محاكاة النمو العمراني وتغير استعمالات الأرض في مدينة الديوانية
باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد(RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)

الاستاذ المساعد الدكتور رافد موسى عبد حسون العامري
جامعة القادسية - كلية الآداب

Simulating urban growth and changing geographic information systems (GIS)

Asst- Prof. Dr. Rafid Musa Abd Hassoun
University of AL-Qadisivah College of Arts
Email:rafid.abd@qu.edu.iq

الملخّص :

تسعى الدراسة الى استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، بوصفهما نظامين متكاملين في محاكاة النمو العمراني ورصد تغيرات استعمالات الأراضي في مدينة الديوانية خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) والكشف عن التباينات المكانية والزمانية التي ساهمت في التغيير خلال الثمانية عشر سنة الماضية ،فضلاً على التنبؤ بمستقبل التغيرات العمرانية المحتملة لغاية عام ٢٠٤٠، واعتمدت الدراسة على بيانات المستشعر (ETM+، OLI-TIRS) للقمر الصناعي (Landsat) بواقع مرئيتين فضائيتين للعوام (٢٠٠٠-٢٠١٨) ، فضلاً على الاعتماد على خرائط التصميم الأساس المعدة من قبل مديرية بلدية الديوانية بمقياس (١:١٠٠٠٠٠) ، واستنباط خريطة الامتداد العمراني والتغيرات المستقبلية لاستعمالات الأراض في منطقة الدراسة . وقد توصلت الدراسة ومن خلال تطبيق نموذج المحاكاة باستعمال نمذجة ماركوف (CA-MARCOV) الى تطور الكتلة العمرانية للمدينة الى (٦٤٠٦٠٧٨) هكتاراً لغاية عام ٢٠٤٠، وعليه فأن محاور الانتشار العمراني المستقبلي للمدينة في ضوء احتمالية الانتقال سوف تتركز بنفس اتجاه الامتداد العمراني للكتلة العمرانية لعام ٢٠١٨. بمعنى أنه لا توجد اختلافات جوهرية بين النموذجين من ناحية التوزيع المكاني للنمو العمراني من موقع الى آخر، فقد تمكنت الدراسة من التحقق من دقة خرائط المحاكاة مقارنة بخريطة عام ٢٠١٨ باستعمال معامل (كابا) ، اذ أظهرت النتائج أن جميعها بتوافق عال ، وسجلت قيمة (٠.٨٦) ، وهذا مؤشر على دقة عالية في عملية التصنيف .

الكلمات المفتاحية: تغيير، المحاكاة، النمو العمراني، استعمالات الأرض، نموذج ماركوف، السلوك الذاتي الخلوي، معامل كابا، النمو العمراني.

Abstract:

This study uses systems for geo-geography, psychology, anthropology, study, and time of land use (2000-2018) Urban plan diagram until 2040, the study is based on sensor data (ETM +, OLI-TIRS) for the (Landsat) satellite. Two satellite visuals for the year (2000-2018), relying on the accreditation base maps prepared by the Directorate of the Municipality of Diwaniyah at a scale of (1: 100,000), and devising a map of the urban expansion and future changes of land use in the study area. . The study, through applying the simulation model using the Markov Modeling (CA-MARCOV), reached the development of the urban mass of the city to (6406078) hectares until the year 2040, and accordingly, the axes of the future urban spread of the city in light of the possibility of the transition will be concentrated in the same direction of the urban sprawl of the urban mass 2018. In the sense that there are no fundamental differences between the two models in terms of the spatial distribution of urban growth from one site to another, the study was able to verify the accuracy of the simulation maps compared to the 2018 map using the Kappa coefficient, as the results showed that all are in high agreement, and the value of (0.86), which is an indication of high accuracy in the classification process.

Key words: Land use change; Simulation; Urban growth; Land uses; Marcov chain Cellular Automata; Kappa; Urban growth.

المقدمة:

شهدت المساحات العمرانية في المدن بالوقت الحاضر تغيرات سريعة ومستمرة بتأثير معدلات النمو السكاني وتطور الأنشطة الاقتصادية وتزايد الطلب على الخدمات المجتمعية المختلفة، وهذا ما يعطي للتوسع العمراني في المدن طابعا ضخماً دون أن يكون فيه توجيهاً دقيقاً لأنماط هذا التوسع وسرعته. إذ إن الزيادة المستمرة للنمو السكاني وتنوع أنماط الاستهلاك البشري، سيلقي بتبعاته السلبية على بيئة المدينة من جرّاء استنزاف مواردها مع تغيير استعمالات الأراضي الزراعية المحيطة بها الى مناطق سكنية لاستيعاب الأسر الجديدة، لأن الأرض بمواردها المختلفة هي البعد المكاني لإدارة أنشطة التنمية وتنفيذ سياساتها المكانية التي يجب أن تدار بكفاءة عالية وبأسلوب مستدام، لتعظيم مخرجات الإدارة العمرانية الشاملة وحلّ المشكلات التي تواجه المعنيين بالتخطيط العمراني. فقد شهدت مدينة الديوانية خلال السنوات الأخيرة من القرن العشرين تطورات كبيرة من النواحي الديموغرافية والمساحية والعمرانية بشكل لم يسبق له أن شهدته المدينة خلال مراحلها السابقة ، وهذا تسبب في توسع الرقعة المساحية للمدينة وزيادة الطلب على استعمالات الأرض لمواجهة التوسع وما نتج عنه من نمو سريع في مساحة الكتلة العمرانية ، نتيجة لتغير استعمالات الأراضي الزراعية الى أراض حضرية ، اذ وصل عدد سكان مدينة الديوانية في عام ٢٠١٨ الى (٤٠٣٧٩٦) نسمة بعد أن كان (٢٤٧٣٠٤) نسمة عام (٢٠٠٠) اي بزيادة مطلقة بلغت (١٥٦٤٩٢) نسمة ، وهذه الزيادة تعد واحدة من التحديات والقوى الدافعة للتدهور البيئي في المدينة. لذا فقد سعت الدراسة الى اعتماد التقنيات الحديثة والمتمثلة بتقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) ،بوصفها منهجا متكاملا في محاكاة النمو العمراني والتنبؤ بتغير الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في المدينة خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) ، لكون هذه الوسائل أثبتت فعاليتها في الارتباط المكاني وفي نظم اتخاذ القرار في مجال إدارة المدن والكشف عن التغيرات العمرانية المحتملة في المستقبل ،وذلك لان العملية التخطيطية ينبغي ان تلبي احتياجات المستقبل دون المساس باحتياجات الأجيال القادمة وهذا بحد ذاته هو الهدف الرئيسي في تحقيق التنمية العمرانية المستدامة في منطقة الدراسة.

مشكلة الدراسة: تتلخص مشكلة الدراسة بالتساؤلات الآتية :

كيف يمكن الاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في محاكاة النمو العمراني ومتابعة التغيرات في استعمالات الأرض في مدينة الديوانية خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) ؟. وهل يمكن يتم التنبؤ بها مستقبلاً لغاية عام ٢٠٤٠ ؟.

فرضية الدراسة

تفترض الدراسة إمكانية استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، بوصفهما نظامين متكاملين في محاكاة النمو العمراني ورصد تغيرات استعمالات الأرض في المدينة ومتابعتها خلال مدة الدراسة ،فضلاً على امكان التنبؤ بتلك التغيرات مستقبلاً .

أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة الى ما يأتي :

١- إبراز فاعلية التقنيات الحديثة في رصد أنماط النمو العمراني والتغيرات المساحية لاستعمالات الأرض في مدينة الديوانية ومتابعتها خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨). والكشف عن التباينات المكانية والزمانية التي أسهمت في تغيرها.

٢- بناء قاعدة معلومات رقمية مجدولة مكانياً لاتجاهات النمو العمراني ولاستعمالات الارض، مصنفة وفق أسس علمية وملائمة لمنطقة الدراسة يمكن اعتمادها في بناء نماذج المحاكاة والتنبؤ المستقبلي خلال (22) سنة القادمة.

٣- إنتاج خرائط رقمية توضح التغيرات التي طرأت على استعمالات الأرض في المدينة وعلى تغير مساحة الأراضي الزراعية، للإفادة منها في اتخاذ القرارات المناسبة في عملية التخطيط العمراني المستدام.

منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة في عملية جمع المعلومات والبيانات المتعلقة بموضوع الدراسة، مجدولة كانت رقمياً أو وصفياً على المنهج التحليلي (الزماني – المكاني) ؛لغرض رصد التغيرات التي طرأت على اتجاهات النمو العمراني واستعمالات الارض ومتابعتها عبر الزمن بطريقة المقارنة (change Detection Through) وخلال مدة الثمانية عشرة سنة الماضية (٢٠٠٠-٢٠١٨)، علاوة على استخدام الأسلوب الكمي الاحصائي في مطابقة

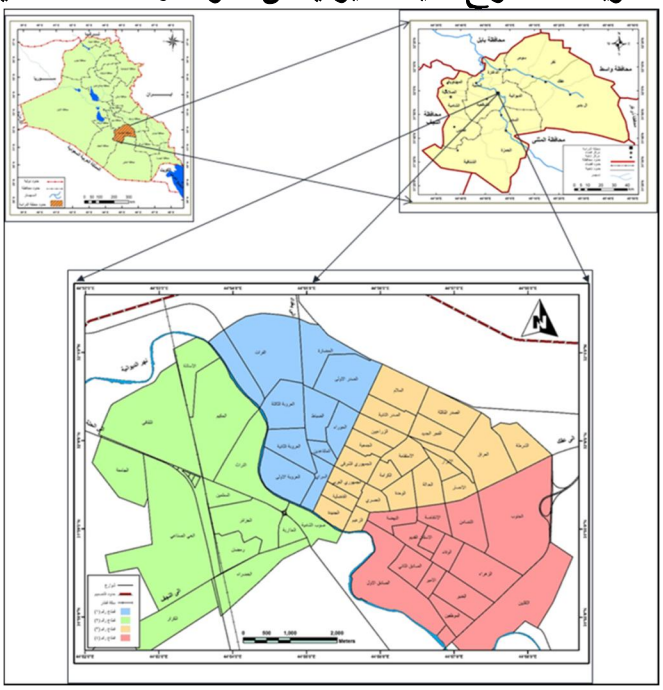
عدد من الطبقات المعلوماتية من خلال الاعتماد على المعادلات الإحصائية (المعدلات الجبرية) وعمل النماذج الرياضية واستنباط المعلومات منها للقيام بعمليات النمذجة والتنبؤ المستقبلي.

حدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة على جانبي شط الديوانية في الموضع الذي تتقاطع فيه دائرتي عرض (٣٢.٠١.٥٢) و(٣١.٥٦.١٥) شمالاً ،وخطي طول (٤٤.٥٢.٣٠) و(٤٤.٥٨.٠٧) شرقاً . وهو موضع يتميز بخصوبة أرضه واستواء سطحه ، يتوسط موضع المدينة سبعة عشر قضاءً وناحيتين يحده من الشمال قضاء الدغارة ومن الشرق قضاء عفك ومن الغرب قضاء الشامية ومن الجنوب قضاء الحمزة الشرقي .

إذ تبلغ مساحة المدينة ضمن حدود التصميم الأساس (١٤٥٠٣) هكتاراً أي (١٤٥.٠٣كم٢) الخريطة (١) وأن المساحة المشغولة منها هي (6139.45) هكتاراً أي (٦١.٣٩كم٢) توزعت على خمسة قطاعات سكنية وبواقع ٦١ حياً سكنياً. .

الخريطة (١) موقع مدينة الديوانية من العراق ومحافظة القادسية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على:

١) وزارة التخطيط، المديرية العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط، خريطة العراق الإدارية، بغداد، ٢٠١٦.

٢) الهيأة العامة للمساحة، خريطة محافظة القادسية الإدارية بمقياس رسم ١:٥٠٠٠٠، بغداد ٢٠٠٠.

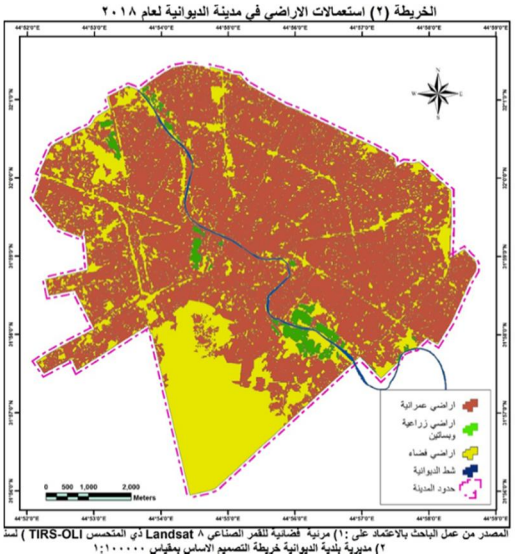
٣) مديرية بلدية الديوانية، خريطة تحديث التصميم الأساس لمدينة الديوانية، شعبة GIS، لعام ٢٠١٨.

البيانات والتقنيات المعتمدة في الدراسة

للوصول الى أهداف الدراسة ، فأنها اعتمدت على مجموعة من البيانات تمثلت باستخدام المرئيات الفضائية المتعاقبة زمانياً والتي التقطت بالمستشعر Landsat-7(ETM+) لعام ٢٠٠٠ والمستشعر Landsat-8 (OLI-TIRS) لعام ٢٠١٨ وبنظام إحداثيات WGS84/UTM zone 38N ، وذلك لتغطية منطقة الدراسة بشكل كامل ، فضلاً على الاعتماد على خرائط التصميم الأساس المعدة من مديرية بلدية الديوانية بمقياس (١:١٠٠٠٠٠ سم) لبناء خرائط خاصة لهذا الغرض التي تعبر عن الغطاء الأرضي وعن استعمالات الأرض ؛ لتكون معلومات مرجعية للتنوع الحاصل في مستوياتها في عملية تفسير وتصنيف المرئيات المستخدمة ينظر الى الخريطتين (2) و(3) . فقد استعان الباحث بالحقبة البرمجية المتمثلة ببرامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ، بوصفها نوعا من التكامل التقني بهدف محاكاة الواقع والتنبؤ بالتغيرات المستقبلية لغاية عام ٢٠٤٠ ؛ واستخدام برنامج (ERDAS IMAGINE V.15 و ARC GIS10.4) في معالجة المرئيات الفضائية والتحويل في صيغ الملفات الرقمية (التحويل من الصيغة الخلوية RASTER الى صيغة المتجهات VECTOR) وبالعكس . في حين استخدم برنامج الادريسي (IDRISI SELVA V.17) في عملية التنبؤ بالتغيرات المكانية التي تحصل مستقبلاً ، كونه من اهم برامج نظم المعلومات الجغرافية الذي يستخدم في عمل نماذج المحاكاة الحضرية وتغير استعمالات الأرض.[1] اذ طبّق من خلال البرنامج خوازمية السلوك الذاتي المعروفة بسلسلة ماركروف (CA-Markova) للحصول على خرائط مصفوفة احتمالية التحول خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) ومحاكاة مناطق التحول في عام ٢٠٤٠

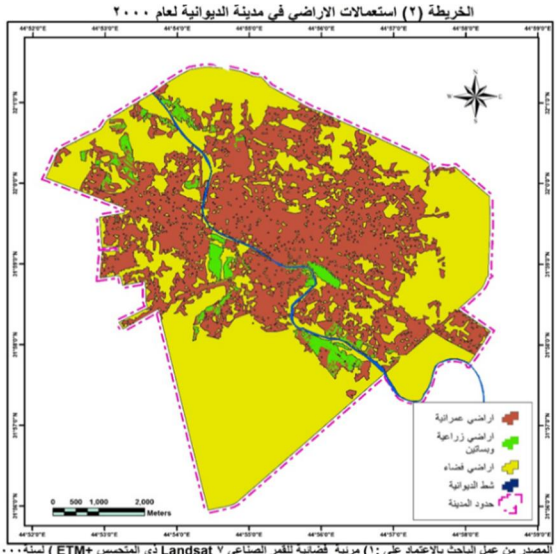
وفقاً للتحولات الرئيسة التي حدثت في الأصناف السابقة الذكر ، فيما استخدام مؤشر الاختلاف والتوافق (كابا Kappa) المطبقة في المحاكاة ؛ وتم مقارنة خرائط المحاكاة مع خرائط المرجعية (خريطة التصميم الأساس لعام 2018). للتحقيق من صحة النماذج المستخرجة , والشكل (١) يوضح مراحل إجراءات التنبؤ باتجاه النمو العمراني وتغير استعمالات الأرض.

