مجلة الجامعة الإسلامية

للعلوم التربوية والاجتماعية

مجلة علمية دورية محكمة

العدد الثالث عشر - الجزء الثاني

شعبان 1444 هـ - مارس 2023 م

معلومات الإيداع في مكتبة الملك فهد الوطنية

النسخةالورقية :

رقم الإيداع: 1441/7131

تاريخ الإيداع: 1441/06/18

رقم ردمد : 1658-8509

النسخة الإلكترونية :

رقم الإيداع: 1441/7129

تاريخ الإيداع: 1441/06/18

رقم ردمد : 1658-8495

الموقع الإلكتروني للمجلة :

https://journals.iu.edu.sa/ESS

البريد الإلكتروني للمجلة :

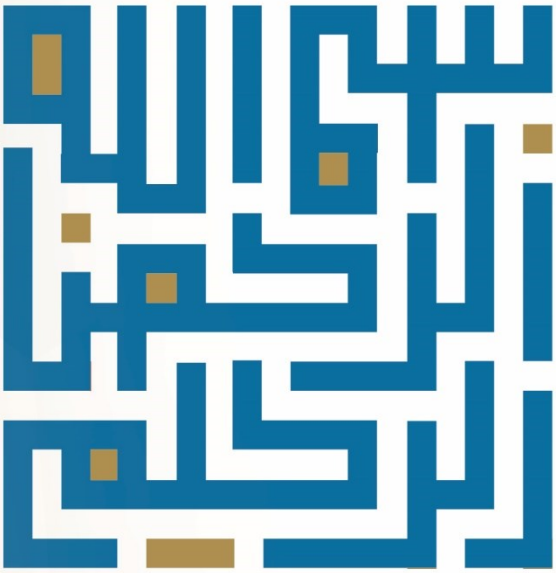
ترسل البحوث باسم رئيس تحرير المجلة

iujournal4@iu.edu.sa

الجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة
ISLAMIC UNIVERSITY OF MADINAH

البحوث المنشورة في المجلة تعبرعن آراء الباحثـين ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلة

جميع حقوق الطبع محفوظة للجامعة الإسلامية



قواعد وضوابط النشر في المجلة

- أن يتسم البحث بالأصالة والجدية والإبتكار والإضافة المعرفية في التخصص.
- لم يسبق للباحث نشر بحثه.
- أن لا يكون مستلاً من رسالة علمية (ماجستير/دكتوراة) أو بحوث سبق نشرها للباحث.
- أن يلتزم الباحث بالأمانة العلمية.
- أن تراعى فيه منهجية البحث العلمي وقواعده.
- أن لا تتجاوز نسبة الاقتباس في البحث المقدم (25%) .
- أن لا يتجاوز مجموع كلمات البحث (12000) كلمة بما في ذلك الملخصين العربي والإنجليزي وقائمة المراجع.
- لا يحق للباحث إعادة نشر بحثه المقبول للنشر في المجلة إلا بعد إذن كتابي من رئيس هيئة تحرير المجلة.
- أسلوب التوثيق المعتمد في المجلة هو نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA) الإصدار السادس، وفي الدراسات التاريخية نظام شيكاغو.
- أن يشتمل البحث على : صفحة عنوان البحث ، ومستخلص باللغتين العربية والإنجليزية، ومقدمة ، وصلب البحث ، وخاتمة تتضمن النتائج والتوصيات ، وثبت المصادر والمراجع ، والملاحق اللازمة مثل: أدوات البحث، والموافقات للتطبيق على العينات وغيرها؛ إن وجدت.
- يلتزم الباحث بترجمة المصادر العربية إلى اللغة الإنجليزية.
- يرسل الباحث بحثه إلى المجلة إلكترونيًا ، بصيغة (WORD) وبصيغة (PDF) ويرفق تعهدًا خطيًا بأن البحث لم يسبق نشره ، وأنه غير مقدم للنشر، ولن يقدم للنشر في جهة أخرى حتى تنتهي إجراءات تحكيمه في المجلة.
- المجلة لا تفرض رسوما للنشر.

الهيئة الاستشارية :

معالـي أ.د : محمد بن عبدالله آل ناجي
رئيس جامعة حفر الباطن سابقاً

معالي أ.د : سـعيد بن عمر آل عمر
رئيس جامعة الحدود الشمالية سابقاً

معالي د : حسـام بن عبدالوهاب زمان
رئيس هيئة تقويم التعليم والتدريب سابقاً

أ. د : سـليمان بن محمد البلوشي
عميد كلية التربية بجامعة السلطان قابوس سابقاً

أ. د : خالـد بن حامد الحازمي
أستاذ التربية الإسلامية بالجامعة الإسلامية سابقاً

أ. د : سـعيد بن فالح المغامسي
أستاذ الإدارة التربوية بالجامعة الإسلامية سابقاً

أ. د : عبداللـه بن ناصر الوليعي
أستاذ الجغرافيا بجامعة الملك سعود

أ.د. محمد بن يوسف عفيفي
أستاذ أصول التربية بالجامعة الإسلامية سابقاً

هيئة التحرير :

رئيس التحرير :

أ.د : عبدالرحمن بن علي الجهني

أستاذ أصول التربية بالجامعة الإسلامية

مدير التحرير :

أ.د : محمد بن جزاء بجاد الحربي

أستاذ أصول التربية بالجامعة الإسلامية

أعضاء التحرير :

معالي أ.د : راتب بن سلامة السعود

وزير التعليم العالي الأردني سابقا
وأستاذ السياسات والقيادة التربوية بالجامعة الأردنية

أ.د : عبدالرحمن بن يوسف شاهين

أستاذ المناهج وطرق التدريس بالجامعة الاسلامية

أ.د : عبدالعزيز بن سليمان السلومي

أستاذ التاريخ الإسلامي بالجامعة الاسلامية سابقاً

أ.د : عبدالله بن علي التمام

أستاذ الإدارة التربوية بالجامعة الاسلامية

أ.د : محمد بن إبراهيم الدغيري

وكيل جامعة شقراء للدراسات العليا والبحث العلمي
وأستاذ الجغرافيا الاقتصادية بجامعة القصيم

أ.د : علي بن حسن الأحمدي

أستاذ المناهج وطرق التدريس بالجامعة الاسلامية

د : رجاء بن عتيق المعيلي الحربي

أستاذ التاريخ الحديث والمعاصر المشارك بالجامعة الاسلامية

الإخراج والتنفيذ الفني:

م. محمد بن حسن الشريف

المنسق العلمي :

أ. محمد بن سعد الشال

الجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

ISLAMIC UNIVERSITY OF MADINAH

فهرس المحتويات : ❋

م	عنوان البحث	الصفحة
1	فاعلية برنامج قائم على مدخل عمليات الكتابة في تنمية مهارات الكتابة الأكاديمية لدى طالبات المناهج وطرق تدريس اللغة العربية بجامعة طيبة د. خديجة بنت محمد بن عمر حاجي	11
2	تصور مقترح لتطوير أداء القيادات المدرسية بالمرحلة الثانوية في ضوء أبعاد القيادة الخادمة د. فلاح بن خلف العجرفي	59
3	أثر مدخل القراءة الإستراتيجية في تنمية الاستيعاب القرائي وكفاءة الذات القرائية لدى طلاب الصف الثاني الثانوي د. سهيل بن أحمد الزهراني	87
4	درجة وعي أعضاء هيئة التدريس في جامعة الملك عبد العزيز بقيمة الوسطية وسبل تعزيزها أ. د. محمد بن شحات خطيب / د. عبد الله بن عطية الله الأحمدي / د. طالب بن صالح العطاس	129
5	الخصائص السيكومترية للصورة العربية لمقياس اكتئاب انقطاع الطمث (MENO-D) د. نوره بنت سعد البقمي	167
6	احتياجات التطوير المهني لمعلمي الرياضيات بالمرحلة الابتدائية في ضوء أبعاد البراعة الرياضية د. عبد العزيز بن درويش المالكي	201
7	تأثير التحول من التدريب الميداني الفعلي إلى التدريب الافتراضي على طالبات مسار صعوبات التعلم بجامعة الملك خالد أثناء جائحة كورونا: دراسة روائية د. سيرين بنت طلال البكري	249
8	النموذج البنائي للعلاقات بين توجهات الأهداف وتقدير الذات والكمالية العصابية لدى طلاب مدارس التميز العلمي د. خالد بن الحميدي هدمول العنزي	287
9	Graduate Students' Opinions Towards Transforming from Traditional Learning to Online Learning during COVID-19 Dr. Abdullah Saif Alaiban	313
10	المحاكاة المكانية للتخطيط والتنمية الحضرية في واحة الأحساء باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي- ماركوف (CA-Markov) أ. نشمية بنت سعود الحجوري / أ.د. محمد بن إبراهيم الدغيري	331

❋ ترتيب الأبحاث حسب تاريخ ورودها للمجلة مع مراعاة تنوع التخصصات

الجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

ISLAMIC UNIVERSITY OF MADINAH

المحاكاة المكانية للتخطيط والتنمية الحضرية في واحة الأحساء باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي- ماركوف (CA-Markov)

Spatial Simulation of Urban Planning and Development in Al-Ahsa Oasis Using the Cellular Automata model - CA-Markov

إعداد

أ. نشمية بنت سعود الحجوري

باحثة دراسات عليا بمرحلة الدكتوراة

بجامعة القصيم

أ.د. محمد بن إبراهيم الدغيري

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية

بجامعة القصيم

Lecturer. Nashmiah Saud Alhujuri

A postgraduate researcher at the doctoral level
At Qassim University

Prof. Mohammed bin Ibrahim Aldagheiri

Professor of Economic Geography
At Qassim University

DOI: 10.36046/2162-000-013-020

المستخلص

تتطلب إدارة البيئة الحضرية ضرورة التخطيط الملائم للأنشطة التنموية وسياساتها المكانية، في جميع المجمعات السكانية في المدن والقرى على مستوى الدولة عامة؛ إذ تسعى الدراسة إلى تكامل الجوانب الإحصائية والمكانية والزمانية في التحليل والتفسير في موضوعها، وذلك من خلال منهج الدمج بين برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS-ArcMap10.8)، والاستشعار عن بعد (Idrisi TerrSet 17)؛ بهدف تحقيق التكامل في بناء النماذج.

قامت الدراسة باستخدام نموذج تغير الأرض (land change modeler) لرصد التغيرات الحضرية، وكشف التباينات المكانية خلال المدة من (٢٠٠٠-٢٠٢٠م)، ثم باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي-ماركوف (CA-Markov) لمحاكاة النمو الحضري في المستقبل، والتنبؤ بالتغيرات الحضرية المتوقعة حتى ٢٠٤٠م، وتحديد اتجاهات النمو الحضري في واحة الأحساء، ثم تفسيرها بالمقارنة والتحليل.

