مجلة الشرق الأوسط للنشر العلمي
المجلد (٩) العدد (٨)
الإصدار الثامن والثلاثون
٢٠٢٦ (١٢-١)

التقييم الكمي لتغيرات الساحل العراقي باستخدام تقنيات التحسس النائي

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

داود سلمان بناي المياحي
زينب عادل المطوري
سجاد كاظم جاسب
مركز علوم البحار، جامعة البصرة، البصرة، العراق

نشر إلكترونياً بتاريخ: ٦ أغسطس ٢٠٢٦م

الملخص

يُعد الساحل العراقي، الواقع عند الطرف الشمالي الغربي للخليج العربي حيث يصب نهر شط العرب في البحر، أحد أكثر الأنظمة الساحلية ديناميكية في المنطقة. تبحث هذه الدراسة في التغيرات المكانية والزمانية للخط الساحلي العراقي على مدى العقد الممتد من عام ٢٠١٥ إلى عام ٢٠٢٥، وذلك باستخدام مرئيات الأقمار الصناعية لاندسات (Landsat) المتعددة الفترات الزمنية والمدمجة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، ونظام تحليل الخط الساحلي الرقمي (DSAS) الإصدار ٥,١.

وقد استُخلصت ثلاثة مواقع للخط الساحلي من صور القمر الصناعي لاندسات ٨ (OLI/TIRS) الملتقطة عامي ٢٠١٥ و٢٠٢٠، وصور لاندسات ٩ (OLI-2) لعام ٢٠٢٥، وذلك بعد إجراء التصحيحات الإشعاعية في برنامج ENVI 5.3)والخلطات اللونية الزائفة (النطاقات ٥٤٣) لتحديد الحدود الفاصلة بين اليابسة والماء على طول خط المياه العليا. كما أُنشئ خط أساس، وسُقِط ٤٠ مقطعاً عرضياً عمودياً عليه بفواصل زمنية تبلغ ٤٠٠ متر باستخدام نظام (DSAS).

واجري تقييم احصائي كمي لتغير الخط الساحلي لكل مقطع عرضي، بما في ذلك صافي حركة الخط الساحلي (NSM) ومعدل النقطة النهائية (EPR). تكشف النتائج عن نمط متسق من التقدم الساحلي نحو البحر (progradation) على طول منطقة الدراسة بأكملها. إذ بلغ متوسط صافي حركة الخط الساحلي (NSM) حوالي ٩١٠ أمتار خلال فترة الدراسة، وهو ما يعادل متوسط معدل نقطة نهائية (EPR)

يبلغ نحو ٩١ متراً في السنة؛ ويُصنف هذا المعدل ضمن أعلى معدلات التراكم والامتداد (accretion) المسجلة على طول ساحل الخليج العربي. وتركزت قيم صافي حركة الخط الساحلي القصوى (حوالي ١١٥٨ متراً) في المقاطع العرضية الوسطى لجبهة الدلتا بالقرب من مصب شط العرب، مما يعكس التأثير المهيمن لديناميكيات الرسوبيات المدية والنهرية.

الكلمات المفتاحية: الساحل العراقي، التحسس النائي، التوزيع المكاني , DSAS

Abstract

The Iraqi coastline, situated at the northwestern tip of the Arabian Gulf, where the Shatt Al-Arab River discharges into the sea, is one of the most dynamic coastal systems in the region. This study investigates the spatiotemporal changes in the Iraqi shoreline over the decade spanning 2015 to 2025, using multi-temporal Landsat satellite imagery integrated within a Geographic Information System (GIS) environment and the Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.1.

Three shoreline positions were extracted from Landsat 8 (OLI/TIRS) images acquired in 2015 and 2020, and Landsat 9 (OLI-2) images from 2025, following radiometric and atmospheric corrections performed in ENVI 5.3. The Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) and false-color composites (Band ٥٤٣) were applied to delineate the land–water boundary along the High-Water Line (HWL). An onshore baseline was constructed, and 40 transects were cast perpendicular to it at 100-meter intervals using DSAS.