الخريطة (٢) استعمالات الاراضي في مدينة الديوانية لعام ٢٠١٨



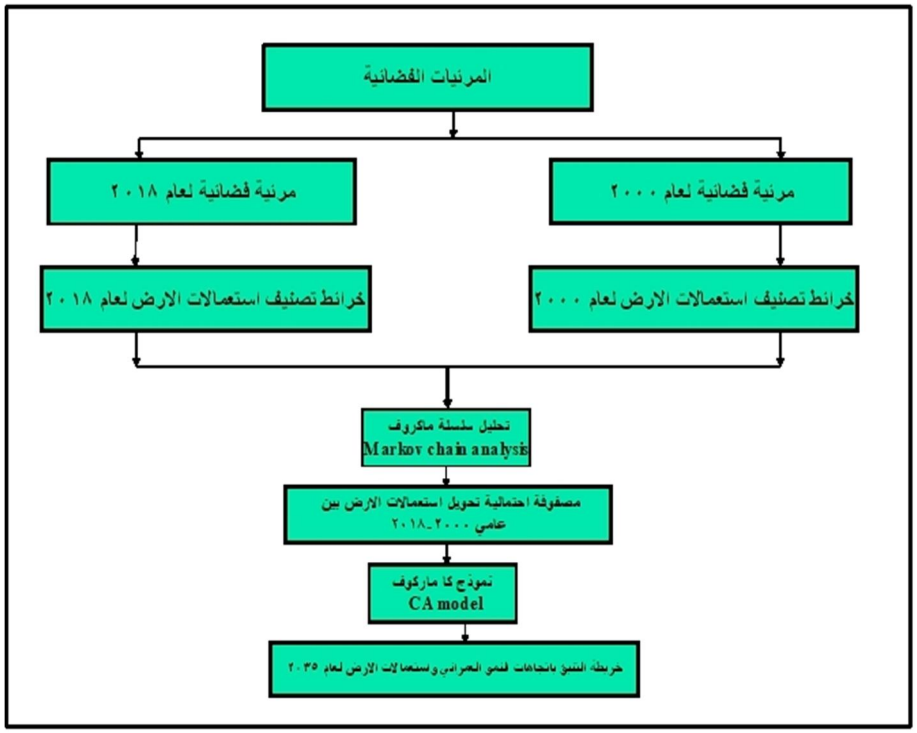
المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على :١) مرئية فضائية للقمر الصناعي Landsat ٨ ذي المتحسس TIRS-OLI) لسنة
٢) مديرية بلدية الديوانية خريطة التصميم الاساس بمقياس ١:١٠٠٠٠٠

الخريطة (٢) استعمالات الاراضي في مدينة الديوانية لعام ٢٠٠٠



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على :١) مرئية فضائية للقمر الصناعي Landsat ٧ ذي المتحسس ETM+) لسنة٢٠٠٠
٢) مديرية بلدية الديوانية خريطة التصميم الاساس بمقياس ١:١٠٠٠٠٠

الشكل (١) مراحل إجراءات التنبؤ باتجاه النمو العمراني وتغير استعمالات الأرض الحضرية



الشكل من عمل الباحث.

أولاً /تحليل التغيرات الحاصلة في استعمالات الأرضي في مدينة الديوانية

تعد تغيرات استعمالات الأراضي من أهم آثار التغيرات السلبية للبيئة الحضرية في المدن، وأن الكشف عنها يعد مدخلاً مهماً لتسهيل عملية التنمية المستدامة من خلال تحسين إدارة الأراضي والتنبؤ بالتغيرات المستقبلية الحاصلة لها. (٢) ومنذ بداية التسعينيات من القرن العشرين أصبح تحليل مرئيات الاستشعار عن بعد من أهم المصادر الرقمية للمعلومات المتعلقة بالغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في منطقة معينة ، فهو وسيلة في الكشف عن التغيرات الحاصلة عبر مدة زمنية مختلفة ومراقبتها ، وفقاً للخصائص المكانية المرتبطة بها ، إذ يتم متابعة تلك التغيرات وتحليها عبر سلسلة من التقنيات والبرامج المخصصة لهذا الغرض (٣). ولتحليل التغيرات التي طرأت على

استعمالات الأراضي في مدينة الديوانية اعتمدت الدراسة على نموذج تغير الأرض (land change modeler) المنضوي ضمن برنامج الادريسي بالاعتماد على المرئيات الفضائية المصنفة خلال عامي (٢٠٠٠-٢٠١٨)، وتم احتساب مساحة كل طبقة من طبقات استعمالات الأراضي وإجراء المقارنة بينهما لإظهار الاختلافات التي حصلت بين المرئيتين وكما مبين في الجدول (١) والخريطة (٣) . إذ يظهر حجم التغيرات المساحية التي حصلت في المدينة خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) ، اذ بلغت مساحات الأراضي الحضرية المعمورة عام ٢٠٠٠ (1867.42) هكتاراً ارتفعت الى (4910.67) هكتاراً عام ٢٠١٨ وبمعدل نمو عمراني بلغ (+3043.25) هكتار أي أنها تضاعفت مرتين عما كانت عليه في عام ٢٠٠٠ ، ليشمل تغيرات هذا الصنف بالاتجاه الموجب على حساب الأراضي الفضاء والأراضي الزراعية في المدينة، وان هذا التوسع جاء نتيجة للأهمية الإدارية التي تتمتع بها مدينة الديوانية كونها مركز لمحافظة القادسية وتركز فيها العديد من المشاريع الاستراتيجية ،ولاسيما بعد عام ٢٠٠٣ وتغير نظام الحكم ، مما جعلها مركزاً لجذب السكان ، فقد بلغ عدد سكانها بحسب تقديرات عام ٢٠١٨ (٤٠٣٧٩٦) نسمة ، وأن هذه الأوضاع من شأنها أن تحدث تغيرات مساحية كبيرة في صنف استعمال الأراضي ونمطها ،ولاسيما الاستعمالات السكنية والشوارع والخدمات المجتمعية المختلفة.

الجدول (١) التغيرات المساحية لاستعمالات الأراضي في مدينة الديوانية للمدة (٢٠٠٠-٢٠١٨)

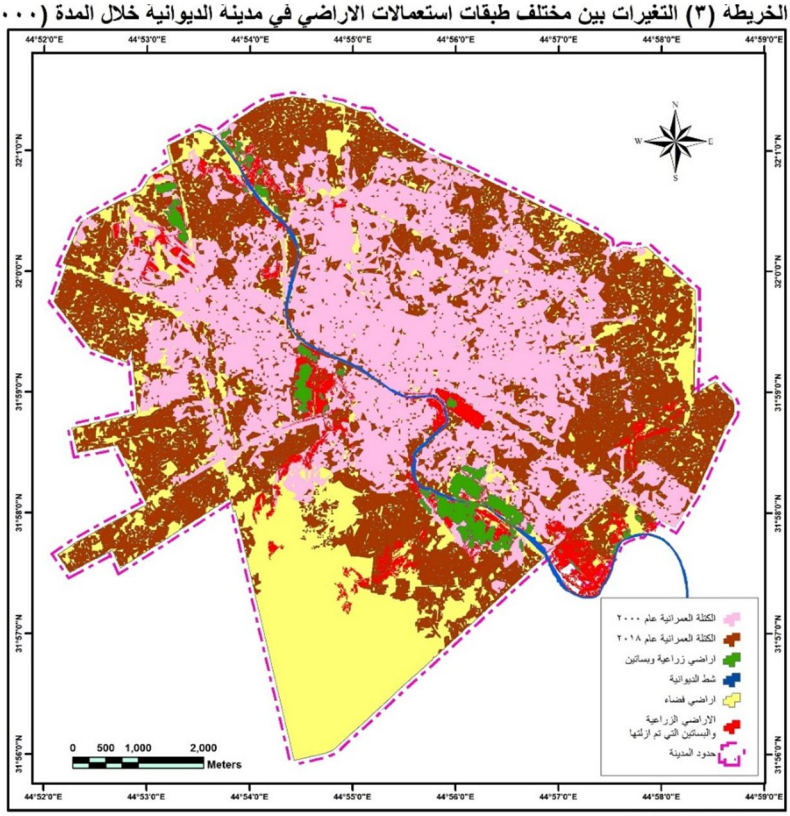
صنف الأراضي	عام ٢٠٠٠		عام ٢٠١٨		مقدار التغير	
	المساحة ب(هكتار)	النسبة %	المساحة ب(هكتار)	النسبة %	التغير المطلق 2000-2018	نسبة التغير لكل صنف ب*%
الأراضي الحضرية	1867.42	35.9	4910.67	80	+3043.25	+61.97
اراضي الفضاء (الجرداء)	2715.33	52.2	1107.43	18	-1607.9	-59.21
الأراضي الزراعية والبساتين	617.25	11.9	121.35	2	-495.9	-80.3
المجموع	5200	100	6139.45	100	------	------

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية المصنفة للأعوام ٢٠٠٠-٢٠١٨.

