Prediction Future Urban Growth and its Impact on the Land Use Using Urban Simulation Models (Greater Irbid Municipality Case Study)

*Reem AL Kharouf[1], Qasem Dweikat[1], Aseel Aldbaisi[1]**

ABSTRACT

The study aims to predict urban growth and its impact on agricultural use and open space in the Greater Municipality of Irbid. The study relied on the urban simulation model, and cellular automation LandUse Sim. The model was tested in two scenarios; the first scenario assumed that: the Greater Municipality of Irbid allowed users to change the land use of Agricultural land to urban. As for the second scenario, assumed that the municipality prevented users from changing the use of agricultural land to urbanuse. The study found that the urban use area increased in the first scenario by 10.7%, while in the second scenario, the urban land area increased by 7.5%. The study recommended the application of strict planning laws that prevent urban growth at the expense of agricultural landsin order to maintain agricultural capabilities.

Keywords: Forecasting; Urban growth; cellular automation; Urban simulation models; Greater Irbid Municipality;Land Use Sim.

Yarmouk University, Jordan.

Received on 13/3/2020 and Accepted for Publication on 27/1/2021.

التنبؤ المستقبلي بالنمو الحضري، وتأثيره في استعمالات الأراضي باستخدام نماذج المحاكاة الحضرية: دراسة حالة بلدية إربد الكبرى

ريم الخاروف[1]، قاسم الدويكات[1]، أسيل الدبيسي[1]

ملخص

هدفت الدراسة إلى التنبؤ بالنمو الحضري، وأثره في استعمال الأراضي الزراعية والأراضي الفضاء في بلدية إربد الكبرى. واعتمدت على نموذج المحاكاه الحضرية، والأتمتة الخلوية LandUse Sim لتحقيق ذلك. وقد تمت تجربة النموذج في سيناريوهين، افترض أولها: السماح بتغير صفة الاستعمال من زراعي إلى حضري، ورأى الثاني: منع تغيير صفة الاستعمال من زراعي إلى حضري. وقد توصلت الدراسة إلى تزايد مساحة الاستعمال الحضري في السيناريو الأول إلى 10.7%. أما في السيناريو الثاني فقد زادت مساحة الأراضي الحضرية إلى 7.5% من مساحة بلدية إربد الكبرى بين عامي 2018–2028. وأوصتالدراسة بتطبيق قوانين تخطيطية مشددة تمنع من النمو الحضري على حساب الأراضي الزراعية؛ وذلك للحفاظ على المقدرات الزراعية للمنطقة.

الكلمات الدالة: التنبؤ، النمو الحضري، الأتمتة الخلوية، نماذج المحاكاة الحضرية، بلدية إربد الكبرى.،LandUse Sim.

المقدمة

أدى النمو السكاني المتسارع إلى تفاقم مشكلة النمو الحضري في التجمعات السكانية والمدن الكبرى. كما أن التنمية الاقتصادية والاجتماعية وتحسين مستوى الحياة أدى إلى زيادة مستويات النمو الحضري، بهدف زيادة مساحة المساكن ورفع مستوى الرفاهية. (Defries et al. 2010؛Mandelas,2007) . وتتعدد آثار التوسع الحضري وتغير استعمالات الأراضي على البيئة الطبيعية؛ مثل الأراضي الزراعية، وموائل الحياة البرية، والمناظر العامة، والمساحات المفتوحه، والأنظمة الهيدرولوجية والجوية. وفي الآونة الأخيره، زاد الاهتمام بمفهوم النمو الحضري بما في ذلك الغطاء الأرضي، وتغيراتها المكانية والزمنية والخرائط الخاصة بها، والعوامل التي توثر في استعمالاتها. كما أصبحت إدارة النمو الحضري من أهم التحديات التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين. (Herold et al. 2003 ؛Liu et al. 2005 ؛Lambin 1997 ؛Pijanowski et al.2002؛).

وأدت الآثار الاقتصادية والاجتماعية للنمو الحضري، وتغير استعمالات الأراضي إلى تطوير النماذج الرياضية في الدراسات الحضرية والجغرافية، واستخدامها للتنبؤ بالنمو الحضري المستقبلي، وفقا لمجموعة من المعايير المستخدمة للمحاكاة؛ حيث تتميز هذه النماذج بدقتها وبساطتها ومرونتها وسلاستها.(Gharbia etal. 2016)

ويعدُّ التخطيط المستقبلي من الأدوات المهمة في التقليل من التغيرات البيئية المحتملة وتحديد اتجاهات التنمية، وتقييم أثارها المستقبلية، الذي يمكن في ظله تقدير آثار هذا النمو على البيئة المحيطة. ومن الآثار الناتجة عن التغيرات البيئية المحتملة: شكل وحجم النمو الحضري ونمطه المتوقع. ويحتاج التخطيط المستقبلي إلى استخدام الأنماط السابقة لاستخدامات الأرض؛ للوصول إلى تخطيط فعال للبنية التحتية في المناطق الحضرية.

وقد ساعدت أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) على تقديم نماذج لتوضيح وتفسير النمو الحضري، والتخطيط المستقبلي لاستعمالات الأراضي.(Al-Shalabi et al. 2013, Batty et al 1999,Youssef et al 2011)؛ حيث طوّر الباحثون مجموعة من النماذج المكانية التي تمكن من محاكاة واقع التطور في استعمالات الأراضي. ويمكن وصفها في أربع مجموعات رئيسية: أولها النمذجة الاقتصادية المكانية الصريحة Spatially-Explicit Econometric وهي النماذج التي تحاكي النمو الحضري استنادا إلى معايير اقتصادية ترتبط بأقصى عائد اقتصادي يحققه مالك الأراضي استنادا إلى موقع الأرض وخصائصها. واستخدام هذه النماذج يتطلب الحصول على معلومات اقتصادية عن أسعار الأراضي والمنازل.(Wang, 2012). وثانيها نمذجة التوزيع المكاني Spatial Allocation Modlling التي تأخذ بعين الاعتبار الخصائص الطبيعية، والاقتصادية، والاجتماعية لقطع الأراضي المتجاوره؛ أي أن محاكاة نمو الأرض، ومدى ارتباط قطع

1 جامعة اليرموك، الأردن. تاريخ استلام البحث 2020/3/13، وتاريخ قبوله 2021/1/27.

 ©2022 عمادة البحث العلمي/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

الأراضي بالخصائص المتشابهة ليس فقط الطبيعية والاقتصادية، بل والاجتماعية أيضا. (Anderson, 1989، Emerson). والنوع الثالث من النماذج هو النمذجة المعتمده على العميل Agent- Based Modeling. وهي النماذج التي تعتمد على قرارات العميل كمؤشر فعال في تحديد نمط واتجاه التطور الحضري. وتفترض هذه النماذج منطقية العميل الذي يشتري الأرض ويطورها وفقا لأهدافه الخاصه. ومن تلك النماذج نموذج FEARLUS. (Wang, 2012). أما النوع الرابع من النماذج، الذي سيتم استخدامه في هذه الدراسة، فهي: نماذج الأتمتة الخلوية Cellular Automata (CA). وهي تشبه نمذجة التوزيع المكاني من حيث إنّها تستخدم قواعد محدده لمحاكاة النمو الحضري. غير أنهما يختلفان في أن نماذج الأتمتة الخلوية تأخذ بعين الاعتبار الاستخدامات المجاوره للخدمات المقدمة، استنادا إلى مرئيات فضائية، بدلا من المسح الميداني في محاكاة النمو الحضري. مما يجعلها أكثر فعالية وسهولة في دراسة التلوث الحضري؛ حيث تكون المخرجات هنا مجموعه من خرائط استخدامات الأراضي المحاكية للنمو الحضري. ومن أجدر الامثلة على نماذج CA هو نموذج "لعبة الحياة Game of Life"، ونموذج استخدامات الأراضي METRONAMIC، ونموذج SLEUTH، ونموذج Landuse Scanner، ونموذج UrbanSim، ونموذج Landuse Sim. (Wang, 2012).

ويتميز نموذج Landuse Simالمستخدم في هذه الدراسة، بسهولة الاستخدام وتوافر النسخة التجريبية على نحو مجاني. فقد تم تصميم برنامج نموذج Landuse Sim ليكون قائمًا بذاته، وليس امتدادًا لبرنامج آخر. غير أنه يتطلب العديد من العمليات الأولية باستخدام برمجية GIS مثل(Grass / ArcView / ArcGIS)، وذلك من أجل إعداد إدخال البيانات لبرمجية Land use Sim. وتستخدم برمجية النمذجة هذه لإجراء محاكاة ضخمة مثل: التنبؤ بالتوسع العمراني، وتغير استخدام الأراضي من خلال عمليات التكرار. ويقدم هذا البرنامج العديد من الأُطر الواضحة لعمليات التخطيط الإقليمية والحضرية، مثل: شرح تغييرات استخداماالأراضي، وتوليد سيناريوهات تخطيط متنوعة، وتقييم خطط التطوير. وتستهدف برمجيةLand use Sim المخططين الحضريين والإقليميين، ومخططي العقارات، والجغرافيين، وعلماء البيئة، والمطورين، والأكاديميين ووكالات التخطيط وغيرهم من المهتمين بمراقبة استخدام الأراضي والتخطيط والإدارة.(موقع Landuse sim، 2017).

