خطوط السواحل، وقد اعتمدت الدِّراسة على مجموعة من البرامج المتخصِّصة في نظم المعلومات الجغرافيَّة والاستشعار عن بُعد، وذلك بهدف تتبُّع وتحليل التغيُّرات التي طرأت على خطِّ الساحل خلال الفترات الزَّمنيَّة المدرَجة.

وتتمثَّل أبرز البرامج المستخدمة فيما يأتي:

١. برنامج (ArcGIS): يُعدّ البرنامج الرئيس في إدارة البيانات المكانية، وإنشاء الخرائط، وتحليل الظواهر الجغرافية.

٢. أداة DSAS (Digital Shoreline Analysis System): وهي أداةٌ إضافيَّةٌ تُدمَج ضمن بيئة ArcGIS، طوّرتها هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS)، وتُستخدم خصّيصًا لتحليل التغيرات في خطوط السواحل.

٣. الصور الفضائية Landsat TM et ETM، لتمثيل الفترات الزمنية للدراسة

٤. أدوات ArcCatalog وArcToolbox: لإدارة قواعد البيانات الشخصية، وتنظيم البيانات الجغرافية بشكل منهجي.

خطواتُ التحليل:

تمثّلت منهجيةُ التحليل في الخطوات الآتية:

١. جمعُ المرئيات الفضائية: جرى تحميلُ صور فضائية للفترتين (١٩٨٥-١٩٩٩) و(٢٠٢٠-٢٠٢٣)، مع اختيار الصور الواضحة والخالية من الغيوم.

٢. رسمُ خطوط الشاطئ: تم رسمُ خطوط الشاطئ يدويًا استنادًا إلى الحدود البصرية الفاصلة بين اليابسة والماء، باستخدام أدوات الرسم في ArcGIS.

٣. إنشاءُ قاعدة بيانات شخصية (Personal Geodatabase): تم تجميعُ خطوط الشاطئ ضمن قاعدة واحدة، وهي الصيغةُ الوحيدةُ التي تعتمدها أداة DSAS.

٤. إعدادُ خطّ الأساس (Baseline): رُسِم خطٌّ موازٍ للشاطئ يُستخدم كمرجع لرسم القطاعات المتعامدة عليه.

٥. إنشاءُ القطاعات (Transects): تولّد أداةُ DSAS خطوطًا بيانات متعامدةً على خطّ الأساس، تعبرُ خطوطَ الشاطئ في مواقعَ متعددة لحساب التغير في كلّ قطاع.

٦. تطبيقُ مؤشري NSM وEPR:

* Net Shoreline Movement (NSM): لحساب المسافة الصافية بين أقدم وأحدث خطّ شاطئ، وتحديد مدى تقدّم اليابسة أو تراجعها.

* End Point Rate (EPR): لحساب معدل تغير موقع خطّ الساحل سنويًّا، وتُقاسُ بوحدات (متر/سنة).

٧. تحليلُ النتائج:

أُنتجت خرائطُ وجداولُ تُظهر التغيّرات المكانيّةَ والزمانيّةَ لخطّ الساحل، وتم تفسيرُها للكشف عن الاتجاهات العامة للتغيرات، وتحديد المناطق ذات الخطورة العالية.

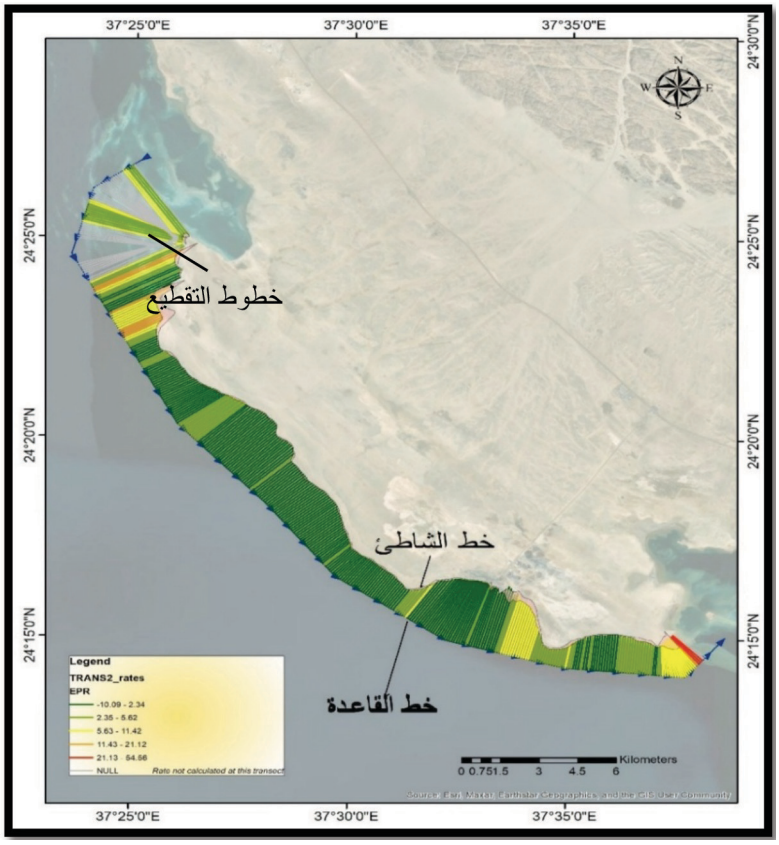
تَتَطَلَّبُ أداةُ DSAS إنشاءَ خَطِّ القَاعِدَة، كما هو مُبَيَّنٌ في الشَّكْل (٢)، حيثُ يُمكنُ أَنْ يَقَعَ هذا الخَطُّ في البَحر، أو على اليابسَة، أو يَمتَدَّ عبْرَ كِلَيْهما، ويَتمُّ اختيارُ مَوقعه المُناسب من خِلالِ إحدى نَوافِذ الإعدادات في تَطبيق DSAS.