❖(+ -) الإشارة الى نسبة التغير لكل أصناف استعمالات الأراضي وقد استخرجت بالطريقة الآتية : فرق التغير للصنف بين المدتين / المساحة الاكبر من المدتين ❖١٠٠

المصدر: محمد صبحي أبو صالح وعدنان عوض، مقدمة في الإحصاء، جامعة اليرموك، الأردن ،١٩٨٢، ص٤٥.

الخريطة (٣) التغيرات بين مختلف طبقات استعمالات الاراضي في مدينة الديوانية خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨)

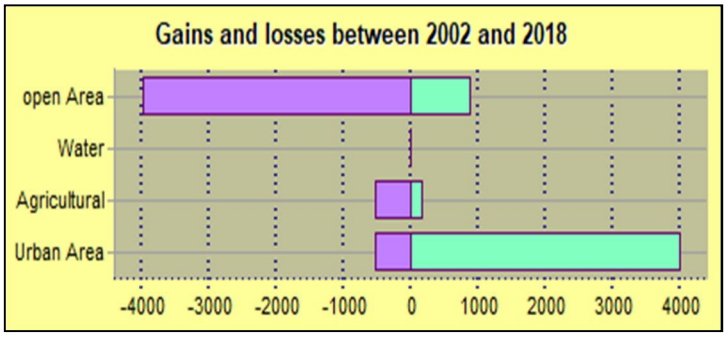


المصدر من عمل الباحث

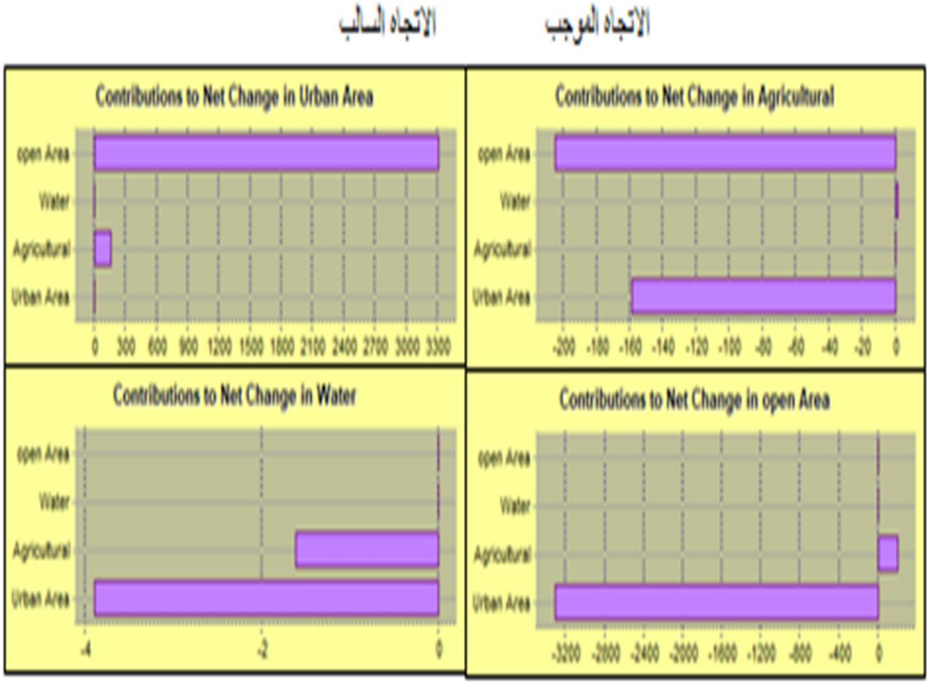
أما بالنسبة لمساحة الأراضي الفضاء والأراضي الزراعية ، فقد تناقصت مساحتها لتشكل تغيراً سلبياً في مجمل مساحة المدينة خلال (١٨) سنة ، اذ تناقصت مساحة الأراضي الفضاء بشكل ملحوظ بمساحة (1607.9-) هكتاراً وبنسبة تغير سنوي (-59.21) ليصبح هذا الصنف يشكل مساحة (1107.43) هكتاراً فقط في عام ٢٠١٨ بعد

أن كانت مساحته تشكل (2715.33) هكتاراً عام ٢٠٠٠ ، وهي نسبة مرتفعة جداً فاقت مجموع المساحات المتغيرة في المدينة ، ويعود ذلك لتضافر العديد من المتغيرات السياسية التي شهدتها مدن العراق ومنها منطقة الدراسة ، ولاسيما بعد أحداث عام ٢٠٠٣ ، ما انعكس سلباً على تردي الواقع الأمني وغياب الرقابة الحكومية في محاسبة المتجاوزين على الفضاءات الحضرية في المدينة والتي أسفرت عن انتشار ظاهرة السكن العشوائي في جهات مختلفة من المدينة . أما صنف الأراضي الزراعية ، فقد تناقصت مساحتها هي الأخرى ؛ نتيجة لتحويل قسم كبير من أراضيها لصالح الاستعمالات الحضرية ، ولاسيما السكنية منها والقسم الآخر منها لصالح أراضٍ فضاء(open space) ؛ مما ساعدة على انحسار مساحتها وتراجعها لتصبح بشكلها الحالي، اذ انخفضت بمساحة (495.9-) هكتاراً، وبنسبة تغير سنوي بلغ(80.3-٪). ولمعرفة حجم المكاسب والخسائر التي تعرّضت لها مساحات الأراضي في المدينة خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) فإن برنامج الادريسي يتيح إمكانية عرض تلك التغيرات والتحولات الحاصلة من طبقة استعمال الى طبقة أخرى على شكل رسم بياني، وكما موضح في الشكل (2أ-ب) ،الذي يظهر فيه حجم التغيرات المساحية الكبيرة بين الأصناف المختلفة لاستعمالات الأراضي والتي تؤشر الى زيادة مساحة الأراضي الحضرية (المعمورة) على حساب أراضي الفضاء و الأراضي الزراعية التي تقلصت مساحتها من خلال تعرضها للإملاءات الحضرية نتيجة للتعدي العمراني على أراضيها.

الشكل (2-أ) المكاسب والخسائر لاستعمالات الأراضي في مدينة الديوانية خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨)



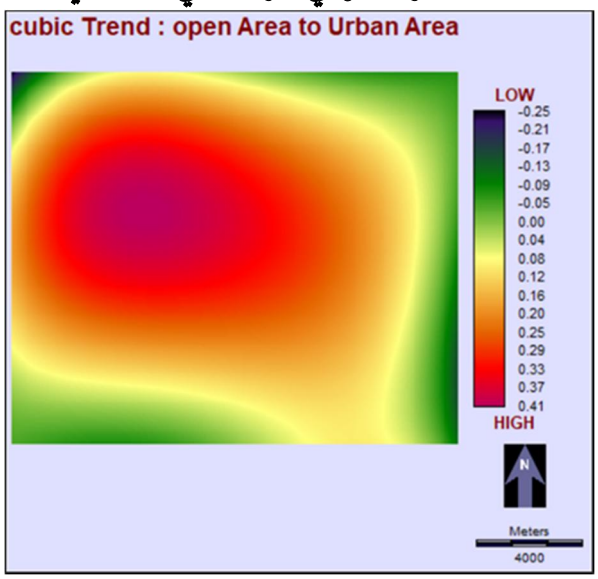
الشكل (2-ب)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: مخرجات برنامج الادريسي (IDRISI SELVA)

اما بالنسبة لاتجاهات النمو العمراني والامتداد المساحي لمدينة الديوانية ، فيتضح لنا من الشكل (3) اذ أنها تركزت في الجهات الشمالية والشمالية الشرقية من المدينة وعلى محور طريق (ديوانية –عفك) ، و (ديوانية الحمزة السياحي)، إذ توجد مساحات واسعة من الأراضي الحضرية غير المشغولة والتي تعود ملكيتها للدولة ،وهي خالية من المحددات (الطبيعية والبشرية) التي تعيق عملية التوسع العمراني بهذا الاتجاه ؛ مما سهل استغلالها من دون الإضرار بالأراضي الزراعية المحيطة بالمدينة ،علاوة على ذلك فإن قرب الكتلة العمرانية الحالية من مركز المدينة دفع لجذب مختلف الاستعمالات الحضرية نحوها ؛ وهذا ما أسهم في تقليل الكلفة الاقتصادية لمد خدمات البنى التحتية وتوسع شبكة الشوارع ، فضلاً على مساهمتها في زيادة التجانس الحضري بين المناطق السكنية الحالية ومناطق التوسع الجديدة.