مشكلة الدراسة وأهميتها

في ظل التوسع المتسارع للنمو الحضري في العالم، وتفاقم المشاكل الناجمه عن ذلك التطور، أصبح من الضروري استشراف الاستخدامات المتوقعه للأراضي. ذلك أن إدارة النمو الحضري أصبحت واحده من أهم التحديات التي تواجه المخططين في القرن الحادي والعشرين. وتكمن مشكلة الدراسة في النمو الحضري المتسارع لمنطقة بلدية اربد وبصورة غير منظمة وغير مخططة. وتعدي هذا الإستعمال على الاراضي الزراعية، نظرا إلى عدم وجود قوانين واضحة وصارمة تمنع النمو الحضري على حساب الاراضي الزراعية. (الغرايبة،2008)

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى التنبؤ المستقبلي بالنمو الحضري للفترة (2018–2028) وتأثيره في استعمالات الأراضي في بلدية إربد الكبرى. وذلك استنادا للنمو الذي شهدته المدينة في الفترة بين 2008 و2018.

أسئلة الدراسة

1. ما حجم النمو الحضري في منطقة بلدية إربد الكبرى للفترة 2008–2018؟
2. ما حجم واتجاه النمو الحضري في منطقة بلدية إربد الكبرى، في حال سماح البلدية بتغيير صفة استعمالات الأراضي الزراعية إلى أراضي حضرية؟
3. ما حجم واتجاه النمو الحضري في منطقة بلدية إربد الكبرى، في حال عدم سماح البلدية بتغيير صفة استعمالات الأراضي الزراعية إلى حضرية؟

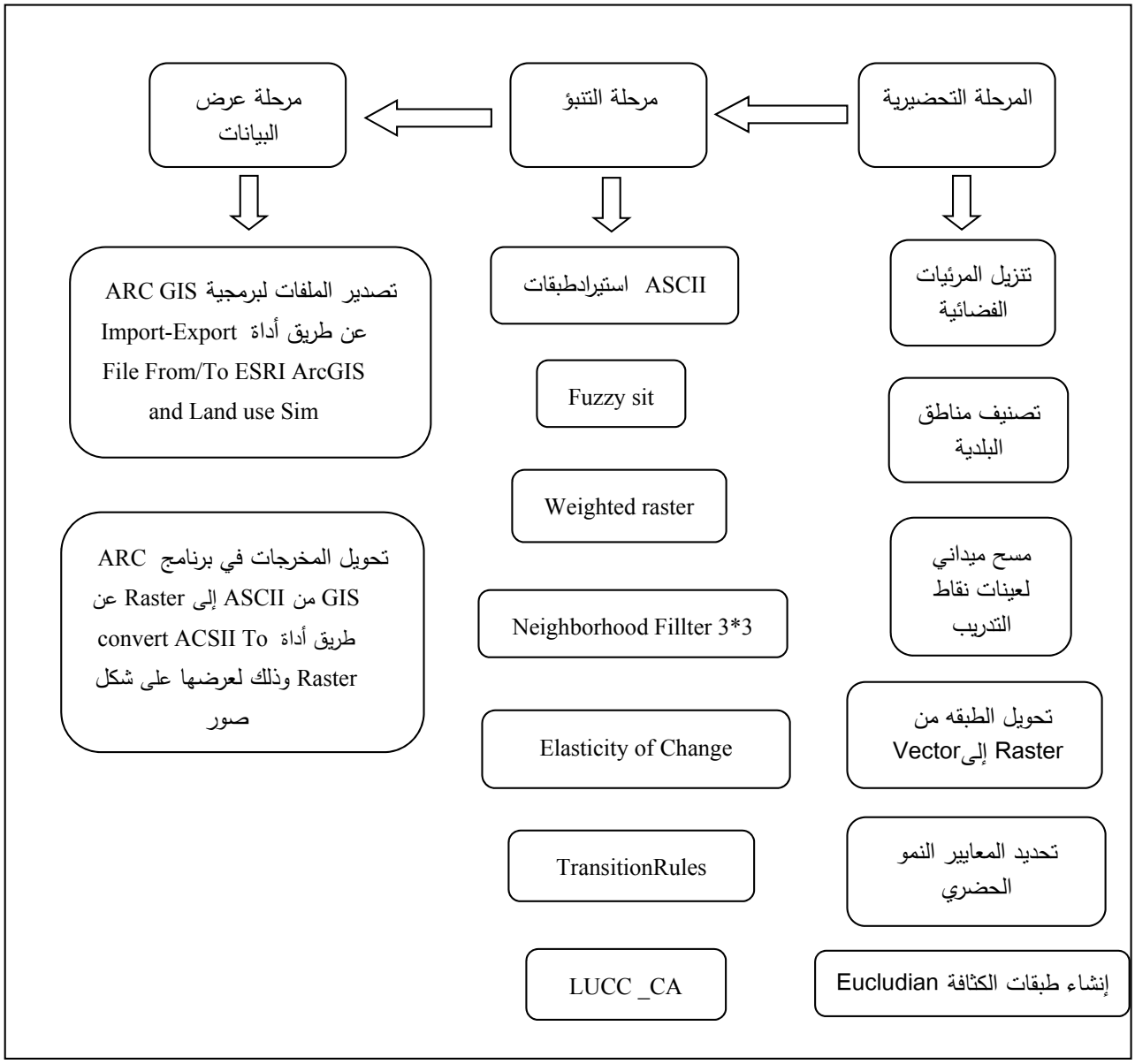
المنهجية والإجراءات

استخدمت الدراسة المنهجين الوصفي والتحليلي، لوصف وتحليل التطور الحضري في منطقة بلدية اربد في الفترة الممتدة بين عامي 2008 و2018. ثم التنبؤ بذلك النمو حتى عام 2028، وتحليل النتائج التي توصل إليها نموذج المحاكاه. وقد انجزت هذه الدراسة على مرحلتين هما، الأولى: معايرة النموذج، والثانية: تطبيقة على منطقة الدراسة. وكان لا بد من الرجوع إلى عشر سنوات سابقة؛ لبناء هذا النموذج، وهي مدة معقولة لعمليات التنبؤ، وذلك للوصول الى حجم ونمط واتجاه النمو خلال فترة 10 سنوات سابقة للبناء عليها ل10 سنوات مستقبلية. وذلك بهدف الإجابة عن اسئلة الدراسة. كما استخدمت الطريقة الكارتوغرافية في تمثيل نتائج التنبؤ بالنمو الحضري الذي سيكشف عنه نموذج المحاكاة، وذلك باستخدام برنامج Arc GIS10.4.1 لتحضير البيانات

وعرضها، والنسخة التجريبية لبرنامجLand use Sim LE 2.3.1 لإنتاج خرائط التنبؤ.

إجراءات الدراسه

انجزت الدراسة وفقا لثلاث مراحل لتحقيق معايرة النموذج، ثم التنبؤ بالنمو الحضري المستقبلي لبلدية إربد الكبرى، وهي:



الشكل (1) إجراءات الدراسة

المرحلة التحضيرية Data Preparation

أولا. تنزيل المرئيات الفضائية من موقع هيئة المساحة الأمريكية USGS، وذلك لسنوات 2008 و2018 حسب المواصفات الواردة في الجدول (1)

الجدول (1) مواصفات المرئيات الفضائية والأدوات اللازمة للدراسة

	نوعها	دقتها	زمن الحصول عليها	مصدرها	الصف/ العمود
مرئية 2008	TIF	30*30م	16/3/2008	Landsat 5TM c1 Level1	147/37
مرئية 2018	TIF	30*30م	13/4/2018	Landsat 8 OLI/ TIRS C1 Level1	147/37
خريطة الارتفاعات الرقمية DEM	TIF	12.5*12.5	12/3/2018	Vertex	147/37
نقاط التدريب	Disimal Degree	5م	13/3/2018	GPS	

المصدر: عمل الباحثين استناداً إلى المرئيات الفضائية من الاقمار الصناعية Landsat 5 و Landsat 8، موقع Vertex، GPS

ثانيا: ترقيم منطقة الدراسة لسنة 2018، وبمقياس 1:125000، باستخدام ARC GIS.

