



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بإشراف مجلس التعاون لدول الخليج العربية

د. نوره الناصري

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

د. نوره سعد الشهري

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

د. تغريد حمدي ضويغن الجهمي

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد
للمدن باستخدام ARC Scene

د. نادية بنت عوض السفري

مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

د. حصة بنت محمد العتيبي
أ.د. محمد بن إبراهيم الدغيري

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

العدد (٥)

١٤٤٧ هـ / ٢٠٢٥ م

ح

الجمعية الجغرافية بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية

المجلة الجغرافية الخليجية - العدد الخامس (الالكتروني) - الرياض ١٤٤٤هـ

ص ٣٢٨ : ٢٤ × ١٧ سم

ردمدم : ٩٥١٣ - ١٦٥٨

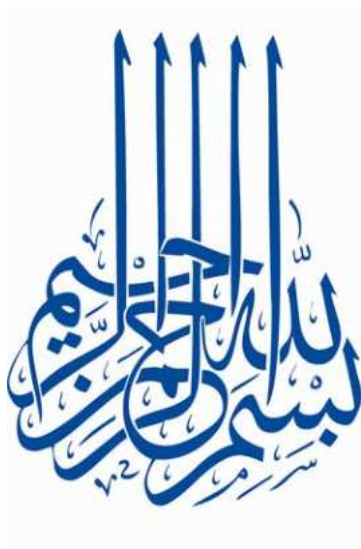
رقم الإيداع : ١٤٤٤/٢٣٥٩

حقوق الطبع والنشر محفوظة للجمعية الجغرافية بدول مجلس
التعاون لدول الخليج العربية، ولا يجوز طبع أي جزء من الكتاب أو نقله
على أي هيئة دون موافقة كتابية من الناشر، إلا في حالات الاقتباس
المحدودة بغرض الدراسة مع وجوب ذكر المصدر.



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية





المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية

المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية



أعضاء مجلس الإدارة ١٤٤٧هـ / ٢٠٢٥م

رئيس مجلس الإدارة	د. خالد حمد ابنا الزمات
نائب رئيس مجلس الإدارة	د. محمد بن أحمد الحمادي
أمين النشر والبحث العلمي	د. طلال بن يوسف العوضي
عضو مجلس الإدارة	د. إبراهيم بن صالح الدوسري
عضو مجلس الإدارة	د. محمد غانم المطر
عضو مجلس الإدارة	د. أحمد بن حسن المرشدي
عضو مجلس الإدارة	د. علي بن سعيد البلوشي
عضو مجلس الإدارة	د. أحمد بن طوق المري
عضو مجلس الإدارة	د. بسيوني علي عبدالرحمن
عضو مجلس الإدارة	أ. عبدالوهاب سالم الرشود
عضو مجلس الإدارة	أ. حنان بن عبداللطيف الغيلان
الأمين العام	د. ملهي بن علي الغزواني

ترحب المجلة بنشر البحوث والدراسات الجغرافية العلمية النظرية والتطبيقية وعروض الكتب والتقارير ذات الصلة.

رئيس التحرير

الدكتور خالد حمد أبا الزمات
رئيس الجمعية، جامعة قطر

مدير التحرير

الدكتور طلال بن يوسف العوضي
أستاذ نظم المعلومات الجغرافية المشارك بجامعة السلطان قابوس، أمين النشر والبحث
العلمي بالجمعية.

هيئة التحرير

أ.د. محمد ابراهيم الدغيري.
جامعة القصيم، المملكة العربية السعودية.
أ.د. نعيمة الحوسني.
جامعة الامارات العربية المتحدة، دولة الامارات العربية المتحدة).
د. علي بن سعيد البلوشي.
جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.
د. محمد عبدالله النصرالله.
جامعة الكويت، دولة الكويت.
د. بسيوني علي عبدالرحمن.
جامعة البحرين، مملكة البحرين.

الهيئة الاستشارية

أ.د. سيف القائدي. (جامعة الامارات العربية المتحدة، دولة الامارات العربية المتحدة).
أ.د. عبدالله الوليعي. (جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية).
أ.د. نظام عبدالكريم الشافعي. (جامعة قطر، دولة قطر).
أ.د. أمال آل الشيخ. (جامعة الملك عبدالعزيز، المملكة العربية السعودية).
د. سالم بن مبارك الحتروشي. (جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان).
د. محمد أحمد الحمادي. (جامعة البحرين، مملكة البحرين).

الاشتراكات

أعضاء الجمعية: مجاناً، الأفراد: ٦٠ ريالاً سعودياً، المؤسسات: ٢٠٠ ريال سعودي

المراسلات

عنوان المراسلة: الدكتور طلال بن يوسف العوضي – أمين النشر والبحث العلمي بالجمعية الجغرافية في دول
مجلس التعاون لدول الخليج العربية
ص . ب. ٣٣٥ الرمز البريدي ١٣٢ مسقط، سلطنة عمان
البريد الإلكتروني: alawadhi@squ.edu.om - talal.alawadhi@gmail.com

قواعد وإجراءات النشر في المجلة الجغرافية الخليجية

المجلة الجغرافية الخليجية مجلة دورية علمية مُحكمة، تصدر عن الجمعية الجغرافية الخليجية لنشر البحوث العلمية الأصلية من الجامعات والمؤسسات العلمية العربية والأجنبية في الموضوعات الجغرافية المختلفة التي لم يسبق نشرها لدى جهات أخرى بعد مراجعتها من قبل هيئة التحرير وتحكيمها من محكمين من خارج أعضاء هيئة التحرير.

قواعد تسليم البحوث

١. تنشر الأبحاث العلمية ذات الأصالة العلمية، مع سلامة اللغة والإخراج الجيد للبحث.
٢. ضرورة تقديم الباحث أو الباحثين إقراراً كتابياً بأن البحث المقدم لم يسبق نشره في أي مجلة علمية أو غيرها.
٣. ترسل الابحاث في صيغة (.docx) والخاصة ببرنامج WORD من شركة مايكروسوفت، على أن يكون حجم الخط ١٤، ومن نوع (Times New Roman)، على أن تترك مسافة ونصف بين كل سطر وآخر.
٤. تتراوح عدد الكلمات ٦٠٠٠ - ١٠٠٠٠ كلمة شامل جميع عناصر البحث.
٥. ترفق الخرائط والأشكال والرسوم والجدول في مكانها المناسب بالبحث مع ضرورة ارسالها بشكل منفرد في صيغة الـ (JPG). مع ضرورة التأكد من دقة الصور والأشكال. يجب ان يكون عنوان الاشكال والصور بالأسفل، بينما عنوان الجدول اعلى الجدول.
٦. ضرورة تضمين البحث ملخصين باللغتين (اللغة العربية واللغة الإنكليزية)، مع عدد ٤ - ٥ كلمات دالة باللغتين.
٧. يرفق الباحث أو الباحثين مع البحث سيرة علمية مختصرة باللغة العربية أو الإنجليزية (حسب لغة البحث)، مع تعهد بان البحث أصيل ولم يتم نشره سابقاً.
٨. تعبئة الاستمارة الخاصة بالمعلومات العامة عن الباحث أو الباحثين، ترسل للباحث بعد استلام البحث.
٩. يتم تحكيم البحث وفق الإجراءات العلمية المتبعة.
١٠. ضرورة الالتزام بالمصادقية والتوثيق العلمي الصحيح سواء في متن البحث (in-text citations) أو في قائمة المراجع (Reference list) في نهاية البحث. يتحمل الباحث المسؤولية العلمية الكاملة في هذا الجانب، حيث يحرص على ألا يذكر مرجعاً في متن البحث أو في قائمة المراجع لم يستند منه، وأن يتطابق ما جاء في متن البحث مع ما جاء في قائمة المراجع.
١١. ضرورة كتابة قوائم المراجع وفق نظام جمعية علم النفس الأمريكية (APA).
١٢. ترسل البحوث وجميع المرسلات الخاصة بالمجلة إلي:
الدكتور طلال بن يوسف العوضي - رئيس تحرير المجلة العلمية للجمعية الجغرافية الخليجية
جامعة السلطان قابوس - كلية الآداب والعلوم الاجتماعية، قسم الجغرافيا
ص.ب. ٤٢، الرمز البريدي ١٢٣ - مسقط، سلطنة عمان
تليفون: ٩٨٠٢٠٢٠٢ - البريد الإلكتروني: talal.alawadhi@gmail.com

قواعد تحكيم البحوث

١. تستغرق عملية تحكيم البحوث وقبولها فترة من الزمن، وتعتمد الفترة على نتائج ومتطلبات التعديل.
٢. بعد استلام البحث تمر عملية التحكيم بعدة مراحل في التحكيم وهي:
أ - المرحلة الأولى: يقوم مدير التحرير وأعضاء التحرير من التأكد من تطبيق شروط المجلة
ب - المرحلة الثانية: تحكيم أولى من قبل عضو من أعضاء الاشراف على المجلة لقياس مدى ملائمة البحث مع اهداف المجلة وإمكانية قبوله.
ت - المرحلة الثالثة: مرحلة تحكيم المحكمين: حيث يتم اسناد التحكيم لمحكمين في نفس مجال البحث، ولا تربطهما أي علاقة مع الباحث.
ث - مرحلة قبول أو رفض البحث: بعد وصول نتائج التحكيم يقوم أعضاء المجلة بالتنسيق مع مدير التحرير بتحديد مدى إمكانية قبول الورقة أو اجراء تعديلات أو رفض البحث حسب توصية المحكمين.
ج - مرحلة نشر البحث: يقوم مدير التحرير بالتأكد من استيفاء البحث لجميع شروط النشر بالتنسيق مع هيئة التحرير، وأيضا بتجميع بقية البحوث بغرض نشرها في مجلد المجلة.

أعضاء الشرف

معالي الشيخ الدكتور/ عبدالله بن محمد بن إبراهيم آل الشيخ

رئيس مجلس الشورى ووزير العدل السابق

المملكة العربية السعودية

معالي الأستاذ الدكتور/ فهد بن عبدالله السماري

عضو مجلس إدارة دارة الملك عبدالعزيز

المملكة العربية السعودية

المحتويات

٧	تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان.
٦١	الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة.
١٢٩	النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد للمدن باستخدام ARC Scene.
٢٠٥	مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية.
٢٦٩	التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام.



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية

البحوث العلمية



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

Planning and management
of the residential lands in the sultanate of Oman

إعداد

د. نورة الناصري

كلية الآداب والعلوم الاجتماعية ، قسم الجغرافيا
جامعة السلطان قابوس

Dr.Noura Khalifa Al Nasiri

College of Arts and Social Sciences, Geography Department

الملخص

يعد توفر السكن الملائم المرتبط بالخدمات الأساسية في المراكز العمرانية من أهم متطلبات الحياة، ولذلك سعت سلطنة عمان وعملت على توفير المساكن من خلال برامج الإسكان الاجتماعي وسياسات توزيع الأراضي السكنية، وتهدف هذه الدراسة للتعرف على آلية تخطيط وتوزيع الأراضي السكنية في السلطنة وتأثير ذلك على التنمية العمرانية، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي لدراسة الأنظمة والسياسات التخطيطية بما في ذلك نظام استحقاق الأراضي، كما اعتمدت على الأسلوب الكمي لحساب نسب الإعمار في مخططات الخوض الخامسة والمعبيلة الثامنة في محافظة مسقط ومخططات العيجة وشيخة في محافظة جنوب الشرقية، وتم عمل مقابلات مع موظفي وزارة الإسكان والتخطيط العمراني في مجال التخطيط العمراني، ومن أهم نتائج هذه الدراسة أن آلية الحصول على الأراضي السكنية في السلطنة انتقلت من مرحلة الاختيار العشوائي إلى المرحلة الانتقالية ثم مرحلة الحوكمة والتوزيع في مخططات عمرانية متباعدة جغرافياً وبدون خدمات، وأخيراً مرحلة التوزيع المخطط، كما توصلت هذه الدراسة إلى أن زيادة الضغط على طلبات الحصول على منح الأراضي السكنية مع ضعف التنسيق بين

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

الجهات المقدمة للخدمات وبين جهة تخطيط الأراضي لعب دورا في تكوين مجتمعات عمرانية مبعثرة وذات خدمات وبنى تحتية غير مكتملة، وتوصي الدراسة بضرورة تحقيق التكامل في تقديم الخدمات في المخططات والمشاريع السكنية باعتبار المسكن حاجة اجتماعية وليست مجرد مطلب مادي.

الكلمات المفتاحية: الأراضي السكنية، المجمعات السكنية المتكاملة، المخططات العمرانية، الأنظمة والسياسات التخطيطية، إدارة الأراضي

* * *

Abstract

Adequate housing linked to basic services is one of the most important requirements of life. Therefore, the Sultanate of Oman sought to provide housing through social housing programs and government residential land distribution policies. This study aims to identify the mechanism of planning and distribution of residential land in the Sultanate and its impact on urban development. It relied on the descriptive and the analytical approach to study the planning systems and policies, including the land entitlement system, and used the quantitative method to calculate the construction ratios in Al-Khoud Fifth and Al-Maabela Eighth schemes in the Muscat Governorate, and the Al-Aija and Shiha schemes in the Al-Sharqiyah South Governorate. Interviews were conducted with employees of the Ministry of Housing and Urban Planning in the field of urban planning. One of the most important results of this study is that the mechanism of obtaining residential land in the Sultanate moved from the stage of random selection to the transitional stage, and then to the stage of governance and distribution in urban plans that are geographically separated and without services, and finally to the stage of planned distribution supported by various services. This study also concluded that the increased pressure on applications for granting residential lands with weak coordination between the service providers and the land distribution agency played a role in the formation of scattered and urban communities with incomplete services and infrastructure. The study recommends the need to achieve integration in the provision of services in residential plans and projects considering housing as a social need and not just a material requirement.

Keywords: Residential land, Integrated housing complexes, Urban plans, Planning policies and regulations, Land management



المقدمة

يشكل المسكن أهمية كبيرة للسكان، فهو عنصر جوهري من عناصر ضمان الكرامة الإنسانية، فالمسكن يشكل الحماية للإنسان من الظروف الطبيعية غير الملائمة، وهو المكان الذي يشعر الإنسان فيه بالخصوصية، وحلقة الوصل بين الإنسان ومجتمعه، كما يلعب المسكن دور في الجوانب الاجتماعية والصحية والثقافية للإنسان، وسعت المنظمات الدولية والإقليمية لتأمين هذا المتطلب، وذلك من خلال وضع القوانين المتعلقة بتوفير السكن للسكان ومنها منظمة الأمم المتحدة لحقوق الإنسان؛ حيث إنها وضعت قانون حق الإنسان في السكن اللائق وحددت عناصر ومستلزمات السكن اللائق، كما حدد برنامج الأمم المتحدة الإنمائي أهداف للتنمية المستدامة ومنها الهدف رقم ١١ المتعلق بالمدن والمجتمعات المستدامة والذي يرتبط بتخطيط الأراضي السكنية وتوفير السكن للسكان، وباعتباره من أهم متطلبات الإنسان الاجتماعية والاقتصادية سعت حكومة السلطنة منذ بداية عصر النهضة بتوفير هذا المتطلب لسكانها، وذلك من خلال وضع التشريعات والقوانين التي تهتم بالتنظيم والتنسيق والتخطيط للمشاريع الإسكانية، وتعتبر الأراضي السكنية الحكومية أحد أهم ملامح مبادرات السلطنة لتوفير السكن الملائم، حيث صدر

مرسوم قانون استحقاق الأراضي في السلطنة لأول مره في عام ١٩٨٤م، وتوالت عليه التغييرات والتعديلات لسنوات مختلفة منها التعديل الأخير في عام ٢٠٢١م. والجدير بالذكر أن هذه القوانين عادة ما يكون لها جوانبها الإيجابية والسلبية، ولذا تهدف هذه الدراسة للتعرف إلى التغييرات التي حدثت في اللوائح المنظمة لعملية توزيع الأراضي السكنية، بالإضافة لتأثير هذه اللوائح على العرض والطلب من الأراضي، كما تسعى هذه لتسليط الضوء على آلية تخطيط الأراضي السكنية وتوزيعها في السلطنة، بالإضافة لخصائصها والمحددات الطبيعية والبشرية المؤثرة في توزيعها، حيث تسعى الدراسة للوصول لبعض التوصيات التي قد تعين أصحاب القرار والمختصين في الحصول على المعرفة ومن ثم اتخاذ قرارات تخطيطية ملائمة لحاجات المجتمع السكنية.

وتسعى هذه الورقة بشكل أساسي لدراسة آلية توزيع وتخطيط الأراضي السكنية الحكومية في سلطنة عمان، والتعرف على دور السياسات واللوائح التنظيمية في توفير الأراضي، وتتمحور أهداف الدراسة فيما يلي:

- دراسة آلية تخطيط وتوزيع الأراضي السكنية الحكومية في السلطنة.
- تتبع التغييرات التي حدثت في الأنظمة والسياسات التخطيطية

العمرانية.

- تحليل تأثير الأنظمة واللوائح التخطيطية المتعلقة بالأراضي على واقع المخططات السكنية.

مشكلة الدراسة وأهميتها

بالنظر لوضع تخطيط الأراضي السكنية في سلطنة عمان لوحظ وجود تجمعات من الأراضي السكنية موزعة في مناطق بعيدة عن الأراضي السكنية موزعة في أراضٍ فضاء بعيدة عن مراكز المدن وغير متصلة بالأحياء المجاورة الأخرى، فهي عبارة عن تجمعات سكنية متباعدة ومبعثرة لم تكتمل نسبة البناء فيها بعد، كما تكمن مشكلة الدراسة في وجود عدد من الأحياء السكنية الغير مزودة بالخدمات والبنى الأساسية كالشوارع والإنارة والإنترنت وشبكات الصرف الصحي والمياه، وستركز هذه الدراسة على دور العملية التخطيطية والإدارية للأراضي السكنية والتي أدت إلى ظهور هذا النوع من الأحياء العمرانية.

يعد موضوع تخطيط الأراضي السكنية من الموضوعات المهمة في سياسات التخطيط الحضري، فهو يساهم في توفير القطع السكنية، وتحقيق التنمية المستدامة، وتتبع أهمية هذه الدراسة من حقيقة ندرة الدراسات التي كتبت في موضوع تخطيط الأراضي السكنية واللوائح المنظمة لذلك في سلطنة عمان، لذلك سوف

تسهم هذه الدراسة في إضافة معرفة جديدة في الدراسات الجغرافية البشرية في مجال التخطيط، ومن أهميتها المرجوة أيضا أنها سوف تضع أمام متخذي القرار أهم التحديات التي تقابل عملية تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في السلطنة والسلبيات الناتجة عنها.

منهجية الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي والتحليلي والذي تم فيه تحليل الدراسات السابقة التي تناولت المفاهيم المتعلقة بالدراسة مثل مفهوم التخطيط العمراني والاستخدام السكاني والمعايير التخطيطية والسياسات العمرانية. واستخدمت الأسلوب الكمي للتوصل إلى نتائج كمية وتطبيق بعض المقاييس الإحصائية مثل نسب الإعمار في مخططات الخوض الخامسة والمعبيلة الثامنة في ولاية السيب بمحافظة مسقط، وفي مخططات العيجة وشيحة بولاية صور بمحافظة جنوب الشرقية، وتم احتساب نسبة الإعمار من خلال احتساب نسبة الأراضي السكنية المبنية (كقطعة أرض) من نسب الأراضي المخططة والمعتمدة من قبل الوزارة (كقطعة أرض).

كما تم عمل مقابلات مع عدد من العاملين في مجال التخطيط في وزارة الإسكان والتخطيط العمراني للتعرف على آليات توزيع الأراضي في السلطنة، حيث تم إجراء هذه المقابلات مع ثلاثة من صناع القرار في وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، وهم مهندس

في قسم التخطيط العمراني ورئيس قسم متابعة تنفيذ تخطيط المحافظات ورئيسة قسم التخطيط الهيكلي، ومع ثلاثة من موظفي مكتب الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية، وتم تحليل اللوائح والسياسات المتعلقة بمعايير التخطيط العمراني في السلطنة مثل الآلية المرحلية لوزارة الإسكان والتخطيط العمراني و دليل التخطيط العمراني وبعض المراسيم السلطانية المتعلقة باستحقاقات الأراضي السكنية في السلطنة، كما تم الاستعانة ببعض البرامج مثل Arc Map و Earth Google لاستخراج بعض الصور الجوية، وقياس بعض المساحات لمخططات الخوض الخامسة و المعبيلة الثامنة في ولاية السيب بمحافظة مسقط ومخططات العيجة وشيخة بولاية صور بمحافظة جنوب الشرقية، كما تم استخدام تطبيق Real Oman للتعرف على عدد القطع المخططة و العمرة في هذه المخططات، ولقد تم اختيار هذه المناطق لتوفر بياناتها، وأيضا لإعطاء فرصة لدراسة تأثير العامل الزمني، حيث أن هذه المخططات تم تخطيطها قبل عشرة أعوام، وبالتالي ستستطيع الدراسة من خلال اختيار هذه المخططات دراسة العلاقة بين نسب الإعمار وعمر المخطط، كما أن التنوع في اختيار المخططات بين مسقط ومحافظة جنوب الشرقية سيتيح فرصة المقارنة بين العاصمة ومنطقة حضرية أخرى.

الإطار النظري والدراسات السابقة

هدفت دراسة عباس عبد الحسن كاظم العيداني والأسدي (٢٠١٩)، بعنوان "التبؤ بتوسع مدينة البصرة وأثره في توافر الأراضي السكنية" لدراسة المحددات الطبيعية والبشرية المؤثرة في توسع مدينة البصرة، بالإضافة للتعرف على أثر توسع المدينة على الواقع السكني في منطقة الدراسة، كما سعت الدراسة للتوصل لحلول للسيطرة على أسعار الأراضي السكنية وحل مشكلة الإسكان. وقد توصلت الدراسة إلى أن الأنهار وطبيعة التربة تعد أهم المحددات الطبيعية لتوسع مدينة البصرة، بينما تتمثل المحددات البشرية في المحددات الاقتصادية والخدمية كالمقابر وأنايب نقل النفط والغاز وخطوط نقل الكهرباء والطرق وغيرها. وتوقعت الدراسة أن تزيد مساحة الاستعمال السكني والاستعمالات الأخرى بزيادة مساحة المدينة، بالإضافة لتطرقها للآثار الإيجابية المترتبة على نمو المدينة، وترتبط دراسة الباحث مع الدراسة الحالية بتناولها للمحددات البشرية والطبيعية المؤثرة في توسع منطقة الدراسة.

وهدف دراسة محمد رمضان محمد وكفاية عبد الله العلي (٢٠١٣) بعنوان "تأثير العجز السكني في قرى قضاء أبي الخصيب في مستقبل الأراضي الزراعية" إلى تحليل الواقع السكني في منطقة الدراسة - قرى قضاء أبي الخصيب - ، وتحديد حجم العجز

السكني فيها ، كما هدفت لقياس مدى مساهمة التوسع السكني على حساب الأراضي الزراعية في سد العجز السكني في المنطقة. قامت الدراسة بتحليل واقع السكن الريفي في قرى قضاء أبي الخصيب ، وتوصلت إلى نتائج ومنها أن عدد الأسر وعدد المساكن غير متكافئ ، وليس جميع الأسر قادرة على الحصول على سكن ، وأيضا هناك توسع سكني على حساب الأراضي الزراعية ولكن مساهمته محدودة في سد فجوة العجز السكني أو التخفيف منه.

كذلك دراسة صلاح هاشم زغير الأسدي وأسامة إسماعيل عثمان (٢٠١٧) ، بعنوان برامج الإسكان في الدول النامية: نماذج مختارة مع الإشارة لبرامج الإسكان في محافظة البصرة ، حيث استعرضت هذه الدراسة برامج الإسكان في بعض الدول النامية غير العربية ، مثل الهند وسنغافورة ، إضافة لبعض الدول العربية مثل مصر والأردن والكويت والعراق. وتكمن أهمية هذه الدراسة في الاطلاع على تجارب الدول النامية للاستفادة منها في تحسين برامج الإسكان في السلطنة.

بالإضافة إلى دراسة فايز سعد الشهري بعنوان "سياسات التنمية العمرانية ودورها في تيسير الإسكان بالملكة العربية السعودية" (٢٠٠٨) ، والذي كان الهدف منها حصر وتوثيق سياسات التنمية

والتخطيط العمراني والتعرف على دورها في توفير السكن لكافة الشرائح في المجتمع، فمع تزايد أعداد السكان زادت الحاجة للسكن مما نتج عنه صعوبة في توفيره لعدة أسباب منها ارتفاع أسعار الأراضي. واعتمدت الدراسة على الأسلوب التحليلي للمراجعات الأدبية المتمثلة في التقارير والمقالات والبحوث، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك اهتمام واضح في مجال الاسكان من خلال وضع الخطط التنموية التي تتضمن حصر أعداد المساكن المطلوبة (في زمن الخطة) ومساحتها وتكلفتها المتوقعة، وكذلك وجود المخططات الإقليمية والمحلية التفصيلية للمدن يساهم في سهولة توفير الأرض. وأوصت الدراسة بعدد من التوصيات منها أن تشمل المشاريع السكنية المدن الصغيرة والمتوسطة من أجل التخفيف عن المدن الكبيرة، ومراجعة السياسات العمرانية بشكل دوري وتعديلها حسب المتغيرات الاقتصادية والاجتماعية في البلاد. وترتبط دراسة الباحث الحالية مع هذه الدراسة من حيث تركيزها على الخطط التنموية العمرانية والسياسات الاسكانية والتي تسهم في توفير الاراضي السكنية للسكان في الدولة.

دراسة Huiping Huang, Qiangzi li, Yuan Zhang (2019)،

Urban Residential Land Suitability Analysis Combining
Remote Sensing and Social Sensing Data: A Case Study in

Beijing, China. حيث هدفت هذه الدراسة لتحليل مدى ملائمة الأراضي السكنية الحضرية، باستخدام الاستشعار عن بعد والمؤشرات الاجتماعية، حيث تم تقييم مدى ملائمة الأراضي السكنية بالاعتماد على عدد من المؤشرات مثل الكثافة السكانية والمساحات الخضراء والمسافة إلى كل من الخدمات الطبية ومراكز التسوق، ولم تتطرق الدراسة لبعض المؤشرات مثل درجات الحرارة والرطوبة والبعد عن المدارس، وقد توصلت هذه الدراسة لعدد من التوصيات، أهمها أن تخطيط الأراضي السكنية في المناطق الحضرية يحتاج لمجموعة من المعايير والتي من الممكن أن تحقق التنمية المستدامة.

وهدف دراسة خلود علي العبيدي (٢٠٢٠) بعنوان "التحليل المكاني لمشاريع الاسكان الحضري ودورها في معالجة العجز السكني في محافظة القادسية" لدراسة حالة السكن في محافظة القادسية وإيجاد الحلول المناسبة لمعالجة أزمة السكن أو التخفيف منها وكذلك التقليل من آثارها، واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي والمنهج الكمي باستخدام المعادلات الرياضية والنسب المئوية لتوضيح توزيع ظاهرة السكن العشوائي، وتمثلت نتائج الدراسة في أن العجز السكني الخام وصل إلى ٥٠٢٧ وحدة سكنية، وأن معظمه يتركز في المناطق الحضرية، واتضح وجود

أزمة في السكن في منطقة الدراسة، حيث انتشرت العشوائيات السكانية وبلغ عددها ٨٧ تجمعاً، وأوصت الدراسة باختيار المواقع المناسبة للتجمعات السكنية الجديدة بحيث تراعي التوسع الحضري والعمراني المستقبلي، وفتح الاستثمار المحلي والخارجي في مجال الإسكان، وأيضاً حل مشكلة العشوائيات التي ظهرت في المناطق الخضراء وأراضي الفضاء المفتوحة داخل المدن.

دراسة سمير عبد الله وآخرون (٢٠١٥) بعنوان "تأثير الانتهاكات الإسرائيلية على قطاع الإسكان في الأراضي الفلسطينية المحتلة" هدفت لإيضاح أثر الاحتلال الإسرائيلي على قطاع الإسكان في الأراضي الفلسطينية (الضفة الغربية، قطاع غزة، القدس الشرقية)، وذلك من خلال استعراض اجراءات التضييق التي طبقها الاحتلال، والمتمثلة في ضم حكومة الاحتلال لأراضي القدس الشرقية للقدس الغربية، بالإضافة لضم بقية الأراضي الفلسطينية المحتلة للحكم العسكري، حيث كانت حكومة الاحتلال تقوم بضم الأراضي في القدس الشرقية، وفقاً لقانون استملاك الأراضي للأغراض العامة الذي صدر في عام ١٩٤٣م، وقانون استرجاع اليهود لعقاراتهم في البلدة القديمة وغيرها، كل هذا أدى إلى نهاية المطاف إلى تقليص رقعة الأراضي المتاحة للتطوير، مما أدى بدوره لارتفاع أسعارها بشكل كبير، وانتشار السكن العشوائي غير

المركز، قدمت هذه الدراسة أحد أسباب انخفاض المعروض من الأراضي السكنية للبيع وبالتالي وارتفاع أسعارها، كما وضحت دور اللوائح البشرية وتأثيرها على التخطيط.

وأيضاً دراسة الشهري (٢٠١٦) بعنوان "تحليل خطط وزارة الإسكان السعودية وأثرها في تعزيز الأمن الوطني، والتي هدفت إلى معرفة دور وزارة الإسكان السعودية في تعزيز الأمن الوطني وذلك من خلال تأمين السكن للمواطنين، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي والاعتماد على الاستبانة، وتوصلت الدراسة إلى أن عدم التعاون بين المقاولين في إنهاء المشاريع السكنية يعتبر أحد المعوقات التي تؤثر على تنفيذ مشروعات وزارة الإسكان، ومن توصيات الدراسة ضرورة إزالة عقبات التخطيط العمراني والتقسيم وأنظمة البناء التي تعترض قطاع الإسكان.

دراسة لغنيم (٢٠١١) بعنوان "معايير التخطيط فلسفتها وأنواعها ومنهجية إعدادها في مجال التخطيط العمراني"، تناولت الدراسة معايير التخطيط العمراني من حيث المفهوم وشروط الإعداد بالإضافة إلى العوامل المؤثرة في تحديدها، وتخطيط الخدمات وتصنيفها، واعتمدت الدراسة على التحليل الوصفي، وتوصلت إلى أن المعايير التخطيطية هي الوسيلة الملائمة لتقييم جودة المخططات السكنية القائمة كما يمكن استخدامها لتخطيط الخدمات

القائمة والمستقبلية في هذه المخططات، وتكمن أهمية هذه الدراسة في تناولها لمفهوم المعايير التخطيطية والتي تم التطرق لها في هذه الورقة البحثية.

يلاحظ مما سبق أن بعض الدراسات ركزت على العجز السكني والآثار المترتبة عليه، مثل دراسة كل من محمد والي (٢٠١٣)، والبيدي (٢٠٢٠)، بينما ركزت بعضها على سياسات التنمية العمرانية ودورها في توفير الأراضي السكنية للمواطنين مثل دراسة الشهري (٢٠١٦)، والشهري (٢٠٠٨). وتناولت دراسة العيداني والأسدي (٢٠١٩) المحددات الطبيعية والبشرية لتوسع المدينة، بينما تناولت ورقة الأسدي وعثمان (٢٠١٧) تجارب الدول النامية في برامج الإسكان، وتطرقت دراسة عبد الله (٢٠١٥) لأثر الأوضاع السياسية على المعروض من الأراضي السكنية، وأوضح Huiping Huang, Qiangzi li, Yuan Zhang (2019) في دراستهم أن الأراضي السكنية هي حاجة اجتماعية وليست مجرد طلب مادي، ولقد ظهر في الدراسات السابقة فجوة علمية، حيث لم يتم التطرق لآلية توزيع وتخطيط الأراضي السكنية في سلطنة عمان، ولذلك هدفت هذه الدراسة لسد هذه الفجوة العلمية وتحليل السياسات العمرانية التي تلعب دورا في توفير الأراضي السكنية الحكومية في سلطنة عمان ودراسة الآثار المترتبة على ذلك.

مصطلحات الدراسة

التخطيط والتخطيط العمراني

التخطيط هو عبارة عن أسلوب علمي يسعى لتقديم عدد من البدائل والخيارات لحل المشكلات الحالية منها أو المتوقع حدوثها مستقبلا، بناء على خطة منظمة بأهداف واضحة في فترة زمنية محددة، ولابد أن تأخذ هذه الخطة بعين الاعتبار الموارد المتاحة والمحددات بنوعيتها البشري والطبيعي في الوقت الحالي والمستقبلي، ويعد مصطلح التخطيط العمراني من المفاهيم الواسعة، حيث يتناول تنظيم وتوزيع الوظائف الاقتصادية والاجتماعية التي تقوم بها المدينة، كما يعنى بترتيب وظائف المدينة المختلفة وفقا لمنهج علمي، لتحقيق مختلف المتطلبات الاجتماعية والعمرانية والاقتصادية في المدينة (عفيفي والغامدي، ٢٠١٠)، ويستخدم التخطيط العمراني كأداة اجتماعية يتم من خلالها تحقيق المصلحة لفئات المجتمع المختلفة، وذلك من خلال عمل خطط وبرامج ورؤى تصور للأهداف المستقبلية المرغوب في تحقيقها (النجوم، ٢٠٠٦)، وسترکز هذه الدراسة على تخطيط الأراضي السكنية، والذي يقصد به وضع الخطط والتصورات لتنظيم عملية توزيع الأراضي السكنية الحكومية للمواطنين في الوقت الحالي وفي المستقبل، وإلقاء المزيد من الضوء عليها والوقوف على مدى تحقيقها للأهداف المرجوة

والمستهدفة بما يضمن المساواة بين مختلف فئات المجتمع، وتحقيق التخطيط المستدام في استخدام الأراضي كمورد طبيعي.

الاستخدام السكني

يستعمل الإنسان الأرض ويقوم بتحويلها من بيئة طبيعية إلى بيئة مبنية لاستخدامات مختلفة كالسكني والتجاري والترفيهي والصناعي والتعليمي والصحي والزراعي، وسترکز هذه الدراسة على الاستخدام السكني الذي يشكل أهمية كبيرة في المدن، فهو يحتل المساحة الأكبر من المدينة في جميع أنحاء العالم، كما أن جميع الاستخدامات الأخرى سواء كان التجارية أو الخدمية وغيرها ترتبط بوجود الاستخدام السكني، فهو يعد مطلب مهم لتحقيق المتطلبات الاجتماعية والعائلية والفردية، ولقد جاء من منطلق الاستخدام السكني في المستوطنات البشرية، فالسكن يعني الاستقرار والاستيطان، وإن كان بالإمكان أن تخلو المدن من بعض الاستخدامات والوظائف، فلا يمكن أن تخلو من الاستخدامات السكنية.

المعايير التخطيطية

تعرف المعايير التخطيطية على أنها مقاييس تحدد مستوى تلبية الاحتياجات السكنية، وهي الوسيلة لتقييم الوضع القائم وتخطيط الخدمات اللازمة في المستقبل، وتعد المعايير التخطيطية ذات أهمية

كبيرة في عملية تخطيط وتصميم التجمعات السكنية وتطويرها ولذلك فهي بحاجة ماسه لإعادة النظر فيها وتعديلها وتقييمها بما يتناسب مع الاحتياجات السكانية، وعلى الرغم من تنوع المعايير التخطيطية المستخدمة في الدراسات مثل المساحة، وعدد القطع السكنية، والكثافة السكانية، ونسب مساحة الأماكن المفتوحة والمرافق العامة في التجمع السكني إلا أنه يمكن تصنيفها إلى معايير اقتصادية وعمرانية وبيئية واجتماعية متكامل في تحقيق استدامة التجمعات السكنية، فمثلا في دراسة عباس و عبد الزهرة (٢٠١٤) تم توضيح دور مؤشر المرونة في المعيار المساحي للقطاع السكنية ومؤشر التنوع في الخيارات السكنية حسب التغير في متطلبات الأسرة من أجل تحقيق استدامة حي القاهرة في بغداد.

العجز السكني

في دراسة محمد والي (٢٠١٣) بعنوان "تأثير العجز السكني في قرى قضاء أبي الخصيب في مستقبل الأراضي الزراعية" تم تقسيم العجز السكني إلى نوعين العجز السكني العددي، والعجز السكني النوعي. وينتج العجز السكني العددي من عدم التكافؤ بين المعروف من عدد الاراضي السكنية والمساكن بشكل عام وبين الطلب عليها، ويتم تحسين هذا النوع من العجز بزيادة تخطيط أراضي جديدة لتتلاءم مع الزيادات العددية السكانية. أما العجز

السكني النوعي فهو يمثل جميع المساكن غير الصالحة للسكن، ويمكن معالجة وتحسين هذا العجز من خلال تغيير مادة البناء أو بناء مساكن بطراز حديث وملائم.

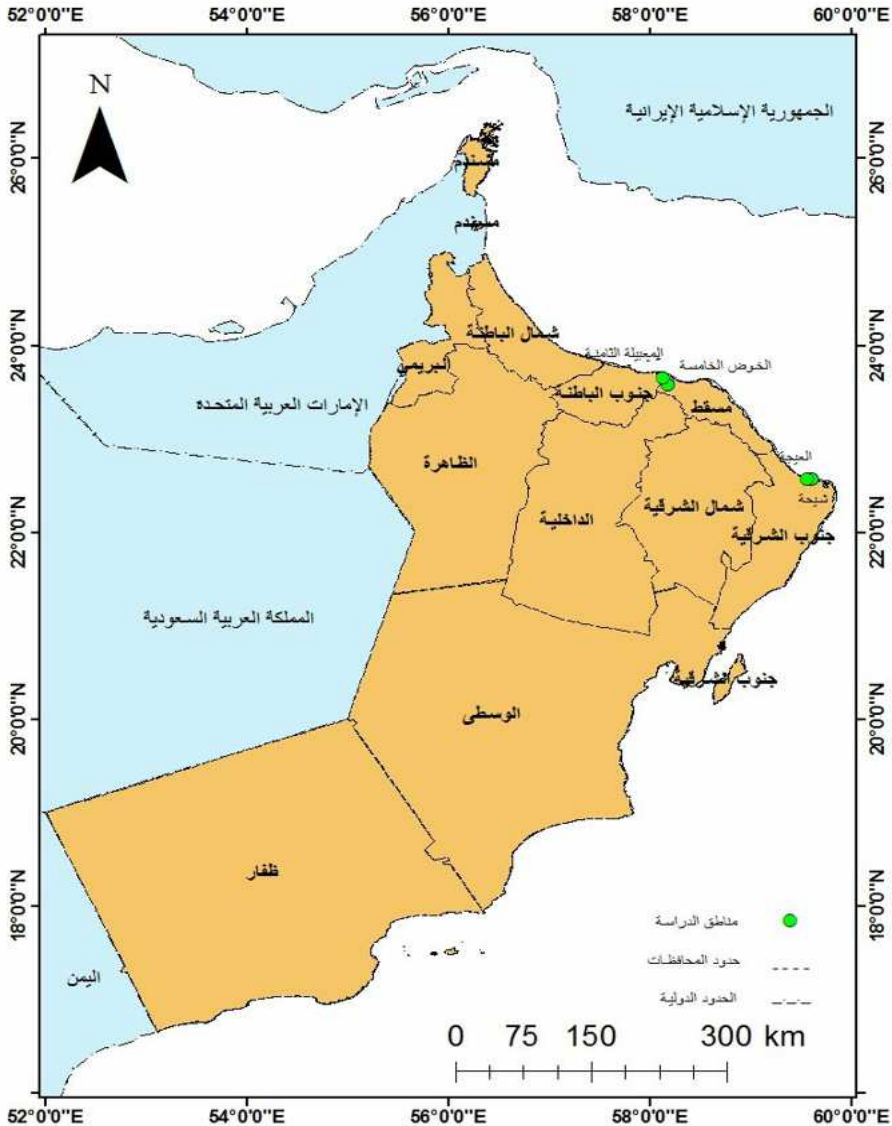
السياسات العمرانية / التخطيطية

تعد السياسات والتشريعات العمرانية أحد أدوات التخطيط الحضري، وعنصرًا مهمًا لتحقيق التنمية الحضرية المستدامة، وضبط العلاقة بين الأطراف ذات الصلة، وهي مجموعة من القرارات والنصوص التي يتم اتخاذها من قبل الجهة أو الجهات المسؤولة عن عملية التخطيط في الدولة، وذلك من أجل تنظيم وترتيب عملية التخطيط فيها، بما يحقق التنمية العمرانية المستدامة في تخطيط الأراضي وتوزيع الخدمات وتنفيذ المشاريع التخطيطية في مختلف أرجاء الدولة، وتمكن هذه السياسات السلطة المختصة في توجيه عملية التنمية العمرانية، لما لها من تأثير على الأفراد والمجتمع، وسيتم في هذه الدراسة توضيح أهم السياسات التخطيطية في سلطنة عمان وتوضيح دورها في قطاع الإسكان والأراضي.

منطقة الدراسة

تقع سلطنة عمان فلكيا بين دائرتي عرض $١٦^{\circ}٤٠'$ و $٢٠^{\circ}٢٦'$ شمالا وخطي طول $٥١^{\circ}٥١'$ و $٥٩^{\circ}٤٠'$ شرقا، حيث تقع السلطنة في

الجزء الجنوبي الشرقي من شبه الجزيرة العربية، وتحدها المملكة العربية السعودية من الغرب والإمارات العربية المتحدة من الشمال الغربي، وجمهورية اليمن من الجنوب الشرقي، كما أنها تمتلك حدودا بحرية تمتد من مضيق هرمز وحتى الحدود مع اليمن بطول يبلغ ٣١٦٥ كم وتطل على الخليج العربي وبحر العرب وبحر عمان والمحيط الهندي. وتنقسم السلطنة إداريا إلى إحدى عشرة محافظة، وهي محافظة مسقط، ومحافظة الداخلية، ومحافظة شمال الشرقية، ومحافظة جنوب الشرقية، ومحافظة جنوب الباطنة، ومحافظة شمال الباطنة، ومحافظة مسندم، ومحافظة البريمي، ومحافظة الوسطى، ومحافظة ظفار، ومحافظة الظاهرة، وتبلغ مساحتها ٣٠٩٥٠٠ كيلومتر مربع، وبلغ عدد السكان حوالي ٤,٥ مليون نسمة وفقا لتعداد ٢٠٢٠. وتم في هذا البحث دراسة أربعة مخططات وتم اختيار هذه المخططات لإعطاء مجال للمقارنة، حيث تم دراسة مخططي حي العيجة في محافظة جنوب الشرقية ومخطط الخوض الخامسة في محافظة مسقط، ومخططين آخرين تم تخطيطهما وتوزيعهما قبل عشر سنوات وهما مخطط شيحة في محافظة جنوب الشرقية ومخطط المعبيلة الثامنة في محافظة مسقط، كما هو موضح في الخريطة رقم ١ لمنطقة الدراسة.



خريطة (١): مناطق الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث بواسطة برنامج ArcMap

المؤسسات الحكومية المعنية بتخطيط الأراضي السكنية

أنشئت دائرة الأراضي التابعة لوزارة العدل في السلطنة في عام ١٩٧٠، حيث كانت أول خطوة في عملية التحول الحكومي في مجال الأراضي التي انتهجته السلطنة ليتماشى مع الأهداف العامة المتعلقة بالاستقرار في التجمعات السكنية المنشأة في الولايات المختلفة، تمثلت وظيفة هذه الدائرة في النظر في طلبات الأراضي لمختلف الاستعمالات، والتي قدمها السكان، وتقوم لجنة برئاسة مدير بلدية مسقط باتخاذ القرار بخصوص هذه الطلبات، أما مدير إعمار مطرح الكبرى فكان هو المسؤول على الإشراف على البناء والتعمير.

وفي عام ١٩٧٢ أنشئت دائرة التخطيط التابعة لوزارة التنمية، المعنية بإصدار تصاريح البناء في مطرح الكبرى وتوزيع الأراضي، وكان في ذلك الوقت يتم إرسال خطاب إلى دائرة الأراضي السابق ذكرها لمنح المستحقين قطعة الأرض، وقد تم إنشاء وزارة شؤون الأراضي في العام نفسه، لتتكون من ثلاثة أقسام وهي قسم المساحة، وقسم السجل العقاري، وقسم الأراضي. وبموجب المرسوم السلطاني رقم ١٧/١٩٧٠ أصدر قانون الجهاز الإداري للدولة والذي بصفته حدد اختصاصات وزارة شؤون الأراضي، والتي كان من ضمن اختصاصاتها تخطيط وتوزيع الأراضي السكنية للمواطنين في

الولايات المختلفة، وما لبث أن تم تغيير مسمى هذه الوزارة في نفس العام لوزارة شؤون الأراضي والبلديات، كما تم إجاء بعض التعديلات على هيكلها التنظيمي، وأصبحت مسؤولة عن الاشراف على شؤون بلدية مسقط والبلديات الإقليمية. ووفقا للمرسوم السلطاني رقم ١٩٨٢/٤٨ فقد تم إلحاق وزارة الأشغال العامة لوزارة شؤون الأراضي والبلديات، لتصبح مديرية الأشغال العامة، والمعنية بالإشراف على تنفيذ الإنشاءات الحكومية في مختلف الوزارات والوحدات.

