



## ١- المقدمة

يهتم علم البيئة بدراسة التغيرات البيئية الطبيعية والبشرية، وما ينتج عنها من أخطار تهدد الإنسان، وكذلك دراسة أثر النشاط البشري على السطح، وما ينجم عنه من مشكلات بيئية بهدف إيجاد توازن بين نشاط الإنسان، وعناصر البيئة حتى يمكن الحفاظ على بيئة ملائمة لحياه الإنسان ( Bennington, 2000).

النطاق الساحلي أكثر مناطق سطح الأرض تعرضًا للتغير الجيومورفولوجي السريع، والذي يمكن إدراكه على مدى زمني قريب، وذلك نظرًا لما يميز هذه المناطق من ضيق امتدادها مقارنةً بغيرها من الأقاليم اليابسة من جانب، ونتيجة لتعدد عوامل التشكيل التي يتناولها بالتعديل، والتشكيل، بحرية كانت أم قارية من جانب آخر، كما تعد السواحل أكثر المناطق حساسية لتغير مستوى سطح البحر الناتج عن التغيرات المناخية على المستوى العالمي، والإقليمي، مما يجعلها عرضة لعمليات الغمر المائي، وتسرب مياه البحر المالحة، فضلًا عن تعرضها للتعرية، وهو ما يُعرض الموارد الطبيعية الموجودة في تلك المناطق إلى التدهور وإعاقة ترميمها (الكومي، ٢٠١٦).

ناقشت عديد من الدراسات التغيرات البيئية للسواحل ومنها: Chen, et al., Shan, et al., 2001، الحارث، 2005، Reddy, et al., 2016، ٢٠١١، محمد، ٢٠١٦، جابر وحمودة، ٢٠١٨، Paz- Delgado, et al., 2022, Patel, et al., 2021، اهتم

بعضها بتقييم تعرض المناطق الساحلية للتغير البيئي من خلال عمليات الرصد الميداني، ودراسة التغيرات الزمانية، والمكانية المرتبطة بالعوامل الطبيعية، والبشرية في الساحل، حجم التغير البيئي للمنطقة الساحلية وتقييم الأخطار الناتجة عنه، رصد التدخلات البشرية في المنطقة الساحلية، والبعض الآخر استخدم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل التغيرات الساحلية، والتأثيرات البيئية.

وتعاني البيئة الساحلية في مدينة الدمام من آثار النحت البحري، والردم، وبالتالي تغير شكل الساحل نظرًا لتطورات عديدة ارتبطت بزيادة عدد السكان والتوسع في العمران، وامتداده على طول خط الساحل، وكذلك توسع تجهيزات الموانئ، ومحطات التحلية، والبحث عن أماكن للاستجمام على الشواطئ، مما كان له آثار سلبية على منطقة الدراسة.

## ٢- المواد وطرق العمل

## ٢-١ منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة على الساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية، ويحدها من جهة الشمال محافظة القطيف، ومن الشرق الخليج العربي، ومن الجنوب مدينتي الخبر والظهران، ومن الغرب خط كنتور ١٠م، حيث تبعد حوالي ٢٩,٥ كم عن محافظة القطيف، وتبعد ١٨,٩ كم عن مدينة الخبر، و٣٣,٧ كم عن مدينة الظهران، وتمتد بين دائرتي عرض ٢° ٢٦' و ٢٦° ٣٠' شمالاً، وبين خطي طول ٥٠° ٥٠' و ٥٠° ١٥' شرقاً، بطول ١١٢,٦٧٦ كم، وتبلغ

٢٠٠٥ و ٢٠٢٠ مقياس ١: ٥٠٠٠٠ باستخدام برنامجي ArcGIS10.3 and Erdas Imagine بتوظيف المؤشر الطيفي لإيجاد التغيرات الزمنية في عناصر البيئة الساحلية، وكذلك مساحتها للفترة الزمنية المدروسة، بالإضافة إلى إيجاد التغيرات المكانية، وذلك بإجراء عمليات Overlaying للمرئيات المتعددة التواريخ في شكل شرائح أو طبقات، ومتبعًا أسلوب المسح الميداني لتحديد، ورصد، ومتابعة العوامل المؤثرة في تلك التغيرات في فترات متباينة، والأسلوب الكارتوجرافي في إعداد خرائط التغيرات البيئية، وإنتاج خرائط تحليلية تبين اتجاهات التغير السنوية، بالإضافة إلى التحليل الكيميائي لعدد ٢٠ عينة مياه لتعيين الأوكسجين الذائب طبقًا لطريقة (Anderson and Foyen, 1969)، والأملاح المغذية طبقًا لطريقة (Parsons, et al., 1984).

### ٣- النتائج والمناقشة

#### ٣-١ تغيرات خط الساحل أمام مدينة الدمام والظواهر المرتبطة به

##### أ- تغيرات خط الساحل أمام مدينة الدمام

تم رصد التغيرات في طول خط الساحل أمام مدينة الدمام من خلال حساب مؤشر كتلة المياه MNDWI باستخدام طريقة (Fuad and Fais, 2017)، كما استخدم معدل ESC (Envelop Shoreline) Change) والذي يعبر عن حساب معدل التغير (Rajaiiah, et al., 2016)؛ حيث تم تقسيم منطقة الدراسة إلى أربعة قطاعات رئيسية، لدراسة التغيرات

مساحة منطقة الدراسة ٤٣٧,٧ كم<sup>٢</sup>، وتغطي نسبة ٦٧٪ من مجموع مساحة مدينة الدمام البالغ مساحتها ٦٥٣,٣ كم<sup>٢</sup> (شكل ١).

#### ٢-٢ أهداف الدراسة

١- دراسة تغيرات خط الساحل أمام مدينة الدمام والظواهر المرتبطة به.

٢- رصد تغيرات خصائص المياه في ساحل مدينة الدمام.

٣- تحديد تغيرات الغطاء النباتي بالمنطقة.

٤- إنتاج خرائط تبين تغيرات عناصر البيئة الساحلية في مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

#### ٢-٣ بيانات ومناهج الدراسة

أستخدم في البحث المنهج الوصفي التحليلي لوصف التغيرات الطارئة على البيئة الساحلية في مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م، معتمدًا في ذلك على بيانات تقنية الاستشعار عن بُعد لتقييم التغير في خط الشاطئ، والتغير النباتي طبقًا لمؤشر اختلاف النبات المعياري NDVI، والمؤشر الرقمي المعدل لتغير كتلة المياه MNDWI في تحديد خط الساحل، ونظام تحليل الشاطئ DSAS لحساب معدل تغير الخط الساحلي، ومؤشر الرطوبة NDMI للتغير في السبخات، واستخدام Thermal bands in land sat، اعتمادًا على مرئيات فضائية Landsat 5 عام ١٩٩٠ و Landsat 7 عام ٢٠١٠م، و Landsat 8 عام ٢٠٢٠م، و Spot 5 عام ١٩٨٦م، و Sentinel 2 عامي

التي تعرض لها خط الساحل في منطقة الدراسة بشكل مفصل (جدول ١ والشكلين ٢ و٣).

يلاحظ من الجدول (١) والشكلين (٢ و٣) الحقائق التالية:

١- تم تقسيم خط الساحل إلى أربعة قطاعات، القطاع الأول: يوجد في الجزء الجنوبي، ويمتد من منطقة ميناء الملك عبد العزيز بالدمام شمالاً إلى مدينة الخبر جنوباً، ويبلغ طوله ٣٥,٠٥ كم، بنسبة ١٩,٨٩٪ من إجمالي طول الساحل، ويأخذ هذا القطاع اتجاهًا عامًا شمالي شرقي إلى جنوبي غربي. القطاع الثاني: يمتد في منطقة ميناء الملك عبد العزيز بالدمام، ويبلغ طوله ٢٩,٣٥ كم، بنسبة ١٦,٦٥٪ من إجمالي طول الساحل، ويعد هذا القطاع أصغر القطاعات، ويأخذ هذا القطاع اتجاهًا عامًا شمالي جنوبي. القطاع الثالث: يمتد من القطاع الثاني شمالاً إلى ميناء الدمام جنوباً، ويبلغ طوله ٣٩,٥٩ كم، بنسبة ٢٢,٤٧٪ من إجمالي طول ساحل منطقة الدراسة، ويأخذ هذا القطاع اتجاهًا عامًا شمالي شرقي إلى جنوبي غربي. القطاع الرابع: يوجد من الجزء الشمالي من منطقة الدراسة، ويحده محافظة القطيف شمالاً، ويبلغ طوله ٧٢,١٩ كم وبنسبة ٤٠,٩٧٪ من إجمالي طول ساحل منطقة الدراسة، ويعد هذا القطاع أكبر القطاعات، ويأخذ هذا القطاع اتجاهًا عامًا شمالي شرقي إلى جنوبي غربي.

٢- بلغ معدل تغير طول خط الساحل في القطاع الأول عام ٢٠٠٠م حوالي -١,٢٨ كم/السنة، ثم

ارتفع ليصل إلى ١,٩٨ كم/السنة عام ٢٠١٠، مما يشير إلى كثرة تداخل اليابس والماء، ثم ارتفع ليصل ٢,١١ كم/السنة عام ٢٠٢٠؛ وتعود الزيادة في طول الساحل إلى زيادة مشروعات الردم الساحلي في هذا القطاع، حيث يعد أكثر القطاعات تغيراً في طول الساحل مقارنةً بقطاعات ساحل مدينة الدمام الأخرى.

٣- وصل معدل تغير طول خط الساحل في القطاع الثاني عام ٢٠٠٠م حوالي -٠,٣٣ كم/السنة، ثم ارتفع عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٠ ليصل إلى ٠,٤١ كم/السنة، و٠,٣١ كم/السنة على التوالي؛ ويرجع السبب في هذه الزيادة إلى التوسع في بناء الأرصفة المخصصة لميناء الملك عبد العزيز جنوبي ساحل مدينة الدمام.

٤- حدث نقص في معدل تغير طول خط الساحل في القطاع الثالث عام ٢٠٠٠م، حيث بلغ -٠,٦١ كم/السنة، بينما ارتفع معدل التغير عام ٢٠١٠ ليصل إلى ٠,٥٠ كم/السنة، وفي عام ٢٠٢٠ وصل ٠,٠٨ كم/السنة، ويعد هذا القطاع من أقل القطاعات تغيراً في طول الساحل.

٥- تغير طول خط الساحل في عام ٢٠٠٠م، في القطاع الرابع بمعدل بلغ -٠,٠٦ كم/السنة، بينما ارتفع ليصل إلى ٠,٤٠ كم/السنة عام ٢٠١٠، ثم ارتفع إلى ٠,٤٩ كم/السنة، عام ٢٠٢٠؛ وتعود الزيادة في طول هذا القطاع إلى إنشاء جزيرة المرجان على ساحل مدينة الدمام، والتي تقع على كورنيش الحمراء.

إلى أخرى وفقاً للاختلافات المحلية لكل نطاق (Mujabar and Chandrasekar, 2013).

ويوضح (الجدول ٢ والشكل ٤) تميز خط الساحل بسيادة عامل النحت خلال فترة الدراسة، والتي اختلفت معدلاته من فترة إلى أخرى، حيث بلغت المساحة التي أسفرت عنه في الفترة الأولى نحو ٣,٧٩ كم<sup>٢</sup>، فقد بلغ أعلى فارق بالتناقص -١,٣٤ كم<sup>٢</sup> خلال فترة ٢٠١٠-٢٠٢٠م وبمعدل تغير بلغ -٧,٩٪. وبنسبة تغير سنوي بلغت -٧,١٪؛ ويعود هذا التغير إلى نشاط الأمواج وقوتها على خط الساحل، فزاد تأثيرها بمحاذاة الصخور اللينة أما أجزاء الساحل التي تمتاز بصخور أكثر صلابة فتقاوم الأمواج، وبالتالي لا تتأثر بقوة الأمواج البحرية.

تغيرت مساحة منطقة الساحل بالدمام بسبب الإرساب حيث بلغ إجمالي مساحة الإرساب خلال فترة الدراسة المذكورة ٣٦,٧٢ كم<sup>٢</sup>، وبلغ أعلى فارق بالزيادة خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠م +١٩,٣٤ كم<sup>٢</sup> وبمعدل تغير بلغ ٢٣٩,١٪ وبنسبة تغير سنوي بلغت ٢٣,٩٪، وتعتبر أكثر مساحات الإرساب خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠م، وتتركز في الأجزاء الوسطى والجنوبية من الساحل؛ ويعود هذا التغير إلى إرساب المفتتات الناتجة عن نحت الأمواج، بالإضافة إلى التوسعات العمرانية على الساحل.

ويتضح من (شكل ٥) زيادة مساحة الإرساب بفعل الإنسان حيث بلغت مساحته ٣٣,٩٣ كم<sup>٢</sup>، وبنسبة بلغت ٨٩,٣٠٪ مقارنةً بالإرساب الطبيعي الناتج عن عملية النحت في الجهة الأخرى؛ حيث بلغت مساحته

٦- ارتبط التغير في طول خط الساحل بالزيادة في تغير مؤشر التعرج في قطاعات ساحل مدينة الدمام خلال الفترة المدروسة. وبناءً على مؤشر التعرج يمكن تقسيم خط الساحل إلى الآتي:

- ساحل قليل التعرج: هي أجزاء الساحل التي يتراوح معدل التعرج فيها ما بين ٢,٠ - ٣,٠ كم، وتشمل القطاع الأول خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٠م، وتم تغير مؤشر التعرج في الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠م.

- ساحل متوسط التعرج: هي أجزاء الساحل التي يتراوح مؤشر التعرج فيها ما بين ٣,٥ - ١٠,٠ كم، وتشمل القطاعين الثالث، والرابع.

- ساحل كثير التعرج: هي أجزاء الساحل التي يزيد مؤشر التعرج أكثر من ١٠,٠ كم، وتشمل القطاع الثاني حيث ازداد مؤشر التعرج؛ ويعزى ذلك العوامل الطبيعية، والتدخلات البشرية المصاحبة لمنطقة ميناء الملك عبد العزيز بالدمام، وإنشاء الألسنة الصناعية، ومد مراسي المراكب، وأرصعة الحماية وغيرها من التعدادات على الساحل.

