تقدير وتقييم كميات الكربون الناتجة عن تغير استخدامات الأراضي الزراعية والغطاء الأرضي في مملكة البحرين ١٩٨٦-٢٠٠٨

غدير محمد رضا، صباح صالح الجنيد، أحمد علي صالح

جامعة الخليج العربي، مملكة البحرين

تاريخ التسليم: ٢٠١٢/٧/٥ تاريخ القبول: ٢٠١٢/٨/٢٧

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقدير التغير في مخزون الكربون بسبب تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في مملكة البحرين للفترة من ١٩٨٦ إلى ٢٠٠٨. استخدمت منهجيات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وقسم تقدير التغير إلى فترتين زمنيتين، استخدم في الفترة الزمنية الأولى بيانات مرئيات *Landsat* ١٩٨٦ و ١٩٩٠ و ١٩٩٨، وفي الفترة الزمنية الثانية استخدمت بيانات مرئيات *Quick Bird* لسنة ٢٠٠٢ ومرئيات *IKONOS* للسنوات٢٠٠٤ و٢٠٠٨. أظهرت النتائج تراجعا ملموساً في مساحة الأراضي الزراعية وتحولها إلى فئات استخدام أخرى، خصوصا المبنية. فقدت المملكة مساحات كانت تمثل مصارف مهمة للكربون تحولت إلى مصادر له. قدرت مساحة الأراضي الزراعية في ١٩٨٦ بما يزيد عن ١٠١,١٦ كلم^{٢}، تناقصت إلى ٧٢,٥٢ كلم^{٢} في ١٩٩٨، وتراجعت من ٧٢,٠٤ كلم^{٢} في ٢٠٠٢ إلى ما يقارب ٦٨,٧٥ كلم^{٢} في ٢٠٠٨. بلغت كميات الكربون المخزون ما يزيد عن ٥٣٤٠٧,٥٢ طن كربون، وأتجه التغير نحو إطلاق الكربون خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ١٩٩٨، حيث فقدت هذه الأراضي قدرتها على التخزين وأطلقت ما يعادل ٧٠٩٧٨٦,٢٧ طن كربون بسبب تحولها إلى استخدامات أخرى. أما في الفترة الزمنية الثانية من ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٨ فقد بلغ التغير في كميات الكربون حوالي ٣٨٨٢٩,٢٧ طن كربون للفترة من ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٤ ، وحوالي ١٣٠٦٨,٤٤ طن كربون للفترة من ٢٠٠٤ إلى ٢٠٠٨. يدل التغير الأولي في مخزون الكربون في الأراضي الزراعية التي حولت إلى فئات استخدام أخرى خلال فترة الدراسة على الدور المهم الذي تقوم به الاراضي الزراعية في عزل الكربون.

كلمات دليلية: تغير المناخ- استخدام الأراضي- مخزون الكربون- مملكة البحرين.

المقدمة

تعتبر زيادة تركيز غازات الدفيئة بشرية المنشأ فى الغلاف الجوي وبالأخص غاز ثاني أكسيد الكربون خلال السنوات الماضية أحد المعضلات البيئية المناخية التي تواجه الكثير من الدول (USGCRP, 2008). ويصرف الكربون إما من خلال خزانات حيوية طبيعية أو اصطناعية تقوم بتجميعه لفترات غير محددة. تتمثل الخزانات أو المصارف الطبيعية في المحيطات والنباتات والأحياء الأخرى التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، أما الصناعية فتتمثل في المدافن والخزانات الأرضية. وتعتبر الزراعة مصرفاً بارزاً للكربون وذلك من خلال قدرتها على امتصاص غازات الاحتباس الحراري وتخزينها في التربة وفي النباتات والأشجار، ويمكن أن تؤثر التغييرات في ممارسات استخدام الأراضي والتربة إلى إطلاق كربون التربة مع مرور الوقت. وتسهم أيضاً الأساليب الزراعية المحسَّنة في تخزين نحو ١٠% من الكربون الجوي المتولد عن الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة البشرية وتحسين محتوى التربة، والمحاصيل (الفاو، ٢٠٠٢؛ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦).

يرتبط استخدام الأراضي والغطاء الأرضي *LULC* بالمناخ والطقس بطرق معقده ويعتبر من المدخلات الأساسية لنمذجة انبعاثات غازات الدفيئة، وتوازن الكربون، والنظم الإيكولوجية. ويلعب تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي دوراً رئيسياً في تغير المناخ على المستوى المحلي والإقليمي

والعالمي، ويعتبر أحد المصادر المساهمة في انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي المؤدية إلى ظاهرة الإحترار العالمي. وقد يزداد انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون من خلال تدهور التربة والغطاء النباتي وإزالة الغابات، واستخدام الأراضي الزراعية، فينبعث كربون التربة ومجموعة غازات دفيئة أهمها غاز الميثان (Ellis, 2007, USGCRP, 2008). وللتعرف على الآثار المحتملة المرتبطة بالتغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي يجب دراسة هذه التغيرات وتأثيرها في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو وبالتالي تأثيرها في تغير المناخ خلال الفترات الزمنية السابقة والحالية (Wu, *et.al*, 2011).

وتتطلب دراسة انبعاثات *Emissions* وحبس *Sequestrations* الكربون تحليل تغيرات استخدامات الأراضي (مثل تغير الأراضي الزراعية إلى أراضي مبنية) وتغيرات الغطاء الأرضي (مثل تغير الغابات إلى زراعة محاصيل). ويمكن للتغير في استخدامات الأراضي أن يؤثر تأثيراً كبيراً في مخزون الكربون في كل من النبات والتربة (EERE, 2011; USGS, 2010).

تأخذ التغيرات في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي اتجاهين رئيسيين، الأول هو التغير من نوع إلى آخر على سبيل المثال من الغابات إلى الاستخدام الزراعي، والثاني هو التغيير في داخل نوع من أنواع استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي على سبيل المثال قطع أشجار الغابات وإعادة التشجير (USGS, 2010).

