مجـلـة الـتــربـوي Journal of Educational	معامل التأثير العربي 2.23 لسنة 2025 العدد 28 ــ يناير 2026

مجلة التربوي

مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الخمس

جامعة المرقب

العدد الثامن والعشرون (28)

يناير 2026م

هيئة التحرير

د.علي سالم ابشيش	رئيس هيئة التحرير
د.سالم حسين المدهون	عضو هيئة التحرير
د.آمنة منصور هندر	عضو هيئة التحرير
د.عطية رمضان الكيلاني	عضو هيئة التحرير
د.إسماعيل ميلاد اشميلة	عضو هيئة التحرير
أ.سعاد معمر بالحاج	عضو هيئة التحرير

- المجلة ترحب بما يرد عليها من أبحاث وعلى استعداد لنشرها بعد التحكيم .
- المجلة تحترم كل الاحترام آراء المحكمين وتعمل بمقتضاها .
- كافة الآراء والأفكار المنشورة تعبر عن آراء أصحابها ولا تتحمل المجلة تبعاتها .
- يتحمل الباحث مسؤولية الأمانة العلمية وهو المسؤول عما ينشر له .
- البحوث المقدمة للنشر لا ترد لأصحابها نشرت أو لم تنشر .

(جميع الحقوق محفوظة لكلية التربية الخمس – جامعة المرقب)

مجلة التربوي
Journal of Educational
معامل التأثير العربي 2.23 لسنة 2025
العدد 28 – يناير 2026

ضوابط النشر:

يشترط في البحوث العلمية المقدمة للنشر أن يراعى فيها ما يأتي :

- أصول البحث العلمي وقواعده .
- ألا تكون المادة العلمية قد سبق نشرها أو كانت جزءا من رسالة علمية .
- يرفق بالبحث تزكية لغوية وفق أنموذج معد .
- تعدل البحوث المقبولة وتصحح وفق ما يراه المحكمون .
- التزام الباحث بالضوابط التي وضعتها المجلة من عدد الصفحات ، ونوع الخط ورقمه ، والفترات الزمنية الممنوحة للتعديل ، وما يستجد من ضوابط تضعها المجلة مستقبلا .

تنبيهات :

- للمجلة الحق في تعديل البحث أو طلب تعديله أو رفضه .
- يخضع البحث في النشر لأولويات المجلة وسياستها .
- البحوث المنشورة تعبر عن وجهة نظر أصحابها ، ولا تعبر عن وجهة نظر المجلة .

Publication Guidelines:

Research papers submitted for publication must adhere to the following:

- The principles and rules of scientific research.
- The material must not have been previously published or be part of an academic thesis.
- The research must be accompanied by a linguistic endorsement according to a prepared template.
- Accepted research will be edited and corrected according to the reviewers' opinions.
- The researcher must comply with the journal's guidelines regarding the number of pages, font type and size, time periods granted for modifications, and any future guidelines established by the journal.

Notices:

- The journal reserves the right to edit the research, request modifications, or reject it.
- The publication of research is subject to the journal's priorities and policies.
- Published research reflects the views of the authors and does not represent the views of the journal.

مجـلـة الـتــربـوي
Journal of Educational
معامل التأثير العربي 2.23 لسنة 2025
العدد 28 ــ يناير 2026

رصد النمو العمراني والتنبؤ بتغيراته المستقبلية بالمنطقة المحيطة لآثار لبدة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

هناء عبد الحفيظ القعو[1] ، رجعة سعيد محمد الجنقاوي[2]
قسم الجغرافيا - كلية الآداب الخمس - جامعة المرقب [2،1]
bnjmtly@gmail.com [1]
rajalj2010@gmail.com [2]

الملخص

كشفت الدراسة التي أُجريت من قبل الباحثتين و التي اعتمدت على تحليل صور الأقمار الصناعية ومؤشر الاختلاف الحضري (NDBI) للفترة من 1990 إلى 2025، عن توسع عمراني ملحوظ في المناطق المحيطة بالموقع الأثري بلبدة، خاصة من الجهات الغربية والشرقية، ويُعزي هذا التوسع جزئيًا إلى الزيادة السكانية والضغط العمراني، مما يهدد و بشكل مباشر سلامة الموقع الأثري ويقلل من قيمته الثقافية، توصي الدراسة بضرورة وضع خطط شاملة لإدارة المناطق المحيطة بالموقع الأثري، بما في ذلك تقييد التوسع العمراني، وإنشاء مناطق عازلة، وتوعية المجتمع بأهمية الحفاظ على التراث الثقافي، إضافة إلى التنبؤ بالعمران المستقبلي لمنطقة الدراسة باستخدام التقنيات الحديثة في إعداد نموذج ثلاثي الأبعاد لمناطق الملائمة المكانية.

الكلمات المفتاحية : النمو العمراني، الزحف العمراني، المواقع الأثرية، لبدة الكبرى، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، النمذجة ثلاثية الأبعاد، التخطيط العمراني، المناطق العازلة.

Abstract

The study conducted by the two researchers, which relied on satellite image analysis and the Urban Difference Index (NDBI) for the period from 1990 to 2025, revealed a significant urban expansion in the areas surrounding the archaeological site of Leptis Magna, especially from the western and eastern sides. This expansion is partly attributed to population growth and urban pressure, which directly threatens the safety of the archaeological site and reduces its cultural value. The study recommends the necessity of developing comprehensive plans for managing the areas surrounding the archaeological site, including restricting urban expansion, creating buffer zones, raising community awareness of the importance of preserving cultural heritage, in addition to predicting the future urbanization of the study area using modern technologies in preparing a three-dimensional model of spatial suitability zones.

Keywords: Urban Growth, Urban Sprawl, Archaeological Sites, Leptis Magna, Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing, Normalized Difference Built-up Index (NDBI), 3D Modeling, Urban Planning, Buffer Zones

مقدمة

تُعد المواقع الأثرية في ليبيا، وخاصة في منطقة الخمس، كنوزًا حضارية تساهم في تنشيط السياحة وتوليد الدخل القومي. ومع ذلك، فهي تواجه تهديدات جسيمة تتطلب من الدولة اتخاذ إجراءات حازمة لحمايتها والحفاظ عليها للأجيال القادمة. تركز الجغرافيا الحضرية على دراسة نمو المدن وتوسعها، وهو موضوع حيوي لفهم التغيرات التي تشهدها المدن نتيجة الزيادة السكانية والأنشطة البشرية. يهدف هذا النوع من الدراسات إلى تحديد أسباب وعواقب هذا النمو، وتأثيره على استخدام الأراضي والموارد الطبيعية .يشير النمو العمراني الحضري إلى الزيادة في مساحة المناطق المبنية وعدد السكان في المدن. ويرتبط هذا النمو ارتباطًا وثيقًا بالزيادة السكانية، حيث يدفع الطلب المتزايد على المساكن والخدمات إلى التوسع العمراني .غالبًا ما يتسبب النمو العمراني في الضغط على الأراضي الزراعية والمناطق الطبيعية، مما يؤدي إلى تدهور البيئة وتأثير سلبي على التراث الثقافي، بما في ذلك المواقع الأثرية. فالأراضي الصالحة للبناء تجذب النمو العمراني، مما يؤدي إلى زحف العمران نحو هذه المناطق وتقليص المساحات الخضراء.

تُولي ليبيا أهمية كبيرة للمواقع السياحية، وخاصة الأثرية، الموجودة بها، إيمانًا منها بدورها في تنمية الدخل القومي والحفاظ على الموروث الحضاري .وتُعتبر منطقة الخمس من أغنى مناطق ليبيا بالمعالم الأثرية، وتسعى الدولة جاهدة لحمايتها من خلال القوانين والتشريعات.

تُعد هذه الدراسة استكمالًا لدراسة سابقة بعنوان أخطار ومحددات المنطقة الأثرية لبدة الكبرى بمنطقة الخمس، والتي تناولت الأخطار المحدقة داخل الموقع الأثري لها والحرم المحيط به. ودراسة إثر النمو الحضري على المناطق السياحية الأثرية باستخدام مؤشر الغطاء الحضري لبدة نموذجاً اما هذه الدراسة جاءت لحساب معدلات النمو الكلية والسنوية للنمو العمراني في المناطق خارج المنطقة الأثرية بهدف الكشف عن اتجاهات تطور العمران خارج الموقع السياحي والحرم المحيط به حتى عام 2025.

لتحقيق هدف الدراسة استُخدمت تقنيات **الجيوماتكس**، مثل نظام المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، لتحليل صور الأقمار الصناعية والكشف عن التغيرات في الكتلة العمرانية فضلا عن عمليات الرفع المساحي. تُعد هذه التقنيات موثوقة في تحليل البيانات المكانية وتحديد أنماط استخدامات الأراضي-Mashagbah) .. 2022)

أهداف الدراسة:

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو الوقوف على النمو العمراني للمدينة والتوقع المستقبلي لانتشاره و استخدام النمذجة ثلاثية الابعاد في تمثيل مجمع حضري وإظهار أهميتها وقدرتها على محاكاة الواقع, بالإضافة الى إنشاء قاعدة بيانات للظاهرات الجغرافية الممثلة للعناصر الأساسية للعمران (الطرق، الحدائق، أعمدة الانارة، المباني السكنية والخدمية وغيرها من البنى التحتية فضلا عن إظهار طبوغرافية الأرض التي يتوقع النمو العمراني عليها) وذلك من خلال برمجة مجموعة من قواعد التوليد العمراني، بحيث يمكن إعادة استخدام هذه القواعد في نمذجة العمران والاعتماد عليها من قبل مستخدمين آخرين بما يتناسب مع الحالة الخاصة بهم, والمقصد هنا هو معرفة إمكانيات أنظمة GIS المختلفة خاصة ثلاثية الابعاد وذلك انطلاقا من مجموعة من

البيانات المتوفرة بالشكل المتعارف عليها 2D والمخزنة في قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase)[1]. كما يوجد عدد من الأهداف الأخرى مثل:

1- **فهم طبيعة النمو العمراني:**

- **تحديد أنماط النمو** :التعرف على كيفية توسع المناطق الحضرية المحيطة بالمواقع السياحية، سواء كان ذلك بشكل خطي، دائري، أو غير منتظم.

- **تحليل معدلات النمو** :قياس سرعة التوسع العمراني وتحديد العوامل التي تؤثر في تسارع أو تباطؤ هذا النمو.

- **توقع اتجاهات النمو المستقبلية** :بناءً على البيانات التاريخية والاتجاهات الحالية، يمكن وضع تصورات لنمو المدن في المستقبل.

2- تطوير استراتيجيات للتخطيط العمراني المستدام:

- **وضع سياسات تخطيطية فعالة** : بناءً على فهم طبيعة النمو العمراني وتأثيراته، يمكن وضع سياسات تخطيطية تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة في المناطق السياحية.

- **إدارة استخدامات الأراضي** :تحديد استخدامات الأراضي المناسبة حول المناطق السياحية، مع مراعاة الحفاظ على البيئة وحماية المواقع التراثية.

- **الحفاظ على التراث الثقافي والطبيعي** :يجب أن يراعي التخطيط العمراني حماية التراث الثقافي والطبيعي للمناطق السياحية، والحفاظ على هويتها المميزة.

