مجلة كلية الآداب جامعة بورسعيد
https://jfpsu.journals.ekb.eg/

P-ISSN: 2356-6493 E-ISSN:2682-3551

رصد النمو العمراني والتنبؤ بتغيراته المستقبلية فى مدينة العريش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

أ.م.د/ وردة محمد أحمد السيد
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا
كلية الآداب، جامعة دمياط
wardalovelove@yahoo.com

10.21608/jfpsu.2025.345365.1408

تاريخ الإرسال : ٢٠٢٤/١٢/١٩م **تاريخ القبول :** ٢٠٢٥/١/١١م
تاريخ النشر : ٢٠٢٥/١/١٥م

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0). http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

رصد النمو العمراني والتنبؤ بتغيراته المستقبلية فى مدينة العريش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

مستخلص

يعد العمران بمدينة العريش أحد أهم الركائز، التي تبنى عليها الخطط التنموية، خاصة بالفترة الاخيرة التى تتجه فيها الدولة إلى تعمير شبه جزيرة سيناء، حيث تعد المدينة أحد أهم مدن شمال سيناء وعاصمة المحافظة ليس هذا فقط بل تمثل أكبر مدن شبه جزيرة سيناء، كما إن دراسة اتجاهات العمران ونمذجتها بشكل مفيد بها تعتبر من الأمور المهمة، والشديدة التعقيد نظراً لغزارة البيانات المتعلقة بها.

وقد أثبتت أنظمة المعلومات الجغرافية نجاحاً في التعامل مع مجموعة كبيرة من البيانات الجغرافية سواء مكانية أو وصفية على نطاق واسع، وتعتبر بيئة برنامج City Engine داخل مجموعة برامج ARC GIS ضمن أبرز تطبيقات النمذجة ثلاثية الأبعاد وخلق نماذج للمناطق الحضرية المستقبلية للمدن، يمكن من خلالها محاكاة النمو العمراني وامتداداته الجغرافية على فترات زمنية مختلفة والتنبؤ المستقبلي لنموه.

وتهدف هذه الدراسة إلى إستخدام النمذجة ثلاثية الأبعاد لدراسة النمو العمراني بمدينة العريش، والتوقع المستقبلي لانتشاره، كما تسعى إلى إبراز أهمية هذه الانظمة وقدرتها على محاكاة الواقع، بالإضافة إلى إنشاء مكتبة للظواهر الجغرافية التي تمثل العناصر الأساسية للعمران، بما في ذلك الطرق، الحدائق، أعمدة الإنارة، المباني السكنية والخدمية، وغيرها من البنى التحتية، كما تتضمن الدراسة إظهار طبوغرافية الأرض المتوقع أن يحدث عليها النمو العمراني. يتم تحقيق ذلك من خلال برمجة مجموعة من قواعد التوليد العمراني، بحيث يمكن إعادة استخدامها في نمذجة العمران في مدن أخرى ضمن حدود الجمهورية.

وقد توصلت الدراسة لعدد من النتائج، من أهمها رسم خريطة لأكثر المناطق ملائمة للنمو العمراني المستقبلي لمدينة العريش، التي قدرت بنحو ١١.٧ كيلومتر مربع للمناطق ذات الملائمة المرتفعة، و٦.٧ كيلومتر مربع لذات الملائمة المتوسطة، ونحو ١٢.٨ كيلومتر لذات الملائمة المنخفضة، و٢٨.٢ كيلومتر مربع لذات الملائمة شديدة الانخفاض، كما أظهرت الدراسة نحو ٣٤.٧ كم٢ لا تصلح للنمو العمراني لعدد من الأسباب.

الكلمات المفتاحية: مدينة العريش، النمو العمراني، التنبؤ المستقبلي للعمران، النمذجة ثلاثية الأبعاد، محاكاه العمران، Arc GIS- City Engine.

Monitoring Urban Growth and Predicting Its Future Changes in the City of Arish using Geographic Information Systems and Remote Sensing

Abstract

The urban development in the city of Arish is one of the most important pillars upon which developmental plans are built, especially in recent times as the state aims to develop the Sinai Peninsula. The city is one of the most significant cities in North Sinai and the capital of the governorate. Not only that, but it also represents the largest city in the Sinai Peninsula. Studying urban trends and modeling them in a useful manner is considered crucial and highly complex due to the abundance of related data.

Geographic Information Systems (GIS) have proven successful in handling a vast amount of geographic data, both spatial and descriptive, on a large scale. The City Engine environment within the ARC GIS suite of programs is one of the leading applications for 3D modeling and creating future urban area models. It allows for simulating urban growth and its geographic extensions over different time periods and predicting future growth.

This study aims to use 3D modeling to examine urban growth in the city of Arish and predict its future expansion. It also seeks to highlight the importance of these systems and their ability to simulate reality, in addition to creating a library of geographic phenomena representing the essential elements of urban development, including roads, parks, street lighting, residential and service buildings, and other infrastructure. The study also involves demonstrating the topography of the land expected to undergo urban growth. This is achieved through programming a set of urban generation rules that can be reused for modeling urban development in other cities within the country.

The study reached several conclusions, most notably mapping the most suitable areas for future urban growth in the city of Arish. It estimated about 11.7 KM^2 for areas with high suitability, 6.7 KM^2 for areas with medium suitability, approximately 12.8 KM^2 for areas with low suitability, and 28.2 KM^2 for areas with very low suitability. Additionally, the study identified about 34.7 KM^2 as unsuitable for urban growth for various reasons.

Keywords: Al-Arish city, urban growth, future urban predication, 3D modeling, urban simulation, Arc GIS- City Engine.

مقدمة

المدينة كيان حي يتغير وينمو وينضج بإستمرار، حيث تتكون من تجمعات عمرانية تشهد تغيرات مادية وإجتماعية مدروسة وغير عشوائية، نتاجاً لعوامل ومؤثرات متعددة تناولها الباحثون في العديد من دراساتهم، حيث تهدف هذه الدراسات إلى مراقبة المدينة وتوقع التغييرات المستقبلية فيها، وكذلك وضع الخطط والإستراتيجيات اللازمة لتوجيه هذه الظاهرة في الاتجاه الصحيح، نظراً لأهمية هذه الكيانات في إبراز هوية ساكنيها.[1]

بالواقع، أن نمو المدينة عملية معقدة للغاية، وإن كان من الممكن تحليلها وفق مجموعة من الأسس يأتي في مقدمتها عاملان هامان: الأول يتمثل في شكل المدينة، الذي يعد نتيجة للقوانين التي تحكم نمو المدينة والعوامل المؤثرة فيه، الثاني يتمثل في المميزات المعادلة التي تتحكم في توزيع أجزاء التركيب الداخلي للمدينة، هذا النهج يشير إلى أن النمو يخلق شكل المدينة وفي نفس الوقت، فإن الشكل يحدد النمو.

ويوضح H-Makinder أن دراسة الماضي مفتاح لدراسة الحاضر ومقدمة ضرورية لفهم جغرافية الوقت الحاضر، التي يمكن من خلالهما التنبؤ بالمستقبل[2] ، ولا يمكن فهم نمو المدينة في الماضي والمستقبل دون نموها العمراني والسكاني الحالي فمن خلال التنبؤ بالنمو المستقبلي لعمران منطقة الدراسة يمكن دراسة الكتلة المتنبأ بها بنمط ثلاثي الأبعاد.

وهناك العديد من البرامج التي تستخدم في التعامل مع مجموعة كبيرة من المشاكل المكانية، ابتداءً من المنهجيات البسيطة المستخدمة في وصف الكائنات المكانية وعلاقتها مع بعضها البعض وانتهاء التحليلات المعقدة جداً والنمذجة ثلاثية الابعاد، ووفقا لذلك فقد تخلق حلول جديدة لجعل عملية الدراسة والتحليل تتم بشكل أسرع، والسبب يرجع الى استخدام النمذجة (3D) للمدن والتي لا تستخدم الآن في البحث العلمي فقط ولكن تستخدم

---

(1) أشرف علي عبده، نرمين أحمد شكري (٢٠٢٤)، تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي حتى عام ٢٠٢٢، من خلال دمج الشبكات العصبية الاصطناعية مع نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الجغرافية العربية، عدد ١٩١. سلسلة الدراسات الخاصة، الجمعية الجغرافية المصرية.

(2) 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.

في صناعة الأفلام والألعاب الترفيهية[3]، كما يمكن إستخدامها في أغراض السياحة والرحلات الافتراضية مثل تصور الزيارات داخل المزارات السياحية المصرية كالمعابد والمساجد، فضلا عن إستخداماتها في أنظمة الملاحة والنقل الذكي... ألخ

ولقد أثبتت أنظمة GIS، أنها الأكثر تطورا وأنها تمتلك القدرة على التعامل مع مجموعة كبيرة من البيانات الجغرافية سواء مكانية أو وصفية (رسومات و بيانات) على نطاق واسع، بالإضافة إلى قدرتها العالية على الربط بين الكائنات الجغرافية وتوفير وسائب لتحليلها[1]

وهنا تم الاعتماد على نظم برنامج City Engine أحد تطبيقات GIS، في تطبيق النمذجة ثلاثية الأبعاد على منطقة الدراسة المختارة (مدينة العريش) لإنشاء وخلق نماذج للمناطق الحضرية المستقبلية بناءً على دراسة النمو العمراني وامتداداته الجغرافية على فترات زمنية مختلفة والتنبؤ المستقبلي للنمو باستخدام الأنظمة والاسقاطات التكنولوجية.

أهمية البحث

جاء الاهتمام بدراسة العمران بمدينة العريش على أساس أنها أكبر المدن في شبه جزيرة سيناء وعاصمة محافظة شمال سيناء، إذ تمثل مرحلة هامة في التطور العمراني والتنمية الحضرية بسيناء، غير أنها تعد من اهم خطوط الدفاع العسكري لجمهورية مصر العربية، فيما تم تحديد اتجاهات النمو العمراني بالمدينة عبر فترات تاريخية مختلفة، لمعرفة أهم الاتجاهات التي جذبت النمو العمراني والمعطيات التي ساعدت على ذلك في مقابل العوائق سواء الطبيعية او البشرية التي حجمت النمو العمراني ببعض الاتجاهات.

كما تكمن أهمية أخرى للدراسة في توفير أدوات ذات كفاءة كبيرة للمساهمة في إدارة التخطيط الحضري للإعمار في المدن المصرية بشكل عام ومنطقة الدراسة بشكل خاص نظرا لسرعة الحراك العمراني بها خاصة بعد أحداث ٢٥ يناير وما شهدته المدينة

(3) Y. I. H. PARISH AND P. MÜLLER,2001 "Procedural Modeling of Cities," **in SIGGRAPH**, pp. 301–308.

(1) ZLATANOVA, A RAHMAN, AND M. PILOUK,2002 "3D GIS: current status and perspectives," Int. Arch. Photogram. Remote Sens. Spat. Inf. Sci., vol. 34, no. 4, pp. 66–71

من انفلات أمنى بتلك الفترة حتى وقت قريب والتي تعد من أهم التحديات التي تواجه أصحاب القرار.

أهداف البحث:

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 إستخدام هذه القواعد في نمذجة العمران والإعتماد 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)[١].

خطوات العمل

النماذج ثلاثية الأبعاد : يمكن تصنيفها إلى ثلاث أنواع, نماذج بمقياس صغير كالنماذج الطبوغرافية (التضاريس) (DEM) لمنطقة الدراسة، نماذج متوسطة المقياس وتكون على مستوى المدن أو الأحياء الكبيرة، ونماذج ذات مقياس كبير وتكون على مستوى المبنى الذي يظهر به الواجهات والنوافذ وتصاميم الديكور.

تم تقديم نموذج الدراسة في شكل مجسم ثلاثي الابعاد بإستخدام قواعد التوليد المعماري (CGA) المعتمدة على قواعد الشكل (Shape Grammar) والتي يمكن أن نعرفها بلغة برمجة تمكين توليد مكونات معمارية

[١] حنان كمال درويش، فادي عز الدين شعبان (٢٠١٧) النمذجة ثلاثية الأبعاد للمدن في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام ESRI City Engine، مجلة جامعة البعث – المجلد (٣٩) العدد (١١)، سوريا ص ٨٤.

(3D)[1] ويستخدم برنامج (City Engine) في تقديم نماذج ثلاثية بشكل تلقائي أو أوتوماتيكي من خلال مجموعة من الأنماط والاشكال المعدة مسبقا، وفي دراستنا سيتم الاعتماد عليه لمحاكاة الواقع الطبيعي والعمراني لمنطقة الدراسة من انحدارات وميول وبنية وتضاريس منطقة الدراسة، ونمط النسيج العمراني من طرق ومباني وإستخدامات.

ويمكن تقسيم إنشاء نموذج ثلاثي الابعاد من خلال مجموعة من الخطوات والتي تبدأ من إدخال الشكل الهندسي للمباني ثم إدخال خصائص المبنى الأساسية وإرتفاع المبنى بالطابق وطول وعرض واجهة المباني وشكل فتحات التهوية به ثم يأتي بعدها إستخدام وتطبيق قاعدة التوليد المعماري المبرمجة والمعدة مسبقاً[1].