اعتمدت الدراسة في بياناتها على مستشعرات وأقمار Landsat7/8-ETM /(OLI-TIRS+)، بواقع مرئيتين فضائيتين لعامي (٢٠٠٠/٢٠٢٠م)، بدقة مكانية ٣٠ مترًا، ونظام إسقاط (UTM zone 38N)، إضافة إلى خريطة الأساس لواحة الأحساء، الصادرة مِن أمانة الأحساء عام ١٤٣٦هـ، كما استُعين بالدراسة الميدانية لمراجعة عينات Training Area التصنيف الموجه Supervised Classification، واستنباط خريطة النمو الحضري في منطقة الدراسة، وقد أوضحت الدراسة كميًّا ومكانيًّا أن الزيادة الحضرية كانت إيجابية على حساب المناطق الفضاء، وكانت سلبية على حساب المناطق الزراعية، وقد استكملت الدراسة المحاكاة المكانية والتنبؤ المستقبلي للتغيرات المساحية المتوقعة حتى٢٠٤٠م، التي بلغت مساحتها (٦٢٦) كم٢، وقامت الدراسة بتقويم الدقة بتطبيق معامل كابا (Kappa) لقياس مدى التوافق والاختلاف بين النموذجين، وتلخصت نتائج هذا الدراسة في أن هناك استمرارية في الاتجاه التصاعدي في الزيادة الحضرية بصورتها العامة، ويعد هذا التزايد حالة إيجابية نتيجة الزيادة السكانية المتوقعة وما يترتب عليها من توسع عمراني وأنشطة اقتصادية، كما اتفقت اتجاهات محاور انتشار النمو الحضري المستقبلي مع الاتجاه نفسه بين النموذجين، ويشير ذلك إلى أن الخطط التنموية تسير بشكل صحيح في حال استمرار الظروف الطبيعية والبشرية ذاتها، وأوصت الدراسة بتكامل الدمج بين النماذج بنسبة توافق عالٍ.

الكلمات المفتاحية: الأحساء، التنمية الحضرية، التخطيط الحضري، السلوك الذاتي الخلوي-ماركوف، معامل كابا.

Abstract

Urban environment management requires the necessity of appropriate planning for development activities and their spatial policies, in all population complexes from cities or villages at the national level in general. The study seeks to integrate the statistical, spatial and temporal aspects of analysis and interpretation in its subject, through the approach of integrating geographic information systems (GIS-ArcMap10.8) and remote sensing (Idrisi TerrSet 17) programs, with the aim of achieving integration in building models. The study used the land change modeler to monitor urban changes, revealing spatial variations for the extended period (2000/2020 AD) , and then using the Cellular Automata-Markov model to simulate urban growth in the future, and to predict expected urban changes up to 2040 AD, identifying urban growth trends in Al-Ahsa Oasis and thus interpreting them by comparison and analysis. The study relied in its data on the (Landsat7/8-ETM^{+}) satellites, with two satellite visuals for the years (2000-2020 AD) , with a spatial accuracy of 30 meters, and a projection system (UTM) , in addition to the base map of Al-Ahsa Oasis issued by the Municipality of Al-Ahsa 2015. The field study was also used to review the classification samples of Supervised Classification, and extracting the map of urban growth in the study area.

The study explained quantitatively and spatially the positive urban increase at calculating of the space areas, and its negativeness at calculating the agricultural areas. The study also completed the spatial simulation and future prediction of the expected spatial changes until 2040 AD in Al-Ahsa Oasis, which has an area of (626) km^2, and the study evaluated the accuracy by applying (Kappa) coefficient to measure the extent of compatibility and difference between the two models.

The results of this study summarized that there is a continuity in the upward trend in the urban increase in its general form, and this increase is a positive case as a result of the expected population increase and the consequent urban expansion and economic activities. The trends of urban growth axes between the two models also agreed in the same direction, and this indicates that the development plans are proceeding correctly if the same natural and human conditions persist, and the study recommended the merge integration between the models with a high agreement.

Keywords: Al-Ahsa, Urban Development, Urban planning, Cellular Automata-Markov, kappa coefficient.

المقدمة

تتطلب إدارة البيئة الحضرية تحقيق التوازن المكاني وضمان استدامة التكامل والتفاعل بين عناصر الحياه الحضرية (الحيدري، ٢٠٠٢م)، وهذا يدعو إلى ضرورة استمرار مراقبة التغيرات في المساحات الحضرية، في ظل تطور الأنشطة الاقتصادية، وارتفاع معدلات النمو السكاني، إلى جانب التمدد العمراني المتزايد، وزيادة الطلب على الخدمات المختلفة، وكل ذلك يتطلب توجيهًا دقيقًا لجميع أنماط التوسع، مع الأخذ بالاعتبار البعد الزماني والمكاني لاتجاهات النمو ومدى سرعته، ونتيجة لما تقدمه عملية التنبؤ في مستقبل التغيرات الحضرية المتوقعة من معالجات تخطيطية، ودعم للخطط التنموية، إلى جانب إسهامها في رسم السياسات المستقبلية، من خلال ما توفره من إجابات حول التساؤلات: أين ولماذا تحدث التغيرات؟ وكيف ستبدو في المستقبل؟ سعت هذه الدراسة إلى تطبيق منهج الدمج المرتبط في الدراسات التخطيطية بغرض رصد التغيرات الحضرية، وكشف التباينات المكانية خلال المدة من (٢٠٢٠-٢٠٠٠م) في واحة الأحساء، باستخدام نموذج تغير الأرض (land change modeler)، ثم استخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي-ماركوف (CA-Markov) لمحاكاة النمو الحضري في المستقبل، والتنبؤ بالتغيرات الحضرية المتوقعة حتى ٢٠٤٠م، وتحديد اتجاهات النمو الحضري في واحة الأحساء، ثم تفسيره بالمقارنة والتحليل.

مشكلة الدراسة:

تشهد واحة الأحساء تطورات سريعة ومتغيرة في النواحي الديموغرافية والمساحية والاقتصادية، وقد بلغت نسبة التحضّر ٦٨٪، وهذا ما جعلها ضمن برنامج "مستقبل المدن السعودية"، ويتبع ذلك النمو والتوسع لاستعمالات الأرض المتعددة تغيراتٌ حضرية في المساحات بشكل عام، منها ما هو إيجابي، ومنها ما قد يكون سلبيًّا؛ كأن يكون التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية؛ إذ يُعد الثقل السكاني الذي تحظى به واحة الأحساء أحد أهم تحدياتها، فقد وصل عدد السكان (١٣٨٧٧٩٠) نسمة وفق التقديرات الصادرة عن الهيئة العامة للإحصاء لعام ٢٠٢٠م، بمعدل نمو سنوي يقدر بـ٣,٨٠٪ عن عدد السكان في عام ٢٠١٠م، البالغ (٩٥٢٣٩١نسمة)؛ لذا تتلخص مشكلة الدراسة في **التساؤلات التالية:**

أولًا: هل يمكن قياس التغيرات الحضرية وتحديد اتجاهاتها في واحة الأحساء؟

ثانيًا: كيف يمكن تحقيق التكامل بالدمج بين برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، والاستشعار عن بعد (Idrisi TerrSet)، في تطبيق المحاكاة المكانية للتخطيط والتنمية الحضرية في واحة الأحساء؟ وهل يمكن التنبؤ بها مستقبلًا حتى عام ٢٠٤٠م؟

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى ما يلي:

١. تحليل تغيرات النمو الحضري في واحة الأحساء للمدة من ٢٠٠٠–٢٠٢٠م، باستخدام نموذج تغير الأرض (land change modeler).

٢. محاكاة النمو الحضري في المستقبل، والتنبؤ بالتغيرات المحتملة في واحة الأحساء حتى ٢٠٤٠م، باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي–ماركوف (CA-Markov).

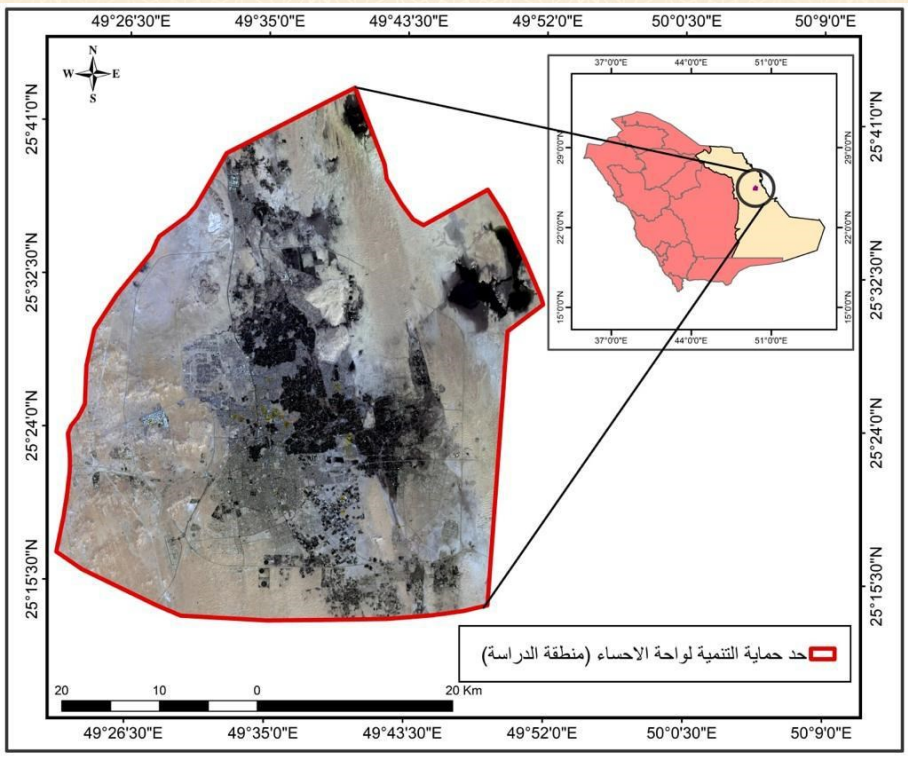
٣. تحديد مدى توافق الاتجاهات الحالية والمحتملة لمحاور التخطيط والتنمية الحضرية من خلال النماذج المستخدمة.

منطقة الدراسة:

تقع واحة الأحساء في الشمال الشرقي من محافظة الأحساء، وتمتد على مساحة تقدر بـ ١٨٦٠ كم^{٢} تقريبًا من إجمالي المحافظة، الشكل (١)، وهي القلب النابض في المحافظة، ومهد الحضارات العريقة؛ إذ تُعَدُّ مِن أقدم مناطق الاستقرار البشري والحضري في المنطقة الشرقية، تبعد واحة الأحساء شرقًا مسافة ٤٠ كم عن الخليج العربي و١٥٠كم جنوبي الدمام، و٣٢٠كم شرقي الرياض، ويُعد توسطها بين مدينتي الرياض والدمام مِن أسباب نشاط التبادل التجاري والصناعي والثقافي والحضاري فيها، كما أن النمو السكاني المتزايد وما يتبعه من توسع وتمدد عمراني، ساعد على تلاحم بعضِ المدن؛ مثل: مدينتي الهفوف والمبرز – مشكِّلتين "حاضرة الأحساء" في الوقت الحاضر (المبارك، والحاجي، ٢٠١٩م). اعتمدت الدراسة في حدودها المكانية على منطقة حماية التنمية لواحة الأحساء، وهي المساحة المساندة للتنمية العمرانية والموضحة في خرائط وثائق النطاق العمراني للتنمية حتى ١٤٥٠هـ (وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، ٢٠١٥م)، وتعتمد الضوابط المبنية لهذا الحد على التجمعات البشرية وتركزها؛ لذا يمتد نطاق حد حماية التنمية متماشيًا مع الحدود الطبيعية للواحة لكونها تشكل ٨٥٪من التجمعات السكانية من كامل

المحافظة، ويزيد إلى أبعد منها وفقًا لضوابط محددة (مرجع سابق)، وبذلك تمتد منطقة الدراسة لواحة الأحساء فلكيًا بين دائرتي عرض شمالًا ٢٥° ١٥َ ٠ و ٢٥° ٤٤َ ٠، وخطي طول ٤٩° ٢١َ ٠ و ٤٩° ٥٢َ ٠ شرقًا (GoogleEarth,2021).