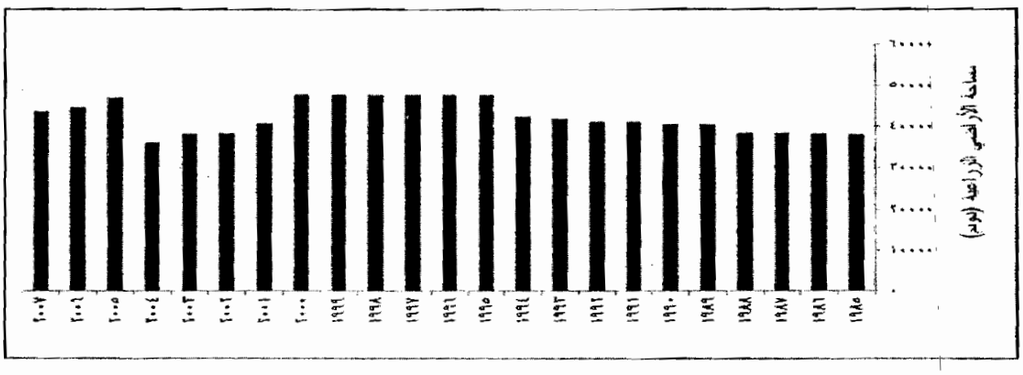
ولقد أكد التقرير الرابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, AR4, 2007) أهمية دور الدولة والتشريعات الخاصة باستخدامات الأراضي وخاصة تلك التي تتيح المجال للمناطق العمرانية الزحف والتمدد على حساب استخدامات أراضي أخرى والتي من شأنها أن تخفف من انبعاثات غازات الدفيئة (Byerly, 2011). حيث يمكن لإدارة استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي الجيدة أن تساهم في تخفيف انبعاثات الكربون وغيره من غازات الدفيئة. وتعتبر نمذجة استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي على النطاق الوطني من أفضل الطرق في فهم وتحليل علاقة التغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي بالغازات الدفيئة (Sohl, *et.al*., 2012).

منطقة الدراسة

مملكة البحرين دولة جزرية محدودة المساحة، يتركز معظم سكانها وأنشطتهم الاجتماعية والاقتصادية في أجزاء محدودة من جزيرتها الأم (البحرين) وبعض الجزر الأخرى. للمناخ والسطح واكتشاف النفط دوراً كبيراً في تحديد وتوزيع أنماط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي فيها خلال السنوات الماضية. ولقد أدى تسارع وتيرة النمو والتنمية في المجال السياحي والإسكاني في معظم المناطق مملكة البحرين والزيادة المتسارعة في أعداد السكان، بالإضافة إلى زيادة نصيب الفرد من الدخل القومي إلى تنامي في زيادة الطلب على جميع أنواع الأراضي،. وتزايدت الضغوط على الأراضي بأنواعها المختلفة، فاتجه الطلب إلى الأراضي الزراعية ذات المدخول النقدي المنخفض خلال الفترة الماضية، وتسارع تحولها من أراضي زراعية إلى أراضي تلبي الاحتياجات السكنية والتجارية المختلفة.

كما ساهمت العديد من العوامل في تقليص الرقعة الزراعية مثل تدهور التربة والمياه وانخفاض الانتاجية، وبدأ السكان يتحولون من الزراعة إلى أنشطة اقتصادية أخرى أعلى دخلاً وأكثر رفاهية (عبدالقدوس، ٢٠٠٦). وساهم إحجام رؤوس الأموال عن الاستثمار في المجال الزراعي إلى تناقص مساحتها خلال الفترة ١٩٨٥-٢٠٠٧، (الشكل ١).

لقد أدى النمو الحضري في المملكة على حساب الأراضي الزراعية إلى خسائر كبيرة في مساحات المناطق الزراعية التقليدية (السمات الرئيسية للتنمية الزراعية بدولة البحرين، ٢٠٠١) . كذلك ساعد تملح التربة الناجم عن تدهور نوعية المياه الجوفية



شكل١: التذبذب في المساحات الزراعية ١٩٨٥-٢٠٠٧ (وزارة شئون البلديات والزراعة،١٩٩٧ و٢٠٠٧)

المستخدمة في الري إلى انخفاض في مساحة الأراضي المزروعة(المفكرة الزراعية، ٢٠٠٤). ويعد القطاع الزراعي في مملكة البحرين قطاعاً صغيراً جداً (وزارة شئون البلديات والزراعة، 2006). وقدرت المساحة الكلية الصالحة للزراعة في فترة الدراسة بحوالي ٧٠٠٠ هكتار، أي ما يعادل ٦٪ من المساحة الكلية للبلاد في ٢٠٠٨(World Bank, 2012) حيث تناقصت مساحة الأراضي الزراعية بما يزيد عن ٢٠٠٠ هكتار لصالح الاستخدامات السكنية والصناعية منذ ١٩٧٦ (ESCWA.UNEP/ROWA, 1992).

تهدف هذه الدراسة إلى رصد التغيير في الغطاء الارضي واستخدامات الاراضي في مملكة البحرين للفترة ١٩٨٦- ٢٠٠٨ وما صاحب ذلك من تغيير في كميات الكربون المخزون بها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

البيانات ومنهجية الدراسة

وضعت الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) *IPCC, 2006* ثلاث منهجيات لتمثيل مساحات الأراضي على شكل فئات *Classes*، وتم ترتيب هذه المنهجيات بحسب حجم ودقة البيانات المتوفرة. في المنهجية الأولى يمكن استخدام قواعد البيانات الخاصة بالمسح الحقلي التي يرجح أن تكون قد أعدت لأغراض أخرى مثل إحصائيات الحراجة أو الزراعة، وقد يتم الجمع في كثير من الأحيان بين العديد من قواعد البيانات لكي تشمل كل تصنيفات الأراضي بمنطقة الدراسة. وتتيح المنهجية الثانية إجراء تقدير على نطاق وطني أو إقليمي للزيادة أو النقص في مساحة فئات الأراضي، ويتم تمثيلها كمصفوفة غير محددة مكانياً لتغير استخدامات الأراضي. أما المنهجية الثالثة فتتطلب مشاهدات مكانية لاستخدامات الأراضي وتغير استخدام الأراضي وينبغي جمع عينات الوحدات المكانية باستخدام بيانات الخرائط والاستشعار عن بعد والإستعانة بنظم المعلومات الجغرافية في جمع وتحليل تلك البيانات (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦).

