كشف التغير في أنماط الغطاء الأرضي في سبخات رابغ في المملكة العربية السعودية

خلال الفترة (2000 – 2022) عن طريق تطبيق تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

لوله بنت عزيز الشهري

باحثة دكتورة بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب جامعة طنطا

Loulah.aziz@yahoo.com

ا.د عبد الرازق بسيوني الكومى

استاذ الجغرافيا الطبيعية ووكيل كلية الآداب للدراسات العليا والبحوث جامعة طنطا

abdelrazek.elkoumi@art.tanta.edu.eg

ا.د فتحى عبد العزيز ابو راضي

استاذ الجغرافيا الطبيعية وعميد كلية الآداب جامعة الإسكندرية الأسبق

د.سحر اسماعيل حسن

مدرس الجغرافيا الطبيعية كلية التربية جامعة الإسكندرية

saharismail97@yahoo.com

الملخص

استخدم هذا البحث تقنيات الاستشعار عن بُعد لرصد تغيرات استخدام الأرض على مدى فترة طويلة، حيث قدم بيانات زمنية وتحليلات فحصية للسبخات، مُظهرًا استمرارية حالتها البرية. أظهرت بعض السبخات تحولات بارزة في مستوى العمران واستخدام الأرض، مُشيرًا إلى التحديات البيئية. تحليلات البيانات أظهرت تناسبًا بين تغيرات المياه والعمران في السبخات وتطور العمران والنشاطات البشرية. يبرز البحث أهمية مراعاة هذه التحولات وتبني سياسات بيئية مستدامة للحفاظ على التوازن البيئي وضمان استدامة استخدام الأرض.

الكلمات المفتاحية : السبخات ، الاستشعار عن بعد ، رصد التغير

مقدمة:

تمثل السبخات، والتي يشار إليها غالبًا بالمسطحات الملحية الساحلية أو المسطحات المالحة، أنظمة بيئية فريدة وديناميكية موجودة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة (عبدالرسول،،2021 ص 2369). وتتميز هذه البيئات المميزة بتراكم المعادن المتبخرة والترسبات المالحة الناتجة عن التفاعل بين مياه البحر والمياه الجوفية القارية(التهامي، 2012 ص،1). تعتبر سبخات رابغ ، الواقعة بين مدينتين استراتيجيتين على الساحل الشرقي للبحر الأحمر، حيث تمتد بين خط الطول 38° 55' 41.648" E ودائرة عرض 22° 57' 14.732" N. ، مثالا مقنعا، حيث تعرض التوازن المعقد بين التأثيرات الأرضية والبحرية في تشكيل المناظر الطبيعية .

تعتبر البيئة السبخية والموارد الطبيعية من أبرز القضايا التي تشغل بال الباحثين والمجتمع العلمي في العصر الحديث. يأتي ذلك نتيجة للتحديات المتزايدة التي تواجه البيئة الطبيعية، ومن بين هذه التحديات، تأتي أهمية مراقبة وفهم التغيرات في المسطحات المائية والتربة. تلك التغيرات تشمل تحولات في استخدام الأرض، وتغيرات في مساحة المياه، وتأثيرات الأنشطة البشرية على البيئة المحيطة. في هذا السياق، يسعى هذا البحث إلى القيام بتحليل شامل وتفصيلي لتغيرات سبخات رابغ باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد.

يعد اكتشاف التغيير داخل هذه البيئات السبخية أمرًا بالغ الأهمية. إن التغيرات السريعة في أنماط المناخ العالمي، إلى جانب الاضطرابات التي يسببها الإنسان مثل التحضر والتوسع الزراعي وتطوير البنية التحتية، تشكل تهديدات كبيرة لاستقرار وتوازن النظم البيئية السبخية (العقيل ،2018،ص50). يعد فهم هذه التغييرات ومراقبتها أمرًا ضروريًا لوضع استراتيجيات فعالة للحفظ والإدارة تهدف إلى الحفاظ على سلامتها البيئية.

في إطار السعي لرصد وفهم التغيرات داخل سبخات رابغ، يظهر الاستشعار عن بعد كأداة حاسمة. توفر تقنيات الاستشعار عن بعد، التي تستفيد من صور الأقمار الصناعية وتقنيات الاستشعار المتقدمة، وسيلة شاملة لتقييم ورصد ديناميكيات السبخة على نطاقات مكانية واسعة. حيث تتيح صور Landsat التي تم تحميلها من USGS، إمكانية الحصول على لقطات فضائية عالية الجودة وذات دقة متنوعة. يتيح هذا النهج استخدام تقنيات التصنيف المراقب لتحديد وتصنيف المناطق ذات الاهتمام، مثل المياه والأرض العارية والمناطق الحضرية، وتحليل التغيرات في توزيع هذه المناطق على مدار فترات زمنية محددة.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة عن كشف التغيرات في أنماط ومساحات الغطاء الأرضي واستعمالاته، في سبخات منطقة رابغ؛ لاتخاذ الإجراءات السليمة من قبل صانعي القرار للحد من المشكلات التي تواجه أنماط الغطاء الأرضي واستعمالاته.

أهداف الدراسة:

1- تصنيف وتحليل التغير في أنماط الغطاء الأرضي واستعمالاته في سبخات منطقة رابغ خلال الفترة 2000 الى 2022 باستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

2- إنتاج خرائط رقمية موضوعية تظهر التغير في أنماط الغطاء الأرضي واستعمالاته في منطقة الدراسة.

تحديد منطقة الدراسة:

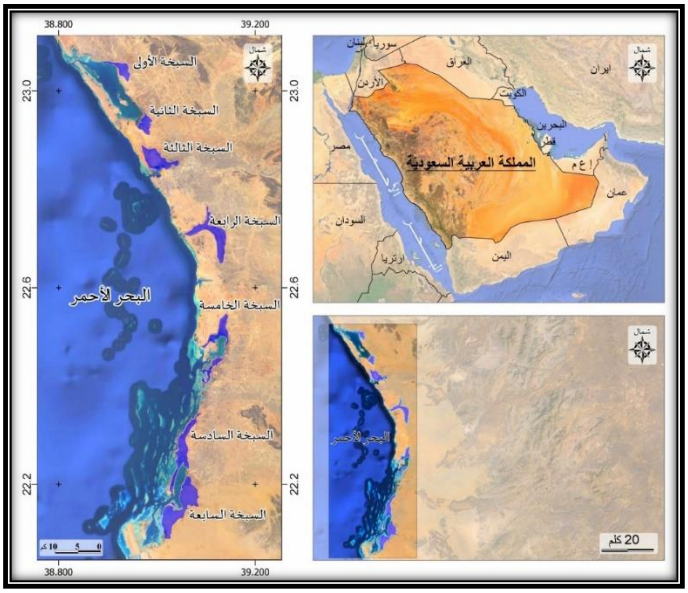
لإجراء هذا البحث، يجب تحديد منطقة الدراسة التي تشهد تغيرات زمانية ومكانية كبيرة، واعتمادًا على ذلك، تم اختيار سباخ مدينة رابغ، وهي إحدى المدن الساحلية في المملكة العربية السعودية الواقعة على الجانب الشرقي للبحر الأحمر عند 22°44′03″N and 38°59′43″E (الخريطة رقم ١)، ضمن مجال منطقة مكة المكرمة حيث تبعد حوالي 160 كم شمال جدة.

من الناحية الجيولوجية تحتوي منطقة رابغ على ثلاث وحدات صخرية جيولوجية رئيسية، وهي:

1) صخور بدائية متأخرة تتكون في الغالب من الحمم البركانية.

2) الصخور الثلاثية التي تشكل تلالًا منخفضة ترتفع فوق السهل الساحلي؛ تكون هذه الصخور أفقية بشكل عام.

3) الرواسب الرباعية التي تغطي مساحات كبيرة من السهل الساحلي وتتكون من الحجر الجيري المرجاني.(Aref& Taj, 2018,p2).



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادًا على الخريطة الجيولوجية لمربع رابغ رقم ٢٢

الخريطة رقم 1 (موقع منطقة الدراسة)

