

## Evaluating Land Use and Land Cover Changes in the Kingdom of Bahrain Using GIS (Sitra Island Case Study)

Maha M. Jumha<sup>1</sup>, Sabah S. Aljenaïd<sup>1\*</sup>, Maha Mahmood Alsabbagh<sup>1</sup>  
and Ghadeer M.R. Kadhem<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Geoinformatics Department, College of Graduate Studies, Kingdom of Bahrain

### ABSTRACT

ID # (2900)  
Received: 14/05/2019  
In-revised: 23/09/2019  
Correspondent Author:  
Sabah S. Aljenaïd  
E-mail: sabah@agu.edu.bh

### KEYWORDS

*Sitra, LULC, GIS, Remote Sensing-data, DPSIR, Reclamation.*

This study aims to detect and analyze land-use, and land cover (LULC) changes in Sitra Island during the past 50 years, from 1967 to 2018, and to assess changes in class categories of LULC for each year of the study. The data were collected from various sources such as aerial photographs, satellite images, maps, previous studies and reports of government projects in addition to official statistical data of the study period. GIS was used to prepare the required maps to detect changes LULC during the study period and construct two Vector and Raster Data Models. Six class categories of land (built-up, agricultural, barren, wet, reclaimed, and industrial) were identified. The results indicated that the total area of Sitra Island land increased from 8.08 km<sup>2</sup> in 1967 to 15.1 km<sup>2</sup> in 1998, and increased from 16.4 km<sup>2</sup> in 2009 to more than 22.5 km<sup>2</sup> in 2018. As a result, the area of agricultural land, which constituted more than 30.4% of the total island area, decreased from 2.5 km<sup>2</sup> in 1967 to less than 1% (0.2 km<sup>2</sup>) in 2018. The area of reclaimed areas for industrial and residential purposes increased to constitute more than 30% of the island area (6.82 km<sup>2</sup>) in 2018. The industrial areas surrounding the island expanded to more than 30.6% of its area to reach 6.9 km<sup>2</sup> in 2018.

### تقييم تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في مملكة البحرين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (دراسة حالة: جزيرة سترة)

مها جمعه<sup>1</sup>، صباح الجنيد<sup>1\*</sup>، غدير كاظم<sup>1</sup> و مها الصباغ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> قسم الجيو معلوماتية، كلية الدراسات العليا، مملكة البحرين.

### المستخلص

تهدف هذه الدراسة إلى رصد وتحليل تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة خلال فترة الخمسين سنة الماضية من 1967 إلى 2018، وتقييم التغيرات في الفئات التصنيفية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي لكل سنة من سنوات الدراسة. جُمعت بيانات الدراسة من مصادر متعددة تمثلت في الصور الجوية والمرئيات الفضائية والخرائط والدراسات وتقارير المشاريع الحكومية بالإضافة إلى البيانات الإحصائية الرسمية لفترة الدراسة. استخدمت نظم المعلومات الجغرافية في إعداد الخرائط المطلوبة لكشف التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي Land Use Land Cover Change Detection خلال فترة الدراسة وبناء نموذجين للبيانات Vector and Raster Data Models. حُدثت ست فئات تصنيفية للأراضي (المبنية، الزراعية، الجرداء، الرطبة، المدفونة، والصناعية). أوضحت النتائج أن المساحة الإجمالية لاستخدامات الأراضي في جزيرة سترة قد ازدادت من 8.08 كم<sup>2</sup> في 1967 إلى 15.1 كم<sup>2</sup> في 1998، وتزايدت من 16.4 كم<sup>2</sup> في 2009 إلى 22.5 كم<sup>2</sup> في 2018. ونتيجة إلى ذلك تناقصت مساحة الأراضي الزراعية التي كانت تشكل ما يزيد عن 30.4% من مساحة الجزيرة (2.5 كم<sup>2</sup>) في 1967 إلى أقل من 1% (0.2 كم<sup>2</sup>) في 2018. وتزايدت مساحة المناطق المدفونة للأغراض الصناعية والسكنية لتشكّل ما يزيد عن 30% من مساحة الجزيرة (6.82 كم<sup>2</sup>) في 2018. وتمددت المناطق الصناعية المحيطة بالجزيرة إلى ما يزيد عن 30.6% من مساحتها لتصل إلى 6.9 كم<sup>2</sup> في 2018.

رقم المسودة: (2900)  
تاريخ استلام المسودة: 14/05/2019  
تاريخ المسودة المُعدّلة: 23/09/2019  
الباحث المُراسل: صباح الجنيد  
بريد الكتروني: sabah@agu.edu.bh

### الكلمات الدالة

*سترة، تغير استخدامات الأراضي، نظم المعلومات الجغرافية، بيانات عالية الدقة، البحرين.*

## المقدمة

أدت زيادة الطلب على الأراضي في مملكة البحرين منذ الثمانينات من القرن الماضي إلى دفن ورم الشواطئ الضحلة المحيطة بالجزر الرئيسية بشكل عام، وحول جزيرة سترة للاستخدامات الصناعية في تلك الفترة. تزايدت الضغوط على الأراضي واستخداماتها في الجزيرة خلال السنوات الماضية، بسبب الزيادة في أعداد السكان، وزيادة التوسع في شبكات البنية التحتية، والمنشآت السكنية، وزيادة النمو في إقامة مراكز خدمة المجتمع كالأندية والمستوصفات الطبية والمدارس، وإقامة محطات التحلية والكهرباء، وبناء الطرق الرئيسية والفرعية. إن ازدياد مساحة الجزيرة وتعدد استخدامات الأراضي فيها قد يؤثر على استدامة استخدامات الأراضي في الفترة القادمة. هذا بالإضافة إلى غياب توافر قواعد البيانات اللازمة لدراسة وتحليل التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي وتقييم الآثار البيئية الناجمة عن هذه التغيرات في جزيرة سترة خلال الخمسين سنة الماضية.

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة تحليل التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة في مملكة البحرين، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الصور الجوية والمرئيات الفضائية عالية الدقة.

### الدراسات السابقة

تتعدد الدراسات التي تتناول رصد ودراسة وتحليل وتقييم التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. كما تتعدد الأدوات والوسائل والطرق لرصد التغيرات التي تطرأ عليها. وغالباً ما تستخدم بيانات الصور الجوية والاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية GIS.

تعتبر التغيرات في استخدامات الأراضي الزراعية وتحويلها إلى إراضي استخدامات حضرية وتجارية وصناعية من الدوافع الرئيسية للتغير البيئي عالمياً ومحلياً، ما يؤدي إلى تأثيرات سلبية على التنوع البيولوجي (FAO, 2014). ففي إيران مثلاً، تم تحويل المساحات الزراعية في بعض المناطق إلى مناطق صناعية وأراضي سكنية وشبكات طرق، مما يؤدي إلى انخفاض مساحات شاسعة من المناطق الزراعية بشكل ملحوظ مسبباً ضغطاً على الموارد الطبيعية والنظم البيئية في المنطقة (Kelarestaghi et al., 2007). وفي مملكة البحرين، استخدمت بيانات الاستشعار عن بعد، وبيانات من جوجل إرث Google Earth خلال الفترة من 1998 إلى 2012 لدراسة الضغوط التي تؤثر على حالة البيئة والمشاكل المرتبطة بالاستخدام غير المستدام للأراضي. وأستخدم أطر DPSIR، ونظم المعلومات الجغرافية لجمع وتنظيم وتحليل التغيرات. وبينت النتائج زيادة المساحة الإجمالية للمنطقة المدروسة بسبب عمليات الردم والدفن، والتي كان دافعها الرئيس زيادة النمو السكاني وبالتالي زيادة الطلب على الأراضي السكنية والأراضي اللازمة للتنمية الاقتصادية في المجال السكني والسياحي، مما أدى إلى بروز مجموعة من الضغوط على البيئة الطبيعية وبالتالي تناقص مساحة الأراضي الزراعية (الجديد وآخرون، 2013).

يقصد باستخدامات الأراضي LU-Land Use: النشاط البشري المرتبط بقطعة معينة من الأرض كالأنشطة السكنية والزراعية والصناعية. وتُعرف استخدامات الأراضي بأنها جميع الأنشطة البشرية التي يقوم بها الإنسان فوق نوع معين من الغطاء الأرضي (FAO, 2008). ويقصد بالغطاء الأرضي LC-Land Cover الغطاء الطبيعي والبيولوجي على سطح الكرة الأرضية، وهو يمثل نوع الظواهر الماثلة عليه، كالمباني الحضرية، والبحيرات، والأشجار، والجليد، وغيرها (Dadhich and Hanaoka, 2011). وتلعب دراسات تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي LULC-Changes دوراً مهماً في مساعدة صناعات القرار على تطوير وتحسين إدارتها، وذلك من أجل الحفاظ على المناطق الحضرية القائمة، وتحسين التخطيط لبيئة مستدامة (Desalegn et al., 2014). تساعد دراسات LULC-Changes على فهم متغيرات النظم البيئية مثل تغير المناخ وتدهور الأراضي والتصحر (Lambin, 2001). عُنِيَ الباحثون بدراسات LULC-Changes لما لها من تأثير على البيئة ومواردها، إذ أن هنالك العديد من الأدوات والتطبيقات الحديثة المستخدمة لدراسة هذه التغيرات تساعد في تقصي أسبابها وأفضل السبل لإدارتها (Taka et al., 2013). وتوجد العديد من العوامل التي قد تؤثر في LULC ومنها العوامل السياسية، والاقتصادية، والاجتماعية وعوامل أخرى (غني، 2001).

وتُعرف نظم تصنيف استعمالات الأراضي: بأنها عملية تحديد وتجميع معلومات الأراضي وفق نظام تصنيف معين. ويكمن العامل الأساس الذي يحدد نجاح إعداد خرائط استعمالات الأراضي في اختيار التصنيف الملائم الذي يحقق هدف إعداد هذه الخرائط (المومني، 2002). ولا بد من أن يحتوي التصنيف الجيد على عدد من الخصائص الرئيسية، والتي منها أن يُعطي التصنيف جميع أقسام استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في منطقة الدراسة، ووضوح أقسام التصنيف، وأن تكون خالية من الغموض ومُعرفة بشكل جيد (العقري، 1989).