الشكل (٣) اتجاهات النمو العمراني نحو أراضي الفضاء في مدينة الديوانية



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على: مخرجات برنامج الإدريسي (IDRISI SELVA)

ثانياً / محاكاة النمو العمراني والتنبؤ بتغير استعمالات الارض في مدينة الديوانية لغاية عام ٢٠٤٠ باستخدام نموذج ماركوف (CA-MARCOV)

تعد عملية محاكاة النمو العمراني ومراقبة التغيرات المستقبلية لاستعمالات الأراضي إحدى التحديات الرئيسة التي تواجهه الباحثين وصناع القرار التخطيطي في إدارة التنمية العمرانية المستدامة؛ لأنها تعطي صورة واضحة عن المشهد المستقبلي لتلك التغيرات ودورها في رسم السياسات المستقبلية لعمليات التخطيط والتنمية المكانية. (٤) فالتنبؤ باتجاه التغير في المستقبل يتيح لمخططي المناطق الحضرية وضع الخطط الملائمة التي تتناسب مع تغيرات المستقبل وظروفه (٥) ؛ لتؤدي في النهاية الى الحصول على نظام نمذجة وتنبؤ موثوق به في معظم السلاسل الزمنية التي تحدث في مجالات المعرفة المختلفة. (٦)

فقد ظهرت في مطلع القرن العشرين العديد من النماذج الرياضية لدراسة التغيرات المستقبلية واحتمالية الانتقال في المناطق الحضرية ،ومنها نموذج ماركوف (Marcov chain) الذي ابتكره العالم الروسي(Marcov) والذي يقوم على أساس التنبؤ بنتائج المستقبل ، استناداً الى معرفة تأثير النتائج السابقة ؛ إذ يساعد في تحديد حالات الظاهرة

من فترة الى أخرى وفقاً لقوانين احتمالية معينة تدعى بالاحتمالات الانتقالية (Transition Probabilities).[٧] بيد أن الاعتماد على نموذج ماركوف وحدة لا يقدم أي مدلول كمي للجغرافية ؛ لأنه لا يعطي معلومات مكانية في التنبؤ بحجم التغيرات المستقبلية لكل صنف من أصناف استعمالات الأراضي المدروسة (أي أنه لا يبحث عن أسباب حدوث الظاهرة وإنما يأخذها كما هي ليتم تحليلها والتنبؤ بحالتها المستقبلية) ، ولحل هذه المشكلة أضيف العنصر المكاني لعملية النمذجة والمعروف بنموذج السلوك الذاتي الخلوي (CA) (Cellular Automata) الذي يعد من أهم النماذج الديناميكية الفعالة لمحاكاة العمليات الزمانية - المكانية ,والتنبؤ بصيغ النمو الحضري [٨]. إذ يعتمد عنصر الCA في نموذج ماركوف على القانون الأول للجغرافيا باستخدام قاعدة القرب والذي ينص على ان البكسل القريب من الغطاء الأرضي المحدد (مثل المناطق العمرانية) يكون هو الاكثر احتمالا للتغير والانتقال من تلك الفئة وليس البكسل الأبعد، وتستخدم لذلك عملية التصفية أو الترشيح (الفلترة) لتخفيض أوزان ملائمة البكسلات البعيدة عن الطبقات القائمة لنوع الغطاء الأرضي والمحددة بحسب عامل التصفية الافتراضي بأبعاد ٥X٥ [٩] . علاوة على أن مصفوفة ماركوف (CA Marcov) تتكون من مصفوفة تربيعية ذات أبعاد (N*N) ، و كل عنصر من عناصر المصفوفة يكون غير سالب ، وأن مجموع كل صف فيها يساوي الواحد صحيح.

لقد بنيت نظرية نموذج ماركوف(CA) على صيغة الاحتمالية المشروطة للتنبؤ بتغيرات الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي والتي يمكن التعبير عنها بالمعادلة الآتية: [١٠]

$$S(t+1) = P_{ij} \text{æ} S(t)$$

حيث ان : تمثل حالة الاستعمال الأرضي في و(t) و (t+1)٦ و ( ) هو مصفوفة التحول والانتقال المحتمل في الحالة والتي يمكن حسابها بالمعادلة الآتية:

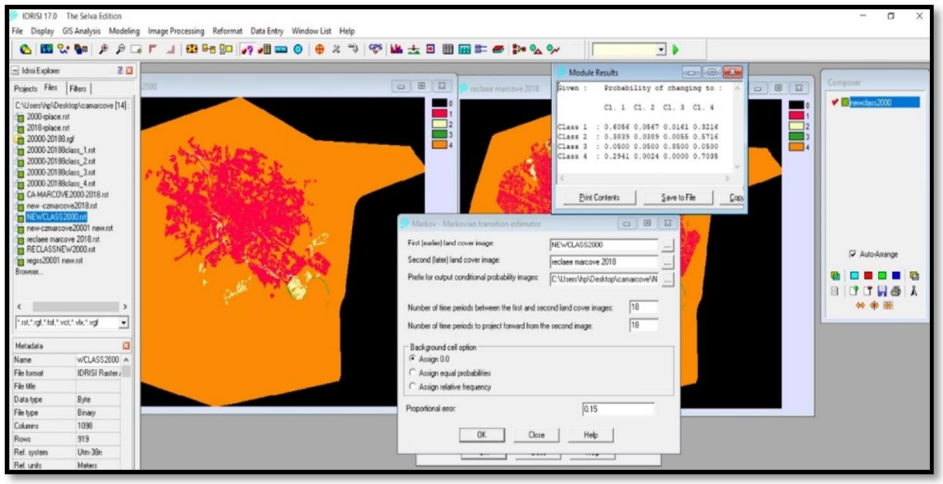
$$P_{ij}$$

$$P = (p_{ij}) = \begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{2n} \\ & & \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{nn} \end{vmatrix}, \quad \sum_{j=i}^{n} p_{ij} = 1$$

إذ إن : (P_{ij} تمثل مصفوفة ماركوف للتحول و(i, j) نوع استعمال الأراضي للفترة الزمنية الأولى والثانية . أما (p) ، فهي الاحتمالية من نوع استعمال الأراضي (i) لاستعمال الأرضي من نوع (j).

وللحصول على خريطة الملائمة المكانية للنمو العمراني والتغير في استعمالات الأراضي باستعمال نموذج ماركوف (Marcov) للمدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) وذلك للاعتماد عليها في توقع السيناريو المستقبلي لتغير الأراضي لغاية عام ٢٠٤٠ ، فقد تم تحديد عدد الدورات (١٨) دورة بحسب سنة الأساس ٢٠١٨ وبنسبة خطأ (٠.١٥٪) ، بوصفها نسبة افتراضية من لدن برنامج (IDRISI SELVA) ، وكما موضحة في الشكل (٤) والجدول (٢) الذي يبن أن جميع أصناف استعمالات الأراضي سجلت احتمالية متباينة لانتقالها لصالح الأصناف الأخرى في حال بقاء الظروف الطبيعية والبشرية نفسها خلال (٢٢) سنة ،فقد سجلت الأراضي الحضرية والفضاءات أعلى النسب ؛ إذ بلغت (٠.٦٠٥١٪ و٠.٤٩٧٨٪) على التوالي . في حين سجلت أصناف الأراضي الزراعية والمياه احتمالية انتقال ثابتة بلغت نسبتها(٠.١٣٥٣٪ و٠.١١٠٤٪)على التوالي .