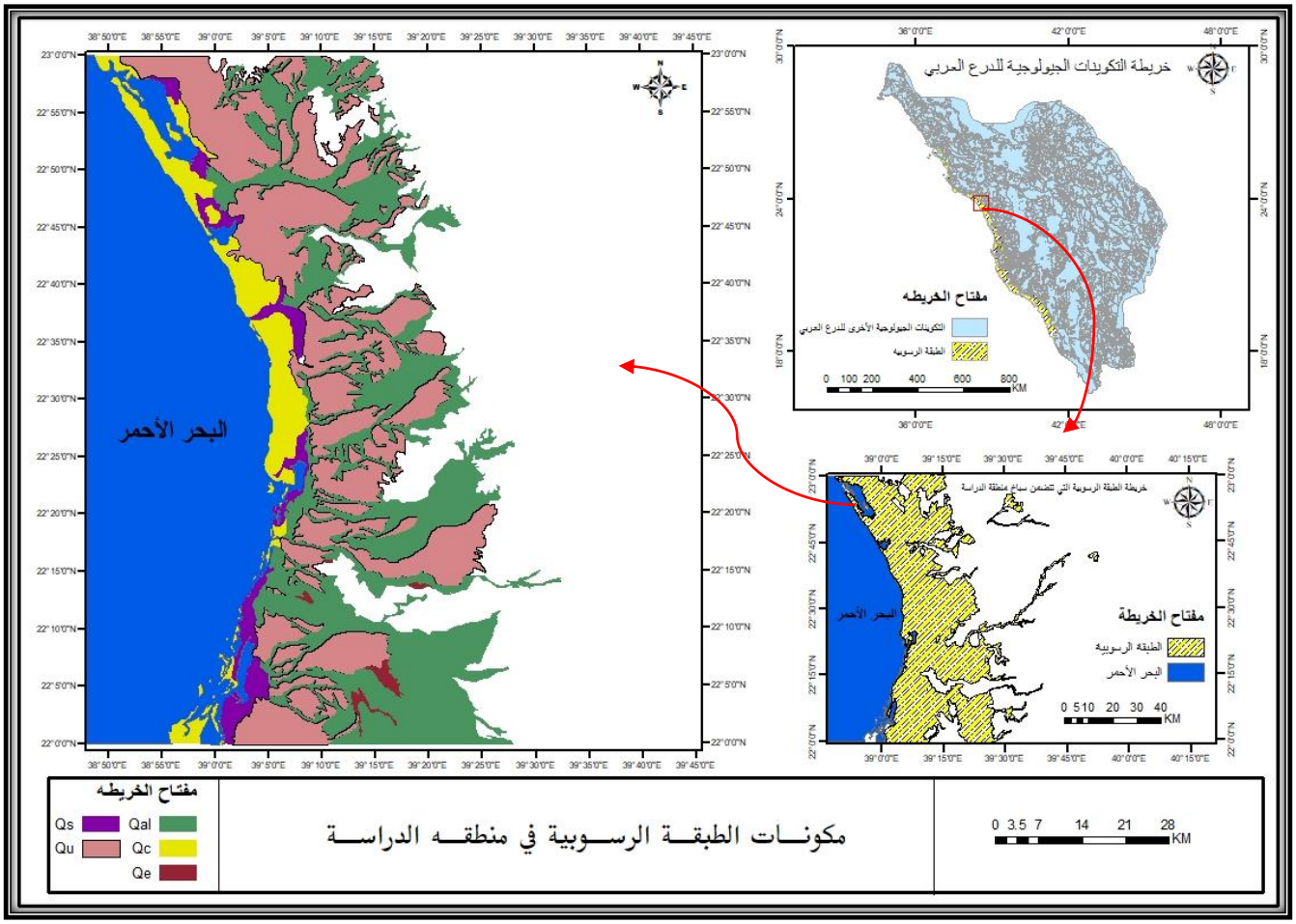
إذ تقع بحيرة الخرار في شمالها، بينما تقع بحيرة شـرم رابغ في جنوبها (Alharbi ,2020 ,P40) وتنتمي جيولوجية هذه المنطقة إلى الدرع العربي (الخريطة رقم 2) (عصري البلايستوسين والهولوسين)، الذي يغطي معظم الجزء الغربي من المملكة، ويمتد بمحاذاة ساحل خليج العقبة من الحدود مع الأردن شمالًا، إلى الحدود مع الجمهورية اليمنية جنوبًا.

يتكون الدرع العربي من صـخور قاعدية نارية ومتحولة؛ تعود إلى حقب ما قبل الكامبري (لم تكن هناك حياة على الأرض ويعتبر أقدم الأزمنة) وحتى الزمن الرابع وهو آخر الأزمنة الجيولوجية لتاريخ الأرض؛ لذلك تعد صخوره أقدم صخور شبه الجزيرة العربية؛ حيث تتراوح أعمارها ما بين ٤٥٠ و١٠٠٠ مليون سـنة؛ مع وجود دلائل تشـير إلى وجود صـخور يصـل عمرها إلى أكثر من ١٦٠٠مليون سنة، (هيئة المساحة الجيولوجية،١٤٣٣) و(البارودي والشريعي، ٢٠١٧، ص 18).

تتراكم أعلى هذه المناطق سلسلة من تشكيلات جيولوجية مختلفة تم اختراقها بواسطة العديد من تدفقات الصهارة ومواد البراكين وذلك في فترات زمنية مختلفة، وبناءً على ذلك، تعرضـــت هذه التكوينات لعمليات تكتونية كبيرة جعلتها تتداخل بشـــكل غير منتظم وتتشـــوه على شـــكل كتل متشـــابكة، تحتوي هذه المناطق على العديد من الهياكل الجيولوجية العملاقة التي نتجت عن عمليات الطي والتصدع وإعادة التبلور، بالإضافة إلى وجود عمليات جيولوجية كبيرة. (آل سعود، ١٤٣٦، ص8).

ويتضح من استقراء الخريطة الجيولوجية D22 أن السباخ والأجزاء المحيطة بها تقع ضمن نطاق رواسب الزمن الرابع (الخريطة رقم 2) والتي سوف يتم التركيز عليها، حيث تشغل تكويناته الشريط الساحلي على طول امتداد منطقة الدراسة، والذي يتميز بقوة جريان الأودية نتيجة لما يمر على المنطقة من فترات مطيرة أدت إلى زيادة التكوينات الرسوبية على طول ساحل البحر الأحمر.

ومن الدراســـات اتضـــح أن هناك زيادة في سمك بعض التكوينات وبالأخص الطميية والغرينية بالاتجاه نحو الســـاحل (الودعانى،2014 ص6)بمتوسط عرض يقارب 30 كم، وفيما يلي تحليل لرواسب الزمن الرابع الرئيسية لمنطقة الدراسة مرتبة من الأقدم إلى الأحدث:



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية لمربع رابغ رقم22

الخريطة رقم 2 (مكونات الطبقة الرسوبية في منطقة الدراسة)

من الخريطة رقم 2 تتضح بعض أنواع تكوينات مثل:

- الحجر الجيري الشِعَبي **lime stone (Qc)**:

يعتبر من أقدم الرواسب (رواسب طينية من العصر الرباعي)، توجد هذه الرواسب على طول الساحل وتشكل حزاماً مكشوفاً متقطع يختلف عرضة ما بين ٢ إلى ٥ كيلومترات (**Alamri,et al,2020,p4**)، إلا أن وجوده يتناقص باتجاه الجنوب.

هذه الرواسب عبارة عن شعاب مرجانية ورخويات وأصداف، ووفقًا لـ (البيومي،٢٠٠٥، ص ١٢٨) فإن هذا النوع من الرواسب يعد من الرواســـب البحرية، وتعد كذلك أحد الأدلة التي تثبت حدوث تغير في مســـتوى البحر الأحمر (الحافظي،٢٠١٧، ص537)، ويرتفع الحجر الجير الشـــعبي بمقدار 2 – 4 م فوق مســـتوى البحر، ويتألف من مقدار كبير من المرجان وذوات المصراعين وبطنيات القدم الملتصقين ببعضهم البعض لكن نادرًا ما تتحجّر، ولذلك تكون الصخور هنا كهفية ومسامية للغاية.

- الرواسب السبخية superficiai deposits (Qs):

وتعتبر رواسب سطحية من العصر الرباعي حيث اعتبرها (البيومي،٢٠٠٥، ص ١٢٨) من الرواسب القارية، ومن الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة يتضح لنا أن هذه السبخات مغلقة وممتدة على ساحل البحر الأحمر إذ بلغ عددها 7 سبخات وتختلف في المساحة والشكل.

وفقًا لدراسة (Sonbul ,2016,p 164) تتكون الرواسب السبخية من الطمي والرمال الناعمة جدًا، كما أنها أحيانًا تكون مغطاة بقشرة مالحة وطبقة بيضاء من الملح بسمك ٠,٥ متر، وقد وصف (الحافظي،٢٠١٧، ص537) سطح السبخات بأنها تتكون من رواسب من الزمن الرابع اختلطت مع المياه سواء المتسربة من البحر إلى المناطق الأكثر انخفاضًا أو مياه الوديان بعد سقوط الأمطار.

وتصنف السباخ في منطقة الدراسة إلى نوعين: سباخ ترتبط ببحيرات تقع خلف أطر مرجانية، وسباخ ترتبط بمصبات أودية. (الوليعي، ١٩٩٦، ص١٢٦).

- رواسب المراوح والمدرجات النهرية floodplain (Qu):

منها: (رواسب غير متباينة، ركام، رواسب ريحية من العصر الرباعي) وتعتبر من الرواسب القارية (البيومي،٢٠٠٥، ص ١٢٨) (Alamri,et al,2020,p4) لديها منظومة تصريف توصف بأنها شجيرية وهذا ما جعلها معقدة وضحلة، إضافة إلى ذلك تغطيها قشور رقيقة وتوصف بأنها تغطي مساحة شاسعة من الساحل (AlQahtani,et al,2021,p3)

- الرواسب الغرينية alluvial soil (Qal):

وتعتبر من أحدث الرواسب حيث تتكون من الحصى الذي ينحصر في قنوات الوديان والرمال الغرينية التي تتراكم في السهول الفيضية، تحتوي هذه الرواسب على نسبة عالية من المواد الخشنة غير المتماسكة ونادرًا ما يزيد سمكها عن 5 أمتار (AlQahtani,et al,2021,p3).

كما تتميز منطقة رابغ بالصيف الحار الرطب والشتاء الدافئ، ونسبة هطول الأمطار ضئيلة جدًا في معظم فترات العام، وعادة ما تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع في أبريل لتتجاوز 45 درجة مئوية في الفترة من يوليو إلى سبتمبر (Nayebare, et al.2016,p3115،).

الدراسات السابقة:

تمحورت دراسة (العتيبي ،مها ، 2022) حول رصد وتقييم تأثير إنشاء السدود على التغيرات في الغطاء الأرضي لوادي حلي بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. استُخدمت صور Landsat (TM) لعام 2001، وصورة Landsat ETM+لعام 2011، وصورة OLI–TIRS لعام 2021 من .USGS تم تطبيق مؤشر الغطاء النباتي NDVIومؤشر فرق الماء الطبيعي NDWI لتحديد الاتجاهات في التطور والتغيرات في المنطقة.