تُحسَبُ المَسافَةُ بَيْنَ خَطِّ القَاعِدَة ونقاط تَقاطُع خُطُوط السَّاحِل مَع خُطُوط تَقطيع المَجال (Transects) المُتَعامِدَة عليه، ويُوَضِّحُ تَطبيقُ DSAS فَرقَ المَسافَة بوَحدَة المتر، كما يَعرِضُ مَجمُوعَةً منَ النَّتائج، مثلَ: سُرعَة التَّقَدُّم أو التَّراجُع، والنِّسبَة المئَويَّة لتَطَوُّر السَّاحِل ، تُرسَمُ بَعدَ ذلكَ خُطُوطُ التَّقطيع بِشَكلٍ عَموديٍّ على خَطِّ القَاعِدَة، حيثُ يُحَدَّدُ داخلَ التَّطبيق كُلٌّ من المَسافَة بَيْنَ المَقاطِع وطُولها، وَيَكونُ هذا التَّحديدُ وَفْقَ طَبيعة المنطَقَة السَّاحليَّة وَمَدى تَغَيُّر خَطِّ السَّاحِل ، وعندَ إعداد قاعِدَة البَيانات، الَّتي تَتَضَمَّنُ خُطُوطَ السَّاحِل، وخَطَّ القَاعِدَة، وخُطُوطَ التَّقطيع، يُتَمُّ اختيارُ الخَصائِص المَرادِ تَحليلُها ضمنَ تَطبيق DSAS، وهيَ:

• Linear Regression Rate (LRR): لقياس معدَّل التَّغَيُّر بالاعتماد على أُسلُوب الإنحدار الخَطِّيّ.

• Net Shoreline Movement (NSM): لحساب التَّغَيُّر الصَّافي في مَوقع خَطِّ السَّاحِل بَينَ أَقدَم وَأَحدَث تاريخ.

• End Point Rate (EPR): لقياس سُرعَة تَغَيُّر خَطِّ السَّاحِل خِلالَ فَترَة زَمنيَّة مُحَدَّدَة، وَتُقاسُ بوَحدَة (متر/سَنة). داخل تطبيق DSAS



شكل (٢) رسم توضيحي للعناصر الأساسية لحساب DSAS

٧- نتائج البحث والتفسير

يُوَضِّحُ الجَدْوَلُ (١) مُقَارَنَةَ تَغَيُّرِ خَطِّ السَّاحِلِ فِي مَنطقَةِ النَّبَاة، وذَلِكَ لعدَّة مُؤَشِّرَات مُتَعَلِّقَة بِخُطُوط الشَّاطئ، لا سيَّمَا فِي جَوَانِبِ التَّعْرِيَةِ وَالتَّرَاكُم. يُبَيِّنُ الجَدْوَلُ الاختلَافَات المَكَانيَّةَ وَالزَّمَنيَّةَ الَّتِي شَهِدَهَا خَطُّ السَّاحِلِ، ممَّا يُسَاعِدُ فِي فَهْمِ دِينَامِيكِيَّةِ السَّاحِلِ وَتَحْدِيدِ المَنَاطِقِ الأَكْثَرِ عُرْضَةً لِلتَّغَيُّرِ.