مشكلة الدراسة:

تُركز هذه الدراسة على مشكلة رئيسية، وهي حماية المناطق السياحية الأثرية من التوسع العمراني المتزايد . فنمو الكتلة الحضرية يُمثل تهديدًا خطيرًا لهذه المناطق، ما لم يتم اتخاذ الإجراءات اللازمة لذا، تسعى الدراسة للإجابة عن السؤال **التالي**: كيف تغيرت الكتلة العمرانية المحيطة بالمنطقة الأثرية لبدة بين عامي (1900 و 2025).

[1] حنان كمال درويش, فادي عز الدين شعبان (2017) النمذجة ثلاثية الابعاد للمدن في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام ESRI City Engine, مجلة جامعة البعث – المجلد (39) العدد (11), سوريا ص 84

أهمية الدراسة:

1- تعتبر هذه الورقة البحثية ضرورية لفهم التهديدات التي تواجه المنطقة الأثرية لبدة، وعلى رأسها التوسع العمراني الناتج عن النمو السكاني، ومن خلال مقارنة بيانات الكتلة العمرانية بين عامي (2025/1990)، سيتم تحليل اتجاهات النمو العمراني وتأثيرها على المنطقة الأثرية ستساهم هذه النتائج في الحفاظ على الموروث الثقافي وتوجيه صانعي القرار لاتخاذ الإجراءات المناسبة.

2- تطبيق تقنيات الحديثة (الجيوماتكس) في توضيح اتجاهات الزحف والنمو العمراني بمدينة الخمس وأثرها على المنطقة الأثرية.

3- أهمية المناطق التاريخية والدينية والاثرية بمنطقة الدراسة وطرق المحافظة عليها من الزحف العمراني.

4- **الدراسات السابقة:**

بالتأكيد، هناك العديد من الدراسات التي تناولت أثر النمو العمراني الحضري على المناطق الأثرية، سواء على المستوى المحلي أو الإقليمي، بعض هذه الدراسات تركز على تأثير النمو العمراني بشكل عام، بينما يركز البعض الآخر على تأثيره على المناطق الأثرية بشكل خاص.

1- دراسة الحماد، زينب حبيب (2011)، دراسة التوسع العمراني لمدينة القطيف واتجاهاته:1960م-2010م باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في هذه الدراسة تم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد لتحديد ورصد التوسع العمراني لمدينة القطيف اعتمادا على الصور الجوية والمستمدة من القمر الصناعي لاند سات وسبوت.

2- دراسة الشيخ، آمال (2012)، بعنوان التحليل المكاني للمواقع الأثرية والسياحية في المدينة المنورة باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية .(GIS) تناولت هذه الدراسة تطبيق منهجية التحليل المكاني للمواقع الأثرية والسياحية في المدينة المنورة، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، عن طريق أدوات التحليل المكاني المتوفرة داخل بيئة برمجيات نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS Spatial Analyst، التي تتميز بقدرتها على تحليل البيانات المكانية المرتبطة بقاعدة بيانات وصفية؛ من أجل التعرف على خصائص المكان.

3- دراسة الحداد, عبدالسلام سالم (2018) محددات الزحف العمراني على المناطق الأثرية في إقليم الجبل الأخضر ليبيا, تتناول هذه الدراسة مشكلة الزحف العمراني على المناطق الأثرية في إقليم الجبل الأخضر في ليبيا، وتقدم تحليلاً لأسباب وعوامل هذا الزحف وتأثيراته على التراث الثقافي

4- دراسة الهليع, أمراجع محمد على (2017), الزحف العمراني على المنطقة الأثرية في مدينة شحات, هدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر الزحف والتوسع العمراني سواءً ما تم تخطيطه أو العشوائي على حساب المواقع الأثرية بمنطقة شحات، هذا في ظل النمو السكاني المرتفع، وضعف الإدارة المحلية، اعتمدت الدراسة في منهجيتها على المزج بين أكثر من منهج بحثي منها المنهج التاريخي والوصفي، وكذلك المنهج التحليلي الذي تم الاعتماد عليه، في تحليل البيانات التي تم جمعها من الدراسة الميدانية

بالإضافة الى البيانات التي تم الحصول عليها من خلال استمارة الاستبيان. وتشير الدراسة الى أن تلك المعالم بمنطقة الدراسة قد تعرضت للتدمير نتيجة الزحف العمراني عليها، يرجع الامتداد العمراني على المنطقة الأثرية لعدة أسباب ساهمت في ذلك منها: الديموغرافية والاقتصادية والسياسية والقانونية، وتبين أن هناك استمرارية في تطور الزحف العمراني على المنطقة الأثرية، وقد تفاقم ذلك الزحف خلال السنوات الستة الأخيرة بعد ثورة السابع عشر من فبراير هذا الأمر أدى إلى انتهاء المساحة الأثرية خلال فترة مبكرة إذ لم توضع حلول لتلك المشكلة.

5- دراسة أبو حمزة, على عطية (2024), والتي جاءت بعنوان أثر النمو الحضري على المناطق السياحية الاثرية باستخدام مؤشر الطاء الحضري، إذ هدف البحث الى كشف التوسع العمراني الحضري للمناطق المحيطة بالمواقع السياحية وتقدير مساحة العمران المتاخم للموقع الاثري.

6- **دراسة أشرف عبده, ونرمين شكري (2024)** تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي حتى عام 2022م، من خلال دمج الشبكات العصبية الاصطناعية مع نظم المعلومات الجغرافية، وتم بها رصد النمو العمراني في النصف قرن الأخير، وذلك من خلال استخلاص الكتلة العمرانية من نواتج تصنيف صور المرئيات الفضائية، كما نتج عن الدراسة انشاء نموذج هيكلي لتقييم الملائمة المكانية للتنمية العمرانية باستخدام النمذجة الجيومكانية للنمو العمراني المستقبلي اعتمادا على اختيار وتحديد 11 متغير في بناء النموذج.

منهجية الدراسة:

اعتمدت الباحثة على استخدام بعض المناهج التي من شأنها تقديم البحث بصورة جيدة، حيث تم استخدام واعتماد **المنهج النظري التحليلي**، والذي يعمل على استقراء النمو العمراني للمدينة من خلال مجموعة من المؤشرات التقييمية، ومحاولة استنتاج آليات النمو العمراني من خلال واقع الأحداث التي مرت بها منطقة الدراسة، وما يتعلق بها من معطيات عكست صورة النمو العمراني في الفترات التاريخية المختلفة، بالإضافة إلى **المنهج التاريخي**، وذلك في تحليل النمو والتطور العمراني لمنطقة الدراسة عبر الفترات الزمنية التي حددتها الباحثة للدراسة, كما تم استخدام **المنهج الاستقرائي** عند تحليل معطيات النمو العمراني من حيث الشكل، والنسيج الحضري، والعمليات الأيكولوجية, هذا فضلاً عن استخدام **منهج تحليل النظم** من خلال تحديد وتطبيق تقييم الملاءمة المكانية، واقتراح أفضل الأماكن للتنمية العمرانية المستقبلية لمنطقة الدراسة، وبناء نموذج ثلاثي الأبعاد لمنطقة التنمية العمرانية المستقبلية.

وللوصول إلى أهداف الدراسة فقد اعتمدت الباحثة على منهجية تقوم على دمج وتكامل أنظمة الجيوماتكس (GIS, RS, Surveying System) أولاً الاعتماد على المرئيات الفضائية لكشف حيز الكتلة العمرانية للمدينة المنورة في فترات زمنية، واستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في تحليل ومعالجة صور الأقمار الصناعية؛ للوقوف على النمو العمراني بأسس منهجية تتمثل فيما يلي.

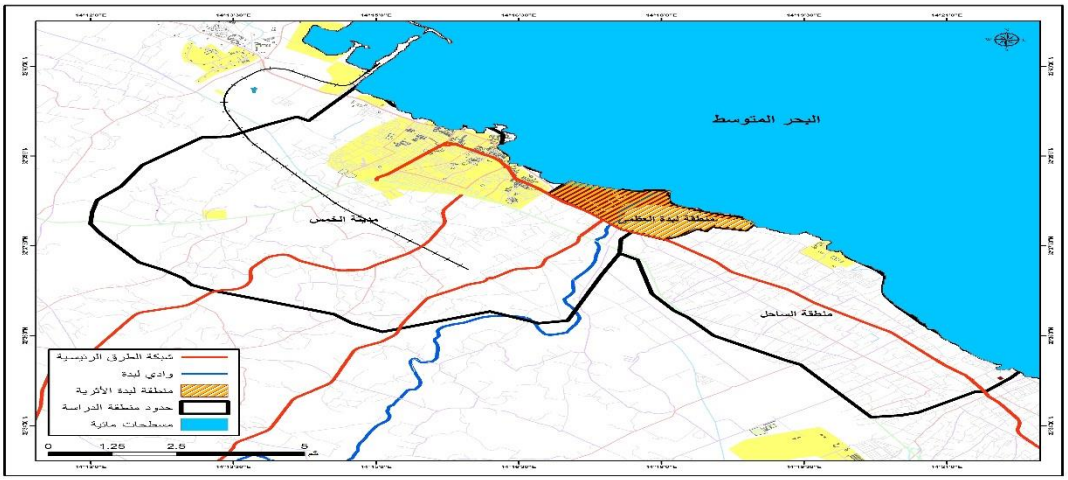
- **المنهجية البحثية للدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:** والتي اعتمدت على استخدام برامج GIS للوقوف على بيانات النمو العمراني، وتحويلها من صيغة Raster إلى Vector ببناء قواعد

بيانات جغرافية، والاستفادة من استنباط المساحات العمرانية بنفس الفترات التي استخدمت بها الصور الفضائية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات النظم لعمل نماذج ثلاثية الأبعاد تساعد على فهم وتصور الوضع المستقبلي للعمران بناءً على عدد من الخطوات وهي: (تحديد الهدف من بناء قواعد بيانات جغرافية, تجميع وإدخال البيانات، تخزين ومعالجة البيانات، تحليل وإخراج البيانات، الإخراج الكارتوجرافي، إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد باستخدام CITY ENGINE).

- **المنهجية البحثية باستخدام الرفع المساحي:** للمناطق التي تنبأ بها للنمو العمراني، وإنشاء Asbilt مساحي لتحويله فيما بعد لنموذج ثلاثي الأبعاد يحاكي الواقع الطبيعي لمنطقة الدراسة.

موقع منطقة الدراسة:

تقع مدينة لبدة الأثرية أو لبدة الكبرى باللاتينية (Leptis Magna) :في مدينة الخمس الليبية، وتعتبر واحدة من أهم المدن الأثرية في منطقة البحر الأبيض المتوسط. تأسست في القرن السابع قبل الميلاد على يد الفينيقيين، وازدهرت في عهد الإمبراطورية الرومانية، حيث أصبحت مركزاً تجارياً وثقافياً هاماً. تبعد غربا من طرابلس حولي 120 كم يحدها شرقا محلة سيدي خليفة وغربا محلتي البلدية وبن حجا اما جنوبا يحدها الطريق الساحلي, جاءت فلكيا بين خطي طول 14 15 الى 15 19 شرقا ودائرتي عرض 32 36 الى 32 38 شمالا وتبلغ مساحتها تقريبا (8985هكتار).



