j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

# Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model

Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud[2]

[1]*College of Education for Human Sciences, Mosul University, Nineveh, Iraq.*

[2] *Nineveh Education Directorate, Nineveh, Iraq.*

sahar.altaee@uomosul.edu.iq

**Abstract** Urban growth simulation models have proven their great effectiveness over years, as through these models a geographic information base is built in which presented to planners and specialists in urban planning, and in light of this, informed and correct decisions are made. Therefore, this research focused on predicting changes in the types of land cover in the city of Mosul from 2007 to 2017 to reach a prediction for the year 2027 using the simulation models available in the IDRISI SELVA program, and through the compatibility between geographic information systems and remote sensing programs. The CA-MARKOV model was employed to predict the size of expected changes in the types of land cover and obtain an objective map signifying the spread spatial organisms. The results showed that the city of Mosul is expected to expand spatially in the category of built-up areas to an area of up to (18) km2, where the constructed areas are expected to occupy an area of up to (143.5) km2, and by (79%) of the city region. It is expected that the city will be overcrowded with urbanization and what remains of barren areas and agricultural areas, are very limited and not commensurate with the increase of the city's population, as it is expected to reach a number of (2,119,363) people in in the year 2027. Consequently, the research suggested expanding outside the city borders for a distance of 7 km2 in all directions by referring to experts in this field in order for the city to be built on a planned approach that does not distort its shape and grow more green spaces.

10.36371/port.2023.special.19

**Keywords:** *Markov Chain Models, Idrisi Program, Buffer, Future Predictions, Simulation, RS, GIS.*

# محاكاة الكائنات المكانية والتوقع المستقبلي للتوسع المكاني لمدينة الموصل لعام 2027 بأستخدام انموذج (CA-MARKOV)

سحر سعيد قاسم[1] & علي نوح محمود[2]

*كلية التربية للعلوم الانسانية / جامعة الموصل / نينوى ، العراق .*

*مديرية تربية نينوى/ جامعة الموصل / نينوى ، العراق.*

**الخلاصة**: اثبتت نماذج محاكاة النمو العمراني فعاليتها الكبيرة على مر السنين في توقع ومحاكاة النمو العمراني ، اذ يتم من خلال هذه النماذج بناء قاعدة معلومات جغرافية تقدم الى المخططين والمختصين في التخطيط العمراني وعلى ضوءها يتم اتخاذ القرارات المستنيرة والصحيحة،ولذلك ركز هذا البحث على التنبؤ بتغيرات أصناف الغطاء الأرضي في مدينة الموصل عام 2027 بأستخدام نماذج المحاكاة المتاحة في برنامج IDRISI SELVA، ومن خلال الملاءمة بين برامج نظم المعلومات الجغرافيه والاستشعار عن بعد أمكن توظيف أنموذج (CA- MARKOV) للتنبؤ بحجم التغيرات المتوقعة في أصناف الغطاء الأرضي في المدينه لعام 2027 والحصول على خارطة موضوعية تمثل الانتشار المكاني للظواهر المكانية ، حيث اظهرت النتائج أن من المتوقع ان تتوسع مدينة الموصل مكانياً في صنف المناطق المبنيه الى مساحه تصل الى ( 18) كم2 حيث من المتوقع ان تشغل المناطق المبنية مساحة تصل الى (143.5 )كم2 وبنسبة ( 79) من مساحة المدينة حيث من المتوقع ان تكون المدينة مكتضة بالعمران وما بقى من مناطق جرداء ومناطق زراعية فأن مساحاتها قليلة جدا ولا يتناسب مع ارتفاع عدد سكان المدينه حيث من المتوقع ان يصل عدد سكان المدينه عام 2027 (2.119.363 ) نسمة لذلك اقترح هذا البحث التوسع خارج حدود المدينة لمسافة 7 كم2 ومن جميع الاتجاهات من خلال الاستعانة بالخبراء في هذا المجال لكي تبنى المدينة على منهج مخطط لا يشوه شكل المدينة.

***الكلمات الدالة: :: نماذج سلسة ماركوف ، برنامج الادريسي ، Buffer، التنبؤات المستقبلية، المحاكاة، RS,Gis***



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

## 1. المقدمة

ان قضية التوسع المكاني للمدن هي عمليه مكانية وزمانية وتشير الى الاهمية المتزايدة للمنطقة الحضرية خاصة المناطق الجاذبة للسكان(Maher M Aburas,2018) ، لذلك اصبح استخدام نماذج محاكاة الظواهر المكانية في المدن ضرورية لحماية النظام الايكولوجي والتنمية المستدامة وبناء قاعدة بيانات رقمية ومكانية تقدم الى القائمين على عملية التخطيط والتنمية لرسم السياسات المستقبلية(Aburas, M.M,2016) ، اذ من خلال استخدام نماذج المحاكاة يمكن التوصل الى نتائج واجابات كثيره للمخططين وصانعي القرارات والمهتمين لمعرفة أين ولماذا حدثت تغيرات وما ستبدو عليه هذه التغيرات في المستقبل وأعتماداً على ذلك يتم اتخاذ القرار ورسم الخطط التنموية(Maher M Aburas,2018) ،واستكمالا لما سبق سيتم الاستعانة بتقنيات التوقع لتغيرات استخدامات الارض التي اصبحت متاحه منذ اواخر القرن العشرين وسيتم تطبيقها على مدينة الموصل لمعرفة مالتغيرات المكانية التي من المتوقع ان تشهدها المدينه عام 2027 ويمكن اجراء وتنفيذ ذلك من خلال الملاءمة والتوافق بين برامج نظم المعلومات الجغرافيه و استخدام النماذج المكانية الديناميكية التنبؤية لمحاكاة ونمذجة النمو العمراني التي اهمها نماذج سلسة ماركوف للتنبؤ المتاحة في برنامج الأدريسي .

### مشكلة البحث

تعاني الجهات العاملة والمختصة بأدارة التنمية العمرانية من قصور وضعف لمراقبة وادارة التنمية العمرانية ولا تمتلك رؤى متكاملة وقاعدة بيانات لتقديمها الى صانعي القرار وهذا مما دعانا الى دراسة هذا الموضوع حيث شهدت مدينة الموصل ارتفاع كبير بعدد سكانها الذي وصل حسب اخر الاحصائيات لعام 2017 الى (1.573.946) وبناءً على ذلك يمكن صياغة مشكلة البحث من خلال التساؤلات الاتيه:

- هل يمكن التنبؤ بمستقبل الغطاء الارضي لمدينة الموصل عام 2027؟
- ما مقدار النمو العمراني المتوقع لمدينة الموصل عام 2027.

## 2. أهمية البحث

**تبرز أهمية البحث في بناء قاعدة معلومات جغرافية متكاملة لما سوف تشهده مدينة الموصل من توسع عمراني عام 2027 ترتكز على ضوءها عمليات التنمية والتخطيط وتقديمها الى الهيئات والمنظمات العاملة في مجال دعم واتخاذ القرارات ليتسنى لهم اتخاذ القرارت والسياسات المناسبة.**

## 3. هدف البحث

يتمثل هدف البحث محاكاة الكائنات المكانية من خلال استخدام نماذج سلسلة ماركوف التنبؤيه وما سوف تشهده مدينة الموصل من توسع مكاني عام 2027.

## 4. فرضية البحث

تمثلت فرضية البحث انه من خلال تطبيق النمذجه المكانية واعتماداً على تقنيتي (RS , GIS) يمكن تطوير نهج جديد و طريقة مثلى للتنبؤات المستقبلية ومحاكاة الكائنات المكانية للغطاء الأرضي في المستقبل لمدينة الموصل.

## 5. منهجية البحث

اعتمدت منهجية البحث على... المنهج الكمي : يتطلب هذا المنهج في الجغرافية الاستعانة بالرياضيات والأحصاء واستخدام النظم والنماذج(ناصر الصالح، 2018)، وتمثل ذلك على استخدام الارقام للقياس والتحليل من اجل الوصول الى نتائج موضوعية تكون ذات دقة عالية، ليتم تمثيلها بهيئة بيانات مجدولة رقميه كانت أو مكانية والتي تشكل بدورها قاعدة معلومات مبنية على اساس التفسير والتحليل الرقمي لمعطيات الاستشعار عن بعد واستنباط المعلومات عن طريق نظم المعلومات الجغرافية ومن وبيان مدى موثوقيتها للحصول على نماذج مكانية والتنبؤ، فضلا عن استخدام المنهج الاستقرائي للتوصل الى الحقائق العلمية من الجزء الى الكل.

