التكامل بين تطبيقات الاستشعار عن بعد ونموذج ماركوف في تحليل وتوقعات الزحف العمراني في مدينة بنغازي **2030**

(دراسة جغرافية تطبيقية)

د. مروان عبد الكريم رمضان المنصوري

أستاذ مشارك وعضو هيئة تدريس بالأكاديمية الليبية بنغازي - قسم الجغرافيا - مدرسةالعلومالإنسانية -

marwan.abdelkarem@omu.edu.ly

أ. خطاب عمر الجهاني الأكاديميةالليبية - ديوان التعليم بنغازي

ملخص الدراسة :

تكمن أهمية الدراسة ومشكلتها في الأثر المباشر للزحف العمراني على استخدامات الأراضي بشكل عام والغطاء النباتي بشكل خاص نتيجة النمو غير الموجه والعشوائي غير المدروس للمباني على حساب الأحزمة والمناطق الخضراء حول مدينة بنغازي في ليبيا.

واستخدمت هذه الدراسة نموذج Land Change Modeler (LCM) من أجل تحليل التغير الذي حصل في عملية استخدامات الأراضي وخاصة المناطق المخصصة كأحزمة خضراء تحيط بالمدينة في مخططات الجيل الثاني والثالث , بينما تم استخدام نموذج CA–Markov من أجل التنبؤ بعملية التغيير المستقبلي لاستخدامات الأراضي بمنطقة الدراسة والتي تمثل المنهجية التي اتبعتها هذه الدراسة من أجل تحليل أثر الزحف العمراني على مناطق الغطاء النباتي الطبيعي والزراعي بالإضافة الى عمليات التنبؤ وتوقعات الزحف العمراني المستقبلي .

ولقد اعتمدت هذه الدراسة التطبيقية على توقعات الزحف العمراني المستقبلي لعام 2030 بناءً على معلومات الزحف العمراني للسنوات السابقة والحالية بهدف تحقيق رؤية مستقبلية دقيقة أمام صُناع القرار والمخططين في ليبيا لمواجهة هذه الظاهرة وذلك لمحاولة وضع القواعد والخطط لتحديد العمليات العشوائية للتمدد الأفقي الغير منتظم .

وفي هذه الدراسة أيضاً تم استخدام نموذج الاتومات الخلوي المدمج مع نموذج ماركوف وخريطة استخدامات الأراضي لعام 1990 وعام 2020 من أجل التنبؤ بخريطة استخدام الأراضي لعام 3030 والتي نوضح الزحف العمراني المستقبلي وأثره على باقي الاستخدامات في المدينة .

وستقوم هذه الدراسة بإنتاج خريطة استخدامات الأراضي المستقبلية مروراً ببعض خطوات البحث العلمي والمراحل التشغيلية داخل نموذج ماركوف في البداية من أجل إنتاج مصفوفة الاحتمال والخرائط داخل نموذج الاتومات الخلوي من أجل إنتاج خريطة استخدامات الأراضي المستقبلية لعام 3030 م .

Summary :

The importance of the study and its problem lies in the direct impact of urban sprawl on land uses in general and vegetation cover in particular as a result of the

undirected and random growth of buildings at the expense of the green belts and areas around the city of Benghazi in Libya.
This study used the Land Change Model (LCM) in order to analyze the change that occurred in the land use process, especially the areas designated as green belts surrounding the city in the second and third generation plans, while the CA-Markov model was used to predict the future process of land use change in the study area. Which represents the methodology followed by this study in order to analyze the impact of urban sprawl on areas of natural and agricultural vegetation, in addition to forecasting processes and expectations of future urban sprawl.
This applied study relied on the expectations of the future urban sprawl for the year 2030 based on the information of urban sprawl for the previous and current years in order to achieve an accurate future vision for decision makers and planners in Libya to confront this phenomenon in order to try to set rules and plans to define the random processes of irregular horizontal expansion.
Also in this study, the cellular automation model combined with the Markov model and the land use map for the years 1990 and 2020 were used to predict the land use map for the year 3030, which shows the future urban sprawl and its impact on the rest of the uses in the city.
This study will produce a map of future land uses through some steps of scientific research and operational stages within the Markov model at the beginning in order to produce a probability matrix and maps within the cellular automation model in order to produce a map of future land uses for the year 3030 AD

المقدمة :

يعد تقييم انماط الزحف العمراني الزمانية المكانية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد واحدة من اهم وابرز الطرق في الوقت الحاضر لدراسة اثر تغير استخدامات الاراضي على النظام البيئي المحيط بالمدن (Wang and Maduako 2018) و من اهم اسباب التغير في انماط الزحف العمراني هو الزيادة في السكان والنمو الاقتصادي ايضا (Alsharif and Pradhan 2014).

و من اهم البيانات المستعملة في هذا المجال هي صور الاقمار الصناعية المختلفة الدقة المكانية ولعل اهمها صور اللاند سات الصادرة من هيئة المساحة الجيولوجية الامريكية. العديد من الانواع الاخرى من صور الاقمار الصناعية قد استخدمت لتصنيف استخدامات الاراضي وايضا تحديد اتجاهات الزحف العمراني محليا واقليميا ودوليا من اهمها صور القمر الصناعي سبوت وصور القمر الصناعي كويك بيرد و صور القمر الصناعي وكأنوس وايضا الصور المستخدمة من برنامج

قوقل ارث بروفيشنال (Aithal, Vinay et al. 2014 , Halmy, Gessler et al. 2015 , Nampak, Pradhan et al. 2018()).

وفيهذه الدراسة سوف يتم التركيزعلى استخدام صور الاقمار الصناعية الامريكية مفتوحة المصدر (اللاند سات 5 واللاند سات 8) والتي تتراوح دقتها المكانية 30 متر والتي سوف تستخدم لتقييم انماط النمو العمراني لسنوات 1990-2000-2010-2020. كما استخدمت هذه الدراسة برنامج قوقل ارث من اجل التأكد ان تصنيف صور الاقمار الصناعية سوف يكون بدقة وموثوقية عالية. ايضا هذه الدراسة سوف تستخدم التصنيف تحت الاشراف داخل برنامج الارك ماب 10.3 من اجل تصنيف استخدامات الاراضي , ومن خلال تقنيات الاستشعار عن بعد وجدول ماركوف وباستخدام البيانات في السنوات السابقة ستحاول هذه الورقة العلمية التنبؤ بمستقبل الزحف العمراني في مدينة بنغازي وصولا الي عام 2030 م .

مشكلة الدراسة :

في ظل غياب مؤسسات الدولة عن العمل نتيجة الظروف التي مرت بها البلاد وللزيادة المستمرة في السكان , ظهر اتجاه جديد في نزوح السكان الى الضواحي ما نتج عنه عملية الزحف العمراني والبناء العشوائي علي الاراضي الزراعية والغطاء النبات الطبيعي في منطقة الدراسة بشكل متسارع وخاصة بعد عام 2011م .

والسؤال المطروح في هذه الدراسة هو ؟

- ما مدى خطورة الزحف العمراني داخل مدينة بنغازي على استخدامات الاراضي الاخرى ؟ وماهي الاثار المترتبة على الزحف العمراني في المستقبل ؟

- اهداف الدراسة :

1- تقييم الانماط الزمانية والمكانية للنمو العمراني بمدينة بنغازي في الفترة ما بين 1990 الي 2020 م .

2- التنبؤ المستقبلي بالاتجاهات المكانية والزمانية للنمو العمراني بمدينة بنغازي وتوقعات الزحف العمراني حتى عام 2030 م .