Quantitative shoreline change statistics were computed for each transect, including Net Shoreline Movement (NSM) and End Point Rate (EPR). Results reveal a consistent pattern of seaward progradation along the entire study reach. The mean NSM reached approximately 910 meters over the study period, corresponding to a mean EPR of ~91 m/yr — among the highest accretion rates recorded along the Arabian Gulf coastline. Maximum NSM values (~1,158 m) were concentrated in the central delta-front transects near the Shatt Al-Arab mouth, reflecting the dominant influence of tidal and fluvial sediment dynamics.

*** المقدمة**

١– خلفية عامة

يمثّل الشريط الساحلي منطقة انتقالية حساسة بين اليابسة والبحر، ويتأثر بعدد كبير من العوامل الطبيعية مثل الأمواج والتيارات والمد والجزر والرياح، إلى جانب النشاطات البشرية المتمثلة في بناء السدود والموانئ والمنشآت الساحلية

الواقية (Boak & Turner, 2005; Morton, 2002). وقد أكدت الدراسات أن متابعة خط الساحل وتحليل تغيراته أمر جوهري للتخطيط الساحلي والإدارة البيئية والحدودية في البيئات الدلتاوية والمدّية (Guerrera et al., 2021).

يقع الساحل العراقي في أقصى الجنوب الشرقي من البلاد ضمن الجزء الشمالي الغربي للخليج العربي، ويمتد على طول يقارب ٦٠–٦٤ كم بين مصب شط العرب، وخور عبدالله، وخور الزبير، ضمن نظام دلتا مدّية يغذيها نهرا دجلة والفرات وشط العرب، ما يمنحه طابعاً رسوبياً واضحاً يتمثل في المسطحات الطينية والأهوار الساحلية والقنوات المتشابكة (Al-Fartusi et al., 2023; Al-Mahmood et al., 2016). وتمثّل هذه المنطقة نقطة الاتصال البحرية الوحيدة تقريباً للعراق مع الخليج العربي، ما يضاعف أهمية أي تغير في خط الساحل على المستويات الملاحية والاقتصادية والسيادية.

أظهرت دراسات سابقة أن التطور الزماني لخط الساحل العراقي يرتبط بشكل مباشر بالحدود البحرية والممرات الملاحية، إذ ترتبط اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار بموقع خط المد الأدنى كخط أساس لتحديد الحدود البحرية، وهو ما يجعله حساساً لأي تغيّر مورفولوجي في الساحل (UN-ESCWA, 2013) و (Al-Mahmood, 2023). وتبين دراسة Al-Mahmood (2023) أن التغيرات في عرض مدخل شط العرب وخور عبد الله تحمل انعكاسات حدودية واضحة في العلاقة مع إيران والكويت.

٢– أهمية الاستشعار عن بُعد ونظمGIS

أصبحت تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية أدوات رئيسة في رصد السواحل وتحليل تغيرات خطوط الساحل، نظراً لقدرتها على توفير بيانات متكررة زمنياً تغطي مساحات واسعة بتكلفة نسبية منخفضة (Melet et al., 2020). وتُعد سلسلة صور لاندسات، وبخاصة لاندسات ٨ (OLI)، من أهم مصادر البيانات المستخدمة في هذا المجال بسبب دقتها المكانية البالغة ٣٠ م وأرشيفها الزمني المستمر منذ عام ١٩٧٢ (Khalifa et al., 2020; Hamzah, 2024).

يتيح دمج باندات صور لاندسات ضمن برنامج GIS وربطها ببرنامج DSAS حساب معدلات التغير المختلفة لخط الساحل بكل من مؤشرات NSM و EPR و LRR وSCE، ما يوفر إطاراً معيارياً قابلاً للمقارنة بين المواقع والفترات الزمنية المختلفة، كما أثبتت العديد من الدراسات العالمية والإقليمية (Thieler et al., 2009; Himmelstoss et al., 2018; Henderson et al., 2026).