## 6. منطقة الدراسه

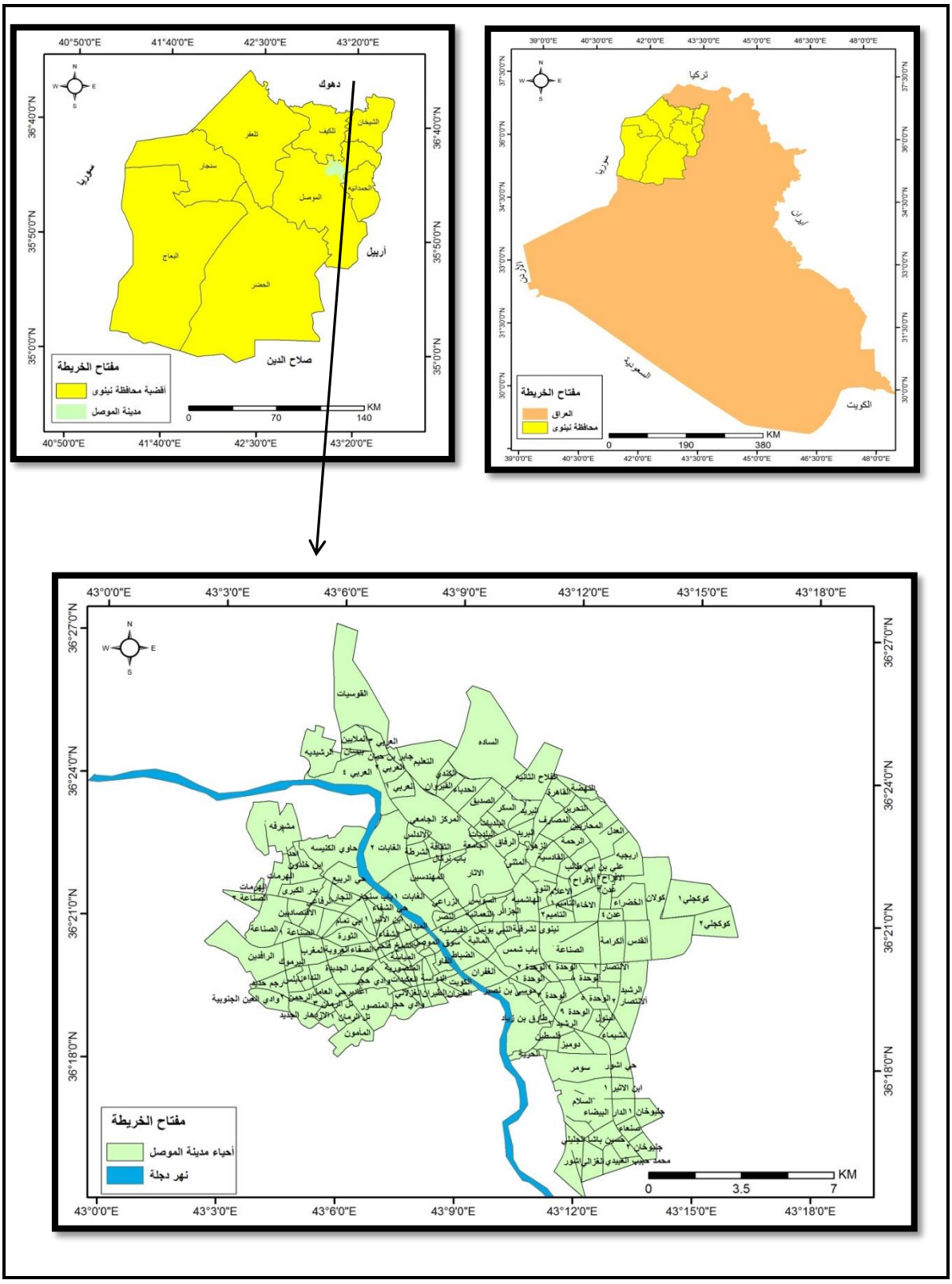
تقع مدينة الموصل في الجزء الشمالي الغربي من العراق وهي مركز محافظة نينوى ، يتحدد موقعها فلكياً عند تقاطع خطي طول (43 59 02) و (43 13 57) شرقا وعند دائرتي عرض (36 17 23) و (36 25 45) شمالا (صلاح الجنابي ،1996)، والشكل ( 1) يمثل الحدود المكانيه لمدينة الموصل



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




**شكل ( 1 )** الموقع الجغرافي والاحداثي لمدينة الموصل

**المصدر**: من عمل الباحث بالاعتماد على خرائط محافظة نينوى ، شعبة تنظيم المدن، 2019



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

## 7. التنبؤات المستقبلية للتوسع المكاني لمدينة الموصل عام 2027 بأستخدام أنموذج ماركوف

تعد عملية التنبؤ احد اهم العمليات المهمة كونه يوفر دعما قويا لصناع القرار والمخططين ليتم رسم السياسات المستقبلية لعملية التنمية والتخطيط في المستقبل (Maher M Aburas,2018) اذ من خلال عملية التنبؤ يتم بناء قاعدة بيانات حول اي ظاهرة في العالم الحقيقي ويعطي اجابات للمهتمين والمتخصصين في مجال هذه الظاهرة(Kilic, S, 2006)، ومنها تنطلق خطط تنموية وقرارات يتم اجراءها بناء على المعرفة الحالية والسابقة والمستقبلية( Aburas, M,2015 )، ونحن كجغرافيين لنا القدرة على دراسة اي ظاهرة مرتبطة بالمكان ابتداءاً من جمع المعلومات والبيانات حول الظواهر والبحث عن اسبابها وتحليلها والتوقع لما سوف تكون عليه في المستقبل وتقديم قاعدة بيانات جغرافيه لصانعي القرارات (Guan, D,2011). وبناءاً على ماسبق نطرح السؤال الاتي...

هل يمكننا تنبؤ ومحاكاة الكائنات المكانية لما سوف تكون عليه مدينة الموصل عام 2027؟

الاجابة على هذا السؤال نعم بالتأكيد نستطيع ذلك حيث بعد ان تم تصنيف المرئيات الفضائية لمنطقة الهدف ودراسة الانتشار المكاني للغطاء الأرضي ومعرفة التغيرات التي شهدته المدينة خلال عقدين من الزمن وانتاج قاعدة بيانات جغرافية تمثل حجم التوسع المكاني لمدينة الموصل للفتره (2007-2017 ) يمكن التنبؤ لما سوف تكون عليه المدينه عام 2027 ويكمن ذلك في النمذجة المكانية، اذ ظهرت في اواخر القرن العشرون تقنيات حديثة للتنبؤ تمثلت في نماذج متطورة وفعالة تحقق الاهداف واحدثت نقلة نوعية متميزة لتحليل السلاسل الزمانية (10) ((Aburas, M.M,2015))، والنمذجة المكانية عملية اساسيه للتحليل المكاني تتم بالتعاون مع النظام المعلومات الجغرافي والاستشعار عن بعد من اجل تحليل العمليات الاساسيه لمجموعه من الخصائص المكانيه للظواهر( Huang. J. Wu,2015) ، وقد تم تطوير العديد من النماذج التي تقيس التغير في الغطاء الأرضي في المستقبل (S.Q.WANG , X.Q,2012)، اذ ظهرت العديد من البرامج والتطبيقات التي من خلالها يتم قياس التغيرات التي تشهدها أستعمالات الأرض والغطاء الأرضي التي تحاكي الانماط الديناميكية للنمو العمراني والقائمة على نمذجة السلوك الذاتي- الخليوي ومن اشهرها (What If, IDRISI Selva, SLEUTH)( ثائر عياصره،2018).

وقد تم في هذا البحث التنبؤ ومحاكاة الانتشار المكاني للظواهر الجغرافية لمنطقة الدراسة عام 2027 بالاستعانة بالنماذج المتاحة في برنامج (IDRISI Selva) ،الذي يعد من افضل البرامج التي يمكن استخدامها في اجراء هذه العملية والذي تم تطويره من قبل مختبرات جامعة كلارك اذ يقدم هذا البرنامج نماذج سلسلة ماركوف (Markov chain Model) للتنبؤ بالغطاء الأرضي واستخدامات الارض .

ان سلسلة ماركوف (Markov chain) هي أداة احصائية تصف احتمالية حدوث تغيرات في الغطاء الأرضي من استخدام الى استخدام اخر(Araya, Y.H,2010 ) و يتم تنفيذه بناء على تصنيف خرائط الغطاء الارضي لفترتين زمنيتين من نوع (Raster) ليتم احتساب مصفوفة احتمالية التحول ومصفوفة مناطق التحول( Huang, J., Wu,2015) اذ تظهر مصفوفة احتمالية التحول على شكل ملف نصي يحتوي على احتمال ان كل طبقه من طبقات الغطاء الارضي من الممكن ان تتغير الى طبقه اخرى(Maithani, S,2010)، ويحتوي هذا الملف على مصفوفة تمثل الصفوف القديمة لطبقات الغطاء الارضي في حين تمثل الأعمدة الطبقات الجديده(Araya, Y.H,2010 )، ومما يجدر بالاشاره اليه ان تحليل ماركوف لا يقدم اي مدلول جغرافي ولا يتم الاعتماد عليه وحده في التنبؤ المستقبلي(Maithani, S,2010)، لان هذا الاسلوب يعطي معلومات كمية عن حجم التغيرات وليس معلومات مكانية وبذلك لا يعطي المعرفة بالتوزيع والانتشار المكاني للظواهر المدروسة ولأضافة العنصر المكاني يتم استخدام انموذج السلوك الذاتي الخلوي ( Cellular Automata )( Mondal, M.S,2016) ، ان هذا الانموذج له اهميه في وضع أسقاطات التغير للظواهر المكانية في المستقبل لانه يجمع بين عناصر النمذجة المختلفة ويعد هذا الانموذج من اكثر النماذج المستخدمة لنمذجة احتمال التغير الزماني والمكاني للغطاء الارضي بالتكامل بين برامج (GIS) و (RS) (Guan, D,2011).