موقع منطقة الدراسة :

اولا : الموقع الجغرافي :

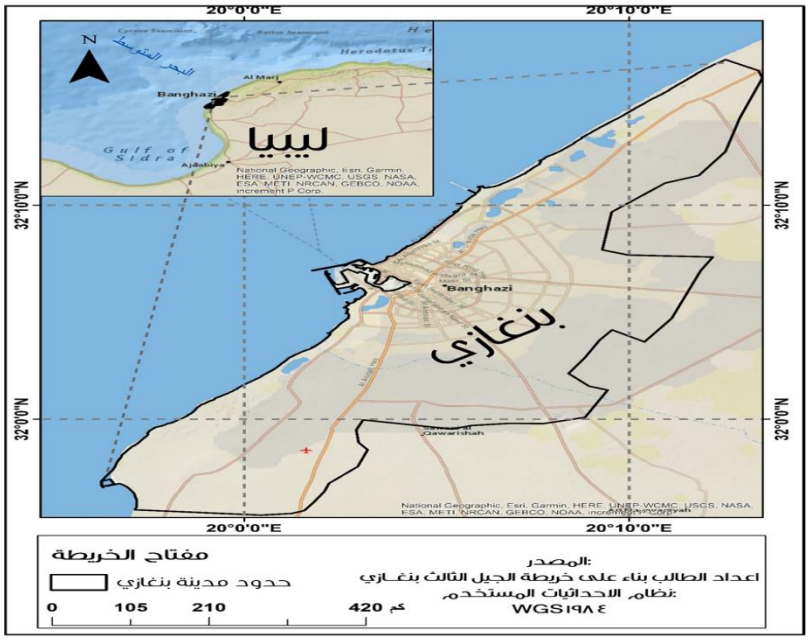
تقع مدينة بنغازي شمال شرق ليبيا و تطل على ساحل البحر المتوسط . و تحيط ببنغازي كلا من: توكره و قمينس والأبيار و سلوق ، و تتسم مدينة بنغازي بتخطيط شعاعي مركزه بحيرة بنغازي في وسط المدينة و الذي يعد أيضا مركزها التجاري و الإداري خلال العقود الماضية . (شكل 1)

- ثانيا : الموقع الفلكي :

تقع مدينة بنغازي على الساحل الجنوبي للبحر المتوسط في شمال شرقي ليبيا فيما بين دائرتي عرض 32,7- 32, 11شمالاً , وفيما بين خطي طول 20,4-20,6 شرقا , هذا وتتميز المدينة بنموها الاشعاعي علي شكل نصف دائرة مركزها يتمثل في بحيرة 23 يوليو الواقعة في وسط المدينة .., ويبلغ طول ساحل المدينة حوالي 18كم2 , كما تمتد من سيدي خليفة في الشمال الشرقي إلى قنفودة في الجنوب الغربي مع نمو محدود في ناحية الجنوب تضم منطقة بوعطني على امتداد طريق المطار , وتقدر مساحة المدينة الكلية بحوالي 24.021.5هكتار([1]).

شكل (1) الموقع الجغرافي والفلكي لمنطقة الدراسة

[1]مؤسسة دوكسيادس (1989ف) , اقليم بنغازي بلدية بنغازي التقرير النهائي للمخطط الشامل لحاضرة بنغازي , التقرير رقم ب . ن4,الجزء الثاني , 1989م, ص 5 .



المصدر : من عمل الباحثين استناداً الي مخططات الجيل الثالث بنغازي 1984م

منهجية الدراسة :

لابد لأي دراسة من منهج او اسلوب متبع في تحليل البيانات والمعلومات التي يتم الحصول عليها من الجانب النظري او الميداني وسيتم الاعتماد في هذه الدراسة على طريقتين هما على النحو الآتي

اولاً : المنهج الوصفي : وهذا المنهج يعتمد على :

1- مراجعة الكتب والدوريات والمقالات والرسائل العلمية والنشرات الرسمية والندوات التي تناولت منطقة الدراسة بشكل عام .

2- الاحصاءات الرسمية المعدة من قبل مصلحة الاحصاء , والهيئة القومية للبحث العلمي والهيئة الوطنية للمعلومات والتوثيق , والتعدادات السكانية الرسمية .

3- وكجزء من المنهج الوصفي سيتم الاعتماد على المنهج التاريخي والمنهج المقارن وذلك لتتبع وتطور ظاهرة الزحف العمراني على الاراضي الزراعية عبر الزمن .

ثانياً : المنهج التحليلي :

ان الباحث يستطيع ان يتأكد من صحة معلوماته ودقتها عن طريق العمل الميداني حيث ان العمل الميداني يعد من اهم خطوات البحث العلمي ويعتمد هذا الجانب على تحليل الصور الجوية لمنطقة الدراسة من خلال استخدام المنهج المقارن فمن خلاله ستتم المقارنة بين الصور الفضائية لمنطقة الدراسة منذ20 عاما , ومقارنة الظاهرة على فترات زمنية مختلفة في منطقة الدراسة بالإضافة الي استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية في رسم الخرائط والحصول على معلومات تساعد الباحث في تقييم التباين المكاني والاختلافات المكانية لظاهرة الدراسة .

الدراسات السابقة :

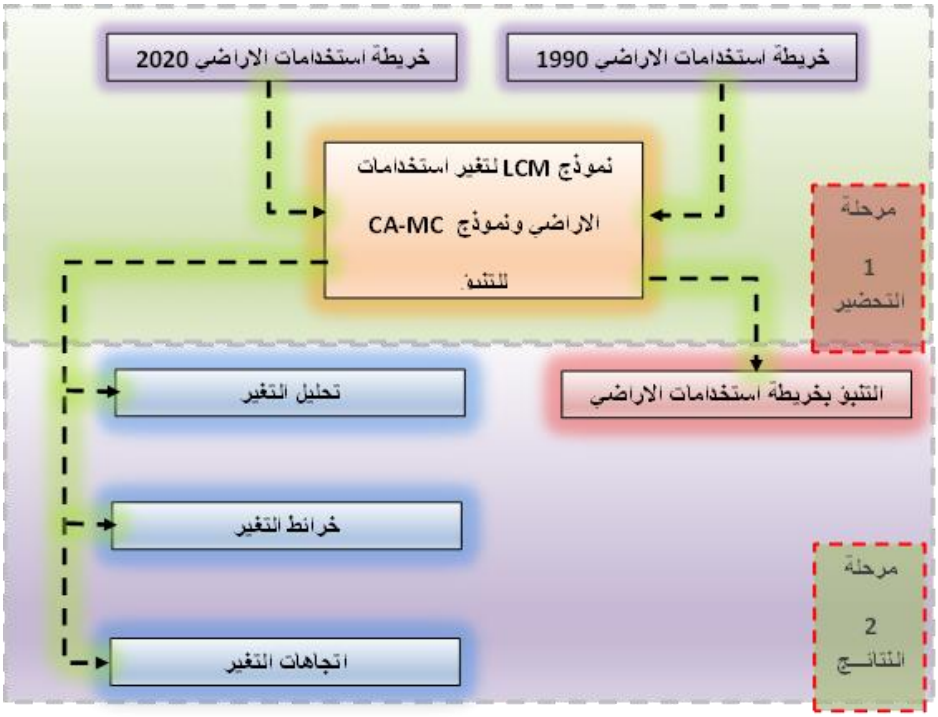
- **(كتانة 2009)** ," دراسة الزحف العمراني وأثره على البيئة والأراضي الزراعية في مدينتي رام الله والبيرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد "[2] ,و تناولت هذه الدراسة مناقشة ودراسة الزحف العمراني وأثره على البيئة والأراضي الزراعية في مدينتي رام الله والبيرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد , وقد اتبعت الدراسة المنهج التاريخي والوصفي الإيضاحي لوصف تاريخ المدينتين والعوامل التي ساعدت على الزحف العمراني على الاراضي الزراعية والرعوية , كما اعتمدت الدراسة أيضا على الصور الجوية لتفسير نمط التوسع واتجاهاته في المدينتين باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)و برامج الاستشعار عن بعد (ERDAS) لتحليل الصور التي ساعدت بالحصول على نتائج تعكس وضع المدينتين بصورة أقرب للواقع .
- **(عبد السيد 2018)** وهي دراسة بعنوان النمو الحضري في محافظة الشرقية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية , حيث كشفت هذه الدراسة النمو العمراني باستخدام التقنيات الحديثة والمتمثلة في الاستشعار عن بعد ومرئيات الاقمار الصناعية ونظم المعلومات الجغرافية عن الملامح العمرانية للمدن , حيث سلطت الضوء عن مقدار الاضافات العمرانية خلال مراحل النمو , ومن ابرز نتائج هذه الدراسة هي أن المدن تتمدد عمرانياً نتيجة العديد من القرارات الفردية والجماعية والحكومية .