في هذه الدراسة استخدمت مرئيات فضائية مختلفة لفترة الدراسة تمثلت في مرئيات *Landsat* (١٩٨٦-١٩٩٠-١٩٩٨) ومرئيتي *Quick Bird* (٢٠٠٢-٢٠٠٤) ومرئية *IKONOS* (٢٠٠٨) للحصول على تصنيف مناسب لأنماط الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي في مملكة البحرين، وبناء نموذج كارتوغرافي (*Cartographic Model*)، ثم استخدمت النتائج في تقدير كميات انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون. تم دمج تصنيف هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (Anderson *et al.*, 1976) وتصنيف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦) كأساس لمسميات تصنيفات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في المملكة، الجدول (١). وتتضح المنهجية المتبعة من خلال التسلسل التالي:

جدول ١: تصنيف وتعريف استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي

تصنيف الأراضي للدراسة	تعريف الفئة
١. الرطبة *Wetland*	المستنقعات *Marshes*، والسهول الطينية *Mudflats* والسبخات *Sabkha* الواقعة على الهوامش الضحلة في الخلجان *Bays*.
٢. المبنية *Built-up*	المناطق المستخدمة بشكل مكثف حيث تتغطى بالإنشاءات. من ضمن هذه الفئة المدن، البلديات، القرى، المناطق المطورة المحاذية للطرق العامة، النقل، الكهرباء، و وسائل الإتصال، والبنية التحتية، مراكز التسوق، المجمعات التجارية والصناعية، والمؤسسات وغيرها مما له صلة بالصناعات البشرية غير الزراعية.
٣. الزراعية *Agricultural*	الأراضي التي تم زراعتها من قبل الإنسان بشتى انواع المزروعات، سواء كانت الزراعة موسمية أو دائمة وكانت نباتات خشبية أو غير خشبية.
٤. الجرداء *Barren*	الأراضي التي تحتوي على الغطاء النباتي أو أي تغطية أخرى بأقل من ثلث المنطقة أي أن النباتات الطبيعية متناثرة في هذه الأراضي ولا تغطيها بشكل منتظم. وهي بصفة عامة غالبا ما تحتوي على مساحات من التربة الرقيقة، والتربة العارية، والرمل، أو الصخور.

- **إعداد خرائط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي *(LULC)***

لإعداد خرائط استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي استخدمت طريقة التصنيف المراقب Supervised Classification لمرئيات Landsat لإنتاج ثلاث خرائط شبكية Raster للفترة ١٩٨٦ و١٩٩٨، ثم حولت إلى خرائط خطية Vector، أما بالنسبة لمرئيات IKONOS وQuick Bird ، فرُقمت ترقيماً مباشراً من على سطح المكتب On Screen Digitizing لإعداد ثلاث خرائط خطية للفترة ٢٠٠٢ و٢٠٠٨. حسبت مساحات جميع فئات استخدامات الأراضي للفترات المختلفة بالكيلومتر المربع ثم حولت إلى هكتار.مساحة مملكة البحرين تتغير باستمرار سنوياً بسبب أعمال الردم والتجريف المستنرة حوالي السواحل المنخفضة السطح، وذلك لشحة الأراضي في الدولة. وعليه فإن المساحة الكلية للدولة متغيرة بسبب هذه الإضافات السنوية في الأراضي.

- **إعداد خرائط التغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي *(LULC-Change)***

باستخدام عمليات التحليل المكانية في نظم المعلومات الجغرافية تمت مطابقة الخرائط لتتبع التغيرات خلال فترة الدراسة. استخدمت عملية التقاطع Intersect لتقصي نوع التغيرات في فئة الأراضي الزراعية والجرداء في السنوات المختلفة، أما فئة الأراضي المبنية فقد تم استخدام طريقة التحديث Update لتوضيح الزيادة في المناطق المبنية، وبالنسبة للأراضي الرطبة فاستخدمت طريقة الفروق التناظرية Symmetrical Difference وذلك لعشوائية التغير في المناطق الطبيعية بين زيادة ونقصان. وأخيراً تم استخدام طريقة التقاطع Intersect لتحديد اتجاه التغير من فئة إلى أخرى، ونتج عن هذه العمليات مجموعة من الخرائط التي توضح التغير في استخدامات الأراضي في السنوات المختلفة ومن خلالها حسبت مساحات التغير بالكيلومتر المربع ثم حولت إلى هكتار. يرتبط تقدير كميات الكربون المنبعث بتغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، لذا فإنه من الأهمية تقدير مساحات الأراضي المتغيرة.

- **تقدير التغير الأولي في كميات الكربون**

استخدمت المنهجية الثالثة المعدة من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦ التي تعتمد على بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لتقدير التغيرات الأولية في كميات غاز الكربون المنبعثة من الأنشطة المختلفة، حيث حددت الهيئة طرق مختلفة يمكن لكل بلد أن يختار ما يتناسب وطبيعة المنطقة وحجم المعلومات المتوفرة. ومن ثم يتم استخدام معادلة تقدير التغير الأولي في كميات الكربون الناتجة عن تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأراضي التي تقوم على أساس تقدير اكتساب وفقد الكتلة الحيوية للكربون في كل نوع من أنواع استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي. ولتقدير

كميات الكربون في منطقة الدراسة تم تقدير مساحات استخدامات الأراضي المتغيرة خلال فترة الدراسة واستخدام النتائج لتطبيق معادلة تقدير التغير الأولي أدناه في كميات الكربون الناتجة عن تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأراضي التي تقوم على أساس تقدير اكتساب وفقد الكتلة الحيوية للكربون في كل نوع من استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦).

$$\Delta C_{CONVERSION} = \sum i \{(B_{AFTER\ i} - B_{BEFORE\ i}) * \Delta A_{TO-OTHERS\ i}\} * CF$$

حيث:

$\Delta C_{CONVERSION}$ = التغير الأولي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية في الأراضي المتغيرة إلى فئة استخدام أخرى، طن كربون/عام.

$B_{AFTER\ i}$ = مخزون الكتلة الحيوية في نوع الأراضي i مباشرة بعد التغير، طن مادة جافة هكتار.

$B_{BEFORE\ i}$ = مخزون الكتلة الحيوية في نوع الأراضي i مباشرة قبل التغير، طن مادة جافة هكتار.

$\Delta A_{TO-OTHERS\ i}$ = مساحة فئة الاستخدام i المتغيرة إلى فئة أخرى في عام معين، هكتار/عام.

CF = جزء الكربون من المادة الجافة، طن كربون (طن مادة جافة).

i = نوع فئة استخدام الأراضي المتغيرة إلى فئة استخدام أخرى (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦).