جدول (١) حَصِيلَةُ تَطَوُّرِ خَطِّ السَّاحِلِ فِي مَنطقَةِ الدِّرَاسَةِ خِلَالَ الفَتْرَةِ الزَّمَنيَّةِ (١٩٩٩-١٩٨٥-٢٠٢٠-٢٠٢٣)

الفترة الزمنية	١٩٨٥-١٩٩٩	٢٠٢٠-٢٠٢٣
عدد خطوط التعرية	٤٢	٣٧
عدد خطوط التراكم	١٥٨	١٦٢
معدل التعرية (م)	-١٤٩,٣٩	-١٧١,٩٧
معدل التراكم (م)	١٧٩,٩٨	٤٢,١٦
نسبة التعرية (٪)	٢١	١٨,٦
نسبة التراكم (٪)	٧٩	٨١,٤
السرعة المتوسطة للتعرية (م/سنة)	-١٠,٦٧	-٥٧,٣٢
السرعة المتوسطة للتراكم (م/سنة)	١٢,٨٦	١٤,٠٥

المصدر: من اعداد الباحثة

اهْتَمَّت الدِّرَاسَةُ بِمنْطَقَةِ السَّاحِلِ خِلَالَ فَتْرَتَيْنِ زَمَنيَّتَيْنِ، وَهُمَا: (١٩٨٥-١٩٩٩) (٢٠٢٠-٢٠٢٣)

وَتُمَثِّلُ الفَتْرَةُ الأُولَى فَتْرَةً طَوِيلَةً نِسْبِيًّا (١٤ سَنَةً)، ممَّا يُسَاعِدُ فِي مُلاَحَظَةِ تَغَيُّرَاتٍ طَبِيعيَّةٍ مُسْتَمِرَّةٍ فِي خَطِّ الشَّاطئ، بِمَا يَبْعُدُ عَنْ تَأْثِيرَاتِ التَّغْيِيرَاتِ البَشَرِيَّةِ الحَدِيثَةِ وَالمُتَسَارِعَةِ ، كَذَلِكَ، تَمْتَازُ هَذِهِ الفَتْرَةُ بِقِلَّةِ الأَنْشِطَةِ البَشَرِيَّةِ الكَبِيرَةِ، مِثْلَ التَّوَسُّعِ العُمْرَانيِّ المُكَثَّفِ أَوِ المَشَارِيعِ السَّاحِلِيَّةِ الضَّخْمَةِ، ممَّا يَجْعَلُهَا مَرْجِعًا أَقْرَبَ إِلَى الحَالَةِ الطَّبِيعِيَّةِ الأَصْلِيَّةِ لِلشَّاطئ.

وَفَضْلاً عَنْ ذَلِكَ، فَإِنَّ تَوَفُّرَ بَيَانَاتٍ مَرْجِعيَّةٍ قَدِيمَةٍ لِهَذِهِ الفَتْرَةِ يُمَكِّنُ مِنْ مُقَارَنَتِهَا بِالفَتَرَاتِ الحَدِيثَةِ، لِفَهْمِ التَّغَيُّرَاتِ البِيئِيَّةِ طَوِيلَةِ الأَمَدِ وَتَحْدِيدِ اتِّجَاهَاتِهَا.

تُعَدُّ الفَتْرَةُ الزَّمَنيَّةُ الثَّانِيَةُ (٢٠٢٠-٢٠٢٣م) فَتْرَةً حَدِيثَةً نِسْبِيًّا (٣ سَنَوَات)، وَتُعَبِّرُ عَنِ الوَضْعِ الحَالِيِّ لِلشَّاطئِ فِي ظِلِّ العَوَامِلِ المُعَاصِرَةِ، مِثْلَ: التَّغَيُّرِ المَنَاخِيِّ، وَارْتِفَاعِ مُسْتَوَى سَطْحِ البَحْرِ، وَالتَّوَسُّعِ الحَضَرِيِّ.

وَبالرُّغْمِ من قِصَرِ هَذِهِ الفَتْرَةِ، فَإِنَّهَا تُوَفِّرُ فُرْصَةً لِرَصْدِ التَّغَيُّرَاتِ السَّرِيعَةِ الَّتِي نَتَجَتْ عَنِ الأَنْشِطَةِ البَشَرِيَّةِ المُكَثَّفَةِ أَوِ المَشَارِيعِ السَّاحِلِيَّةِ الحَدِيثَةِ، إِلَى جَانِبِ مَا تَشْهَدُهُ المِنْطَقَةُ مِن نُمُوٍّ فِي مَجَالِ التَّنْمِيَةِ.

وَتَكْمُنُ أَهَمِّيَّةُ هَذِهِ الفَتْرَةِ فِي تَقْيِيمِ الوَضْعِ الرَّاهِنِ لِلشَّاطئِ، وَذَلِكَ بِغَرَضِ وَضْعِ خُطَطِ الحِمَايَةِ المُسْتَقْبَلِيَّةِ، وَضَمَانِ الاِسْتِدَامَةِ السَّاحِلِيَّةِ فِي ظِلِّ التَّحَدِّيَاتِ المُتَسَارِعَةِ.