الشكل (٤) مصفوفة ماركوف (Marcov) للحصول على خريطة الملائمة المكانية للنمو العمراني واستعمالات الأراضي في مدينة الديوانية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: مخرجات برنامج الادريسي (IDRISI SELVA)

الجدول (٢) مصفوفة ماركوف (Marcov) للحصول على احتمالية الانتقال لاستعمالات الأراضي في مدينة الديوانية خلال المدة (٢٠١٨-٢٠٤٠)

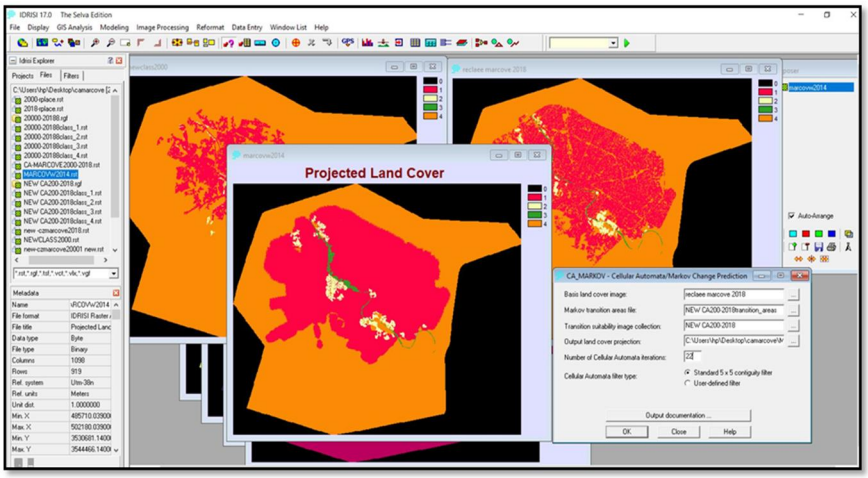
صنف الأراضي*	الحضرية	الزراعية والبساتين	المياه	الفضاء (الجرداء)
الأراضي الحضرية	٠,٩٠٥١	٠,٠٠٩١	٠,٠٠٠١	٠,٠٧٣٢
الأراضي الزراعية والبساتين	٠,٢٩٢٤	٠,١٣٥٣	٠,٠٠٩٩	٠,٥٩٥٧
المياه	٠,١١٧١	٠,١٩٢٥	٠,١١٠٤	٠,٠١٠١
الأراضي الفضاء (الجرداء)	٠,٤٨٥٠	٠,٠١٧٢	٠,٠٠٠٠	٠,٤٩٧٨

المصدر: مخرجات برنامج الادريسي.

- القيم الافقية تدل على مصفوفة التغيرات التي حدثت خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) . اما القيم العمودية فتدل على مصفوفة القيم التي من المحتمل تغيرها وانتقالها خلال المدة (٢٠١٨-٢٠٤٠).

اما بالنسبة لعملية التنبؤ بمستقبل التغيرات التي يتوقع حدوثها باستعمال نمذجة السلوك الخلوي –ماركوف (CA Marcov) اعتماداً على مصفوفة الانتقال وانطلاقا من عام ٢٠١٨ فقد تم تحديد عدد الدورات (٢٢ دورة) بحسب عدد السنوات المتوقعة لغاية عام ٢٠٤٠ واختيار مرشح افتراضي (٥X٥) كما موضح في الشكل(٥) فقد امكن استنباط خريطة الامتداد العمراني المتوقعة والتغيرات المستقبلية لاستعمالات الأراضي في مدينة الديوانية في ضوء التغيرات التي حدثت خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨)، وكما يوضحها الجدول (٣) والخريطة (٤) . اذ يظهر ان مساحة الكتلة العمرانية للمدينة وصلت الى (٥٥٧٥.٠٨) هكتاراً في عام ٢٠٤٠ ، وهي حالة إيجابية تعكس مقدار الزيادة السكانية المتوقعة للمدينة خلال (٢٢) سنة القادمة ،فمن المتوقع وصول عدد السكان في عام ٢٠٤٠ الى (٥٨٨٨٩٩) ❖ نسمة وما يترتب على استمرار هذه الزيادة من توجيه مناطق التوسع العمراني نحو التخطيط الملائم للتنمية العمرانية ،وبما يناسب مع الحجم السكاني المتوقع لسنة الهدف.

الشكل (٥) تطبيق نموذج السلوك الخلوي –ماركوف (CA Marcov) للتنبؤ بمستقبل التغيرات التي يتوقع حدوثها لغاية عام ٢٠٤٠



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: مخرجات برنامج الادريسي (IDRISI SELVA)

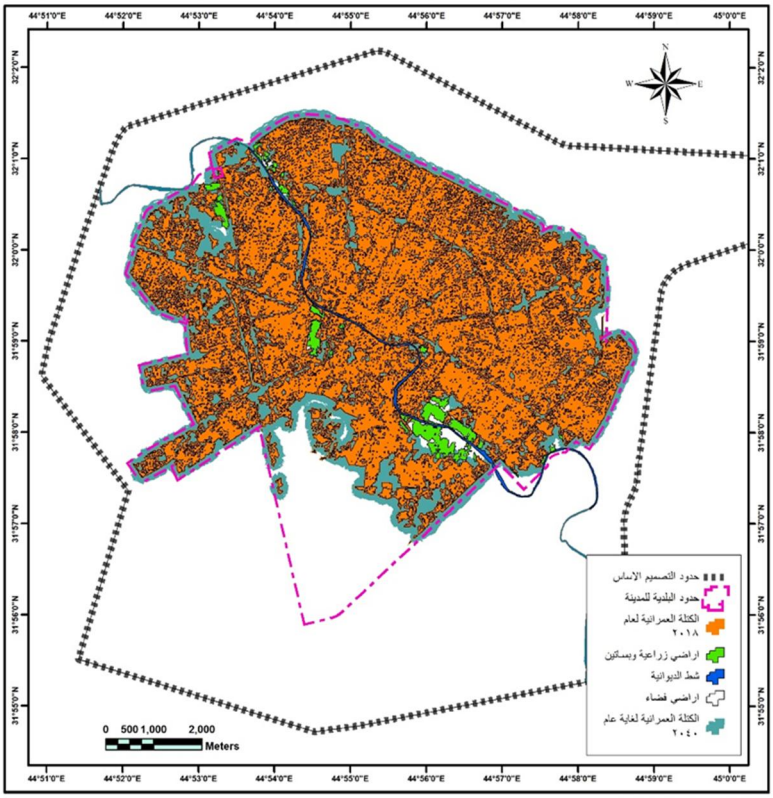
الجدول (٣)

مساحات أصناف استعمالات الأراضي في مدينة الديوانية خلال المدة (٢٠١٨- ٢٠٤٠)

صنف الأرض	عام ٢٠١٨		عام ٢٠٤٠	
	المساحة بـ(هكتار)	النسبة %	المساحة بـ(هكتار)	النسبة %
الأراضي الحضرية	4910.67	80	5575.08	38.44
اراضي الفضاء (الجرداء)	1107.43	18	8677.14	59.84
الأراضي الزراعية والبساتين	121.35	2	250.78	1.72
المجموع	6139.45	100	١٤٥٠٣	١٠٠

المصدر: الباحث بالاعتماد على: ١) الجدول (١) .٢) الخريطة (٤).