• استخدم التغير الأولي في مخزون الكربون "بالكتلة الحيوية للأراضي الزراعية" كأساس للتقدير لأنها فئة الأراضي قبل عملية التغير حيث قُدِرَ مخزون الكتلة الحيوية للفئة الزراعية بعشرة أطنان مادة جافة ($B_{BEFORE\ i}$) لكل هكتار باعتبارها الأراضي السابقة لعملية التغير، وعُوِضَ مخزون الكتلة الحيوية لباقي فئات استخدامات الأراضي بصفر طن مادة جافة لكل هكتار باعتبارها الأراضي التي تغيرت من زراعية إلى فئة استخدام أخرى.

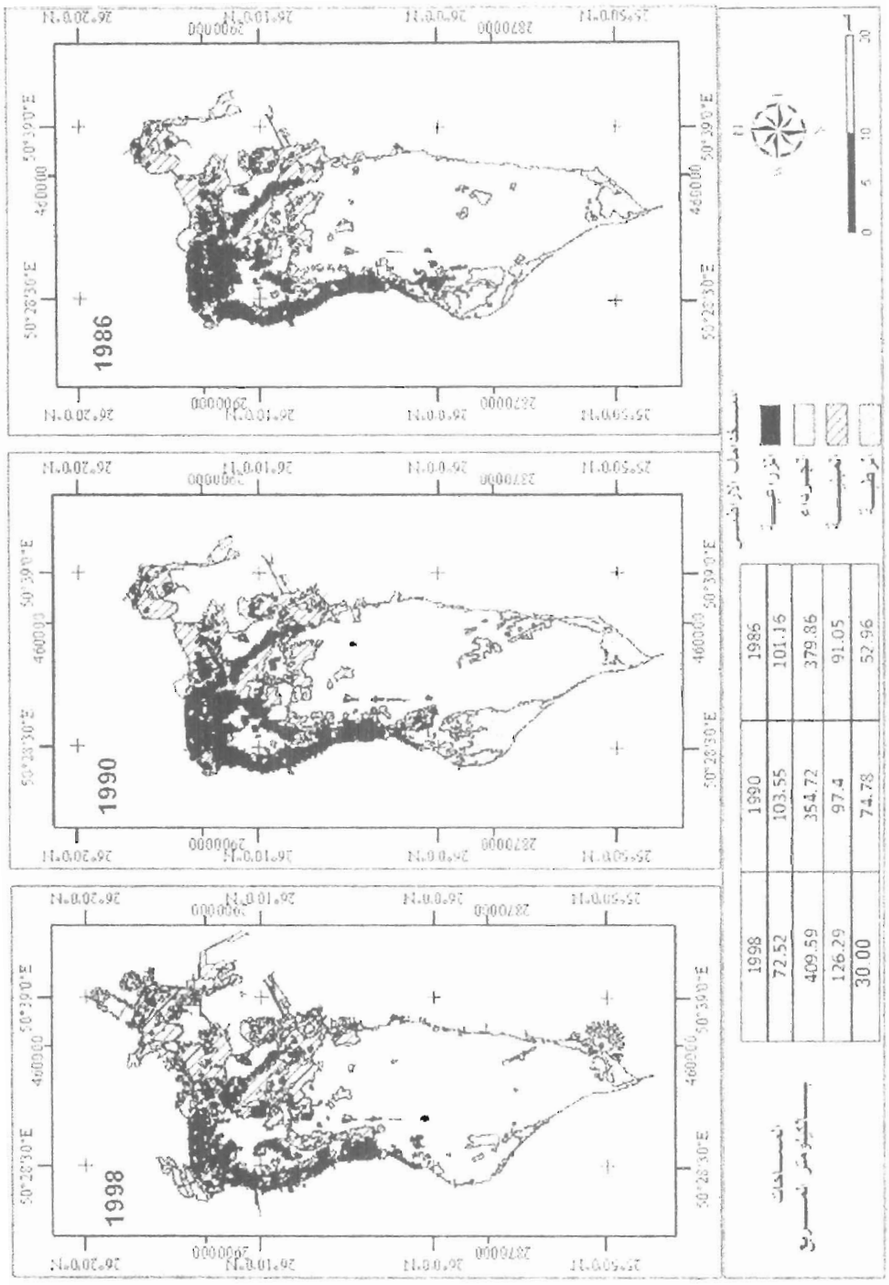
• تم حساب التقديرات الأولية في مخزون الكربون لفئة الأراضي الزراعية المتناقصة إجمالاً في كل السنوات، ومن ثم حساب التقديرات الأولية في مخزون الكربون الناتجة عن تحول الأراضي الزراعية لكل فئة أخرى على حده.