ب- تغيرات مساحة منطقة الساحل أمام مدينة الدمام إن التغير في موقع خط الساحل يتحدد من خلال مقدار تقدمه باتجاه البحر نتيجة لعمليات الإرساب، أو من خلال تراجعها أمام عمليات النحت بصورها المختلفة، ويساعد تقييم التغير في موقع خط الساحل على التنبؤ بما إذا كانت النطاقات الساحلية المدروسة تتغير وفق وتيرة ثابتة، أم تتباين من منطقة

#### د- درجات الخطورة على ساحل مدينة الدمام

يمكن تصنيف درجات الخطورة على خط الساحل بمنطقة الدراسة على مستوى قطاعاته الأربعة كما يلي (جدول ٤ والشكل ٧):

يتضح من (جدول ٤ والشكل ٧)، تفاوت درجات الخطورة على ساحل مدينة الدمام، حيث بلغت مساحة المناطق مرتفعة الخطورة ١٣,٦٠ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٢٦,٧٣٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل في حي النسيم، وأجزاء متفرقة من ميناء الملك عبد العزيز، وأجزاء صغيرة في جنوبي الساحل، وتوجد في مدينة الملك فيصل الجامعية، وحي الصدفة، أما المناطق الخطرة فقد بلغت مساحتها ١٨,٩٩ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٣٧,٣٢٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتمثل هذه النسبة أعلى التصنيفات، وتشمل حي الصدفة والنورس، وأجزاء متفرقة من ميناء الملك عبد العزيز، وحي النسيم، وأجزاء صغيرة في شمالي الساحل، وتوجد في حي الحمراء والبحيرة، أما المناطق متوسطة الخطورة فقد بلغت مساحتها ٨,٩٩ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ١٧,٦٧٪ من مساحة منطقة الدراسة، ويعد هذا التصنيف من أقل التصنيفات مساحةً، وتتمثل في مناطق جنوبي الساحل حيث توجد في حي الفنار، والنورس، ومدينة الملك فيصل الجامعية، وأجزاء صغيرة في شمال ساحل منطقة الدراسة، وتمثلة في الشاطئ الغربي، أما المناطق غير الخطرة فقد بلغت مساحتها ٩,٣١ كم<sup>٢</sup>، بنسبة بلغت ١٨,٢٩٪ بالنسبة لمساحة منطقة الدراسة، وتتمثل في الأجزاء المتوغلّة داخل الساحل من ميناء الملك عبد العزيز بمدينة الدمام، وأجزاء صغيرة من الشاطئ الغربي، ومدينة الملك فيصل

٤,٠٦ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ١٠,٧٠٪ وبفارق بلغ + ٢٩,٨٧ كم<sup>٢</sup>، وتتركز مناطق الإرساب الطبيعي في الأجزاء الشمالية من الساحل وأجزاء صغيرة من جنوبيه، بينما تتركز مناطق الإرساب بفعل الإنسان في الأجزاء الوسطى من الساحل بما فيها ميناء الملك عبد العزيز، والأجزاء الجنوبية من الساحل، وتعود الزيادة إلى تطور ساحل مدينة الدمام عمرانيًا؛ حيث لا تزال عمليات الردم الساحلي مستمرة وفي تغير دائم، فقد بلغ معدل التغير ٧٣٥,٧١٪ خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

#### ج- تغيرات الرؤوس البحرية

الرؤوس البحرية عبارة عن نتوءات بارزة من خط الشاطئ متعمقة في البحر، تنتج بسبب قيام عوامل النحت بنحت الصخور الضعيفة الأقل مقاومة للنحت، تاركة الصخور الصلبة بارزة على هيئة رؤوس أرضية متعمقة في الماء (محمد، ٢٠١٦)، وتوجد على ساحل مدينة الدمام في الأجزاء الشمالية (الجدول ٣ والشكل ٦).

ويتضح من (جدول ٣ وشكل ٦)، تعرض الرؤوس البحرية للتغير فقد بلغ طولها عام ١٩٩٠م ٢٢,١٥ كم، وتغير هذا الطول إلى ١٦,٩٩ كم بفارق - ٥,١٦ كم، وبلغت نسبة التغير -٢٣,٢٩٠٪، أما نسبة التغير السنوي فقد بلغت -٠,١٧٢ كم، ونسبة - ٠,٧٧٦٪؛ ويرجع هذا التغير إلى قيام المشروعات الترميمية، والأنشطة البشرية التي تلازمت مع ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م، حيث تركز التغير في الرؤوس البحرية في القطاعين الثالث والرابع.

المورفومترية التي طرأت على البحيرة خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠٢٠م كما يلي:

■ يشير معدل الاستدارة<sup>(١)</sup> إلى مدى اقتراب البحيرة من الشكل الدائري، إذ إن القيم التي تقترب من الواحد الصحيح تدل على اقتراب البحيرة من الشكل الدائري، وكلما ابتعدت النسبة عن الواحد الصحيح ابتعدت البحيرة عن الشكل الدائري.

■ إن معدل الاستدارة للبحيرة بلغ ٠,٣١ و ٠,٣٧ خلال العامين ١٩٨٦م و ٢٠٢٠م على التوالي، ويعد هذا المعدل بعيداً عن الواحد الصحيح، مما يشير إلى ابتعاد شكل البحيرة عن الشكل الدائري، وهذا ما يؤكد أن شكل البحيرة يشبه الزهرة كما سبق الذكر، ويُشير معدل الاستطالة<sup>(٢)</sup> إلى مدى اقتراب شكل البحيرة من الشكل المستطيل، أو ابتعاده، ونسبته تتراوح بين (صفر - ١) إذ كلما اقتربت القيم من الصفر دل على استطالة شكل البحيرة، ويعكسه دلالة اقتراب شكل البحيرة من الشكل الدائري، وبلغ معامل الاستطالة للبحيرة ٠,٤١ و ٠,٣٦ خلال العامين ١٩٨٦ و ٢٠٢٠م على التوالي، ويشير هذا المعامل إلى ابتعاد شكل البحيرة عن الشكل المستطيل.

■ بينما يشير معامل شكل البحيرة<sup>(٣)</sup> إلى مدى العلاقة بين كل من مساحة البحيرة وطول البحيرة،

الجامعية، كما كان لتدخل الإنسان عن طريق تجفيف السبخات، ومد الطرق الملاصقة لخط الشاطئ دور في مساعدة العمليات البحرية على نحت الساحل، وتراجعه نحو الداخل في أماكن الاستخدام البشري وبخاصة في الأجزاء الجنوبية من الساحل، ومن الآثار السلبية التي تطرأ على مناطق السبخات البناء عليها حيث تكون معرضة لأخطار التجوية الملحية، بالإضافة إلى التغير في مساحة مسطحات المد على ساحل مدينة الدمام، وذلك من خلال مشروعات الردم الناتجة عن التدخل البشري الذي يؤثر سلباً في البيئة الساحلية، بما تحويها من مظاهر نباتية غنية وذات عائد اقتصادي وبيئي، ويتمثل التأثير في انخفاض إنتاجية الثروة السمكية من أسماك وقشريات، كانت تتواجد بوفرة في الساحل قبل أن تطرأ تغيرات في مسطحات المد.

#### هـ - التغيرات في بحيرة سيهات

توجد بحيرة سيهات في أقصى الشمال الشرقي على ساحل مدينة الدمام، وسُميت بحيرة سيهات بهذا الاسم لقربها من مدينة سيهات التابعة لمحافظة القطيف شمال منطقة الدراسة، وسُميت كذلك بالزهرة وذلك لشكلها المقسم إلى ثلاث أوراق، وهي بحيرة صغيرة المساحة، حيث تبلغ مساحتها ٠,٢١ كم<sup>٢</sup>، أما طول البحيرة فقد بلغ ٠,٧١ كم، وعرضها يصل إلى ٠,٢٩ كم. ويوضح (الجدول ٥ والشكل ٨) التغيرات

(٣) يستخرج معامل شكل الحوض بقسمة مساحة البحيرة (كم<sup>٢</sup>) على مربع طول البحيرة (كم).

(١) يُحسب معدل الاستدارة من خلال قسمة مساحة البحيرة على مساحة دائرة طول محيطها يساوي طول محيط البحيرة.

(٢) يُحسب معدل الاستطالة بقسمة قطر الدائرة على أقصى طول للبحيرة.

أما في عام ٢٠٢٠م فقد تناقص ليصل إلى ٠,٧١ كم، وبلغت نسبة الطول إلى العرض ٢,٤٦٪، وبفارق طولي بلغ -٨,١٢ كم، أما عرض البحيرة فقد كان في عام ١٩٨٦م ٠,٤٢ كم، وتناقص ليصل ٠,٢٩ كم في عام ٢٠٢٠م وبفارق بلغ -٣٠,١٢ كم. وكانت هذه التغيرات بسبب الأنشطة البشرية المتمثلة في مشروعات الردم، التي استغلت بعد ذلك لإنشاء الطرق التي تصل بينها وأهمها طريق الخليج. ومن خلال العرض السابق الذي يوضح التغير في بحيرة سيهات يتضح أن التغير في مساحة البحيرة سلبي، حيث تناقصت مساحتها خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠٢٠م، ويلاحظ من صورة (١) اختراق شكل البحيرة بطريق يؤدي إلى محافظة القطيف، واقترب المباني حول بحيرة سيهات، بخلاف ما كانت عليه في عام ١٩٩٠م.

#### و- التغير في السبخات الساحلية

تعني كلمة سبخة وفقاً لتعريف Glennie المسطحات الملحية التي تملأها تكتونات الصلصال والغرين والطين، وغالباً ما تغطي بقشور ملحية يتحكم في منسوبها مستوى الماء الجوفي، الذي يحتوي على نسبة مرتفعة من الأملاح الذائبة، وتعرف في بعض الأحيان بالبلايا الملحية (الشيوي، ٢٠١٠).

ولدرجة الحرارة دوراً رئيساً في ترسيب الرواسب الملحية لتشكيل الأنظمة السبخية، وذلك من خلال

ويستدل منه على تناسق أجزاء البحيرة، ففي حالة اقتراب قيمة المعامل من الواحد الصحيح يدل ذلك على زيادة نسبة المساحة إلى الطول، أما انخفاضه فيدل على اقتراب شكل البحيرة من الشكل المثلث، وبلغ معامل شكل البحيرة ٠,٥٤ و٠,٤١.

■ كما يشير معامل الاندماج<sup>(٤)</sup> إلى مدى تجانس شكل البحيرة وتناسقه مع مساحتها، وبلغ معامل الاندماج في بحيرة سيهات ١,٧٩ و ١,٦٥ خلال العامين ١٩٨٦ و ٢٠٢٠م، مما يدل على اندماج شكلها، كما يشير معامل الانبعاج<sup>(٥)</sup> الذي يقيس مدى انبعاج محيط البحيرة، وعلاقته بطول البحيرة، ويعني ارتفاع قيمه إلى تفلطح البحيرة، وعلى العكس من ذلك فإن القيم المنخفضة تشير إلى تفلطح البحيرة، وبلغ معامل الانبعاج ٠,٤٧ و ٠,٦١، وهذه القيمة تدل على انبعاج شكل البحيرة وتفلطحه بمنطقة الدراسة.

ويتضح (الجدول ٦ والشكل ٨)، أن بحيرة سيهات شهدت تغيرات في مساحتها خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠٢٠م، فقد بلغت مساحتها ٣٢,٣٢ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٨٦م، ثم تناقصت هذه المساحة إلى ٠,٢١ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٠م، وبفارق مساحي بلغ -٣٥,٧٩ م، وترتب على التغير في مساحة البحيرة تغير في طول البحيرة وعرضها، فقد كان طول البحيرة ٠,٧٨ كم عام ١٩٨٦م، وبلغت نسبة الطول إلى العرض ١,٨٧٪،

(٥) يقاس من خلال قسمة مربع طول البحيرة على أربعة أمثال مساحة البحيرة. (جودة وآخرون، ١٩٩١م).

(٤) يحسب من خلال ضرب محيط البحيرة (كم) قسمة ٢ ط ضرب مساحة البحيرة (كم<sup>٢</sup>).



حيث بلغت -٥١٩,٥ كم<sup>٢</sup>، أما نسبة التغير السنوي فقد بلغت -٤٠,٨٢٪؛ ويُعزى سبب هذا التغير إلى الأنشطة البشرية المتمثلة في عمليات الردم والتجريف على الساحل، ونستخلص مما سبق أن التناقص في مساحة السبخات الساحلية في ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م؛ يُعزى إلى النشاط البشري المتمثل في عمليات الحفر والرمد التي شهدتها منطقة الدراسة مؤخرًا لغرض التوسع العمراني.

وتتفق الدراسة مع ما ذكره (الحرز، ٢٠١٩) من أن مساحة السبخات في المنطقة الشرقية بدأت في الاضمحلال والتناقص منذ أكثر من خمسين سنة؛ نتيجة لاكتشاف النفط هناك، وما نتج عنه من إقامة المشاريع اللازمة لذلك من طرق وأنابيب وغيرها، ومن نشأة المدن والتجمعات السكانية الكبيرة، وما يصاحب ذلك من التوسع العمراني والزراعي المستمر باستغلال السبخات والشواطئ البحرية، وقد ساعد على ذلك استخدام الآلات الحديثة في أعمال الدفن والتسوية، التي جعلت استغلال أصعب المواقع أمرًا ممكنًا، وقد كان إلى عهد قريب غير ممكن من الناحية الاقتصادية، بالإضافة إلى ما ألحقه النشاط السكاني بالسبخات من أضرار هناك نتيجة لعوامل طبيعية أخرى، مثل قلة الأمطار والمياه الجوفية، ثم الزحف المستمر للرمال التي دفنت مساحات كبيرة جدًا من السبخات في المنطقة الشرقية، والجدير بالذكر أنه عندما يقوم الإنسان بتجفيف السبخات التي عادة ما تكثر على الشواطئ الرملية المنخفضة، فإنه بذلك يقوم بدوره المؤثر في حسم الموقف لصالح الأمواج البحرية

تحويل الماء الملحي من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، مما يؤدي إلى تبخر المحاليل الملحية، وزيادة معدلات نمو البلورات الملحية، وتراكمها على أسطح السبخات، ومن ثم زيادة مساحتها على هوامش المسطحات المائية، بالإضافة إلى تكرار عملية الترتيب ليلاً عن طريق قطرات الندى، والتجفيف نهارًا عن طريق ارتفاع درجة الحرارة يسهم بشكل كبير في تشكيل بعض الأشكال الدقيقة المرتبطة بأسطح السبخات، مثل التشققات الطينية، والملحية، والتجويفات الطينية، والأشكال الهندسية الملحية، والقباب، والقشور الملحية (إسماعيل، ٢٠١٢). كما أن للمطر دور كبير في تغير نظم السبخات، إذ يسهم المطر في ترصيع الطبقة العليا من السبخات بتقوب متعددة خاصة في أجزائها المتبقية، وتساعد تلك التقوب في الكشف عن طبقة التشققات التي تنمو في شكل قوسي تلتصق فيه الأطراف التصاقًا شديد بالتربة السفلية، وللمطر دور رئيس في زيادة الماء تحت السطحي، عن طريق ما يتسرب إلى الأرض عبر التشققات، وبارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدلات التبخر تتبخر المزيد من السوائل الملحية، وتزداد القشرة الملحية سمكًا (عبد الله، ٢٠١٥).

وبالاعتماد على الظروف البيئية في منطقة الدراسة والمرئيات الفضائية يتم توضيح التغير في السبخات، (الجدول ٧ والشكل ٩)، حيث يتضح أن التغير الكلي في مساحة السبخات خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م، قد بلغ -٦٢٥,١٥ كم<sup>٢</sup>، بنسبة تغير بلغت -٢١٤,٧٢٪، أما مساحة التغير السنوي فقد تناقصت

ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠٢١م، وبلغت أعلاها في عام ٢٠٢١م حيث، وصلت درجة حرارة المياه ٣٣م، بفارق بلغ + ٧,٦٩م° ومعدل تغير بلغ ٣٠,٣٨٪، وبنسبة تغير سنوي ٦,٠٨٪، بينما بلغ أعلى معدل للتغير في عام ٢٠١٥م، حيث وصل إلى -٣١,٥٨٪؛ ويُسبب ارتفاع درجة حرارة المياه في حدوث ظاهرة المد الأحمر.

ويوضح (الجدول ٩ والشكلين ١٠ و ١١) تغير درجات حرارة المياه بين الصيف والشتاء عام ٢٠٢٠، باستخدام Thermal bands in land sat، كما يلي:

■ تتراوح درجة حرارة المياه في فصل الصيف من أقل من ١٨ و ١٠° إلى ٤٠م°، كما تبلغ أكبر مساحة لأعلى درجة حرارة (٢٨,١ - ٣٠°)، وصلت إليها مياه ساحل مدينة الدمام نحو ٦٠,١ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٣٣,٩٥٪ من جملة المساحة، وتتوزع بالقرب من بحيرة سيهات شمالي ساحل مدينة الدمام، وأجزاء متفرقة من الساحل، أما أقل درجة حرارة فقد بلغت مساحتها ٠,٠١ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٠,٠١٪، وتتوزع جنوبي ساحل مدينة الدمام، أما بقية الفئات فقد تراوحت بين ٠,١٢ و ٤٦,٨١ كم<sup>٢</sup>.