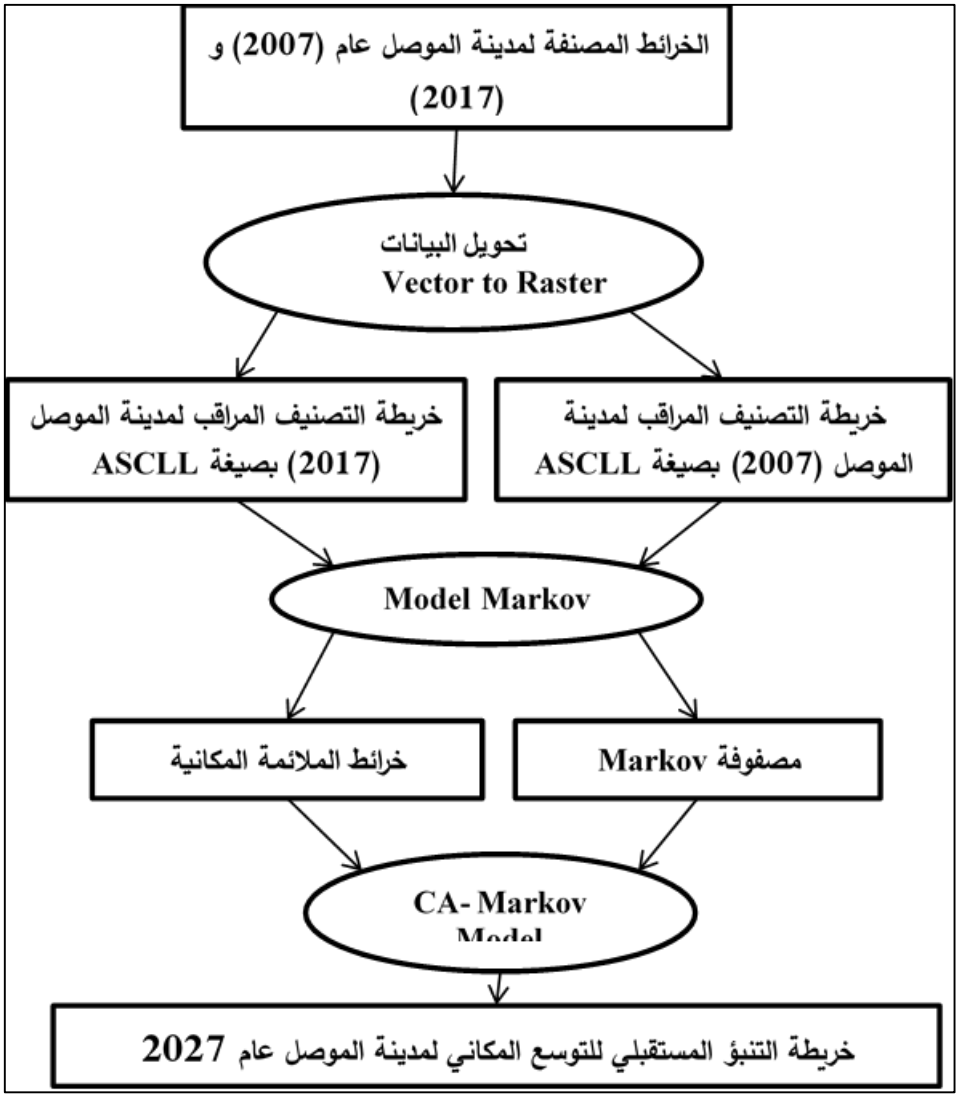


Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

وبناءا على ما سبق وللتنبؤ بالتوسع المكاني الذي من المحتمل ان تشهده مدينة الموصل عام 2027 تم استخدام سلسلة ماركوف للتنبؤات المستقبلية في برنامج الأدريسي ( Idrisi Selva ) ولكون تحتاج هذه العملية الى معلومات كافية وموثوقة لفترة زمنيه لذا يعد الاستعانه ببيانات الاستشعار عن بعد متعددة الازمان لنفس المكان وسيلة ناجحة لتحقيق هذا الهدف وبناءا على ماسبق تم استخدام خرائط التصنيفات للغطاء الارضي لمدينة الموصل لعامي (2007 – 2017 ) والتي تضمنت الاصناف الخمسه ( مناطق مبنيه ، مناطق زراعيه، نهر ، غابات ، مناطق جرداء ) من اجل اجراء عملية التنبؤ لما ستشهده المدينه من توسع مكاني لعام 2027.ولاتمام هذا الهدف لا بد من اتباع سلسلة من الخطوات العلمية في بيئة برنامج ( ARC Map) وبرنامج (Idrisi Selva )، والشكل ( 1) يوضح المخطط المعتمد لعملية التنبؤ لمدينة الموصل عام 2027 .




***الشكل 2.*** *خريطة التنبؤ المستقبلي للتوسع المكاني لمدينة الموصل عام 2027*

***المصدر****: من عمل الباحث*

**اولا**: لغرض محاكاة النمو العمراني والتنبؤ به يتم استخدام خريطتيين للغطاء الأرضي ولفترة منتظمة حيث تم الاعتماد على خريطتين التصنيف المراقب لمدينة الموصل عامي (2007-2017 ) التي تم تصنيفهما في برنامج ENVI 5.3 اعتماداً على نظام التصنيف اندرسون المستوى الاول لانه يتناسب مع البيئه الجغرافية لمدينة الموصل والتي ضمت اصناف (المياه ، المناطق المبنية، المناطق



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

الزراعية، المناطق الجرداء ، الغابات) وكما موضح في انتاج الخرائط الارضي اعتمادا على مرئيات مدينة الموصل لعامي (2007-2017).

(1و2) لتصنيف الغطاء

***الشكل 3.*** *المرئية الفضائية لمدينة الموصل لعام 2007*

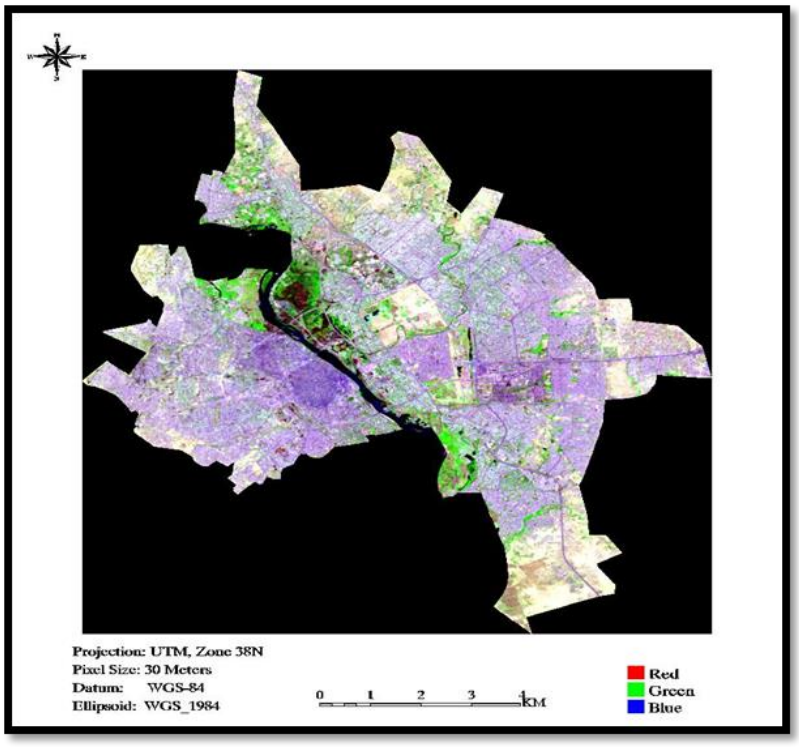
***المصدر:*** *(http://Erathexplorer.usgs.gov) واعتماداً على برنامج Envi 5.3*