- تمهيد :

اعتمدت هذه الدراسة نموذج Land Change Modeler (LCM) من اجل تحليل التغير الذي حصل في عملية التغير في استخدامات الاراضي وخاصة المناطق المخصصة كأحزمةخضراء حول مدينة بنغازي في مخططات الجيل الثاني والجيل الثالث , بينما استخدم نموذج CA– Markov من اجل التنبؤ بعملية التغير المستقبلي لاستخدامات الاراضي بمنطقة الدراسة كما في

الشكل رقم (2) الذي وضح المنهجية التي تم اتباعها في هذه الدراسة من اجل تحليل اثر الزحف العمراني على مناطق الغطاء الطبيعي و الزراعي وايضا التنبؤ بعملية الزحف العمراني المستقبلي.

شكل (2) خطوات العمل لبيان استخدامات الاراضي بمنطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحثين تخطيط الدراسة الميدانية التطبيقية .

اولاً - اثر الزحف العمراني على الاراضي الزراعية :

يوضح على الجدول رقم (1)أن لدينا مقدارمتزايدلأثار الزحف العمراني رقميا على مساحة الاراضي الزراعية بمنطقة الدراسة , حيث كانت مساحة الاراضي الزراعية وشبه الزراعية والمناطق الخضراءالمحيطة بالمدينة في عام 1990 حوالي 264 كم مربع ونلاحظ من خلال الجدول ايضاً تناقص مستمر للمناطق الخضراء خلال الاربعة عقود الماضية وتدرجها في الانخفاض بمنطقة الدراسة الي ان وصلت في عام 2020 , الي 116.9 كم مربع , اي يصل معدل التناقص وتراجع المناطق الخضراء الي النصف تقريباً خلال السنوات المذكورة , ويرجع السبب في ذلك الي تنامي وزيادة ظاهرة الزحف العمراني علي حساب هذه المناطق , وهو ما يعد مؤشراً خطيراً للعديد من المخاطر التي تترتب عليها هذه الظاهرة وتدهور البيئة الطبيعية وتلاشي الاحزمة الخضراء

والتكدس العمراني العشوائي الغير مخطط وغير المنتظم ما ساهم ذلك في تشوه البنية الحضرية والعمرانية للمدينة وظهور العديد من الاختناقات والمشاكل التي ترتبت على البناء العشوائي والزحف العمراني نتيجة التزيد المستمر لهذا الزحف كما هو واضح بالجدول (1) .

الجدول (1) اتجاهات الزحف العمراني بمنطقة الدراسة

	1990	2000	2010	2020
ارض زراعية وشبه زراعية	264	239.7	194.1	116.9
زحف عمراني	70.6	95.4	134.7	229.2
مسطحات مائية	14.2	5.3	2.3	1.99
اراضي رطبة وسبخيه	13	21.4	30.7	13.7

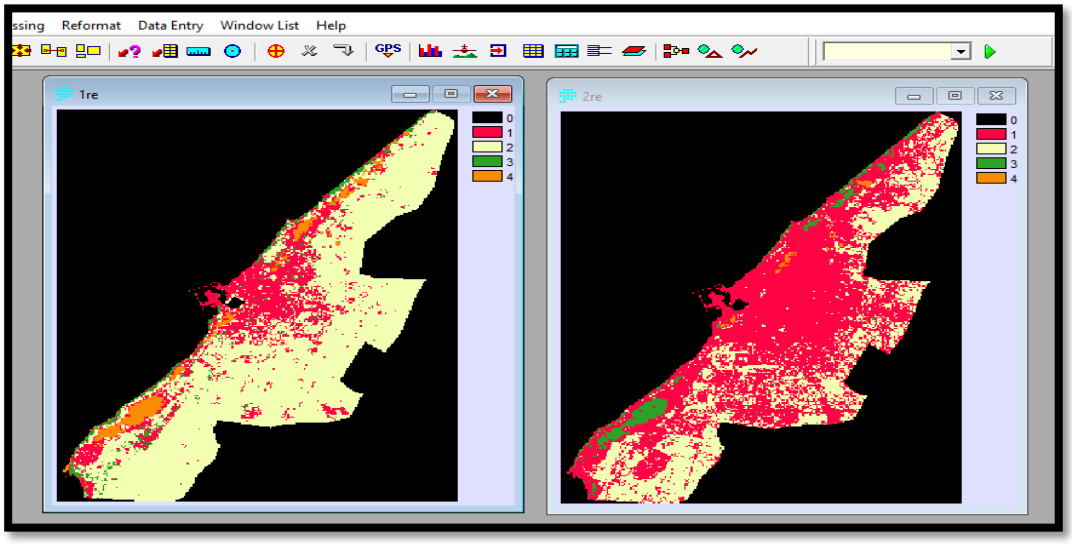
المصدر: من عمل الباحثين استنادا الي الدراسة الميدانية .

ومن هنا ولأهمية هذا النوع من الدراسات وجب في هذه الورقة العلمية استخدام اليات تقنية اخرى لمعرفة مقدار واتجاه التغير في مساحة الاراضي,والمناطق الخضراء بمنطقة الدراسة نتيجة الزحف العمراني ، لذا تم استخدام نموذج LCM ببرنامج الادريسي سيلفا من اجل تقييم ظاهرة تناقص الغطاء النباتي والاراضي المخصصة للزراعة بمنطقة الدراسة من عام 1990 الى 2020 وفقا للخطوات التالية التي تم اتباعها بالترتيب :

ثانياً : تصدير الخرائط الى برنامج الادريسي سيلفا :

تم تصدير خرائط استخدامات الاراضي التي تم انتاجها داخل برنامج الارك ماب 10.3 باستخدام صور الاقمار الصناعية اللاند سات الى برنامج الادريسي حيث تم اعادة تصنيفها داخل البرنامج وتهيئتها لا دخالها داخل النموذج.

الشكل (3) تصدير الخرائط من برنامج الارك ماب الى برنامج الادريسي .