ثالثا. تصنيف منطقة الدراسة إلى اربعة تصنيفات، باستخدام أداة التصنيف الموجهMaximum Likelihood Classificationحسب نظام تصنيف هيئة المساحة الأمريكية USGS اندرسون، بعد تكييفة بما يتناسب مع منطقة الدراسة، وهي: حضري، زراعي، فضاء، اراضي منحدرة أكثر من 30 درجة. ويستند هذا التصنيف إلى المستوى الأول من نظام اندرسون (العنقري، 1986)، غير أنه أضيف إليه تصنيف آخر هو: الأراضي المنحدرة لغايات الدراسة. ولتحقيق ذلك تم الحصول على خريطة الارتفاعات الرقمية من موقع vertex.daac.asf.alaska.ed. ثم تحويلها إلى خريطة انحدارات عن طريق أداة slope. وقد تم استخلاص المناطق التي تزيد انحدارها عن 30 درجة، ثم إضافتها كتصنيف خامس.

رابعا. إجراء مسح ميداني لعينات نقاط التدريب للتأكد من دقة تصنيف المنتج المستخدم والدقة الكلية، وبواقع 30 عينة تدريب لكل استعمال، وذلك باستخدام جهاز التوقيع العالمي (GPS) بدقة 5 متر. وقد تم التوصل الى نتائج تقييم الدقة، وبلغت 88.33ونتائج دقة المستخدم89.37 ونتائج التصنيف الموجه لعام 2018(88.85%).

خامسا. تحويل الطبقه من Raster إلىVector،وذلك للتحكم بحجم الخلية؛ حيث يجب أن تكون 100*100 حسب مواصفات برنامج LandUse SIM.

سادسا. تحديد المعايير التي يتأثر فيها النمو الحضري التي اعتمدت عليها الدراسة في عملية التنبؤ، وقد جرى اختيار تلك المعايير بناءا على طريقة دلفي وهي اخذ اراء مجموعة من المحكمين ذوي الاختصاص في وضع تلك المعايير، وهي:

أ. القرب من الشوارع الرئيسية. ب. القرب من الشوارع الفرعية. ج. القرب من الخدمات التعليمية والصحية. د. القرب من التجمعات السكانية.

سابعا. إنشاء طبقات الكثافة Eucludian Distance لطبقات معايير الوصول، وتم التحكم بخصائص هذه الطبقات من خلال Environment؛ حيث حددت حدود منطقة الدراسة من خلال إداة processing extant، وحددت حجم الخلية، وهي: 100*100 وإطار منطقة الدراسة من خلال أداةRaster Analysis واختيار cell size و Mask.

ثامنا. تحويل الطبقات إلى صيغة ASCII ليتم قراءتها من قبل برنامج LandUse Sim، وتم أيضا التحكم بخصائص هذه الطبقات من خلال Environment.

مرحلة التنبؤ: Simulation Procedure (landuse Sim).

وقد مرت هذه المرحلة بالخطوات التالية:

اولاً. استيراد طبقات ASCII المعدة مسبقا في برمجية ArcGIS، وهنا جرى اختيار صيغة الارقام الصحيحة (Integer) لطبقات استعمالات الأراضي، وصيغة الارقام العشرية (Float) لطبقات المعايير.

ثانيا. تحويل الصور لصيغة (0، 1) عن طريق أداة fuzzy sit؛ حيث 0 تعني: عدم وجود استعمال بالخلية أما 1 تعني: وجود استعمال واختيار خيار monotonically decreasing.

ثالثا. عمل اوزان نسبية لكل معيار من خرائط معايير الوصول عن طريق أداة weighted raster؛ لتعرُّف القوى الكامنه في

عملية النمو الحضري، بحيث يجب أن تكون مجموع تلك الأوزان، هو: 100%. وهي الأوزان التي استخدمت للتنبؤ باستخدامات عام 2028. الجدول (2) وقد تم الحصول على تلك الأوزان عن طريق وضع مجموعة من الاوزان المبدئية وتجربتها في اعطاء نتائج، ثم مقارنة الصورة المنتجة من برنامج landuse sim في عام 2018 مع المرئية الفضائية المصنفة للعام نفسه. وقد كانت نتائج المقارنة 85 % كما يظهر في الجدول (2).

الجدول (2) الاوزان النسبية لمناطق بلدية إربد

المعايير	الاوزان
القرب من الشوارع الرئيسية	%27
القرب من الشوارع الفرعية	%24
القرب من الخدمات التعليمية والصحية	%23
القرب من التجمعات السكانية	%26

المصدر: عمل الباحثين

رابعا.اختيار الفلتر المناسب للخلية، وهو: 3*3 neighborhood Fillter لتظهر بالوضوح المطلوب.

خامسا. تحديد رمز الاستعمال المراد عمل تنبؤله، ومن خلال أداةElasticity Of Change وذلك لعمل مرونة في الوصول للاستعمال المراد التنبؤ به.

سادسا. وضع مجموعه من القوانين التنظيمية، وذلك باستخدام أداة Transitin Rules لتوجيه عملية التنبؤ، وهي: رقم الاستعمال المراد عمل التنبؤ له في خانة Code، ومقدار النمو في الاستعمال في خانة Growth. وقد تم الحصول على هذا المقدار من خلال الفرق بين حجم النمو في الاستعمال الحضري في عملية المعايرة للفترة 2008_2018. الذي قدر ب.4105وإدخال خريطة الاوزان النسبية في خانة Initial Transition Potiential Map، وإدخال محددات النمو، وهي: الاستعمالات المراد عدم بناء التنبؤ عليها، في خانة land constraints، وإدخال الاستعمال المرن في خانةelasticity of change.

سابعا: تحديد عدد سنوات الخرائط اللازمه لعملية التنبؤ وعدد الخرائط المنتجة، وذلك من خلال أداة LUCC_CA.

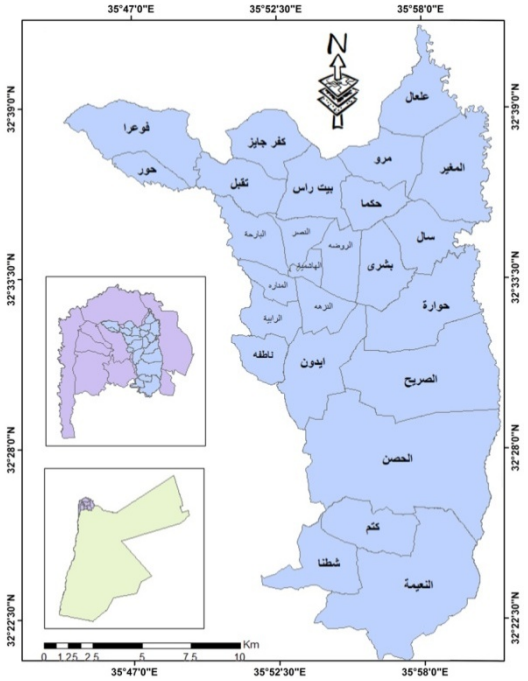
عرض البيانات Data Visulization

أولا. تصدير الملفات لبرمجية ARC GIS عن طريق أداة Import-Export File From/To ESRI ArcGIS And Land use Sim

ثانيا. تحويل المخرجات في برنامج ARC GIS من ASCIIإلىRaster عن طريق أداة convert ACSII To Raster وذلك لعرضها على شكل صور.

منطقة الدراسة

تعد بلدية إربد الكبرى جزء من محافظة إربد التي تقع في شمال غرب المملكة الأردنية الهاشمية عند تقاطع دائرة عرض "0`39°32 شمالًا، مع خط طول "0`58°35 شرقا. وتبعد نحو 80 كم شمال العاصمة عمان. وتتداخل حدودها شمالا لتقترب من حدود الأراضي السورية في الشمال الشرقي وحدود أراضي الرمثا شرقًا. أما غربا فتحدها أجزاء من لواء قصبة إربد وهي كفريوبا والمزار، الشكل (2).



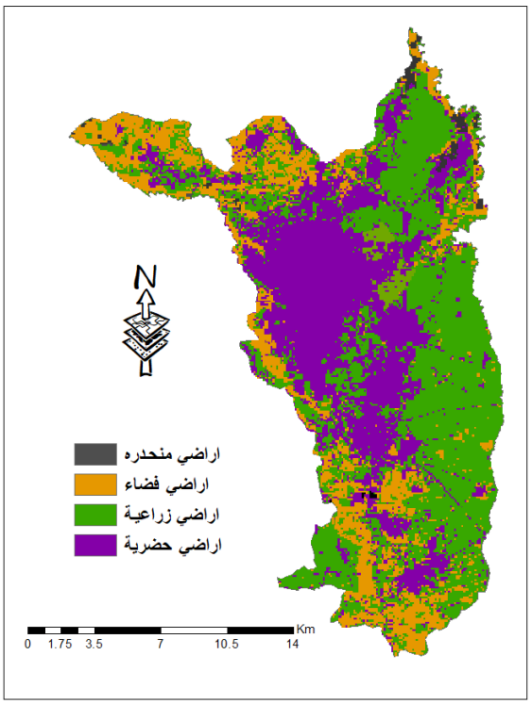
الشكل (2): منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحثين استنادا إلى خريطة ورقية من بلدية إربد الكبرى

ومنذ تأسيس بلدية إربد الكبرى، كانت تتكون من مناطق مدينة إربدالسبع وهي: الهاشمية، الروضة، المنارة، النصر، الرابية، النزهة، البارحة، وفي عام 1997م، تم دمج بلدية حور ومجلس قروي تقبل ومجلس قروي أم الجدايل إلى بلدية إربد، وفي عام 2001م ضمت 15 منطقة مجاورة لبلدية إربد، وهي: إربد، الحصن، كتم، النعيمة، بشرى، سال، المغير، حكما، مرو، علعال، بيت راس، كفر جايز، الصريح، ايدون، فوعرا، حواره. (الكتاب السنوي لبلدية إربد الكبرى، 2005).

