

**كشف التغيرات الجيومورفولوجية في الساحل الغربي
للمملكة العربية السعودية
بين ميناء جدة الإسلامي ورأس الجرجوب**

**أ. نبراس بنت محمد الجراح
د. محمد بن العباس داودي**

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية،

جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

nebras.aljrah@gmail.com

mdaoudi@kau.edu.sa

mdaoudi65@gmail.com

DETECTION OF GEOMORPHOLOGICAL CHANGES ON THE WEST COAST OF SAUDI ARABIA BETWEEN THE ISLAMIC PORT OF JEDDAH AND RAS AL-JARJOUR

Nebras Mohamed Aljrah

Dr Mohamed Al Abbas Daoudi

nebras.aljrah@gmail.com

mdaoudi@kau.edu.sa

mdaoudi65@gmail.com

كشف التغيرات الجيومورفولوجية في الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية بين ميناء جدة الإسلامي ورأس الجرجوب

أ. نبراس بنت محمد الجراح

د. محمد بن العباس داودي

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب

والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة،

المملكة العربية السعودية

Abstract

The study aimed to discover the geomorphological changes of the southern coast of the city of Jeddah between the Islamic port and Ras Jarjoub, based on a major problem as following: the accelerated expansion of urbanization of coastal areas at the expense of the geomorphological features that form the basis of the balance of natural systems. The study adopted a methodology based on spatial analysis of multi-source data: Landsat satellite images (1984 TM - 2016 ETM+) aerial photos, topographic and geological map, Digital Elevation Model (DEM), field information using Geographic Information Systems (GIS). The results of the study showed shifts in the surface during the approved period of the study (32 years), and a change in the coastline through fill in several places and its erosion in some spots of the waterfront. The results were used to design a geomorphological map that highlights the variables that underpin the interpretation and analysis of the development of the field of research. The study recommended the importance of identifying priorities for spatial planning and sound management of the region, through the integration between applied geomorphology and sustainable development, with the possibility of generalizing the methodology of the study and its results to other regions in Saudi Arabia it has the same properties, by adopting updated data with high spatial resolution.

Keywords: Coast Geomorphology, Remote Sensing, GIS, Jeddah.

مستخلص

هدفت الدراسة إلى الكشف عن التغيرات الجيومورفولوجية للساحل الجنوبي لمدينة جدة بين الميناء الإسلامي ورأس الجرجوب، بناء على مشكلة رئيسية، وهي: التمدد المتسارع لعمران المناطق الساحلية على حساب المظاهر الجيومورفولوجية، التي تشكل أساس توازن النظم الطبيعية. واعتمدت الدراسة منهجية قائمة على التحليل المكاني لبيانات متعددة المصادر، وهي: مرئيات القمر الصناعي لاندسات (1984 ETM+ - 2016 TM+)، صور جوية، خرائط طبوغرافية وجيولوجية، نموذج الارتفاعات الرقمية، ومعلومات حقلية)، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. أظهرت نتائج الدراسة تحولات في السطح خلال الفترة المعتمدة في الدراسة (٣٢ عاماً)، وتغيراً في خط الساحل عن طريق الردم في عدة أماكن وتآكله في بعض البقع للواجهة البحرية. ووظفت النتائج لتصميم خريطة جيومورفولوجية، تبرز متغيرات يتركز عليها تفسير وتحليل تطور ميدان البحث. وأوصت الدراسة بأهمية تحديد أولويات التخطيط المكاني والإدارة السليمة للمنطقة، عن طريق التكامل بين الجيومورفولوجيا التطبيقية وعناصر التنمية المستدامة، مع إمكانية تعميم منهجية الدراسة ونتائجها على مناطق أخرى في المملكة العربية السعودية لها نفس الخصائص، باعتماد بيانات محدثة وبدقة مكانية عالية.

الكلمات المفتاحية: جيومورفولوجية السواحل، الاستشعار

عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية، جدة.

١. مقدمة

ونقص في كميات الرواسب على السواحل (البارودي، 2000
Deuser et al., 1976; (Behairy, 1983; Paskoff,
2002). فقد أوضح (Bird, 1985) أن ٧٠٪ من خطوط
السواحل تشهد عملية نحت وتآكل، و٢٠٪ مستقرة، و١٠٪ في
حالة تقدم (Cazes-Duvat, 2001).

ويهدف هذا البحث إلى:

- كشف التغيرات الجيومورفولوجية للساحل الجنوبي
لمدينة جدة، بين الميناء الإسلامي ورأس جرجوب، وتحديد
عوامل التآكل للخط الساحلي والآثار الناتجة عنها.

- تصميم خريطة جيومورفولوجية كنموذج لحماية لمنطقة
الدراسة، مع إمكانية تعميم نتائج البحث على مناطق أخرى
لها نفس المتغيرات مع القطاع المدروس، حماية للنظام البيئي
وخدمة للمجتمع.

ويعد الاستشعار عن بعد أداة هامة للبحث في مثل هذه
المواضيع ذات الصلة، فقد تضمنت المنهجية على التحليل
المكاني لبيانات متعددة المصادر: مرئيات القمر الصناعي
لاندسات (TM 1984, ETM + 2016)، صور جوية،
وتتمتها بالوثائق الخرائطية (طبوغرافية وجيولوجية)،
ونموذج الارتفاعات الرقمية وملاحظات الزيارات الميدانية.
وقبل القيام بسلسلة من المعالجات الرقمية للصور تم دمج
هذه البيانات في نظام إسقاط خرائطي موحد، من خلال
استخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتم إجراء تحليل مكاني
- زمني لديناميكية النظامين الطبيعي والبشري، وتصميم
نماذج خرائطية لذلك.

الدراسات السابقة

تتعدد وتتوزع الدراسات السابقة في موضوع البحث، لذا
فقد اقتصر تقديم بعضها على سبيل المثال لا الحصر:

- قدم (Gobert et al., 1996) دراسة حول تغيرات خط
الساحل لجزيرة كورسيكا بالبحر المتوسط من عام ١٩٤٨
إلى ١٩٩٠ عن طريق المعالجة التناظرية للصور الجوية.
وأبرزت نتائج البحث أن منطقة الدراسة تشهد ديناميكية
جيومورفولوجية معتبرة.

- أما البارودي، (٢٠٠٠) فتركزت دراسته حول تغيرات
مستوى سطح البحر خلال عصر البلايستوسين وأثارها
الجيومورفولوجية على طول ساحل البحر الأحمر. وتوصلت
الدراسة إلى عدة نتائج أهمها وجود مجموعة من المدرجات

تعد المناطق الساحلية على مستوى العالم مجالاً للنشاطات
البشرية، حيث تشهد توسعاً عمرانياً متسارعاً على حساب
المظاهر الجيومورفولوجية، التي تعد أساس توازن النظم
الطبيعية (Le Berre and Robert, 2017). وتعتبر
الجيومورفولوجيا التطبيقية من الدراسات الهامة لكثير من
المشاريع الموجهة للاستعمال المكاني (عبد الغفار، ٢٠٠٤).
ويعتمد على كثير من المجالات التطبيقية لمعرفة المحددات
الجيومورفولوجية وتقييم الامكانيات المتاحة والمعوقات، لوضع
المناهج المناسبة والطرق السليمة لاستخدام أمثل لسطح
الأرض (Martínez et al., 2007; Al-Sheikh, 2011; Le)
(Berre, 2017; Karim et al., 2018; Evans, 2004).

وعلى غرار بقية الأقاليم الساحلية، شهدت منطقة
الدراسة تغييرات جيومورفولوجية عدة منذ سبعينات القرن
الماضي، وبداية الطفرة النفطية التي عرفتها المملكة العربية
السعودية، فتسارعت آثار المنشآت العمرانية وتزايدت
الأنشطة البشرية في جميع الاتجاهات، تلبية للاحتياجات
السكانية المتزايدة، وهذا نظراً للنمو الديموغرافي المتسارع،
حيث ارتفع عدد سكان المدينة من مليون في ١٩٧٠ إلى أكثر
أربعة ملايين نسمة في ٢٠٢٠ (Niang and Ascoura, 2020).
ولقد تم إزالة مظاهر جيومورفولوجية عدة، وردم
مساحات شاسعة من المستنقعات والأعماق الضحلة والأرصفة
المرجانية، وأثر ذلك على السطح وهشاشته، مما أدى إلى
ظهور التعرية الساحلية، وتأثير على توازن النظام الساحلي
(داودي، 2015; Basaham et al. 2006; Daoudi and
(Niang, 2019).