الخريطة (٤) محاكاة النمو العمراني لمدينة الديوانية لغاية عام ٢٠٤٠ باستعمال نموذج السلوك الخلوي –ماركوف (CA Marcov)



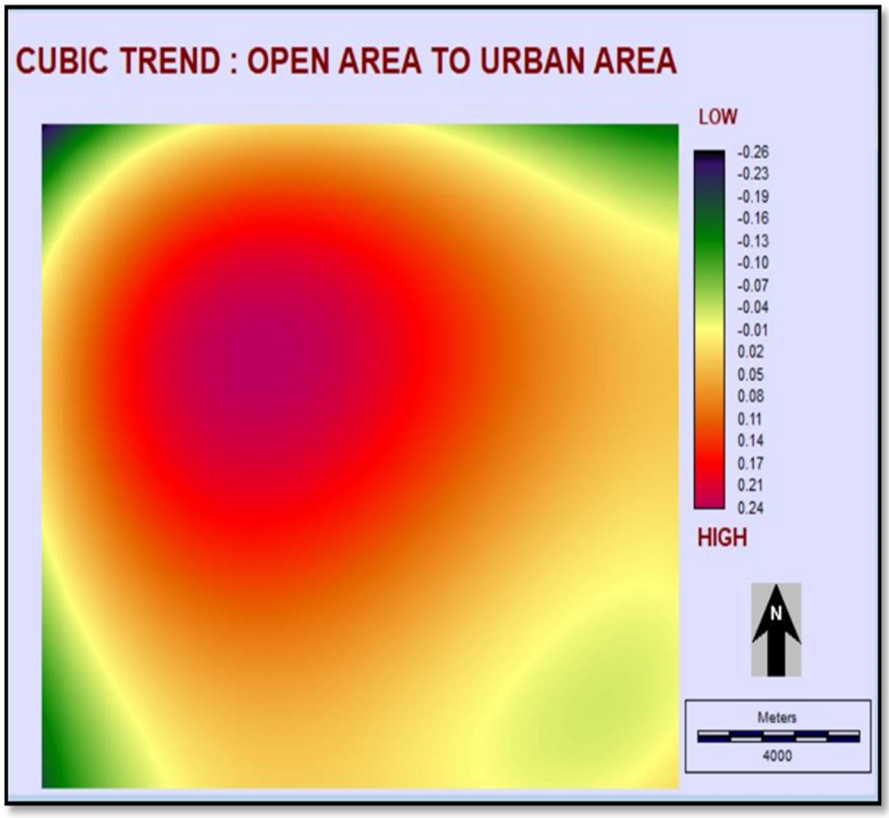
المصدر من عمل الباحث

بالاعتماد على برنامج ARC GIS 10.8

وبالعودة الى الحقائق المعروضة في الخريطة (٤) وبعد تطبيق نموذج السلوك الخلوي ماركوف (CA-Marcov) يتضح لنا ان محاور الانتشار العمراني المستقبلي للمدينة في ضوء احتمالية الانتقال يتركز بنفس اتجاه الامتداد العمراني للكتلة العمرانية لعام ٢٠١٨ وهذا ما يجعلنا ندرك بوضوح ان اتجاه الامتداد العمراني المتوقع لغاية عام ٢٠٤٠ لا يختلف كثيراً عن سابقه سوى بعض الاختلافات البسيطة أي لاتوجد اختلافات جوهرية في النموذجين السابقين من حيث امتداد التوزيع المكاني للنمو العمراني من موقع الى اخر اذ نلاحظ تعرض مساحة الاراضي الفضاء (الجرداء) داخل حدود المدينة الى

الاملاءات الحضرية وتركزها في جميع محاور المدينة المختلفة ، كما ان محاور الامتداد المستقبلي للمدينة سيكون في الجهة الجنوبية (معسكر الديوانية سابقاً) ينظر الشكل (٦) اذ ان التوسع بهذا الاتجاه يتوافق مع البديل التخطيطي الرابع الذي وضعته مديرية بلدية الديوانية ودائرة التخطيط العمراني ضمن استراتيجية التطوير المستقبلي للمدينة كونه يحقق تنمية عمرانية مستدامة لغاية سنة الهدف ويحافظ على جميع الأراضي الزراعية الخصبة المحيطة بالمدينة من جراء الزحف العمراني المستقبلي فضلاً عن إمكانية تنمية الأراضي الشاغرة واستخدامها ضمن مساحات استعمالات الأراضي ولاسيما السكنية منها .

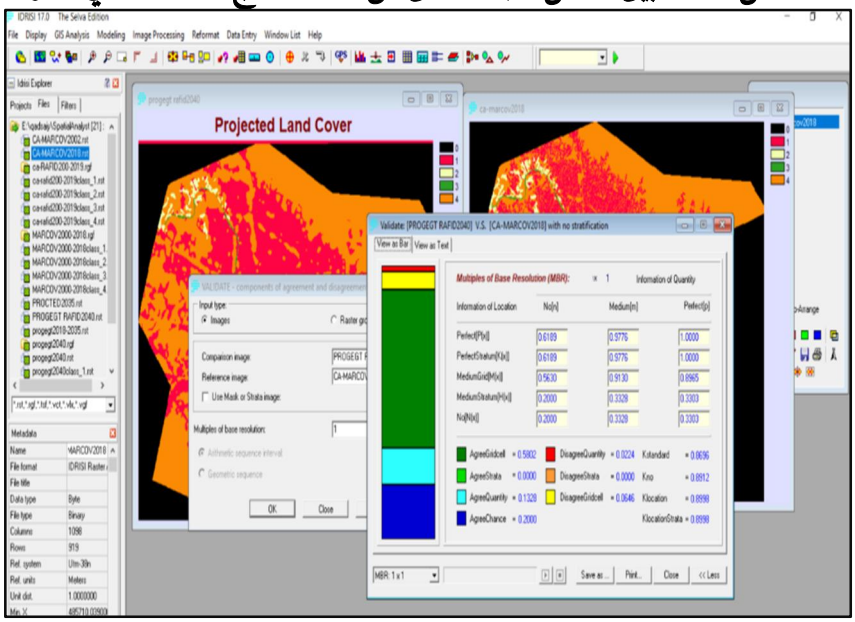
الشكل (٥) محاور الامتداد العمراني للكتلة العمرانية في مدينة الديوانية لغاية عام ٢٠٤٠



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على: مخرجات برنامج الإدريسي (IDRISI SELVA)

ولتحقق من دقة النماذج المطبقة في الدراسة ، فقد اعتمد على معامل الاختلاف والتوافق (معامل كابا Kappa)، كونه أحد المعايير الإحصائية المستخدمة للتميز بين الدقة المكانية والكمية لخرائط المحاكاة وخرائط الأساس، وذلك للتعرف على النتائج المستخرجة من النموذجين ،وكونها قد أجريت بشكل دقيق أو غير دقيق ؛ إذ يقوم هذا المعامل بحساب مجموع الخلايا المصنفة تصنيفاً موجها على إجمالي عدد الخلايا بشرط أن تكون جميع الخرائط المستخدمة للمقارنة والتقييم لها نفس عدد الصفوف والأعمدة[١١] .ولتحقيق ذلك فقد استخدمت الدراسة أداة (Validata) المنضوية ضمن برنامج الادريسي للمقارنة بين خريطة المحاكاة المرجعية لعام ٢٠٤٠ وخريطة الأساس الفعلية لعام ٢٠١٨، وكما موضحة في الشكل (٦). الذي يبين أن قيمة معامل (كابا) بلغت (٠.٨٦**). وهو ما يعادل نسبة (٨٦٪)، وهي نسبة عالية جداً؛ مما يدل على أن القيمة الإحصائية لكلا النموذجين جاءت بتوافق عال.

الشكل (٥) تطبيق معامل كابا للتحقق من دقة النماذج المستخدمة في الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على: مخرجات برنامج الادريسي (IDRISI SELVA)

الاستنتاجات

١) كشفت الدراسة قدرة تقنيات الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، بوصفهما نظامين متكاملين في محاكاة النمو العمراني ورصد التغيرات الزمانية-المكانية الحاصلة لاستعمالات الأراضي ومتابعتها خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) والتنبؤ بها مستقبلاً لغاية عام ٢٠٤٠.

٢) أظهرت الدراسة حجم التغيرات المساحية التي حصلت بين أصناف استعمالات الأراضي في المدينة خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠١٨) . فقد سجلت الأراضي الحضرية أعلى نسبة تغيير من بقية الأصناف الأخرى؛ إذ سجلت مساحة (4910.67) هكتاراً، وبمعدل نمو عمراني موجب بلغ (3043.25+). وذلك على حساب مساحة الأراضي الفضاء والأراضي الزراعية التي تناقصت مساحتها وتراجعت، لتشكل تغيراً سلبياً في مجمل مساحة المدينة خلال (١٨) سنة ؛ فقد سجلت مساحتها (1107.43، 121.35) هكتاراً على التوالي وبمعدل تغير بلغ (59.21-، -80.3) على التوالي .