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

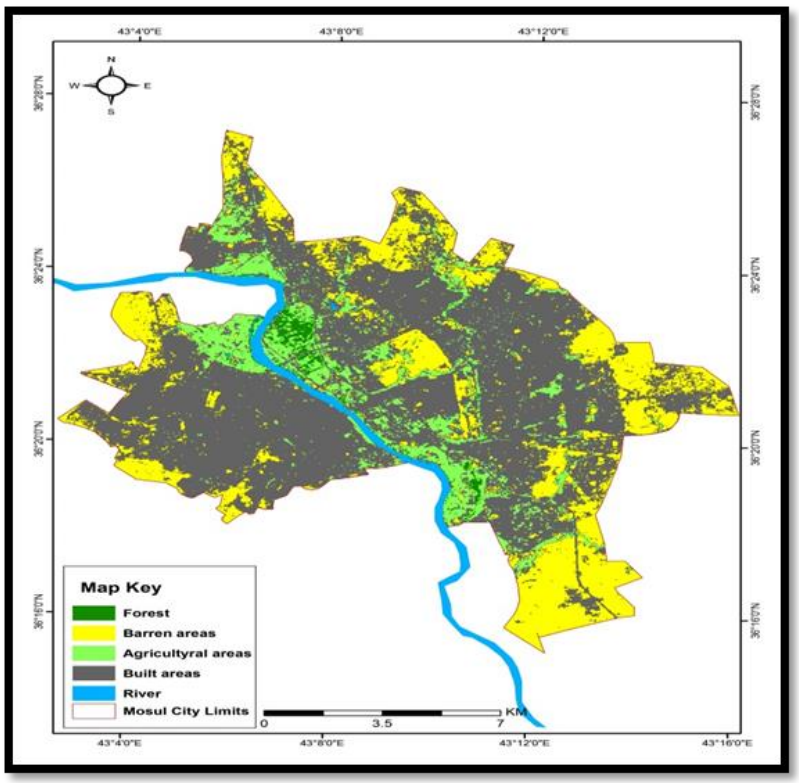
j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




**الشكل** 4.المرئية الفضائية لمدينة الموصل لعام 2017

**المصدر:** (http://Erathexplorer.usgs.gov) واعتماداً على برنامج Envi 5.3.




**خارطة 1**.أصناف الغطاء الارضي لمدينة الموصل عام 2007 بأستخدام التصنيف المراقب

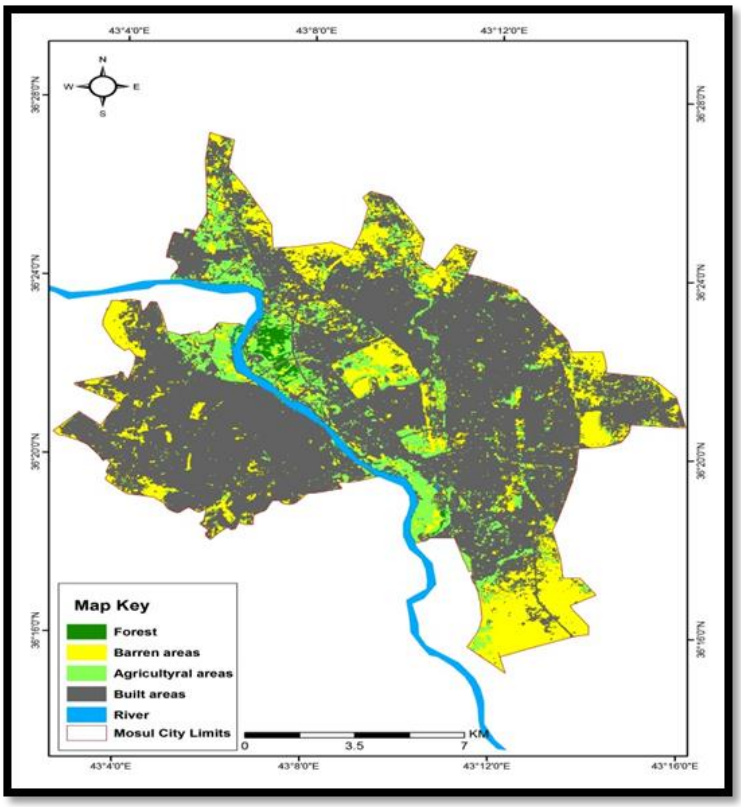
**المصدر:** 1- عمل الباحث اعتمادا على برنامج Envi 5.3.



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




***خارطة 2.****أصناف الغطاء الارضي لمدينة الموصل عام 2017 بأستخدام التصنيف المراقب*

***المصدر:*** *1- عمل الباحث اعتمادا على برنامج Envi 5.3.*

**ثانيا :** ان بيئة برنامج الأدريسي لا يتعامل مع البيانات من نوع Vector لذا لا بد من تحويل البيانات الى بيانات Raster ويتم ذلك في برنامج Arc Map .

**ثالثا** : تحويل الملفات النقطية الى ملفات نصية بصيغة Ascll بأستخدام برنامج Arc Map حيث لا بد من تحويل الملفات لان خوارزميات برنامج الادريسي لا يتعامل مع مثل هذه الملفات

**رابعا** : توحيد حجم الخلايا تبعا الى الدقة التميزية للمرئيات المستخدمة في عملية التنبؤ.

خامسا : تجميع الأصناف من جديد داخل بيئة برنامج الأدريسي أعتماداً على تقنية أعادة التصنيف Reclass.

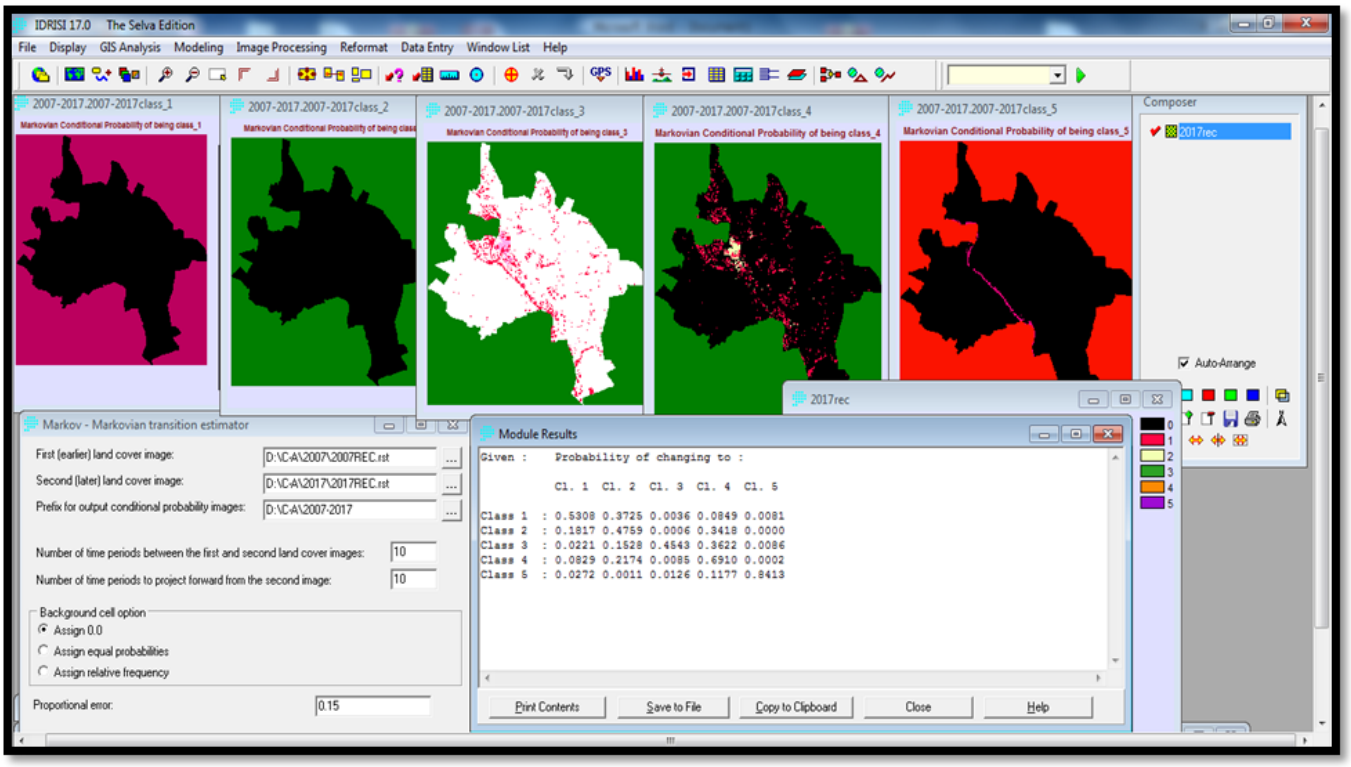
**سادسا** : استخدام أنموذج ماركوف في برنامج الأدريسي للحصول على خرائط ملاءمة الانتقال ومصفوفة احتمالية الانتقال للفترة (2007 – 2017 ) لغرض محاكاة التوزيع المكاني للأصناف الغطاء الأرضي لعام 2027 استناداً الى التحولات الرئيسية التي حدثت بين الأصناف من 2007 – 2017 الشكل 5) توضح الحصول على مصفوفة ماركوف وخرائط الملاءمة المكانية للأصناف والجدول (1 ) يوضح احتمالية الانتقال الأصناف لتغيرات الغطاء الأرضي عام 2027.