الشكل (١): حدود واحة الأحساء (منطقة الدراسة) طبقًا لحد حماية التنمية ٢٠٢١م.



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على بيانات أمانة الأحساء٢٠١٩م، وبرنامج ArcMap10.8.

مصطلحات الدراسة:

النمو الحضري:

يقصد به نمو المدن سكانياً وعمرانياً ووظيفياً وخدمياً، بمعنى لا يسمى نمواً حضرياً متكاملاً مالم يرافق زيادة السكان (المجتمع الحضري) تطور في المؤسسات الاجتماعية والخدمية والاقتصادية

والثقافية، وعادة يكون هناك توسع مجالي للتلبية حاجات السكان الأساسية المتمثلة باستعمالات الأرض الحضرية كالسكنية، والتجارية، والصناعية، والخدمية، والزراعية وغيرها (الجياشي، ٢٠٠٨م).

حد حماية التنمية:

هي منطقة تمثلها مساحة محددة، وعادة تكون مسانده ومتاحة للتنمية العمرانية، ومتدرجة خلال فترات زمنية محددة حتى عام ١٤٥٠هـ، طبقاً للحدود والضوابط المبنية بوثائق النطاق العمراني، وتكون موضحة بالخرائط المصممة للتخطيط المدن وتطويرها (وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، ٢٠١٥م).

الدراسات السابقة

ظهر العديد من الدراسات التي تناولت قياس التغيرات المساحية لاستعمالات الأرض، وتميز العديد منها باستخدام التقنيات والبرامج التي تحاكي الأنماط الديناميكية للنمو الحضري والقائمة على النمذجة والدمج بين النماذج لتحقيق التكامل فيما بينهما، ثم التنبؤ بمستقبل هذه التغيرات واتجاهاتها، وقد جمع كلٌّ من **علي (٢٠١٨م)**، في دراسته لـ"تغيرات الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في محافظة ميسان"، **وعياصرة (٢٠١٨م)** في دراسته التطبيقية لـ" محاكاة النمو العمراني في منطقة ساكب–الأردن"، بين التقنيات والبرامج الجغرافية، وأبرزا دورها من خلال تحقيق أهداف دراستهما، كما جاءت دراسة **العامري (٢٠٢١م)** الذي ركز فيها على "محاكاة النمو العمراني في مدينة الديوانية" على حساب الأراضي الزراعية، وأوصى بضرورة توجيه النمو العمراني نحو مساحات ملائمة وفق ضوابط التنمية الشاملة للمدينة، وتلخصت أهم النتائج في تأكيد دور التكامل بين البرامج في الدراسات الجغرافية، أما دراسة **Rahnama (2021)** فركزت على "التنبؤ بمستقبل تغيرات استخدام الأرض في منطقة مشهد الحضرية باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي–ونموذج ماركوف للمدة من ٢٠١٦–٢٠٣٠م"، وخلصت نتائجها إلى تصنِيف التغيرات ما بين سلبي وإيجابي، وفق مخرجات عملية النمذجة المطبقة في الدراسة، والتي اتفقت في منهجيتها وأدواتها مع دراسة كلٍّ من **Aburas, et al, (2018)** و **Narayan, et al, (2014)** من خلال نمذجة تغير استعمالات الأرض في مرحلتين من الزمن ومحاكاة النمو المستقبلي بهدف تحقيق الدعم

لصناع القرار في التخطيط والتنمية المكانية، وجاءت هذه الدراسة متوافقة مع الدراسات السابقة في المنهجية والأدوات، ومختلفة في حدودها المكانية والتي يفترض أن يحقق هذا الاختلاف جانبًا متمايزًا من التقنية، إلى جانب الإجابة عن تساؤلات الدراسة.

منهجية الدراسة

عمدت الدراسة في بياناتها على الجمع بين البعد الزماني والمكاني؛ لذا اتبعت المنهج التحليلي (الزمكاني) في تحليل المعلومات والبيانات وتفسيرها بصورتها الكمية والوصفية عبر الزمن بطريقة المقارنة (الجياشي، ٢٠٠٨م)، من خلال رصد التغيرات الحضرية، وكشف التباينات المكانية أثناء تحليل المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة خلال٢٠سنة الماضية، وعلاوة على ذلك استخدمت المنهج الكمي الإحصائي والذي يتطلب بعض المعادلات الرياضية والجبرية، وبناء النماذج للوصول إلى نتائج موضوعية دقيقة (المصيلحي، ١٩٩٤م)، من خلال محاكاة النمو الحضري في المستقبل، والتنبؤ بالتغيرات المحتملة في واحة الأحساء حتى ٢٠٤٠م (السنوات العشرون القادمة).

البيانات والتقنيات المعتمدة في الدراسة:

اعتمدت الدراسة في بياناتها على المصادر الرقمية، بواقع مرئيتين فضائيتين لعامي (٢٠٠٠/٢٠٢٠م)، عُمِل اقتصاص لمنطقة الدراسة باستخدام الأداةMask؛ بهدف تسهيل إجراء التصحيحات والمعالجات الخاصة بالمرئيات، إضافة إلى خريطة الأساس لواحة الأحساء والصادرة مِن أمانة الأحساء، كما استُعين بالدراسة الميدانية للمراجعة والاستدلال Tilahun and (Teferie,2015)، وقد تضمنت مرحلة تصنيف المرئياتSupervised Classification، الأصناف التالية: (زراعي – عمراني– فضاء) وفقًا لتصنيف المستوى الأول من نظام أندرسون (العنقري، ١٩٨٦م)؛ وذلك بهدف تحقيق مستويات التنوع الحضري في تفسير المرئيات المستخدمة وتحليلها، ثم استنباط خرائط النمو الحضري في منطقة الدراسة لكل عام على حدة كما يوضح الشكل (٢)، ثم تحويل البيانات من صيغة (vector data) إلى صيغة (Raster data)، وتوحيد حجم الخلايا (٣٠ مترًا)، وتحويل الملفات من برنامج GIS-ArcMap10.8 بصيغة نصية (ASCII)، إلى صيغة (rst) ليمكن لبرنامج Idrisi TerrSet 17 التعامل مع هذه الامتدادات، ومن خلال محاكاة التحولات التي حدثت بين الأصناف من السنة الأقدم على الأحدث باستخدام نموذج Markov، يمكن الحصول على الخرائط الملائمة المكانية ومصفوفة احتمالية الانتقال Markov Matrix بعد تحديد نسبة الخطأ (٠,٠١٥٪) كنسبة افتراضية من البرنامج، ثم إجراء عملية التنبؤ لمستقبل

المتغيرات الحضرية المحتملة باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي–ماركوف CA-Markov وتحديد الدورات انطلاقًا من سنة الأساس ٢٠٢٠م، وبحسب السنوات المتوقعة (٢٠ سنة لإنتاج خريطة التنبؤ لعام ٢٠٤٠م)، واختيار المرشح الافتراضي (5^X5) من بيئة البرنامج (Eastman, 2012)، فيما جاء تقويم التوافق والاختلاف للتحقق من صحة النماذج المستخرجة، من خلال تطبيق مؤشر كابا Kappa الذي تتراوح قيمته من (١، –١)؛ إذ إن القيمة (١) تعني أن هناك توافقًا بين خريطة المحاكاة وخريطة الأساس، أما إذا كانت أقل من (٠,٤) فذلك يعني أن البيانات المستخدمة في حساب مصفوفة الخطأ عددها أكبر، أو موزعة توزيعًا عشوائيًّا، وقد أجمع الباحثون على أن تكون قيمة معامل كابا (٠,٧٥فأكثر) معبرة عن توافق جيد جدًا إلى ممتاز (عبده، ٢٠١٣م)، ويوضح الشكل (٢) مراحل خطوات العمل للبيانات المستَخْدَمة في الدراسة.

الشكل رقم (٢): مراحل إجراءات المحاكاة المكانية لتغيرات النمو الحضري في واحة الأحساء، والتنبؤ المستقبلي فيها.

مرئيات (LA 7/8) لواحة الأحساء للأعوام (٢٠٠٠–٢٠٢٠م)

⇩

١/عملية التصنيف الموجه **Supervised Classification** للمرئيات الفضائية.

٢/ إنتاج خريطة استخدامات الأراضي للأعوام (٢٠٠٠–٢٠٢٠م)

٣/قياس التغيرات الحضرية في المساحات من إجمالي واحة الأحساء للأعوام (٢٠٠٠–٢٠٢٠م)

٤/تحديد اتجاهات التوسع الحضري في واحة الأحساء حتى ٢٠٢٠م.

٥/ تحليل مصفوفة احتمالية الانتقال **Matrix Markov** بإستخدام نموذج (**Markov**) للفترة (٢٠٠٠–٢٠٢٠م).

٦/ تطبيق عملية التنبؤ بإستخدام نموذج السلوك الخلوي–ماركوف (**CA–Markov**)، تحديد عدد الدورات (السنوات) و نسبة الخطأ والمرشح.

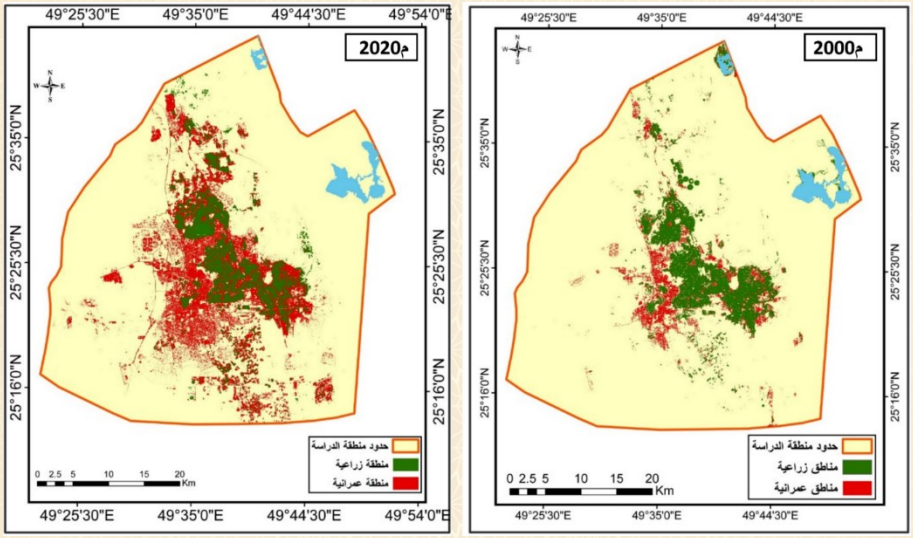
٧/ خريطة التغيرات الحضرية المحتملة في واحة الأحساء حتى عام ٢٠٤٠م.

٨/ تقييم الدقة احصائياً بإستخدام مؤشر معامل كابا (**Kappa**).

٩/ مقارنة محاور اتجاهات التخطيط والتنمية الحضرية بين الحالية والمستقبلية وتفسيرها.

المصدر: من عمل الباحثين.

الشكل (٣): خرائط الامتداد المساحي للمستويات الحضرية في واحة الأحساء لعامي ٢٠٠٠م/٢٠٢٠م.



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مرئيات (Landsat7/8)، وخريطة الأساس لواحة الأحساء الصادرة مِن أمانة الأحساء لعام ١٤٣٦هـ، وتطبيق Supervised Classification في برنامجArcMap10.8.