■ بينما تراوحت درجة حرارة المياه في فصل الشتاء من ١٥,١° إلى ٢٠م°، كما تبلغ أكبر مساحة لأعلى درجة حرارة (١٦,٦ - ١٧°)، وصلت إليها مياه ساحل مدينة الدمام نحو ٨٢,٦٦ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٤٦,٧٦٪ من جملة مساحة المنطقة، وتتوزع على غالبية ساحل مدينة الدمام، أما أقل درجة حرارة فقد بلغت مساحتها ٠,٠٠٤ كم<sup>٢</sup>.

والعواصف، ومن ثم يصبح الشاطئ أكثر حساسية لأي ارتفاع في منسوب البحر، حيث إنه من المعروف أن السبخات تعد أفضل الدفاعات الطبيعية الساحلية ضد العمليات البحرية، وبخاصة مع نمو النباتات الملحية، التي تعمل على تماسك التكوينات، وتصيد الرمال، وتشتت طاقة الأمواج التي عادة ما تتعرض لها خلال فترات المد (محسوب، ١٩٩٧).

ويتضح من صورة (٢) وجود قشرة ملحية في السبخات الساحلية جنوبي ساحل مدينة الدمام وتقترب من مدينة الخبر، وتكاد تخلو من وجود النبات الطبيعي، كما يلاحظ من صورة (٣) قلة النبات الطبيعي في السبخات الساحلية، كما أن الزحف العمراني يقترب منها، وهنا لا بد من الحذر من إنشاء المباني على تربة السبخات الساحلية، وذلك لخطر تعرضها للتجوية الملحية.

### ٢-٣ تغير خصائص المياه في ساحل مدينة الدمام

تم الاعتماد في رصد التغيرات البيئية في خصائص مياه ساحل مدينة الدمام على عدد من الدراسات السابقة للمنطقة، واستخدام Thermal bands in land sat، بالإضافة إلى الدراسة الميدانية، وفيما يلي دراسة لتلك التغيرات:

#### أ- التغير في درجة حرارة المياه

درجة حرارة المياه تختلف حسب عمق المياه، وحسب الفصل المناخي إن كان صيفاً أو شتاءً، أو أكان نهائياً أم ليلاً حسب شدة سطوع أشعة الشمس، ويلاحظ من جدول (٨) تفاوت درجة حرارة المياه في

٣,٢٢ NTU ، أما في عام ٢٠١٦م فقد تراوحت ما بين ١,١ و ٩,٩ NTU بفارق بلغ -٨,٧٨، أما معدل التغير فقد بلغ -٧٣,٢٪، وبنسبة تغير سنوي يبلغ -٥,٢٪، كما في جدول (١١)؛ وذلك بسبب الاهتمام بنظافة الشواطئ من قبل الجهات المعنية بالساحل، كما يدل هذا التناقص على تحسن جودة المياه الساحلية خلال الفترة المذكورة ٢٠٠٢ - ٢٠١٦م، مما يؤثر إيجاباً على الكائنات البحرية.

#### د- التغير في التوصيل الكهربائي للمياه

يقصد بالتوصيل الكهربائي للمياه قياس المحتوى الكلي للماء من الأملاح الذائبة، ويوضح الجدول (١٢) تغير معدلات التوصيل الكهربائي (EC) خلال عدة سنوات.

يلاحظ من الجدول (١٢) أن معدل التوصيل الكهربائي تغير خلال الفترة ٢٠٠٦ - ٢٠١٦م وهي مدة تُقدر بعشر سنوات، حيث بلغ فارق الزيادة +١٥,٩ ملجم/لتر، بمعدل تغير بلغ ٣٦,١٪، وبنسبة تغير سنوي تبلغ ٣,٦٪، وتعد أعلى نسبة معدل تغير خلال السنوات المذكورة أعلاه؛ ويرجع سبب التغير في قيم التوصيل الكهربائي ومعدلاتها على ساحل مدينة الدمام إلى ارتفاع الأملاح بسبب الملوثات المختلفة، أما خلال الفترة ٢٠١٦ - ٢٠٢٠م فلقد تغير الفارق بالانخفاض حيث بلغ - ١١,١٢ ملجم/لتر، بمعدل تغير بلغ -١٨,٦٪، وبنسبة تغير سنوي بلغت -٤,٦٪.

#### هـ- التغير في معدل الأكسجين للمياه

■ بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة في فصل الصيف ٢٧,٥٤°م، بينما بلغ المعدل العام لدرجة الحرارة في فصل الشتاء ١٦,٨٨°م، كما يتضح من جدول (٨) أن معدل التغير في درجة الحرارة في عام ٢٠٢٠م بلغ -١٢,٢٤٪، وبنسبة تغير سنوي بلغت -٣,٠٦٪، وتعتبر أقل نسبة تغير سنوي خلال الفترة ٢٠٠٦ - ٢٠٢٠م.

#### ب- التغير في الأس الهيدروجيني للمياه

يعد PH عاملاً مهماً في النظم الكيميائية والبيولوجية للمياه الطبيعية، حيث إن نمو الكائنات الدقيقة وتكاثرها يتأثر جداً بتركيز PH، ومن خلال الجدول (١٠) يتبين أن قيم PH تميل إلى القلوية، حيث تراوح بين ٧,٨ - ٨,٥ PH، كما يتضح ارتفاعه خلال الفترة ٢٠٠٦ - ٢٠٠٦م بفارق +٠,٤٤ PH، ومعدل تغير بلغ ٠,٠٤٩٪، وبنسبة تغير سنوي ٠,٠١٢٪، أما في الفترة ٢٠١٥م - ٢٠٢٠م فقد شهد معدل PH انخفاضاً، وتعد الفترة ٢٠١٦ - ٢٠٢٠م أعلاها انخفاضاً، حيث بلغ مقدار الفارق -٠,٣ PH، ومعدل تغير بلغ ٠,٣٧٪، وبنسبة تغير سنوي -٠,٠٠٩٪؛ ويرجع ذلك إلى قلة المياه على الساحل، وبالتالي قلة كثافة الهائمات النباتية.

#### ج- التغير في عوالق المياه

ارتفعت معدلات العوالق على ساحل مدينة الدمام عام ٢٠٠٢م، فقد تراوحت ما بين ١١ - ١٣ NTU (Nephelometric Turbidity Unit)، أما في عام ٢٠١٦م فقد انخفضت وبلغ متوسطها بالقرب من ميناء الملك عبد العزيز على ساحل مدينة الدمام

اللاهوائي، وبالتالي التأثير السلبي في الكائنات الحية البحرية ودورة حياتها، وبدل نقصانه على عكس ذلك. و- التغيير في نسبة المعادن الثقيلة للمياه

يعتمد التركيب الكيميائي للمياه على خواصها مثل الحرارة والضغط والحموضة، وعلى موقعها حيث إن أي تغيير في هذه الخواص أو الموقع سيؤدي إلى تغيير في التركيب الكيميائي للمياه، بالإضافة إلى بعض العمليات الحيوية وتحلل المواد العضوية وترسيبها، كما أن هناك تأثير كبير للإنسان وأنشطته البشرية في الساحل. حيث تعد المعادن الثقيلة من أهم الملوثات التي تسهم بشكل مباشر في إحداث ضرر في البيئة الساحلية، وذلك إذا تجاوزت القيم المسموح بها الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة. ويوضح الجدول (١٤) تغيير معدل بعض العناصر الثقيلة خلال عدة سنوات.

ويتضح من خلال جدول (١٤)، والأشكال (١٢) و (١٣) (١٤) الملاحظات الآتية:

١- تناقصت قيمة النيكل في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٠٦م، واستمر في النقصان حتى عام ٢٠١٦م، حيث بلغ ٠,٠٠٦ ملجم/لتر، بفارق بلغ -٠,٠٤٩ ملجم/لتر، بمعدل تغيير بلغ -٩٨,٨٪، وبنسبة تغيير سنوي بلغت -٩,٨٨٪، بينما تزايد النيكل في عام ٢٠٢٠م، وبلغ معدل التغيير ٨٨١,٧٪، وبنسبة تغيير سنوي بلغت ٢٢٠,٤١٧٪، وتمثل الزيادة في النيكل بالقرب من حي النسيم، وجنوبي الشاطئ الشرقي، فقد تراوحت نسبة النيكل بين ٦,٠٩ - ٦,٠٢ ملجم/ لتر؛ ويعود الارتفاع إلى كثرة الأنشطة

إن قياس كمية الأكسجين الذائب في الماء وكمية الاكسجين المستهلك خلال فترة زمنية محددة يمثلان أهم مقاييس تحديد نوعية المياه، كما أن حساب كمية الاكسجين المستهلك كيميائياً مهمةً عند قياس نوعية المياه التي قد تحتوي على ملوثات غير قابلة للتحلل الحيوي، أو ملوثات غير عضوية (الزامل، وكرار، ٢٠٠١)، ويوضح الجدول (١٣) معدلات تغيير الأكسجين بأنواعه خلال عدة سنوات.

يلاحظ من جدول (١٣) تغيير معدلات الأكسجين الذائب خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠١٦م، فقد بلغ أعلى معدل تغيير ٨٦,٧٪، وتتراوح قيم الأكسجين في مياه ساحل مدينة الدمام ما بين ٤,٥ و ٨,٤، كما يتضح أن الفارق بالنقصان أثناء الفترة ٢٠٠٢-٢٠١٥، وبلغ معدل التغيير -٣٨,٤٪، وبنسبة تغيير سنوي بلغت -٢,٩٥٪، أما معدلات تغيير الأكسجين المستهلك حيويًا فقد تراوح بين ٢,٨ و ١٠، وتتنوع الفارق بين الزيادة والنقصان، حيث بلغ معدل التغيير -١٤,٤٠٪ خلال الفترة ٢٠١٥-٢٠٢٠م، وربما تكون الزيادة بسبب زيادة الصرف الصحي، أما بالنسبة إلى معدلات تغيير الأكسجين المستهلك كيميائياً وهو عادة أكبر من معدل الأكسجين الذائب، والمستهلك حيويًا، فقد بلغ معدل التغيير ٧٠,٦٪ خلال الفترة ٢٠١٥-٢٠٢٠م وتراوحت قيمه بين ١٠٩,٨٣ و ١٥٥,٤٨ بينما تمثل الفارق بالنقصان حيث بلغ -٤٥,٦٥، وبمعدل تغيير -٢٩,٤٪، وبلغت نسبة التغيير السنوي -٥,٨٧؛ وتدل زيادة كمية الاكسجين المستهلك كيميائياً على تلوث المياه وتعفنها، وتوقع حدوث التحلل

بين ١٢,١ - ١٣,٦ ملجم/ لتر. ثم ازداد في عام ٢٠١٦ بمعدل تغير بلغ ٠,٦٦٪، ثم تناقص مرة أخرى علم ٢٠٢٠ بمعدل تغير -٩١,١٪.

٤- تناقصت قيمة الزئبق في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠١٦-٢٠٢٠م بفارق -٠,٠٠٩ ملجم/ لتر، بمعدل تغير بلغ -٨٠,٣٪، وبنسبة تغير سنوي بلغت -٢٠,٠٨٥٪، ويعد التناقص في قيمة الزئبق إيجابياً لما في زيادته ضرر للكائنات الحية والبيئة البحرية لكونه عنصر سام، كما يعد وجود الزيوت والشحوم في مياه ساحل مدينة الدمام أمراً حتمياً؛ بسبب وجود ميناء الملك عبد العزيز، إلا أنه زاد الاهتمام والرقابة البيئية لمخلفات السفن من الزيوت والشحوم، والتي تقوم عليها الهيئة العامة للموانئ، ونتيجة لذلك تناقصت كمية الزيوت والشحوم خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٢٠م، ويعد ذلك التغير إيجابياً.

وعند مقارنة متوسطات الخصائص الكيميائية للمياه التي تم رصدها على ساحل مدينة الدمام بالحدود المسموح بها من قبل الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة (جدول ١٥) يتضح أن المياه بحالة جيدة، ولم تصل إلى درجة تلوث المياه، على الرغم من حدوث تغير في بعض العناصر، إلا أن هذا التغير يرجع إلى طبيعة المياه التي تتأثر بعدة عوامل منها، العوامل المناخية، وبعض الأنشطة البشرية.

### ٣-٣ التغير في الغطاء النباتي بمنطقة الدراسة

تعد دراسة الغطاء النباتي ومعرفة أهم العوامل الجغرافية الطبيعية، والبشرية المؤثرة فيه، من أهم الدراسات الحيوية، وخاصة بعد ظهور التقنيات الحديثة

البشرية المتمثلة في تهذيب الشاطئ من ناحية الشاطئ الشرقي، وزيادة عمليات الردم بحي النسيم، أما أقل الأجزاء الأقل تركيزاً للنيكل فتتمثل في شاطئ حي الجوهرة شمالي الساحل، وأجزاء من ميناء الملك عبد العزيز جنوبي ساحل مدينة الدمام؛ ويرجع ذلك لقلة الأنشطة البشرية.

٢- تناقصت قيمة الكروم في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠١٦م من ٠,٠٤٤٠ إلى ٠,٠٠٠٣ ملجم/ لتر بفارق بلغ -٠,٠٤٤٠ ملجم/ لتر، بمعدل تغير بلغ -٩٩,٣٪، ثم ارتفع في عام ٢٠٢٠ ليصل إلى ٠,٠٠١٨٦ ملجم/لتر بفارق ٠,٠٠١٦ ملجم/لتر، بمعدل تغير بلغ ٥٢٠٪، وبنسبة تغير سنوي ١٣٠٪، وتمثلت الزيادة في الزنك بالقرب من البحيرة شمالي منطقة الدراسة، وحي السلام، أما غالبية الساحل فقد تراوحت نسبة الكروم ما بين ١,٧٦ - ١,٨٦ ملجم/ لتر.

٣- تناقصت قيمة الزنك في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٠٦م، حيث انخفض من ٠,٩٤ ملجم/لتر عام ٢٠٠٢م، إلى ٠,٠٠٠٣ ملجم/ لتر عام ٢٠٠٦م بفارق -٠,٩٤ ملجم/ لتر، بمعدل تغير -١٠٠٪، وبنسبة تغير سنوي -٢٤,٩٩٢٪، وتمثلت الزيادة في تركيز الزنك في الأجزاء الشمالية من ميناء الملك عبد العزيز، فقد تراوحت بين ٢٥,٧ - ٣١ ملجم/ لتر، بينما تمثلت أقل الأجزاء تركيزاً في الأجزاء الشمالية من الساحل، والتي تتضمن شواطئ الأحياء التالية: البحيرة، والجوهرة، والحمراء، والشاطئ الشرقي والغربي، حيث تراوح تركيز الزنك ما

لإمكانية دخول السفن كبيرة الحجم، و مشروعات التمدد العمراني.

■ تزايدت مساحة الغطاء النباتي الكثيف حيث بلغت ٠,٤١ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٩٠م، تمثل ٠,٠٩٪ من مساحة منطقة الدراسة، بينما تزايدت بنسبة قليلة، حيث بلغت مساحتها ١,١٠ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٠، تمثل ٠,٢٥٪ من مساحة منطقة الدراسة، بنسبة تغير بلغت ١٦٩,٧٦٪، ونسبة تغير سنوي بلغت ٥,٦٦٪؛ كما تزايدت مساحة الغطاء النباتي الخفيف حيث بلغت ٤,٨٨ كم<sup>٢</sup>، تمثل مساحة ١,١١٪ من مساحة منطقة الدراسة، بينما تزايدت مساحته وبلغت ١٦,٥٥ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٣,٧٨٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتمثل نسبة تغير بلغت ٢٣٩,٢٢٪، ونسبة تغير سنوي بلغت ٧,٩٧٪؛ وتعود الزيادة والتغير الإيجابي في مساحة الغطاء النباتي إلى اهتمام وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمحافظة على الغطاء النباتي، وحمايته من التدهور.