١-٧ حركة خط الساحل (١٩٨٥-١٩٩٩)

يَظْهَرُ من خِلَالِ التَّحْلِيلِ لِهَذِهِ الفَتْرَةِ، كَمَا فِي الجَدْوَلِ (١)، أَنَّ هُنَاكَ تَقَدُّمًا لِلْيَابِسِ عَلَى حِسَابِ المَجَالِ البَحْرِيِّ، حَيْثُ بَلَغَ عَدَدُ خُطُوطِ التَّعْرِيَةِ (٤٢) خَطًّا، بِمُعَدَّلِ تَعْرِيَةٍ يُقَدَّرُ بِـ١٤٩,٣٩ مترًا ، وَقَدْ تَمَّ رَصْدُ تَرَاجُعٍ مَلْحُوظٍ فِي بَعْضِ مَنَاطِقِ الشَّاطئِ، فِيمَا بَلَغَ عَدَدُ خُطُوطِ التَّرَاكُمِ (١٥٨) خَطًّا، ممَّا يُشِيرُ إِلَى أَنَّ التَّرَاكُمَ هُوَ النَّشَاطُ الغَالِبُ فِي تِلْكَ الفَتْرَةِ، حَيْثُ بَلَغَ مُعَدَّلُ التَّرَاكُمِ ١٧٩,٩٨ مترًا، وَهُوَ مُعَدَّلٌ يَفُوقُ مُعَدَّلَ التَّعْرِيَةِ بِنِسْبَةٍ تَصِلُ إِلَى ٧٩٪. ، وَيُظْهِرُ ذَلِكَ أَنَّ الشَّاطئَ يَتَّجِهُ نَحْوَ التَّوَسُّعِ وَالنُّمُوِّ، بِفِعْلِ تَرَاكُمِ الرَّوَاسِبِ الَّتِي تَجْلِبُهَا الأَوْدِيَةُ، مِثْلَ: وَادِي بُوَاط، وَوَادِي يَقْنِي، وَوَادِي رَخُو، وَيُعْزَى نُشَاطُ التَّرَاكُمِ فِي تِلْكَ الفَتْرَةِ إِلَى أَنَّهُ لَمْ تَكُنْ هُنَاكَ عَوَائِقُ تُقَيِّدُ جَرَيَانَ الأَوْدِيَةِ أَوْ تُحَوِّلُ مَسَارَهَا، ممَّا سَمَحَ لِلرَّوَاسِبِ بِالوُصُولِ إِلَى السَّاحِلِ بِشَكْلٍ طَبِيعيٍّ، وَذَلِكَ مَا أَدَّى إِلَى تَعْزِيزِ نِسَبِ التَّرَاكُمِ وَتَوَسُّعِ خَطِّ السَّاحِلِ.

وَقَدْ بَلَغَتْ نِسْبَةُ التَّعْرِيَةِ فِي هَذِهِ الفَتْرَةِ ٢١٪، وَهِيَ نِسْبَةٌ صَغِيرَةٌ نِسْبِيًّا، فِي حِينِ بَلَغَتِ السُّرْعَةُ المُتَوَسِّطَةُ لِلتَّعْرِيَةِ ١٠,٦٧ م/سَنَة، وَهِيَ سُرْعَةٌ تُعْتَبَرُ بَطِيئَةً نِسْبِيًّا، مُقَارَنَةً بِالسُّرْعَةِ المُتَوَسِّطَةِ لِلتَّرَاكُمِ الَّتِي بَلَغَتْ ١٢,٨٦ م/سَنَة، وَهِيَ تُظْهِرُ أَنَّ التَّرَاكُمَ يَسِيرُ بِسُرْعَةٍ مُعْتَدِلَةٍ إِلَى جَيِّدَةٍ ، وَقَدْ تَرْجِعُ قِلَّةُ نِسْبَةِ التَّعْرِيَةِ فِي تِلْكَ الفَتْرَةِ إِلَى عِدَّةِ عَوَامِلَ طَبِيعيَّةٍ وَبَشَرِيَّةٍ، أَهَمُّهَا:

١. هُدُوءُ الحَرَكَةِ البَحْرِيَّةِ نِسْبِيًّا، حَيْثُ لَمْ تُسَجَّلْ فِي تِلْكَ الفَتْرَةِ أَمْوَاجٌ قَوِيَّةٌ أَوْ عَوَاصِفُ بَحْرِيَّةٌ شَدِيدَةٌ تُسَاهِمُ فِي تَعْزِيزِ التَّعْرِيَةِ.