شكل رقم (1) الموقع والعلاقات المكانية لمنطقة الدراسة عام 2025

تضم المنطقة العديد من المعالم الأثرية الهامة، مثل **المسرح الروماني :**يعتبر من أكبر المسارح الرومانية في أفريقيا، وكان يتسع لحوالي 15,000 متفرج. **الحمامات الرومانية :**تشتهر لبدة بحماماتها الرومانية الضخمة والمزخرفة بشكل جميل، والتي تعكس تطور الهندسة المعمارية في تلك الفترة. **قوس سبتيموس سيفيروس :** يعتبر من أبرز المعالم الأثرية في المدينة، وقد تم بناؤه في القرن الثالث الميلادي تكريماً للإمبراطور الروماني

سبتيموس سيفيروس. **المنتدى الروماني :**كان مركز الحياة السياسية والاجتماعية في المدينة، ويضم العديد من المباني الهامة مثل مجلس الشيوخ والمعبد الرئيسي. **الميناء القديم :**لعب دوراً هاماً في التجارة البحرية، وكان يعتبر من أهم الموانئ في شمال أفريقيا. **صورة رقم (1) المعالم الأثرية بمنطقة لبدة عام 2025**

استخدم في هذه الدراسة عدد من المناهج، والتي من أهمها المنهج الوصفي؛ وذلك لدراسة النمو العمراني ومدى التغير الذي حصل فيها, والمنهج التحليلي لتحليل صور المرئيات الفضائية, فضلا عن استخدام المنهج التاريخي لتتبع التغير الحضري للفترة الزمنية (1990/ 2025), تمثلت مصادر البيانات بشكل أساسي في المرئيات الفضائية من Earth Explorer يوضحها الجدول رقم (1).

جدول رقم (1) خصائص المجالات الطيفية للقمر الصناعي Landsat ETM+

رقم المجال الطيفي	مدى المجال الطيفي	الدقة المكانية (متر)	متوسط قيمة الإشعاع الشمسي
الأزرق TM1	0.5-0.45	30	1970
الاخضر TM2	0.6-0.52	30	1842
الأحمر TM3	0.69-0.63	30	1547
تحت الأحمر القريب TM4	0.9-0.75	30	1044
تحت الأحمر المتوسط TM5	1.7-1.5	30	225.7
الحراري TM6	12.5-10.4	60	-
تحت الاحمر البعيد TM7	2.35-2.08	30	82.06
البنكروماتك TM8	0.9-0.52	15	1369

المصدر: أعداد الباحثتان بالاعتماد على البيانات المتوفرة على الموقع

www.landsathandbook.gsfc.nasa.gov

جدول رقم (2) بيانات مرئيات الأقمار الصناعية لاندسات (5- 8) المستخدمة بالبحث

العدد	المرئية الفضائية	المحس	الدقة المكانية	ID	Path	Row
1	لاندسات 5 1990/6/1	TM	30m	LT05_L1TP_188037_19900601	188	37

2	لاندسات 7 2000/6/1	TM+	15m	LT05_L1TP_188037_20000601	188	37
3	لاندسات 8 2010/6/1	OLI	15m	LT05_L1TP_188037_20100601	188	37
4	لاندسات 8 2020/6/1	OLI	15m	LT05_L1TP_188037_20200601	188	37
5	لاندسات 9 2025/1/1	OLI	15m	LT05_L1TP_188037_20250101	188	37

المصدر/ المساح الجيولوجي الأمريكي (https://earthexplorer.usgs.gov/)

❖ **خطوات تنفيذ المؤشر عمليا على أنظمة المعلومات الجغرافية**

أولا : - تنزيل المرئية الفضائية عن طريق شبكة الانترنت وهنا تم تنزيل مرئية فضائية عن طريق موقع USGS بجميع باندات المرئية مع ضرورة فتح ملف METADATA المرفق معها لمعرفة خصائص كل باند والاطوال الموجية واطياف كل باند داخل المرئية الفضائية.

ثانيا:- نضع المرئية داخل برنامج ARC GIS ، حيث يمكن تقدير مساحة الكتلة العمرانية أو حسابها باستخدام نطاقات لاند سات 5 - 6 BAND, فانه يتطلب ببساطة تطبيق مجموعة من المعادلات من خلال بعض الأدوات وبالتالي حساب مساحة الكتلة الحضرية عن طريق (NDBI).

NDBI=(SWIR-NIR)/(SWIR+NIR)

تم معالجة هذا القانون داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية ببرنامج ARC MAP باستخدام Map Algebra, وكما ذكرنا سابقا لإكمال العمليات والتحليلات لابد من استخراج المعلومات من ملف المرئية الذي يأتي معها بامتداد MTL.txt ولابد من فتحه على برنامج Noted, وقد تم استخدام مرئيات لاندسات 6 / 9 للفترة الزمنية المدروسة, ويظهر الحضري داخل هذه المرئيات داخل نطاق باند 6 و 5 للمرئية لاند سات.

أولا: مراحل النمو العمراني لمنطقة لبدة وما يحيطها بالفترة (1990/ 2025)

جاءت دراسة تطور النمو العمراني لمنطقة الدراسة بالفترة ما بين عامي (1990 حتى عام 2025) بفترة بلغت 35 عاما، حيث شهدت هذه الحقبة الزمنية تغيرات في مظاهر العمران للمنطقة خاصة بعد فترة الثورة الليبية عام 2011 وما تلاها من احداث، من ثم الاستقرار المؤقت في بعض مناطق الدولة والاتجاه إلى إعادة التعمير مرة أخرى. فكما يشير الجدول رقم (3). حيث تم الاعتماد على صور المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة شكل رقم (2).

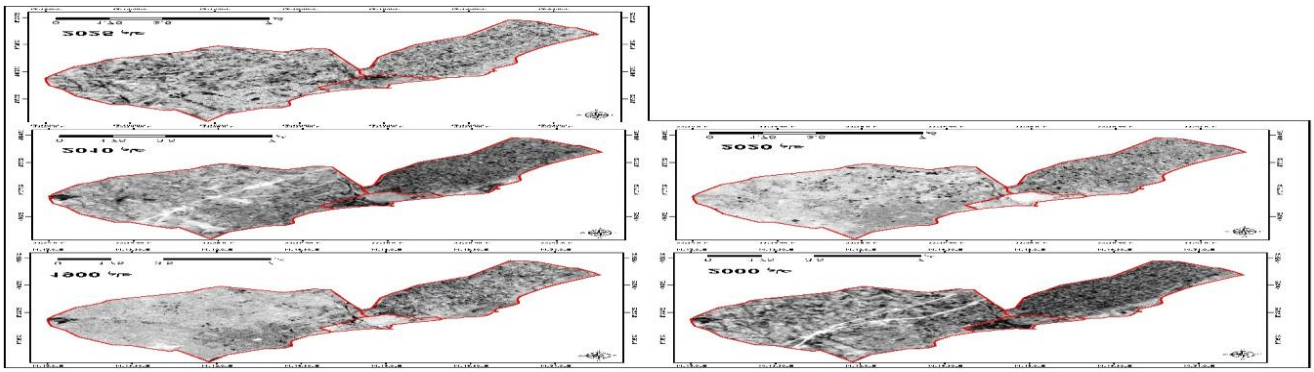
جدل رقم (3) مراحل النمو العمراني لمنطقة لبدة بالفترة الزمنية (1990/ 2025)

سنة	مساحة		معدل الإضافة العمرانية		معدل النمو
	متر مربع	هكتار	الكلي	السنوي	%
1990	1608952	161			
2000	4457011	446	285	28	17.7
2010	13968184	1397	951	95	21.3
2020	21369656	2137	740	74	5.3
2025	24382829	2438	301	60	2.8
الفترة الاجمالية			2277	51	31.5

المصدر/ عمل الباحثتان اعتمادا على المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة سنوات مختلفة.

الفترة الزمنية الأولى بين عامي (1990/ 2000).

تعد هذه المرحلة والتي تمتد على مدار 10 سنوات من المراحل الهامة للتطور العمراني بالمنطقة, فقد بدأ العمران فى الانتشار بمعدل منخفض قليلاً ولكن حقق النمو العمراني بها طفرة حجمية كبيرة خاصة بعد سنوات من الانقلاب العسكري عام 1969 واستقرار الدولة بعد فترة صراعات عسكرية, سجلت المنطقة حجم كتلة عمرانية عام 1990 قدرت بنحو 161 هكتار استخلصت من صور المرئيات الفضائية التي استخدمتها الباحثة بالدراسة (Landsat 7) بينما بعام 2000 ارتفع مساحة العمران بالمنطقة المحيطة للمنطقة الأثرية السياحة ليصل الى 446 هكتار بمقدار إضافة كلية تجاوز 285 هكتار أي بما يمثل تقريباً زيادة سنوية 28 هكتار لكل عام على مدار 10 سنوات, لتسجل تلك الفترة معدل نمو عمراني سنوي بلغ (17.7%).

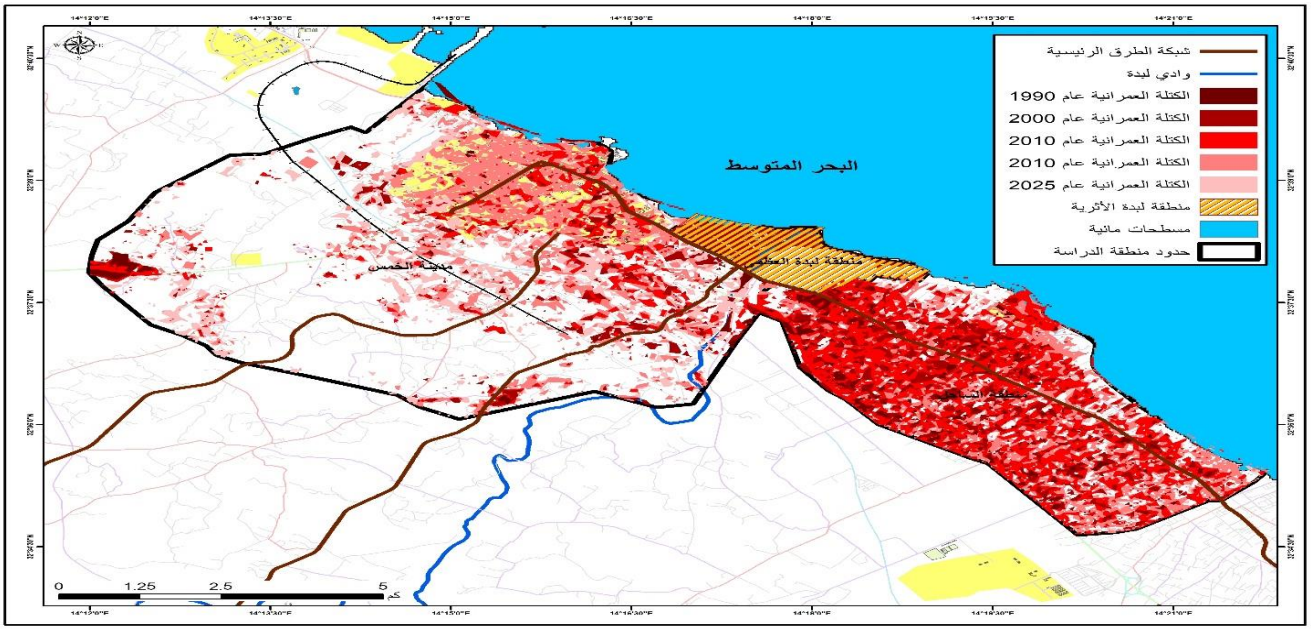


شكل رقم (2) المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة بخمس سنوات مختلفة

الجدير بالذكر أن هذه الفترة تم انتشار العمران بصورة متصلة بالجانب الغربي للكتلة القديمة ولم تترك مساحات خالية من الكتل العمرانية.