■ كما يُلاحظ وجود نباتي كثيف تحول إلى غطاء نباتي خفيف، تبلغ مساحته ٠,١٥ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٠,٠٣٪، وتمثل التغير السلبي في اختفاء مساحات الغطاء النباتي الكثيف، وتبلغ مساحته -٠,٢٤ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٠,٠٦٪؛ ويعود السبب في ذلك إلى عدم وعي المتزهين بأهمية النبات الطبيعي سواءً باقتطاعه أم بالسير عليه بالسيارات.

■ تناقصت مساحة المناطق الجرداء خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٠م، حيث بلغت مساحتها ٤٣٢,٩٣ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٩٠م، وتستحوذ على غالبية مساحة منطقة

مثل الاستشعار عن بعد (RS)، التي تتيح مراقبة التغيرات الي تحدث للغطاء النباتي على خلال سنوات التغير ١٩٩٠ - ٢٠٢٠م، وتوجد عديد من القرائن المستخدمة لهذه التغيرات، والمقصود بالقرائن النباتية هي مؤشرات تعتمد على مؤشرات تعتمد على مجالين طيفيين أو أكثر، مصممة لتحسين تسجيل الحالة النباتية (الانعكاس الطيفي النباتي)، وتكمن فائدة المؤشرات في بساطتها، وقياسها الدقيق للتغيرات في كثافة النبات، والكتلة الحية الزمانية، والمكانية.

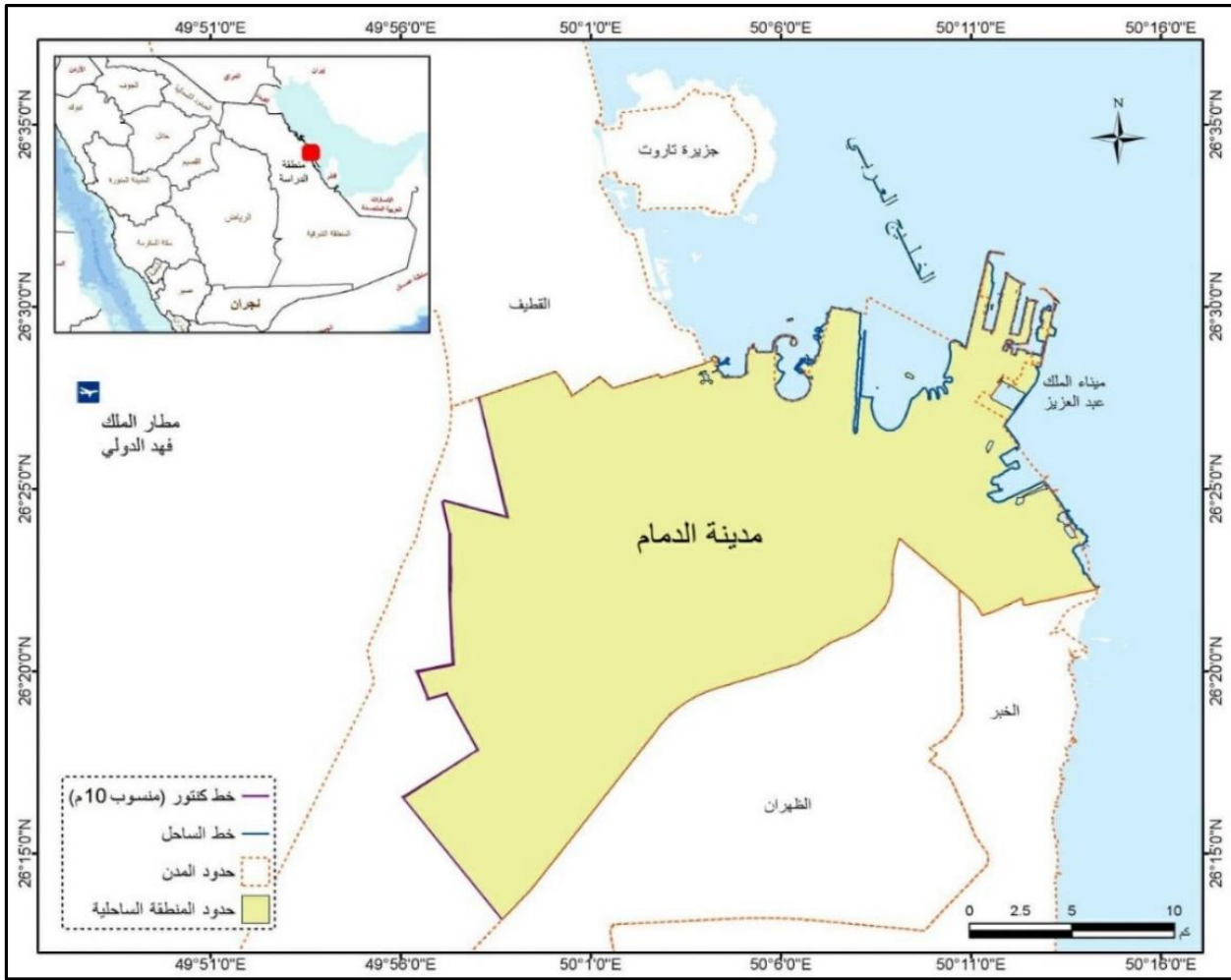
وتلعب عناصر المناخ مثل الأمطار، ودرجات الحرارة، والتبخر، والرطوبة النسبية دوراً رئيساً في نمو الغطاء النباتي وتطوره، كما أن خصائص التربة من حيث النفاذية، واللون، والنسيج، والخصوبة، ودرجة تركيز الهيدروجين التي تعكس تنوع النبات، وانتشاره.

ويتضح من خلال الشكل (١٥) ما يلي:

■ طرأت تغيرات في مساحة أشجار المانجروف خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٠م، حيث بلغت مساحة المانجروف عام ١٩٩٠م ٣٢,٨٤ كم<sup>٢</sup>، وتمثل ٨١,٧٨٪ من مساحة منطقة الدراسة، بينما تناقصت هذه المساحة عام ٢٠٢٠م إلى ٧,٣٢ كم<sup>٢</sup>، وتمثل ١٨,٢٢٪، وذلك بفارق تغير بلغ -٢٥,٥٢ كم<sup>٢</sup>، بينما بلغ معدل التغير -٧٧,٧٢٪، وبلغت نسبة التغير السنوي -٢,٥٩٪، وتركز التغير في جنوبي ساحل مدينة الدمام وأجزاء صغيرة في شمالي الساحل، وذلك بسبب قيام مشروعات الردم الساحلي، وعمليات تعميق الساحل من ناحية ميناء الملك عبد العزيز

تغير سنوي بلغت - ١٠,١٠٪، وتعود هذه المساحة إلى التوسع العمراني الذي تتطلب استخدام الأرض من تشييد الطرق، وتوفير الخدمات اللازمة للسكان.

الدراسة؛ حيث تغطي ٩٨,٧٩٪ من مساحة منطقة الدراسة، أما في عام ٢٠٢٠م تناقصت مساحتها إلى ٤٢٠,٥٤ كم<sup>٢</sup>، تغطي ٩٥,٩٧٪ من مساحة منطقة الدراسة، حيث بلغت نسبة التغير - ٢,٨٦٪، بنسبة



شكل ١. موقع منطقة الدراسة.

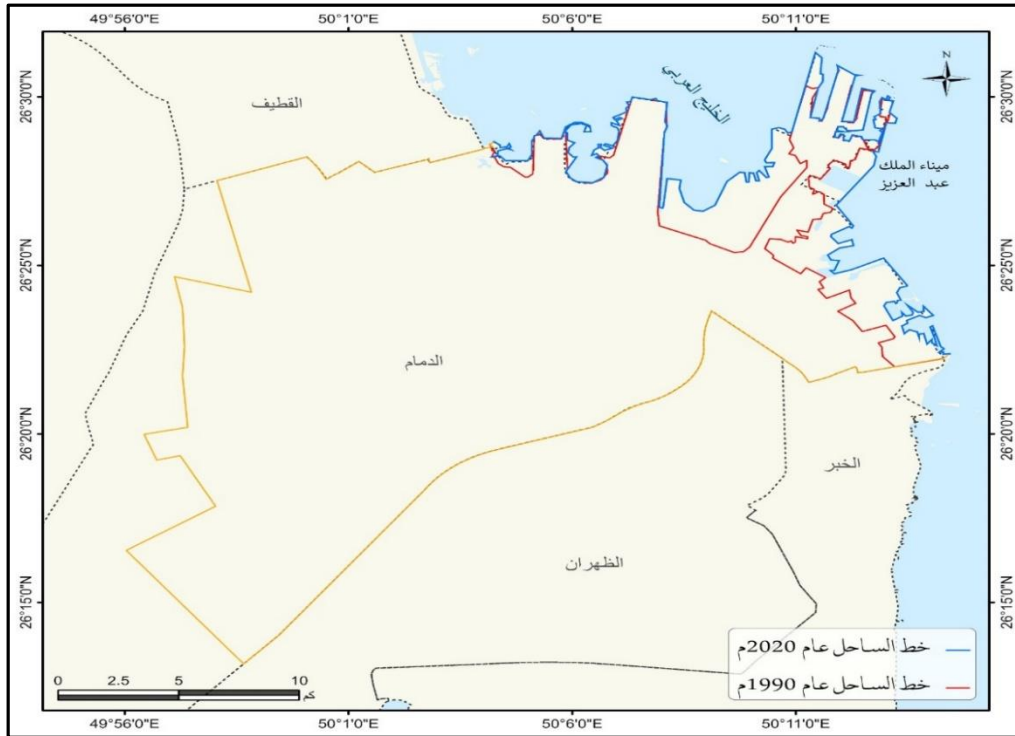
المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على: أمانة المنطقة الشرقية، خريطة طبوغرافية، ٢٠١٩م، مقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠ كم، ومرئية القمر الصناعي Sentinel 2A، الدقة المكانية ١٠م، ٢٠٢٠م، باستخدام برنامج ArcGIS 10.3.

جدول ١. طول خط الساحل ومعدل تغيره في منطقة الدراسة.

بيانات القطاع	العام			
	٢٠٢٠	٢٠١٠	٢٠٠٠	١٩٩٠
القطاع الأول	الطول الفعلي كم	١٨٦,٦٦	٧٠,٢٠	٩٤,٩٠
	الطول المستقيم كم	٧٢,١٩	٥١,١٤	٤٤,١٤
	معدل التغير كم/السنة	٢,١١	١,٩٨	١,٢٨-
	معدل التعرج كم	٥,١٦	٣,٦٥	٢,٢٤
	نوع خط الساحل	متوسط التعرج	قليل التعرج	قليل التعرج
القطاع الثاني	الطول الفعلي كم	٣٩٣,٥١١	٣١٠,٩١	٣٧٧,٥٦
	الطول المستقيم كم	٣٩,٥٩	٣٦,٤٧	٣٥,٧٢
	معدل التغير كم/السنة	٠,٣١	٠,٤١	٠,٣٣-
	معدل التعرج كم	١١,٧١	١٠,٧٩	٩,٥٩
	نوع خط الساحل	كثير التعرج	متوسط التعرج	كثير التعرج
القطاع الثالث	الطول الفعلي كم	١٥٦,٥٠	١٠٦,٨١	١٦٨,٧٥
	الطول المستقيم كم	٢٩,٣٥	٢٨,٦١	٢٣,٦٣
	معدل التغير كم/السنة	٠,٠٨	٠,٥٠	٠,٦١-
	معدل التعرج كم	٥,٦١	٥,٤٧	٤,٥٢
	نوع خط الساحل	متوسط التعرج	متوسط التعرج	متوسط التعرج
القطاع الرابع	الطول الفعلي كم	١٣٠,٢٩	٩٧,٦٩	١٠٢,٧٦
	الطول المستقيم كم	٣٥,٠١	٣٠,٠٩	٢٦,٠٥
	معدل التغير كم/السنة	٠,٤٩	٠,٤٠	٠,٠٦-
	معدل التعرج كم	٥,٠٤	٤,٣٣	٣,٧٥
	نوع خط الساحل	متوسط التعرج	متوسط التعرج	متوسط التعرج

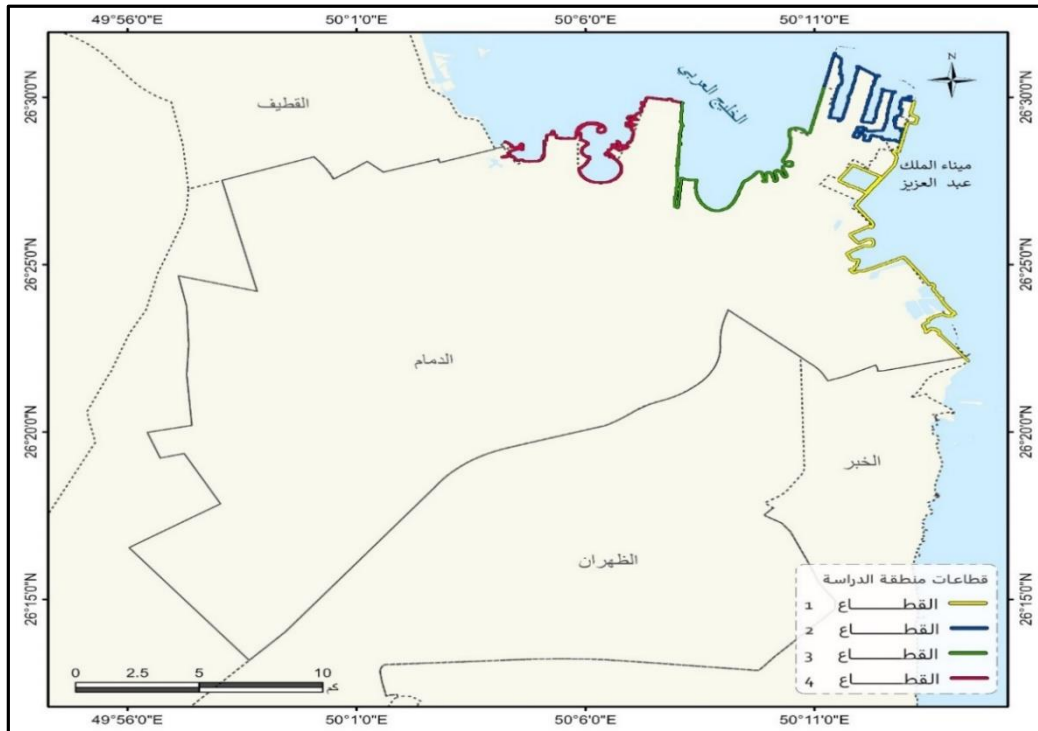
المصدر: إعداد الباحثان، باستخدام برنامج ArcGIS 10.3، \*حساب معدل التعرج (Clowes and Comfort,1983, P.128).





شكل ٢. قطاعات خط ساحل مدينة الدمام.

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8، ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م باستخدام برنامج ArcGIS 10.3.