ولغايات توحيد المساحات، فقد تم الاعتماد في هذه الدراسة على تقسيمات وقرارات الدمج لعام 2008، وهي سنة الأساس للدراسة، والبالغة مساحتها حوالي 312.72كم^2، وتشكل 19.84%من مساحة محافظة إربد(1575.929 كم^2). وبلغ عدد سكان بلدية اربد الكبرى حوالي 902153 نسمة تقريبا في عام 2018م، ويشكلون ثلثي سكان المحافظة موزعين على مراكز التجمع السكاني، (الكتاب السنوي لبلدية إربد الكبرى، 2005)، (الإحصاءات العامة 2018).

وتمتاز بلدية إربد الكبرى باتساع الرقعة الخضراء السهلية، (حوالي 44.8%) من المساحة الكلية لبلدية إربد الكبرى، عام 2018. فتقع مدينة اربد وقصبتها بين خطي المطر المتساويين 40 ملم و500 ملم. وقد بلغ المعدل السنوي للأمطار للفترة 1938–1988 حوالي 478.9ملم(الغرايبة،1995)، أما الاستعمال الحضري فقد شكل نحو 35.8% من المساحة الكلية لبلدية إربد الكبرى. تليها الأراضي الفضاء، وتشكل 17.6%، الشكل (3).



الشكل (3): استعمالات الأراضي في بلدية إربد الكبرى (2018)

المصدر: عمل الباحثين استنادا إلى مرئيات الاقمار الصناعية landsat8

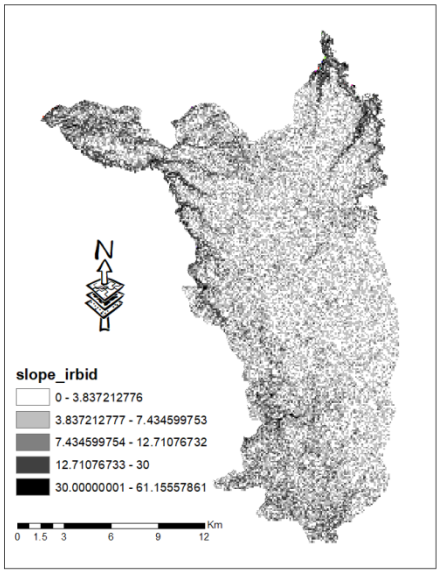
ويلاحظ من الشكل السابق انتشار المناطق الزراعية في الجهة الشرقية، والشمالية الشرقية من بلدية إربد الكبرى. بينما يتركز الاستخدام الحضري في الجهة الغربية من منطقة الدراسة على شكل عقد وتجمعات سكانية. أما المناطق المفتوحه الخالية من الاستعمالات، فتشكل أقل نسبة من الاستعمالات، وتكون في الغالب مناطق جبلية مرتفعه، وتتركز في الجهة الشمالية والشمالية الغربية والجهة الجنوبية من منطقة الدراسة.

ويعد المحدد الطبوغرافي (الانحدار) من أبرز محددات النمو العمراني في منطقة الدراسة. وحسب المعايير العالمية لتصنيف المنحدرات، تتفاوت درجات الانحدار في بلدية إربد الكبرى، من الانحدار الذي يمكن البناء فيه بالتسوية، إلى منحدرات أكثر صعوبةً، إلى انحدارات يستحيل البناء فيها. ولذلك يمكن القول أنّ توسع حدود البلدية أصبح مستحيلًا في شمال منطقة علعال وأجزاء من منطقة المغيرو فوعرا كما في الشكل (2) (النمر، 2019). ويظهر الجدول (3) تصنيف الانحدارات في مناطق بلدية إربد الكبرى، كما تم اشتقاقها من المرئية الفضائية.

الجدول (3) تصنيف الانحدارات في مناطق بلدية إربد الكبرى

درجة الانحدار	صفة الانحدار
3.8>	خفيف
7.4-3.8	خفيف إلى حد ما
12.7-7.4	متوسط
30-12.7	منحدر
61.1-30>	شديد الانحدار

المصدر: عمل الباحثيناستنادا الى نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Modle(DEM)



الشكل (4) درجات الانحدار في بلدية اربد الكبرى

المصدر: عمل الباحثين استنادا الى برنامج GIS

الدراسات السابقة

هدفت دراسة Pratomoatmojo وآخرون، (2018) والمعنونة بـ"خوارزمية Landuse SIM" نمذجة تغير استخدام الأراضي عن طريق النظم الخلوية الممكنة CA ونظم المعلومات الجغرافية GIS" إلى التنبؤ بمستقبل استخدام الأرض. وتوصلت أيضا إلى قدرة هذه البرمجية على المساعدة في عملية التخطيط لتوفير معلومات حول مستقبل المناظر الطبيعية. وهو أمر غاية في الأهمية لتقسيم المناطق واتخاذ قرار بشأن مراحل التطوير.

كما قدم Gharbiaوآخرون، (2016) دراسة بعنوان "محاكاة سيناريوهات استعمالات الأراضي المتوقعه باستخدام خوارزميات موحده لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) والأتمتة الخلوية" هدفت إلى تنفيذ نموذج لأتمتة الخلايا الخلوية الحضرية (CA) باستخدام برمجية GIS للكشفعن المتغيرات المكانية–الزمنية للتحضر باستخدام CA وGIS. وكان الاستنتاج الرئيسي من هذه الورقة هو أنه لا يمكن محاكاة استخدام الأرض وإجراء تحليل متعدد الطبقات، ومتعددة العوامل بدون برنامج GIS، مما يجعل المحاكاة عالية الدقة مستحيلة.

وهدفت دراسة Allen وآخرون، (1999) المعنونة بـ"التحليل المعتمد على نظام GIS والتنبؤ بتغير استخدام الأراضي في المناطق الساحلية السياحية في منطقة كارولينا في Murrells Inlet جنوب الولايات المتحده"، إلى تطوير وتطبيق منهجيات قائمة على نظام المعلومات الجغرافية من أجل تحليل والتنبؤ بنمو الأراضي الساحلية، واظهار التغير عليها. وأشارت النتائج إلى أن نظم المعلومات الجغرافية لديها مزايا كبيره مقارنة بالطرق التقليدية في دمج مصادر البياناتالمختلفة، وإجراء التحليل المكاني، ونمذجة العمليات المكانية، وإظهار نتائج تحليل الخرائط.

وهدفت دراسة Al-shalabi وآخرون، (2013) المعنونه ب "نمذجة تطور النمو الحضري وتغييرات استخدام الأراضي باستخدام نظم الأتمتة الخلوية القائمة على نظم المعلومات الجغرافية ونماذج SLEUTH: حالة مدينة صنعاء الحضرية–اليمن" إلى مقارنة مخرجات نموذجين من نماذج محاكاة النمو الحضري وهما نموذج SLEUTH ونموذج الأتمتة الخلوية CA. واظهرت النتائج وجود فروق مكانية في التنبؤ بالنمو الحضري؛ حيث اظهر نموذجCA كثافة عالية في النمو الحضري، مع عدم وجود اي مناطق متخلخلة العمران. بينما أظهر برنامج SLEUTH تخلخلا في النمو الحضري وامتدادًا أوسع على الأراضي الزراعية.

وسعت دراسة البصري، (2018) الموسومة بـ"أهمية النمذجة الحضرية في فهم التغير الوظيفي لاستعمالات الأراضي الحضرية"، إلى الكشف عن التغير الوظيفي في استعمالات الأراضي الحضرية في مدينة النجف الاشرف خلال الفترة (1994–2018). وأوصت الدراسة بضرورة اللجوء إلى النمذجة الرقمية في إجراء التحليل المكاني للمعالم وذلك لأنها تتسم بدقة عالية وتكلفة قليلة، وسهولة بالاستخدام.

أما دراسة Sadewo و Buchori، (2018) بعنوان "محاكاة التغييرات في استخدام الأراضي بسبب تشييد منطقة كيندال الصناعية (KIK) باستخدام الأتمته الخلوية"، فقد هدفت إلى التنبؤ باستعمالات الأراضي لعام 2031، وأثر منطقة كيندال الصناعية في النمو الحضري في منطقة Kaliwungu. وقد أظهرت النتائج أنالمنطقة الصناعية (KIK) لها تأثير قوي في النمو العمراني في منطقة Kaliwungu، بدقة تصل إلى 95.68%.