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




*الشكل 5. مصفوفة ماركوف تمثل احتمالية انتقال الاصناف وخرائط الملاءمة المكانية*

*المصدر : الباحث اعتمادا على سلسلة ماركوف في برنامج (Idrisi Selva).*

***جدول 1.*** *مصفوفة ماركوف لاحتمالية انتقال اصناف الغطاء الارضي لمدينة الموصل عام 2027*

| الصنف | مناطق مبنيه | مناطق جرداء | غابات | مناطق زراعيه | نهر |
|---|---|---|---|---|---|
| مناطق مبنيه | 0,5308 | 0,3725 | 0,0036 | 0,0849 | 0,0081 |
| مناطق جرداء | 0,1817 | 0,4759 | 0,0006 | 0,3418 | 0,0000 |
| غابات | 0,0221 | 0,01528 | 0,4543 | 0,3622 | 0,0086 |
| مناطق زراعيه | 0,0829 | 0,2174 | 0,0085 | 0,6910 | 0,0002 |
| نهر | 0,0272 | 0,0011 | 0,0126 | 0,1177 | 0,8413 |

*المصدر: اعتمادا على الخرائط المصنفه (2007-2017 ) و تطبيق انموذج ماركوف في بيئة برنامج الادريسي*

يتضح من جدول (1 ) المتمثل بمصفوفة احتمالية الانتقال ان جميع الاصناف تدل على احتمالية انتقالها الى اصناف اخرى بأستثناء صنف نهر دجلة حيث بلغت احتمالية ثباته (0,8413 ) وهذا شيء واقعي لان النهر في العقود الخمس الماضيه لم يتغير مجراه ، وجاءت الاراضي الجرداء بنسبة (0,4759) وفي الحقيقة ان مدينة الموصل تناقصت المساحات الفارغة بها ولم يبقى بها سوى المناطق الاثرية التي صنفت ضمن الاراضي الجرداء بسبب الانعكاسية الطيفية لها ومن المتوقع حسب مصفوفة الانتقال ان هناك احتمالية انتقال المناطق المبنية بأتجاه هذه المناطق وبنسب عاليه بلغت (0،3725) ، وبلغت نسبة الثبات للمناطق الزراعية (0,6910) لكن من المتوقع ان صنف المناطق الجرداء يتجه بأتجاه المناطق الزراعية ، في حين بلغت نسبة الثبات للمناطق المبنية (0,5308) وهي تمتاز بالثبات ومن المتوقع ان تتوسع بأتجاه الاراضي الزراعية والمناطق الجرداء وهذا امر طبيعي في ظل الزياده المستمرة للسكان وما يترتب عليها من التوسع في العمران .

**سابعا :** استخدام انموذج ( CA – Markov ) للتنبؤ لمستقبل التغيرات التي من المتوقع حدوثها في اصناف الغطاء الأرضي لمدينة الموصل عام 2027 بالاعتماد على مصفوفة احتمال انتقال الاصناف وانطلاقا

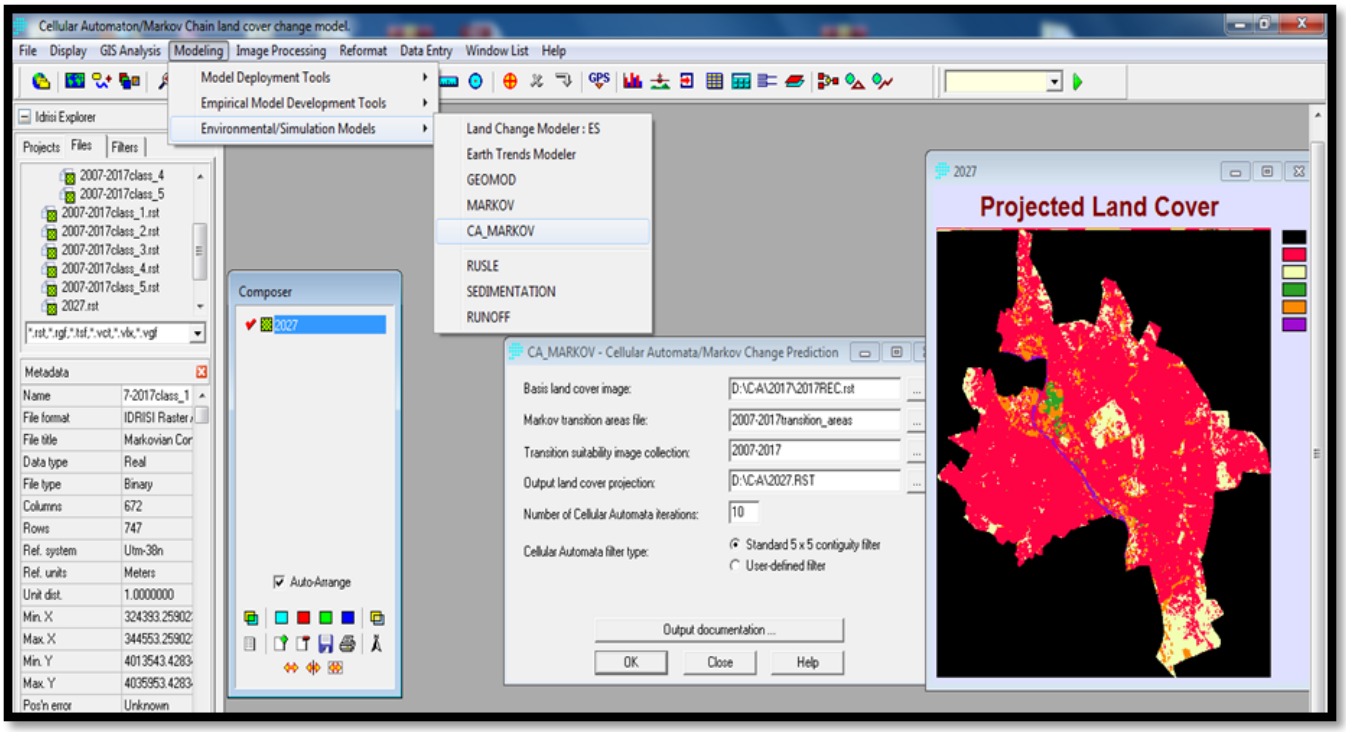


Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

من عام 2017 ويتم تحديد عدد الدورات بناءاً على عدد سنوات المراد التنبؤ بها وهي (10) سنوات قادمة وهذه الخطوة تعد من الخطوات المعقدة والتي تحتاج الى وقت كبير يتراوح من (5 -15) ساعه لاتمام هذه الخطوة وقد استغرق الوقت في هذه العملية والحصول على خريطة التنبؤ للغطاء الارضي لمدينة الموصل عام 2027 الى اكثر من (7) ساعات ، الشكل 6 توضح طريقة تطبيق انموذج (CA- Markov).