الدراسات السابقة:

تمثل الدراسات التي شملت دراسة الملائمة المكانية للتوسع العمراني وعمل نماذج ثلاثية الابعاد للأماكن المتوقعة خاصة المنشورة باللغة العربية نادرة جدا في الدراسات الجغرافية، ولكن يوجد بعض الدراسات والتي تعد قليلة جداً أيضا في دراسة الملائمة المكانية للنمو العمراني المستقبلي فقط دون استخدام الأنماط الثلاثية في الدراسة المنشورة باللغة العربية، بينما الدراسات التي نشرت باللغات الأجنبية فهي كثيرة، ومن بين الدراسات التي تناولت موضوع الملائمة المكانية.

دراسة الجبري والكناني (٢٠١٢)، الملائمة المكانية للتوسع الحضري لمدينة الكوت للفترة المستقبلية ٢٠٢٤م، عبر منهجية تحليلية مكانية من خلال الحفاظ على الموارد الطبيعية المتمثلة بالأراضي الزراعية والثروات المعدنية وعدم التوسع على حسابها، وكيفية تقييم الملائمة المكانية للتوسع الحضري، حيث تقع المدينة على نهر دجلة بالعراق وقد نمت على ضفتيه، وتم تحليل ودارسة المعايير والعوامل التي أثرت في الامتداد العمراني للمدينة باستخدام أنظمة GIS، حيث أظهرت النتائج ترجيح موقعين للتوسع الحضري الأول على طريق الكوت – بدرة والآخر على طريق الكوت – الناصرية.

---

(1) MÜLLER, P., WONKA, P., HAEGLER, S., ULMER, A., & VAN GOOL, L. 2006. Procedural modeling of buildings. **In Acm Transactions On Graphics (Tog)**,Vol. 25, No. 3, pp. 614-623

[1] حنان كمال درويش، فادي عز الدين شعبان (٢٠١٧) النمذجة ثلاثية الأبعاد للمدن في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام ESRI City Engine، مجلة جامعة البعث – المجلد (٣٩) العدد (١١)، سوريا ص ٨٤.

دراسة (Arnous, 2013) هو ‘نشاء نموذج مكاني للظروف والاعتبارات الجيوتقنية باستخدام GIS لتطوير أنشطة الموقع وتحليلها وتخطيطها بالامتدادات الجديدة بمدينة السويس، وقد استخدم النظام بأربع طرق (تكامل البيانات، تصور البيانات وتحليلها، تخطيط أنشطة الموقع وعرض بيانات المنطقة، ثم تعيين الأوزان لمختلف الخصائص، وأخيرا دمج الخرائط الموزونة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وجاءت نتيجة الدراسة أن المنطقة الأفضل والمثالية وجدت بالمناطق الوسطى والغربية من منطقة الدراسة.

دراسة بوريان وأخرون (Burian, et al, 2015) نموذج مخطط حضري كامتداد تحليلي بنظم المعلومات الجغرافية لتقييم ملائمة الأرض والكشف عن أنسب المناطق للتطور المكاني، حيث تم استخدام نموذج تحليل متعدد المعايير حيث يحترم مبادئ التنمية المستدامة كجوهر ركز النموذج من خلاله على تقييم ملائمة الأرض وفقا للبيانات المدخلة وقيمتها وأوزانها، ليأتي بعد ذلك تحليل الملائمة باختيار إستخدامات الأراضي على النحو التالي (سكنية، ترفيهية، مرافق عامة، وصناعية وانتاج زراعي).

دراسة حنان كامل درويش، فادي عزالدين شعبان (٢٠١٧)، النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد للمدن في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام ESRI City Engine والتي قدمت مجموعة من قواعد التوليد المعماري (CGA) المبرمجة بلغة النمذجة الإجرائية لتوليد مجموعة من النماذج ثلاثية الأبعاد القادرة على تمثيل كافة عناصر المدن وبناها التحتية، حيث شكلت الدراسة تطبيق هذه النماذج لتظهر أهمية استخدام GIS في نمذجة وتمثيل المدن.

دراسة هاني أبو العلا (٢٠١٩) استخدامات نظم المعلومات الجغرافية في تحويل المدن المصرية إلى مدن ذكية، والتى تحدث بها عن استخدام تطبيقات أنظمة المعلومات واختص بتطبيق City Engine للدراسة ثلاثية الابعاد التى تساعد فى تحويل المدن الى مدن ذكية، كما ناقشت هذه الورقة فكرة تحويل عدد من المدن المصرية إلى مدن ذكية في إطار مفاهيمي يشرح فلسفة المدينة الذكية وبعض آليات التحويل، بالإضافة إلى أمثلة على استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية لدعم فكرة التحويل.

دراسة محمد ربيع عبدالظاهر (٢٠٢٣) دور التقنيات الجيومعلوماتية في التنبؤ بالنمو الحضري لمدينة السويس، مصر باستخدام نموذج ، فقد تبنى نموذج يوضح نطاقات التوسع العمراني المستقبلي للمدينة وفقا لمعايير وعوامل جغرافية عديدة كالعوامل الطبيعية والاقتصادية والبيئية، وتمكنت الدراسة من تطبيق النمذجة المكانية للتوسع المحتمل بنموذج نسبة التكرارFR وتم استنتاج خريطة ملائمة مكانية بدرجات مختلفة من وجهة نظر الباحث.

دراسة أشرف عبده, ونرمين شكري (٢٠٢٤) تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي حتى عام ٢٠٢٢م, 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 إنشاء نموذج هيكلي لتقييم الملائمة المكانية للتنمية العمرانية باستخدام النمذجة الجيومكانية للنمو العمراني المستقبلي اعتماداً على اختيار وتحديد ١١ متغير في بناء النموذج.

منهج الدراسة:

إعتمدت المناهج التي من شأنها تقديم الدراسة بصورة جيدة، حيث تم استخدام **المنهج التاريخي** وذلك في تحليل النمو والتطور العمراني لمنطقة الدراسة عبر الفترات الزمنية التي حددتها الباحثة للدراسة, 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 الاحداث التي مرت بها منطقة الدراسة, وما يتعلق بها من معطيات عكست صورة النمو العمراني في الفترات التاريخية المختلفة, هذا فضلاً عن استخدام **منهج النظم** من خلال تحديد وتطبيق تقييم الملائمة المكانية واقتراح أفضل الأماكن للتنمية العمرانية المستقبلية لمنطقة الدراسة وبناء نموذج ثلاثي الأبعاد لمنطقة التنمية العمرانية المستقبلية.

للوصول إلى أهداف الدراسة فقد اعتمدت على منهجية تقوم على دمج وتكامل أنظمة الجيوماتكس، أولاً الاعتماد على المرئيات الفضائية لكشف حيز الكتلة العمرانية لمدينة

العريش بفترات زمنية واستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في تحليل ومعالجة صور الأقمار الصناعية للوقوف على النمو العمراني بثلاث أسس 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, فضلاً عن استخدام تقنيات النظم لعمل نماذج ثلاثية الابعاد تساعد على فهم وتصور الوضع المستقبلي للعمران، بناءً على عدد من الخطوات وهم (بناء قواعد بيانات جغرافية، وإدخال البيانات، التخزين والمعالجة والتحليل، الإخراج الكارتوجرافي، إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد باستخدام City Engine).

* **المنهجية البحثية باستخدام الرفع المساحي:** للمناطق التي تنبأ بها للنمو العمراني إنشاء رسومات ومخططات مساحية لتحويله فيما بعد لنموذج ثلاثي الأبعاد يحاكي الواقع الطبيعي لمنطقة الدراسة.

موقع منطقة الدراسة

تقع مدينة العريش على ساحل البحر الأبيض المتوسط، شمال شرق شبه جزيرة سيناء، وهي عاصمة محافظة شمال سيناء، فضلاً عن أنها أكبر مدن مركز العريش، ويبلغ عدد سكانها ٢٠٧,٧٦٥ نسمة عام ٢٠٢٤، وكذلك أكبر مدينة في شبه جزيرة سيناء، وتبعد عن العاصمة الإدارية لمصر بنحو ٣٤٤ كيلومترًا شمال شرق القاهرة و٤٥ كيلومترًا غرب الحدود مع فلسطين، وفي العصور القديمة وأوائل العصور الوسطى كانت المدينة تُعرف بالإسم الإغريقي "رينوكورورا"[1] ، وتقع المدينة عند مصب وادي العريش، وهو مجرى مائي سريع الزوال يبلغ طوله ٢٥٠ كيلومترًا، تقع محمية الزرانيق في الجانب الشرقي من العريش، أما الموقع الفلكي للمدينة فقد جاءت على خط عرض ٣١.١٢٥٤ درجة شمالا وخط طول ٣٣.٧٩٨٦ درجة شرقا، تشمل ١٤ حي سكني بالإضافة الى ٤ قرى.

[1] "TM Places". *www.trismegistos.org*

مناخ منطقة الدراسة

يتضح من دراسة بيانات هيئة الارصاد الجوية أن درجة الحرارة بمنطقة الدراسة يزيد المتوسط السنوي للحرارة العظمي بها عن ٢٥.٦ درجة مئوية ولا يقل المتوسط السنوي للحرارة الصغرى عن ١٣.٧ درجة، بينما يرتفع المتوسط الشهري للحرارة العظمى في الفترة ما بين شهر يونيو إلى سبتمبر عن ٣١ درجة، بينما أقل شهور العام بدرجة الحرارة هي ديسمبر ويناير حيث تنخفض درجات الحرارة الى ١٠ درجات[١].

يتميز مناخ المدينة بشكل عام بشبه الجاف إذ ينخفض معدل تساقط الأمطار إلى ١٠٦ ملم، وتسقط معظم أمطار منطقة الدراسة في ديسمبر ويناير، أما الاتجاه الغالب للرياح على المدينة هو الاتجاه السائد على جمهورية مصر العربية وهي الرياح الشمالية.

أولا: مراحل النمو العمراني لمدينة العريش بالفترة (١٩٨٥/ ٢٠٢٤)

جاءت دراسة تطور النمو العمراني لمنطقة الدراسة بالفترة ما بين عامي (١٩٨٥ حتى عام ٢٠٢٤) بفترة بلغت ٣٩ عاما، حيث شهدت هذه الحقبة الزمنية تغيرات في مظاهر العمران للمنطقة خاصة بعد فترة حرب أكتوبر عام ١٩٧٣ واتجاه الدولة والسكان لإعادة تعمير سيناء مرة أخرى. فكما يشير الجدول رقم (١)، حيث تم الاعتماد على صور المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة شكل رقم (١).

جدل رقم (١) مراحل النمو العمراني للمدينة المنورة بالفترة الزمنية (١٩٢٥/ ٢٠٢٤)

السنة	المساحة		الإضافة الكلية	الإضافة السنوية	نسبة الكتلة العمرانية		معدل النمو العمراني السنوي %
	متر مربع	كم مربع	متر مربع	متر مربع	منفصلة	تراكمية	
1985	3849585	3.8			14.9	14.9	
1995	4607978	4.6	758393	75839	2.9	17.8	2.0
2005	17449478	17.4	12841500	1284150	49.6	67.4	27.9
2015	24330980	24.3	6881501	688150	26.6	94.0	3.9
2024	25881323	25.9	1550343	172260	6.0	100.0	0.7
جملة الفترة			22031738	564916	100		14.7

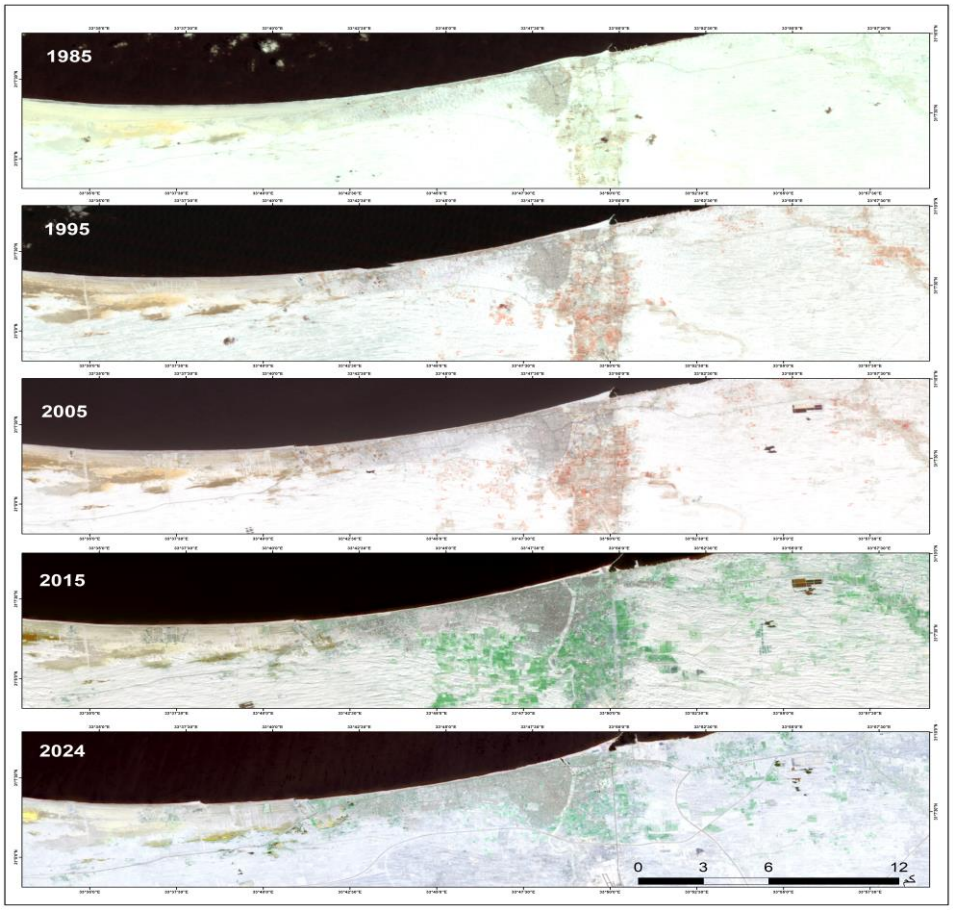
المصدر/ عمل الباحثة اعتمادًا على المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة سنوات مختلفة.

[١] هيئة الأرصاد الجوية، محطة أرصاد مدينة العريش، بيانات غير منشورة بالفترة (١٩٥٠/ ٢٠٢٣).

الفترة الزمنية الأولى بين عامي (١٩٨٥/ ١٩٩٥):

تعد هذه المرحلة والتي تمتد على مدار ١٠ سنوات من المراحل الهامة للتطور العمراني بالمدينة، نتيجة انتهاء فترة الاحتلال وتداعيات الحرب والاتجاه إلى تنمية سيناء وإعادة الإعمار, فقد بدأ العمران فى الانتشار بمعدل منخفض قليلاً ولكن حقق النمو العمراني بها طفرة حجمية كبيرة خاصة بعد سنوات من الصراع العسكري، سجلت مدينة العريش حجم كتلة عمرانية عام ١٩٨٥ قدرت بنحو ٣.٨ كم مربع استخلصت من صور المرئيات الفضائية التى إستخدمتها الباحثة بالدراسة (Landsat 7) بينما بعام ١٩٩٥ إرتفع مساحة العمران بالمدينة ليصل الى ٤.٦ كم مربع مقدار إضاقة كلية تجاوز ٧٥٨ ألف متر مربع أي بما يمثل تقريباً زيادة سنوية ٧٥.٨ ألف متر مربع لكل عام على مدار ١٠ سنوات، جدير بالذكر أن مساحة الكتلة العمرانية ببداية الفترة قد سجلت نسبة (١٤.٩٪) من جملتها بالوقت الحاضر وبنهاية الفترة عام ١٩٩٥ ارتفعت تلك النسبة لتصل إلى (١٧.٨٪) أي بزيادة (٢.٩٪)، لتسجل تلك الفترة معدل نمو عمراني سنوي بلغ (٢٪).

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



شكل رقم (١) المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة بخمس سنوات مختلفة بفاصل زمني ١٠ سنوات

١- الفترة الزمنية الثانية بين عامي (١٩٩٥/ ٢٠٠٥):

والتي امتدت على مدار ١٠ أعوام، حيث تعد أحد أهم مراحل الحياة العمرانية لمدينة العريش، نتيجة العديد من الأسباب أهمها تطور وسائل ومعدات البناء بشكل كبير، وإتجاه الدولة الى إنشاء أنماط الإسكان الاجتماعي بمدن مصرية كثيرة كان من ضمنها مدينة العريش، حيث انتقل عمران المدينة من التكثيف الداخلي بالمراحل الزمنية السابقة الى النمو العمراني التراكمي على الأطراف حيث قدرت مساحة المدينة حتى نهاية تلك الفترة بنحو ١٧.٤ كم متر مربع بمقدار إضافة عمراني ١٢.٨ كم٢ أي بمعدل سنوي ١.٣ كم

مربع لكل عام وجدير بالذكر أن تلك الفترة تعد أكبر المساحات العمرانية التي شهدتها منطقة الدراسة بنسبة (٤٩.٦٪) من جملة مساحة عمران المدينة الحالي ونسبة (٦٤.٤٪) بتراكم العمران حتى نهاية تلك الفترة من عام ١٩٨٥ حتى ٢٠٠٥، حيث بلغ معدل النمو العمراني السنوي بها (٢٧.٩٪).

٢- الفترة الزمنية الثالثة بين عامي (٢٠٠٥/ ٢٠١٥):

سلجت هذه الفترة معدل نمو عمراني سنوي (٣.٩٪), وجاءت مساحة العمران بنهاية الفترة (٢٤.٣ كم٢) بمعدل إضافة عمرانية (٦.٨ كم مربع) نتيجة أن مساحة الكتلة العمرانية ببداية الفترة سجلت (١٧.٤ كم مربع), كما قدرت معدلات الإضافة السنوية بتلك الفترة (٦٨٨ ألف متر مربع)، وبلغت نسبة مساحة الكتلة العمرانية المضافة بالفترة (٢٦.٦٪) من جملة مساحة العمران الحالي، بينما بلغت نسبة مساحة العمران حتى نهاية الفترة بالمعدل التراكمي (٩٤٪) من جملة عمران المدينة.

٣- الفترة الزمنية الرابعة بين عامي (٢٠١٥/ ٢٠٢٤):

امتدت على مدار تسعة أعوام حتى كتابة هذه الدراسة، 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 والتى أظهرت العمران بشكل شريطي بطول الساحل من الكتلة القديمة للمدينة بالإتجاه نحو الغربي كما هو موضح بالشكل رقم (١), فقد سجلت مدينة العريش مساحة كتلة عمرانية بلغت (٢٥.٩ كم٢) تقريبا, بزيادة كلية ١.٥ كم مربع, بما يقدر بنحو (١٧٢ ألف متر مربع) كل عام على مدار ٩ سنوات, جدير بالذكر أن تلك المساحة المضافة بهذه الفترة الزمنية سجلت فقط ٦٪ من جملة مساحة عمران المدينة حتى عام ٢٠٢٤, بمعدل نمو سنوي (٠.٧٪).

٤- الفترة الزمنية الاجمالية على مدار ٣٩ عام (١٩٨٥/ ٢٠٢٤):

كما ذكرنا سابقاً بلغ إجمالي مساحة الكتلة العمرانية بمدينة العريش حتى نهاية عام ٢٠٢٤ نحو ٢٥.٩ كم٢ والتي تضاعفت بشكل كبير على مدار (٤٩ عام) فترة الدراسة التي تم اختيارها, تطور وامتد النمو العمراني للمدينة حيث سجلت ببداية الفترة مساحة

عمرانية ٣.٨ كم مربع بمقدار إضافة كلية بلغ ٢٢ كم٢ بمقدار إضافة سنوي قدر بنحو ٥٦٤.٩ ألف متر مربع لكل عام، حيث قدرت معدل النمو العمراني السنوي للمدينة بنحو (١٤.٧٪).

ثانيا: – اتجاهات ومحاور النمو العمراني:

شهدت منطقة الدراسة امتدادات عمرانية مختلفة على مدار الفترة الزمنية التي تم اختيارها من قبل الباحثة للدراسة وسوف تسلط الضوء على الفترة ما بين عامي (١٩٨٥/ ٢٠٢٤) للنمو العمراني على الاتجاهات الجغرافية بهذه الفترة واستخراجها من صور المرئيات الفضائية بداية من القمر الصناعي (TM) حتى (LANDSAT-8) والتي من خلال بياناتهم سيتم التنبؤ بمستقبل النمو والامتداد العمراني للمدينة باستخدام التقنيات الحديثة من الملائمة المكانية واستخدام تقنيات أنظمة المعلومات في التوقع المستقبلي. وبالبداية و خلال الرحلة التطورية لمنطقة الدراسة عمرانياً كانت هناك مجموعة من المحاور الاتجاهية الجغرافية التي سلكها النمو العمراني، وفي هذا الإطار تباينت معدلات النمو العمراني على تلك المحاور الاتجاهية الأمر الذي يعكس إلى أي مدى كان النمو العمراني يفضل اتجاهاً دون غيره للنمو فيه، ومن ثم ظهرت محاور اتجاهية مفضلة لعمليات التوسع الأفقي والنمو العمراني، وأخرى عزف النمو العمراني عنها نسبياً في مراحل دون غيرها.

ويعكس الجدول رقم (٢) والشكل رقم (١) الامتدادات العمرانية الأفقية على الاتجاهات الجغرافية بمدينة العريش خلال الفترة (١٩٨٥/ ٢٠٢٤)، الذي يوضح معدلات النمو العمراني للمدينة على المحاور الجغرافية بالفترة ذاتها، ومن خلالهما يمكن تقسيم المحاور الاتجاهية إلى الفترات الزمنية لمعرفة كل اتجاه سجل معدل امتداد عمراني سنوي لاستيضاح أكثر الاتجاهات امتداداً عمرانياً بكل فترة وبالنهاية سيتم دراسة الفترة الإجمالية كلها ومعدل إضافتها السنوي للنمو العمراني.

جدول رقم (٢) الامتدادات العمرانية الأفقية على الاتجاهات الجغرافية لمدينة العريش بالمتر خلال الفترة (١٩٨٥/٢٠٢٤)م

العام	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
1985	1158	890	765	1046	1488	1602	1275	844
1995	1222	0	0	0	0	0	2109	2290
2005	0	3810	2291	1756	2357	2193	11607	3405
2015	0	5306	2537	2576	0	2430	15050	0
2024	0	0	2683	3151	0	2580	0	0

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على صور الأقمار الصناعية فترات زمنية مختلفة (Landsat)+ الخرائط الرقمية لمنطقة الدراسة، والأطوال من حساب الباحثة

جدول رقم (٣) مقدار الإضافة العمرانية الأفقية الكلية والسنوية على الاتجاهات الجغرافية لمدينة العريش خلال الفترة (١٩٨٥/٢٠٢٤)م

الفترة الزمنية (الكلية)	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
1985/ 1995	64						834	1446
1995/ 2005		3810	2291	1756	2357	2193	9498	1115
2005/ 2015		1496	246	820		237	3443	
2015/ 2024			146	575		150		
1985/ 2024	64	5306	2683	3151	2357	2580	13775	2561
الفترة الزمنية (السنوية)	**شمال**	**شمال شرق**	**شرق**	**جنوب شرق**	**جنوب**	**جنوب غرب**	**غرب**	**شمال غرب**
1985/ 1995	6.4						83.4	144.6
1995/ 2005		381.0	229.1	175.6	235.7	219.3	949.8	111.5
2005/ 2015		149.6	24.6	82.0		23.7	344.3	
2015/ 2024			16.2	63.9		16.7		
1985/ 2024	1.6	136.1	68.8	80.8	60.4	66.2	353.2	65.7

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على صور الأقمار الصناعية فترات زمنية مختلفة (Landsat)+ الخرائط الرقمية لمنطقة الدراسة، والأطوال من حساب الباحثة.

شهد عام ١٩٨٥ امتداد طولي للنمو العمراني على المحور الجغرافي الشمالي من مركز الكتلة العمرانية للمدينة كمركز للنمو العمراني بنحو ١١٥٨ متر طولي، حيث يقع هذا الاتجاه بتلك السنة بالترتيب الرابع بين اتجاهات المحاور الجغرافية في الامتداد, بينما الاتجاه الشمالي الشرقي قد سجل امتداد بطول ٨٩٠ م، بينما امتد العمران شرقاً الى مسافة ٧٦٥ متر، وقد ارتفعت معدلات النمو العمراني على الاتجاهات الجغرافية بالاتجاه

الجنوبي الشرقي بعام ١٩٨٥ مسجلاً ١٠٤٦ متر وجنوباً ارتفاع أكثر حتى طول ١٤٨٨ متراً بعدياً عن مركز الكتلة العمرانية ثم ارتفع أيضاً بالمحور الجنوبي الغربي متجاوزا ١٦٠٠ متر طولي ثم انخفض قليلا بالمحور الغربي ليصل الى ١٢٧٥ متر من مركز عمران المدينة، ثم انخفض مرة أخرى بالاتجاه الشمالي الغربي مسجلا ٨٤٤ متر.

أما بعام ١٩٩٥ ارتفع الامتداد العمراني باتجاه الشمال ليصل الى مسافة ١٢٢٢ م من مركز الكتلة العمرانية ولم يشهد الكتلة العمرانية أي تطور من عام ١٩٨٥ الى ١٩٩٥ بأي اتجاه آخر غير الاتجاه الغربي لمسافة ٢١٠٩ متر طولي والمحور الشمالى الغربي بنحو ٢٢٩٠ متر.

بينما بعام ٢٠٠٥ توقف النمو العمراني بالاتجاه الشمالى تماماً نتيجة وجود عائق طبيعي يصعب التغلب عليه (البحر المتوسط)، بينما امتد العمران موازياً لخط الساحل بالاتجاه الشمالى الشرقي على طول ٣٨١٠ متر, كما امتد شرقاً بنحو ٢٢٩١ متر طولي، وبالجنوب الشرقي وصل إلى مسافة ١٧٥٦ متر كما شهد العام هذا نمو عمراني كبير بالجانب الجنوبي بمسافة قدرت بنحو ضعف المسافة التى كانت عليها بعام ١٩٨٥، فيما وصل النمو العمراني على المحور الجنوبي الغربي مسافة ٢١٩٣ متر، بينما شهد العام أكبر امتداد عمراني شهدته مدينة العريش حتى وقتنا الحالي نتيجة التوسط العمراني الكبير فى إنشاء القرى السياحية والشاليهات المصيفية على طول ساحل البحر المتوسط بالجانب الغربي للكتلة العمرانية القدمية، كما امتد العمران باتجاه المحور الجغرافي الشمالى الغربي حتى مسافة ٣٤٠٥ متر.

ولم يشهد عام ٢٠١٥ أي نمو جهة الشمال أيضاً لنفس السبب السابق وهو وجود البحر المتوسط ، بينما تطور العمران وإمتد جهة الشمال الشرقي بطول ساحل البحر المتوسط حتى مسافة ٥٣٠٦ متر، وشرقا بمسافة ٢٥٣٧ متر، وامتد العمراني بالاتجاه الجنوبي الشرقي حتى مسافة ٢٥٧٦ متر، بينما لم يشهد الاتجاه الجنوبي أي نمو عمراني، فيما ارتفع بالاتجاه الجنوبي الغربي حتى ٢٤٣٠ متر، وما شهد العام السابق نمو وإمتداد عمراني يشكل كبير جدا، واستمر هذا النمو حتى نهاية عام ٢٠١٥ ليصل إلى أكثر من

١٥ كم طولي ، نتيجة لنفس السبب السابق وهو التوسع فى إنشاء المباني الساحلية، بينما بالاتجاه الشمالي الغربي توقف النمو العمراني نهائياً نتيجة لامتداد ساحل البحر المتوسط.

وبدراسة وتحليل صور الأقمار الصناعية لعام ٢٠٢٤ لمعرفة أكثر الإتجاهات التي إمتد عليها العمران حتى عام ٢٠٢٤، فقد بينت المرئيات بعد عمل التحليلات العمرانية باستخدام الموجات الضوئية لصور الاقمار الصناعية (Bands) التي تتيح استنباط الكتل الحضرية باستخدام نموذج Map Algebra فمن خلال النتائج التي أظهرتها تلك العملية, أن أكبر المحاور إمتداد هو الجنوبي الشرقي، مسجلاً امتداد بلغ ٣١٥١ متر طولي من مركز العمران القديم بعام ١٩٨٥، بينما ظهر الإتجاه الشرقي بالمرتبة الثانية بطول ٢٦٨٣ متر, فيما جاء المحور الجنوبي الغربي أقل المحاور الجغرافية في الإمتداد العمراني ، بينما لم تسجل بقية المحاور الجغرافية أي شكل من أشكال النمو العمراني عليها نتيجة وجود العوائق الطبيعية مثل الإتجاهات الشمالية التى توقفت تماماً نتيجة وجود البحر المتوسط.

جدير بالذكر أن معدلات النمو والإمتداد العمراني على المحاور الجغرافية تتفاوت فيما بينها بنفس الفترة الزمنية وتختلف أيضاً من فترة إلى أخرى، وهنا سيتم دراسة الفترة الأولي بين عامي (١٩٨٥/ ١٩٩٥) أي على مدار ١٠ أعوام والتي شهد بها الإتجاه الشمالي مقدار زيادة عمرانية طولية قد بلغ (٦٤ متر) فقط بما يعادل ٦.٤ متر كل عام، أما الإتجاه الغربي والذي سجل ثاني أعلى مقدار إضافة بتلك الفترة بنحو ٨٣٤ متر امتد ٨٣.٤ متر للعام الواحد، بينما الإتجاه الشمالى الغربي جاء كأعلى محور إمتد عليه العمران بنحو (١٤٤.٦ متر لكل عام) ليسجل هذا الاتجاه أكثر الاتجاهات نمواً سنوياً بهذه الفترة, بينما لم يشهد أي محور جغرافي آخر أي نمو عمراني بتلك الفترة. شكل رقم (١).

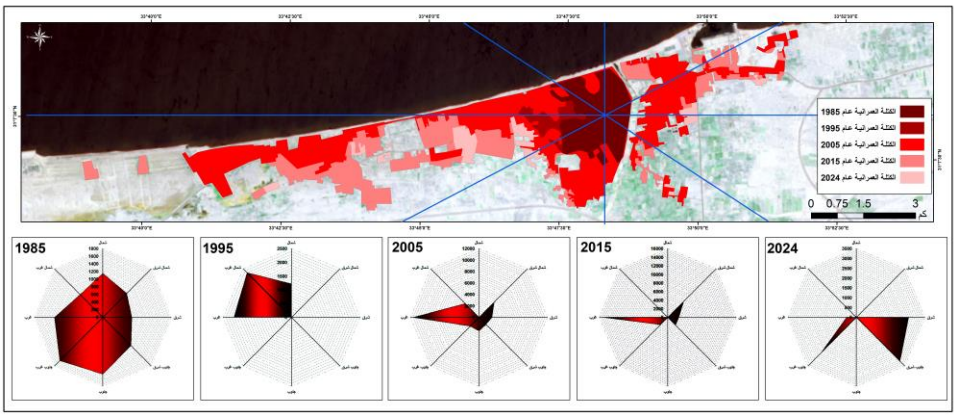
أما الفترة الثانية الممتدة بين عامي (١٩٩٥ حتى ٢٠٠٥)، شهدت جميع الإتجاهات الجغرافية نمواً عمرانياً بها ما عدى الإتجاه الشمالى الذي توقفت عنده معدلات النمو نتيجة وجود البحر المتوسط, فيما جاء الاتجاه الغربي أكثر الاتجاهات نموا عمرانيا على محورها حيث سجل (٩٤٩.٨ متر طولي لكل عام) يليها المحور الشمالى الشرقي بمعدل امتداد (٣٨١٠ متر طولي) بالفترة التى تبلغ ١٠ سنوات، ثم بالترتيب التالي ظهر الاتجاه

الجنوبي (٢٣٥.٧ متر لكل عام)، يليه كل من المحور الشرقي والجنوبي الغربي على التوالي ثم يليهم المحور الجغرافي جنوب شرق بمعدل امتداد سنوي بلغ (١٧٥.٦ متر) وأخيراً المحور الشمالي الغربي بمقدار (١١١٥ متر) على مدة ١٠ سنوات.

تم الامتداد الجغرافي على ٥ محاور جغرافية بالفترة الزمنية (٢٠٠٥/ ٢٠١٥) ولم يمتد على ثلاثة محاور أخرى, جاء الاتجاه الغربي أعلى معدل نمو سنوي بتلك الفترة مسجلاً (٣٤٤.٣ متر لكل عام) يليه الاتجاه الشمالى الشرقي (١٤٩.٦ متر) وهذا يدلل على نمو الكتلة العمرانية موازياً لساحل البحر المتوسط, ثم بالمرتبة الثالثة جاء الاتجاه الجنوبي الشرقي بمعدل سنوى (٨٢ متراً / عام)، وبالترتيب قبل الأخير إمتد العمران شرقا بمعدل (٤٢.٦ متر للعام الواحد) ثم أخيراً (٢٣.٧ متراً لكل عام) بالإتجاه الجنوبي الغربي.

ظهرت ثلاثة محاور فقط ممتدة عمرانية بعام عام ٢٠١٥ حتى وقتنا الحالي وهم على الترتيب المحور الجغرافي (جنوب شرق) (جنوب غرب) (شرق) بحيث سجل الاتجاه الأول معدل إضافة كلية على مدار الفترة الممتدة ٩ سنوات (٥٧٥ متر) أما الاتجاه الثاني (١٥٠ متر) بينما الاتجاه الثالث انخفض قليلاً عن الاتجاه الثاني مسجلاً (١٤٦متر), فيما لم تشهد بقية الاتجاهات الاخرى أي نمو عمراني يذكر.

وبصفة عامة وعلى مدار ٣٩ عاماً سجل المحور الغربي للمدينة أكثر المحاور الجغرافية التي شهدت نمواً عمرانياً وامتدادات طولية للعمران حيث سجل هذا المحور أكثر من ١٥ كم طولي عمران من مركز الكتلة العمرانية القديمة بما يعادل تقريبا ٣٥٣.٢ متر طولي لكل عام، يليه الإتجاه الشمالي الشرقي بمعدل (١٣٦.١ متر طولي لكل عام) ثم ثالثاً الجنوبي الشرق (٨٠.٨ متر للعام الواحد) بينما أقل الاتجاه عمراناً هو الشمالي مسجلا فقط (١.٦ متر لكل عام)، مما يعطي فكرةً واضحةً عن شكل الإمتداد الجانبي للمدينة بشكل طولي أقرب الى الشريطي.



شكل رقم (٢) الامتدادات العمرانية الأفقية على الاتجاهات الجغرافية بمدينة العريش خلال الفترة (١٩٨٥/٢٠٢٤)

ثالثا: التوقع المستقبلي للنمو العمراني لمدينة العريش

والتي استخدمت بها بيئة GIS في التنبؤ بالأماكن التي يمكن أن ينتشر بها عمران منطقة الدراسة مستقبلاً استناداً على عدد من المتغيرات التي تهدف إلى 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[١], وكانت من أهم معايير الدراسة هي المساحات الفضاء داخل وخارج الحيز المعمور للمدينة, 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

[١] محمد ربيع عبد الظاهر عبد المطلب (٢٠٢٢)، مدينة السويس – دراسة في جغرافيا التخطيط الحضري باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة.

الملائمة المكانية للأراضي المستوية والأقل انحداراً منخفضة المنسوب, كما كان لمعيار الأودية والسيول الأماكن التي كانت تبعد عن مخاطر السيول وهكذا.

فيما 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.

١ : دراسة الظواهر الطبيعية

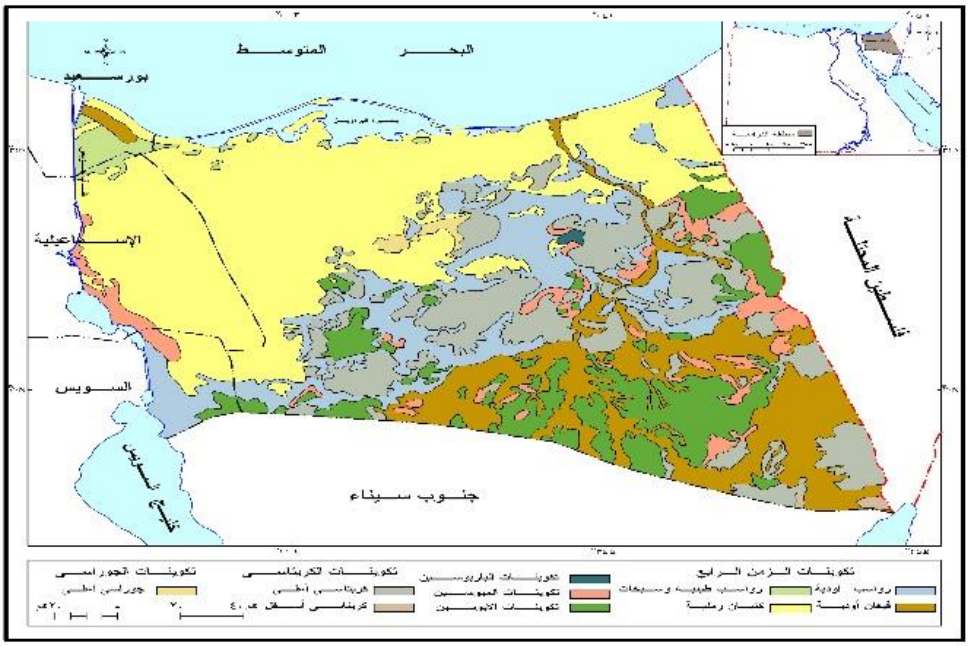
تأتى الظواهر الطبيعية في مقدمة المؤشرات التي تدرس لتخطيط مستقبلي، فمن خلال دراسة خريطة الارتفاعات والانحدارات بمدينة العريش كأحد المعايير المهمة كونها تقع بمنطقة سهلية فهو عامل أساسي في تحديد مناطق النمو الحضري المحتمل، بالإضافة إلى خريطة الجيولوجية والتي تفيد بشكل كبير في تحديد المناطق التي تصلح للبناء عليها من عدمه. فيما تم دراسة تلك المؤشرات والظواهر كما يأتي:

جيولوجية المنطقة

تعد الدراسات الجيولوجية لمنطقة هي أساس الدراسات التي يقوم بها أصحاب القرار والمخططين كونها توضح تكوينات منطقة الدراسة ولها علاقة كبيرة بتكوين التربة وما تحويه من صخور وفوالق وصدوع؛ التي تسهم بشكل كبير في تحديد أي المناطق التي سوف يرجحها نموذج التنبؤ استناداً على أهميتها النسبية ووزنها من حيث التكوين الذي يسمح بزيادة إنشاء تركزات كتل عمرانية, فقد أمكن تصنيف جيولوجية منطقة الدراسة كما بالشكل رقم (٣) والذي تم فيه الاعتماد على الخريطة الجيولوجية لمحافظة شمال سيناء. نظراً لعدم وجود خريطة جيولوجية بمقياس رسم صغير تختص مدينة العريش فقط.

خصائص التكوينات الجيولوجية السطحية :

يتضح من الخريطة الجيولوجية، أن عمر التكوينات السطحية يتراوح بين عصر الجوراسي والبليوسين، هذا بالإضافة إلي الرواسب السطحية، التى تنتمي إلي البليستوسين والهولوسين وفيما يلي عرضاً موجزاً للتكوينات الجيولوجية السطحية:



المصدر/ الخريطة الجيولوجية مقياس ١: ٢٥٠٠ لوحات (٢,٣,٤,٥) بتصريف من ياسر سيد على.

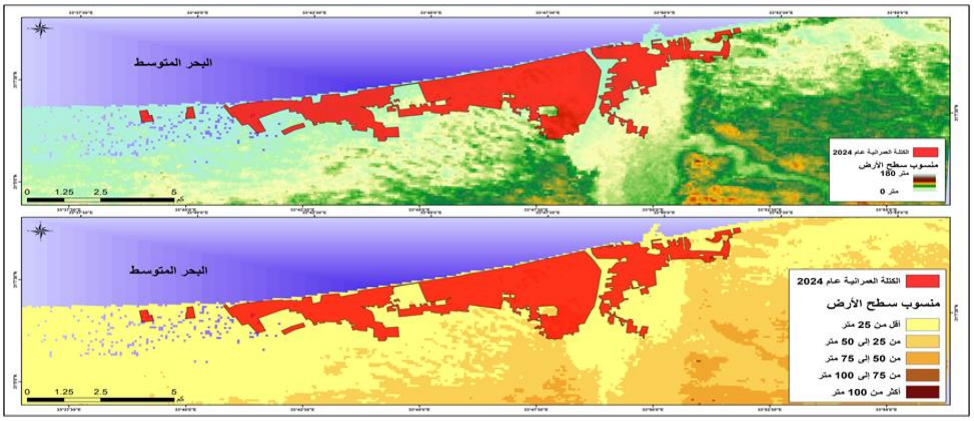
شكل رقم (٣) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

إن منطقة الدراسة بالكامل (مدينة العريش) تقع داخل تكوينات الزمن الرابع بتكوين الكثبان الرملية، كما يوجد تكوينات قيعان الأودية التي تظهر بداخل أودية ودلتا وادي العريش الذي يقسم عمران المدينة الى شطرين شرقاً وغرباً، كما ظهر تكوين رواسب الاودية بالجزء الجنوبي للمدينة حول مجري وادي العريش, وقد اتضح من توزيع التكوينات الجيولوجية بمدينة العريش أن هناك علاقة ارتباطية قوية جداً بين رواسب تكوينات الزمن الرابع من كثبان رملية ورواسب الأودية مع انتشار الكتلة العمرانية.

الإرتفاعات

تفيد دراسة الارتفاعات بالمدينة 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 (٤) تم تصنيف منطقة الدراسة منسوبة إلى مستوى سطح البحر لخمس فئات بطول بلغ ٢٥ م، تتراوح بين ٢٥ متر فوق مستوي سطح البحر إلى أكثر من ١٠٠

متر، حيث ظهر من تحليل منسوب الأرض بمنطقة الدراسة أن المستوى الأول الذي شهد منسوب أقل من ٢٥ متر (منسوب سطح البحر الى ٢٥ متر فوق مستوى سطح البحر) تمثل ما يقرب من ٧٥٪ من مساحة منطقة الدارسة هذا فضلاً عن وجود الكتلة العمرانية للمدينة بها بنسبة تجاوزت ٩٠٪ تقريباً ما عدا بعض المناطق المرتفعة قليلاً الى منسوب يصل ٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر ويظهر بأقصى امتداد عمراني جهة الجنوب، جدير بالذكر أن الكتلة العمرانية لمدينة العريش تحاط بمناسيب أرضية من الجانب الجنوبي من منسوب ينحصر بين ٢٥ متراً الى ٥٠ متراً، بخلاف منطقة واحدة تمتد من الشمال إلى الجنوب بمنسوب أقل من ٢٥ متراً مساوياً تقريباً منسوب سطح البحر بمسار وادي العريش الذي يقسم منطقة الدراسة لقسمين وهو عبارة عن مجرى وادي جاف قديم منسوبة أقل من منسوب سطح البحر ببعض المناطق.

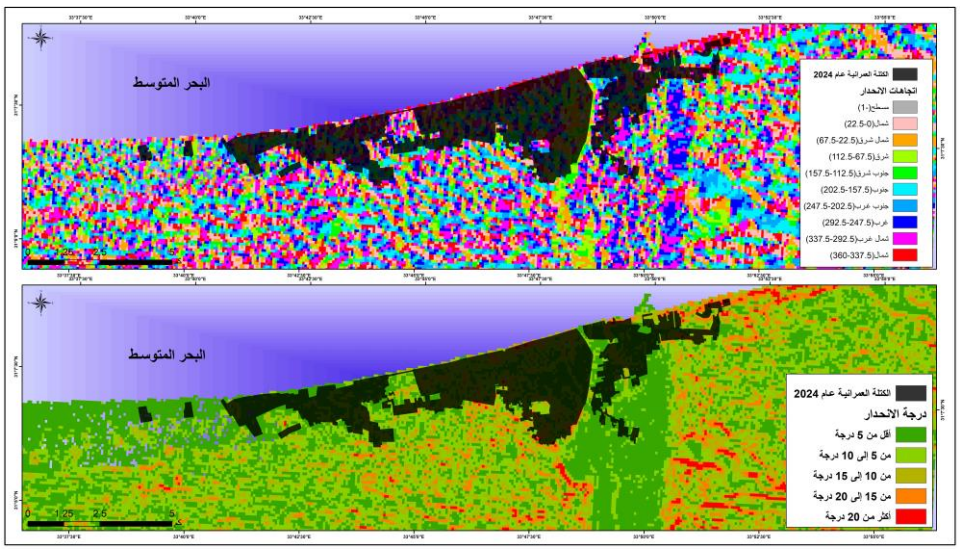


شكل رقم (٤) منسوب سطح الأرض بمنطقة الدراسة

الإنحدار

تعد درجات إنحدار 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 الإنحدارات ، واستناداً لهذا تم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس درجات كما يبينها الشكل رقم (٥) الذي يوضح درجات ميول وانحدار سطح الأرض بمدينة العريش وما حولها بالإضافة الى تحديد اتجاهات هذه الانحدارات، وجدت انحدارات بفئة أقل من ٥

درجات بمناطق تجاوزت نسبتها حوالي (٢٠٪) تقريبا من جملة مساحة المدينة وجاءت معظم هذه النسبة بمنطقة النواة القديمة للكتلة العمرانية بجانب وادي العريش وبعض الأماكن المتفرقة على طول ساحل البحر المتوسط، وجدير بالذكر أن معظم العمران الحالي للمدينة يوجد على فئة انحدارات من ٥ إلى ١٥ درجة بنسبة تجاوزت تقريبا ٧٥٪ من مساحة عمران المدينة بالوقت الحالي أما الأماكن التي شهدت درجات انحدار ٢٠ درجة فأعلى لم تشمل سوى ٥٪ فقط من عمران المدينة وجدت بالجانب الجنوبي منها إلى الجنوبي الغربي، وهنا أظهر التحليل أن نسبة ما يقرب من ٧٠ % من مساحة المنطقة يمكن أن يستقبل نمواً عمرانياً وفق لمعيار الانحدار ما بين (٥ إلى ٢٠ درجة).



شكل رقم (٥) درجات الانحدار واتجاهاتها بمنطقة الدراسة

٢: 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 مدينة العريش.

***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 مدينة العريش تنقسم إدارياً الى ٤ اقسام يضم كل قسم عدد من المناطق الصغيرة بداخله، حيث جاء قسم أول العريش ليشمل منطقة الضاحية بحجم سكاني تجاوز (٥٤.٧ ألف نسمة) كما يضم أيضاً منطقة السكاسكة بتعداد سكان ١٣١٦ نسمة، فيما جاءت منطقة الطويل بحجم سكاني منخفض مسجلة (٦٤٢ نسمة) لتبلغ إجمالي الحجم السكاني بقسم أول العريش (٥٦٧٧٢ نسمة).

بينما جاء قسم ثاني العريش بحجم سكاني ٦٦٨٣١ نسمة ليكون بالمركز الأول بين أقسام المدينة بتعداد السكان.

شمل قسم ثالث العريش منطقتين الأولى تسمى الفواخرية بعدد سكان تجاوز ٢٥ ألف نسمة ومنطقة أخرى تسمى المساعيد بحجم سكاني اقترب من ٢٠ ألف نسمة، لتقدر أعداد السكان داخل القسم (٤٤٩٩٠ نسمة).

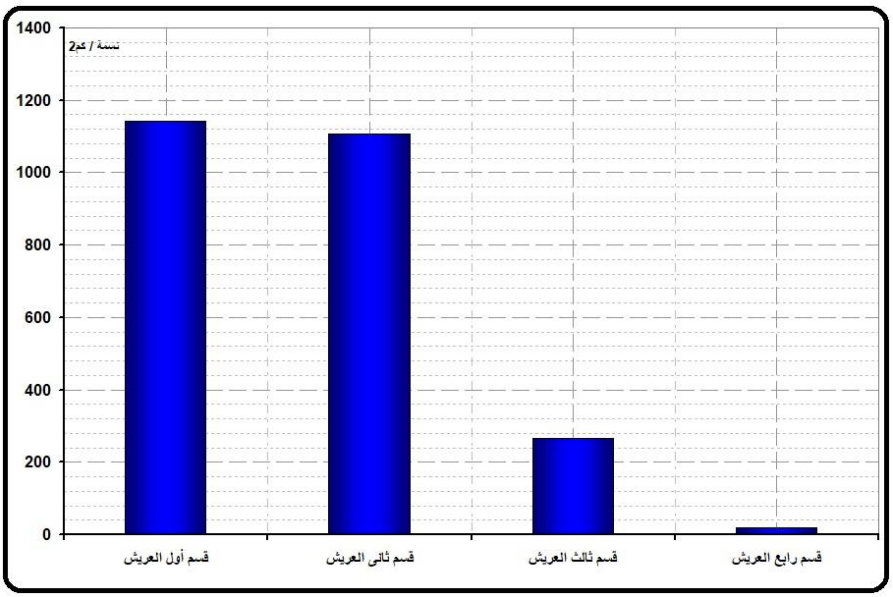
أما قسم رابع العريش جاءت أعداد السكان به بنحو ٢٧٦١٢ نسمة مقسمين كالتالي: منطقة الكتلة الحضربة بالقسم يسكنها٢٤٩٦٩ نسمة، بينما منطقة السبيل فبلغ عدد السكان بها ١٩٤٤ نسمة، وأخيرا منطقة الميدان ٦٩٩ نسمة، جدول رقم (٤).

وبدراسة الكثافة السكانية بتلك الأقسام جاءت أعلى الكثافات السكانية بقسم أول العريش بمعدل (١١٤٣ نسمة لكل كم٢) وتعد كثافة مرتفعة مقارنة ببقية أقسام مدينة العريش, يليها بالترتيب الثاني من حيث كبر معدلات الكثافة قسم ثاني العريش (١١٠٧ نسمة/ كم مربع) نتيجة بلغت مساحة القسم حوالي ٦٠ كم٢ يعيش عليه أكثر من ٦٦ ألف نسمة, بينما حل قسم ثالث العريش بالترتيب الثالث بمعدل منخفض للكثافة السكانية (٢٦٥.٥ نسمة للكيلو متر مربع الواحد) من مساحة القسم الإجمالية التي تبلغ ١٦٩ كم٢، أما قسم رابع العريش ونتيجة لكبر مساحة الإدارية بصورة كبيرة جداً مقارنة ببقية أقسام المدينة حيث تبلغ مساحة القسم ١٣٩٠ كم٢ يتواجد عليه ٢٧.٦ ألف نسمة فقط، ليشهد معل كثافة سكانية منخفضة

جدا (٢٠ نسمة لكل كم٢) مما يجعله نموذج اختيار مفضل للنمو العمراني من ناحية انخفاض أعداد السكان وكثافتهم شكل رقم (٦)، وسوف يوضع هذا المؤشر ضمن مؤشرات الملائمة المكانية للتنبؤ المستقبلي للنمو العمراني بالمدنية.

جدول رقم (٤) توزيع الحجم السكاني والكثافة السكانية والسكنية بمناطق مدينة العريش عام ٢٠٢٤

التقسيم الإداري	المنطقة	حجم السكاني		عدد المباني	المساحة (كم٢)	الكثافة السكانية (نسمة/ كم٢)	الكثافة السكنية (مبنى/ كم٢)
قسم أول العريش	الضاحية	54764	56722	14313	50	1142.9	288.4
	السكاسكة	1316					
	الطويل	642					
قسم ثانى العريش		66831	66831	16881	60	1106.8	279.6
قسم ثالث العريش	الفواخرية	25193	44990	11442	169	265.5	67.5
	المساعيد	19797					
قسم رابع العريش	الكتلة الحضرية	24969	27612	6917	1390	19.9	5.0
	السبيل	1944					
	الميدان	699					



شكل رقم (٦) الكثافة السكانية بأقسام مدينة العريش عام ٢٠٢٤

***المسافة للمناطق التجارية**

فقد تم تقسيم المسافات بشكل متساوي حول مناطق إنتشار الخدمات التجارية بالمدينة بفاصل مسافي موحد ثابت بلغ نصف قطره٢ كم بين كل فئة وأخرى وقد تم تصنيفها كما يظهرها الشكل رقم (٧) إلى ٩ 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 (٢٠٠ متر إلى ٣ كم).

***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 الإستعمالات 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 إمتدادها إلى المناطق عير المأهولة لتكون حلقات ومسارات وصل بين الكتل العمرانية المأهولة والأماكن غير المأهولة، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة الى ٩ فئات مختلفة مصنفة لتعيين تأثير الطريق على جذب العمران للمنطقة.

***المسافة للمناطق السكنية**

يعد من المعايير القوية في تأثيرها على النمو العمراني بمنطقة الدراسة، خاصة للنمو العمراني إمتداده المحتمل، فكلما قلت المسافة للمناطق السكنية كلما زادت إحتمالية النمو بالقرب منها والعكس صحيح، وهذا ما يوضحه شكل رقم (٧)، لذلك تم تقسيم ناتج عملية التصنيف المسافي التي جرت من خلال بيئة نظم المعلومات الجغرافية (Spatial Analyst Tools Distance – Euclidean Distance) إلى ٩ فئات بفاصل مسافي موحد, كما يمكن أيضا استخدام أمر (Straight Line) لنفس النتيجة.

٣ : 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 ٢٠٢٤ والذي ضم سبعة أغطية أرضية رئيسية، 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 (١٠٠ كم طولي) داخل المنطقة الجبلية التي يصعب من الأساس نمو عمراني بها نتيجة التضرس الشديد للبنية الأرضية بها.

***الغطاء الأرضي**

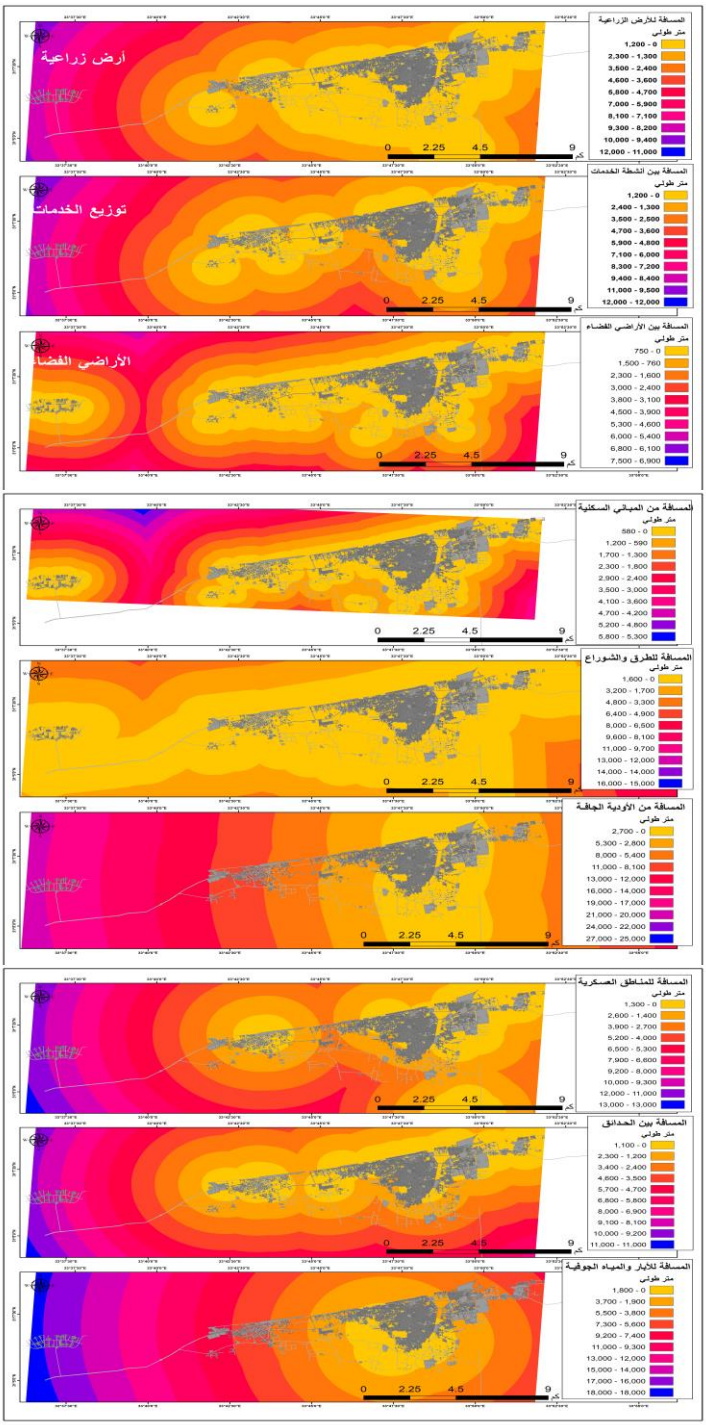
يسهم تصنيف الغطاء الأرضي لأي منطقة في توفير بدائل ذات معلومات مفصلة حول أنواع الأغطية الأرضية داخل كل خلية، وتحديد حدود الأراضي بشكل واضح في الطبيعة وفقاً لحالتها الحالية من خلال المرئيات الفضائية ودارسة التفاعلات المكانية مع المناطق المحيطة بها (Wang, J.,et al, 2022. P.14)، والغطاء الأرضي أحد العوامل 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 ٩ أغطية أرضية كما هو مبين بالشكل رقم (٧) 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 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.

***المسافة إلى الأودية الجافة**

وهنا تم تصنيف هذا المعيار على الرغم من استواء وسطحية منسوب الأرض داخل الأودية الجافة لكن فرضت الباحثة 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.



شكل رقم (٧) 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 الباحثة تم الاتجاه الى المرحلة التالية وهي عمل درجات تصنيفية لدرجات الملائمة المكانية للنمو الحضري المحتمل بمدينة العريش حتى عام ٢٠٥٠.

فقد تم تعيين فئات مخصصة للفئات للمعايير المحددة سابقاً حسب الجدول رقم (٥) فقد تم تحديد معيار تم دراسته ١٠ فئات من (١: ١٠) داخل أنظمة GIS من خلال عمل Reclassify لكل معيار, فمثلاً تم وضع فئة رقم ١٠ للملائمة المكانية القريبة من أماكن تواجد الابار ونفس التصنيف رقم ١٠ كأفضلية للإختيار للأماكن مستوية السطح بخريطة ونموذج الانحدار لمنطقة الدراسة, بينما نفس الفئة رقم ١٠ 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 الباحثة والتي أعطت 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 ١٠٠٪ مما يساعد على إنشاء سيناريوهات لملائمة الأرض.

جدول رقم (٥) نتائج عمليات الملائمة المكانية لمدينة العريش

نتائج الملائمة المكانية	المساحة (كم٢)	النسبة من المساحة الكلية للمدينة
مناطق غير ملائمة	34.7	36.9
مناطق ملائمة منخفضة جدا	28.2	29.9
مناطق ملائمة منخفضة	12.8	13.6
مناطق ملائمة متوسطة	6.7	7.1
مناطق ملائمة مرتفعة	11.1	11.8
مناطق ملائمة مرتفعة جدا	0.6	0.7

المصدر/ من عمل الباحثة اعتمادًا على نتائج عمليات النمذجة المكانية ببرنامج ArcGIS10.8.1.

من خلال ما توصلت إليه الدراسة فقد ظهرت أماكن تعد أكثر ملائمة للنمو العمراني بمدينة العريش حيث بالجانب الغربي للمدينة بعيداً عن الكتلة العمرانية الحالية بوسط المدينة، لتظهر بين الكتلة القديمة و مباني القرى السياحية عل طول ساحل البحر المتوسط بالغرب من المدينة الحالية، فيما قدرت تلك المساحات التي تم التنبؤ بها بما فيها العمران الحالي بمقدار (٩٤.٢ كم مربع)، لتسجل نسبة المناطق الملائمة للعمران بشكل مرتفع جدا بنحو (٠.٧٪) من تلك المساحة، بينما بلغت نسبة مساحة المناطق الملائمة بتصنيف مرتفع نسبة (١١.٨٪)، بمساحة قدرت بنحو (١١.١ كم٢)، أما المناطق التي يمكن أن تشهد نمواً عمرانياً متوقعاً بملائمة مكانية متوسطة بلغت (٦.٧كم مربع) بنسبة (٧.١٪)، جدير بالذكر أنه يوجد مساحات أخرى غير محببة للنمو العمراني وتم تصنيفها كمناطق منخفضة ومنخفضة جدا للملائمة العمرانية المستقبلية بمساحات بلغت (١٢.٨، ٢٨.٢ كم مربع) لكل منهما على التوالي، شكل رقم (٨).

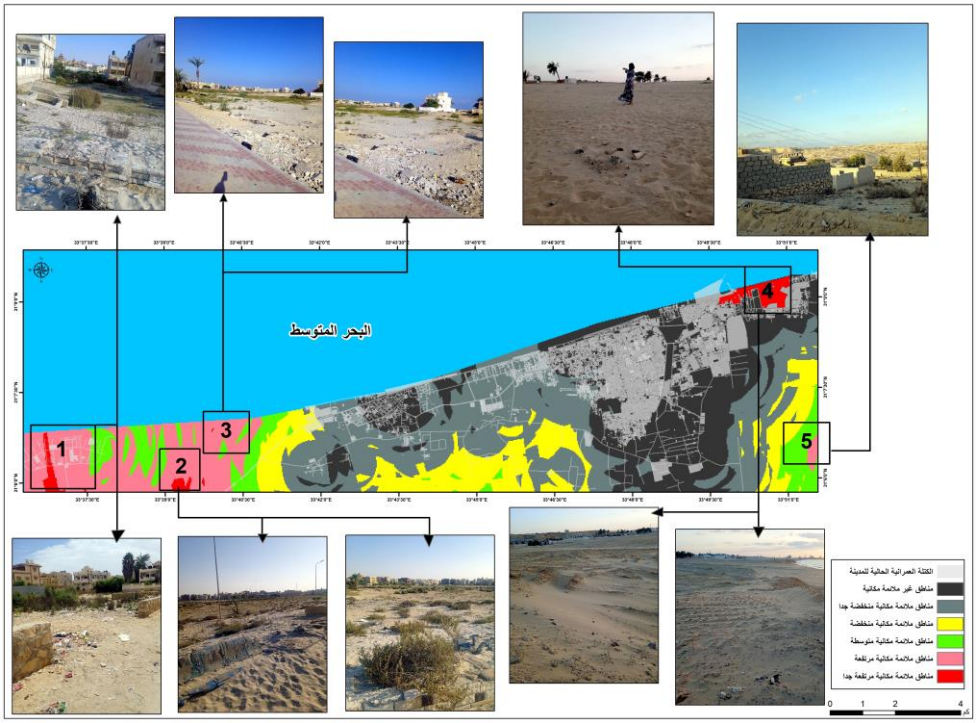
شكل رقم (٨) ناتج عمليات الملائمة المكانية للتنبؤ المستقبلي لعمران بالعريش

جدير بالذكر ان مساحة الكتلة العمرانية للمدينة بالوقت الحالي عام ٢٠٢٤ قد بلغت (٢٥.٩ كم٢) وناتج دراسة النمذجة المكانية للمساحة العمرانية التي تم التنبؤ بها قد سجلت نحو (٩٤.٢ كم مربع) وبإستبعاد المساحة الحالية نستطيع تقدير مساحة العمران المضاف حتى سنة الهدف والتي قدرت بنحو (٦٨.٣ كم مربع) تنتشر ككتل عمرانية متفرقة بإتجاهات معينة مثل الجانب الشرقي والجنوبي الغربي والشمالي الغربي والشمالى الغربي كما هو مبين بالشكل، ولكن الأهم هو المناطق التي تشهد نسب ملائمة مرتفعة وقد ضمت الباحثة ثلاث توقعات وهم (مناطق ملائمة مكانية متوسطة ومرتفعة ومرتفعة جداً)

بمساحات قدرت بنحو (١٨.٤كم مربع) وبهذا يكون نسبة العمران المتوقع قد بلغ (٢٦.٩٪) من مساحة المدينة عام ٢٠٥٠.

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، واعتمدت الباحثة 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 رقم (٩) والذي يوضح أماكن التنبؤ العمراني الأكثر ملائمة مع الرفع المساحى لهذه المناطق وربطها بالمرئيات الفضائية.



شكل رقم (٩) ربط نتائج الملائمة المكانية للمواقع المقترحة والصورة الحقيقية لهذه المواقع ميدانيا عام ٢٠٢٤

ظهرت المواقع المحتملة للنمو والإمتداد العمراني بخمس مناطق كل منطقة لها مساحة مختلفة، فقد تم تأكيدها من قبل الباحثة بالدراسة الميدانية وتوقيعها على الناتج النهائي للدراسة على النحو التالي:-

موقع رقم (١) والذي نتج عن تطبيق نموذج الملائمة المكانية المرتفعة حيث يقع بأقصى الجانب الغربي للكتلة العمرانية الحالية بمساحة حوالي ٤٥٠ فدان، بشكل أقرب الى المثلث ذو قاعدة جهة الجنوب، وقد وفق التطبيق باختيار هذه المنطقة نتيجة إستواء منسوب جميع أجزاء المنطقة، فضلاً عن وجود بعض الخدمات القريبة منها مثل جامعة سيناء الجديدة الخاصة وبعض المباني السكنية في شكل فيلات بطول طريق القنطرة العريش وكما يوضح الشكل والصور الميدانية أثناء الدراسة وجود العديد من المناطق الفضاء

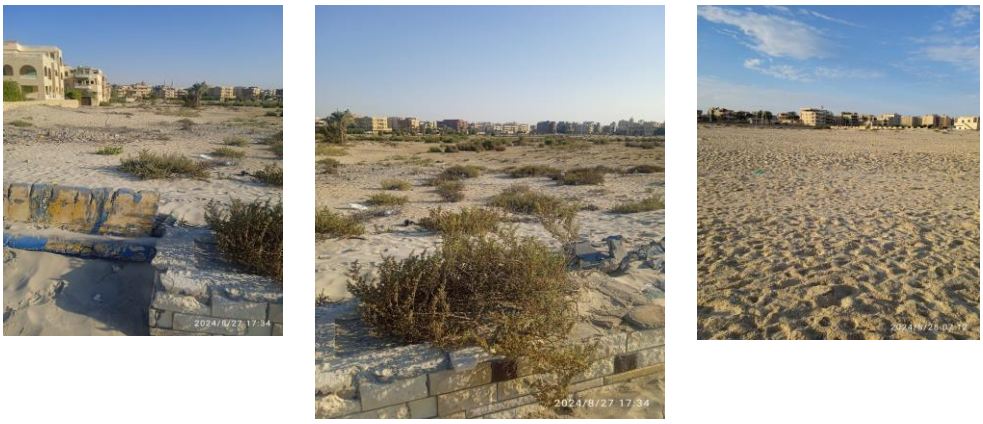
المتخللة بين المباني السكنية المتفرقة والتي من السهل الامتداد والنمو العمراني عليها، صور رقم (١).

صورة رقم (١) نموذج من الأراضي الفضاء ذات المساحات الكبيرة بين الكتل والمباني العمرانية بالجانب الغربي لمدينة العريش على طريق القنطرة العريش (مدخل المدينة) بعد الكمين القديم عام ٢٠٢٤م

موقع رقم (٢) ظهر بشرق الموقع رقم ١ على الجانب الأيسر لطريق القنطرة العريش بمساحة ٧٥ فدان بشكل مساوي الأبعاد (قطعة أرض مربعة) ويعد من أفضل الإمكان للنمو العمراني لشكل المنطقة الأرضية وتساوي منسوب سطح الأرض وخلوها تقريباً من أي عوائق تضاريسية، أما بالنسبة لشكلها الهندسي فيعد من أفضل الأشكال التخطيطية التي يمكن أن تقسم كنسيج عمراني شطرنجي وهو من أفضل أنماط النسيج العمراني.

موقع رقم (٣) بالمنطقة الغربية القريبة من الكتلة العمرانية الحالية للمدينة حيث تقع في منطقة المساعيد وبالتحديد غرب محطة وقود جلبانة على يسار طريق بئر العبد العريش بامتداد عرضي من الطريق حتى ساحل البحر المتوسط وتعد من مناطق

الملائمة المكانية المرتفعة التي نتجت عن تطبيق نماذج الملائمة ومؤشراتها التي إعتمدتها الباحثة، ويعد من بين أفضل المواقع التي تم التنبؤ بها وفقا للملائمة المكانية المرتفعة، بمساحة كبيرة جداً بأرض مستوية، تتميز بوجود العديد من الإستراحات الخاصة، كما تتميز بشبكة طرق وشارع داخلية جيدة، فضلاً عن وجود شبكة كهرباء تغذي المنطقة، وشبكة مياه شرب وتجاور خدمات كثيرة لقربها من منطقة المساعيد، قدرت مساحة هذه المنطقة بنحو ٩٠٠ فدان تقريباً بمساحات متصلة بأرض مستوية يمكن أن يتم بناؤها من قبل الأهالي لسهولة عمليات البناء ودون الحاجه لتدخل معدات بناء ثقيلة، صورة رقم (٢).



صورة رقم (٢) نموذج من الأراضي الفضاء ذو المساحات الكبيرة بين بمنطقة المساعيد على الجانب الأيسر لمدخل مدينة العريش حتى ساحل البحر المتوسط عام ٢٠٢٤م

موقع رقم (٤) الذي تم التنبؤ به كإمتداد عمراني حتى عام ٢٠٥٠ والذى توقعه التطبيق بالجانب الشرقي لمدينة العريش بمنطقة الريسة شرق ميناء العريش، وبمعاينتها ميدانية، إتضح أن المنطقة فعلاً يتم بها عمليات توسعة عمرانية لكن خاصة بتوسعة ميناء العريش البحري ويمنع البناء السكني بمنطقة الريسة بداية من ميناء العريش حتى منطقة فيلات وشاليهات السعد ومنطقة النخيل، ويمكن القول بأن التطبيق لم يوفق في إختيار هذه المنطقة لعدد من الأسباب يتقدمها وجود زراعات خضراء ومزارع نخيل كثيفة بالمنطقة المقترحة، هذا فضلاً عن عدم إستواء منسوب

الأرض بها وأثناء الدراسة الميدانية التي أجرتها الباحثة وجدت استخدام الحكومة معدات بناء ضخمة مثل اللوادر وعربات النقل كبيرة الحجم، فضلاً عن منع المباني لحرم ميناء العريش، صورة رقم (٣). وقد قدرت هذه المساحة بحوالي ٢٥٠ فدان.

صورة رقم (٣) نموذج من الأراضي الفضاء ذو المساحات الكبيرة بين بمنطقة الريسة على الجانب الشرقي لمدينة العريش عام ٢٠٢٤م

موقع رقم (٥) والذي ظهر بشرق الكتلة العمرانية الى الجنوب قليلاً بنمط ملائمة مكانية مرتفع لعام ٢٠٢٤, بمساحة (١٤١) فدان، الجدير بالذكر أثناء المعاينة الميدانية وجد أماكن كثيرة مخططة للتعمير العمراني بتلك المنطقة، كما يوجد أعمال بناء مواقع عديدة،

فضلاً عن ربط المنطقة هذه بالكتلة الحالية بالعديد من الطرق والمدقات الصحراوية وتتميز مباني تلك المنطقة بالعشوائية في البناء، مما يبرهن على التوقع الصحيح الذي أظهره تطبيق بناءً على ملائمة المسافة إلى الطرق الرئيسية ومستوى منسوب سطح الأرض صورة رقم (٤).

صورة رقم (٤) نموذج من الأراضي الفضاء ذو المساحات الكبيرة ونمط المباني العشوائية بمنطقة شرق مدينة العريش عام ٢٠٢٤م

رابعا: ما نظام المعلومات الجغرافية (GIS) وكيف يمكن أن يساعد؟

تتجلى أهمية استخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في المدن الذكية بشكل رئيسي في تقديم خدمات تعتمد على الموقع، يعزز نظام GIS تخزين وتحديث وتحليل وتصوير البيانات الجغرافية، كما أشار جوزيف إلى أن بيئة نظام المعلومات الجغرافية تُعتبر منصة بيانات مكانية مناسبة للعديد من محاور المدينة الذكية مثل التنقل، الطاقة، الاتصال، السكان وغيرها[1].

من ناحية أخرى، ناقش الباحثون التفاعل بين قدرات نظام GIS، والحوسبة السحابية، والجيو–تصوير، والتفاعل بين الإنسان والحاسوب تحت مصطلح "علم نظم المعلومات

[1] Joseph, T. (2014) Smart city analysis using spatial data and predicting the sustainability: International Journal of Computer and Technology(IJCTT), v. 12, p. 41 - 45.

الجغرافية الحضرية متعددة التخصصات" لتحويل إدارة المدينة إلى مستوى أكثر فعالية، خصوصاً في مجالات النقل، إدارة المخاطر، التخطيط الحضري، خرائط الضوضاء والطاقة الشمسية[1].

وفي هذا السياق، يحدد وانغ (٢٠١٣) دور GIS في سياق المدينة الذكية. بأمثلة من النقل والتنقل، إدارة المخاطر، التخطيط الحضري، خرائط الضوضاء والطاقة الشمسية، يبرز بوضوح الفوائد التي تقدمها تقنية GIS المعاصرة للمدينة الذكية. يناقش مشاكل جمع المعلومات الجغرافية الطوعية تحت نفس المصطلح "الحضرية متعددة التخصصات[2].

يمكن القول إن تقنية GIS تحسر الفجوة بين الصناعات المختلفة وتعمل كمنصة متكاملة عبر القطاعات لجمع وإدارة وتجميع وتحليل وتصوير البيانات الجغرافية الزمنية والتخطيط الحضري المستدام والنمو والإدارة. بمعنى آخر، دور GIS في المدينة الذكية هو دور نشط ، بدءًا من الحصول على البيانات الأولية وتنظيمها وتصنيفها، ثم إدارة البيانات المدمجة في قواعد البيانات الجغرافية، بحيث تكون جاهزة للتحليل والتمثيل وإيجاد أفضل الحلول في أي وقت لمشاكل مثل (البيئة الحضرية المبنية مثل البنية التحتية، المنازل والمساحات الحكومية)، (الخدمات الحضرية مثل النقل، المياه، الطاقة، الصحة والتعليم)، (البيئة الطبيعية مثل التنوع البيولوجي، المساحات الخضراء، الهواء، التربة والمياه) لذلك، من الواضح جدًا أن البيانات الجغرافية وتقنية GISيجب أن تلعب دورًا مهمًا في معظم أبعاد المدينة في تحسين درجة الذكاء من خلال تقديم هيكل مرجعي جغرافي للبيئة الافتراضية، منصة تنظيم معلومات تكاملية، نظام تحليل جغرافي لاتخاذ القرار الذكي ووسيلة تكيفية لمشاركة معلومات الحكومة.

- التخطيط والتصميم: تحديد النقائص واقتراح الحلول المثلى. دمج GIS مع معظم برامج التصميم، بما في ذلك التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) ونمذجة

[1] Li, D., et al, (2013) Geomatics for Smart Cities - concept, key techniques and applications: Geo-Spatial Information Sciences, v. 16, p. 13-24.

[2] Wang, T.(2003) Interdisciplinary Urban GIS for Smart Cities: advancements and opportunities. Geo-Spatial Information Sciences, Taylor & Francis, Vol.16, No.1, March, 25-34.

معلومات البناء (BIM) لجعل طريقة تصميم البنية التحتية أكثر تحليلية وتقديرًا للتكلفة.

- العثور على مواقع مناسبة للتطوير الحضري، إظهار الحدود القانونية، تقييم المواقع الحالية / الجديدة بشكل صحيح.
- دمج برامج إدارة المشاريع والمالية مع GIS للتعامل بشكل أفضل مع المشاريع.
- فهم مكان وكيفية تسويق التطورات الحضرية.
- إدارة وصيانة الاستثمارات الحيوية بشكل فعال من حيث التكلفة.

تطبيقات النماذج الثلاثية الأبعاد (CityEngine) لانشاء نموذج عمراني متوقع:

ما هو GIS CityEngine ؟

هو أحد برامج حزمة نظم المعلومات الجغرافية الخاص بعمل نمذجة ثلاثي الأبعاد(3D) تم تطويره بواسطة Esri خصيصًا للتخطيط الحضري، تم إنشاؤه لتسهيل المستخدمين المحترفين في مجالات GIS و CAD على توليد مدن ثلاثية الأبعاد بسرعة من بيانات GIS ثنائية الأبعاد الموجودة، ويقدم النموذج منصة ثلاثية الأبعاد تساعد في إنشاء بيئات حضرية ثلاثية الأبعاد.

مميزات التطبيق

- **النمذجة ثلاثية الأبعاد:** يتميز بقدرته على إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد مفصلة للمدن على نطاق واسع باستخدام نهج النمذجة الإجرائية.
- **محاكاة الظواهر الجغرافية الواقعية:** يوفر النموذج مزايا بصرية وهندسية في محاكاة الظواهر الجغرافية الواقعية، مما يجعله يستخدم على نطاق واسع في دراسات وأبحاث إدارة المدن مثل التخطيط الحضري، العمارة، تطوير الألعاب، الترفيه، GIS، الآثار، والتراث الثقافي لبناء بيئات افتراضية.
- **دعم التصميم والترتيب** :_ يعمل البرنامج على تصميم وترتيب الصور المعمارية بنفس طريقة إدارة التضاريس والنظم البيئية ورسم الخرائط الجوية.

على الرغم من وجود العديد من برامج النمذجة ثلاثية الأبعاد، يختلف هذا التطبيق عن البقية لأنه يعتمد على منهجية مختلفة تعتمد على تحسين الشكل عبر نظام قائم على

القواعد مثل قواعد البيانات الجغرافية المشابهة لنظام المعلومات الجغرافية (GIS) يستخدم البرنامج قواعد شكلية تتكون من قواعد الشكل ومحرك توليد يختار ويعالج القواعد، علاوة على ذلك، يمكن للمستخدمين تعديل أو إرفاق هيكل القواعد بقدر ما يحتاجون لإفساح المجال لنماذج جديدة.

مفهوم النمذجة القائمة على القواعد:

يعتمد مفهوم النمذجة القائمة على القواعد على تحديد القواعد عن طريق توليد المزيد والمزيد من التفاصيل التي تحسن النموذج بشكل تكراري، يمكن للمستخدمين توسيع هيكل القواعد لإنشاء مساحات لنماذج جديدة، مما يتيح مرونة كبيرة في تصميم البيئات الحضرية ثلاثية الأبعاد.

استخداماتGIS CityEngine: يستخدم التطبيق فى العديد من المجالات نذكر من أهمها ما هو خاص بالدراسة الحالية من التخطيط الحضري والمعمارى شكل رقم (١٠). كما يلي

- **التخطيط الحضري:** إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد مفصلة للمدن تساعد في تخطيط وتصميم البيئات الحضرية.
- **العمارة :** تسهيل تصميم المباني والمنشآت الهندسية بشكل ثلاثي الأبعاد.
- **تطوير الألعاب :** بناء بيئات افتراضية لألعاب الفيديو.
- **الترفيه:** إنشاء مشاهد ثلاثية الأبعاد للأفلام والتليفزيون.
- **الآثار والتراث الثقافي :**محاكاة المواقع الأثرية وإعادة بناء البيئات التاريخية.

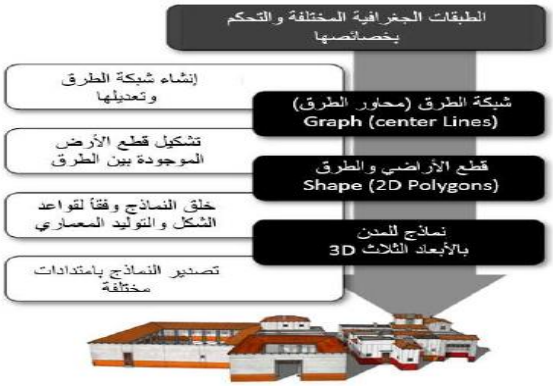
باختصار، يوفر هذا التطبيق منصة قوية ومرنة تساعد في إنشاء بيئات حضرية ثلاثية الأبعاد متقدمة باستخدام تقنيات النمذجة القائمة على القواعد، مما يعزز من قدرة المستخدمين على تحسين وإدارة المدن بشكل فعال.

Source: ESRI,2016 "CityEngine Help. Available at: http://cehelp.esri.com/help/index.jsp [Accessed August 26, 2016].

شكل رقم (١٠) آلية تطبيق استخدام GIS CityEngine من خلال خلق المزيد من التفاصيل بكل مرة

وبالمرحلة النهائية لهذه الدراسة والتي تهدف إلى انشاء نموذج ثلاثي الابعاد اختارت الباحثة موقع رقم (٢) لإنشاء تصور لمنطقة عمرانية (3D) من خلال قواعد التوليد المعماري (CGA) على قواعد الشكل (shape grammar) حيث يمكن انتاجها باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية من خلال GIS CityEngine بشكل اتوماتيكي من خلال نظام يعتمد على قواعد التوليد المعماري المبرمجة مسبقا.

فمن خلال عمل قواعد بيانات جغرافية تشمل العديد من الظاهرات مثل المباني والشوارع والاستخدامات المختلفة، حيث يمكن تقسيم عملية توليد النموذج ثلاثي الأبعاد إلى مجموعة من الخطوات، تبدأ بإدخال الشكل الهندسي لبصمة المباني المراد عمل النموذج الثلاثي لها، ثم إدخال خصائص المباني كقيم الإرتفاع سواء بالطابق أو المتر، شكل ونمط الشوارع المحيطة بالمباني، وقطع الأراضي والأشجار وغيرها شكل رقم (١١).



المصدر/ حنان كمال درويش, فادي عز الدين شعبان (٢٠١٧) النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد للمدن في بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام ESRI CityEngine, مجلة جامعة البعث – المجلد (٣٩) العدد (١١), العراق ص ٩٣

شكل رقم (١١) خطوات نمذجة المدن داخل بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية

تقع المنطقة المقترحة بغرب العمران الحالي لمدينة العريش على طول ساحل البحر المتوسط ويمتد بمساحة ١١.١ كم مربع،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 (١٢).

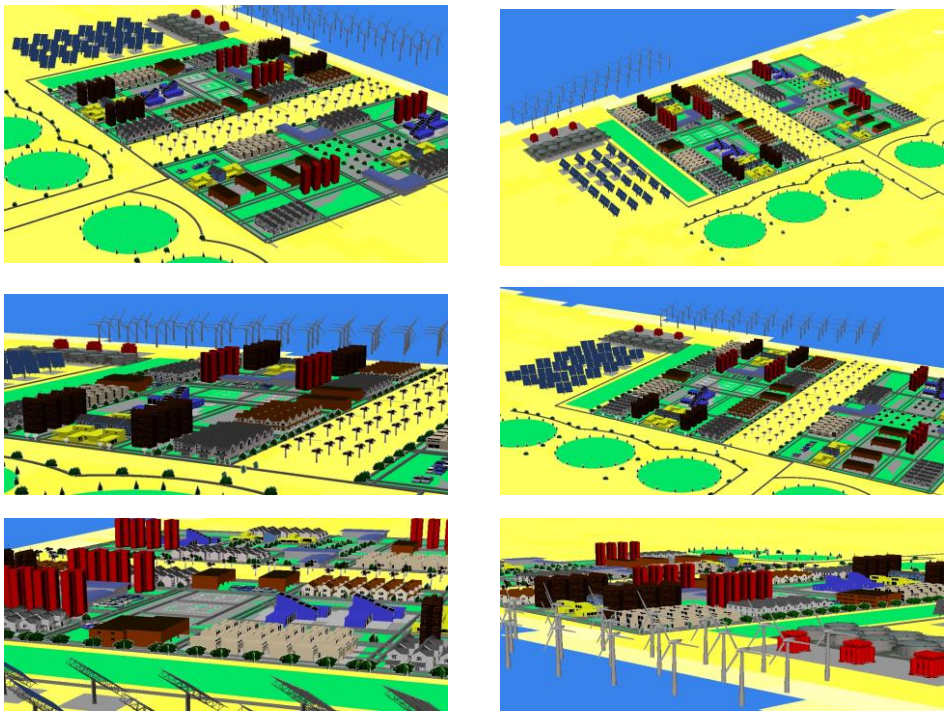
شكل رقم (١٢) مسقط أفقي للمنطقة السكنية المقترح والمصمم ضمن برنامج ARC GIS

تم إعتماد 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 الأبعاد.

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 أو 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 للإستفادة من بيئة عمرانية جيدة خاصة التي يوجد بها مساحات خضراء كبيرة، فقد تم إستخدام طبقات مساحية لتمثل الحدائق وأخرى نقطية تمثل الأشجار التي توجد بهذه المساحات أو على جوانب الطرق.
- أما الأماكن الترفيهية مثل النوادي والملاعب فقد تم تمثيلها بطبقة مستقلة بالإعتماد على نسيج من صورة حقيقية لمعلب كرة قدم لإعطاء مظهر حقيقي للمنطقة العمرانية.

ليتم إخراج نتيجة نهائية للعمل في شكل نموذج ثلاثي الأبعاد (3D) للمنطقة المقترحة عمرانياً كما يظهر شكل رقم (١٣).



شكل رقم (١٣) 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 إسترجاع وإستخلاص 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 إتجاهات مختلفة، فضلاً عن إمكانية المناورة و التكبير والتصغير، والقدرة على عرض الصور والمرئيات الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية.
- سجلت المساحة العمرانية التي تم التنبؤ بها من خلال عملية النمذجة ٩٤.٢ كم مربع وبإستبعاد المساحة الحالية تقدر مساحة العمران المضاف حتى سنة الهدف بنحو ٦٨.٦ كم مربع.
- إنتشار كتل عمرانية متفرقة بإتجاهات الجانب الغربي وبهذا تبلغ نسبة العمران المتوقع ٢٦.٩٪ من مساحة المدينة عام ٢٠٥٠.

وتوصي الدراسة بعدد من التوصيات، أهمها:

- ضرورة تفعيل دور برامج نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالنمذجة ثلاثية الأبعاد في دراسة مكونات العمران بالمدينة ومدن جمهورية مصر العربية التي تشهد نموا عمرانيا.
- ضرورة وضع ضوابط للنمو العمراني على المحور الغربي للمدينة ، الذي يعتبر أكثر المحاور الجغرافية التي شهدت نمواً عمرانياً على مر السنوات.
- ضرورة السماح بالإرتفاعات الرئيسية بشكل مقنن في الإتجاه الجنوبي للمدينة ، بما يسمح بإحداث توازن في النمو العمراني لها.

المراجع والمصادر

*** المراجع باللغة العربية**

- أحمد على إسماعيل (١٩٨٨) جغرافية المدن، الطبعة الرابعة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
- أشرف على عبده، نرمين أحمد شكري (٢٠٢٤), تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي حتى عام ٢٠٢٢، من خلال دمج الشبكات العصبية الاصطناعية مع نظم المعلومات الجغرافية, المجلة الجغرافية العربية، عدد ١٩١.
- بهجت رشاد، محمد قاسم, (٢٠١٢)، سيناريوهات مستقبل المدينة، مجلة الهندسة،العدد (٦) مجلد (١٨) بغداد، العراق.
- صادق تاهمي, نبيلة بو النمر (٢٠٢٣)، الملائمة المكانية للتوسع العمراني المستقبلي في مدينة المسيلة باستخدام GIS والتسلسل الهرمي التحليلي AHP، الملتقى الدولي حول تسيير المدن، المحور الخامس، أكتوبر ٢٠٢٣، جامعة المسيلة، الجزائر.
- عبد الفتاح السيد عبد الفتاح (٢٠١٣)،الاتجاهات الحديثة في دراسات النمذجة المكانية العمرانية، مجلة المجمع العلمي المصري، المجلد (٩٨) العدد (٩٨)، القاهرة.
- عبد الفتاح السيد عبدالفتاح، وليد شكري عبدالحميد، (٢٠٢٢)، نموذج الملائمة المكانية للتنمية العمرانية بمدينة العلا – المملكة العربية السعودية، دراسة بإستخدام GIS&RS المجلة العربية لكلية الآداب، جامعة أسيوط ، العدد (٨٣) ص ٥٧١/ ٦٧٢.
- عمر محمد على محمد (٢٠١١)، التحليل المكاني للمتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة (١٤٥٠/ ٢٠٢٨) باستخدام GIS، سلسلة بحوث جغرافية، العدد ٤١، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- محمد ربيع عبد الظاهر عبد المطلب (٢٠٢٢)، 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 (٢٠٢١)، نموذج الملائمة المكانية للتوسع العمراني في مدينة المدينة المنورة, المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، المجلد ٥٢ ، العدد ٧٨، القاهرة.

*** المراجع بغير اللغة العربية**

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, ٦

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- Hidayat, S., Pachri, H., & Alimuddin, I. (2019, June). Analysis of Landslide Susceptibility Zone using Frequency Ratio and Logistic Regression Method in Hambalang, Citeureup District, Bogor Regency, West Java Province. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 280, No. 1, IOP Publishing .

8- Jiangfu Liao, et al., (2019). Urban sprawl scenario simulations based on cellular automata and ordered weighted averaging ecological constraints, Ecological Indicators, Vol. 17.
9- Wan Ahmad, W. S. H. M. (2021). Multi-criteria Decision Making: A Systematic Review. Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering (Formerly Recent Patents on Electrical & Electronic Engineering .
10- Wang, J., Bretz, M., Dewan, M. A. A., & Delavar, M. A. (2022). Machine learning in modelling land-use and land cover-change (LULCC): Current status, challenges and prospects. Science of The Total Environment, 153559.
11- Yi, Siqi, Yong Zhou, and Qing Li. (2022),"A New Perspective for Urban Development Boundary Delineation Based on the MCR Model and CA-Markov Model" Land11, no. 3 .
12- Zhang YX, Lan HX, Li LP, et al. (2020), Optimizing the frequency ratio method for landslide susceptibility assessment: A case study of the Caiyuan Basin in the southeast mountainous area of China. Journal of Mountain Science.

***مراجع خاصة بالنمذجة الثلاثية**

[1] Y. I. H. PARISH AND P. MÜLLER,2001 “Procedural Modeling of Cities,” **in SIGGRAPH**, pp. 301–308.
[2] S. ZLATANOVA, A RAHMAN, AND M. PILOUK,2002 “3D GIS: current status and perspectives,” **Int. Arch. Photogram. Remote Sens. Spat. Inf. Sci**., vol. 34, no. 4, pp. 66–71.
[3] 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.
[4] EDVARDSSON, K. N. 2013. 3D GIS modelling using ESRI's CityEngine: a case study from the University Jaume I in Castellon de la Plana Spain (Doctoral dissertation).
[5] 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, pp. 1–10.

[6] I. DOBRAJA,2015 “Procedural 3D modeling and visualization of geotypical Bavarian rural buildings in Esri CityEngine software,” Master’s Thesis. Department of Cartography, Faculty of Civil, Geo and Environmental Engineering, Technische Universität München

[7] C. RADIES,2013 “Procedural Random Generation of Building Models Based Geobasis Data and of the Urban Development with the Software CityEngine,” **Bernburg, Ger.,** no. 2013, pp. 175–184.

[8] A. RIBEIRO, J. D. DE ALMEIDA, AND C. ELLUL,2014 “Exploring CityEngine as a Visualisation Tool for 3D Cadaster,” **4th International Workshop on FIG 3D Cadasters**, pp. 197–218.

[9] I. GUERRERO, “3D GIS Techniques an overview,” in Available at:https://c.ymcdn.com/sites/www.gita.org/resource/collection/1FC8997%2061A2-4524 FB033BD3B505B7D/Guerrero_3D_GIS_Techniques.pdf *[Accessed August 1, 2016]*.

[10] T. H. KOLBE, G. GRÖGER, AND L. PLÜMER,2005 “CityGML– Interoperable Access to 3D City Models,” **Geo-Information Disaster Manag**., no. March, pp. 883–900.

[11] MÜLLER, P., WONKA, P., HAEGLER, S., ULMER, A., & VAN GOOL, L. 2006. Procedural modeling of buildings. **In Acm Transactions On Graphics (Tog)**,Vol. 25, No. 3, pp. 614-623

[12] ESRI,2016 “CityEngine Help. Available at: http://cehelp.esri.com/help/index.jsp [Accessed August 26, 2016].

[13] MÜLLER, P., VEREENOOGHE, T., WONKA, P., PAAP, I., & VAN GOOL, L. J. 2006. Procedural 3D Reconstruction of Puuc 108 Buildings in Xkipché. **In VAST**,pp. 139-146.

[14] MÜLLER, P., ZENG, G., WONKA, P., & VAN GOOL, L. 2007. Image-based procedural modeling of facades. **ACM Transactions on Graphics (TOG)**, 26(3), 85.

[15] CHEN, G., ESCH, G., WONKA, P., MÜLLER, P., & ZHANG, E. 2008. Interactive procedural street modeling. **In ACM transactions on graphics (TOG)** Vol. 27, No. 3, p. 103.