وحاولت دراسة عياصرة، (2017) بعنوان "تحليل ملاءمة الأرض استنادًا إلى أسلوب تقييم المعايير المتعددة: دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية عى منطقة عمان الكبرى بالمملكة الأردنية الهاشمية" تقييم مدى ملاءمة التنمية الحضرية في العاصمة عمان لتلبية النمو السكاني المتوقع حتى عام 2025، باستخدام تقنية تحليل ملائمة الأراضي. وقد استخدمت الدراسة نوعين من المعايير للتحليل وهما: العوامل، والمحددات. وتحتوي العوامل على المعايير التي تحقق هدف الدراسة. وقد جرى تقسيمها إلى عوامل النمو غير المحدودة؛ حيث يسمح الإعمار في هذه المناطق دون أي عوائق، وعوامل النمو المحدود؛ حيث يسمح بإعمار محدود في هذه المناطق بما يتوافق والاستعمال الرئيس. أما القيود: فهي المعايير التي تستثني المناطق من التحليل وتشمل (منطقة العمران المشيدة، والأراضي المحددة ضمن نظام الموروث الطبيعي، ونظام الموروث الحضاري).

وتوصلت دراسة أجراها الغرايبة،(2008) المعنونة ب "الزحف العمراني على الأراضي الزراعية في محافظة اربد–(الآثار والنتائج والحلول المُقترحة)" الى أن الأراضي الزراعية تعرضت لزحف عمراني شريطي على جوانب الطرق التي تصل بين التجمعات السكانية في المحافظة وجوانب الطرق المتجهة من مدينة اربد إلى المدن المجاورة. كما احتلت العوامل الاقتصادية كارتفاع أسعار الأراضي الدور الرئيسي في الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، وأشارت الدراسة إلى الأخطار التي ستترتب على استمرارية الزحف العمراني ومنها تدهور المنظومة البيئية في محافظة اربد. ومن الحلول التي طرحتها الدراسة انشاء خريطة تشير إلى اتجاهات التوسع العمراني السليم في محافظة اربد، واقتراح مواضع لإقامة المدن الجديدة واقتراح مواضع لإقامة أبراج سكنية.

أما دراسة Molina، (2014) بعنوان" الأتمتة الخلوية ونمذجة العلاقة بين النمو العمراني ومخاطر الفيضانات " فقد هدفت إلى تطوير نموذج CAلدراسة العلاقة بين النمو العمراني وتغير استخدامات الأراضي ومخاطر الفياضانات في مدينة كمبالا في أوغندا لعام 2004–2010. واستخدمت مجموعة من السيناريوهات مثل تغير الطلب على المناطق العمرانية نتيجة الزيادة السكانية المستقبلية، وإخلاء المناطق المعرضة للفياضان، وتقييد النمو العمراني في المستنقعات المائية.

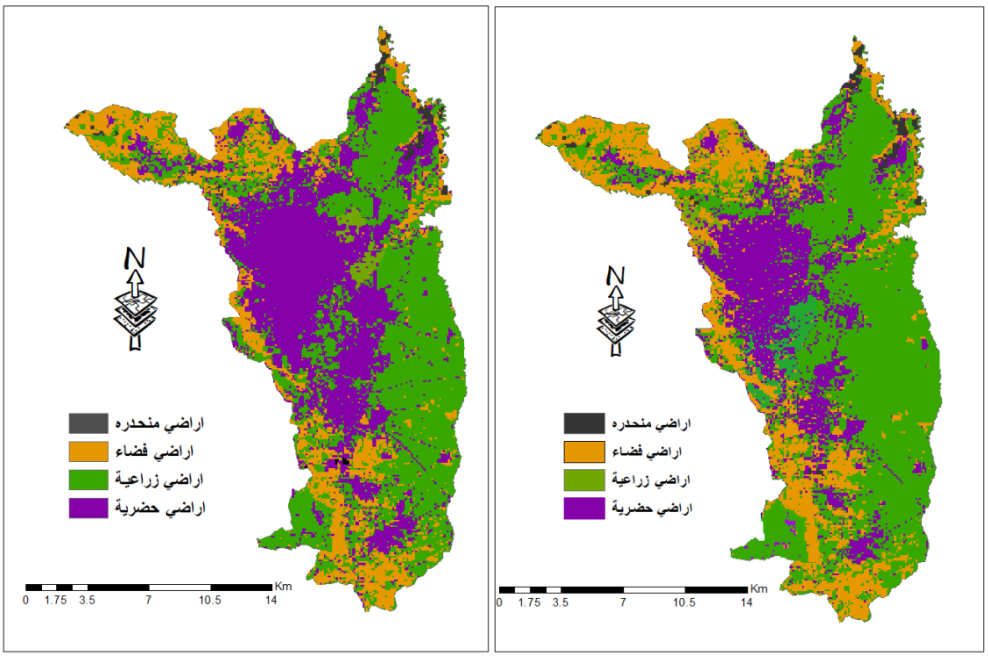
وهدفت دراسة الخصاونة، (2011) بعنوان "التوسع الحضري المستدام: حالة دراسية، بلدية إربد الكبرى"إلى تقييم اساليب التخطيط الحضري التي تطبق في بلدية إربد الكبرى والتركيز على المشاكل التي تواجهها. وتوصلت الدراسة الى ان الامتداد العمراني سيزداد في بلدية اربد على حساب الأراضي الزراعية ما لم تتغير الممارسات الحالية للنمو الحضري. وقد أوصت الدراسة بالتركيز على الخطط الشاملة، والتعامل مع الموارد الشحيحة بطريقة مستدامة.

وتختلف هذه الدراسة عن سابقاتها من الدراسات في أنها تدرس منطقة جغرافية مختلفة، وهي: منطقة إربد الكبرى. إضافة إلى استخدامها بعض المعايير (المتغيرات) المتنبئة بالنمو الحضري، التي لم تستخدم في الدراسات الاخرى كالخدمات التعليمية والصحية. وقد وضعت هذه الدراسة سيناريوهات للتنبؤ بالنمو الحضري في بلدية إربد الكبرى، إحداهما: يفترض أن البلدية لديها توجه مستقبلي في تغيير صفة استعمال الأراضي داخل حدود البلدية من أراضي زراعية إلى أراضي سكن منظمة. أما الآخر: فهو يفترض عدم توجه البلدية إلى تغيير صفة استعمال الأراضي داخل حدودها. وقد تم الإفادة من الدراسات السابقة في الاطلاع على معايير الوصول وأوزانها، وكذلك الإفادة من بعض المعلومات عن النماذج، والمنهجيات المتبعة فيها.

التحليل والمناقشة

السؤال الأول: ما طبيعة واتجاه النمو الحضري في بلدية إربد الكبرى للفترة 2008–2018؟

لأغراض هذه الدراسة تم تقسيمالأراضي التي تكونت منها بلدية إربد الكبرى، حسب استعمالاتها إلى اربعة انواع، هي: استعمالات حضرية، وأخرى زراعية، وثالثة فضاء، ورابعة منحدرة. ويلاحظ من الشكل (5) تركز الاستعمال الحضري في الجهة الشمالية الغربية من بلدية إربد الكبرى، لعام 2008. وقد زاد تركز هذا الاستعمال في عام 2018، في شمال غرب بلدية إربد، وانتشر في الجهات الشمالية والجنوبية، كما هو يظهر في الشكل (6). أما الاستعمال الزراعي فقد انتشر في جميع انحاء بلدية إربد الكبرى، وتركز في الشمال والجنوب من البلدية. بينما تركزت الأراضي الفضاء، في الجهة الغربية والشمالية والجنوبية من بلدية إربد الكبرى.