*** هدف الدراسة**

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التغيرات الزمانية والمكانية في خط الساحل العراقي خلال الفترة الأخيرة، بالاعتماد على بيانات ثلاث لقطات زمنية تمثل الأعوام ٢٠١٥ و٢٠٢٠ و٢٠٢٥ من صور لاندسات OLI٨ ، باستخدام بيئة نظم المعلومات الجغرافية وبرنامج DSAS; ويمكن تلخيص الأهداف الرئيسة والفرعية كما يأتي: –

١- تحليل نمط التغير في خط الساحل العراقي بين الأعوام ٢٠١٥ و٢٠٢٠ و٢٠٢٥ باستخدام سلسلة زمنية من صور لاندسات ٨ مدمجة في برنامجGIS .10.8

٢- قياس معدلات التعرية والترسيب على طول الساحل باستخدام مؤشرات NSM و EPR ومن خلال برنامج DSAS 5.1 .

٣- تحديد القطاعات الساحلية الأكثر تعرضاً للتغير وتصنيفها وفق درجات الشدة (ترسيب قوي، ترسيب متوسط، استقرار، تعرية).

٤- ربط التغيرات المرصودة بالعوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة كالمد والجزر والتيارات البحرية وبناء السدود والمنشآت الساحلية.

٥- إنشاء قاعدة بيانات مكانية محدثة لخط الساحل العراقي في الأعوام ٢٠١٥ و٢٠٢٠ و٢٠٢٥ لتكون أساساً للدراسات المستقبلية ولأغراض التخطيط والإدارة الساحلية.

*** إشكالية الدراسة**

١- طبيعة المشكلة

شهد حوض دجلة–الفرات وشط العرب تحولات هيدرولوجية كبيرة خلال العقود الأخيرة بسبب التوسع في بناء السدود والملء الخزني والسيطرة على المياه في دول المنبع، ما أدى إلى انخفاض حاد في تصريف الأنهار ووصول الرواسب إلى شط العرب والساحل العراقي(Issa et al., 2014; UN-ESCWA, 2013).

وقد انعكس هذا الانخفاض على توازن التعرية والترسيب عند المصب، وأدى إلى تغير في مواقع القنوات الملاحية وحدود الدلتا والمسطحات الطينية.

٢- أبعاد المشكلة

تتخذ هذه الإشكالية أبعاداً متداخلة يمكن تلخيصها في: -

١- البعد البيئي والجيومورفولوجي، حيث يؤثر تغير خط الساحل في توزيع المسطحات الطينية والأهوار الساحلية والمصبات النهرية، وما يترتب على ذلك من تغير في البيئات الحيوية والتنوع البيولوجي(Al-Badran, 2004; Al-Mahmood et al., 2016).

٢- البعد الاقتصادي والملاحي، إذ تضم المنطقة الساحلية أهم الموانئ العراقية مثل ميناء أم قصر وميناء خور الزبير التي تتأثر كفاءتها الملاحية بنمط الترسيب والتعرية المستمرين في الممرات الملاحية(Port of Khor, n.d.; Seadex, 2024) .

٣- البعد الحدودي والسيادي، نظراً لارتباط خطوط الأساس البحرية وخطوط التالوك في شط العرب بالتغيرات المورفولوجية للقناة والساحل، كما أوضحت دراسات التغيرات المورفورسوبية في خور عبدالله ومدخل شط العرب (Al-Mahmood, 2023; Rawabet Center, n.d.) .

٤- البعد المناخي، حيث يُتوقع استمرار ارتفاع منسوب سطح البحر في شمال الخليج العربي بمعدلات تُقدّر ببضعة مليمترات سنوياً، ما يزيد من حساسية السواحل المنخفضة كالقطاع

الساحلي العراقي (Alothman et al., 2014; Mataresit, 2024).