هنالك العديد من التصنيفات التي تحدد طرق استخدامات الأراضي المختلفة، ومنها تصنيف LULC المقترح من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 1996; 2006)، وتصنيف لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا -United Nations Economic Commission For Europe -UNECE، والتصنيف الأسترالي لإدارة واستخدامات الأرض، وغيرها من التصنيفات الأخرى (Duahmel, 1998). ويعتبر تصنيف هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية United States Geological Survey-USGS أكثر التصنيفات شهرة واستخداماً في معظم دول العالم لرصد تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، وهو تصنيف أندرسن (Anderson et al., 1976). يضم تصنيف أندرسن ثلاثة مستويات عالمية وضعت لتلبي أوليات التخطيط للمشاريع التي تسعى إلى تحقيق هذه الأوليات (المومني، 2002).

ركزت دراسة (Baby, 2015) في دولة الكويت على تحليل التغيرات الزمانية والمكانية في استخدامات الأراضي الساحلية والغطاء الأرضي. استخدمت بيانات صور الأقمار الصناعية لرصد أنماط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي خلال ثلاثة فترات من 1972 إلى 2012، بالإضافة إلى استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية. اعتمدت الدراسة على عملية التفسير البصري والترقيم الرقمي لإخراج خرائط تغييرات استخدامات الأراضي الساحلية والغطاء الأرضي. وتم بناء مصفوفة التحولات Confusion Matrix لكشف التغير خلال فترات الدراسة لفئات تصنيف الأراضي الحضرية، والغطاء النباتي، والمياه. وأظهرت نتائج حساب معدل التغير خلال الفترة الأولى والثانية تحول جزء كبير من الأراضي القاحلة إلى مناطق حضرية في الفترة الأولى من الدراسة (baby, 2015). ووظف (Millington et al, 2007) تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تقييم استخدامات الأراضي الجافة في السودان خلال الفترة من 1969 إلى 2012. لتحديد القوى الدافعة لعملية التغير الحاصل بالاعتماد على الصور الجوية المصححة بدقة مكانية تصل إلى أقل من 2 متر. كذلك اعتمدت الدراسة على بيانات القمر الصناعي IKONOS لإخراج خرائط استخدامات الأراضي الجافة. وأظهرت النتائج أن التوزيع المكاني للأراضي الجافة يتأثر بالعوامل الاجتماعية والاقتصادية والطبيعية.

أما في تنزانيا فقد استعرضت دراسة (Seki et al 2017) تأثير تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي على التنوع البيولوجي خلال الفترة من 1990 إلى 2011. استخدمت الدراسة بيانات الأقمار الصناعية Landsat 5-7. واعتمدت على عملية الترقيم الرقمي Digitization في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لرسم خرائط الأراضي في 1983. كما أجريت المقابلات الشخصية لفهم التغيرات في الأراضي الرطبة. جمعت للدراسة عينات عشوائية شبة منتظمة لعمل استبيان يتضمن أسئلة مفتوحة وغير محددة لمسؤولي القرى الذين يعيشون في المنطقة لأكثر من 20 سنة، للحصول على معلومات تحقق السمات التاريخية وتطور وتدهور الأراضي الرطبة. أظهرت نتائج الدراسة أن نسبة المناطق التي تغطيها المياه والغابات انخفضت مما أثر على التنوع البيولوجي. وأوصت بضرورة تدخل الجهات المسؤولة للمحافظة على التنوع البيولوجي لضمان نظام بيئي مستدام. وسلطت دراسة (Abbas et al 2010) في نيجيريا الضوء على أنواع استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، وكشف أسباب التغير فيها خلال الفترة 1995-2008 باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد المعروضة على موقع جوجل إيرث Google Earth لسنتي الدراسة. تم استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية في عملية الترقيم الرقمي Digitization لرسم الخرائط المطلوبة. كانت الأنواع الرئيسية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي تتمثل في المناطق المبنية، والأراضي الزراعية، والمياه، والشوارع والمساحات المفتوحة. ركزت الدراسة على تحليل البيانات باستخدام T-Test. وهدف التحليل إلى الكشف عن دلالة الفروق الإحصائية بين متوسطين من متوسطات التوزيع الإحصائي إلى الخطأ المعياري المصاحب.

وتشكل خرائط استخدامات الأراضي أدوات مهمة تستخدم في عملية التخطيط الإقليمي والوطني بسبب الحاجة إلى إعادة هيكلة العديد من القطاعات في الدول مثل القطاع السكاني، والزراعي، وغيرها من القطاعات الأخرى. ففي بلغاريا وضعت خطة عمل لبناء قاعدة بيانات رقمية لمعلومات الغطاء الأرضي كأداة ضرورية لصنع القرار في إدارة الأراضي. اعتمدت الخطة على خرائط ذات مقياس رسم 1:50000 وذلك لتسهيل عمليات التحديث، وما يرتبط بها من نظم معلومات جغرافية ومعلومات أخرى، كحدود المقاطعات والحدود البلدية (FAO, 2003). تؤثر التغيرات في استخدامات الأراضي بشكل كبير على التنمية المستدامة، خاصة في المناطق الريفية أو الحضرية، مما قد يشكل ضغطاً على النظم البيئية المختلفة. ومن هذا المنظور، قام (Hermanns 2017) بدراسة الآثار المترتبة على مواجهة العرض والطلب على استخدامات الأراضي وذلك من خلال وضع سيناريوهات مختلفة لاستدامة الأراضي في شمال ألمانيا، وتم ذلك باستخدام إطار DPSIR كأداة لرصد الضغوط والآثار المترتبة على زيادة الطلب والعرض على الأراضي. وتوصلت الدراسة إلى أن عملية التخطيط الجيد والمستدام للأراضي، هي عملية متكاملة للتقليل من الأضرار البيئية المحتملة ووسيلة جيدة لحفظ حقوق الأجيال القادمة مستقبلاً. وللجانبة الاجتماعية دور واضح في عمليات تقييم التغيرات في استخدامات الأراضي حيث تم في أثيوبيا دراسة تأثير تغيرات استخدامات الأراضي على الظروف الاجتماعية والاقتصادية للمجتمع المحلي (Tizora, 2016). وتناولت الدراسة التغيرات التي طرأت على المنطقة خلال الفترة من 1975 إلى 2014. وتم ذلك باستخدام مرئيات القمر الصناعي لاندسات Landsat لفترات متعددة والقيام بزيارات ميدانية للمنطقة، وأجراء مقابلات فردية مع عينة من مجموعة من الأسر مختارة عشوائياً مع التركيز على النساء. ومن منظور تاريخي درست التغيرات في استخدامات الأراضي في الصين خلال الـ 300 سنة الماضية لأهمية الموضوع من جانب الاستدامة البيئية (Miao et al., 2016). وهدفت الدراسة إلى محاولة التعرف على الأسباب التي تكمن وراء التغير في استخدامات الأراضي وذلك من خلال تحليل مجموعة من البيانات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج كان من أبرزها الأثر الواضح الذي أحدثته السياسات التي انتهجتها الحكومة على استخدامات الأراضي السائدة خلال الفترة 1950-1980. تم إجراء دراسة استقصائية في رومانيا للوقوف على مدى التوافق والاختلاف بين آراء الجمهور والخبراء فيما يتعلق بقرب المناطق السكنية من الاستخدامات المختلفة للأراضي (Tuoder at al., 2015). وتم توزيع الاستبيانات الورقية على عدد 235 مفردة من الجمهور تم اختيارها بصورة عشوائية من 33 منطقة. خلصت الدراسة إلى وجود تفاوت واضح بين آراء الجمهور والخبراء وذلك فيما يتعلق باستخدامات أراض معينة، إلا أن الطرفين اتفقا على تقييم سلبي لقرب المناطق السكنية من مرادم النفايات وآخر إيجابي لقرب المناطق السكنية من الخدمات الصحية والترفيهية.

ساعد تحليل T-Test في تحديد التغيير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. وأوضحت حسابات معدل أنماط التغيير Rate and Pattern and Pattern تزايداً في مساحات الأراضي المبنية على حساب الأراضي الفضاء. واستنتجت الدراسة أن تزايد الأنشطة السكانية والاقتصادية يشكل ضغطاً على الموارد المتاحة من الأراضي. وأكدت على دور بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في رسم الخرائط وكشف التغيير.

تناولت دراسة (رزىقات والحسان 2012) التغيرات في الغطاء الأرضي في محافظة جرش خلال الفترة 1978-2009. وهدفت إلى إنتاج خرائط رقمية للغطاء الأرضي باستخدام بيانات نظم المعلومات الجغرافية. اعتمد الباحثان على تصنيف أندرسون Anderson 1979 لتصنيف الغطاء الأرضي إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي الأراضي المبنية، والأراضي الزراعية، والغابات. حلت الدراسة طبيعة التغيرات الزمانية والمكانية التي تؤثر في الأنماط Patterns المختلفة للغطاء الأرضي. حددت الدراسة العوامل المؤثرة في تغيير الغطاء الأرضي خلال الفترة 1978 إلى 2009، واعتمدت المنهج الوصفي التحليلي Analytical Descriptive Approach في دراسة وتحليل التطور في أنماط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. استخدمت الدراسة التتابع الزمني Chronology لدراسة التغيير الزمني Temporal Change في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، والذي يقوم على تحليل فترتين زمنيتين من الصور الجوية. واستخدمت المقابلات الشخصية لمعرفة الوضع الحالي للمنطقة وجمع التقارير الإحصائية لتحليل أسباب التغيير. أظهرت النتائج وجود تغيير في مساحات الأراضي المبنية على حساب الأراضي الزراعية، وتراجع مساحة أراضي الغابات. وكان من ضمن نتائج الدراسة التوصية بإجراء دراسات علمية للتخطيط والتنبؤ بالتغيير في الغطاء الأرضي واستخداماته، والحد من التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية.