الشكل(5) بلدية إربد الكبرى (2008)الشكل (6) بلدية إربد الكبرى (2018)

المصدر: عمل الباحثين استنادا إلى برمجية ARC GIS، وبرمجية landuse Sim

وبلغت مساحة الأراضي ذات الاستخدام الحضري في عام 2008 حوالي 69.59 كم^{2}بنسبة 22.2% من مساحة بلدية إربد الكبرى. وقد زادت مساحة الأراضي الحضرية في عام 2018 إلى112.15 كم^2؛ حيث أصبحت تشكل نسبة 35.8% من مساحة منطقة البلدية. أما الاستعمال الزراعي فقد شكل أكبر مساحة من باقي الاستعمالات. فبلغت مساحة الاستعمالات الزراعية نحو 168.45 كم^{2}وبنسبة 53.8%، في العام 2008. أما في عام 2018، فقد انخفضت مساحة الأراضي الزراعية، إلى 139.40كم^{2}وبنسبة 44.4% من المساحة الكلية لبلدية إربد الكبرى. وشكلت مساحة الأرضي الفضاء 71,69كم^{2}وبنسبة 23% من مساحة لبلدية إربد الكبرى لعام 2018. وقد تناقصت هذه الأراضي في عام 2018، إلى 55.18كم^{2}وبنسبة 17.8% من المساحة الكلية للبلدية. أما بالنسبة للسفوح الجبلية التي يصل ميلها إلى 30 درجة، فهي تتركز في الاجزاء الشمالية الغربية، وتشكل مساحة 5 كم^{2}وبنسبة 1.5% من مساحة بلدية إربد. وقد بلغ معدل التغيير في الأراضي الحضرية 54.3%، مما يعني أن معدل التغيير في الأراضي الحضرية في ازدياد. أما الأراضي الزراعية فقد تناقص معدل التغيير فيها إلى−16.65. وتناقص معدل التغيير في الأراضي الفضاء إلى −13.6. كما في الجدول (4)

وثمة اسباب وراء تركز الاستعمال الحضري في هذه المناطق التي تم ذكرها سابقا. ومن هذه الأسباب: توسط مدينة إربد بين جميع مناطق البلدية، ولأنها تحتوي على أعلى كثافة سكانية بلغت في عام 2008، نحو 8997.2 نسمة لكل كم^2. أما الكثافة الفعلية فقد وصلت إلى 12834.7نسمة لكل كم^2، وقد زدات الكثافة السكانية في عام 2018، لتصل إلى 14372.6نسمة لكل كم^2، والكثافة الفعلية إلى 17888.2 نسمة لكل كم^2(دائرة الاحصاءات العامه2008، 2018). كما أن مدينة إربد تحتوي على أعلى نسبة من المنشأت التجارية، وتعد مركز للخدمات التعليمية والصحية، والدوائر الحكومية والأمنية. وقد توسعت مدينة إربد من خلال انتقال النشاطات الاقتصادية من وسط المدينة إلى أطرافها الجنوبية باتجاه مناطقالصريح أيدون والحصن (منطقة جامعة اليرموك). فقد أقيمت المولات ذات الطابع الحديث في تلك المناطق، التي تبعها نمو سكاني مطّرد، فتواجد المناطق التجارية يتبعه نمو سكاني. (الجمال، 2017).

فقد أدت زيادة الكثافة السكانية عام 2018 إلى زيادة الزحف العمراني على حساب الأراضي الزراعية. وكانت هذه الزيادة السكانية(سواء كانت زيادة طبيعية، أو بسبب الهجرات الداخلية أو الخارجية) إلى تغيير نمط المعيشة، الأمر الذي أدى إلى عزوف السكان عن العمل بالمهن الزراعية، وميلهم للعمل بالمهن الخدمية. فأصبحت مناطق وسط المدينة بيئة طاردة للسكان بسبب الاكتضاظ، والضغط على البنية التحتية. أما بالنسبة للمنحدرات التي يصل ميلها إلى أكثر من 30 درجة، فهي: طارده للسكان، أو

طارده للنمو الحضري عليها؛ نظرا إلى أنها تزيد من احتمالية الاخطار الجيومورفولوجية، مثل الانهيارات والانزلاقات، ولأنها تزيد من كلفة البناء فيها. ولإظهار معدل التغيير في استعمالات الأراضي بين عامي 2008 و2018، فقد تم استخدام معادلة معدل التغيير كالتالي:

معدل التغير=(مساحة الاستخدام في السنة اللاحقة – السابقة) / السنة السابقة *100%، التي تظهر نتائجها في الجدول (4).

الجدول (4) معدل التغيير في استعمالات الأراضي لسنوات 2008 و2018

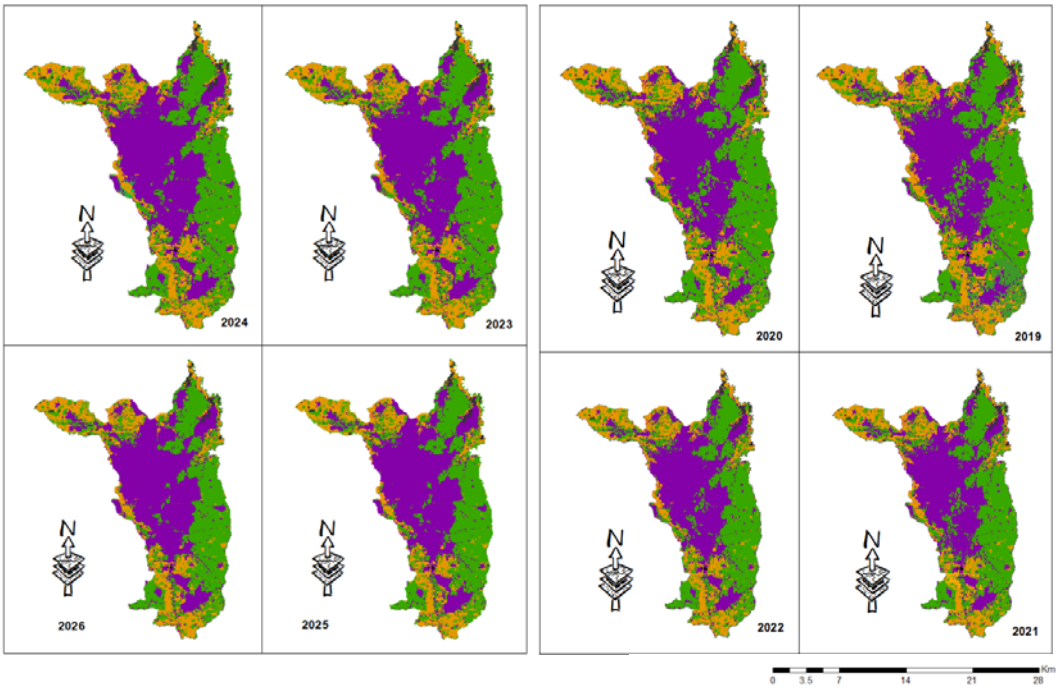
نوع الاستعمال	عام 2008 كم^2	عام2018 كم^2	معدل التغير
الأراضي الحضرية	69.59	112.15	54.57
الأراضي الزراعية	168.45	140.39	-16.65
الأراضي الفضاء	68.36	55.18	-13.06
اراضي منحدرة	3.44	3.44	0

المصدر: عمل الباحثين استنادا إلى برمجية ARC GIS

السؤال الثاني: ما طبيعة واتجاه النمو الحضري في منطقة بلدية إربد الكبرى، في حال توجه البلدية المستقبلي إلى السماح بتغيير صفة استعمالات الأراضي الزراعية إلى أراضي حضرية في الفترة 2018_2028؟

تضع بعض البلديات قيودا على استخدامات الأراضي في بعض الأحيان، وفي أحيان اخرى يبقى الاستخدام مفتوحا. وانطلاقا من هذا السؤال، ستكشف الدراسة عن طبيعة النمو، والتغير الذي سيحدث على استخدامات الأراضي في مناطق بلدية إربد الكبرى، فيما لو أبقت البلدية استخدامات الأراضي مفتوحا، وغير مقيد ولم تمنع الامتداد العمراني على الأراضي الزراعية المحيطة بالاستعمال الحضري.

وقد تم إدخال المتغيرات إلى برمجية Landuse Sim وهي: القرب من الشوارع الفرعية، والقرب من الشوارع الرئيسية، القرب من الخدمات التعليمية والصحية، القرب من التجمعات السكانية. وذلك للحصول على النتائج، ونظرا إلى عدم توفر البرمجية الأصلية، فقد تم إنجاز العمل المتوقع لكافة مساحة البلدية باستخدام النسخة التجريبية من البرمجية، التي تسمح بإجراء تنبؤ على ابعاد كبيرة للخلية، وهي: 100*100، كما في الشكل (6).



الشكل(6): التنبؤ بالنمو الحضري لمنطقة بلدية إربد الكبرى لفترة 2018–2028)

المصدر: عمل الباحثين استنادا إلى مرئيات فضائية من القمر الصناعي Landsat8

ويلاحظ من الشكل (6)، نمو الأراضي الحضرية إلى الجهات الشمالية والجنوبية الشرقية من البلدية؛ حيث تم تلاحم بعض المناطق تلاحما نسبيا، بسبب نمو الاستعمال الحضري (منطقة إربد تلاحمت مع منطقة بشرى وايدون، وبيت راس، وحكما، وتقبل. وتلاحمت منطقة حوارة مع الصريح، كما تلاحمت الصريح مع الحصن، ثم تلاحمت جميع هذه المناطق مع مدينة إربد). وقد كان هذا التلاحم على حساب الأراضي الزراعية والاراضي المفتوحة.