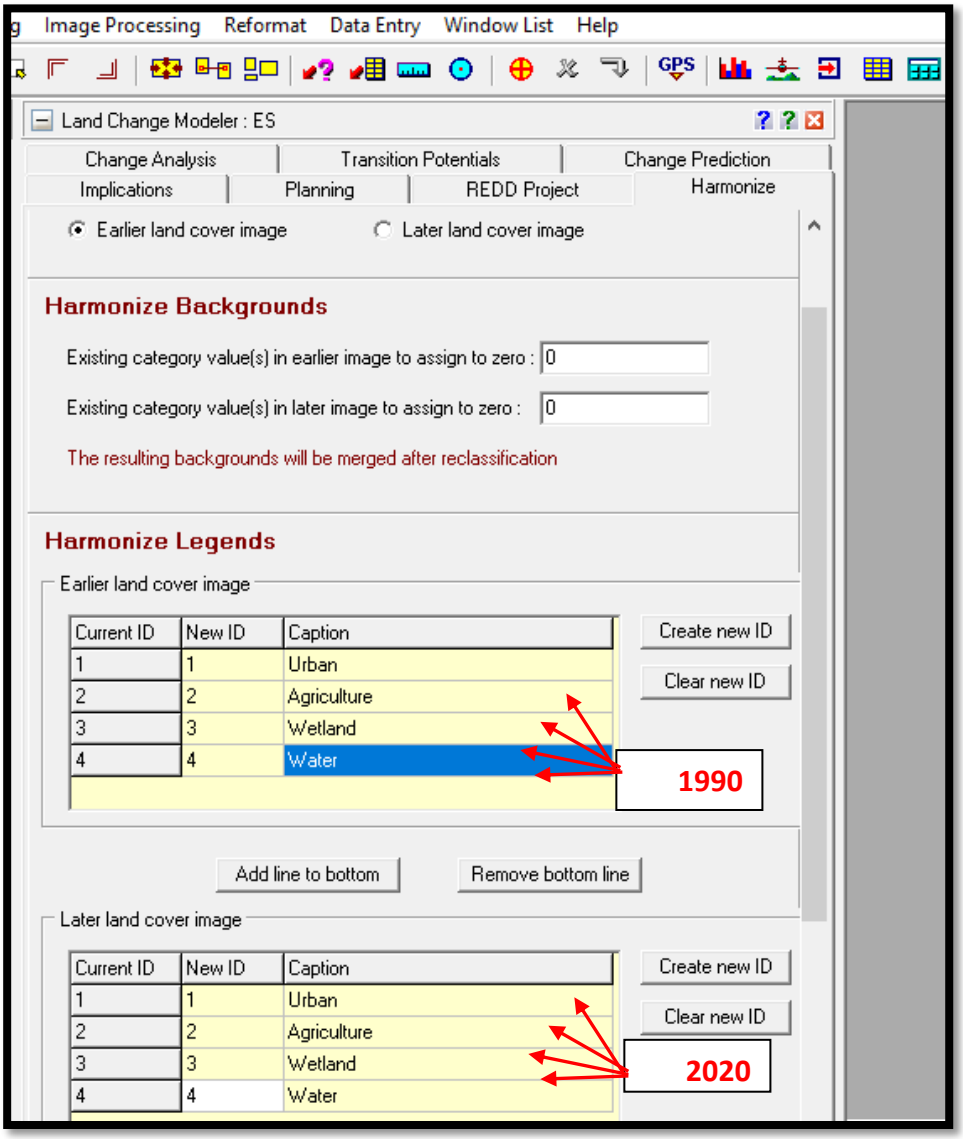


المصدر: من عمل الباحثيناستنادا صور الاقمار الصناعية و الي موقع USGS .

1- ادخال البيانات داخل نموذج LCM :

تم ادخال خرائط استخدامات الاراضي لعامي 1990 الاولى و عام 2020 اللاحقة وايضا تم اعداد مفتاحها بناء على اعدادات النموذج من اجل الحصول على النتائج اللازمة للتحليل كما هو مبين في الشكل رقم 3. حيث يتم ادخال فقط الخريطة الاولى القديمة واللاحقة الجديدة من اجل التحليل.

الشكل (4) يوضح كيفية ادخال الخرائط للنموذج واعداد مفتاحها.



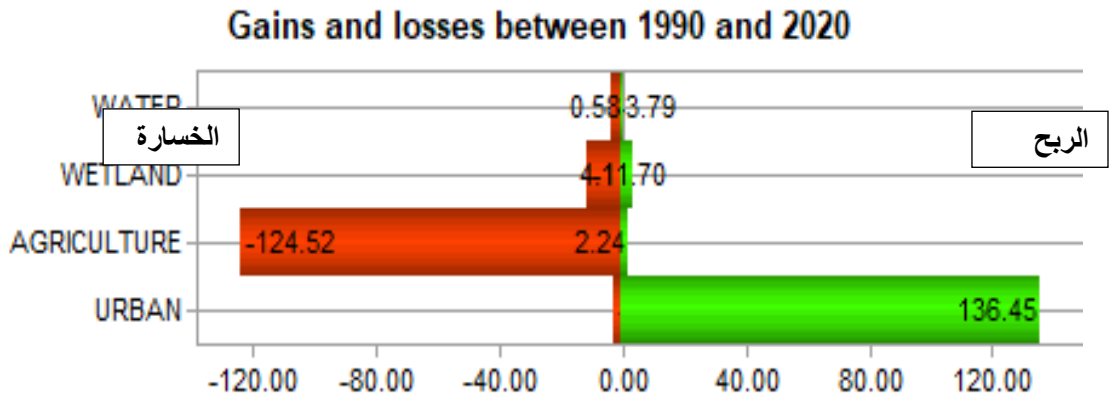
المصدر: من عمل الباحثيناستنادا الدراسة التطبيقية و صور الاقمار الصناعية و الي موقع USGS .

2- نتائج تحليل التغير :

باستخدام نموذج التغير ببرنامج الادريسي يبين تحليل التغير الربح و الخسارة للزحف العمراني مقابل الاستخدامات الاخرى للأراضي ومن بينها الاراضي الزراعية و اراضي الغطاء النباتي الطبيعي حيث يتضح من الشكل رقم (5) ان الاراضي المصنفة زراعية و اراضي الغطاء الطبيعي المحيطة بمدينة بنغازي هي اكثر المساحات تأثرا بالزحف العمراني ، حيث بلغت خسائر مدينة بنغازي من مساحة المناطق مصنفة زراعية حوالي 124 كم مربع من مجموع مساحة المدينة بينما بلغت مساحة الربح للزحف العمراني في الفترة ما بين 1990 الى 2020 حوالي 136 كم مربع وهذا يدل على مدى التأثير العميق للزحف العمراني على حساب المناطق الزراعية ومناطق الغطاء

النباتي الطبيعي المحيط بالمدينة مما يسبب في التأثير على الاستدامة البيئية للمدينة على المدى القصير والطويل.

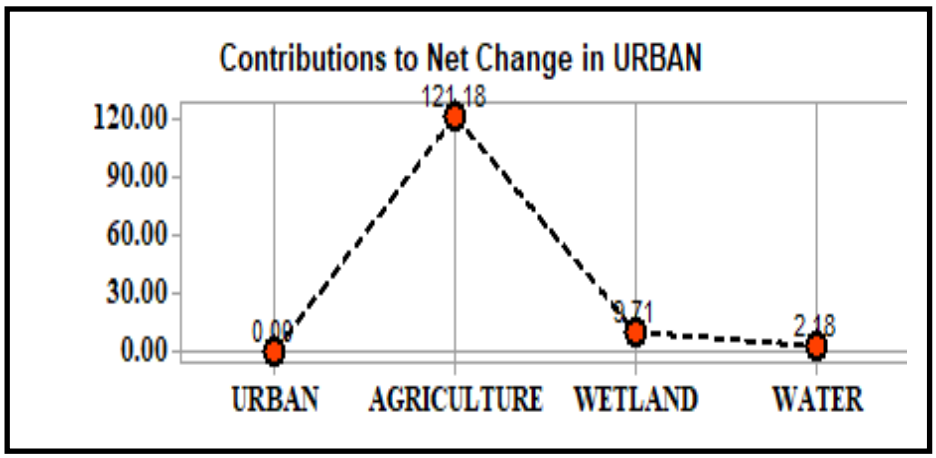
الشكل (5) الربح والخسارة للمساحات لاستخدامات الاراضي في الفترة 1990 الى 2020.



المصدر: خرائط التي تم انتاجها من واقع صور الاقمار الصناعية للسنوات المذكورة .

بينما يوضح الشكل رقم (6) مساهمة الزحف العمراني في تناقص باقي المساحات الاخرى بمنطقة الدراسة وبشكل دقيق من خلال مقارنة تغير الخلايا داخل الصور و ايضا من خلال التطور التاريخي لاستخدامات الاراضي في الفترة ما بين 1990 الى 2020 ومن خلال هذا التطور و هذا التغير يتضح ان اكبر مساهمة للزحف العمراني على باقي استخدامات تغير الاراضي حدثت في تناقص مساحة الاراضي الزراعية و الغطاء الطبيعي حيث بلغت مساهمة الزحف العمراني في تناقص مساحة الاراضي الزراعية حوالي 121.18 كم مربع بالتحديد على مدى فترة الدراسة بينما بلغ مقدار تناقص مساحات الاراضي الرطبة حوالي 71 كم مربع، كل هذا يدل على مقدار تأثير الزحف العمراني على النظام البيئي في منطقة الدراسة

الشكل (6) مساهمة الزحف العمراني في تناقص باقي مساحات استخدامات الاراضي بمنطقة الدراسة في الفترة ما بين 1990 الى 2020.



المصدر: من عمل الباحث استنادا الي البيانات الواردة بالدراسة خلال السنوات المذكورة .