تناولت دراسة (Veerabaswant et al 2018) الكشف عن تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي وتحليل ديناميكيات الأرض على سواحل الهند وخاصة الغابات الاستوائية دائمة الخضرة شبة الخضراء. استخدمت الدراسة بيانات القمر الصناعي Landsat-7 لعام 2001 و 2012 وتم تحليلها ببرنامج ERDAS Image. استخدمت الدراسة التفسير البصري لرسم خرائط استخدامات الأراضي والغطاء للأرضي لمنطقة الدراسة بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس 1:50000

سعت دراسة (Chaudhary & Sanjeev 2017) إلى تحليل التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي خلال الفترة من 2000 إلى 2016 وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. هدفت الدراسة إلى فهم التغيرات الرئيسية خلال فترة الدراسة واقتراح التدابير المناسبة للتخطيط المستدام لاستخدامات الأراضي. استخدمت الدراسة بيانات الأقمار الصناعية Landsat 7-8 لإعداد خريطة لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي اعتمدت الدراسة بيانات نظام المواقع العالمي GPS لتأكد من صحة البيانات. كما تم استخدام المسح الهندسي للخرائط الطبوغرافية الرقمية ذات مقياس 1:50000. أظهرت النتائج بأن هناك زيادة كبيرة في إجمالي المساحات المبنية وتحويل الأراضي الزراعية إلى الأراضي مبنية. مما يشكل خطراً على النظام البيئي، وأوصت الدراسة على الحفاظ على الغابات وذلك لتوازن أفضل في المجال البيئي (Chaudhary & Sanjeev 2017).

ركزت دراسة (Amin & Fazal 2017) على الغطاء الأرضي في منطقة الغابات، وتفتت الموائل الطبيعية في ولاية كشمير. خلال الفترة من 1995 إلى 2015 وذلك لاستعانة ببيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. لقد أدت زيادة أعداد السكان إلى زيادة الطلب على الأراضي المبنية على حساب أراضي الغابات التي تتقاسم حدودها مع الأراضي الزراعية، مما أدى إلى زيادة معدل تدهور هذه الغابات وتفتتها، استخدمت الدراسة مؤشر الغطاء النباتي الطبيعي Normalized Differential Vegetation Index-NDVI للتحقق من صحة التغيرات في الغطاء الأرضي وعلى وجه التحديد التغيرات في استخدامات الأراضي الحرجية. واعتمدت الدراسة على التحليل النوعي لتدهور الغابات باستخدام أداة تجزئة الغابات Landscape fragmentation Tool لرسم خريطة الأنواع التجزئة في الغطاء الأرضي سواء الغابات الكثيفة أو المتفرقة. وركزت على كشف التغيير في مجموعة بيانات الفترة الزمانية والتغيرات بين عامي 1995 و 2015. واعتمدت الدراسة على البيانات الثانوية من الأقمار الصناعية Landsat-4 لعام 1995 وبيانات المستشعر seventh satellite in Indian

هدفت الدراسة إلى وضع تصنيف الأنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة عن طريق عملية التصنيف المراقب Supervised Classification لمروية فضائية لفترة الدراسة باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ودراسة أثار التغير في الغطاء الأرضي. استخدمت الدراسة بيانات الخرائط الموضوعية لعام 1960 إلى جانب تحليل المروية الفضائية للقمر الصناعي Spot. اعتمدت الدراسة منهج تصنيف الاحتمال الأقصى Likelihood Maximum Probability على بيانات منطقة الدراسة. واستخدمت معاملات شدة الاحتمالية لتصنيف الخلايا Pixels بحساب احتمالية قيمتها التي تنتمي لكل فئة من أنماط الغطاء الأرضي، ومعالجتها باستخدام برنامج Arc GIS. أظهرت الدراسة وجود زيادة ملحوظة في مساحة الأراضي المبنية على حساب الأراضي الزراعية. (حلي والخطيب، 2013).

في دراسة (Fichera et al 2011) لتحليل وتوصيف التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في إيطاليا خلال فترة الخمسين سنة من 1959 إلى 2004. استخدم في الدراسة تصنيف الصور الجوية والأقمار الصناعية لإنتاج خرائط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. واعتمد تقنية نظم المعلومات الجغرافية لعملية التحليل المكاني والزمني لتحديد خصائص ديناميكيات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي مع التركيز على المناطق الحضرية والريفية. تم بناء مصفوفة التحويلات Conversion Matrix لكل فئة من فئات استخدامات الأراضي التي قسمت إلى أربعة فترات زمنية أساسية. تناولت المصفوفة التغيرات بين خريطين مختلفتين تم انشاءها في أوقات مختلفة. واستخدم معادلة تسمح بتحديد الفرق بين خريطة استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي بشكل مستقل بين الفترات الأربعة، وذلك لحساب من وإلى كل فئة ونسبة هذا التغير في كل فترة. أظهرت نتائج الدراسة على أن العمليات الطبيعية والاجتماعية لها دور في تغير أنماط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في المنطقة.

تناولت دراسة (Kafi et al, 2014) حساب التغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي خلال الفترة من 2003 إلى 2013. واعتمد على بيانات الأقمار الصناعية Landsat-7-8 باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. استخدم في الدراسة ثلاث خوارزميات Algorithms ومقارنة التصنيف classification comparison. حسبت محصلة التغير من خلال معادلة حسابية تحدد حجم التغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في المنطقة، وذلك من خلال الفرق بين تاريخ النقاط أول صورة في 2003 وتاريخ مراجعتها في 2013 مقسومة على تاريخ مراجعة الصورة الجوية في آخر فترة للدراسة مضروبة في النسبة المئوية. أظهرت نتائج الدراسة دقة فعالية استخدام التصنيف الموجه في حين أثبت التصنيف غير الموجه قلة فعاليته.

وهدفت دراسة (Belayneh et al, 2018) إلى التحقق من مدى حجم التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في

والتأكد من صحة البيانات من خلال الزيارات الحقلية. واستخدم التحليل المكاني Spatial Analyses لوصف التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، وحساب النسبة المئوية لأنماط هذه التغيرات. أوضحت حسابات معدل أنماط التغير Rate and Pattern أن زيادة أعداد السكان تشكل ضغطاً على أراضي الغابات مما يزيد من تدهورها (Veerabaswant et al., 2018).

قام الحمداني والداغستاني (2018) بدراسة لمراقبة التغيرات في استخدامات الأراضي وتأثيرها البيئي على مدينة موصل في العراق خلال الفترة 2001 إلى 2014 باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. هدفت الدراسة إلى مراقبة التغيرات الحاصلة في استخدامات الأراضي وتأثيرها البيئي. استخدمت الدراسة بيانات القمر الصناعي Landsat-7 واستخدم التفسير البصري لرسم خرائط استخدامات الأراضي لعمل التصنيفات المطلوبة لمنطقة الدراسة بالاعتماد على تصنيف هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية U.S. Geological Survey-USGS لتصنيف استخدامات الأراضي وحساب مساحة كل صنف ونسبته المئوية من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة. أوضحت حسابات تحليل المعامل البيئي وهو عبارة عن معادلة مبسطة يحسب من خلالها المعامل بما يساوي نوع الصنف مضروب في نسبة المساحة وجود تدهور بيئي ملحوظ في سنوات الدراسة. توصلت الدراسة أن هناك تناقص كبير في نسبة مساحة الأراضي الزراعية والأراضي الرعوية، في حين تشير الخرائط نفسها إلى زيادة في الأراضي المبنية على حساب الأراضي الصالحة للزراعة (الحمداني والداغستاني، 2018). وفي العراق أيضاً استخدم علي والمولى (2018) تقنية الاستشعار عن بعد لتصنيف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في محافظة ميسان- العراق. هدفت الدراسة إلى تطوير تقنيات التصنيف الرقمي وطرق التصنيف البصري للوصول إلى خرائط ذات دقة عالية في عملية التصنيف الرقمي للغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي من المرئيات الفضائية. اعتمدت الدراسة على استخدام طريقة التصنيف الهجين Hybrid Classification والذي يتراوح ما بين التصنيف المراقب (أو ما يسمى بالتصنيف المحكوم) Supervised Classification والتصنيف غير المراقب Unsupervised Classification. اعتمدت الدراسة على بيانات القمر الصناعي Landsat-7 وعملية التصنيف البصري. استخدمت المعالجة الرقمية لإعطاء تمثيل أفضل لمروية فضائية خالية من التشوهات ومعالجتها بواسطة برنامج ERDAS وبرنامج ArcMap، وذلك باستخدام عملية الموزايك Mosaic، وعملية القطع Clipping، وعملية التفسير البصري، وتقنية جبر الخرائط Map Algebra. واعتمدت الدراسة تصنيف هيئة المساحة الجيولوجية USGS بما يتلاءم مع منطقة الدراسة، حيث تم تصنيفها إلى أراضي مبنية، وزراعية، ورطبة، وجرداء. أظهرت نتائج الدراسة فعالية التصنيف الهجين في تصنيف الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي في منطقة الدراسة (علي والمولى، 2018).

قام حلي والخطيب (2013) بدراسة تغير مساحة الغطاء الأرضي في محافظة أريحا- فلسطين خلال الفترة من 1960 إلى 2006.