النتائج البحثية ومناقشتها

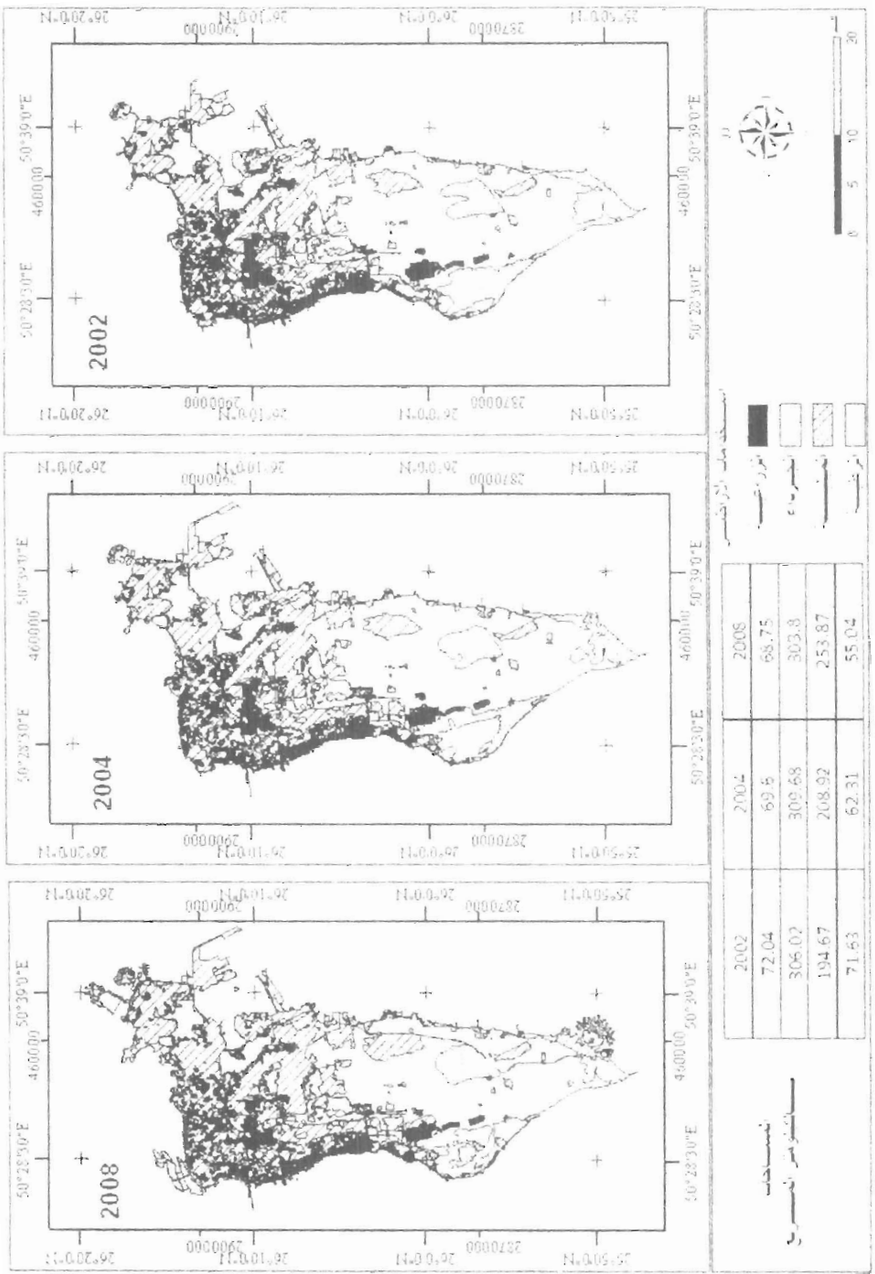
١. رُسَمت ست خرائط لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي، وحسبت مساحات الفئات في السنوات المختلفة للفترتين من ١٩٨٦ إلى ١٩٩٨، ومن ٢٠٠٢ إلى ٢٠٠٨، الشكل(٢) و(٣).

٢. هناك تغير واضح في أنواع *Patterns* فئات استخدامات الأراضي، وكان التغير إلى الأراضي الجرداء يحتل الصدارة بالتحديد في فترة التسعينات. بلغت مساحة الأراضي المتغيرة من زراعية إلى جرداء بين عامي ١٩٨٦ و١٩٩٠ حوالي ٤,٦ كم^2، ليزداد إلى حوالي ٢٩,٩٧ كم^2 بين عامي ١٩٩٠ و١٩٩٨، وبلغت المساحة المتغيرة إلى أراضي جرداء بين عامي ٢٠٠٢ و٢٠٠٤ حوالي ١,٨ كم^2 وبين عامي ٢٠٠٤ و٢٠٠٨ حوالي ١,٩ كم^2 فقط. أما فيما يتعلق بتغير مساحات الأراضي الزراعية إلى مبنية فقد كان التحول بين عامي ١٩٨٦ و١٩٩٠ يقدر بحوالي ٣,٢٥ كم^2 وبحوالي ١١,٧٢ كم^2 بين عامي ١٩٩٠ و١٩٩٨ وقدر بين عامي ٢٠٠٢ و٢٠٠٤ بحوالي ٢,٧٤ كم^2 وبحوالي ٢,٩١ كم^2 بين عامي ٢٠٠٤ و٢٠٠٨، كما يوضح ذلك الشكل(٤) والشكل (٥).

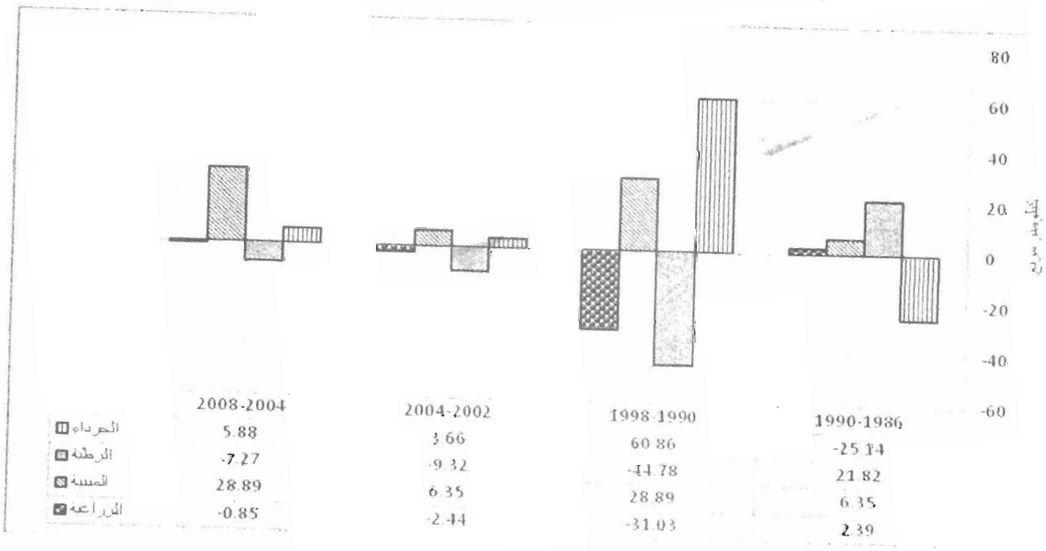
٣. يعرض الشكل(٦) نتائج تقدير التغير الأولي في مخزون كميات الكربون بالكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية المحولة إلى فئة استخدام أخرى. لقد كان ناتج التغير الأولي في مخزون الكربون سالباً *Sink* في الفترة من ١٩٨٦ إلى ١٩٩٠، ثم أصبح موجباً *Source* في الفترة من ١٩٩٠ حتى ٢٠٠٨،