مما سبق ومن خلال تتبع مراحل النمو العمراني خلال السنوات الماضية نلاحظ ارتفاع واضح لنسب ومعدلات الزحف العمراني على باقي الاستخدامات الاخرى وخاصة بعد عام 2011 فغياب تطبيق القوانين لفترات طويلة أدى الي تفاقم هذه الظاهرة والتي اصبحت اكثر شمولاً وتعقيداً نتيجة التعدي الواضح على المناطق والاحزمة الخضراء المحيطة بالمدينة والتي كانت اغلب استخداماتها كحدائق ومتنزهات عامة ترجع ملكيتها للدولة , فالسبب الرئيسي للزيادة المفرطة للزحف العمراني داخل وخارج المدينة هو غياب الاجهزة الرقابية والحكومية وعدم تفعيل القوانين الرادعة لمثل هذه التعديات .

3- خرائط التغير :

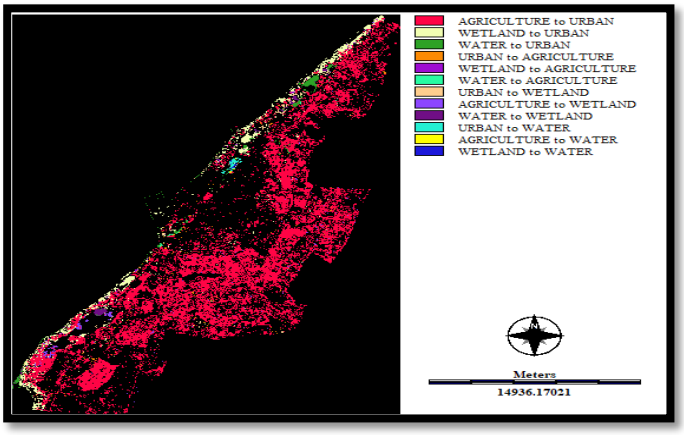
يمثل الشكل رقم (7) خريطة التغير الملحقة بجدولها والتي تبين الانتقال من كل نوع من استخدامات الاراضي الى الانواع الاخرى من الاستخداماتبمنطقة الدراسة في الفترة ما بين 1990 الى 2020. حيث يبين نموذج التغير في استخدامات الاراضي واداة الانتقال أن اكبر انتقال وتغير حدث خلال الفترة الزمنية ما بين عامي 1990 الى 2020 بمنطقةالدراسة ما بين الاستخدام الزراعي و الاستخدام الحضري حيث تبين النتائج الرقميةأن قيمة الانتقال كانت لصالح الزحف العمراني على حساب المناطق المصنفةكأراضي زراعية وأيضاً مصنفة كمناطق غطاء نباتي وأحزمة خضراء حول المدينة , حيث بلغ معدل الانتقال في مساحة الاراضي الزراعية الى اراضي حضرية بمساحة اجمالية بلغت 122 كم مربع , بينما توضح خريطة التغير ان اكبر انتقال حدث لصالح الزحف العمراني على حساب الاراضي الزراعية و شبه زراعية في كل الاتجاهات المحيطة بالمدينة.أماالمناطق الرطبة و التي تشمل السبخات ثاني اكبر انتقال لصالح الزحف العمراني والتي

بلغت مساحته 11 كم مربع وهو يعد مؤشراً خطيراً وقد يساهم الزحف العمراني في تدهور النظام البيئي بمنطقة الدراسة واختلال التوازن والتغير الحيوي نتيجة الزحف على هذه المناطق والتي تعد اكبر تجمع للحياة البرية والتنوع الحيوي , أضافة الي امكانية استغلال هذه المناطق كمحميات طبيعية ومنتجعات سياحية تساهم في التخفيف من ضغوطات تكدس العمران داخل منطقة الدراسة .

ومما لا شك ومن خلال ما سبق تبين ان للزحف العمراني الغير مخطط والعشوائي في مدينة بنغازي مخاطر عديدة ومؤشرات خطيرة في المستقبل على الوضع الحضري بمنطقة الدراسة اذا استمر الزحف العمراني بهذه الوتيرة المتسارعة والمتزايدة خلال السنوات المختلفة , ويجب وضع مثل هذه الدراسات التي تعتمد على التوقعات المستقبلية في حسبان المخططين وصُناع القرار في ليبيا بالإضافة الي دور الدولة في تفعيل المؤسسات التشريعية والرقابية وتطبيق ووضع قوانين صارمة تحد من الزيادة المستمرة للزحف العمراني الغير مخطط وخاصة على المناطق والاحزمة الخضراء المحيطة بجميع المدن الليبية بشكل ومنطقة الدراسة خاصة .

الشكل (7) عمليات التغيروالانتقاللاستخداماتالاراضي في 1990 الى 2020.

Category	Square Kilometers	Legend
1	122.7518000	AGRICULTURE to URBAN
2	11.0808000	WETLAND to URBAN
3	2.6154000	WATER to URBAN
4	1.5687000	URBAN to AGRICULTURE
5	0.5166000	WETLAND to AGRICULTURE
6	0.1575000	WATER to AGRICULTURE
7	1.3671000	URBAN to WETLAND
8	1.7280000	AGRICULTURE to WETLAND
9	1.0170000	WATER to WETLAND
10	0.4383000	URBAN to WATER
11	0.0441000	AGRICULTURE to WATER
12	0.1017000	WETLAND to WATER



المصدر : من عمل الباحثين استنادا الي الدراسة الميدانية وصور الاقمار الصناعية .

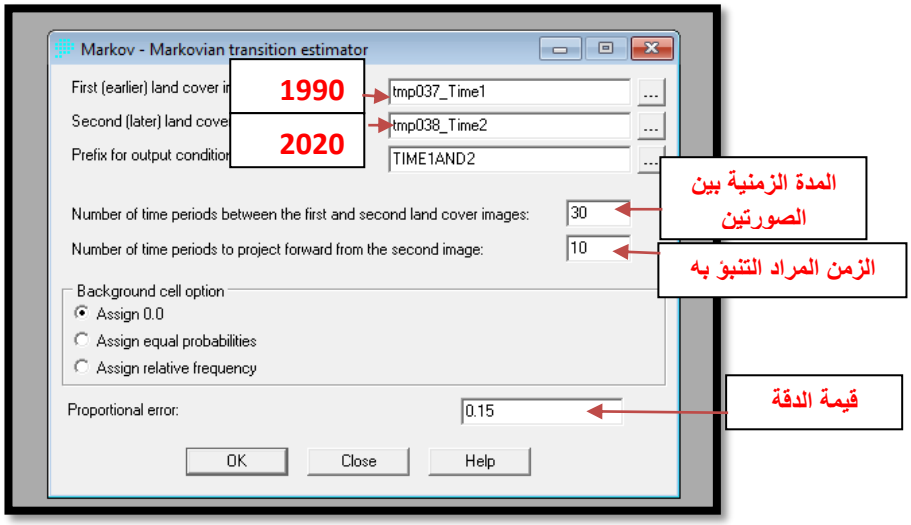
ثالثاً : التنبؤ بالزحف العمراني المستقبلي :

في هذه الورقة العلمية التطبيقية تم التنبؤ المستقبلي بالزحف العمراني المستقبلي لعام 2030 حيث توفر مثل هذه الدراسات التي تبنى على التنبؤ والتوقعات المستقبلية للزحف العمراني وذلك استناداً الي معلومات الزحف العمراني السابقة و الحالية والتي تعد ذات أهمية كبيرة لأنها تقدم رؤية مستقبلية دقيقة امام المخططين وصناع القرار في المستقبل للزحف العمراني وتبين مدى خطورة هذه الظاهرة والإشارة اليها اذا استمرت بنفس النسق الذي هو عليه سابقا و حاليا وبناء عليها يمكن وضع الخطط المستقبلية لوقف العمليات العشوائية للتمدد الافقي للنمو العمراني الغير منتظم , وفي هذه الدراسة أيضاً تم استخدام نموذج الاتومات الخلوي المدمج مع نموذج ماركوف وايضا خريطة استخدامات الاراضي لعام 1990 وايضا لعام 2020 من اجل التنبؤ بخريطة استخدام الاراضي لعام 2030 والتي سوف تبين الزحف العمراني المستقبلي واثره على باقي استخدامات الاراضي , ومما لا شك فيه أن انتاج خريطة استخدامات الخرائط المستقبلية مر ببعض المراحل التشغيلية داخل نموذج ماركوف في البداية من اجل انتاج مصفوفة الانتقال و خرائط الاحتمالية ومن ثم ادخال مصفوفة الاحتمال وخرائط التوقعات داخل نموذج الاتومات الخلوي من اجل انتاح خريطة استخدامات الاراضي المستقبلية لعام 2030.