### منطقة الدراسة

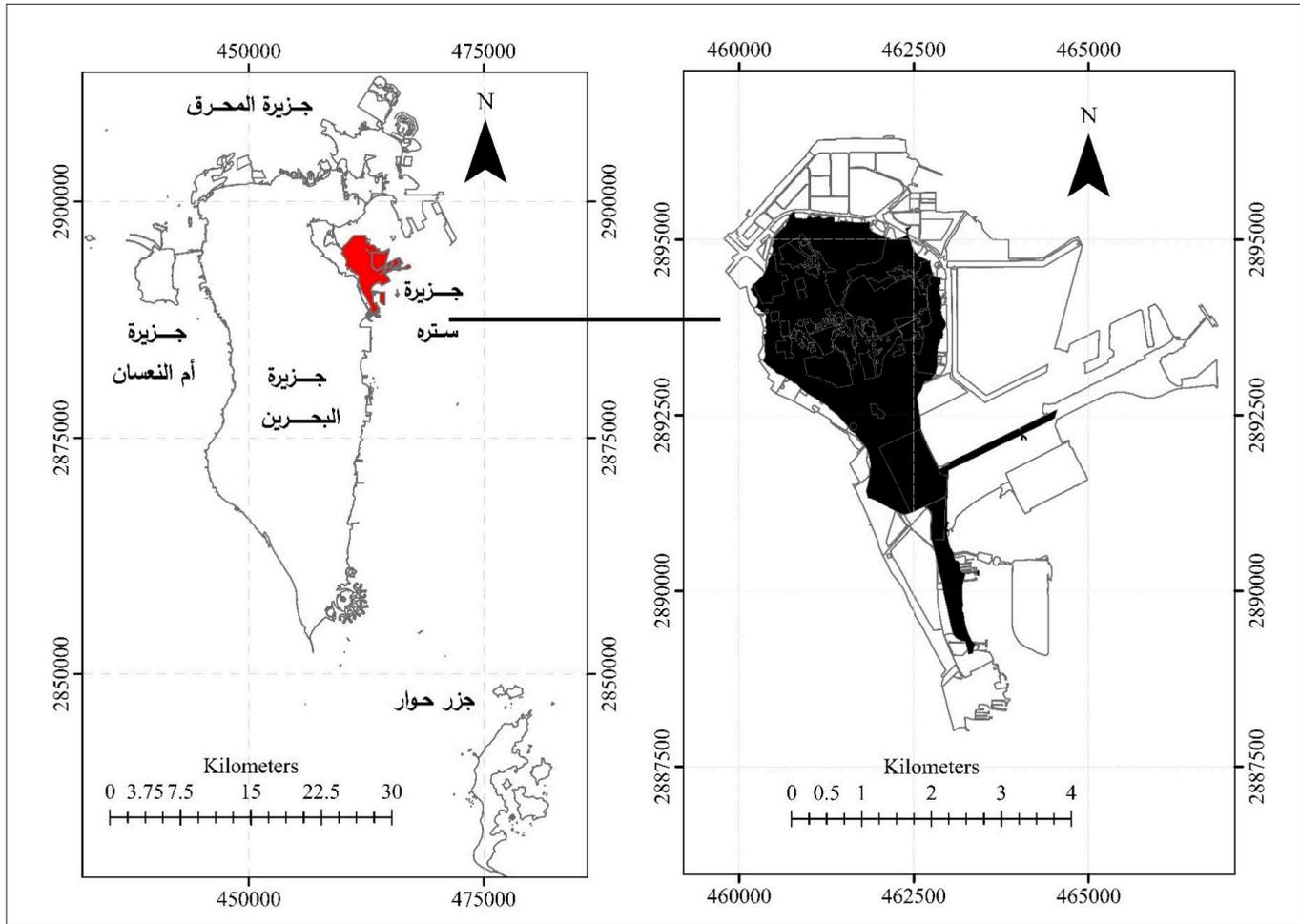
مملكة البحرين عبارة عن أرخبيل مكون من 36 جزيرة تقع في منتصف الجزء الجنوبي من الساحل الغربي للخليج العربي بين خطي طول 17° 50' و 8° 51' شرقاً، ودائرتي عرض 25° 32' و 10° 27' شمالاً. تشكل الجزر الرئيسية 90% من مساحتها الإجمالية أكبر الجزر المأهولة هي: البحرين، والمحرق، وسترة، وأم النعسان، والنبية صالح، ومجموعة جزر حوار، بلغت مساحتها الإجمالية 779 كم<sup>2</sup> في 2016 (الجهاز المركزي للمعلومات، 2010). بلغ المعدل السنوي للنمو السكاني في مملكة البحرين 2.7% خلال الفترة من 1991-2001، وما يعادل 3.6% من 1198 إلى 1991. وتزايدت أعداد السكان إلى 1.23 مليون نسمة في 2010. بلغ النمو الإجمالي السنوي للسكان 7.38% خلال الفترة من 2001 إلى 2010 (الجهاز المركزي للمعلومات، 2010). وتعتبر جزيرة سترة ثالث أكبر الجزر في مملكة البحرين، وتقع على الجهة الشرقية من جزيرة البحرين الأم. اشتهرت بمساحات شاسعة من الأراضي الزراعية التي غلبت عليها أشجار النخيل، وعدد من العيون الطبيعية (الشكل 1). ازداد عدد السكان جزيرة سترة من 8.87 ألف نسمة في 1965 إلى أن وصل إلى 43.91 ألف نسمة في 2001. وهذا مما أدى إلى زيادة الطلب على الأراضي، فتزايدت مساحات الجزيرة لأغراض التنمية العمرانية من 2.20 كم<sup>2</sup> إلى أن وصلت 21.82 كم<sup>2</sup> في 2016.

أدت مجموعة من العوامل كزيادة عدد السكان وزيادة الطلب على الأراضي السكنية، وزيادة النمو في إقامة مراكز خدمة المجتمع كالأندية والمستوصفات الطبية والمدارس، وإقامة محطات التحلية والكهرباء، وبناء الطرق الرئيسية والفرعية إلى زيادة الطلب على الأراضي في الجزيرة وما حولها. فازدادت مساحة الجزيرة منذ مطلع الثمانينات بسبب ردم السواحل الضحلة حولها. وبسبب قرب الجزيرة من منطقة ميناء سلمان، التي توجد بها المنطقة الصناعية، تم التوسع في الأراضي للأغراض الصناعية، مما أدى إلى زيادة حركة السيارات والشاحنات على طرقها، والتي قد تؤدي إلى تلوث في الهواء، هذا بالإضافة إلى وجود خزانات النفط في الجزء الجنوبي من الجزيرة. تتصل جزيرة سترة بجزيرة البحرين الأم من جهة الغرب بجسر أنشأته شركة نفط البحرين (بابكو) في 1938، وذلك بعد اكتشاف النفط في مملكة البحرين في 1932. كما يربط جزيرة سترة جسر آخر جهة الشمال تم إنشاؤه في 1967. وتقسّم جزيرة سترة إلى مجمعات سكنية أبرزها: واديان، ومرقوبان، والقريّة، مهزة، وسفالة، كما يوضح (الشكل 2). ويبين المخطط الزمني في (الشكل 3) أهم الأعمال الإنشائية التي تمت في الجزيرة وما حولها. والتي من أهمها جسر سترة، ومحطة التحلية، والمنطقة الصناعية، ومرافق تحميل النفط، ومدينة شرق سترة. وتعاني جزيرة سترة من مجموعة من المشاكل، منها تلوث الهواء الناتج من عوادم السيارات والاختناقات المرورية ودخان المصانع مما أدى إلى انتشار الأمراض في المنطقة منها مرض السرطان والقلب، والأمراض التنفسية (وزارة الصحة، 2015).

أثيوبيا خلال الفترة من 1986 إلى 2018 باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. اعتمدت الدراسة على بيانات الأقمار الصناعية Landsat- 5-8 لإنتاج خرائط التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي خلال 32 سنة. صنفت منطقة الدراسة إلى خمسة فئات شملت أراضي الغابات والمراعي، والأراضي الزراعية، والمبنية، والشجرية. واستخدم حساب دقة خرائط التصنيف من خلال بناء مصفوفة التحويلات Confusion Matrix وإحصاءات Kappa Statistics لخمس فئات، وذلك من خلال حساب الفرق بين الخرائط المصنفة لسنوات مختلفة باستخدام معدل التغيير والنسبة المئوية أظهرت نتائج الدراسة زيادة الأراضي الزراعية على حساب المراعي وأراضي الغابات والشجيرات. ووضحت قدرة برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد وكشف التغيرات المكانية الزمانية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي التي عجزت الخرائط التقليدية عن إنجازها بأقل تكلفة وأقل وقت مع أعلى دقة (Belayneh et al., 2018).

قيمت دراسة (Abbas et al, 2018) التغيرات التي طرأت على استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في نيجيريا خلال الفترة من 2001 إلى 2009. تم حساب معدل التغيير من خلال بناء مصفوفة التحويلات، لتحديد النسبة المئوية ومعدل التغيير لكل سنة ثابتة (2001-2005-2009) مقابل كل نوع من أنواع الأراضي المصنفة في الدراسة. وتم ذلك من خلال معادلة تقوم بقسمة حجم التغيير بحسب تغطية منطقة خلال سنة الأساس مضروبة في النسبة المئوية. أظهرت النتائج بأن لكل تصنيف في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي يمكن أن يكون به اختلاف بين كل فئة عن الأخرى. وأوصت الدراسة بضرورة الحفاظ على مناطق النظم الايكولوجية التي عانت من التدهور. وبينت أهمية نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تطوير نظام متكامل الإدارة البيانات ونظم المعلومات والرصد البيئي وإدارة الموارد الطبيعية (Abbas et al, 2018).

قيم (Phalke, 2007) حجم التغيرات في استخدامات الأراضي خلال الفترة 1960 إلى 2006 في أوغندا. استخدم بيانات المرئيات الفضائية لدراسة التغيرات خلال فترة الدراسة. اعتمدت الدراسة على استطلاع آراء السكان المحليين وذلك للوقوف على الآثار المترتبة على تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. وخلصت الدراسة إلى أن توجه الحكومة إلى إزالة الغابات وتحويلها إلى مناطق زراعية بهدف التخفيف من حدة الفقر، هو السبب الرئيس وراء التغيير الحاصل في استخدامات الأراضي في أوغندا. أما بخصوص آراء السكان المحليين، فقد بينت نتائج الاستبيان عدم تقبل السكان لهذه التغيرات وتفضيلهم للغابات وذلك للمنافع الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المتحصلة منها (Phalke, 2007).