والملاحظ أيضاً، أنه بالرغم من حماية الأرصفة المرجانية
للساحل من الانجراف البحري، فإن ظاهرة التآكل تبدو
بارزة في أماكن عدة، مما يؤكد عدم التوازن بين الإنسان
وأنشطته الاقتصادية من جهة، وعناصر البيئة الطبيعية
من جهة أخرى، الأمر الذي يتطلب المحافظة على الموارد
الطبيعية للمنطقة والتخطيط السليم للمشاريع الاقتصادية،
وتوفير بيئة سياحية مناسبة على الساحل وحمايته من
المخاطر الجيومورفولوجية (داودي، ٢٠١٥، داودي ٢٠٢٠).
فقد أصبحت التعرية الساحلية ظاهرة عالمية شملت أغلب
الشواطئ في مختلف الأقاليم المناخية، نتيجة للارتفاع المسجل
في مستوى مياه البحار والمحيطات خلال البلايستوسين،

- كما قام Al-Sheikh A., (2011) بدراسة شملت إدارة التدهور البيئي لمنطقة جدة الساحلية بالمملكة العربية السعودية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. وتوصل البحث إلى اقتراح حلول لحماية قطاع الدراسة وتميته.

- وتطرقت المالكي (٢٠١٤) إلى كشف التغير البيئي لمنطقة شرم أبحر شمال مدينة جدة بين عامي ٢٠٠٢-٢٠١٣، من خلال دراسة الخصائص الطبيعية والبشرية، وقد تم تسليط الضوء على التأثيرات البيئية بمنطقة الدراسة، وتصنيف الأنشطة البشرية وتحديد أثرها، والتطرق لأهم الإجراءات اللازمة التي يجب اتخاذها للحد من التأثيرات السلبية، واقتراح مشروع يكتفئ إيقاف تدهور الساحل وإعادة تأهيله وفق رؤية مستقبلية.

- ومن جهته أبرز Aljaddani, (2015) أهمية دمج وتكامل المرئيات الفضائية متعددة التواريخ ونظم المعلومات الجغرافية، لتصميم خرائط وتحليل تغير استخدامات الأرض في مدينة جدة.

- أما دراسة Karim et al., (2018) فتركزت حول اكتشاف تغير الخط الساحلي في شمال سيناء بمصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونظام تحليل الخط الساحلي الرقمي (DSAS) خلال الفترة الممتدة من ١٩٨٩ إلى ٢٠١٦. وتوصل البحث إلى تحديد معدلات تغيرات الخط الساحلي في شكل أنماط التعرية والترسيب لأربعة معالم إحصائية، وأن المنطقة شهدت ديناميكية جيومورفولوجية معتبرة بمتوسط معدل تآكل يفوق ٨ م/سنة، وكانت الانجرافات الساحلية مدفوعة باتجاه الشرق على طول التيارات الشاطئية باتجاه الجانب الشرقي من الخليج.

- وفي نفس المجال أبرز Niang, (2020) في دراسته حول رصد التغيرات طويلة المدى (١٩٦٥-٢٠١٩) للخط الساحلي في منطقة ينبع بالمملكة العربية السعودية، عن طريق استخدام بيانات الأقمار الصناعية عالية الدقة ونظم المعلومات الجغرافية، مقرونة بتطبيق نظام تحليل الخط الساحلي الرقمي (DSAS). وتوصلت النتائج إلى تحديد مواقع التآكل والترسيب وحساب معدلات تغيرات الخط الساحلي، ومعرفة درجة الخطر المحتمل على النظام الساحلي وعواقبه لتحديد أولويات الحماية وتطوير إجراءات التكيف المناسبة.

البحرية عند مستويات متباية، وأن هناك أدلة عديدة على وجود حركات تكتونية منها الإنكسارات، العتبات الشعاعية المائية، إضافة إلى الأسر النهري.

- كما تناول Cazes-Duvat, (2001) تقويم مدى هشاشة السواحل للتعرية في جزيرة بالسيشل بالمحيط الهندي عن طريق تطوير مؤشر ضعف الشواطئ، إعتد في إنجازها على العوامل الفيزيائية والبشرية، لصياغة توصيات حماية للمناطق الساحلية وتميته.

- ومن جهتها تناولت عبدالغفار، (٢٠٠٣) دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية للساحل الشرقي للبحر الأحمر من شرم أبحر إلى رأس مستورة، مبرزة العوامل والعمليات المؤثرة في تشكيل الظواهرات الجيومورفولوجية، بالاعتماد على الوثائق الخرائطية والصور الجوية والمرئيات الفضائية والأساليب الكمية. وخلصت الدراسة أن أهم الظواهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بنطاق الشاطئ هو الحواجز الرملية، الرؤوس الأراضية، الجزر، الإطار المرجاني، الشواطئ والألسنة الرملية والجروف المنخفضة.

- أما بحث الشيخ، (٢٠٠٤) فتناول إدارة التدهور البيئي لساحل جدة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية نحو استراتيجية مقترحة للتنمية السياحية المستدامة. وأشارت نتائج الدراسة إلى تغير سلبي في خط الساحل واستنزاف لموارده الطبيعية، وتآكل المساحات الترويحية، وأدى الضغط البشري إلى خلق مشاكل في الأنظمة البيئية الطبيعية.

- وفي دراسة للساحل الجنوبي للبحر المتوسط والتي قام بها Ammour et al., (2006) أظهرت أهمية البيانات الفضائية متعددة التواريخ في دراسة ديناميكية خط الساحل لمنطقة محصورة بين زموري ورأس جنات شرق الجزائر العاصمة، وتصميم خريطة جيومورفولوجية لإبراز التآكل المتسارع للواجهة البحرية، تحت تأثير وتفاعل عدة عوامل طبيعية وبشرية.

- أما دراسة الحارث، (٢٠٠٧) فقد تناولت التحليل البيئي لأثر الإنسان في تلوث البيئة البحرية للساحل الجنوبي لمدينة جدة باستخدام المرئيات الفضائية، ومسح حقلي للتركيب الكيميائي لمياه ورواسب البيئة البحرية، وأثر مياه الصرف الصحي في البيئة البحرية. وأظهرت النتائج ارتفاعاً في تركيز العناصر الثقيلة وتلوثاً على امتداد قطاع البحث.

٢. منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في وسط الساحل الشرقي للبحر الأحمر غربي المملكة العربية السعودية، بين ميناء جدة الإسلامي ورأس الجرجوب، بين درجتي عرض (16° 21' - 29° 21') شمالاً، وبين خطي طول (6° 39' - 13° 39') شرقاً (شكل ١).

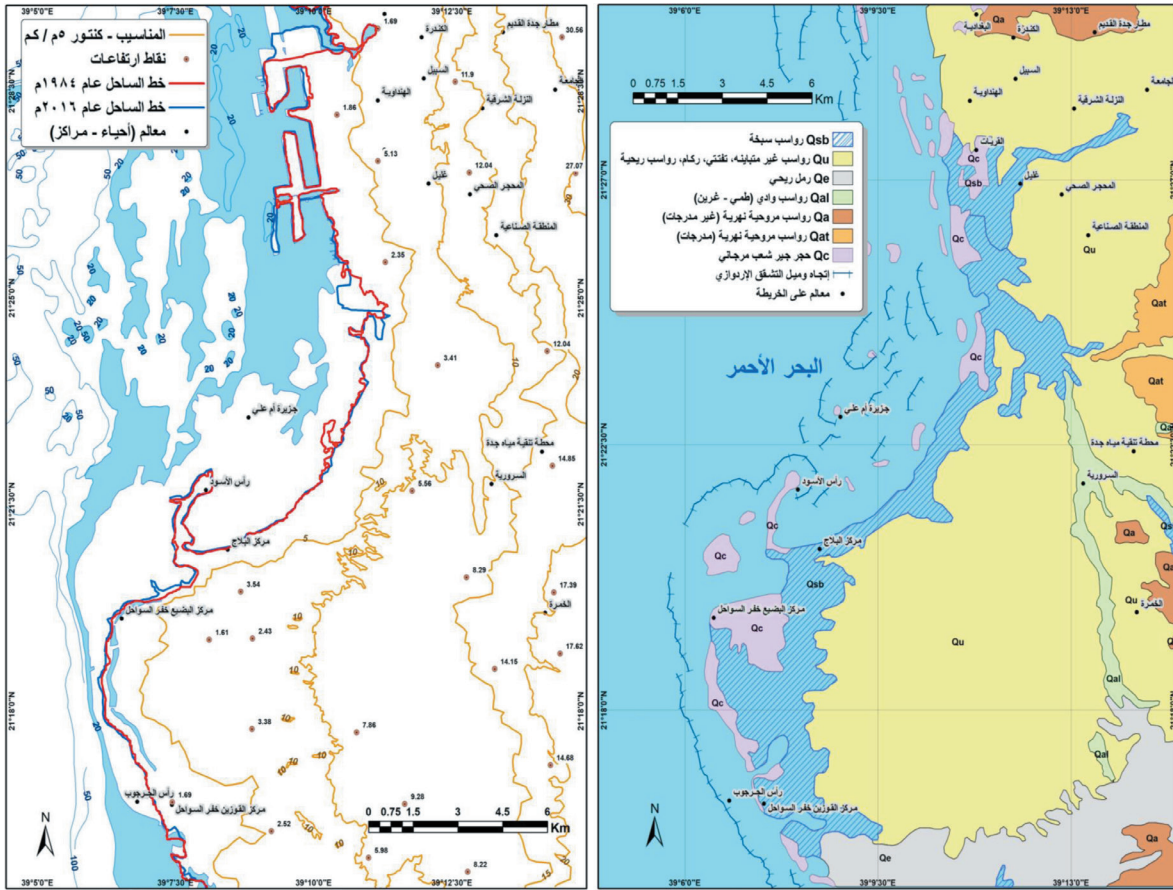
وتبرز أهمية المدينة لعدد من الأسباب، التاريخية والديموغرافية والاقتصادية والعمرانية. فمنذ مئات السنين تعتبر جدة المدخل الرئيس والبوابة الكبرى لحجاج مكة المكرمة، كما تعد ثاني مدينة من حيث عدد السكان على مستوى المملكة بعد مدينة الرياض. وتضم المدينة نحو ٤ مليون نسمة بما يمثل ٤,١٣٪ من إجمالي سكان السعودية حسب تقديرات عام ٢٠١٨. ومن ناحية الجانب الاقتصادي، يعتبر ميناء جدة الإسلامي أقدم وأكبر موانئ المملكة من حيث حجم البضائع التجارية وحركة الركاب، فقد ساهم في تحول المدينة إلى واحدة من أهم المدن التجارية. أما من الناحية