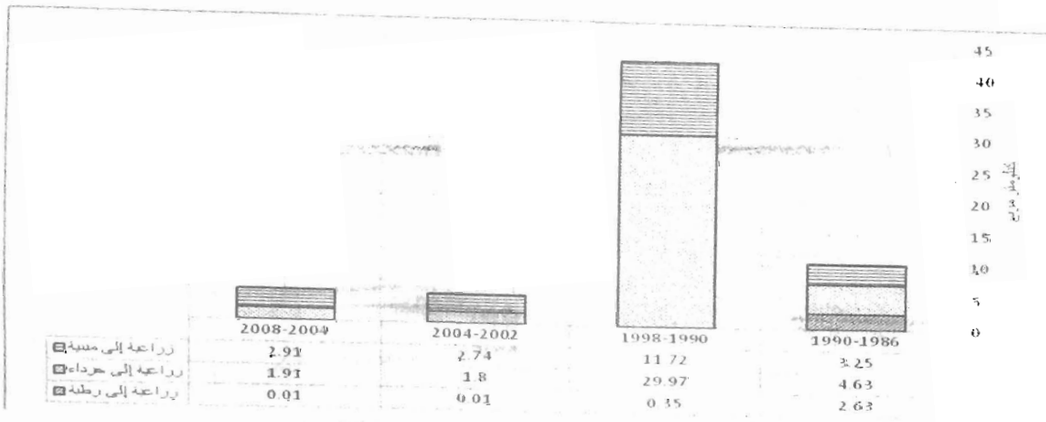
شكل ٢: خرائط استخدامات الأراضي و الغطاء الأرضي ١٩٨٦و ١٩٩٠ و١٩٩٨



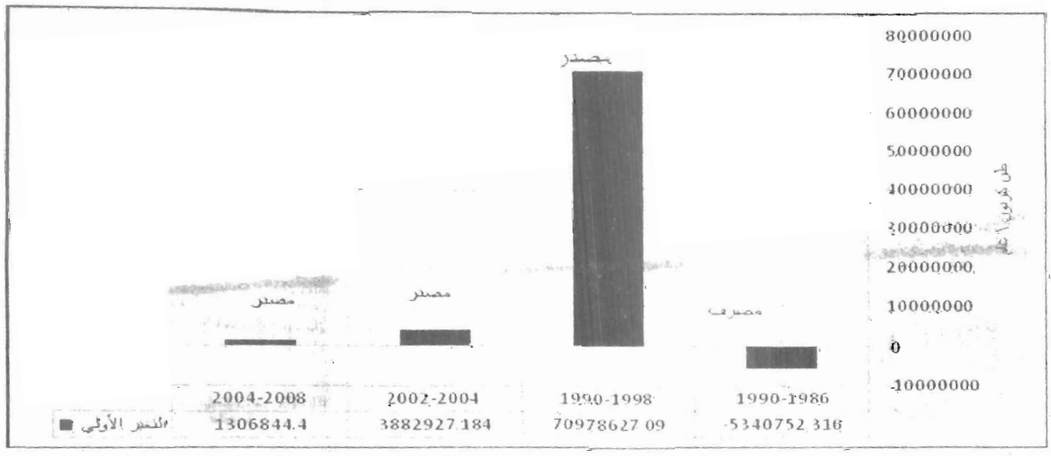
شكل ٣: خرائط استخدامات الأراضي و الغطاء الأرضي ٢٠٠٢ و ٢٠٠٤ و ٢٠٠٨



شكل ٤: التغير في مساحات استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في ١٩٨٦ – ٢٠٠٨



شكل٥: اتجاه وكميات التغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي المختلفة في ١٩٨٦-٢٠٠٨



شكل٦: التغير الأولي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية المحولة إلى فئة إستخدام أخرى.

مما يدل على أن الأراضي الزراعية قد تحولت بعد عام ١٩٩٠ من مصارف *Sink* إلى مصادر *Source* للكربون. يلاحظ ان معظم التغيير حدث خلال الفترة ١٩٩٠ – ١٩٩٨ وهي الفترة التي زادت فيها مساحة الاراضي المبنية باكثر من ١١ كم٢ وتم فيها تحويل حوالي ٣٠ كم٢ من الاراضي الزراعية الي اراضي جرداء بسبب تملح الاراضي ومياه الري مما انعكس سلبا علي الانتاجية.

٤. بينت نتائج تقدير التغير الأولي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية الناتجة عن تغير استخدامات الأراضي من زراعية إلى الفئات أخرى، أنه من ١٩٨٦ حتى ١٩٩٠ كانت الأراضي الجرداء هي ذات التأثير الأكبر في التغير الأولي لمخزون الكربون في الأراضي الزراعية المتحولة، أما بالنسبة للأعوام من ١٩٩٨ حتى عام ٢٠٠٨ فقد كان للأراضي المبنية الدور الأكبر، الشكل (٧).

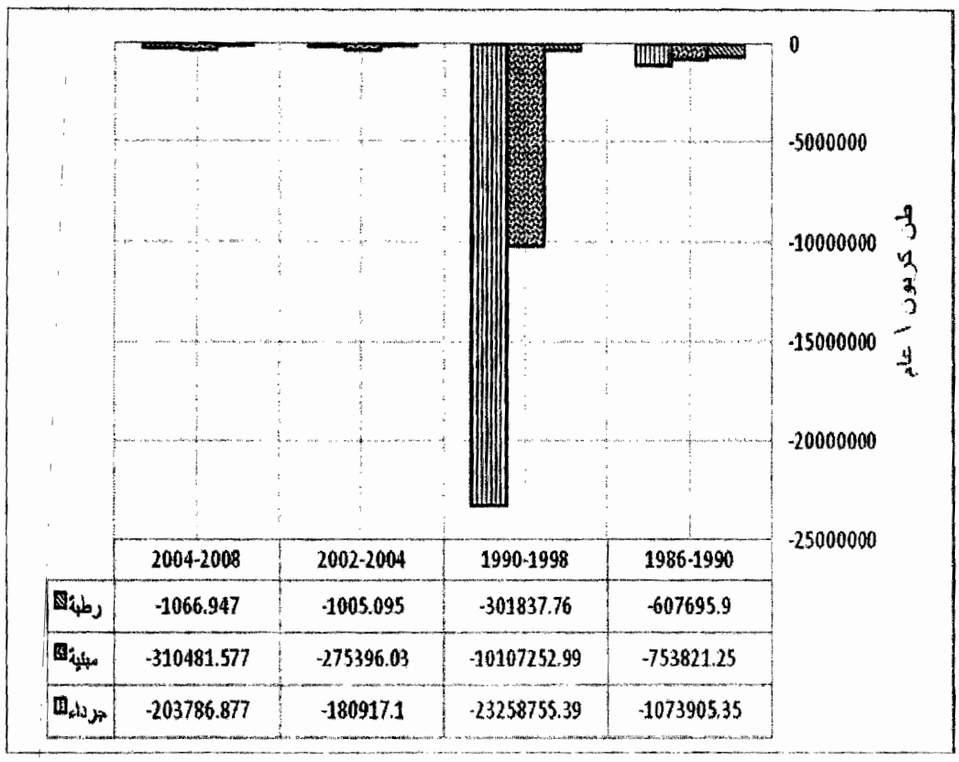
الاستنتاجات والتوصيات

التغير في مساحة الأراضي الزراعية وفئة الاستخدام ساهم في التغير الأولي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية التي تساهم في تخزين الكربون، وذلك بسبب تراجع مساحاتها وتحولها إلى فئات استخدام أخرى وبالأخص إلى فئة الأراضي المبينة والجرداء مما عمل على زيادة الكربون المطلق في الجو فتتحول الأراضي من أراضي تقوم بعملة تخزين إلى أراضي تطلق الكربون.