الشكل (1): موقع جزيرة ستره



الشكل (2): الأراضي الزراعية وعين الرحي في جزيرة ستره (سنوات الجريش، 2010)



الشكل (3): أهم الأعمال الإنشائية في جزيرة سرتة خلال الفترة 1929 – 2014 (صحيفة الوسط، 2010؛ وكالة أنباء البحرين، 2010؛ صحيفة الأيام، 2011؛ صحيفة النجمة الأسبوعية، 2011؛ وزارة الصناعة والتجارة والسياحة

#### الجدول (1): بيانات الدراسة

السنة	نوع البيانات	الملاحظات
1967	مرئية فضائية (USGS)	Black & White •
1998	صور جوية مصححة (AGU) Ortho-Rectified/MRSID	RGB •
2009	مرئية فضائية (AGU) GeoEye	RGB •
2018	مرئية فضائية (AGU) Worldview 2	RGB •

#### فئات تصنيف الأراضي

تم تبني تصنيف أندرسن (Anderson et al., 1976) في هذه الدراسة، مع الأخذ في الاعتبار ما يناسب المنطقة المدروسة (سرتة في مملكة البحرين) من تصنيفات الأراضي. وقُسمت المناطق المبنية إلى قسمين رئيسيين: مناطق سكنية، ومناطق صناعية، وإضافة فئة تصنيفية جديدة إلى الفئات باسم المناطق المدفونة Reclaimed Area ، (الجدول 2). ولقد تم إدخال هذا التغيير في التصنيف بالاعتماد على خرائط وزارة الأشغال وشؤون البلديات والتخطيط العمراني في البحرين (<https://www.mun.gov.bh/ppd/indexar.jsp>) والذي يعرض المستويات والفئات التصنيفية والتفصيلية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سرتة (الشكل 4، 5، 6).

#### البيانات وفئات التصنيف ومنهجية العمل

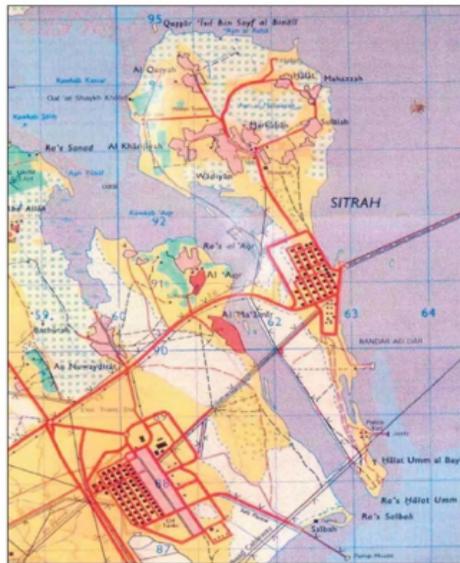
##### بيانات الدراسة

جمعت بيانات الدراسة من مصادر متعددة، من الدراسات السابقة لاستخلاص أكثر الطرق والوسائل المتبعة في تصنيف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، وطرق رصد التغيير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، والمنهجيات المتبعة في تحديد ومعرفة الأسباب التي تساهم في إحداث التغييرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. اعتمدت الدراسة على ثلاثة أنواع من البيانات، خرائط ممسوحة ومرئيات فضائية لأقمار صناعية مختلفة (GeoEye 1, 2009 و Worldview 2, 2018)، وصور جوية مصححة Ortho Rectified لعام 1998 وغير مصححة لعام 1967. تتفاوت الدقة المكانية للمرئيات الفضائية والصور الجوية بين 0.45 و 2 متر مربع، ولكنها في الاجمال تعتبر من البيانات عالية الدقة. يوضح الجدول (1) المواصفات التفصيلية لبيانات المرئيات والصور الجوية. أما بالنسبة للخرائط الممسوحة فقد تم الحصول عليها من هيئة التخطيط والتطوير العمراني في مملكة البحرين. تمثل هذه الخرائط التصنيف المعتمد في عمليات التخطيط في المملكة لكافة مناطق المحافظات، وتم استخدام خريطة التصنيف المعتمدة لجزيرة سرتة لعام 2017 بمقياس رسم 1:100 متر (هيئة التخطيط والتطوير العمراني، 2017). استخدمت أيضا الخريطة الطبوغرافية لجزيرة سرتة لسنة 1973 كمصدر أساسي للتعرف على الظواهر الطبيعية والبشرية في الجزيرة قديما

**الجدول (2): نظام تصنيف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي (Anderson et al., 1976) المعدل للدراسة**

فئات التصنيف	الوصف
1. المناطق الحضرية والمبنية Urban Or Built-up Land	تشمل الأراضي المستخدمة بشكل مكثف وتتغطي بالإنشاءات. ويدخل من ضمنها المدن، البلديات، القرى، النقل، الكهرباء، مراكز التسوق، والمجمعات التجارية والصناعية. (ستقسم هذه الفئة إلى قسمين: ١. مناطق سكنية و ٢. مناطق صناعية).
2. المناطق الصناعية Industrial areas	هي منطقة مخصصة ومخطط لها لغرض التنمية الصناعية.
3. المناطق التجارية Commercial areas	
4. الأراضي الزراعية Agricultural Land	وهي الأراضي التي تستخدم بشكل أساسي لإنتاج الغذاء، المنظر الطبيعي، المراعي، وغيرها من الأراضي التي تستخدم فيها المعدات بشكل غير منتظم.
5. المياه Water	هي عبارة عن جميع المناطق الداخلية التي تغطيها المياه، شريطة ألا تقل اطوالها عن ٢٠٠ متر، وألا تقل تغطيتها عن ١٦ هكتار.
6. الأراضي الرطبة Wetland	هي المناطق التي يكون منسوب المياه قريب أو فوق سطح الأرض
7. الأراضي الجرداء Barren Land	هي أرض قاحلة ذات قدرة محدودة على دعم الحياة وتحتوي على الغطاء النباتي، أو تغطية أخرى بأقل من ثلث المنطقة. وهي تحتوي على الرمل، التربة الرقيقة، أو الصخور
8. المناطق المدفونة Reclaimed Area	هي الأراضي البحرية الضحلة المحيطة بالجزيرة، وتم دفنها خلال الأربعين سنة الماضية.

وعليه تم تبني الفئات التصنيفية التي تتوافق مع استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في الجزيرة خلال سنوات الدراسة لتتضمن: الأراضي الزراعية، المناطق المبنية، المناطق الصناعية، الأراضي الفضاء، الأراضي المدفونة، الأراضي التجارية، الطرق، الأراضي الرطبة، أراضي المقابر.

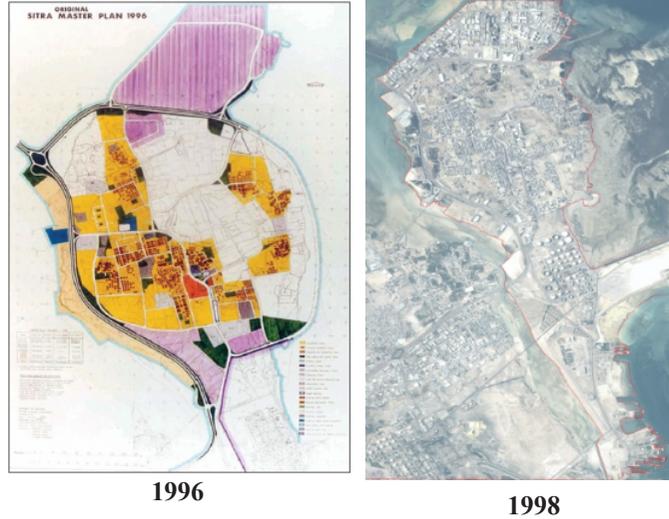


1973

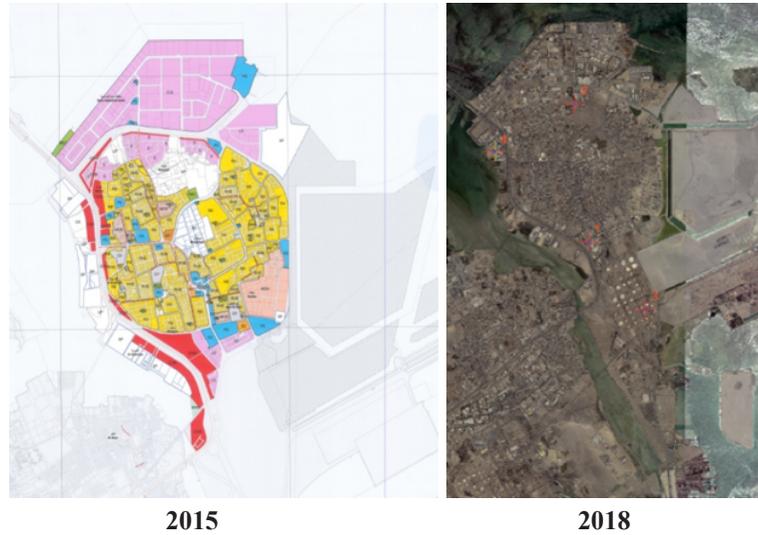


1967

**الشكل (4):** الفئات التصنيفية والتفصيلية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة للصورة الجوية لسنة 1967، وخريطة فئات الأراضي التصنيفية لجزيرة سترة في 1973



الشكل (5): الفئات التصنيفية والتفصيلية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأراضي في جزيرة سترة للصورة الجوية لسنة 1998، وخريطة فئات الأراضي التصنيفية لجزيرة سترة في 1996



الشكل (6): الفئات التصنيفية والتفصيلية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأراضي في جزيرة سترة للمرئية الفضائية لسنة 2018، وخريطة فئات الأراضي التصنيفية لجزيرة سترة في 2015

الورقية (صورة، إحدائيات، إلخ..). إلى خرائط رقمية يمكن من خلالها إنشاء عدة ملفات رقمية (طبقات) يمكن التعامل معها في برامج نظم المعلومات الجغرافية. وظفت عملية الترقيم النقطي Digitization في بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام عملية التفسير البصري، وهذه العملية هي طريقة إما تناظرية أو قياسية تقوم بفحص الصور الجوية أو المرئيات الفضائية بالنظر، وذلك للتعرف على الظواهر المختلفة التي يمكن تمييزها بما تمثله الصور على الأرض (ليلساند وكيفر، 1994) ولرسم خرائط فئات استخدامات الأراضي والغطاء الأراضي بمساعدة الخرائط الطبوغرافية للمنطقة ذات مقياس 1:50000.