*** منطقة الدراسة**

١- الموقع الجغرافي

يقع الساحل العراقي الذي يمثل منطقة الدراسة كما موضح بالشكل (١) في الجزء الشمالي الغربي من الخليج العربي بين خطوط عرض تقارب ٣٠° شمالاً وخطوط طول تقارب ٤٨° شرقاً، ويمتد من مصب شط العرب عند مدينة الفاو إلى خور عبد الله وخور الزبير، بطول فعلي يراوح بين ٦٠ و٦٤ كم بحسب تعريف خط الساحل المستخدم ويمتد نطاقه البحري الإقليمي حتى ١٢ ميلاً بحرياً وفقاً لأحكام اتفاقية قانون البحار (Al-Fartusi et al., 2023; Al-Mahmood et al., 2016).

الشكل (١) يمثل منطقة الدراسة وموقع المنطقة بالنسبة للعراق

٢- الجيولوجية والجيومورفولوجية

يقع الساحل ضمن نطاق رسوبي نشط يتأثر بالهبوط التكتوني وبتراكم الرواسب الطينية والغرين والطمي والرمال الدقيقة التي ينقلها شط العرب وروافده، وقد صنّف Buday and Jassim (1987) منطقة المشرق العراقي ضمن منطقة رف غير مستقر تتعرض لحركات بنيوية مستمرة. وتشير دراسات دلتا شط العرب إلى أنها دلتا ذات سيادة مدّية تتشكّل تحت تأثير المد والجزر والأمواج البسيطة (Galloway, 1975; Emery, 1956).

٣- الإطار الهيدرولوجي

يتكوّن شط العرب من التقاء نهري دجلة والفرات عند القرنة، ويتجه جنوباً نحو الخليج العربي بطول يقارب ٢٠٠ كم، ويتعرض تأثيره لتداخل النظام المدي شبه اليومي في شمال الخليج (Hussain et al., 1990 Al-Ramadan & Pastour, 1987). وقد بينت الدراسات أن الحمل العالق والرواسب القاعية لشط العرب شهدت تغيرات ملحوظة خلال العقود الأخيرة بسبب التحولات في التصريف النهري والاستخدامات المائية (Al-Mansory, 1996; Abdullah, 1990).

*** المواد وطرائق العمل**

١- الصور الفضائية

تعتمد هذه الدراسة على سلسلة زمنية من صور القمر الصناعي لاندسات ٨ (OLI) للأعوام ٢٠١٥ و٢٠٢٠ و٢٠٢٥، مختارة بحيث تكون كثافة السحب فيها منخفضاً قدر الإمكان، وبما يضمن تقارب تواريخ التصوير من حيث الموسم وفترة المد والجزر لضمان المقارنة بين السنوات (Hamzah, 2024; Khalifa et al., 2020) تم تحميّل الصور من موقع USGS Earth Explorer وبنظام احداثي UTM WGS84

٢- المعالجة الأولية للصور الفضائية

تتضمن المعالجة الأولية تصحيحاً هندسياً وإسقاطياً موحّداً لجميع الصور، ثم تنفيذ التصحيح الإشعاعي والجوي

لتحويل قيم الإشعاع إلى انعكاسات سطحية باستخدام خوارزميات مثل FLAASH أو البدائل المماثلة، ما يحسن تمييز اليابسة والماء (Melet et al., 2020; Hamzah, 2024). كما تُستخدم خلطات لونية كاذبة تبرز الفرق بين المسطحات المائية واليابسة، لتعزيز الفصل بين الماء واليابسة(Xu 2006; Wang et al., 2017)

٣- استخلاص خط الساحل

يُستخدم مزيج من التحليل البصري والرقمنة اليدوية لخط الساحل ضمن برنامج GIS، مع الاعتماد على المؤشرات الطيفية لتحديد الحدود الفاصلة بين اليابسة والماء، وذلك برسم متجهات (Polyline) تمثل خط الساحل لكل سنة من السنوات المدروسة (Boak & Turner, 2005; Chen & Rau, 1998). يُعتمد خط المياه العالية أو أقرب خط واضح في صور لاندسات لخط الساحل، مع مراعاة مستويات المد والجزر في وقت التصوير قدر الإمكان.