*الشكل 6. تطبيق انموذج (CA- Markov) في برنامج (Idrisi Silva)*

*المصدر: الباحث اعتمادا على انموذج (CA- Markov) في بيئة برنامج (Idrisi Selva).*

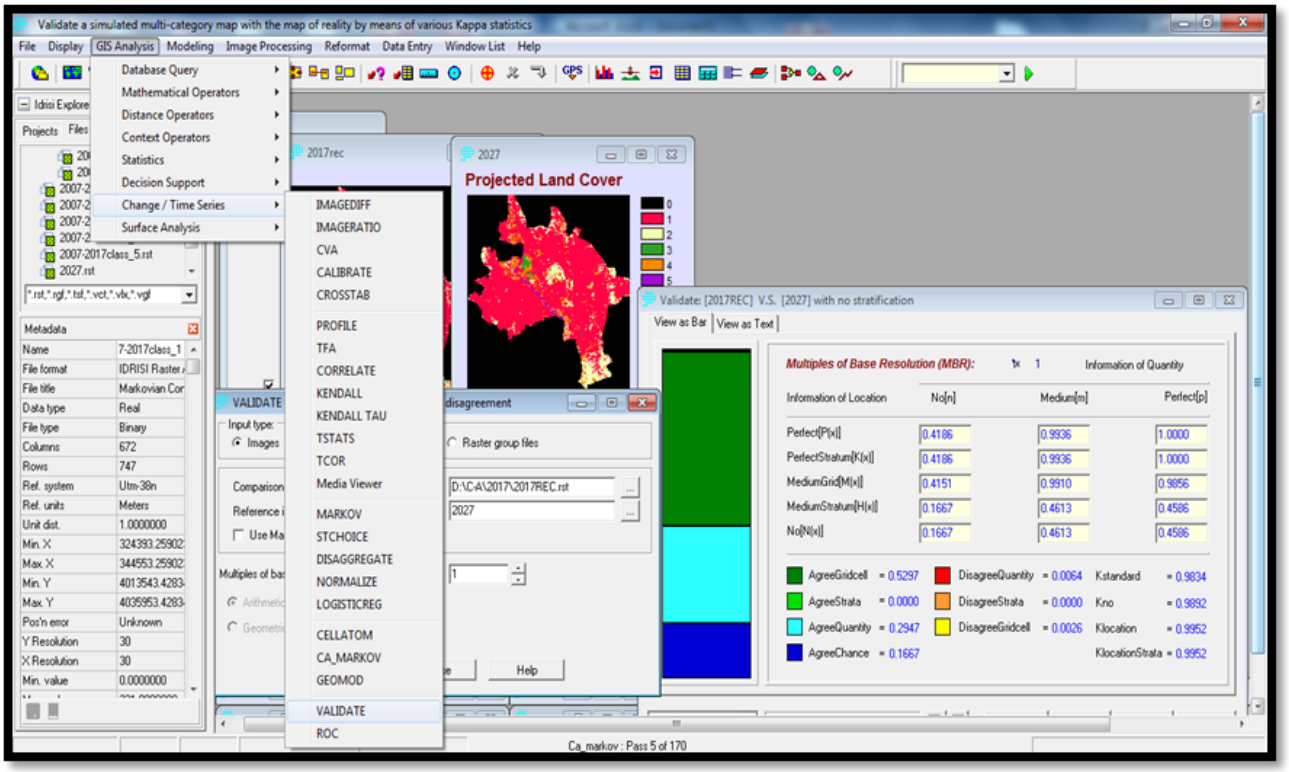
**ثامنا : التحقق من صحة النماذج المطبقه في عملية التنبؤ .** لكي يتم اعتماد النتائج التي تم الحصول عليها من تطبيق النماذج المتاحة في برنامج الأدريسي لا بد من اجراء عملية تقييم الدقة للخريطة المتوقعة لعام 2027 ،اذ ان الدور الفعال لعملية التنبؤ ينبع من دقة نتائج التنبؤ التي تستند بشكل اساس على عملية البناء الصحيح للأنموذج المستخدم للنتائج النهائية (Aman Hussain ,Amany .2019 A.Kh,Mustafa. Abdul jalil) ، وللتحقيق من صحة الخريطة المنتجه (2027) تم تطبيق اداة ( Validate) المتاحة ضمن ادوات تحليل نظم المعلومات الجغرافية الاحصائية في برنامج الأدريسي حيث تم مقارنة بين خريطة الاساس عام 2017 والخريطة المنتجة للتنبؤ عام 2027 ، اذ تقدم هذه الادات تحليلاً احصائياً شاملاً يجيب في وقت واحد عن سؤالين هما هل تتوافق الخرائط المقارنة من حيث كمية الخلايا في الطبقات ؟، وهل تتوافق الخرائط المقارنة من حيث موقع الخلايا في الطبقات ، ويتم التحقق من صحة الانموذج المنتج بأحتساب مؤشر( Cohen Kappa) للتوافق (ثائر العياصرة،2018، S.Q.WANG,2012) وبعد اجراء عملية تقييم الدقة وكما موضح في الشكل 7 تبين ان عملية التنبؤ جرت بشكل دقيق حيث بلغت كمية التوافق بين خريطة الاساس (2017) وخريطة التنبؤ (2027) بأستخدام معامل كابا هي ( 98٪) وهي عاليه جدا وسوف يتم اعتمادها للتحليل الجغرافي.



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




***الشكل*** *7. تقييم دقة التنبؤ في برنامج الادريسي*

***المصدر*** *: الباحث اعتمادا على اداة valdate في بيئة برنامج الادريسي.*

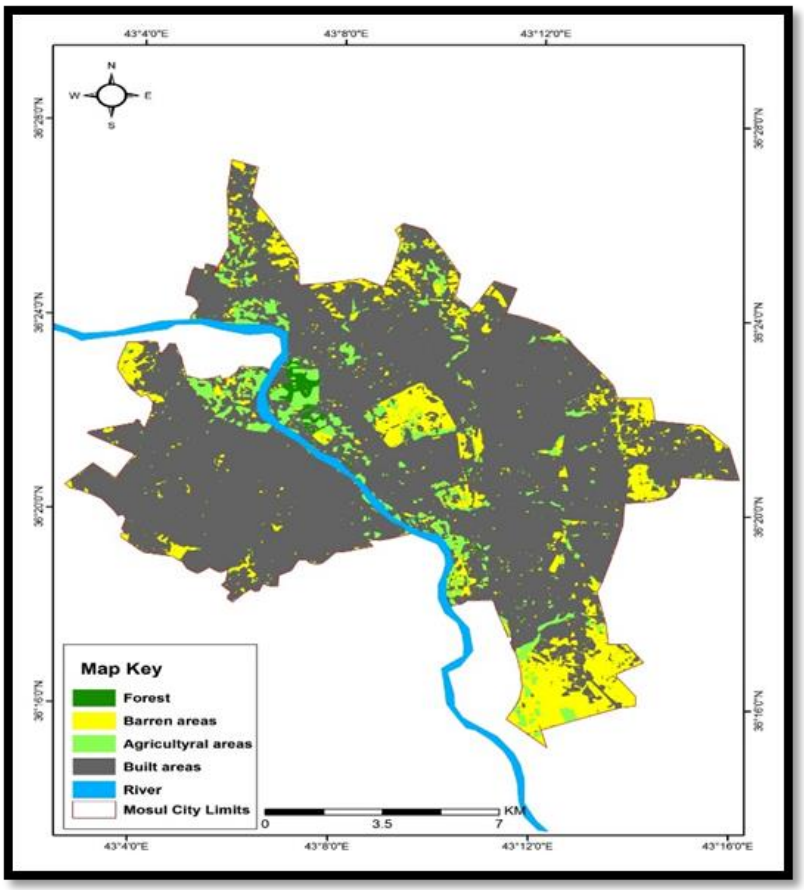
**تاسعا الاخراج** : بعد تطبيق عدة خطوات علميه وعمليه والحصول على خريطه التنبؤ لعام 2027 لابد من استخلاص النتائج ونقل المعلومات المتوقعة حدوثها عام 2027 في استخدامات الارض لمدينة الموصل ، وقد قام الباحث بتحويل البيانات من النوع (Raster) الى (Vector) لكل طبقه ودمجها وقد تم ذلك في برنامج (ARC GIS 10.7 ) لاستخراج النتائج كالجداول والاشكال وخريطة التنبؤ لعام 2027 لتقديمها الى صانعي القرار ليتسنى لهم القيام بدورهم ووضع خطط مستقبليه والبدء بتنفيذها ، والخريطه (3 ) والصوره (4 ) تبين مساحات الاصناف المتوقعة والشكل (2 ) يوضح ماالذي سوف تكون عليه مدينة الموصل عام 2027.



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

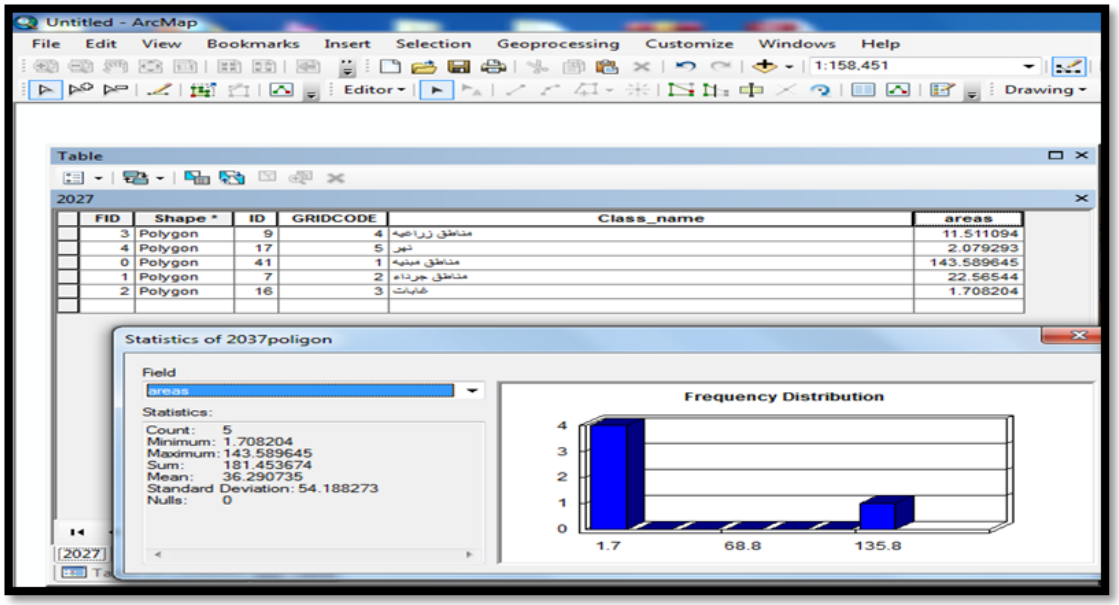
j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




**خريطه 3.** التنبؤ المستقبلي للتوسع المكاني لمدينة الموصل عام 2027

**المصدر:** اعتماداً على الخرائط المصنفة من المرئيات الفضائية (2007-2017) وتطبيق انموذج (CA- Markov) في برنامج الادريسي ومخرجات برنامج (ARC GIS 10.7).