تشير النتائج إلى حدوث تدهور واضح في الأراضي الزراعية بعد عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠٠٨ وبدأ هذا التدهور يأخذ منحى نحو تحول الأراضي الزراعية إلى أراضي رطبة بسبب تدهور مياه الري التي كانت تعتمد على المياه الجوفية المستخرجة من خزان المياه الجوفية الذي تدهورت فيه المياه وتملحت بسبب عدة عوامل مناخية وبشرية. إلا أن هذا التغير أخذ يتخذ منحى آخر في أواخر التسعينات حيث تغيرت معظم الأراضي الزراعية إلى أراضي مبنية وقد يعود ذلك إلى تراجع المردود المادي للأراضي الزراعية وتزايد المردود المادي الناتج عن الأراضي المبنية مما حدا بالملاك لتحويل مزارعهم إلى مخططات سكنية فتمت إزالة الغطاء النباتي بهدف عرضها للبيع.

هذه التغيرات في الأراضي الزراعية ساهم في تغير مخزون الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية التي تساهم في تخزين (sink) الكربون والتي يعني فقدانها وتراجعها لحساب فئات استخدام أخرى وبالأخص لفئة الأراضي المبينة يعمل على زيادة الكربون المنبعث أو المطلق في الجو فتتحول الأراضي من أراضي تقوم بعملة التخزين (Sink) إلى أراضي لا تملك القدرة على التخزين بل وقد تكون مصدر (Source)إطلاق وانبعاث للكربون.

يعتبر تغير استخدام الأراضي والغطاء الأرضي أحد المحركات الرئيسية *(Key Driver)* في تغير المناخ، وله آثار واضحة وهامة بالنسبة إلى العديد من القضايا البيئية. لقد أصبحت التغيرات فى الغطاء الأرضي وفي أسلوب استخدام الأرض من المعارف الأساسية المتفق عليها والمعترف بها كتغيرات بيئية يلعب العنصر البشري دوراً مهماً في حدوثها. وعلى الرغم من استمرار جهود البحث في أنماط *(Patterns)* التغيرات في استخدام الأراضي والغطاء الأرضي، فلا زالت هنالك حاجة وضرورة ماسة لتطوير مجموعة من البيانات الأساسية التي توفر معلومات كمية وبيانات جغرافية/مكانية *(Quantitative and Spatial)* عن التغير في استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي في مملكة البحرين. وعلاوة على ذلك يبدو أن هنالك فجوة في المعلومات المتاحة، والدراسات المنهجية على الصعيد الوطني المحلي *(Local Scales)*، والتي من الممكن أن تستخدم في صنع القرار والتخطيط الإقليمي *(Regional Planning)*.



	2004-2008	2002-2004	1990-1998	1986-1990
رطبة	-1066.947	-1005.095	-301837.76	-607695.9
مبنية	-310481.577	-275396.03	-10107252.99	-753821.25
جرداء	-203786.877	-180917.1	-23258755.39	-1073905.35

شكل ٧: التغير الأولي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية بالأراضي الزراعية المتحولة إلى أراضي رطبة ومبنية وجرداء

ويجب أن تتخذ الدولة خطوات جادة في عمليات تخطيط الأراضي ودعم الزراعة وحماية ما تبقى من أراضي زراعية بهدف الحد من زيادة كميات الكربون في الجو وتدهور الأراضي التي تمثل مخازن للكربون وذلك بتحسين النظم الزراعية وتطوير وسائل الري لتقليل استهلاك المياه ومنع تدهورها وزيادة الانتاجية. ومن انجع الطرق للقيام بعمليات التخطيط والمراقبة هي اعتماد التقنيات الحديثة كنظم الملعلومات الجغرافية والأستشعار عن بعد، ولا يتم ذلك إلا من خلال تضافر الجهود المشتركة بين مؤسسات وهيئات ووزارات المملكة والمؤسسات الدولية والأقليمية والمحلية الخاصة والتي من الممكن أن تستفيد المملكة من خبراتها في مجال رصد تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي لفترات زمنية طويلة والتي تساهم دراستها وتحليلها بشكل كبير في عمل الدراسات البيئية والتخطيطية المحافظة على الموارد الطبيعية بشكل أكثر استدامة.

المراجع

الجهاز المركزي للمعلومات، ٢٠٠٩. الحسابات القومية، الإدارة العامة للإحصاء، إدارة الحسابات القومية، مملكة البحرين. تمت الزيارة بتاريخ ١٣ يناير ٢٠١٢، على الرابط
http://www.cio.gov.bh/cio_ara/SubDetailed.aspx?subcatid=123

عبدالقدوس، إحسان، ٢٠٠٦. إحياء العيون الطبيعية، مؤتمر العمل البلدي الأول، وزارة شئون البلديات والزراعة، مملكة البحرين.

الفاو، ٢٠٠٢. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، حرب مظفرة على التحول المناخي. تمت الزيارة بتاريخ ١٥ فبراير ٢٠١٢، على الرابط
http://www.fao.org/arabic/newsroom/news/2002/3562-ar.html

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٦. الخطوط التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ٢٠٠٦ بشأن القوائم الوطنية لحصر غازات الاحتباس الحراري، المجلد ٤، الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى. تمت الزيارة بتاريخ ١١ فبراير ٢٠١٢، على الرابط http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/arabic/vol4.html

السمات الرئيسية للتنمية الزراعية بدولة البحرين، ٢٠٠١. مكتب التخطيط والتنسيق. وزارة الإسكان والزراعة.