وفي عام ١٩٨٢ أصبح ديوان البلاط السلطاني المسؤول عن الإشراف على بلدية مسقط. وفي العام الذي يليه أنشئت وزارة شؤون البلديات الإقليمية لتتولى الصلاحيات التي كانت تختص بها وزارة شؤون الأراضي والبلديات في مجال البلديات الإقليمية، وتم تغيير اسم الوزارة لوزارة شؤون الأراضي. وتم تغيير اسم الوزارة مرة أخرى لمسمى وزارة الإسكان، وذلك بموجب المرسوم السلطاني رقم ١٩٨٥/١٠. كما تم إنشاء اللجنة العليا لتخطيط المدن حسب ما جاء به المرسوم السلطاني ١٩٨٥/٢٧، المعنية برسم وإعداد السياسات العامة لتخطيط المدن وفق خطة التنمية المعتمدة والاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية. وفي عام ٢٠٠٠م تم دمج كل من وزارة المواصلات ووزارة الإسكان في وزارة واحدة تحت مسمى وزارة

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

النقل والإسكان، وفقاً للمرسوم السلطان رقم ٢٠٠٠/١٠. وتوالت التغييرات حتى تم فصل قطاع النقل عن وزارة الإسكان ليصبح ضمن وزارة النقل والاتصالات، كما أضيف قطاع الكهرباء والمياه للإسكان لتصبح وزارة الإسكان والكهرباء والمياه، بموجب المرسوم السلطاني رقم ٢٠٠١/٧٤.

وفي عام ٢٠٠٧ فصلت قطاعي الكهرباء والمياه عن الوزارة لتعود بمسمى وزارة الإسكان. ونظراً لأقتصار اللجنة العليا للتخطيط على الخطط قصيرة المدى فقط، تم إنشاء المجلس الأعلى للتخطيط بموجب المرسوم السلطاني رقم ٢٠١٢/٣٠، للتنويع في الخطط التي يتم اعتمادها، حيث أصبح هناك توجه استراتيجي طويل المدى. وفي العام نفسه تم إلغاء اللجنة العليا لتخطيط المدن بموجب المرسوم السلطاني ٢٠١٢/٣٢. وحددت اختصاصات وزارة الإسكان واعتماد هيكلها التنظيمي في عام ٢٠١٤. وآخر تعديل حصل لمسمى وزارة الإسكان في عام ٢٠٢٠ لتصبح بمسمى وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، كما تم تحديد اختصاصاتها واعتماد هيكلها التنظيمي (وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، ٢٠٢١).

وبذلك نلاحظ تنوع المؤسسات التخطيطية التي تتولى إدارة وتخطيط الأراضي السكنية في سلطنة عمان خلال العقود الماضية، ويعتبر تعديل الهيكل الإداري للحكومة طبيعياً في تلك الحقبة،

وذلك بهدف تحسين الأداء وتلبية احتياجات المجتمع في التحول نحو الاستقرار وتكوين مؤسسات ودوائر حكومية مختصة بقطاعات محددة، ومما لا شك فيه إن قطاع الإسكان والأراضي يعتبر من القطاعات الحيوية والذي يؤثر بشكل مباشر في الأوضاع الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ومن الملاحظ أيضا أن التغير في هذه المؤسسات الحكومية سوف يتبعه تغيرات في اللوائح والأنظمة المنظمة لتخطيط وتوزيع الأراضي السكنية الحكومية في السلطنة والذي لذي سيتناوله الجزء التالي من البحث.

قوانين وتشريعات منح الأراضي السكنية الحكومية

كان استغلال الأراضي الصالحة للسكن وتملكها في السلطنة يتم بناء على العرف وبدون سند ملكية، وبعد عام ١٩٧٠ أصبحت العملية أكثر تنظيماً، فتملك الأرض يحتاج إلى موافقة من لجنة دائرة الأراضي والتي تنظر في طلبات الأراضي المقدمة من المواطنين، وتبث في الموافقة على طلباتهم. وبعد عام ١٩٧٢ وجدت هناك بعض الضوابط والأنظمة والتشريعات والتي تحد من عملية التملك العشوائي للأراضي السكنية، ومن أهم المراسيم السلطانية التي كان لها دور في عملية إدارة وتوزيع الأراضي السكنية هو المرسوم السلطاني رقم ٩٨٤/٨١ نظام استحقاق الأراضي الحكومية، ومن أهم بنود هذا المرسوم هو أحقية امتلاك المواطن

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

العماني لقطعة أرض سكنية كمنحة من الحكومة، ولقد وضع هذا المرسوم شروط عامة لمستحقي الأراضي الحكومية منها ألا يقل عمر المتقدم عن إحدى وعشرين سنة ميلادية إلا إذا ثبت أنه العائل الوحيد لأسرته، على ألا يمنح الملكية إلا طبقا لشروط منح الأرض والغرض الذي خصصت له، أما بالنسبة للمتلک المرأة للأرض حسب هذه القانون فيشترط أن تكون العائل الوحيد لنفسها أو أسرتها، ويتم استرداد الأرض بعد إنذار المواطن إذا لم يشرع في البناء خلال مدة سنتين من تاريخ تسلمه.

وجاء المرسوم السلطاني رقم ٢٠٠٨/١٢٥ لتعديل بعض أحكام نظام استحقاق الأراضي الحكومية الصادر بالمرسوم السلطاني رقم ١٩٨٤/٨١، حيث تم رفع عمر استحقاق الأراضي من واحد وعشرين سنة إلى ثلاث وعشرين سنة ميلادية لكلا الجنسين، باستثناء الأفراد المتزوجين الذين لا تقل أعمارهم عن واحد وعشرين سنة ميلادية، أو في حال كونهم العائل الوحيد لأسرهم، ويتم منح الأرض متى توفرت وأينما توفرت في كل منطقة أو محافظة حسب المخططات السكنية المعتمدة، واحتوى المرسوم السلطاني رقم ٢٠١١/٧٣ على تسهيلات لفئات ذات خصائص اقتصادية واجتماعية معينة في المجتمع، حيث اعفي المواطن الذي لا يعمل والمواطن الذي لا يزيد دخله الشهري على (٣٠٠) ثلاثمائة ريال عماني وذوي

الاحتياجات الخاصة من سداد رسوم تسجيل الأرض السكنية الممنوحة له. وجاء المرسوم سلطاني رقم ٢٠٢١/٤٢ ليلغي جميع المراسيم السابقة المتعلقة بمنح الأراضي الحكومية ووضع ضوابط وشروط جديدة منها أن تكون الأولوية في منح الأرض الحكومية السكنية للأسرة التي لا تمتلك منزلاً أو أرضاً سكنية صالحة للبناء، ولا يجوز بيع الأرض الممنوحة إلا بعد إتمام البناء، ويشترط لمنح الأرض الحكومية السكنية للأسرة ألا يكون أحد أفراد الأسرة قد سبق منحه أرضاً سكنية قبل العمل بأحكام هذا المرسوم.

ومن الجدير بالذكر أن استحقاق الأراضي السكنية منذ عام ٢٠٠٨م في سلطنة عمان كان حقاً مشروعاً للمرأة، ولكن تم تغيير ذلك في عام ٢٠٢١ لتكون القطعة الممنوحة هي للأسرة وليس للفرد، مع الحفاظ على أحقية الرجل والمرأة في الحصول على هذه الأراضي بالشروط الموضحة سابقاً، ولعل هذه التغيرات المرتبطة بامتلاك الأسرة بدل الفرد كانت أحد الحلول التي تم التوجه إليها لحل مشكلة انخفاض نسب التعمير التي شهدتها أغلب المخططات السكنية في سلطنة عمان، وسيتم توضيح مشكلة انخفاض نسب التعمير لاحقاً في هذا البحث.

ومن خلال التتبع لهذه القوانين والتشريعات يمكن ملاحظة أن

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

توزيع الأراضي في سلطنة عمان انتقل من مرحلة الاختيار العشوائي وهي الفترة التي سبقت هذه المراسيم إلى مرحلة الحوكمة والتي من خلالها تم تنظيم عملية إدارة وتخطيط الأراضي السكنية في سلطنة عمان، ويعتبر هذا تغيراً جوهرياً فهو نقلة واضحة من العشوائية إلى التخطيط، وعلى الرغم من أن الحكومة بهذه المراسيم وغيرها من التشريعات التخطيطية أصبحت هي التي تمتلك الأراضي وتوزعها على المواطن العماني، إلا أن حق المواطن كان محفوظاً، أي أن العملية أصبحت أكثر تنظيماً، حيث تتيح هذه الحوكمة تخصيص واعتماد مخططات تفصيلية معينة في كل ولاية قبل عملية التوزيع، وبالتالي يكون التوسع العمراني المتوقع في كل ولاية توسع معتمد ومخطط له، وبشكل عام كان لهذه القوانين الأثر الإيجابي على المستوى الاجتماعي والاقتصادي للأسرة، فقد ساهمت في توفير الأراضي السكنية لعدد كبير من المواطنين، كما ساهمت في استقرار العديد من هذه الأسر في القرى والأحياء، وقللت من الهجرات لمراكز المدن.

وعلى الرغم من هذه الآثار الإيجابية إلا أن هذه القوانين واللوائح التنظيمية لاستحقاقات الأراضي في سلطنة عمان أوجدت مجتمعات عمرانية مبعثرة وأغلبها بدون خدمات، حيث زادت هذه القوانين قائمة الطلبات على الأراضي السكنية التي تم تقديمها للوزارة،

مما دفع ذلك الوزارة أو جهة التخطيط المعنية لتخطيط المناطق الفضاء لتكون أراضي سكنية ومن ثم اعتمادها وتوزيعها للمواطنين المستحقين، ولم تتضمن هذه المخططات العمرانية الخدمات الأساسية مثل الطرق الداخلية والمياه والإنارة والصرف الصحي وغيرها، وذلك نتيجة لتشتت الجهود بين الدوائر والوزارات المعنية بتقديم الخدمات وبين الوزارة المعنية بتخصيص الأراضي السكنية، حيث كانت عملية التخطيط والتوزيع أسرع من عملية تقديم الخدمات التي كانت تحتاج إلى مبالغ مالية عالية التكلفة، كما عمل الامتداد والتباعد المكاني لهذه المخططات من بعضها البعض ومن مركز المدينة إلى زيادة التكاليف المادية اللازمة، ونشأت نتيجة لتأخر هذه الخدمات مخططات سكنية غير لائقة وغير ملائمة للسكن في الكثير من الولايات.

السياسات التخطيطية في سلطنة عمان

بدأت تظهر السياسات التخطيطية بعد عصر النهضة وكانت تقسم إلى سياسات عامة توضح الإطار العام لتخطيط المدن، وسياسات تفصيلية معنية بالمشاريع العمرانية سواء من حيث إعداد مخططاتها أو تنفيذها، ونظرا إلى التطورات والتغيرات الاقتصادية والتموية التي حدثت في السلطنة وتعدد الجهات التي تتولى وضع هذه السياسات، فقد تعددت السياسات بدورها، مما أدى لتداخلها

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

وتناقضها في بعض الأحيان، ومن الجدير بالذكر أنه وعلى الرغم من هذه التغيرات التي حدثت في السلطنة منذ عصر النهضة ولمدة نصف قرن، وما صاحبه من ظهور أنظمة وقوانين وتشريعات تخطيطية للأراضي والإسكان إلا أن ذلك كان يتم بمعزل عن وجود استراتيجية عمرانية تخطيطية شاملة، رافق ذلك أيضا عدم وجود معايير تخطيطية ذات طابع إلزامي، وإنما كانت عبارة عن توجيهات عامة يمكن الاسترشاد بها ولكنها ليست إجبارية، ومع تسارع وتيرة التنمية في ظل غياب السياسات التخطيطية الشاملة، والمعايير المنظمة لذلك، تمدد العمران الغير الموجه مكانيا، وغير المنسجم من حيث الاستخدام وغير المزود بالخدمات نوعا وكما.

وفي عام ٢٠٢١ تم اعتماد الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية ٢٠٤٠ والتي تعتبر خارطة الطريق للمشروعات التنموية والتخطيطية في السلطنة للعشرين السنة القادمة على المستويين الوطني والإقليمي (وزارة الأسكان والتخطيط العمراني، ٢٠٢١)، حيث حددت هذه الاستراتيجية الرؤى العمرانية للسلطنة والتي تتمحور حول جعل السلطنة مكانا جاذبا للحياة عن طريق تنمية المحافظات والمدن، مع الحفاظ على الهوية الثقافية للمكان، وكان من أهم ما أكدت عليه هذه الاستراتيجية في قطاع الإسكان هو أهمية تحديد الأماكن الملائمة للسكن وتوضيح الممكنات التي تحقق عملية

التنمية العمرانية المستدامة، كما تم اعتماد الاستراتيجيات الإقليمية للمحافظات بواقع إحدى عشر سياسة، ووضعت هذه السياسات التخطيطية العمرانية بطريقة تتماشى مع كل من الأهداف العالمية (أهداف التنمية المستدامة ٢٠١٦ - ٢٠٣٠)، والأهداف الوطنية (رؤية عمان ٢٠٤٠)، والأهداف التخطيطية الوطنية (الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية)، وساهمت بعض المؤسسات والجهات الحكومية والشركات التي تعمل في مجال التخطيط الحضري والإقليمي في وضع هذه الاستراتيجيات بالتعاون مع وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، مثل وزارة النقل والاتصالات وتقنية المعلومات، ووزارة الداخلية التي تشمل البلديات المحلية، ووزارة التراث والسياحة، والشركة العمانية لخدمات المياه والصرف الصحي.

ومن ضمن أحد أهم مخرجات الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية هو إصدار المعايير التخطيطية الوطنية العمانية (Oman National Planning Standards)، حيث كانت السلطنة حتى عام ٢٠٢٠ تعتمد على معايير تخطيطية تم صياغتها من قبل اللجنة العليا لتخطيط المدن في ٢٠٠٠، وتم استحداث بعض من هذه المعايير في لوائح تنظيمية مختلفة عام ٢٠١٦، وكان يطلق عليها الآلية المرحلية والتي كانت تعتبر مرحلة انتقالية ولكن لم تكن شاملة للعديد

من المعايير الأساسية في التخطيط الحضري، ولذلك كان من أهم أهداف الاستراتيجية هو العمل على تحديث هذه المعايير التخطيطية الوطنية والتي بدورها وضحت المعايير المتعلقة بضوابط البناء كالارتفاعات والارتدادات والمساحة، والمعايير العامة في القطاع السكني والتجاري والصناعي، ومعايير اختيار مواقع الخدمات المجتمعية مثل الخدمات الصحية والتعليمية، والمعايير المتعلقة بالحاجة لهذه الخدمات في المدن والأحياء السكنية المختلفة.

ومع كل هذه التعديلات لا زالت المعايير التخطيطية الوطنية العمانية معايير استرشادية وتسعى وزارة الإسكان والتخطيط العمراني حاليا للحصول على موافقة من قبل مجلس الوزراء لجعلها معايير إلزامية وقانونية في جميع المشروعات والخطط التنموية، مما سيسهم ذلك في حدوث نقلة تخطيطية وطنية - في حالة الموافقة عليها وتطبيقها - بحيث تكون السياسات التخطيطية العامة والتفصيلية متوازية مع معايير تضمن تنفيذ هذه السياسات على أرض الواقع وتحقق أهدافها العمرانية.

آليات توزيع الأراضي السكنية وتأثيرها

وبعد التطرق للمؤسسات التخطيطية والأنظمة والتشريعات والسياسات التي لعبت دورا في إدارة وتخطيط وتوزيع الأراضي السكنية الحكومية في سلطنة عمان، فإن أهم ما توصلت إليه

هذه الدراسة هو أن آليات توزيع الأراضي السكنية في السلطنة
مرت بعدة مراحل وهي كالتالي:

المرحلة الأولى: مرحلة الاختيار العشوائي

وتشمل هذه المرحلة الفترات الزمنية التي سبقت عصر النهضة
والحوكمة، والتي استقر فيها الإنسان العماني منذ القدم في
المناطق الساحلية والسهلية وبعض المناطق الجبلية والواحات
الصحراوية كجماعات سكنية مبعثرة، حيث كانت هذه البيئات
تلبى حاجاتهم المعيشية، وكانت تتسم هذه التجمعات السكنية
بصغر حجمها العمراني والسكاني بحيث لا تتجاوز أغلب هذه
التجمعات عن ٥٠٠٠ نسمة، أما بالنسبة للمساكن فكانت
تتماشى مع حاجات العائلة الممتدة، وكان النظام القبلي هو المنظم
السياسي والإداري والتخطيطي في هذه الفترة، فكان بمثابة
الحكومة التي تدير شؤون التجمعات السكنية، حيث كانت
القبائل وأحيانا الأفراد تستقر في الأماكن التي تراها مناسبة
وتحقق لها بعض الامتيازات مثل الأمن وقد توفر لها بعض المصادر
الطبيعية للعيش مثل الماء والمرعى أو البحر، ومن أهم التجمعات
العمرانية البارزة في بداية القرن العشرين مستوطنتي مسقط
ومطرح، كما انتشر العديد من هذه التجمعات في مناطق مختلفة
ويطلق على بعضها اليوم اسم الحارات وشكل أغلبها مراكز

الولايات الحالية في السلطنة، ولعدم وجود أنظمة وسياسات تخطيطية لامتلاك الأراضي في السلطنة في تلك الفترة، فكان يتم بناء المساكن على أراضي يتم الحصول عليها عن طريق الحياة الفردية.

المرحلة الثانية: المرحلة الانتقالية

وفي مراحل لاحقة في بداية السبعينات من القرن العشرين، تم استخدام الصكوك المكتوبة خطيا والتي يوافق عليها شيخ القبيلة، والتي يثبت فيها الشيخ أحقية المواطن في تملكه للأرض، حيث يتم كتابة بعض خصائص الأرض وملامحها، وكان من الشائع التعامل مع الأراضي والعقارات خلال هذه المرحلة عن طريق البيوع العرفية التي يتم اعتمادها من قبل الولاة، وهي عبارة عن ورقة يتم فيها توضيح الالتزامات بين البائع والمشتري، وفي هذه المرحلة كانت عملية تخطيط وتوزيع الأراضي السكنية تتم بدون لوائح وأنظمة مركزية، وبدون معايير أو خطط تفصيلية أو هيكلية ولكنها كانت تتم عن طريق شيخ القبيلة وبإشراف من الولاة، وأطلق على هذه المرحلة اسم المرحلة الانتقالية فهي مرحلة تجاوزت عملية الاختيار العشوائي الفردي وكانت بداية التحول الحكومي المنظم.

المرحلة الثالثة: مرحلة التخطيط السريع والمتنامي

شملت مرحلة التخطيط السريع الفترة الممتدة من منتصف الثمانينيات من القرن العشرين حتى عام ٢٠٢١، وفي هذه المرحلة تم تنظيم المعاملات التي تمت خلال المراحل السابقة وإضفاء الصبغة القانونية عليها وتحويل الصكوك إلى ملكيات، وذلك عن طريق تقديم طلب لأثبات ملك والذي يتم مراجعته من قبل وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، ويتم في هذه العملية الإدارية تحويل الطلب إلى دائرة إثبات الملك في الوزارة ثم دائرة التخطيط، حيث يتم مسح الموقع وزيارته من قبل لجنة معنية لتقرر إمكانية تملك الشخص لقطعة الأرض، ثم يتم مراجعة الطلب قانونياً في الوزارة وأخيراً يتم اعتماده وإصدار الكروكييت - الرفع المساحي - والملكية. (مقابلة مع رئيس قسم متابعة تنفيذ تخطيط المحافظات، ٢٨/٠٦/٢٠٢١).

هذا فيما يخص قطع الأراضي التي تم توزيعها وامتلاكها بطريقة الحيازة الفردية أو الصكوك في الفترة التي سبقت عملية التنظيم والتشريع، أما فيما يخص تملك الأراضي السكنية الحديثة والتي لم يتم استخدامها أو امتلاكها من قبل فالوضع مختلف، حيث تمر في هذه المرحلة بعدة خطوات، تبدأ من قيام جهة التخطيط المختصة بتخطيط مواقع للاستخدام السكني، ويطلق

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

على هذه المخططات بالمخططات التفصيلية والتي يتم عرضها على لجنة فنية يشترك فيها أعضاء من الوزارات مثل وزارة التراث والسياحة ووزارة التعليم ووزارة الصحة والبلديات وغيرها للنظر في تطابق المخططات المقترحة من قبل جهة التخطيط للمعايير التخطيطية التي تركز عليها كل وزارة أو جهة، وبعد اعتماد هذه المخططات يتم توزيعها على المواطنين حسب أقدمية الطلب.

ولقد صدر قانون استحقاق الأراضي خلال هذه الفترة، وترتب على ذلك قيام المواطنين بتقديم طلبات للحصول على أراضي سكنية، وتتراوح مساحة الأرض السكنية الموزعة للاستعمال السكني خلال هذه الفترة من (٤٠٠ - ٩٠٠ م^٢) في الظروف العادية، ولكن تطراً أحياناً بعض التغيرات على هذه المساحة، بناءً على نوع المسكن. ويراعى عند تحديد المساحة عدد من الشروط منها:

- يطبق معيار الحد الأدنى للارتداد الأمامي والجانبى لخط البناء لقطع الأراضي ذات الشكل غير المنتظم.
- الحد الأدنى لمساحة قطع الأراضي للعمران الجديد في مسقط وصحار ومسندم يبلغ (٤٠٠ م^٢).
- الحد الأدنى لمساحة قطع أراضي البناء للبريمي يبلغ (٤٥٠ م^٢).
- الحد الأدنى لمساحة أراضي البناء للمدن الأخرى يبلغ (٥٠٠ م^٢).

- يسمح بإقامة المساكن التقليدية ذات المساحات الصغيرة في
الحلل والأحياء القديمة إلى الحدود الجانبية لقطعة الأرض في
جميع قطع الأراضي التي تقل مساحتها عن (٤٠٠م^٢).
- يفضل قطع الأراضي المستطيلة الشكل على قطع الأراضي
المربعة الشكل ذات المساحة المماثلة.
- وفي المناطق صعبة الطوبوغرافية، يجب التخلي بالمرونة من
حيث مساحة الأرض وشكلها (اللجنة العليا لتخطيط
المدن، ٢٠٠١).

ويتم توزيع الأراضي السكنية في المخططات التفصيلية وفقاً
للقوانين واللوائح السابق ذكرها ويتم مراعاة عدد من المبادئ عند
توزيعها منها التمدد الأفقي للعمران، ومبدأ الانتشار، ومبدأ تكافؤ
الفرص، بالإضافة للابتعاد عن الأماكن المركزية لتقليل
التكدس فيها، ويتضح من خلال المعايير والاشتراطات السابق
ذكرها أن جميع الأراضي السكنية ذات مساحات كبيرة نسبياً
مقارنة مع مساحات الأراضي السكنية في أغلب دول العالم والتي
تتراوح أغلبها ما بين ١٥٠م^٢ إلى ٤٠٠م^٢، ولعل ذلك يعود لكبر
متوسط حجم الأسرة العمانية والذي يصل إلى حوالي سبعة أفراد
حسب تعداد ٢٠٢٠ حسب ما نشره المركز الوطني للإحصاء
والمعلومات.

ويتم ترتيب الأراضي السكنية في المخططات التفصيلية المعتمدة

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

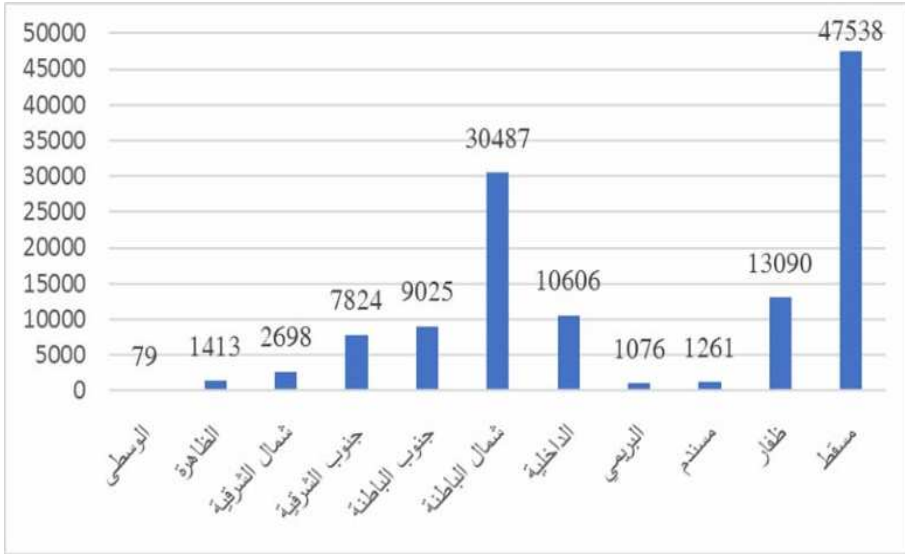
بحيث لا يزيد عدد القطع السكنية المتلاصقة في المخطط السكني عن سبع قطع، وقد يفصل بينها وبين القطع السكنية المجاورة لها سكة (طريق) بمسافة لا تزيد عن ٥م تم تخطيطها لتقليل الازدحام وازدياد فرص دخول الهواء بين المنازل وأيضا يعتبر عامل أمني حيث يمكن استغلال هذا الطريق لدخول سيارات الدفاع المدني في حالة نشوب حريق في الجهات الخلفية للمنازل، كما تقدر المسافة بين قطع الأراضي المتقابلة بـ ٣ م كحد أدنى (الآلية المرحلية، ٢٠١٦)، كما أن مصفوفة الأراضي السكنية يجب ألا تتجاوز ٣٠٠م.

وبعد الزيارات الميدانية التي تمت لعدد من المخططات السكنية التي تم اعتمادها وتوزيعها في هذه المرحلة فلقد تم التوصل إلى أن أغلب هذه المخططات تقتقد إلى قلة الخدمات وانخفاض نسبة التعمير.

قلة الخدمات

إن واقع هذه المخططات لا يتمثل في صغر المساحات أو قلة الأعداد التي يتم توزيعها، بل في افتقار أغلبها لمواقع الخدمات الأخرى مثل المراكز الصحية والتعليمية والمنتزهات، حيث دفعت القوانين لزيادة الطلب على الأراضي باعتبارها حقا مشروعا للمواطن العماني وبالتالي زادت قوائم الانتظار للحصول على الأراضي من جهة التخطيط المعنية، واصبح معيار قوائم الانتظار وزيادة فترة الحصول على أرض سكنية هي أحد المعايير المستخدمة

للمحكم على جهة التخطيط في كفاءتها لأداء مهامها وتوفير طلبات المواطنين، أنظر الشكل رقم (١)، كل هذه العوامل دفعت وزارة الإسكان وخاصة في المرحلة الثالثة إلى تسريع عملية تخطيط الأراضي السكنية وتوزيعها غير مراعية للحاجات والخدمات المجتمعية المختلفة كتخصيص مواقع للمنتزهات والحدائق والخدمات الترفيهية الأخرى في المخططات السكنية وبأعداد تتلاءم مع العدد السكاني المتوقع، وفي حالة توفر مواقع لهذه الخدمات فإنها تكون بعيدة عن التجمعات السكنية.



الشكل رقم (١): عدد الطلبات في قائمة الانتظار للأراضي

السكنية في السلطنة حسب المحافظات حتى نهاية مارس ٢٠٢٣ م

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على النشرة الإسكانية

الدورية لوزارة الإسكان والتخطيط العمراني ٢٠٢٣

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان

ومن الجدير بالذكر أن جهة التخطيط المعنية بتوزيع الأراضي السكنية في سلطنة عمان غير معنية بتوفير الخدمات المصاحبة لها مثل الشوارع وخدمات المياه والكهرباء، بل هي مسؤولية مؤسسات حكومية أخرى، فالبليات مثلاً مسؤولة عن رصف الطرق الداخلية في الأحياء السكنية، وتؤول مسؤولية قطاع المياه والصرف الصحي للشركة العمانية لخدمات المياه والصرف الصحي، وبشكل عام ونتيجة تباعد هذه المخططات عن بعضها البعض وما يترتب عليه من تبعات اقتصادية مرتفعة ناتجة من الامتداد الجغرافي وقلة التنسيق بين الجهات المعنية بتوفير هذه الخدمات فإن بعض المخططات السكنية في سلطنة عمان تفتقر للخدمات الأساسية، حيث تعمل وزارة الإسكان والتخطيط العمراني على تخطيط الأراضي السكنية وتوزيعها حسب القوانين والأنظمة، بينما تعمل الجهات الأخرى على توفير الخدمات في فترة زمنية لاحقة وبعيدة جداً عن فترة توزيع هذه الأراضي، مما يترتب عليه وجود آلاف من المخططات السكنية الموزعة وغير مخدمة.

انخفاض نسبة التعمير

من أهم الظواهر العمرانية التي تواجهها المخططات السكنية في سلطنة عمان هي قلة نسبة التعمير، وتم في هذه البحث المقارنة بين أربع مخططات سكنية إثنين منهما تم توزيعهم قبل عشرين

سنه وهما مخططي حي العيجة في محافظة جنوب الشرقية ومخطط الخوض الخامسة في محافظة مسقط، ومخططين آخرين تم تخطيطهما وتوزيعهما قبل عشر سنوات وهما مخطط شيحة في محافظة جنوب الشرقية ومخطط المعبيلة الثامنة في محافظة مسقط، والصور (١) و (٢) و (٣) و (٤) توضح هذه المخططات.



الصورة (١): مخطط الخوض الخامسة في محافظة مسقط

المصدر: وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، ٢٠٢١

تخطيط وإدارة الأراضي السكنية في سلطنة عمان



الصورة (٢): مخطط شيحة في محافظة جنوب الشرقية

المصدر: وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، ٢٠٢١



الصورة (٣): مخطط المعبيلة الثامنة في محافظة مسقط

المصدر: وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، ٢٠٢١



الصورة (٤): مخطط العيجة في محافظة جنوب الشرقية

المصدر: وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، ٢٠٢١

وكانت نسب الإعمار في هذه المخططات في عام ٢٠٢٢ م ٤٢,٤ ٪ في الخوض الخامسة و ٥٤,٨ ٪ في المعيلة الثامنة، وبشكل عام تعتبر هذه النسبة منخفضة عالميا على الرغم من إنها تعتبر نسبيا من المخططات العالية الكثافة في سلطنة عمان، والسبب في ذلك يعود للرغبة في العيش في مسقط، فهي العاصمة التي تتركز فيها مختلف الخدمات سواء كانت الصحية أو التعليمية أو الترفيهية وغيرها، إضافة لتوفر الوظائف فيها بشكل كبير مقارنة مع المحافظات والولايات الأخرى في السلطنة، كل هذا أدى إلى زيادة الطلب على الأراضي السكنية في مسقط، حيث بلغ عدد طلبات الأراضي السكنية ١٢٣٠٢٥ طلب في انتظار الدور حتى ١٠

نوفمبر ٢٠٢٠م (مكتب الاستراتيجية العمرانية ، ٢٠٢١)

و لوحظ في هذين المخططين عدم وضوح تأثير العامل الزمني، حيث أن مخطط المعبيلة الثامنة خطط في مرحلة لاحقة لمخطط الخوض الخامسة و لكن شغل نسبة إعمار أكثر مع العلم بأن مساحته أكبر من مخطط الخوض الخامسة بما يصل لـ ١١,٢٥ كم²، انظر الجدول رقم (١) بالأسفل، والسبب في ذلك يعود انخفاض أسعار الأراضي في المعبيلة الثامنة مقارنة بالخوض الخامسة لمستوى يقل عن النصف في أغلب الأحيان، فالخدمات المقدمة في المعبيلة كانت شبه معدومة في تلك الفترة مما أدى إلى انخفاض أسعارها مقارنة بالمخططات الأخرى في ولاية السيب، لذا أصبح الناس يقبلون على شراء الأراضي المعروضة للبيع في المعبيلة الثامنة أكثر من الخوض الخامسة، فقوانين التخطيط تسمح للمواطن ببيع أرضه التي حصل عليها كمنحة من الحكومة، كما ساعد عامل قرب الطريق السريع من مخطط المعبيلة على زيادة الرغبة في البناء في هذا المخطط.

الجدول (١): مساحة المخططات السكنية ونسب الإعمار فيها

اسم المخطط	المحافظة	سنة التخطيط	مساحة المخطط (كم ^٢)	عدد الأراضي المخططة (قطعة)	عدد الأراضي المعمرة (قطعة)	نسبة الإعمار (%)
المعبيلة الثامنة	مسقط	٢٠١٢	١٧,٢	٤٤٣٥	٢٤٣١	٥٤,٨%
الخوض الخامسة	مسقط	٢٠٠٢	٤,٨٤	٢٤٦٩	١٠٤٧	٤٢,٤%
حي العيجة	جنوب الشرقية	٢٠٠٢	٦,٣٥	٢٣٩٧	٨٧٤	٣٦,٤%
شيخة	جنوب الشرقية	٢٠١٢	٢,٩٢	١٠٥٠	٦٠	٥,٧%

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على حدود مخططات وزارة

الإسكان والتخطيط العمراني وبرنامج عمان ريل لتوضيح جميع القطع المخططة وبرنامج Google Earth لتوضيح القطع المعمرة.

أما بالنسبة للمخططات التابعة لمحافظة جنوب الشرقية، فنسبة الإعمار فيها منخفضة حيث بلغت في مخططي العيقة والشيخة ٣٦,٤٦% و ٥,٧١% على الترتيب، وذلك لانخفاض أعداد العمانيين وبالتالي انخفاض الطلب على الأراضي السكنية في المحافظة مقارنة بمحافظة مسقط، حيث بلغت طلبات الأراضي السكنية في انتظار الدور ، ٣٧٢٤٩ طلب حتى ١٠ نوفمبر ٢٠٢٠ (مكتب الاستراتيجية العمرانية، ٢٠٢١)، وعلى الرغم من تميز هذه المخططات بالطبوغرافية السهلة و الملائمة للبناء إلا إن الخدمات والوظائف فيها قليلة، وهذا لا يكسبها طابع الجذب السكاني، وعند المقارنة بين المخططين من حيث زمن التخطيط، تبين أن

المخطط الحديث وهو مخطط الشريحة ذو نسبة إعمار منخفضة مقارنة بمخطط العيجة الذي تم تخطيطه عام ٢٠٠٢، وهذا يدل على أن عامل الزمن في التخطيط والتوزيع يلعب دورا مهما في التأثير على نسب الإعمار في المخططات السكنية.

المرحلة الرابعة: مرحلة التخطيط المتكامل

بدأت هذه المرحلة بعد اعتماد الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية، حيث وضحت هذه الاستراتيجية أن أحد أهم التحديات التي يمر بها قطاع الإسكان في السلطنة هو انخفاض نسبة التعمير وقلة الخدمات كما تم توضيح ذلك سابقا في هذا البحث، ولحل هذه التحديات بدأت وزارة الإسكان تتجه منهاجا جديدا في عملية إدارة الأراضي السكنية وتخطيطها، حيث تم في هذه المرحلة تقليل اعتماد المخططات السكنية، ووضع بدائل جديدة لتخطيط الأراضي، ومن ضمن هذه البدائل مبادرة بعنوان "المبادرة الوطنية للأحياء السكنية المتكاملة - صروح"، وتسعى الوزارة من خلال هذا البرنامج إلى تعزيز امتلاك المنازل من خلال تطوير مساكن في أحياء متكاملة وأسعار معقولة، وتوفير بدائل جديدة لتخفيف حجم الطلب على الأراضي السكنية للمواطنين المستحقين بموجب نظام استحقاق الأراضي الحكومية، والتي يتم من خلالها تقديم خدمات مع الأراضي ويتم بيع هذه الأراضي للمستحقين حسب القائمة، وهو

توجه جديد يتم من خلاله إشراك القطاع الخاص وتوفير مجتمعات
عمرانية متماشية مع احتياجات الأسر العمانية (الطوقي، ٢٠٢١).
وجاءت هذه المبادرة كحل للإشكاليات الناتجة عن النظام التقليدي
لتوزيع الأراضي في السلطنة، وتتميز بإتاحتها لخيارات متنوعة وفقا
للقدرة الشرائية للسكان، ويعتبر حي النسيم في ولاية بركاء هو أول
حي يتم تنفيذه حاليا تحت مبادرة صروح وهو يوفر خيارات في الشقة
السكنية، والفيلات المتصلة وشبه المتصلة والمنفصلة، وتتراوح مساحة
الفيلات المنفصلة من ١٤٥ م^٢ حتى ٢٦٠ م^٢ (الطوقي، ٢٠٢١)، وستساهم
هذه المبادرة في تخفيف العبء الحكومي، حيث يعتبر المشروع شراكة
بين القطاعين الخاص والحكومي، ويعد تقليص قائمة انتظار الأراضي
أحد الأهداف التي تسعى لها هذه المبادرة، الأمر الذي قد يؤثر على
ميزان العرض والطلب من الأراضي ويحقق الاستفادة في توزيع الخدمات
السكنية للمواطنين في مختلف محافظات السلطنة، وتتوافق هذه الرؤية
مع الأهداف والمعايير التخطيطية التي تسعى لتحقيقها العديد من الدول
كالاستدامة والحيوية والملائمة (عباس و عبد الزهرة ٢٠١٤ & عباس
وعبد الزهرة ٢٠١٥).

* * *

الخاتمة والتوصيات

أن أهم ما توصلت إليه الدراسة هو أن عملية تخطيط و توزيع الأراضي السكنية في السلطنة تدرج من المرحلة العشوائية إلى مرحلة التخطيط المتكامل، فهو حاليا يتماشى مع خطط الاستراتيجية الوطنية للتنمية العمرانية و رؤية عمان ٢٠٤٠، حيث الإنسان و التنمية العمرانية تعد من الأهداف الرئيسية لهما، فالاستراتيجية العمرانية تسعى لرفع نسبة التعمير في السلطنة وتسريع توفير الخدمات الأساسية ورفع كفاءات التخطيط من خلال تطبيق المعايير التي تتوافق مع حاجات المجتمع وبالتالي توفير أراضي سكنية صالحة وملائمة للبناء، كما تسعى لتكوين بيئة ذات عناصر مستدامة عن طريق المحافظة على الأراضي وعدم استنزافها و التي تعد من أهم الموارد الطبيعية غير المتجددة.

توصى الدراسة بمرونة اللوائح والقوانين التخطيطية المتعلقة بتوزيع الأراضي السكنية، بحيث تكون قابلة للتغير والتعديل وفقا لما يستجد من تغييرات، وفيما يخص المبادرات الجديدة في التخطيط مثل مبادرة صروح فإنها استطاعت أن تقدم حلا لمشاكل عديدة كانت قائمة مثل قلة الخدمات والبنى التحتية إلا أن العملية التخطيطية لا زالت غير واضحة فيما يخص التجمعات السكنية والأحياء العمرانية التي تم تخطيطها وتوزيعها من قبل هذه

المبادرة، وسيحتاج الأمر للعديد من الدراسات البحثية المدعومة بالبيانات والدراسات الميدانية للوقوف خلف هذه الانتشار المبعثر لهذه التجمعات وإيجاد حلول تضمن توفير خدمات لها في فترات زمنية مناسبة وتكلفة اقتصادية ملائمة.

* * *

المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية

- الأسدي، صلاح هاشم زغير. عثمان، أسامة إسماعيل (٢٠١٧): برامج الإسكان في الدول النامية: نماذج مختارة مع الإشارة لبرامج الإسكان في محافظة البصرة، المنتدى الوطني لأبحاث الفكر والثقافة: ٢٧ - ٥٣
- الشهري، محمد علي (٢٠١٦): "تحليل خطط وزارة الاسكان السعودية وأثرها في تعزيز الأمن الوطني"، رسالة مقدمة استكمالاً للحصول على درجة الماجستير في العلوم الاستراتيجية تخصص الدراسات الاستراتيجية، كلية العلوم الاستراتيجية، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية، الرياض السعودية.
- الشهري، فايز سعد (٢٠٠٨): سياسات التنمية العمرانية ودورها في تيسير الإسكان بالملكة العربية السعودية
https://jesaun.journals.ekb.eg/article_119789_1230e18bfa2f4b646c2ba4e8e751d41.pdf
- الطوقي، خلفان. (٢٠٢١): المشروع الوطني للإسكان صروح، تم الاسترداد بتاريخ (٢٠٢٣/٠٧/٣١)، من (<https://alroya.om/post/290664>).
- العبيدي، خلود علي (٢٠٢٠): التحليل المكاني لمشاريع الاسكان الحضري ودورها في معالجة العجز السكني في محافظة القادسية، مجلة الفنون والادب وعلم الإنسانيات والاجتماع، العدد ٥٦
<https://www.jalhss.com/index.php/jalhss/article/view/170>
- العيداني، عباس عبد الحسن كاظم. الأسدي، أحمد سراج جابر (٢٠١٩): التنبؤ بتوسع مدينة البصرة وأثره في توازن الأراضي السكنية، مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية، المجلد ٤٤، العدد ٤، الصفحة ١١٢ - ١٣٦.

- الغنيم، عثمان (٢٠١١): معايير التخطيط فلسفتها وانواعها ومنهجية اعدادها في مجال التخطيط العمراني، عمان، دار صفاء للنشر والتوزيع.
- المركز الوطني للإحصاء والمعلومات (٢٠٢٠): المؤشرات الرئيسية لنتائج التعداد الإلكتروني للسكان والمساكن والمنشآت، المركز الوطني للإحصاء والمعلومات، مسقط.
- النجوم، محمد حسين سعد النجوم (٢٠٠٦): تحليل وتقييم أنماط استعمالات الأراضي في مدينة أريحا، جامعة النجاح الوطنية، https://scholar.najah.edu/sites/default/files/all-thesis/analysis_and_evaluation_of_land_use_patterns_in_the_town_of_jericho.pdf
- عباس، سناء ساطع. عبد الزهرة، غصون (٢٠١٤): المعايير التخطيطية في التجمع السكني المستدام / دراسة تحليلية للمعيار المتنامي، بحث مقدم الى مؤتمر الاسكان العربي الثالث - مدن سكنية متكاملة الخدمات / حلول إسكانية للفترة ١٧ - ١٨ / ١٢ / ٢٠١٤.
- عباس، سناء ساطع. عبد الزهرة، غصون (٢٠١٥): دور المعايير التخطيطية في استدامة التجمع السكني / دراسة تحليلية للمعيار المتنامي، المجلة العراقية لهندسة العمارة، المجلد ٣٠، العدد ١ - ٢.
- عبد الله، سمير. هنطش، إبراهيم. جرار، ديانا. أبو علي، رافع. علاونة، ريا. مناصرة، سارة (٢٠١٥): تأثير الانتهاكات الإسرائيلية على قطاع الإسكان في الأراضي الفلسطينية المحتلة، معهد أبحاث السياسات الاقتصادية الفلسطينية، ١ - ١٤١.
- عفيفي، أحمد كمال. الغامدي، يحيى علي دماس الغامدي (٢٠٢٠): التخطيط العمراني وأثره في برامج الدفاع المدني. ط١. جامعة نايف العربية

للعلوم الأمنية. الرياض. السعودية.

- مكتب الاستراتيجية العمرانية (٢٠٢١): آلية منح الأراضي الحكومية، وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، مسقط.
- محمد، رمضان محمد. العلي، كفاية عبد الله (٢٠١٣): تأثير العجز السكاني في قرى قضاء أبي الخصيب في مستقبل الأراضي الزراعية". مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية. جامعة البصرة. المجلد ٣٨. العدد ٢. الصفحات ٢٣٨ - ٢٦٥. <https://www.iasj.net/iasj/article/90134>
- وزارة الإسكان والتخطيط العمراني (٢٠١٦): الآلية المرحلية، وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، مسقط.
- وزارة الإسكان والتخطيط العمراني (٢٠٢١): ملامح من الاستراتيجية الوطنية، وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، مسقط.
- وزارة الإسكان والتخطيط العمراني (٢٠٢٣): النشرة الإسكانية الدورية لوزارة الإسكان والتخطيط العمراني، وزارة الإسكان والتخطيط العمراني، مسقط.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية

- Huang, H. Li, Q. Zhang, Y. (2019): " Urban Residential Land Suitability Analysis Combining Remote Sensing and Social Sensing Data: A Case Study in Beijing, China". Institute of Remote Sensing and Digital Earth : (8) 11:1-19. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/8/2255>

* * *



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

Morphological Characteristics of Major
Watersheds and their Influences on the Growth of
Settlement in Southern Jeddah City

إعداد

د. نورة سعد الشهري

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد (الجيومورفولوجيا التطبيقية)
بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، جامعة الملك عبد العزيز

Dr. Nora Saad Al-Shehri

Assistant Professor of Physical Geography
(Applied Geomorphology), Department of Geography and
Geographic Information Systems, King Abdulaziz University.

الملخص

للعوامل الجيومورفولوجية أثر كبير في مجال التخطيط والنمو العمراني، كما أن التنوع المورفولوجي بخصائصه المختلفة له الأثر البالغ في كم ومعدلات واتجاهات النمو العمراني وأنماطه، ويحاول هذا البحث تحديد وتقييم الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف بأودية نزلة بني مالك، ومريخ، وقوس، ومثويب، وتأثير تلك الخصائص على معدلات نمو الكتلة العمرانية الواقعة جنوبي مدينة جدة، وقد أثرت مورفولوجية أحواض التصريف جنوب مدينة جدة على توسعها العمراني خلال مراحل نموها المختلفة، حيث تتألف من الكتل الجبلية، والتلال المنعزلة، سهول فيضية، كما تتألف من المصاطب الساحلية والسهل الساحلي الممتد على طول المنطقة الساحلية، وتختلف الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف من حيث التوزيع المكاني، والمدى المكاني من حوض تصريف إلى آخر. وبالتالي فإن تلك الخصائص قد لعبت دوراً كبيراً في حجم ومعدل النمو العمراني لمدينة جدة خلال فترة الدراسة الممتدة من ١٩٧٢ إلى ٢٠٢٣.

واعتمدت الدراسة على بيانات صور الأقمار الصناعية وأهمها صور القمر الصناعي (LandSat MSS) للعام ١٩٧٢م بدقة مكانية ٥٧ متراً تقريباً وكذلك صور القمر الصناعي الأمريكي

اللاندرسات (Landsat TM & ETM & OLI) بدقة تمييز مكانية ٣٠ متراً، وكذلك القمر Corona، ومن خلال رصد التوسع العمراني، فقد زادت مدينة جدة من حيث العمران من ٤٨ كم^٢ عام ١٩٧٢ إلى ٣٦٤ كم^٢ عام ٢٠٢٣ وبمعدلات بلغت ٦,١٩ كم^٢ سنوياً خلال الفترة المذكورة، أما من حيث معدلات النمو في الأحواض، فقد أثبتت الدراسة بشكل عام أن هناك معدل للنمو بجميع الأحواض ولكن باختلاف معدلاتها من حوض إلى آخر، ومن حيث نمو الكتلة العمرانية على حساب المكونات المورفولوجية، فقد أثبتت الدراسة أن مناطق السهول الفيضية أحتلت المرتبة الأولى في عمليات التوسع العمراني في الأحواض المذكورة حيث زادت بمقدار ٥١,٧ كم^٢، كما امتد العمران خلال الفترة المذكورة على حساب الكتل الجبلية، كما رصدت الدراسة التوسع العمراني على حساب المصاطب الساحلية وذلك في الفترة من ١٩٧٢م إلى ١٩٨٤م ثم توقف التمدد نهائي على حساب السهول الفيضية وربما يرجع ذلك الى ضيق السهول الفيضية في الأجزاء العليا من الأودية واقتربها من مجاري هذه الأودية، أيضاً وابتعد النمو الحضري عن مناطق المراوح الفيضية فلم يسجل خلال فترة الدراسة سوى نمو على ٠,٤ كم^٢ فقط.

وقد أوصت الدراسة بإجراء المزيد من الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والبيولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة ومدي التأثير المتبادل لتلك الخصائص على النمو العمراني لتعظيم الاستفادة من موارد تلك الأحواض ولتقليل أو دفع المخاطر الطبيعية التي يمكن أن تنتجها تلك الأحواض مثل مخاطر الجريان السيلي، أو حركة الكتل فوق السفوح، أو الهبوط الأرضي. وتعتبر الدراسة محاولة لفهم آليات النمو الحضري حرصاً على مبدأ استدامة المعالم البيئية الرئيسية بمدينة جدة بما فيها أحواض التصريف من جهة، ومحاولة تجنب الأخطار البيئية على الكتلة العمرانية الراهنة أو المستقبلية من جهة أخرى.

الكلمات المفتاحية: التنوع المورفولوجي، أحواض التصريف، السهول الفيضية، الكتلة العمرانية.



الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

Abstract:

Geomorphological factors have a major impact in the field of urban planning and growth, and morphological diversity with its various characteristics has a significant impact on the quantity, rates, directions, and patterns of urban growth. This research attempts to identify and evaluate impact of the morphological characteristics of the drainage basins in the wadies of Nazlet Bani Malik, Merikh, Qus, and Mithweb, On the growth rates of the Settlement bulk located south of Jeddah. The morphology of the drainage basins south of Jeddah affected its settlement expansion during the various stages of its growth, as it consists of mountainous blocks, isolated hills, and floodplains, as well as coastal terraces and a coastal plain extending along the coastal plain. The morphological characteristics of drainage basins vary in terms of spatial distribution and spatial extent from one drainage basin to another. Therefore, these characteristics played a major role in the size and rate of growth of settlement of the city of Jeddah during the study period extending from 1972 to 2023.

The study relied on satellite imagery data, the most important of which are Landsat MSS for the year 1972 with a spatial resolution of approximately 57 meters, as well as images of the American satellite Landsat (TM & ETM & OLI) with a spatial resolution of 30 meters. By monitoring settlement expansion, the settlement of Jeddah has increased from 48 km² in 1972 to 364 km² in 2023, at rates reaching 6.19 km² annually during that period. The study proved in general that there is a growth rate in all Basins, but their rates differ from one basin to another, and in terms of the growth of the settlement bulk at the expense of morphological components, the study has proven that floodplain areas ranked

first in settlement expansion in the basins, as it increased by 51.7 km², and settlement also expanded during that period on the Mountainous areas. The study also monitored settlement expansion on the of coastal terraces in the period from 1972 AD to 1984 AD. Then the expansion stopped completely on the floodplains, and this may be due to the narrowness of the floodplains in the valleys upstream. Settlement growth moved away from the floodplain areas, and only 0.4 km² growth was recorded during the mentioned period.

The study recommended that area needs further geomorphological, hydrological and biological studies of the drainage basins in the study area to determine the influence of these characteristics on Settlement growth to maximize the use of the resources of those basins and to reduce or eliminate the natural hazards that these basins can produce, such as the risks of torrents, or the mass movement over the slopes. Or mass wasting. The study is an attempt to understand the mechanisms of Settlement growth in order to ensure the principle of sustainability of the environmental features in Jeddah, including the drainage basins, on the one hand, and an attempt to avoid environmental hazards to the current or future settlement bulk, on the other hand.

Keywords: Morphology, Drainage Basin, Flood Plain, Built-up Area

* * *

المقدمة

تأتي منطقة مكة المكرمة في المرتبة الأولى من حيث الحجم السكاني بالنسبة لمناطق المملكة العربية السعودية، كما تتمتع المنطقة بالتنوع التضاريسي الفريد والذي يندر أن تتنافسها مناطق أخرى في هذا التباين الطبيعي. وتعتبر النطاقات الحضرية من أهم الظواهر الجغرافية المستحقة للدراسة، وبها تتركز الكثافات السكانية المرتفعة حيث الازدياد في نسب التحضر في المملكة العربية السعودية بوجه عام، وبمنطقة مكة المكرمة على وجه الخصوص، والتي ارتفعت نسب التحضر بها من ٦٥٪ عام ١٩٧٤م (الجابري، ٢٠٠٨م، ص ١٠٣) إلى ٨٩٪ في العام ٢٠١٠م (التعداد العام للسكان، ١٤٣١هـ)، وتأتي مدينة جدة ثاني أكبر مدن المملكة سكاناً كسبب في ارتفاع تلك النسب باستحواذها وحدها على ٥٦٪ من سكان الحضر بمنطقة مكة المكرمة وذلك في آخر تعداد سكاني.

وقد أثرت العوامل الطبيعية على تطور مدينة جدة العمراني خلال جميع مراحل نموها، بل إن العوامل الطبيعية هي السبب الرئيس في نشأة مدينة جدة بوقوعها على ساحل البحر الأحمر، وبالتالي فتمدد المدينة وخطتها العمرانية قد تشكلت بنموها المفرط باتجاهي الشمال والجنوب والنمو البطيء باتجاه الشرق لوجود

العوائق التضاريسية من تلال وأودية، ومن ثم فالنمو العمراني وإن كان يتم بسهولة وبمعدل سريع على الشريط الساحلي، فقد تم بصعوبة وبمعدل بطيء في الاتجاه الشرقي حيث كل مرحلة نمو تعني توسع مكاني على حساب التلال ومجاري الأودية والكتل الجبلية وهو ما يتطلب موارد مالية مرتفعة ودراسات علمية وفنية متخصصة.

ويهدف هذا البحث إلى التعرف على المكونات المورفولوجية لأحواض التصريف الخاصة بأودية نزلة بني مالك ومريخ وقوس ومثوب، وتقييم تأثير تلك المكونات على الكتلة العمرانية الواقعة في النصف الجنوبي لمدينة جدة في محاولة لفهم آليات النمو الحضري حرصاً على مبدأ استدامة المعالم البيئية الرئيسية بمدينة جدة بما فيها أحواض التصريف من جهة، ومحاولة تجنب الأخطار البيئية على الكتلة العمرانية الراهنة أو المستقبلية من جهة أخرى.

الأهداف العامة

– التعرف على المكونات المورفولوجية الأساسية لأحواض التصريف الرئيسية في منطقة الدراسة جنوب مدينة جدة وخصائصها المكانية.

- رصد التوسعات العمرانية في منطقة الدراسة بجنوب مدينة جدة وتأثيرها بالمكونات المورفولوجية لأحواض التصريف محل الدراسة.

- دراسة التأثير المتبادل بين المكونات المورفولوجية لأحواض التصريف والتوسعات العمرانية التي حدثت بها.

دوافع النمو العمراني في مدينة جدة

يرتبط النمو العمراني في المقام الأول بالنمو السكاني والاقتصادي للمدينة، فالنمو السكاني هو مبرر لعملية البحث عن أماكن صالحة للسكن لاستيعاب تلك الزيادة السكانية، والاتجاه الواحد في النمو العمراني لا يلبي رغبات الأفراد في امتلاك الأرض السكني، وفي نفس الوقت ترتبط أسعار الأراضي المنخفضة - غالباً - باستحداث المخططات الجديدة بالهوامش الحضرية، وزاد من دواعي التوسع العمراني المساهمات العقارية وسهولة التداول في بيع الأراضي أكثر من المساكن المشيدة (الجخيدب، ٢٠٠٩م، ص ١٨- ١٩).

وفي عام ١٩٧٠م بلغ عدد سكان محافظة جدة نحو ٣٨١ ألف نسمة، وارتفع بحلول العام ١٩٩٣م إلى ٢ مليون نسمة، ثم إلى ٣,٢٥ مليون نسمة عام ٢٠٠٧م، وحسب البيانات المنشورة من قبل برنامج مستقبل المدن السعودية فالعدد السكاني زاد عن ٤ مليون نسمة

بالعام ٢٠٢٠م أي بمعدل نمو سنوي يبلغ ٢,٣٪ كما أن الكثافة السكانية بالمدينة بلغت ٤٨٠٠ نسمة/كم^٢ (برنامج مستقبل المدن السعودية، ١٤٤٠هـ، ص١٨)، وهذه الزيادة السكانية صاحبها زيادة في معدلات النمو العمراني لمدينة جدة.

وقد أثر موقع مدينة جدة على ساحل البحر الأحمر، في نموها العمراني حيث لم يجد العمران مفرأً من التمدد باتجاه الشمال والجنوب حيث إن ساحل البحر يشكل عامل الجذب الرئيس، وبعد التمدد العمراني الكبير بهذين الاتجاهين بعدت المسافة من وسط المدينة وزاد الطلب على الأراضي شرق المدينة حيث القرب من وسطها وقلبها التجاري الذي يمثل عامل الجذب الأكبر. وهناك العديد من المحفزات والمسببات التي ساعدت على النمو العمراني واستغلال الأراضي في نطاق الأودية محل الدراسة بشرق مدينة جدة، ففي وسط بيئة جبلية تنقصها الكثير من مقومات الأنشطة الاقتصادية كانت الأودية وسهولها الفيضية هي المكان المفضل للاستقرار البشري، حيث تكون أماكن محتملة لتجمع المياه وحفر الآبار، كما أن قلة الانحدار في قيعان الأودية ساعدت على البناء ومد الطرق.

كما أن موقع تلك الأبنية بالقرب من النواحي الرئيسية لمدينة جدة أعطى لتلك الأودية أهمية خاصة، فهي قريبة من تجمع الأنشطة

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

الرئيسة المرتبطة بميناء جدة الإسلامي ومركز المدينة القائم على تجمعات المراكز التجارية وتبادل وتوزيع السلع مع بقية مدن المنطقة الغربية، وحديثاً وفي سياق النهضة المجتمعية المصاحبة للنهضة الاقتصادية للمملكة، فقد تم إنشاء العديد من المؤسسات الخدمية العملاقة على أراضي تلك الأودية وأهمها مطار جدة القديم وجامعة الملك عبد العزيز ومحطة قطار الحرمين الشريفين والمناطق الصناعية ومناطق الورش بالإضافة الى العديد من المخططات الجديدة ومن قبلها العديد من البؤر العمرانية العشوائية، وتطلب كل ذلك نشأة شبكة طرق رئيسة لخدمة مدينة جدة وربطها ببقية مدن المملكة، مما زاد التوسعات الحضرية على طول تلك الطرق والخدمات المتواجدة في بطون وتلال تلك الأودية.

الدراسات السابقة

تعددت الدراسات التي اهتمت بتأثير المورفولوجيا الطبيعية على الواقع العمراني، ففي دراسة دياب (١٩٩٣م)، والتي تناولت استعمالات الأراضي والنمو العمراني في مدينة جدة، قد تم إرجاع سبب التوسع العمراني إلى المشروعات العمرانية والزيادة السكانية، كما تناولت الدراسة محددات النمو العمراني في مدينة جدة، بجانب دراسة استخدام الأرض.

وفي دراسة Qari، (١٩٩٥م)، التي تناولت تحليل بيانات الاستشعار عن بعد للتعرف على التوسع العمراني لمدينة جدة، تبين أن مدن المملكة العربية السعودية واجهت تطور ملحوظ خلال العشرين عاما السابقة على الدراسة، وخاصة مدينة جدة، وأن بيانات الاستشعار عن بعد بينت مدى التغير في استخدام الأرض الحضري عبر مراحل زمنية، وكان من نتائج الدراسة عمل نموذجين أحدهما ديموغرافي والآخر خاص بالعمران، وقد ساعد هذين النموذجين في التخطيط الحضري ومن ثم التوقعات المستقبلية للمدينة.

وفي دراسة عبد الله (١٩٩٥م)، عن سبخات السهل الساحلي لمدينة جدة، تم تحديد الخصائص الجيومورفولوجية للسبخات وكيفية الاستفادة منها، كما تم تناول عوامل نشأة السبخات وخصائص رواسب السبخات وبنيتها الداخلية ومورفولوجية سطحها وأشكال السطح الدقيقة والتغيرات التي طرأت عليها، واختتمت الدراسة بعرض الاستخدام الاقتصادي الأمثل للسبخات مثل زراعة نباتات العلف، واستخلاص العناصر الكيميائية التي تدخل في بعض الصناعات مثل صناعة الأسمدة والأصباغ والأدوية.

كما تناول الغامدي والنجار (٢٠٠٢م)، تحليل النمو العمراني واتجاهاته باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد: دراسة تطبيقية

على مدينة مكة المكرمة للفترة من ١٩٧٨ - ٢٠٠٠م، وقد بينت هذه الدراسة أن هناك علاقات قوية بين اتجاهات النمو العمراني وبين العوامل التضاريسية، والمواضع الرئيسية للجذب العمراني، ومواضع المشاعر المقدسة، ومناطق المخططات العمرانية.

وتناولت دراسة Qari (٢٠٠٩م) جيومورفولوجية محافظة جدة مع التركيز على أنظمة تصرف الأودية، وفيها قسم محافظة جدة إلى ثلاث نطاقات جيومورفولوجية: نطاق الشاطئ والبحر الأحمر ونطاق السهل الساحلي ونطاق التلال الساحلية والمصاطب، وتناول فيها الباحث مجموعة من أحواض الأودية منهم وادي نزلة بني مالك ووادي مريخ وتناول تلك الأودية من حيث التحديد والوصف والتحليل المورفومتري واتجاه الجريان وأنماط تلك الأودية. فقد كانت الدراسة مورفومترية تحليلية دون التطرق لأثرها على النمو العمراني. بينما كانت دراسة الشهري (٢٠١٣م)، والتي تناولت تأثير الأبعاد الجيومورفولوجية في النمو العمراني لمدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، حيث توصلت الدراسة إلى أن الأبعاد الجيومورفولوجية أثرت بشكل كبير في مسار العمران خلال الفترات الزمنية المختلفة منذ نشأت المدينة، كما تبين تقطع النسيج الحضري بفعل العامل الطبوغرافي وأن معظم النمو العمراني قد توطن في الأودية والشعاب مبتعدا عن المنحدرات الجبلية

وقممها قدر الإمكان، كما أن عامل المنسوب كان محددا للنمو العمراني، كما أثبتت الدراسة أن معظم ما أنشئ في المدينة يدخل في نطاق حول مجاري الأودية الرئيسية بعرض ١٠٠م وهو ما يعرض المنشآت في داخل هذا الحرم لخطر السيول.

وقد قام الجوفي وزملاؤه (AlJoufi,et-al.,2013) بعمل دراسة عن التحليل الزمني والمكاني للنمو العمراني ووسائل النقل في مدينة جدة، وقد هدفت الدراسة الى دراسة العلاقة الزمنية والمكانية بين التوسع العمراني والنقل في مدينة جدة باستعمال نظم الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وقد استعمل الباحثون مؤشرات متنوعة لدراسة التغيرات التي تعكس العلاقة بين التغير المكاني للتوسع العمراني والنقل خلال أربع عقود ممتدة من عام ١٩٦٤م إلى ٢٠٠٧م، وقد أوضحت الدراسة ان مدينة جدة خلال الأربعة عقود الماضية قد عانت من نمو سكاني سريع وتحدد مكاني واسع وتغيرات في استخدامات الأراضي وتحدد في البنية الأساسية للنقل، وقد استخدمت الدراسة صور جوية لأعوام ١٩٦٤م و١٩٧٠م و١٩٨١م، واستخدمت كذلك صور (سبوت) للأعوام ١٩٩٣م و٢٠٠٤م و٢٠٠٧م.

كما قام المزروعي وزملاؤه (AlMazroui,et-al.,2017) باستخدام المربّيات الفضائية من نوع لاندسات لرصد النمو العمراني بجدة وتأثيره على البيئة لفترة زمنية تصل الى ٤١ سنة تمتد من ١٩٧٣

الى ٢٠١٤م، وذلك لدراسة التغيرات الزمانية والمكانية في الحيز العمراني للمدينة، كما استخلص الباحثون الحيز العمراني من صور الأقمار الصناعية وكذلك تم استخلاص المناطق الخضراء وأنواع التربة ومناطق الرمال والمناطق الصخرية وشبكات الطرق، وقد توصلت الدراسة الى ان التوسع العمراني له تأثير طفيف على درجة حرارة السطح بالمنطقة.

كما ركزت دراسة الغنزي (٢٠١٩م)، على اتجاهات التوسع العمراني لمدينة جدة، ومعرفة طبيعة النمو المكاني لها، كما كانت التوسعات العمرانية هي تلبية للزيادة السكانية وما تبعها من التوسع في شبكات الطرق والمشاريع الخدمية المختلفة، وخلال فترة دراسة امتدت نحو نصف قرن أوضحت الدراسة اتجاهات ومعدلات النمو العمراني بالمدينة وتحليل مسببات التوجه لمناطق التوسعات العمرانية.

وفي دراسة للداوودي ونيانج (Daoudi,M.,Niang.,A2021) عن تأثير الخصائص الجيومورفولوجية على التوسع العمراني في مدينة جدة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الفترة الممتدة من ١٩٦٥ إلى ٢٠٢٠م، فقد هدفت الدراسة إلى إبراز المخاطر الطبيعية التي تحدث نتيجة التفاعل الزمني والمكاني بين الظواهر الجيومورفولوجية والنمو العمراني لمدينة جدة باستخدام

تقنية التحليل المكاني والبيانات المستخلصة من صور الأقمار، وقد توصل الباحثان الى ان الحيز العمراني لمدينة جدة قد تضاعف ثلاثين مرة خلال فترة الدراسة، حيث كانت المساحة الكلية لمدينة جدة في عام ١٩٦٥م ٣٦ كم^٢، وكما بلغت المساحة في عام ٢٠٢٠م ١٣٠ كم^٢ وقد حدث هذا التوسع عبر الوحدات المورفولوجية المختلفة في المنطقة الساحلية الجبلية.

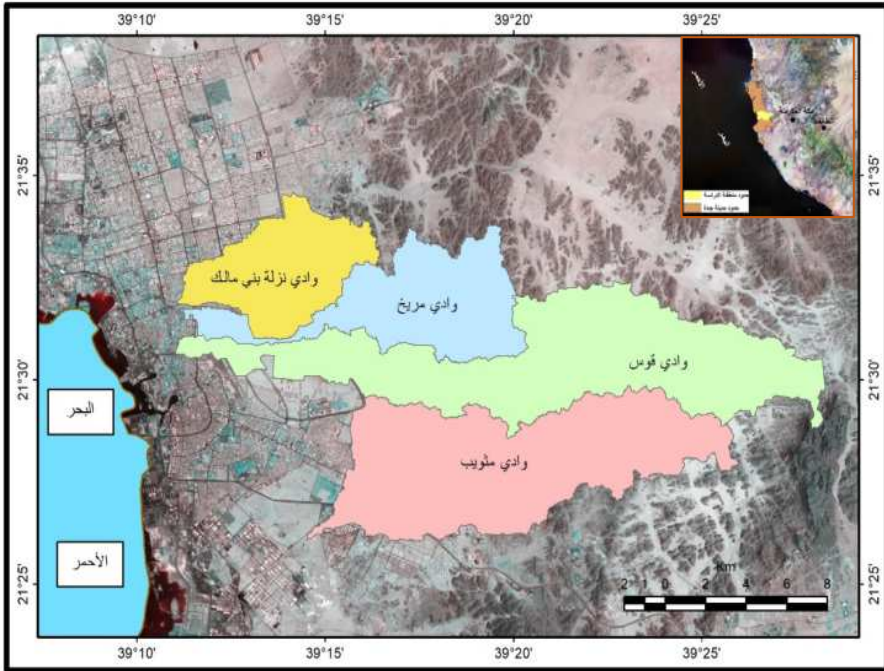
ومن خلال الدراسات السابقة لمدينة جدة، نجد أنها تناولت امتداد وتوسع العمران لمدينة جدة بأكملها وعلاقة العمران إما بشبكات النقل والطرق والخدمات واستخدامات الأرض، ومنها ما ركز على دراسة الوحدات الجيومورفولوجية لمدينة جدة فقط، ومنها ما تناول علاقة ذلك بالعمران في مدينة جدة، حيث استخدم الباحثون إطار جغرافي مختلف وفترات زمنية غير منتظمة عن الدراسة الحالية.

بينما نجد أن الدراسة الحالية كانت ذات منهجية وبيانات مختلفة ومدى زمني ومكاني مختلف، فقد تناولت الدراسة الحالية رصد العلاقة بين النمو العمراني وأحواض التصريف المائي ومكوناتها المورفولوجية في الجزء الجنوبي لمدينة جدة خلال فترات زمنية منتظمة وركزت على التوسع العمراني داخل وحدة جيومورفولوجية محددة، وهي أحواض التصريف لأودية جنوب جدة وأثرها على التوسع العمراني.

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

الإطار المكاني والزمني لمنطقة الدراسة

من الشكل (١) تم تحديد منطقة الدراسة داخل أحواض أودية نزلة بني مالك، مريخ، قوس، مثويب، وهي التي تشكل تقريباً غالبية النصف الجنوبي لمدينة جدة، بين دائرتي عرض 21° و 26° إلى 21° و 36° شمالاً وبين خطي طول 39° و 11° إلى 39° و 29° شرقاً. كما تم تحديد الفترة الممتدة بين أعوام ١٩٧٢م و ٢٠٢٣ م، وذلك تبعاً لتوفر الوثائق الخرائطية والمرئيات الفضائية.



شكل (١): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

منهجية الدراسة

قامت الدراسة بالاعتماد على المنهج الإقليمي والتاريخي لدراسة الأشكال المورفولوجية بأحواض الأودية محل الدراسة، ورصد الكتلة العمرانية الواقعة داخل تلك الأحواض وتطورها في سنوات مختارة وهي ١٩٧٢م، ١٩٨٤م، ١٩٩٤م، ٢٠٠٣م، ٢٠١٤م، ٢٠٢٣م، كما تم استخدام بعض الأساليب الإحصائية لدراسة العلاقة في النمو العمراني في أحواض التصريف خلال الفترات بالإضافة إلى الدراسة الميدانية حيث تم رصد الكتل العمرانية بالمنطقة ويمكن تلخيص خطوات العمل كالتالي:

١- البيانات المكانية والوصفية

• مرئيات الأقمار الصناعية وأهمها مرئيات القمر الصناعي Landsat (MSS) للعام ١٩٧٢م (شكل ٢) والتي تتميز بدقة مكانية عالية آنذاك. وقد تم إجراء تصحيح هندسي لهذه المرئيات الفضائية باستخدام صور الأقمار الصناعية اللاندسات والملتقطة في عام ١٩٨٦م. ولأن منطقة الدراسة تغطيها أكثر من صورة، فقد تم عمل موزايك من بعض تلك الصور لإنتاج صورة كلية تغطي منطقة الدراسة، والجدول (١) يبين المواصفات الفنية للمرئيات الفضائية المستخدمة في تلك الدراسة.

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسية
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

• المرئيات الفضائية من طراز Landsat TM & ETM & OLI ،
للعام ٢٠٢٣ بدقة مكانية ٣٠ متروتم الحصول على خمسة صور
بفاصل زمني حوالي عشرة أعوام حسب إتاحة الصور في قواعد
البيانات، وذلك في الفترة الزمنية من ١٩٨٤م وحتى ٢٠٢٣ م، لتغطي
بذلك مدي زمني للدراسة يصل إلى ٣٩ عاماً. لتصل المدة الزمنية التي
تغطيها الدراسة ٥١ عاماً ، وقد تم الحصول على اللاندسات بأجيالها
المختلفة من المواقع الإلكترونية العالمية والمتاحة مجاناً على الشبكة
العنكبوتية <https://earthexplorer.usgs.gov> () ، والجدول (١) يبين
المواصفات الفنية لصور اللاندسات المستخدمة في تلك الدراسة.

جدول (١) المواصفات الفنية للمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة

السنة	القمر	Path	Row	الدقة المكانية (متر)	التاريخ
1972	LandSat (MSS)	182	45	60	4/11/1972
		183	45	60	29/09/1972
1984	LandSat (MSS)	169	45	60	17/07/1984
		170	45	60	8/07/1984
1994	LandSat (TM)	169	45	30	13/07/1994
		170	45	30	4/07/1994
2004	LandSat (ETM)	169	45	30	17/08/2004
		170	45	30	23/07/2004
2014	LandSat (OLI-TIRS)	169	45	30	20/07/2014
		170	45	30	27/07/2014
2023	LandSat (OLI-TIRS)	169	45	30	29/07/2023
		170	45	30	28/07/2023

• الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ والتي يعود
طباعتها إلى عام ١٩٧٥م بالاعتماد على الصور الجوية للعام

١٩٧١م من قبل الهيئة العامة للمساحة والمعلومات

الجيومكانية. <http://gasgi.gov.sa/Ar/Pages/default.asp>

• الخرائط الجيولوجية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠٠ والمنتجة من قبل

الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية

(<http://gasgi.gov.sa/Ar/Pages/default.asp>)

• نماذج الارتفاعات الرقمية Digital Elevation Models

(DEM) بدقة ٢ متر، والتي تم الحصول من مدينة الملك عبد

العزیز للعلوم والتقنية

٢- بناء قاعدة البيانات الجغرافية للمكونات المورفولوجية

والنمو العمراني

تطلبت الدراسة إعداد قاعدة بيانات جغرافية باستخدام برامج

نظم المعلومات الجغرافية ، على النحو التالي:

- طبقات مستخلصة من المرئيات الفضائية للقمر الصناعي

LandSat , ونموذج الارتفاع الرقمي وهي:

- طبقة لحدود أحواض التصريف قيد الدراسة وهي حوض

وادي مثنوب، وقوس، ومريخ، وبنی مالک.

- طبقة التركيب المورفولوجي لأحواض التصريف.

- طبقة للحيز العمراني لمدينة جدة عام ١٩٧٢م.

- طبقة لشبكة الطرق الرئيسية لمدينة جدة عام ١٩٧٢ م.

– طبقات للحيز العمراني لمدينة جدة للأعوام ١٩٨٤ ، ١٩٩٤ ، ٢٠٠٣ ، ٢٠١٤ ، ٢٠٢٣

– طبقات لشبكة الطرق الرئيسية لمدينة جدة للأعوام ١٩٨٤ ، ١٩٩٤ ، ٢٠٠٣ ، ٢٠١٤ ، ٢٠٢٣ بالاستعانة بالمرئيات ذات الدقة العالية التي يقدمها Google Earth Pro.

– طبقة لشبكات التصريف بأحواض التصريف للأودية المذكورة مستخلصة من نموذج الارتفاع الرقمي (بدقة ٢ متر)

– طبقة لدرجات واتجاه الانحدار للأودية مستخلصة من نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ٢ متر .

٣- التحليل والتقييم الجغرافي للخصائص المكانية خلال الفترة

الزمنية للدراسة

ويقصد به إجراء تحليل مكاني باستخدام عمليات التحليل الكارتوجرافي والإحصاء المكاني، من أجل تقييم التأثير المتبادل بين توسع الكتلة العمرانية والمكونات المورفولوجية لأحواض التصريف المستضيفة لمدينة جدة، وذلك من خلال الخطوات الآتية:

- تحديد المكونات المورفولوجية، وتشمل الأودية الرئيسية وروافدها والسهول الفيضية والمراوح الفيضية والتلال المنعزلة والكتل الجبلية والمنحدرات الجبلية والمصاطب الساحلية

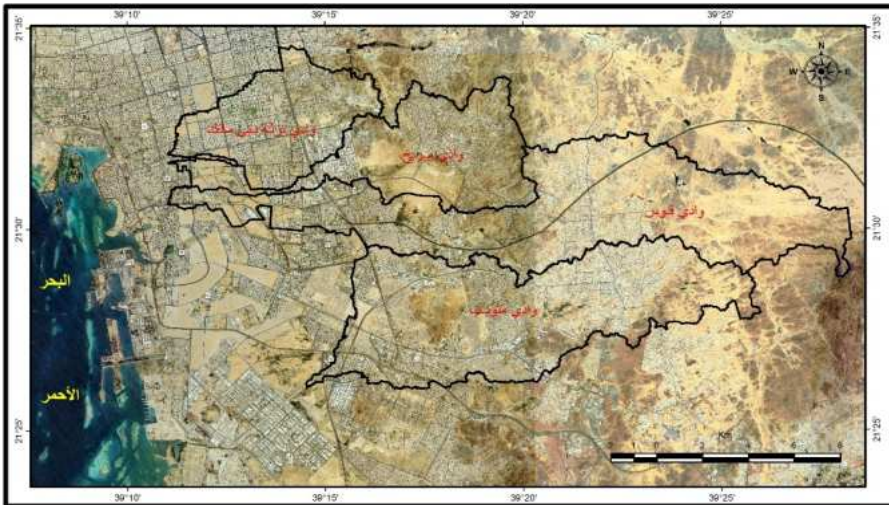
والسبخات بالمنطقة الساحلية، بالإضافة إلى التجمعات الرملية.

- تحديد الخصائص المكانية للمكونات المورفولوجية مثل: توزيعها المكاني ومداهما المكاني بأحواض التصريف.
- تقدير المدى المكاني الكتلة العمرانية الأساسية لمدينة جدة لعام ١٩٧٢م، ونصيب كل حوض منها.
- تقدير المدى المكاني للكتلة العمرانية لمدينة جدة للأعوام ١٩٨٤، ١٩٩٤، ٢٠٠٣، ٢٠١٤، ٢٠٢٣ م ونصيب كل حوض منها.
- تقدير نمو الكتلة العمرانية خلال كل فترة زمنية بكل حوض تصريف، والعوامل المؤثرة على ذلك النمو.
- تقدير معدلات النمو العمراني في فترات الدراسة لكل حوض تصريف.
- تقييم تأثير المكونات المورفولوجية على مقدر ومعدل نمو الكتلة العمرانية لمدينة جدة بكل حوض تصريف والعوامل المؤثرة على ذلك.

التحليل والنتائج

أولاً: الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف

يتشكل سطح منطقة الدراسة بوجه عام تحت تأثير عدة عمليات وهى عمليات التعرية النهرية والتعرية الهوائية والساحلية، أما العمليات النهرية وهى تلك العمليات التى تؤدي إلى الجريان المائى السطحي فى المجاري السطحية وبطون الأودية، كذلك فإن العمليات الساحلية والتي تؤثر بشكل أساس على السهل الساحلي وينتج عن ذلك بعض الاشكال الجيومورفولوجية مثل السبخات، والبحيرات الساحلية والبرك والمستنقعات، والشروم، والرؤوس البحرية، والخلجان، الجزر البحرية، كما يؤدي انخفاض سطح البحر أو ارتفاع المنطقة الساحلية أو كليهما إلى تكوين المصاطب الساحلية، كذلك تقوم العمليات الهوائية بدورها فى تشكيل سطح المنطقة وينتج عن ذلك أشكال هوائية متعددة ومنها الكثبان الرملية.



شكل (٢) حدود أحواض التصريف والحيز العمراني بين عامي

١٩٧٢ - ٢٠٢٣ م

ومعظم أشكال سطح الأرض بمنطقة الدراسة هي في الواقع قد نشأت من فعل تلك العمليات المذكورة مثل القنوات المائية والأودية الجافة والسهول الفيضية والمراوح الفيضية والتلال المنعزلة، والمصاطب النهرية، والكثبان الرملية.

ومن أجل استدامة عمليات التخطيط والتنمية المستدامة، يجب دراسة تلك الأشكال المورفولوجية السابقة والتي وأن بدت لحظيا غير ديناميكية أو أنها ثابتة لا تتغير، فإن من صفاتها التغير المتواصل على مراحل زمنية تتبدل بتغير الشكل وبتغير القوى الدافعة التي تفضي إلى العمليات النهرية. وعليه يمكن القول إن درجة دوام واستدامة أي نشاط بشري يعتمد بشكل أساس على درجة ثبات واستدامة شكل الأرض الذي يقع عليه هذا النشاط.

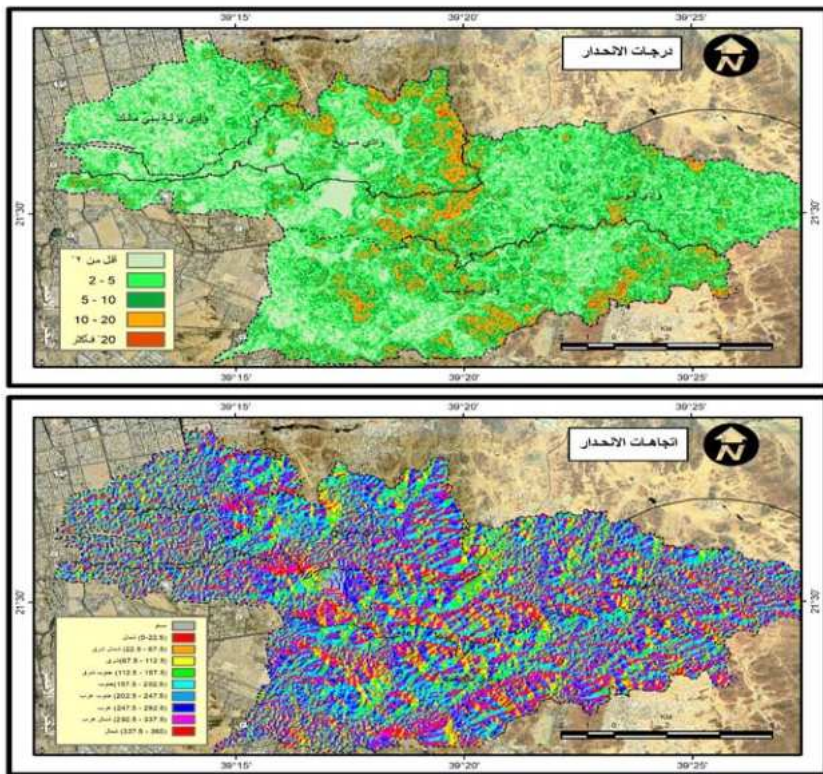
وكما أن هناك مخاطر تتسبب فيها العمليات النهرية كمخاطر السيول الجارفة، فإن مخاطر العمليات الهوائية لا تقل أثراً وشدة، وذلك لأن الكثبان الناجمة عن العمليات الهوائية لا تتوقف عن الحركة المستمرة كجزء أساسي من وجودها وتطورها، فتهدد بذلك جميع أشكال الأنشطة البشرية التي تعترض طريقها. وتتواجد تجمعات رملية في بعض المواقع في منطقة الدراسة على طول وادي مثويب.

ولدراسة الأشكال المورفولوجية المكونة للمنطقة الممتدة على طول أودية منطقة الدارسة فإنه من المستحسن أن نتعرف عليها قبل التغير الواسع الذي طرأ على هذه الأشكال خلال العقود الخمسين الأخيرة. وتم استخراج خطوط الكنتور من نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ٢ متر كما تم رسم وترقيم أشكال سطح الأرض المختلفة على طول الأودية مع رصد تغير استخدامات الأراضي والغطاء الأرضي ، شكل (٣) .

ويلاحظ ان العمران في عام ١٩٧٢ كان يتركز بصورة أساسية على السهل الساحلي وهي مناطق منبسطة لا يزيد منسوبها عن ٢٥ متر فوق مستوى سطح البحر ، وينبغي الإشارة إلى أن أحواض التصريف تنتهي فوق السهل الساحلي ولا توجد مجاري محددة تصل إلى البحر وانما تتصل مصبات الأودية مكونة مجموعة من الدالات المتصلة وتعرضت لتأثير العمليات الساحلية وكانت أكثر وضوحا من تأثير الأودية التي لا تجري بها المياه الا في أوقات السيول وهي غير معلومة التوقيت ولا الكمية ولا المكان ، تمدد العمران منذ الاربعينات فوق السهل الساحلي وطمس المجاري المتشعبة التي كانت تصل إلى البحر ، أما أودية منطقة الدارسة فلم يكن بها سوى بعض الطرق وبعض المنازل والمزارع المحدودة.

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسية وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

ووقد امتد العمران فوق الاشكال الأرضية بالأحواض محل الدراسة إلا أن وتيرة الزحف العمراني اختلفت بحسب طبيعة الأشكال الأرضية وكذلك بحسب الفترة الزمنية، وفيما يلي دراسة لأشكال الأرضية التي زحف عليها العمران بالمنطقة.



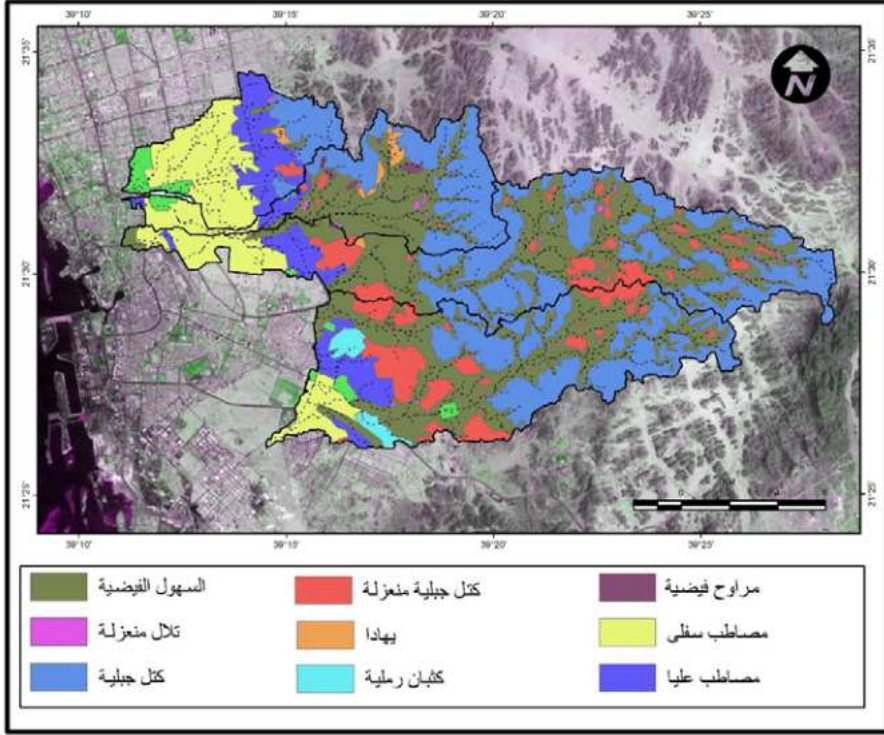
شكل (٣) درجات واتجاهات الانحدار بأحواض منطقة الدراسة

الكتل الجبلية

يتراوح المنسوب بأحواض منطقة الدراسة بين ٢ - ٥٤٠ متر بمتوسط ٩٨,٧ مترا وتضم الاحواض تنوعا تضاريسيا إذ توجد مصبات الأودية التي تتسم بقلة منسوبها وصلاحياتها للنمو العمراني وهو ما حدث بالفعل حيث كان اتجاه النمو العمراني نحو الشرق بالمنطقة كذلك توجد بعض المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ١٠٠ متر والتي أطلق عليها مجازا الكتل الجبلية وهي الكتل المتواجدة بمنطقة الدراسة وتحديدًا التي توجد في المجاري العليا للأودية الرئيسية لأحواض التصريف قيد الدراسة (جدول (٢) وشكل (٤)).

وتبلغ مساحة الكتل الجبلية الكلية ٧٩,١ كم^٢ وتمثل ٣٣ ٪ من إجمالي مساحة الظاهرات بالمنطقة وبالتالي فهي تشكل ثاني أكبر نسبة من بين الأشكال المورفولوجية الأخرى. وتنتشر الكتل الجبلية بشكل عام كلما تعمقنا في اتجاه الشرق مبتعدين عن البحر، ومن هنا نجد أن حوض وادي قوس قد ضم ما يقرب من ٣٩,٧٣ ٪ من مساحة الكتل الجبلية في منطقة الدراسة حيث يشكل أكبر الأحواض مساحة يليه وادي مثويب بنسبة ٢٩,٧٩ ٪ من مساحة الكتل الجبلية الكلية.

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة



شكل (٤) المكونات الجيومورفولوجية

الرئيسية بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

وكان للكتل الجبلية أثرا كبيرا في الوقوف عائقا أمام النمو العمراني في الماضي، حيث التكلفة المادية المرتفعة لتكسير الكتل الجبلية وتثبيتها، أيضا عند الاستخدامات العمرانية المختلفة بداية من الاستخدام السكني والخدمات والأنشطة التجارية، فتؤثر تكلفة تهيئة الأرض ومدى جاهزيتها للبناء المباشر أو غير المباشر على أسعار الأراضي والسوق العقارية في المناطق

الشرقية من مدينة جدة. ومع التطور التكنولوجي والنمو الاقتصادي للمملكة فقد ساعد ذلك على مد شبكات البنى التحتية وخاصة شبكة الطرق، أما من حيث الأخطار الطبيعية فتلك الكتل الجبلية هي المسؤولة عن تجميع مياه الأمطار وعدم الاحتفاظ بها جراء الانحدارات الشديدة وتجميعها في الروافد العليا للأودية ونقلها الى القنوات الرئيسية في المناطق المنبسطة والتي تؤدي بدورها الى غرق تلك الأماكن بالسيول وتجمعات المياه.

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

جدول (٢) المكونات الجيومورفولوجية الرئيسية بالأحواض ومساحتها

النسبة من المساحة الظاهرات	الإجمالي (كم ^٢)	مثريب			فوس			مريخ			نزلة بني مالك			الظاهرات الأرضية
		مساحة الظاهرة	مساحة الحوض	المساحة (كم ^٢)	مساحة الظاهرة	مساحة الحوض	المساحة (كم ^٢)	مساحة الظاهرة	مساحة الحوض	المساحة (كم ^٢)	مساحة الظاهرة	مساحة الحوض	المساحة (كم ^٢)	
٣٣.٠١	٧٩.١٠	٢٩.٧٩	٢٩.٧٩	٢٣.٧٧	٣٩.٧٣	٣٥.٦٨	٣١.٧٠	٢٢.١٢	٤٣.٠٧	١٧.٦٥	٧.٤٩	١٩.٩٥	٥.٩٨	الكتل الجبلية
٣٥.٨٥	٨٥.٨٩	٣٦.٣٧	٣٩.١٥	٣١.٢٤	٤٤.٥٣	٤٣.٠٥	٣٨.٢٤	١٨.٥١	٣٨.٨٠	١٥.٩٠	٠.٥٩	١.٧٠	٠.٥١	السهول الفيضية
١١.٩٩	٣٨.٧٣	١٥.٧٧	٥.٦٨	٤.٥٣	٢٢.٦٥	٧.٣٢	٦.٥١	١١.١٧	٧.٨٣	٣.٢١	٥٠.٤٠	٤٨.٣٠	١٤.٤٨	مضايق المتخففة
٧.٨٤	١٨.٧٦	٦.٩٣	٦.٩٣	٥.٥٥	١٩.١٦	٤.٠٥	٣.٦٠	٨.٠٧	٣.٦٠	١.٥١	٤٣.٣٧	٣٧.١٨	٨.١٥	المضايق العليا
٨.٧٦	٣١.٠٠	٥.٦٤	١٤.٨٥	١١.٨٥	٣٩.٠٠	٩.٢٢	٨.١٩	٢.٢٢	١.٢٢	٠.٥٠	٢.١٩	١.٥٣	٠.٤٦	كتل جبلية منعزلة
١.١٤	٢.٧٢	١.٠٠	٣.٤١	٢.٧٢	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	كتبان رملية
٠.٤٣	١.٠٢	٠.١٩	٠.١٩	٠.١٥	٤٥.١٠	٠.٥٢	٠.٤٣	٣.٤٣	٠.٥٧	٠.٣٥	٥.٨٧	٠.٢٠	٠.٠٦	تلال منعزلة
٠.٨١	١.٦٩	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٧.٢٨	٠.٦٦	٠.٦٤	١.٦٠	٢.٥٩	١.٢١	٢٠.١٢	١.١٣	٠.٣٤	النهادا
٠.٢٧	٠.٦٥	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	١.٠٠	١.٥٩	٠.٦٥	٠.٠٠	٠.٠٠	٠.٠٠	المراوح الفيضية
١.٠٠	٣٣٩.٥٩	٣٣.٣٠	١٠٠.٠٠	٧٩.٧٩	٣٧.٠٨	١٠٠.٠٠	٨٨.٨٤	١٧.١٠	١٠٠.٠٠	٤٠.٩٨	١٢.٥١	١٠٠.٠٠	٢٩.٩٨	الإجمالي

السهول الفيضية Alluvial Plains

تعتبر السهول الفيضية أهم ظاهرة مورفولوجية بالمنطقة المدروسة وتوجد على جوانب الأودية الرئيسية محل الدراسة وتقع المنطقة بأكملها تقع ما بين مرتفعات البحر الأحمر من الشرق وساحل البحر الأحمر من الغرب، كما جاءت السهول الفيضية في المرتبة الأولى من حيث المساحة بعد الكتل الجبلية، وتبلغ مساحة السهول الفيضية ٨٥,٨٩ كم^٢ بنسبة ٣٥,٨٥ ٪ من إجمالي مساحة الظاهرات بالمنطقة، وتعتبر السهول الفيضية المكان المفضل للتوسعات العمرانية والأنشطة البشرية المختلفة وذلك لطبيعة الأرض وانخفاض تكاليف تهيئتها قبل الاستغلال وهي المناطق التي زحف عليها العمران خلال الفترة الزمنية من ١٩٧٢ إلى ٢٠٢٣ .

وتمثل السهول الفيضية - خاصة القريبة من مجاري الأودية -

مناطق خطر كبير في حال الجريان السيلي في هذه الأودية

المصاطب الساحلية Coastal Terraces

وهي مجتمعة تعتبر ثالث أوسع الظاهرات المورفولوجية الطبيعية انتشارا بمنطقة الدراسة، وعلى مستوى أحواض الأربع أودية. وتبلغ المساحة الإجمالية لتلك الظاهرة الطبيعية ٤٧,٥٢ كم^٢ بما يقدر بنحو ١٩,٨٣ ٪ من إجمالي مساحة أحواض التصريف للأودية الرئيسية.

وتقع المصاطب السفلى على منسوب ٩ ، ١٥ متر فوق مستوى سطح البحر وتبلغ مساحتها نحو ٢٨,٧٣ كم^٢ عام ١٩٧٢م أو ما يقدر بنحو ١١,٩٩ ٪ من إجمالي مساحة الظاهرات بالمنطقة ، وتقع الى الشرق تماما من الكتل العمرانية القديمة ، وان كانت التوسعات العمرانية قد طالتها في الوقت الحالي لتحل تقريبا جميع أراضيها.

وتقع غالبية أراضي المصاطب العليا - تقع على مناسيب ٣٠ ، ٤٥ مترا - بعيدة عن البحر ويفصل بينها وبين الساحل المصاطب السفلي ، وقد زحف عليها العمران في الفترات الزمنية التي أعقبت عام ١٩٧٢

الكتل الجبلية المنعزلة Isolated Mountain Masses

وهي تلك الكتل الجبلية المنعزلة عن السلاسل الجبلية الرئيسية وتبلغ المساحة الكلية لهذه الفئة ٢١ كم^٢ بما يشكل ٨,٧٦ ٪ من إجمالي مساحة الظاهرات بالمنطقة ، وهي تنتشر بشكل رئيس في وادي مثويب ووادي قوس حيث يضم الواديين نحو ٩٥ ٪ من مساحة الكتل الجبلية المنعزلة في منطقة الدراسة. وتمثل تلك الكتل الجبلية المنعزلة عائق أيضا أمام عمليات التوسع العمراني ومد شبكات البنى التحتية وخاصة إن كانت ذات مساحة كبيرة.

التلال المنعزلة Isolated hills

وهي كتل جبلية انفصلت عن الكتل الجبلية الرئيسية وبلغت مساحتها ١,٠٢ كم^٢ بمنطقة الدراسة بنسبة ٠,٤٣٪ فقط. ويبلغ إجمالي عدد هذه التلال ٢٣٥ تلاً من واقع ما تم ترقيمه من صور الأقمار الصناعية. كما تختلف هذه التلال في المساحة اختلافاً كبيراً حيث تصل مساحة أكبر تلال منعزل إلى ٧٦ ألف متر مربع بينما تصل مساحة أصغر تلال منعزل إلى ٢١٨ م^٢.

المراوح الفيضية والبهادا والكثبان الرملية

هي في الواقع ظاهرات متواجدة في منطقة الدراسة ولكن بنسب بسيطة جداً، حيث تشغل المراوح الفيضية نحو ٠,٦٥٪ كم^٢ وتتركز في وادي مريخ أما الكثبان الرملية تواجدت فقط في حوض وادي مثويب على طريق جدة السريع وجزء صغير على طريق الحرمين وتشغل نحو ٢,٧٢ كم^٢.

وقد امتد العمران حديثاً على أغلب هذه الظاهرات وخاصة المراوح الفيضية والبهادا.

ثانياً: التوسع العمراني الوضع العمراني في منطقة الدراسة بين

العامين ١٩٧٢م - ٢٠٢٣م

- الواقع العمراني عام ١٩٧٢م

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

يتبين من صورة القمر الصناعي Landsat(MSS)1972 للعام ١٩٧٢م ندرة العمران في منطقة الدراسة، شكل (٥) وقد بلغت مساحة العمران في تلك الفترة ٤٩,١٩ كم^٢ وبدراسة العمران داخا احواض منطقة الدراسة تبين انه يشغل مساحة صغيرة لا تتعدى 2.35 كم^٢ بنسبة ٤,٧٧ ٪ من اجمالي مساحة العمران بمدينة جدة عام ١٩٧٢ وتوزع العمران في الأودية على النحو التالي: -

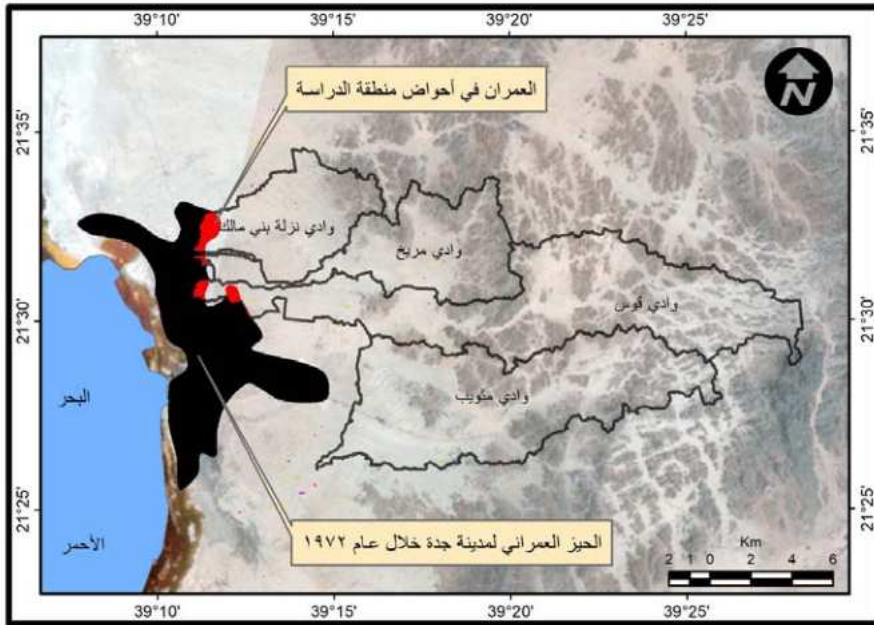
جدول (٣) مساحة العمران في أحواض المنطقة خلال عام ١٩٧٢م

الحوض	مساحة العمران (كم ^٢)	النسبة المئوية
نزلة بني مالك	١,٢٩٩٠٤٩	٥٥,٢٨
مريخ	٠,١٠٤٨٧١	٤,٤٦
قوس	٠,٩٤٦٦٢٣	٤٠,٢٦
مثويب	-	-
الاجمالي	٢,٣٥	١٠٠

وقد تركز العمران بشكل أساسي في حوض وادي بني مالك بنسبة ٥٥,٣ ٪ تقريبا من إجمالي الكتلة العمرانية بالأحواض المدروسة، ويليه وادي قوس وبلغت نسبة العمران به نحو ٤٠,٣ ٪، ويرجع ذلك الى القرب المكاني لهذين الواديين من المجمع الحضري لمدينة جدة وكذلك قربهما من الميناء والمدينة التاريخية، وقد اختفى العمران في هذه الفترة من وادي مثويب وان وجدت قريبا من

مصبه بعض المناطق العشوائية تتبع مجرى الوادي وكتل عمرانية محدودة ومتناثرة على طريق جدة القديم.

إن من أهم محددات مورفولوجية المدينة العمرانية هي خطتها العمرانية والتي تتشكل بالأساس من شبكة الطرق والشوارع الرئيسية بالمدينة، وبناء عليه فدراسة شبكة النقل بمدينة جدة هي أساس فهم التطور العمراني، ويمكن إيجاز أهم سمات الشبكة في التالي:



شكل (٥) العمران في منطقة أحواض الأودية عام ١٩٧٢

١- شبكة الطرق

تعتبر شبكة الطرق هي الظاهرة الأكبر ارتباطاً بالكتلة العمرانية، ولهذا تأتي أهمية دراسة شبكة الطرق عند التحدث عن التطور العمراني.

ويوضح شكل (٦ أ - ب) التطور في شبكة النقل الرئيسة في منطقة الدراسة بين عامي ١٩٧٢م و ٢٠٢٣م ومن خلال الشكل يتضح انه فلم يكن يوجد في منطقة الدراسة سوى:

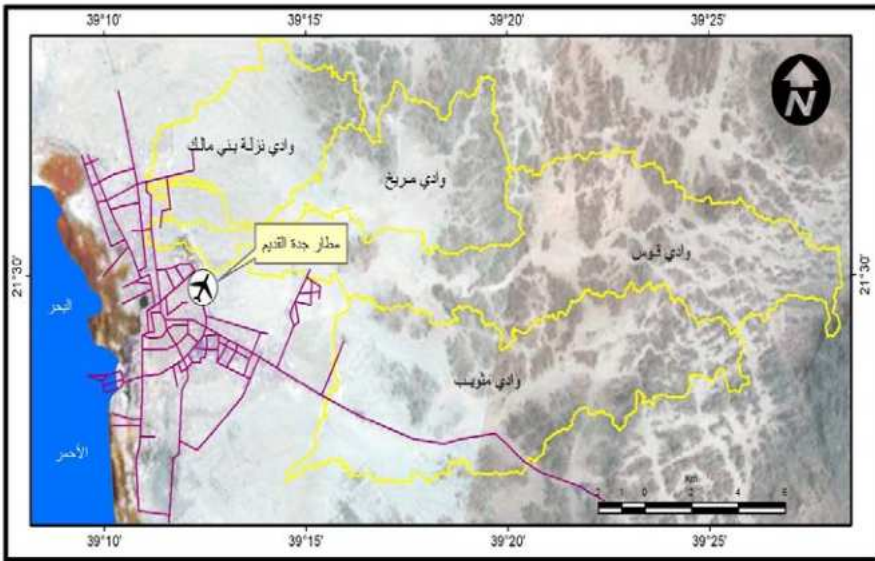
طريق مكة القديم: ويأتي في شرق الكتلة العمرانية في ذلك الوقت ويتجه قليلاً إلى الجنوب، وهو الطريق الأكبر والتاريخي بالنسبة لمدينة جدة، فهو يربط المدينة بقبلة المسلمين والتي كانت جدة لها بوابة استقبال الحجاج على مدار ما مضى من سنين سواء جواً أو بحراً.

طريق جدة - المدينة المنورة: وهو ثاني الطرق المهمة والرئيسية بمدينة جدة ويربط المدينة بثاني الحرمين الشريفين، ويعتبر هو وطريق مكة المكرمة القديم سبباً في انتشار وخروج العمران من مدينة جدة التاريخية إلى الشرق وإلى الشمال.

شبكة الطرق الداخلية: وتتمثل في طريق الملك خالد الذي شكل في تلك الفترة طريقاً دائرياً خارجياً للكتلة العمرانية، كما يتضح بعض ملامح طريق الملك فهد، وشكل شارع غرناطة حداً للعمران من الشمال، ولا يمكن تجاهل أن شارع فلسطين كان محددًا وذو تخطيط واضح في تلك الفترة، أيضاً طريق الكورنيش وطريق الميناء وبعض الطرق الداخلية والتي تم تطويرها فيما بعد إلى محاور رئيسية.

٢- مطار جدة

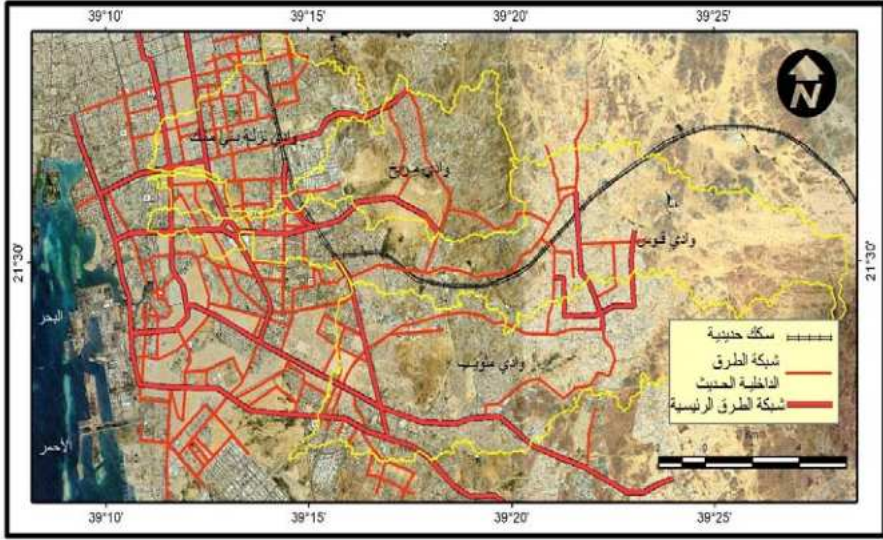
حتى العام ١٩٨١م كان موقع مطار مدينة جدة يقع في حي السليمانية شرقي المدينة، حيث تم التأسيس له عام ١٩٤٥م وكان في ذلك الوقت يقع على هامش المدينة العمراني، وقد زحف العمران ناحية الشرق باتجاه المطار القديم وكان لابد من انشاء مطار جديد، ومع التوسعات العمرانية وتمدد الكتلة السكنية بجميع الاتجاهات فقد بدأت أعمال الإنشاء لمطار الملك عبد العزيز سنة ١٩٧٤م وافتتح رسميا عام ١٩٨١م ويقع شمالي المدينة في موقعه الحالي.



شكل (٦- أ) شبكة النقل الرئيسية

في منطقة الدراسة في عام ١٩٧٢م

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة



شكل (٦- ب) شبكة النقل الرئيسة

في منطقة الدراسة في عام ٢٠٢٣م

٣- ميناء جدة الإسلامي(*)

مر ميناء جدة بالعديد من المراحل من حيث التوسع المكاني، وبعكس الكتلة العمرانية التي كانت تتوسع وتتمدد على اليابس، فقد توسع ميناء جدة الإسلامي على حساب البحر، وتبلغ مساحة

(*) أنشئ ميناء جدة في عهد ثالث الخلفاء الراشدين عثمان بن عفان سنة ٢٦هـ / ٦٤٦ م ليحل محل ميناء الشعبية. ويرى البعض أن جدة ميناء قديم يعود تاريخه إلى الفترة السابقة للإسلام.

يحتل ميناء جدة الإسلامي المرتبة السابعة والثلاثين (٣٧) بين موانئ العالم بقدرة تشغيلية بلغت (٤,٧٦٧,٠٠٠) حاوية قياسية خلال عام ٢٠٢٠،

الميناء في الوقت الراهن ١٢,٥ كم^٢ بمعنى انه اكتسب ١١,٨٥ كم^٢ على حساب البحر بزيادة قدرها ٩٤,٤٪ من مساحته الراهنة، وقد كان في بداية فترة الدراسة ١٩٧٢ م ما يعادل ١,٥١ كم^٢ فقط (NIANG, ASCOURA, 2020, p63). وقد ساهم وجود الميناء الى النمو العمراني السريع حول مدينة جدة القديمة حيث وفر الميناء الكثير من فرص العمل، الى جانب النمو الاقتصادي للمملكة خلال السبعينات والثمانينات وهو ما ادى الى معدلات نمو كبيرة كما سنرى فيما بعد .

التطور ومعدل النمو العمراني في أحواض التصريف منطقة الدارسة من ١٩٧٢م إلى ٢٠٢٣ م

شهدت مدينة جدة تطورا كبيرا خلال الخمسين عاما الأخيرة وذلك بشكل موسع شمل جميع الأنشطة البشرية بسبب التنمية الاقتصادية التي حدثت بشكل عام على مستوى المملكة وعلى مستوى مدينة جدة بشكل خاص والتي أدت إلى تغيير في أشكال وأنماط استخدام الأرض الحضري في المدينة سواء من حيث النمو أو الاستخدام، ويلاحظ من خلال المرئيات الفضائية للعام ٢٠٢٣ م انتشار العمران على كافة أراضي الأحواض الأربع محل الدراسة بشكل ملحوظ، حيث زادت المساحة العمرانية من ٢,٣٥ كم^٢ عام

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

١٩٧٢م إلى ١٣٥,٦ كم عام ٢٠٢٣م وبمعدل نمو سنوي بلغ ٢,٦١ كم سنويا خلال الفترة المذكورة ، بنسبة نمو بلغت ٨,٢٧ ٪ سنويا .

جدول (٤): النمو العمراني داخل أحواض تصريف منطقة الدراسة

من ١٩٧٢م إلى ٢٠٢٣

نسبة النمو السنوي ٪	الإجمالي (كم ^٢)	وادي ماثوب		وادي قوس		وادي مريخ		وادي نزلة بني مالك		السنة
		النسبة المئوية من مساحة الحوض	مساحة العمران (كم ^٢)	النسبة المئوية من مساحة الحوض	مساحة العمران (كم ^٢)	النسبة المئوية من مساحة الحوض	مساحة العمران (كم ^٢)	النسبة المئوية من مساحة الحوض	مساحة العمران (كم ^٢)	
٢٤,٩٥	٢,٣٥	٠	٠	١,٠٧	٠,٩٥	٠,٢٤	٠,١	٤,٠٤	١,٣	١٩٧٢
٠,٣٦	٢١,٨	٦,٥٣	٥,٣	٠,٩٠	٠,٨	٥,٥٩	٢,٣	٤١,٦٢	١٣,٤	١٩٨٤
	٢٢,٦	٧,٨٩	٦,٤	٢,٣٦	٢,١	٦,٠٧	٢,٥	٣٦,٠٣	١١,٦	١٩٩٤
٤,٠١	٣٣,٥	٩,٤٩	٧,٧	٦,٠٦	٥,٤	٨,٣٦	٣,٤	٥٢,٨١	١٧	٢٠٠٤
١٢,١٤	١٠٥,٤	٥٨,٩٠	٤٧,٨	٢٧,٨٢	٢٤,٨	٢٧,٢١	١١,٢	٦٧,١٠	٢١,٦	٢٠١٤
٢,٨٣	١٣٥,٦	٥٤,٩٥	٤٤,٦	٤٧,٥٧	٤٢,٤	٤٩,٥٦	٢٠,٤	٨٧,٦٠	٢٨,٢	٢٠٢٣
		٨١,١٦٠٩٧		٨٩,١٣٦٨٣		٤١,١٦٤٢		٣٢,١٩٢٣٨		مساحة الحوض (كم ^٢)

ومن بيانات الجدول (٤) وشكل (٧) والتي توضح معدلات النمو العمراني والنسب المئوية مقارنة بالوضع في بداية فترة الدراسة عام ١٩٧٢م كما توضح معدل النمو السنوي في كل حوض على حدا ، فقد طال التوسع العمراني بشكل واسع جميع أحواض أودية منطقة الدراسة ، ولكن بأشكال ونسب متفاوتة.

بلغ اجمالي العمران في عام ١٩٧٢ نحو ٢,٣٥ كم ٢ داخل الأحواض الأربعة إلا أنه من الملاحظ اختفاء العمران في وادي مثويب خلال هذه الفترة ويرجع ذلك إلى قرب الأودية الثلاثة الأخرى من المجمع الحضري لمدينة جده، كما أن الأشكال الأرضية وخاصة الكثبان الرملية التي توجد بوادي مثويب قد حالت دون انتشار العمران في هذه الفترة مقارنة بالسهول المنبسطة الصالحة للامتداد العمراني في الأودية الثلاث الأخرى.

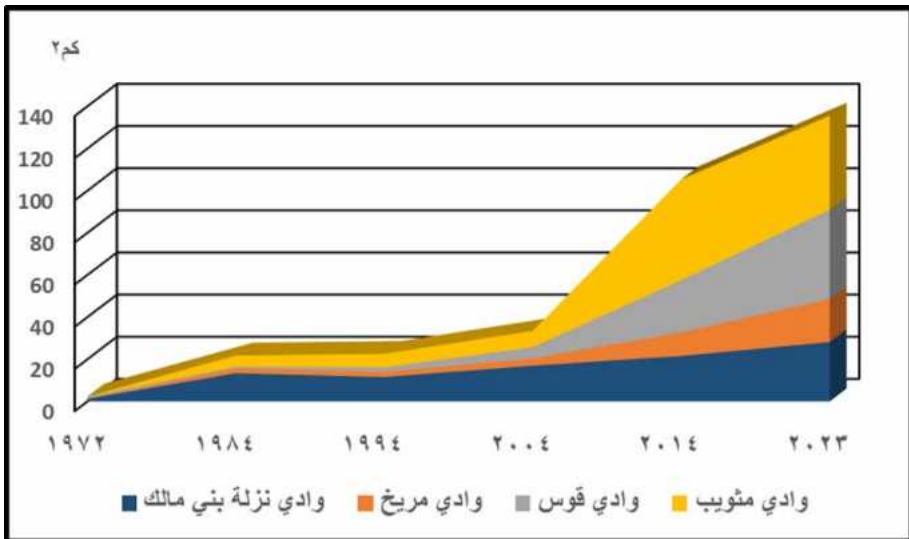
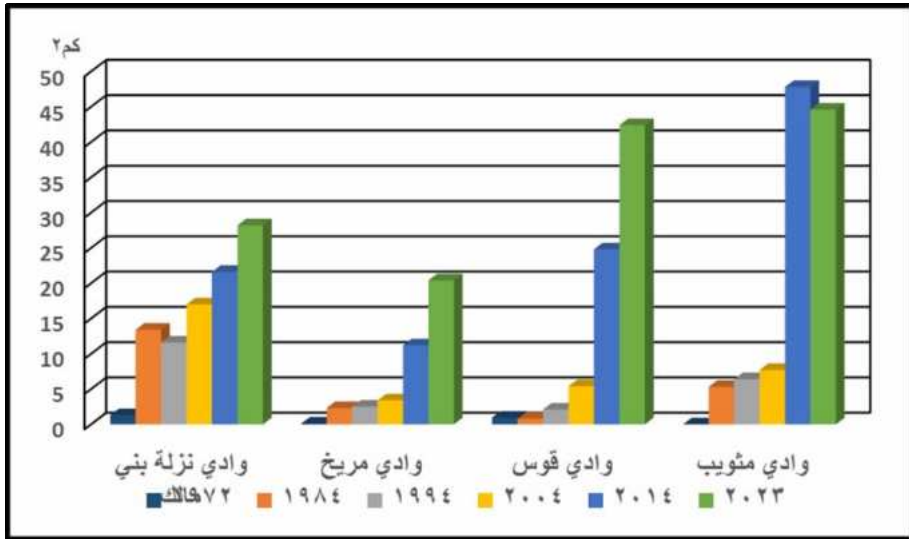
وبداية عام ١٩٨٤ بدأ العمران يزحف نحو الأودية محل الدراسة وزادت النسبة بوادي بني مالك لتبلغ ٤١٪ من مساحة الحوض مقارنة بنحو ٤٪ فقط في عام ١٩٧٢ ويعزي ذلك إلى قرب الوادي من الميناء والمجمع الحضري للمدينة كما كان للنهضة الاقتصادية والصناعية في المملكة في هذه الفترة أثر كبير في الزحف العمراني نحو الشرق.

كذلك يلاحظ أن الطفرة العمرانية حدثت بأودية مريخ وقوس ومثويب خلال الفترة من ٢٠٠٤ - إلى ٢٠١٤ حيث زحف العمران بشكل مكثف ويظهر ذلك من نسبة المساحة العمرانية بالأحواض المذكورة حيث بلغت ٢٧، ٢٨، ٥٨٪ في عام ٢٠١٤ بعد أن كانت ٨,٣ - ٦ - ٩,٥ ٪ خلال عام ٢٠٠٤ للأحواض الثلاثة المذكورة على التوالي. وحديثاً وفي عام ٢٠٢٣ امتد العمران ليشغل مساحات كبيرة من الأودية بعد أن تم التغلب على العوائق الطبيعية مثل الكثبان الرملية والتلال وغيرها.

تم رصد تراجع في مساحات العمران وانخفاض نسبة الزحف العمراني في بعض الأودية مثل وادي نزلة بني مالك ووادي قوس خلال الفترة ١٩٨٤ - ١٩٩٤ وربما يرجع ذلك إلى إزالة بعض المناطق العشوائية في هذه الأودية.

وكان القدر الأكبر من مساحات التوسع العمراني من نصيب حوض وادي مثويب حيث النمو المفرط بسبب التنمية العمرانية الواقعة على جانبي طريق مكة - جدة القديم وطريق مكة - جدة السريع. كما كانت التوسعات التي عنت بميناء جدة والمناطق المحيطة به أحد الأسباب في تنمية القطاع العمراني بحوض وادي مثويب وقد بلغت مساحة العمران ٤٤,٦ كم^٢ بالحوض بنسبة حوالي ٥٥ ٪ من مساحة الحوض الكلية

أيضا كان لوقوع البلدة القديمة ومنطقة الأعمال المركزية داخل النطاق المكاني لحوض وادي قوس أثر في احتلاله المرتبة الثانية من حيث التطور والنمو العمراني، حيث زادت المساحة العمرانية بالوادي من نحو ١ كم^٢ عام ١٩٧٢م إلى ٤٢,٤ كم^٢ في العام ٢٠٢٣م، كما كان لإنشاء جامعة الملك عبد العزيز في موقعها الحالي والتوسعات العمرانية المحيطة التي تمت بسبب وجود الجامعة والخدمات الأثر الكبير في نسبة النمو العمراني بوادي قوس، جدول (٤).



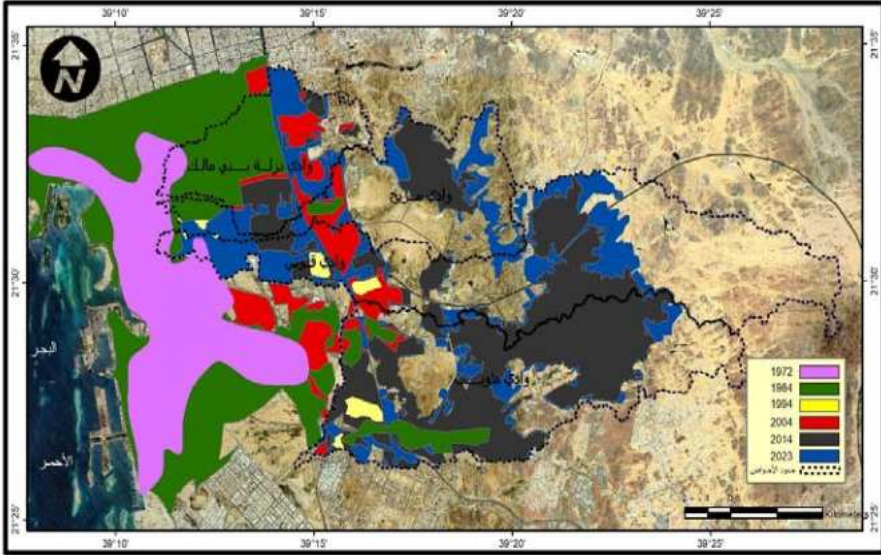
شكل (٧) النمو العمراني في أودية منطقة الدراسة

خلال الفترة من ١٩٧٢ إلى ٢٠٢٣ م

• حوض وادي نزلة بني مالك

بدأ النمو العمراني بالوادي من جهة مصب الحوض مثل بقية الأحواض الأخرى محل الدراسة، فكان أهم المحددات العمرانية لنشأة العمران هو القرب من السهل الساحلي الذي نشأت عليه مدينة جدة التاريخية، ثم بدء التوسع في اتجاه الشرق تدريجياً. ويمكن من ملاحظة الشكل (٨) الذي يوضح مراحل النمو العمراني بالحوض وتركز العمران حول طريق فلسطين الحالي وبالتحديد في المنطقة المحصورة بين شارعي الأندلس وطريق الأمير ماجد. وتبلغ مساحة الكتلة العمرانية بالحوض عام ٢٠٢٣ نحو ٢٨,٢ كم^٢ بنسبة ٨٧٪ من المساحة الكلية للحوض بنسبة نمو سنوي بلغت نحو ٢,١ ٪ سنوياً، والملاحظ حدوث طفرة عمرانية خلال الفترة من ١٩٧٢ الى ١٩٨٤ ويرجع ذلك بسبب الطفرة الاقتصادية التي شهدتها المملكة خلال هذه المرحلة مرتبطة بالطفرة التي حدثت في أسعار البترول العالمية وقد بلغ معدل النمو السنوي للعمران بالحوض خلال هذه الفترة ٢٦,٣ ٪ سنوياً، وقد تمدد العمران بشكل أساس باتجاه الشرق حتى طريق الحرمين، وفي الواقع تعتبر هذه الفترة هي فترة الذروة في النمو العمراني في حوض نزلة بني مالك، حيث تم تأهيل الأرض للبناء والتوسع، في الوقت الذي اختفت فيه الموانع التضاريسية مثل الجبال والكتل الجبلية المنعزلة

في اتجاه الشرق، أيضا تم تطوير الطرق خصوصا طريق الحرمين مما ساعد على التوسع العمراني باتجاه الشرق.

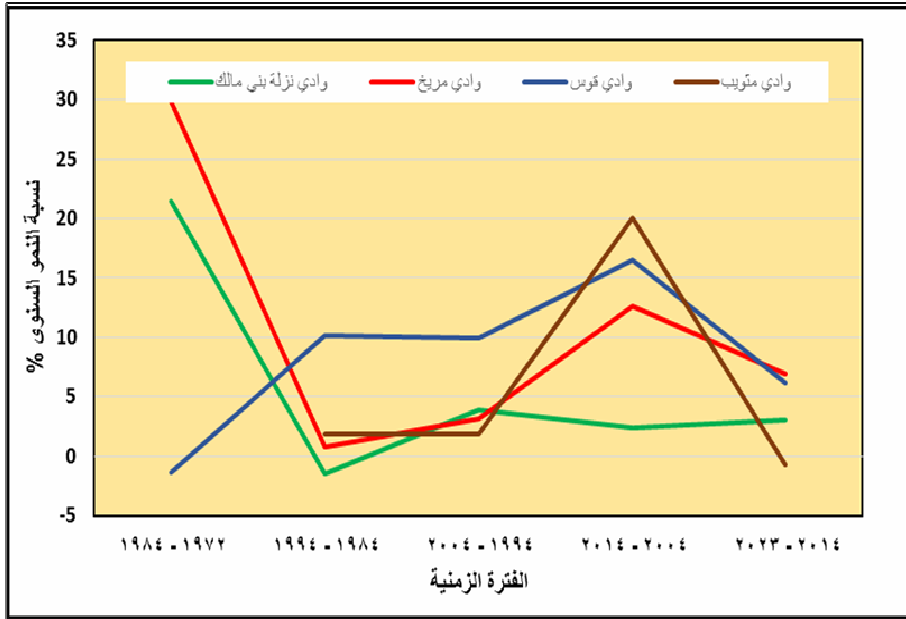


شكل (٨) مراحل النمو العمراني بأحواض

منطقة الدراسة خلال الفترة ١٩٧٢ - ٢٠٢٣ م

ثم حدث تراجع طفيف في مساحة الكتلة العمرانية من عام ١٩٨٤ الى عام ١٩٩٤ ويرجع ذلك الى إزالة بعض المناطق العشوائية التي ظهرت خلال الفترة السابقة، وبالرغم من أن مراحل النمو العمراني التالية لم تتوقف عن التمدد والانتساع، إلا أنه كان بطيء نسبياً، ففي الفترة من ١٩٨٤م وحتى العام ٢٠٢٣ م، ولم يزد معدل النمو عن ١,٩٣٪، حيث واصلت الكتلة العمرانية الانتساع بتمهل من ١٣,٤ كم٢ عام ١٩٨٤م، ووصلت الى ٢٨,٢ كم٢ عام ٢٠٢٣م. وكانت

شكل (٩) نموذج الارتفاع الرقمي وخطوط
الكنترول لأحواض منطقة الدراسة



شكل (١٠): معدل النمو السنوي للتوسع العمراني منذ العام ١٩٧٢ الى ٢٠٢٣

جدول (٥) معدلات النمو العمراني (%) في أودية المنطقة خلال الفترة من ١٩٧٢ - ٢٠٢٣ م

الفترة	وادي نزلة بني مالك	وادي مريخ	وادي قوس	وادي ميثوب
١٩٧٢ - ١٩٨٤	٢١,٤٦	٢٩,٨٦	١,٤٢	
١٩٨٤ - ١٩٩٤	١,٤٣	٠,٨٤	١٠,١٣	١,٩٠
١٩٩٤ - ٢٠٠٤	٣,٩٠	٣,١٢	٩,٩٠	١,٨٧
٢٠٠٤ - ٢٠١٤	٢,٤٢	١٢,٦٦	١٦,٤٧	٢٠,٠٣
٢٠١٤ - ٢٠٢٣	٣,٠١	٦,٨٩	٦,١٤	٠,٧٧

• حوض وادي مريخ

يخترق طريق الملك عبد الله الكتلة العمرانية بحوض مريخ وهو العمود الفقري للعمران بالحوض، كما يتواجد أكبر ميادين مدينة جدة وهو دوار الملك عبد العزيز. ويشتهر حوض هذا الوادي بتواجد العديد من المؤسسات والمنشآت الحيوية، وأهمها جزء كبير من مطار جدة القديم. وقد تكونت النوايا العمرانية بداية عام ١٩٧٢م، ولكن بالطبع ابتعدت عن منطقة السبخات فكانت محصورة حول طريق المدينة المنورة وممتدة على أجزاء من حي الشرفية والرويس ومنحصرة بشكل أساس بين طريقي الأندلس والستين ولم تتخط المساحة العمرانية الكيلو متر الواحد في هذه الفترة، العام ١٩٨٤م كان التوسع العمراني يتم بشكل رئيس في اتجاه الشرق لتبلغ المساحة العمرانية ٢,٣ كم^٢، بمعدل نمو عمراني سنوي ٣٠٪ وهو معدل مرتفع إذا ما قورن بالفترات التالية.

وفي المرحلة من ١٩٧٢م إلى ١٩٨٤م تم التوسع على أراضي تشمل الآن المنطقة الساحلية والتي يكثر بها الاستخدام السياحي والفندقي، والأراضي المقام عليها أمانة محافظة جدة، كما انتشر التوسع بشكل منتظم ليشكل مخططات وأحياء بنيت على تصميم ومعايير تخطيطية حديثة، كما انتشر على أراضي الحوض استخدام الحدائق والمرافق العامة. إلا أن أهم الفترات التي شهدتها

حوض الوادي فيما يخص التوسع العمراني تلك الفترة المنحصرة بين عامي ٢٠٠٤ م إلى ٢٠٢٣ م، والتي تضاعفت فيها المساحة العمرانية من ٣,٤ كم^٢ إلى ٢٠,٤ كم^٢، بمعدل نمو عمراني سنوي بلغ ٧,٥٪ سنوياً وبالتالي تضاعفت المساحة العمرانية عدة مرات عما كان عليه الوضع في ١٩٧٢ م.

وفي الواقع كان العمران يتم في الجهة الشرقية من طريق الحرمين، وتم في تلك الفترة أيضاً تعمير المنطقة الواقع عليها محطة قطار الحرمين الشريفين، كما تم بناء مجمعات تجارية ضخمة مثل الأندلس مول والسلام مول على جانبي دوار الملك عبد العزيز، والتوسع في بناء مناطق المستودعات والمخازن شرق طريق الحرمين. ويعتبر التوسع العمراني على أراضي حوض وادي مريخ من أكثرها انتظاماً وأقلها عشوائية.

• حوض وادي قوس

يعد أكبر أحواض المنطقة مساحة إذ بلغت مساحته الاجمالية نحو ٨٩ كم^٢ كانت مساحة العمران محدودة في عام ١٩٧٢ ولم تتجاوز ١,٧ كم^٢ ولم تشهد زيادة خلال الفترة ١٩٧٢ إلى ١٩٨٤ بل شهدت تناقص طفيف خلال هذه الفترة وربما يرجع إلى إزالة بعض الأجزاء غير المخططة، إلا أن العمران قد بدأ في الزيادة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠٠٤، وكانت الطفرة العمرانية خلال الفترة من

٢٠٠٤ إلى ٢٠١٤ حيث ارتفعت مساحة الكتلة العمرانية من ٥,٤ كم^٢ في ٢٠٠٤ إلى ٢٤,٨ كم^٢ في ٢٠١٤م بنسبة نمو سنوي بلغت نحو ١٦٪ ثم زحف العمران بشكل كبير خلال الفترة من ٢٠١٤ - ٢٠٢٣ وبلغت مساحة الكتلة العمرانية نحو ٤٢,٢ كم^٢ بنسبة نمو خلال هذه الفترة بلغت ٦,١٪ تقريباً.

وقد أثرت المكونات المورفولوجية للحوض على النمو العمراني إذا انتشر العمران بشكل كبير على جوانب مجاري الأودية والمناطق المنبسطة ثم بدأ الزحف نحو المناطق والكتل الجبلية، ومن المتوقع زيادة الزحف العمراني خلال الفترة القادمة بسبب قرب الوادي من المجمع الحضري لمدينة جدة والقرب من الميناء، إلا أنه يجب مراعاة نوع التربة وكذلك الابتعاد تماماً عن مجاري الأودية التي تمثل خطراً كبيراً في حال حدوث السيول.

• حوض وادي مثويب

يعد ثاني أكبر أحواض منطقة الدراسة بعد وادي قوس وتبلغ مساحته الاجمالية ٨١,١٦ كم^٢، ويضم أكبر المساحات العمرانية في الوقت الراهن والتي بلغت ٤٤,٦ كم^٢ عام ٢٠٢٣م. وفي الواقع يعتبر من أكبر الأحواض التي تركزت بها الأحياء العشوائية مثل حي الثعالبة وغيليل وبترومين والمنزهات وقويزة وغيرها من الأحياء العشوائية بجنوب مدينة جدة والتي خضعت للتطوير. وبلغت معدلات

النمو العمراني نسب كبيرة في هذا الحوض خلال فترة الدراسة وشهد الحوض طفرات في النمو العمراني فبعد أن كان الحوض يخلو تقريبا من العمران باستثناء بعض المباني العشوائية المتناثرة عام ١٩٧٢م ، وصلت مساحة الرقعة العمرانية نحو ٦,٥٣ كم٢ عام ١٩٨٤ بنسبة نمو عمراني سنوي وصلت إلى ١,٩ % ، ولكن فترة الذروة في التوسع العمراني كانت تلك المحصورة بين عامي ٢٠٠٤م و٢٠١٤م حيث ازدادت الرقعة العمرانية من ٧,٧ كم٢ عام ٢٠٠٤ الى ٤٧,٨ كم٢ في عام ٢٠١٤ بنسبة نمو سنوي بلغت ٢٠ % ، ويرجع ذلك إلى الطفرة الاقتصادية بالملكة آبان تلك المرحلة إلى جانب رخص أسعار الأراضي نسبيا بحوض مثويب مقارنة بالأحواض الأخرى .

وقد أثرت المكونات المورفولوجية للحوض في هذه الطفرة العمرانية حيث انتشر العمران متغلبا على الكثبان الرملية التي كانت بالحوض وخاصة الأجزاء الغربية منه حيث لا يوجد بالحوض التلال المرتفعة سوى في بعض الأجزاء في شرقي الحوض، وجزء جبلي صغير في غربي الحوض تبلغ مساحته ٤,٤ كم٢ فقط ويحيط به من الشمال طريق المئة ومن الجنوب طريق مكة القديم ويلاحظ انخفاض مساحة العمران في عام ٢٠٢٣ لتصل إلى ٤٤,٦ كم٢ بانخفاض مقدراه ٣,٢ كم٢ ، ويرجع ذلك إلى إزالة بعض المناطق العشوائية ويمر بهذا الحوض طريقي جدة مكة السريع

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة

وجدة مكة القديم، واللذين معا اجتذبا العمران بالاتجاه المعاكس للساحل حيث التوجه نحو العاصمة المقدسة مكة المكرمة، وبالتالي شهدت الأراضي حول هذين الطريقتين تنمية عمرانية غير مسبوقة سواء ببناء المخططات السكنية أو المحطات الخدمية للمسافرين صوب مكة، أو بإنشاء المرافق العامة والمؤسسات الخدمية المتنوعة سواء سياحية أو رياضية أو غيرها.

ثالثاً: العلاقة بين التوسع العمراني والأشكال المورفولوجية

خلال فترة الدراسة شمل التوسع العمراني جميع الأشكال المورفولوجية الطبيعية ولكن بنسب متفاوتة، ، ويمكن ملاحظة أن العمران أكتسب أراضي جديدة تقدر بنحو ١٣٣,٢٥ كم^٢ زيادة عما كان الوضع عليه عام ١٩٧٢م. وإن كانت محصلة فترة الدراسة تشير إلى احتلال السهول الفيضية المرتبة الأولى في الأماكن المفضلة للتوسع العمراني، بينما كانت المراحل الفيضية في المرتبة الأخيرة، إلا أن الأرقام المستخلصة من تحليلات صور الأقمار الصناعية تشير إلى اختلاف تلك النسب خلال كل مرحلة من مراحل الدراسة ويمكن تلخيصها كالآتي:

منذ العام ١٩٨٤م كانت مناطق المصاطب السفلى هي المساحات المفضلة للنمو العمراني وذلك لقربها للمنطقة العمرانية القديمة من جهة، ولسهولة تهيئتها للبناء من جهة أخرى، ونلاحظ أن التوسع

العمراني تمدد على ٢٣,٨ كم^٢ من المصاطب السفلى بينما لم يتمدد إلا على ٥,٨ كم^٢ من المصاطب العليا. وربما قرب تلك المناطق من ميناء جدة الإسلامي كانت هي السبب لاستغلالها في توسع الميناء وفي أنشطة المستودعات والتخزين وتلك الأنشطة التي تستفيد من ميناء جدة. كما أن تلك الفترة لم يتسع العمران مطلقاً على الكتل الجبلية للتكلفة المرتفعة لتهيئة وتكسير الجبال، كذلك نلاحظ أن التوسع العمراني على السهول الفيضية لم يكن إلا على مساحة مقدارها ٢,٢ كم^٢ تجنباً لمخاطر السيول حينها.

جدول (٦) مقدار التوسع العمراني (كم^٢)

خلال مراحل الدراسة على الأشكال المورفولوجية

الأشكال المورفولوجية	١٩٨٤م	١٩٩٤م	٢٠٠٣م	٢٠١٤م	٢٠٢٣
السهول الفيضية	٢,٢	٦,٨	١٦,٦	١٧,٤	٨,٧
كتل جبلية	٠	١,١	٨,١	٢١	١٥,٢
مصاطب سفلى	٢٣,٨	٢,٦	٥,٨	٥,٣	٠,٩
مصاطب عليا	٥,٨	٦,٢	٢,١	٤,١	١,٥
كتل جبلية منعزلة	٠	٢,٩	١,٦	٤,٧	١,٥
كثبان رملية	٠,٥	١,٦	٠,٢	٠,٢	٠
بهادا	٠	٠,١	٠,٤	٠,٨	٠,٣
تلال منعزلة	٠,١	٠,٢	٠,٦	٠,٣	٠,٢
المراوح الفيضية	٠	٠	٠,٢	٠,٢	٠

وخلال العشر سنوات التالية المنحصرة بين أعوام ١٩٨٤م و١٩٩٤م، واصل التوسع العمراني اكتساب الأراضي على حساب السهول الفيضية حيث بلغت المساحة المكتسبة عليها ٦,٨ كم^٢، بينما زاد الأقبال على التوسع على حساب المصاطب العليا بمقدار قليل ، أيضاً نلاحظ خلال تلك الفترة بداية النمو المتواضع للعمران على حساب الكتل الجبلية المنعزلة والتي قدرت بنحو ٢,٩ كم^٢، بنما كان التوسع على حساب الكتل الجبلية ١,١ كم^٢، وربما يرجع الانخفاض في عمليات التوسع على حساب الكتل الجبلية للتكلفة المادية المرتفعة في ذلك الوقت ، كما سجل التوسع على حساب الكثبان الرملية مقدار ١,٦ كم^٢.

وفي المرحلة من ١٩٩٤ - ٢٠٠٤، واصل العمران التوسع على حساب السهول الفيضية بمقدار ١٦,٦ كم^٢، بينما كانت الكتل الجبلية هي الخيار الثاني للتوسع بمقدار ٨,١ كم^٢، وربما يثار سؤال هنا، هل كانت التوسع على حساب السهول الفيضية والكتل الجبلية يتم بشكل نظامي أم عشوائي ، ويبدو ان هذه الفترة شهدت ظهور بعض المناطق العشوائية والتي ما لبثت الجهات المختصة ان انتبهت اليها وبدأت في إزالتها وهو ما ظهر عند دراسة العمران في كل وادي على حده ، وعادت المصاطب السفلى للظهور كمناطق توسع عمراني بمقدار ٥,٨ كم^٢، في الوقت التي ظهر

التوسع على حساب المراح الفيزية بمقدار ٠,٢ كم^٢. وبشكل عام كانت هذه المرحلة من مراحل الانفجار في التوسع العمراني بإجمالي ٣٣,٥ كم^٢ مع المرحلة التالية.

وخلال الفترة من ٢٠٠٤ إلى ٢٠١٤ اكتسبت المدينة ٥٤ كم^٢ على حساب الأشكال المورفولوجية، وهي المرحلة الأكبر في التوسع العمراني، والملفت للنظر أن التوسع على حساب الكتل الجبلية أحتل المرتبة الأولى بمقدار ٢١ كم^٢، بنما جاءت السهول الفيزية في المرتبة الثانية بمقدار ١٧,٤ كم^٢. وسجل آخر توسع على المراح الفيزية في هذه المرحلة بمقدار ٠,٢ كم^٢. كما توسع العمران على المصاطب السفلى والعليا بمقدار ٩,٤ كم^٢ مجتمعين وفي المرحلة الأخيرة من ٢٠١٤ م إلى ٢٠٢٣، سجل التوسع العمراني على حساب الكتل الجبلية الترتيب الأول بمقدار ١٥,٢ كم^٢، بينما كانت السهول الفيزية هي الخيار الثاني في التوسع فخسرت من أراضيها ٨,٧ كم^٢. وفي هذه المرحلة لم يسجل التوسع العمراني أي تمدد على مناطق الكثبان الرملية .

* * *

النتائج والتوصيات

تركز التواجد العمراني القديم بجوار ساحل البحر الأحمر، مشكلا البلدة القديمة وميناء جدة الإسلامي، ومع كل مرحلة من مراحل النمو كان التوسع العمراني يتمدد باتجاه الشرق على الأراضي الصالحة للبناء مثل سهول الأودية أو المصاطب السفلى والعليا المتواجدة بمنطقة الدراسة.

خلف التوسع العمراني منذ القدم العديد من المناطق العشوائية والتي كانت تتم بشكل متسارع نظرا للنمو الاقتصادي الذي شهدته البلاد خلال فترات ظهور البترول والتوسعات التي شهدها ميناء جدة وما ترتب عليه من الرواج التجاري الذي شهدته مدينة جدة خلال تلك الفترة.

كانت شبكة الطرق محدد دائم للتوسع العمراني وأهمها بالطبع طريق جدة السريع وطريق جدة القديم الممتد على حوض وادي مثويب، ثم طريق الحرمين المخترق للأربع أودية محل الدراسة، كما كان ميناء جدة والذي اكتسب أراضي جدة على حساب البحر والمنتحية به حوضي وادي قوس ووادي مريخ من أسس المرافق التي ساعدت على التوسع العمراني بجوار كمطار جدة القديم.

احتلت مناطق السهول الفيضية المرتبة الأولى في عمليات التوسع العمران على حساب الكتل الجبلية وعلى حساب المصاطب السفلى. أيضا ابتعد النمو الحضري عن مناطق المراوح الفيضية وفي المراحل الأخيرة سجل العمران غير المخطط على الكتل الجبلية وبطون الأودية زيادة ملحوظة.

امتد العمران بشكل كبير وغير مخطط على الكتل الجبلية والتلال المنعزلة، كما امتد في مجاري الأودية وهو ما ينذر بحدوث كوارث طبيعية في حال سقوط الأمطار بكميات كبيرة وهو ديدن الأودية في المناطق الجافة، ولذلك لابد للجهات التنفيذية سرعة إزالة العمران غير المخطط خاصة في بطون الأودية وعمل حزم أمان حول مجاري الأودية لا يجب البناء عليه بأي حال من الأحوال

مع خطط التطوير الحضري التي تشهدها مدينة جدة فمن المتوقع أن تتم التوسعة على الأراضي المتواجدة شرق أحواض منطقة الدراسة، لذا تقترح الدراسة إجراء المزيد من الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية لدراسة درجات ثبات التربة في تلك الأراضي ولتجنب أخطار السيول في الأودية والشعاب الفرعية لشبكة التصريف بالأربع أودية محل الدراسة.

تعزيز تقليل الكثافات في الأحياء الأقدم في جميع أنحاء المدينة عن طريق إنشاء مراكز ضواحي جذابة وربطها بالمنطقة المركزية،

وتشجيع التطوير في المناطق خارج المنطقة المركزية مع دعمها
بوسائل النقل الجماعي. كما يقترح تعزيز التطوير في المناطق
المعتمدة للنمو العمراني عن طريق توفير مرافق عامة في مناطق
التطوير الجديدة بتكلفة مناسبة للجمهور وتقديمها بواسطة
الهيئات المعنية، كما يقترح توسيع الحدود الحضرية وفقاً
لمخططات النمو الحالية والتضاريس الطبيعية.

* * *

ملحق الصور الفوتوغرافية



صورة (١) امتداد العمران عند اقلام الجبال بوادي مثنوب



صورة (٢) امتداد العمران عبر المخطط في مجاري الأودية بوادي مثنوب

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة



صورة (٣) السهول الفيضية بوادي قوس



صورة (٤) المدرجات العمرانية فوق الكتل الجبلية بوادي مثويب



صورة (٥) العمران المخطط بوادي مريخ



صورة (٦) استغلال قمم الجبال في وادي مريخ

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة



صورة (٧) أحد البنايات أقيم في سفح كتلة جبلية وفي مجري السيل بوادي قوس



صورة (٨) مد الطرق في المناطق الجبلية بوادي مثويب



صورة (٩) سد وادي مثنويب ويلاحظ اقتراب العمران من جوانب السد



صورة (١٠) أحد السدود بوادي قوس

الخصائص المورفولوجية لأحواض التصريف الرئيسة
وتأثيرها على النمو العمراني في جنوبي مدينة جدة



صورة (١١) العمران غير المخطط فوق التلال المنعزلة بوادي مثويب



صورة (١٢) مبان عشوائية فوق الكتل الجبلية بوادي مثويب

* * *

قائمة المراجع

المراجع العربية

- الجابري، نزهة يقظان صالح، ٢٠٠٨م، التحضر في المملكة العربية السعودية، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والنفسية، المجلد ٢٠، العدد ٢، ص ١٠٣.
- الجخيدب، مساعد بن عبد الرحمن، ٢٠٠٩م، مدى توازن الكتل العمرانية مع المساحات المتاحة لنمو المدن السعودية الرئيسية، رسائل جغرافية، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٣٤٦.
- دياب، عبد العزيز أحمد، ١٩٩٣م، استعمالات الأراضي والنمو العمراني في مدينة جدة: دراسة تطبيقية، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، الاقتصاد والإدارة، مج (٦)، ع. ١، ص ص. ٣ - ٢٧.
- الشهري، نورة سعد، ١٤٣٤هـ، تأثير الأبعاد الجيومورفولوجية في النمو العمراني لمدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراة غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- عبد الله، عزة أحمد، ١٩٩٥م، سيخات السهل الساحلي لمدينة جدة: خصائصها الجيومورفولوجية وكيفية الاستفادة منها، المجلة المصرية للعلوم التطبيقية بالشرقية، المجلد ١٠، العدد ٩.

- العنزي، ندي سليمان عبد العزيز، ٢٠١٩م، تحليل النمو العمراني واتجاهاته في مدينة جدة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.
- الغامدي، سعد أبو راس، النجار، ياسر محمد، ٢٠٠٢م، تحليل النمو العمراني واتجاهاته باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد: دراسة تطبيقية على مدينة مكة المكرمة للفترة من ١٩٧٨ - ٢٠٠٠م، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، عدد خاص، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.
- المهيدب، عبد الله إبراهيم، ٢٠٠٢م، التربة السبخة في المملكة العربية السعودية: خواصها وطرق معالجتها، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: العلوم الهندسية، م ١٤، ع ٢، ص ص ٢٩ - ٨٠.

المراجع الأجنبية

- Abdoul Jelil NIANG, Ibrahim ASCOURA, L'urbanisation des zones côtière utilisation des sols, implications morphologiques et environnementales. Le cas de la ville de Jeddah, the egyptian Journal of Environmental Change, Volume 12, Issue 2, octobre 2020, pp. 55-80.
- Aljoufie.M.,Brussel,M.,Zuidgeest,M.,& Van Maarseveen,M.,(2013).Urban growth and transport infrastructure interaction in Jeddah between 1980 and 2007:International Journal of Applied Earth Observation and Geoformation
- AlmazrOui.M.,Mashat,A.,Assiri,M.,&Butt,M., (2017).Application of Landsat Data for Urban Growth Monitoring in Jeddah: Earth Systems and Environment(2017)1:25
- Daoudi.M , & Niang. A.J.(2021).Effects of geomorphological characteristics on urban expansion of Jeddah city-Western Saudi

Arabia: a GIS and Remote Sensing Data-Based Study (1965–2020): JOURNAL OF TAIBAH UNIVERSITY FOR SCIENCE.

- Qari, Mohammed Yousef, 1995, Analysis of Remotely Sensed Data to Delineate the Urban Expansion of Jeddah City. Kingdom of Saudi Arabia, JKAU: Arts & Humanities, vol. 8, pp. 21-31
- Qari, Mohammed, 2009, Geomorphology of Jeddah Governate, with Emphasis on Drainage Systems, Journal of King Abdulaziz University : Earth Sciences. 20. 10.4197/Ear.20-1.6.

البيانات الرسمية أو لمطبوعات الحكومية

- (١) التعداد السكاني لعام ١٤٣١ هـ، الهيئة العامة للإحصاء، المملكة العربية السعودية.
- (٢) برنامج مستقبل المدن السعودية - الرؤية العمرانية الشاملة لمحافظة جدة، ١٤٤٠ هـ، وزارة الشؤون البلدية والقروية وبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (الموئل).
- (٣) هيئة تطوير مكة المكرمة والمشاعر المقدسة، المخطط الشامل لمكة المكرمة والمشاعر المقدسة، فبراير ٢٠١٢ م، وزارة الحج والعمرة.
- (٤) الهيئة العامة للمساحة والمعلومات الجيومكانية.

- 5) <http://gasgi.gov.sa/Ar/Pages/default.aspx>
- 6) <http://gasgi.gov.sa/Ar/Pages/default.aspx>
- 7) <https://earthexplorer.usgs.gov>
- 8) <https://earthexplorer.usgs.gov>
- 9) <https://earthexplorer.usgs.gov>



النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

دراسة حالة:

لتصميم مجمع سكني بمواقع احتمالية للنمو العمراني في المدينة المنورة

3D procedural modeling of cities in a GIS environment
using ARC Scene: A case study for designing a residential
complex with potential urban growth sites in Medina

إعداد

د. تغريد حمدي ضويعن الجهني

أستاذ التخطيط والتنمية الإقليمية المشارك

قسم العلوم الاجتماعية- كلية الآداب والعلوم الإنسانية- جامعة طيبة

Dr. Taghreed Hamdi Dowiaan Aljohani

Geography Department, Faculty of Arts and Humanities,
Taibah University, Medina, Saudi Arabia

الملخص

أثبتت أنظمة المعلومات الجغرافية نجاحاً في التعامل مع مجموعة من البيانات الجغرافية سواء مكانية، أو وصفية على نطاق واسع؛ إذ تعد بيئة برنامج ARC Scene داخل مجموعة برامج ARC GIS من أبرز تطبيقات النمذجة ثلاثية الأبعاد، وإيجاد نماذج للمناطق الحضرية المستقبلية للمدن، يمكن من خلالها محاكاة النمو العمراني وامتداداته الجغرافية على فترات زمنية مختلفة، والتوقع المستقبلي لنموه.

وتأتي أهمية هذه الورقة البحثية في عرض أدوات ذات كفاءة كبيرة للمساهمة في إدارة التخطيط الحضري للمدن السعودية بشكل عام، والمدينة المنورة بشكل خاص؛ نظراً لسرعة النمو العمراني فيها خاصة بعد توسعة وتطوير الحرم النبوي، وهذا من التحديات التي تواجه صانعي القرار.

وتهدف الورقة البحثية إلى تفعيل واختبار النمذجة ثلاثية الأبعاد لدراسة النمو العمراني للمدينة المنورة، والتوقع المستقبلي لانتشاره، وإظهار مدى أهميتها وقدرتها على محاكاة الواقع، بالإضافة إلى إنشاء مكتبة للظواهر الجغرافية الممثلة للعناصر الأساسية للعمران (الطرق، الحدائق، أعمدة الإنارة، المباني السكنية والخدمات وغيرها من البنى التحتية، فضلاً عن إظهار طبوغرافية

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

الأرض التي يتوقع النمو العمراني عليها) وذلك من خلال برمجة مجموعة من قواعد التوليد العمراني، بحيث يمكن إعادة استخدام هذه القواعد في نمذجة العمران، والاعتماد عليها في مدن أخرى من مدن المملكة العربية السعودية.

وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، من أهمها رسم خريطة لأكثر المناطق ملائمة للنمو العمراني المستقبلي للمدينة المنورة، التي قدرت بنحو ٦٩٠ كيلومتر مربع للمناطق ذات الملاءمة المرتفعة، و ٨١٤ كيلومتر مربع للمناطق ذات الملاءمة المتوسطة، ونحو ٤٧٥ كيلومتر للمناطق ذات الملاءمة الضعيفة، و ٢٣٦ كيلومتر مربع للمناطق ذات الملاءمة شديدة الانخفاض.

الكلمات المفتاحية: المدينة المنورة، النمو العمراني، التوقع

المستقبلي للعمران، النمذجة ثلاثية الأبعاد، Arc GIS- ARC Scene، محاكاة العمران.

Abstract:

GIS has proven successful in dealing with a large set of geographic data, whether spatial or descriptive on a large scale, ARC Scene program environment within ARC GIS program group is among the most prominent applications of three-dimensional modeling and creating models for future urban areas of cities, through which urban growth and its geographical extensions can be simulated at different time intervals and future prediction of its growth.

The importance of this research paper comes in presenting tools with great efficiency to contribute to the management of urban planning for Saudi cities in general (Medina in particular), due to the speed of urban growth, especially after the expansion and development of the Prophet's Mosque, which is one of the most important challenges facing decision-makers.

This research paper aims to activate and test three-dimensional modeling to study the urban growth of Medina and the future expectation of its spread, showing its importance and ability to simulate reality. In addition to establishing a library of geographical phenomena representing the basic elements of urbanization (roads, gardens, lighting poles, residential and service buildings and other infrastructure, as well as showing the topography of the land on which urban growth is expected) through programming a set of urban generation rules, so that these rules can be reused in urban modeling. Similarly, these bases can be used in urban modeling in other cities of Saudi Arabia.

The study reached a number of results, the most important of which is to map the most suitable areas for the future urban growth of Medina, which was estimated at 690 square kilometers for areas with high suitability, 814 square kilometers for medium suitability, about 475 km for the same weak suitability, and 236 square kilometers for the same very low suitability.

Keywords: Medina, Urban growth, Future forecasting of urbanism, 3D modeling, Arc GIS- ARC Scene, Urban simulation.



النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

مقدمة:

تعد المدينة كيان حي؛ لذلك فهي في حال تغير ونمو ونضج مستمرة. حيث تتشكل من تجمعات عمرانية تشهد تغيرات مادية واجتماعية، هذه التغيرات لا بد أن تكون مدروسة وغير عشوائية نتيجة لعوامل ومؤثرات تناولها الباحثون في الكثير من دراساتهم؛ وذلك لتوقع ما سوف تؤول إليه المدن من تغيرات في المستقبل، وما هي الخطط والاستراتيجيات الواجب اتخاذها لتوجيه تلك الظاهرة إلى الاتجاه الصحيح لما لهذه الكيانات من أهمية تظهر هوية قاطنيها. (أشرف عبده، ونرمين شكري، ٢٠٢٤)

وفي الواقع فإن نمو المدينة عملية معقدة جداً، وإن كان من الممكن تحليلها وفق مجموعة من الأسس يأتي في مقدمتها عاملان مهمان الأول يتمثل في شكل المدينة والذي يعد نتيجة للقوانين التي تحكم نمو المدينة، والعوامل التي تؤثر في هذا النمو، والثاني يتمثل في المميزات المعادلة التي تتحكم في توزيع أجزاء التركيب الداخلي لها، وذلك من مبدأ أن النمو يحدد شكل المدينة، وفي الوقت نفسه الشكل يحدد النمو (Boulding, 1956).

ويوضح H-Makinder أن دراسة الماضي مفتاح لدراسة الحاضر (عبد الفتاح وهيبه، ١٩٨٩) ومقدمة ضرورية لفهم جغرافية الوقت الحاضر، التي يمكن من خلالها التوقع بالمستقبل، ولا يمكن

فهم نمو المدينة في الماضي والمستقبل دون نموها العمراني والسكاني الحالي (Wins Borough, 1970). فمن خلال التوقع بالنمو المستقبلي لعمران منطقة الدراسة يمكن دراسة الكتلة المتنبأ بها وتمثيلها بنمط ثلاثي الأبعاد يوضح موقع وشكل العمران بها.

حيث يوجد 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، وانتهاءً بالتحليلات المعقدة جداً. ووفقاً لذلك فقد توجد حلول جديدة لجعل عملية الدراسة والتحليل تتم بشكل أسرع؛ والسبب يرجع إلى استخدام النمذجة (3D) للمدن، والتي تستخدم في البحث العلمي، وفي صناعة الأفلام والألعاب الترفيهية (Y. I. H. PARISH AND P. MÜLLER , 2001)، كما يمكن استخدامها في أغراض السياحة، والرحلات الافتراضية مثل تصور مناسك الحج والعمرة داخل الأراضي المقدسة، فضلاً عن استخدامها في أنظمة الملاحة والنقل الذكي... الخ

من بين جميع برامج وأنظمة التعامل مع المعلومات المكانية فقد أثبتت أنظمة GIS، أنها الأكثر تطوراً، وأنها تمتلك القدرة على التعامل مع مجموعة كبيرة من البيانات الجغرافية سواء مكانية،

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

أو وصفية (رسومات وبيانات) على نطاق واسع، وهنا سوف يتم الاعتماد على بيئة نظام ARC Scene داخل منظومة ARC GIS، في تطبيق النمذجة ثلاثية الأبعاد على منطقة الدراسة المختارة (المدينة المنورة) لإنشاء وإيجاد نماذج للمناطق الحضرية المستقبلية بناءً على دراسة النمو العمراني، وامتداداته الجغرافية على فترات زمنية مختلفة، والتوقع المستقبلي للنمو باستخدام الأنظمة والإسقاطات التكنولوجية.

هدف البحث وأهميته:

تتمثل الاهداف الرئيسية لهذه الورقة البحثية في دراسة النمو العمراني للمدينة المنورة فيما يلي:

- الوقوف على النمو العمراني بالمدينة عبر فترات تاريخية مختلفة، والصورة العمرانية للامتدادات في كل فترة زمنية.
- تحديد اتجاهات النمو العمراني بالمدينة، ومعرفة أهم الاتجاهات التي جذبت النمو العمراني والمعطيات التي ساعدت على ذلك.
- محاولة تقييم دراسة تكاملية بين الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والمسح الميداني عن طريق توليف تحليلات هذه العلوم مع بعضها البعض لدراسة النمو العمراني والملائمة المكانية،

وذلك عن طريق التركيز على التكامل Integration والتحليل Analysis والنمذجة Modeling ، في إطار تحليلي تكاملي.

• استخدام الأنظمة والتقنيات الحديثة ثلاثية الأبعاد للتصور المبدئي لمناطق النمو العمراني المقترح.

كما تكمن الأهمية الخاصة للبحث في توفير أدوات ذات كفاءة عالية للمساهمة في إدارة التخطيط الحضري للإعمار في المدن السعودية بشكل عام، ومنطقة الدراسة بشكل خاص؛ نظراً ل سرعة النمو العمراني فيها ، خاصة بعد توسعة وتطوير الحرم النبوي، والتي تعد من التحديات التي تواجه أصحاب القرار من العاملين في مجال التخطيط العمراني.

منهجية البحث

سيتم تقديم نموذج الدراسة في شكل مجسم ثلاثي الأبعاد باستخدام قواعد التوليد المعماري (CGA) المعتمدة على قواعد الشكل (Shape Grammar) والتي يمكن أن نعرفها بلغة برمجة تمكين توليد مكونات معمارية (3D) ، وفي الدراسة الحالية سيتم الاعتماد على برنامج ARC Scene و ARC Globe لمحاكاة الواقع الطبيعي لمنطقة الدراسة من انحدارات وميول، وبنية وتضاريس منطقة الدراسة.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

ويمكن تقسيم عملية إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد إلى مجموعة من الخطوات، والتي تبدأ من إدخال الشكل الهندسي للمباني، ثم إدخال خصائص المبنى الأساسية، وارتفاع المبنى بالطابق، وطول وعرض واجهة المبنى، وشكل فتحات التهوية، ثم يأتي بعدها استخدام وتطبيق قاعدة التوليد المعماري المبرمجة والمعدة مسبقاً.

مشكلة البحث:

- التوسع الحضري العشوائي للمدينة المنورة نتيجة الزيادة السكانية دون الاخذ بالاعتبار لظروف الموقع الطبيعية.
- يؤدي الضغط على الكتلة العمرانية وعدم توازنها مع السكان الى تعدد المشكلات البيئية والاقتصادية والاجتماعية.
- عدم وجود مدن أخرى قريبة من منطقة الدراسة أدى الى زيادة الضغط السكاني على الخدمات العامة من قبل سكان المدينة والقرى المجاورة.
- في ظل التزايد المستمر لأعداد السكان والحاجة للتوسع العمراني أصبحت المدينة في حاجة لاختيار مواقع مناسبة للتوسع العمراني المستقبلي بها.

تساؤلات الدراسة

من خلال ما سبق يمكن طرح عدد من التساؤلات من أهمها:

- ماهي المواقع المثالية للتوسع العمراني المستقبلي لاستيعاب الزيادة السكانية بما يتلاءم مع الخصائص الطبيعية للمدينة المنورة؟

- هل هناك أسس ومعايير لاختيار هذه المواقع الملائمة لهذا التوسع العمراني؟

الدراسات السابقة:

تعد الدراسات السابقة الخاصة بنموذج الملاءمة المكانية للتوسع العمراني وعمل نماذج ثلاثية الأبعاد للأماكن المتوقعة خاصة المنشورة باللغة العربية نادرة جداً في الدراسات الجغرافية، ولكن توجد بعض الدراسات في الملاءمة المكانية للنمو العمراني المستقبلي فقط دون استخدام الأنماط الثلاثية في الدراسات العربية، بينما الدراسات التي نشرت باللغات الأجنبية فهي كثيرة، ومنها التي تناولت موضوع الملاءمة المكانية.

دراسة الجبري والكناني (٢٠١٢م) الملاءمة 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 الملاءمة المكانية للتوسع الحضري، حيث تقع المدينة على نهر دجلة بالعراق، وقد نمت على ضفتيه، وتم تحليل ودراسة

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

المعايير والعوامل التي أثرت في الامتداد العمراني للمدينة باستخدام أنظمة GIS حيث أظهرت النتائج ترجيح موقعين للتوسع الحضري الأول على طريق الكوت - بدره، والآخر على طريق الكوت - الناصرية.

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

دراسة (EDVARDSSON, K. N. 2013) والتي اهتمت بمجال نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ووظائفه ثلاثية الأبعاد. فقد تم استخدام لغة النمذجة الإجرائية لإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد واقعي لجامعة خاومي الأول في كاستيون دي لا بلانا، بإسبانيا، حيث استخدمت لغة معدلة من قواعد الأشكال المدمجة مع قواعد التقسيم باستخدام برنامج CityEngine يتم إجراء العمل باستخدام

CityEngine ويهدف إلى المساهمة في البحث النشط حول استخدام قواعد الأشكال في علم نظم المعلومات الجغرافية.

دراسة بوريان وآخرين (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 يحترم مبادئ التنمية المستدامة كجوهر ركز النموذج من خلاله على تقييم ملائمة الأرض وفقاً للبيانات المدخلة، وقيمتها، وأوزانها؛ ليأتي بعد ذلك تحليل الملاءمة باختيار استخدامات الأراضي على النحو التالي (سكنية، وترفيهية، ومرافق عامة، وصناعية، وإنتاج زراعي).

دراسة درويش، حنان كامل، و شعبان، فادي عز الدين (٢٠١٧م) 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 وبنائها التحتية، حيث شكلت الدراسة تطبيق هذه النماذج لتظهر أهمية استخدام GIS في نمذجة وتمثيل المدن.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

دراسة المطيري، مناور بن خلف (٢٠٢١م) نموذج الملاءمة المكانية للتوسع العمراني في المدينة المنورة، حيث قدم نموذج Land Suitability للتوسع العمراني بمنطقة الدراسة، وإبراز تأثير استخدامات الأراضي، والاعتماد على التقييم المناسب على أسس التخطيط للاستخدام الأراضي كأمر ضروري لحل المشكلة، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الاستقرائي لإنتاج خرائط المنطقة الحضرية، كما تم دراسة العوامل المؤثرة بعملية التطابق الموزون Weighted Overlay، وتوصلت الدراسة إلى أن أكثر المناطق الملائمة للنمو العمراني هي الطريق الدائري الثالث.

دراسة عبدالظاهر، محمد ربيع (٢٠٢٣م) دور التقنيات الجيومعلوماتية في التوقع بالنمو الحضري لمدينة السويس، مصر باستخدام نموذج Frequency Ratio، فقد تبني نموذجاً يوضح نطاقات التوسع العمراني المستقبلي للمدينة وفقاً لمعايير وعوامل جغرافية عديدة كالعوامل الطبيعية، والاقتصادية، والبيئية، وتمكنت الدراسة من تطبيق النمذجة المكانية للتوسع المحتمل بنموذج نسبة التكرار FR وتم استنتاج خريطة ملاءمة مكانية بدرجات مختلفة من وجهة نظر الباحث.

دراسة عبده، أشرف عجرمة، وشكري، نرمن أحمد (٢٠٢٤م) تطور النمو العمراني في المدينة المنورة منذ العهد النبوي

حتى عام ٢٠٢٢ م، 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 الملاءمة المكانية للتنمية العمرانية باستخدام النمذجة الجيومكانية للنمو العمراني المستقبلي اعتماداً على اختيار وتحديد ١١ متغيراً في بناء النموذج.

منهج الدراسة:

اعتمدت الباحثة على استخدام بعض المناهج التي من شأنها تقديم البحث بصورة جيدة، حيث تم استخدام واعتماد المنهج النظري التحليلي، والذي يعمل على استقرار النمو العمراني للمدينة من خلال مجموعة من المؤشرات التقييمية، ومحاولة استنتاج آليات النمو العمراني من خلال واقع الأحداث التي مرت بها منطقة الدراسة، وما يتعلق بها من معطيات عكست صورة النمو العمراني في الفترات التاريخية المختلفة، بالإضافة إلى المنهج التاريخي، وذلك في تحليل النمو والتطور العمراني لمنطقة الدراسة عبر الفترات الزمنية التي حددتها الباحثة للدراسة، كما تم استخدام المنهج الاستقرائي عند تحليل معطيات النمو العمراني من حيث الشكل، والنسيج الحضري، والعمليات الأيكولوجية، هذا فضلاً عن

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

استخدام منهج تحليل النظم من خلال تحديد وتطبيق تقييم الملاءمة المكانية، واقتراح أفضل الأماكن للتنمية العمرانية المستقبلية لمنطقة الدراسة، وبناء نموذج ثلاثي الأبعاد لمنطقة التنمية العمرانية المستقبلية.

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

- **المنهجية البحثية للدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية:** والتي اعتمدت على استخدام برامج GIS للوقوف على بيانات النمو العمراني، وتحويلها من صيغة Raster إلى Vector بناء قواعد بيانات جغرافية، والاستفادة من استنباط المساحات العمرانية بنفس الفترات التي استخدمت بها الصور الفضائية، بالإضافة إلى استخدام تقنيات النظم لعمل نماذج ثلاثية الأبعاد تساعد على فهم وتصور الوضع المستقبلي للعمران بناءً على عدد من الخطوات وهي: (تحديد الهدف من بناء قواعد بيانات جغرافية،

تجميع وإدخال البيانات، تخزين ومعالجة البيانات، تحليل وإخراج البيانات، الإخراج الكارتوجرافي، إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد باستخدام ARC Scene).

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

الموقع:

تقع المدينة المنورة فلكياً بين دائرتي عرض ٢٤ ٢١ - ٢٤ ٣٦ شمالاً، وخطي طول ٣٩ ٣٦ - ٣٩ ٤٢ شرقاً حيث توجد بالجانب الغربي من المملكة العربية السعودية، وترتيبها الرابع من حيث الحجم السكاني بين مدن المملكة ليتقدمها كل من الرياض، وجدة، ومكة المكرمة على الترتيب؛ إذ تمثل منطقة الدراسة عاصمة منطقة المدينة، والقاعدة الحضرية لها، وتمثل إحدى المدن الرئيسية داخل حدود المنطقة، وتم تقسمها إلى سبع بلديات من قبل أمانة منطقة المدينة المنورة (قباء، أهد، البداء، العقيق، العوالي، العيون، الحرم النبوي) وبلغ عدد الأحياء السكنية ١٠٥ أحياء. الشكل (١). ومن الجدير بالذكر أن بعض الأحياء لا يوجد فيها كتلة عمرانية فارغة كلياً، أو جزئياً سواء سكنياً، أو سكانياً.

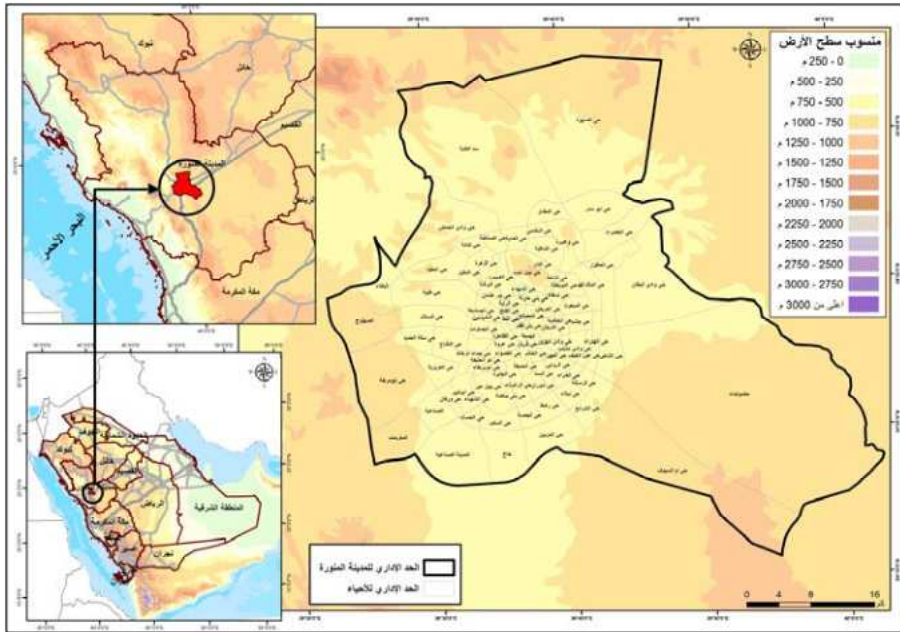
النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

المناخ:

يتضح من دراسة بيانات مصلحة الأرصاد الجوية في المملكة العربية السعودية أن درجة الحرارة بمنطقة الدراسة يزيد المتوسط السنوي للحرارة العظمى فيها عن ٢٨ درجة مئوية، ولا يقل المتوسط السنوي للحرارة الصغرى عن ١٩,٦ درجة، بينما يرتفع المتوسط الشهري للحرارة العظمى في الفترة ما بين شهر يونيو إلى سبتمبر عن ٤٢ درجة، وأقل شهور العام في درجة الحرارة هما ديسمبر، ويناير حيث تنخفض درجات الحرارة إلى ١٠,٦ درجات (المركز الوطني للأرصاد الجوية، <https://ncm.gov.sa/ar/Pages/default.aspx>).

يتميز مناخ المدينة المنورة بشكل عام بالجفاف؛ إذ ينخفض معدل تساقط الأمطار إلى أقل من ٤٩,١ ملم، وتسقط معظم أمطار منطقة الدراسة في نوفمبر، ويناير، ونادراً ما تسقط في فصل الصيف، أما الاتجاه الغالب للرياح على المدينة هو الاتجاه الجنوبي الغربي، وغالباً ما تكون حارة جافة، فقد سجلت أعلى سرعة للرياح (٥٨ عقدة بالساعة) أما الوضع الطبيعي لسرعة الرياح هي (٢٥ عقدة في الساعة).



الشكل (١) موقع المدينة المنورة والعلاقات المكانية عام ٢٠٢٤م
المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على الخريطة الرقمية لحدود أحياء المدينة المنورة، هيئة
تطوير منطقة المدينة المنورة ١٤٤٣هـ
مراحل النمو العمراني للمدينة المنورة في الفترة (١٩٧٥/ ٢٠٢٤م):

اختارت الباحثة فترة ما بين عامي (١٩٧٥ حتى عام ٢٠٢٤) أي
على مدار ٤٩ عاماً من الزمان لدراسة النمو العمراني للمدينة
المنورة، حيث شهدت هذه الحقبة الزمنية تغيرات في مظاهر العمران
للمنطقة. كما يشير الجدول رقم (١). حيث تم الاعتماد على صور
المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة الشكل رقم (١).

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد
للمدن باستخدام ARC Scene

جدول رقم (١) مراحل النمو العمراني للمدينة المنورة بالفترة الزمنية (١٩٧٥ / ٢٠٢٤م)

الفترة الزمنية	جملة المساحة	مقدار الإضافة	الإضافة السنوية	نسبة الكتلة العمرانية	معدل الإضافة العمرانية السنوية
١٩٧٥ / ٢٠٠٠	١١٦	٧٨,٥	٣,١	٢٣,٧	٠
٢٠٠٠ / ٢٠٢٤	٣٣٤	٢١٨	٩,١	٦٥,٩	٧,٥
الفترة الإجمالية		٣٣٠,٦	٣,٣	١٠٠	٣,٨

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على المراثيات الفضائية لمنطقة الدراسة أعوام مختلفة.

الفترة الزمنية الأولى بين عامي (١٩٧٥ / ٢٠٠٠م):

تعد هذه المرحلة التي تمتد على مدار ٢٥ عاماً من المراحل المهمة للتطور العمراني بالمدينة المنورة؛ فقد حقق النمو العمراني بها طفرة حجمية كبيرة، حيث دخلت الحياه العمرانية الحديثة إلى منطقة الدراسة بعد مرحلة التكوين خارج الأسوار التي شهدتها الفترات السابقة؛ إذ شهدت المدينة البداية الفعلية للتخطيط الحديث لرفع كفاءتها وتفاذي مشكلات وسجلت مساحة كلية بنهاية الفترة (١١٦ كم مربع) بزيادة قدرها (٧٨,٥ كم٢) بعد مرور ٢٥ عاماً من الفترة السابقة بمعدل إضافة سنوي تجاوز ثلاثة كيلو مترات للعام الواحد، حيث سجلت مساحة المدينة آنذاك ربع مساحة العمران الحالي للمدينة (٢٣,٧٪) بمعدل نمو عمراني سنوي (٨,٤٪). فقد

شهدت هذه الفترة ديناميات النمو العمراني بالمدينة؛ مما دفع بزيادة المساحات العمرانية، وذلك من خلال ما يلي:

حيث جاءت أول الدراسات التخطيطية للمدينة المنورة في هذه الفترة من خلال اتفاق وزارة الشؤون البلدية والقروية مع مجموعة الاستشاريين العرب للتنمية والتعمير لدراسة تخطيط المدينة، وإعادة المخطط الإرشادي اللازم، والذي تم في عام ١٩٧٨م.

حدثت توسعات أخرى من الجهة الجنوبية الغربية عام ١٩٧٧م على مساحة ٤٣ ألف متر مربع وذلك في عهد الملك خالد بن عبدالعزيز، والتي اشتملت على سوق القماشة الذي تعرض لحريق كبير ونتيجة لذلك تهدمت المنطقة، وأصبحت غير صالحة للسكن، وقد تم تعويض أصحاب المحلات التي حُرقت، كما شملت توسعة جميع الطرق والمساحات الموجودة بذات الاتجاه (عبدالعزيز كعكي، ١٩٩٨م) أما التوسعة الثانية التي حدثت بنفس الفترة كانت عام ١٩٨٤م والتي تعد أكبر التوسعات التي شهدها المسجد النبوي الشريف، فقد تمت في عهد الملك فهد بن العزيز حيث جاءت بالجهة الشرقية من الحرم (محمد محمود السرياني، ١٩٩٨م)، هذا فضلاً عن ارتفاع الحجم السكاني من ١٩٨ ألف نسمة ليسجل ٨٠٠ ألف نسمة وفقاً للإحصائيات العامة لوزارة المالية والاقتصاد الوطني.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

اتجه النمو العمراني في آخر عشر سنوات في هذه الفترة الزمنية إلى نمط التكتيف العمراني داخل مرحلة التوسعة التي شهدتها الفترة؛ لذلك استمر النمو بالتجاوز على حواف المراحل السابقة، نتيجة ازدهار السوق العقارية في المدينة المنورة التي توتي ثمارها على سكان المدينة بعد الطفرة البترولية الاقتصادية، والتي وفرت كثيراً من رؤوس الأموال الوطنية التي اتجهت إلى مجالات التشييد والبناء.

أيضاً شهدت الفترة الأولى عملية التوسع في نشاط صندوق التنمية العقارية والذي بدأ أعماله عام ١٩٧٥ لمنح قروض ميسرة لبناء المساكن بحدود ٣٠٠ ألف ريال سعودي لكل مواطن لبناء مسكن يتم دفعها على مدار عشرين عاماً بدون فوائد؛ مما كان له الأثر الإيجابي في التوسع والامتداد العمراني الذي شهدته المدينة المنورة، هذا إلى جانب سياسة منح الأراضي، والتي بلغ عددها في هذه الفترة ما يزيد عن ١٠ آلاف قطعة (محمد محمود السرياني، ١٩٩٨م). هذا إلى جانب المشاريع العامة التي تبنتها المملكة مثل المجمعات السكنية التي توزع على المواطنين.

ومن الجدير بالذكر أنه تم في هذه الفترة انتشار العمران بصورة كبيرة جداً، ولم تترك مساحات خالية من الكتل العمرانية إلا لعوائق طبيعية مثل مناطق الجبال، والأجزاء الشمالية الشرقية

والتي تمثل أجزاء من جبل أُحُد، والمتمثلة في حي بني حارثة، فضلاً عن مناطق النطاقات الزراعية للنخيل في الجنوب خاصة في حي العهن، والخاتم.

الفترة الزمنية الثانية بين عامي (٢٠٠٠ / ٢٠٢٤ م):

تمتد على مدار ٢٤ عاماً حتى كتابة هذه الدراسة، والتي تعد من المراحل المهمة في الحياة العمرانية للمدينة المنورة؛ نتيجة لعدد من الأسباب أهمها على الإطلاق التطور التكنولوجي في إدارة وتخطيط النمو العمراني، فضلاً عن تطور وسائل ومعدات البناء بشكل كبير، حيث انتقل عمران المدينة من التكثيف الداخلي بالمراحل الزمنية السابقة إلى النمو العمراني التراكمي على الأطراف حيث قُدرت مساحة المدينة المنورة حتى عام ٢٠٢٤ بنحو ٣٣٤ كم مرمربع بمقدار إضافة عمرانية ٢١٨ كم أي بمعدل سنوي ٩,١ كم مربع لكل عام، وشهدت هذه الفترة الثانية أكبر المساحات العمرانية للمدينة المنورة بنسبة (٦٥,٩٪) من جملة مساحة عمران المدينة، حيث بلغ معدل النمو العمراني السنوي بها (٧,٥٪).

وعلى الرغم من أن بداية هذه الفترة شهدت أحداث ١١ سبتمبر عام ٢٠٠١ م والتي أدت إلى ركود القطاع الاقتصادي بالعالم بصفة عامة، إلا أن هذه الفترة شهدت نمواً عمرانياً كبيراً ما دفع بزيادة

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

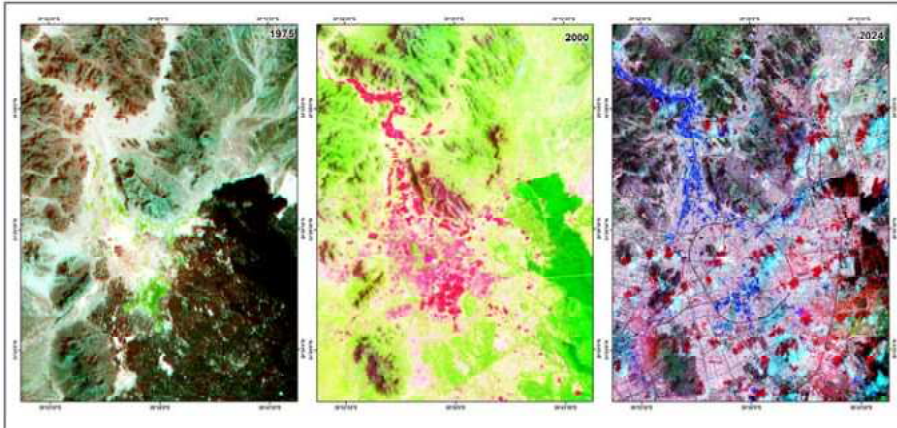
المساحات العمرانية في المدينة المنورة خاصة في السنوات الأخيرة من هذه الفترة.

وبداية من عام ٢٠١٠م حتى عام ٢٠١٥م، انتقل النمو العمراني في منطقة الدراسة من النمط التراكمي على الأطراف إلى المرحلة الانفجارية حول مراحل النمو السابقة، حيث جاءت مساحة الكتلة العمرانية بنهاية عام ٢٠١٥ نحو ٢٤١ كم^٢ تقريباً (أشرف عبده، نرمين شكري، ٢٠٢٤م). نتيجة نشاط حركة التنمية العمرانية الصناعية خاصة بالمنطقة الصناعية الجديدة بالجنوب الغربي، وصمود القطاع العقاري خاصة بعد أحداث الولايات المتحدة الأمريكية عام ٢٠٠١، كما نشط العمران بصورة واضحة أيضاً خلال هذه الفترة في الجانب الغربي للمدينة بحي العزيزية، والجانب الشمالي الغربي بحي طيبة وجامعة طيبة وتفضيل العاملين السكن قرب الجامعة.

أما بداية من عام ٢٠١٥م حتى نهاية الفترة الزمنية عام ٢٠٢٤م فقد انتقل نمو العمران بمنطقة الدراسة إلى الهوامش حيث سجلت مساحة الكتلة العمرانية (٣٣٤ كم مربع)، نتيجة العمل بوثيقة التوازن المالي بداية من عام ٢٠١٧م، والتي فرضت رسوماً شهرية تقدر بنحو (١٠٠ ريال شهرياً) على المرافق.

ومن الجدير بالذكر أن الفترة الثانية شهدت انتشار فيروس كورونا والذي أدى إلى اتخاذ حكومة المملكة عدداً من الإجراءات الوقائية لحماية المواطنين واحتواء انتشار المرض، والتي كان من ضمنها إيقاف مؤقت لتأشيرات العمرة والزيارة، وإيقاف الرحلات الدولية من العديد من الدول.

ساهم مشروع رؤية المدينة في زيادة التكثيف العمراني، والذي يستهدف رفع الطاقة الاستيعابية من ٤٧ ألف زائر يومياً إلى ١٤٩ ألف زائر يومياً، وذلك من خلال زيادة المساحة المطورة عمرانياً حول المسجد النبوي من ١,٥ كم إلى ٥ كم مربع بحلول عام ٢٠٣٠.



الشكل رقم (٢) المرنثات الفضائية لمنطقة الدراسة

بثلاث سنوات مختلفة بفواصل زمني ٢٥ عاماً

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على المرنثات الفضائية لمنطقة الدراسة أعوام مختلفة

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

أما عن الصورة التوزيعية لعمران المدينة في الفترة الثانية فإن العوامل السابقة ساعدت بشكل، أو بآخر في نمو عمراني كبير من خلال دور المخططات الإرشادية لتطوير المدينة، والتي حددت اتجاهات ومحاور النمو العمراني حيث ظهرت بالجانب الشمالي، والشمالي الشرقي بنمو عمراني واضح في كل من حي العيون الذي يقطعه مزارع النخيل، وحي الصادقية، والغابة، وسد الغابة، بينما بالجانب الشمالي الشرقي ظهر حول منطقة المطار، وفي أحياء وعيرة، والدويخلة، وشمال حي الملك فهد.

شهدت الجهتان الجنوبية، والجنوبية الغربية امتدادات عمرانية على الأطراف، حيث ظهر جنوباً في الأحياء الجديدة مثل رهط، والسكب، وبعض الكتل المتناثرة بحي الجصة، أما الجنوب الغربي ظهر العمران بكل من حي الأحساء، وحي ورقان، كما ظهر في حي المدينة الصناعية حيث الإنشاءات الجديدة للمصانع داخل حدود الحي الصناعي.

كما جاء العمران أيضاً غرباً بالامتدادات الحديثة في غرب حي سكة الحديد، والأجزاء الغربية من حي السلام، وإن كان معظمها قاعات احتفالات واستراحات، أما الجهة الشمالية الغربية والتي امتد العمران فيها بكل من حي كنانة، والنخيل، والزهرة، وبعض الكتل العمرانية المتناثرة بكل من حي الحفيا، والبلقاء.

الفترة الزمنية الإجمالية على مدار ٤٩ عاماً من الزمان (١٩٧٥/٢٠٢٤م):

كما ذكرنا سابقاً بلغ إجمالي مساحة الكتلة العمرانية في المدينة المنورة حتى بداية عام ٢٠٢٤م نحو ٣٣٤ كم^٢ والتي تضاعفت بشكل كبير على مدار نصف قرن من الزمان (٤٩ عاماً) فترة الدراسة التي اختارتها الباحثة لدراسة تطور وامتداد النمو العمراني لمنطقة الدراسة حيث سجلت بداية الفترة مساحة عمرانية ١١٦ كم مربع بمقدار إضافة كلية بلغت ٢١٨ كم^٢ بمقدار إضافة سنوي قدر بنحو ٩,١ كم مربع لكل عام، حيث قدر معدل النمو العمراني السنوي للمدينة بنحو (٣,٨٪).

ثانياً: 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 (١٩٧٥ / ٢٠٢٤م) للنمو العمراني على الاتجاهات الجغرافية بهذه الفترة لاستنباطها من صور المرئيات الفضائية بداية من القمر الصناعي (MSS) حتى (LANDSAT8.9) والتي من خلال بياناتها سيتم التوقع بمستقبل النمو والامتداد العمراني للمدينة المنورة باستخدام التقنيات الحديثة من الملاحة المكانية، واستخدام تقنيات أنظمة المعلومات في التوقع

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

المستقبلي (DSAS). وبالبداية وخلال الرحلة التطورية عمرانياً لمنطقة الدراسة 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 (٣) الامتدادات العمرانية الأفقية على الاتجاهات الجغرافية بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٥ / ٢٠٢٤م)، 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 السنوية للنمو العمراني.

جدول رقم (٢) الامتدادات العمرانية الأفقية على الاتجاهات الجغرافية بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٥/٢٠٢٤م)

العالم	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
١٩٧٥	١٢٨٦	١٣٨٧	١٧٥٣	٢٤٠٠	٢٨٣٠	١٩٥٧	٢٠١٧	١٨٢٧
٢٠٠٠	٨٨٨٤	١٤٣٣٧	٧٨٠٠	٦٧٨٠	٥٦٢٣	١٥٨٦٨	١٣١١٦	١١٤٣٠
٢٠٢٤	١٧٦٠٠	٢١٢٦٠	١١٨٠٨	١٢٩٦٠	١٣٨٢٥	٢٥٢١٤	١٧٥٣١	١٤٨٠٠

المصدر/ من عمل الباحثة اعتماداً على صور الأقمار الصناعية خلال فترات زمنية مختلفة

(LANDSAT)+ الخرائط الرقمية لمنطقة الدراسة، والأطوال من حساب الباحثة

جدول رقم (٣) مقدار الإضافة العمرانية الأفقية على الاتجاهات الجغرافية بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٥/٢٠٢٤م)

الفترة الزمنية	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
١٩٧٥/ ٢٠٠٠	٧٥٩٨	١٢٩٥٠	٦٠٤٧	٤٣٨٠	٢٧٩٣	١٣٩١١	١١٠٩٩	٩٦٠٣
٢٠٠٠/ ٢٠٢٤	٨٧١٦	٦٩٢٣	٤٠٠٨	٦١٨٠	٨٢٠٢	٩٣٤٦	٤٤١٥	٣٣٧٠
١٩٧٥/ ٢٠٢٤	١٦٣١٤	١٩٨٧٣	١٠٠٥٥	١٠٥٦٠	١٠٩٩٥	٢٣٢٥٧	١٥٥١٤	١٢٩٧٣

جدول رقم (٤) مقدار الإضافة العمرانية الأفقية السنوية على الاتجاهات الجغرافية بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٥/٢٠٢٤م)

الفترة الزمنية	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
١٩٧٥/ ٢٠٠٠	٣٠٣,٩	٥١٨,٠	٢٤١,٩	١٧٥,٢	١١١,٧	٥٥٦,٤	٤٤٤,٠	٣٨٤,١
٢٠٠٠/ ٢٠٢٤	٣٦٣,٢	٢٨٨,٥	١٦٧,٠	٢٥٧,٥	٣٤١,٨	٣٨٩,٤	١٨٤,٠	١٤٠,٤
١٩٧٥/ ٢٠٢٤	٣٣٢,٩	٤٠٥,٦	٢٠٥,٢	٢١٥,٥	٢٢٤,٤	٤٧٤,٦	٣١٦,٦	٢٦٤,٨

المصدر/ من عمل الباحثة اعتماداً على صور الأقمار الصناعية خلال فترات زمنية مختلفة

(LANDSAT)+ الخرائط الرقمية لمنطقة الدراسة، والأطوال من حساب الباحثة

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

جاء عام ١٩٧٥م بامتداد طولي للنمو العمراني على المحور الجغرافي الشمالي من ساحة المسجد النبوي كمركز للنمو العمراني بنحو ١٢٨٦ متراً طوياً، حيث يعد هذا العام أقل الاتجاهات في الامتداد، بينما الاتجاه الشمالي الشرقي سجل امتداداً بطول ١٢٨٧م، أما بالاتجاه الشرقي والذي ارتفع قليلاً عن الاتجاهين السابقين فقد قدر نمو العمران عليه بنحو ١٧٥٣ متراً طوياً، ومن الجدير بالذكر أن الاتجاهات البينية مثل (الشمال الشرقي، والجنوب الشرقي، والجنوب الغربي، والشمال الغربي) شهدت امتدادات عمرانية بشكل أذرع بينية بين ارتفاعات وتضاريس البنية الطبيعية لمنطقة الدراسة مثل الجبال المحيطة بالكتلة العمرانية القديمة كجبل أحد، وجبل وعيرة بالشمال، وجبل عير، وحمراء بالجنوب، وغرابة الغرب.

أما في عام ٢٠٠٠م فارتفع الامتداد العمراني جهة الشمال ليصل إلى مسافة ٨٨٨٤ م من مركز المسجد النبوي كما ارتفع إلى ١٤٣٣٧ متراً طوياً بالاتجاه الشمالي الشرقي، ومن الجدير بالذكر أن أكثر الاتجاهات نمواً عمرانياً جاء على المحور الجنوبي الغربي للمدينة بطول ١٥٨٦٨ متراً طوياً بين جبل غرابة، وجبل عير في شكل ذراع طولي يمتد بين الجبلين، أما أقل اتجاه قد امتد عليه العمران بهذا العام فهو الاتجاه الجنوبي بمسافة (٥٦٢٣ متراً).

وبدراسة وتحليل صور الأقمار الصناعية لعام ٢٠٢٤ م لمعرفة أكثر الاتجاهات التي امتد عليها العمران حتى عام ٢٠٢٤ م، فقد بينت المرئيات بعد عمل التحليلات العمرانية باستخدام باندات صور الأقمار الصناعية التي تتيح استنباط الكتل الحضرية باستخدام نموذج Map Algebra – Raster Calculator فمن خلال النتائج التي أظهرتها تلك العملية فإن أكبر المحاور امتداداً هو الجنوبي الغربي حيث أحاط العمران بجبل حمراء من جميع الجهات خاصة الجانب الغربي من الجبل، مسجلاً امتداداً بلغ ٢٥٢١٤ متراً طويلاً من ساحة المسجد النبوي، بينما ظهر الاتجاه الشمالي الشرقي بالمرتبة الثانية بطول ٢١٢٦٠ متراً، حيث امتد العمران بالجانب الشرقي الموازي لكل من جبل أحد، وجبل وعيرة، فيما جاء المحور الشرقي أقل المحاور الجغرافية في الامتداد العمراني؛ ويرجع هذا نتيجة وجود مناطق الجبال البركانية.

جدير بالذكر أن معدلات النمو والامتداد العمراني على المحاور الجغرافية تتفاوت فيما بينها بنفس الفترة الزمنية، وتختلف أيضاً من فترة إلى أخرى. وهنا سيتم دراسة الفترة الأولى بين عامي (١٩٧٥ / ٢٠٠٠ م) أي على مدار ٢٥ عاماً والتي شهد فيها الاتجاه الشمالي مقدار زيادة عمرانية طولية بلغت (٧٥٩٨ متراً) بما يعادل ٣٠٣,٩ متر كل عام، أما الاتجاه الشمالي الشرقي والذي سجل

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

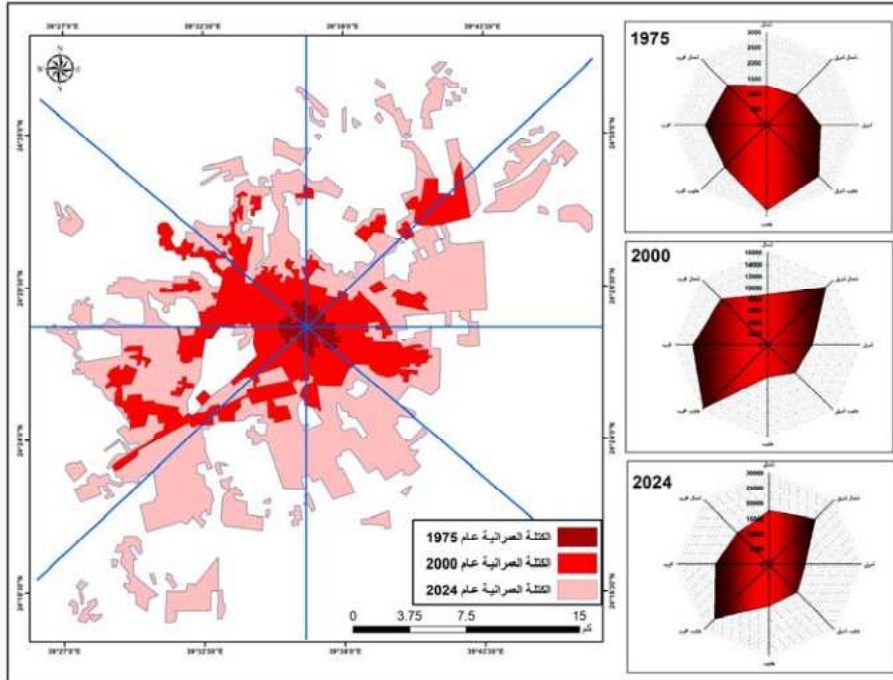
للمدن باستخدام ARC Scene

ثاني أعلى مقدار إضافة بتلك الفترة بنحو ١٢٩٥٠ متراً فقط امتد ٥١٨ متراً للعام الواحد ، بينما الاتجاه الجنوبي الغربي جاء كأعلى محور امتد عليه العمران بنحو (٥٥٦,٤ متراً لكل عام) ليسجل هذا الاتجاه أكثر الاتجاهات نمواً سنوياً بهذه الفترة، بينما جاء المحور الجنوبي كأقل المحاور في الإضافة السنوية حيث سجل معدل امتداد ١١١,٧ متراً لكل عام.

أما الفترة الثانية الممتدة على مدار ٢٤ عاماً بين عامي (٢٠٠٠ حتى ٢٠٢٤م) شهد الاتجاه الجنوبي الغربي معدل إضافة عمرانية بلغت (٣٨٩,٤ متراً) لكل عام كأعلى المحاور الجغرافية امتداداً عمرانياً، بينما أقل الاتجاهات هو الشمالي الغربي حيث ارتفع إلى ١٤٨٠٠ متر عام ٢٠٢٤م بعد أن سجل ١١٤٣٠ متراً عام ٢٠٠٠م، أي أنه على مدار ٢٤ عاماً ارتفع فقط ٣٣٧٠ متراً طوياً، بما يمثل ١٤٠,٤ متراً لكل عام. الشكل رقم (٣).

وبصفة عامة وعلى مدار ٤٩ عاماً سجل المحور الجنوبي الغربي للمدينة المنورة أكثر المحاور الجغرافية التي شهدت نمواً عمرانياً، وامتدادات طولية للعمران حيث سجل هذا المحور أكثر من ٢٣ كم طولي عمران من مركز المسجد النبوي بما يعادل تقريباً ٤٧٤,٦ متراً طوياً لكل عام، يليه الاتجاه الشمالي

الشرقي بمعدل (٤٠٥,٦ أمتار طولية لكل عام) بينما أقل الاتجاهات عمراناً هو الشرقي مسجلاً فقط (٢٠٥,٢ أمتار لكل عام).



الشكل رقم (٣) الامتدادات العمرانية الأفقية على الاتجاهات

الجغرافية بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٧٥/٢٠٢٤م)

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة أعوام مختلفة

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

التوقع المستقبلي للنمو العمراني للمدينة المنورة

هنا سيتم استخدام بيئة نظم المعلومات الجغرافية في الاستنباط والتوقع بمواقع انتشار ونمو عمران المدينة المنورة مستقبلاً بناءً على عدد من المتغيرات التي من شأنها المساعدة في كشف الأماكن المتوقعة للنمو والامتداد العمراني، فمن خلال عمليات النمذجة المكانية Spatial Modeling والتي تعرف على أنها عملية تحليلية 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 (Wegener,2000).

اعتمدت الدراسة على عدد من الخطوات المهمة داخل GIS باستخدام Spatial Analyst Tools ببرنامج ARC GIS، وتم إدخال عدد من المعايير الخاصة بالدراسة، ومنها معايير بشرية، وأخرى طبيعية فضلاً عن أهميتها النسبية حسب موقعها (محمد ربيع عبدالظاهر، ٢٠٢٢م)، 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 فمثلاً درجة الانحدار كانت الأولوية في الملاءمة المكانية للأراضي المستوية، والأقل انحداراً منخفضة المنسوب، كما كان لمعيار الأودية والسيول الأماكن التي كانت تبعد عن مخاطر السيول وهكذا.

فيما اعتمدت الدراسة التنبئية على عوامل بشرية كما ذكرنا سابقاً كان أهمها الكثافة السكانية، وجاء الأولوية المكانية لها بالأماكن والمناطق ذات الحجم السكاني والكثافة المنخفضة، كما تم استخدام بعض المعايير الخدمية مثل أماكن المناطق الصناعية، والخدمات سواء الحكومية، أو المجتمعية، أيضاً استخدام المعايير التي تعوق تقدم النمو العمراني بالاتجاه الذي توجد به مثل المقابر، والمصانع، والمطارات.

أولاً: دراسة العوامل الطبيعية:

تأتي العوامل الطبيعية في مقدمة العوامل التي تدرس من أجل التخطيط المستقبلي، فمن خلال دراسة خريطة الارتفاعات والانحدارات بالمدينة المنورة كأحد المعايير المهمة كونها تقع بمنطقة شديدة التضرس فهو عامل أساسي في تحديد مناطق النمو الحضري المحتمل، بالإضافة إلى الخريطة الجيولوجية والتي تفيد بشكل كبير في تحديد المناطق التي تصلح للبناء عليها من عدمه، وسيرد

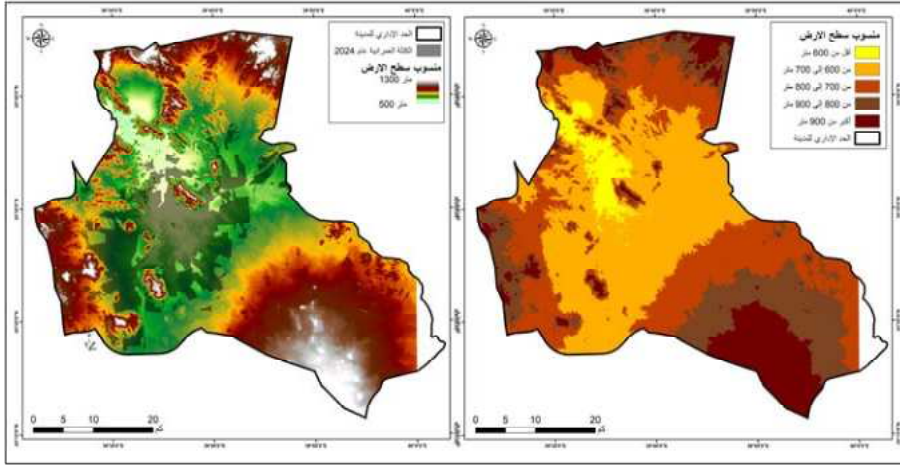
النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

ذكر خصائص كل طبقة يتم استخدامها في النموذج بغية النتائج
المرجوة، وهي كما يأتي:

الارتفاعات

تفيد دراسة الارتفاعات بالمدينة في التعرف على تصنيف
التضاريس المحلية، وتحديد نطاقات الحد الأقصى، والحد الأدنى
منه 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 تضاريسياً إلى خمس
فئات بطول بلغ ١٠٠ م، تتراوح بين ٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر
إلى ١٣٠٠ متر، حيث ظهر من تحليل منسوب الأرض بمنطقة
الدراسة أن الفئة الثانية التي ينحصر منسوبها بين ٦٠٠ إلى ٧٠٠ متر
فوق مستوى سطح البحر تمثل ما يقرب من ٥٠٪ من مساحة منطقة
الدراسة هذا فضلاً عن وجود الكتلة العمرانية للمدينة بها ما عدا
بعض المناطق المتضررة التي تتخللها مثل مرتفعات جبل أحد،
ووعير، وزعير، وبعض المرتفعات الأخرى. ومن الجدير بالذكر أن
الكتلة العمرانية للمدينة المنورة تحاط بمناسيب أرضية من جميع
الجهات بداية من منسوب أكثر من ٧٠٠ متر، ما عدا منطقة واحدة
تمتد من شمال جبل أحد، وهي عبارة عن مجرى وادي جاف قديم
منسوبه أقل من ٦٠٠ متر.



الشكل رقم (٤) منسوب سطح الأرض بمنطقة الدراسة

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على المثلثات الفضائية لمنطقة الدراسة من نوع (ASTER – DEM)

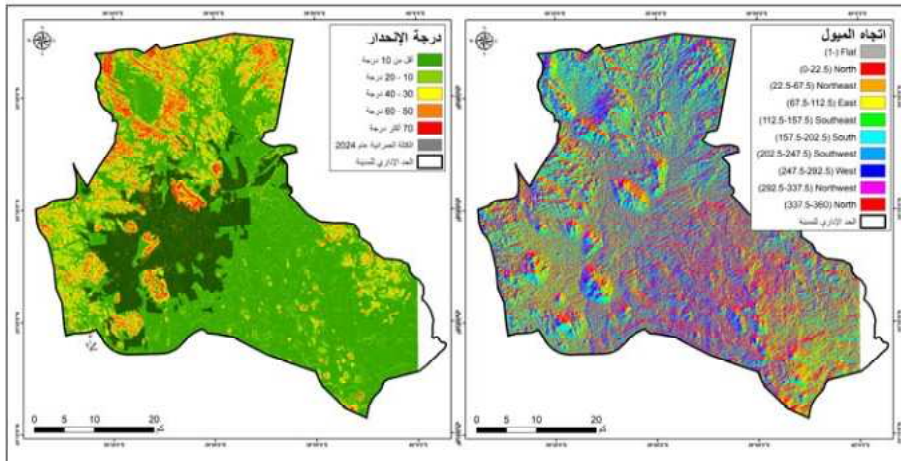
الانحدار

تعد درجات انحدار السطح بالمدينة المنورة من المعايير المهمة التي تؤخذ في الاعتبار عند الشروع في عملية التخطيط للنمو الحضري، وفي العموم يلجأ سكان أي منطقة إلى البناء في المناطق التي تقل فيها درجة الانحدار عن ١٥ درجة، وبناءً عليه قسمت الباحثة درجات انحدار منطقة الدراسة إلى خمس فئات كما يبينها الشكل رقم (٥) الذي يوضح درجات ميل وانحدار سطح الأرض واتجاهاته بالمدينة المنورة. ظهر الانحدار بفئة أقل من ١٠ درجات بمناطق تجاوزت نسبتها حوالي (٨٠٪) من جملة مساحة المدينة المنورة،

النمذجة الإجمالية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

ومعظم العمران الحالي للمدينة يقع على تلك المساحة، فيما ظهرت الانحدارات الشديدة التي تتجاوز ٧٠ درجة بالمناطق الشمالية، والشمالية الغربية للمدينة، كما ظهرت بمناطق متفرقة بالجانب الجنوبي الغربي. وهنا أظهر التحليل أن نسبة ما يقرب من ٨٠٪ من مساحة المنطقة يمكن أن يستقبل نمواً عمرانياً وفقاً لمعيار الانحدار.



الشكل رقم (٥) درجات الانحدار واتجاهاتها بالمدينة المنورة

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على المثيرات الفضائية لمنطقة الدراسة من نوع (ASTER - DEM)

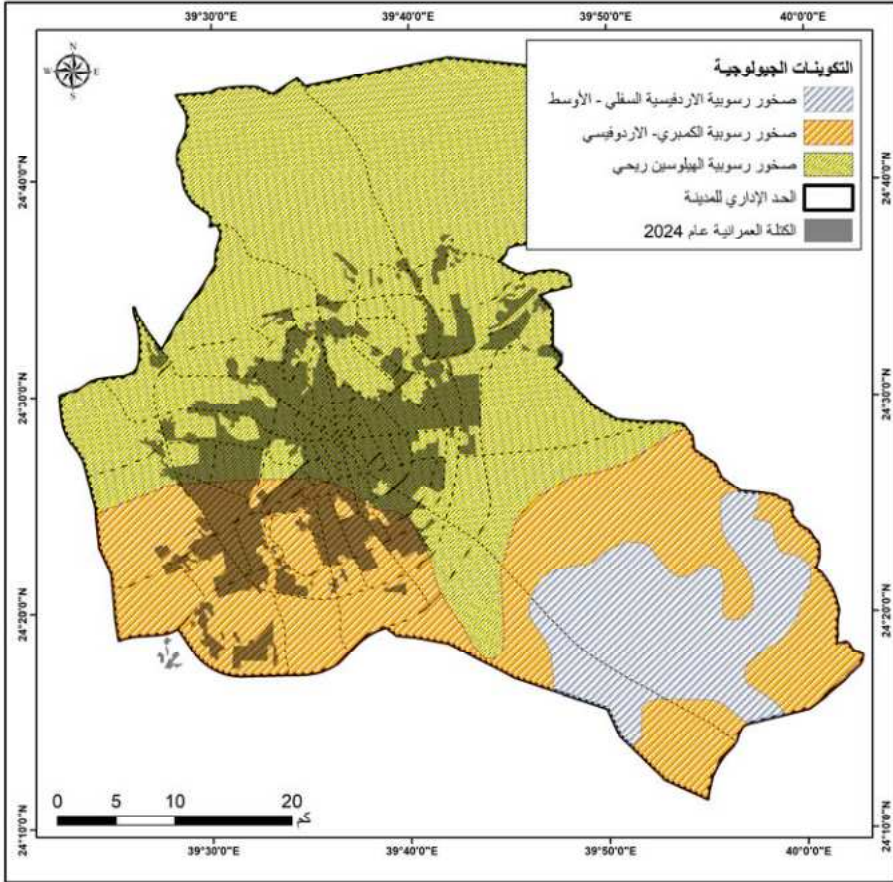
جيولوجية المنطقة

تعد الدراسات الجيولوجية لمنطقة ما من أهم الدراسات التي يقوم بها أصحاب القرار والمخططون؛ 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 التوقع بناءً على أهميتها النسبية، ووزنها من حيث التكوين الذي يسمح بزيادة إنشاء تركيزات كتل عمرانية، فقد أمكن تصنيف جيولوجية منطقة الدراسة كما بالشكل رقم (٦) والذي تم فيه الاعتماد على الخريطة الجيولوجية للمملكة العربية السعودية، وقد اتضح من توزيع التكوينات الجيولوجية بالمدينة المنورة أن هناك علاقة ارتباطية قوية جداً بين رواسب الصخور الرسوبية الهلوسين مع انتشار الكتلة العمرانية الحالية بمقدار ثلثي الكتلة تقع على منطقة وجود هذه الصخور كما هو موضح بالشكل، أما الثلث الآخر من مساحة العمران الحالي للمدينة فيوجد على رواسب صخور رسوبية من العصر الكمبري - الأردوفيسي.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene



الشكل رقم (٦) الخريطة الجيولوجية بمنطقة الدراسة

المصدر/ عمل الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة)

ثانياً: العوامل البشرية (الاقتصادية والاجتماعية):

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، والطرق.

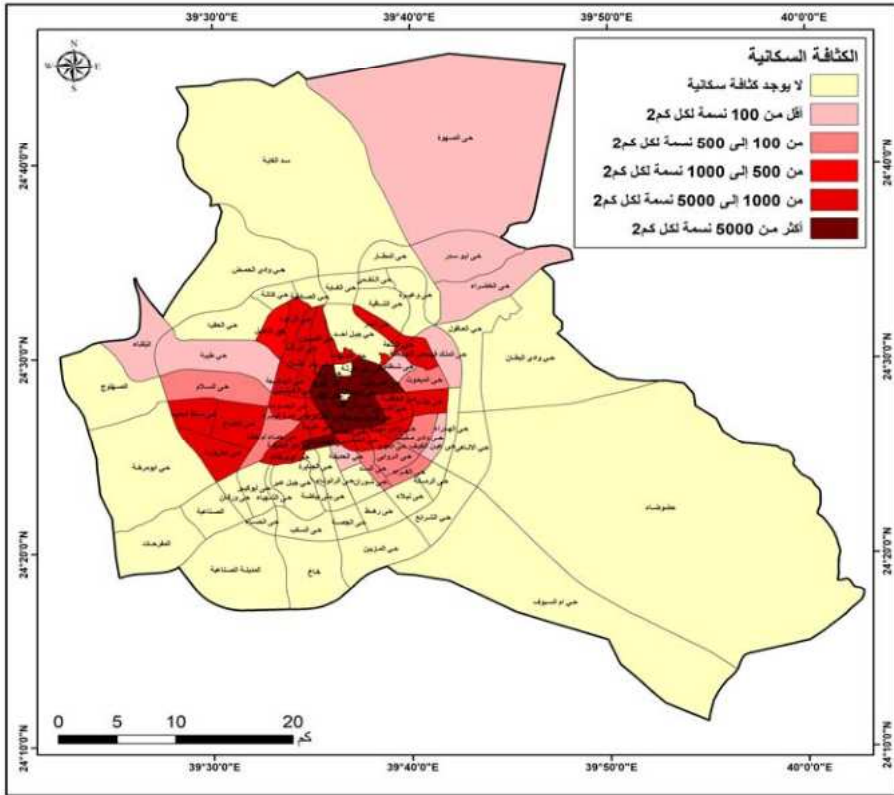
الكثافة السكانية:

تفيد دراسة الكثافة السكانية في تحديد المناطق التي يزيد فيها
عدد السكان على المساحة العمرانية، فالمناطق التي تتمتع بكثافة
سكانية عالية تقل درجة ملاءمتها للنمو العمراني المحتمل عن
المناطق التي تقل فيها الكثافة السكانية، وصنفت الكثافة إلى
ست فئات، كما هو مبين بالشكل رقم (٧) كما يأتي:

- الفئة الأولى أحياء لا يوجد بها كثافات سكانية نتيجة عدم
وجود حجم سكاني فيها، أو أنها أحياء تحت الإنشاء والتخطيط،
وقد ظهرت بجميع أنحاء المدينة بشكل دائري يحيط عمران المدينة
من كافة الجهات ما عدا الجزء الشمالي الشرقي منها، وبلغ عدد
تلك الأحياء ٤١ حياً.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene



الشكل رقم (٧) الكثافة السكانية

بأحياء المدينة المنورة عام ٢٠٢٤

المصدر/ عمل الباحثة اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للإحصاء،

دليل الخدمات السادس عشر، منطقة المدينة المنورة

- الفئة الثانية أحياء تقل كثافتها السكانية عن ١٠٠ نسمة لكل كم مربع، وقد ظهرت بعدد من الأحياء أهمها بالجانب الشمالي الشرقي للمدينة (حي الصهوة، أبو سدر، وحي الخضراء)

بمنطقة العوينة، كما ظهرت أيضاً بالجانب الغربي للمدينة بكل من حي طيبة، والبلقاء.

- أما الفئة الثالثة والتي ارتفع فيها معدل الكثافة السكانية لينحصر بين ١٠٠ إلى ٥٠٠ نسمة لكل كم^٢ جاءت ببعض الأحياء المتفرقة بالجانب الشرقي، والجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة، كما ظهرت أيضاً بحي السلام بالجانب الغربي للمدينة بمعدل (٣١٣ نسمة لكل كم^٢).

- بينما انحصرت الفئة الرابعة للكثافة السكانية بين (٥٠٠ إلى ١٠٠٠ نسمة) للكيلو متر مربع الواحد وتعد من الفئات التي تشهد كثافة سكانية كبيرة بشكل نسبي، حيث وجدت جميعاً بالأحياء المحيطة بنواة المدينة وقلب المدينة القديم، فقد ظهرت في ثلاثة أحياء، حي الجانب الجنوبي لنواة المدينة وهو حي العهن، وآخر بالجانب الغربي (حي الجماعات) بمنطقة العقيق، وأخيراً حي التخيل بمنطقة الربوة بالشمال الغربي لنواة المدينة.

- الفئة الخامسة والتي جاءت بمعدل كثافة سكانية مرتفع بين (١٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ نسمة) / كم^٢، وظهرت في ٢٣ حياً جميعها حول نواة المدينة من جميع الجهات كما هو موضح بالشكل.

- أما الفئة السادسة والأخيرة بمعدل كثافة مرتفع جداً فقد احتوى على جميع أحياء نواة المدينة المتركة حول ساحة المسجد

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

النبوي، وبلغ عددها ٢٤ حياً أقلها حي الفتح بمعدل كثافة تجاوز ٥ آلاف نسمة لكل كم^٢، وأعلىها حي المناخة الذي يحد ساحة المسجد النبوي من جهة الغرب بمعدل كثافة سكانية تجاوز (٧٥ ألف نسمة / كم^٢).

وقد اتضح أن كثافة السكان تقل في المدينة كلما ابتعدنا عن نقطة النواة وساحة المسجد النبوي واتجهنا نحو أطرافها خاصة عندما تكون الأطراف حديثة النشأة.

المسافة للمناطق التجارية:

تم تقسيم المسافات بشكل متساوٍ حول مناطق انتشار الخدمات التجارية بالمدينة بفواصل مساوية في موحد ثابت بلغ نصف قطره ٢ كم بين كل فئة وأخرى، وقد تم تصنيفها كما يظهرها الشكل رقم (٨) 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، المخازن، المكاتب، الأماكن الترفيهية، الكافيهات، المستشفيات، الفنادق، المدارس ... إلخ)، حيث تراوح الفئات المنتجة بين (٢٠٠ متر إلى ٣ كم).

البعد عن محطات الوقود:

والتي تم اتباع نفس المنهجية في تقسيمها كما بالنموذج السابق لتوحيد النتائج بين جميع معايير الدراسة، أيضاً تم تقسيمها إلى تسع فئات؛ لمعرفة أقرب المسافات من تلك الخدمة المقدمة.

البعد عن الطرق:

لشبكة الطرق دور إيجابي في جذب السكان والعمران، حيث لا يمكن للعمران أن يحدث دون تفاعل مكاني بين الكتلة المبنية وشبكة طرق مناسبة، ومن الصعب أن تتكامل وظائف الاستعمالات الأخرى للأرض دون وجودها؛ إذ العلاقة بين التجمعات العمرانية وشبكة الطرق بمكان ما علاقة تكاملية، وتسهم في نمو العمران، إما على محاور تلك الطرق، أو من خلال امتدادها إلى المناطق غير المأهولة لتكون حلقات ومسارات وصل بين الكتل العمرانية المأهولة والأماكن غير المأهولة، وقد تم تقسيم منطقة الدراسة إلى تسع 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 امتداده المحتمل، فكلما قلت المسافة للمناطق السكنية زادت احتمالية النمو بالقرب منها

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

والعكس صحيح، وهذا ما يوضحه الشكل رقم (٨)؛ لذا تم تقسيم ناتج عملية التصنيف المسائي التي جرت من خلال بيئة نظم المعلومات الجغرافية (Spatial Analyst Tools Distance - Euclidean Distance) إلى تسع فئات بفاصل مسائي موحد، كما يمكن استخدام أمر (Straight Line) لنفس النتيجة.

ثالثاً: العوامل البيئية:

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 أيضاً هو الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة، والذي يحمل العديد من المظاهر الجغرافية، وتم استنتاجه من المرئيات الفضائية للمدينة المنورة عام ٢٠٢٤ والذي ضم سبعة أغطية أرضية رئيسية، وسيرد ذكر خصائص كل طبقة يتم استخدامها في إظهار النتائج كما يأتي:

- الصدوع والفوالق:

لم تشهد منطقة الدراسة وجود أي صدوع وفوالق داخل الحيز الإداري لمنطقة الدراسة، بل ظهر بالجهة الغربية لها بمسافة بعيدة جداً (٢٧ كم طولي) داخل المنطقة الجبلية التي يصعب من الأساس وجود نمو عمراني فيها نتيجة التضرس الشديد للبنية الأرضية بها.

- الغطاء الأرضي:

يسهم تصنيف الغطاء الأرضي لأي منطقة في توفير بدائل ذات معلومات مفصلة حول أنواع الأغذية الأرضية داخل كل خلية، وتحديد حدود الأراضي بشكل واضح في الطبيعة وفقاً لحالتها الحالية من خلال المرئيات الفضائية، ودراسة التفاعلات المكانية مع المناطق المحيطة بها (Wang, J., et al, 2022)، والغطاء الأرضي أحد العوامل الرئيسية 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 الملاءمة الأرضية للنمو المستقبلي من خلال تحليل نتائج المرئية الفضائية، ويمكن تقييم مدى ملاءمة الأغذية الأرضية للتوسعات العمرانية المحتملة، ومن خلال المرئية الفضائية استنتج تسعة أغذية أرضية كما هو مبين بالشكل رقم (٨) حيث تم تجميع بعض المظاهر مع بعضها البعض كنوع من العوائق التي تقف عاملاً مهماً في عدم قدرة النمو العمراني بالاتجاه الذي يذهب إليه النمو المستقبلي مثل المناطق العسكرية، والغابات، والمناطق الصناعية، أيضاً أماكن وجود المزارع والحشائش لمنع النمو العمراني على الأراضي الخضراء، أو الزراعية.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

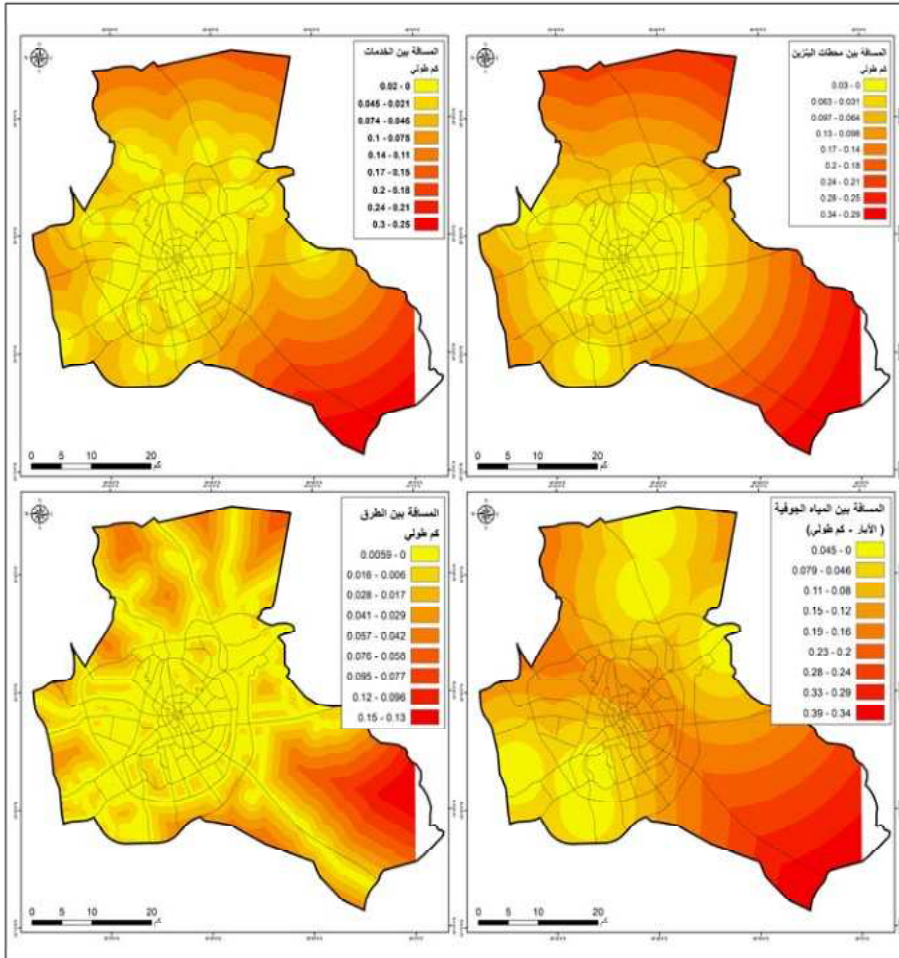
للمدن باستخدام ARC Scene

- المسافة إلى الآبار والمياه الجوفية:

يعد من المعايير المهمة في مدى امتداد العمران، فكلما تواجدت أماكن انتشار الآبار الجوفية، أو مياه تحت سطحية نقية للشرب 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 كانت الأولوية للملاءمة 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 كانت الأفضلية للملاءمة المكانية للنمو العمراني؛ خوفاً من حدوث سيول مفاجئة تعمل على تدمير المنشآت العمرانية والخدمات بأماكن وجود العمران داخل مسارات تلك الأودية، وقد تم وضع شرط في معادلة نمذجة الملاءمة المكانية أنه كلما زادت المسافة بين العمران ومسار الوادي الجاف كان له الأفضلية.



الشكل رقم (٨) معايير دراسة الملاءمة المكانية للمدينة المنورة

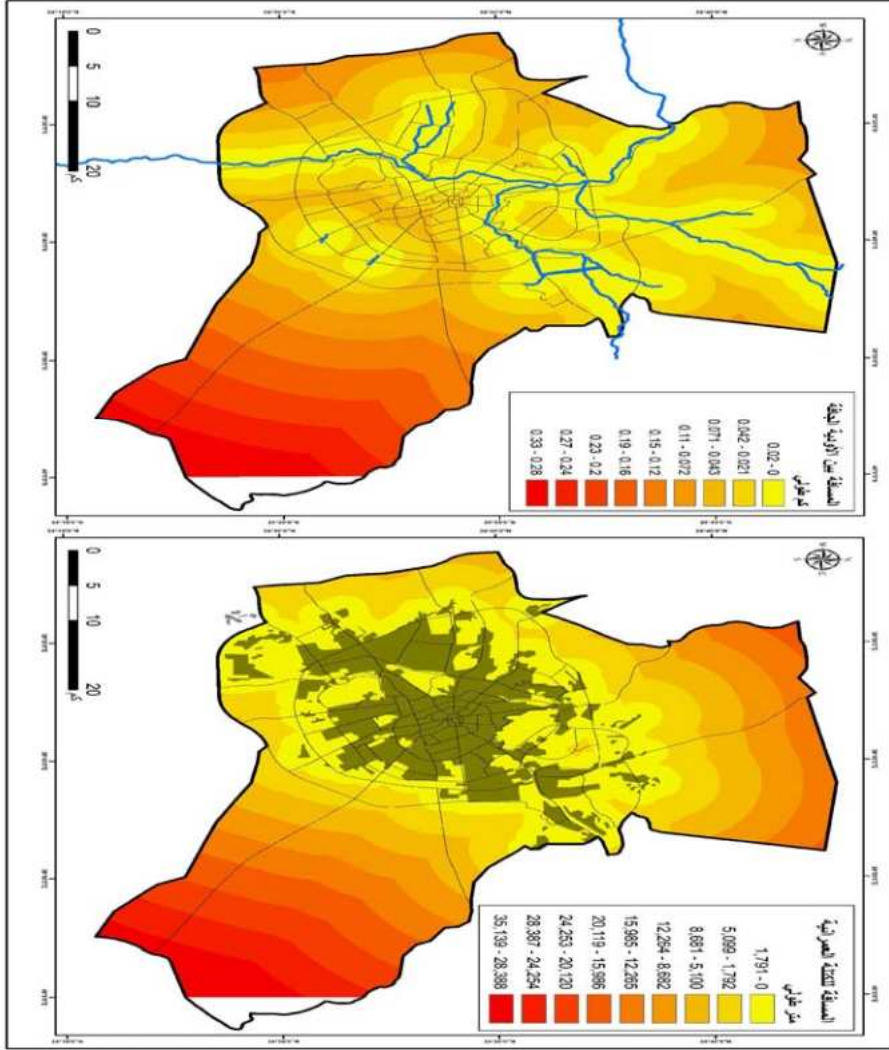
(الطرق، المياه الجوفية، الخدمات)

المصدر/ عمل الباحثة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية بطريقة Spatial Analyst

Tools Distance – Euclidean Distance

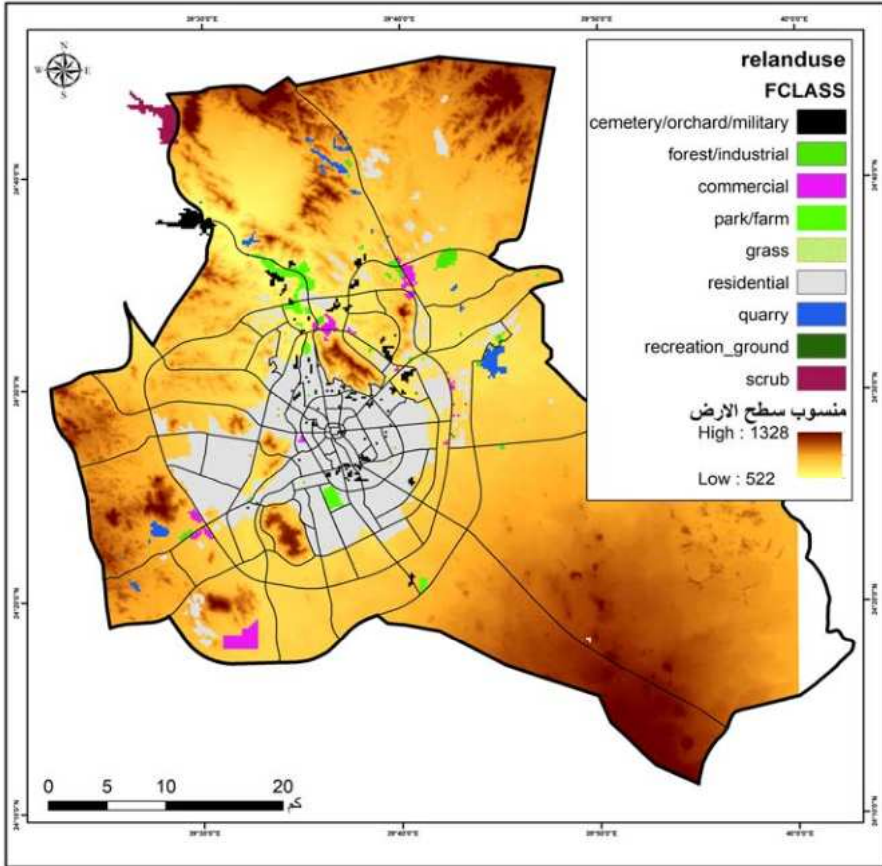
النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene



الشكل رقم (٩) معايير دراسة الملاءمة المكانية
للمدينة المنورة (الكتلة العمرانية، الأودية الجافة)

المصدر/ عمل الباحثة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية بطريقة Spatial Analyst
Tools Distance – Euclidean Distance



الشكل رقم (١٠) معايير دراسة الملاءمة المكانية

للمدينة المنورة (استخدامات الأرض)

بعد الانتهاء من العمليات السابقة الخاصة بتحليل المعايير المهمة في التوقع بالنمو العمراني للمدينة المنورة من وجهة نظر الباحثة تم الاتجاه إلى المرحلة التالية، وهي عمل درجات تصنيفية لدرجات

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

الملاءمة المكانية للنمو الحضري المحتمل بالمدينة المنورة حتى عام ٢٠٥٠.

تم تعيين فئات مخصصة للمعايير المحددة سابقاً حسب الجدول رقم (٥) فقد تم تحديد لك معيار تم دراسته ١٠ فئات من (١ : ١٠) داخل أنظمة GIS من خلال عمل Reclassify لكل معيار، فمثلاً تم وضع فئة رقم ١٠ للملاءمة المكانية القريبة من أماكن تواجد الآبار، ونفس التصنيف رقم ١٠ كأفضلية للاختيار للأماكن مستوية السطح، 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 فيها زراعات وأراضٍ زراعية، والأماكن البعيدة عن مجاري الأودية الجافة.

جدول رقم (٥) المعايير المفترضة في تطبيق نموذج الموازنة المكانية للمدينة المنورة

درجة أولوية للكثافة		درجة أولوية للمنسوب وسطح الأرض		درجة الأولوية للمسافات		التصنيف داخل المعايير	المعيار المستخدم
منخفضة	مرتفعة	متنفرس	مستوى	بعيدة	قريبة		
				١	١٠		المساحات الفضاء
				١	١٠		التركيب الجيولوجي
		١	١٠			أرض مستوية	درجة الانحدار
		١	١٠			أقل انحداراً (١٥ درجة)	
		١	١٠			منخفضة المنسوب	
				١	١٠	سطحية	الموارد المائية
				١	١٠	آبار وعيون	
				١٠	١		الأودية الجافة
				١٠	١		الفوالق والصدوع
١٠	١					حجم سكاني	الكثافة السكانية
١٠	١					كثافة سكانية	
١٠	١					كثافة سكانية منخفضة	
				١	١٠	محطات البنزين	الاستخدام

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

درجة أولوية للكثافة		درجة أولوية للمنسوب وسطح الأرض		درجة الأولوية للمسافات		التصنيف داخل المعايير	المعيار المستخدم
مرتفعة	منخفضة	متضرس	مستوى	بعيدة	قريبة		
				١	١٠	الخدمات (بنوك - مصارف - مولات تجارية ... ألخ)	ت الخدمية
				١٠	١	المقابر	استخداما ت الأرض
				١٠	١	المصانع	
				١٠	١	المطارات	
				١٠	١	المناطق العسكرية	
				١٠	١	الغابات	المساحات الخضراء
				١٠	١	المزارع - الحشائش- الأراضي الخضراء - الأراضي الزراعية	
				١	١٠		

نظر الباحثة ، والتي أعطت أوزاناً متفاوتة لكل مجموعة من المعايير الطبيعية ، والاجتماعية ، والبيئية التي تم استخدامها في التوقع بالنمو العمراني ، على أن يكون مجموع تلك الأوزان للفئات الثلاثية مساوياً ١٠٠٪ مما يساعد على إنشاء سيناريوهات للملاءمة الأرض.

جدول رقم (٦) نتائج عمليات الملاءمة المكانية للمدينة المنورة

النسبة من المساحة الكلية للمدينة	المساحة (كم ^٢)	نتائج الملاءمة المكانية
٢,٢	٤٩,٥	مناطق غير ملائمة
١٠,٤	٢٣٦,٥	مناطق ذات ملائمة منخفضة جداً
٢١,٠	٤٧٥,٦	مناطق ذات ملائمة منخفضة
٣٥,٩	٨١٤,٠	مناطق ذات ملائمة متوسطة
٣٠,٥	٦٩٠,٦	مناطق ذات ملائمة مرتفعة

المصدر/ من عمل الباحثة اعتماداً على نتائج عمليات النمذجة

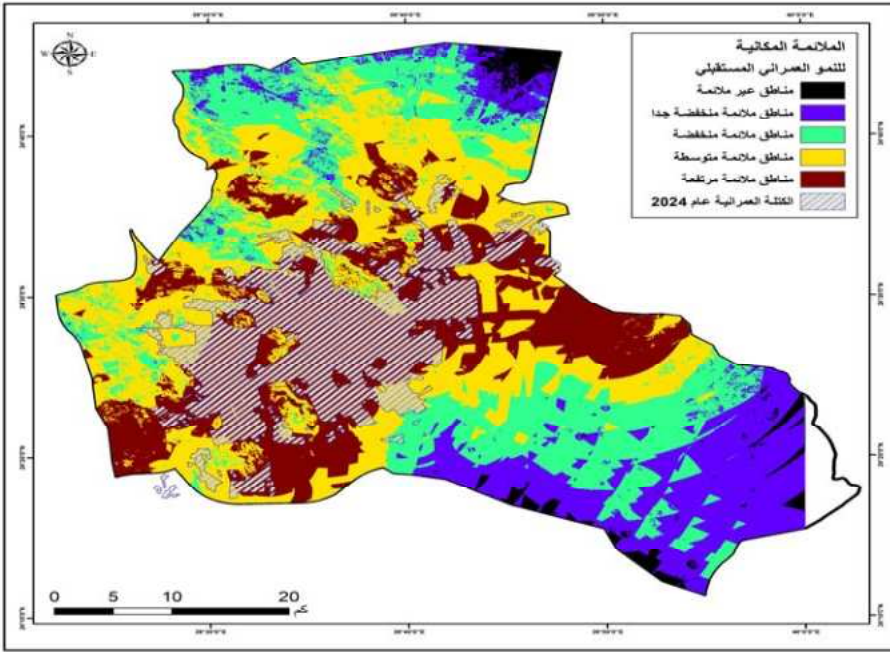
المكانية ببرامج أنظمة المعلومات الجغرافية

من خلال ما توصلت إليه الدراسة فقد ظهرت أماكن تعد أكثر ملائمة للنمو العمراني في المدينة المنورة ، وجاءت كحلقة دائرية حول العمران الحالي للمدينة بعام ٢٠٢٤ ، فيما قدرت المساحات التي تم التوقع بها فيها العمران الحالي بمقدار (٦٩٠,٦ كم مربع) بنسبة ٣٠,٥٪ من مساحة المدينة كحد إداري ، فيما

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

بلغت نسبة مساحة المناطق الملائمة كتصنيف متوسط نسبة (٣٥,٩٪) وتوجد مساحات أخرى غير محببة للنمو العمراني، وتم تصنيفها كمناطق منخفضة، ومنخفضة جداً للملاءمة العمرانية المستقبلية بمساحات بلغت (٤٧٥,٦ ، ٢٣٦,٥ كم مربع) لكل منهما على التوالي. الشكل رقم (١١).



الشكل رقم (١١) ناتج عمليات الملاءمة

المكانية للتنبؤ المستقبلي لعمران المدينة المنورة

المصدر/ عمل الباحثة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية بطريقة Raster

Calculator داخل تطبيق Map Algebra

جدير بالذكر أن مساحة الكتلة العمرانية للمدينة المنورة في الوقت الحالي عام ٢٠٢٤ بلغت (٣٣٤ كم^٢) وناتج دراسة النمذجة المكانية للمساحة العمرانية التي تم التوقع بها سجلت نحو (٦٩٠,٦ كم مربع) وباستبعاد المساحة الحالية نستطيع تقدير مساحة العمران المضاف حتى سنة الهدف والتي قدرت بنحو (٣٥٦,٦ كم مربع) تنتشر ككتل عمرانية متفرقة باتجاهات معينة مثل الجانب الشرقي، والجنوبي الغربي، والشمال الغربي، والشمال الشرقي، كما هو مبين بالشكل، وبهذا يكون نسبة العمران المتوقع قد بلغ (١٥,٧٪) من مساحة المدينة عام ٢٠٥٠ م.

أما بالمرحلة التالية للدراسة وهي التقييم الجغرافي لنموذج الملاءمة المكانية للأماكن التي تم التوقع بها للعمران المحتمل للمدينة المنورة.

كما ذكرنا سابقاً قد استخلص التطبيق الذي أظهرت نتائجه بعض نماذج الملاءمة المكانية المحتملة، وتصنيفها كفئات من المنخفض إلى المرتفع، وهنا لا يقتصر دور الباحث الجغرافي في عرض نتائج التطبيق فقط، ولكن يجب تقييم ذلك جغرافياً، وهنا تم استخدام العنصر الثالث من تطبيقات الجيوماتكس، وهي الدراسات والرفع المساحي للمناطق التي تم التوقع بها، واعتمدت الباحثة على الفرضية الأكثر ملاءمة للنمو العمراني (ملاءمة

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

مكانية مرتفعة) مع استخدام الصور الفضائية للوقوف على طبيعة المنطقة المختارة بعناية، حتى يتم وضع حلول مناسبة لحل المشاكل التي يمكن أن تحد من النمو العمراني مثل وجود أماكن زراعية، أو تقع بمسارات الأودية الجافة وغيرها من المشاكل، ونحتاج تدخلاً من صانعي القرار حتى لا تظهر مشاكل عمرانية مستقبلاً، فمن خلال الشكل رقم (١٢) تتضح أماكن التوقع بالنمو العمراني الأكثر ملائمة مع الرفع المساحي لهذه المناطق وربطها بالمرئيات الفضائية.

وظهرت المواقع المحتملة للنمو والامتداد العمراني في ست مناطق كل منطقة لها مساحة مختلفة، فقد تم تأكيدها من قبل الباحثة بالدراسة الميدانية، وتوقيعها على الناتج النهائي للدراسة على النحو التالي:

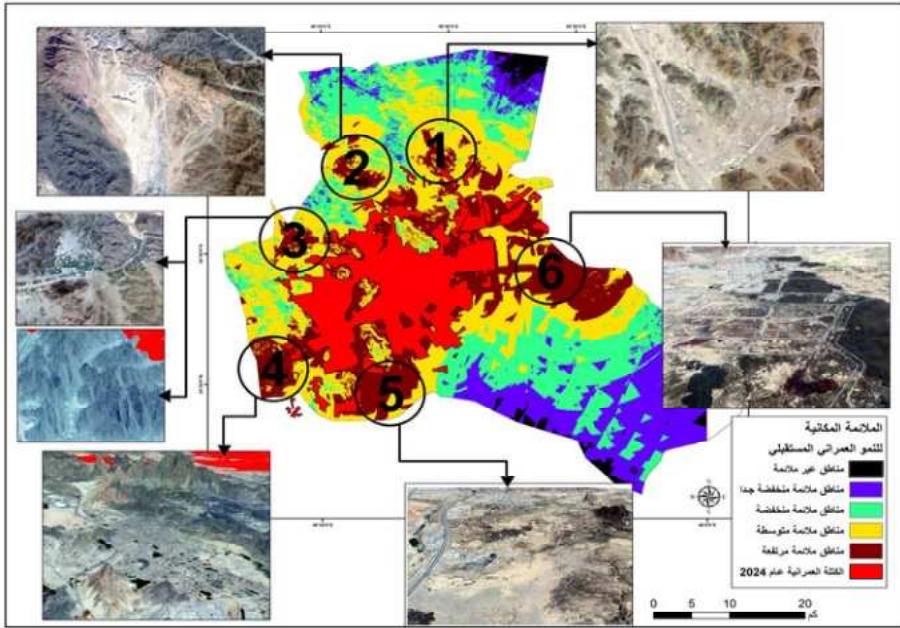
- موقع رقم (١) والذي نتج عن تطبيق نموذج الملاءمة المكانية المرتفعة حيث يقع بالجانب الشمالي الشرقي للكتلة العمرانية الحالية بمساحة حوالي ١٢ كم مربع، وهو شكل أقرب إلى المثلث له قاعدة جهة الجنوب بطول حوالي ٣,٥ كم طولي، وقد وفق التطبيق باختيار هذه المنطقة نتيجة استواء منسوب جميع أجزاء المنطقة ما عدا قمة جبلية صغيرة بمنتصف المنطقة.

- موقع رقم (٢) جاء بالشمال الغربي للكتلة العمرانية الحالية بمساحة ٤٦ كم مربع في شكل أقرب إلى المستطيل، ويعد من أفضل الأماكن للنمو العمراني لشكل المنطقة الأرضية، وتساوي منسوب سطح الأرض فيها، 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 الشمالية للجانب الغربي للكتلة العمرانية الحالية للمدينة المنورة، وبمعاينتها ميدانياً نستطيع أن نقول لم يوفق التطبيق في اختيار هذه المنطقة لعدد من الأسباب يتقدمها وجود زراعات خضراء، ومزارع بالمنطقة المقترحة، هذا فضلاً عن وقوعها بمسار وادٍ جافٍ يمكن أن يؤدي مستقبلاً لمشاكل إذا حدث سيول بمجرى الوادي الجاف، كما ظهرت منطقة أخرى بجوارها اقترحها التطبيق حيث توجد على مسار الطريق، وأيضاً لم يوفق التطبيق باختيارها بعد معاينتها ميدانياً لوقوعها بمسار ضيق بين جبلين كما يظهر الشكل، والسؤال الأهم هنا لماذا تم اقتراحها من قبل التطبيق، والإجابة أن كلا الموقعين ظهر بهما أذرع عمرانية حالية نمت على كتلة عمرانية قديمة، وتعد من مظاهر العمران العشوائي غير المخطط.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene



الشكل رقم (١٢) ربط نتائج الملاءمة

المكانية للمواقع المقترحة والصورة الحقيقية لهذه المواقع ميدانياً

المصدر/ عمل الباحثة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية بطريقة Raster

Calculator داخل تطبيق Map Algebra

والدراسات الميدانية للمناطق المقترحة

- موقع رقم (٤) الذي تم التوقع به كامتداد عمراني حتى عام ٢٠٥٠ ليصل إلى الحد الإداري الجنوبي الغربي للمدينة المنورة، وهذا الاتجاه قد سجل أعلى اتجاهات النمو عمرانياً على طول فترة

الدراسة منذ عام ١٩٧٥ حتى عام ٢٠٢٤ ، ومن الطبيعي أن يظل الامتداد مستمراً بهذا الاتجاه طالما تسمح طبيعة الأرض بذلك.

- **موقع رقم (٥)** ويعد من أفضل المواقع التي تم التوقع بها وفقاً للملاءمة المكانية المرتفعة، حيث يقع جنوب منطقة الكتلة العمرانية الحالية مساحة كبيرة جداً بأرض مستوية، تتميز بوجود العديد من الاستراحات الخاصة، كما تتميز بشبكة طرق وشوارع داخلية جيدة، بالإضافة إلى وجود شبكة كهرباء تغذي المنطقة.

- **موقع رقم (٦)** والذي ظهر بشرق الكتلة العمرانية لعام ٢٠٢٤ بمساحة كبيرة، الجدير بالذكر أثناء المعاينة الميدانية وجدت أماكن كثيرة مخططة للنمو العمراني فيها، كما يوجد أعمال بناء في مواقع عديدة، بالإضافة إلى ربط المنطقة بالكتلة الحالية من خلال عدد من الطرق الشريانية مثل طريق الملك خالد، وطريق الرياض القصيم، وطريق الملك عبد العزيز؛ مما يبرهن على التوقع الصحيح الذي أظهره التطبيق بناءً على ملاءمة المسافة إلى الطرق الرئيسية ومستوى منسوب سطح الأرض.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

تطبيقات النمذج الثلاثية الأبعاد (ARC Scene) لإنشاء نموذج

عمراني متوقع:

ما هو ARC Scene ؟

هو أحد برامج حزمة نظم المعلومات الجغرافية الخاص بعمل نمذجة ثلاثية الأبعاد (3D) تم تطويره بواسطة Esri خصيصاً للتخطيط الحضري. تم إنشاؤه للتسهيل على المستخدمين المحترفين في مجالات GIS و CAD من أجل توليد مدن ثلاثية الأبعاد بسرعة من بيانات GIS ثنائية الأبعاد الموجودة. يقدم 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 منهج 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 الثقالي 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.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

استخدامات ARC Scene يستخدم التطبيق في عدد من المجالات من أهمها ما هو خاص بالدراسة الحالية من التخطيط الحضري والعمراني شكل رقم (١٣). 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 والتلفزيون.
- الآثار والتراث الثقافي: محاكاة المواقع الأثرية، وإعادة بناء البيئات التاريخية.

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



شكل رقم (١٣) آلية تطبيق استخدام ARC Scene

من خلال إيجاد المزيد من التفاصيل بكل مرة

وبالمرحلة النهائية لهذه الدراسة والتي تهدف إلى إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد اختارت الباحثة موقع رقم (٢) لإنشاء تصور لمنطقة عمرانية (3D) من خلال قواعد التوليد المعماري (CGA) على قواعد الشكل (shape grammar) حيث يمكن إنتاجها باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية من خلال ARC Scene - ARC Globle بشكل أوتوماتيكي من خلال نظام يعتمد على قواعد التوليد المعماري المبرمجة مسبقاً.

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 الارتفاع سواء بالطابق، أو المتر، شكل ونمط الشوارع المحيطة بالمباني. وقطع الأراضي، والأشجار وغيرها. شكل رقم (١٤).

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene



شكل رقم (١٤) خطوات نمذجة المدن

داخل بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية

تقع المنطقة المقترحة بالشمال الغربي للعمران الحالي للمدينة المنورة بموقع رقم (٢) ويمتد بمساحة ٤٦ 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 اعتماد نمط النسيج العمراني الشطرنجي في التصميم، ثم تم بناء قاعدة بيانات جغرافية (Geodatabase) من خلال تقسيم المكان إلى مجموعة من الطبقات والظواهر الأساسية، كما هو موضح بالشكلين رقم (١٥)، (١٦).

تم اعتماد نظام إحداثيات ميركاتور المستعرض العالمي (UTM) (WGS84)، بعد عملية الرسم ثنائي الأبعاد وربط البيانات الوصفية بكل عنصر من عناصر المكان تأتي عملية النمذجة الثلاثية، ففي هذه المرحلة يتم استخدام نافذة برنامج (ARC Scene) والتي من خلالها يتم التحويل بين النماذج الثنائية إلى 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، والمدارس، والمراكز التجارية، والمباني الإدارية. فقد تم اختيار نموذج بسيط تقليدي لتمثيل هذه الأبنية.
- شبكة الطرق، والأرصفة، والسيارات، والأشجار، وأعمدة الإنارة، تم نمذجتها كل فيما يخص شكله سواء كانت ظاهرات خطية، أو نقطية، فيمكن معالجة الظواهر الخطية على أنها طرق وشوارع مع إمكانية التحكم في مظهر وعرض الطريق.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene



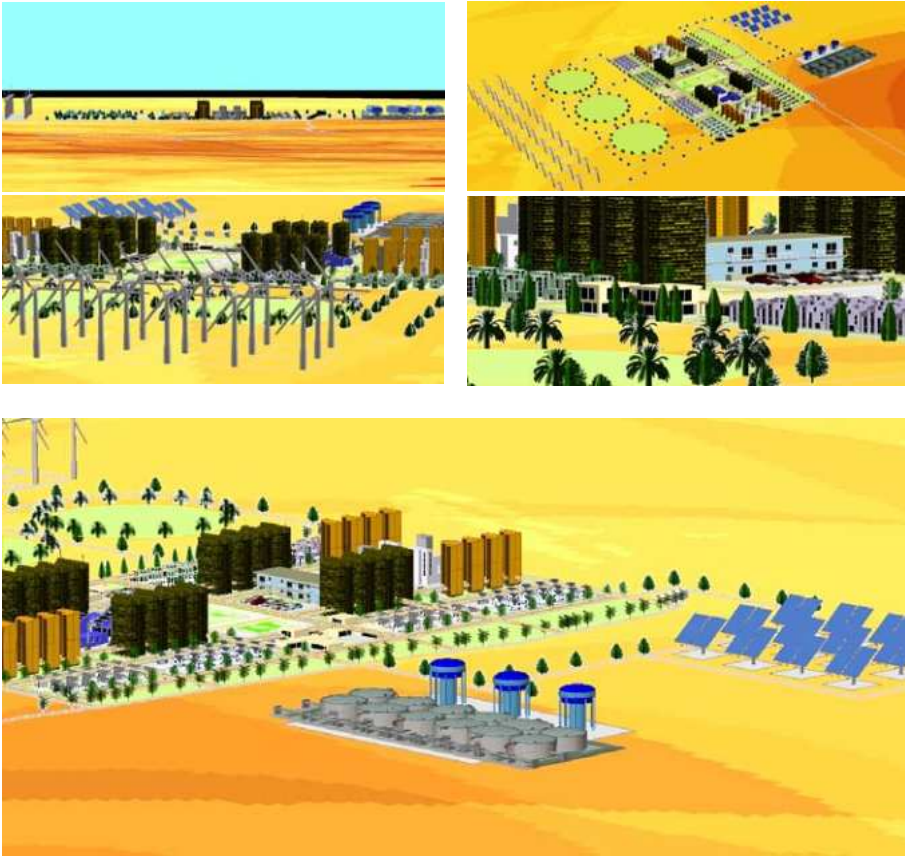
الشكل رقم (١٥) مسقط أفقي للمنطقة السكنية المقترحة

المصممة ضمن برنامج ARC GIS

المصدر/ عمل الباحثة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية داخل ARC MAP

- الحدائق والمساحات الخضراء التي يجب أن يتميز بها العمران المستقبلي للاستفادة من بيئة عمرانية جيدة خاصة التي يوجد بها مساحات خضراء كبيرة، فقد تم استخدام طبقات مساحية لتمثل الحدائق وأخرى نقطية تمثل الأشجار التي توجد بهذه المساحات، أو على جوانب الطرق.
- أما الأماكن الترفيهية مثل النوادي والملاعب فقد تم تمثيلها بطبقة مستقلة بالاعتماد على نسيج من صورة حقيقية للمعب 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 (١٦).



الشكل رقم (١٦) نماذج ثلاثية الأبعاد

لمناطق مقترحة للنمو العمراني فيها

المصدر/ عمل الباحثة باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية داخل ARC Scene

* * *

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

النتائج والتوصيات

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

- تميز برامج نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بالنمذجة ثلاثية الأبعاد عن غيرها من البرامج الرياضية للنمذجة الثلاثية؛ بما لها من قدرة عالية على تخزين كميات هائلة من البيانات المكانية الوصفية مع الرسومات، وطبقات البيانات المكانية.
- إمكانية استرجاع واستخلاص أي معلومة متعلقة بالطبقة المرسومة بسرعة وسهولة من النماذج المكانية ثلاثية الأبعاد، وتطويرها لدراسة المتغيرات العمرانية.
- قدرة برنامج ARC Scene العالية على إنشاء نماذج نهائية بشكل قريب للواقع العمراني، وعرض كائنات ثلاثية الأبعاد من اتجاهات مختلفة، فضلاً عن إمكانية المناورة، والتكبير والتصغير، والقدرة على عرض الصور والمرئيات الفضائية ونماذج الارتفاعات الرقمية.
- سجلت المساحة العمرانية التي تم التوقع بها من خلال عملية النمذجة ٦٩٠,٦ كم مربع وباستبعاد المساحة الحالية تقدر مساحة العمران المضاف حتى سنة الهدف بنحو ٣٥٦,٦ كم مربع.

- انتشار كتل عمرانية متفرقة باتجاهات الجانب الشرقي، والجنوبي الغربي، والشمال الغربي، والشمال الشرقي، وبهذا تبلغ نسبة العمران المتوقع ١٥,٧٪ 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 المنورة، ومدن المملكة العربية السعودية الأخرى.
- ضرورة وضع ضوابط للنمو العمراني على المحور الجنوبي الغربي للمدينة المنورة، الذي يعتبر أكثر المحاور الجغرافية التي شهدت نمواً عمرانياً على مر السنوات.
- ضرورة تقنين النمو العمراني في الاتجاه الشمالي الشرقي للمدينة المنورة، حيث يأتي في الترتيب الثاني من حيث النمو.
- ضرورة السماح بالارتفاعات بشكل مقنن في الاتجاه الشرقي للمدينة المنورة، بما يسمح بإحداث توازن في النمو العمراني لها.

* * *

المصادر والمراجع

- إبراهيم عبدالفتاح طلبة (٢٠٢٢) شبكة الطرق الحضرية وأثرها على النمو العمراني للمدينة المنورة، دراسة جغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة حلوان.
- أحمد على إسماعيل (١٩٨٨) جغرافية المدن، الطبعة الرابعة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
- أروى عبدالعزيز سالم الصاعدي (٢٠١٦) الأنماط المكانية لأسعار الأراضي في المدينة المنورة، دراسة في جغرافية المدن، ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طيبة، المدينة المنورة.
- أريج عثمان أحمد بكار (٢٠١٥) النمو العمراني الحضري بالمدينة المنورة خلال الفترة (١٩٨٤ / ٢٠١٣) رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طيبة، المدينة المنورة.
- أشرف علي عبده، ونرمين 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.
- أمانة المدينة المنورة، وكالة الشؤون البلدية، إدارة تخطيط المدن والمناطق، المخطط الرئيسي لروبرت ماثيو ١٩٧٣، التقرير الفني للمخطط الإرشادي، المدينة المنورة.
- بهجت رشاد. محمد قاسم (٢٠١٢) سيناريوهات مستقبل المدينة، مجلة الهندسة، العدد (٦) مجلد (١٨) بغداد، العراق.

- خليل السامرائي، ثائر حامد محمد (١٩٨٤) المظاهر الحضارية للمدينة المنورة في عهد النبوة، الموصل العراق.
- رحاب محمد الجهني (٢٠١٥) التركيب الحضري وانعكاساته على استخدامات الأرض بالمدينة المنورة، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة طيبة، المدينة المنورة.
- صادق تاهمي، ونبيلة بو النمر (٢٠٢٣) الملاءمة 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.
- صالح لمعي مصطفى (١٩٨٢) النمو العمراني وخصائصه في المدينة المنورة، ندوة المدينة العربية خصائصها وتراثها الحضاري والإسلامي، فبراير ١٩٨١، منظمة المدن العربية، المعهد العربي لإنماء المدن، تحرير إسماعيل سراج الدين، وسمير الصادق، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية، ص ١٥٤/١٤٠.
- عبد العزيز عبدالرحمن إبراهيم كعكي (١٩٩٨) معالم المدينة المنورة بين العمارة والتاريخ، الجزء الثاني، معالم التطور العمراني والتقدم الحضري للمدينة المنورة، الشركة السعودية للنشر والتوزيع، المملكة العربية السعودية.
- عبد الفتاح السيد عبد الفتاح (٢٠١٣) الاتجاهات الحديثة في دراسات النمذجة المكانية العمرانية، مجلة المجمع العلمي المصري، مجلد (٩٨) العدد (٩٨) القاهرة.

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

- عبد الفتاح السيد عبدالفتاح، وليد شكري عبدالحميد، (٢٠٢٢) نموذج الملاءمة المكانية للتنمية العمرانية بمدينة العلا - المملكة العربية السعودية، دراسة باستخدام GIS&RS المجلة العربية لكلية الآداب، جامعة أسيوط، العدد (٨٣) ص ٦٧٢ / ٥٧١.
- عمر محمد علي 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.
- محمد شوقي مكي (١٩٨٥) أطلس المدينة المنورة، دار العلوم للطباعة والنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- محمد كحمود السرياني (١٩٩٨) السكن الحضري، بحث ضمن كتاب المدينة المنورة البيئة والإنسان، تحرير محمد أحمد الرويثي، مصطفى محمد خوجلي، دار الواحة العربية، الطبعة الأولى، المملكة العربية السعودية.
- 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.
- 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.
- Arnous, M. O. (2013). Geotechnical site investigations for possible urban extensions at Suez City, Egypt using GIS. Arabian Journal of Geosciences, 6
 - 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>
 - 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 .
 - Gotlib, D., & Olszewski, R. (2017), From conceptual modeling to a map. International Cartographic Association ICA.
 - 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, București.
 - 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 .
 - Jiangfu Liao, et al., (2019). Urban sprawl scenario simulations based on cellular automata and ordered weighted averaging ecological constraints, Ecological Indicators, Vol. 17.
 - 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 .
 - Wang, J., Bretz, M., Dewan, M. A. A., & Delavar, M. A. (2022). Machine learning in modelling land-use and land cover-change

النمذجة الإجرائية ثلاثية الأبعاد

للمدن باستخدام ARC Scene

(LULCC): Current status, challenges and prospects. Science of The Total Environment, 153559.

- 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 .
- 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. Photogramm. 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 Comput. 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," Technische Universität München Master's Thesis.
- [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
Cadastre,” 4th International Workshop on FIG 3D Cadastres,
pp. 197–218.
- [9] I. GUERRERO, “3D GIS Techniques an overview,” in
Available at:
[https://c.ymdn.com/sites/www.gita.org/resource/collection/1
FC89597- 61A2-4524-
FB033BD3B505B7D/Guerrero_3D_GIS_Techniques.pdf](https://c.ymdn.com/sites/www.gita.org/resource/collection/1FC89597-61A2-4524-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., VEREENOGHE, 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.

* * *

مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

The Complexities of Designing Isotherms Maps

إعداد

د. نادية بنت عوض السفري

برنامج نظم المعلومات الجغرافية، قسم العلوم الفيزيائية بكلية العلوم جامعة جدة

Dr. Nadiah Awad ALSafri

Geographic Information Systems Program, Department of Physical
Sciences, College of Science, University of Jeddah

الملخص

اهتمت الدراسة بالمشكلات التي تكتنف تصميم خرائط خطوط الحرارة المتساوية، فهدفت إلى تحديد أسلوب الاشتقاق المكاني الأنسب لتمثيل درجات الحرارة، ومعرفة تأثير تباين درجات الحرارة الفصلية على الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية وبإطار مقياس الرسم، متبعة المنهج الاستقرائي ابتداء من معالجة بيانات درجات الحرارة وصولاً إلى إنتاج خرائط الحرارة المتساوية، وتوصلت الدراسة إلى أن درجات الحرارة المقدرة بطريقة مقلوب المسافة الموزونة منطقية وتتوافق مع درجات الحرارة المحسوبة من محطات الرصد المناخية لمعدلات درجات الحرارة للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢م، فتم إنتاج ٨ خرائط لخطوط الحرارة المتساوية بالملكة العربية السعودية لمعدلات درجات الحرارة الفصلية الصغرى والعظمى بفاصل (١ درجة مئوية) على مقياس (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠)، وعلى الرغم من توحيد كلا من المقياس والفاصل بين خطوط الحرارة المتساوية وصغرهما، إلا أن التباين الفصلي لدرجات الحرارة أثر على الفاصل بين خطوط الحرارة المتساوية حيث ظهرت خطوط الحرارة المتساوية متقاربة نسبياً في فصل الشتاء بجميع أجزاء الخريطة، بينما كانت متباعدة في جميع أجزاء الخريطة لبقية الفصول باستثناء الجزء الغربي، والذي ظهرت

فيه الخطوط متقاربة في بعض الفصول. وقد ظهرت الخرائط جيدة وواضحة، على الرغم من رسمها بمقياس رسم صغير في إطار حجم ورق A4. وتبين وجود علاقة طردية بين مقياس الرسم للخريطة والفاصل بين خطوط الحرارة المتساوية. أخيراً توصي الدراسة بأن يترك تحديد الفاصل الرأسى بين خطوط الحرارة المتساوية لمصمم الخريطة حسب الطبيعة المناخية للمنطقة التي تصمم لها الخريطة، وعدد محطات الرصد المناخية المتوفرة وتوزيعها، ومساحة المنطقة المدروسة، ومقياس رسم الخريطة.

الكلمات المفتاحية: مقلوب المسافة الموزونة، الفاصل الرأسى،

خطوط الحرارة المتساوية، درجة الحرارة، خرائط المناخ.

* * *

Abstract

The study considers the complexities of designing Isotherms maps with particular emphasis on determining the most effective spatial interpolation method for accurately representing temperature. In this respect, the study explored the influence of the seasonal variation's temperatures on the intervals of Isotherms within the context of map scale. For this purpose, an inductive approach was employed, starting from the analysis of temperature data to the creation of Isotherms maps. The results revealed that temperatures estimated using Inverse Distance Weighted (IDW) method are coherent and aligned with those observed at weather stations during the period (2003-2022). Eight maps were generated for minimum and maximum seasonal temperature averages across Saudi Arabia, with isotherm interval at one-degree on a scale of 1:10,000,000. Although the scale and the intervals of Isotherms were standardized, the seasonal variance in temperatures affected their intervals, notably during winter when the lines converged across the map, whereas in other seasons, except for the western region where lines occasionally converged, the lines were spaced more widely. Despite being drawn to a small scale on A4-sized paper, the maps maintained clarity and precision. The study underscored a proportional relationship between the map scale and the intervals of Isotherms, recommending that map designers consider the specific climatic characteristics of the area, the availability and distribution of meteorological stations, the geographic extent, and the scale map in determining these intervals.

Key words: Inverse Distance Weighted, Vertical Interval, Isotherms, Temperature, Climate Maps.

* * *

مقدمة:

تعرف طرق التمثيل الكارتوغرافي بأنها عبارة عن طرق فنية علمية، تعتمد على استخدام طرق الرسم البياني والرموز المختلفة، من أجل عرض التوزيع الفراغي للظواهر الجغرافية، وتوضيح العلاقات الارتباطية بينها، وإظهار منحى تطورها ونموها على الخريطة، ومن أجل تحقيق هذا الهدف تستخدم الكارتوغرافيا مجموعة كبيرة من العلامات والرموز، التي تصاغ ضمن نظام محدد من الطرق الفنية المتخذة لرسم الخرائط الموضوعية، من هذه الطرق طرق التمثيل النقطي (Dot Maps)، وطرق التمثيل المساحي (Area)، وطرق التمثيل الخطي (Line Symbols).

وتعد طرق التمثيل بخطوط القيم المتساوية Isoline؛ مناسبة لتمثيل قيم الكثير من الظواهر الطبيعية والبشرية، ومنها ما ينتشر في الطبيعة انتشارا مساحيا متصلا ومستمرًا، مثل: استخدامات الأرض، وتوزيع اليابس والمياه، ومنها ما ينتشر في الطبيعة انتشارا غير متصلا، على شكل نقاط أو تجمعات أو كتل، مثل المراكز السكانية، ومحطات الرصد المناخية (دبس، ٢٠١٨: ٨-٩).

هناك العديد من التعريفات لخطوط القيم المتساوية ومنها التعريف الذي صاغه "واتسون" (Watson, 1999: 10) حيث عرف خط القيم المتساوية على أنه منحنى أفقي يدل على تقاطع السطح

المنحدر مع مسطح مستو عند قيم ثابتة. وخطوط تساوي القيم تغطي كمجموعة من مسطحات مستوية أفقية متوازية ذات فواصل منتظمة تمثل شكل وتموج السطح الإحصائي للمتغير المراد رسمه تبعا لاختلاف قيمة وتمثيله بأبعاد ثلاثية (إحداثيات عرضية، إحداثيات طولية، قيم لمتغير الظاهرة) في شكل ثنائي البعد وهذا ما يجعلها أداة بالغة الأهمية لتمثيل البيانات المكانية. ويرى واربا (Warpa, 2020: 284) أن خرائط خطوط التساوي هي خرائط اتجاهات السطح التي تظهر ثلاثة أبعاد. ويتيح تباعد الخطوط المتساوية إظهار الاتجاهات المكانية أو الجوانب التوزيعية المتعلقة بالظاهرة الجغرافية التي تتم دراستها، حيث تصور خطوط التساوي ذات المسافات الضيقة التباين المكاني الشديد. وبالتالي، فإنه يتيح إضفاء الطابع الإقليمي على الظاهرة المدروسة.

وقد اتفق اغلب الباحثين الكارتوغرافيين المختصين على أن طريقة خطوط التساوي هي أفضل طريقة للتعبير عن ظاهرات توزيع عنصر درجة الحرارة على سطح الأرض حتى الآن (الموسوي والزريق، ٢٠٢٠: ٨٥).

تمثل خطوط القيم المتساوية ظاهرات لها مقدار حقيقي يمكن أن توجد في مواقع فعلية أو مقادير مشتقة، إذ تتوقف دقة الخريطة هنا على الفاصل الرأسي بين كل خط وآخر من القيم المتساوية،

الذي تتوقف هي الأخرى على مقياس الرسم من جهة، والبيانات الإحصائية من جهة أخرى (أبو راضي، ١٩٩٨: ٢٦٦). وهذا يتفق مع ما أشار إليه ربنسون وآخرون (Robinson et all, 1995: 513) بأن مصادر الخطأ في خرائط الخطوط المتساوية مواقع النقاط، وأسلوب الاشتقاق المستخدم للتنبؤ بالقيم بين نقاط الضبط، وعدد نقاط الضبط، وجودة البيانات، واختيار الفاصل بين خطوط التساوي.

كما أكد الجراش (٢٠٠٥: ٣٦١) على دور أهمية العوامل سابقة الذكر حيث أشار إلى أن اختيار قيمة الفاصل الرأسي بين خطوط القيم المتساوية يعتمد على عدة عوامل يمكن اختزالها فيما يلي: دقة واكتمال بيانات الظاهرة، ومقياس الخريطة.

لذا من الأمور التي يجب مراعاتها عند استخدام خطوط القيم المتساوية في إنتاج الخرائط المناخية، هو اختيار الفاصل الرأسي الملائم بين تلك الخطوط، إذ أنها تعد من أهم المشاكل التي تواجه الكارتوغراف في تصميم الخريطة، ويقصد بالفاصل الرأسي (المسافة بين المستويات الأفقية المارة خلال السطح الإحصائي) (سطيحة، ١٩٧٢: ٢٥٥). فمن الممكن أن يكون هناك عدد لا نهائي من الخطوط، ولكن من ناحية أخرى لا بد أن يكون هناك اختيار لعدد الخطوط التي تمثل التباين المكاني في السطح

الاحصائي أحسن تمثيل. ويفضل في كل الحالات أن يكون الفاصل الرأسى منتظماً بين الخطوط (أبو راضي، ١٩٩٨: ٢٦٩). فيجب تحديد فاصل رأسى متساوي وموحد للخريطة. وبعبارة أخرى، فإن المستويات الأفقية الافتراضية التي تمر عبر السطح ثلاثي الأبعاد يجب أن تكون متباعدة عمودياً بشكل منتظم. ومن المفضل أن يختار الكارتوجرافى المقياس والفاصل الرأسى بعناية لتجنب الازدحام، وتكون النتيجة مقبولة (Dent, 1993: 199).

فتقدير الفواصل الرأسية بين خطوط القيم المتساوية والتي عليها تتحدد فائدتها ليس بالأمر السهل، بل يجب التعامل معه بشكل يأخذ في الاعتبار الموازنة بين التفضيلات والفراغ في مساحة الخريطة. وهنا تجدر الإشارة إلى أن صغر مقياس الخريطة أو شح البيانات قد يفرض أن يكون الفاصل الرأسى كبير جداً، وفي هذه الحالة يقل مقدار تفاصيل السطح الإحصائي للظاهرة المراد رسمها ويقتصر دور خطوط القيم المتساوية على تجسيم تقريبي له (الجراش، ٢٠٠٥: ٣٦٠ - ٣٦١). وبناء عليه ستهتم هذا الدراسة بمناقشة مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية كأحد أنواع الخرائط المناخية.

مشكلة الدراسة:

تعد خرائط الحرارة المتساوية أحد أنواع خرائط المناخ التي تعرض درجات الحرارة لفترات زمنية مختلفة؛ مما يعطي انطباع عن طبيعة مناخ المنطقة في فصول السنة أو إعطاء انطباع عن مناخ المنطقة بصفة عامة، ويمر تمثيل هذه الخرائط بعدة مراحل تبدأ بتقدير قيم درجات الحرارة باستخدام أساليب الاشتقاق المكاني حتى يسهل استخراج درجات الحرارة على هيئة خطوط متصلة بحيث تصل هذه الخطوط بين النقاط التي تحمل نفس قيمة درجة الحرارة، وتفصل بين هذه الخطوط مسافة فاصلة تمثل باستخدام قيمة ثابتة من درجات الحرارة؛ بمعنى أن يكون بين كل خط يمثل درجة حرارة معينة، والخط الذي يليه قيمة ثابتة كأن يصل الخط الأول بين المواقع التي تكون فيها درجات الحرارة ٣٠ درجة مئوية، ويصل الخط الذي يليه بين المواقع التي تمثل درجات الحرارة ٤٠ درجة مئوية، وهذا النوع من التمثيل يكتفه العديد من مصادر الخطأ، والتي أشار إليها ربنسون وآخرون كما تم توضيحه أعلاه، لذا ستهتم هذه الدراسة بمحاولة إلقاء الضوء على مصادر الخطأ في هذا النوع من طرق التمثيل بحيث تهتم بطريقة الاشتقاق المكاني، وماهي الطريقة الأمثل لتقدير درجات الحرارة، وتقييم الفاصل

الرأسي بين الخطوط، وهل تتأثر بتباين درجات الحرارة العظمى والصغرى في فصول السنة المختلفة وفي إطار مقياس الرسم.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى:

١ - تحديد أسلوب الاشتقاق المكاني الأنسب لتمثيل درجات الحرارة.

٢ - معرفة تأثير الاختلافات الفصلية في درجات الحرارة على الفاصل الرأسي لخطوط الحرارة المتساوية في إطار مقياس الرسم.