التحليل والنتائج

أولًا: تحليل التغيرات الحضرية في واحة الأحساء للمدة من ٢٠٠٠–٢٠٢٠م، باستخدام نموذج تغير الأرض (land change modeler):

يعد الكشف عن تغيرات النمو الحضري في البيئة الحضرية مدخلًا مهمًّا لتحسين إدارة الأراضي، وإعادة توجيه الخطط التنموية من خلال التنبؤ بها مستقبلًا (داوود، ٢٠١٤م)، وقد أسهم تحليل المرئيات الفضائية تبعًا للتقنيات والبرامج المخصصة للتعامل مع هذه البيانات، في تفسير التغيرات الحضرية والكشف عنها وإمكانية التنبؤ بها؛ لكونها تمثل مصادر رقمية للمعلومات بمختلف أبعادها المكانية والزمانية؛ لما تحققه من مراقبة للمكان في أزمنة متتابعة (علي، ٢٠١٨م)، طبقت الدراسة نموذج تغير الأرض land change modeler بالاعتماد على المرئيات الفضائية ضمن برنامج Idrisi TerrSet بهدف تفسير تغيرات النمو الحضري في واحة الأحساء وتحليلها للمدة من ٢٠٠٠–٢٠٢٠م، واحتُسِبت مساحة النمو الحضري والتي تضمنت الأصناف التالي:

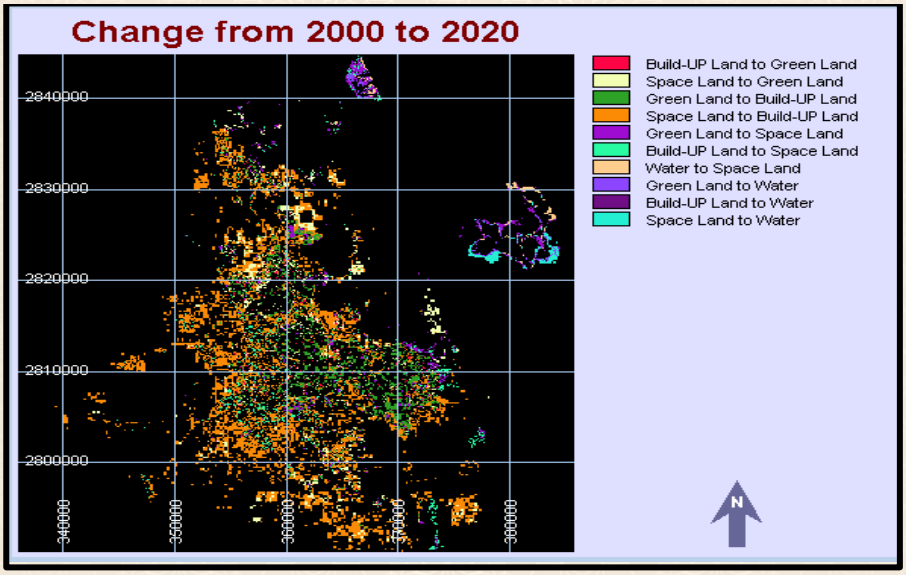
(الأراضي زراعية– الأراضي عمرانية– الأراضي فضاء)، وبالمقارنة بينهم يفسر الجدول (١)، والشكل رقم (٤) الاختلافات التي طرأت لكل صنف منهما من إجمالي مساحة الواحة.

الجدول رقم (١): التغيرات الحضرية في (المساحات العمرانية + المساحات الزراعية) لواحة الأحساء لعامي (٢٠٠٠/٢٠٢٠م).

صنف الأراضي	عام ٢٠٠٠	عام ٢٠٢٠	مقدار التغير	
	المساحة بالكيلومتر المربع	المساحة بالكيلومتر المربع	التغير المطلق ٢٠٠٠– ٢٠٢٠	نسبة التغير لكل صنف %
أراضي عمرانية	64.63	230.96	166.33	15.66%
أراضي فضاء	1663.27	1514.17	–149.1	–10.17%
أراضي زراعية	138.1	120.87	–17.23	–14.31%
المجموع	1866	1866		

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على المرئيات الفضائية المصنفة لعامي ٢٠٠٠–٢٠٢٠م، حُسِبت نسبة التغير (+/–) لكل صنف بالمعادلة التالية=فرق التغير للصنف بين التاريخين/المساحة الأكبر من التاريخين×١٠٠.

الشكل رقم (٤): التغيرات الحضرية في (الأراضي العمرانية + الأراضي الزراعية) لواحة الأحساء في الأعوام (٢٠٠٠– ٢٠٢٠م).

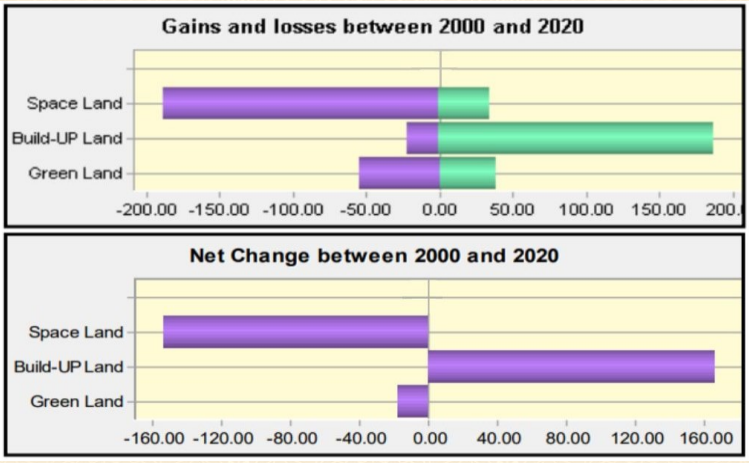


المصدر: من عمل الباحثين، بالاعتماد على الخرائط المصنفة للأعوام ٢٠٠٠–٢٠٢٠م، وتطبيق نموذج تغير الأرض land change modeler، باستخدام برنامج Idrisi TerrSet 17.

بلغت مساحة أراضي العمران في واحة الأحساء عام ٢٠٠٠م (٦٤,٦٣كم٢)، وارتفعت في عام ٢٠٢٠م إلى (٢٣٠,٩١كم٢)، وبمعدل نمو عمراني بلغ (١٦٦,٢٨كم٢)؛ بمعنى أنها تضاعفت خلال ٢٠ سنة خمسة أمثال عما كانت عليه، وسجلت تغيرات هذا الصنف (الأراضي العمرانية) الزيادة على حساب الأراضي الفضاء والأراضي الزراعية في واحة الأحساء، كما هو موضح في الشكل رقم (٤)، ويعد هذا التوسع طبيعيًّا ومتوافقًا مع تداعيات الزيادة السكانية التي تشهدها الواحة، وما يتبعها من تنوع اقتصادي له دور في تعدد أنماط استعمالات الأرض، في حين سجلت الأراضي الزراعية ومناطق الفضاء تناقصًا في المساحات من إجمالي مساحة واحة الأحساء خلال ٢٠ سنة، بلغ تناقص الأراضي الفضاء بنسبة تغير سنوي (-١٠%) بمعدل مساحة (-١٤٩,١كم٢)، لتصل مساحتها في عام ٢٠٢٠م (١٥١٤,١٧كم٢)، عما كان عليه في عام ٢٠٠٠م (١٦٦٣,٢٧كم٢)، أما تناقص صنف الأراضي الزراعية فيعود إلى ما طرأ عليها من تعدِّيات، وهو ما أدى إلى تحويلها إلى صالح الاستعمال الحضري، أو إهمالها وتحويلها إلى أراضٍ فضاء، فقد انخفضت مساحتها إلى (١٢٠,٨٣كم٢) عام ٢٠٢٠م، بنسبة تغير سنوي بلغ (-١٤%)، عما كانت عليه (١٣٨,١كم٢) في عام ٢٠٠٠م.

تتيح مخرجات برنامج Idrisi TerrSet عرض التغيرات الحضرية والتحولات بين الأصناف من حيث صافي مساحة التغير وتوزيعها ما بين فاقد ومكتسب من خلال الشكل رقم (٥)، والجدولين (٢)، (٣):

الشكل رقم (٥): التغير المطلق للنمو الحضري في واحة الأحساء خلال المدة من ٢٠٠٠-٢٠٢٠م



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Idrisi TerrSet.

الجدول (٢): المساحات المكتسبة/المفقودة بـ (كم٢) في واحة الأحساء للمدة من ٢٠٠٠–٢٠٢٠م.

الأصناف الحضرية	المكتسبة/كم٢ Km /Gains٢	المفقودة/كم٢ Km /Losses٢
Land Green (الأراضي الزراعية)	٣٨,١٦	٥٥,٤٥-
Land UP-Build (الأراضي العمرانية)	١٨٨,١١	٢١,٨٣-
Land Space الأراضي الفضاء))	٣٥,٤٩	١٨٨,٩٩-

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على المخطط البياني الشكل رقم (٥).

يوضح الجدول السابق أن الأراضي الزراعية خسرت نحو ٥٥ كم٢ في بعض أجزاء الواحة، وبالمقابل اكتسبت نحو ٣٨ كم٢ في اتجاهات أخرى، أما الأراضي العمرانية فزادت المساحة المبنية فيها ١٨٨ كم٢ تقريبًا، ونقصت نحو ٢٢ كم٢، والأراضي الفضاء قلت مساحتها خلال مدة الدراسة نحو ١٨٩ كم٢ واكتسبت نحو ٣٥كم٢، ويبين جدول المساحات المتغيرة الصافية رقم (٣)؛ أن المساحة الصافية المتغيرة خلال العشرين سنة المدروسة بالنسبة الأراضي الزراعية بلغت خسارتها نحو ١٧ كم٢، في حين زادت المساحات المبنية خلال هذه المدة نحو ١٦٦ كم٢، وتفسر هذه الزيادة في المساحة العمرانية بأنها في معظمها كانت –حسب ما يتضح– على حساب الأراضي الفضاء، وهذا يظهر في مقدار المساحة التي خسرتها الأراضي الفضاء التي بلغت ١٥٤ كم٢.

الجدول رقم (٣): المساحة الصافية للتغيرات بـ (كم٢) في واحة الأحساء للمدة من ٢٠٠٠–٢٠٢٠م.

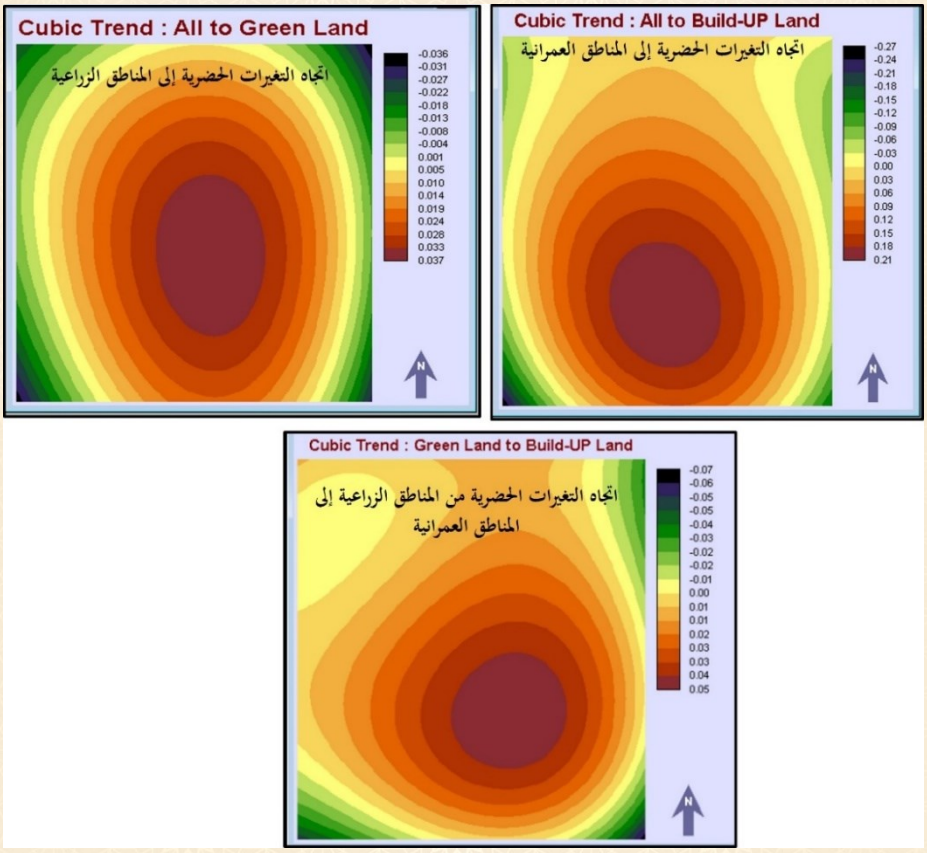
الأصناف الحضرية	(المساحة الصافية للمتغيرات/كم٢) Change Net
Land Green (الأراضي الزراعية)	١٧,٢٨-
Land UP-Build (الأراضي العمرانية)	١٦٦,٢٨
Land Space الأراضي الفضاء))	١٥٣,٥٠-

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على المخطط البياني الشكل رقم (٥).