**الشكل 8.** مساحات الغطاء الارضي المتوقعة لمدينة الموصل عام ( 2027)

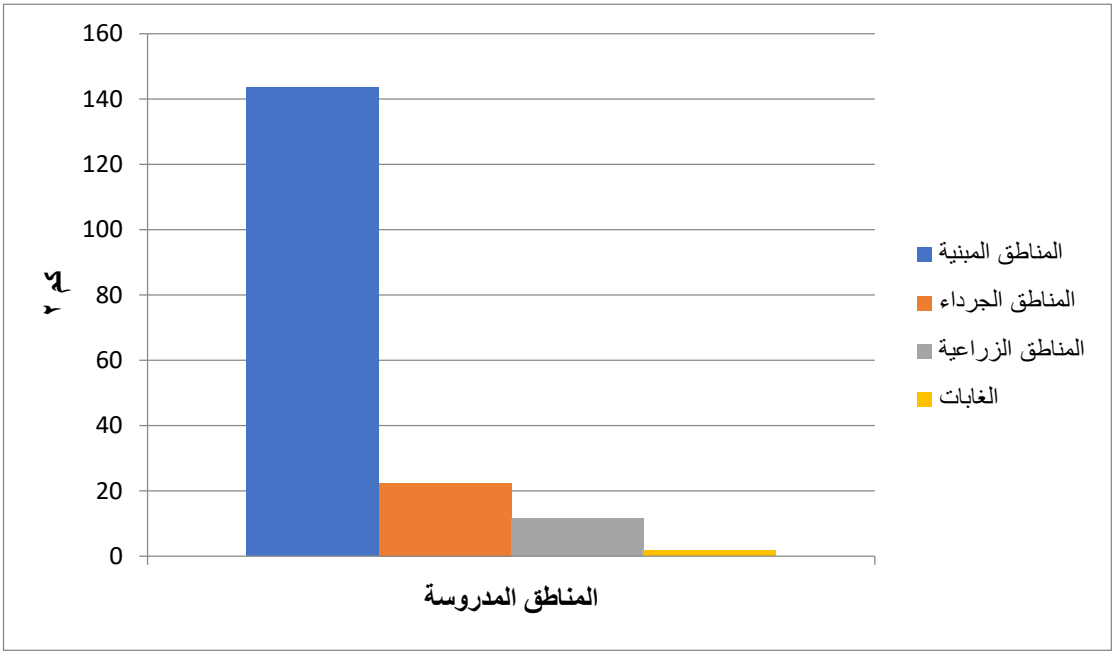
**المصدر:** اعتمادا على تطبيق انموذج (CA- Markov) وبرنامج (ARC GIS 10.7) لأستخراج المساحات.



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023




***شكل*** *9. مساحات اصناف الغطاء الارضي المتوقعه لمدينة الموصل عام 2027*

***المصدر*** *: عمل الباحث*

لقد اظهرت نتائج محاكاة التوسع المكاني لمدينة الموصل بأستخدام نماذج سلسلة ماركوف والتوقع للسيناريو المستقبلي لمساحات الغطاء الارضي والتوزيع المكاني لها وكما موضح في الخريطة ( 3) والصورة (4 ) والشكل (2) من المتوقع زيادة المناطق المبنية في مدينة الموصل حيث بعد ان كانت مساحتها عام 2017 ( 125.437 كم 2) ستزداد عام 2027 الى ( 1.43.589 كم2) وبنسبة (79٪ ) من المساحه الكلية للمدينة ، في حين ستتناقص مساحة المناطق الزراعية لتبلغ ( 11.511 كم2 ) وبنسبة ( 6.3٪) من المساحة الكلية للمدينة بعد ان كانت مساحتها عام 2017 (19.558 )كم2 ، اما بالنسبه للمناطق الجرداء او الفارغة فأنها ستتقلص نتيجة الانتشار المكاني الذي من المتوقع ان تتوسع المناطق المبنية على حسابها فأنها ستتناقص الى (22.565 كم2) وبنسبة ( 12.4٪) من المساحة الكلية للمدينة بعد ان كانت عام 2017 ( 32.450 كم2) ، وان هذه المناطق تشغل مساحة كبيرة من المناطق الاثرية و اذا ما استثنينا المناطق الاثرية والمقابر التي تعد من المحرمات واجراء البناء فوقها فأنها لا تمثل سوى مساحة قليلة ، في حين ان منطقة الغابات من المحتمل ان تتناقص مساحتها وهذا امر طبيعي لانها حاليا هي منطقه غير مخصص لها العناية الكاملة لذلك لا بد من الحفاظ عليها وان ارضيتها صالحه لذلك ومن المتوقع اذا استمر اهمالها ستتقلص مساحتها الى ( 1.7كم2)، وان هذا التوسع يشمل جميع الاتجاهات (*).

ومن المتوقع زيادة سكان مدينة الموصل عام ( 2027) وكذلك من المتوقع امتداد التوسع العمراني على حساب الاراضي المجاورة ، وحقيقة يعد هذا مؤشر خطير في ظل الزيادة السكانية وتناقص المساحات الخضراء والمناطق الفارغة حيث اثبتت هذه الدراسة انا مدينة الموصل خلال عام 2027 من المتوقع ان تشغل نسبة المناطق المبنية 79٪ من مساحة المدينة وهذا لا يتناسب مع المعايير الدولية التي من المفترض ان لا تتعدى نسبة المناطق المبنية اكثر من 60٪ وحقيقة مدينة الموصل في الوقت الحالي تحتاج الى تدخل من قبل اصحاب القرار في المحافظة وبلدية مدينة الموصل بعد ان قدمت هذه الدراسة قاعدة بيانات رقمية ومكانية توضح الحجم العمراني التي تشغله مدينة الموصل ليأخذو بحسبانهم رسم الخطط المستقبلية للمدينة ، برسم سيناريو من خلال الاستعانه بأداة التحليل المكاني (Buffer) الموجودة ضمن ادوات (ARC Toolbox) في بيئة برنامج (ARC GIS) حيث من خلال هذه الاداة سيتم رسم سيناريو وهوا التوسع خارج الحدود الحالية لمدينة الموصل وبمساحة (7 كم2) ومن جميع الاتجاهات، لمواجهة الزيادة السكانية التي من المتوقع ان يزداد