الفترة الزمنية الثانية بين عامي (2000/ 2010):

والتي امتدت على مدار 10 أعوام، حيث تعد أحد أهم مراحل الحياة العمرانية لمنطقة الدراسة، نتيجة العديد من الأسباب أهمها تطور وسائل ومعدات البناء بشكل كبير, واتجاه الدولة الى إنشاء أنماط سكنية متنوعة بمدن ليبية كثيرة كان من ضمنها مدينة الخمس و منطقة الساحل التي تحيط بالمنطقة الأثرية, حيث انتقل عمران المدينة من التكثيف الداخلي بالمراحل الزمنية السابقة الى النمو العمراني التراكمي على الأطراف حيث قدرت مساحة العمران حتى نهاية تلك الفترة بنحو 1397 هكتار بمقدار إضافة عمراني 951 هكتار أي بمعدل سنوي 95 هكتار لكل عام وجدير بالذكر أن تلك الفترة تعد أكبر المساحات العمرانية التي شهدتها منطقة الدراسة حتى نهاية تلك الفترة من عام 2000 حتى 2010, حيث بلغ معدل النمو العمراني السنوي بها (21.3%).



شكل رقم (3) التطور العمراني لمنطقة الدراسة بالفترة الزمنية (1990/ 2025)

الفترة الزمنية الثالثة بين عامي (2010/ 2020):

سلجت هذه الفترة معدل نمو عمراني سنوي (5.3%), وجاءت مساحة العمران بنهاية الفترة (2137 هكتار) بمعدل إضافة عمرانية (74 هكتار لكل عام) نتيجة أن مساحة الكتلة العمرانية ببداية الفترة سجلت (1397 هكتار), كما قدرت معدلات الإضافة الكلية بتلك الفترة (740 هكتار)، وبلغت نسبة مساحة الكتلة العمرانية بالفترة (87.6%) من جملة مساحة العمران الحالي.

الفترة الزمنية الرابعة بين عامي (2020/ 2025):

امتدت على مدار خمس أعوام حتى كتابة هذه الورقة البحثية، والتي تعد أحد المراحل الهامة في الحياة العمرانية للمدينة نتيجة العديد من الأسباب أهمها على الاطلاق التطور التكنولوجي في إدارة وتخطيط النمو العمراني فضلاً عن إنشاء العديد من القرى السياحية، على طول ساحل البحر المتوسط والتي أظهرت العمران بشكل شريطي بطول الساحل من الكتلة القديمة للمنطقة بالاتجاه نحو الغربي من منطقة الساحل والاتجاه نحو

الشرق من مدينة الخمس, فقد سجلت المنطقة المحيطة بمنطقة لبدة الأثرية مساحة كتلة عمرانية بلغت (2438 هكتار) تقريبا, بزيادة كلية 301 هكتار, بما يقدر بنحو (60 هكتار) كل عام على مدار 5 سنوات, جدير بالذكر أن تلك المساحة المضافة بهذه الفترة الزمنية سجلت فقط 12.4% من جملة مساحة عمران المنطقة المدروسة حتى عام 2025, بمعدل نمو سنوي (2.8%).

الفترة الزمنية الاجمالية على مدار 35 عام (1990/ 2025):

كما ذكرنا سابقاً بلغ إجمالي مساحة الكتلة العمرانية بالمنطقة حتى بداية عام 2025 نحو 2438 هكتار والتي تضاعفت بشكل كبير على مدار (35 عام) فترة الدراسة التي تم اختيارها، تطور وامتد النمو العمراني بالمنطقة حيث سجلت ببداية الفترة مساحة عمرانية 161 هكتار بمقدار إضافة كلية بلغ 2277 هكتار بمقدار إضافة سنوي قدر بنحو 51 هكتار لكل عام، حيث قدرت معدل النمو العمراني السنوي بنحو (31.5%).

ثالثا: التوقع المستقبلي للنمو العمراني بمنطقة الدراسة:

استخدمت بها بيئة GIS في التنبؤ بالأماكن التي يمكن أن ينتشر بها عمران منطقة الدراسة مستقبلاً استناداً على عدد من المتغيرات التي تهدف الى كشف للأماكن المتوقعة النمو والامتداد العمراني، فبناءً على النمذجة المكانية Spatial Modeling والتي تعرف تتم بالتعاون بين GIS & RS من أجل وصف العمليات الأساسية لمجموعة معينة من الخصائص المكانية، حيث تهدف إلى دراسة ومحاكاة الظواهر المكانية التي تحدث حقيقة وبالتالي الإسهام في حل المشكلات والتخطيط لها.

تمت الدراسة على عدد من الخطوات الهامة داخل GIS باستخدام Spatial Analyst ببرنامج ARC GIS، والتي تم إدخال العديد من المعايير الخاصة بالدراسة ومنها معايير بشرية وأخرى طبيعية فضلاً عن أهميتها النسبية حسب موقعها[2]، وكانت من أهم معايير الدراسة هي المساحات الفضاء داخل وخارج الحيز المعمور للمنطقة, أما العوامل والتي تمثلت في التركيب الجيولوجي للمنطقة, ودرجة الانحدار، الموارد المائية والأودية والسيول، أيضاً تم أخذ معيار الفوالق والصدوع، جدير بالذكر أن كل معيار من المعايير السابقة كان له أفضلية في التخصيص فمثلا درجة الانحدار كانت الأولوية في الملائمة المكانية للأراضي المستوية والأقل انحداراً منخفضة المنسوب، كما كان لمعيار الأودية والسيول الأماكن التي كانت تبعد عن مخاطر السيول وهكذا.

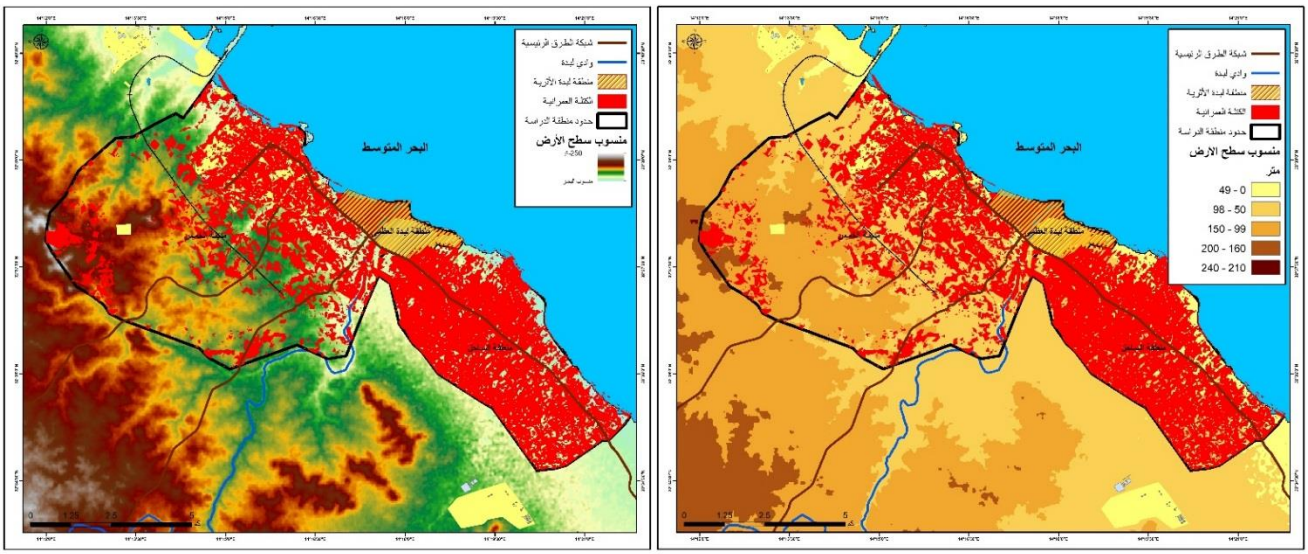
كما اعتمدت الدراسة أيضاً على عوامل بشرية أهمها الكثافة السكانية وجاءت الأولوية المكانية لها بالأماكن والمناطق ذات الحجم السكاني والكثافة المنخفضة، كما تم استخدام بعض المعايير الخدمية مثل أماكن تواجد المناطق الصناعية والخدمات سواء الحكومية أو المجتمعية، أيضاً استخدام معايير التي تعوق تقدم النمو العمراني بالاتجاه التي توجد به مثل المقابر والمصانع أو المطارات.

1 ـ دراسة الظواهر الطبيعية

[2] دراسة في جغرافيا التخطيط الحضري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية –محمد ربيع عبد الظاهر عبد المطلب (2022), مدينة السويس والاستشعار عن بعد, رسالة دكتوراه غير منشورة, قسم الجغرافيا, كلية الآداب, جامعة المنصورة.

تأتى الظواهر الطبيعية في مقدمة المؤشرات التي تدرس لتخطيط مستقبلي، فمن خلال دراسة خريطة الارتفاعات والانحدارات بمنطقة الدراسة كأحد المعايير المهمة كونها تقع بمنطقة سهلية فهو عامل أساسي في تحديد مناطق النمو الحضري المحتمل كما **يأتي:**

- **الارتفاعات:** تفيد دراسة الارتفاعات بالمنطقة المحيطة بنطاق آثار لبدة في التعرف على تضاريس منطقة الدراسة وتحديد أماكن التضاريس المرتفعة والأماكن المنبسطة السهلية بغرض تحديد أي من النطاقات التضاريسية تزيد بها مساحة المنطقة العمرانية عن الأخرى وتحديد العلاقة بينهما، ومن خلال الشكل رقم (4) تم تصنيف منطقة الدراسة منسوبة إلى مستوى سطح البحر لخمس فئات بفاصل بلغ 50 م، تتراوح بين مستوى سطح البحر إلى أكثر من 240 متر، حيث ظهر من تحليل منسوب الأرض بمنطقة الدراسة أن المستوى الأول الذي شهد منسوب أقل من 50 متر (منسوب سطح البحر الى 49 متر فوق مستوى سطح البحر) تمثل ما يقرب من 50% من مساحة منطقة الدارسة هذا فضلاً عن وجود الكتلة العمرانية للمنطقة بها بها بنسبة تجاوزت 70% تقريباً ما عدا بعض المناطق المرتفعة قليلاً الى منسوب يصل 98 متراً فوق مستوى سطح البحر ويظهر بأقصى امتداد عمراني جهة الغرب والجنوب الغربي، جدير بالذكر أن الكتلة العمرانية لمنطقة الدراسة سواء كانت بالخمس او منطقة الساحل تحاط بمناسيب أرضية من الجانب الجنوبي من منسوب ينحصر بين 99 متراً الى 150 متراً، بخلاف منطقة واحدة تمتد على طول خط الساحب بجهة الشمال اقل من 5 متر واقل حتى منسوبً مساوياً تقريباً منسوب سطح البحر بمسار خط الساحل ووادي لبدة الذي يقسم منطقة الدراسة لقسمين وهو عبارة عن مجرى وادي جاف قديم منسوبة مساوي من منسوب سطح البحر ببعض المناطق. كما تظهر الفئة العليا من منسوب سطح الأرض بأقصى المنطقة الجنوبي الغربية لمنطقة الدراسة بمدينة الخمس حيث يصل منسوب سطح الأرض بها ما بين (210 الى 240 متر فوق مستوى سطح البحر). جدير بالذكر تواجد كتلة عمرانية بها.



شكل رقم (4) منسوب سطح الأرض بمنطقة الدراسة

- **الانحدار:** تعد درجات انحدار السطح بمنطقة الدراسة من المعايير المهمة التي يجب أن توضع ضمن أولويات أي مشروع تخطيطي للمستقبل، ففي العموم يلجأ سكان أي منطقة إلى البناء في المناطق المنبسطة نتيجة لقلة تكاليف عمليات البناء تجنباً للأماكن المتضرسة ذات الميول أو الانحدارات، واستناداً لهذا تم تقسيم منطقة الدراسة إلى تسع درجات ميول وانحدار سطح الأرض بالمنطقة المحيطة بأثار لبدة السياحية وما حولها بالإضافة الى تحديد اتجاهات هذه الانحدارات، وجدت انحدارات بفئة أقل من 2 درجات بمناطق تجاوزت نسبتها حوالي (90%) تقريبا من جملة مساحة المنطقة وجاءت معظم هذه النسبة بمنطقة التي تحيط بمنطقة الآثار من جميع الجهات مما كان له اثر واضح في الزحف العمراني ناحية المنطقة الأثرية على مر الزمن، وجدير بالذكر أن معظم العمران الحالي للمنطقة يوجد على فئة انحدارات من 2 إلى 6 درجة بنسبة تجاوزت تقريبا 80% من مساحة العمران بالوقت الحالي أما الأماكن التي شهدت درجات انحدار 18 درجة فأعلى لم تشمل سوى 5% فقط من عمران المدينة وجدت بالجانب الغربي منها إلى الجنوبي الغربي، وهنا أظهر التحليل أن نسبة ما يقرب من 75 % من مساحة المنطقة يمكن أن يستقبل نمواً عمرانياً وفق لمعيار الانحدار ما بين (2 إلى 12 درجة). كما ظهر ميول الأرض بشكل انحدار كبير ببعض المناطق الساحلية نتيجة تواجد الكثبان الرملية التي تفصل بين خط الساحل والشاطئ بمدينة الخمس أيضا تواجدت بأقصى الجانب الجنوبي الغربي للمدينة, بينما منطقة الساحل التي تحد منطقة لبدة الأثرية شرقا شهدت منسوب ميول شبه مستوى بنسبة تجاوزت 95% من جملة مساحة المنطقة فيما عدى خط الساحل.

اختلف اتجاهات ميول الأرض بمنطقة الدراسة بشكل كبير خاصة بمدينة الخمس التي شهدت اتجاه ميول بجميع الاتجاهات الجغرافية الرئيسية كما بالشكل السابق مع تخلل بعض المناطق المستوية عل طول خط الساحل مع تلاقي مياه البحر المتوسط.

2: العوامل البشرية

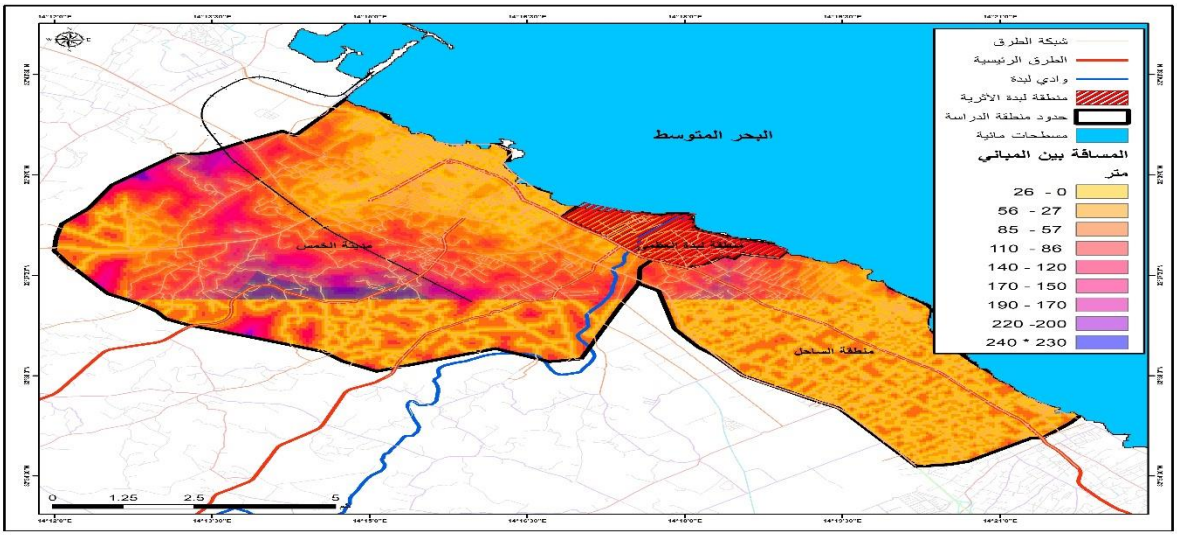
إن العوامل البشرية تعد الركائز الأساسية التي تساعد في معرفة الجوانب السكانية والعمرانية بالمنطقة، وصنفت هذه العوامل بناءً على مدخلات النموذج لتشمل طبقات متعددة هي الكثافة السكانية والمسافات بين المناطق التجارية والتعليمية والسكنية والصناعية والطرق وغيرها من مدخلات يمكن استخدامها في التنبؤ بمواقع النمو العمراني والامتداد المستقبلي لعمران المنطقة.

الكثافة السكانية:

تفيد دراسة الكثافة السكانية في تحديد المناطق التي يزيد بها عدد السكان على المساحة العمرانية، فالمناطق التي تتمتع بكثافة سكانية عالية تقل درجة ملاءمتها للنمو العمراني المحتمل عن المناطق التي تقل بها الكثافة السكانية، جدير بالذكر أن منطقة الدراسة تم تقسيمها الى ثلاث مناطق وفق رؤية الباحث، وهي المنطقة الأثرية ومدينة الخمس ومنطقة الساحل التي يبلغ اجمالي عدد السكان بهم 390493 نسمة على مساحة كتلة عمرانية قدرت بنحو2438 هكتار بما يمثل كثافة سكانية قدرت بنحو (160 نسمة لكل هكتار).

المسافة للمناطق السكنية:

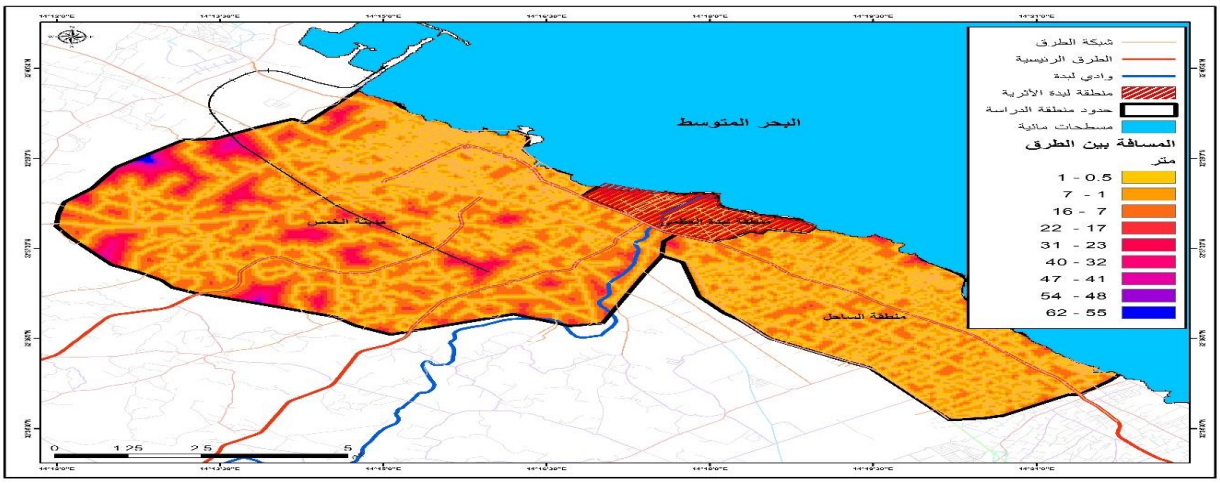
يعد من المعايير القوية في تأثيرها على النمو العمراني بمنطقة الدراسة، خاصة للنمو العمراني امتداده المحتمل، فكلما قلت المسافة للمناطق السكنية كلما زادت احتمالية النمو بالقرب منها والعكس صحيح، وهذا ما يوضحه شكل رقم (5)، لذلك تم تقسيم ناتج عملية التصنيف المسافي التي جرت من خلال بيئة نظم المعلومات الجغرافية (Spatial Analyst Tools Distance – Euclidean Distance) إلى 9 فئات بفاصل مسافي موحد, كما يمكن أيضا استخدام أمر (Straight Line) لنفس النتيجة.



شكل رقم (5) أنماط الملائمة المكانية لعناصر الدراسة (المسافة بين المباني السكنية)

المسافة للمناطق التجارية:

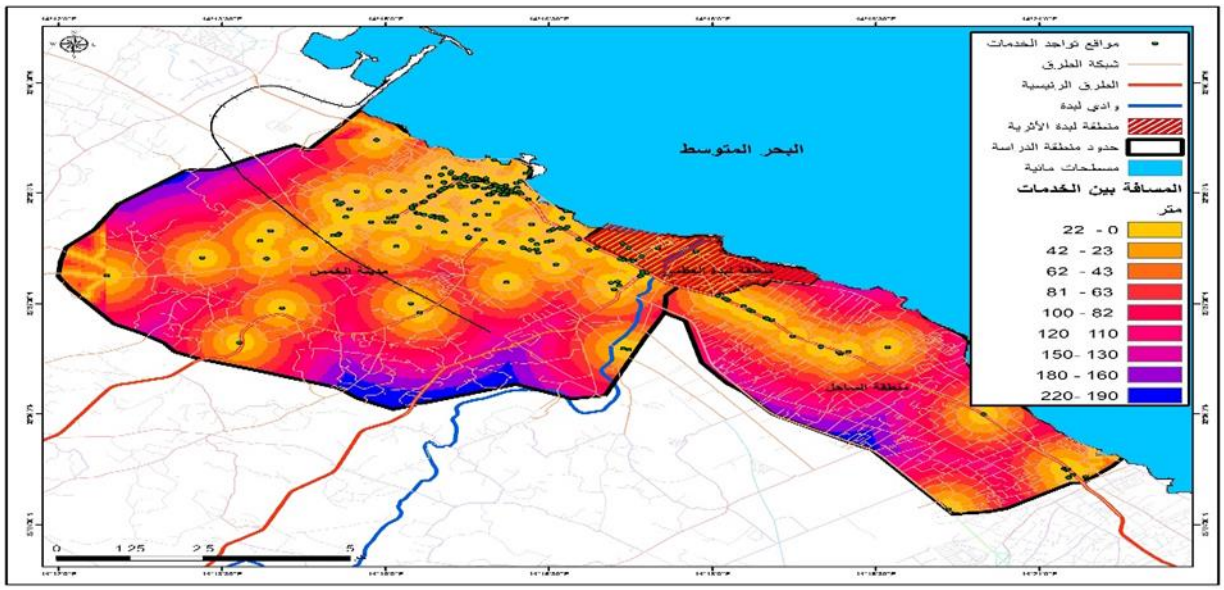
فقد تم تقسيم المسافات بشكل متساوي حول مناطق انتشار الخدمات التجارية بالمدينة بفاصل مسافي موحد ثابت بلغ نصف قطره2 كم بين كل فئة وأخرى وقد تم تصنيفها كما يظهرها الشكل رقم (6) الى 9 فئات تظهر مدى تقارب وتباعد الخدمات والتي شملت الطبقة التي تحملها العديد من الخدمات كان من أهمها توافر أماكن توزيع (البنوك, ماكينات الصرافة، المخابر، المكاتب، الأماكن الترفيهية، الكافيهات، المستشفيات، الفنادق ، المدارس ... إلخ) ، حيث تتراوح الفئات المنتجة بين (22 متر إلى 220 متر).



شكل رقم (6) أنماط الملائمة المكانية لعناصر الدراسة (المسافة بين الخدمات)

المسافة الى الطرق:

لشبكة الطرق دور إيجابي في جذب السكان والعمران، حيث لا يمكن للعمران أن يحدث دون تفاعل مكاني بين الكتلة المبنية وشبكة طرق قوية، ومن الصعب أن تتكامل وظائف الاستعمالات الأخرى للأرض دون وجودها، إذا العلاقة بين التجمعات العمرانية وشبكة الطرق بمكان ما علاقة تكاملية، وتسهم في نمو العمران أما على محاور تلك الطرق أو من خلال امتدادها إلى المناطق عير المأهولة لتكون حلقات ومسارات وصل بين الكتل العمرانية المأهولة والأماكن غير المأهولة، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة الى 9 فئات مختلفة مصنفة لتعيين تأثير الطريق على جذب العمران للمنطقة.



شكل رقم (7) أنماط الملائمة المكانية لعناصر الدراسة (المسافة بين الطرق)

3 - العوامل البيئة:

تعد العوامل البيئية من أهم العوامل المؤثرة في الامتداد الحضري المستقبلي، فمن خلالها تحدد العوائق التي تمنع وصول النمو العمراني لها كالمسافات من الصدوع والفوالق، وهناك عامل آخر مهم أيضا هو الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة والذي يحمل العديد من المظاهر الجغرافية والذي تم استنتاجه من المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة عام 2025 والذي ضم سبعة أغطية أرضية رئيسة، وسيرد ذكر خصائص كل طبقة يتم استخدامها في اظهار النتائج كما يأتي:

الصدوع والفوالق:

لم تشهد منطقة الدراسة وجود أي صدوع وفوالق داخل الحيز الإداري لمنطقة الدراسة بل ظهر بالجهة الجنوبية لها بمسافة بعيدة جداً أكثر من (150 كم طولي) داخل المنطقة الجبلية التي يصعب من الأساس نمو عمراني بها نتيجة التضريس الشديد للبنية الأرضية بها.

الغطاء الأرضي:

يسهم تصنيف الغطاء الأرضي لأي منطقة في توفير بدائل ذات معلومات مفصلة حول أنواع الأغطية الأرضية داخل كل خلية، وتحديد حدود الأراضي بشكل واضح في الطبيعة وفقاً لحالتها الحالية من خلال المرئيات الفضائية ودارسة التفاعلات المكانية مع المناطق المحيطة بها (Wang, J.,et al, 2022. P.14)، والغطاء الأرضي أحد العوامل الرئيسة التي تتحكم بشكل كبير في توجيه النمو العمراني لصالح مناطق بعينها كالمناطق الخالية والبور والأراضي الجرداء، حيث تعد هي والمتخللات بين الكتل العمرانية أهم مناطق النمو العمراني المحتمل, ويمكن تقييم مدى الملائمة الأرضية للنمو المستقبلي من خلال تحليل

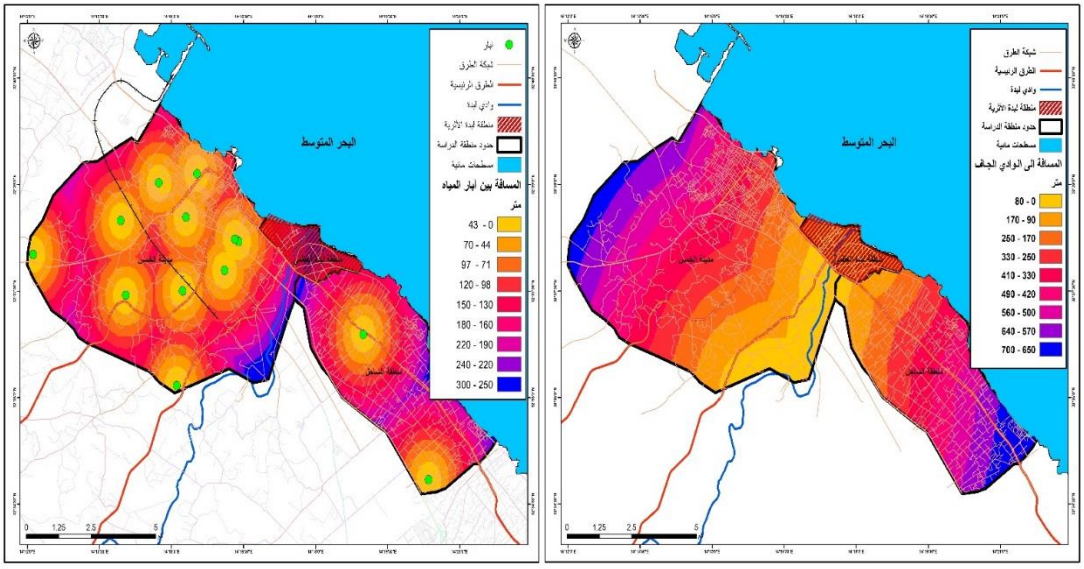
نتائج المرئية الفضائية، ويمكن تقييم مدى ملاءمة الأغطية الأرضية للتوسعات العمرانية المحتملة، ومن خلال المرئية الفضائية استنتج 9 أغطية حيث تم تجميع بعض المظاهر مع بعضها البعض كنوع من العوائق التي تقف عاملاً هاماً في عدم قدرة النمو العمراني بالاتجاه الذي يذهب اليه النمو المستقبلي مثل المناطق العسكرية و الغابات والمناطق الصناعية أيضا أماكن تواجد المزارع والحشائش لمنع النمو العمراني على الأراضي الخضراء أو الزراعية.

المسافة إلى الأودية الجافة:

وهنا تم تصنيف هذا المعيار على الرغم من استواء وسطحية منسوب الأرض داخل الأودية الجافة لكن فرضت الباحث أنه كلما تم الابتعاد عن حوض ومجرى الوادي الجاف كان الأفضلية للملائمة المكانية للنمو العمراني خوفا من حدوث سيول مفاجئة تعمل على تدمير المنشآت العمرانية والخدمية بأماكن تواجد العمران داخل مسارات تلك الاودية، وقد تم وضع شرط في معادلة نمذجة الملائمة المكانية أنه كلما كبرت المسافة بين العمران ومسار الوادي الجاف كان له الأفضلية.

المسافة إلى الآبار والمياه الجوفية:

يعد من المعايير الهامة أيضاً في مدى امتداد العمران فكلما تواجدت أماكن انتشار آبار جوفية أو مياه سطحية نقية تستخدم في الشرب والاستخدام اليومي لتوفير نفقات مد شبكات مياه شرب من أماكن بعيدة واللجوء إلى استخدام هذه الآبار فيكون من المحبب أن تكون المسافات لذلك المعيار كلما قلت كان الأولوية للملائمة المكانية أفضل.



شكل رقم (8) أنماط الملائمة المكانية لعناصر الدراسة بمدينة العريش

بعد الانتهاء من العمليات السابقة الخاصة بتحليل المعايير الهامة في التنبؤ بالنمو العمراني لمنطقة الدراسة من وجهة نظر الباحث تم الاتجاه الى المرحلة التالية وهي عمل درجات تصنيفية لدرجات الملائمة المكانية للنمو الحضري المحتمل بمنطقة الدراسة حتى عام 2050.

فقد تم تعيين فئات مخصصة للفئات للمعايير المحددة سابقاً حسب الجدول رقم (4) فقد تم تحديد معيار تم دراسته 10 فئات من (1: 10) داخل أنظمة GIS من خلال عمل Reclassify لكل معيار, فمثلاً تم وضع فئة رقم 10 للملائمة المكانية القريبة من أماكن تواجد الابار ونفس التصنيف رقم 10 كأفضلية للاختيار للأماكن مستوية السطح بخريطة ونموذج الانحدار لمنطقة الدراسة, بينما نفس الفئة رقم 10 كانت للأماكن البعيدة عن الكتلة السكنية بطبقة الكتلة السكنية والمدارس وأيضاً استخدام الأرض خاصة الأماكن التي يوجد بها زراعات وأراضي زراعية والأماكن البعيدة عن مجارى الأودية الجافة.

ومع التعامل مع بيئة النظم باستخدام Raster Calculator داخل تطبيق Map Algebra فقد تم وضح أوزان لكل معيار حسب وجهة نظر الباحث والذي أعطى أوزان متفاوتة لكل مجموعة من المعايير الطبيعية والاجتماعية والبيئية التي تم استخدامهم في التنبؤ بالنمو العمراني, على أن يكون مجموع تلك الاوزان للفئات الثلاثية مساوياً 100% مما يساعد على إنشاء سيناريوهات لملائمة الأرض.

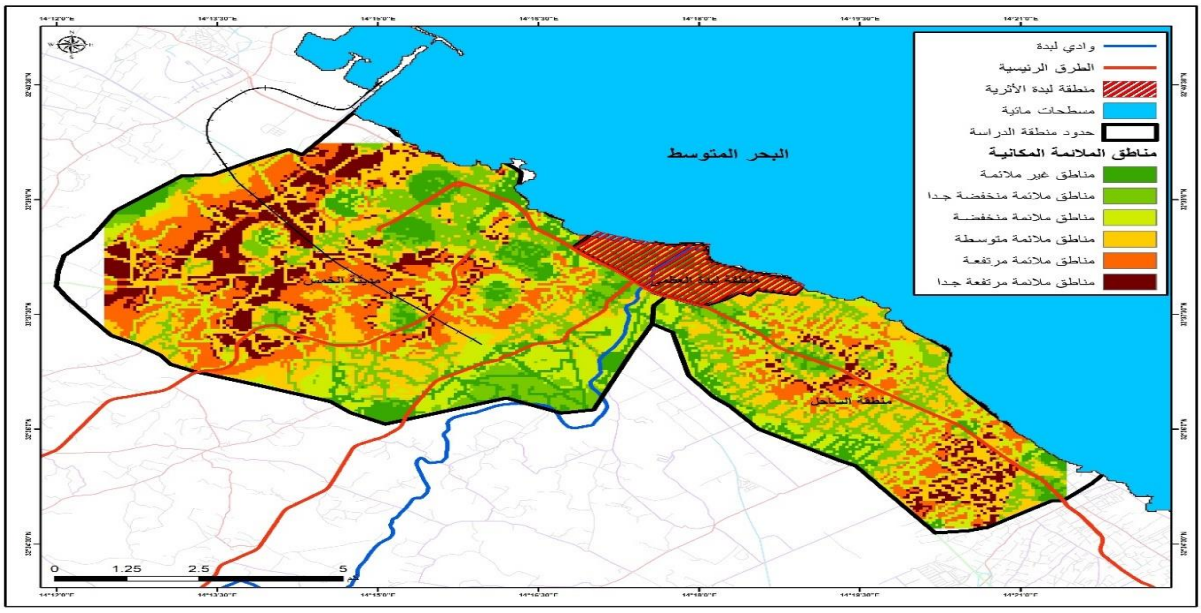
جدول رقم (4) نتائج عمليات الملائمة المكانية لمنطقة الدراسة

نتائج الملائمة المكانية	المساحة (هكتار)	النسبة من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة
مناطق غير ملائمة	6739.5	75
مناطق ملائمة منخفضة جدا	449.3	5
مناطق ملائمة منخفضة	89.9	1
مناطق ملائمة متوسطة	179.7	2
مناطق ملائمة مرتفعة	629.0	7
مناطق ملائمة مرتفعة جدا	898.6	10

المصدر/ من عمل الباحتتان اعتمادا على نتائج عمليات النمذجة المكانية ببرنامج ArcGIS10.8.1

من خلال ما توصلت إليه الدراسة فقد ظهرت أماكن تعد أكثر ملائمة للنمو العمراني بالمنطقة بالجانب الغربي والجنوبي الغربي لمنطقة الدراسة أو غرب مدينة الخمس ولم يظهر أي تفضيل للنمو العمراني بمنطقة الساحل شرق منطقة لبدة الأثرية هذا فضلا عن استبعاد أي توقع بالقرب من المنطقة الأثرية حفاضا على تراث المنطقة من التدهور والزحف العمراني عليه، فيما قدرت تلك المساحات التي تم التنبؤ بها بما فيها العمران الحالي بمقدار

(15267.6 هكتار)، لتسجل نسبة المناطق الملائمة للعمران بشكل مرتفع جدا بنحو (10%) من تلك المساحة، بينما بلغت نسبة مساحة المناطق الملائمة بتصنيف مرتفع نسبة (7%)، بمساحة قدرت بنحو (629 هكتار)، أما المناطق التي يمكن أن تشهد نمواً عمرانياً متوقعاً بملائمة مكانية متوسطة بلغت (179.7 هكتار) بنسبة (2%)، جدير بالذكر أنه يوجد مساحات أخرى غير محببة للنمو العمراني وتم تصنيفها كمناطق منخفضة ومنخفضة جدا للملائمة العمرانية المستقبلية بمساحات بلغت (90, 449.3 هكتار) لكل منهما على التوالي, شكل رقم (9).



شكل رقم (9) ناتج عمليات الملائمة المكانية للتنبؤ المستقبلي للنمو العمراني بمنطقة الدراسة

جدير بالذكر ان مساحة الكتلة العمرانية للمدينة بالوقت الحالي عام 2025 قد بلغت (2438 هكتار) وناتج دراسة النمذجة المكانية للمساحة العمرانية التي تم التنبؤ بها قد سجلت نحو (1527.6 هكتار) وبإضافة المساحة الحالية نستطيع تقدير مساحة العمران حتى سنة الهدف والتي قدرت بنحو (3966 هكتار) أي انه من المحتمل ارتفاع معدل النمو الحضري حتى عام 2050 الى ما يدنو من خمسي مساحة العمران الحالي (38.5%)، تنتشر ككتل عمرانية متصلة ومتفرقة باتجاهات معينة مثل الجانب الغربي والجنوبي الغربي كما هو مبين بالشكل، ولكن الأهم هو المناطق التي تشهد نسب ملائمة مرتفعة وقد ضم الباحث ثلاث توقعات وهم (مناطق ملائمة مكانية متوسطة ومرتفعة ومرتفعة جداً) بمساحات قدرت بنحو (1707 هكتار) وبهذا يكون نسبة العمران المتوقع قد بلغ (19.1%) من مساحة المدينة عام 2050.

- **أما بالمرحلة التالية للدراسة وهي التقييم الجغرافي لنموذج الملائمة المكانية للأماكن التي تم التنبؤ بها للعمران المحتمل لمنطقة الدراسة.**

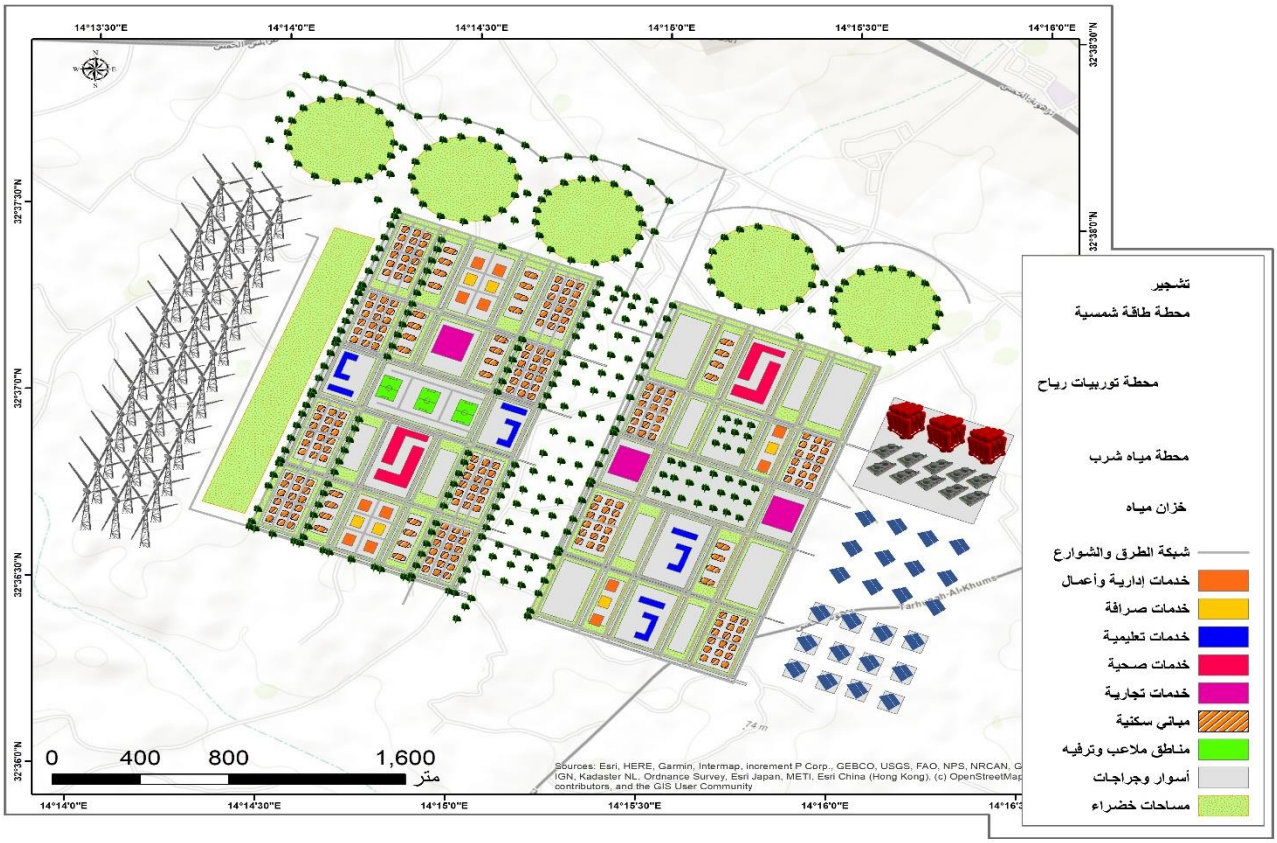
كما هو مبين فقد أظهر التطبيق نتائج بعض نماذج الملائمة المكانية المحتملة وتصنيفها كفئات من المنخفض الى المرتفع, وهنا لا يقتصر دور الباحث الجغرافي في عرض نتائج التطبيق فقط ولكن ينبغي عليه تقييم ذلك ميدانياً وهنا تم استخدام العنصر الثالث من تطبيقات الجيوماتكس وهى الدراسات الميدانية والرفع المساحي للمناطق التي تم التنبؤ بها، واعتمد الباحث على الفرضية الأكثر ملائمة للنمو العمراني **(ملائمة مكانية مرتفعة**

و مرتفعة جدا) مع استخدام الصور الفضائية للموقوف على طبيعة المنطقة المتنبأ بها بعناية, حتى يتم وضع حلول مناسبة لحل المشاكل التي يمكن أن تظهر مواجهه للنمو العمراني مثل وجود أماكن زراعية أو تقع بمسارات الأودية الجافة وغيرها من المشاكل، ونحتاج تدخل من صانعي القرار حتى لا تظهر مشاكل عمرانية مستقبلاً، فمن خلال الشكل السابق والذي يوضح أماكن التنبؤ العمراني الأكثر ملائمة مع الرفع المساحى لهذه المناطق وربطها بالمرئيات الفضائية.

ظهرت المواقع المحتملة للنمو والإمتداد العمراني بالجانب الجنوبي الغربي من مدينة الخمس مناطق كل منطقة لها مساحة مختلفة، فقد تم تأكيدها من قبل الباحث بالدراسة الميدانية وتوقيعها على الناتج النهائي للدراسة صور رقم (2) التي يمكن التمدد العمراني لها وسهولة الوصول اليها عن طريق شبكة الطرق الموجودة.

صورة رقم (2) نموذج من الأراضي الفضاء ذات المساحات الكبيرة بين الكتل والمباني العمرانية بالجانب الغربي والجنوبي الغربي لمنطقة الدراسة عام 2025

تقع المنطقة المقترحة بجنوب غرب العمران الحالي لمدينة الخمس على طول ساحل ويمتد بمساحة 898.6 هكتار ، وقد تمت عملية الرسم والتصميم ببرنامج (ARC GIS V 10.8) وتم مراعاة مجموعة من القواعد في عملية التصميم كتوزيع الخدمات الأساسية، التعليمية والترفيهية والتجارية بطريقة مناسبة للوحدات السكنية، فضلاً عن إعتماد نمط النسيج العمراني الشطرنجي في التصميم، تم بناء قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase) من خلال تقسيم المكان إلى مجموعة من الطبقات والظواهر الأساسية، كما هو موضح بالشكل رقم(10).



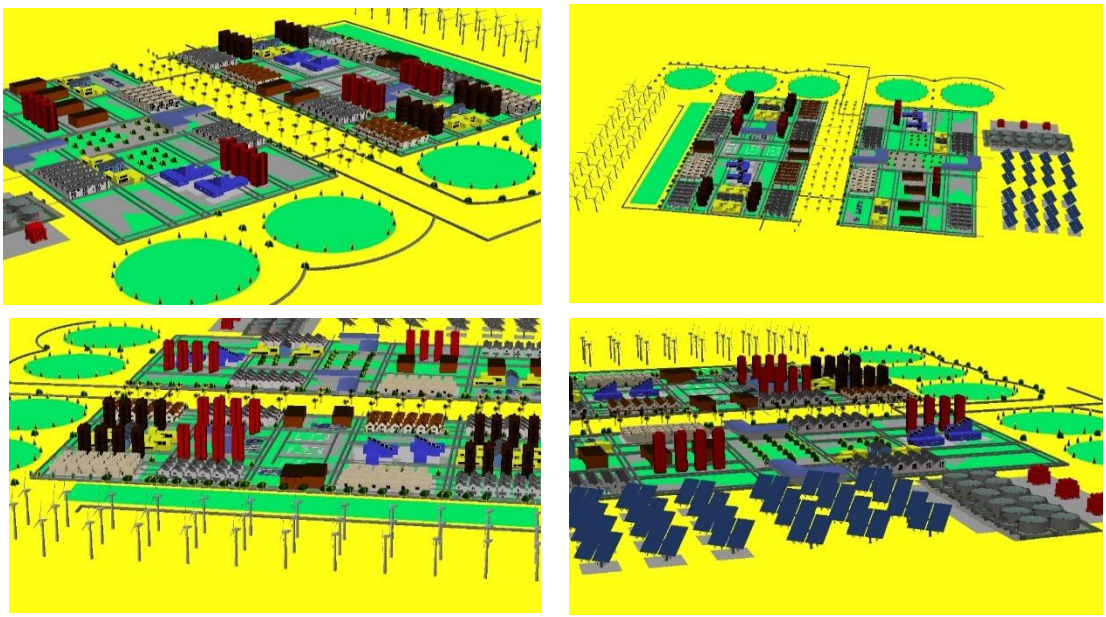
شكل رقم (10) مسقط افقي للمنطقة السكنية المقترح والمصمم ضمن برنامج ARC GIS

تم اعتماد نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض العالمي (UTM) (WGS84)، بعد عملية الرسم ثنائي الابعاد وربط البيانات الوصفية بكل عنصر من عناصر المكان تأتي عملية النمذجة الثلاثية، ففي هذه المرحلة يتم استخدام نافذة برنامج (**GIS CityEngine**) والتي من خلالها يتم التحويل بين النماذج الثنائية الى الثلاثية الابعاد، أما عن القواعد التي تم استخدامها لنمذجة المنطقة العمرانية المستقبلية فقد جاءت كالتالي:

- المباني تم تمثيلها من خلال ثلاث قواعد مختلفة، لتمثيل المباني السكنية، المدارس، المولات التجارية والمباني الإدارية، فقد تم اختيار نموذج بسيط تقليدي لتمثيل هذه الأبنية.
- شبكة الطرق والأرصفة والسيارات والأشجار وأعمدة الإنارة، تم نمذجتها كلاً فيما يخص شكله سواء كان ظاهرات خطية او نقطية، فيمكن معالجة الظواهر الخطية على أنها طرقات وشوارع مع إمكانية التحكم في مظهر وعرض الطريق.

- الحدائق والمساحات الخضراء التي يجب أن يتميز بها العمران المستقبلي للاستفادة من بيئة عمرانية جيدة خاصة التي يوجد بها مساحات خضراء كبيرة، فقد تم استخدام طبقات مساحية لتمثل الحدائق وأخرى نقطية تمثل الأشجار التي توجد بهذه المساحات أو على جوانب الطرق.
- اما الأماكن الترفيهية مثل النوادي والملاعب فقد تم تمثيلها بطبقة مستقلة بالاعتماد على نسيج من صورة حقيقية لمعلب كرة قدم لإعطاء مظهر حقيقي للمنطقة العمرانية.

ليتم إخراج نتيجة نهائية للعمل في شكل نموذج ثلاثي الابعاد (3D) للمنطقة المقترحة عمرانياً كما يظهر شكل رقم (11).



شكل رقم (11) نموذج ثلاثي الأبعاد لمنطقة مقترح النمو العمراني بها.

النتائج والتوصيات

وقد توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، أهمها ما يلي:

- تَمَيُز برامج نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالنمذجة ثلاثية الأبعاد عن غيرها من البرامج الرياضية للنمذجة الثلاثية، بما لها من قدرة عالية على تخزين كميات هائلة من البيانات المكانية الوصفية مع الرسومات، وطبقات البيانات المكانية.
- إمكانية استرجاع واستخلاص أي معلومة متعلقة بالطبقة المرسومة بسرعة وسهولة من النماذج المكانية ثلاثية الأبعاد، وتطويعها لدراسة المتغيرات العمرانية.
- قدرة برنامج **GIS CityEngine** العالية على إنشاء نماذج نهائية بشكل قريب للواقع العمراني، وعرض كائنات ثلاثية الأبعاد من اتجاهات مختلفة، فضلاً عن إمكانية المناورة والتكبير والتصغير، والقدرة على عرض الصور والمرئيات الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية.

- انتشار كتل عمرانية متفرقة باتجاهات الجانب الغربي وبهذا تبلغ نسبة العمران المتوقع 19.1% من مساحة المدينة عام 2050.

وتوصي الدراسة بعدد من التوصيات، أهمها:

- ضرورة تفعيل دور برامج نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالنمذجة ثلاثية الأبعاد في دراسة مكونات العمران بالمدينة ومدن جمهورية ليبيا التي تشهد نموا عمرانيا.
- ضرورة وضع ضوابط للنمو العمراني على المنطقة المحيطة بنطاق آثار لبدة السياحية، الذي يعتبر أكثر المناطق الجغرافية التي شهدت نمواً عمرانياً على مر السنوات وزحفا تجاه المنطقة الأثرية للحفاظ على أهمية المنطقة.
- ضرورة السماح بالارتفاعات الرئيسية بشكل مقنن في حيز الكتلة العمرانية لمنطقة الدراسة، بما يسمح بإحداث توازن في النمو العمراني لها.
- إنشاء مناطق عازلة بين المنطقة الأثرية والمناطق السكنية والكتلة العمرانية المحيطة وتوعية المجتمع بأهمية الحفاظ على التراث الثقافي.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

- أحمد على إسماعيل (1988) جغرافية المدن، الطبعة الرابعة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
- أشرف على عبده، نرمين أحمد شكري (2024), تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي حتى عام 2022، من خلال دمج الشبكات العصبية الاصطناعية مع نظم المعلومات الجغرافية, المجلة الجغرافية العربية، عدد 191.
- على عطية أبوحمرة, 2024, أثر النمو الحضري على المناطق السياحية الأثرية باستخدام مؤشر NDBI, لبدة نموذجا, مجلة المنتدى الاكاديمي, العدد 2, المجلد 8.
- مصطفى ميلاد أبوراس 2015, تقييم أنماط النمو الحضري في مدينة بنغازي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية, المؤتمر الدولي للتقنيات الجيومكانية جيوتك ليبيا.
- عبدالسلام عبدالمولى الحداد 2017, الزحف العمراني على المناطق الأثرية في إقليم الجبل الأخضر ليبيا, رسالة دكتوراه غير منشورة, كلية الآداب قسم الجغرافيا عين شمس.
- عبد الفتاح السيد عبد الفتاح (2013)،الاتجاهات الحديثة في دراسات النمذجة المكانية العمرانية، مجلة المجمع العلمي المصري، المجلد (98) العدد (98)، القاهرة.
- عبد الفتاح السيد عبدالفتاح، وليد شكري عبدالحميد، (2022)، نموذج الملائمة المكانية للتنمية العمرانية بمدينة العلا – المملكة العربية السعودية، دراسة بإستخدام GIS&RS المجلة العربية لكلية الآداب، جامعة أسيوط ، العدد (83) .

- محمد ربيع عبد الظاهر عبد المطلب (2022)، مدينة السويس– دراسة في جغرافيا التخطيط الحضري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة.
- مناور خلف مناور المطيري (2021)، نموذج الملائمة المكانية للتوسع العمراني في مدينة المدينة المنورة, المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، المجلد 52 ، العدد 78، القاهرة.
- هيفاء يحيي البلاع 2018, اتجاهات النمو العمراني وأثرها على المناطق الأثرية الدينية في المدينة المنورة, دراسة جغرافية, مجلة العلوم الطبيعية والحياتية, العدد الثاني, المجلد الثاني.

المراجع الأجنبية:

1- Ashraf, A. Abdou (2013) Towards a Mechanism of Measuring the Developmental Gap in Settlement Communities: An Applied Study of Al-Madinah Al-Munawarah, Bulletin of the Egyptian Geographical Society, Vol. (86), P.P. 63 – 79.

2- Arnous, M. O. (2013). Geotechnical site investigations for possible urban extensions at Suez City, Egypt using GIS. Arabian Journal of Geosciences, 6

3- Awange, L.J. and Kiema, J.B.K. (2013) Environmental Geoinformatics: Monitoring and Management (Environmental Science and Engineering). 2013th Edition. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34085-7

4- Genene, A., & Meten, M. (2021), Landslide Susceptibility Mapping Using GIS-based Information Value and Frequency Ratio Methods in Gindeberet area, West Shewa Zone, Oromia Region, Ethiopia .

5- Gotlib, D., & Olszewski, R. (2017), From conceptual modeling to a map. International Cartographic Association ICA.

6- Abu El Ela Hany S., (2016) MONITORING SOME SMART CITY GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF MEDINA IN SAUDI ARABIA, Roum. Géogr./Rom. Journ.Geogr., 60, (2),p.183–201, 2016, Bucureşti.

7- Y. I. H. PARISH AND P. MÜLLER,2001 “Procedural Modeling of Cities,” **in SIGGRAPH**, pp. 301–308.

8- B. WATSON, P. MÜLLER, O. VERYOVKA, A. FULLER, P. WONKA, AND C. SEXTON,2008 “Procedural urban modeling in practice,” **IEEE Compute. Graph. Appl**., vol. 28, no. 3, pp. 18–26.

9- S. P. SINGH, K. JAIN, AND V. R. MANDLA,2014 “Image based Virtual 3D Campus modeling by using CityEngine,” **American Journal of Engineering Science and Technology Research** vol. 2, no. 1