العمرانية، فإن نسيج المدينة تخطى ١٠٠ كم على طول ساحل البحر الأحمر، وبمتوسط عرض نحو ٢٥ كم، مما يجعلها الأكبر توسعاً عمرانياً بعد العاصمة الرياض. وقد شهدت المدينة تغيرات غير مسبوقة في نموها العمراني، نتيجة للزيادة السكانية وتطور الوضع الاقتصادي وقطاع الخدمات، مما أثر ذلك على الشريط الساحلي للبحر الأحمر المحاذي للمدينة، نظراً للتوسع العمراني واستخدامات الأرض، سواء الحكومية منها أو الخاصة (Aljaddani, 2015).

تتخصص منطقة الدراسة بين المرتفعات الغربية والبحر الأحمر، وتتميز طبوغرافيتها بسهل ساحلي ذي انحدار بسيط جداً، وشاطئ ذي تدرجات على طول خط الساحل، ذي بائيمترية ضحلة متدرجة نسبياً في العمق، وتتحدر بلطف نحو الأعماق الكبيرة، ويتدرج القطاع السهلي في الارتفاع شرقاً باتجاه التلال الصغيرة (شكل ٢).



شكل ١. منطقة الدراسة



المصدر: الجراح، ٢٠٢٠ اعتمادا على الخريطين الجيولوجية والطوبوغرافية

شكل ٢. جيولوجية (يمين) وطوبوغرافية (يسار) منطقة الدراسة

٣. مواد وطرق البحث

تعد مصداقية البيانات وإختيار الوحدة المكانية المعتمدة في الدراسة مبادئ أساسية في إنجاز قاعدة بيانات متعددة المصادر، لإستخدامها في مثل هذه البحوث، بهدف الوصول إلى نتائج لها حقيقة ميدانية تخدم النظامين الطبيعي والبشري. ويعتمد المنهج المستخدم في البحث (شكل ٢) على أسلوب التحليل المكاني باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، ويتضمن الخطوات التالية:

٣.١. البيانات المستخدمة

تعد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من أهم الوسائل المستخدمة في المراقبة المستمرة للتوزيع المكاني للظواهر الأرضية في إطار واسع، كما تمثل صور الأقمار الصناعية وثائق أساسية لدراسة التطور التاريخي للظواهر سريعة التغير، من خلال توفير معلومات غزيرة على مدى فترات زمنية متتالية. وتتنوع مصادر البيانات التي اعتمد عليها في هذا البحث، حيث شملت بيانات الأقمار

جيولوجيا تتكون منطقة الدراسة من كتلة ضخمة من صخور القاعدة التي يرجع معظمها إلى حقبة ما قبل الكامبري. وتشتمل الصخور الرسوبية القديمة على الحجر الرملي والطيني والجيري والمشبات (الكونجلوميرت)، الشعاب المرجانية، بالإضافة إلى المتدفقات البركانية، والتي تزامنت مع تكوين أخدود البحر الأحمر (الرويثي، ١٩٨٤). وتغطي الرواسب الرباعية السهل الساحلي المتكونة أساسا من رمل وطيني وطين. ويوضح الشكل (٢) الصورة العامة للتتابع الطباقى، حيث شملت على التكوينات السطحية الحديثة، ورواسب السبخات والحجر الجيري والصخور النارية والمتحولة، والتي تعتبر من أهم مكونات الدرع العربي. وإن اختلاف مستوى سطح البحر وتذبذبه خلال خلال البلايستوسين أدى إلى اختلاف أشكال الساحل وطبيعة امتدادها، حيث عملت الأمواج والتيارات البحرية على تشكل ظاهرات جيومورفولوجية متنوعة على خط الساحل (البارودي، ٢٠٠٠).

تطبيق التصحيح الهندسي، وفقا لمسقط مركاتور المستعرض العالمي (UTM) بالنظام الجيوديسي (WGS 84) منطقة ٢٧، باستخدام نقاط الضبط المختارة بعناية من المرجع، وتم التمكن والتحقق من تطابق كل البيانات المستخدمة في الدراسة. وبعد التصحيح الهندسي والتأكد من تطابق جميع الخرائط والصور المستخدمة في البحث، تم استخدام أسلوب نظم المعلومات الجغرافية بواسطة البرنامج (ArcGIS10)، الذي يعد من أقوى البرامج في هذا المجال، وعليه تم إنشاء قائمة بيانات بترقيم المعطيات الطبوغرافية والجيولوجية وخط الساحل، واجراء تحليل مكاني وعرض البيانات على هيئة نماذج خرائطية للمقارنة بين معلومات السنوات المختلفة. وتم إجراء التحليل الطبوغرافي لقطاع البحث باستخدام نموذج ارتفاع رقمي (DEM SRTM)، وكذا تصنيف طبيعة التكوينات الجيولوجية. وسمح دمج البيانات المتعددة المصادر بمعرفة وتحديد تغيرات السطح وتصميم خريطة جيومورفولوجية لذلك الغرض.

الصناعية، صور جوية، نموذج ارتفاعات رقمية، وفي مايلى خصائص هذه البيانات:

• صور فضائية للقمر الصناعي لاندسات (TM 1984 ETM 2016 +/-)، تم الحصول عليها من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