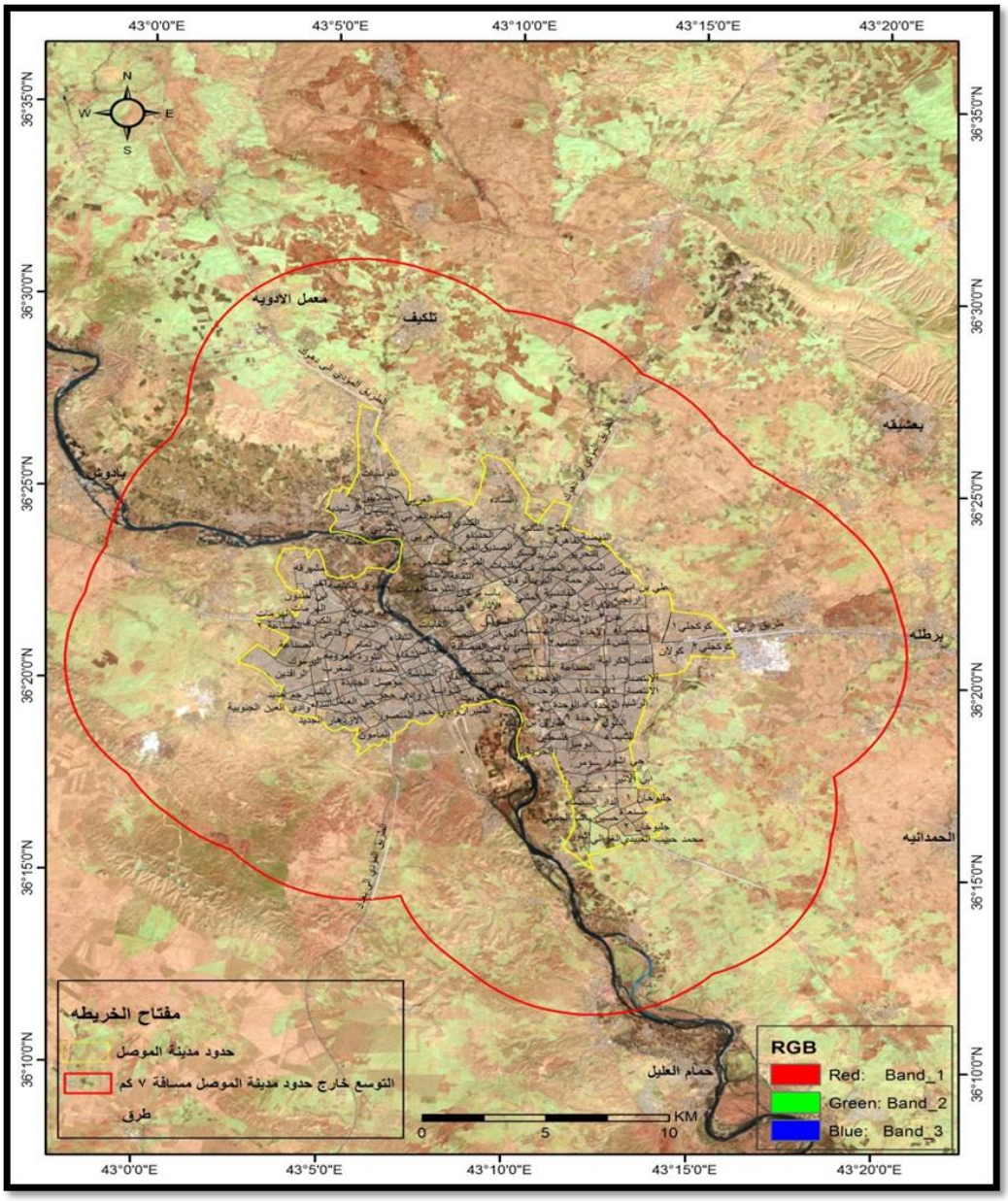


Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

عدد سكان مدينة الموصل في حلول عام 2027 (545.417) نسمة وما يقابله من زيادة متوقعه للمناطق المبنية التي من المتوقع ان تشغل مساحة اكثر من (79٪) من مساحة المدينة وهذا يعد مؤشر خطير يجب تداركه من قبل صانعي القرار والمسؤولين في المدينة ،الخريطة (4 ) ، بناءا على هذا السيناريو يجب اعداد تصميم اساس للمدينه لذلك لابد من الاستعانه بالخبراء في التخطيط الحضري والشركات العالمية المختصة في هذا المجال، لان بالحقيقه بدأت المناطق العشوائية تزداد خارج حدود المدينة في الوقت الحالي وبدون اي تخطيط مسبق فقط انه صاحب الارض الزراعية يمتلك مساحات من الدوانم ويقوم بتسويتها وتقطيعها وبيعها للسكان وتفتقر الى ابسط الخدمات وهناك اقبال عليها بسبب خفض سعرها مقارنة بداخل المدينة ، لذلك لا بد من التدخل الفوري من قبل السلطات المحليه في المدينة لوضع حد لهذه العشوائيات ، والاستعانه بالخبراء المهندسين والشركات العالمية المتخصصة في التخطيط الحضري لأعداد تصميم اساس للمدينة




***خريطة 5.*** *حدود مدية الموصل*

***المصدر:*** *اعتمادا على اداة (Buffer) في برنامج (ARC GIS) ومرئية Landsat 8 لمدينة الموصل 2019.*



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

## الاستنتاجات

1. لقد حددت هذه الدراسة بشكل فعال وحللت محاكاة استخدام الأراضي في المستقبل في مدينة الموصل حيث سيزداد معدل نمو المناطق المبنية بشكل سريع في المدينة ومن المتوقع ان تتوسع مدينة الموصل حوالي (18) كم2 بحلول عام 2027 وسيكون هذا النمو على حساب الارضي الزراعية بسبب التنمية الحضرية
2. اثبتت الدراسة امكانية التنبؤ لما سوف تكون عليه مدينة الموصل في المستقبل من خلال الاعتماد على الاحصاء التنبؤي وتطبيق نماذج المحاكاة المتاحة في برنامج الأدريسي من خلال الاستعانة بسلاسل ماركوف الاحصائية والمكانية.
3. اثبتت الدراسه ان من خلال الملاءمة بين برامج (RS,GIS) يمكن بناء قاعدة معلومات جغرافية رقمية ومكانية وتقديمها الى اصحاب القرار والمخططين ليتسنى لهم اتخاذ القرارات المناسبة.

## المقترحات

1. يوصي البحث اعداد تصميم اساس جديد لمدينة الموصل والتوسع خارج الحدود الحالية 7 كم لكي يتم استيعاب الزيادة السكانية في المستقبل نتيجة زيادة الضغط على الارض الحضرية
2. الاستفاده من دراسات كشف التغير العمراني كأداة لدعم صناع القرار في صياغة مخرجات المخطط الاستراتيجي للمدينة.
3. وضع خطه وتصور من الهيئات الحكوميه للتعامل مع التغيرات السكانيه والعمرانيه في المستقبل ومواجهة المشكلات التي تنتج عنهما.

## المصادر

**[1]** Maher M Aburas, Sabrina H Abdullah, Mohammad F Ramli, Simulating and monitoring future land-use trends using CAMarkov and LCM models, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 169 (2018),pp 13-21.

**[2]** Aburas, M.M., et al., The simulation and prediction of spatio-temporal urban growth trends using cellular automata models A review. nternational Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,. issue 52,2016,pp380-385.

**[3]** Maher M Aburas, Sabrina H Abdullah, Mohammad F Ramli,op cit.

**[4]** ناصر الصالح ، محمد محمود السرياني، الجغرافية الكمية والاحصائية أسس ومناهج علمية، الملتقى الوطني الثامن لانظمة المعلومات الجغرافيه، الدمام، 2018.

**[5]** صلاح حميد الجنابي ،الخصائص الجغرافية الموضعية لمدينة الموصل ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، بغداد ، العدد32، 1996، ص96.

**[6]** Maher M Aburas, Sabrina H Abdullah, Mohammad F Ramli,op cit.

**[7]** Kilic, S., et al., Environmental monitoring of land-use and land-cover changes in a Mediterranean region of Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, volume 4,2006,pp 157-168.

**[8]** Aburas, M., et al., Evaluating Urban Growth Phenomena in Seremban, Malaysia, Using Land- Use Change-Detection Technique. Advances in Environmental Biology 2015, pp 317-325.

**[9]** Guan, D. Modelling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model, Ecological Modelling, Procedia Environmental Sciences Vol.222, issus 20-24, 2011,pp3761-3772.



Sahar. S. Qasim[1], Ali. N. Mahmoud, 2023. Simulation of Space Objects And Future Perspective of Mosul's Space Expansion Until 2027 Under The Ca-Markov Model : An Applied Study. *Journal port Science Research*, 6(special), pp.158-173. https://doi.org/10.36371/port.2023.special.19

j. port. sci. res.
ISSN: 2616-7441 (Online)
ISSN: 2616-6232 (Print)
ISSN: 2616-7220 (USB)
INTERNATIONAL IDENTIFIER FOR SERIALS

Journal port Science Research
Available online www.jport.co
Volume 6 , special issue 2023

**[10]** Aburas, M., et al.,op cit.

**[11]** Huang, J., Wu, Y., Gao, T.; Zhan, An integrated approach based on Markov chain and cellular automata to simulation of urban land use changes, Appl. Math. Inf. Sci.2015,pp 1-7.

**[12]** S.Q.WANG، X.Q. ZHENG ،X.B.ZANG.Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model, Procedia Environmental Sciences Vol.13, 2012, pp1238-1245.

**[13]** ثائر محمد عياصرة ، محاكاة النمو العمراني بالاستناد الى نمذجة السلوك الذاتي – الخلوي دراسه تطبيقية على منطقة ساكب في الاردن، مجلة العمارة والتخطيط، المجلد الثالث، العدد الثاني، الرياض، 2018.

**[14]** Araya, Y.H. Cabral, P. Analysis and Modeling of Urban Land Cover Change in Setúbal and Sesimbra, Portugal. Remote Sens volume 3. 2010,pp1549-1563.

**[15]** Huang, J., Wu, Y., Gao, T.; Zhan,op cit.

**[16]** Maithani, S. Cellular Automata Based Model of Urban Spatial Growth, J. Indian Soc. Remote Sens.volume 3,2010,pp 604-610.

**[17]** Mondal, M.S. Sharma, Statistical Independence Test and Validation of CA Markov Land Use Land Cover (LULC) Prediction Results. Egypt. J. Remote Sens. Space Sci,2016, pp 2-14.

**[18]** Guan, D, op cit.

**[19]** S.Q.WANG، X.Q. ZHENG ،X.B.ZANG, op cit

**[20]** ثائر عياصرة ، مصدر سابق

**[21]** Aman Hussain Sabree ,Amany A.Kh,Mustafa. Abdul jalil,Predicting the growth future (depending on GIS and IDRISI program, city of Najaf-Iraq.2019. p9