أظهرت النتائج تفاعلات متعددة بعد إنشاء سد وادي حلي، حيث زادت الأنشطة الزراعية وتوسّعت مساحة بحيرة السد، لكن على الجانب الآخر، شهدت المنطقة انخفاضا وانحسارا في المساحات الأرضية الرطبة، حيث بلغ متوسط الفقد حوالي 38.74 كم^2 من المساحة الأرضية الرطبة. وتزايدت المناطق النباتية والمائية بما يقارب 16.36 كم^2 و5.89 كم^2 على التوالي بين عامي 2001 و 2021.

الهدف من دراسةYossif (2017) كان تحديد وتصنيف ورسم خرائط الوضع الحالي لأنواع تغطية الأراضي والترب المتأثرة بالملوحة في واحة سيوة خلال الفترة من 1987 إلى 2017 باستخدام بيانات صور الأقمار الصناعية ووسائل نظم المعلومات الجغرافية والتحليل الإحصائي.

أظهرت النتائج وجود وحدات مختلفة لتغطية الأراضي/استخدامها، وتغيرات كبيرة خلال الفترة المدروسة، حيث زادت المساحات المالحة بشكل كبير وانخفضت المساحات الأرضية الرطبة. كما أظهرت النتائج أن الأنشطة البشرية والري الطويل الأمد تسببت في تدهور الأراضي وزيادة الملوحة.

وفي دراسة منصور، عصام. (2021). والتي تناولت ظاهرة السبخات الساحلية في المنطقة المحددة على الساحل الشرقي لخليج سرت، وذلك بالتركيز على ضوابط الاختلافات الجيومورفولوجية للسبخات الساحلية حيث أظهرت الدراسة تنوع الأشكال المرتبطة بالسبخات مثل النباك والبرك الملحية والمضلعات والتنهدات الملحية والتشققات الطينية. وتم التطرق في الدراسة أيضًا إلى الأخطار الجيومورفولوجية التي تهدد الأنشطة البشرية مثل التجوية الملحية والهبوط الأرضي والمخاطر المرتبطة بارتفاع منسوب الماء الجوفي. واقترحت الدراسة بعض الحلول للتخفيف من حجم هذه الأخطار، مُبيّنة أهمية السبخات الاقتصادية في المنطقة ودورها المحتمل في مجالات متنوعة كالزراعة والصيد والصناعة والسياحة.

إجراءات الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام:

1- المنهج الوصفي: استخدم لوصف الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة وكذلك وصف أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في منطقة الدراسة خلال الفترات الزمنية المحددة.

2- المنهج التحليلي: استخدم لتحليل التغيرات التي طرأت على أنماط الغطاء الأرضي، وتحليل الأسباب التي أدت إلى هذا التغير خلال فترة الدراسة، حيث اتبعت الدراسة خطوات محددة كما هو موضح في (الصورة رقم 1). تم اختيار التصنيف المراقب لأن الباحثة تمتلك معرفة جيدة بمنطقة الدراسة وبالغطاء الأرضي، بناءً على الدراسة الميدانية التي أجرتها. في المقابل، يُفضل استخدام التصنيف غير المراقب عندما تكون المنطقة غير معروفة للباحث أو يصعب الوصول إليها.

بالإضافة إلى ذلك، اختارت الباحثة التصنيف بشكل عام بدا من استخدام المؤشرات نظرًا لتعدد التصنيفات (المياه، الأراضي القاحلة، والعمران) في حين لو كان هناك تصنيفين فقط فيفضل استخدام المؤشرات، مما يجعل النهج المتبع في هذا المحث هو الأكثر فعالية ودقة في مثل هذه الحالات، اعتمدت هذه الدراسة في عملية تصنيف بيانات مرئيات القمر الصناعي الفضائية على طريقة التصنيف باحتمالية غاوس العظمى **Maximum Likelihood Classifier** كإحدى أساليب التصنيف الموجه، (**Supervised Classification**)، ويبين (السلال ،2010، ص 74) مدى دقة هذا الأسلوب في عملية التصنيف لكونه يعتمد على متجهة الوسطى ومصفوفة التغاير داخل مجموعات التدريب، ويدل انتشار الخلايا حول متجهة الوسطى على كثافة الاحتمالات المستمرة.

الصورة رقم 1: المخطط الانسيابي للخطوات المنهجية

النتائج والمناقشة :

المبحث الأول: كشف التغير في أنماط الغطاء الأرضي في سبخات منطقة الدراسة خلال الفترة (2000– 2022):

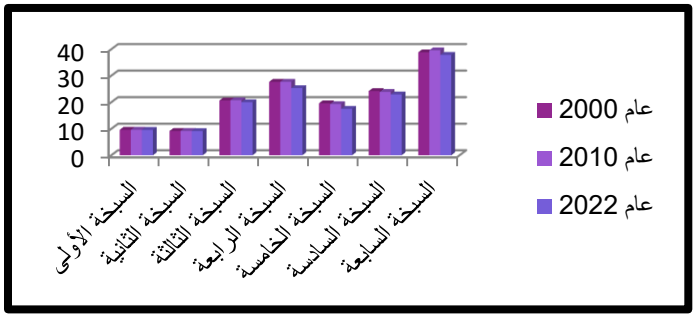
قدمت هذه الدراسة نتائج تحليل التغييرات في الغطاء الأرضي من الأراضي القاحلة والموارد المائية وأنماط التعمير، وذلك حسب مساحة كل سبخة.

أولًا: التغير في مساحة الأراضي القاحلة في السبخات:

جدول رقم 1: حجم التغير في مساحة الأرضي القاحلة/ كم^2 في سبخات رابغ

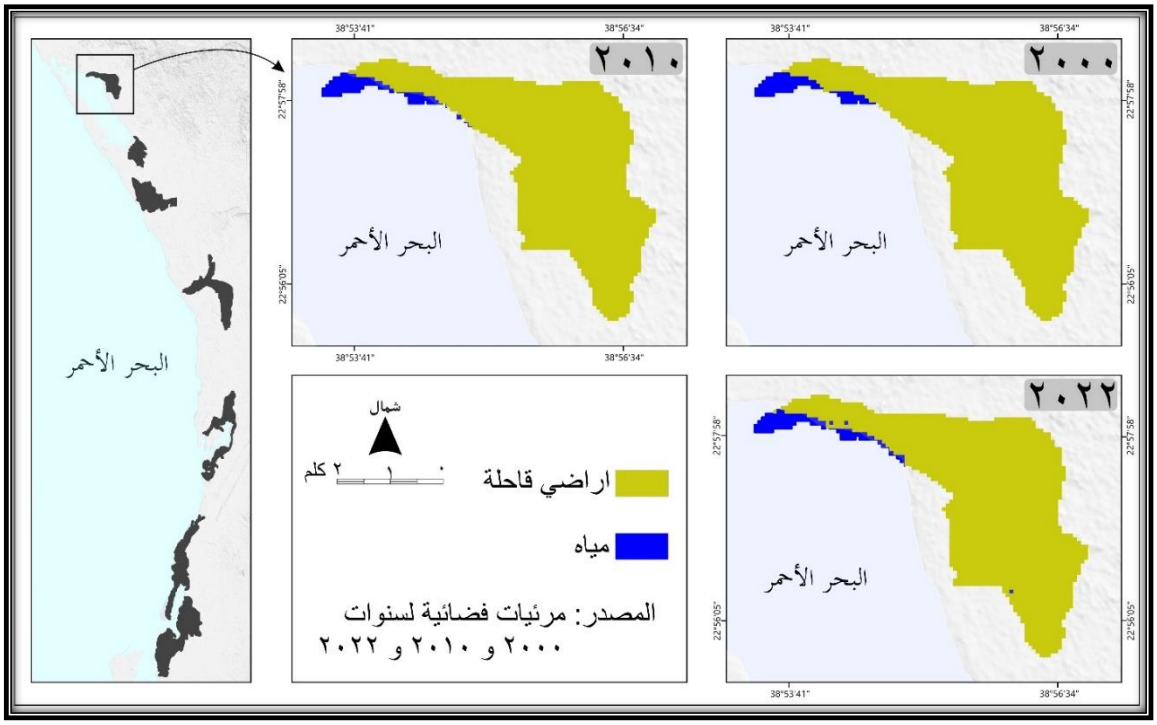
السبخة	التغير في الأراضي القاحلة كم^2		
السنة	2000	2010	2022
السبخة الأولى	9.6048	9.5823	9.5364
السبخة الثانية	9.1539	9.1539	9.117
السبخة الثالثة	20.6298	20.7216	19.989
السبخة الرابعة	27.6678	27.6678	25.2954
السبخة الخامسة	19.5633	19.2681	17.4672
السبخة السادسة	24.2019	23.8608	22.9239
السبخة السابعة	38.7864	39.5226	37.8117

المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئيات الفضائية باستخدام GIS.