٢. غِيَابُ التَّدَخُّلِ البَشَرِيِّ الكَبِيرِ، خُصُوصًا فِي الأَنْشِطَةِ الَّتِي تُؤَثِّرُ عَلَى تَوَازُنِ السَّاحِلِ، مِثْلَ التَّجْرِيفِ وَإِنْشَاءِ المَرَافِئِ وَالحَوَاجِزِ التنمية السياحية فِي المنطقة .

٣. اسْتِقْرَارُ الأَوْضَاعِ الطَّبِيعيَّةِ فِي المِنْطَقَةِ، ممَّا أَدَّى إِلَى

حفاظ خطّ الشَّاطئ عَلَى هَيْئَته بشَكْل كَبير.

٤. زِيَادَةُ الإرْسَاب الرَّوَاسبيِّ في بَعْض القطَاعَات، وَهُوَ مَا يُقَلِّلُ نسْبيًّا من أَثَر التَّعْرِيَة في تلْكَ المَوَاضع.

يَظْهَرُ خلَالَ هَذه الفَتْرَة، كَمَا في الشَّكْل (٣)، أَنَّ الشَّاطئَ كَانَ مُسْتَقرًّا نسْبيًّا، مَعَ مَيْل وَاضح نَحْوَ التَّرَاكُم. وَقَدْ كَانَ مُعَدَّلُ التَّعْرِيَة مَوْجُودًا، لَكنَّهُ أَقَلُّ حدَّةً، ممَّا يُعكسُ بيئَةً سَاحليَّةً مُسْتَقرَّةً، وَتَأْثيرَات بَشَريَّةً محْدُودَةً في تلْكَ الفَتْرَة.

٢-٧ حركة خط الساحل (٢٠٢٠-٢٠٢٣)

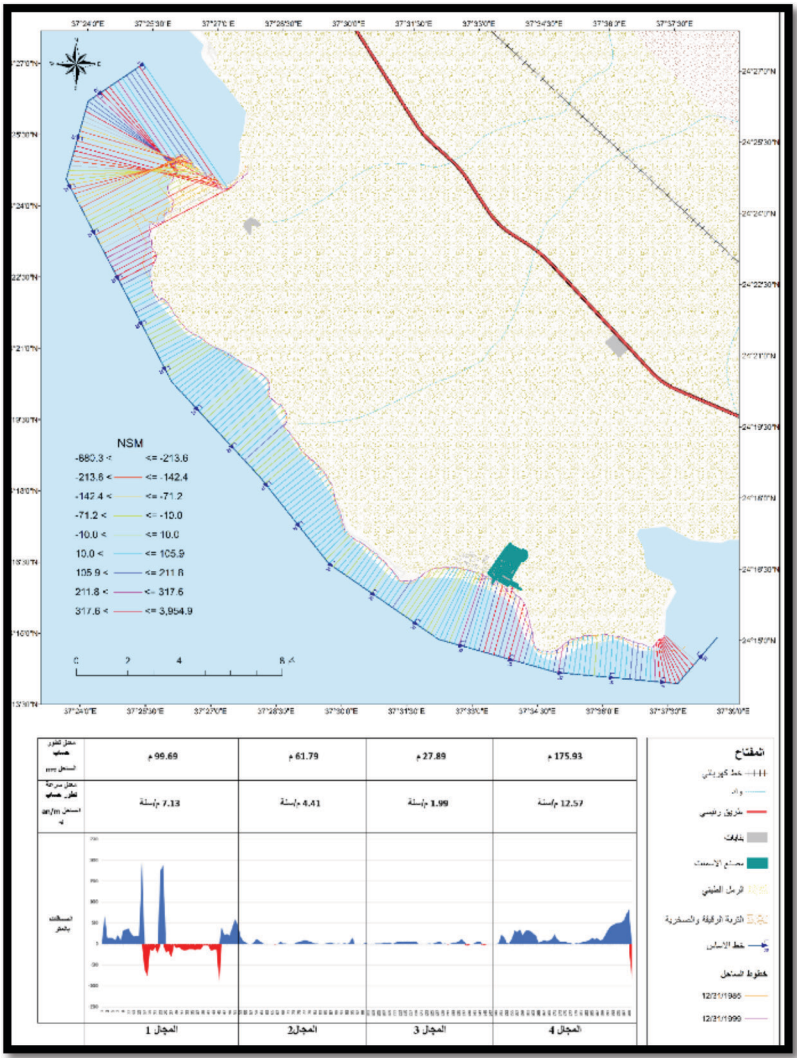
يَتَّضحُ من خلَال تَحْليل الفَتْرَة الزَّمَنيَّة أَنَّ عَدَدَ خُطُوط التَّعْرِيَة بَلَغَ ٣٧ خطًّا، ممَّا يُشيرُ إلَى انْخفَاض في العَدَد مُقَارَنَةً بالفَتْرَة السَّابقَة. وَعَلَى الرَّغْم من ذَلكَ، فَقَدْ بَلَغَ مُعَدَّلُ التَّعْرِيَة ١٧١,٩٧ مترًا، ممَّا يُبَيِّنُ أَنَّهَا أَشَدُّ حدَّةً ممَّا كَانَتْ عَلَيْه سَابقًا، وَيُظْهرُ ازْديَادًا في فُقْدَان الشَّاطئ شكل(٤) .