ويتبين من الشكل رقم (٦) وحول ما سبق عرضه أن التغيرات الحضرية شكلت اتجاهات واضحة تبعًا للمستويات الحضرية المصنفة، وجاءت التغيرات إلى الأراضي العمرانية باتجاه المحور الجنوب الشرقي، ليمتد في القطب المقابل له على المحور نفسه التغيرات نحو الأراضي الزراعية باتجاه

الشمال الغربي، في حين تركزت مجمل التغيرات الحضرية بين الأصناف من الزراعية إلى العمرانية في الوسط والجنوب الشرقي من الواحة.

الشكل رقم (٦): اتجاهات النمو الحضري (الأراضي زراعية/ الأراضي عمرانية) نحو الأراضي الفضاء في واحة الأحساء، ٢٠٢١م.



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على مخرجات برنامج Idrisi TerrSet 17.

وبتحليل دواعي التغيرات الحضرية السابقة، إلى جانب ما أثبتته الدراسة الميدانية من تحقق من خلال الزيارات في مواقع متفرقة، تبين أن اتجاه محاور التخطيط والتنمية الحضرية في واحة الأحساء جاء نتيجة بعض المحددات البشرية والطبيعية في منطقة الدراسة، على سبيل المثال احتلت محجوزات مخصصة لشركة أرامكو جهة الغرب من الواحة، كذلك محجوزات حكومية

(الحرس الوطني) باتجاه الشرق، إلى جانب مواقع محمية ذات صفة تراثية وسياحية مثل بحيرة الأصفر الواقعة في أقصى الشمال الشرقي؛ لذلك عُلِّقت التنمية في هذه الاتجاهات، وبالمقابل كانت المناطق الجنوبية خالية من أي محددات، وهذا ما سهل استغلالها، كما أن قربها من الوسط التاريخي للواحة والذي يمثل مركز ثقلها السكاني أسهم في تطويرها، وسهل وصول الطرق والمرافق وخدمات البنى التحتية إليها، وهذا ما شجع على الامتداد الحضري نحو هذا الاتجاه، خاصة العمرانية، وذلك بعد تحديث مخططات التوسعة الهيكلية للمحافظة بشكل عام (وزارة الاقتصاد التخطيط، ٢٠١٩م)، والتي كان لها دور بارز في تحسين الزيادة العمرانية مع مراعاة الحفاظ على المناطق الزراعية، إضافة إلى الضوابط التي أصدرتها أمانة محافظة الأحساء للحد من التمدد العمراني على حساب المناطق الزراعية؛ بوصفها جزءًا من النسج الاقتصادي للمحافظة بشكل عام (المخطط الإقليمي لمحافظة الأحساء، ٢٠١٩م)، كما وضحت الدراسة بمقارنة التغيرات المساحية الحاصلة في المناطق الزراعية بين عامي ٢٠٠٠–٢٠٢٠م، أنها تركزت معظم هذه التعديات في وسط الواحة، إلى جانب ما أحدثته أوضاع إعلان واحة الأحساء مركزًا سياحيًّا عالميًّا منذ عام ٢٠١٨م حتى وقتنا الحالي من تغيرات مساحية في أصناف استعمالات الأرض وأنماطها كالاستعمالات السكنية والطرق والخدمات المختلفة، وتوصلت الدراسة من خلال تصنيف المرئيات الفضائية للعامي (٢٠٠٠/٢٠٢٠م) إلى أن النمو الحضري بجميع أنواعه (عمراني–زراعي) يتغير زمانيًّا ومكانيًّا من إجمالي مساحة منطقة الدراسة (واحة الأحساء) بشكل متزايد وبمحاور انتشار محددة.

ثانيًا: محاكاة التنمية الحضرية في المستقبل، والتنبؤ بالتغيرات المحتملة في واحة الأحساء حتى ٢٠٤٠م، باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي–ماركوف (CA-Markov):

تعد عملية النمذجة والمحاكاة من الأدوات الحديثة، والتي يمكن من خلالها التنبؤ ومراقبة التغيرات المستقبلية أو المحتملة في الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض خلال أزمنة سابقة ومتتالية (Aburas, et al, 2018)، وتمثل نماذج سلاسل ماركوف التي جاء بها العالم الروسي في بداية القرن العشرين (Anderi A. Markov)، أحد الأساليب الإحصائية للتنبؤ بسلوك الظاهرة في المستقبل من خلال مصفوفة احتمالات الانتقال (Transition Estimator) من مدة إلى أخرى بناء على السلوك في المدة السابقة، ولأن هذا الأسلوب يوفر معلومات كمية عن حجم التغيرات فقط، ولا يعطي معلومات مكانية؛ طُوِّر بنموذج يسمى (CA-Markov) لإضافة احتمالية التغير في البعد المكاني إضافة إلى البعد الكمي، وذلك باستخدام الخلايا الآلية المستقلة (Cellular) (CA

Automata)، وهي تمثل عاملًا له القدرة على تغيير حالة الظاهرة الحالية، استنادًا إلى تطبيق قاعدة تتعلق بالحالة الجديدة نسبة إلى الحالة السابقة وجارتها (حسن، ٢٠٠٧م)؛ بمعنى أن المنطق العلمي الجغرافي لنموذج السلوك الذاتي الخلوي ماركوف (CA-Markov) بعد تحديد أصناف الغطاء الأرضي من قبل الباحث يقوم على أن البيكسل الذي يقع بالقرب من الصنف المحدد (على سبيل المثال المناطق العمرانية) هو أكثر احتمالًا للانتقال لهذا الصنف، مع تعيين مرشح يحدده المستخدم (N*N)، وبذلك لا يفسر نموذج السلوك الذاتي الخلوي – ماركوف التغيرات الكمية فقط، وإنما يمتد إلى الكشف عن معدل الانتقال بين مختلف الأصناف، ويُحسب التنبؤ بالتغيرات المكانية والزمانية بناء على صيغة الاحتمالات المشروطة من خلال المعادلة التالية:

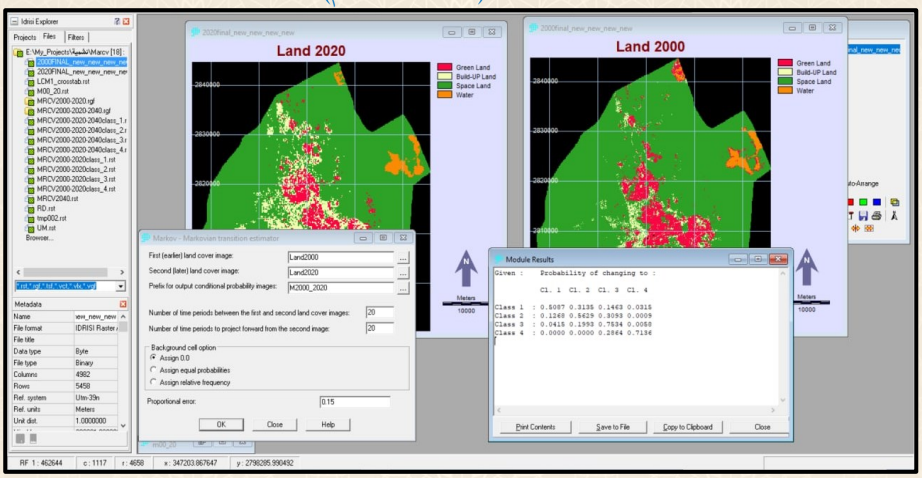
$$s(t+1) = p_{ij} \times s(t)$$

إذ إن: $s(t), s(t+1)$= هي حالة الصنف المحدد في الوقت(t)أو$(t+1)$ على التوالي، أما (p_{ij}) فتمثل مصفوفة ماركوف للتحول و(i,j) نوع الصنف المحدد للرحلتين الزمنيتين الأولى والثانية؛ أي (p) هي احتمالية من الصنف (i) إلى الصنف (j)، ويكون تنظيمها بشكل مصفوفة مربعة لها عدد من المتغيرات (n) على النحو التالي:

$$p_{ij=} \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots\cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots\cdots & p_{2n} \\ \cdots & \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots\cdots & p_{nn} \end{bmatrix}$$

وتشترط المصفوفة أن كل عنصر منها يجب ألا يكون سالبًا، كما يجب أن يكون مجموع كل صنف يساوي العدد واحد (عبده، ٢٠١٣م)، وقد استعانت الدراسة ببيانات المرئيات الفضائية المصنفة والتي سبق العمل عليها؛ للحصول على خريطة الملاءمة المكانية للنمو الحضري ومصفوفة الاحتمال للتغيرات الحضرية حتى ٢٠٤٠م باستخدام نموذج (Markov)؛ بمعنى أنها تعد هي خريطة الأساس والمرجعية، بالنسبة للخريطة المقترحة (٢٠٤٠م) التي تقوم عليها عملية التنبؤ المستقبلية للتغيرات الحضرية المحتملة في واحة الأحساء من خلال نموذج السلوك الذاتي الخلوي–(CA-Markov)، وقد قامت الدراسة من خلال برنامج (Idrisi TerrSet) بتحديد عدد الدورات (٢٠ دورة) بحسب سنة الأساس ٢٠٢٠م للمدة (٢٠٢٠–٢٠٠٠م)، وبنسبة خطأ افتراضية، كما هو موضح في الشكل رقم (٧):

الشكل رقم (٧): تطبيق نموذج ماركوف (Markov) للحصول على المصفوفة وخريطة الملاءمة المكانية لواحة الأحساء للمدة (٢٠٢٠-٢٠٠٠م).



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على برنامج (Idrisi TerrSet)، والخرائط المصنفة للأعوام (٢٠٢٠-٢٠٠٠م).

ويتلخص بناء مصفوفة القيم لنموذج ماركوف (Markov) على أن الصفوف الأفقية تمثل التغيرات التي حدثت لغاية عام ٢٠٢٠م، أما القيم العامودية فتشير إلى التغيرات المحتمل حدوثها خلال المدة بين (٢٠٤٠-٢٠٢٠م)، في حين تدل قيم تقاطعات المصفوفة على نسبة احتمالية الانتقال بين هذه الأصناف خلال المدة القادمة (عام ٢٠٤٠م)، ويمكن من خلالها التعرف على ما يحصل من نسب الثبات أو التغير بين الأصناف كما هو موضح في الجدول (٤).