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول رقم (1)

الشكل رقم 1: حجم التغير في مساحة الأرضي القاحلة/ كم2 في سبخات رابغ



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

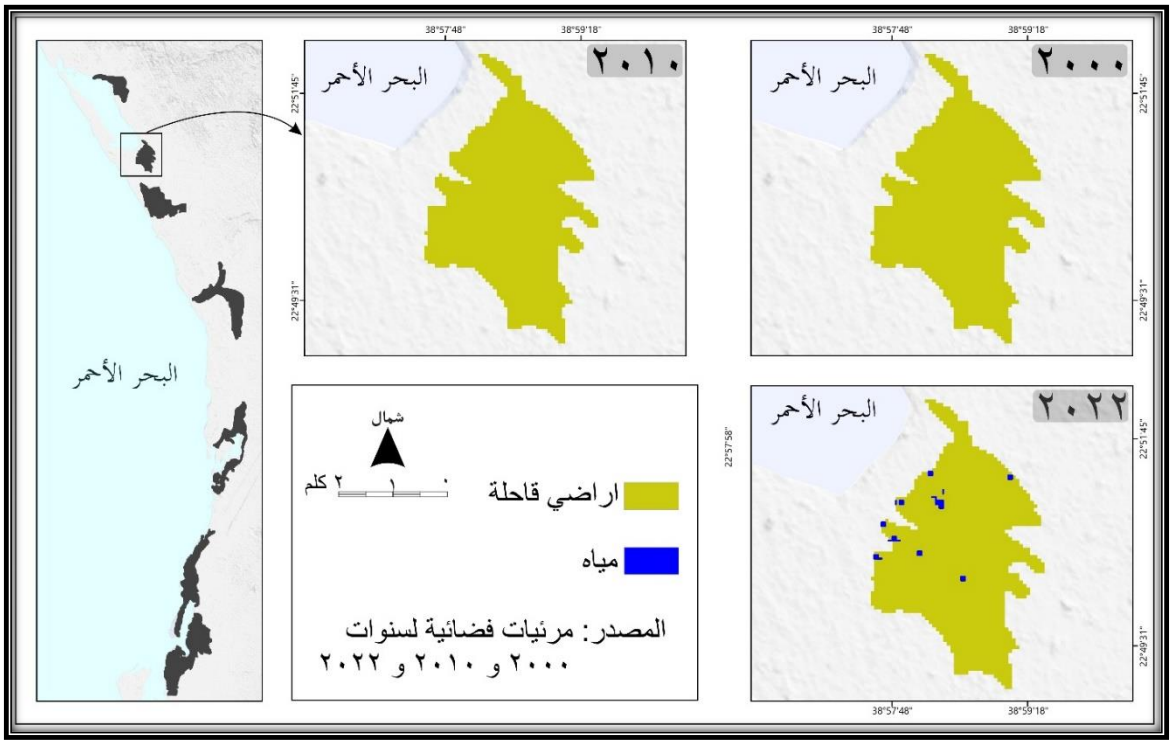
الخريطة رقم 3: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة الأولى في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

يبين الجدول والشكل رقم (1) حدوث تغير في مساحة الأراضي القاحلة في سبع سبخات خلال فترة زمنية (2000 –2022) وقد ظهر تفاوت كبير في معدلات التغير في المساحة القاحلة لكل سبخة، ولتحليل هذه النتائج شملت الدراسة مناقشة كل سبخة على حدة وفق التالي:

1. نطاق السبخة الأولى: يُبرز الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (3) التغيرات في مساحة الأراضي القاحلة خلال الفترة المدروسة ، إذ تراجعت من 9.6048 كم2 في عام 2000 إلى 9.5832 كم2 في عام 2010 واستمر التراجع إلى 9.5364 كم2 في عام 2022.

تثبت هذه التغيرات الخفيفة في مساحة الأرض القاحلة استمرارية الضغط البيئي على نطاق السبخة الأولى، وحدثت تلك التغيرات بفعل عدة عوامل أهمها الأنشطة البشرية وتغير معدلات هطول الأمطار وما لذلك من تأثير على البيئة، وتعد الأنشطة البشرية من أكثرها تأثيرًا وخاصة في المجال العمراني والزراعي

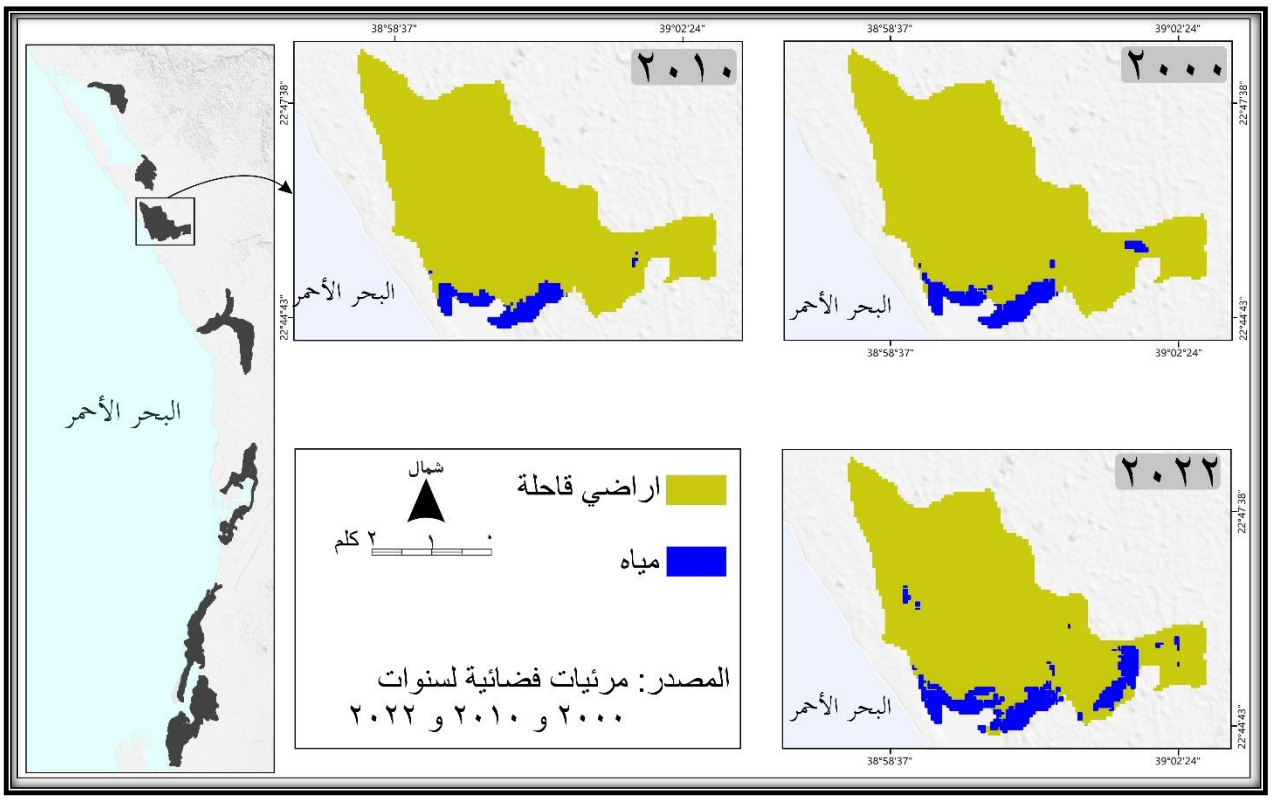
2. نطاق السبخة الثانية: تعتبر دراسة السبخة الثانية جزءًا مهمًا من هذا الفصل، وأظهر الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (4) استقرارًا نسبيًا في مساحة الأراضي القاحلة خلال فترة الدراسة ، إذ سجلت 9.1539 كم2 في عام 2000 وبقيت على حالها حتى عام 2010 ثم أظهرت تغيرًا صغيرًا جدًا في عام 2022 إذ انخفضت المساحة إلى 9.117 كم2.



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

الخريطة رقم 4: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة الثانية في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

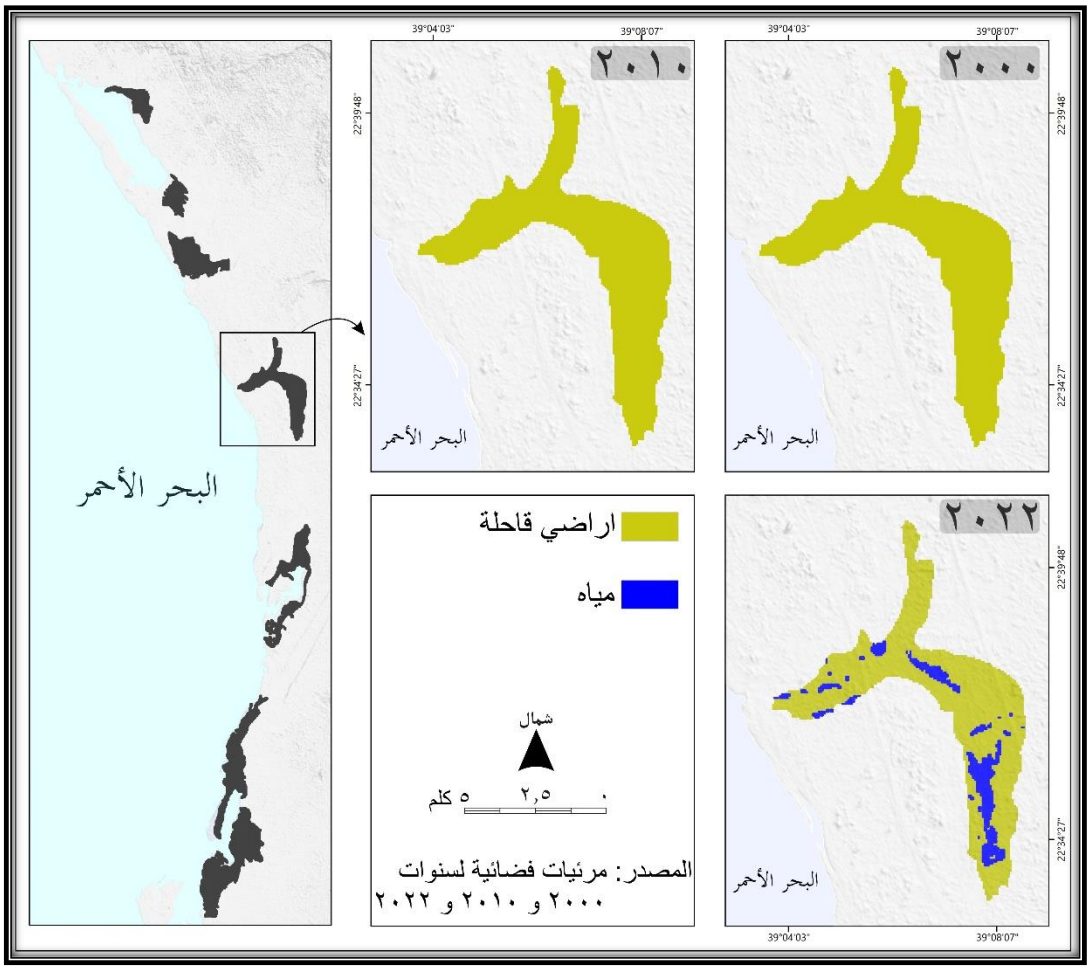
3. نطاق السبخة الثالثة: دعمت نتائج تحليل تغيرات السبخة الثالثة هذا البحث بصورة واضحة، إذ يكشف الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (5) عن تغيرات ملحوظة في مساحة الأراضي القاحلة خلال مدة الدراسة ، يوضح الجدول وجود زيادة المساحة من 20.6298 كم2 في عام 2000 إلى 20.7216 كم2 في عام 2010 ثم انخفضت إلى 19.989 كم2 في عام 2022، ويدل ذلك على حدوث تغير في النظام البيئي ويعود ذلك لأسباب عديدة.