٤- منهجية DSAS

١- نظرة عامة

يُعد برنامج DSAS أداة قياسية لحساب معدلات التغير في خطوط الساحل استناداً إلى سلسلة زمنية من خطوط الساحل وخط أساس مرجعي، وقد طُوّر بواسطة هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS) ويُستخدم على نطاق واسع في الدراسات الساحلية (Thieler et al., 2009; Himmelstoss et al., 2018; Henderson et al., 2026).

٢- إنشاء خط الأساس والقطاعات العرضية

يُنشأ خط أساس موازٍ للساحل ومُبعد عنه بمسافة محددة باتجاه البحر أو اليابسة، ثم تُولّد القطاعات العرضية (Transects)المتعامدة عليه بمسافات فاصلة منتظمة (مثل ٤٠٠ م)، ويمر كل قطاع عبر خطوط الساحل للسنوات الثلاث، ما يسمح بحساب المسافة بين خط الأساس وموضع الساحل في كل سنة (University of Connecticut, 2024).

٣- إحصاءات معدلات التغير

يحسب DSAS مجموعة من المؤشرات الإحصائية، من أهمها (Thieler et al., 2009; University of Connecticut, 2024):

١- الحركة الصافية لخط الساحل :(NSM) الفرق في موضع الساحل بين أقدم وأحدث خط عند كل قطاع.

٢- معدل نقطة النهاية :(EPR) نسبة NSM إلى الفاصل الزمني بين التاريخين بوحدة م/سنة.

وتُعد القيم الموجبة دليلاً على تقدّم الساحل نحو البحر (الترسيب)، بينما تشير القيم السالبة إلى تراجع الساحل نحو اليابسة (تعرية).(Morton, 2002)

*** النتائج والمناقشة**

١- التغيرات الزمنية لخط الساحل (2015–2025)

سيتم عرض وتحليل قيم NSM و EPR لكل قطاع من قطاعات الساحل، مع إبراز الفروق بين فترتي ٢٠١٥–٢٠٢٠ و٢٠٢٠–٢٠٢٥، كما هو موضح في

الجدول (١)و بالأشكال (٢) و(٣) و(٤) وتحديد الاتجاه العام للتغير خلال الفترة الكاملة.

جدول (١) : يوضح الأقمار الصور الفضائية المستخدمة في الدراسة

السنة	القمر الاصطناعي	نوع المستشعر	المسار/الصف	الدقة المكانية (م)	المصدر
2015	Landsat 8	OLI/TIRS	165/39	30	USGS Earth Explorer
2020	Landsat 8	OLI/TIRS	165/39	30	USGS Earth Explorer
2025	Landsat 9	OLI-2/TIRS-2	165/39	30	USGS Earth Explorer