٣) تمكنت الدراسة، ومن خلال تطبيق نموذج المحاكاة باستعمال نمذجة (CA-MARCOV) الى استنباط خريطة الامتداد العمراني المتوقع والتغيرات المستقبلية لاستعمالات الأراضي لغاية عام ٢٠٤٠، فقد أظهرت النتائج تطور المساحة العمرانية للمدينة الى (6406.78) هكتاراً ، وأن اتجاه الامتداد العمراني المتوقع للنموذجين لا يختلف كثيراً من ناحية التوزيع المكاني للنمو العمراني من موقع لآخر .

٤) استطاعت الدراسة التحقق من دقة النماذج المطبقة في الدراسة، وذلك باستعمال معامل (كابا kappa). فقد أظهرت النتائج أن القيمة الإحصائية لكلا النموذجين جاءت بتوافق عالٍ ؛ اذ سجلت قيمة (٠.٨٦) ،مما يؤشر دقة عالية في عملية التصنيف .

التوصيات

١) ضرورة التكامل في استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسات العمرانية والسكانية، لما لها من قدرة عالية في إدارة البيانات المكانية

ومعالجتها وتحليلها والتي تساعد الجهات المعنية في كشف التغيرات الحاصلة في اتجاهات النمو العمراني واستعمالات الأراضي وفي التنبؤ بها مستقبلاً.

٢) توصي الدراسة بضرورة إنشاء بنك معلومات مركزي على المستوى المحلي يشرف على إنتاج الخرائط الرقمية التفصيلية؛ لرصد التطورات العمرانية في المدينة ومتابعتها، وكشف امتدادات النسيج العمراني المستقبلي واتجاهاته، بما يساعد في توفير بيانات رقمية شاملة ومحدثة بشكل مستمر وموحدة بين الجهات المختصة تدعم عملية التخطيط وتحقق التنمية العمرانية الشاملة.

٣) ضرورة تبني الجهات الرسمية المسؤولة في مديرية بلدية الديوانية ومديرية وفي التخطيط العمراني تخصيص اراضي ملائمة للنمو العمراني المستقبلي، بحيث تكون المساحات المخصصة للاستعمالات الأراضي في مناطق التوسع منسجمة مع الضوابط والتنظيمات العمرانية المحددة في المخطط الأساس للمدينة.

هوامش البحث

١- ثائر مطلك محمد، محاكاة النمو العمراني بالاستناد الى نمذجة السلوك الذاتي الخلوي ونمذجة تغير الارض في منطقة ساكب في الاردن، مجلة العمارة والتخطيط، المجلد ٣٠، الرياض، ٢٠١٨، ٣-٤.

٢- جمعة داود محمد، دراسات تطبيقية في الجيوماتكس، ٢٠١٤، ص٦٠.

٣- مصطفى حلو علي، دراسة تغيرات الغطاء الارضي واستعمالات الارض في محافظة ميسان باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠١٨، ص٢٣٨.

4- Maher Mild Aburas, others, Simulating and monitoring future land-use trends using CA Markov and LCM models،IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 169, ٢٠١٨, P1.

5- Taher M. Radwan,others, Article Dramatic Loss of Agricultural Land Due to Urban Expansion Threatens Food Security in the Nile Delta, Egypt, Remote Sensing,2019,p2.

٦- عدالة العجال، استخدام العمليات العشوائية ونماذج الشبكات العصبية في التنبؤ الاقتصادي ودورها في دراسة الافاق المستقبلية للواقع التقني والتسويقي للمؤسسة

الصناعية بالجزائر، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية، علوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة وهران ،٢٠١٠-٢٠١١، ص١٥.

٧- ماهر محسن سلمان التنبؤ باحتمالات تغير سعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الامريكي باستعمال سلاسل ما كروف للفترة (٢٠٠٨-٢٠١٤)، البنك المركزي العراقي، المديرية العامة للإحصاء والأبحاث، قسم بحوث السوق المالي، ص٢.

- تقديرات السكان لعام ٢٠٤٠.

8- Maher Mild Aburas, others, Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 59 (2017),p65-66.

9- Yikalo H. Araya , Pedro Cabral, Analysis and Modeling of Urban Land Cover Change in Setúbal and Sesimbra, Portugal, journal remote sensing,2010,p155.

10- Md.Surabuddin, others, Statistical independence test and validation of CA-Markov land use land cover (LULC) prediction results,The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences ,2016,p236.

١١-مختار محمود العالم وآخرون، تتبع التغير في الغطاء الأرضي لمنطقة الخمس سنوات (٢٠١٥،٢٠٠١،١٩٨٧) باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ، المجلة الليبية للعلوم الزراعية ، المجلد ٢٢، العدد٢٠١٧،٢،ص٤٢.

❖❖تتراوح قيمة معامل كابا ما بين (١، -١) .فإذ كانت قيمته تساوي (١) ،فهذا يعني أن هناك توافقاً ما بين خريطة المحاكاة المستخرجة وخريطة الأساس. أما إذا كانت القيمة أقل من (٠.٤)، فذلك يعني أن البيانات المستخدمة في حساب مصفوفة الخطأ عددها أكبر ، وموزعة توزيعاً عشوائياً، لذلك اقترح الباحثون أن تكون قيمة معامل كابا (٠.٧٥ فأكثر) لتعبر عن توافق جيد جداً الى ممتاز. المصدر: وسام الدين محمد، مقدمة الى الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، مكتبة المتنبي، ط١، الدمام ،٢٠٠٨، ص٣٩٤.

قائمة المصادر و المراجع

١) ثائر مطلك محمد، محاكاة النمو العمراني بالاستناد الى نمذجة السلوك الذاتي الخلوي ونمذجة تغير الارض في منطقة ساكب في الاردن، مجلة العمارة والتخطيط، المجلد ٣٠، الرياض، ٢٠١٨.

٢) جمعة داود محمد، دراسات تطبيقية في الجيوماتكس، ٢٠١٤.

٣) مصطفى حلو علي، دراسة تغيرات الغطاء الارضي واستعمالات الارض في محافظة ميسان باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية، جامعة البصرة، ٢٠١٨.

4) Maher Mild Aburas, others, Simulating and monitoring future land-use trends using CA Markov and LCM models،IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 169, ٢٠١٨.

5) Taher M. Radwan,others, Article Dramatic Loss of Agricultural Land Due to Urban Expansion Threatens Food Security in the Nile Delta, Egypt, Remote Sensing,2019.

٦) عدالة العجال، استخدام العمليات العشوائية ونماذج الشبكات العصبية في التنبؤ الاقتصادي ودورها في دراسة الافاق المستقبلية للواقع التقني والتسويقي للمؤسسة الصناعية بالجزائر، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية، علوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة وهران ،٢٠١٠-٢٠١١.

٧)ماهر محسن سلمان التنبؤ باحتمالات تغير سعر صرف الدينار العراقي مقابل الدولار الامريكي باستعمال سلاسل ما كروف للفترة (٢٠٠٨-٢٠١٤)، البنك المركزي العراقي، المديرية العامة للإحصاء والأبحاث، قسم بحوث السوق المالي، بحث منشور على الرابط التالي:

https://cbi.iq/static/uploads/up/file-152232115733256.pdf

8- Maher Mild Aburas, others, Improving the capability of an integrated CA-Markov model to simulate spatio-temporal urban growth trends using an Analytical Hierarchy Process and Frequency Ratio, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 59 (2017).

9- Yikalo H. Araya , Pedro Cabral, Analysis and Modeling of Urban Land Cover Change in Setúbal and Sesimbra, Portugal, journal remote sensing,2010.

10- Md.Surabuddin, others, Statistical independence test and validation of CA-Markov land use land cover (LULC) prediction results,The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences ,2016,p236.

١١) مختار محمود العالم وآخرون، تتبع التغير في الغطاء الأرضي لمنطقة الخمس سنوات (١٩٨٧،٢٠٠١،٢٠١٥) باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ، المجلة الليبية للعلوم الزراعية ، المجلد ٢٢، العدد٢٠١٧.

١٢) وسام الدين محمد، مقدمة الى الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، مكتبة المتنبي، ط١، الدمام ،٢٠٠٨.