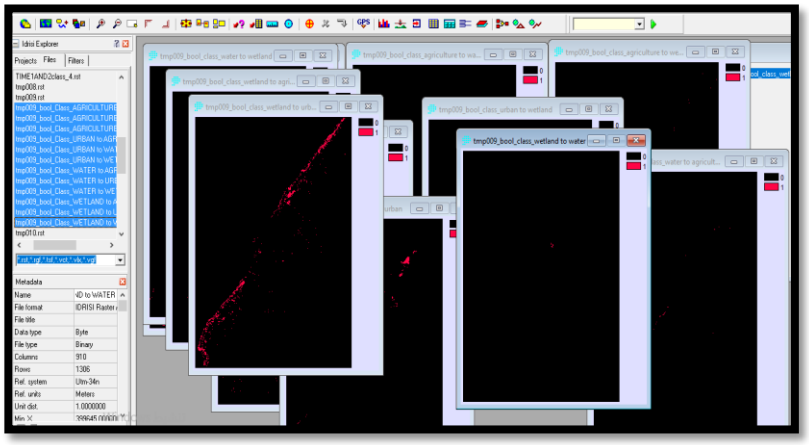
1-. انتاج مصفوفة الانتقال وخرائط الاحتمالية داخل نموذج ماركوف :

في هذه المرحلة تم ادخال الخريطة الاولى لعام 1990 و الخريطة اللاحقة لعام 2020 من داخل نموذج ماركوف من اجل انتاج مصفوفة الانتقال لكل استخدام اراضي واحتمالية انتقاله للاستخدامات الاخرى بناء على انتقال الخلايا داخل كل صورة. ومن ثم يتم انتاج خريطة الاحتمالية لماركوف والتي تبين احتمالية انتقال الخلايا لكل صورة الى الاستخدامات الجديدة لعام 2030 كما هو مبين في الشكل رقم (8) والذي وضح عملية ادخال الصور وايضا المتغيرات داخل نموذج ماركوف حيث تمثل المتغيرات المدة الزمنية بين الصورة الاولى و الثانية وهي 30 عام وايضا المدة الزمنية التي نريد التنبؤ بها وهي 10 سنوات قادمة وتمثل عام 2030 وايضا دقة التنبؤ والتي تمثل اقل شيء 85%.

الشكل (8) صندوق المدخلات و المتغيرات في نموذج ماركوف.



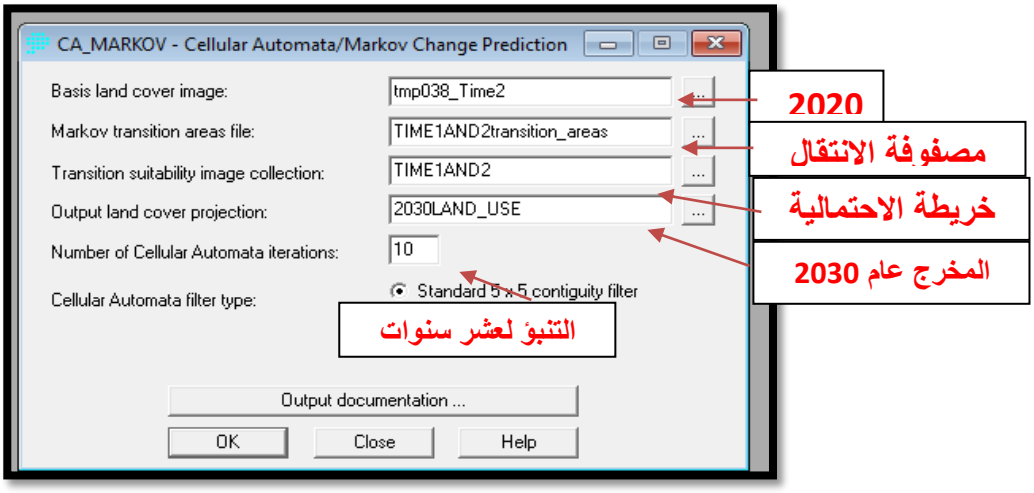
الشكل (9) انتاج خرائط احتمالية الانتقال لاستخدام الاراضي باستخدام نموذج ماركوف.



2-ادخال متغيرات التنبؤ المستقبلي داخل نموذج الاتومات الخلوي :

في هذه المرحلة يتم ادخال الخريطة الاساس والتي تعتبر خريطة الانطلاق للتنبؤ المستقبلي للعشر سنوات القادمة وهنا خريطة استخدامات الاراضي لعام 2020 سوف تكون خريطة الاساس لأننا سوف نتنبأ أو نتوقع استخدامات الاراضي للعشر سنوات المقبلة وحتى عام 2030 ومن ثم كانت خريطة 2020 هي الخريطة الملائمة للعمل، كما تم استخدام مصفوفة الانتقال وخرائط الاحتمالية التي تم انتاجها سابقا داخل صندوق العمل لنموذج ماركوف كما هو موضح في الشكل (10) .

الشكل (10) صندوق المدخلات و المتغيرات في نموذج الاتومات الخلوي.

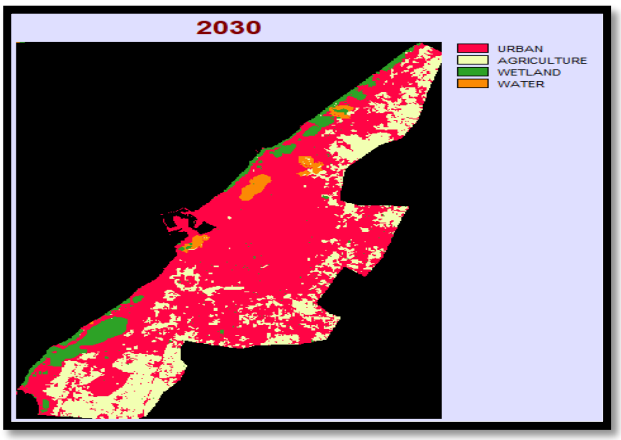


المصدر: من عمل الباحثين استناداً الي الدراسة التطبيقية

3- نتائج التنبؤ المستقبلي باستخدام نموذج ماركوف الخلوي :

من خلال عملية التنبؤ تم انتاج خريطة استخدامات الاراضي لعام 2030 لمدينة بنغازي كما في الشكل رقم (11) داخل بيئة برنامج الادريسي وبما ان برنامج الادريسي غير مثالي في عملية اخراج الخرائط فتم نقل الخريطة المنتجة الى برنامج الارك ماب 10.3 من اجل اخراجها من جديد وحساب المساحات داخل بيئة البرنامج لمعرفة مقدار التغيرات المستقبلية لاستخدامات الاراضي ولقياس مقدار نمو الزحف العمراني بالمدينة ومدى تأثيره المستقبلي المتوقع على باقي استخدامات الاراضي خاصة الاستخدامات الزراعية وشبه الزراعية وباقي المسطحات الخضراء داخل وحول المدينة.

الشكل (11) انتاج الخريطة لعام 2030 لاستخدامات الاراضي داخل بيئة برنامج الادريسي.