عَلَى الرَّغْم من أَنَّ عَدَدَ خُطُوط التَّرَاكُم بَلَغَ ١٦٢ خطًّا، ممَّا يُشيرُ إلَى أَنَّ النَّشَاطَ التَّرَاكُميَّ ظَلَّ غَالبًا في الفَتْرَة، إلَّا أَنَّ مُعَدَّلَ التَّرَاكُم بَلَغَ ٤٢,١٦ مترًا، وَهُوَ أَقَلُّ بشَكْل مَلْمُوس من مُعَدَّل الفَتْرَة السَّابقَة.

وَيُعْزَى هَذَا الانْخفَاضُ في كَمِّيَّة التَّرَاكُم إلَى عدَّة عَوَامل مُتَداخلَة، أَهَمُّهَا:

١. تَطَوُّرُ المنْطَقَة سيَاحيًّا وَتَكَاثُفُ المَشَاريع البنْيَويَّة القَريبَة من خَطِّ الشَّاطئ، ممَّا أَدَّى إلَى تَغْيير اتِّجَاه مَجَاري الأَوْديَة وَقلَّة إمْدَاد السَّاحل بالرَّوَاسب الطَّبيعيَّة.

٢. زِيَادَةُ الأَنْشطَة البَشَريَّة المُؤَثِّرَة، مثْلَ إنْشَاء الطُّرُق وَالمُنْشَآت الخَرَسَانيَّة، ممَّا يُسَاهمُ في حَجْب الجَرْيَان السَّطْحيِّ وَإعَاقَة تَرْسيب المَوَادِّ عنْدَ السَّاحل.



المصدر : من اعداد الباحثة اداة DSAS

الشكل (٣): خريطةُ تَطَوُّر المُورْفُولوجيَّة السَّاحليَّة للفَتْرَة مَا بَيْنَ ١٩٨٥-١٩٩٩م.

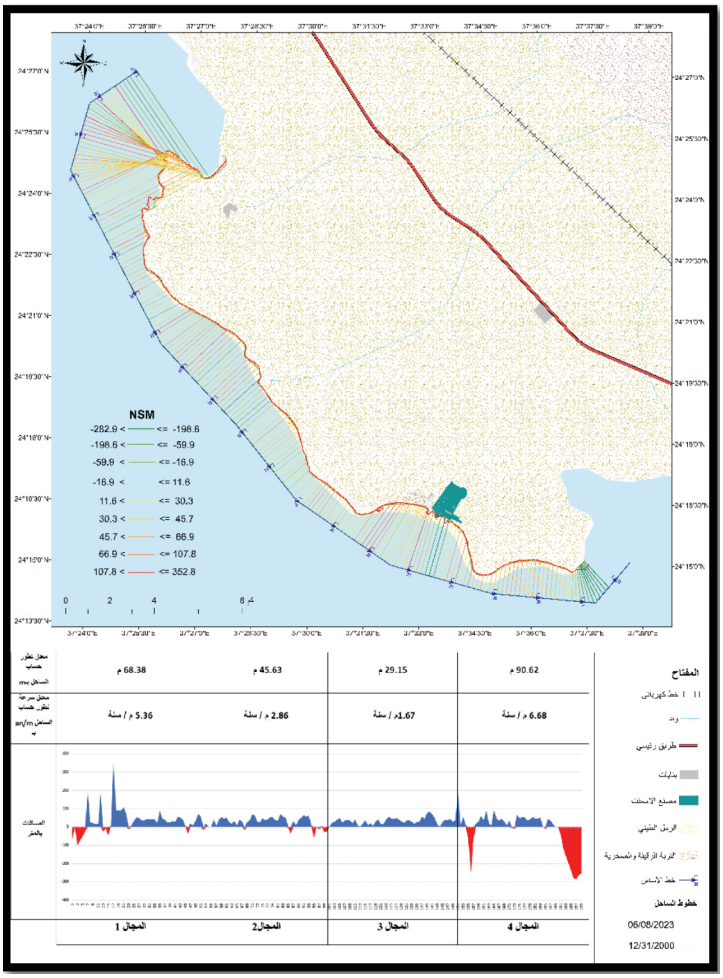
٣. قلّةُ النَّوَازِلِ المَطَرِيَّةِ فِي بَعْضِ السَّنَوَاتِ، مِمَّا يُقَلِّلُ مِن كَمِّيَّةِ الرَّوَاسِبِ المَنْقُولَةِ مِن خِلَالِ الأَوْدِيَةِ.