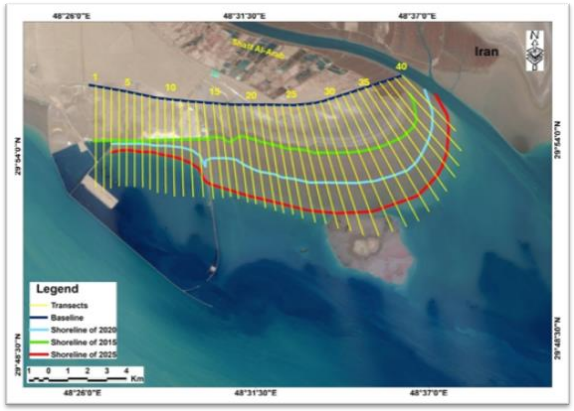
الشكل (٢) يوضح خط الساحل لعام ٢٠١٥

الشكل (٣) يوضح خط الساحل لعام ٢٠٢٠

الشكل (٤) يوضح خط الساحل لعام ٢٠٢٥

٢- التوزيع المكاني للتغيرات

يُقسم الساحل إلى مقاطع رئيسة وتُبيَّن الاختلافات في معدلات الترسيب والتعرية بين هذه المقاطع وربطها بالعوامل الهيدروديناميكية والبشرية المحددة لكل مقطع (Al-Mahmood, 2023; Al-Mahmood et al., 2016).



الشكل (٥) يوضح عمل DSAS لخطوط الساحل للسنوات الدراسة

كشفت قيم NSM المحسوبة بواسطة DSAS 5.1 أن خط الساحل العراقي قد حقق تقدماً صافياً نحو البحر على طول القطاعات العرضية الأربعين. بلغت قيمة NSM القصوى نحو ١١٥٨ متراً، والدنيا ٦١٠ أمتار، بمتوسط إجمالي

يبلغ نحو ٩١٠ أمتار خلال عقد واحد. أما معدل نقطة النهاية (EPR) فبلغ متوسطه ٩١ م/سنة، مما يُصنّف هذا الساحل من بين الأكثر ترسيبا على مستوى ساحل الخليج العربي والجدول (٢) يُوضّح قيم المسافات ومعدلات NSM وEPR لكل من القطاعات الأربعين

جدول (٢): نتائج التحليل الرقمي لخط الساحل (DSAS) – المسافات من خط الأساس ومعدلات التغيّر. خط الأساس على اليابسة (Onshore Baseline) ممثلا بالمسافات (المتر)، EPR ممثلا بمعدل التغير السنوي (المتر/سنة). علماً ان القيم الموجبة تعني تقدم نحو البحر

End Point Rate (m/year)	Net shoreline Movement (m)	Shoreline Distance 2025 (m)	Shoreline Distance 2020 (m)	Shoreline Distance 2015 (m)	Transect No.
79.55	795.5	2841.5	2437.2	2046	1
61.05	610.5	2782.7	2454.3	2172.2	2
82.78	827.8	2938.8	2523.8	2111	3
78.23	782.3	3114	2625.4	2331.7	4
71.58	715.8	3138.2	2762	2422.4	5
81.25	812.5	3136.3	2692.4	2323.8	6
84.97	849.7	3286.4	2816.6	2436.7	7
83.41	834.1	3250.1	2808.4	2416	8
90.8	908	3445.7	3020.4	2537.7	9
87.25	872.5	3466	3055.8	2593.5	10
82.61	826.1	3480.1	3058.3	2654	11
108.85	1088.5	3858.7	3310.3	2770.2	12
94.43	944.3	3590.3	3054.9	2646	13
93.05	930.5	3635.7	3124.6	2705.2	14
102.95	1029.5	3660.2	3181.8	2630.7	15
98.47	984.7	3785.2	3260.7	2800.5	16
104.36	1043.6	3831.5	3231.6	2787.9	17
115.78	1157.8	4011.9	3421.4	2854.1	18
102.96	1029.6	3848.8	3385.6	2819.2	19
92.9	929	3655.6	3153.7	2726.6	20
104.58	1045.8	3818.6	3236.1	2772.8	21
99.98	999.8	3761.1	3225.2	2761.3	22
100.47	1004.7	3706.6	3247.3	2701.9	23
101.42	1014.2	3907.7	3431.2	2893.5	24
109.52	1095.2	3738	3183.6	2642.8	25
97.79	977.9	3775.3	3326.4	2797.4	26
98.84	988.4	3674	3104	2685.6	27
88.23	882.3	3604.8	3168.7	2722.5	28
97.34	973.4	3590.5	3054.7	2617.1	29
100.59	1005.9	3667.1	3180.2	2661.2	30
100.62	1006.2	3505	2980.5	2498.8	31
95.28	952.8	3515.8	3043.4	2563	32
80.11	801.1	3309.1	2922	2508	33
81.21	812.1	3171.1	2697.3	2359	34
90.65	906.5	3261.7	2756.5	2355.2	35
83.93	839.3	3121.8	2653.8	2282.5	36
68.26	682.6	2899.2	2519.4	2216.6	37
87.11	871.1	3006.8	2558.7	2135.7	38
82.86	828.6	3009.1	2577.1	2180.5	39
75.52	755.2	2756.1	2382.7	2000.9	40
61.05	**610.5**	**2756.1**	**2382.7**	**2000.9**	الحد الأدنى