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

الخريطة رقم 5: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة الثالثة في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

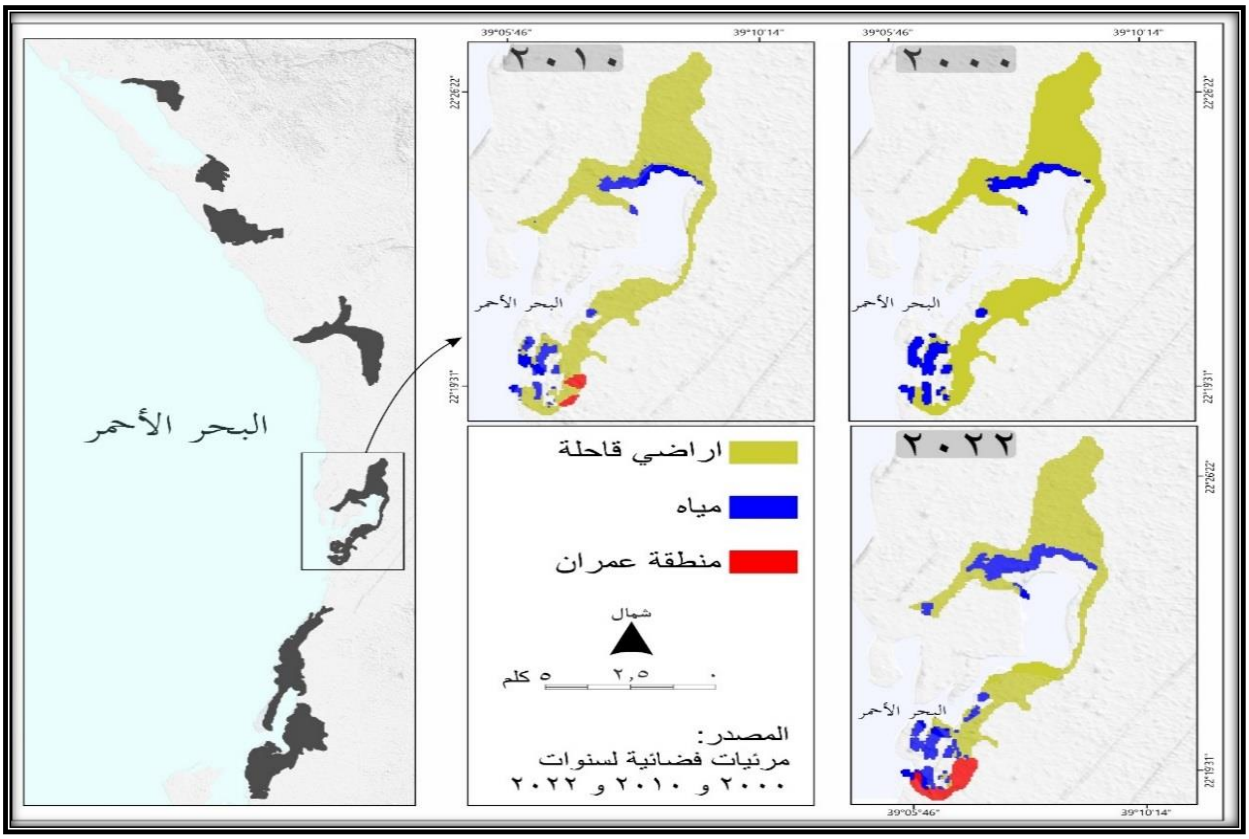
4. نطاق السبخة الرابعة: تعتبر مواصفات نطاق السبخة الرابعة مؤشرًا على نمط مميز من التغيرات البيئية في المنطقة وتعد مهمة في دراسة تغير مساحة الأراضي القاحلة، إذ يظهر الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (6) أن مساحة الأراضي القاحلة بقيت ثابتة خلال الفترة من 2000 إلى 2010 27.6678 كم2 وتراجعت بنســـبة كبيرة إلى 25.2954 كم2في عام 2022. يوضح التراجع في مساحة الأراضي القاحلة في السبخة الرابعة المؤثرات التي ساهمت بحدوثه مثل تغيير استخدامات الأراضي والتوسع العمراني



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

الخريطة رقم 6: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة الرابعة في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

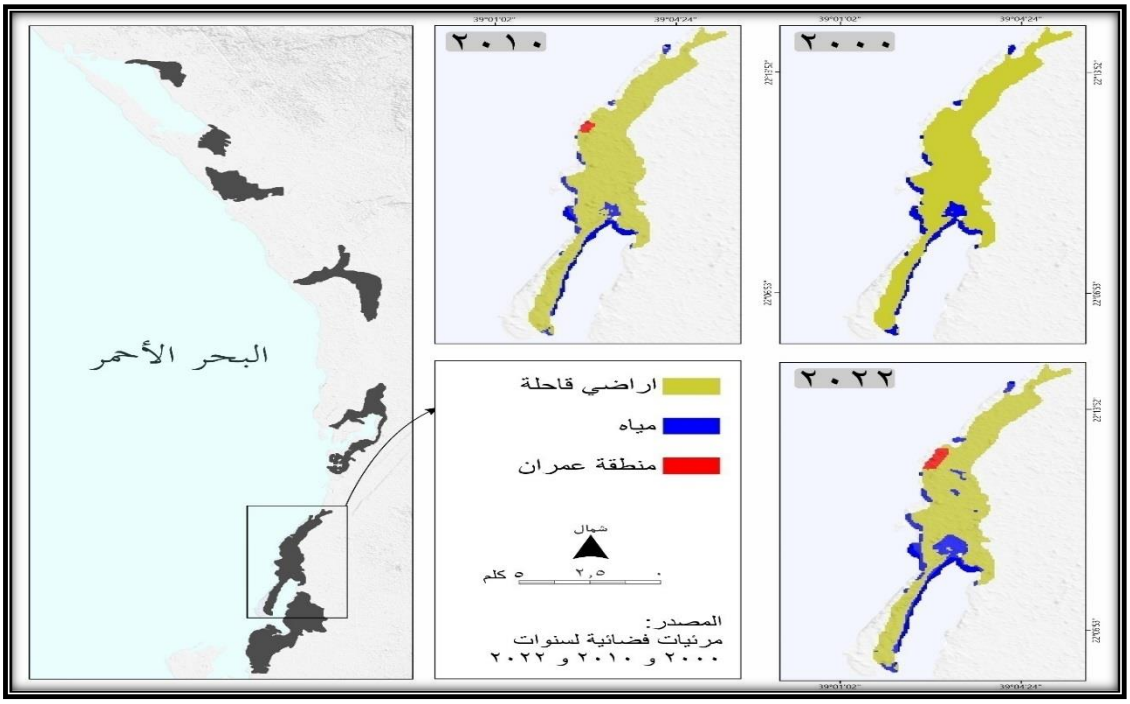
5. نطاق السبخة الخامسة: يكشف الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (7) عن تحولات ملحوظة في مساحة الأراضي القاحلة في السبخة الخامسة ، إذ انخفضت المساحة من 19.5633كم2 إلى 192681كم2 بين عامي 2000 و2010، واستمر هذا التراجع حتى عام 2022 إذ بلغ 17.4672كم2، وبهذا لا تقل دراسة هذه السبخة أهمية عن سابقتيها في المساهمة بتحديد التغيرات البيئية المهمة وفهمها



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

الخريطة رقم 7: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة الخامسة في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