وَتُظْهِرُ نِسْبَةُ التَّعْرِيَةِ فِي هَذِهِ الفَتْرَةِ ١٨,٦٪، وَهِيَ أَقَلُّ قَلِيلًا مِمَّا كَانَتْ عَلَيْهِ، فِيمَا بَقِيَتْ هَيْمَنَةُ التَّرَاكُمِ مِن حَيْثُ النِّسْبَةِ، إِلَّا أَنَّهَا كَانَتْ بِكَمِّيَّاتٍ أَقَلَّ، حَيْثُ بَلَغَتْ ٨١,٤٪ ، وَيُسَجَّلُ فِي هَذِهِ الفَتْرَةِ تَسَارُعٌ كَبِيرٌ فِي فُقْدَانِ الشَّاطِئِ، حَيْثُ بَلَغَتِ السُّرْعَةُ المُتَوَسِّطَةُ للتَّعْرِيَةِ ٥٧,٣٢ م/سَنَة، فِيمَا سُجِّلَ تَحَسُّنٌ طَفِيفٌ فِي السُّرْعَةِ المُتَوَسِّطَةِ للتَّرَاكُمِ، الَّتِي بَلَغَتْ ١٤,٠٥ م/سَنَة، وَهِيَ أَعْلَى نِسْبِيًّا مِن السَّابِقَةِ ، وَعَلَى الرَّغْمِ مِن أَنَّ عَدَدَ خُطُوطِ التَّرَاكُمِ أَكْبَرُ، إِلَّا أَنَّ الشَّاطِئَ تَعَرَّضَ لِتَعْرِيَةٍ أَشَدَّ وَأَسْرَعَ، وَهُوَ مَا يَعْكِسُ تَأْثِيرَاتٍ بَشَرِيَّةً قَوِيَّةً وَنَشَاطًا تَعْمِيرِيًّا مُكَثَّفًا فِي المِنْطَقَةِ، أَدَّى إِلَى قِلَّةِ تَرَاكُمِ الرَّوَاسِبِ.

٨- الخلاصة:

* تُظْهِرُ الدِّرَاسَةُ خِلَالَ الفَتْرَةِ (١٩٨٥-١٩٩٩) حَالَةَ اسْتِقْرَارٍ نِسْبِيٍّ لِلشَّاطِئِ، حَيْثُ غَلَبَتْ ظَاهِرَةُ التَّرَاكُمِ عَلَى أَغْلَبِ مَنَاطِقِهِ، بِنِسْبَةٍ بَلَغَتْ ٧٩٪، وَقَدْ كَانَ مُعَدَّلُ التَّرَاكُمِ مُرْتَفِعًا، حَيْثُ بَلَغَ ١٧٩,٩٨ مِتْرًا، مِمَّا سَاعَدَ عَلَى نُمُوِّ الشَّاطِئِ وَاتِّسَاعِهِ. أَمَّا التَّعْرِيَةُ فَقَدْ كَانَتْ مَوْجُودَةً، وَلَكِن بِشَكْلٍ بَطِيءٍ وَمَحْدُودٍ، وَذَلِكَ بِمُعَدَّلٍ قُدِّرَ بِـ-١٠,٦٧ مِتْرًا فِي السَّنَةِ.

* أَمَّا فِي الفَتْرَةِ (٢٠٢٠-٢٠٢٣)، فَقَدْ حَدَثَتْ تَغَيُّرَاتٌ بِيئِيَّةٌ مَلْحُوظَةٌ، وَرَغْمَ اسْتِمْرَارِ غَلَبَةِ التَّرَاكُمِ عَدَدِيًّا (٨١,٤٪)، إِلَّا أَنَّ مُعَدَّلَ التَّرَاكُمِ انْخَفَضَ بِشَكْلٍ كَبِيرٍ، لِيَصِلَ إِلَى ٤٢,١٦ مِتْرًا فَقَطْ، فِي حِينِ أَنَّ سُرْعَةَ التَّعْرِيَةِ قَدْ تَسَارَعَتْ بِشَكْلٍ خَطِيرٍ، وَبَلَغَتْ -٥٧,٣٢ مِتْرًا سَنَوِيًّا، مِمَّا أَدَّى إِلَى فُقْدَانِ كَمِّيَّاتٍ أَكْبَرَ مِن الشَّاطِئِ.



المصدر : من اعداد الباحثة اداة DSAS

الشكل (٤): خريطةُ تَطَوُّرِ المُورْفُولوجِيَّةِ السَّاحِلِيَّةِ للفَتْرَةِ مَا بَيْنَ ٢٠٢٠-٢٠٢٣م.