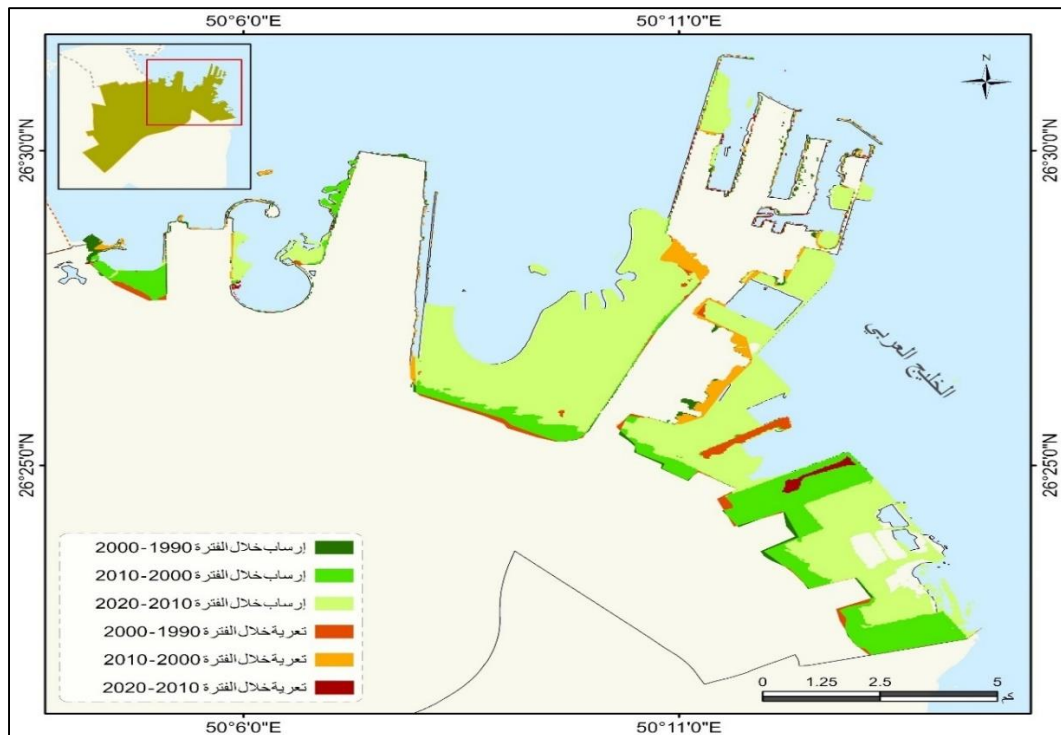
شكل ٣. تغير طول خط ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠ - ٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat 8 لعامي ١٩٩٠/٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م باستخدام برنامج ArcGIS 10.3.

جدول ٢. تغير مساحة منطقة الساحل بمدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

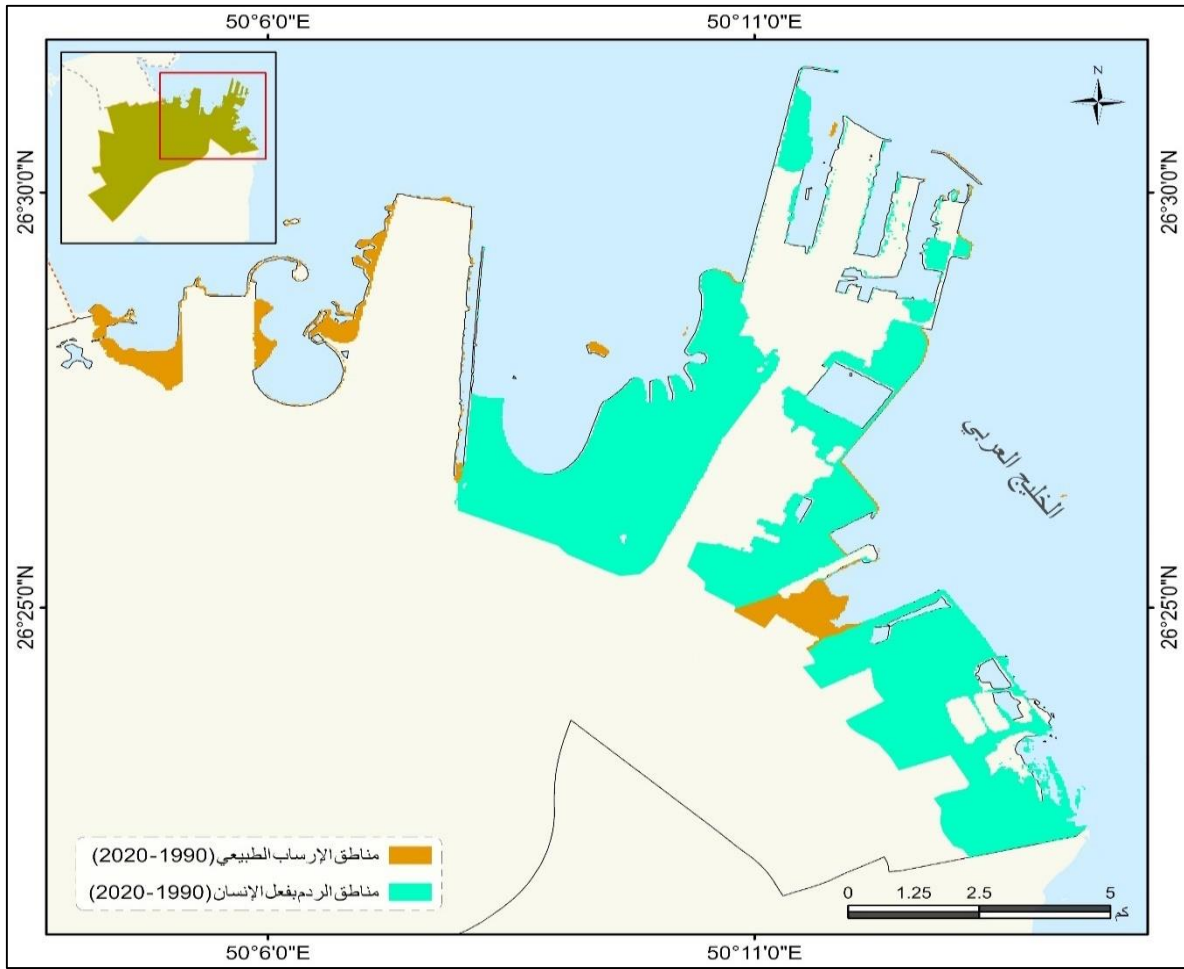
التغير (نحت - إرساب)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	النسبة (%)	الفارق	معدل التغير (%)	نسبة التغير (السنوي %)
نحت خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٠م	١,٣٥	٣,٣٣	-	-	-
نحت خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٠م	١,٨٩	٤,٦٦	٠,٥٤ +	٤٠	٤,٠
نحت خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠م	٠,٥٥	١,٣٦	١,٣٤-	٧٠,٩-	٧,١-
إرساب خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٠م	١,٢١	٢,٩٨	-	-	-
إرساب خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٠م	٨,٠٩	١٩,٩٦	٦,٨٨+	٥٦٨,٦	٥٦,٩
إرساب خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٢٠م	٢٧,٤٣	٦٧,٧٠	١٩,٣٤+	٢٣٩,١	٢٣,٩

المصدر: من عمل الباحثان باستخدام برنامج ArcGIS10.3، بالاعتماد على المرئيات الفضائية Landsat ١٩٩٠م، ٢٠٠٠م، ٢٠١٠م، ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م.



شكل ٤. تغير مساحة منطقة الساحل بمدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat ١٩٩٠م، ٢٠٠٠م، ٢٠١٠م، ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.

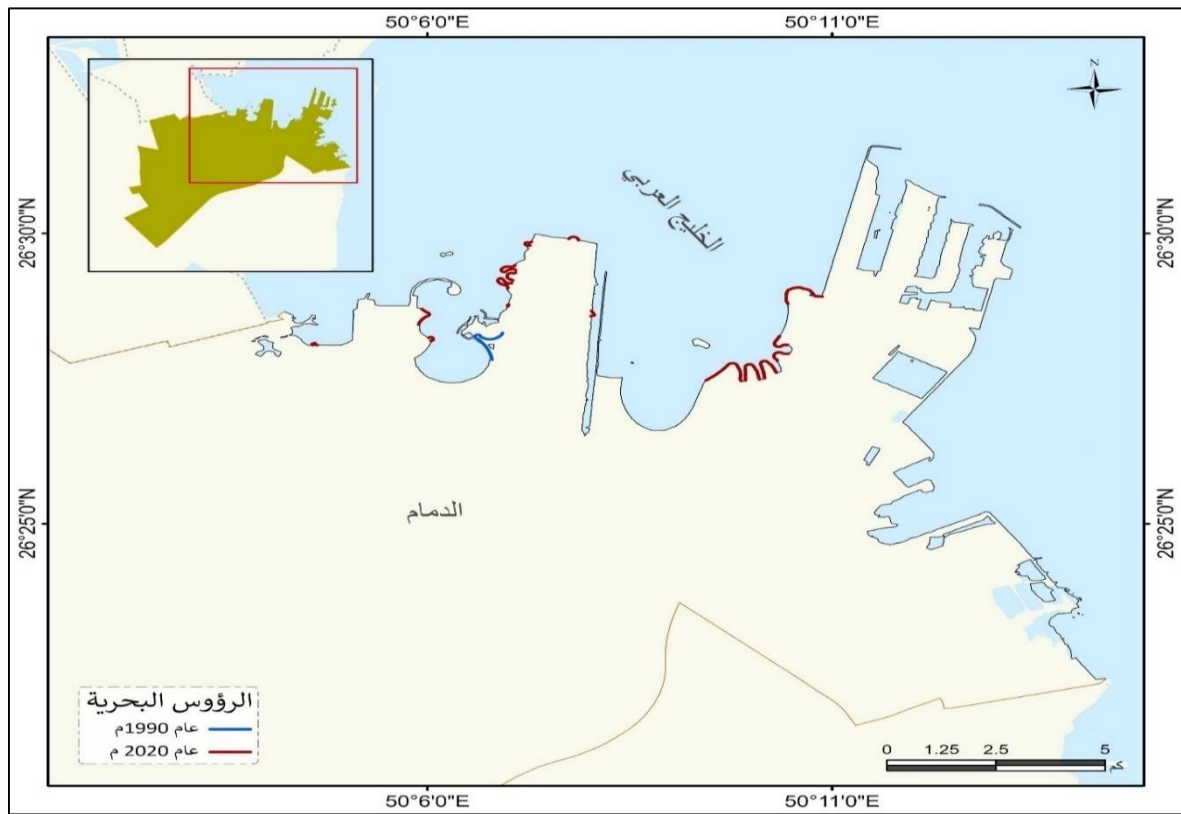


شكل ٥. تغير مساحة الإرساب في منطقة ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

جدول ٣. معدل التغير في طول الرؤوس البحرية على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

العالم	طول الرؤوس البحرية	التغير الكلي (كم)	نسبة التغير (%)	التغير السنوي (كم)	نسبة التغير السنوي (%)
١٩٩٠	٢٢,١٥	-	-	-	-
٢٠٢٠	١٦,٩٩	٥,١٥٩-	٢٣,٢٩٠-	٠,٥١-	٠,٧٧٦-

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية Landsat، لعامي ١٩٩٠-٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.



شكل

٦. التغيير في الرؤوس البحرية على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

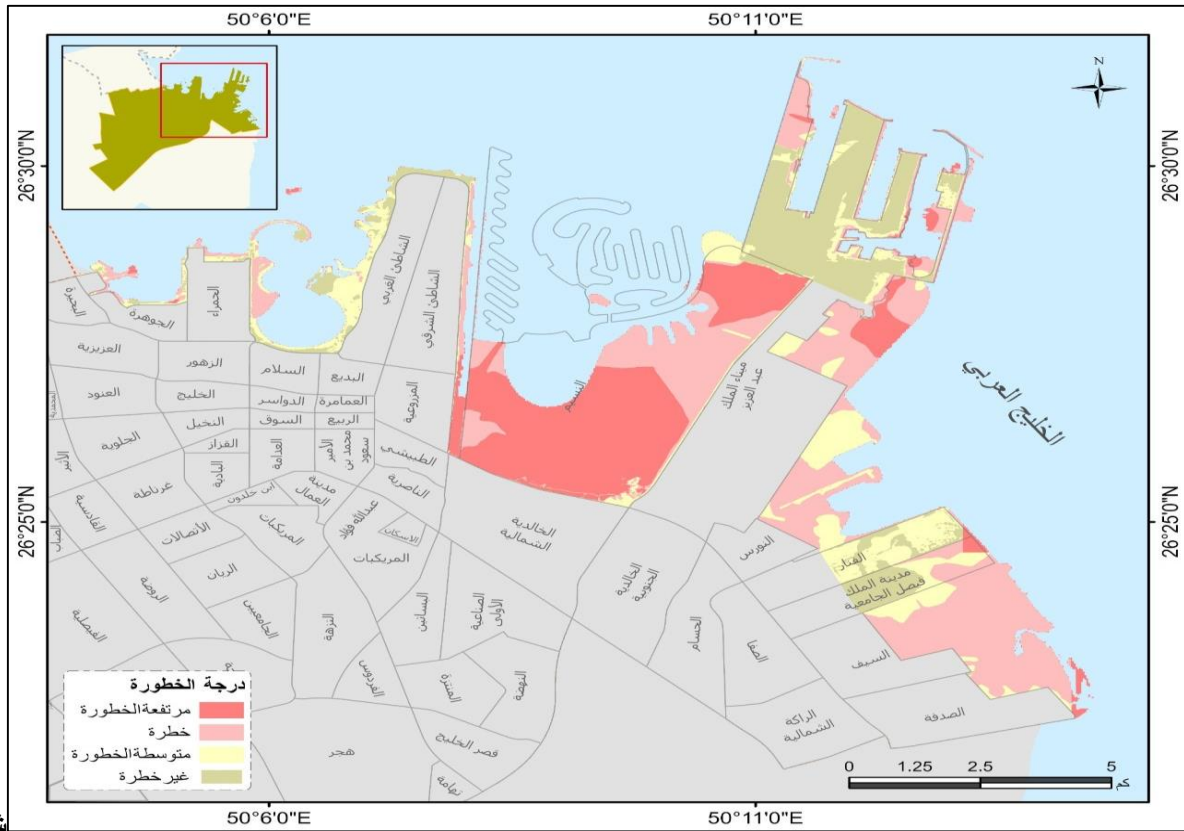
المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على المرئيات الفضائية Landsat، لعامي ١٩٩٠-٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.

جدول ٤. تصنيف درجات الخطورة على ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.

التصنيف	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	(%) من منطقة الدراسة
مرتفعة الخطورة	١٣,٦٠	٢٦,٧٣
خطرة	١٨,٩٩	٣٧,٣٢
متوسطة الخطورة	٨,٩٩	١٧,٦٧
غير خطرة	٩,٣١	١٨,٢٩

المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئية الفضائية Landsat، لعام ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م، ونموذج الارتفاع الرقمي، ٢٠٢٠م بدقة

مكانية ١٠م، باستخدام برنامج ArcGIS10.3.



شكل ٧.

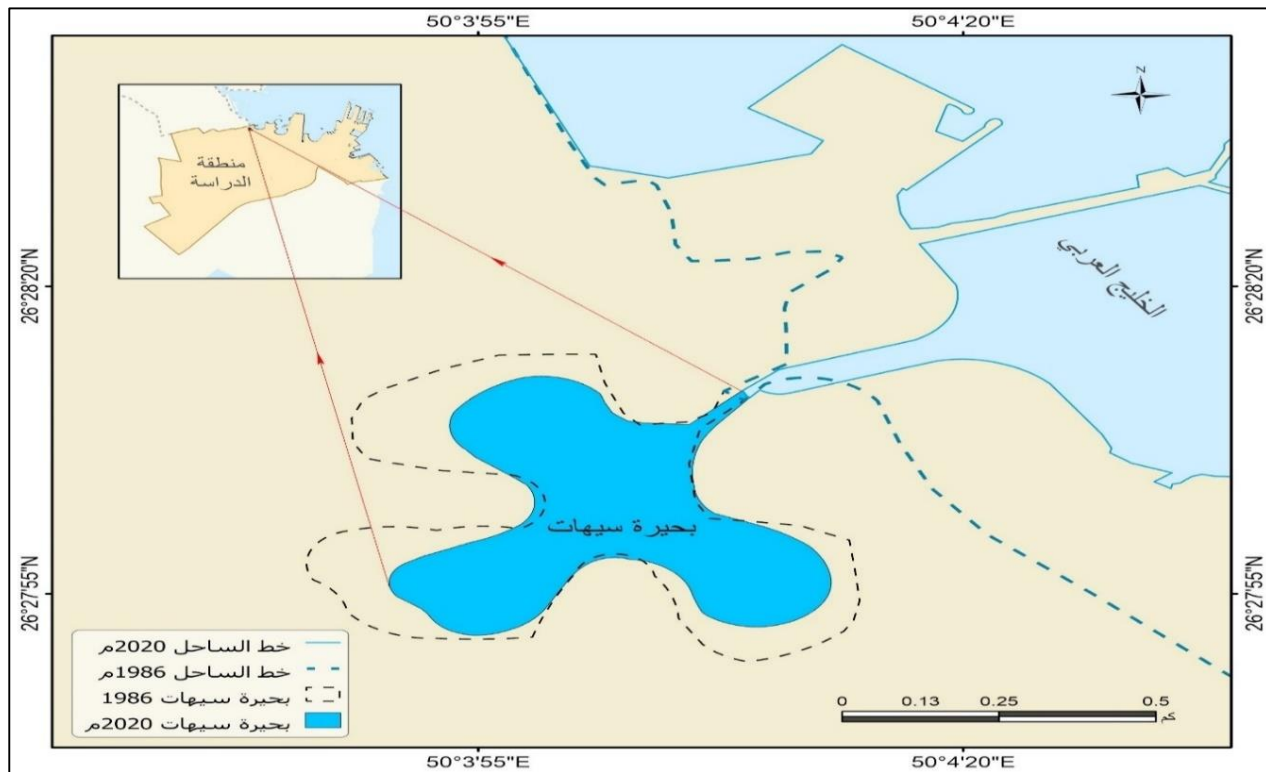
### درجات الخطورة على ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.

إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئية الفضائية Landsat، لعام ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م، ونموذج الارتفاع الرقمي، ٢٠٢٠م بدقة مكانية ١٠م، باستخدام برنامج ArcGIS 10.3.

### جدول ٥. التحليل المورفومتري لبحيرة سيهات على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠٢٠م.

عام	محيط البحيرة (كم)	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	معامل الشكل	معامل الاندماج	معامل التفلطح/ الانبعاج
١٩٨٦م	٣,٦١	٠,٣١	٠,٤١	٠,٥٤	١,٧٩	٠,٤٧
٢٠٢٠م	٢,٦٧	٠,٣٧	٠,٣٦	٠,٤١	١,٦٥	٠,٦١
الفارق	٠,٩٤	٠,٥-	٠,٤-	٠,١٣-	٠,١٤-	٠,٢٦-

المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ArcGIS 10.3.



شكل ٨. تطور بحيرة سيهات على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Spot، ١٩٨٦-٢٠٢٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.

جدول ٦. التغيرات في بحيرة سيهات على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٨٦-٢٠٢٠م.

العام	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	طول البحيرة (كم)	عرض البحيرة (كم)	نسبة الطول إلى العرض	نسبة التغير في المساحة	نسبة التغير في الطول	نسبة التغير في العرض
١٩٨٦م	٠,٣٢	٠,٧٨	٠,٤٢	١,٨٧	-	-	-
٢٠٢٠م	٠,٢١	٠,٧١	٠,٢٩	٢,٤٦	-٩٩,٣٤	-٨,٩٨	٣١,٥٥
الفارق	-٣٥,٧٩	-٨,١٢	-٣٠,١٢	-	-	-	-

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Spot، ١٩٨٦-٢٠٢٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.

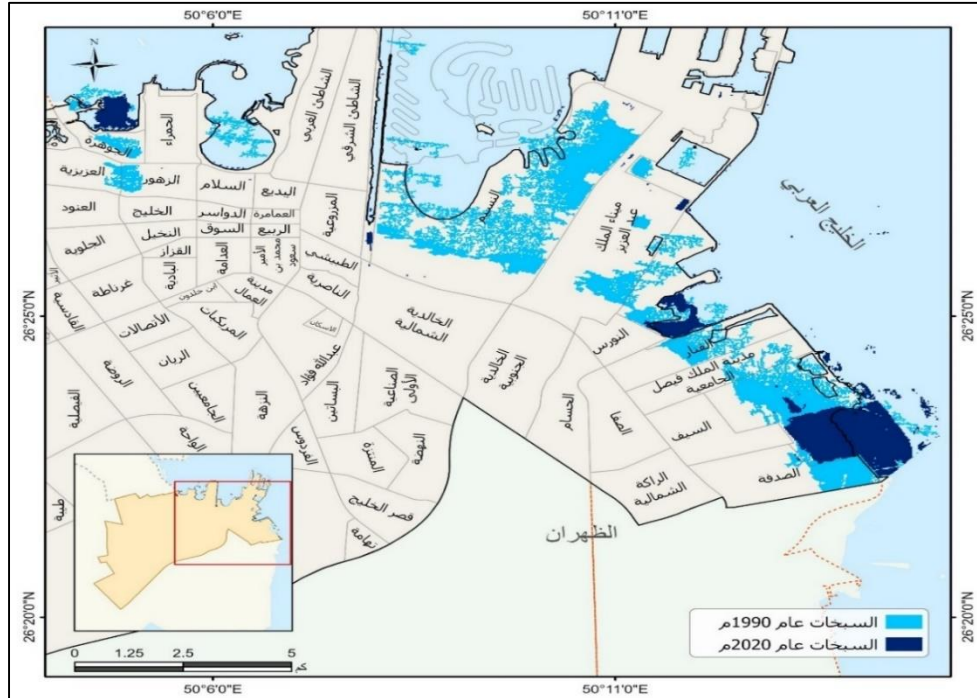


صورة ١. أحد جوانب بحيرة سيهات شمالي ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.

جدول ٧. التغير في مساحة السبخات على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

التغير السنوي %	التغير السنوي (كم <sup>٢</sup> )	نسبة التغير	التغير الكلي (كم <sup>٢</sup> )	% من منطقة الدراسة	مساحة السبخات (كم <sup>٢</sup> )	العام
-	-	-	-	٤,٩٢٣	٢١,٥٤٢	١٩٩٠م
٤٠,٨,٢-	٠,٥٥-	٢١٤,٧٢	٦٢٥,١٥-	١,٢٦٦٦	٤,٩٢٣	٢٠٢٠م

المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئيتين الفضائيتين Landsat، لعام ١٩٩٠م وLandsat 8 OLI لعام ٢٠٢٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.



شكل ٩. التغير في السبخات الساحلية على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئيتين الفضائيتين Landsat لعام ١٩٩٠م وLandsat 8 OLI لعام ٢٠٢٠م باستخدام برنامج ArcGIS10.3.



صورة ٢. سبخة العريزية جنوبي ساحل مدينة الدمام عام ٢٠٢٠م.



صورة ٣. اقتراب العمران من سبخة نصف القمر على ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.  
المصدر: الدراسة الميدانية، ١٠-٦-٢٠٢٠م، ناظرة إلى اتجاه الجنوب.

جدول ٨. معدل تغير درجة الحرارة في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠٢٠م.

العالم	درجة الحرارة (درجة مئوية)	الفارق	معدل التغير (%)	نسبة التغير السنوي (%)
٢٠٠٦م	٣٢,٣	-	-	-
٢٠١٥م	٢٢,١	١٠,٢-	٣١,٥٨-	٣,٥١-
٢٠١٦م	٢٥,٣١	٣,٢١+	١٤,٥٢	١٤,٥٢
٢٠٢٠م	٣٣	٧,٦٩ +	٣٠,٣٨	٦,٠٨

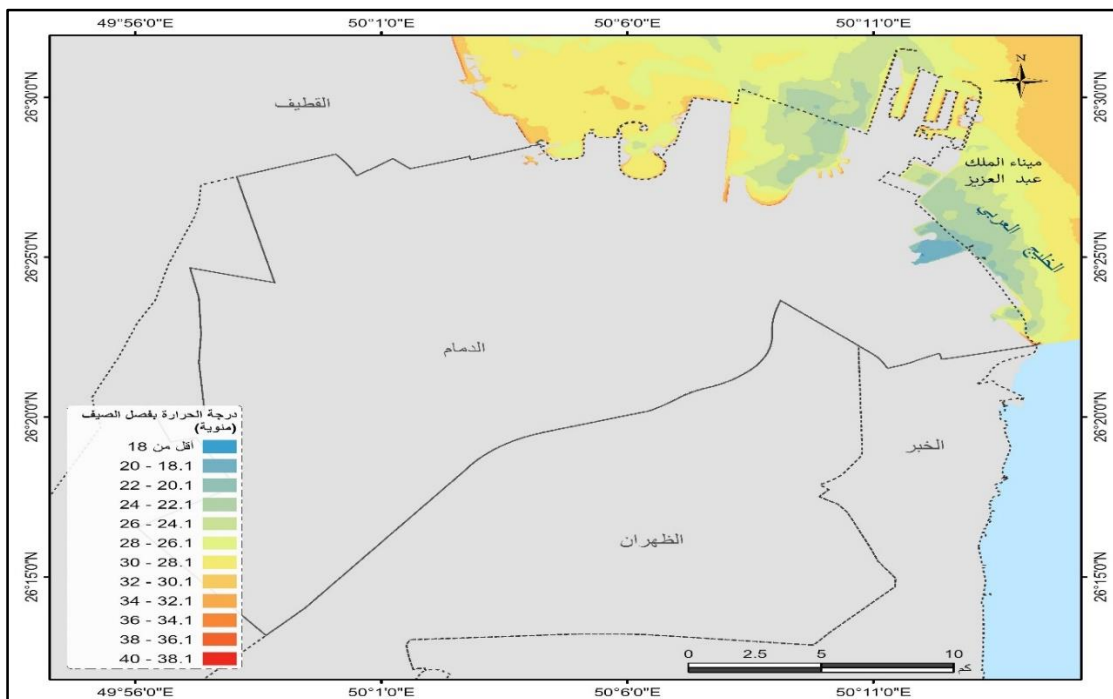
المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على: شركة الاستشارات البيئية والجيوفيزيائية، ٢٠٠٢م، الفريدان، ٢٠٠٦م، (Yusuf, 2015, El Gammal and Guitouni, 2016)، المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8، يناير ويوليو ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م.



جدول ٩. توزيع درجة حرارة المياه الفصلية (درجة مئوية) ونسبتها (%) بالنسبة لساحل مدينة الدمام عام ٢٠٢٠م.

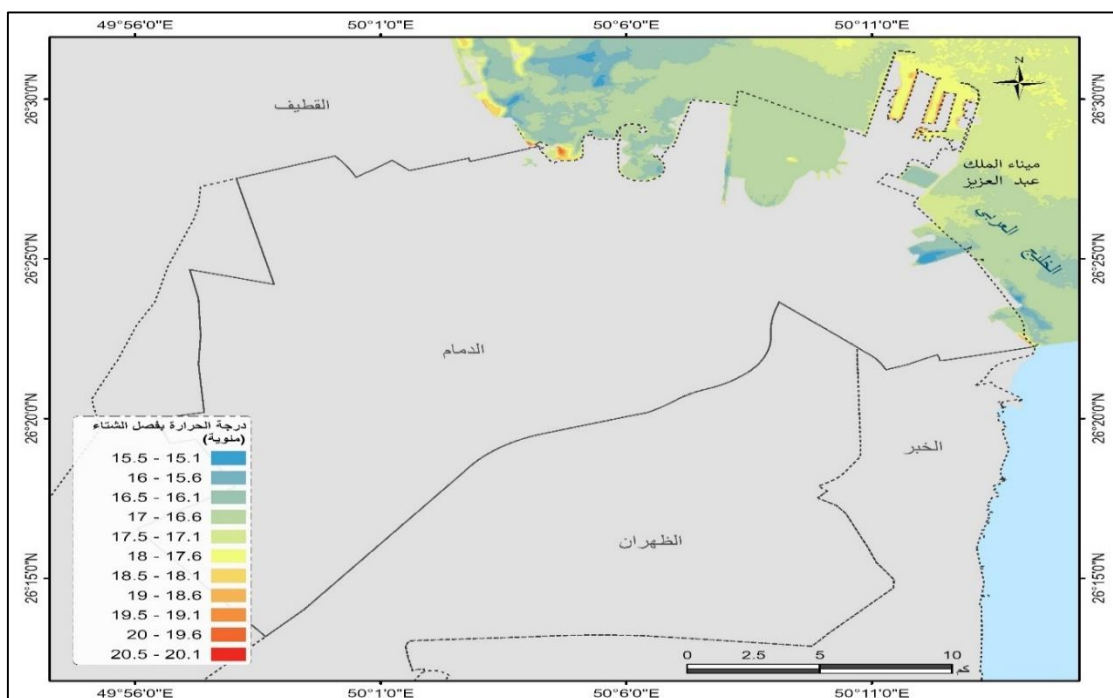
فصل الشتاء			فصل الصيف		
النسبة (%)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	درجة الحرارة (درجة مئوية)	النسبة (%)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	درجة الحرارة (درجة مئوية)
٠,٤٩	٠,٨٦	١٥,٥-١٥,١	٠,٠١	٠,٠١	أقل من ١٨,١
٣,٠٥	٥,٣٨	١٦-١٥,٦	٠,٨٢	١,٤٥	٢٠ - ١٨,١
١٥,١١	٢٦,٧٢	١٦,٥-١٦,١	١,٢٧	٢,٢٥	٢٢ - ٢٠,١
٤٦,٧٦	٨٢,٦٦	١٧-١٦,٦	٨,٦٣	١٥,٢٥	٢٤ - ٢٢,١
٢٦,٧٣	٤٧,٢٥	١٧,٥-١٧,١	١٤,٢١	٢٥,١٣	٢٦ - ٢٤,١
٦,٤٦	١١,٤١	١٨-١٧,٦	٢٦,٤٨	٤٦,٨١	٢٨ - ٢٦,١
٠,٩٥	١,٦٨	١٨,٥-١٨,١	٣٣,٩٥	٦٠,٠١	٣٠ - ٢٨,١
٠,٣٠	٠,٥٣	١٩-١٨,٦	١٣,٦٩	٢٤,٢٠	٣٢ - ٣٠,١
٠,١١	٠,١٩	١٩,٥-١٩,١	٠,٦١	١,٠٨	٣٤ - ٣٢,١
٠,٠٣	٠,٠٦	٢٠-١٩,٦	٠,٢٥	٠,٤٤	٣٦ - ٣٤,١
٠,٠٠	٠,٠٠٤	٢٠,٥-٢٠,١	٠,٠٧	٠,١٢	٣٨ - ٣٦,١
			٠,٠٠	٠,٠٠	٤٠ - ٣٨,١

المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8، يناير ويوليو ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م.



شكل ١٠. درجة حرارة المياه (درجة مئوية) في فصل الصيف على ساحل مدينة الدمام عام ٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8، يوليو ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م، باستخدام برنامج ArcGIS10.3 Thermal bands in land sat



شكل ١١. درجة حرارة المياه (درجة مئوية) في فصل الشتاء على ساحل مدينة الدمام عام ٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان اعتمادًا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي Landsat 8، يناير ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م، باستخدام برنامج ArcGIS10.3 Thermal bands in land sat

جدول ١٠. معدل التغير في الأس الهيدروجيني (PH) في ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٢٠م.

العام	الأس الهيدروجيني	الفارق	معدل التغير (%)	نسبة التغير السنوي (%)
٢٠٠٢م	٨,١	-	-	-
٢٠٠٦م	٨,٥	٠,٤+	٠,٠٤٩	٠,٠١٢
٢٠١٥م	٨,٣	٠,٢-	٠,٠٢٤-	٠,٠٠٣-
٢٠١٦م	٨,١	٠,٢-	٠,٠٢٤-	٠,٠٢٤-
٢٠٢٠م	٧,٨	٠,٣-	٠,٠٣٧-	٠,٠٠٩-

المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على: شركة الاستشارات البيئية والجيوفيزيائية، ٢٠٠٢م، الفريدان، ٢٠٠٦م، (Yusuf, 2015)، (El Gammal and Guitouni, 2016)، الدراسة الميدانية، ٢٠٢٠م.

جدول ١١. تغير معدلات العوالق (NTU) في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠١٦م.