#### البناء الهندسي Building Topology

يستخدم البناء الهندسي Topology في ضمان جودة بيانات العلاقات المكانية والمساعدة في تجميع البيانات وتصحيحها. كما يتم استخدام البناء الهندسي أيضاً لتحليل العلاقات المكانية في العديد من المواقف، مثل حل الحدود بين المضلعات المجاورة ذات قيم السمات نفسها أو

#### منهجية العمل

تم اتباع الخطوات التالية لبناء الخرائط المطلوبة لإجراء عملية تقييم التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرض في جزيرة سترة للفترة من 1967 إلى سنة 2018.

#### بناء قاعدة البيانات Building A Geodatabase

تم اعداد قاعدة بيانات جيومكانية باسم Sitra.mdb لتخزين جميع الظواهر Features Class المدروسة. كما تم تمثيل البيانات على هيئة نقاط أو خطوط أو مضلعات. واعتمد نظام الاسناد الجيوسي ميركاتور المستعرض العالمي نطاق WGS-1984-UTM- Zone-39.

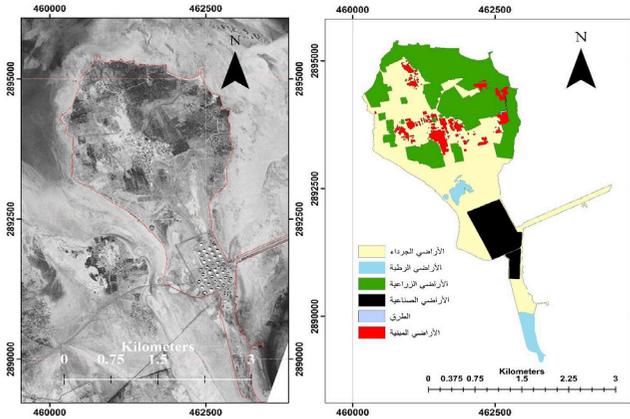
#### عملية الترقيم النقطي Digitizing

تمت عملية الترقيم النقطي وهي عبارة عن عملية تحويل الخرائط

عبور شبكة من العناصر في رسم بياني للبناء الهندسي.  
تصحيح البيانات أو الإرجاع المكاني والجغرافي

جدول (4): الفئات التصنيفية لسنة 1967

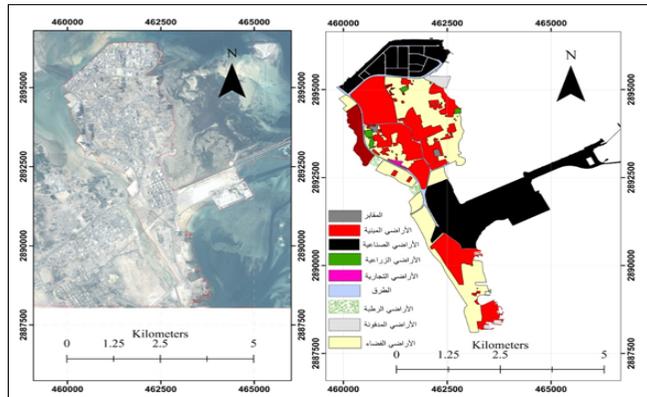
الفئة التصنيفية	رمز تصنيف الأراضي	المساحة الكلية (كيلومتر مربع)	% المساحة الكلية
الأراضي الزراعية	AG	2.45	30.36
المناطق المبنية	B	0.46	5.73
المناطق الصناعية	I	0.76	9.40
الأراضي الفضاء	V	4.44	54.93
المجموع	Total	8.08	100.00



الشكل (8): استخدامات الأراضي في سنة 1967

### استخدامات الأراضي في سنة 1998

يعرض الجدول (5) والشكل (9) فئات تصنيف الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة لسنة 1998. ازداد تصنيفات الأراضي في هذه الفترة نتيجة النمو العمراني في المنطقة، حيث كانت الأراضي الزراعية تغطي مساحة تقدر بحوالي 0.71% من مساحة الجزيرة، أما المناطق الصناعية فتقارب مساحتها 37%. كما بلغت مساحة المناطق المبنية حوالي 27%، وقدرت مساحة الأراضي الفضاء بما يقارب 28%. وبلغت الأراضي الرطبة من مساحة الجزيرة حوالي 0.37%. تراجعت مساحة الأراضي الزراعية إلى أقل من ربع كيلومتر مربع، وتزايدت مساحة الأراضي المبنية والأراضي الصناعية. ويلاحظ وجود فئات استخدامات جديدة في الجزيرة للغطاء الأرضي تمثلت في الأراضي المدفونة والتجارية.



الشكل (9): استخدامات الأراضي في سنة 1998

### Georeferencing

تعد عملية تصحيح البيانات أو الإرجاع المكاني والجغرافي (Georeferencing) من أهم العمليات في نظم المعلومات الجغرافية قبل البدء بأي عمليات تحليلية للبيانات أو المرئيات، حيث يتم من خلالها إرجاع البيانات إلى موقعها الجغرافي الصحيح بالنسبة لخطوط الطول والعرض باستخدام إحداثيات الخريطة. تتم هذه العملية بتحديد نقاط تحكم أو ربط (Control Points) محددة بين البيانات المراد تصحيحها مكانياً والبيانات الأخرى المصححة مسبقاً. تم إعادة إسقاط (Re-project) المرئيات غير المصححة مكانياً (1967، 1998، 2009) إلى إسقاط يتطابق مع مرئية جزيرة سترة لعام 2018 المصححة مكانياً والمرجعة بإسقاط ميركاتور المعدل العالمي Universal Transverse Mercator، بالنظام الجيوديسي العالمي World Geodetic System (UTM\_Zone\_39N -WGS 84). بلغت نسبة الخطأ -RMSE Root Mean Square Error أقل من 0.4 (الشكل 7). أعتمد في هذه الدراسة على أربع نقاط في عملية المرجعة المكانية، وركزت هذه النقاط على زوايا المباني المتطابقة في المرئيات الثلاث.

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	461755.877927	2891327.593206	461721.907500	2891325.950300	-0.01368	-0.0136821	0.0193479
2	463003.267227	2890683.808952	462951.472723	2890679.894420	0.0102292	0.0102303	0.0144671
3	461600.627283	2895023.447087	461572.906043	2895034.772267	-0.396497	-0.396496	0.56073
4	461570.062763	2895008.022728	461543.537235	2895020.087863	0.399948	0.399947	0.565611

الشكل (7): نقاط التحكم ونسبة الخطأ لعملية المرجعة المكانية

### النتائج والمناقشة

جميع الخرائط رسمت باستخدام عملية الترقيم النقطي بتثبيت مقياس الرسم عند 1:1000 متر. وكانت نسبة الخطأ أقل من 0.4، وتوضح النقاط التالية جميع الخرائط لفئات تصنيف الأراضي والغطاء الأرضي لجزيرة سترة التي أعدت في هذه الدراسة.

### استخدامات الأراضي في سنة 1967

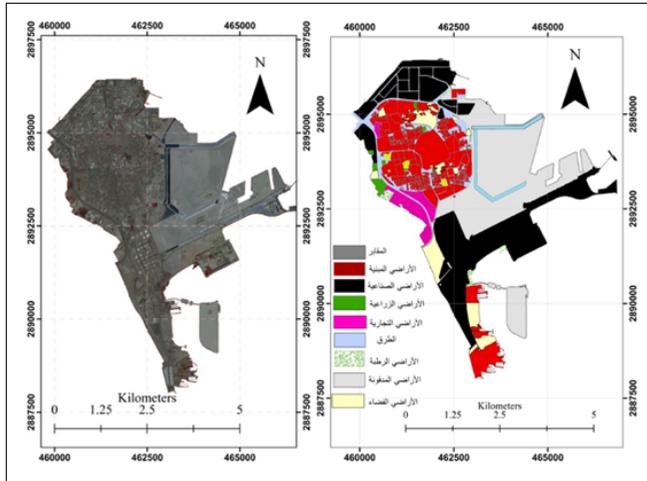
يعرض الجدول (4) والشكل (8) فئات تصنيف الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة لسنة 1967. كانت الأراضي الزراعية تغطي مساحة تقدر بحوالي أكثر من 30% من مساحة الجزيرة، أما المناطق الصناعية فتقارب مساحتها 10%. كما بلغت مساحة المناطق المبنية حوالي 5%، وقدرت مساحة الأراضي الفضاء بما يقارب 54%. ويلاحظ من النتائج ان أكثر من نصف مساحة أراضي الجزيرة كانت فضاء.

**جدول (5): الفئات التصنيفية لسنة 1998**

رمز تصنيف الأراضي	المساحة الكلية (كيلومتر مربع)	% المساحة الكلية
AG	0.11	0.71
B	4.12	27.16
I	5.75	37.94
V	4.35	28.70
LB	0.15	0.99
COM	0.03	0.23
R	0.47	3.12
LW	0.12	0.79
GY	0.05	0.36
Total	15.16	100.00

**استخدامات الأراضي في سنة 2108**

يعرض الجدول (7) والشكل (11) فئات تصنيف الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة لسنة 2009. بلغت مساحة الأراضي الزراعية حوالي 0.21% من مساحة الجزيرة، أما المناطق الصناعية فتقارب مساحتها أكثر من 30%. كما بلغت مساحة المناطق المبنية حوالي 21%، وقدرت مساحة الأراضي الفضاء فيما يقارب 5%. وبلغت الأراضي الرطبة من مساحة الجزيرة حوالي 0.4%.