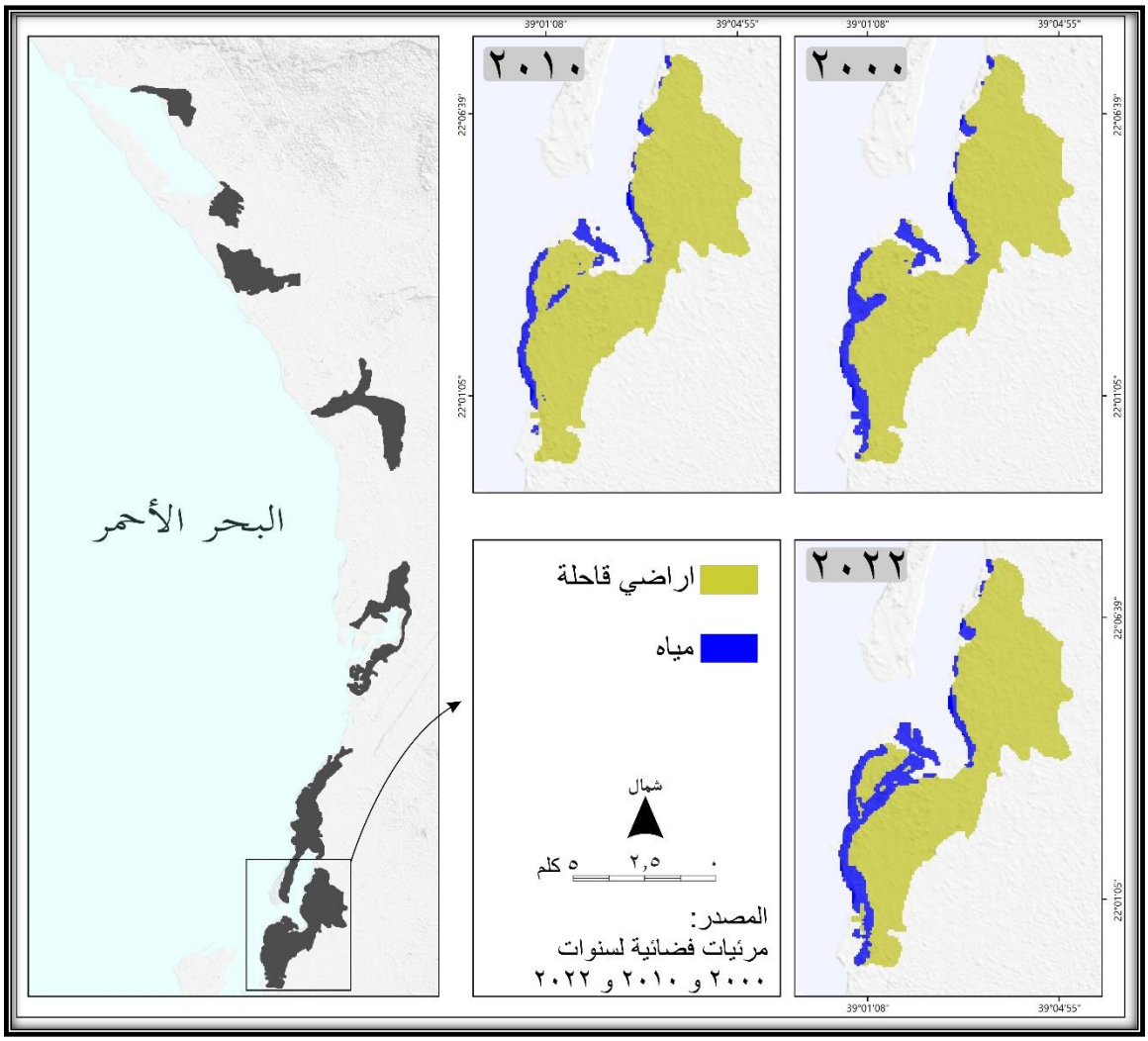
6. نطاق السبخة السادسة: تفيد البيانات المدرجة في الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (8) بحدوث تغيرات ملحوظة في مساحة الأراضي القاحلة ضمن نطاق السبخة السادسة ، إذ تناقصت المساحة من 24.2019كم2 في عام 2000 إلى 23.8608كم2 في عام 2010 واستمرت بالتراجع حتى 22.9239كم2 في عام 2022، وذلك بسبب تأثرها بالتغيرات المناخية وتزايد الأنشطة البشرية



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

الخريطة رقم 8: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة السادسة في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

7. نطاق السبخة السابعة: يمتد نطاق السبخة السابعة ما بين منطقة رابغ ومدينة جدة، وتعتبر دراستها مهمة في تحديد التغيرات في فترة الدراسة، تشير البيانات في الجدول والشكل رقم (1) والخريطة رقم (9) إلى تحولات مميزة في مساحة السبخة السابعة إذ بلغت مساحة الأراضي القاحلة في عام 2000 38.7864 كم2 ثم ارتفعن قليلًا إلى 39.5226 كم2 عام 2010 ثم تراجعت حتى 37.8117 كم2 في عام 2022



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية

الخريطة رقم 9: استخدامات الأراضي لنطاق السبخة السابعة في منطقة الدراسة خلال فترة (2000–2010– 2022 م)

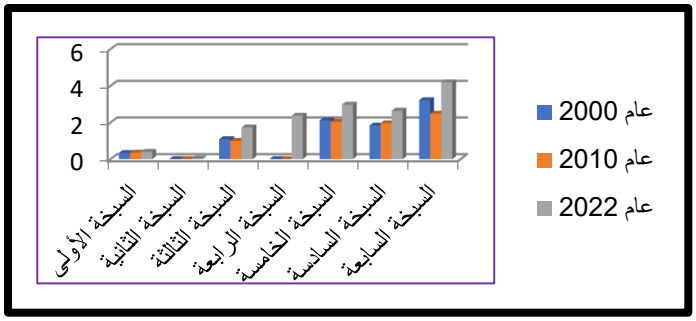
ثانيًا: التغير في مساحة المياه في السبخات:

يبين الجدول والشكل رقم (2) نتائج دراسة تغيرات المياه في المنطقة المدروسة خلال فترة الدراسة بين عامي 2000 و2022 وهو جانب مهم من الدراسة لفهم التغيرات البيئية وتأثيرها وذلك بدراسة كل سبخة على حدة.

الجدول رقم 2 حجم التغير في مساحة المياه/كم2 في سبخات رابغ

السبخة	التغير في مساحة المياه كم^2		
السنة	2000	2010	2022
السبخة الأولى	0.3357	0.3582	0.4041
السبخة الثانية	لا يوجد مياه	لا يوجد مياه	0.0369
السبخة الثالثة	1.0917	0.9999	1.7325
السبخة الرابعة	لا يوجد مياه	لا يوجد مياه	2.3724
السبخة الخامسة	2.1177	2.0412	2.9772
السبخة السادسة	1.8351	1.9611	2.6451
السبخة السابعة	3.2175	2.4813	4.1922

المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئيات الفضائية باستخدام GIS



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول رقم (2)

الشكل رقم 2: **حجم التغير في مساحة المياه/كم2 في سبخات رابغ**

1. نطاق السبخة الأولى:

يُوضح كل من الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (3) أن مساحة المياه في السبخة الأولى تشهد تغيرًا مستمرًا على مر السنين ، وهذا يعتبر مؤشرًا على التأثيرات البيئية والبشرية على السبخات، لوحظ ارتفاع مساحة المياه من 0.3357 كم2 في عام 2000 إلى مساحة 0.3357 كم2 عام 2010 وهذا يعتبر استقرارًا نسبيًا في النظام البيئي، وقد حدث تحول كبير في مساحة المياه عام 2022 إذ ارتفعت إلى 0.4041 كم2 وهذا يعكس إمكانية حدوث تغيرات محتملة في أنظمة التصريف الطبيعية وتبدلات في معدلات الأمطار وفي دورات المياه الجوفية.

أهم العوامل المؤثرة في زيادة مساحة المياه في السبخة الأولى:

1. تغيرات المناخ: تشمل معدلات الأمطار أو تغيرات نظام الرياح الذي يعمل على توصيل المياه إلى تلك المنطقة.
2. التأثيرات البشرية: تمثل التغيرات الناتجة عن الأنشطة البشرية، مثل التوسع العمراني والزراعي والتدخل في مخططات استخدام الأرضي وتغييرها، مما يؤثر على التصريف الطبيعي للمياه.
3. التغيرات في تركيب الترب والجيولوجيا التي تؤثر على امتصاص المياه أو تصريفها.

يشير تغير مساحة المياه في السبخة إلى السلامة البيئية للمنطقة كما يؤدي لحدوث تغيرات تؤثر على البيئات المائية والنظم الأيكولوجية المحيطة، عمومًا، حتى يتمكن الباحثون من فهم كافة هذه التغيرات ينبغي مراقبة السبخة لفترة طويلة مع دراسة بياناتها المناخية والجيولوجية بشكل مفصل، وذلك للحصول على أدق البيانات والمعلومات اللازمة.

2. نطاق السبخة الثانية: يُبيّن الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (4) أن السبخة الثانية كانت خالية تمامًا من المياه. وفق البيانات التي جمعت في عامي 2000 و2010 أما في عام 2022 فقد أظهرت البيانات مساحة مائية صغيرة بلغت 0.0369 كم2 وهذا ما جعلها سبخة مثيرة للاهتمام.

يشير ظهور المياه في نهاية فترة الدراسة إلى وجود عدة عوامل أدت لحدوث ذلك، بعضها يصنف من العوامل المناخية، مثل وجود تغيرات في معدلات الأمطار أو درجات الحرارة، وبعضها يعود للتدخلات البشرية مثل التوسع العمراني والزراعي الذي يؤثر على تدفقات المياه السطحية والجوفية في المنطقة.

بدورها تؤثر التغيرات الجيولوجية على آلية تجمع المياه في السبخة وطريقة تصريفها، تشمل هذه التغيرات أنواع الترب المتوفرة إضافة إلى العوامل التي تغير مستويات الأرض مثل الزلازل وحركة الصفائح التكتونية، ولا يقتصر تأثير التغير الجيولوجي على تدفق المياه وحسب، بل يتحكم أيضًا بمستواها ونسبتها بفضل عمليات التبخر والامتصاص التي تخضع لها السبخة.

وحتى تتحقق النتائج المرجوة من الدراسة من المهم تطبيق سياسات بيئية تحمي السبخات من الأنشطة البشرية السلبية، إضافة إلى ضرورة نشر الوعي حول أهمية السبخات في حماية النظم البيئية، ومن المهم اتباع أنظمة معينة لإدارة الموارد المائية وتأمين استدامتها، مع الحرص على متابعة التغيرات المختلفة الحاصلة في المنطقة.