السنوات	متوسط العوالق	الفارق	معدل التغير (%)	نسبة التغير السنوي (%)
٢٠٠٢م	١٢	-	-	-
٢٠١٦م	٣,٢٢	٨,٨-	٧٣,٢-	٥,٢-

المصدر: إعداد الباحثان اعتماداً على: شركة الاستشارات البيئية والجيوفيزيائية، ٢٠٠٢م، (El Gammal and Guitouni, 2016).

جدول ١٢. معدل تغير التوصيل الكهربائي EC في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٦-٢٠٢٠م.

العام	التوصيل الكهربائي	الفارق	معدل التغير (%)	نسبة التغير السنوي (%)
٢٠٠٦م	٤٤,٠	-	-	-
٢٠١٦م	٥٩,٩	١٥,٩+	٣٦,١	٣,٦
٢٠٢٠م	٤٨,٧٨	١١,١٢-	١٨,٦-	٤,٦-

المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على: الفريدان، ٢٠٠٦م، (El Gammal and Guitouni, 2016)، الدراسة الميدانية، ٢٠٢٠م.

جدول ١٣. معدل تغير الأكسجين في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٢٠م.

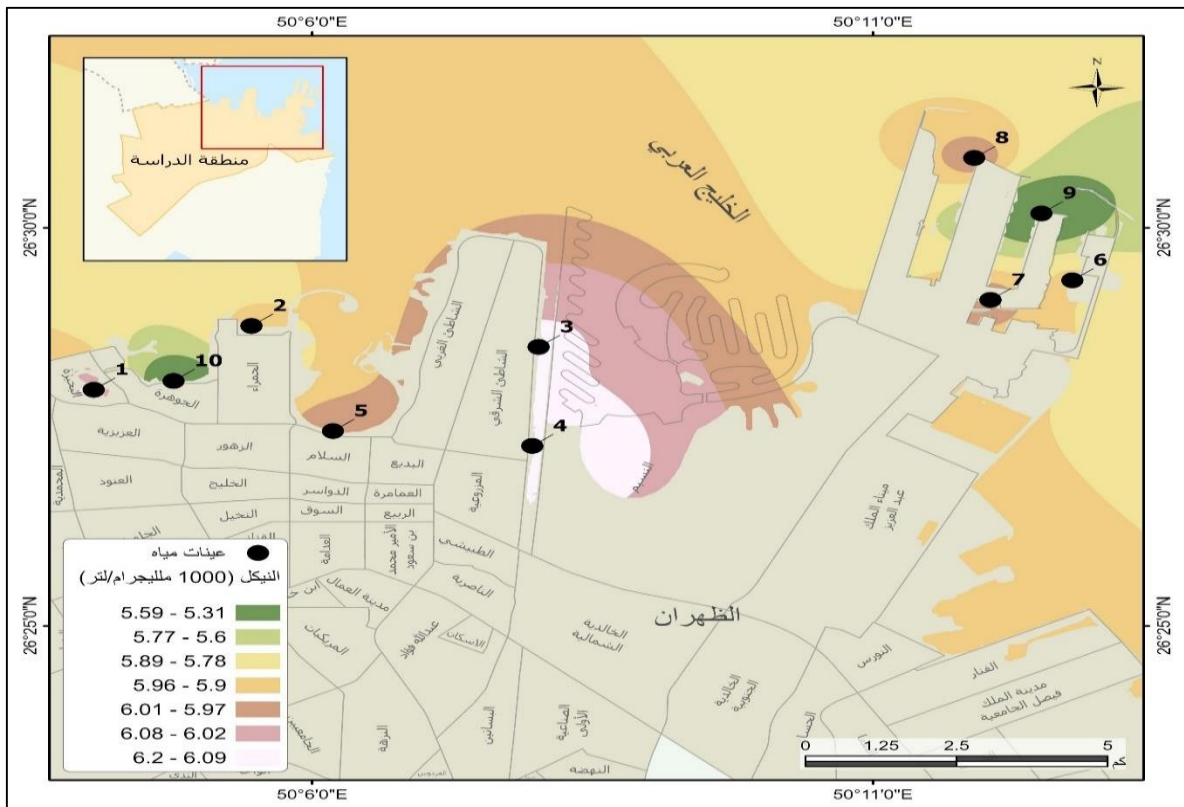
نوع الأكسجين	العام	النسبة	الفارق	معدل التغير (%)	نسبة التغير السنوي (%)
الأكسجين الذائب	٢٠٠٢	٧,٣	-	-	-
	٢٠١٥	٤,٥	-٢,٨	-٣٨,٤	-٢,٩٥
	٢٠١٦	٨,٤	-٣,٩	٨٦,٧	-
الأكسجين المستهلك حيويًا	٢٠٠٢	٥,٣	-	-	-
	٢٠١٥	١٠	٤,٧+	٨٨,٧	٦,٨٢
	٢٠٢٠	٢,٨	-٧,٢	-٧٢	-١٤,٤٠
الأكسجين المستهلك كيميائيًا	٢٠١٥	١٥٥,٤٨	-	-	-
	٢٠٢٠	١٠٩,٨٣	-٤٥,٦٥	-٢٩,٤	-٥,٨٧

المصدر: إعداد الباحثان بالاعتماد على: شركة الاستشارات البيئية والجيوفيزيائية، ٢٠٠٢م، (Yusuf, 2015)، (El Gammal and Guitouni, 2016)، الدراسة الميدانية، ٢٠٢٠م.

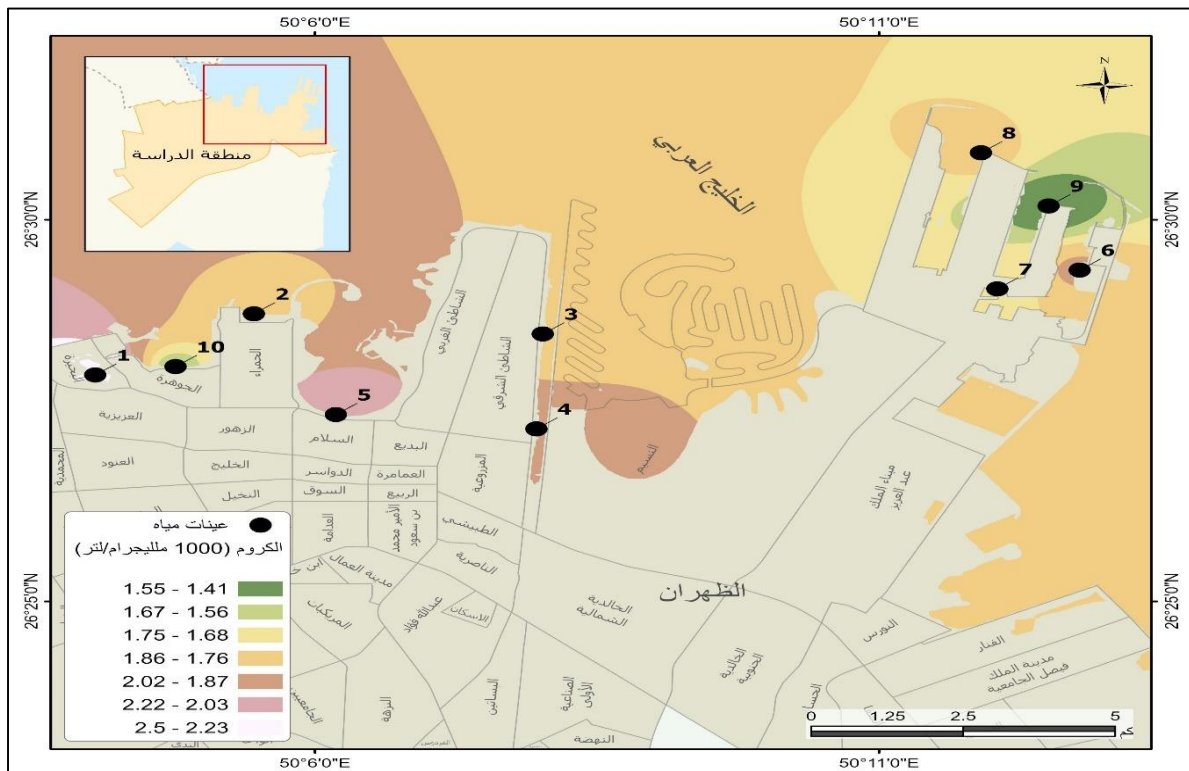
جدول ١٤. معدل تغير بعض العناصر الثقيلة في مياه ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ٢٠٠٢-٢٠٢٠م.

العنصر	العام	المتوسط ملجم/لتر	الفارق ملجم/لتر	معدل التغير (%)	نسبة التغير السنوي (%)
النيكل	٢٠٠٢م	أقل من ٠,٥	-	-	-
	٢٠٠٦م	٠,٠٥	-	-	-
	٢٠١٦م	٠,٠٠٠٦	-٠,٠٤٩	-٩٨,٨	-٩,٨٨
	٢٠٢٠م	٠,٠٠٥٨٩	٠,٠٠٥٣	٨٨١,٧	٢٢٠,٤١٧
الكروم	٢٠٠٦م	٠,٠٤٤	-	-	-
	٢٠١٦م	٠,٠٠٠٣	-٠,٠٤٤	-٩٩,٣	-٩,٩٣١٨
	٢٠٢٠م	٠,٠٠١٨٦	٠,٠٠١٦	٥٢٠	١٣٠
الزنك	٢٠٠٢م	٠,٩٤	-	-	-
	٢٠٠٦م	٠,٠٠٠٣	-٠,٩٤	-١٠٠	-٢٤,٩٩٢
	٢٠١٦م	٠,٠٦٦	٠,٠٦٥٧	٢١٩٠٠	٢١٩٠
	٢٠٢٠م	٠,٠٠٥٨٩	-٠,٠٦	-٩١,١	-٢٢,٧٦٩
الزئبق	٢٠١٦	٠,٠١١٨	-	-	-
	٢٠٢٠م	٠,٠٠٢٣٢	-٠,٠٠٩	-٨٠,٣	-٢٠,٠٨٥
الزيوت والشحوم	٢٠٠٢م	أقل من ١	-	-	-
	٢٠٢٠م	٠,٥<	-	-	-

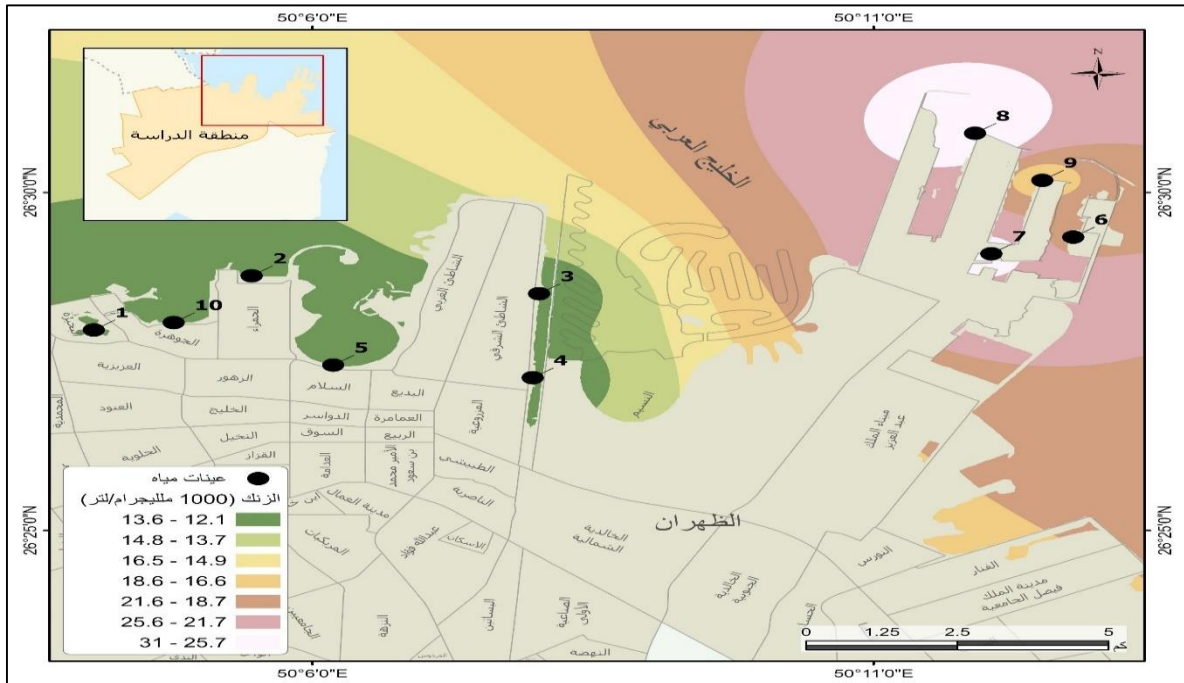
المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على: شركة الاستشارات البيئية والجيوفيزيائية، ٢٠٠٢م. ( Presidency of Meterology and Environment )، ((PME) Water Quality Guidelin, 2006)، (El Gammal and Guitouni, 2016)، (AL-Otaebi et al., 2016)، الدراسة الميدانية، ٢٠٢٠م.



شكل ١٢. توزيع النيكل (ملجم/ لتر) لمياه ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.



شكل ١٣. توزيع الكروم (ملجم/ لتر) لمياه ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.

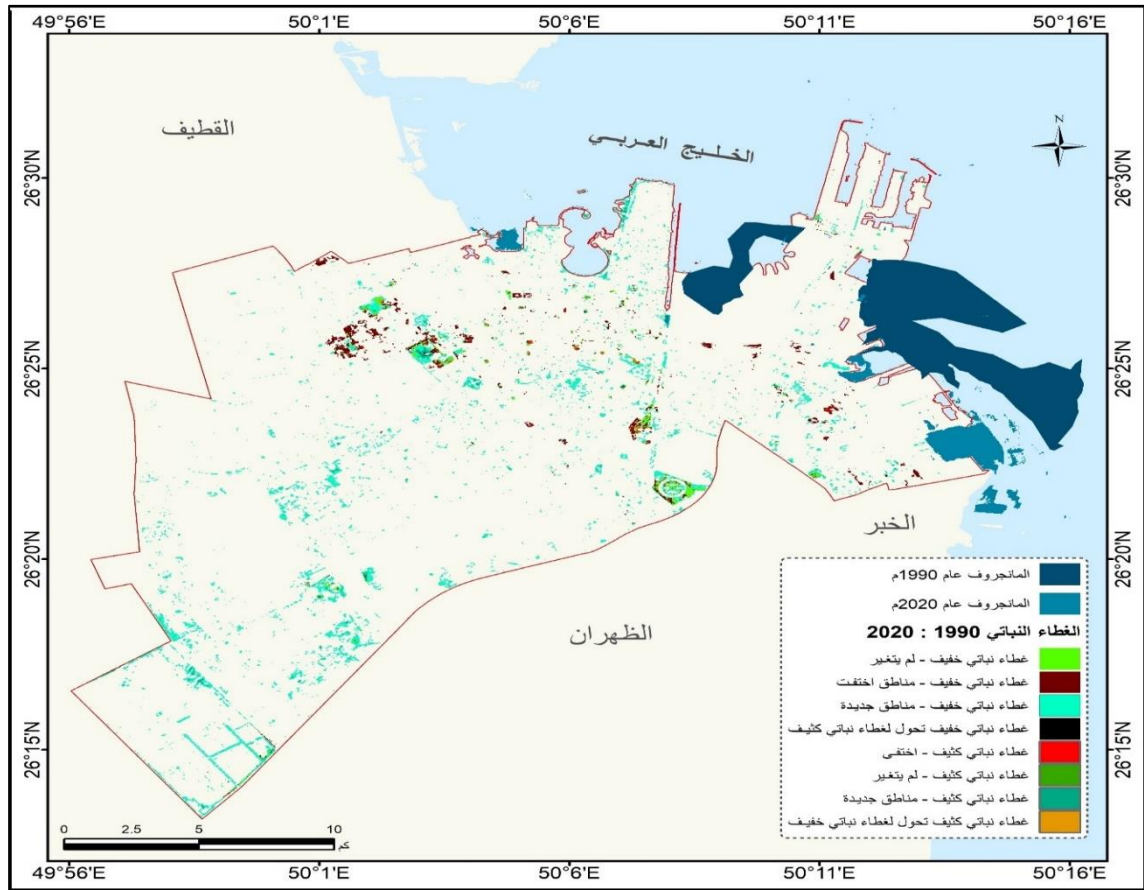


شكل ١٤. توزيع الزنك (ملجم/ لتر) لمياه ساحل مدينة الدمام ٢٠٢٠م.