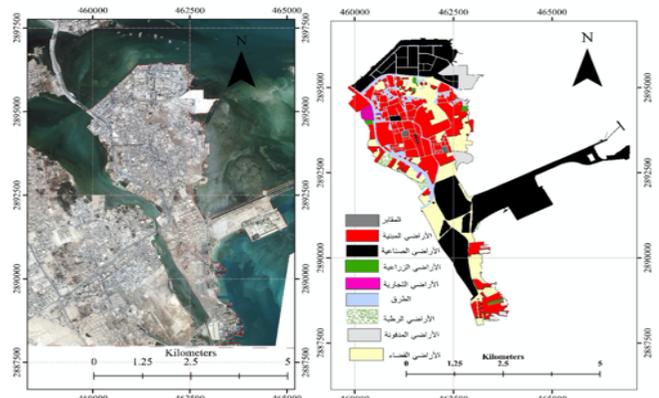
**الشكل (11): استخدامات الأراضي في سنة 2018**

**جدول (7): الفئات التصنيفية لسنة 2018**

الفئة التصنيفية	رمز تصنيف الأراضي	المساحة الكلية (كيلومتر مربع)	% المساحة الكلية
الأراضي الزراعية	AG	0.21	0.93
المناطق المبنية	B	4.81	21.33
المناطق الصناعية	I	6.90	30.64
الأراضي الفضاء	V	1.21	5.38
الأراضي المدفونة	LB	6.82	30.27
الأراضي التجارية	COM	0.80	3.55
طرق	R	1.50	6.66
الأراضي الرطبة	LW	0.19	0.84
المقابر	GY	0.09	0.41
المجموع	Total	22.53	100.00

**استخدامات الأراضي في سنة 2009**

يعرض الجدول (6) والشكل (10) فئات تصنيف الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة لسنة 2009. بلغت مساحة الأراضي الزراعية حوالي 0.11% من مساحة الجزيرة، أما المناطق الصناعية فتزايدت مساحتها إلى أكثر من 37% من مساحة الجزيرة. وبلغت مساحة المناطق المبنية ما يقارب 28%، والأراضي الفضاء ما يقارب 20%، أما الأراضي الرطبة فشكلت ما يزيد عن 1% من مساحة الجزيرة.



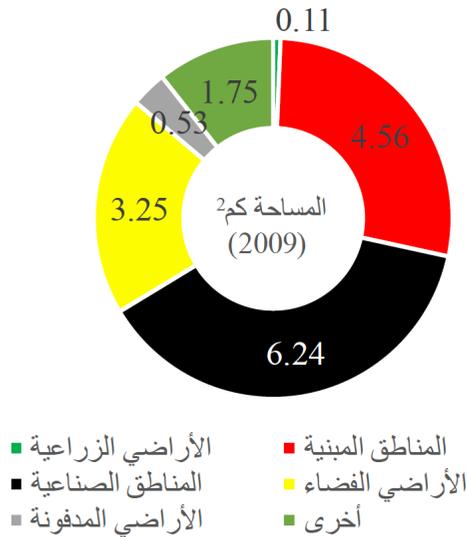
**الشكل (10): استخدامات الأراضي في سنة 2009**

**جدول (6): الفئات التصنيفية لسنة 2009**

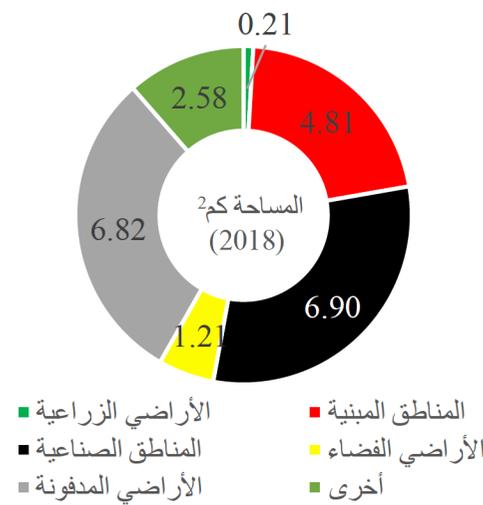
الفئة التصنيفية	رمز تصنيف الأراضي	المساحة الكلية (كيلومتر مربع)	% المساحة الكلية
الأراضي الزراعية	AG	0.11	0.66
المناطق المبنية	B	4.56	27.73
المناطق الصناعية	I	6.24	37.97
الأراضي الفضاء	V	3.25	19.75
الأراضي المدفونة	LB	0.53	3.24
الأراضي التجارية	COM	0.14	0.84
طرق	R	1.37	8.32
الأراضي الرطبة	LW	0.18	1.11
المقابر	GY	0.06	0.38
المجموع	Total	16.43	100.00

### التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي خلال الفترة من 1967 إلى 2018

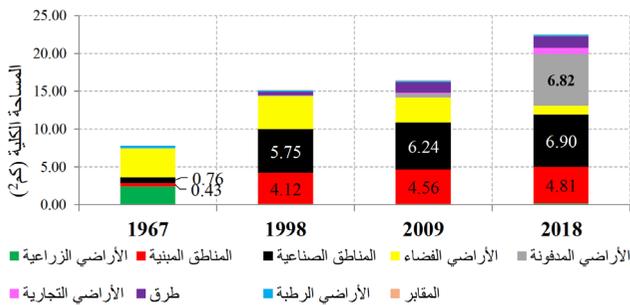
تبين الأشكال من (12-16) المساحة الكلية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة ستره وذلك حسب التصنيفات التي تم تبنيها في هذه الدراسة. ويتضح جلياً من هذه الأشكال زيادة المساحة الكلية للمناطق المبنية من 0.43 كم<sup>2</sup> في 1967 إلى 4.8 كم<sup>2</sup> في 2018. ويتضح كذلك التناقص الشديد في مساحة رقعة الأراضي الزراعية، وذلك من 2.45 كم<sup>2</sup> في 1967 إلى ما يقارب 0.2 كم<sup>2</sup> فقط في 2018. وتعرض الأشكال جميعها زيادة التمدد الحضري، والذي نتج عنه تناقص مساحة الأراضي الفضاء من 4.43 كم<sup>2</sup> في 1967 إلى 1.2 كم<sup>2</sup> في 2018، والذي أدى إلى زيادة الطلب على الأراضي المدفونة، فتزايدت من 0.15 كم<sup>2</sup> في 1998 إلى 6.82 كم<sup>2</sup> في 2018.



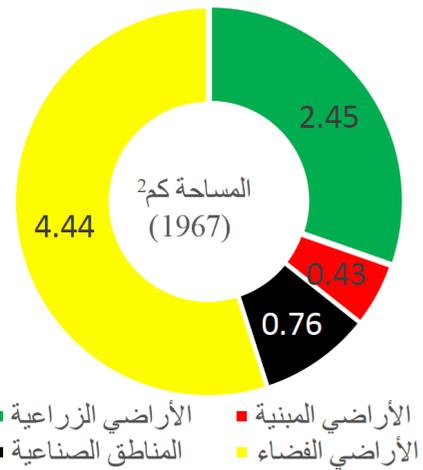
الشكل (14): المساحة الكلية لسنة 2009



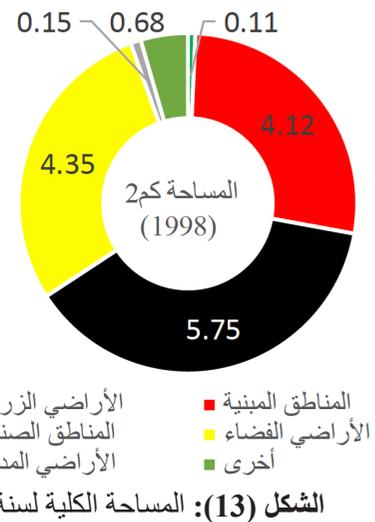
الشكل (15): المساحة الكلية لسنة 2018



الشكل (16): التغيرات في مساحة الفئات التصنيفية لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي لسنوات الدراسة



الشكل (12): المساحة الكلية لسنة 1967



الشكل (13): المساحة الكلية لسنة 1998

وبدراسة تأثير تغير المناخ. كما وتوصي الدراسة بتقدير الكلفة الاقتصادية المترتبة على التغير الحاصل في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة. وحيث أن هذه الجزيرة مأهولة بالسكان، والذين يفوق عددهم 40 ألف نسمة، توصي الدراسة بضرورة استطلاع آراء الجمهور بما يتعلق بالتغيرات في استخدامات الأراضي واتخاذ الإجراءات التي تضمن رفاهية السكان. حيث أن التقييم البيئي والاقتصادي والاجتماعي للأثار المترتبة على تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة، بات ضرورياً لتحقيق الاستدامة في جوانبها الثلاثة: البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

### المراجع العربية

المومني، لطفي. (2002). دراسة التغير في الغطاء الأرضي لحوضي وادي عربة والبحر الأحمر خلال الفترة (1987-2002) واستخدامات الأراضي باستخدام الصور الجوية والفضائية ونظم المعلومات الجغرافية.

وزارة الصحة. (2015). الرعاية الصحية الأولية. مملكة البحرين. <https://www.moh.gov.bh>

العنقري، خالد. (1989). الصور الجوية، في دراسة استعلامات الأراضي والغطاء الأرضي، دراسة تطبيقية.