*** الاستنتاجات**

١- يتسم الساحل العراقي بالطابع الترسيبي التراكمي خلال الفترة ٢٠١٥—٢٠٢٥، مع تقدّم خط الساحل نحو البحر بمتوسط يزيد على ٩١٠ أمتار وبمعدل سنوي نحو ٩١ متر/سنه.

٢- أظهرت مؤشرات NSM (DSAS) و EPR تناسقاً وثيقاً يُعزّز المصداقية العلمية للنتائج .

٣- تباينت معدلات الترسيب من قطاع إلى آخر، وسُجّلت أعلاها في القطاعات المركزية قرب مصب شط العرب (Khalifa et al., 2020).

٤- أثبتت منهجية DSAS وصور الأقمار الاصطناعية فاعليتها الكبيرة في رصد التغيرات الساحلية وتحليلها كمياً.

*** التوصيات**

١- اعتماد برنامج رصد دوري لخط الساحل العراقي يستند إلى صور لاندسات ٨ وغيرها من الأقمار متعددة الأزمنة لتحديث خرائط الساحل كل ٣–٥ سنوات.

٢- دمج بيانات الرادار (SAR) مثل Sentinel-1 في تحليل التغيرات الساحلية لتعزيز القدرة على الرصد في ظل الغيوم والظروف الجوية الرديئة.

٣- تطوير بنية تحتية للبيانات الجيومكانية الساحلية على المستوى الوطني، وربطها ببرامج تخطيط الموانئ والحدود والبيئة.

٤- توطيد التعاون العلمي مع دول المنبع ودول الخليج في مجال تبادل البيانات والدراسات المتعلقة بالتغيرات الساحلية والرواسب والحدود البحرية.

*** المراجع**

Al-Badran, B. N. (2004). Delta of River Shatt Al-Arab, south Iraq: Sedimentological study. Marina Mesopotamica, 19(2), 311–322.

Al-Fartusi, A. J., Malik, M. I., & Abduljabbar, H. M. (2023). Spatial-temporal changes of the Iraqi coastline utilizing remote sensing. AIP Conference Proceedings, 3018, 020062. https://doi.org/10.1063/5.0172293

Al-Mahmood, H. K. H. (2023). Morphoscopic changes in Iraqi territorial waters and their border repercussions. Iraqi Journal of Aquaculture, 19(1), 53–74. https://doi.org/10.58629/ijaq.v19i1.436

Al-Mahmood, H. K., Al-Mansory, F. Y., & Al-Mosawi, W. M. (2016). Iraqi coastal development in north-west of Arabian Gulf. Geographical Journals, 2(28), 115–140.

Al-Mansory, F. Y. (1996). Sediment transport in the lower reach of Shatt Al-Arab (Unpublished M.Sc. thesis). College of Agriculture, University of Basrah.

Alothman, A., Bos, M. S., Fernandes, R. M. S., & Ayhan, M. E. (2014). Sea level rise in the north-western part of the Arabian Gulf. Journal of Geodynamics, 81, 105–110.

Boak, E. H., & Turner, I. L. (2005). Shoreline definition and

Hamzah, T. (2024). The potential of Landsat 8 OLI images in coastline identification: The case study of Basra, Iraq. Engineering, Technology & Applied Science Research, 14(1), Article 6580.