الجدول (٤): مصفوفة احتمالية الانتقال (Markov Matrix) للتغيرات الحضرية حتى ٢٠٤٠م.

الأصناف	مناطق زراعية	مناطق عمرانية	مناطق فضاء
الأراضي الزراعية	٠,٥٠٨٧	٠,٣١٣٥	٠,١٤٦٣
الأراضي العمرانية	٠,١٢٦٨	٠,٥٦٢٩	٠,٣٠٩٣
الأراضي الفضاء	٠,٠٤١٥	٠,١٩٩٣	٠,٧٥٣٤

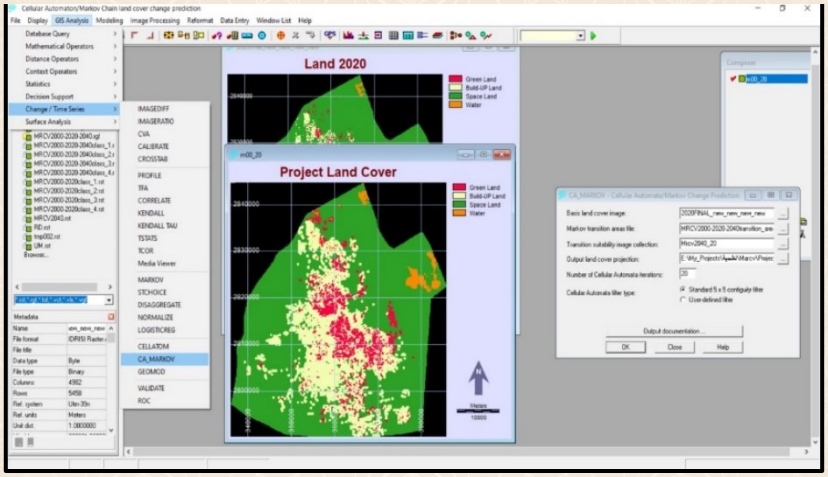
المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على برنامج (Idrisi TerrSet 17)، والنموذج (Markov) والخرائط المصنفة للأعوام (٢٠٢٠-٢٠٠٠م).

يتضح من الجدول أن جميع الأصناف سجلت احتمالية متباينة نسبيًّا لانتقالها لصالح أصناف أخرى، في حال بقاء الظروف الطبيعية والبشرية نفسها خلال ٢٠ سنة للمدة بين (٢٠٠٠/٢٠٢٠م)، ويمكن تحليل مصفوفة احتمالية الانتقال لكل أصناف الأراضي الحضرية التالي:

حيث بلغت نسبة احتمال انتقال ٣١٪ من المناطق الزراعية إلى مناطق عمرانية، في حين تشكل الاحتمالية نسبة ١٥٪ من تحول الأراضي الزراعية إلى الأراضي فضاء؛ بمعنى ٥١٪ من نسبة الأراضي الزراعية تبقى على ما كانت عليه، كما أن هناك احتمال ١٣٪ في تطور مساحات المناطق العمرانية إلى مساحات زراعية، بينما تطور الأراضي العمران إلى أراضي الفضاء احتمالية بلغت ٣١٪ وتبقى ٥٦٪ احتمال بقاء المناطق العمرانية على ما كان عليه، كما بلغت ٤٪ هي احتمالية تحول الأراضي الفضاء لأراضي زراعية، بينما ٢٠٪ احتمالية تحول الأراضي الفضاء إلى الأراضي عمرانية.

ويمكن تلخيص ما سبق في أن الأراضي العمرانية والزراعية سجلت نسب احتمالية انتقال ثابتة نحو ٥٦٪ و٥٠٪ على التوالي، في حين سجلت المناطق الفضاء أعلى نسبة متوقعة للتغير في مساحتها بنسبة تحول ٧٥٪، ويُفسر ذلك بأن النمو الحضري لواحة الأحساء والمتمثل في الأراضي العمرانية والزراعية، يشهد تغيرات مساحية تؤكد الدراسة تزايدها من المساحة الكلية، وتابعت الدراسة تطبيق عملية التنبؤ باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي- (CA-Markov) حتى عام ٢٠٤٠م، اعتمادًا على مخرجات نموذج ماركوف (Markov) السابقة، والمتمثلة في خريطة الملاءمة المكانية لواحة الأحساء للمدة (٢٠٢٠-٢٠٠٠م)، ومصفوفة احتمالية الانتقال خلال المدة القادمة، فقد حُدِّدت عدد الدورات (٢٠دورة) نسبة إلى فارق عدد السنوات بين تاريخ الخريطة المرجعية (٢٠٢٠-٢٠٠٠) م، والخريطة المتوقعة (٢٠٤٠-٢٠٢٠م)، واختيار مرشح التصفية الافتراضي (5x5) في برنامج (Idrisi TerrSet)، كما يوضحه الشكل رقم (٨)؛ بغرض رسم المشهد المستقبلي لإخراج خريطة التغيرات الحضرية المحتملة في واحة الأحساء حتى عام ٢٠٤٠م؛ امتدادًا للتغيرات التي حدثت في المدة السابقة للمرحلة الزمنية الممتدة بين (٢٠٢٠-٢٠٠٠م).

الشكل رقم (٨): تطبيق نموذج السلوك الذاتي الخلوي– (CA-Markov) لواحة الأحساء للتنبؤ بمستقبل التغيرات الحضرية التي يتوقع حدوثها حتى عام ٢٠٤٠م.



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على برنامج (Idrisi TerrSet)، ومخرجات نموذج(Markov).

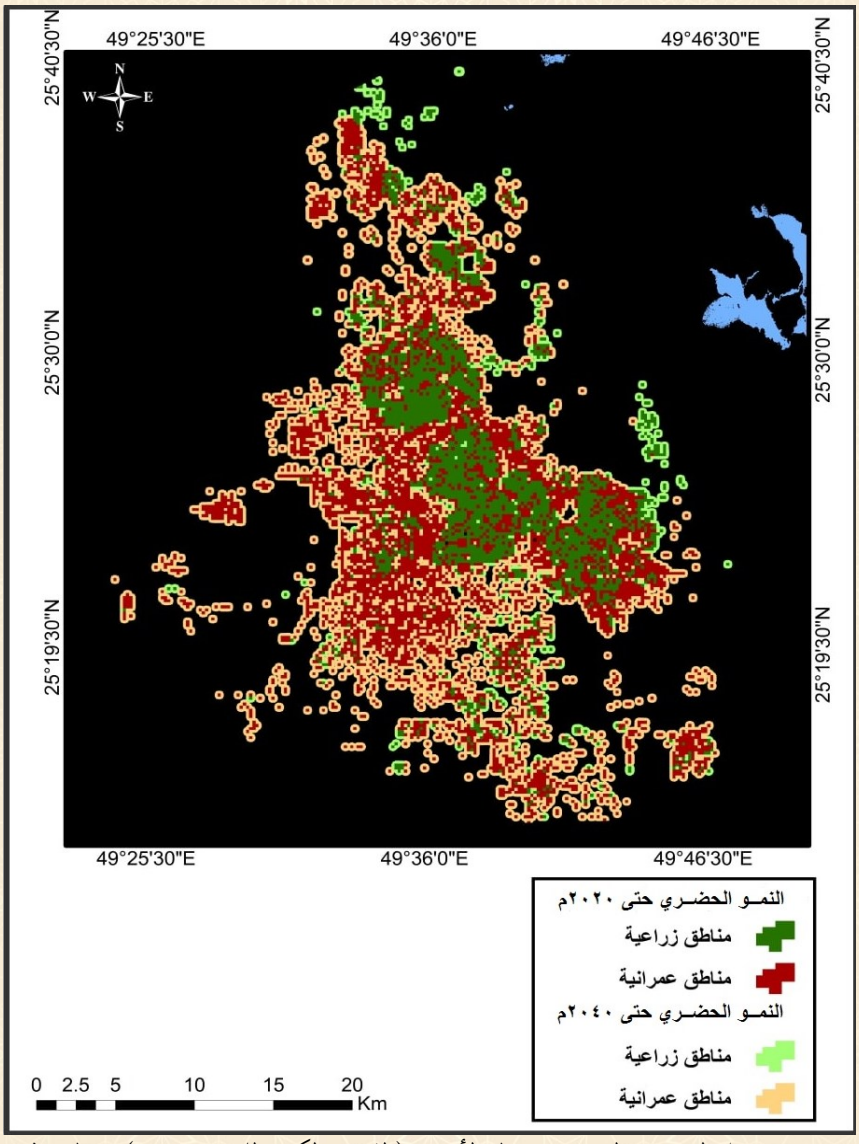
تشير نتائج تحليل خريطة المحاكاة المكانية للتغيرات الحضرية المتوقعة باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي– (CA-Markov) لواحة الأحساء الشكل رقم (٩)، إلى جانب الجدول رقم (٥) مساحات التغيرات الحضرية المحتملة في واحة الأحساء للمدة (٢٠٤٠–٢٠٢٠م)؛ إلى أنه جاءت تغيرات المساحة الحضرية في عام ٢٠٢٠م بنحو ٣٥٢ كم٢، ويتوقع تطور ضعف المساحة في عام ٢٠٤٠م، لتصبح ٦٢٧ كم٢ من إجمالي مساحة التغيرات الحضرية المحتملة في واحة الأحساء للمدة (٢٠٢٠–٢٠٤٠م).

الجدول (٥): مساحات التغيرات الحضرية المحتملة في واحة الأحساء للمدة (٢٠٢٠–٢٠٤٠م).

الأعـوام	إجمالي منطقة الدراسة/كم٢	مناطق حضرية			
		منطقة زراعية		منطقة عمرانية	
		المساحة/كم٢	النسبة %	المساحة/كم٢	النسبة %
٢٠٠٠–٢٠٢٠	١٨٩٢	١٢١	٦٪	٢٣١	١٢٪
٢٠٢٠–٢٠٤٠	١٨٩٢	١٥٧	٨٪	٤٦٩	٢٥٪

المصدر: من إعداد الباحثين اعتمادًا على الخرائط المصنفة رقم (٣)، وحساب المساحات باستخدام برنامج ArcMap10.8.

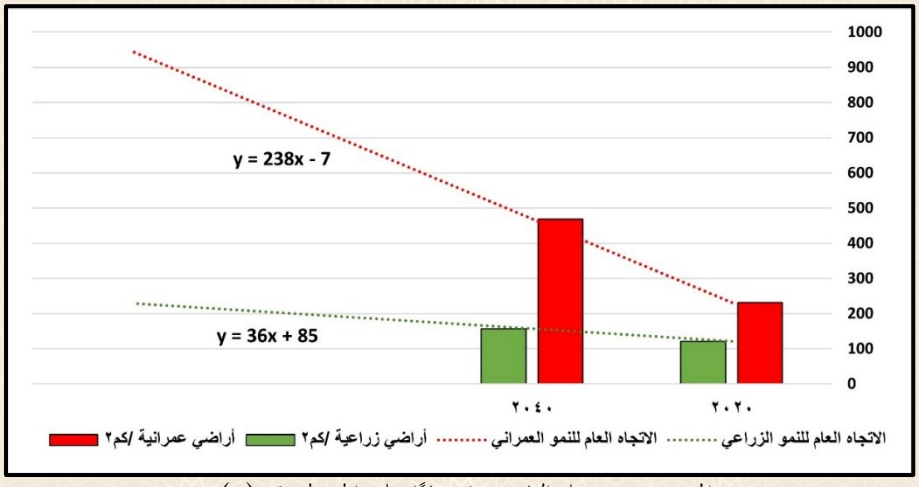
خريطة رقم (٩): المحاكاة المكانية للتغيرات الحضرية المتوقعة لواحة الأحساء حتى عام ٢٠٤٠م.



المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد خريطة الأساس (الملائمة المكانية للعام ٢٠٢٠م)، وتطبيق نموذج (CA-Markov) في برنامج (Idrisi TerrSet).

فقد بلغت مساحة الأراضٍ الزراعية في عام ٢٠٢٠م نحو ٦٪ من مساحة منطقة الدراسة، ويساوي ١٢١ كم٢، في حين بلغت الأراضٍ العمرانية ١٢٪ من المساحة المدروسة بمقدار ٢٣١كم٢، أما في عام ٢٠٤٠م فيتوقع زيادة المساحة العمرانية إلى ٤٦٩ كم٢، وهو ما يعادل ٢٥٪ من المساحة، كما يتوقع زيادة الأراضٍ الزراعية إلى ٨٪ أي ١٥٧كم٢، ويعد هذا التزايد حالة إيجابية نتيجة الزيادة السكانية المتوقعة وما يترتب عليها من توسع عمراني وأنشطة اقتصادية الشكل رقم (١٠).

الشكل رقم (١٠): اتجاه النمو الحضري المتوقع لواحة الأحساء حتى ٢٠٤٠م.



المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على الجدول رقم (٥).

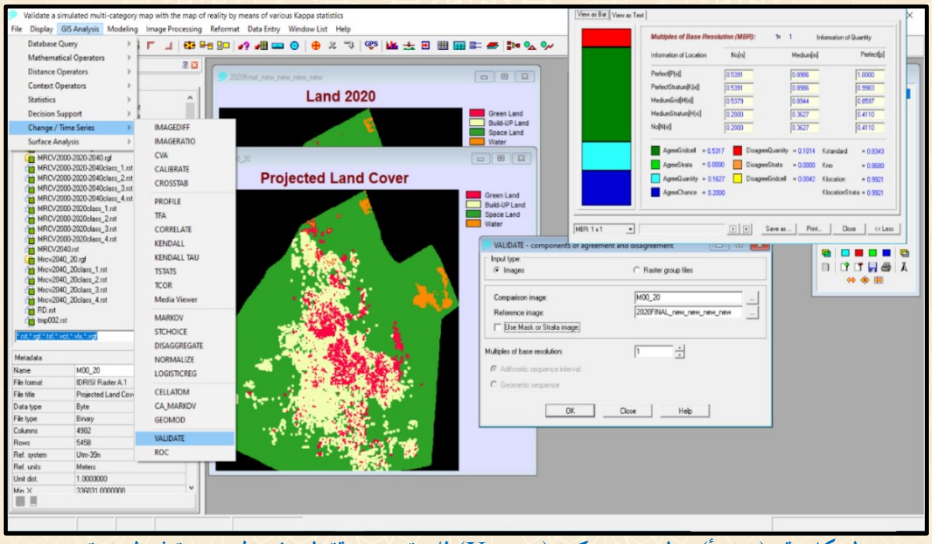
ثالثًا: تقييم الدقة بين النماذج المستخدمة باستخدام معامل كابا (Kappa):

للتحقق من دقة نتائج النماذج المطبقة في الدراسة؛ قامت الدراسة كما يوضح الشكل (١١-أ/ب) بتطبيق مؤشر كابا (Kappa) الذي يقيس معامل التوافق والاختلاف بمقارنة خرائط المحاكاة وخرائط الأساس، ويمكن من خلاله الحكم على مدى الدقة المكانية والكمية بين النموذجين، ويعطي ملخصًا ثابتًا للاتفاق من حيث العدد الإجمالي للبكسلات؛ بمعنى أن المعامل يقوم بحساب مجموع الخلايا المصنفة (تصنيفًا موجهًا) على إجمالي عدد الخلايا بشرط أن تكون جميع الخرائط المستخدمة للمقارنة والتقويم لها نفس عدد الصفوف والأعمدة (عبده، ٢٠١٣م)،

وقد استخدمت الدراسة الأداة (Validata) ضمن برنامج Idrisi TerrSet للمقارنة بين مخرجات النموذجين؛ والمطبقة على واحة الأحساء والمتمثلة في التالي:

الأول: نموذج ماركوف (Markov) (إخراج خريطة الأساس الفعلية لعام ٢٠٢٠م).

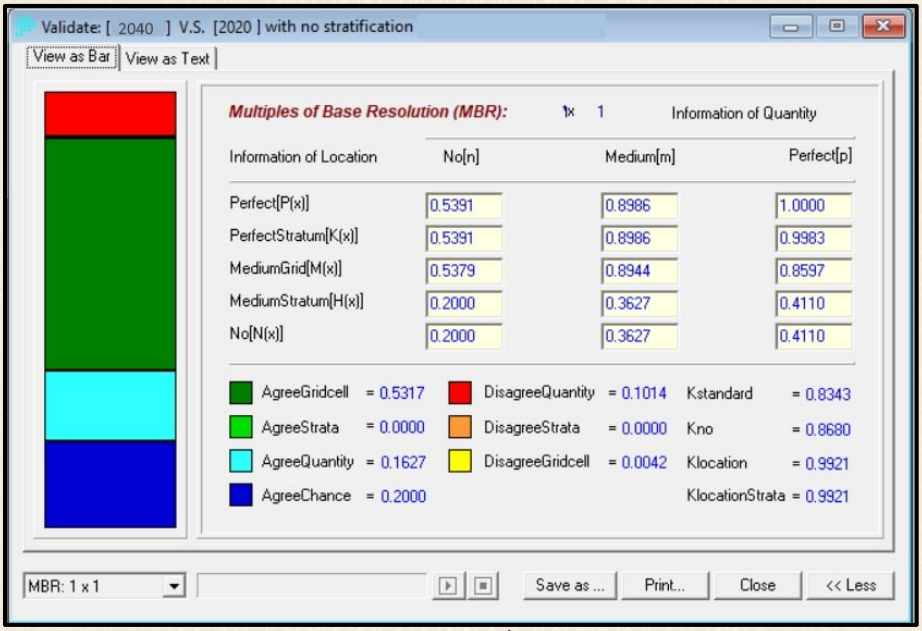
والثاني: نموذج السلوك الذاتي الخلوي- ماركوف (CA-Markov) (إخراج خريطة المحاكاة المتوقعة لعام ٢٠٤٠م).



الشكل رقم (١١-أ): تطبيق مؤشر كابا (Kappa) للتحقق من دقة النماذج المستخدمة في الدراسة.

المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على أداة (Validata) برنامج (Idrisi TerrSet)، ومخرجات النموذجين (Markov) و (CA-Markov).

الشكل رقم (١١–ب): القيمة الإحصائية لمعامل (Kno) وفقاً للأداة (Validata).



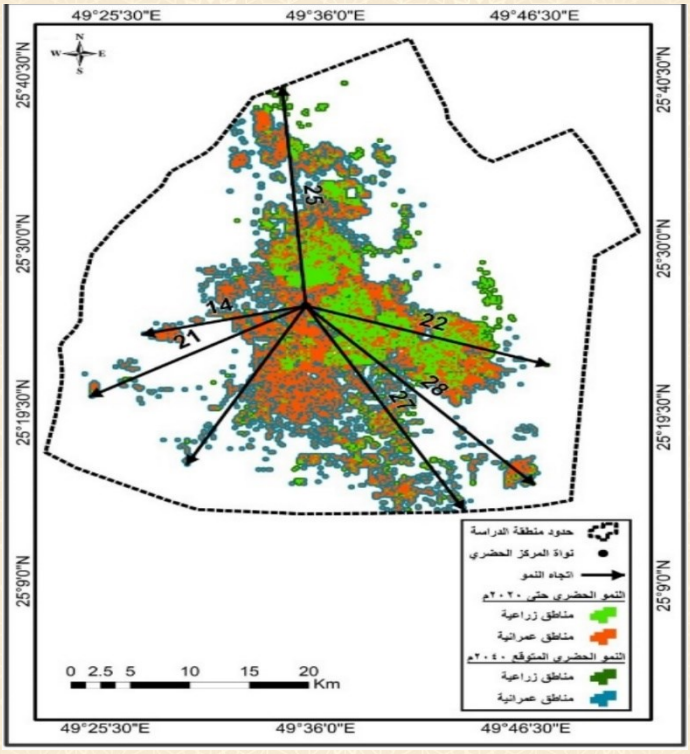
المصدر: من عمل الباحثين بالاعتماد على أداة (Validata) برنامج (Idrisi TerrSet)، ومخرجات النموذجين (Markov) و (CA-Markov).

بلغت الدقة العامة لمعامل كابا Kno (٠,٨٦٨٠)؛ أي أن نسبة الاختلاف والتوافق بين الخريطة المتوقعة (٢٠٤٠م) وخريطة الأساس (٢٠٢٠م) تقدر بنسبة (٨٦%)، وهي نسبة مرتفعة، وهذا يدل على أن عملية التنبؤ كانت بتوافق عالٍ/جيد جدًّا (Tilahun and Teferie, 2015)، بناء على القيمة الإحصائية بين النموذجين الشكل رقم (١١– ب).

وبالعودة إلى ما سبق عرضه وقامت الدراسة بتطبيقه، يتضح من الشكل (١٢) أن خريطة محاور اتجاه الامتداد الحضري المستقبلي لواحة الأحساء حتى ٢٠٤٠م، يشير إلى أقصى امتداد له باتجاه المحور الجنوب الشرقي، في ضوء تطبيق احتمالية الانتقال، وهو لا يختلف كثيرًا عن الاتجاهات الحالية؛ بمعنى أن الاختلافات تظهر يسيرة بين النموذجين الأقدم٢٠٢٠م والأحدث٢٠٤٠م، ويمكن للدراسة تفسير ذلك من خلال تناقص الأراضي الفضاء داخل حدود

النطاق العمراني، وهو ما يتفق مع أحد أهداف الرؤية بحلول ٢٠٣٠م حول التنمية العمرانية، والتي تعمل على خفض نسبة الأراضي البيضاء والمساحات الفارغة داخل المناطق الحضرية، وهذا ما يعزز الاتصال الحضري ويرفع من كفاءة الخدمات بشتى أشكالها ووصولها، وقد أعلنت وزارة الشؤون البلدية والقروية في عام ٢٠٢٢م تنفيذ فرض رسوم الأراضي البيضاء بنسبة ٢,٥٪ بهدف زيادة المعروض من الأراضي المطورة والملائمة لتوطين الأنشطة الحضرية، وقد دخلت واحة الأحساء ضمن نطاق التنفيذ في المرحلة الأولى، كما أن توافق اتجاهات محاور التخطيط والتنمية الحضرية الحالية مع المستقبلية، ويشير ذلك إلى أن الخطط التنموية تسير بشكل صحيح في حال استمرار الظروف الطبيعية والبشرية ذاتها، وهذا ما تحققه المقارنة من أهمية علمية.

الشكل رقم (١٢): محاور امتداد التنمية الحضرية المتوقعة لواحة الأحساء حتى عام ٢٠٤٠م.



المصدر: من عمل الباحثين.