الجهاز المركزي للمعلومات. (2010). المجموعة الإحصائية، مملكة البحرين <http://www.cio.gov.bh>

الجهاز المركزي للمعلومات. (2016). المجموعة الإحصائية، مملكة البحرين <http://www.cio.gov.bh>

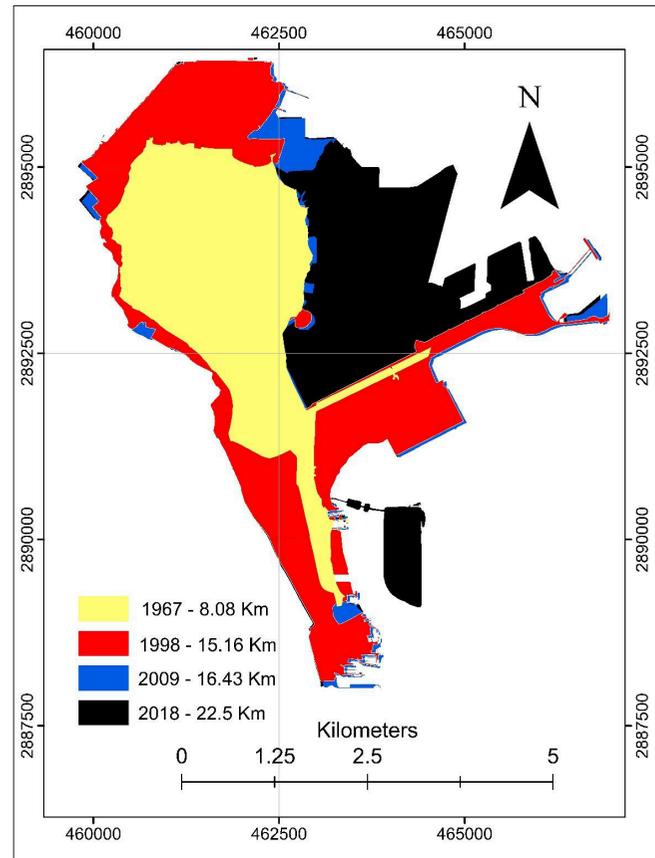
الجنيد، صباح وغدير كاظم ونادر عبد الحميد. (2014). تقييم وتحليل الدوافع والضغوط المؤدية إلى تغيرات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في مملكة البحرين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وإطار (DPSIR 1998 – 2012). كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين، 32 (4): 200-212.

زريقات، دلال علي، الحسبان، يسرا. (2012). كشف التغير في الغطاء الأرضي باستخدام الصور الجوية و نظم المعلومات الجغرافية في قضاء برما-جرش. مجلة العلوم الاجتماعية. العدد (745)، 166: 1-27.

مصطفى حلو علي، طارق جمعة علي المولى. (2018). تصنيف الغطاء الأرضي واستعمال الأرض في محافظة ميسان باعتماد بيانات الاستشعار عن بعد وبطريقة التصنيف الهجين. مجلة الأدب. العدد (125).

### زيادة المساحة الكلية للجزيرة

يوضح شكل (17) التغير في المساحة الكلية لجزيرة سترة خلال فترات الدراسة. شهدت الجزيرة العديد من عمليات الردم والدفن لسواحلها الضحلة وذلك نتيجة لزيادة الطلب على الأراضي فيها. حيث زادت المساحة الإجمالية لاستخدامات الأراضي في منطقة الدراسة من 8.08 كم<sup>2</sup> في 1967، إلى 22.5 كم<sup>2</sup> في، وذلك بنسبة نم إجمالية تقاري %178 في الفترة من 1967-2018.



الشكل (17): تطور مساحة جزيرة سترة خلال سنوات الدراسة

### الخلاصة والتوصيات

تم في هذه الدراسة رصد وتحليل تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في جزيرة سترة خلال فترة الخمسين سنة الماضية من 1967 إلى 2018. وتم ذلك عن طريق استخدام نظم المعلومات الجغرافية لإعداد الخرائط. وبينت النتائج الزيادة الملحوظة في المساحة الكلية للجزيرة، إذ زادت ما يربو على 14 كم<sup>2</sup> خلال هذه الفترة. ونتيجة للطلب المتزايد على الأراضي الفضاء التي تناقصت مساحتها، فقد زادت مساحة الأراضي المدفونة بما يفوق 6 كم<sup>2</sup> خلال الفترة 1998-2018. وبشكل عام، فقد زادت مساحة الأراضي المخصصة لجميع استخدامات التي تمت دراستها وذلك على حساب الأراضي الزراعية والأراضي الفضاء والأراضي الرطبة والتي تناقصت مساحتها خلال فترة الدراسة. وبالنظر إلى أهمية الأراضي الزراعية والأراضي الرطبة من الناحية البيئية، توصي هذه الدراسة بتقييم الأثار البيئية الناجمة عن تقلص مساحتها

**Reddy, V., Chandrakantha, C. G., Purandara, B. K., & Venkatesh, B. (2018).** Assessing Spatio-Temporal Of Land Use Land Cover Changes And Its Dynamics Using Remote Sensing And GIS Approach - A Case Study Of Midghat Haliyal-Supa, Karnataka. *International Journal of Geology and Earth Sciences*, 4(3), 01. <https://doi.org/10.32937/IJGES.4.3.2018.1-9>.

**Shalaby, A., & Tateishi, R. (2007).** Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Applied Geography*, 27(1), 28–41. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2006.09.004>.

**Amin, Arshad and Fazal, S. (2017).** Assessment of forest fragmentation in District Shopian using multitemporal land cover (A GIS Approach). *Journal of Geosciences and Geomatics*, 5, 12–23. <https://doi.org/10.12691/jgg-5-1->.

**Chaudhary, B. S., & Kumar, S. (2017).** Use of RS and GIS for Land Use / Land Cover mapping of K-J. *Int. Journal of Advances in Remote Sensing and GIS*, 5(1), 85–92.

**Belayneh, Y., Ru, G., & Tsega, M. (2018).** Assessment of land use and land cover change in Finote Biriha kebele, Amhara region, Ethiopia. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 8(6). <https://doi.org/10.29322/IJSRP.8.6.2018.p7802>.  
Reviews, B. (2012). *The History of Land Use and Development in Bahrain*, Mohammad Noor Al-Nabi, 548–550.

**Kafi, K. M., Shafri, H. Z. M., & Shariff, A. B. M. (2014).** An analysis of LULC change detection using remotely sensed data; A Case study of Bauchi City. In *IOP conference series: Earth and environmental science* (Vol. 20, No. 1, p. 012056). IOP Publishing.

الحمداني، سالي هاني، الداغستاني، حكمت صبحي. (2018). مراقبة التغيرات في استخدامات الاراضي لمنفذي مدينة الموصل (أربيل وريبعة) وتأثيرها البيئي باستخدام معطيات التحسس النائي. *مجلة جامعة كركوك للدراسات العلمية*, 13(2), 323-338.

حليبي، راند صالح طلب، الخطيب، عصام أحمد. (2013). تغير مساحة الغطاء الأرضي في محافظة أريحا ما بين عامي 1960 و 2006 باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد.

ليساند، توماس، كيفر، رالف. (1994). الاستشعار عن بعد وتفسير المرئيات. ترجمة حسن حلمي خاروف، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. دمشق، سوريا.

### المراجع الأجنبية

**Reddy, V., Chandrakantha, C. G., Purandara, B. K., & Venkatesh, B. (2018).** Assessing Spatio-Temporal Of Land Use Land Cover Changes And Its Dynamics Using Remote Sensing And GIS Approach - A Case Study Of Midghat Haliyal-Supa, Karnataka. *International Journal of Geology and Earth Sciences*, 4(3), 01. <https://doi.org/10.32937/IJGES.4.3.2018.1-9>

**Abbas, I. I., Muazu, K. M., & Ukoje, J. A. (2010).** Mapping Land Use - land Cover and Change Detection in Kafur Local Government , Katsina , Nigeria ( 1995 - 2008 ) Using Remote Sensing and Gis. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences*, 2(1), 6–12.

**Thompson, E. J., Reymore, H. E., & Sayigh, A. A. R. (1976).** DERMATHANES: THERMOSETTING RIM STRUCTURAL FOAMS., 84–108. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/20/1/012056>.

**Seki, H. A., Shirima, D. D., Courtney Mustaphi, C. J., Marchant, R., & Munishi, P. K. T. (2018).** The impact of land use and land cover change on biodiversity within and adjacent to Kibasira Swamp in Kilombero Valley, Tanzania. *African Journal of Ecology*, 56(3), 518–527. <https://doi.org/10.1111/aje.12488>.

**Kabiri, N. (2016).** Public participation, land use and climate change governance in Thailand. *Land Use Policy*, 52, 511-517.

file:///C:/Users/Mj/Downloads/Thailand%20(1).pdf

**Tudor, C. A., Iojă, I. C., Rozyłowicz, L., Pătru-Stupariu, I., & Hersperger, A. M. (2015).** Similarities and differences in the assessment of land-use associations by local people and experts. *Land Use Policy*, 49, 341-351.

file:///C:/Users/Mj/Downloads/Romania%20(2).pdf

**Fichera, C. R., Modica, G., & Pollino, M. (2011).** GIS and remote sensing to study urban-rural transformation during a fifty-year period. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 237-252). Springer, Berlin, Heidelberg.

**Benini, L., Bandini, V., Marazza, D., & Contin, A. (2010).** Assessment of land use changes through an indicator-based approach: A case study from the Lamone river basin in Northern Italy. *Ecological Indicators*, 10(1), 4–14.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.03.016>

Dadhich, P. N. and Hanaoka, S. (2011). Spatio-temporal urban growth modeling of Jaipur, India *Journal of Urban Technology*, Vol.18, No.3, pp.45-65.

**Baby, S. (2015).** Monitoring the coastal land use land cover changes (LULCC) of Kuwait from spaceborne LANDSAT sensors.

**Anderson, Hardy, Roach and Witmer. (1976).** A Land Use And Land Cover Classification System For Use With Remote Sensor Data, Geological Survey Professional Paper 464, and a revision of the land use classification system as presented in U.S. Geological survey Circular 671.

**Tizora, P., Le Roux, A., Mans, G. G., & Cooper, A. K. (2016).** Land use and land cover change in the Western Cape Province: quantification of changes & understanding of driving factors.

**Hermanns, T., Helming, K., König, H. J., Schmidt, K., Li, Q., & Faust, H. (2017).** Sustainability impact assessment of peatland-use scenarios: Confronting land use supply with demand. *Ecosystem Services*, 26, 365-376.

**FOA. (2003).** Preapation of land Cover Databes. Miao, L., Zhu, F., Sun, Z., Moore, J. C., & Cui, X. (2016). China's land-use changes during the past 300 years: a historical perspective. *International journal of environmental research and public health*, 13(9), 847.