المصدر : من عمل الباحثين استناداً الي برنامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

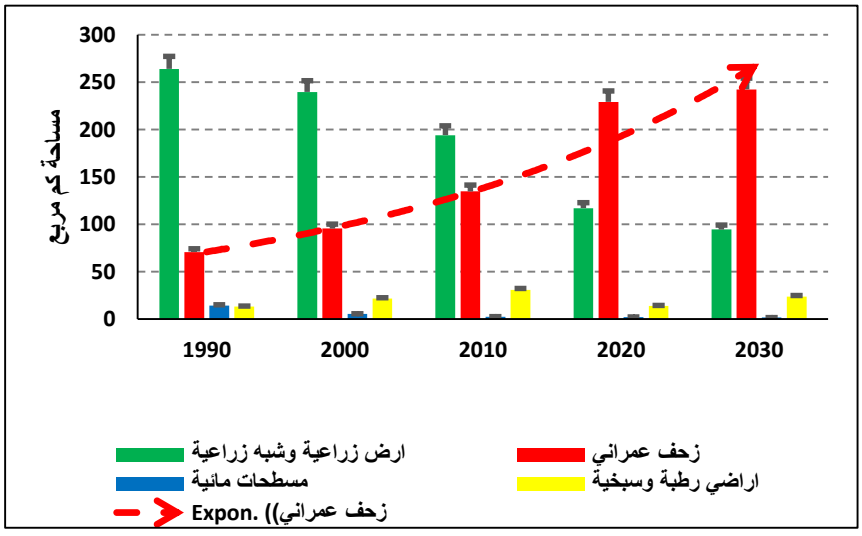
الجدول رقم (2) والشكل رقم (11) يوضحان ان الزحف العمراني سوف يزداد بنفس النسق السابق وسوف يبلغ عام 2030 ما مساحته 242.3 كم مربع بينما الاراضي الزراعية وشبه الزراعية والمسطحات الخضراء حول وداخل المدينة سوف تزداد مساحتها بالتناقص وبنفس النسق وسوف تقل مساحتها الى 94.4 كم مربع في عام 2030 ، هذه النتائج تدق ناقوس الخطر بان النظام البيئي حول مدينة بنغازي في انهيار مستمر مالم يتم وضع سياسات استراتيجية وبيئة التي من شانها المحافظة على الاستدامة البيئية حول وداخل المدينة. بينما الشكل (12) يوضح زيادة الزحف العمراني لسنة 2030 واتجاهات هذا الزحف بناء على الاتجاهات المكانية، وتناقص الاراضي المخصصة للمناطق الزراعية من عام 1990 الى 2030.

الجدول (2) تغير استخدامات الاراضي بناء على نتائج التنبؤ لعام 2030.

	1990	2000	2010	2020	2030
ارض زراعية وشبه زراعية	264	239.7	194.1	116.9	-94.4
زحف عمراني	70.6	95.4	134.7	229.2	+242.3
مسطحات مائية	14.2	5.3	2.3	1.99	-1.4
اراضي رطبة وسبخية	13	21.4	30.7	13.7	+23.4

المصدر: من عمل الباحثين استناداً الي الدراسة الميدانية .

الشكل (12) تغير استخدامات الاراضي بناء على نتائج التنبؤ لعام 2030.

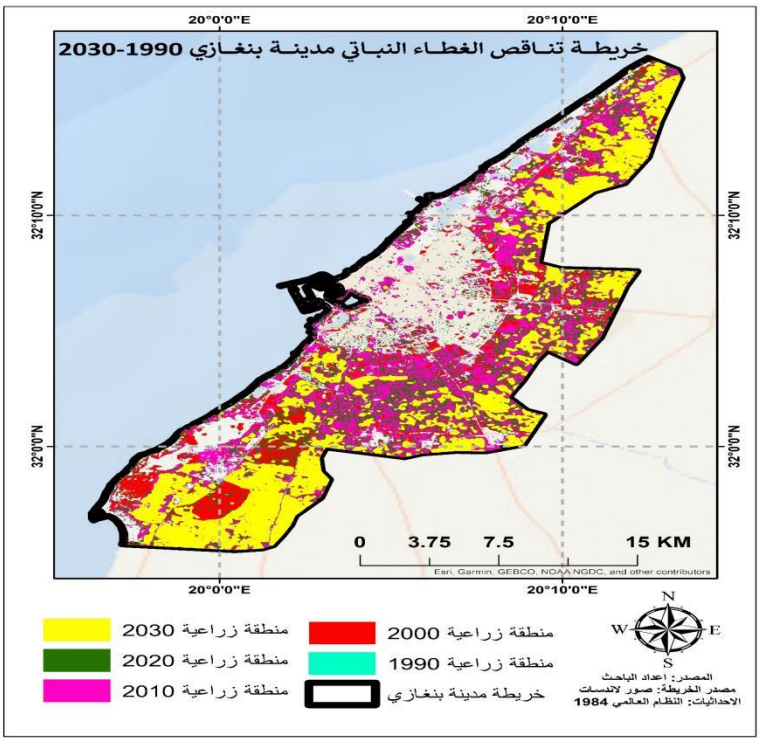


المصدر : من عمل الباحثين بالاعتماد على الدراسة التطبيقية والجدول (2)

ومن خلال ماسبق تبين من خلال النتائج النهائية لهذه الدراسة التطبيقية أن الزيادة العمرانية المضطردة في السنوات القليلة الماضية تعكس الصورة المستقبلية لمدينة بنغازي فقد بلغت اعلى مستوياتها من سنة الاساس 2020 وحتى عام التوقعات الذي اعتمدته هذه الورقة العلمية 3030

فمن خلال جدول التوقعات تبين أن الزحف العمراني سيصل الي مستويات خطرة تصل الي الاضرار بالبيئة الطبيعية واختفاء تام وتلاشي للمناطق الخضراء والاحزمة حول المدينة بالإضافة الي الازدحام والاكتظاظللمباني العشوائية والغير مخططه قد يتسبب في مشاكل تخطيطية معقدة يصعب علاجها في المستقبل وقد تكلف الاجهزة المختصة بالتخطيط العمراني المستقبلي خسائر كبيرة جدا من جميع الجوانب الاجتماعية والبيئية والتخطيطية والاقتصادية , وفي حال المعالجة تكون ذات تكاليف باهضه من الناحية المالية للدولة .

الشكل (13) خريطة اتجاهات الزحف العمراني مدينة بنغازي 2030.



بشكل عام يمكن القول ان الزحف العمراني في مدينة بنغازي ابتداء من عام 1990 الى عام 2020 قد نما و استمر بشكل كبير وعشوائي و غير منتظم في جميع الاتجاهات المكانية ما عدا جهة الساحل لأنها تمثل عائق طبيعي وهو البحر. ولكن بشكل عام تمثل مناطق القوارشة و الهواري و ابوعطني والكويفية و قنفودة مناطق تمدد وتوسع وزحف عمراني كبير بالرغم ان هذه المناطق في اغلبها مناطق زراعية وشبه زراعية ولكن كما ذكرنا سابقا ان رخص الاراضي فيها مقارنة بأسعار الاراضي داخل مخطط المدينة المعتمد وايضا المساحات الواسعة المتاحة للسكن وقربها من مركز المدينة جعلها قبلة كبيرة للسكان الراغبين في اقتناء اراضي سكنية بناء منزل للعائلة مستقل و بعيد عن ضوضاء وزحمة المدينة.

كل هذه الاسباب جعلت الزحف العمراني الغير مخطط له يكتسح الاراضي الزراعية و المناطق الخضراء المحيطة بالمدينة مما ادى الى تناقص مساحاتها وادى الى تناقص الحزام الاخضر المحيط بالمدينة و المعتمد من قبل مصلحة التخطيط العمراني في مخططات الجيل الثاني والجيل الثالث بالمدينة.

الخاتمة :

في هذه الدراسة تم استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد من اجل مراقبة الزحف العمراني السابق والحالي وتقييمه وتقييم اثره على استخدامات الاراضي غير الحضرية مثل الاستخدام الزراعي و شبه الزراعي و غيرها من الاستخدامات التي لها علاقة بالنظام البيئي بمنطقة الدراسة حيث اثبتت هذه التقنيات قيمتها الفنية و التقنية في عمليات النمذجة والمراقبة والمحاكاة باستخدام صور الاقمار الصناعية و الخرائط الطبوغرافية و خرائط استخدامات الاراضي والتي من شانها ان توفر الوقت و الجهد و التكلفة في الدراسات البحثية و الفنية في المجال البيئي و الجغرافي مع تقديم نتائج ذات جودة عالية.