3. نطاق السبخة الثالثة:

يعرض الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (5) بيانات حول مساحة المياه في السبخة الثالثة خلال فترة الدراسة، موضحين تقلبات مهمة في هذه المساحة ، إذ تبين أن مساحة المياه كانت حوالي 1.0917 كم2 في عام 2000 ثم انخفضت إلى 0.9999 كم2 في عام 2010 وعاودت الارتفاع بوضوح في عام 2022 حتى وصلت 1.7325 كم2 وتعود هذه التقلبات لأسباب عديدة هي:

1. التبدلات المناخية مثل درجات الحرارة ومعدلات هطول الأمطار وفترات الجفاف.
2. التدخلات البشرية المتمثلة في التدخلات العمرانية والزراعية في السبخة، إضافة إلى الأنشطة الصناعية وتأثيراتها السلبية على تدفق المياه السطحية والجوفية، يتجاوز بعض الأشخاص حدودهم في التدخل والتصرف بطريقة غير عقلانية حيال السبخة ومياهها، إذ تؤدي بعض التصرفات إلى تراجع تدفق المياه مثل استخراج المياه الجوفية وتحويل مجاري المياه، وبعضها يؤدي إلى زيادة تدفق المياه في السبخة مثل مشاريع تجميع مياه الأمطار.
3. العوامل البيولوجية والإيكولوجية: إذ تتأثر كمية مياه السبخة ومعدلات التبخر بالتغيرات الحاصلة في الغطاء النباتي والحيواني. ومن المهم أن يتابع الباحثون مراقبة التغيرات التي تطرأ على السبخة بصورة مستمرة، وذلك للحصول على معلومات شاملة عنها ومعرفة الإجراءات الواجب تطبيقها لحماية السبخة من التأثيرات البشرية والطبيعية المختلفة وتعزيز مقاومتها للتغيرات المستقبلية.

4. نطاق السبخة الرابعة:

يُظهر الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (6) تحليلًا لمساحة المياه في السبخة الرابعة، حيث اتسمت بغياب تام للمياه خلال الفترة الأولى من الدراسة في عامي 2000 و2010 ، ويدل هذا على الجفاف الشديد وغياب الأمطار وزيادة معدلات التبخر، أما في عام 2022 بينت الدراسات وجود زيادة كبيرة في المياه إذ وصلت حتى 2.3724 كم^2 مما يعني حدوث تغييرات جذرية في النظام البيئي لهذه السبخة، ويمكن تفسير هذه الارتفاع وفق الأسباب التالية:

- أثرت التغيرات المناخية بصورة واضحة في نظام السبخة، إذ ساهم الارتفاع في درجات الحرارة وتغير معدلات هطول الأمطار في زيادة كمية المياه المتدفقة إلى السبخة، وتؤدي هذه التغييرات إلى حدوث تفاوت في نسب تخزين المياه وتوزعها في التربة والطبقات الأرضية.
- تلعب الأنشطة البشرية دورا كبيرًا في النظام البيئي، إذ يؤدي التوسع العمراني والزراعي إلى تغيير مجرى المياه الطبيعي وحدوث تبدلات في مستويات المياه، ويسبب الري وأنظمة الصرف الصحي وعمليات استخراج المياه الجوفية زيادة في كمية المياه المتدفقة إلى السبخة وزيادة مساحة المياه.
- تؤثر تغيرات الغطاء النباتي وتوزعه في معدلات التبخر والترسيب مما يؤثر على كميات المياه في المنطقة.
- من خلال دراسة الأسباب السابقة يمكن استغلال الفرص لتطوير نظام إدارة المياه وحماية الموارد الطبيعية لضمان استدامتها، ومعرفة التحديات المتعلقة بالسيطرة على التلوث وحماية الموارد الطبيعية.

تفرض تلك الأسباب أيضًا على الجهات المعنية أن تتخذ إجراءات للقيام بدراسات دائمة للآثار البيئية المرتبطة بتغيرات مساحة المياه في السبخة، وتطبيق استراتيجيات للتكيف مع هذه التبدلات لحماية النظام البيئي واستدامة الموارد.

5. نطاق السبخة الخامسة:

كشفت البيانات الواردة في الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (7) عن تغييرات ملحوظة في مستوى المياه داخل هذه السبخة ، فقد سجلت مساحة المياه في بداية فترة الدراسة ب 2.1177 كم^2 وفي عام 2022 كانت الزيادة ملحوظة إذ وصلت حتى 2.9772 كم^2 وتشير هذه النسب إلى قدرة المنطقة على الاحتفاظ بالماء لفترة طويلة.

6. نطاق السبخة السادسة:

توضح النتائج الموجودة في الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (8) مساحة المياه في السبخة السادسة، والتي وصلت إلى1.8351 كم^2 في عام 2000 ثم ارتفعت نسبيًا في عام 2010 إلى 1.9611 كم^2 أما في دراسة عام 2022 فقد ظهر تزايد ملحوظ في كمية المياه إذ بلغت مساحتها 2.6451 كم^2 ويعزو ذلك إلى أسباب متنوعة كما ذكر في السبخات السابقة.

7. نطاق السبخة السابعة:

يُظهر كل من الجدول والشكل رقم (2) والخريطة رقم (9) زيادة ملحوظة في مساحة المياه ضمن نطاق السبخة السابعة، مما يبرز التحولات البيئية التي شهدتها هذه المنطقة ، وذلك نتيجة عوامل مختلفة مثل التغيرات المناخية والبشرية وتعتبر هذه السبخة ذات مساحات مياه أكبر من السبخات الأخرى، إذ سجلت في عام 2000 مساحة 3.2175 كم^2 انخفضت إلى 2.4813 كم^2 في عام 2010، وعاودت الارتفاع حتى 4.1922 كم^2 في نهاية الفترة المدروسة.

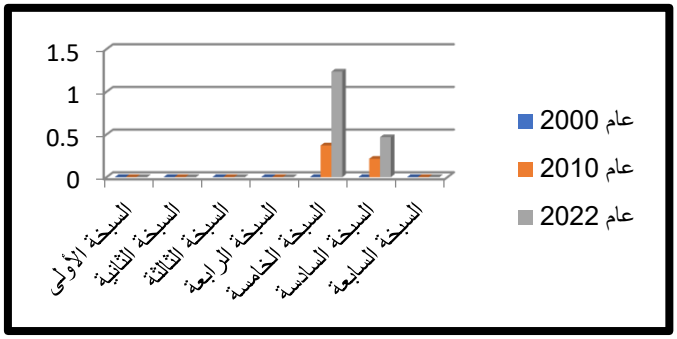
ثالثًا: دراسة التغيرات في مستوى العمران في سبخات رابغ:

يعتبر رصد التغيرات في مستويات العمران جزءًا أساسيًا من الدراسة، لأنه يساعد على معرفة تأثير التطور على المناطق القاحلة، ويبين الجدول و الشكل رقم (3) اختلافات مستوى العمران في الفترة ما بين عامي 2000 و2022.

الجدول رقم 3: حجم التغير في مساحة العمران/ كم^2 في سبخات رابغ

السبخة	التغير في مستويات العمران		
السنة	2000	2010	2022
السبخة الأولى	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران
السبخة الثانية	لا يوجد عمرن	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران
السبخة الثالثة	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران
السبخة الرابعة	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران
السبخة الخامسة	لا يوجد عمران	0.3717	1.2366
السبخة السادسة	لا يوجد عمران	0.2151	0.468
السبخة السابعة	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران	لا يوجد عمران

المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات المرئيات الفضائية باستخدام GIS



المصدر إعداد الباحثة بالاعتماد على جدول رقم 3

الشكل رقم 3: حجم التغير في مساحة العمران/ كم^2 في سبخات رابغ

1. نطاق السبخة الأولى والثانية والثالثة والرابعة:

تعد هذه السبخات بيئة حيوية لكونها ذات تنوع بيئي وطبيعي، وتعتبر خالية من المستويات العمرانية ولم يطرأ عليها أي تغيير يذكر طوال فترة الدراسة (2000 – 2022) وبقيت على حالها منطقة برية دون أي تطورات حضرية، وقد أثبتت استمرار الجهود للحفاظ على النظام البيئي في المنطقة التي لم تظهر فيها أي أنشطة بشرية.

2. نطاق السبخة الخامسة:

يوضح كل من الجدول رقم 3، والشكل البياني رقم 3، والخريطة رقم 7 التغيرات العمرانية التي شهدتها السبخة الخامسة بطرق تمثيلية مختلفة، مما يوفر رؤية شاملة للتحول العمراني في هذه المنطقة، إذ توضح عدم وجود أي نشاط عمراني في بداية فترة الدراسة وبقائها على حالتها البرية، ويدل ذلك على وجود بيئة سليمة ومتوازنة تشكل موطنًا للكثير من الكائنات الحية وتسبب تأثيرات بيئية مختلفة.

ظهرت الأنشطة العمرانية بعد عام،2010 وبدأ التحول في استخدام الأراضي، إذ زادت المساحة المعمرة بنسبة واضحة وتوسع الاستيطان البشري وازدادت نسبة الأبنية والبنى التحتية، وهذا يعبر عن ظهور البدايات الأولى للنمو الحضري في السبخة إذ وصلت المساحة العمرانية حتى 1.2366 كم^2.

أثر هذا النمو العمراني على البيئة بصورة واضحة، وظهرت تأثيراته على المناظر الطبيعية والنظم الأيكولوجية المحلية، ويتمثل ذلك في تغيير تدفق المياه السطحية والجوفية مما أثر سلبًا على أهمية السبخة من ناحية خدماتها البيئية والحفاظ على التنوع الحيوي.