Henderson, R. E., Farris, A. S., Kratzmann, M. G., Bartlett, M. K., Ergul, A., McAndrews, J., Cibaj, R., Zichichi, J. L., Himmelstoss, E. A., & Thieler, E. R. (2026). Digital Shoreline Analysis System version 6.1 (USGS software release). U.S. Geological Survey.

Himmelstoss, E. A., Farris, A. S., & Henderson, R. E. (2018). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 (USGS software release). U.S. Geological Survey.

Himmelstoss, E. A., Henderson, R. E., Kratzmann, M. G., & Farris, A. S. (2021). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.1 user guide (U.S. Geological Survey Open-File Report 2021–1091). https://doi.org/10.3133/ofr20211091

Hussain, N. A., Karim, H. H., Al-Saad, H. T., Yousif, O. H., & Al-detection: A review. Journal of Coastal Research, 21(4), 688–703. https://doi.org/10.2112/03-0071.1

Buday, T., & Jassim, S. Z. (1987). The regional geology of Iraq (Vol. 2). Geological Survey of Iraq.

Chen, L. C., & Rau, J. Y. (1998). Detection of shoreline changes for tideland areas using multi-temporal satellite images. International Journal of Remote Sensing, 19(17), 3383–3397.

Emery, K. O. (1956). Sediments and water of the Persian Gulf. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, 40, 2354–2383.

Galloway, W. E. (1975). Process framework for describing the morphological and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In M. L. Broussard (Ed.), Deltas, models for exploration (2nd ed., pp. 87–98). Houston Geological Society.

Guerrera, F., et al. (2021). Shoreline changes and coastal erosion: The case study of the coast of Togo. Geosciences, 11(40).

Port of Khor. (n.d.). Port of Khor Al Zubair. Arab Sea Ports Federation.

Rawabet Center. (n.d.). خط التالوك يزحف تجاه العراق ويسلبه شط العرب. Rawabet Center for Research and Strategic Studies.

Seadex. (2024). Umm Qasr Port vs Khor Al Zubair Port comparison. Seadex.ai.

Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., & Ergul, A. (2009). The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0—An ArcGIS extension for calculating shoreline change (U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1278).

UN-ESCWA. (2013). Inventory of shared water resources in Western Asia (Chapter 5, pp. 147–165). United Nations.

University of Connecticut. (2024). Measuring changes: Shoreline change methods and metrics. University of Connecticut Shoreline Change Project.

USGS. (2021). Digital Shoreline Analysis System (DSAS). U.S. Geological Survey.

Xu, H. (2006). Modification of normalized difference water

Saboonchi, A. A. (1990). Shatt Al-Arab: Fundamental scientific studies. Marine Science Center, University of Basrah.

Issa, I. E., Al-Ansari, N. A., Sherwany, G., & Knutsson, S. (2014). Expected future of water resources within Tigris-Euphrates rivers basin, Iraq. Journal of Water Resource and Protection, 6, 421–432.

Khalifa, U. Q., Hussein, M. A., & Al-Kaaby, L. F. (2020). Using GIS and remote sensing satellite data to mapping and monitoring Shatt Al-Arab estuary and nearby coastline Southern Iraq. Al-Qadisiyah Journal of Pure Science, 25(3), 1–21. https://doi.org/10.29350/qjps.2020.25.3.1114

Melet, A., Teatini, P., Le Cozannet, G., et al. (2020). Earth observations for monitoring marine coastal hazards and their drivers. Surveys in Geophysics, 41, 1489–1534.

Morton, R. A. (2002). Coastal geo-indicators of environmental change in the humid tropics. Environmental Geology, 42, 711–724.

index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing, 27(14), 3025–3033.

Wang, et al. (2017). Evaluation of MNDWI for shoreline extraction: A case study. Frontiers in Marine Science.