النتائج والتوصيات

سجلت التغيرات الحضرية في واحة الأحساء مستويات متباينة من حيث المكتسب والمفقود خلال المدة ٢٠٠٠–٢٠٢٠م باستخدام نموذج تغير الأرض land change modeler؛ إذ نال صنف (المناطق العمرانية) زيادة بنسبة نمو (١٥,٦٦٪) على حساب الأراضي الفضاء والأراضي الزراعية في واحة الأحساء، في حين سجلت المناطق الزراعية ومناطق الفضاء تناقصًا في المساحات من إجمالي مساحة واحة الأحساء خلال ٢٠ سنة، وبتحليل المساحة الصافية للتغير بالنسبة للمناطق الزراعية نجد أن خسارتها بلغت نحو ١٧ كم٢، وزادت المساحات المبنية (صنف المناطق العمرانية) خلال هذه المدة نحو ١٦٦ كم٢، وهذا يشير إلى أن معظم مكتسب المناطق العمرانية من المساحة كان على حساب المناطق الفضاء، وهذا ما أظهره مقدار ما خسرته المناطق الفضاء من المساحة، حيث يبلغ ١٥٤كم٢، وتمكنت الدراسة باستخدام نموذج السلوك الذاتي الخلوي–(CA-Markov) من التنبؤ بالتغيرات المساحية في المستقبل، وسجل النمو الحضري تزايد في جميع الأصناف، وطبقت الدراسة مؤشر كابا (Kappa) لتقويم الدقة بين النماذج المستخدمة والذي سجلت توافقًا عاليًا بقيمة إحصائية بلغت ٨٦٪، ولخصت الدراسة نتائجها أن هناك استمرارية في الاتجاه التصاعدي في الزيادة الحضرية، ويعد هذا التزايد حالة إيجابية نتيجة الزيادة السكانية المتوقعة وما يترتب عليها من توسع عمراني وأنشطة اقتصادية، كما اتفقت اتجاهات محاور التخطيط والتنمية الحضرية في واحة الأحساء بين النموذجين، ويشير ذلك إلى أن الخطط التنموية تسير بشكل صحيح في حال استمرار الظروف الطبيعية والبشرية ذاتها، بما يضمن المحافظة على الأراضي الزراعية في واحة الأحساء واستدامتها.

أوصت الدراسة باستمرارية نهج الدمج بين البرامج والتقنيات الجغرافية في الدراسات المستقبلية، كم أثبتت البيانات تحقيق التكامل فيما بينهم في حال تنوع الأدوات التحليلية، ضرورة المتابعة المستمرة ومراقبة اتجاهات الخطط التنموية من حيث التخطيط والتنفيذ، بما يضمن تحقيق التنمية الشاملة لواحة الأحساء ويحافظ على طبيعتها الزراعية؛ بوصفها جزءًا من النسج الاقتصادي للمحافظة بشكل عام، والعمل على المعالجات التخطيطية فورًا في حال التجاوزات، كما توصي الدراسة بإضافة الجوانب الاقتصادية والاجتماعية إلى جانب دمج التقنيات في تقويم اتجاهات التخطيط والتنمية الحضرية، والتنبؤ بها للحصول على نتائج أكثر واقعية.

المراجع

المراجع العربية:

المخطط الإقليمي لمحافظة الأحساء، (٢٠١٩م)، بيانات غير منشورة، أمانة الأحساء.

الهيئة العامة للإحصاء، نتائج تفصيلية التعداد العام للسكان والمساكن لعام ٢٠١٠م.

وزارة الاقتصاد والتخطيط، موجز أهداف وسياسات خطة التنمية العاشرة وأولوياتها، ٢٠١٩م.

وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان (٢٠١٥م)، وكالة الوزارة لتخطيط المدن، اللائحة التنفيذية المحدثة لقواعد النطاق العمراني حتى عام ١٤٠٥هـ. تاريخ الدخول٢٠٢٢/٧/٧م

https://momrah. gov. sa/ar/regulations?pageNumber=3&type=221

وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان، (٢٠١٩م)، مستقبل المدن السعودية، تقرير الرؤية العمرانية للأحساء، ٢٠٢٠/٨/٢٩م

https://saudiarabia. un. org/ar/40086-alrwyt-almranyt-alshamlt-lmdynt-alahsa

وزارة الشؤون البلدية والقروية، الأنظمة واللوائح–الأراضي البيضاء، استرجاع بتاريخ٢٠٢١/٨/١٧

https://idlelands. housing. gov. sa/ar/page/121

الهيئة العامة للإحصاء، (١٤٣٧هـ)، تقديرات السكان للمناطق الإدارية والمحافظات خلال المدة من ٢٠١٠– ٢٠٢٥م، ٢٠٢٠/٥/٢٥م،

/https://www. stats. gov. sa

http://geographyfieldwork. com/nearest_neighbour_analysis

هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (*USGS*)، مرئيات فضائية للقمر الصناعي لاندسات لعامي ٢٠٠٠/٢٠٢٠م.

/https://www. usgs. gov

الجياشي، يحيى عبد المحسن فليح، (٢٠٠٨م)، النمو الحضري وأثره في اتجاهات التوسع العمراني في مدينة السماوة: دراسة في جغرافية المدن، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القادسية، العراق.

الحيدري، علي وآخرون، (٢٠٠٢م)، التصميم الحضري، والهيكل والدراسات والميدانية، مكتبة مدبولي، الطبعة الأولى، القاهرة.

العامري، رافد موسى عبد حسون، (٢٠٢١م)، محاكاة النمو العمراني وتغير استعمالات الأرض في مدينة الديوانية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة آداب الكوفة، المجلد١، العدد٤٩.

العنقري، خالد محمد، (١٩٨٦م)، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته في الدراسات المكانية، دار المريخ، الرياض.

المبارك، حصة عبد العزيز، والحاجي، زكية راضي، (٢٠١٩م)، تحليل أثر ارتفاع درجات الحرارة على التوسعات العمرانية الأفقية: محافظة الأحساء دراسة تطبيقية باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد و*GIS*، المجلة العربية للدراسات الجغرافية، العدد٢.

المصيلحي، فتحي محمد، (١٩٩٤م)، مناهج البحث الجغرافي، الطبعة الأولى، مركز معالجة الوثائق، شبين الكوم.

حسن، خديجة عبد الزهرة، ٢٠٠٧م، الأطر النظرية لنظم المعلومات الجغرافية، مجلة آداب البصرة، جامعة البصرة، العدد٢٢، ص٢٨٤-٢٨٥.

داود، جمعة محمد، ٢٠١٤م، أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

عبده، وسام الدين محمد، (٢٠١٣م)، مقدمة إلى الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، الطبعة الأولى، مكتبة المتنبي، الدمام.

علي، مصطفى حلو، (٢٠١٨م)، دراسة تغيرات الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في محافظة ميسان باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، أطروحة دكتوراة، كلية التربية، جامعة البصرة، العراق.

ترجمة المراجع العربية:

Ministry of Municipal and Rural Affairs and Housing (2015) , Vice-Ministry for Town Planning, updated executive regulations for urban zone rules until 1405 AH. Entry date 7/7/2022 AD https://momrah. gov. sa/ar/regulations?pageNumber=3&type=221

Ministry of Municipal and Rural Affairs and Housing, (2019) , The Future of Saudi Cities, Urban Vision Report for Al-Ahsa, August 29, 2020 AD https://saudiarabia. un. org/ar/40086-alrwyt-almranyt-alshamlt-lmdynt-alahsa

Ministry of Municipal and Rural Affairs, (2021) , Rules and Regulations - White Lands, retrieved on August 17, 2021AD https://idlelands. housing. gov. sa/ar/page/121

General Authority for Statistics, (1437 AH) , population estimates for administrative regions and governorates during the period from 2010-2025 AD, 5/25/2020,

https://www. stats. gov. sa/

http://geographyfieldwork. com/nearest_neighbor_analysis

US Geological Survey (USGS) , Landsat satellite visuals for the years 2000-2020, 30m resolution. https://www. usgs. gov/

Al-Jiashi, Yahya Abdul-Mohsen Falih, (2008) , Urban Growth and its Impact on Urban Expansion Trends in the City of Samawah: A Study in the Geography of Cities, Master's Thesis, College of Arts, University of Al-Qadisiyah, Iraq.

Al-Haidari, Ali and others, (2002) , Urban Design, Structure and Field Studies, Madbouly Library, first edition, Cairo.

Al-Amiri, Rafid Musa Abd Hassoun, (2021) , Simulation of Urban Growth and Land Use Change in the City of Diwaniyah using Remote Sensing Techniques and Geographic Information Systems, Kufa Adab Journal, Volume 1, Issue 49.

Al-Anqari, Khaled Muhammad, (1986) , Remote Sensing and its Applications in Spatial Studies, Dar Al-Marikh, Riyadh.

Al-Mubarak, Hessa Abdel-Aziz, and Al-Haji, Zakia Radi, (2019) , analyzing the impact of high temperatures on horizontal urban expansion: Al-Ahsa Governorate, an applied study using remote sensing technology and GIS, Arab Journal of Geographical Studies, No. 2.

Al-Moselhi, Fathi Muhammad, (1994 AD) , Geographical Research Methods, first edition, Document Processing Center, Shebin El-Koum.

Hassan, Khadija Abdul-Zahra, (2007) , Theoretical Frameworks for Geographic Information Systems, Basra Literature Journal, University of Basra, No. 22, pp. 284-285.

Daoud, Jumaa Muhammad, (2014) , The Foundations of Spatial Analysis in the Framework of Geographic Information Systems, Makkah Al-Mukarramah, Kingdom of Saudi Arabia.

Abdo, Wissam Al-Din Muhammad, (2013) , an introduction to remote sensing and its applications, first edition, Al-Mutanabi Library, Dammam.

Ali, Mustafa Helou, (2018) , Studying changes in land cover and land uses in Maysan Governorate using remote sensing and GIS technologies, PhD thesis, College of Education, University of Basra, Iraq.

Regional Plan for Al-Ahsa Governorate, (2019) , unpublished data, Al-Ahsa Municipality.

General Authority for Statistics, (2010) , Detailed Results of the General Population and Housing Census for the year.

Ministry of Economy and Planning, (2019) , Summary of Objectives and Policies of the Tenth Development Plan and its Priorities.

المراجع الأجنبية:

Eastman, Ronald. J. (2012) ; "IDRISI Selva Tutorial", Clark University, Manual Version 17.

Maher M Aburas, Sabrina H Abdullah, Mohammad F Ramli, Zulfa H Ash'aari and Mohd Sanusi S Ahamad, (2018) ; Simulating and monitoring future land-use trends CA-Markov and LOM models, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences 169, p.1.

Mohammad Rahim Rahnama, (2021) ; Forecasting land-use changes in Mashhad Metropolitan area using Cellular Automata and Markov chain model for 2016-2030, Sustainable Cities and Society: v.64.

Narayan, M., Kumar, P. R., Kshitij, M. (2014) ; " Predic- tion Of Land Use Changes Based On Land Change Modeler (Lcm) Using Remote Sens- ing: A Case Study of Muzaffarpur (Bihar) , India", Journal of the Geographical Institute 'Jovan Cvijic' SASA, 64 (1): p.127

-Tilahun, A. and Teferie, B. (2015) "Accuracy Assessment of Land Use Land Cover Classification using Google Earth". American Journal of Envi- ronmental Protection. 4 (4): p.193.

الجامعة الإسلامية بالمدينة المنورة

ISLAMIC UNIVERSITY OF MADINAH

ISLAMIC UNIVERSITY OF MADINAH

Journal of Islamic University

for Educational and Social Sciences

Refereed Periodic Scientific Journal