جدول ١٥. الحدود المسموح بها للعناصر الملوثة للمياه.

التميز	الحدود المسموح بها	العنصر
PH	٩-٦	درجة الحموضة
NTU	٧٥	العكارة
ملجم/لتر	٢٥	الاحتياج البيوكيميائي للأكسجين
ملجم/لتر	١٥٠	الاحتياج الكيميائي للأكسجين
ملجم/لتر	٨	الزيوت والشحوم
ملجم/لتر	٠,١	الرصاص
ملجم/لتر	٠,٢	النيكل
ملجم/لتر	١	الزنك
ملجم/لتر	٠,١	الكروم

المصدر: وزارة الدفاع والطيران، الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ١٩٨٨م.



شكل ١٥. تغيرات الغطاء النباتي على ساحل مدينة الدمام خلال الفترة ١٩٩٠-٢٠٢٠م.

المصدر: إعداد الباحثان باستخدام برنامج ArcGIS 10.3، بالاعتماد على المرئيات الفضائية للقمر الصناعي Landsat، للعامين ١٩٩٠، ٢٠٢٠م، بدقة ٣٠م.

من ١٣٦,٢٤ كم عام ١٩٩٠م إلى ١٧٦,١٤ كم عام ٢٠٢٠م، كما انخفضت مساحة النحت مقارنةً بمساحة الإرساب، حيث بلغت ٣٣,٧٩ كم<sup>٢</sup>، في حين ارتفعت معدلات الإرساب وبلغت ٣٦,٧٢ كم<sup>٢</sup>.

٢- تناقصت مساحة بحيرة سيهات شمالي ساحل مدينة الدمام خلال فترة الدراسة ١٩٨٦-٢٠٢٠م، حيث بلغت مساحتها ٠,٣٢ كم<sup>٢</sup> في عام ١٩٨٦م، وتناقصت مساحتها في عام ٢٠٢٠م لتصل إلى ٠,٢١ كم<sup>٢</sup>؛ وذلك بسبب

#### ٤- الاستنتاجات والتوصيات

توصلت هذه الدراسة إلى عدد من النتائج من خلال المناقشة، والتحليل باستخدام بيانات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، والتحقق الميداني يمكن عرضها فيما يلي:

١- أثبتت الدراسة حدوث تغير واضح في خط الساحل بمنطقة الدراسة على مستوى قطاعاته التي بلغ عددها ٤ قطاعات خلال فترة الدراسة ١٩٩٠-٢٠٢٠م، وذلك بسبب النحت والإرساب، فقد تغير الطول الفعلي لخط الساحل

البيئية؛ لأهميتها في التخطيط لمشروعات التنمية المستدامة.

٣- حماية البيئة البحرية من الأنشطة البشرية خاصة عمليات الردم التي تتعرض لها المناطق الساحلية التي تضم تنوعاً مميزاً، كما يعد أحد مصادر الدخل عند استغلاله بالطريقة المثلى، والمحافظة عليها من التدهور.

٤- زيادة جاهزية الخدمات والمرافق في كورنيش منطقة الدراسة بزيادة المساحات الخضراء، وتوفير مكبات النفايات المخصصة لإعادة التدوير؛ لتشجيع المتزهين بالمحافظة على نظافة البيئة الساحلية، وعدم تلوثها تحقيقاً لأهداف رؤية المملكة ٢٠٣٠م.

٥- رفع مستوى الوعي المجتمعي للسكان بظاهرة التغيرات البيئية، وبخاصة سكان المدن الساحلية، وزيادة نشر الوعي البيئي والاهتمام بالقضايا البيئية الساحلية والعالمية، وذلك من خلال وسائل التواصل الاجتماعي، وبث روح المسؤولية البيئية للسكان منذ الصغر، وإدخال منهج دراسي بخطة التعليم العام بعنوان (الاستدامة البيئية).

## المراجع

أولاً: المراجع العربية

الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء ناسا (NASA) بالتعاون مع وزارة الاقتصاد والصناعة اليابانية (٢٠١٩)، نموذج الارتفاع الرقمي لساحل مدينة الدمام، الدقة ١٠م.

تعرضها للأنشطة البشرية، المتمثلة في مد الطرق لربط محافظة القطيف بمدينة الدمام.

٣- انخفضت مساحة السبخات الساحلية من ٢١,٥٤٢ كم<sup>٢</sup> عام ١٩٩٠م لتصل إلى ٤,٩٢٣ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٠م؛ وذلك لأسباب بشرية تتمثل في اقتطاع مساحات منها للبناء عليها، خاصة السبخات جنوبي ساحل مدينة الدمام.

٤- تناقصت مساحة أشجار المانجروف على ساحل مدينة الدمام خلال فترة الدراسة ١٩٩٠-٢٠٢٠م، حيث بلغت مساحتها عام ١٩٩٠م ٣٢,٨٣٧ كم<sup>٢</sup> لتصل إلى ٧,٣١٩ كم<sup>٢</sup> عام ٢٠٢٠م؛ مما أثر في إنتاجية صيد الأسماك والقشريات بوصفها بيئة حاضنة لها.

٥- يبرز دور الإنسان بوصفه عاملاً جيومورفولوجياً على ساحل مدينة الدمام، حيث إن أغلب التغيرات البيئية ترجع إلى قيام الأنشطة البشرية؛ بسبب الحاجة إلى التوسع العمراني، وتلبية حاجة السكان لامتلاك أراضٍ سكنية.

وتوصي الدراسة ببعض الإجراءات كما يلي:

١- تحديث اللائحة التنفيذية الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، والتي تتضمن المقاييس البيئية للمياه، والهواء، والتربة، والحدود المسموح بها، بما يتوافق مع رؤية المملكة ٢٠٣٠م.

٢- إقامة محطة للرصد البيئي في منطقة الدراسة، وذلك للوقوف على حجم التغيرات وتأثيرها في النظام البيئي، وإعداد التقارير الدورية للتغيرات



رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة، مصر.

عبد الله، فاطمة فتحي محمد (٢٠١٥)، التغيرات المناخية وتأثيرها على النظم الطبيعية في دلتا نهر النيل باستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة حلوان، كلية الآداب، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات، مصر.

الفريدان، محمد عبد الوهاب (٢٠٠٦)، دراسة مجتمعات المانجروف بالساحل الشرقي للمملكة العربية السعودية، جامعة أسيوط، ٩(١): ١٣-١٠.

الكومي، عبد الرزاق بسيوني (٢٠١٦)، 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 في العلوم الإنسانية والدراسات الأدبية، جامعة عين شمس، مركز بحوث الشرق الأوسط، (٢) ٣٩: ١٣٣-٢٠٤.

محسوب، محمد صبري (١٩٩٧)، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، القاهرة، دار الفكر العربي.

محمد، محمد هاني ربيع نادي (٢٠١٦)، التغيرات البيئية على النطاق الساحلي الغربي لخليج السويس، دراسة في جغرافية البيئة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة بني سويف، مصر.

المكتب السعودي للاستشارات الجيوفيزيائية والبيئية (٢٠٠٢) دراسة تقييم بيئي لتطوير كورنيش الدمام، الخبر.

هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، مرئية فضائية للقمر الصناعي Landsat 8، المستحث OLI، بتاريخ ٧-٢٠٠١م، رقم اللوحة ١٦٤٠٤٢.

إسماعيل، حسام محمد أحمد (٢٠١٢)، التغيرات المناخية وأثرها على النظم الطبيعية في الساحل الشمالي لشبه جزيرة سيناء، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة حلوان، مصر.

أمانة المنطقة الشرقية (٢٠١٩)، خريطة طبوغرافية، مقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠ كم، الدمام.

جابر، أحمد فوزي ضاحي، وحمودة، أشرف إبراهيم (٢٠١٨)، رصد التداخلات البشرية في جيومورفولوجية ساحل المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الدراسات الإنسانية والأدبية، جامعة كفر الشيخ - كلية الآداب، (٣) ١٥: ١٣٧٨-١٤٥٠.

جودة، جودة حسنين؛ وعاشور، محمود محمد؛ ودسوقي، صابر أمين؛ وتراب، محمد مجدي؛ ومرغني، علي مصطفى؛ ومصطفى، محمد رمضان (١٩٩١)، وسائل التحليل الجيومورفولوجي. الإسكندرية، دار المعرفة الجامعية.

الحارث، عواطف الشريف شجاع علي (٢٠١١)، دراسة التغيرات البيئية في شرم أبجر، شمال مدينة جدة باستخدام بيانات المرئيات الفضائية، المجلة المصرية للتغيير البيئي، ٢٣: ١٣-٤١.

الحرز، علي إبراهيم عبد الله (٢٠١٩)، جيومورفولوجية السباح بالمنطقة الشرقية (المملكة العربية السعودية)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، قسم الدراسات الاجتماعية، جامعة الملك فيصل، الأحساء.

الزامل، إبراهيم زامل؛ وكرار، محمد عثمان (٢٠٠١)، كيمياء البيئة. الرياض، دار الخريجي للنشر والتوزيع.

الشيوي، شرين صبري السباعي زكي (٢٠١٠) تغيرات البيئة الطبيعية بالساحل الشمالي لشبه جزيرة سيناء دراسة في الجغرافيا الطبيعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية،

- Marine Science Environmental Studies and Consultation*, (6)38:27-32.
- ESCO (2016)** *Air Quality in Dammam Power Plant*, Damam, 1-22 .
- Fuad, M. and Fais, D. (2017)** *Automatic Detection of Decadal Shoreline Change on Northern Coastal of Gresik, East Java- Indonesia*. The 5th Geoinformation Science Symposium.
- Mujabar, S. and Chandrasekar N. (2013)** A Shoreline change analysis along the coast between Kanyakumari and Tuticorin of India using remote sensing and GIS. *Arab J Geosci*, 6(3):647–664.
- Parsons, T., Maita, Y. and Lalli, C. (1984)** *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press, Oxford.
- Patel, K., Jain, R., Patel, A. and Kalubarme, M. (2011)** Shoreline change monitoring for coastal zone management using multi-temporal Landsat data in Mahi River estuary, Gujarat State. *Applied Geomatics*, 13:333–347.
- Paz-Delgado, M., Payo, A., Gómez-Pazo, A., Beck, A. and Savastano, S. (2022)** Shoreline Change from Optical and Sar Satellite Imagery at Macro-Tidal Estuarine, Clifed Open-Coast and Gravel Pocket-Beach Environments. *J. Mar. Sci. Eng*, 10(5):1-38.
- Presidency of Meterology and Environment (2016)** *Water Quality Guidelin*, Damam, 5-32.
- Rajaiah, K., Kanungo, A. and Murty M. V. R. (2016)** Shoreline Change Monitoring in Nellore Coast at East Coast Andhra Pradesh District Using Remote Sensing and GIS. *International Journal for Innovative Research in Science and Technology*. 2(10):2349-6010.
- Reddy, C.S., Pasha, S. and Jha, C. (2016)** Spatio-temporal changes associated with natural and anthropogenic factors in wetlands of Great Rann of Kachchh, India. *Journal of Coastal Conservation*, 20: 145–155.
- Shan, Y.G. Fen, S.Y., Chen, Z. and Tang, L.H. (2001)** Assessment of vulnerable scope to environmental change in Jiangsu Coastal Plain. *Journal of Geographical Sciences*, 11(1): 24-33
- Yusuf, A. A. (2015)** *In Fluence of Treated Sewage Effluents on Saudi Coast of The Arabian Gulf from Water Quality and Microblal Aspects*, A Magister message that is unpublished. King Fahd University of Petroleum and Minreals, Dhah.
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، مرئية فضائية للقمر الصناعي Landsat 5، المستحث TM، بتاريخ ٢٠-١-١٩٩٠م.
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، مرئية فضائية للقمر الصناعي Sentinel 2A، ALIC2، بتاريخ ٥-٣-٢٠٢٠م، الدقة التقريبية ١٠م.
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS)، مرئية فضائية للقمر الصناعي Landsat 8، المستحث OLI، بتاريخ ١٧-٧-٢٠٢٠م، رقم اللوحة ١٦٤٠٤٢، الدقة ٣٠م.
- وزارة الدفاع والطيران (١٩٨٨)، الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، اللائحة التنفيذية للنظام العام للبيئة، تقرير منشور، الدمام.
- ثانياً: المراجع الأجنبية
- Al-Otaebi, T.F., Mohamed, L.A., Manzar, M.S. and Abdel Magid, I.M. (2016)** Port Waste Quality: King Abdul – Aziz, Dammam port Case Study. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technologg*, (5)7:12026-12037.
- Anderson and Foyen (1969)** *Biological oxygen demand (BOD), was analyzed. In “Chemical Oceanography”* (R. Lange, ed.), University Folaget, Norway.
- Bennington, J. B. (2000)** *Environmental Geomorphology*. Hofstra.
- Chen, S., Chen, L., Liu, Q., Liu, X. and Tan, Q.(2005)** Remote sensing and GIS-based integrated analysis of coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, pear River Estuary, south China. *Ocean and Coastal Management*, 48(1):65-83, DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2004.11.004.
- Clows, A. and Comfort, P. (1983)** *Process and Landform, Conceptual Frameworks in Geography*, Oliver and Boyd, Edinburgh. P.128. DOI:10.1007/s11852-016-0425-0.
- El Gammal, M. and Guitounl, M. (2016)** The Effect of Draiange Water in Water Quality of PH Tarut Bay, Arabian Gulf Saudi Arabia. *Internatial Journal of*

## **Analysis of Changes in Coastal Environment Elements and Environmental Impacts in Dammam, Saudi Arabia Using Remote Sensing and GIS**

**Amani Hussein Mohamed Hassan<sup>1\*</sup> and Laila Ali Salman Al Nasser<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Geography, Faculty of Arts, Assiut University, Egypt, and* <sup>1,2</sup>*Department of Social Studies, Faculty of Arts, King Faisal University, Saudi Arabia*

\*dr.amani73@hotmail.com

*Abstract.* This research aims to study changes in coastal environment elements in Dammam using remote sensing data to raise awareness of the environmental dangers in the region, and to optimize the investment of environmental elements for sustainable development. The researcher relied on the spatial analysis approach of space visuals 6,7,8 Landsat 5, Spot from 1990 to 2020, tracking the change of the coastline using Erdas Imagine and ArcGIS 10.3 and applying several indicators to monitor environmental changes through remote sensing programs including NDVI vegetation, MNDWI, NDMI, DSAS and humidity index, as well as some chemical analyses of 20 samples of water to see how much they have changed. The study found a change in the shape of the coast of Dammam city and associated phenomena during the period studied, where the length of the coastline has changed from 136.24 km to 176.14 km, with change index of 1.03 km/year, change in the length of sea heads 0,51- km, and costal sabakhat area -0,55 km<sup>2</sup>. The chemical properties of water have also changed, but have not reached the level of pollution, in addition to the change in vegetation in negative proportions of mangroves amounted to -25.52 km<sup>2</sup>, while the area of dense vegetation increased to 1.10 km<sup>2</sup> in 2020. The study recommends the establishment of an environmental monitoring station in the study area, which will raise environmental awareness to protect the marine environment from human activities.

*Keywords:* Changes, Coastal Environmental, Environmental Impacts, Dammam, Remote Sensing.