• خريطة طبوغرافية بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠

• خريطة جيولوجية بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠

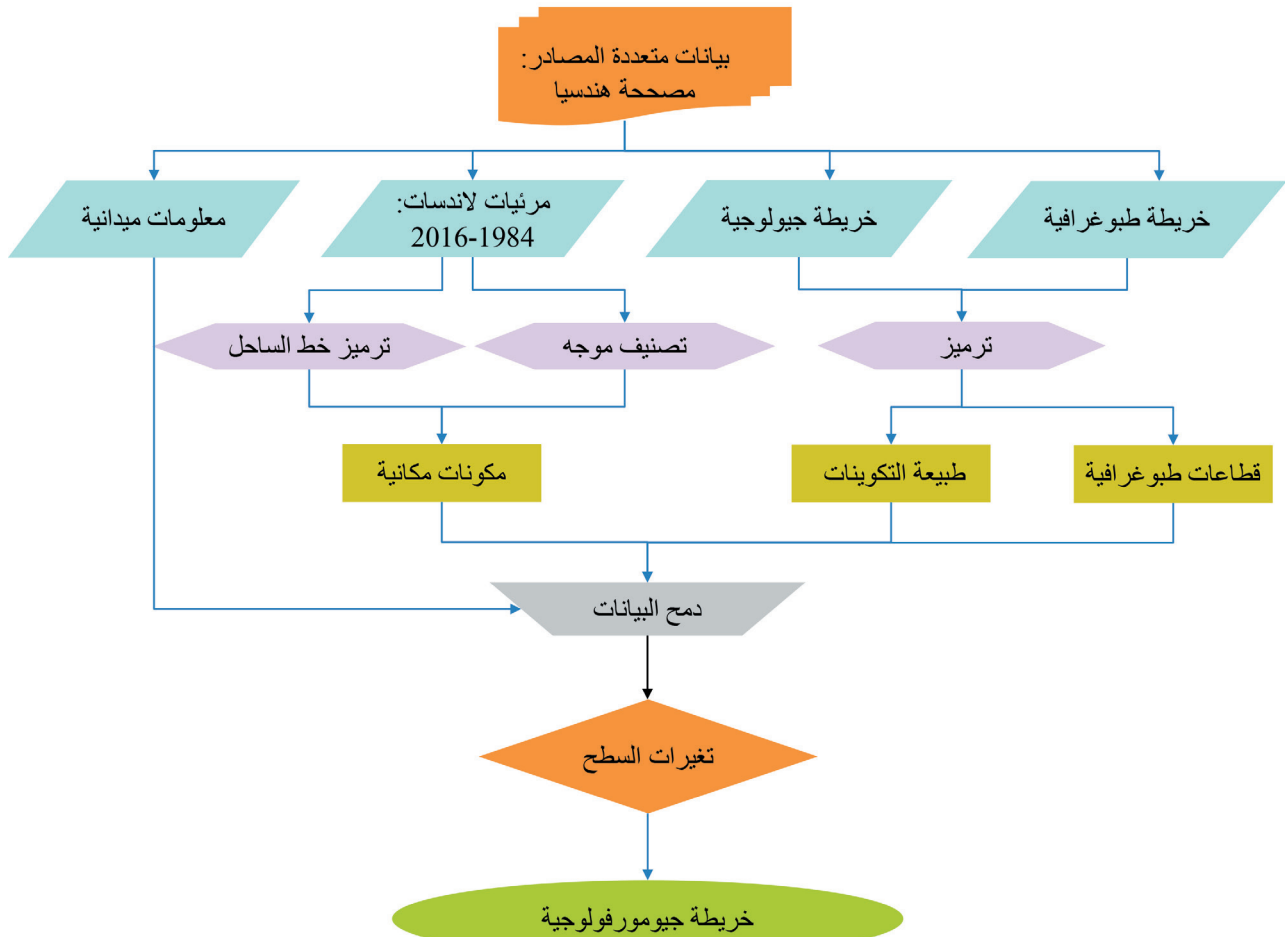
• نموذج ارتفاع رقمي بدقة ٣٠ متر

• معلومات ميدانية.

واعتمادا على هذه المصادر المختلفة للبيانات، تم التمكن من رصد التغيرات الجيومورفولوجية على مدى فترة زمنية تفوق ٣٠ عاما.

٣.٢. معالجة البيانات

تمت المعالجة الرقمية للمرئيات الفضائية بواسطة برنامج إيرداس إيماجين Erdas Imagine، حيث تم



شكل ٣. مخطط انسيابي لمنهجية البحث

٤. نتائج ومناقشة

لا تزال النظم الجيومورفولوجية تتأثر عن طريق التدخلات البشرية، مما يؤدي إلى ضعفها نسبياً، ومع ذلك فإن التنمية الساحلية المستدامة في السنوات الماضية، يمكن أن تكون مصدراً للتدهور والاضرار المباشر بالمكونات الجيومورفولوجية، مما يعزز الحاجة لحماية هذه المناطق البحرية (Daoudi and Niang, 2021; Le Bere, 2017). وإن تسارع الأنشطة البشرية لا يؤدي دائماً إلى آثار سلبية، وإن البعض منها يعمل على حماية وتطوير الشواطئ باستخدام تقنيات عدة خاصة بذلك. في هذا الإطار فقد شهدت منطقة الدراسة تغيرات عدة منذ ثمانينات القرن الماضي كما ذكر في مقدمة البحث، شملت الجانبين الطبيعي والبشري، يمكن إيجازها في النقاط التالية:

٤.١. تغيرات السطح 1984 - 2016

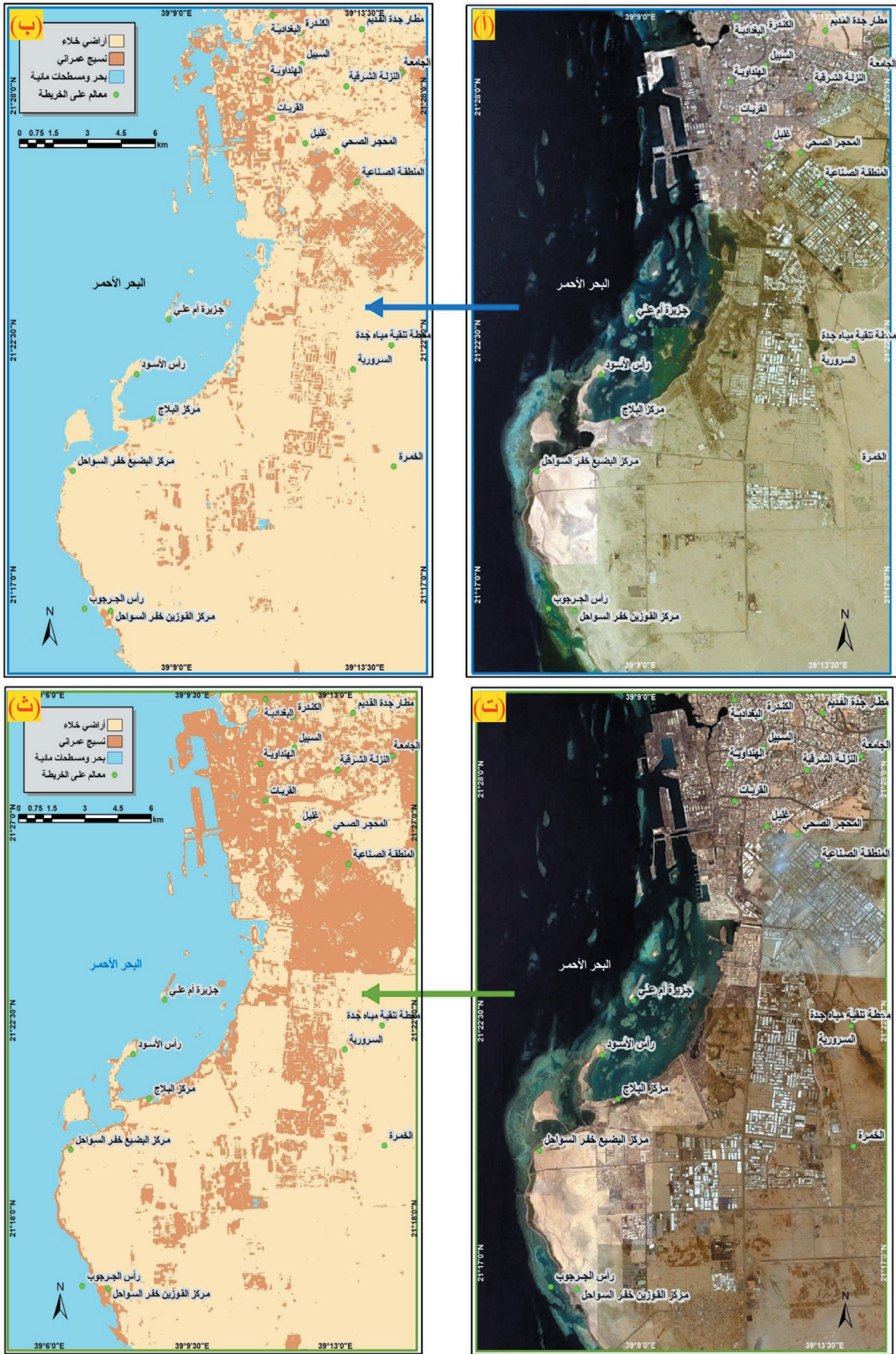
على غرار بقية مناطق العالم الساحلية، شهدت منطقة الدراسة تغيرات جيومورفولوجية عدة منذ سبعينات القرن الماضي، وبداية الطفرة النفطية التي عرفتها المملكة العربية السعودية (داودي، 2015). ففي ستينيات القرن الماضي كانت مدينة جدة محصورة فقط في المنطقة القديمة أو مايسى بحي البلد حالياً، فقد كانت سواحل منطقة الدراسة خالية تقريباً من العمران ماعدا الحي القديم، وتحيط به من الشمال والجنوب أراض ضحلة تنتشر بها المستنقعات والسبخات. والملاحظ أن هذه الأراضي المنخفضة بعد تجفيف المستنقعات وردمها ببقايا سطحها، هي التي تمدد عليها العمران، فشيدت الأحياء الجديدة ومنتزهات الكورنيش. وشهدت منذ ثمانينات القرن الماضي تمداً عمرانياً متسارعاً نحو ثلاثة اتجاهات (شمال، جنوب، شرق)، وتميزت الدينامية العمرانية الأفقية في بدايتها بعدم الانتظام من الناحية التخطيطية، مما أفرز مناطق عشوائية ومناطق مخاطر طبيعية (أسرة الأودية وأماكن الردم). وعليه يمكن تمييز فترات عدة للتوسع العمراني بناء على التحولات الاقتصادية التي شهدتها السعودية، وإنعكس بالتأكيد على ميناء جدة الإسلامي، وبالتالي أخذ في الاعتبار التغيرات العمرانية المصاحبة خلال تلك الفترة، وكان لصور الأقمار الصناعية المتوفرة دور في تحديد ذلك التغير (Almazroui et al., 2017). وبناء عليه، فقد تم تحديد الفترة الممتدة من 1984

إلى 2016 (شكل ٤). وبلغت مساحة مدينة جدة ٣٦,٢ كم^٢ في عام ١٩٦٥، أي أن جدة القديمة لم تكن تشكل سوى ٢,٢٪ من المساحة الكلية للمدينة في الوقت الراهن (Daoudi and Niang, 2021). وفي بداية الثمانينات حدث الانفجار العمراني، ويعزى ذلك بالطبع إلى أن هذه الفترة شهدت الانفتاح الاقتصادي والاستثمارات الحكومية، والاستفادة من عائدات البترول للقطاعين الحكومي والخاص، حيث استفاد هذا الأخير من تسهيلات الدولة والقروض البنكية، في زيادة حجم القطاع التجاري والصناعي بالمدينة. ويلاحظ أيضاً أن النمو العمراني على حساب البحر الذي تمثل بشكل واضح، وأحدث ضغطاً بردم مساحات تقدر ب ٣٢ كم^٢ من البحر في فترة التمدد العمراني، للاستفادة منها في مختلف أنواع الأنشطة السكنية والتجارية والاستثمارية والحكومية والعامّة (Monnier and Guilcher, 1993 ; Niang and Ascoura , 2020).

تميز منطقة الدراسة ظاهراتين جيومورفولوجيتين هما: جزيرة أم علي، رأس الأسود. وتعتبر الأولى الأصغر مساحة تقع شمال رأس الأسود، غير منتظمة الشكل، تنتهي شرقاً بشاطئ يمثل جزءاً من الشريط الساحلي، الذي تكثر به التمرجات والانحناءات المغطاة بالسبخات والرمال (نور الدين، 2014). أما رأس الأسود فهو شبه جزيرة على شكل حرف ل (L)، يعتبر منطقة استراتيجية هامة. ومن خلال الشكل ٥ يظهر جلياً تغيراً في استخدام الأرض بين الشكلين (أ) و (ب) من جهة والشكلين (ت) و (ث) من جهة ثانية خلال الفترة المعتمدة في الدراسة، حيث تم استغلال المجال الجغرافي لجزيرة أم علي ورأس الأسود مانسبته حوالي ٩٠٪ و ٣٠٪ على الترتيب عام 2016.

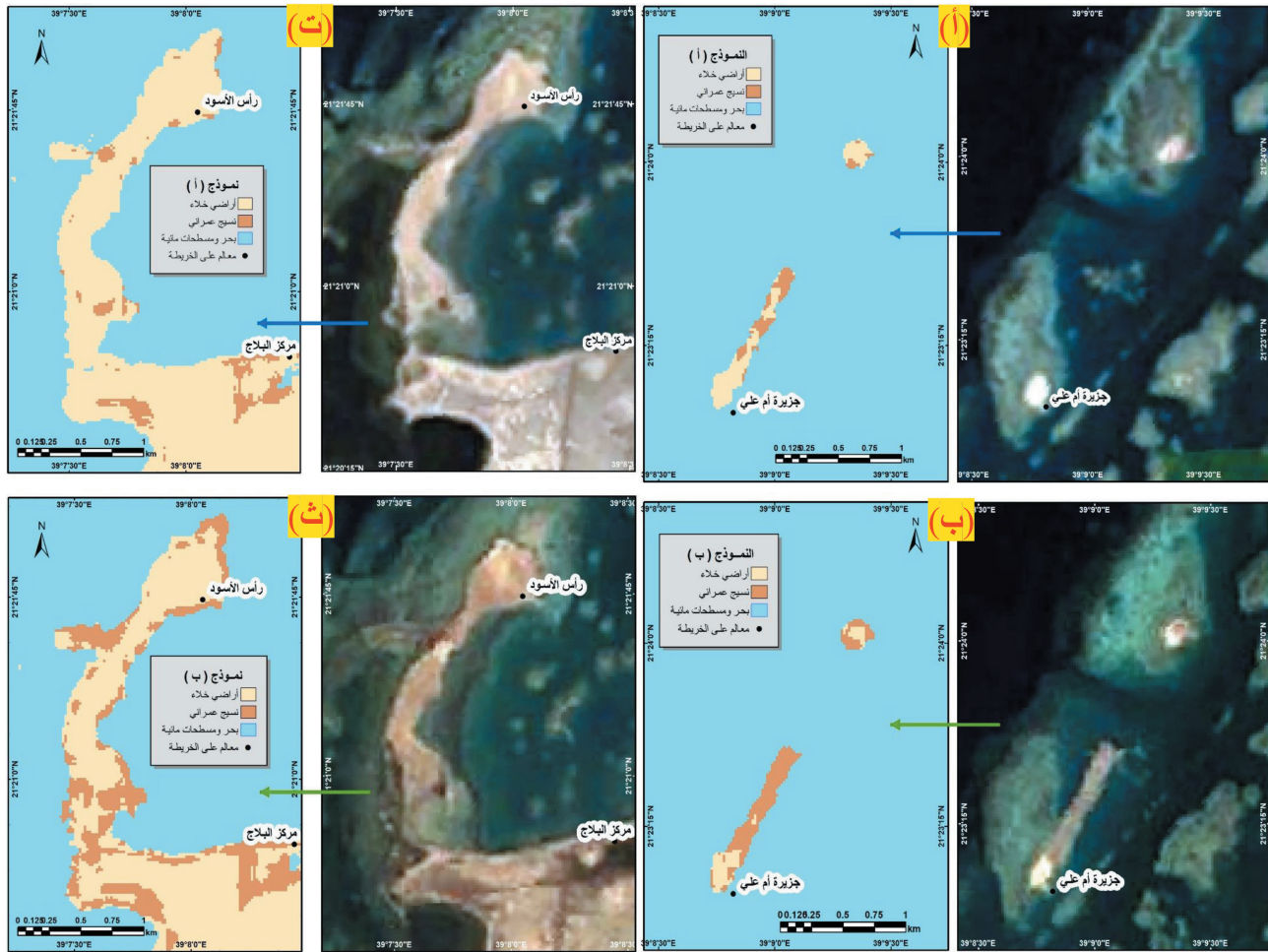
كشف التغيرات الجيومورفولوجية في الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية
بين ميناء جدة الإسلامي ورأس الجرجوب

أ. نبراس بنت محمد الجراح
د. محمد بن العباس داودي



المصدر: الجراح، 2020 مع التعديل

شكل ٤. تغيرات السطح خلال ٢٢ عاما حسب صور القمر الصناعي لاندسات: (أ)-(ب) 1984، (ت)-(ث)

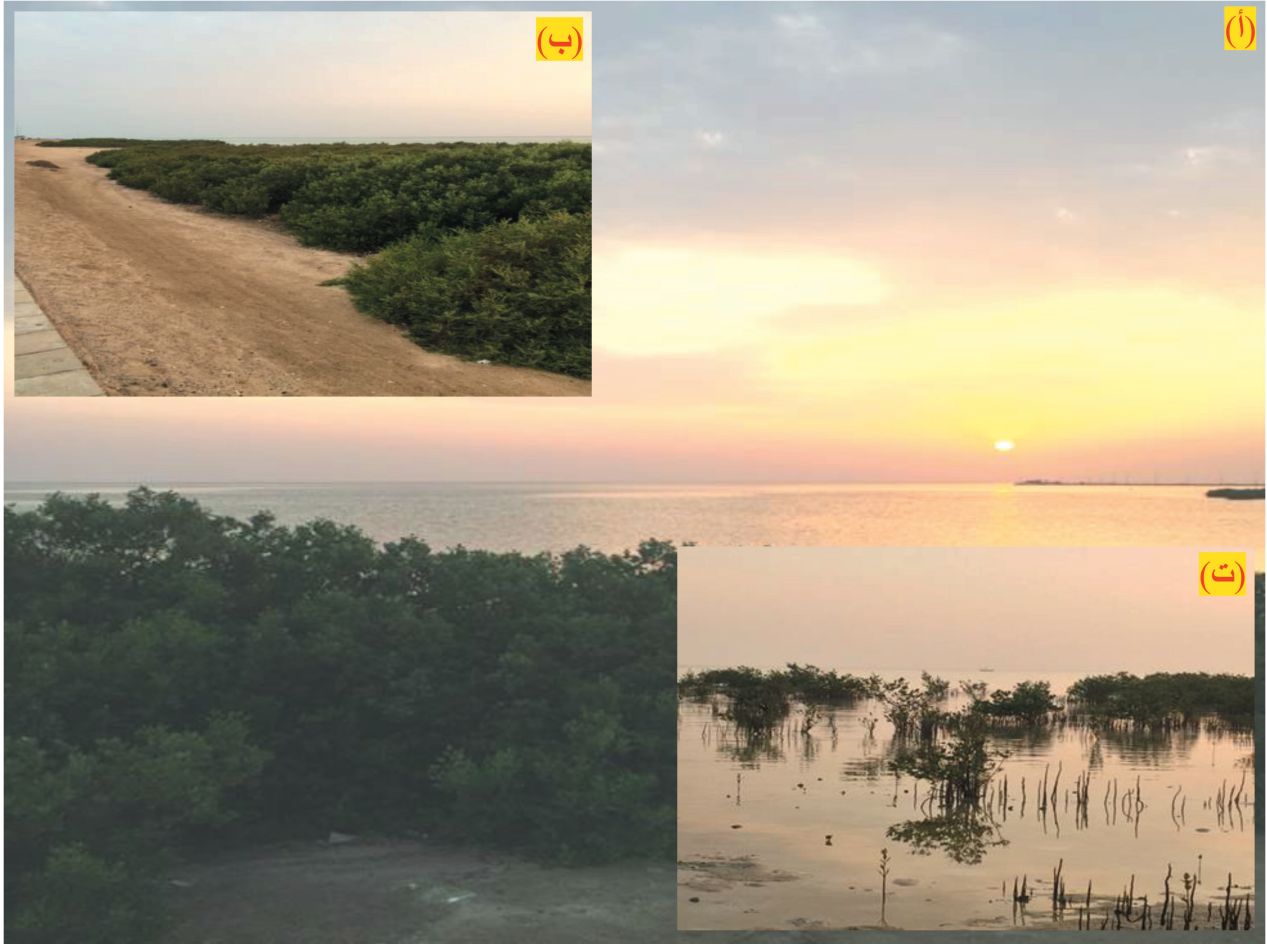


المصدر: الجراح، 2020 مع التعديل

شكل ٥. تغيرات السطح في مظهرين جيومورفولوجيين حسب صور القمر الصناعي لاندسات ١٩٨٤-٢٠١٦: (أ)-(ب) جزيرة أم علي، (ت)-(ث) رأس الأسود

الجدور لمياه البحر، وتخرج الأملاح الزائدة عن طريق مسامات الأوراق (العودات وآخرون، Souza Fiho, 1997, 2006). وما تجدر الإشارة إليه والملاحظ أن هذا النوع من النباتات مهددة بالزوال بسبب النشاط البشري، خاصة مد قنوات الصرف الصحي التي تعمل على تدهور بيئة نموه (الشيخ، 2004، الحارث، 2007، المالكي، 2014).

تعد الشعاب المرجانية من أهم مصادر الجذب الطبيعية للإنسان في المنطقة، وكدرع لحماية الساحل من التآكل، وترسبات المواد المختلفة التي تشكل وتطور خط الساحل (Gobert et al., 1996). وما يمكن ملاحظته هو المناطق الضحلة التي تشكلت نتيجة عملية النحت والنمو المرجاني (Colantoni and Taviani, 1982). واعتمادا على الملاحظات الحقلية والمعرفة الميدانية، فإن قطاع الدراسة يعد من المناطق الغنية بنبات المانجروف، الذي ينمو في المياه الضحلة ذات الملوحة الملائمة له نظرا لخصائصه الحيوية التي تجعله قادرا على مقاومة درجة الملوحة (شكل ٦). ويعتبر هذا النوع من النبات مؤشرا للتغيرات البحرية، حيث يتميز بتوازن مائي منتظم، فالأوراق عسارية ومزودة بأنسجة مخزنة للماء، مع معدلات نتح منخفضة جدا، ولكن بالرغم من ذلك يحدث تراكم للأملاح في الأوراق، نظرا لامتصاص



المصدر: الجراح، 2020 مع التعديل

شكل ٦. (أ) (ب) (ت) نماذج من نبات المانجروف على خط الساحل

فكونت سهول الشاطئ. وتكمن الصعوبة في اتباع تصنيف شيبيرد وبالتعديل الذي تم عليه عام 1962، حيث يبرز أن خط الساحل يقع في أكثر من فئة. ويتسم خط الساحل بتعرجاته وتقوساته العريضة، حيث أن هناك زيادة في طول الشاطئ وتطور خط الساحل بفعل تفاعل عوامل عدة طبيعية وبشرية (نور الدين، 2014). ومن المظاهر والتكوينات الأرضية المميزة للساحل الغربي، وجود الألسنة الرملية الطويلة الممتدة داخل البحر، كذلك تمثل الألسنة الرملية أحد أشكال الساحل، وتنتشر العديد منها في منطقة الدراسة. وشهد الشريط الساحلي بمدينة جدة تغيرات جيومورفولوجية عديدة أثرت على سطحه بسبب تزايد الأنشطة البشرية، وإنتشار العمران الذي اقترب كثيرا من البحر بل أحيانا على حسابه، إذ تم ردم أقسام كبيرة من الرصيف المرجاني الحالي، مما أدى إلى ظهور الانجراف البحري (شكل ٧). وفي هذا الإطار يمكن إيجاز أهم خصائص الشاطئ البحري للساحل الجنوبي لمدينة جدة فيما يلي:

٢.٤. التغير المورفولوجي لخط الساحل 1984 - 2016

تتغير السواحل ويظهر آثار ذلك بعد عشرات السنين، باستخدام الخرائط والصور الجوية والرصد من المرئيات الفضائية والملاحظات الحقلية وأخذ القياسات اللازمة، لما لتلك التغيرات من أهمية في معرفة طبيعة السواحل وتصنيفاتها ومدى تراجع خط الساحل أو تقدمه من أجل حمايته (Gobert et al., 1996 ; Ammour et al., 2004). وبالاعتماد على تصنيف شيبيرد، Shepard Classification، 1948 والذي يعتبر التصنيف الأكثر دقة من التصنيفات الأخرى (تصنيف فالنتين Valentine Classification، 1952 - تصنيف جونسون Johnson Classification، 1919)، حيث يعتمد هذا التصنيف على أساس نشأة ووصف الساحل. ويعتبر خط ساحل منطقة الدراسة من السواحل الأولية (الشابة)، والتي ترتبط نشأتها في الأساس بعمليات غير بحرية، حيث نتجت عن عمليات تكتونية (إنكسارات)، تلاها بعد ذلك التشكل والتغير بفعل عوامل الإرساب البحري،

الناحية التجارية في ميناء جدة الإسلامي. وبالمقابل شهدت بعض البقع الأخرى عمليات تآكل غطت مانسبته ٤, ١٨ ٪ لأسباب عديدة لعل أهمها هشاشة التكوينات الجيولوجية، ونحت وتحلل الحجر الجيري وإنهيار الأرصفة (شكل ٧). ومما تجدر الإشارة إليه أيضا هو تغيرات في الأعماق وتراجع في كميات الرسوبات. وتتراكم الرواسب ذات الحبيبات الخشنة عادة بالقرب من الشاطئ أو خط الساحل، ثم تليها حبيبات أقل خشونة وحجما، وعلى ذلك فتمتيز الحواف الحدية الهامشية للرف القاري بأنها تتألف من رواسب دقيقة ناعمة، تساعد في دراسة تمييز وتصنيف هذه المجموعات من الرواسب على تحديد العوامل التي أدت إلى تكوينها وترسيبها من ناحية، والبيئة الطبيعية التي تتجمع فيها من ناحية أخرى (أبو العينين، 1966).

تختلف السواحل عن فيما بينها حسب العوامل المؤثرة، منها اختلاف صلابة الصخور المكونة للساحل، مورفولوجية خط الساحل وأعماقه، شدة وإتجاه الرياح، فعل الأمواج، المد والجزر... الخ. ويتكون معظم خط الساحل من تكوينات الحجر الجيري. وبعد تركيب خطي الساحل 1984-2016 المعتمدة في البحث، تم كشف تغير بارز في مورفولوجية التماس بين اليابس والماء، وأخذ خط الساحل شكل المخططات العمرانية في بعض الأماكن منه، حيث بلغ طوله عام 1984 الممثل باللون الأحمر ٢, ٧٩ كم، أما في عام 2016 الممثل باللون الأزرق فبلغ ٨, ٧١ كم، بفارق ٤, ٧ كم خلا ٢٢ عاما (شكل ٨). وتعرض القطاع الشمالي للمنطقة إلى عمليات ردم في أجزاء عدة منه شملت مساحة ٦, ٨١ ٪، تم الاستفادة منها في زيادة طول خط الساحل واستغلاله من



المصدر: الجراح، 2020 مع التعديل

شكل ٧. تآكل خط الساحل: (أ)-(ب) نحت الصخور الجيرية في جنوب منطقة الدراسة بجوار قرية القطان السياحية، (ت) نموذج من انهيار الأرصفة على خط الساحل

٤.٣. الخريطة الجيومورفولوجية

تعتبر الخريطة الجيومورفولوجية أنموذجاً تمثيلاً لأشكال السطح، وتحليلاً للظواهر وفهم تطورها، ومعرفة عمليات التطور والتشكل وفتراتها، والطبقات الجيولوجية والتكوينات السطحية ونتاج ديناميكية المظاهر (داودي، 2020). ويعد تصميمها أداة أولية أساس لإدارة الأراضي والمخاطر الطبيعية، فضلاً عن توفير بيانات لمجالات تطبيقية أخرى تخص البحوث البيئية (داودي وآخرون، 2020 عن Otto and Mike, 2013). وترتكز عملية تحليل الخريطة الجيومورفولوجية على تمثيل الأشكال والربط بينها، لابرز طبيعة التكوينات وتأثيرها على أشكال السطح، ونوع وطبيعة العملية والمرحلة وتسلسلها الزمني، وأشكال السطح وخصائص الرسوبيات المرتبطة بنشأتها (شكل ٨). ويمكن صياغة مضمون الخريطة وفق النظام الجيومورفولوجي المميز لمنطقة الدراسة، من حيث العناصر التي تحتوي عليها الوثيقة الخرائطية وهي كالتالي:

٤.٣.١. الطبوغرافيا

تم تمثيل المتغير الطبوغرافي على الخريطة الكنتورية بمنحنيات التسوية، والتي توضح شكل سطح الأرض وارتفاعاته بالنسبة لمستوى سطح البحر، حيث يعلو خط القطاع العرضي من الشرق ممثلاً الارتفاعات من تلال وهضاب، ويتدرج بالانخفاض في مناطق السهول الساحلية، ويلاحظ نزول منحنيات التسوية إلى أدنى مستوياتها كما في القطاع الأوسط.

٤.٣.٢. الهيدروغرافيا

تشمل الهيدروغرافيا أراضي السبخة، حيث تغطي الشريط الساحلي ابتداءً من جنوب ميناء جدة الإسلامي إلى مركز القوزين، وتشغل مساحة ١٣,٥ كم^٢، حيث يلاحظ تراجع الأنشطة البشرية في هذه المناطق. إضافة إلى ذلك توزيع الشبكة المائية المؤقتة، التي تنتشر شرق وجنوب شرق قطاع البحث، تتمثل أساساً في بعض الأودية التي تشكل خطر السيول والفيضانات بحمولتها على النسيج العمراني لمدينة جدة (Al Saud, 2010; Ewea, 2010).

٤.٣.٣. الجيومورفولوجيا وديناميكية السطح

إضافة إلى الضغط البشري على القطاع الساحلي لمنطقة الدراسة، فإن ديناميكيته الجيومورفولوجية متواصلة كنظام بحري، تحت تأثير وتفاعل عوامل عدة منها: مورفولوجية خط الساحل ومعدل إنحدار الأعماق كلما تم الابتعاد عن اليابس والتوغل باتجاه البحر، والذي يتغير من بقعة لأخرى، ارتفاع مستوى البحر وفعل الأمواج تبعاً لاتجاه وشدة الرياح وديناميكيته للرواسب الساحلية خاصة الناعمة منها، واستغلال الحصى والرمال لبناء المنشآت (Guilcher, 1955). ومن الشكل ٨ تم تمييز علاقة تفاعل وتطور بين خط التماس لنظامي اليابس والماء، وديناميكية ريحية تنشط على المناطق المكشوفة، تتركز خصوصاً في جنوب قطاع البحث.

٤.٣.٤. النشاط البشري

كما ذكر سابقاً، تشهد المنطقة تمرداً عمرانياً معتبراً، لتلبية وظائف المدينة المتزايدة، منها إقامة المرافق السكنية والصناعية والتجارية والسياحية والعسكرية، مما أدى إلى اختفاء بعض الظواهر الجيومورفولوجية الطبيعية، والفرشات الرملية على خط الساحل (شكل ٩). ويتطلب التوسع لإنشاء الموانئ والمرافق إلى عمليات حفر وردم، وإزالة كميات ضخمة من رواسب الشاطئ، وتدمير النباتات والشعاب المرجانية، وهذا ما ترتب عنه حدوث العديد من المشكلات، أهمها: اختلال التوازن الديناميكي بين عمليات النحت والترسيب (Colantoni and Taviani, 1982). وفي نفس المنوال شغل القطاع الزراعي مساحة ضئيلة جداً بلغت ١,٥ كم^٢، وتركزت ما بين مركزي السرورية والخمرة (شكل ٨).



شكل ٨. خريطة جيومورفولوجية لمنطقة الدراسة



المصدر: الجراح، ٢٠٢٠ مع التعديل

شكل ٩. نماذج من النشاط البشري على الساحل: (أ) - (ب) نموذج من النشاط السياحي، (ت) عينة من أثر تدخل الإنسان في تغيير معالم خط الساحل، (ث) محطة لتوليد الكهرباء

جهوي، من شأنها العمل على تطوير مشاريع تهيئة الساحل واستغلال موارده الطبيعية، والحد من التوسع العمراني العشوائي، حماية لمجاله وحفاظا على تنوعه البيئي. وبناء عليه، يمكن أن يستخدم هذا العمل أداة لدعم اتخاذ القرار، وإعداد وثيقة تفكير وتصور لتهيئة إقليمية دقيقة لمدينة جدة، مع إمكانية تعميمها على مناطق أخرى في السعودية. وهذا العمل ما هو إلا بداية لأبحاث أخرى، وبرؤى متعددة، لكثير من المختصين والمهتمين بعلوم الأرض، مما يتطلب مواصلته بدراسات مماثلة، تعكس القيمة الاقتصادية لهذه المناطق المميزة للناحية الغربية من المملكة العربية السعودية، ودورها البارز في تنمية مستدامة.

٥. خاتمة

تعتبر البيانات الفضائية متعددة التواريخ فعالة في مراقبة التغيرات وتصميم الخرائط، بهدف رصد الخصائص المكانية والزمنية، وتقييم التفاعل بين مورفولوجية السطح والتمدد العمراني. ويظهر جليا أن قطاع الدراسة يشهد توسعا عمرانيا هاما وفي جميع الاتجاهات، حيث يدفع بالشاطئ عن طريق عمليات الردم المتعاقبة، مما إنعكس سلبا على توازن النظام الطبيعي المحلي. وبالإضافة إلى ذلك، نشاط وتطور إشكالية التعرية الساحلية التي تهدد كافة شواطئ العالم، لذا فإن أعمال التهيئة الحضرية وتنظيم المجال الجغرافي أضحت ضرورية. وتصل النشاطات البشرية من العوامل الأكثر تأثيرا على هذه البيئات الهشة، خاصة ذات الحساسية العالية منها لهذه التدخلات، وهو ما يستدعي إنشاء منظومة ذكاء

مراجع

٩. داودي محمد، الدوعان محمود (رحمه الله)، جميل عبد الحميد، 2020. الخريطة الجيومورفولوجية لمقلع الوعبة بحرة كشب غربي المملكة العربية السعودية. مجلة جامعة الملك عبد العزيز: الآداب والعلوم الإنسانية، مركز النشر العلمي، المجلد ٢٨ العدد ٧، ص ٩١-١٠٧/ 10.4197/DOI : 7.5-Art.28 https://marz.kau.edu.sa/Files/320/Researches/72979_46139.pdf
١٠. الشيخ أمال، 2004. إدارة التدهور البيئي لساحل جدة باستخدام الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية: استراتيجية مقترحة للتنمية السياحية المستدامة، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.
١١. عبدالغفار سامية، 2003. الساحل الشرقي للبحر الأحمر من شرم أبجر إلى رأس مستورة (دراسة جيومورفولوجية تطبيقية)، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
١٢. المالكي نوال، 2014. منطقة شرم أبجر مدينة جدة: دراسة في التغير البيئي بين عامي 2002-2013، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.
١٣. نور الدين محمد، 2014. جيومورفولوجيا البحر الأحمر بين رأسي بناس غارب، سلسلة البحوث الجغرافية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٧٧، كفر الشيخ.
14. Al Saud, M., 2010. Assessment of Flood Hazard of Jeddah Area 2009, Saudi Arabia. Journal of Water Resource and Protection, 2, 839-847. <https://www.scirp.org/journal/paper-information.aspx?paperid=2729>
15. Aljaddani A. H., 2015. Integration of multi-temporal remote sensing imagery and GIS for mapping and analysis of land use change in jeddah city, Saudi Arabia. Master Thesis, Murray, Kentucky USA.
16. Almazroui M., Mashat A., Assiri M. E., 2017. Application of Landsat Data for Urban Growth Monitoring in Jeddah. Earth Syst Environ 1, 25 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0028-4>
١. أبو العينين حسن سيد، 1966. أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، دار النهضة العربية، بيروت.
٢. البارودي م.، 2000. تغيرات مستوى سطح البحر خلال البلايستوسين وآثارها الجيومورفولوجية على طول ساحل البحر الأحمر، رسائل جغرافية، دورية علمية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية، يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، والجمعية الجغرافية الكويتية، وحدة البحث والترجمة.
٣. الجراح نبراس، 2020. التغيرات الجيومورفولوجية في الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية بين ميناء جدة الإسلامي ورأس الجرجوب. رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة الملك عبد العزيز، ٦٢ ص.
٤. الحارث عواطف، 2007. التحليل البيئي لأثر الإنسان في ثلوث البيئة البحرية "دراسة للساحل الجنوبي لمدينة جدة باستخدام صور الأقمار الصناعية"، جامعة الملك عبد العزيز، جدة. https://egjec.journals.ekb.eg/article_95015_3d47150aa306206115f0b7185fb4db18.pdf
٥. الرويثي محمد، 1984. الموانئ السعودية على البحر الأحمر، الطبعة الثانية، مطبعة مدني، القاهرة.
٦. العودات، محمد، عبد الله عبد السلام، الشيخ عبد الله، 1997. الجغرافيا النباتية، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود، الرياض.
٧. داودي محمد، 2015. من حقل جيومورفولوجي إلى فضاء للتوسع العمراني: حالة شرم أبجر بشمال جدة - المملكة العربية السعودية. سلسلة بحوث جغرافية وكراتوجرافية، مركز البحوث الجغرافية والكراتوجرافية، كلية الآداب، جامعة المنوفية، مصر.
٨. داودي محمد، 2020. أهمية الدراسات الميدانية في إدارة المخاطر الطبيعية: التطبيقات الجيومورفولوجية والاستشعار عن بُعد أنموذجاً. المجلة المصرية للتغير البيئي، العدد ١، المجلد ١٢، ص ٧-٢٢. https://egjec.journals.ekb.eg/article_94360_bf062efc44df068c5c3a9a6ddef94cef.pdf

Sherm Obhor area and nearby coral reefs Saudi Arabia Red Sea. Proceedings 6th Symposium of the Confédération Mondiale des activités Subaquatiques at Heriot-Watt University, 14-18 Sept 1980 publication by Environment Research Council, pp. 183-192.

24. Daoudi M., Niang A., 2019. Flood Risk and Vulnerability of Jeddah City, Saudi Arabia, Recent Advances in Flood Risk Management, John Abbot and Andrew Hammond, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.82073. <https://www.intechopen.com/books/recent-advances-in-flood-risk-management/flood-risk-and-vulnerability-of-jeddah-city-saudi-arabia>

25. Daoudi M., 2014. Risque d'inondation et vulnérabilité de la ville de Jeddah, Arabie saoudite. *Geo-Eco-Trop.* 38-2, pp. 259-270. http://www.geoecotrop.be/uploads/publications/pub_382_03.pdf

26. Daoudi M., Niang A., 2021. Effects of Geomorphological Characteristics on Urban Expansion of Jeddah City, Western Saudi Arabia: A GIS and High-Resolution Remote Sensing Data-based Study (1965–2020). *Journal of Taibah University for Science (In Press)*.

27. Deuser W. G., Ross E. H., Waterman L. S., 1976. Glacial and pluvial periods their relations hip revealed by Pleistocene sediments of the Red Sea and Gulf of Aden *Science* vol 191, pp. 1168-1170.

28. Evans A.W., 1992. Application of geomorphology in coastal management studies, v. 17, n 1, pp. 47-55.

29. Ewea, H. A., 2010. Hydrological Analysis of Flooding Wastewater Lake in Jeddah, Saudi Arabia. *JKAU: Met., Env. and Arid Land Ag-*

17. Al-Sheikh A., 2011. Management of environmental degradation of Jeddah coastal zone, Saudi Arabia, using remote sensing and geographic information systems. *Journal of American Science* 2011;7(5):665-673. http://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0705/95_5414am0705_665_673.pdf

18. Ammour A., Daoudi M., Ozer A., 2006. Etude de la dynamique littorale à l'aide de données de télédétection à l'est d'Alger. Cas de la zone de Zemmouri-Cap Djinet, Algérie. *Colloque international sur les littoraux et des hommes : questions d'aménagement et de protection* 21-23 novembre, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Oujda, Maroc, pp. 285-298.

19. Basaham A. S., Rifaat A. E., El-Sayed M. A., Rasul N., 2006. Sharm Obhur: Environmental Consequences of 20 Years of Uncontrolled Coastal Urbanization. *JKAU. Mar.Sci.* Vol.17, pp.129-152 (2006 A.D./1427 A.H.) https://prod.kau.edu.sa/centers/spc/jkau/Data/Review_Artical.aspx?No=317

20. Behairy A. K. A., 1983. Marine transgressions in the West coast of Saudi Arabia Red Sea between mid-Pleistocene and Present. *Marine Geology* vol.52, M25-M31. https://www.kau.edu.sa/Files/320/Researches/48365_19549.pdf

21. Bird E. F. C., 1985. *Coastline changes, a global review.* Wiley, Chichester, pp. 219.

22. Cazes-Duvat, V., 2001. Evaluation de la vulnérabilité des plages à l'érosion : application à l'archipel des Seychelles. *Revue de Géomorphologie : relief, processus, environnement*, n°1, pp. 31-40. https://www.persee.fr/docAsPDF/morfo_1266-5304_2001_num_7_1_1084.pdf

23. Colantoni P., Taviani M., 1982. Geomorphological and ecological observations in the

R., 2007. The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. *Ecological Economics*, 63 (2-3): 254-272. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.10.022>

36. Monnier O., Guilcher A., 1993. Le Sharm Abhur, ria récifale du Hedjaz, mer Rouge: géomorphologie et impact de l'urbanisation. In: *Annales de Géographie*. T. 102, n°569. pp. 1-16. https://www.persee.fr/doc/AsPDF/geo_0003-4010_1993_num_102_569_21127.pdf

37. Niang A. J., 2020. Monitoring long-term shoreline changes along Yanbu, Kingdom of Saudi Arabia using remote sensing and GIS techniques, *Journal of Taibah University for Science*, 14:1, 762-776, DOI: 10.1080/16583655.2020.1773623 <https://doi.org/10.1080/16583655.2020.1773623>

38. Niang A., Ascoura I., 2020. L'urbanisation des zones côtières : utilisation des sols, implications morphologiques et environnementales. Le cas de la ville de Jeddah. *Egyptian Journal of Environmental Change*, vol. 12, n°2, pp. 56-80. https://ejec.journals.ekb.eg/article_115878_b1463bf694856297056c35c0c277ef8d.pdf

39. Paskoff R., 2002. L'élévation du niveau de la mer : le mythe et la réalité. *La géographie*, n°1507, Paris, 65-71.

40. Souza Fiho P. W. M., 2006. Using mangroves as a geological indicator of coastal changes in the Bragança macrotidal flat, Brazilian Amazon: A remote sensing data approach. *Ocean and Coastal Management* 49, pp. 14. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.04.005>

ric. Sci., 21, 125-144. https://www.kau.edu.sa/Files/320/Researches/57109_27378.pdf

30. Gobert, D., Ozer, A., Cornet, Y., 1996. Etude diachronique de 1948 à 1990 de l'évolution du littoral des plages de Nonza et d'Albo (Cap Corse) par traitement analogique de photographies aériennes. *Photo-interprétation* 1, 47-61.

31. Guilcher A., 1955. Géomorphologie de l'extrémité septentrionale du Banc Farsan (Mer Rouge). *Annales de Institut Océanographique*, vol 30, 55-100 Sharm Abhur 64-65. <https://www.jstor.org/stable/23453741?seq=1>

32. Karim N., Wael E., Mahmood H., Fath A., Masria K.N., Abdelazim N., 2018. Shoreline change detection using DSAS technique: Case of North Sinai coast, Egypt, *Marine Georesources and Geotechnology*, 10.1080/1064119X.2018.1448912.

33. Le Berre I., Robert S., 2017. L'urbanisation face à l'océan. Agathe Euzen; Françoise Gaill; Denis Lacroix; Philippe Cury. *L'océan à découvert*, CNRS éditions, pp. 208-209, 2017, 978-2-271-11652-9. Halshs-01626607. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01626607/document>.

34. Le Berre I., 2017. L'artificialisation des littoraux : déterminants et impacts. Béchet B.; Le Bissonais Y.; Ruas A. *Sols Artificialisés et Processus d'artificialisation Des Sols : Déterminants, Impacts et Leviers d'action*, Expertise Scientifique Collective (ESCO). IFSTTAR, INRA, pp. 234-254, 2017. Hal- 01764526. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01764526/document>

35. Martínez M. L., Intralawan A., Vázquez G., Pérez-Maqueo O., Sutton P., Landgrave

كشف التغيرات الجيومورفولوجية في الساحل الغربي للمهلكة العربية السعودية
بين ميناء جدة الإسلامي ورأس الجرجوب

أ. نبراس بنت محمد الجراح
د. محمد بن العباس داودي