وَتُشيرُ هَذه التَّغَيُّرَاتُ السَّريعَةُ إِلَى تَأْثيرَات بَشَريَّة، مثْلَ مَشَاريع التَّنْميَة السَّاحليَّة وَالضَّغْط البَشَريِّ عَلَى المَنْطَقَة السَّاحليَّة، وَهُوَ مَا رَفَعَ مُؤَشِّرَ التَّغَيُّرَات وَعَرَّضَ المُورْفُولُوجيَّةَ السَّاحليَّةَ لتَغَيُّرَات مُسْتَمرَّة، اسْتنَادًا إِلَى المَعْطيَات السَّابقَة، وَفي ظلِّ الظُّرُوف الَّتي سَاهَمَت في نَشْأَتهَا.

تُوصي الدِّرَاسَةُ بجُمْلَة من الإجْرَاءَات الَّتي تُسَاهمُ في حمَايَة السَّاحل وَالتَّقْليل منْ حدَّة التَّغَيُّرَات الجيُومُورْفُولُوجيَّة، وَتَتَضَمَّنُ مَا يَلي:

١. إنْشَاءُ كَاسرَات أَمْوَاج مُوَازيَة للشَّاطئ، بمَا يُسَاعدُ عَلَى إعَادَة تَوْزيع الرَّوَاسب وَالتَّقْليل منَ التَّعْريَة.

٢. تَطْبيقُ مَشْرُوعَات تَغْذيَة الشَّوَاطئ (Beach Nourishment)، من خلَال إضَافَة كَمِّيَّات مُنَاسبَة من الرِّمَال المُسْتَخْرَجَة من مَنَاطقَ أُخْرَى تُنَاسبُ في خَصَائصهَا الشَّاطئَ القَائمَ.

٣. فَرْضُ تَقْييم بيئيٍّ شَامل قَبْلَ الشُّرُوع في أَيِّ مَشْرُوع سَاحليٍّ جَديد، لضَمَان عَدَم تَسَبُّبه في تَغَيُّرَات سَلْبيَّة عَلَى البيئَة السَّاحليَّة.

٤. الاعْتمَادُ عَلَى المُرَاقَبَة الدَّوْريَّة لخَطِّ السَّاحل، باسْتخْدَام تقْنيَات الاسْتشْعَار عَن بُعْد وَنُظُم المَعْلُومَات الجُغْرَافيَّةَ (GIS)، لرَصْد أَيِّ تَغَيُّرَات مُسْتَجدَّة وَالتَّعَامُل مَعَهَا بشَكْل فَعَّال.

المراجع:

مقطيط، عبد الرحيم (٢٠٢٢). دراسة دينامية خط الساحل بهوامش ميناء طنجة المتوسط بتطبيق نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، مجلد ٣، العدد ٣

• Abd Wahid, M. Z. A., Osman, M. S., & Setumin, S. (2023). Comparative analysis in shoreline changes in Kelantan, Malaysia using Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Journal of Coastal Research.

• El Moutchou, B. (1995). Dynamique côtière actuelle et évolution morphosédimentaire de la frange littorale méditerranéenne entre M'Diq et Oued Laou (Région de Tétouan, Maroc Nord-occidental). Thèse de 3ème Cycle, Université Mohammed V, Rabat, Maroc, 310p.

• El Moutchou, B. (2002). Dynamique côtière et évolution spatio-temporelle de la frange littorale méditerranéenne entre Fnideq et Martil (Province de Tétouan, Maroc). In Erosion littorale en Méditerranée occidentale, CIESM Workshop Series, Tanger, 18–21 septembre 2002, pp. 35–37.

• Gopinath, G., Chettiyam Thodi, M. F., Surendran, U. P., Nalukudi Parambil, J., Alataway, A., Al-Othman, A. A., Dewidar, A. Z., & Matta, M. A. (2023). Long-term shoreline and islands change detection with digital shoreline analysis using RS data and GIS. Remote Sensing Applications: Society and Environment.

• Niang, A. J. (2020). Monitoring long-term shoreline changes along Yanbu, Kingdom of Saudi Arabia using remote sensing and GIS techniques. Arabian Journal of Geosciences.

• Thangaperumal, S., Antoz, C. M., & Shivaharan, R. (n.d.). Marina shoreline change detection using remote sensing and GIS. International Journal of Geomatics and Geosciences.

• Yulianto, F., Suwarsono, Maulana, T., & Khomarudin, M. R. (2019). The dynamics of shoreline change analysis based on the integration of remote sensing and geographic information system (GIS) techniques in Pekalongan coastal area, Central Java, Indonesia. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences.