The International Journal of Informatics Media and Communication Technology
ISSN (Print 2682-2105) (Online 2682-2881)

The role of geoinformatics techniques in predicting the urban growth of the city of Suez, Egypt, using the frequency ratio model.

Mohamad Rabie Abdel-Zaher

Lecturer of planning geography, GIS, and remote sensing - Beni Suef University

Abstract:

Geoinformatics techniques help solve the most important real problems facing the city of Suez, perhaps the most prominent of which is the problem of population increase and the pressure on the current urban area. This problem can be solved by adopting a model that shows the scopes of the future urban expansion of the city according to many geographical criteria and factors such as natural, environmental, and economic factors, and therefore this technology is a means for decision-making through the results we obtain. In this context, the essence of spatial modeling lies in the management of geographical data through a cycle of steps to simulate the studied phenomenon. The study could apply the spatial modelling of the potential urban growth using Frequency Ratio, after applying the model, a map of spatial appropriateness has been concluded and consequently the model outputs have been evaluated from a geographical perspective.

Keywords: Geoinformatics Techniques, Frequency Ratio, Suez City, Potential urban growth.

دور التقنيات الجيومعلوماتية فى التنبؤ بالنمو الحضري لمدينة السويس، مصر، باستخدام نموذج frequency ratio.

محمد ربيع عبدالظاهر.

مدرس جغرافية التخطيط ونظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد– جامعة بنى سويف

الملخص:

تساعد التقنيات الجيومعلوماتية في حل أهم المشكلات الحقيقية التي تواجه مدينة السويس ولعل أبرزها، مشكلة الزيادة السكانية والضغط على المساحة العمرانية الحالية؛ ويمكن حل هذه المشكلة من خلال تبنى نموذج يوضح نطاقات التوسع الحضري المستقبلي للمدينة وفقا لمعايير وعوامل جغرافية عديدة كالعوامل الطبيعية والبيئية والاقتصادية، وبالتالي فإن هذه التقنية تُعد وسيلة لصناعة القرار من خلال النتائج التي نحصل عليها. وفي هذا الإطار فإن جوهر النمذجة المكانية يكمن في إدارة البيانات الجغرافية من خلال حلقة من الخطوات لمحاكاة الظاهرة المدروسة، وتمكنت الدراسة من تطبيق النمذجة المكانية للتوسع الحضري المحتمل باستخدام نموذج نسبة التكرار Frequency Ratio (FR)، واستنتج من تطبيقه خريطة للملاءمة المكانية بدرجاتها، ومن ثمَّ تقييم مخرجات النموذج من وجه النظر الجغرافية.

الكلمات المفتاحية: التقنيات الجيومعلوماتية، نسبة التكرار، مدينة السويس، النمو الحضري المحتمل، الملاءمة المكانية.

مقدمة

تهتم الجيومعلوماتية بالمعلومات المكانية جمعا وتصنيفا وإعدادا وتخزينا ومعالجتا وتحويلها لخرائط، وعليه فهي تشمل الحصول على البيانات الجغرافية كالصور الفضائية وتحليلها بواسطة أنظمة المعلومات الجغرافية وتحويلها إلى خرائط فهي تجمع بين التحليل والنمذجة الجغرافية المكانية وتطوير وتصميم قواعد البيانات الجغرافية (Awange, L.J. Kiema, J.B.K., 2013, p. 24) .

وتسهم التقنيات الجيومعلوماتية في دعم النمو الحضري من خلال تحليلات صور الأقمار الصناعية متعددة الأزمنة لرصد النمو الحضري، حيث استخلصت الكتلة المبنية من صور Land sat من خلال مؤشر BI (built–up index) ويرجع سبب الاعتماد على هذا المؤشر بالتحديد إلى الطبيعة الجغرافية لمدينة السويس حيث موقعها على خليج السويس من الجنوب وقناة السويس من الشرق والأراضي الزراعية من الغرب والمناطق الصحراوية فكل هذه الظاهرات أثرت في حساب NDBI بالمناطق المنزرعة

بالرغم من أن هذا المؤشر يستخلص المناطق المبنية ونظرا لتداخل الخصائص الطيفية للنباتات والمنطقة المبنية في نفس الوقت. لذلك كان من الصعب استخراج المناطق الحضرية المبنية بشكل واضح باستخدام NDBI فقط، وتوجَّب على الباحث ضرورة تقليل أثر الغطاء النباتي NDVI والمائي MNDWI، لذا تم تطبيق المعادلة الخاصة BI، وتم استخلاص الكتلة العمرانية وتم تعديل حدودها في برامج نظم المعلومات الجغرافية بناءً على صورة عالية الوضوح، وصيغة المعادلة هي

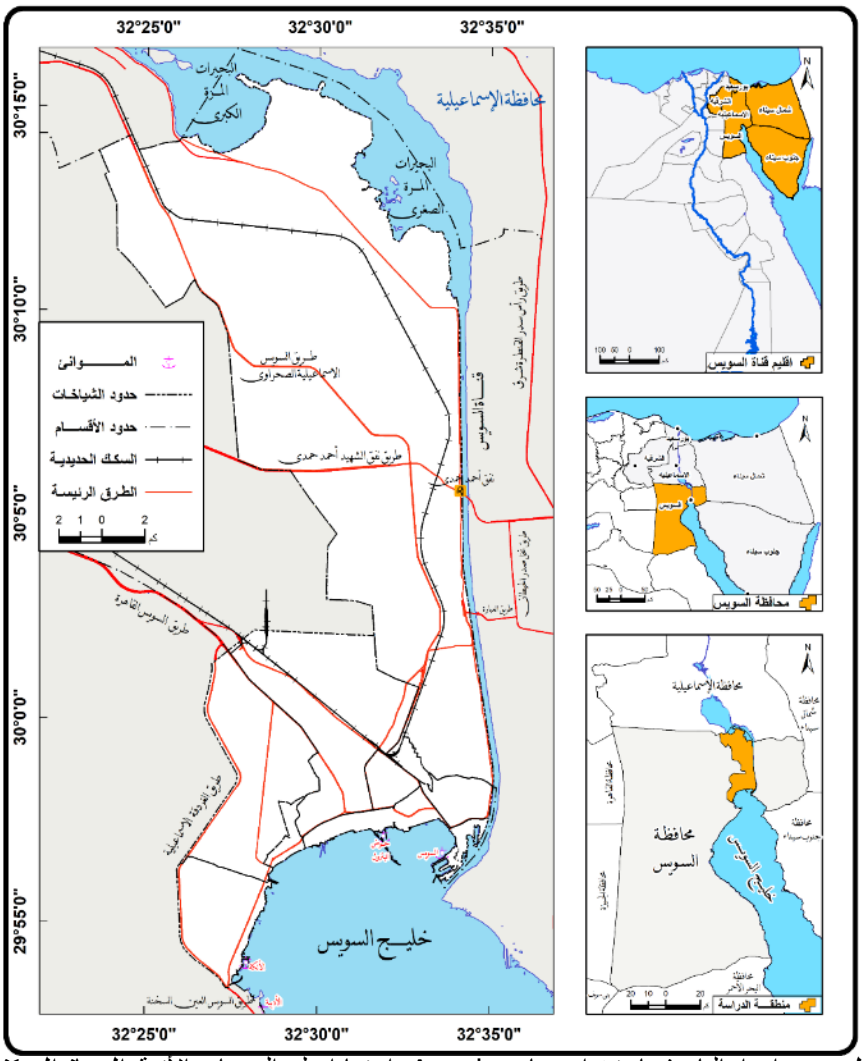
BI = (NDBI × NDVI) − MNDWI. (Yi, Siqi, et al, 2022).

ونظرا لارتباط نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد وظهر ذلك جليا حين قام الباحث باستخدام أكثر المميزات بالأولى وهو التحليل بمختلف أنواعه مثل عملية Multi-criteria decision making (MCDM) في الملاءمة المكانية لوضع نموذج لتقييم المسارات المحتملة ولدعم اتخاذ القرارات لمسارات التوسع الحضري في مدينة السويس وهو ما يفيد الحضريين والمهتمين بالتخطيط وصناع القرار.

وتسهم عملية القرار المتعدد في تحديد البدائل وتقييمها واختيار البديل الأنسب ومن ثم تنفيذ القرار، وتتضمن بعض أساليب MCDM المعروفة كعملية التسلسل الهرمي التحليلي (AHP)، وعملية الشبكة التحليلية (ANP)، ونسبة تكرار الظاهرة (FR)، وتقنية ترتيب الأفضلية عن طريق التشابه مع الحل المثالي (TOPSIS) (Wan Ahmad, et al, 2021) ، لمساعدة المخططين والمستثمرين بالمناطق الملائمة للنمو العمراني المستقبلي وبالتالي تعمير هذه المناطق بالمشروعات التي تستقطب العديد من العمالة.

أولاً: منطقة الدراسة

تمتد مدينة السويس بين دائرتي عرض ٢٣"٥٣´٢٩° و٢٣" ١٥´٣٠° شمالاً أي تمتد في (٢٢ دقيقة)، وخطى طول ٣٥"٢٣´٣٢°و٦"٣٥´٣٢° شرقاً أي تمتد في (١٢دقيقة)، كما يوضحه الشكل (١)، وهذا الامتداد يعنى هذا أن المدينة يسودها المناخ البحري بمميزاته الجغرافية ومن ثم يمتد تأثيره على الكتلة العمرانية والأنشطة الاقتصادية للمدينة.



المصدر: إعداد الباحث باستخدام برنامج Arc gis، اعتمادا على المصادر الآتية: **الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصـــاء (٢٠١٧):** الخريطة الرقمية للحدود الإدارية لجمهورية مصـــر العربية. **الهيئة العامة للتخطيط العمراني (٢٠٠٧):** الخريطة الرقمية لحدود الحيز العمراني بمدينة السويس.

شكل (١) الموقع وعلاقاته المكانية بمدينة السويس

وتقع المدينة في الشمالي الغربي لخليج السويس ، ولعل أهم ما يميز المدينة أنه من خلالها يمكن الوصول إلى إقليم السويس التخطيطي الذي يضم محافظات السويس والإسماعلية وبورسعيد وشمال وجنوب سيناء والشرقية، وتصنف محافظة السويس ضمن المحافظات الحضرية ذات المدينة الواحدة، وتضم المحافظة إدارياً خمسة أقسام هي السويس، الأربعين، عتاقة، فيصل، الجناين، وتتمتع المحافظة بهامش ريفي حضري متركز بقسم الجناين وبه عددا من القرى والعزب والكفور والنجوع. ومدينة السويس يحدها من الجنوب خليج السويس، ومن

الغرب السفوح الشرقية لجبل عتاقة، ومن الشرق المدخل الجنوبي لقناة السويس، ومن الشمال حدود محافظة السويس شمالا مع الإسماعيلية وهو ما اتضح في الشكل (١).

ثانياً: أهداف الدراسة

تتلخص أهداف هذه الدراسة في العديد من النقاط لعل أهمها:

- رصد الوضع الراهن للنمو الحضري لمدينة السويس.
- رصد التغيرات العمرانية واتجاهات النمو الحضري بالمدينة.
- تطبيق التقنيات الجيومعلوماتية لمعرفة الوضع العام لإمكانات المدينة ومعرفة المناطق الصالحة للتنمية العمرانية المستقبلية لمشاركة صانعي القرار والمخططين وهي هدف أصيل لهذه الدراسة.

ثالثاً: مشكلة الدراسة

- التوسع الحضري لمدينة السويس بشكل شبه عشوائي، بسبب الزيادة السكانية.
- يؤدى الضغط على الكتلة العمرانية وعدم توازنها مع السكان إلى تعدد المشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية.
- تفتقد المدينة لمخططات تفصيلية، والمخطط الاستراتيجي غير مواكب للتطورات الحالية بالمدينة.
- عدم وجود مدينة أخرى بالمحافظة جعل الضغط كبير على المدينة الحالية من السكان على الخدمات العامة لتركزها في القلب وبعد الأطراف عنها.
- وفي ظل هذا التزايد المستمر لأعداد السكان والحاجة للتوسع العمراني اصبحت المدينة في حاجة لاختيار مواقع مناسبة للتوسع الحضري المستقبلي.

رابعاً: تساؤلات الدراسة

ومن خلال ما سبق يمكن طرح التساؤلات الأتية: أين تقع المناطق أو المواقع المثلى للتوسع الحضري لاستيعاب هذه الزيادة من السكان؟ وهل هناك أسس ومعايير لاختيار هذه المواقع الملائمة لهذا التوسع الحضري؟

خامساً: الدراسات السابقة

- تعددت الدراسات السابقة التي تناولت منطقة الدراسة بشكل عام، فاقتصر الباحث على رصد الدراسات التي تناولت موضوع الدراسة والمنطقة بشكل خاص ولعل أبرزها:

- **دراسة (سلامة، ٢٠١٠)**: التي ركزت على التركيب الوظيفي لمدينة السويس، وتناولت الدراسة التطور التاريخي لوظائف مدينة السويس، والمقومات الطبيعية والبشرية المؤثرة في التركيب الوظيفي للمدينة، واستخدامات الأراضي وأنماط التركيب الوظيفي واقتصاديات وظائف مدينة السويس.

- وكان الغرض من **دراسة (Arnous, 2013)**: هو إنشاء نموذج مكاني للظروف والاعتبارات الجيوتقنية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتطوير أنشطة الموقع وتحليلها وتخطيطها في الامتداد الجديد لمدينة السويس (SC). في تقييمات الموقع الجيوتقنية، واستخدمت نظم المعلومات الجغرافية بأربع طرق: تكامل البيانات، وتصور البيانات وتحليلها، وتخطيط وتلخيص أنشطة الموقع، وعرض البيانات. تم تعيين الأوزان لمختلف الخصائص الميكانيكية والفيزيائية للتربة والبيانات الجيولوجية والهيدروجيولوجية وغيرها من البيانات المساعدة. أخيرًا، تم دمج الخرائط الموزونة باستخدام نظام المعلومات الجغرافية ولوحظ أعلى المناطق المثالية والجيدة تجاه المناطق الوسطى والغربية.

- ورصدت **دراسة (عبد اللاه، ٢٠١٧)**: النمو العمراني لمدينة السويس خلال الفترة ١٩٥٣-٢٠٠٨، وتناولت فيها تغيرات الكتلة العمرانية لمدينة السويس ومحددات النمو العمراني والعوامل المؤثرة فيه، واتجاهات النمو العمراني، واستخدامات الأراضي بالمدينة وأثر ذلك على النمو العمراني بها، والتغيرات السكانية وخصائصها بين أحياء المدينة، فضلا عن مشكلات النمو العمراني في المدينة، حيث تسهل عملية التخطيط والتنمية.

وتتباين الدراسة الحالية عن الدراسات السابق ذكرها في كونها اهتمت بتطبيق عملية القرار متعدد المعايير MCDM، وتبنى نموذج FR الذي يعنى نسبة تكرار الظاهرة من عدمه، وهذا النموذج تم تطويعه بمعادلته لتحديد المناطق الملائمة للنمو الحضري المستقبلي من خلال تطبيق التقنيات الجيومعلوماتية، وذلك لتحديد المناطق الملائمة للنمو الحضري المحتمل، علاوة على تحديد بدائل مكانية، مع مراعاة اختلاف النتائج التي تختلف باختلاف النماذج المستخدمة.

أولا: الوضع الراهن للسكان والعمران بمدينة السويس خلال الفترة ١٩٨٦- ٢٠١٧ .

١- الوضع الراهن للسكان.

زاد عدد سكان مدينة السويس إجمالا بنسبة ١٢٢.٣٪ مقارنة بين تعدادي علمي ١٩٨٦، ٢٠١٧، فمن ٣٢٧.٤ ألف نسمة علم ١٩٨٦ إلى ٧٢٧.٨ ألف نسمة علم ٢٠١٧، بما يعني أن سكان المدينة

قد تضاعفوا خلال مدة بلغت واحدا وثلاثين عاما فقط. ومقارنة بعدد سكان محافظات الجمهورية، فقد احتلت السويس المرتبة الحادية والعشرين بنسبة بلغت ٠.٧٪ من إجمالي الجمهورية خلال تعدادي ١٩٨٦،١٩٩٦، بينما جاءت بالمرتبة الثانية والعشرون بنسبة بلغت ٠.٨٪ من إجمالي سكان الجمهورية علم ٢٠١٧. ويفسر تنامي أعداد سكان السويس بعد تناقصهم بفعل التهجير في السابق بفعل حروب ١٩٦٧و ١٩٧٣ وتخطيهم دائرة الثلاثمائة ألف نسمة خلال تعداد ١٩٨٦ وهدوء الأوضاع العسكرية وإعادة فتح القناة للملاحة، وعمل الميناء بعد تعطله في السابق. وعاد سكان المدينة إليها في أقل من عامين وإن كان بعضهم لم يرجع إليها من المناطق التي هاجروا إليها.

زاد عدد سكان مدينة السويس بنسبة بلغت ٢٢.٦٪ فيما بين تعدادي علمي ١٩٩٦ و٢٠٠٦ حيث زاد من ٤١٦.٩ إلى ٥١١.٢ ألف نسمة، على الترتيب. ولعل مرد ذلك إلى تيارات الهجرة السكانية التي اجتنبتها الصناعة، وبعض الأنشطة الاقتصادية الأخرى كالتعدين والبترول، فضلا عن تحسن الأحوال الاقتصادية وتوافر الرعاية الصحية، والمساكن الحكومية بالمدينة.

تتابعت الزيادة السكانية لمدينة السويس في الفترة التعداد الأخير علم ٢٠١٧ مقارنة بالتعداد السابق علم ٢٠٠٦، حيث تخطت حاجز المائتي ألف نسمة خلال أحد عشر عاما بنسبة زيادة بلغت ٤٢.٤٪، ويرجع ذلك إلى سياسة التنمية العمرانية والاقتصادية التي تبنتها الدولة في الفترة الأخيرة بمدن محور قناة السويس التخطيطي والمدينة تعد جزءا أصيلا منه، علاوة على التطوير الذي شهدته الموانئ البحرية كميناء السخنة والأدبية والسويس.

شهد معدل النمو السكاني للمدينة تغيرا ما بين ارتفاع وانخفاض خلال الفترة (١٩٨٦–٢٠١٧)، في حين بلغ ٢.٤٪ سنويا خلال الفترة (١٩٨٦– ١٩٩٦) في ظل الهجرة العائدة للمدينة بعد الحرب، وارتفاع معدلات الزواج والإنجاب وارتفاع مستوى المعيشة، وازدهار الصناعة بها. وقد انخفض معدل النمو ليسجل ٢٪ سنويا خلال الفترة (١٩٩٦–٢٠٠٦) بالتوازي مع زيادة الوعي السكاني وارتفاع سن الزواج. وعاود ارتفاعه مرة أخري خلال سنوات الفترة (٢٠٠٦– ٢٠١٧) فبلغ ٢.٢٪ سنوياً، بالتوازي مع ارتفاع معدلات المواليد التي بلغت ٢١‰، وانخفاض معدلات الوفيات٥.١‰. وجاذبية التجمعات السكنية الجديدة التي تستوعب زيادة عدد السكان، كما كان للاهتمام الموجه إلي المدينة وزيادة تنمية نشاطها الاقتصادي في كافة المجالات دور كبير في جذب مزيد من السكان، أضف إلى ذلك الاهتمام بشبكات البنية الأساسية وخاصة النقل والمواصلات والتوسعات التي شهدتها قناة السويس، وما يرتبط بها من زيادة في الحركة والأنشطة المرتبطة بها.

٢- **الوضع الراهن للعمران.**

زاد النمو العمراني والسكاني لمدينة السويس بمعدلات سريعة للغاية، ولا يرجع هذا النمو السريع للسكان إلى الزيادة الطبيعية فقط، بل يرجع الى الزيادة غير الطبيعية والمتمثلة في الهجرة، ومنذ فتح القناة اجتذبت السويس أعدادا كبيرة من المهاجرين لوفرة فرص عمل جديدة لسكانها. واجتذبت مدينة السويس العديد من المهاجرين، ويرجع ذلك لطبيعة العمل في الموانئ، وما تحتاج إليه من عماله، فتشغيل القناة وجاذبيتها الفائقة للتجارة العالمية، مثلت عنصرا للجذب الاقتصادي. وكانت السويس في التعدادات السابقة أقل المحافظات الحضرية طرداً للسكان (زهرة، ١٩٧٦، ص ١٢١)، ولكن وفقا لتعداد ٢٠١٧ الذي صنفها أعلى معدل هجرة لخارج المحافظة حيث بلغ حوالي ٧.٨٪ من جملة سكان المحافظة، وتم تصنيفها أيضا ضمن المحافظات الحضرية الطاردة للسكان على مستوى الجمهورية بنسبة بلغت -٦.٦٪ (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء،٢٠١٩، ص ٦٩).

وتؤثر عملية النمو الحضري في تغير شكل مدينة السويس وحدودها نتيجة لنمو سكانها وزيادة كثافتهم، فتتسع رقعتها ويتغير شكلها كالمراحل المتعددة التي مرت بها السويس من النمو والتطور، والتي جاءت منسجمة مع المتغيرات التي تنعكس معالمها على تخطيط المدينة ونسيجها ودرجة توسعها والوظائف التي تقدمها، ودليل ذلك ما شهدته المدينة من متغيرات مختلفة على جميع المستويات الاقتصادية، السياسية، الاجتماعية، منذ المرحلة النوية لها حتى الوقت الحاضر، وانعكس تأثير ذلك على بنيتها الحضرية والعناصر العمرانية المكونة لها.

أ- **مراحل النمو العمراني للمدينة خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧.**

يتضح من الجدول (١) والشكل (٢) أن مدينة السويس شهدت امتدادا عمرانيا ملحوظا خلال الفترة خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧ بلغ إجمالي الإضافات العمرانية خلال فترة الدراسة٥٩.١كم٢، بنسبة تغير بلغت ٢٠٩.٥٪، وبلغت مساحة الإضافة السنوية خلال الفترة ذاتها نحو٤٧١.١ فدان/علم، ويرجع ذلك لزيادة عدد السكان خلال هذه الفترة بنسبة زيادة إجمالية بلغت ١٢٣.٣٪.

بلغت المساحة العمرانية لمنطقة الدراسة في بداية الفترة ٢٨.٢كم٢ بما هو مقداره ٦٩٧٤.٤ فدان، وتزايدت في علم ١٩٩٦ بمساحة ٣٣.٩كم٢ بنحو ٨٣٦٩.٩ فدان، نسبة التغير٢٠٪ وبلغ حجم الإضافات العمرانية ٥.٦كم٢ ومعدل الإضافة بلغ ١٣٩.٥فدان /علم، ويرجع ذلك لزيادة عدد السكان الوافدين للمدينة ومن ثم زيادة الطلب على العمران.

جدول (١) تطور المساحات العمرانية والإضافات العمرانية بالسويس خلال الفترة (١٩٨٦ – ٢٠١٧).

السنوات	المساحة العمرانية			الإضافات العمرانية		معدل الإضافة (فدان/عام)	معد ل النمو العمراني	معدل النمو السكاني
	كم٢	فدان	نسبة التغير	كم٢	فدان			
١٩٨٦	٢٨,٢	٦٩٧٤,٤	-	-	-	-	-	-
١٩٩٦	٣٣,٩	٨٣٦٩,٩	٢٠	٥,٦	١٣٩٥,٤	١٣٩,٥	١,٨	٢,٤٢
٢٠٠٦	٦٥,٣	١٦١٤٦,٩	٩٢,٩	٣١,٥	٧٧٧٧,١	٧٧٧,٧	٦,٦	٢,٠٤
٢٠١٧	٨٧,٤	٢١٥٨٨,٣	١٥٧,٩	٥٣,٥	١٣٢١٨,٤	١٢٠١,٧	٢,٧	٣,٢١

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على المصادر التالية:
المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة متعددة المجسات (TM/ETM+/OLI) خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧، تم استنباط العمران من خلال المؤشر BI.
الخرائط الطبوغرافية للمدينة لوحات متعددة المقاييس (١:٥٠٠٠)، (١: ٢٥٠٠٠)، (١: ٥٠٠٠٠).
صور جوجل إيرث برو خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧.
صورة فضائية SASPlanetبدقة تفريقية ١ متر.

تضاعفت المساحة العمرانية في عام ٢٠٠٦، حيث بلغت ٦٥.٣كم٢، بنسبة تغير ٩٢.٩٪ وبلغ حجم الإضافات العمرانية ٣١.٥كم٢، بمعدل إضافة بلغ ٧٧٧.٧ فدان /علم. ويعود ذلك لزيادة الأنشطة بالموانئ وزيادة عدد الطرق وزيادة فرص العمل، وزيادة التوسع في المساحة المستصلحة والمنزرعة الذي تبعها امتداد عمرانيا، بالإضافة الى زيادة عدد السكان عن تعداد ١٩٩٦ بزيادة عددية تخطت ١٠٠ ألف نسمة.

ظلت المساحة العمرانية في تزايد حتى علم ٢٠١٧ حيث بلغت مساحة الكتلة العمرانية ٨٧.٤كم٢ بنحو ٢١٥٨٨.٣ فدان، بنسبة التغير ١٥٧.٩٪ وبلغت حجم الإضافات العمرانية ٥٣.٥كم٢ ومعدل الإضافة بلغ ١٢٠١.٧فدان /علم، ومرد ذلك لاتجاه الدولة لسياسة التنمية الشاملة لمحور قناة السويس، ومن ضمنه مدينة السويس بفضل موقعها وامتلاكها لكثير من الموانئ متعددة الوظائف، علاوة على تنوع هيكلها الصناعي والتعديني والبترولي، مما يزيد فرص العمل.

اتجاهات النمو الحضري خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧:

يلاحظ من خلال الملحق (٢) والشكل (٣) سيادة الاتجاه الغربي والشمالي الغربي والجنوبي الغربي للنمو العمراني في مدينة السويس بنسبة تعدت ٨٥ % من إجمالي مساحة الاتجاهات الثمانية في نهاية الفترة، ولوحظ تضاؤل النمو العمراني في جهة الشمالي الشرقي، وزد على ذلك ثبات مساحة هذا الاتجاه على مدار فترة الدراسة ١٩٨٦ – ٢٠١٧ ولم يزيد عن ١٠٠ م٢، بينما تحددت معالم النمو العمراني في

الاتجاه الجنوبي، حيث قطع خليج السويس حركة العمران بهذا الاتجاه إذ يأخذ الخليج شكل قوسا يحد النواة الأصلية للمدينة من جهة الجنوب، ولم يتجاوز مساحة هذا الاتجاه ٨٠٠ مترا مربعا خلال فترات الدراسة سالفة الذكر.

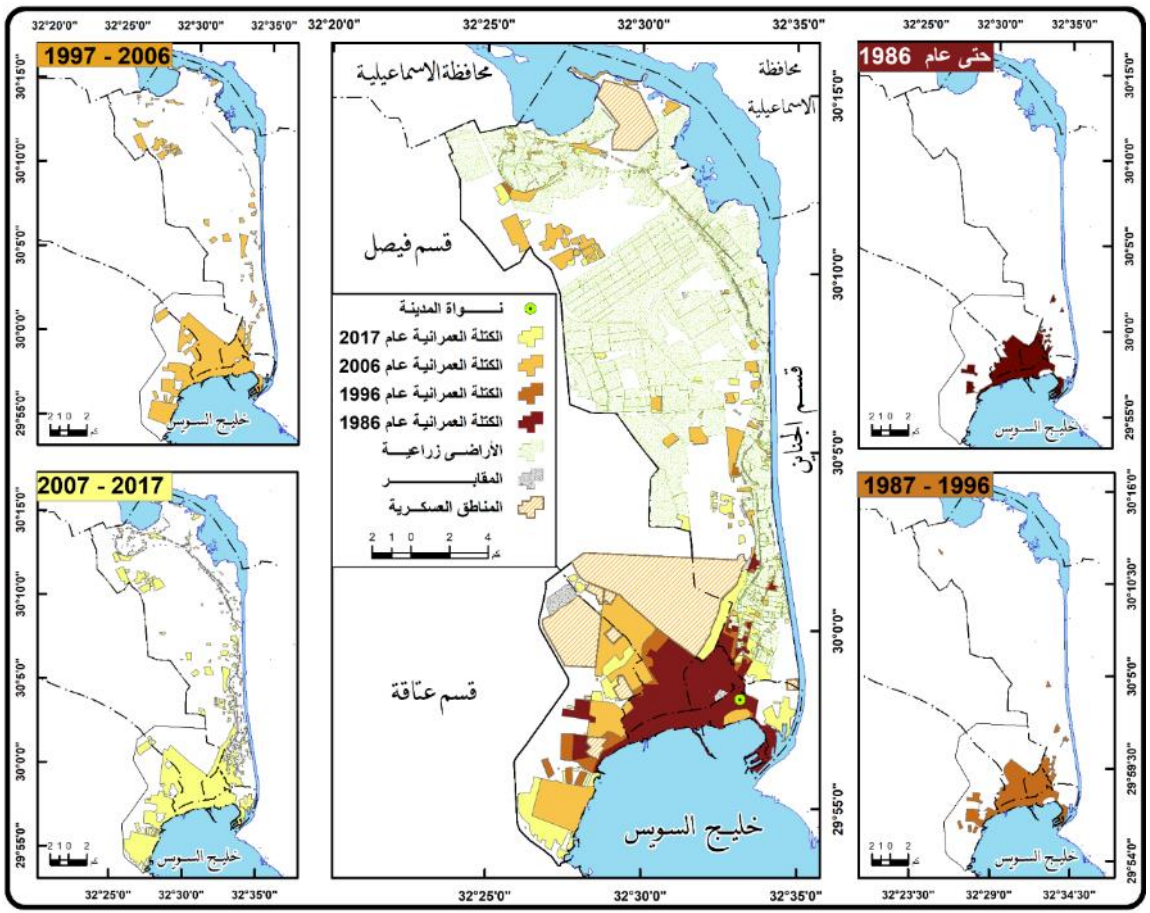
احتل الاتجاه الشمالي المرتبة الأولى بين الاتجاهات الأخرى، حيث شهد تزايد وتطورا ملحوظا في مساحة الكتلة العمرانية المضافة خلال الفترة ١٩٨٦– ٢٠١٧ بإجمالى مساحة ٤.١ ألف فدان بمعدل إضافة ١٣٣ فدان سنويا، كما تضاعف طول اتجاه النمو العمرانى على هذه االاتجاه خلال فترة الدراسة، أي بعد مرور واحد وثلاثون علما نمى العمران بطول ٢.٩ ألف متر طولي من نواة المدينة تجاه الشمال، بما يعادل ٩٢ متراً سنويا، ويعزى ذلك الى أن المناطق تمتاز بكونها أكثر انبساطا يسهل مد طرق النقل فوقها وتوسع استخدامات الأرض فوقها، كما أنها تتبع المناطق ذات التربة الملائمة للتوسع الزارعي لموازاتها ترعة السويس الحلوة، مما دعا السكان إلى التوسع في هذا الاتجاه .

جاء الاتجاه الشمالي الشرقي المرتبة الخامسة بين الاتجاهات الأخرى، حيث شهد تزايد وتطورا ملحوظا في مساحة الكتلة العمرانية المضافة خلال الفترة ١٩٨٦– ٢٠١٧ بإجمالى مساحة ٣٢٢.١ فدان بمعدل إضافة ١٠.٤ فدان سنويا، كما تضاعف طول اتجاه النمو العمرانى على هذه الاتجاه خلال فترة الدراسة، أي بعد مرور احدى وثلاثون علما نمى العمران بطول ٥١٠.٨ متر/طولي من نواة المدينة تجاه الشمال، بما يعادل ١٦.٥ مترا/سنويا.

تقاربت المسافة العمرانية باتجاه الشرق من نواة المدينة، حيث احتل الاتجاه الشرقي المرتبة السادسة بين الاتجاهات الأخرى، وتزايدت المساحة العمرانية المضافة خلال الفترة ١٩٨٦– ٢٠١٧ بإجمالى مساحة ٢٢٨ فدانا بمعدل إضافة ٧.٤ فدان سنويا، أي بعد مرور واحد وثلاثين علما نما العمران بطول ٣٦٠.٨ متر/طولي من نواة المدينة تجاه الشمال، بما يعادل ١١.٦ متر/سنوي، ويعزى ذلك إلى عدم النمو فى هذا الاتجاه إلى وجود المناطق العسكرية والموجودة بشياخة فيصل.

احتل الاتجاه الجنوبي الشرقي المرتبة السابعة بين الاتجاهات الأخرى، حيث شهد تزايدا وتطورا ملحوظين في مساحة الكتلة العمرانية المضافة خلال الفترة ١٩٨٦– ٢٠١٧ بإجمالى مساحة ٢١٥.٩ فدان بمعدل إضافة ٦.٩ فدان سنويا، لم يشهد هذا الاتجاه تطورا خلال مرور واحد وثلاثين علما، ويعزى ذلك إلى عدم النمو فى هذا الاتجاه لوجود خليج السويس وميناء السويس .

حال خليج السويس النمو فى الاتجاه الجنوبي ليحتل المرتبة الأخيرة بين الاتجاهات الأخرى، حيث لم يشهد زيادة ملحوظه في المساحة المضافة خلال الفترة ١٩٨٦– ٢٠١٧ بإجمالى مساحة ١٠٠.٥ فدان بمعدل إضافة ٣.٢ فدان سنويا، أي بعد مرور واحد وثلاثين علما نمى العمران بطول ٥٩٦.٤ متر/طولي من نواة المدينة تجاه الشمال، بما يعادل ١٩.٤ متر/سنوي.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على المصادر التالية: المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة متعددة المجسات (TM/ETM+/OLI) خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧، تم استنباط العمران من خلال المؤشر BI. الخرائط الطبوغرافية للمدينة لوحات متعددة المقاييس (١:٥٠٠٠)، (١: ٢٥٠٠٠)، (١: ٥٠٠٠٠). صور جوجل ايرث برو خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧. صورة فضائية SAS Planetبدقة تفريقيه ١ متر.

شكل (٢) النمو الحضري لمدينة السويس خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧.

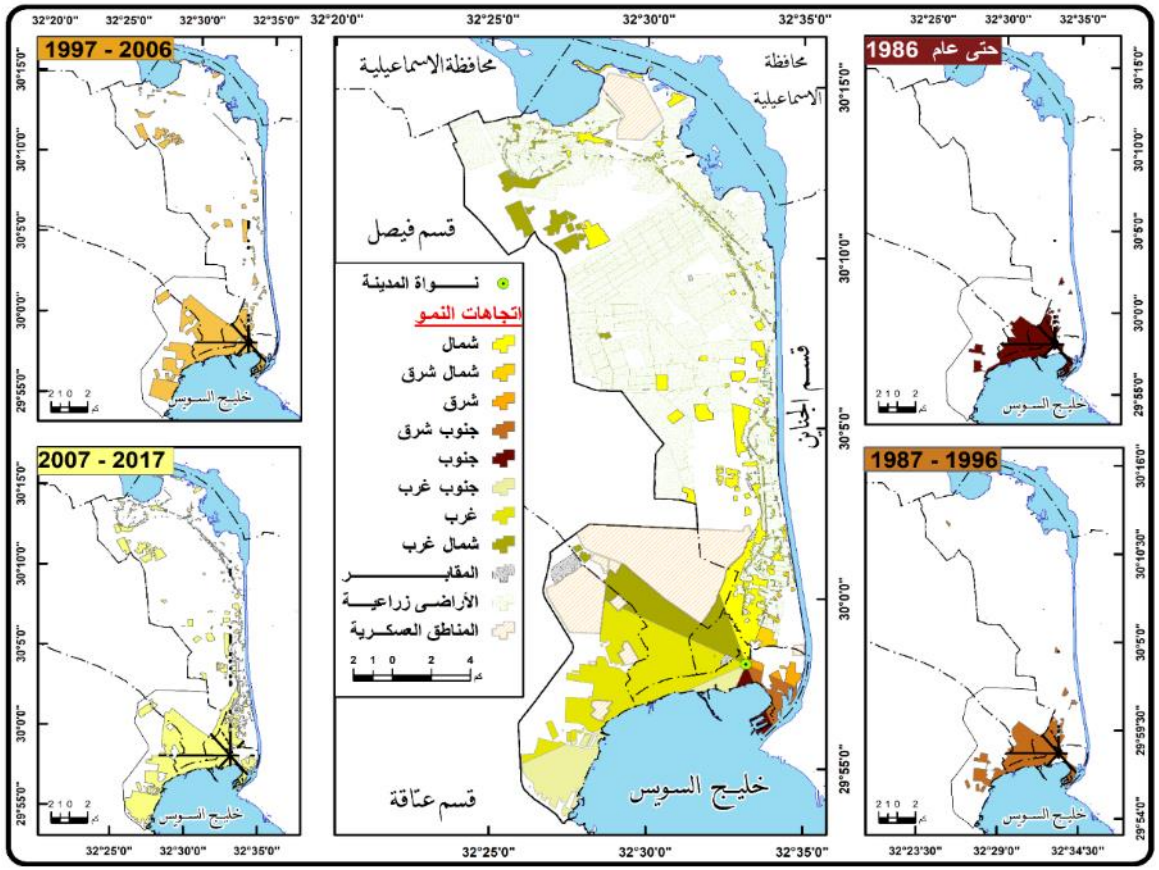
تزايد العمران في الاتجاه الجنوبي الغربي بنهاية الفترة مقارنة ببدايتها ليحتل الاتجاه المرتبة الرابعة بين الاتجاهات الأخرى، بإجمالى مساحة ٢.٣ ألف فدان بمعدل إضافة ٧٣.٣ فدان سنويا، وكان لوقوع شركة النصر للبترول والمناطق الصناعية بالأتكة في هذا الإتجاه بمثابة محدد لنمو العمران في هذا الإتجاه علاوة على قطع الخليج لهذا الاتجاه.

جاء الاتجاه الغربي في المرتبة الثالثة بين الاتجاهات الأخرى، وتزايدت الكتلة العمرانية المضافة خلال فترة الدراسة بإجمالى مساحة ٣.٣ ألف فدان بمعدل إضافة ١٠٦.٧ فدان سنويا، أي بعد مرور واحد وثلاثين عاما نما العمران بطول ٨٦٤.٨ متراً طولياً من نواة المدينة تجاه الشمال، بما يعادل ٢٧.٩ متر/سنوي، وسبب ذلك هو زيادة المسافة بين نواة المدينة وغربها فترامت المدينة حتى وصلت للأطراف، وتحديدا عند الطريق الدائرى المتماشى مع حدود المدينة عند بداية المحاجر التي تجاور المدينة من ناحية الغرب.

احتل الاتجاه الشمالي الغربي المرتبة الثانية بين الاتجاهات الأخرى، حيث شهد تزايد وتطورا ملحوظا في مساحة الكتلة العمرانية المضافة خلال الفترة ١٩٨٦– ٢٠١٧ بإجمالى مساحة ٣.٥ ألف فدان بمعدل إضافة ١١٣.١ فدان سنويا، أي بعد مرور واحد وثلاثين عاما نما العمران بطول ٤٧٩.٧ متر/طولي من نواة المدينة تجاه الشمال، بما يعادل ١٥.٥ متراً سنويا، ويفسر ذلك بما شهدته شياخة فيصل بالتحديد من نموها وزيادة الوحدات السكنية والأحياء التي سبق ذكرها، والتي وفد إليها العديد من السكان خروجا من الشياخات القديمة كالسويس والأربعين.

تنمو مدينة السويس بشكل ملحوظ في اتجاه الشمال للأسباب السالفة الذكر ونمت معها استخدامات الأرض كالاستخدام السكنى والمنتشر بشياخة خامس بشكل كبير فزادت أحجام القرى والعزب، وبدأت تنمو وتزدهر خلال فترة الدراسة، وهذا الأمر يؤثر مستقبلا في المساحات المقترحة للنمو العمراني المستقبلي واستخداماته.

وبناء على ما سبق واعتمادا على نتائج بعض الدراسات، فإن عملية النمو الحضري بمدينة السويس يرتبط بشكل كبير بتخطيط المدينة، وأغلب الدول تأخذ بمبدأ التوازن بين النمو الحضري والتنمية محققة الانسجام بين قطبي التأثير العرض والطلب، وبتطبيق ذلك على السويس فهي أقرب إلى وجود علاقة طردية بين نموها الحضري وتنميتها الشاملة لاهتمام الدولة بتنمية محور قناة السويس بشكل علم، والسويس بشكل خاص، حيث إن نموها الأفقي السريع، يقابله في الوقت ذاته تنمية تابعة لهذا النمو تعالج قضاياه ومشكلاته، وهو ما يتطرق إليه في النمذجة المكانية للنمو الحضري للوصول إلى حلول للتوسع الحضري باستخدام تقنيات الاستشعار ونظم المعلومات الجغرافية .



المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على المصادر التالية: المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة متعددة المجسات (TM/ETM+/OLI) خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧، تم استنباط العمران من خلال المؤشر BI. الخرائط الطبوغرافية للمدينة لوحات متعددة المقاييس (١:٥٠٠٠)، (١: ٢٥٠٠٠)، (١: ٥٠٠٠٠). صور جوجل ايرث برو خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧. صورة فضائية SAS Planet بدقة تفريقية ١ متر.

شكل (٣) اتجاهات النمو العمراني بمدينة السويس خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧

ثالثا: النمذجة المكانية للنمو الحضرى المحتمل حتى عام ٢٠٣٧

يعد النموذج Model من أكثر المصطلحات استخداما في التقنيات الجغرافية، فيعرف بأنه تمثيل بسيط للظاهرات يوضح المراحل المختلفة لتطور الظاهرة وعلاقتها بالمتغيرات المكانية وغير المكانية التي تؤثر فيها وتتأثر بها وإعادة تصنيف تلك العلاقة ونتائجها، وللتمييز بينه وبين نماذج البيانات Data Models والنماذج المكانية Spatial Models. فالأولى تعنى قالب للبيانات، كالصيغة المتجهة والخلوية للبيانات Raster and Vector Data. أما الأخيرة فهي من أهم النماذج المتقدمة لنظم المعلومات الجغرافية التي تجمع بين علوم الرياضيات والإحصاء والحاسبات والجغرافية حيث تمثل قواعد البيانات المكانية الهياكل الأساسية التي تحفظ البيانات المكانية كما تعد أنظمة قواعد البيانات المكانية Spatial Data Base Systems البرامج الملائمة لمعالجة مثل هذه البيانات لقدرتها على بناء نماذج مختلفة اعتمادا على عملية بناء العلاقات المكانية بين الظواهر الجغرافية من خلال عمليات التحليل المكاني المتنوعة (عبد الزهرة وآخرون، ٢٠١٩، ص ٦).

وتفسر النمذجة Modeling معان مختلفة، تتراوح ما بين تحويل الظاهرة الجغرافية أو أحد العوامل المؤثرة فيها إلى نموذج بيانات مرورا بفهم سلوكها المكاني، نحو صنع مؤشرات الملاءمة Suitability Parameters، و يشمل المصطلح أيضا – في حال توسيع نطاق المعلومات – على تنفيذ نماذج تنبؤ للظاهرة المدروسة بوضع سيناريوهات مختلفة، وهى تفسر عمليات Processing وليس صيغة تخزن Format كما في نماذج البيانات، وكل هذه المعاني لا تخرج عن عملية النمذجة، يحاكي النموذج المكاني عمليات العالم الحقيقي Real World، وهناك سببان لبنائه، فمن وجهة النظر الواقعية يجب اتخاذ القرارات والإجراءات بخصوص الظواهر المكانية، إذ تساعد النماذج في إتمام هذه العملية، ومن وجهة النظر الفلسفية فإن النموذج قد يكون السبيل الوحيد لتبسيط السلوك المعقد للظاهرة الجغرافية (القصاب، ٢٠٢١، ص ٢٩).

ومن أهم أنواع النمذجة الخرائطية، الأول يعمق الرؤية الجغرافية من خلال النموذج المنتج الذى يظهر العلاقة المتبادلة بين المتغيرات والخصائص المكانية بطريقة تسهم في فهم حقيقة الظاهرة، فضلا عن التغير الزماني والمكاني لها على نحو موثوق، والثاني ارتباط في الفترة الأخيرة بالأتمتة الخلوية (Cellular Automata (CA، والأنظمة الحركية الزمنية Temporal Dynamic systems محددة في حيز مكاني، التي تتميز بقدرتها على محاكاة التطور، أفضل تطبيق للأتمتة الخلوية في مجال الجغرافيا يتمحور حول النمذجة الخرائطية للتنبؤ بمستقبل التوسع المساحي الحضري)*Gotlib, D. et al.,2017,P.4)(Jiangfu Liao, et al., 2019,P.4)*.

وتعمل منهجية التحليل المكاني على زيادة إمكانية اختيار المواقع الأكثر ملاءمة للتوسع الحضري وذلك من خلال دراسة العوامل المؤثرة في التوسع الحضري، وتحليل تأثير هذه العوامل مكانيا من خلال نموذج Frequency Ratio الذي يرتكز مفهومه الأساسي على حساب النسبة بين كثافة الظاهرات في فئة معينة وكثافة نفس الفئة ومعدل تكرارها. ولابد من تحويل الظاهرة التي هي محل الدراسة إلى خرائط مساحية من نوع راستر بحجم بكسل موحد. ومن ثم تحليل العلاقة المكانية بينها وبين العوامل الأخرى، وبعدها يتم تقييم عدد وحدات البيكسل للظاهرة الرئيسية في كل فئة ويتم حساب نسبة التكرار لكل فئة من العوامل، وأخيرا تلخيص تصنيفات نسبة التكرار للعوامل في شكل خرائط في ArcGIS باستخدام المعادلة لإعداد مؤشر للتنبؤ المستقبلي بالظاهرة الرئيسة (Genene, A. et.al, 2021, P.19).

وعند تقييم احتمالية التوسع الحضري المستقبلي داخل مدينة السويس خلال الفترة ٢٠١٧ – ٢٠٣٧ أول الخطوات المهمة هي التعرف على العلاقة بين المناطق العمرانية الحالية والعوامل الجغرافية المؤثرة على هذا التوسع الحضري. من أجل تجهيز البيانات الكمية اعتمادا على الطبقات المكانية، ومن خلال معادل FR التي سيرد ذكرها يستخلص وزن كل طبقة حسب أهميتها النسبية للمناطق العمرانية الحالية.

نُفذت طريقة نسبة التكرار أو معدل التكرار للمناطق العمرانية FR باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية. بناءً على الارتباط بين توزيع المناطق العمرانية وكل عامل مرتبط بها أو مؤثر فيها، وتم حساب نسب تكرار لكل طبقة أو نطاق على مستوى كل العوامل من تأثيرهم على عملية التوسع الحضري المحتمل بناء على طبقة العمران الحالي، كما هو مبين في الملاحق (٣،٤،٥)، وبعد ذلك تم حساب نسبة التكرار اعتمادا على الخلية (البيكسل) داخل تصنيف كل طبقة لتوضيح أكثر الطبقات تأثيرا على التوسع الحضري المحتمل (Zhang YX, et al. 2020, P344).

ب- مراحل تنفيذ نموذج الملاءمة المكانية للتوسع الحضري المحتمل للمدينة.

تضمنت مراحل التنفيذ المعايير أو العوامل المؤثرة في التوسع الحضري المحتمل، والتحليل الإحصائي للمعايير ومدى ارتباطها بطبقة العمران الحالي واستخراج قيمة نسبة التردد وباقي أركان المعادلة وأهمها الوزن النسبي لكل طبقة، وأخيرا استخراج خريطة الملائمة المكانية بناء على نموذج FRوصنفت هذه الخريطة لدرجات ملائمة مكانية حسب أهميتها، وأخرا التقييم الجغرافي لنموذج الملاءمة المكانية للتوسع الحضري المحتمل بمنطقة الدراسة حتى علم ٢٠٣٧، وفيما يأتي عرض لهذه المراحل:

١ – المرحلة الأولى: تحديد العوامل المؤثرة في عملية التوسع الحضري المحتمل بالمدينة.

تتباين العوامل المؤثرة لحدوث التوسع العمراني من مدينة لأخرى وتتباين كذلك أهميتها النسبية حسب موقعها وطبيعتها، وفي هذه المرحلة تم تحديد جملة من العوامل المؤثرة لحدوث التوسع العمراني لمدينة السويس، ومنها العوامل الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية وأخيرا العوامل البيئية، وهذه العوامل تم توحيد مسقطها وإعادة تشكيل قيم الخلايا بحيث شملت الدقة البنائية ٩٠٠م٢ لكل خلية، وهو شرط مهم لإتمام نتائج النموذج بالشكل الصحيح.

أ- **العوامل الطبيعية .** Natural Factors

تأتى العوامل الطبيعية في مقدمة العوامل لأي تخطيط مستقبلي، فمن خلال دراسة خريطة الارتفاعات والانحدارات بمدينة السويس كأحد المعايير المهمة كونها تقع بالقرب من جبل عتاقة 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، وسيرد ذكر خصائص كل طبقة يتم استخدامها في النموذج بغية النتائج المرجوة وهم كما يأتي:

- **الارتفاعات** Elevation

تفيد دراسة الارتفاعات بالمدينة في التعرف على تصنيف التضاريس المحلية وتحديد نطاقات الحد الأقصى والحد الأدنى منها بغرض تحديد أي من النطاقات التضاريسية تزيد بها مساحة المنطقة العمرانية عن الأخرى وتحديد العلاقة بينهما، ومن خلال الشكل (٤-أ) قسمت خريطة الارتفاعات إلى ست فئات بطول بلغ ٢٠ م، تتراوح بين أقل من ٢٠ مترا إلى ١٠٠ متر فأكثر، وأن المنطقة يغلب عليها الارتفاعات الهينة والأراضي المنبسطة التي تعدت ٩٠٪ من مساحتها.

وبالرغم من تقارب نسب المساحات للفئتين الأولى والثانية للارتفاعات، إلا أن الفئة الأولى (أقل من ٣٠ مترا) تفوقت على الثانية من حيث استحواذها على ٥٦,٤٪ من إجمالي مساحة الكتلة العمرانية، وتبعتها الثانية بنسبة بلغت ٣٩٪، ويرجع سبب ذلك الى أن هناك العديد من البرك والمستقعات والتي تم تجفيف معظمها واستصلاحها في الزراعة، وأخرى في الاستخدام السكنى. وقد بذلت العديد من الجهود لمحاولة رفع منسوب تلك المنطقة للاستفادة منها في النمو العمراني الأفقي. ومن أهم هذه المناطق نطاقات بشرق شركة النصر للبترول، وجنوب شرق منطقة الحرفيين، ومتاثرات تقع جنوب منطقة المثلث، وشرق شارعي الجيش والنصر، وشرق طريق السويس الإسماعيلية، بالإضافة إلى البرك التي تم ردمها في منطقة المشروع وبالتحديد في تقاطع شارع الجيش مع شارع بورسعيد، وهذه المنطقة تعاني من ارتفاع نسبة المياه الباطنية، وارتفاع الملوحة أيضا، الأمر الذي ترتب عليه قلة التعلية الرأسية للمباني والمنشآت بها. ويشار إلى أن

المناطق الواقعة على الامتداد الطولي غرب القناة، قد أسهم تضاؤل ارتفاعها إلى زيادة صلاحيتها للزراعة، والاستخدام السكنى بأنواعه، وهو ما يلاحظ في قرى علمر والرائد وكبريت وجنيفة وغيرهم.

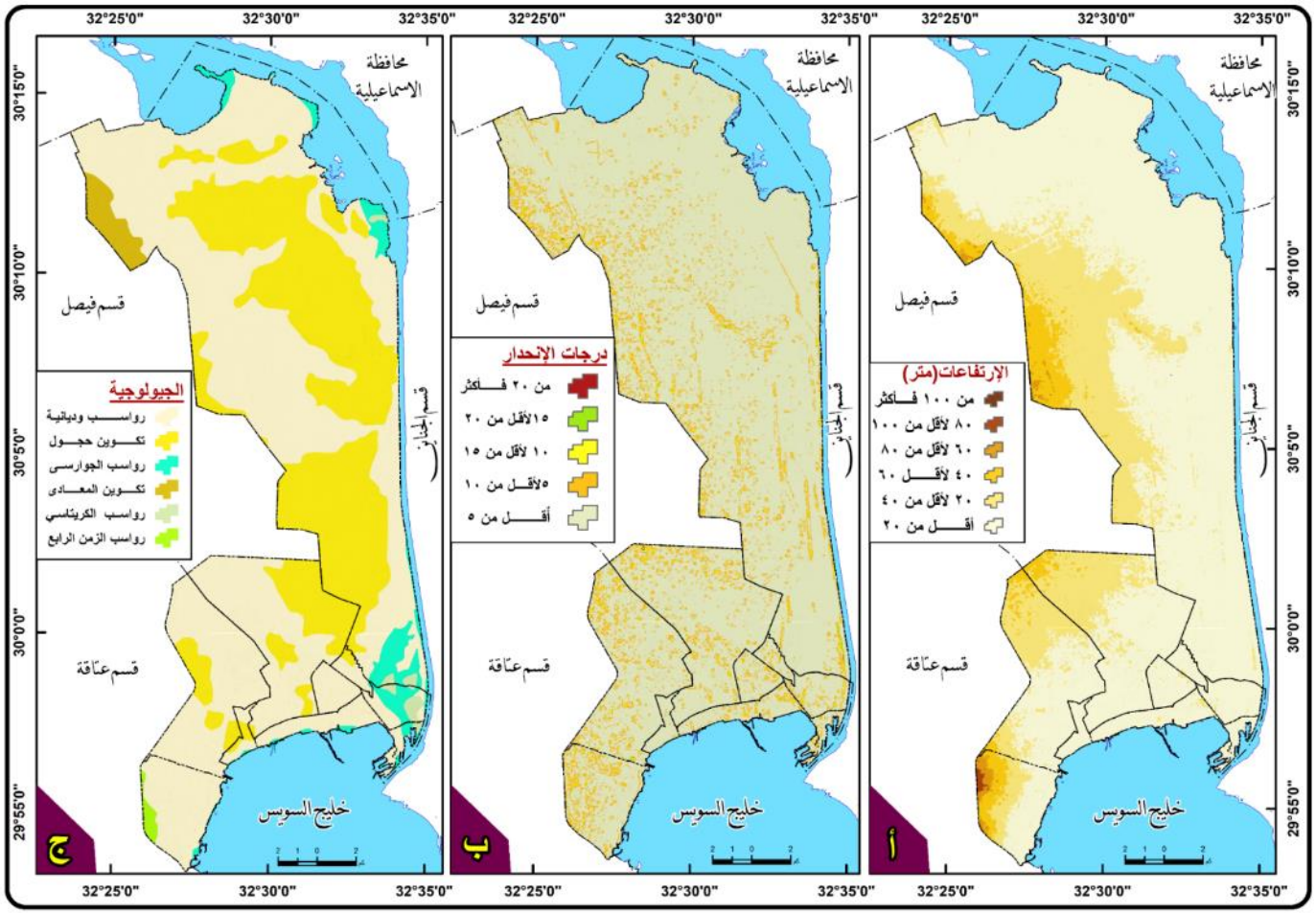
- **درجة الانحدار** Slope

تُعد درجات انحدار السطح بمدينة السويس من المعايير المهمة التي تؤخذ في الاعتبار عند الشروع في عملية التخطيط للنمو الحضري، وغالبا ما يلجأ السكان للبناء في المناطق التي يتراوح انحدارها بين صفر إلى ١٥ درجة، وبناء عليه قسمت درجات الانحدارات كما هو مبين بالشكل (٤-ب) لخمس فئات الأولى تقل عن ٥ درجات والخامسة من ٢٠ درجة فأكثر بفاصل فئوي ٥ درجات، وتكشف من خلال ذلك سطح المدينة ليقع أكثر من ٩٨٪ من مساحته داخل الفئة الملاءمة للنمو الحضري.

وتبين تأثير الانحدار العام لسطح الأرض على اتجاهات الشوارع الرئيسية وخاصة ناحية الخليج والقناة ومعظمها لا يصل إلى خط الساحل وإنما تعترضه المباني السكنية بشكل متعامد عليها، وتختلف في أطوالها طبقا لامتدادها داخل المدينة ومن أمثلة اتجاهات هذه الشوارع التي تبينت من خلال التفسير البصرى للمرئية الفضائية SAS Plante وخرائط Open street map "شارع ٢٣يوليو" الذي يبدأ من طريق القاهرة السويس ويقترب من خط الساحل ويسير ليقطع طريق حوض الدرس بالقرب من بور توفيق، ويبلغ طوله ٢١,٦كم والمكون من حارتين باتساع ٦٠ مترا، حيث ينحدر من ارتفاع ٣٠م وينتهي بارتفاع ٦متر.

- **الجيولوجية** Geology

دراسة جيولوجية المنطقة من أهم الدراسات للمخططين كونها توضح تكوينات المدينة ولها علاقة كبيرة بتكوين التربة ونسيجها؛ لأن معرفة الطبيعة الجيولوجية للمدينة يسهم بشكل كبير في تحديد أي المناطق التي سيرجحها النموذج بناء على أهميتها النسبية ووزنها من حيث التكوين الذي يشهد زيادة في تركز العمران به، وأمكن من خلال الشكل (٤-ج) تصنيف سطح منطقة الدراسة إلى ست تكوينات رئيسة وهي: رواسب الزمن والكريتاسى والمعادى والجوراسى وحجول والرواسب الوديانية.



شكل (٤) العوامل الطبيعية لإعداد نموذج الملائمة المكانية للتوسع الحضري المحتمل لمدينة السويس.

وقد اتضح من توزيع التكوينات الجيولوجية بمدينة السويس أن هناك علاقة ارتباطية قوية جدا بين توزيعها وبين المناطق العمرانية بلغت قيمتها ٠,٩ ، وبفسر سبب قوة هذه العلاقة إلى تركز العمران بتكوينين رئيسيين هما الرواسب الوديانية وتكوين حجول، حيث وقع بهما ما يقرب من ٩٤٪ من إجمالي المساحة العمرانية بنسب بلغت على الترتيب ٧٦.٧٪ و١٧.١٪ على الترتيب، كما لوحظ ذلك من خلال تحليل الشكل (٤) أن الكتلة العمرانية القديمة بالأربعين والسويس وامتدادها كذلك في شياخة فيصل والصباح والأتكة وشياخة خامس وبالتحديد في القرى علمر والرائد والألبان الجديدة والسيد أبو حطب وعبدالعال بيومي وغيرها، وامتدت في نطاق هذان التكوينان، لذلك يفترض عمل وزن نسبى لهذان التكوينان حين الشروع في التخطيط الحضري للمدينة لما لهما من خصائص مميزه تجعل الأوزان الترجيحية لهما تزداد عن غيرهم من التكوينات الأخرى.

ج- العوامل الاقتصادية والاجتماعية. Economic and Social Factors

تعد هذه العوامل من الركائز الأساسية التي تساعد المخطط في معرفة الجوانب السكانية والعمرانية بالمنطقة، وصنفت هذه العوامل بناء على مدخلات النموذج لتشمل ثمان طبقات هي: الكثافة السكانية والمسافة للمناطق التجارية والتعليمية والسكنية والصناعية وخطوط الكهرباء والطرق والسكك الحديدية.

الكثافة السكانية Population Density

تفيد دراسة الكثافة السكنية في تحديد المناطق التي يتزايد بها عدد السكان والمباني أيضا، فالمناطق التي تتمتع بكثافة سكانية عالية تقل درجة ملاءمتها للنمو الحضري المحتمل عن المناطق التي تقل بها الكثافة السكانية من الدراسة، وصنفت الكثافة إلى أربع فئات، كما هو مبين بالشكل (٥-أ) كما يأتي:

- شياخات تراوحت كثافتها (٢٠ ألف نسمة فأكثر/ كم٢)، اقتصرت هذه الفئة على شياخات قسم الأربعين (رابع والأربعين، ثان)، ولهذا عدة أسباب أبرزها كونهم يمثلون القلب التجاري والإداري للمدينة كما يعدّ شياختا: الأربعين ورابع من المناطق الشعبية القديمة التي تتركز بها الخدمات المهمة والإدارات والهيئات الحكومية.

- شياخات تراوحت كثافتها بين ١٠ آلاف إلى أقل ٢٠ ألف نسمة /كم٢، وقعت شياخة فيصل والصباح في هذه الفئة، حيث جاءت هذه الشياخات في المرتبة الثانية من حيث المساحة التي بلغت ١٩.٩٪، والمركز الأول من حيث استحواذها على ما يقرب من ربع سكان المدينة، لمجاورتهما لشياخة السويس وهي القلب القديم، وأصبحا من مناطق استقبال للسكان الخارجين من قلب المدينة لارتفاع قيمة الإيجار به، أضف إلى ذلك تعدد مصادر التلوث كماسبق الذكر.

- شياخات تراوحت كثافتها ما بين ١٠٠٠ إلى أقل من ١٠ آلاف نسمة /كم٢، تمثل هذا النمط في ثلاث شياخات فقط، وهي: (السويس والسماد خامس)، للتفوق السكاني لشياختي خامس والسماد، ومقارنة بالسويس فهي أقل منهما في المساحة العمرانية، إلا أنها في مقدمتهم، كونها النواة الأصلية للمدينة وقلبها.

- شـياخات انخفضـت فيها الكثافة لأقل من ١٠٠٠نسـمة/كم٢، تَمثل هذا النمط الكثافي في شياختي الأتكة وعتاقة، حيث سجلت ١٧٣، ٦٦١ نسمة/كم٢ على الترتيب.

وقد اتضـح أن كثافة السـكان تقل في المدينة كلما ابتعدنا عن وسـطها واتجهنا نحو أطرافها خاصـة عندما تكون هذه الأطراف حديثة العهد بامتداد العمران إليها ولا تزيد المسـافة بين وسـط المدينة وأطرافها كثيرا. ولأن الكثافة السكانية الصـافية هي قسـمة عدد السـكان على المسـاحة العمرانية بالوحدة الإدارية، فلوحظ أنه بمقارنة عدد السكان بشياخات المدينة ومساحتها اتضح مايأتى:

أن شـياختي الأربعين ورابع يشـكلان ٨.٢٪ من إجمالي مسـاحة المدينة العمرانية يقطنهما ٣٦.٥٪ من جملة سكانها علم ٢٠١٧. وبذلك يستحوذان على ما يناهز ثلث السكان تقريباً. ويعزى ذلك إلى قربهما من نواة المدينة وكثير من الأسباب السالفة الذكر، في حين احتل شياخة خامس المرتبة الأولى من حيث المساحة، إلا أنه احتل المركز الثالث من حيث عدد السكان بنسبة بلغت ١٨,١٪ من إجمالي السكان، لزيادة نسبة الأراضـي المستصـلحة والمنزرعة. أما عن قسم فيصل فإن النِّسب قد تقاربت بين المساحة والسكان بنسب بلغت ١٩.٩٪ و٢٤,٦٪ على الترتيب.

- **المسافة للمناطق التعليمية Distance to educational areas**

قسمت المسافات بشكل متساوي حول المنشأت التعليمية بالمدينة بفاصل مسافي ثابت بلغ ١٠٠٠متر بين كل فئة وأخرى وشملت على كل المنشأت التعليمية لكافة المراحل، وصنفت المسافات إلى ست فئات، كما هو مبين بالشكل (٥-ب) وتراوحت الفئات بين أقل من ١٠٠٠ متر إلى ٥٠٠٠ متر فأكثر، فكلما اقتربت المسافة من المنشأت التعليمية تزيد وملاءمتها للنمو الحضري المحتمل وفقا لذلك المعيار.

- **المسافة للمناطق التجارية Distance to commercial areas**

تشابه ذلك العامل مع سابقه من حيث تقسيم المسافات بشكل متساوي حول المناطق التجارية بالمدينة بفاصل مسافي ثابت بلغ ١٠٠٠ متر بين كل فئة وأخرى وشملت على كل المناطق التجارية، وصنفت المسافات إلى ست فئات، كما هو مبين بالشكل (٥-ج) وتراوحت الفئات بين أقل من ١٠٠٠ متر إلى

٥٠٠٠ متر فأكثر، فكلما اقتربت المسافة من المناطق التجارية تزيد ملاءمتها للنمو الحضري المحتمل وفقا لذلك المعيار.

- **المسافة للمناطق السكنية Distance to residential areas**

يؤثر هذا العامل بشكل كبير في النمو العمراني المحتمل فكلما قلت المسافة للمناطق السكنية كلما زادت احتمالية النمو العمراني بالقرب منها والعكس صحيح؛ لذا قسمت المسافات بشكل متساو وبلغت المسافة ٥٠٠ متر، وصنفت لخمس فئات كما هو مبين بالشكل (٥-د) أدناهم أقل من ٥٠٠ متر وأعلاهم ٢٠٠٠ فأكثر، وتركزت هذه المناطق بالقرب من النواة الأصلية للمدينة.

- **المسافة للمناطق الصناعية Distance to industrial areas**

تقسيم المسافات بشكل متساوي حول المناطق الصناعية بالمدينة، كما هو مبين بالشكل (٥-هـ) بفاصل مسافي ثابت بلغ ١٠٠٠ متر بين كل فئة وأخرى وشملت على كل المناطق الصناعية، وصنفت المسافات إلى ست فئات، وتراوحت الفئات بين أقل من ١٠٠٠ متر إلى ٥٠٠٠ متر فأكثر، فكلما اقتربت المسافة من المناطق التجارية تقل وملاءمتها للنمو الحضري المحتمل وفقا لذلك المعيار.

- **المسافة لخطوط الكهرباء Distance to power lines**

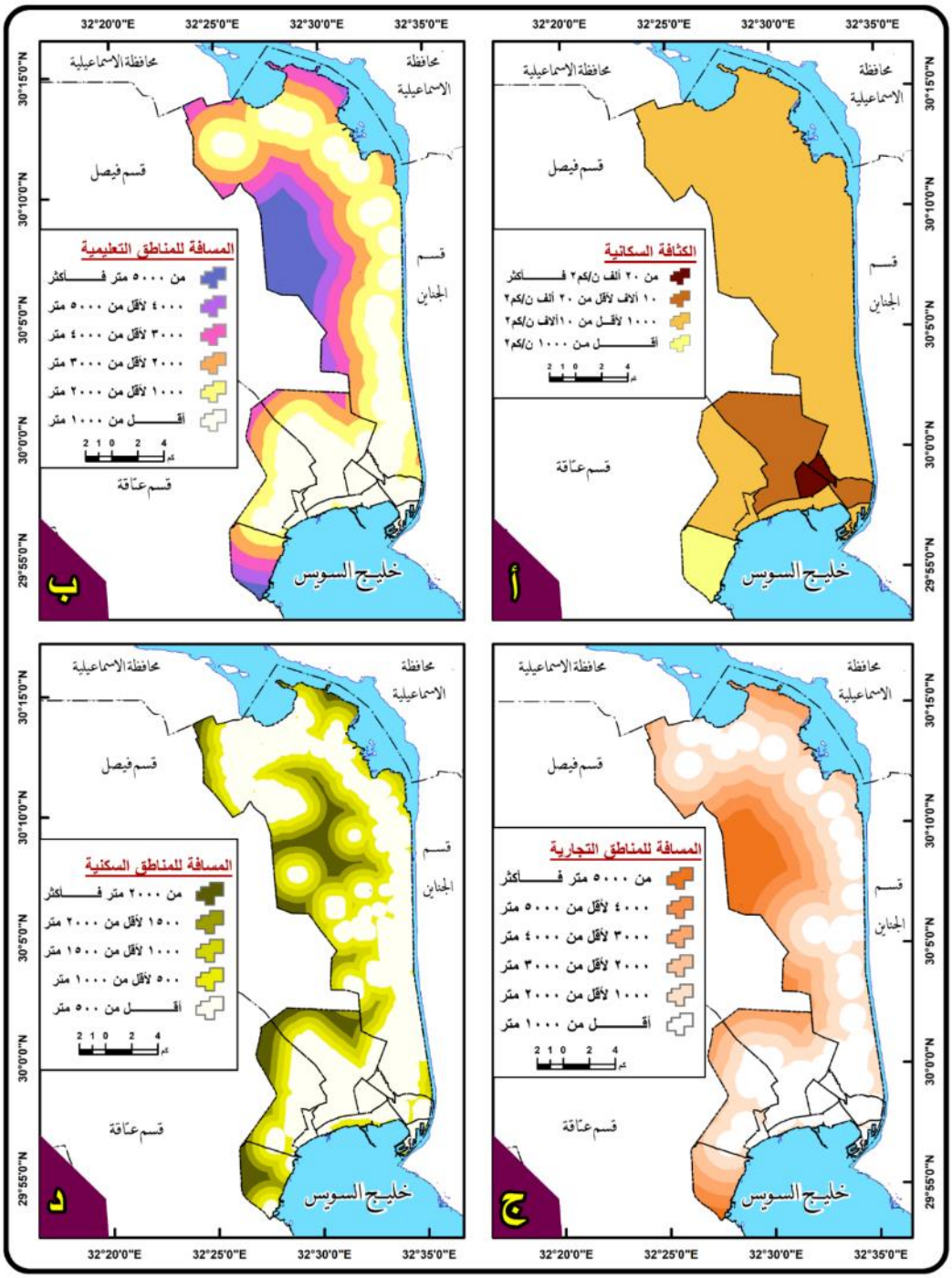
تقسيم المسافات بشكل متساوي حول خطوط الكهرباء بالمدينة بفاصل مسافي ثابت بلغ ٥٠٠ متر بين كل فئة وأخرى وشملت على كل المناطق الصناعية، وصنفت المسافات إلى ست فئات، وتراوحت الفئات بين أقل من ٥٠٠ متر إلى ٢٥٠٠ متر فأكثر كما يوضحه الشكل (٥-و)، فكلما اقتربت المسافة من المناطق التجارية تقل ملاءمتها للنمو الحضري المحتمل وفقا لذلك المعيار، وتتعدد مصادر شبكة الكهرباء بالمدينة كمحطة كهرباء عتاقة وعيون موسى وغيرها من المحطات.

- **المسافة إلى الطرق Distance to roads**

لشبكة الطرق دور إيجابي في جذب السكان حيث لا يمكن لمدينة أن يحدث بها تفاعل مكاني دون شبكة طرق قوية، ومن الصعب أن تتكامل وظائف الاستعمالات الأخرى للأرض داخل المدن دونها، وبالتالي فإن العلاقة بين التجمعات العمرانية و شبكة الطرق علاقة تكاملية، وتسهم في نمو العمران من خلال امتدادها في المناطق غير المأهولة، وتم تقسيم منطقة الدراسة إلى خمس فئات مختلفة مصنفة لتعيين تأثير الطريق على العمران بالمنطقة كما هو موضح من خلال الشكل (٥-ز).

تراوحت الفئات بين أقل من ١٠٠٠متر إلى ٤٠٠٠ متر فأكثر، بفاصل مسافي ١٠٠٠ متر بين كل فئة وأخرى، فدائما المناطق القريبة من الطرق تقتنص مواقع مميزة لسهولة

الوصول والاتصال بها شريطة ألا تكون واقعة في حرم الطريق.



شكل (٥) العوامل الاقتصادية والاجتماعية لاعداد نموذج الملائمة المكانية للتوسع الحضرى المحتمل لمدينة السويس.

د- العوامل البيئية Environmental Factors

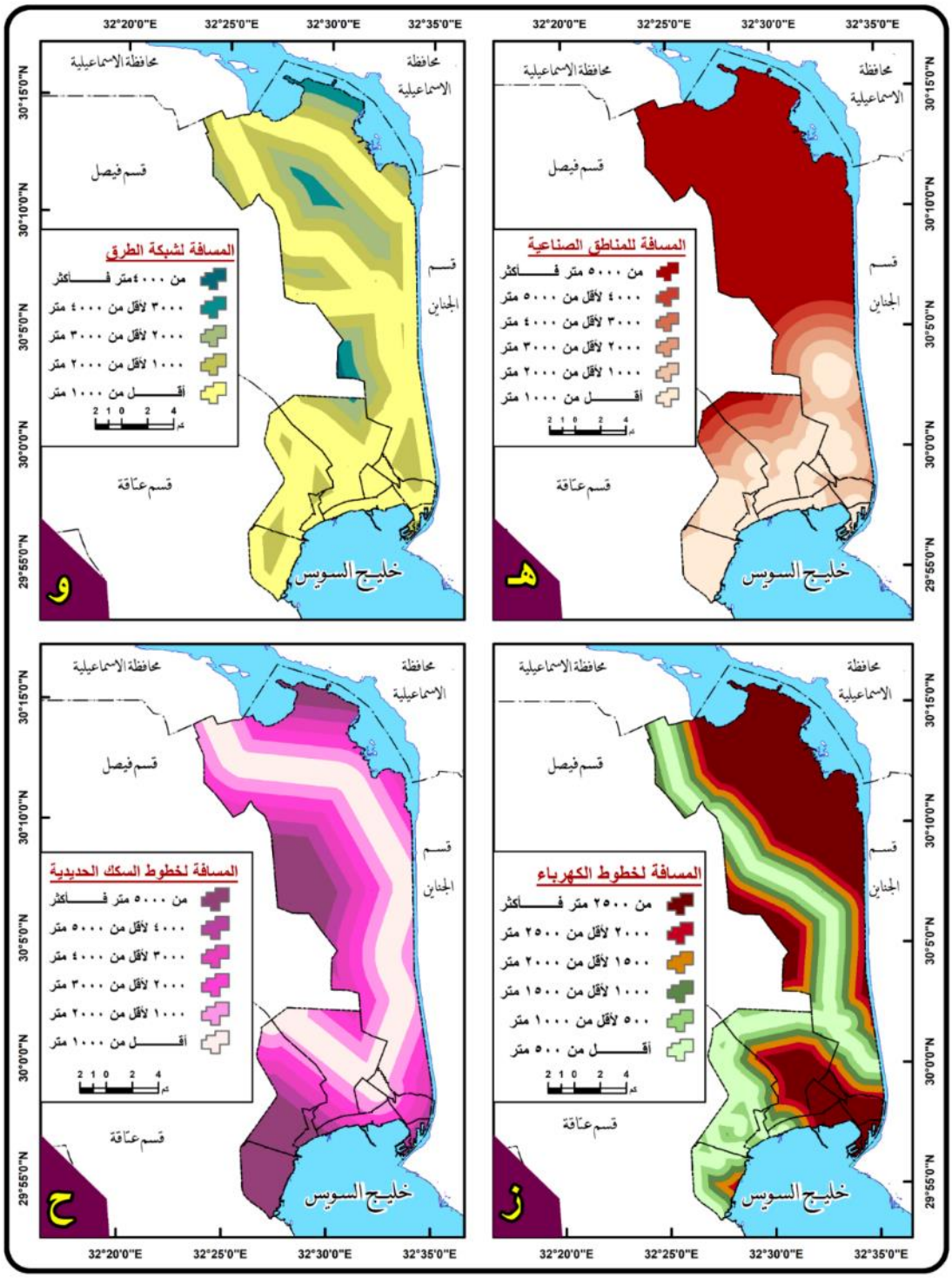
تعد العوامل البيئية من أهم العوامل المؤثرة في التوسع الحضري المحتمل، فمن خلالها تحدد العوائق التي تحول دون وصول العمران لها كالمسافات من الصدوع والفوالق، وهناك عامل آخر مهم للغاية لأي دراسة تخطيطية وهو الغطاء الأرضي والذي استنتج من خلال المرئية الفضائية سبعة أغطية أرضية رئيسة، وسيرد ذكر خصائص كل طبقة يتم استخدامها في النموذج بغية النتائج المرجوة وهي كما يأتي:

- **المسافة من الصدوع والفوالق Distance to Fults**

تهدد الصدوع والفوالق يهدد العمران والمباني كخطر محقق بالمدينة، لذا من الضروري التصدي لهذا الخطر من خلال تطويقه بنطاقات أو فئات متساوية المسافة بلغ الفاصل بينها ٥٠٠ متر وتراوحت فئاته بين أقل من ٥٠٠ و٣٥٠٠ متر فأكثر مقسمه على ثمان فئات كما يوضحها الشكل (٦-أ) فالمناطق التي تقترب من هذه الصدوع من الممكن أن تكون غير ملاءمة للنمو الحضري وهذا يتوقف على مهمة النموذج وطريقة عملة.

- **الغطاء الأرضى land cover**

يسهم تصنيف الغطاء الأرضي لأي منطقة في توفير بدائل ذات معلومات مفصلة حول أنواع الأغطية الأرضية داخل كل بكسل، وتحديد حدود الأراضي بشكل واضح في الطبيعة وفقا لحالتها الحالية بصورة القمر الصناعي بل والأدهى أنها تهتم بدراسة 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 أغطية أرضية بعينها كالمناطق البور أو الأراضي الجرداء، حيث تمثل هي والأراضي الفضاء أوما تسمى بالمتخللات والأراضي المسورة من أهم مناطق الامتداد الحضري المستقبلي للمدينة لمجابهة مشكلة تزايد السكان مقارنة بمساحة العمران، ويمكن تقييم مدى ملاءمة الأغطية الأرضية للتوسعات العمرانية المحتملة، ومن خلال المرئية الفضائية استنتج سبعة أغطية أرضية كما هو مبين بالشكل (٦ – ب) وهم: المزارع السمكية والمناطق المائية و العمران الحضري والريفي والسبخات والأراضي البور والأراضي الزراعية.



تابع شكل (٥) العوامل الاقتصادية والاجتماعية لاعداد نموذج الملائمة المكانية للتوسع الحضرى المحتمل لمدينة السويس.

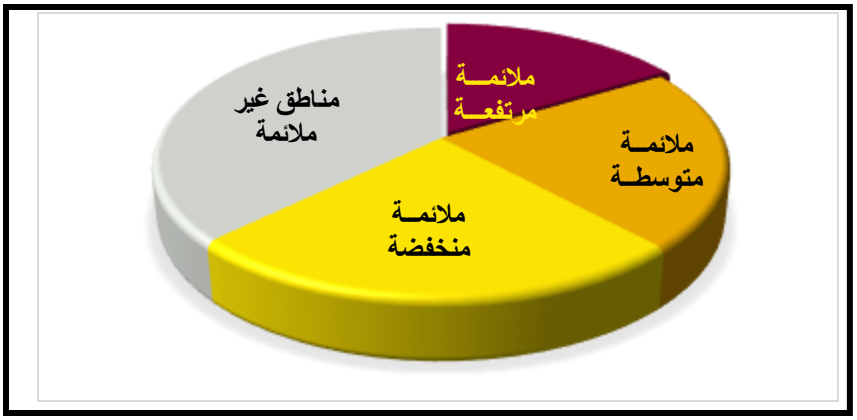
٢- المرحلة الثانية : درجات الملاءمة المكانية للنمو الحضري المحتمل بمدينة السويس حتى عام ٢٠٣٧.

أظهرت الخطوات السابقة التي أوضحها الشكل (٧) أن هناك تباينا لتأثير كل من العوامل المؤثرة في التوسع الحضري المحتمل للمدينة، واستنتج من خلال هذه الخطوات السابقة خريطة للملاءمة المكانية للنمو الحضري المستقبلي وفقا لدرجة الأهمية النسبية لكل عامل حسب قيمة PR المبينة بالملاحق (٣، ٤، ٥) وهي عبارة عن إعطاء أوزان لهذه العوامل، وبعدها تكشفت نتائج معادلة نسبة التكرار FR باستخدام أداة الجبر الخرائطي Raster Calculator المتوفرة في بيئة نظم المعلومات الجغرافية ضمن تطبيقات التحليل المكاني. ونتج عن تطبيق أركان المعادلة أربعة أنماط من الأراضي، وهي مناطق ذات ملاءمة مرتفعة، ومناطق ذات ملاءمة متوسطة وأخرى ذات ملاءمة منخفضة والرابعة مناطق غير ملائمة تماما للنمو الحضري المحتمل لوجود العمران الحالي بها، كما يوضحه الشكل (٨).

جدول (٢) المناطق الملاءمة مكانيا للنمو الحضري المستقبلي حتى عام ٢٠٣٧

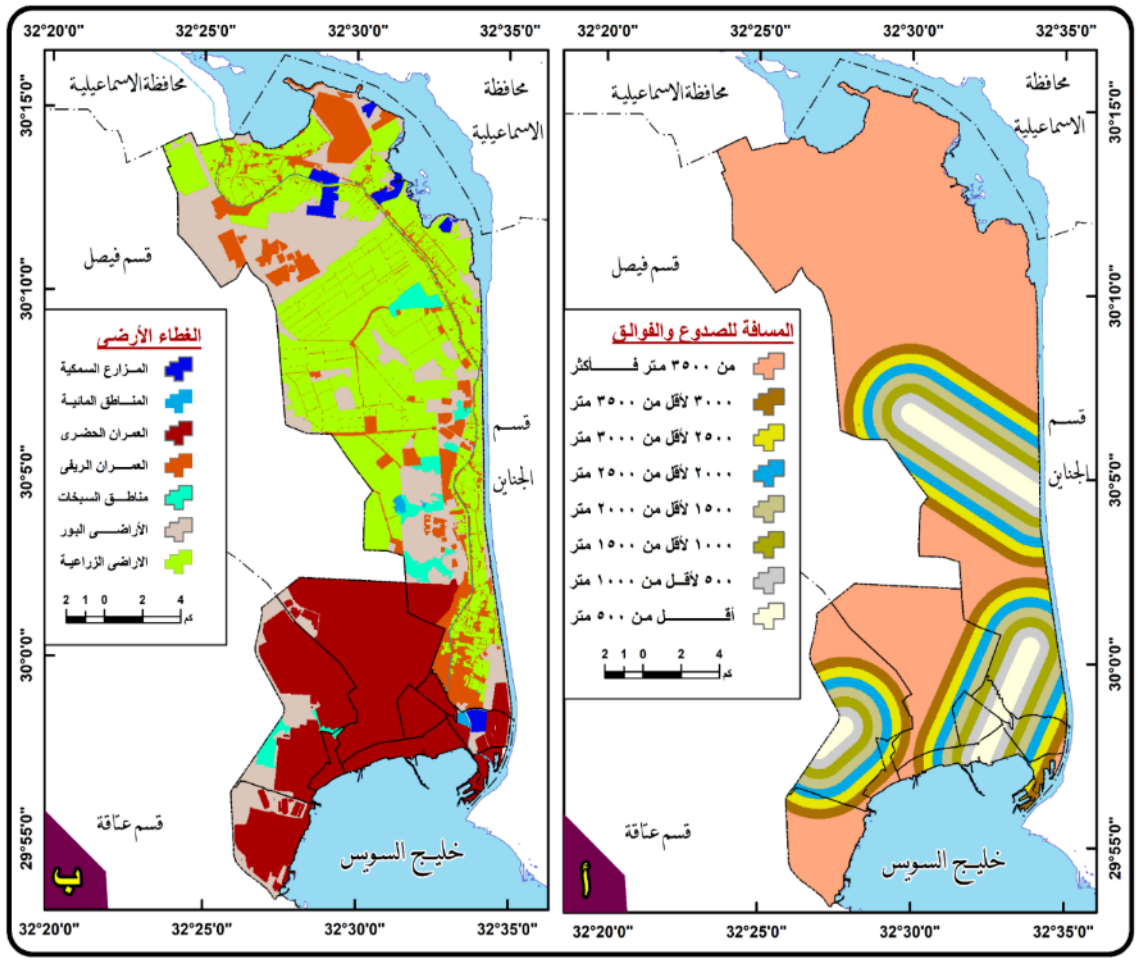
درجات الملاءمة المكانية	المساحة كم٢	%
ملاءمة مرتفعة	٦٠,٧	١٦,٤
ملاءمة متوسطة	٨٠,٦	٢١,٧
ملاءمة منخفضة	٩١,٨	٢٤,٧
مناطق غير ملاءمة	١٣٨,٢	٣٧,٢
إجمالي المساحة	٣٧١,٣	١٠٠

المصدر: إعداد الباحث اعتماد على المساحات الناتجة من خريطة الملائمة باستخدام برنامج Arcgis10.8

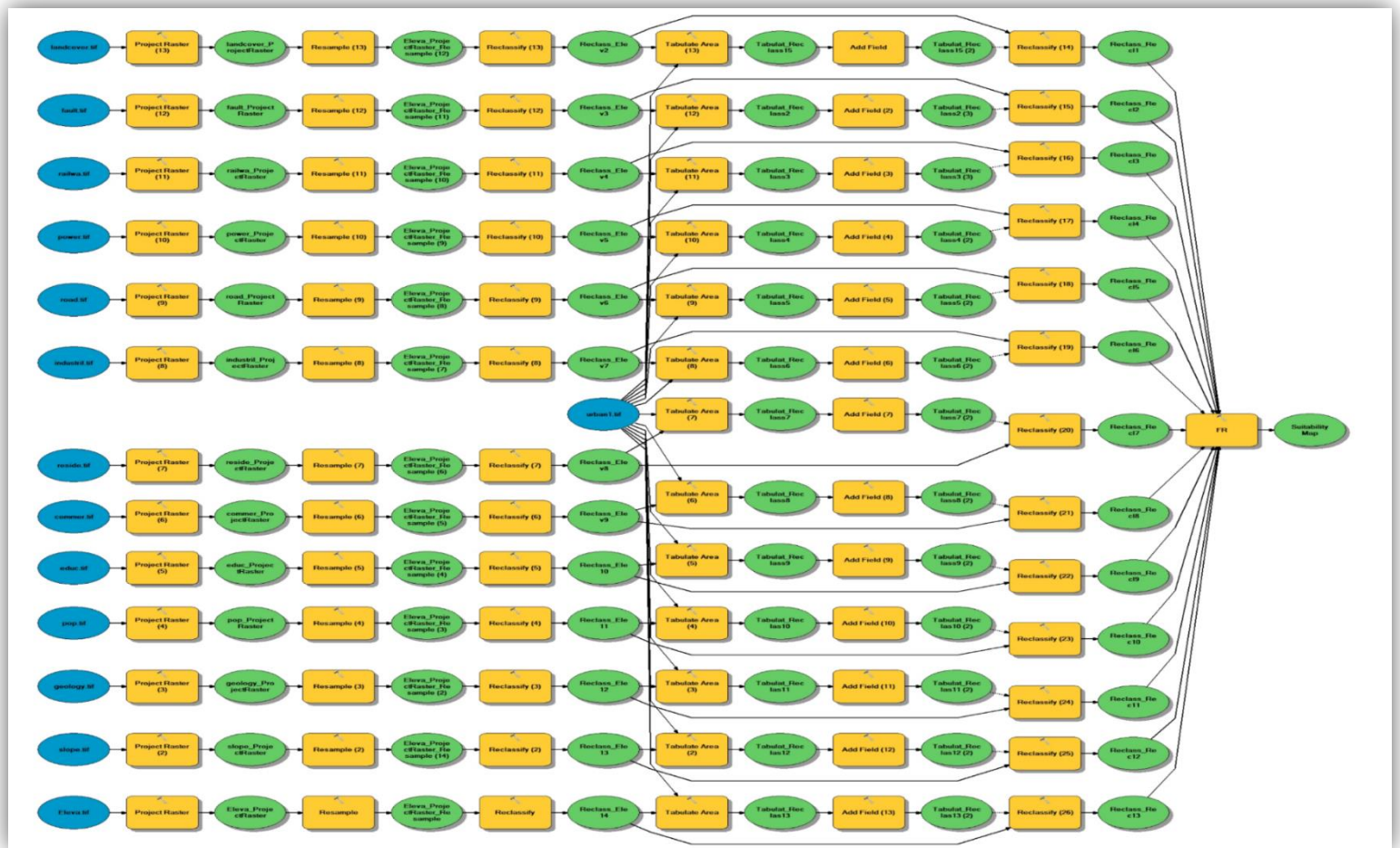


المصدر : الباحث اعتمادا على بيانات الجدول (٢) .

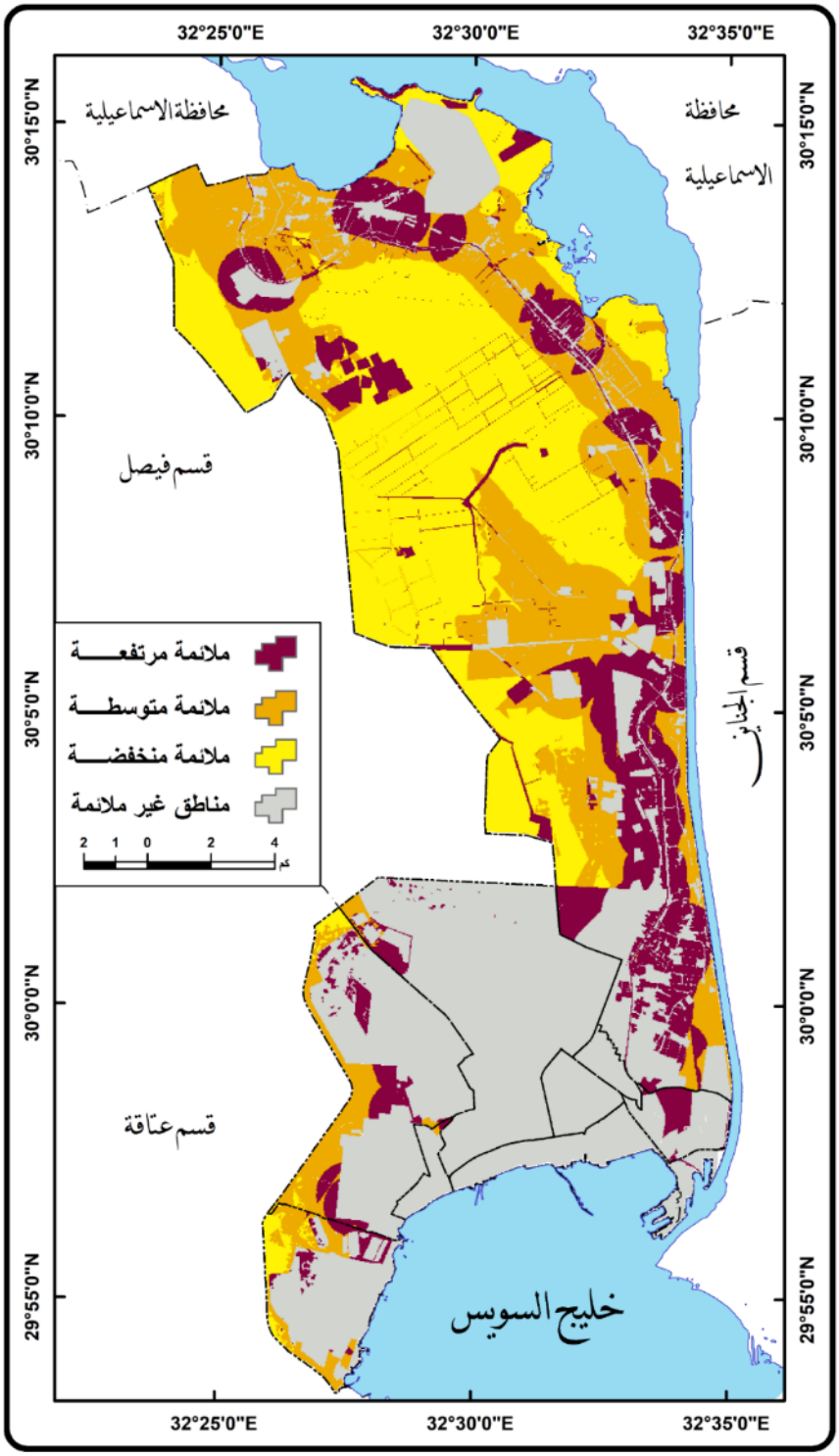
شكل (٦) التوزيع النسبى لدرجات الملاءمة المكانية للنمو الحضرى المستقبلي بالمدينة حتى ٢٠٣٧



شكل (٧) العوامل البيئية لإعداد نموذج الملائمة المكانية للتوسع الحضرى المحتمل لمدينة السويس.



شكل (٨) النموذج الهيكلي للمناطق الملاءمة مكانيا للنمو الحضري المستقبلي حتى عام ٢٠٣٧ بمدينة السويس



المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على نموذج نسبة التكرار FR.

شكل (٩) الملاءمة المكانية للنمو الحضرى المحتمل بمدينة السويس حتى عام ٢٠٣٧

بلغت إجمالي المساحة الملاءمة للنمو الحضري المحتمل بمدينة السويس حتى عام ٢٠٣٧ حوالي ٢٣٣.١كم٢ بنسبة بلغت ٦٢.٨٪ من إجمالي مساحة المدينة، وذلك بعد خصم المناطق غير الملائمة البالغ مساحتها ١٣٨.٢ كم٢، بنسبة بلغت ٣٧.٢٪، حيث تتضمن هذه المناطق العمرانية والعسكرية بالمدينة، ومثلت المناطق ذات الملاءمة المنخفضة نسبة بلغت ٢٤.٧٪ من إجمالي المساحة، وتلاها المناطق متوسطة الملائمة في المرتبة التالية بنسبة بلغت ٢١.٧٪، ويليها المناطق ذات الملاءمة المرتفعة بنسبة بلغت ١٦.٤٪ من إجمالي المساحة.

وهناك ملحظ وهو أن المناطق ذات الملاءمة المرتفعة تركزها في مناطق الأراضي البور والفضاء كونهما الرصيد الحالي للتوسع الحضري، كما يلاحظ أيضا أن هناك مساحات من هذه المناطق موقعة على غطاء الأراضي الزراعية، وسيرد ذكر سبب ذلك في الجزء الخاص بالتقييم الجغرافي لنموذج الملاءمة، كما يلاحظ أيضا أن هناك مناطق تقع شمال المقابر الواقعة بشياخة السماد وهذا يؤدى بنا إلى طرح بديل نقل هذه المقابر شمال الموقع الحالي وبالتحديد عند منطقة عجرود والتي بنيت فيها مقابر في الأونة الأخيرة، وعملية النقل هذه تسهم في اتساع المساحات العمرانية المستقبلية، أو أن يكون هناك حل وهو عدم إعطاء تصاريح جديدة لبناء المقابر في المنطقة المبينة بالخريطة ، كما تبين أيضا أن هناك مساحات يحتمل أن تكون شرق المنطقة الصناعية بالأتكة فمن البديهي أن تتبع هذه المناطق الاستخدام الصناعي مستقبلا.

وبناء على مخرجات النموذج فالمناطق ذات الملائمة المتوسطة، ارتبط توزيعها بالأراضي البور التي توجد على أطراف المدينة الحالية وبالتحديد غرب شياخة السماد، وهناك نطاقات أخرى موزعة غرب وجنوب شياخة الأتكة فمن المرجح أنها تصالح للتوسع الحضري المستقبلي وبالضرورة أن تستغل صناعياً، ويلاحظ أيضاً تلازم مناطق هذه الفئة للمناطق العمرانية الريفية بل والملفت أنها جاءت على حساب أراضي زراعية منتجة في كثير من المواقع.

أما عن المناطق ذات الملاءمة المنخفضة، فهذه المناطق لم تختلف كثيرا عما سبقها سوى في المساحة التي يغطيها النطاق، ولكن هناك ملاحظة مهمة وهي أن هناك مساحات من هذه المناطق واقعة بمناطق زراعية بشكل كبيرا، مما يستلزم التفكير في بديل أخر لتوسع حدود المدينة الحالية واتساعها، لتشمل أراض أخرى شريطة أن يكون هذا الامتداد مسبوق بدراسات طبيعية وبشرية واقتصادية ليحقق الأهداف المرجوة، وفى المقابل لابد وأن تتسع المساحات المستصلحة في شرق قسم خامس لزيادة المساحة المنزرعة والتي سيتبعها العمران بشكل مؤكد.

٣- المرحلة الثالثة : التقييم الجغرافى لنموذج الملاءمة المكانية للتوسع الحضرى المحتمل بمدينة السويس :

استخلص من تطبيق نموذج الملاءمة المكانية للنمو الحضري المحتمل عدة درجات للملاءمة كما سبق ذكرهم، ولا يقتصر دور الجغرافي على عرض النتائج فحسب دون مناقشة وتقييم لها، لذا اعتمدت الدراسة في التقييم على عدة مصادر منها الدراسة الميدانية لبعض المناطق التي صنفت أنها ذات ملاءمة مرتفعة أو متوسطة أو منخفضة، والصور الفضائية عالية الوضوح المكاني وصور جوجل إيرث وغيرها من المصادر الحديثة الأخرى، حتى يتم طرح عدة بدائل للمناطق العمرانية المستقبلية لما وُقع على غطاء أرضى مناسب كالأراضي البور أو الفضاء وهو الطبيعي في التوزيع، أما في بعض المناطق تبين أن المناطق العمرانية المحتملة وُقعت على غطاءات أرضية غير مناسبة وتحتاج لحلول وتدخل من صانعي القرار حتى لا تظهر هذه المشكلة مستقبلا، أمكن تقسيم هذا التقسيم لقسمين كما يأتي:

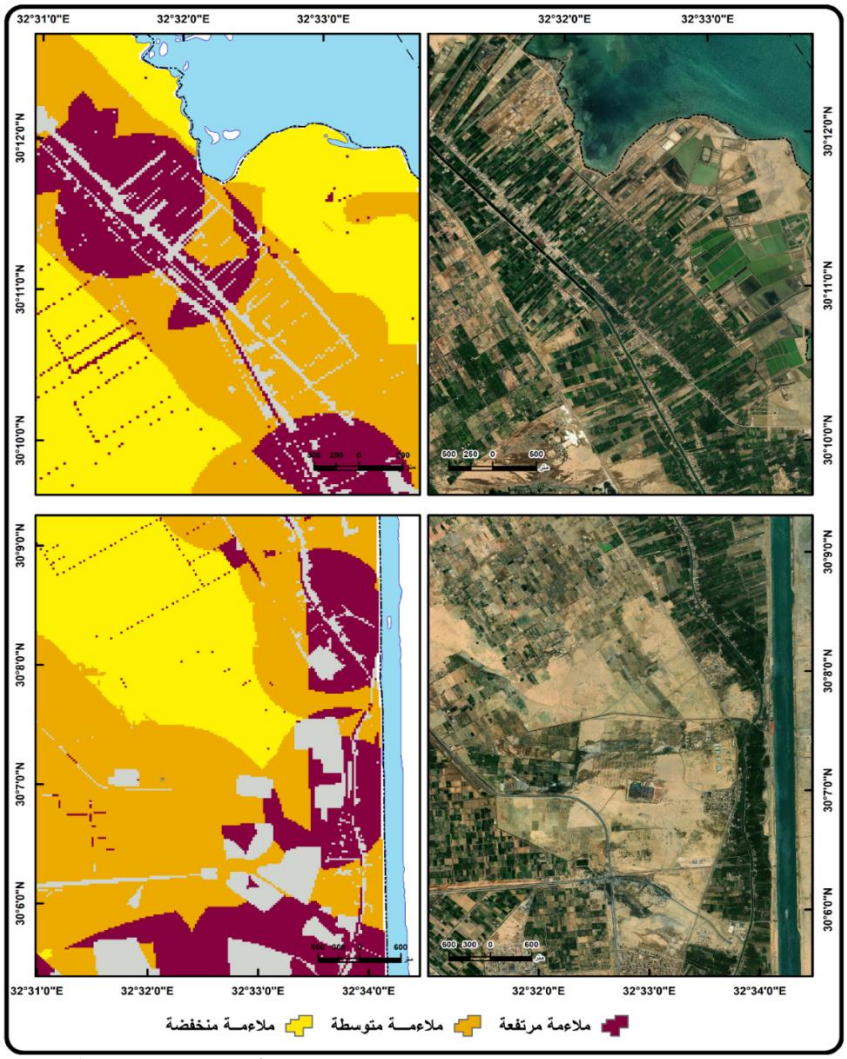
أ- مناطق ملائمة مكانياً للتوسع الحضري المحتمل وتتوافق مع غطاء أرضى مناسب.

جرت العادة أن تكون المناطق الملائمة للنمو الحضري المستقبلي هي المناطق التي توضع على أساسها السيناريوهات التخطيطية للخطط المرجوة، فهناك العديد من المناطق وقعت في غطائي الأراضي البور والجرداء والفضاء وغطاء المناطق السبخية، فهذا من الأمور الطبيعية أن يحدد النموذج هذه المناطق لاشغال المساحة بأغطية أخرى، فبلغت مساحة الأراضي البور التي وقعت بها الفئة الأولى (المناطق ذات الملاءمة المرتفعة) ١٣كم٢، والسبخات ٢.٤كم٢، أما في الفئة الثانية (المناطق ذات الملاءمة المتوسطة) فبلغت مساحة هذه الأغطية بالفئة٢٦.١كم٢، ٤.٢كم٢ على الترتيب، ودرجة الملاءمة المنخفضة بلغت مساحة هذه الأغطية بها ٣٤.٥ كم٢، ٢.٨ كم٢ على الترتيب، وهذه الأغطية مناسبة للنمو الحضري المحتمل، ولكن بشروط ومعايير يحددها صانعي القرار.

واختتمت الملاحظات على النموذج من خلال أن هناك مناطق ملائمة بدرجة مرتفعة تقع شمال المقابر الموجودة شرق المدينة بشياخة السماد والتي تقتص هي الأخرى مواقع مميزة جدا عند مدخل المدينة الحالية كما يظهره الشكل (١١)، فتقترح الدراسة سيناريوهين الأول: أن تنقل هذه المقابر لخارج المدينة في مكان ليس ببعيد في منطقة عجرود التي بنيت بها العديد من المقابر مؤخرا، و: هو أن يمنع منعا باتا بناء مقابر جديدة في هذه المنطقة وبمرور الزمن ستصبح مسورة وحولها العمران كما بالمقابر الموجودة بشياخة الأربعين حاليا.

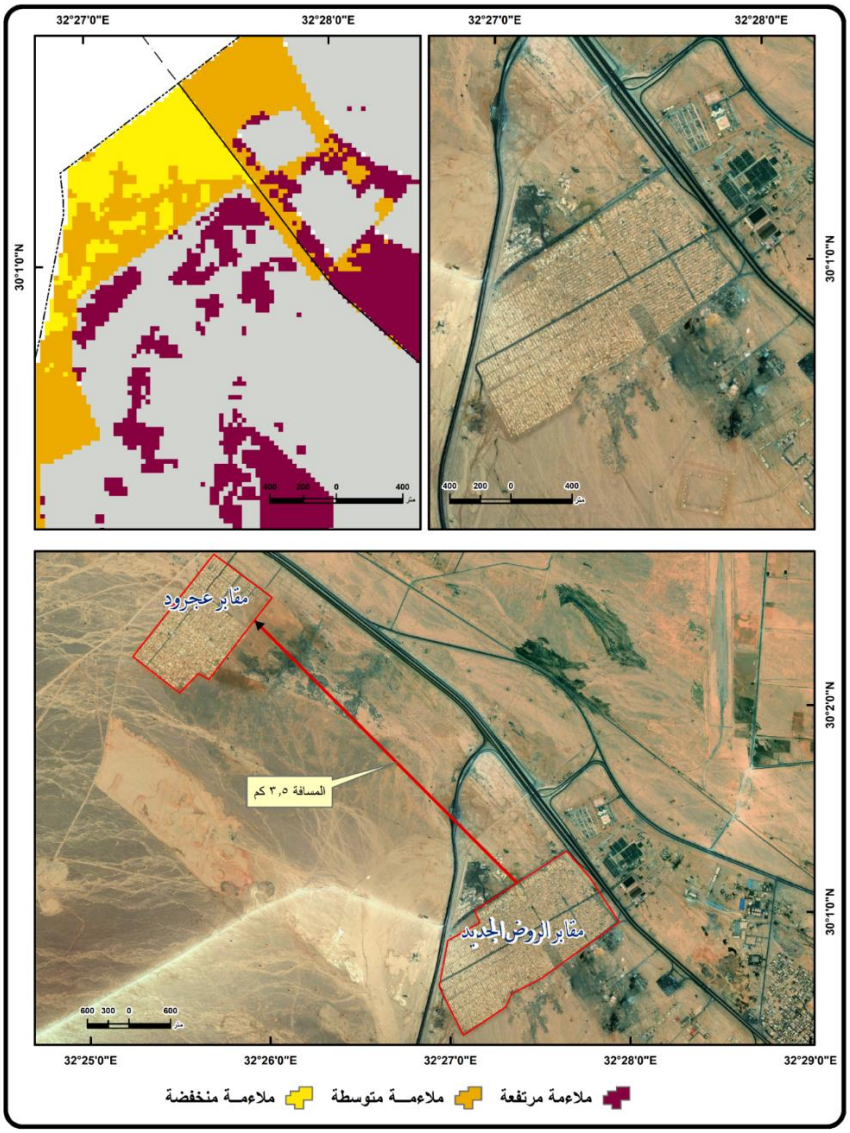
ب- مناطق ملائمة مكانيا للتوسع الحضري المحتمل، وتحتاج لوضعها في الاعتبار عند التوسع العمراني المستقبلي.

اتضح من خلال تفسير الخريطة النهائية لدرجات الملاءمة المكانية وخاصة الثلاثة درجات الأولى منها، حيث اتضح أن هناك مناطق وقعت على أغطية أرضية مهمة جدا وتحتاج إلى حمايتها، وهناك ثلاثة أغطية أرضية أهمهم الأراضي الزراعية، وقعت بهم الدرجات الثلاث للملاءمة التي تراوحت بين المناطق ذات الملاءمة المرتفعة والمتوسطة و منخفضة الملاءمة في نطاقات متنوعة، حيث بلغ إجمالي المساحة التي وقعت على الأراضي الزراعية ٢٠.٦كم٢، ٤٥.٢ كم٢، ٦٠.٥ كم٢ على الترتيب، وهو ما يبينه الشكل (١٠) حيث تقع هذه المنطقة جنوب جنيفة الحالية وغرب كبريت وشندورة.



شكل (١٠) التوسع الحضري المحتمل على الأراضى الزراعية

ولعل ما يؤكد مخرجات النموذج ويعززها في احتمالية أن يكون التوسع على حساب الأراضي الزراعية ما تشاهده منطقة شياخة خامس في الأونه الأخيرة وبالتحديد في نهاية علم ٢٠٢١ وبداية علم ٢٠٢٢، تمكنت الجهات المسئولة من رصد عدد كبير جدا من التعديات في مناطق متفرقة من الشياخة كمنطقة اللاجون وبقرية الشلوفة وقرية علمر والمشروع وقرية كبريت البحارة، حيث بلغ إجمالي هذه المناطق خلال الفترة الأخيرة ١٥٠ حالة تعدى لعام ٢٠٢١ بمساحة بلغت حوالى ٢٥ ألف م٢، وهذه التعديات تمت إزالتها وهى مباني من الطوب والدبش والبلوك (البوابة الإلكترونية لمحافظة السويس(٢٠٢٢/٢/٢٠)).



شكل (١١) التوسع الحضرى المحتمل على استخدامات المقابر.

ومن خلال ما سبق يتضح أن التوسع الحضري المحتمل تتعدد أشكاله فمنه التوسع الأفقي في المناطق التي تتمتع بميزات نسبية سواء طبيعية أم بشرية، والتوسع الرأسي كما بمنطقة القلب القديم وبالتحديد في شياخات الأربعين والسويس وثان ذات الكثافة السكانية والبنائية العالية، لاكتفائها أفقيا، وعليه يجب تبنى البدائل المناسبة لتجنب المشكلات التي قد يسببها النمو الحضري المحتمل.

رابعا: النتائج والتوصيات

مرت مدينة السويس بأربع مراحل مورفولوجية (١٩٨٦ م–٢٠١٧م) زاد خلالها أعداد السكان وتوسعت مساحتها ونمت وتطورت وظائفها الخدمية، لاسيما بعد التوسع العمراني الذي شهدته المدينة في الآونة الأخيرة وتنامي أطرافها الحضرية.

السويس أقرب إلى وجود علاقة طردية بين نموها الحضري وتنميتها الشاملة؛ لاهتمام الدولة وسياستها التنموية الشاملة لمحور قناة السويس ومدنه، وهو ما كان له مردوده الإيجابي على زيادة حجم العمران بمدينة السويس بفضل موقعها وامتلاكها كثير من الموانئ متعددة الوظائف، وتنوع هياكلها الصناعية والتعدينية والبترولية؛ مما يخلق فرص العمل.

تنمو السويس أفقيا بشكل سريع، يقابله في الوقت نفسه تنمية تابعة لهذا النمو تعالج قضاياه ومشكلاته، وأخذت هذه الزيادة اتجاه الشمال في نموها العمراني، ومن المرجح أن يكون هذا النمو سكنيا خالصًا وخصوصًا مع قرى الاستصلاح بقسم خامس بالجناين .

تمكنت الدراسة من بناء نموذج للملاءمة المكانية للتوسع الحضري المحتمل بمدينة السويس، وبتطبيق معادلة نسبة التكرار تبين أن إجمالي المساحة الملاءمة للنمو الحضري المحتمل حتى عام ٢٠٣٧م حوالى ٢٣٣.١كم٢، بنسبة بلغت ٦٢.٨٪ من إجمالي مساحة المدينة، وبلغت المناطق غير الملاءمة للنمو الحضري المحتمل ١٣٨.٢ كم٢، بنسبة بلغت ٣٧.٢٪، وجاءت المناطق ذات الملاءمة المنخفضة في المرتبة الأولى، ويليها المناطق ذات الملاءمة المتوسطة، ويليها المناطق ذات الملاءمة المرتفعة.

اتضح من خلال تفسير الخريطة النهائية لدرجات الملاءمة أن هناك مناطق وقعت على أغطية أرضية مهمة جدا وتحتاج إلى حماية، وهناك ثلاثة أغطية أرضية، أبرزها: الأراضي الزراعية، حيث وقعت بها الدرجات الثلاث للملاءمة في نطاقات متنوعة .

هناك حاجة ملحة للسعي في **خلخلة السكان والمباني من منطقة القلب للأطراف** عن طريق تشجيع السكان على البناء في الأطراف وضرورة التوسع الرأسي لسد الزيادة السكانية المرتقبة، وذلك لن يحدث إلا بمنظومة كاملة من التخطيط الحضري تبدأ من الطرق والخدمات الأساسية وتنتهي بالمنطقة المبنية.

تقترح الدراسة ضرورة التحرك في سيناريوهين مختلفين لتجنب مشكلة النمو الحضرى المحتمل وتكس منطقة الوسط، والتى باتت بوادرها تدق بناقوس الخطر:

الأول يتمثل في ضرورة **التوسع الرأسي للمباني** بديلا عن التوسع الأفقي الذى تبين على مدار الدراسة كون شياخة خامس هي المنطقة الريفية الوحيدة بالمدينة والتوسع العمراني بها يأخذ الشكل الأفقي، وعند دراسة ارتفاعات المباني بها، وقعت في الفئة التي تتراوح بين دور وثلاثة أدوار فهذا يُعد حلاً لجزء من المشكلة التي ستشهدها المدينة مستقبلا.

الثاني هو العمل على **استزراع العديد من المساحات غرب المساحات الحالية** وخارج الحد المكاني للمدينة للتشجيع على النمو العمراني الذى سيواكب تلك المساحات، أو أن يتجه التخطيط المستقبلي ناحية شرق القناة وبالتحديد في منطقة عيون موسى والجانب الأخر من قسم الجنائن .

وهناك مقترح للتوسع الحضري على حساب المناطق العسكرية كونها من أهم المحددات التخطيطية، إما أن يكون التوسع الحضري المستقبلي حولها، أو نقل بعض وحداتها العسكرية وألويتها إلى مناطق أخرى، وتقليص مساحتها واقتصارها على مؤخرات الكتائب والفرق كما تم رصده أثناء الزيارة الميدانية من نقل وتوسعة الفرقة ١٩ مشاة ميكانيكي خارج حدود الموقع القديم لها، واقتصار الموقع الموجود على مؤخرة الفرقة.

ضرورة **التوسع الحضري خارج الحدود الإدارية التي حددتها الدراسة** وتؤكد ذلك مخططات الدولة من خلال إنشاء مدينة جديدة لتستوعب الفائض من سكان المدينة القديمة وهي السويس الحالية، ولتحقيق ذلك يجب تبنى درجات الملاءمة المكانية المرتفعة والمتوسطة مع مراعاة التقييم الجغرافي والملاحظات التي سجلها الباحث في خريطة الملاءمة المكانية للنمو الحضري المحتمل بالمدينة.

المراجع والمصادر

١) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠١٩)، كتيب الهجرة في مصر ٢٠١٨، إصدار سبتمبر.

٢) زهرة، محمد يوسف (١٩٧٦)، " سكان منطقة قناة السويس"، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة القاهرة.

٣) سلامة، دعاء عبد الحميد (٢٠١٠)، التركيب الوظيفي لمدينة السويس "دراسة في جغرافية المدن"، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة عين شمس.

٤) عبد الزهرة، خديجة، عطوان، دنيا عبد الزهرة (٢٠١٩)، توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS لتقييم الخدمات التعليمية في مدينة البصرة، مجلة حولية المنتدى، ع ٣٧.

٥) عبداللاه، مروة عبد الفتاح صديق (٢٠١٧)، النمو العمراني لمدينة السويس خلال الفترة من ١٩٥٣-٢٠٠٨" دراسة في جغرافية العمران باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية، جامعة عين شمس.

٦) القصاب، عمر عبد الله (٢٠٢١)، تكامل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في بناء النمذجة الخرائطية لاستعمالات الأرض في قضاء سهل أربيل أنموذجا، دكتوراة، قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل.

7) Arnous, M. O. (2013). Geotechnical site investigations for possible urban extensions at Suez City, Egypt using GIS. Arabian Journal of Geosciences, 6.(٥)

8) 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

9) 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 .

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

11) 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 .

12) Jiangfu Liao, et al., (2019). Urban sprawl scenario simulations based on cellular automata and ordered weighted averaging ecological constraints, Ecological Indicators, Vol. 17.

13) 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 .

14) 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.

15) https://doi.org/10.1007/978-3-642-34085-7

16) 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 .

17) 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.(٢)

ملحق (١) معدل النمو الحضري بمنطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧

الوحدات الإدارية	الشياخات	١٩٨٦			١٩٩٦			٢٠٠٦			٢٠١٧		
		المساحة العمرانية	٪	نصيب الفرد م٢	المساحة العمرانية	٪	نصيب الفرد م٢	المساحة العمرانية	٪	نصيب الفرد م٢	المساحة العمرانية	٪	نصيب الفرد م٢
السويس	السويس	٦,٥	٢٣,٢	٣٢٦,٩	٦,٧	١٩,٨	٢٨٢,٦	٧,٣	١١,٢	٢٦١,٩	٧,٨	٩,٠	١٨٩,٤
	ثان	٠,٨	٢,٨	٤٤,٦	٠,٩	٢,٧	٤٦,٥	١,١	١,٧	٤٥,١	١,٩	٢,٢	٤٧,٦
الأربعين	الأربعين	٤,٣	١٥,١	٣٨,٢	٤,٤	١٣,٠	٣٤,٠	٤,٥	٦,٩	٣٢,٣	٤,٦	٥,٢	٢٦,٨
	رابع	٢,٣	٨,٣	٣٨,٤	٢,٤	٧,١	٣٥,٧	٢,٥	٣,٨	٣٤,٤	٢,٦	٣,٠	٢٧,٤
عتاقة	عتاقة	٠,٦	٢,٠	٤٠٣,٤	١,٩	٥,٧	١٧٢٦.٥	٢,١	٣,٢	١٦٣١,٧	٢,٣	٢,٦	١٥١٢,٢
	الاتكة	٠,١	٠,٤	٩٨,٥	٠,٨	٢,٤	٣٨٤,٤	٦,٩	١٠,٦	٢٨٣١,١	١١,٠	١٢,٥	٥٧٨٢,٤
	السماد	٢,٦	٩,٢	٥٣٥,٧	٣,٨	١١,١	٧٦٩,٥	١٠,٧	١٦,٤	٤٨٣,٤	١٢,٨	١٤,٧	١٩٣,٦
فيصل	فيصل	٨,٩	٣١,٧	١٤١,٤	٩,٦	٢٨,٣	٨٩,٩	١٥,٠	٢٣,٠	١١٣,٦	١٧,٤	١٩,٩	٩٦,٩
الجنابن	خامس	٢,٠	٧,٢	٤٤,٤	٣,٤	١٠,٠	٥٤,٩	١٥,٢	٢٣,٢	١٧١,٨	٢٧,٠	٣٠,٩	٢٠٥,١
الإجمالي		٢٨,٢	١٠٠		٣٣,٩	١٠٠		٦٥,٣	١٠٠		٨٧,٤	١٠٠	

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على المصادر التالية:

المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة متعددة المجسات (TM/ETM+/OLI) خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧.

الخرائط الطبوغرافية للمدينة لوحات متعددة المقاييس (١:٥٠٠٠)، (١: ٢٥٠٠٠)، (١: ٥٠٠٠٠).

صور جوجل إيرث برو خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧.

صورة فضائية SASPlanetبدقة تفريقية ١ متر.

ملحق (٢) اتجاهات النمو العمراني بمدينة السويس خلال الفترة ١٩٨٦ – ٢٠١٧

الاتجاه	١٩٨٦				١٩٩٦				٢٠٠٦				٢٠١٧			
	المساحة "فدان"	%	الطول "م"	%	المساحة "فدان"	%	الطول "م"	%	المساحة "فدان"	%	الطول "م"	%	المساحة "فدان"	%	الطول "م"	%
شمال	٦٩٠,٨	٩,٩	٢٣٨٩,٩	١٣,٧	٩٨٩,١	١١,٨	٢٣٨٩,٩	١٣,٧	٢٧٧٤,٦	١٧,٢	٣٤٣٢,٢	١٧,٩	٥٢٧٩,٣	٢٤,٤	٥٢٤٣,١	٢٢,٧
شمال شرق	١٩,١	٠,٣	٤٢١,٣	٢,٤	٢١,٢	٠,٣	٤٢١,٣	٢,٤	٢٢,٥	٠,١	٤٢١,٤	٢,٢	٣٤١,٢	١,٦	٩٣٢,٠	٤,٠
شرق	٦٧,٤	١,٠	٨٦٤,٨	٥,٠	٧١,٤	٠,٩	٨٦٤,٨	٥,٠	٧١,٩	٠,٤	٨٩٥,١	٤,٧	٢٩٣,٤	١,٤	١٢٢٥,٦	٥,٣
جنوب شرق	٣٥٣,٦	٥,١	٢٨٤٦,٥	١٦,٤	٣٥٣,٦	٤,٢	٢٨٤٦,٥	١٦,٤	٣٨٠,٧	٢,٤	٢٨٤٦,٥	١٤,٩	٥٦٨,٨	٢,٦	٢٨٤٦,٥	١٢,٣
جنوب	١٥٩,٨	٢,٣	٥٠٨,١	٢,٩	١٥٩,٨	١,٩	٥٠٨,١	٢,٩	٢٥٩,١	١,٦	١١٠٤,٤	٥,٨	٢٦٠,٣	١,٢	١١٠٤,٤	٤,٨
جنوب غرب	٤٢٠,٩	٦,٠	١٩٢١,٣	١١,٠	٤٩٤,٣	٥,٩	١٩٢١,٣	١١,٠	١٨٦٧,٩	١١,٦	١٩٢١,٣	١٠,٠	٢٦٩١,٩	١٢,٥	١٩٢١,٣	٨,٣
غرب	٣٨٢١,١	٥٤,٩	٥٦٨١,٦	٣٢,٧	٤٦٠٨,٥	٥٥,٠	٥٦٨١,٦	٣٢,٧	٦٥٠٠,٢	٤٠,٣	٥٧٣٢,٢	٢٩,٩	٧٢٥٣,٠	٣٣,٦	٦٥٤٦,٤	٢٨,٤
شمال غرب	١٤٢٤,٧	٢٠,٥	٢٧٦٦,٨	١٥,٩	١٦٨٤,٠	٢٠,١	٢٧٦٦,٨	١٥,٩	٤٢٤٨,٦	٢٦,٣	٢٧٩٤,٧	١٤,٦	٤٩٠٨,١	٢٢,٧	٣٢٤٦,٤	١٤,١
الإجمالي	٦٩٥٧,٤	١٠٠	١٧٤٠٠,١	١٠٠	٨٣٨٢	١٠٠	١٧٤٠٠,٣	١٠٠	١٦١٢٥,٥	١٠٠	١٩١٤٨	١٠٠	٢١٥٩٦	١٠٠	٢٣٠٦٥,٨	١٠٠

المصدر: إعداد الباحث اعتمادا على المصادر التالية:

المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة متعددة المجسات (TM/ETM+/OLI) خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧.

الخرائط الطبوغرافية للمدينة لوحات متعددة المقاييس (١:٥٠٠٠)، (١: ٢٥٠٠٠)، (١: ٥٠٠٠٠).

صور جوجل ايرث برو خلال السنوات ١٩٨٦، ١٩٩٦، ٢٠٠٦، ٢٠١٧.

صورة فضائية SASPlanetبدقة تفريقية ١ متر.

ملحق (٣) العوامل الطبيعية المؤثرة في عملية التوسع الحضري المحتمل بالمدينة

العامل	الفئات	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	المناطق العمرانية			معادلة نسبة التكرار Frequency Ratio							
				ترتيب الفئات	المساحة	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	FR	RF	RF N٠N%	RF (INT)	RF (Min)	RF (Max)	RF Max-Min)	RF min (Max-Min)	PR
درجات الانحدار	أقل من ٥	٣٦٠٦٣٤	٨٨.٥٠	١	١٢٢٨٦٧١٠٠	١٣٦٥١٩	٨٧.٢٦	٠.٤٠	٠.٢	١٨.٦	١٨					
	٥ لأقل من ١٠	٤٢٥٢٠	١٠.٤٠	٢	١٦٢٧٤٧٠٠	١٨٠٨٣	١١.٥٦	٠.٤٠	٠.٢	٢٠.٩	٢٠					
	١٠ لأقل من ١٥	٣٨٤٦	٠.٩٠	٣	١٤٨٤١٠٠	١٦٤٩	١.٠٥	٠.٤٠	٠.٢	٢١.١	٢١					
	١٥ لأقل من ٢٠	٤٢٣	٠.١٠	٤	١٤٤٩٠٠	١٦١	٠.١٠	٠.٤٠	٠.٢	١٨.٧	١٨					
	من ٢٠ فأكثر	١٠٤	٠.٠٣	٥	٣٩٦٠٠	٤٤	٠.٠٣	٠.٤٠	٠.٢	٢٠.٨	٢٠	٠.١٩	٠.٢١	٠.٠٣	٠.٠٢٤٦	١.٠٠
	الإجمالي	٤٠٧٥٢٧				١٥٦٤٥٦		٢.٠٣	١.٠							
الارتفاعات بالمتر	أقل من ٢٠	٢٩٠٤٩٤	٧٠.٥٠	١	١٠٤٧٥٩١٠٠	١١٦٣٩٩	٧٣.٨٥	٠.٤٠	٠.٤	٣٨.٥	٣٨					
	٢٠ لأقل من ٤٠	٩٨٤٣٤	٢٣.٩٠	٢	٣٣١٥٥١٠٠	٣٦٨٣٩	٢٣.٣٧	٠.٤٠	٠.٤	٣٦.٠	٣٥					
	٤٠ لأقل من ٦٠	٢٠١٧٣	٤.٩٠	٣	٣٨٠٣٤٠٠	٤٢٢٦	٢.٦٨	٠.٢٠	٠.٢	٢٠.١	٢٠					
	٦٠ لأقل من ٨٠	٢٦٣٧	٠.٦٠	٤	١٣٤١٠٠	١٤٩	٠.٠٩	٠.٠٥	٠.١	٥.٤	٥					
	٨٠ لأقل من ١٠٠	٤٧٩	٠.١٠	٥	٠	٠	٠.٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠	٠.٠	٠					
	من ١٠٠ فأكثر	١	٠.٠٠	٦	٠	٠	٠.٠٠	٠.٠٠٠	٠.٠	٠.٠	٠					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		١.٠٤	١.٠			٠.٠٦	٠.٤٠	٠.٣٤	٠.٠٢٤٦	١٣.٩٦
الجيومورفولوجيا	رواسب شاطئية	١٤٦٨٢	٣.٦٠	١	٥١٧٧٧٠٠	٥٧٥٣	٣.٦٤	٠.٤٠	٠.٢	١٧.٤	١٧					
	رواسب وديانية	٢٤٤٩٤٣	٥٩.٣٨	٢	٩٨٦٤٢٧٠٠	١٠٩٦٠٣	٦٩.٤٠	٠.٤٠	٠.٢	١٩.٩	١٩					
	تكوين المعادى	٧٢٣٦	١.٧٥	٣	١٠٩٨٠٠	١٢٢	٠.٠٨	٠.٠١	٠.٠	٠.٨	٠					
	تكوين حجول	١٤١٣٠٧	٣٤.٢٦	٤	٣٥٩٣٨٨٠٠	٣٩٩٣٢	٢٥.٢٨	٠.٣٠	٠.١	١٢.٦	١٢					
	الكريتاسى الأعلى	٢٧٣٤	٠.٦٦	٥	١٦٥٨٧٠٠	١٨٤٣	١.١٧	٠.٧٠	٠.٣	٣٠.٠	٢٩					
	رواسب الزمن الرابع	١٥٦٦	٠.٣٨	٦	٦١٢٩٠٠	٦٨١	٠.٤٣	٠.٤٠	٠.٢	١٩.٣	١٩					
	الإجمالي	٤١٢٤٦٨				١٥٧٩٣٤		٢.٢٠				٠.٠١	٠.٣٠	٠.٢٩	٠.٠٢٤٦	١١.٨٦

صـيغت المعادلة كالأتى : **FR** = نسـبة التكرار . **Di** = عدد الخلايا في طبقة العمران في كل فئة من كل عامل. Ai = عدد المناطق في فئة معينة في عوامل معينة. بعد حسـاب قيمة **FR** لكل معامل للمناطق العمرانية. يتم تجهيز كل خريطة لإنتاج قيمة **UGI** (مؤشـر النمو الحضـرى) **Urban Growth Index**.. **UGI = FR١+FR٢+FR٣+..+FRn** Hidayat, et.al, (٢٠١٩.P ٥) بتصرف.

$$FR = \frac{Di\ /\ Ai}{\sum_{i=1}^{N} Di\ /\ \Sigma_{i=1}^{N} Ai}$$

ملحق (٤) العوامل الاقتصادية والاجتماعية المؤثرة في عملية التوسع الحضري المحتمل بالمدينة.