يواجه النظام البيئي لهذه المنطقة تحديات مختلفة مما يدفع لإعداد تخطيط عمراني مدروس يحافظ على البيئة ويراعي تأثيرات التطوير على النظم البيئية، ومن هذا المنطلق لا بد لصانعي السياسات والمسؤولين دراسة الآثار طويلة المدى للزحف العمراني على السبخات ووضع استراتيجيات تخطيط مستدامة لاستمرار التوسع العمراني مع مراعاة الحفاظ على البيئة.

3. نطاق السبخة السادسة:

قدمت الدراسة معلومات عديدة حول السبخة السادسة والتغيرات التي تعرضت لها، بخصوص طبيعتها وأصلها فقد تبين أن السبخة السادسة في الماضي كانت برية بالكامل، الأمر الذي ساعد على تنوع بيئاتها وجعلها غنية بالخصائص الطبيعية المميزة.

ويظهر من الجدول رقم 3 وكذلك الشكل رقم 3 والخريطة رقم 8 حدوث تطور ملحوظ للنشاط العمراني في السبخة السادسة، إذ ظهرت بعض المظاهر العمرانية خلال الفترة ما بين 2000 حتى 2010 وهي تعتبر مظاهر بسيطة تمثلت في إنشاء الطرق الفرعية التي خدمت الأراضي الزراعية ولم يؤثر ذلك على التوازن البيئي ولم يسبب أي تغيرات ملموسة في السبخة.

وضحت البيانات في الجدول 3 أنه بحلول عام 2022 ظهور تطورات عمرانية لكنها ظلت محدودة مقارنة بالسبخة الخامسة، إذ ركزت على تحسين البنى التحتية وإنشاء خدمات أساسية تسهل الحصول على الموارد الطبيعية للسبخة دون إفسادها.

ازدادت أهمية السبخات بفضل ميزة الديناميكية في التطور العمراني، لكونها ذات مواقع بيئية حرجة توفر خدمات متعددة، لذلك يجب أن يكون الاستغلال العمراني باستراتيجية تحافظ على النظام البيئي وخدماته ويضمن استمراريتها للأجيال القادمة، جعل هذا البحث السبخة السادسة مثالًا يحتذى به عن الحفاظ على الأنظمة البيئية للسبخات إلى جانب تحقيق الأهداف العمرانية.

4. نطاق السبخة السابعة:

احتفظت السبخة السابعة بحالتها البرية الطبيعية دون أي تدخل بشري وعمراني خلال فترة الدراسة (2000–2022)، تمثل هذه الحالة منطقة طبيعية حافظت على خصائصها الطبيعية دون أن تتأثر بالأنشطة البشرية ويدل ذلك على نجاح استدامة المنطقة ويعتبر إنجازًا مهمًا للحفاظ على التنوع البيولوجي ومقاومة التغيرات المناخية.

❖ الخاتمه والتوصيات :

في ختام هذا البحث، نجد أن مناطق السبخات في رابغ تمثل أماكنًا ذات أهمية بيئية كبيرة على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر. باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد، تمكنا من رصد التغيرات في استخدام الأرض على مدى فترة طويلة، مما أتاح لنا فهمًا أعمق لديناميات تلك المناطق الطبيعية.

قدمت البيانات الزمنية والتحليلات الفحصية للسبخات المدروسة مثل السبخة الأولى، الثانية، والثالثة تحديدًا لاستمرارية حالتها البرية وعدم تعرضها للتأثيرات السلبية الكبيرة للعمران. بينما أظهرت السبخات الأخرى تحولات ملحوظة في مستوى العمران واستخدام الأرض، مما يشير إلى التحديات التي تواجه البيئة في هذه المناطق.

تحليلات البيانات أظهرت أيضًا وجود علاقة تناسبية بين تغيرات المياه ومستوى العمران من جهة، وبين مستوى العمران والأنشطة البشرية من جهة أخرى،. يتعين علينا النظر إلى هذه التحولات بعين الاعتبار وتبني سياسات بيئية مستدامة للمحافظة على التوازن البيئي وضمان استدامة الاستخدام الأمثل لتلك السبخات.

بناءً على النتائج، يقترح البحث الاهتمام المستمر بمراقبة هذه السبحات وتحليل التأثيرات المستقبلية للتغيرات في استخدام الأرض والتحولات البيئية. تشير البيانات أيضًا إلى أهمية تضافر الجهود بين القطاعين العلمي والحكومي لتوجيه السياسات نحو الاستدامة والحفاظ على الموارد البيئية.

تعد توصيات هذا البحث أساسًا للسياسات المستقبلية، حيث ينبغي تكامل نتائج البحث في تصميم استراتيجيات بيئية تهدف إلى الحفاظ على السبحات كمواقع بيئية حيوية ومواكبة التحولات في استخدام الأرض. يُشدد على أهمية التوجه نحو تنمية مستدامة تراعي التوازن بين احتياجات التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة الطبيعية.

المراجع

البارودي ،محمد : الشريعي ، أحمد (٢٠١٧) جغرافية العالم الإسلامي، جامعة أم القرى

البيومي، جيهان مصـــطفى. (2005). بعض الجوانب الجيومورفولوجية للســـاحل الســـعودي على البحر الأحمر فيما بين رأس الجرجوب جنوباً ورأس الحاطبة شمالاً. مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، العدد الخامس. جامعة المنوفية.

التهامي، محمد أحمد إبراهيم محمد. (2012). الســـبخات غرب ميناء دمياط حتى مدينة جمصـــة: دراســـة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار من بعد.المجلة العلمية لكلية الآداب، ع 1، 825 – 893.

الحافظي، إيمان. (2017). التحليل الجيومورفولوجي لبعض الخصـائص المورفومترية لأحواض التصـريف المائي في المنطقة الممتدة بين ينبع جنوبًا وأملج شمالًا. حولية كلية الآداب، جامعة بني سيوف.

السـلال، فارس جبر دسـوقي .(2010) .تطبيقات تقنيات الاسـتشـعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسـة التغيرات في استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في لواء سحاب خلال الفترة] .(2005–1989) رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية[

آل سعود، مشاعل. (1436هـ). الخريطة الجيولوجية الرقمية لمنطقة الرياض. الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض.

العتيبي،مها (2022)، رصـد وكشـف التغيرات للأراضـي الرطبة في وادي حلي قبل وبعد انشـاء السـد(2001 – 2021 م) ،المجلة العربية للنشر العلمي ، العدد أربعة و أربعون ، صفحة (317– 344).

العقيل، هيا بنت محمد. (2018). جيومورفولوجية سبخة حظوظاء بمنطقة الجوف بالمملكة العربية السعودية.رسائل جغرافية، الرسالة 460 ، 1 – 99 .

الودعاني، إدريس عمى سمان. (2014). مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غربي المملكة العربية السعودية منظور جيومورفولوجي. مجلة جامعة جازان للعلوم الإنسانية.

الوليعي، عبد الله ناصر (1996). جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية. دار الممتاز للنشر، الرياض.

عبدالرسول، محمد عبدالمعتمد. (2021). سبخات السهل الساحلي بمنطقة سرت–ليبيا: دراسة جيومرفولوجية.مجلة كلية الآداب، مج 13 , ع 1، 2368–

منصور، عصام أروى سيد. (2021). ضوابط الاختلافات الجيومورفولوجية للسبخات الساحلية على الساحل الشرقي لخليج سرت فيما بين الدرسية (طلميثة) شرقا والبريقة غربا .مجلة كلية الآداب، ع99 ، 594.542 –

هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، (1433هـ)، المملكة العربية السعودية "حقائق وأرقام"، ط1. الرياض

Aref, **M**. **A**., **& Taj**, **R**. **J**. (2018). Recent evaporite deposition associated with microbial mats, Al-Kharrar supratidal–intertidal sabkha, Rabigh area, Red Sea coastal plain of Saudi Arabia. Facies, 64(4), 1-23.

Alamri, **A**. **M**., **Bankher**, **A**., **Abdelrahman**, **K**., **El-Hadidy**, **M**., **& Zahran**, **H**. (**2020**). **Soil site characterization of Rabigh city**, **western Saudi Arabia coastal plain**, **using HVSR and HVSR inversion techniques**. **Arabian Journal of Geosciences**, **13**, **1–16**.

AlQahtani, **H**. **H**., **Fnais**, **M**. **S**., **Almadani**, **S**. **A**., **Alhumimidi**, **M**. **S**., **& Abdelrahman**, **K**. (**2021**). **Electrical resistivity and refraction seismic tomography in the detection of near-surface Qadimah Fault in Thuwal–Rabigh area**, **Saudi Arabia**. **Arabian Journal of Geosciences**, **14**(**12**), **1–9**.

Sonbul, **R**. **Abdullah** (**2016**). **Environmental Engineering Risks Assessment of Sand Dunes**, **North Jeddah**, **Saudi Arabia**. **American Journal of Environmental Engineering**, **pp**. **164–173**

Yossif, **T**. (**2017**). **Change detection of land cover and salt affected soils at Siwa Oasis**, **Egypt**. **Alexandria Science Exchange Journal**, **38**(**July–September**), **446–462**.

Nayebare, **S**. **R**., **Aburizaiza**, **O**. **S**., **Khwaja**, **H**. **A**., **Siddique**, **A**., **Hussain**, **M**. **M**., **Zeb**, **J**.,… **& Blake**, **D**. **R**. (**2016**). **Chemical characterization and source apportionment of PM2**.**5 in Rabigh**, **Saudi Arabia**. **Aerosol and Air Quality Research**, **16**(**12**), **3114–3129**