المفكرة الزراعية، ٢٠٠٤. الطبعة الثالثة. وزارة شئون البلديات والزراعة في مملكة البحرين.

وزارة شئون البلديات والزراعة، ١٩٩٧. التقرير الإحصائي السنوي ١٩٩٦، إدارة البحوث الزراعية، قسم الإقتصاد الزراعي. مملكة البحرين.

وزارة شئون البلديات والزراعة، ٢٠٠٧. النشرة السنوية للإحصاءات الزراعية، إدارة الإرشاد والعلاقات الزراعية، مملكة البحرين.

وزارة شئون البلديات والزراعة، ٢٠٠٦. أشجار البحرين. إدارة الإرشاد والعلاقات الزراعية. (نشرة إرشادية رقم ١- مارس) ، مملكة البحرين.

Anderson J. R., Hardy E. E., Roach J. T., and Witmer R. E., **1976**. Land Use And Land Cover Classification System For Use With Remote Sensor Data. Geological Survey Professional Paper 964. Conversion to Digital 2001.

Last visited January 2, **2012** at http://landcover.usgs.gov/pdf/anderson.pdf

Byerly. M. E., **2011**. A Report to the IPCC on Research Connecting Human Settlements, Infrastructure, and Climate Change. Pace Environmental Law Review, Volume 28, Issue 3 Spring 2011, Article 8, Rediscovering Sustainable Development Law. Last visited January 20, 2012 at http://digitalcommons.pace.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1680&context=pelr

EERE, **2011**. Energy Efficiency and Renewable Energy, Biomass Program, Land Use Change and Bioenergy. EERE Information Center1-877-EERE-INFO(1-877-337-3463) eere.energy.gov/informationcenter. DOE/EE-0401. July 2011. Last visited January 20, 2012 at http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/land_use_change.pdf

Ellis, E., **2007**. Land-use and land-cover change and climate change, The Encyclopedia of earth, GIS-based modelling of land use-land cover change (LULCC) and landscape dynamics in declining resource industrial areas, communities and their environs in 1987-2007 based on the study of socioeconomic factors of LULCC. Last visited Febreuary 10, 2012 at http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change

ESCWA. UNEP/ROWA, **1992**. The National Plan of Action to Combat Desertification in Bahrain. UNEP. Regional Office for West Asia. UN ESCWA, November 1992. E/ESCWA/AGR/1992/Rev.1.Last visited January 23, 2012 at http://www.un.int/wcm/webdav/site/bahrain/shared/documents/basic%20documents/escwa/The%20National%20Plan%20of%20Action%20to%20Combat%20Desertification%20in%20Bahrain.pdf

IPCC, AR4, **2007**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, Climate change 2007 [Fourth assessment report (AR4) of the IPCC]:Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press,The AR4 synthesis report and 3 v. (The physical science basis, by Working Group I; Impacts, adaptation, and vulner- ability, by Working Group II; Mitigation of climate change, by Working Group III). Accessed March 12, 2012, at http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ and_data_reports.htm

Sohl, T.L., Benjamin M. S., Zhiliang Zhu, Kristi L. S., Stacie B., Michelle B., Ryan R., Todd H., Anne W., Shuguang L., Ronald K., and William A., **2012**. A land-use and land-cover modeling strategy to support a national assessment of carbon stocks and fluxes, Applied Geography 34 (2012). Last visited April 22, 2012 at http://www.usgs.gov/climate_landuse/land_carbon/pubs/Sohl_etall_2012.pdf USGCRP, 2008, US Global Change Research Program, Land Use and Land Cover Change. Last visited Febreuary 10, 2012 at http://www.usgcrp.gov/usgcrp/ProgramElements/land.htm

USGS, **2010**, A Method for Assessing Carbon Stocks, Carbon Sequestration, and Greenhouse-gas Fluxes in Ecosystems of the United States Under Present Conditions and Future Scenarios: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5233, 188 p. (Also available at http://pubs.usgs.gov/sir/2010/5233/.) (Supersedes U.S.Geological Survey Open-File Report 2010–1144.). Last visited Febreuary 12, 2012 at http://pubs.usgs.gov/sir/2010/5233/pdf/sir2010-5233.pdf

World Bank, **2012**. Permanent cropland (% of land area) in Bahrain: World Bank Indicators-Bahrain-Land Use. Last visited January 10, 2012 at http://www.tradingeconomics.com/bahrain/permanent-cropland-percent-of-land-area-wb-data.htm

Wu. S, Mickley. L.J, Kaplan. J. O., and Jacob, D. J. **2011**. Impacts of changes in land use and land cover on atmospheric chemistry and air quality over the 21st century. Atmos. Chem. Phys. Discuss., 11, 15469–15495, 2011. www.atmos-chem-phys-discuss.net/11/15469/2011/doi:10.5194/acpd-11-15469-2011. Last visited March 21, 2012 at http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/11/15469/2011/acpd-11-15469-2011-print.pdf

Assessing Carbon Stocks Resulting from Agricultural Land-Use and Land-Cover Changes in The Kingdom of Bahrain for The Period 1986 To 2008

Reda, Gh. M., Aljenaid, S. S., and Saleh, A. A
Arabian Gulf University, Kingdom of Bahrain

ABSTRACT

This study aimed at assessing changes in carbon stocks resulting from land-use and land cover (LULC) changes in the Kingdom of Bahrain for the period 1986 to 2008. The methods described by The Intergovernmental Panel on Climate Change were used in this study. The study was divided into two time periods. For the first period Landsat Images for the years 1986, 1990 and 1998 was used, and for the second period, Quick Bird Images for the year 2002 and IKONOS Images for 2004 and 2008 were used. Results of the study showed a significant reduction in agricultural lands area. This made the kingdom lose land areas that were significant carbon sinks and, in some cases, these sinks changed into carbon sources. The area of agricultural lands in 1986 was estimated at about 101.16 sq km reduced to about 72.52 square kilometers by 1998, and retreated from 72.04 sq km in 2002 to about 68.75 square kilometers by 2008. Amounts of carbon released increased because of changing agricultural lands to building lands. The change in carbon stock was 709,786.27 tons between 1990-1998. The second period of the study (2002 to 2008) represented release of carbon, where changes in the initial carbon stock amounted to 38829.27 tonnes of carbon, and about 13068.44 tons of carbon from 2004 to 2008. Reduction in the initial carbon stock of agricultural land transferred to other uses indicated that agricultural lands played a significant role in carbon storage.