العامل	الفئات	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	المناطق العمرانية				معادلة نسبة التكرارFrequency Ratio								
				ترتيب الفئات	المساحة	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	FR	RF	RF N٠N%	RF (INT)	RF (Min)	RF (Max)	RF (Max-Min)	RF min (Max-Min)	PR
الكثافة السكانية ن/كم٢	أقل من ١٠٠٠	١٨٣٠٦	٤.٤٤١	١	١٠٨٧٠٢٠٠	١٢٠٧٨	٧.٦٤٧	٠.٦٦٠	٠.٢٣١	٢٣.١١٥	٢٣					
	من ١٠٠٠ لأقل من ١٠ آلاف	٣٣٥٦٣٨	٨١.٤١٩	٢	٨٢٤٢٤٧٠٠	٩١٥٨٣	٥٧.٩٨٨	٠.٢٧٣	٠.٠٩٦	٩.٥٦٠	٩					
	من ١٠ آلاف لأقل من ٢٠ آلاف	٥١٢٥٤	١٢.٤٣٣	٣	٤٢٥١٤٢٠٠	٤٧٣٣٨	٢٩.٩١٠	٠.٩٢٢	٠.٣٢٣	٣٢.٢٩٠	٣٢					
	من ٢٠ الف فأكثر	٧٠٣٥	١.٧٠٧	٤	٦٣٣١٥٠٠	٧٠٣٥	٤.٤٥٤	١.٠٠٠	٠.٣٥٠	٣٥.٠٣٥	٣٥					
	الإجمالي	٤١٢٢٣٣				١٥٧٩٣٤		٢.٨٥٤				٠.٠٩٦	٠.٣٥٠	٠.٢٥٥	٠.٠٢٤٦	١٠.٣٣٢٤
المسافة للمناطق التجارية (متر)	أقل من ١٠٠٠	١٤٢٠٨٨	٣٤.٤٦٩	١	٧٢١٩٧١٠٠	٨٠٢١٩	٥٠.٨٩٦	٠.٥٦٥	٠.٣٠٥	٣٠.٥٠٩	٣٠					
	من ١٠٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	١٠٤٠١١	٢٥.٢٣٢	٢	٢٨٧٩٢٨٠٠	٣١٩٩٢	٢٠.٢٩٨	٠.٣٠٨	٠.١٦٦	١٦.٦٢١	١٦					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٣٠٠٠	٦٨٤١٤	١٦.٥٩٧	٣	١٩٨٣٠٦٠٠	٢٢٠٣٤	١٣.٩٨٠	٠.٣٢٢	٠.١٧٤	١٧.٤٠٤	١٧					
	من ٣٠٠٠ لأقل من ٤٠٠٠	٤٦٢٢٧	١١.٢١٤	٤	١٤٧٩٦٩٠٠	١٦٤٤١	١٠.٤٣١	٠.٣٥٦	٠.١٩٢	١٩.٢١٩	١٩					
	من ٤٠٠٠ لأقل من ٥٠٠٠	٢١٣٦١	٥.١٨٢	٥	٤٦٧١٩٠٠	٥١٩١	٣.٢٩٤	٠.٢٤٣	٠.١٣١	١٣.١٣٢	١٣					
	من٥٠٠٠ فأكثر	٣٠١١٧	٧.٣٠٦	٦	١٥٦٢٤٠٠	١٧٣٦	١.١٠١	٠.٠٥٨	٠.٠٣١	٣.١١٥	٣					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		١.٨٥١				٠.٠٣١١	٠.٣٠٥	٠.٢٧	٠.٠٢٤٦	١١.١١٠٩
المسافة للمناطق التعليمية (متر)	أقل من ١٠٠٠	١٣٧٨٦٦	٣٣.٤٤٥	١	٧٦٣٨٣٠٠٠	٨٤٨٧٠	٥٣.٨٤٧	٠.٦١٦	٠.٣٣٧	٣٣.٦٥٧	٣٣					
	من ١٠٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	١٠١٠٧٩	٢٤.٥٢١	٢	٢٦٨١٣٧٠٠	٢٩٧٩٣	١٨.٩٠٣	٠.٢٩٥	٠.١٦١	١٦.١١٥	١٦					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٣٠٠٠	٦٩٠٩٦	١٦.٧٦٢	٣	٢٠٣٤٤٥٠٠	٢٢٦٠٥	١٤.٣٤٢	٠.٣٢٧	٠.١٧٩	١٧.٨٨٧	١٧					
	من ٣٠٠٠ لأقل من ٤٠٠٠	٤٣٩٨٣	١٠.٦٧٠	٤	١٠٢٢٢٢٠٠	١١٣٥٨	٧.٢٠٦	٠.٢٥٨	٠.١٤١	١٤.١١٩	١٤					
	من ٤٠٠٠ لأقل من ٥٠٠٠	٢٤٨٨٠	٦.٠٣٦	٥	٥٩٧٣٣٠٠	٦٦٣٧	٤.٢١١	٠.٢٦٧	٠.١٤٦	١٤.٥٨٥	١٤					
	من٥٠٠٠ فأكثر	٣٥٣١٤	٨.٥٦٧	٦	٢١١٥٠٠٠	٢٣٥٠	١.٤٩١	٠.٠٦٧	٠.٠٣٦	٣.٦٣٨	٣					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		١.٨٢٩				٠.٠٣٦	٠.٣٣٧	٠.٣٠٠	٠.٠٢٤٦	١٢.١٧٥٥
المسافة للمناطق السكنية (متر)	أقل من ٥٠٠	٢٠٩٤٨٧	٥٠.٨١٩	١	٨٨٣١٣٤٠٠	٩٨١٢٦	٦٢.٢٥٨	٠.٤٦٨	٠.٢٧٩	٢٧.٨٥٦	٢٧					
	من ٥٠٠ لأقل من ١٠٠٠	٧٥٢٤١	١٨.٢٥٣	٢	١٩١٠٤٣٠٠	٢١٢٢٧	١٣.٤٦٨	٠.٢٨٢	٠.١٦٨	١٦.٧٧٨	١٦					
	من ١٠٠٠ لأقل من ١٥٠٠	٥٥٩٧٠	١٣.٥٧٨	٣	١٢٩١٨٦٠٠	١٤٣٥٤	٩.١٠٧	٠.٢٥٦	٠.١٥٣	١٥.٢٥٢	١٥					
	من ١٥٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	٤٢١٦٣	١٠.٢٢٨	٤	١٢١٥٩٩٠٠	١٣٥١١	٨.٥٧٢	٠.٣٢٠	٠.١٩١	١٩.٠٥٧	١٩					
	من٢٠٠٠ فأكثر	٢٩٣٥٧	٧.١٢٢	٥	٩٣٥٥٥٠٠	١٠٣٩٥	٦.٥٩٥	٠.٣٥٤	٠.٢١١	٢١.٠٥٨	٢١					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		١.٦٨٢				٠.١٥٣	٠.٢٧٩	٠.١٢٦	٠.٠٢٤٦	٥.١١٢٥

تابع ملحق (٤) العوامل الاقتصادية والاجتماعية المؤثرة في عملية التوسع الحضري المحتمل بالمدينة.

العامل	الفئات	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	المناطق العمرانية			Frequency Ratio معادلة نسبة التكرار							
				ترتيب الفئات	المساحة	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	FR	RF	RF N·N%	RF (INT)	RF (Min)	RF (Max)	RF Max-Min)	RF min (Max-Min)	PR
المسافة لمناطق الصناعية(متر)	أقل من ١٠٠٠	٨٩٢٧٥	٢١,٦٥	١	٦٠٦٥٦٤٠٠	٦٧٣٩٦	٤٢,٧٦٠	٠,٧٥٥	٠,٢٤٢	٢٤,١٨٦	٢٤					
	من ١٠٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	٤٥٠٠٣	١٠,٩١	٢	٢١٩٩٢٤٠٠	٢٤٤٣٦	١٥,٥٠٤	٠,٥٤٣	٠,١٧٤	١٧,٣٩٦	١٧					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٣٠٠٠	٢٢٩٨٩	٥,٥٧٧	٣	١٢٢٥٨٠٠٠	١٣٦٢٠	٨,٦٤١	٠,٥٩٢	٠,١٩٠	١٨,٩٨١	١٨					
	من ٣٠٠٠ لأقل من ٤٠٠٠	١٩٠١٧	٤,٦١٣	٤	٩٠٦٠٣٠٠	١٠٠٦٧	٦,٣٨٧	٠,٥٢٩	٠,١٧٠	١٦,٩٦٠	١٦					
	من ٤٠٠٠ لأقل من ٥٠٠٠	١٦١٣٥	٣,٩١٤	٥	٧٩٩٣٨٠٠	٨٨٨٢	٥,٦٣٥	٠,٥٥٠	٠,١٧٦	١٧,٦٣٦	١٧					
	من٥٠٠٠ فاكثر	٢١٩٧٩٩	٥٣,٣٢	٦	٢٩٨٩٠٨٠٠	٣٣٢١٢	٢١,٠٧٢	٠,١٥١	٠,٠٤٨	٤,٨٤١	٤					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		٣,١٢١					٠,٢٤٢	٠,١٩٣	٠,٠٢٤٦	٧,٨٤٦٤
المسافة لخطوط الكهرباء (متر)	أقل من ٥٠٠	٨٣٣٣٩	٢٠,٢٠	١	٣٣٤٧١٩٠٠	٣٧١٩١	٢٣,٥٩٦	٠,٤٤٦	٠,١٨٣	١٨,٢٧٣	١٨					
	من ٥٠٠ لأقل من ١٠٠٠	٥٧٠٥٥	١٣,٨٣	٢	٢٢٨٢٨٥٠٠	٢٥٣٦٥	١٦,٠٩٣	٠,٤٤٥	٠,١٨٢	١٨,٢٠٤	١٨					
	من ١٠٠٠ لأقل من ١٥٠٠	٤٣٩٧٥	١٠,٦٦	٣	١٦١٥٣٣٠٠	١٧٩٤٧	١١,٣٨٧	٠,٤٠٨	٠,١٦٧	١٦,٧١١	١٦					
	من ١٥٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	٣٨٠٨٧	٩,٢٣٤	٤	١٥٢٧٦٦٠٠	١٦٩٧٤	١٠,٧٦٩	٠,٤٤٦	٠,١٨٢	١٨,٢٤٨	١٨					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٢٥٠٠	٣٤٠١٠	٨,٢٤٦	٥	١٢١٩٨٦٠٠	١٣٥٥٤	٨,٦٠٠	٠,٣٩٩	٠,١٦٣	١٦,٣١٨	١٦					
	من٢٥٠٠ فاكثر	١٥٥٧٥٢	٣٧,٧٦	٦	٤١٩٢٣٨٠٠	٤٦٥٨٢	٢٩,٥٥٥	٠,٢٩٩	٠,١٢٢	١٢,٢٤٦	١٢					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		٢,٤٤٢				٠,١٢٢	٠,١٨٣	٠,٠٦٠	٠,٠٢٤٦	٢,٤٤٤
المسافة للطرق (متر)	أقل من ١٠٠٠	٢٤٠٦٧٧	٥٨,٣٨	١	١٠٢٢١٣٩٠٠	١١٣٥٧١	٧٢,٠٥٧	٠,٤٧٢	٠,٣٧٥	٣٧,٥٣٠	٣٧					
	من ١٠٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	١٠٨٤٢٩	٢٦,٣٠	٢	٢٨١٥٢٩٠٠	٣١٢٨١	١٩,٨٤٧	٠,٢٨٨	٠,٢٢٩	٢٢,٩٤٤	٢٢					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٣٠٠٠	٤٧١٩٨	١١,٤٥	٣	٨٦٢٨٣٠٠	٩٥٨٧	٦,٠٨٣	٠,٢٠٣	٠,١٦٢	١٦,١٥٥	١٦					
	من ٣٠٠٠ لأقل من ٤٠٠٠	١٤٩٢٥	٣,٦٢١	٤	٢٧٧٩٢٠٠	٣٠٨٨	١,٩٥٩	٠,٢٠٧	٠,١٦٥	١٦,٤٥٥	١٦					
	من٤٠٠٠ فاكثر	٩٨٩	٠,٢٤٠	٥	٧٧٤٠٠	٨٦	٠,٠٥٥	٠,٠٨٧	٠,٠٦٩	٦,٩١٦	٦					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		١,٢٥٧				٠,٠٦٩	٠,٣٧٥	٠,٣٠٦	٠,٠٢٤٦	١٢,٤١٦
المسافة للسكك الحديدية (متر)	أقل من ١٠٠٠	١٠٥٥١٦	٢٥,٥٩	١	٣٧٩٧٩١٠٠	٤٢١٩٩	٢٦,٧٧٤	٠,٤٠٠	٠,١٧٦	١٧,٥٦٠	١٧					
	من ١٠٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	٩٠١١٠	٢١,٨٦	٢	٢٨٨٩٥٤٠٠	٣٢١٠٦	٢٠,٣٧٠	٠,٣٥٦	٠,١٥٦	١٥,٦٤٤	١٥					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٣٠٠٠	٧٠٤٨١	١٧,٠٩	٣	٢٣٦٢٣٣٠٠	٢٦٢٤٧	١٦,٦٥٣	٠,٣٧٢	٠,١٦٤	١٦,٣٥١	١٦					
	من ٣٠٠٠ لأقل من ٤٠٠٠	٤٦٥٨٣	١١,٣٠	٤	١٦٠٠٤٧٠٠	١٧٧٨٣	١١,٢٨٣	٠,٣٨٢	٠,١٦٨	١٦,٧٦٢	١٦					
	من ٤٠٠٠ لأقل من ٥٠٠٠	٣٠٣١٦	٧,٣٥٤	٥	٩٦٩٠٣٠٠	١٠٧٦٧	٦,٨٣١	٠,٣٥٥	٠,١٥٦	١٥,٥٩٤	١٥					
	من٥٠٠٠ فاكثر	٦٩٢١٢	١٦,٧٩	٦	٢٥٦٥٩٩٠٠	٢٨٥١١	١٨,٠٨٩	٠,٤١٢	٠,١٨١	١٨,٠٨٧	١٨					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨				١٥٧٦١٣		٢,٢٧٧				٠,١٥٦	٠,١٨١	٠,٠٢٥	٠,٠٢٤٦	١,٠١١٢

ملحق (٥) العوامل البيئية المؤثرة في عملية التوسع الحضري المحتمل بالمدينة.

العامل	الفئات	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	المناطق العمرانية			Frequency Ratio معادلة نسبة التكرار								
				المساحة	عدد الخلايا	%من عدد الخلايا	FR	RF	RF N·N%	RF (INT)	RF (Min)	RF (Max)	RF Max-Min)	RF min (Max-Min)	PR
نمط الغطاء الأرضي	مزارع سمكية	٥٨٥٦	١,٤٢٠	٣٢٤٠٠	٣٦	٠,٠٢٣	٠,٠٠٦	٠,٠٠٣	٠,٢٩٠	٠					
	مياه	٣١٩٠	٠,٧٧٣	٥٠٠٤٠٠	٥٥٦	٠,٣٥٣	٠,١٧٤	٠,٠٨٢	٨,٢٠٨	٨					
	عمران حضري	١١٠٨٩٦	٢٦,٨٨٦	٩٩٢٧٤٥٠٠	١١٠٣٠٥	٦٩,٩٥٩	٠,٩٩٥	٠,٤٦٨	٤٦,٨٤٢	٤٦					
	عمران ريفي	٤٦٦٩٠	١١,٣٢٠	٣٨٠٣١٣٠٠	٤٢٢٥٧	٢٦,٨٠١	٠,٩٠٥	٠,٤٢٦	٤٢,٦٢٢	٤٢					
	مسبخات	١٠٣٦٢	٢,٥١٢	٦٩٣٠٠	٧٧	٠,٠٤٩	٠,٠٠٧	٠,٠٠٣	٠,٣٥٠	٠					
	أراضي بور	٨٥٣٨١	٢٠,٧٠٠	١١١٧٨٠٠	١٢٤٢	٠,٧٨٨	٠,٠١٥	٠,٠٠٧	٠,٦٨٥	٠					
	أراضي زراعية	١٥٠٠٨٦	٣٦,٣٨٨	٢٨٧٧٣٠٠	٣١٩٧	٢,٠٢٨	٠,٠٢١	٠,٠١٠	١,٠٠٣	١					
	الإجمالي	٤١٢٤٦١			١٥٧٦٧٠		٢,١٢٣				٠,٠٠٣	٠,٤٦٨	٠,٤٦٦	٠,٠٢٤٦	١٨,٨٨١٨
المسافة من الصدوع (متر)	أقل من ٥٠٠	١٩١٥٦	٤,٦٤٧	٧٧٥٨٩٠٠	٨٦٢١	٥,٤٧٠	٠,٤٥٠	٠,١٢٧	١٢,٧٠٤	١٢					
	من ٥٠٠ لأقل من ١٠٠٠	٢١٢٨٩	٥,١٦٥	٧٦٣٤٧٠٠	٨٤٨٣	٥,٣٨٢	٠,٣٩٨	٠,١١٢	١١,٢٤٩	١١					
	من ١٠٠٠ لأقل من ١٥٠٠	٢٣٩٣٧	٥,٨٠٧	٨٠٥٧٧٠٠	٨٩٥٣	٥,٦٨٠	٠,٣٧٤	٠,١٠٦	١٠,٥٥٨	١٠					
	من ١٥٠٠ لأقل من ٢٠٠٠	٢٥٧٣٩	٦,٢٤٤	٩٧٧٣١٠٠	١٠٨٥٩	٦,٨٩٠	٠,٤٢٢	٠,١١٩	١١,٩١٠	١١					
	من ٢٠٠٠ لأقل من ٢٥٠٠	٢٦٨٥٣	٦,٥١٤	١١٤٩٣٠٠٠	١٢٧٧٠	٨,١٠٢	٠,٤٧٦	٠,١٣٤	١٣,٤٢٥	١٣					
	من ٢٥٠٠ لأقل من ٣٠٠٠	٢٨٤٣٥	٦,٨٩٨	١٤١٦١٥٠٠	١٥٧٣٥	٩,٩٨٣	٠,٥٥٣	٠,١٥٦	١٥,٦٢١	١٥					
	من ٣٠٠٠ لأقل من ٣٥٠٠	٢٩٩٥١	٧,٢٦٦	١٤٨٠٦٨٠٠	١٦٤٥٢	١٠,٤٣٨	٠,٥٤٩	٠,١٥٥	١٥,٥٠٦	١٥					
	من٣٥٠٠ فاكثر	٢٣٦٨٥٨	٥٧,٤٥٩	٦٨١٦٦٠٠٠	٧٥٧٤٠	٤٨,٠٥٤	٠,٣٢٠	٠,٠٩٠	٩,٠٢٧	٩					
	الإجمالي	٤١٢٢١٨			١٥٧٦١٣		٣,٥٤٢				٠,٠٩٠	٠,١٥٦	٠,٠٦٦	٠,٠٢٤٦	٢,٦٧٤٦