وبناء على نظام التكرار في برنامج Landuse Sim، فإن نسبة الأراضي الحضرية ستزيد من عام 2018 إلى 2028 بنسبة 12.5%. وزادت مساحتها من 112.1كم^2(35.8%) عام 2018، إلى 143.65 كم^2 بنسبة 48.3% في عام 2028. وذلك بمعدل تغيير نسبته 35.74. وستتناقص مساحة الاستخدام الزراعي من 140.39 كم^2 (أي 44.8% من مجمل الاستخدامات)، إلى 109.93 كم^{2}بنسبة 34.6% من مساحة بلدية إربد الكبرى بمعدل تغير 22.34−. وستتناقص مساحة الأرض الفضاء في البلدية من 55.18كم^2 في عام 2018 بنسبة (17.6)، إلى مساحة 53.4كم^2 (15.3%)، من بلدية إربد الكبرى وبمعدل تغير 10.14−. كما يظهر الجدول (5). وقد كانت هذه الزيادة على حساب الاستعمال الزراعي والأرض الفضاء. ويتفق هذا النمو مع مجموعة الخطط الاستراتيجية التي تضعها بلدية إربد الكبرى، وتخطط لتطبيقها خلال الخمس سنوات القادمة (2025). وستقوم البلدية على تطوير البنية التحتية لبلدية إربد الكبرى، مما سيساعد على توطين السكان وزيادة الاستثمارات في مناطق البلدية.

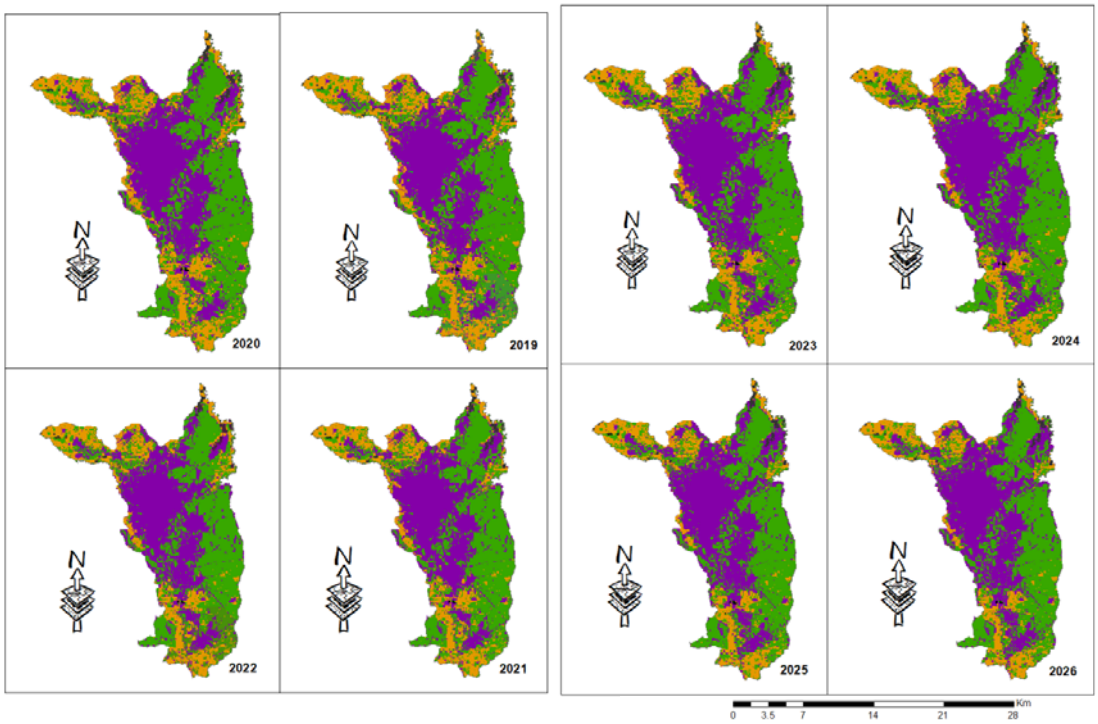
الجدول (5): معدل التغيير في استعمالات الأراضي في بلدية اربد الكبرى للسنوات 2018 و2028

نوع الاستعمال	2018/ كم^2	2028/ كم^2	معدل التغير
حضري	112.15	152.24	35.74
زراعي	140.39	108.96	34.2-2
فضاء	55.18	48.43	23.12-
أراضي منحدرة	5	5	0

المصدر: عمل الباحثيناستنادا الى برمجية ARC GIS

السؤال الثالث: ما طبيعة واتجاه النمو الحضري في بلدية إربد الكبرى، في حال لم يكن للبلدية توجه في تغيير صفة استعمالات الأراضي داخل حدودها للفترة 2018−2028؟

قد تحدد البلدية صفة الاستخدام، وتمنع الامتداد العمراني من التوسع على حساب الأراضي الزراعية، من خلال نظم وقوانين واشتراطات جديدة، بهدف الحفاظ على الموارد الطبيعية والمقدرات الزراعية. من هنا جاء السيناريو الثاني الذي تنبئت به الدراسة، في ما يتعلق باستخدامات الأرض المستقبلية حتى عام 2028. وتتيح برمجية Landuse Sim تحديد الاستعمالات التي يرغب المستخدم بعدم امتداد النمو الحضري عليها، ويتم ذلك عن طريق أمر Transition Rules. كما في الشكل (7)



الشكل(7): التنبؤ بالنمو الحضري في حال منع الامتداد على الأراضي الزراعية

المصدر: عمل الباحثين استنادا إلى المرئيات الفضائية من القمر الصناعي landsat8

ويتضح من الشكل (7) نمو اقل للاستعمال الحضري في بلدية إربد الكبرى عما كان عليه في السيناريو الاول؛ حيث يتجه النمو إلى المناطق الغربية والجنوبية والشمالية، باتجاه الأراضي المفتوحة والقريبة من الخدمات التعليمية والصحية والشوارع في المنطقة.

وتبعا لهذا السيناريو فإن مساحة الاستخدامات الزراعية بقيت ثابته، وأن معدل التغيير فيها كان صفرا. وبقيت مساحتها 140.39كم2، وكانت تشكل نحو 44.89% من إجمالي مساحة بلدية الكبرى. وبالطبع فإن الاستخدام الحضري قد زاد ولكن على حساب الأراضي المفتوحة. فقد زادت مساحة الاستخدام الحضري من 112.1كم2 (35.8%) عام 2018، إلى 136.87كم2 (43.3%) عام 2028، وبمعدل تغيير بلغت قيمته 22.04%. وتناقصت مساحات الأرض الفضاء لحساب الاستخدام الحضري بصورة ملحوظة؛ حيث تناقصت مساحتها من 55.18كم2 (17.6%) عام 2018، إلى 33.7كم2 (10.6%) عام 2028، وبمعدل تغيير بلغت قيمته نحو -38.9%. الجدول (6)

الجدول (6): معدل التغير في استعمالات الأراضي في مناطق بلدية إربد الكبرى

نوع الاستعمال	2018/كم^2	2028/كم^2	مقدار التغير
حضري	112.15	136.87	22.041
زراعي	139.4	139.4	0
فضاء	55.18	33.77	-38.8
اراضي منحدرة	5	5	0

المصدر: عمل الباحثين استنادا الى برمجية ARC GIS

النتائج

توصلت الدراسة الى مجموعة من النتائج هي:

1. سوف تتناقص مساحة الأراضي الزراعية في مناطق بلدية اربد الكبرى بنسبة 10.2%، فيما ستتناقص مساحة الأرض الفضاء بنسبة 2.3%، بسبب الزحف العمراني الناجم عن الزيادة السكانية الطبيعية في الفترة الممتدة حتى عام 2028. وسيؤدي

ذلك إلى تدمير الأراضي الزراعية، والقضاء على فرص استغلالها في الزراعة، وذلك حسب السيناريو الأول الذي يسمح بالامتداد العمراني على الأراضي الزراعية.

2. سيستمر الاستخدام الحضري بالتزايد حتى يغطي نحو 48.3% من المساحة الكلية لبلدية اربد الكبرى عام 2028، مقابل نحو 35.8% عام 2018. غير أن ذلك سيكون باتجاهات مختلفة حسب القوانين الناظمة لاستخدامات الأرض. ففي حال منعت البلدية المواطنين من البناء على الأراضي الزراعية، فإن معدلات الزحف العمراني ستغطي نحو43.3% في عام 2028. وذلك ربما بسبب توجه الناس للامتداد العمودي بدل الامتداد الافقي. كما تتوجه نسبة كبيرة من هذا الزحف نحو الأراضي الفضاء والمنحدرة بدل الأراضي الزراعية، لاضطرار السكان للبناء في الأراضي المنحدرة.

3. تبين من خلال التحليل أن أكثر متغيرات الدراسة المستخدمة تأثيرا في النمو الحضري هو وجود الشوارع الرئيسية بنسبة 27%، ربما بسبب توفر الخدمات على طول هذه الشوارع. ثم التجمعات السكانية بنسبة 26%، ثم الشوارع الفرعية بنسبة 24%، وتأتي الخدمات التعليمية والصحية اقلها تأثيرا وبنسبة 23%.