النتائج :

استخلصت هذه الدراسة اهم النتائج التالية:

1. . اثبتت الدراسة ان الزحف العمراني في منطقة الدراسة قد ازداد بشكل كبير خلال الفترة ما بين 1990 الى 2020 وبشكل عشوائي وغير منتظم.

2. من اهم اسباب الزحف العمراني في منطقة الدراسة هو النمو السكاني و الاقتصادي الكبيرين التي تعيشه المدينة في السنوات الاخيرة.

3. كما اثبتت الدراسة ان الزحف العمراني الذي تشهده مدينة بنغازي بناء على تحليل الاتجاهات المكانية ان التوسع يميل الى مناطق جنوب غرب وجنوب شرق وشرق المدينة في مناطق الهواري و القوارشة و قنفودة و ابوعطني و الكويفية.

4. كما اثبتت الدراسة ان الزحف العمراني في مدينة بنغازي في الفترة ما بين 1990 الى 2020 قد ادى الى تناقص الغطاء النباتي الطبيعي حول المدينة وايضا المساحات المخصصة للاستخدام الزراعي حول المدينة.

5. كما بينت الدراسة من خلال المحاكاة المكانية التي استخدم بها نموذج التغير في الاراضي LCM ان الانتقال الاكبر الذي حصل في منطقة الدراسة خلال الفترة مابين 1990 الى 2020

كان الانتقال من الاستخدام الزراعي الى الاستخدام العمراني مما يثبت فرضية الدراسة التي تقول ان الزحف العمراني له اثر كبير في تناقص المساحات المخصصة للأراضي الزراعية و اراضي الغطاء النباتي.

6. ومن أبرز النتائج ايضا ومن خلال استخدام نموذج ماركوف ونموذج ماركوف الخلوي المدمج تبين ان الزحف العمراني في المستقبل في عام 2030 سوف يزداد وسوف تكون وتيرة توسعه عالية جداً وسيستمر الضغط على الاراضي والأحزمة الخضراء حول المدينة .

7. كما اثبت النموذج ان استمرار تأثير الزحف العمراني على الغطاء النباتي و الاراضي الزراعية وسف يستمر في المستقبل ويزداد بشكل خطير جداً في عام 2030.

التوصيات :

هذه الدراسة توصي بما يلي:

1.توصي الدراسة باستخدام تقنيات الجيومكانية مثل تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد وتقنيات التموضع المكاني والاجهزة المساحية الحديثة في الدراسات البيئية والجغرافية و في مؤسسات الدولة لما لهذه التقنيات من اهمية على صعيد الجودة العالية في المخرجات و الدقة العالية في النتائج وايضا توفر التكلفة والوقت و الجهد في عملية تنفيذ المشاريع المختلفة.

2.ضورة حماية مناطق الغطاء النباتي الطبيعي و ايضا المناطق المخصصة للاستخدام الزراعي حول المدينة والمهددة بالجرف و البناء العشوائي مما يهدد الاستدامة البيئية والنظام البيئي بالمدينة.

3. التأكيد على وضع قوانين صارمة في عملية تنظيم التمدد العمراني بالمدينة وايضا وضع اليات لمراقبة التوسع العشوائي داخل الاراضي الزراعية.

4.كما توصي هذه الدراسة صناع القرار و المخططين و المؤسسات الحكومية ذات العلاقة بالتخطيط الحضري و النمو العمراني و المرافق و السلامة البيئية بوضع استراتيجيات عامة وخطط طويلة وقصيرة الامد لحلحلة مشكلة الزحف العمراني غير المنتظم و العشوائي.

5.ضرورة تفعيل الجهات الرقابية مثل الشرطة الزراعية في حماية الحيازات الزراعية من التقسيم و البناء العشوائي لغرض بناء مساكن غير مرخص بها داخل المناطق الزراعية المخصصة داخل مخططات الدولة سواء كانت مخططات الجيل الثاني او الجيل الثالث.

6.كما توصي هذهالورقة العلمية بزيادة الدراسات البحثية في هذا المجال من اجل وضع خطط مستقبلية مستدامة في مجال التخطيط الحضري و النمو العمراني تشمل المدينة بشكل الخاص وعموم البلاد بشكل عام.

7. التأكيد على تبني مؤسسات الدولة النماذج المستدامة الحديثة في النمو و التخطيط العمراني مثل النموذج المدن و النموذج الاخضر و النموذج الايكولوجي و نماذج المدن الذكية و غيرها من النماذج الحديثة في مجال تخطيط المدن.

- **قائمة المراجع :**
- **اولا المراجع العربية :**

1. مؤسسة دوكسيادس (1989ف) , اقليم بنغازي بلدية بنغازي التقرير النهائي للمخطط الشامل لحاضرة بنغازي , التقرير رقم ب . ن4,الجزء الثاني , 1989م .
2. محمد نوري ابوهدرة , زينب محمد حركات , دراسة تطبيقية لمكونات الغطاء النباتي وملاحظته عن الاثر البيئي بوادي غدو بمنطقة سهل الجفارة في ليبيا , الاستاذ العدد 8 ربيع 2015.
3. محمد تيسير أحمد كتانة , دراسة الزحف العمراني وأثره على البيئة والاراضي الزراعية في مدينتي (رام الله والبيرة) باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد , رسالة ماجستير , جامعة بيرزيت , فلسطين , كانون الاول 2009.
4. مختار عشري محمد ,احمد محمد جعودة , ورقة مشاركة بعنوان " قياس تدهور الغطاء النباتي وأثره علي ارتفاع درجات الحرارة بمنطقة سهل بنغازي , جامعة بنغازي كلية التربية , جامعة عمر المختار كلية التربية , 2016.

ثانيا المراجع الاجنبية :

1. Aburas, M. M., Y. M. Ho, M. F. Ramli and Z. H. Ash'aari (2016). "The simulation and prediction of spatio-temporal urban growth trends using cellular automata models: A review." International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation **52**: 380-389.
2. Aithal, B. H., S. Vinay and T. Ramachandra (2014). Landscape dynamics modeling through integrated Markov, Fuzzy-AHP and

cellular automata. Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2014 IEEE International, IEEE.

3. Alsharif, A. A. and B. Pradhan" .(2014) Urban sprawl analysis of Tripoli Metropolitan city (Libya) using remote sensing data and multivariate logistic regression model." Journal of the Indian Society of Remote Sensing**42**(1): 149-163.
4. Anderson, J. R. (1976). A land use and land cover classification system for use with remote sensor data, US Government Printing Office.
5. Campbell, J. (2015). Remote Sensing Analysis in an ArcMap Environment by Tammy Parece. Retrieved June/July, 2018.
6. Halmy, M. W. A., P. E. Gessler, J. A. Hicke and B. B. Salem (2015). "Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA." Applied Geography**63**: 101-112.
7. Nampak, H., B. Pradhan, H. Mojaddadi Rizeei and H. J. Park (2018). "Assessment of land cover andland use change impact on soil loss in a tropical catchment by using multitemporal SPOT-5 satellite images and R evised U niversal Soil L oss E quation model." Land Degradation & Development**29**(10): 3440-3455.
8. Ramachandra, T., H. Bharath and M. Sowmyashree (2013). "Analysis Of Spatial Patterns Of Urbanisation Using Geoinformatics And Spatial Metrics." Theoretical and Empirical Researches in Urban Management**8**(4): 5-24.
9. Wang, J. and I. N. Maduako (2018). "Spatio-temporal urban growth dynamics of Lagos Metropolitan Region of Nigeria based on Hybrid methods for LULC modeling and prediction." European Journal of Remote Sensing**51**(1): 251-265.

10. Al-sharif, A. A., B. Pradhan, H. Z. M. Shafri and S. Mansor (2014). Quantitative analysis of urban sprawl in Tripoli using Pearson's Chi-Square statistics and urban expansion intensity index. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing.

11. Alsharif, A. A. and B. Pradhan (2014). "Urban sprawl analysis of Tripoli Metropolitan city (Libya) using remote sensing data and multivariate logistic regression model." Journal of the Indian Society of Remote Sensing **42**(1): 149-163.