4. تتوافق الخطط التنموية التي تنتهجها بلدية اربد مع نتائج السيناريو الثاني في الدراسة، وذلك من خلال سعي البلدية إلى تطوير المناطق الفضاء، وتطوير وسط المدينة، حفاظا على الأراضي الزراعية.

5. نجاعة برمجية LandUse Sim، وبرمجية GIS في التنبؤ بالنمو الحضري المستقبلي، استنادا للمقارنة التي تمت في فترتي الدراسة.

التوصيات

1-. توصي الدراسة بالاعتماد على برمجية LandUse Sim او مايشابهها من برمجيات التنبؤ المستقبلي في بناء الخطط الاستراتيجية للبلديات والمناطق لاستعمالات الارض، من قبل صناع القرار.

2. تطبيق قوانين تخطيطية مشددة تمنع من النمو الحضري على حساب الاراضي الزراعية؛ وذلك للحفاظ على المقدرات الزراعية.

3. إجراء دراسات مشابهة للتنبؤ بالنمو الحضري وأثره في الاستعمالات الأخرى في مناطق مختلفة في المملكة الاردنية، باستخدام النسخة الأصيلة من البرمجية.

4. إعداد سيناريوهات أخرى باستخدام معايير، ومحددات اضافية للمعايير التي تم استخدامها في هذه الدراسة مثل الأسواق والمجمعات التجارية والمصادر التراثية.

قائمة المصادر والمراجع

أبو سالم، يوسف والحوري، اسماعيل والجراح، عادل والكوفحي، سلطان.(2005)"الكتاب السنوي: بلدية إربد الكبرى" إربد:مطبعة السفير

البصري، نصير(2018). مجلة جامعة بابل للعلوم الهندسية. اهمية النمذجة الحضرية في فهم التغير الوظيفي لاستعمالات الأراضي الحضريه.26. 69.10-95

الجمال، رهام(2017). مقابلة مع مسؤول قسم GIS.بلدية إربد الكبرى، 2017/9/14

الخصاونة، ابتسام(2011). التوسع الحضري المستدام، حالة دراسية، بلدية اربد الكبرى، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم هندسة العمارة، جامعة العلوم والتكنلوجيا الأردنية، الأردن

الدليمي، خلف والهيتي، ثائر (2018)" استراتيجيات الأراضي الحضرية" عمان: دار الصفاء للنشر والتوزيع.

العنقري، خالد.(1986).الاستشعار عن بعد وتطبيقاته فى الدراسات المكانية: دار المريخ للنشر .الرياض.السعودية

الغرايبة، خليف.(1995)."التحليل المكاني للخدمات في مدينة اربد(الادارية، التعليمية، الصحية والترويحية)". رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، جامعة بغداد، بغداد.

الغرايبة، خليف(2008). الزحف العمراني على الأراضي الزراعيةفي محافظة اربد-(الآثار والنتائج والحلول المُقترحة)، مجلة جامعة الشارقة للعلوم الإنسانية والاجتماعية.5. 2.

الوصف.(2017) . تم استرجاعه على الرابط http://www.Land use Sim.comبتاريخ 2019/10/2

النمر، امل(2019) مقابلة مع مسؤول قسم التنظيم.بلدية إربد الكبرى، 2017/9/14
عياصرة،ثائر. (2017). تحليل ملاءمة الأرض استنادًا إلى أسلوب تقييم المعايير المتعددة: دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية عى منطقة عمان الكرى بالمملكة الأردنية الهاشمية. (Journal Architecture & Planning, 29(2)).
vertex.daac.asf.alaska.edu. تم استرجاعه في 2019/9/7
earthexplorer.usgs.gov. تم استرجاعه في 2019/7/12

References

Allen, J. S., Lu, K. S., & Potts, T. D. (1999). *A GIS-based analysis and prediction of parcel land-use change in a coastal tourism destination area*. Strom Thurmond Institute.

Al-shalabi, M., Billa, L., Pradhan, B., Mansor, S., & Al-Sharif, A. A. (2013). Modelling urban growth evolution and land-use changes using GIS based cellular automata and SLEUTH models: the case of Sana'a metropolitan city, Yemen. *Environmental earth sciences*, *70*(1), 425-437.

Batty, M., Xie, Y., & Sun, Z. (1999).Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata. *Computers, environment and urban systems*, *23*(3), 205-233.

Defries RS, Rudel T, Uriarte M, Hansen M (2010) Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. Nat Geosci 3.1038.178–181.

Emerson, W., & Anderson, J. (1989).A spatial allocation model for the New England fisheries. *Marine Resource Economics*, *6*(2), 123-144.

Gharbia SS, Gill L, Johnston P, Pilla F (2016b) Using GIS based algorithms for GCMs' performance evaluation. In: 18th IEEE editerranean electrotechnical conference MELECON 2016. IEEE, Cyprus

GharbiaS ؛Alfatah S ؛Gill L؛Johnston P ؛Pilla F (2015). Land use scenarios and projections simulation using an integrated GIS cellular automata algorithms. Springer. 2. 151. 1-20

Herold M, Goldstein NC, Clarke KC (2003) The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling. Remote Sens Environ 86:286–302

Lambin EF (1997) Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. Prog Phys Geogr 21:375–393

Li X, Yeh AG-O (2000) Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS. Int J Geogr Inf Sci 14:131–152

Linke, S. (2008) , Local level application of the dynamic land use model METRONAMICA: Assessment and modeling, A case study on the Dutch municipality Weert, Diploma thesis, Institute of landscape architecture and environmental planning, Technical university Berlin, Germany

Liu KH, Kam BH (2005) A cellular automata model for urban land-use simulation. Environ Plan 32:247–263

Mandelas.E.A, Hatzichristos.T, P. Prastacos, A fuzzy cellular automata based shell for modeling urban growth–a pilot application in Mesogia area, in: 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Aalborg University, Denmark, 2007, 1–9.

Molina, E. (2014) Modeling urban growth and flood interaction with cellular automata in Kampala, Uganda, PhD dissertation, Faculty of geo-information science and earth observation, University of Twente, Enchede, The Netherlands.

Pijanowski BC, Brown DG, Shellito BA, Manik GA (2002) Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model. Comput Environ Urban Syst 26:553–575

pratomoatmojo ؛nursaktiadhi(2018). Land use scenarios and projections simulation using integrated GIS cellular algorithms. Citation and DOI.202.10.1-12.

Sadewo, M. N., & Buchori, I. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Akibat Pembangunan Kawasan Industri Kendal (KIK) Berbasis Cellular Automata. Majalah Geografi Indonesia, 32(2), 142-154.

Wang, F. (2012) A cellular automata model to stimulate land-use changes at fine spatial resolution, PhD dissertation, Department of geomatics engineering, University of Calgary, Alberta, Canada.

Youssef, A. M., Pradhan, B., & Tarabees, E. (2011). Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques: contribution from the analytic hierarchy process. *Arabian Journal of Geosciences*, *4*(3-4), 463-473.

Arabic References Translated to English

Bou Salem, Yusef and Al-Houri, Ismail and Al-Jarrah, Adel and Al-Koufahi, Sultan. (2005) "Yearbook: Greater Irbid Municipality" Irbid: As-Safir Press

Al Basri, Naseer (2018). Babylon University Journal of Engineering Sciences. The importance of urban modeling in understanding functional change of urban land uses. 26. 69.10-95

Beauty, Reham (2017). An interview with the Gis department official, Greater Irbid Municipality, 9/14/2017

Al-Khasawneh, Ibtisam (2011). Sustainable Urbanization, Case Study, Greater Irbid Municipality, Unpublished Master Thesis, Department of Architecture Engineering, Jordan University of Science and Technology, Jordan

Al-Dulaimi, Khalaf and Al-Hiti, Thaer (2018) "Urban Land Strategies" Amman: Dar Al-Safa for Publishing and Distribution.

Al-Anqari, Khaled. (1986). Remote Sensing and its Applications in Spatial Studies: Mars Publishing House, Riyadh, Saudi Arabia.

Al-Gharaybeh, Khalif (1995): Spatial analysis of services in the city of Irbid (administrative, educational, health and recreational). Unpublished PhD thesis, Department of Geography, University of Baghdad, Baghdad.

Al-Gharaybeh, Khalif (2008). Urban encroachment on agricultural lands in Irbid Governorate - (Effects, Results and Proposed Solutions), University of Sharjah Journal of Humanities and Social Sciences. 5. 2.

Description... (2017) Retrieved at http://www.land use Sim.com.

Al-Nimr, Amal (2019), interview with the official in the planning department, Greater Irbid Municipality.

Ayasrah, rebel. (2017). Land suitability analysis based on the multiple criteria evaluation method: an applied study using geographic information systems on the Greater Amman area in the Hashemite Kingdom of Jordan. Journal Architecture & Planning, 29 (2).

vertex.daac.asf.alaska.edu; earthexplorer.usgs.gov.