الخلفية العلمية:

تناولت العديد من الدراسات خرائط الخطوط المتساوية فقد أعدت دراسة سيجانكيفيتش وكنيشتل (Cygankiewicz and Knechtel, 2014) خرائط الحرارة المتساوية للصخور في مناجم كاتوفيسكي هولدينج ويجلوي للمستويات - ٤٥٠ م، - ٥٥٠ م، - ٦٥٠ م، - ٧٥٠ م و - ٨٥٠ م عن سطح البحر، وكان الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة واحد درجة مئوية. كما وضحت دراسة خليفة (٢٠٢١) طريقة استخراج خطوط الحرارة المتساوية باستخدام برنامج Arc GIS في محافظة صلاح الدين، واستخدمت طريقة الاشتقاق المكاني (Spline)، وكان مقدار الفاصل الرأسي

(١) درجة مئوية وأقل كما يظهر في الخرائط المنتجة. كما وضحت دراسة الحشماوي (٢٠٢٣) طريقة استخراج خطوط الحرارة المتساوية باستخدام برنامج Arc GIS في قضاء الحضر، واستخدمت طريقة الاشتقاق المكاني (Spline). كما اهتمت دراسة محمد (٢٠٢٣) بتوضيح طرق تمثيل درجات الحرارة خرائطيا في قضاء الخالص، وأشارت إلى أن أفضل طريقة لتمثيل درجات الحرارة هي خرائط خطوط الحرارة المتساوية، وكان مقدار الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية (١ درجة مئوية كما يظهر في الخرائط المنتجة). اهتمت دراسة الموسوي والزرقي (٢٠٢٠) أيضا بإعداد خرائط لدرجات الحرارة لإقليم الفرات الأوسط بالاعتماد على طريقة خطوط الحرارة المتساوية، وكان مقدار الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية (٠,٥ درجة مئوية كما يظهر في الخرائط المنتجة)، والتدرج المساحي، والأشكال البيانية، وبينت الدراسة أن خطوط الحرارة المتساوية من أفضل الطرائق لتمثيل المعدلات السنوية لدرجة الحرارة بينما تعد طريقة التدرج المساحي ذات إدراك بصري عالي، قياسا بطريقة الحرارة المتساوية. وكذلك اهتمت دراسة ماتيس وكونان (Mateus & Coonan, 2022) بالاشتقاق المكاني للسطح الإحصائي باستخدام طريقة (IDW)، ثم تم إنتاج خرائط الحرارة المتساوية، وقد اعتمدت

الدراسة الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية ٢ درجة مئوية، كما يظهر من خرائط الحرارة المتساوية المنتجة في الدراسة. كما قدمت دراسة سليم والمختار (٢٠٢٠) خرائط خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات الحرارة العظمى والصغرى السنوية والفصلية لمنطقة الزاوية بليبيا، واستخدمت طريقة الاشتقاق المكاني (IDW)، واستخدمت الفاصل الرأسي بمقدار ١ درجة مئوية، كما يظهر من الخرائط. واهتمت دراسة الحربي (٢٠١٩) بتقييم ثلاثة طرق من طرق الاشتقاق المكاني داخل برنامج ArcGIS وهي مقلوب المسافة العكسية (IDW) وكريغنج (Kriging) واسبلاين (Spline)، وتوصلت الدراسة إلى أن طريقة IDW كانت أفضل الطرق الثلاثة في عملية الاشتقاق المكاني لكمية الأمطار. وأنشأ الجراش (٢٠٠٥) خرائط الخطوط المتساوية على قيم تساقط الأمطار للمملكة العربية السعودية باستخدام الاثني عشر طريقة التي ينفذها برنامج سيرفر، وقد اعتمد ٢٠ ملم كفاصل رأسي بين الخطوط المتساوية للأمطار. وأشار الجراش (٢٠٠٥) إلى أن تقدير الفاصل الرأسي بين خطوط تساوي القيم على الخريطة يعتمد في الأساس على درجة ومقدار التفاصيل التي تمثلها الخريطة، فعند الرغبة في عرض تفاصيل عالية يتم تصغير القيمة الثابتة للفاصل المستخدم بين خطوط التساوي والعكس صحيح. ولبعض الحالات

مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

توجد طرائق حسابية لتقدير الفاصل الرأسى بين خطوط تساوي القيم، فمثلا في حالة خطوط تساوي الارتفاع التضاريسى نجد أن إمهوف (Imhof, 1965: 45) وضع معادلة لتقدير الفرق المثالى بصيغة يمكن أن نكتبها باللغة العربية كما يلي (الجراش، ٢٠٠٥: ٣٦٦):

ف = ع × لوغارثم ع × مماس ظل الزاوية

وفيهما نجد أن

$$ع = 1 + (100 \div م)^{0.5}$$

م = القيمة المعدل عليها، مثلاً إذا كان مقياس الخريطة التي تظهر عليها خطوط التساوي هو ١:٥٠,٠٠٠ تكون قيمة م = ٥٠,٠٠٠. ومن هنا نجد أن إمهوف عند حساب الفاصل الكنتوري في خرائط التضاريس أخذ في اعتباره قيمة مقياس رسم الخريطة، وأقصى زاوية للانحدار نظراً لتباين التضاريس من ناحية مقدار التضرس.

وأشار عودة (١٩٩٦: ٢٣١) إن حل مشكلة اختيار الفاصل بين خطوط التساوي المعبرة عن كافة القيم يختلف كلياً عن طرق حل مشكلة الفاصل بين خطوط الكنتور فهو في الحالة الأولى (أي خرائط التساوي الخاصة بكافة ظاهرات سطح الأرض مثل درجات الحرارة أو الضغط الجوي) سطح وهمي صعب التخيل، أما في

الحالة الثانية (خطوط الكنتور) فهو سطح حقيقي. فمن العسير مثلاً لغير المختص أن يتخيل انحدار الضغط الجوي أو انحدار سطح الكثافة السكانية أو ملوحة التربة، ولكن من اليسير جداً أن يفهم غير المختص انحدار سطح الأرض. وقد عولجت قضية اختيار الفاصل الرأسى بين خطوط التساوي بعدة طرق منها ما هو احصائي ويتطلب جهداً مضنياً، ومنها ما يقوم على أسلوب الرسم البياني، ومنها ما يقوم على طريقة التقدير، واقترح عودة (١٩٩٦: ٢٣١) صيغة رياضية بسيطة يمكن من خلالها الحصول على الفواصل المنتظمة بين خطوط التساوي. وتقوم هذه الطريقة على أساس أن المساحات المحصورة بين خطوط التساوي ينبغي أن لا تزيد على ثمانى أو أن لا تقل عن اربع وهى:

$$\text{مقدار الفاصل} = \frac{\text{الرفق بين أدنى قيمة وأكثر قيمة}}{6}$$

وعندما تكون النتيجة عشرية تهمل الكسور أو يقرب الرقم إلى أقرب قيمة صحيحة (عودة، ١٩٩٦: ٢٣١).

كما أشار شرف (٢٠١٨: ١١٥) أنه يمكن من خلال خريطة الخطوط المتساوية تتبع التغير في قيم عنصر الجو ومعدل تغيره عن طريق تفسير العلاقة بين الفارق في الحرارة بين الخطوط، والمسافة

بين الخطوط نفسها فكلما اقتربت خطوط التساوي من بعضها دل ذلك على سرعة التغير في الحرارة والعكس صحيح، وتتبع اتجاه الزيادة أو النقصان.

ومن خلال استعراض الدراسات السابقة حول خرائط الخطوط المتساوية نجد أن هناك تباين في اختيار أسلوب الاشتقاق المكاني المستخدمة لاستخراج خطوط الحرارة المتساوية فبعض الدراسات استخدمت طريقة (spline) ودراسات أخرى استخدمت طريقة (IDW) وستقيم هذه الدراسة الطريقتين وتحدد أيهما الأفضل لاستخراج خطوط الحرارة المتساوية. وكما نجد عدم تحديد قيمة معينة للفاصل الرأسي بين الخطوط، وعلى الرغم من أن دراسة إهموف قدمت معادلة لتحديد الفاصل الرأسي بين خطوط الكنتور، وأخذت في اعتبارها انحدار السطح ومقياس الرسم، إلا أنه لم يتم الاهتمام بمقياس الرسم أو تباين درجات الحرارة العظمى أو الصغرى خلال فصول السنة، عند تحديد الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية لإنتاج خرائط خطوط الحرارة المتساوية في الدراسات السابقة لذا ستهتم الدراسة الحالية بمعرفة هل يمكن تحديد الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية أم أنه من خلال التجربة يترك الفاصل الرأسي لتقدير مصمم الخريطة خاصة وأنه عند رسم خرائط الحرارة المتساوية يتم تطبيقها على خرائط

ذات مقياس صغير، وهل التباين الفصلي في درجات الحرارة يؤثر على الفاصل الرأسي. لذا فإن هذه الدراسة ستختلف عن الدراسات السابقة بكونها ستتبع وتحاول جمع مشكلات تصميم خرائط خطوط الحرارة المتساوية ومعالجتها في دراسة واحدة سواء من خلال التحليلات الإحصائية الأولية لإعداد البيانات إلى مرحلة إنتاجها من خلال عرض مراحل تصميمها باستخدام برنامج Arc GIS Pro ، وبالتطبيق على البيانات المناخية لمحطات المملكة العربية السعودية.

منطقة الدراسة:

تمتد المملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض ١٦°٢٢' و ٣٢°١٤' شمالاً، وخطي طول ٣٤°٣٠' و ٥٥°٤٠' شرقاً (هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، ٢٠١٢)، وتقع ضمن النطاق المداري والصحراوي الذي يتميز بارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف على معظم مناطقها؛ وذلك لارتفاع كمية الإشعاع الشمسي، وطول ساعات النهار، وقلة الغطاء النباتي (العنبي، ٢٠٢٠: ٧). وقد تم تطبيق الدراسة على بيانات درجة الحرارة الصغرى والعظمى لـ ٢٦ محطة مناخية تابعة للمركز الوطني للأرصاد موزعة على المملكة العربية السعودية للفترة من ٢٠٠٣ إلى ٢٠٢٢ م.

مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

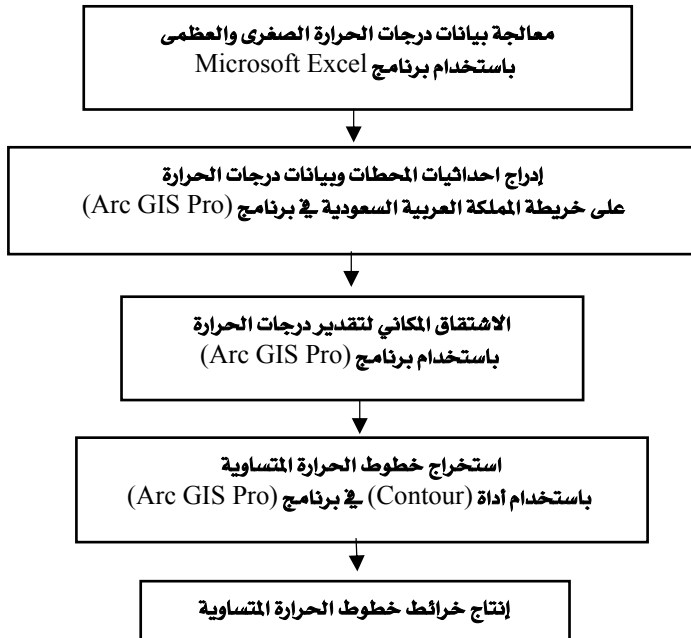
منهج الدراسة:

تتبع الدراسة المنهج الاستقرائي، حيث تمر الدراسة بعدة مراحل ابتداء من معالجة بيانات درجات الحرارة الصغرى والعظمى، وإنتاج خرائط خطوط الحرارة المتساوية، وإلقاء الضوء على المشكلات أو مصادر الخطأ التي تكتنفها، وفقاً لما أشارت له الدراسات السابقة، ومناقشتها ومحاولة إيجاد حلول لها. مراحل الدراسة (شكل ١) على النحو التالي.

أولاً: إعداد البيانات.

ثانياً: مرحلة الاشتقاق المكاني.

ثالثاً: مرحلة استخراج خطوط الحرارة المتساوية.



شكل (١): مراحل الدراسة.

أولاً: مرحلة إعداد البيانات.

تم في هذه المرحلة معالجة بيانات درجات الحرارة الصغرى والعظمى باستخدام برنامج Microsoft Excel، حيث تم استكمال درجات الحرارة المفقودة لبعض الشهور في هذه الدراسة من خلال أخذ متوسط درجة الحرارة لنفس الشهر المفقود من السنة الماضية والسنة اللاحقة وبعد استكمال البيانات لجميع الشهور في المحطات المناخية. تم احتساب المتوسطات للفصول الأربعة (الشتاء، الربيع، الصيف، الخريف) لـ ٢٦ محطة للفترة من ٢٠٠٣ إلى ٢٠٢٢ م. كما تم تصحيح هذه المعدلات إلى مستوى سطح البحر، بحيث إذا كان معدل درجة حرارة المكان ١٢ درجة مئوية وارتفاع هذا المكان عن سطح البحر ٣٠٠٠ متر، فقد تم زيادة درجة مئوية واحدة عن كل ١٥٠ متراً في الارتفاع، ليكون حساب خطوط الحرارة المتساوية على أساس واحد لجميع الأماكن وهو مستوى سطح البحر (جودة وأبو عيانة، ١٩٨٦: ٢٣٧). وهذا النوع من المعالجة متبع لتعديل بيانات درجات الحرارة عند رسم خرائط خطوط الحرارة المتساوية. ثم تم بناء قاعدة بيانات باستخدام برنامج (Arc Catalog) أحد البرامج الملحق ببرنامج (Arc GIS Pro)، ثم تم في برنامج (Arc Map) إدراج (Future Class) للمملكة العربية السعودية، ومن ثم إدراج مواقع (الإحداثيات) المحطات المناخية الـ ٢٦ محطة (جدول ١، وشكل ٢)، وإدراج بيانات درجات الحرارة الصغرى والعظمى.

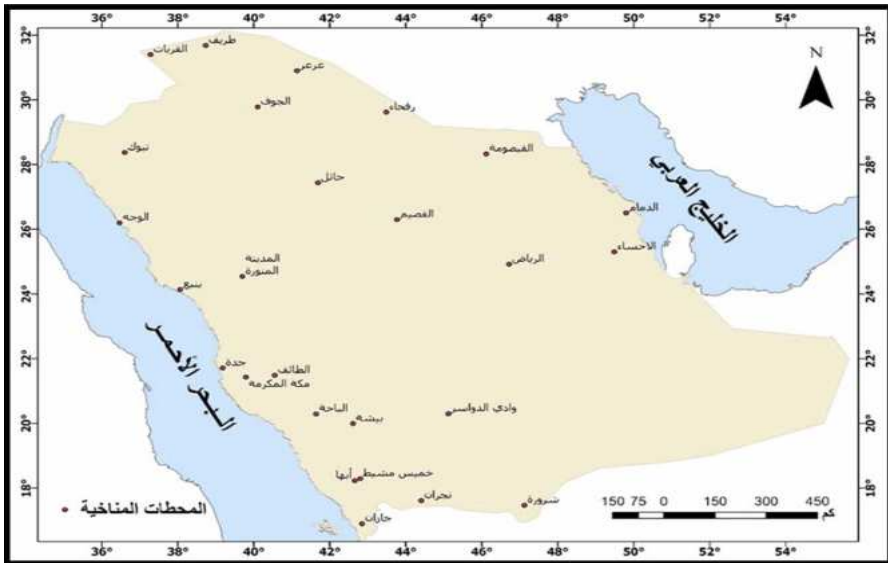
مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

جدول (١): مواقع المحطات المناخية ومعدلات درجات الحرارة
الصغرى والعظمى الفصلية للفترة من ٢٠٠٣ إلى ٢٠٢٢ م.

المنطقة المحطات	خط العرض	خط الطول	الارتفاع	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
				الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى
طريف	٣١,٦٨	٣٨,٧٣	٨٥٢	٧	٢٤	١٥	٣٥	٢٦	٤٥	١٨	٣٧
عرعر	٣٠,٩	٤١,١٤	٥٥٠	٧	٢٥	١٧	٣٧	٢٩	٤٨	٢٠	٣٩
القريات	٣١,٤	٣٧,٢٨	٥٠٤	٥	٢٤	١٣	٣٥	٢٢	٤٤	١٦	٣٦
الجوف	٢٩,٧٨	٤٠,١	٦٧٠	٨	٢٦	١٨	٣٧	٢٩	٤٦	٢٠	٣٨
رفحاء	٢٩,٦٢	٤٣,٤٩	٤٤٥	٧	٢٦	١٧	٣٨	٢٨	٤٨	٢٠	٣٩
القيصومة	٢٨,٣٣	٤٦,١٢	٣٦٠	٨	٢٦	١٩	٣٩	٣١	٤٨	٢١	٣٩
تبوك	٢٨,٣٧	٣٦,٦	٧٧٠	٩	٢٩	١٨	٣٩	٢٩	٤٦	٢١	٣٩
حائل	٢٧,٤٤	٤١,٦٩	١٠٠٠	١٠	٣٠	٢٠	٤١	٣٠	٤٨	٢٢	٤١
الوجه	٢٦,٢	٣٦,٤٧	٢٠	١٤	٢٨	١٩	٣٣	٢٥	٣٧	٢١	٣٥
القصيم	٢٦,٣	٤٣,٧٧	٦٤٨	١٠	٣٠	٢٠	٤١	٣٠	٤٩	٢٢	٤١
الاحساء	٢٥,٣	٤٩,٤٩	١٨٠	١٠	٢٨	٢٠	٤٠	٢٩	٤٨	٢١	٤٠
المدينة المنورة	٢٤,٥٤	٣٩,٧	٦٣٠	١٦	٣٢	٢٤	٤٢	٣٣	٤٩	٢٦	٤٢
الرياض	٢٤,٩٢	٤٦,٧٢	٦١٢	١١	٣١	٢١	٤١	٣١	٤٩	٢٢	٤٠
ينبع	٢٤,١٤	٣٨,٠٦	٨	١٤	٣١	١٩	٣٨	٢٦	٤٤	٢٢	٣٩
جدة	٢١,٧١	٣٩,١٨	١٨	١٨	٣٢	٢٢	٣٧	٢٧	٤١	٢٤	٣٨
مكة المكرمة	٢١,٤٣	٣٩,٧٩	٢٧٣	٢٠	٣٦	٢٦	٤٣	٣١	٤٧	٢٧	٤٣
الطائف	٢١,٤٨	٤٠,٥٥	١٤٥٥	١٨	٣٧	٢٥	٤٣	٣٢	٤٧	٢٦	٤٢
الباحة	٢٠,٢٩	٤١,٦٤	١٦٥٥	٢٠	٣٧	٢٧	٤٣	٣٤	٤٨	٢٨	٤٢
وادي الدواسر	٢٠,٣	٤٥,١٢	٦١٧	١٤	٣٤	٢٣	٤٣	٣١	٤٩	٢٣	٤٢
بيشة	١٩,٩٩	٤٢,٦١	١١٦٧	١٧	٣٨	٢٥	٤٤	٣٢	٤٩	٢٤	٤٣
أبها	١٨,٢٣	٤٢,٦٦	٢١٠٠	٢١	٣٧	٢٧	٤٢	٤١	٤٦	٢٦	٤٢
خميس مشيط	١٨,٢٩	٤٢,٨	٢٠٤٧	٢٢	٣٩	٢٧	٤٣	٣١	٤٨	٢٧	٤٣

المحطات المناخية	خط العرض	خط الطول	الارتفاع	الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
				الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى
نجران	١٧,٦١	٤٤,٤١	١٢١٣	١٧	٣٩	٢٥	٤٥	٣٢	٤٩	٢٤	٤٣
شورة	١٧,٤٧	٤٧,١٢	٧٢٧	١٥	٣٦	٢٥	٤٤	٣١	٤٩	٢٤	٤٢
جازان	١٦,٩	٤٢,٨٥	٤	٢٢	٣٢	٢٦	٣٧	٢٩	٣٩	٢٦	٣٧
الدمام	٢٦,٥	٤٩,٨	١٠	٩	٢٦	١٨	٣٨	٢٨	٤٦	٢٠	٣٨

المصدر: المركز الوطني للأرصاد.



شكل (٢): مواقع المحطات المناخية بالمملكة العربية السعودية.

ثانياً: مرحلة الاشتقاق المكاني.

اعتمدت الدراسة على اشتقاق السطوح باستخدام طريقتي الاشتقاق المكاني المتصلة الحتمية وهما:

طريقة الاسبلاين (Spline):

تقدر المنحنيات القيم باستخدام دالة رياضية تقلل من انحناء السطح الكلي، وينتج عنها سطح متدرج يمر عبر نقاط العينة تماماً. من الناحية النظرية، يشبه ذلك ثني قطعة من المطاط بحيث تمر عبر النقاط مع تقليل الانحناء الكلي للسطح. ويمكنها التنبؤ بالتلال والوديان في البيانات. وهي أفضل طريقة لتمثيل الظواهر التي تتسم بتغيرها التدريجي على سطح الأرض مثل درجة الحرارة (Childs, 2004: 34).

طريقة مقلوب المسافة الموزونة (Inverse Distance Weighted- IDW):

هي طريقة تعتمد على العلاقة الخطية بين نقاط العينة، وتوزن قيمة الإدراج على أساس معكوس هذه المسافة. والفكرة هي أن تلك القيم هي أقرب لبعضها من المحتمل أن تكون أكثر ارتباطاً مكانياً، وعليه ينبغي أن يكون لها تأثير في تحديد قيم الظاهرة أكبر من تلك النقاط الواقعة على مسافة أبعد. عادةً ما يفترض عند اختيار هذه الطريقة، أن ارتباط قيم الظاهرة ارتباطاً مكانياً (Spatially autocorrelated) بالمسافة عن نقاط العينة مثال

ذلك الضوضاء التي تقل بالبعد عن مصدرها (ديميرس، ٢٠١١: ١٠٩).

تم في هذه المرحلة اشتقاق السطوح الإحصائية بالطريقتين المشار إليهما أعلاه اعتماداً على معدلات درجات الحرارة الصغرى والعظمى الفصلية للفترة من ٢٠٠٣ إلى ٢٠٢٢ م.

ثالثاً: مرحلة استخراج خطوط الحرارة المتساوية.

تم في هذه المرحلة استخراج خطوط الحرارة المتساوية لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى للفصول الأربعة باستخدام برنامج (Arc Map) أحد البرامج الملحقة ببرنامج (Arc GIS Pro) باستخدام أداة (Contour)، ثم تم تحديد الفاصل الرأسى، واستخراج خطوط الحرارة المتساوية.

النتائج:

تختلف مصادر الخطأ في خرائط الخطوط المتساوية، وقد سبق الإشارة إلى أن روبنسون وآخرون حددوا خمسة مصادر للخطأ في خرائط الخطوط المتساوية وهي:

المصدر الأول والثاني للخطأ: عدد نقاط الرصد ومواقعها التي

تمثلها في هذه الدراسة محطات الرصد المناخية، والتي تعد محدودة مقارنة بمساحة المملكة العربية السعودية، هذه المحطات موزعة على المملكة العربية السعودية انظر شكل (١)، هذه المواقع

محددة لا يمكن التحكم فيها؛ كونها تمثل المحطات المناخية الموجودة حالياً والمعتمدة في رصد عناصر المناخ، وهذا المصدر من مصادر الخطأ لا يمكن إيجاد حل له إلا في حالة استحداث محطات جديدة تساعد في زيادة صحة تقدير درجات الحرارة.

المصدر الثالث للخطأ: جودة البيانات تم الحصول على البيانات من المركز الوطني للأرصاد للفترة من ٢٠٠٣ إلى ٢٠٢٢ م، وتم معالجتها وحساب معدلاتها الفصلية وتصحيحها، ليكون حساب خطوط الحرارة المتساوية على أساس واحد لجميع الأماكن وهو مستوى سطح البحر، كما تم التوضيح في منهجية الدراسة.

أسلوب الاشتقاق المكاني الأنسب لتمثيل درجات الحرارة:

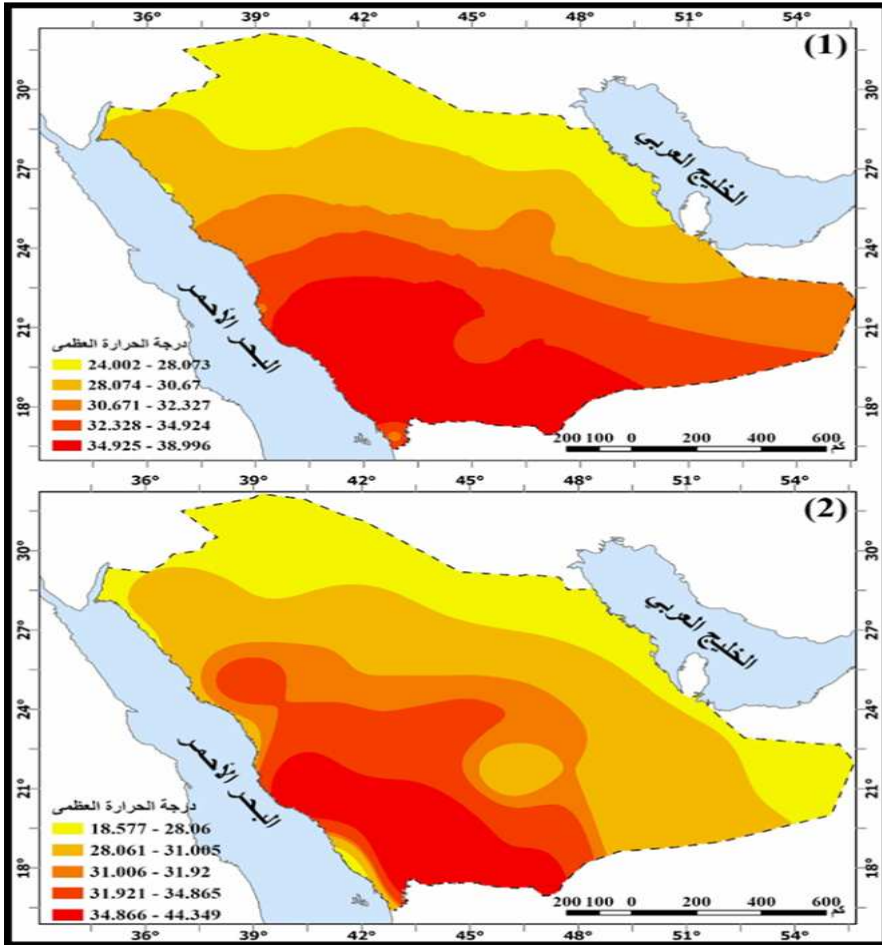
المصدر الرابع للخطأ: طريقة الاشتقاق المكاني، وكما اتضح أن أساليب الاشتقاق التي تكرر استخدمتها في الدراسات السابقة لاشتقاق السطوح الإحصائية هما طريقة الاسبلاين (Spline)، وطريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)، لذا تم اشتقاق السطوح بالطريقتين التي طبقتها الدراسات السابقة، لتقييم الطريقتين واعتماد الطريقة المثلى (جدول ٢، شكل ٣- ١٠).

جدول (٢): القيم العليا والدنيا في معدلات درجات الحرارة الفصلية المحسوبة من محطات الرصد والمقدرة باستخدام طريقتي الاشتقاق المكاني للفترة من ٢٠٠٣ إلى ٢٠٢٢ م.

القيمة		الشتاء		الربيع		الصيف		الخريف	
		الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى	الصغرى	العظمى
المحسوبة	الدنيا	٥	٢٤	١٣	٣٣	٢٢	٣٧	١٦	٣٥
	القصى	٢٢	٣٩	٢٧	٤٥	٤١	٤٩	٢٨	٤٣
المقدرة بطريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)	الدنيا	٥	٢٤	١٣	٣٣	٢٢	٣٧	١٦	٣٥
	القصى	٢١,٩	٣٨,٩	٢٦,٩	٤٤,٩	٤٠,٧	٤٩	٢٧,٩	٤٢,٩
المقدرة بطريقة الاسيلاين (Spline)	الدنيا	٤,٦	١٨,٦	١٢,٥	٢٩,٨	٥	٢٦	١٥,٥	٣٠,٥
	القصى	٢٤,٤	٤٤,٣	٣١	٤٦,٨	٩٨,٧	٥٤,٥	٣١,٤	٤٦,٢

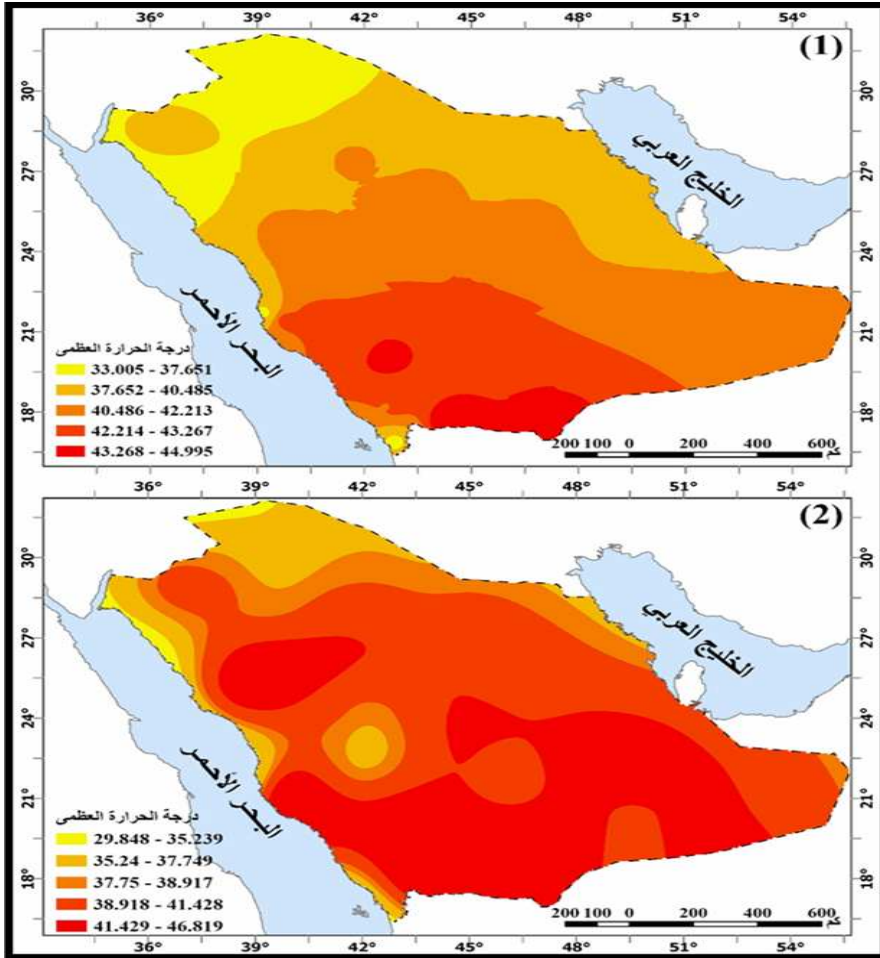
يتضح من الجدول (٢) مقارنة قيم درجات الحرارة الصغرى والعظمى المقدرة باستخدام طريقتي الاشتقاق المكاني بالقيم المحسوبة من محطات الرصد المناخية، نجد أن هناك تطابق بين القيم المقدرة بطريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) والقيم المحسوبة من محطات الرصد المناخية في القيم الدنيا لجميع درجات

الحرارة في الفصول الأربعة بينما كان الاختلاف في القيم العليا في جميع الفصول الأربعة لا يتجاوز (٠,٢) درجة مئوية، أما في طريقة الاسبلاين (Spline) فنجد أنها تختلف وتتباعد عن القيم المحسوبة، ومما يؤكد ذلك نجد أن القيمتين الدنيا والقصوى في درجات الحرارة الصغرى بفصل الصيف تم تقديرها ما بين (٥) و(٩٨,٧) درجة مئوية وهذه القيم غير منطقية وغير مقبولة.



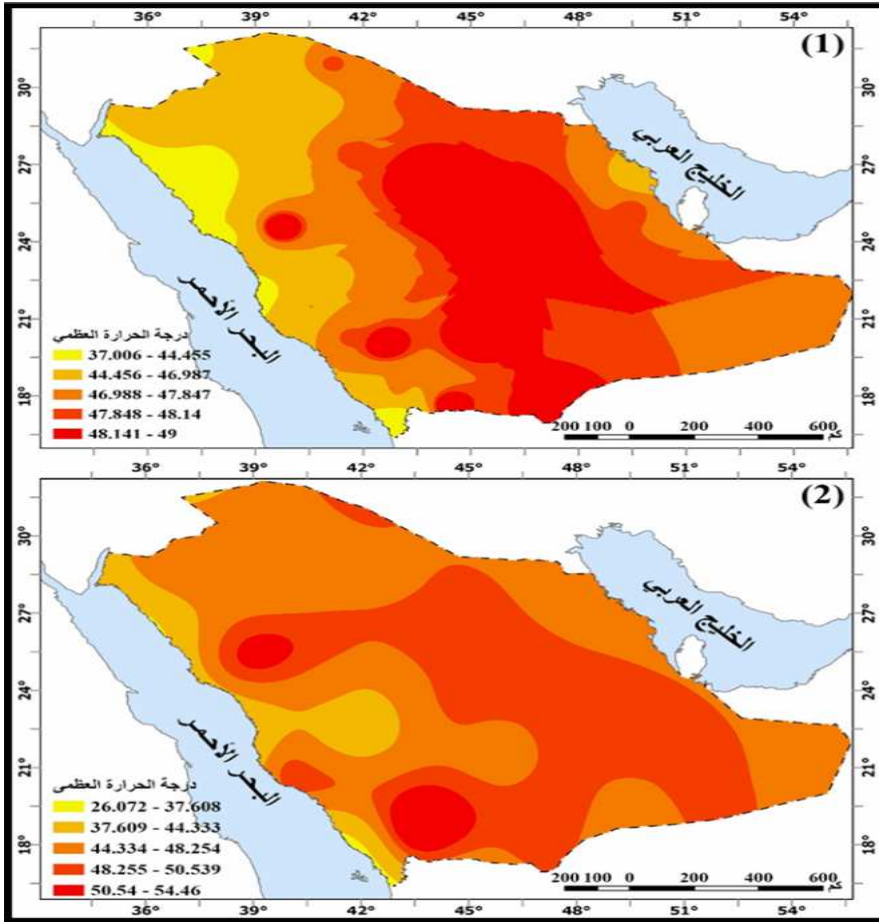
شكل (٣): السطوح الإحصائية المقدرة
لدرجات الحرارة العظمى في فصل الشتاء،
(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،
(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

يتضح من الشكل (٣) تقدير درجات الحرارة العظمى في فصل الشتاء بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. فنلاحظ من الخريطة (١) من الشكل (٣) أن توزيع الفئات في السطح باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة بدأ متدرجا بصفة عامة من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي من الفئة الأقل إلى الفئة الأكبر، فتقدير قيم درجات الحرارة يمتد على مساحة كبيرة ضمن فئة واحدة، لأن طريقة مقلوب المسافة الموزونة تأخذ في اعتبارها مفهوم الارتباط المكاني فعند الاعتماد على قيمة في تقدير درجة الحرارة في الموقع تأخذ في اعتبارها المسافة بين هذا الموقع والقيم المجاورة المعلومة، وكلما كانت المسافة قريبة بين القيم كلما كان تأثيرها أكبر على تقدير القيم والعكس؛ وعلى الرغم من ذلك ظهر التباين بين القيم في السطح. أما الخريطة (٢) من الشكل (٣) المنتج سطحها باستخدام طريقة الاسبلاين بدأ مختلفا تماما عن طريقة مقلوب المسافة الموزونة في التقدير فنجد تموج وسلاسة واضحة في السطح، كونها تستخدم دالة رياضية تقلل من الانحناء أو التعرج في السطح؛ مما يؤدي لإنتاج سطح قليل الانحناء أو سلس.



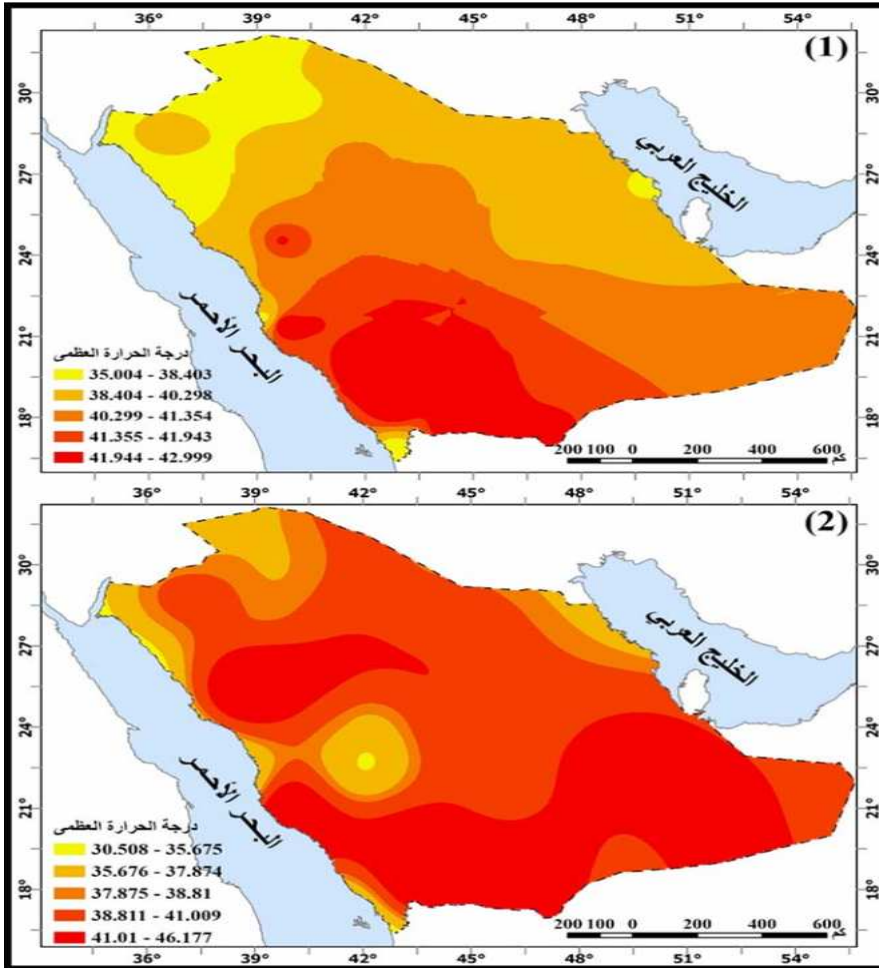
شكل (٤): السطوح الإحصائية المقدرة
لدرجات الحرارة العظمى في فصل الربيع،
(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،
(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

يتضح من الشكل (٤) تقدير درجات الحرارة العظمى في فصل الربيع بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. تظهر الخريطة (١) من الشكل (٤) أن توزيع الفئات في السطح باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة، ممثلاً بشكل متدرج في الخريطة، ولكن بشكل أقل وضوحاً من خريطة (١) في الشكل (٣)، إلا أنه أبرز أيضاً مواقع تنخفض أو ترتفع فيها درجات الحرارة وسط الفئة الممتدة. أما الخريطة (٢) من الشكل (٤) السطح المنتج بطريقة الاسبلاين بدأ متموج بشكل واضح ويقترب من شكل خريطة (٢) في الشكل (٣).



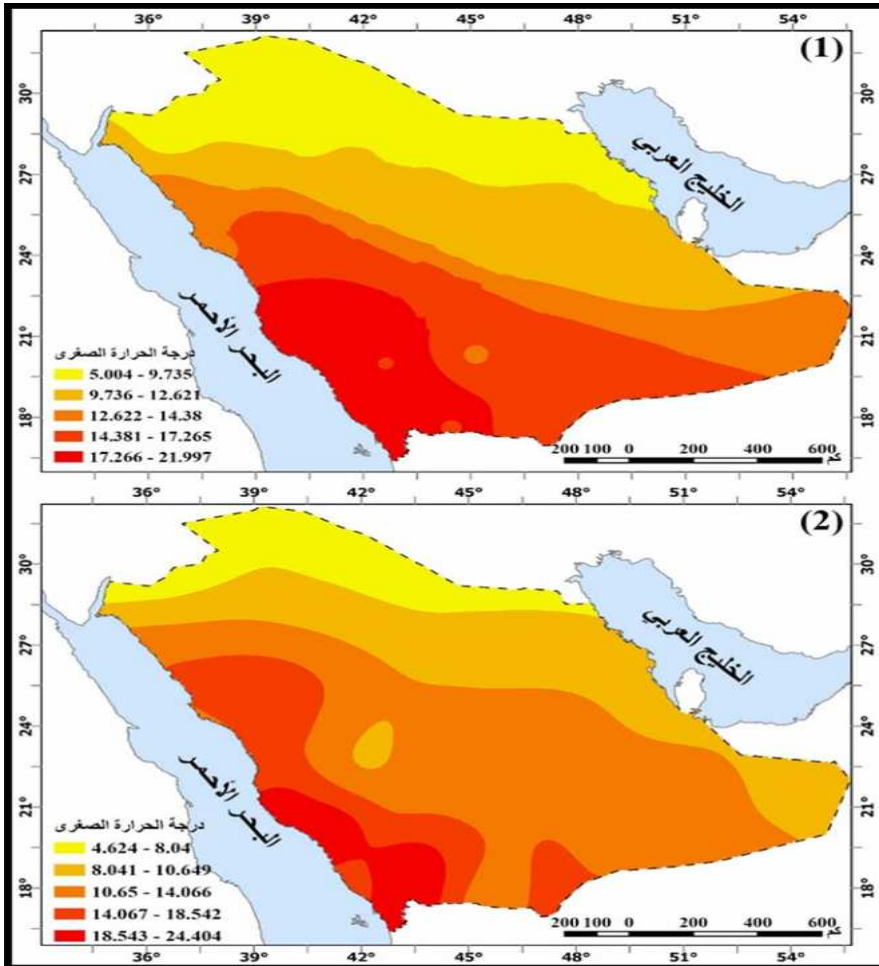
شكل (٥): السطوح الإحصائية المقدرة
لدرجات الحرارة العظمى في فصل الصيف،
(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،
(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

ويتضح من الشكل (٥) تقدير درجات الحرارة العظمى في فصل الصيف بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. بدت الخريطة (١) من الشكل (٥) المنتج سطحها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة، أن الفئة التي تمثل ارتفاع درجات الحرارة في وسط المملكة العربية السعودية وتتدرج الدرجات بالانخفاض باتجاه الشرق والغرب والجنوب الغربي. أما الخريطة (٢) من الشكل (٥) فنجد أن توزيع الفئات في السطح باستخدام طريقة الاسبلاين مازال ملتزم بالتموج والتداخل بين الفئات وظهور السطح بشكل سلس.



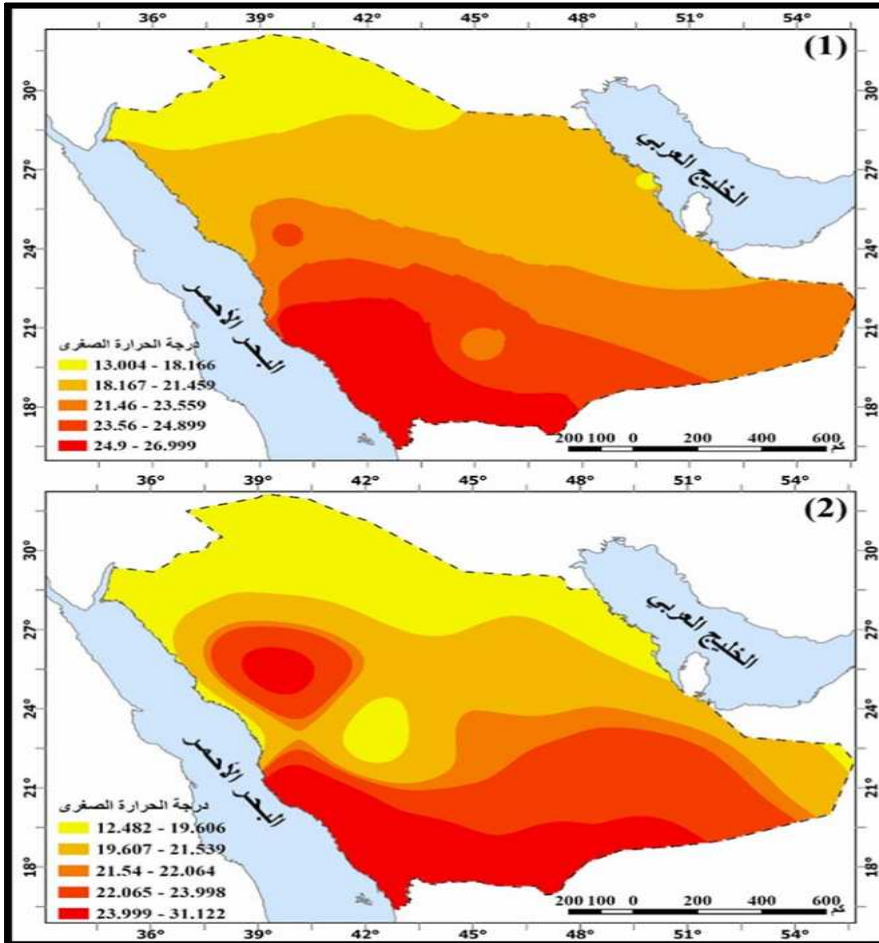
شكل (٦): السطوح الإحصائية المقدرة
لدرجات الحرارة العظمى في فصل الخريف،
(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،
(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

يتضح من الشكل (٦) تقدير درجات الحرارة العظمى في فصل الخريف بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. بدت الخريطة (١) من الشكل (٦) المنتج سطحها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة يتدرج السطح في توزيع الفئات من الشمال الغربي إلى الجنوب الغربي، ولكن بطريقة غير منتظمة. أما الخريطة (٢) من الشكل (٦) فنجد ان توزيع الفئات في السطح باستخدام طريقة الاسبلاين مازال محافظا على التموج والتداخل بين الفئات.



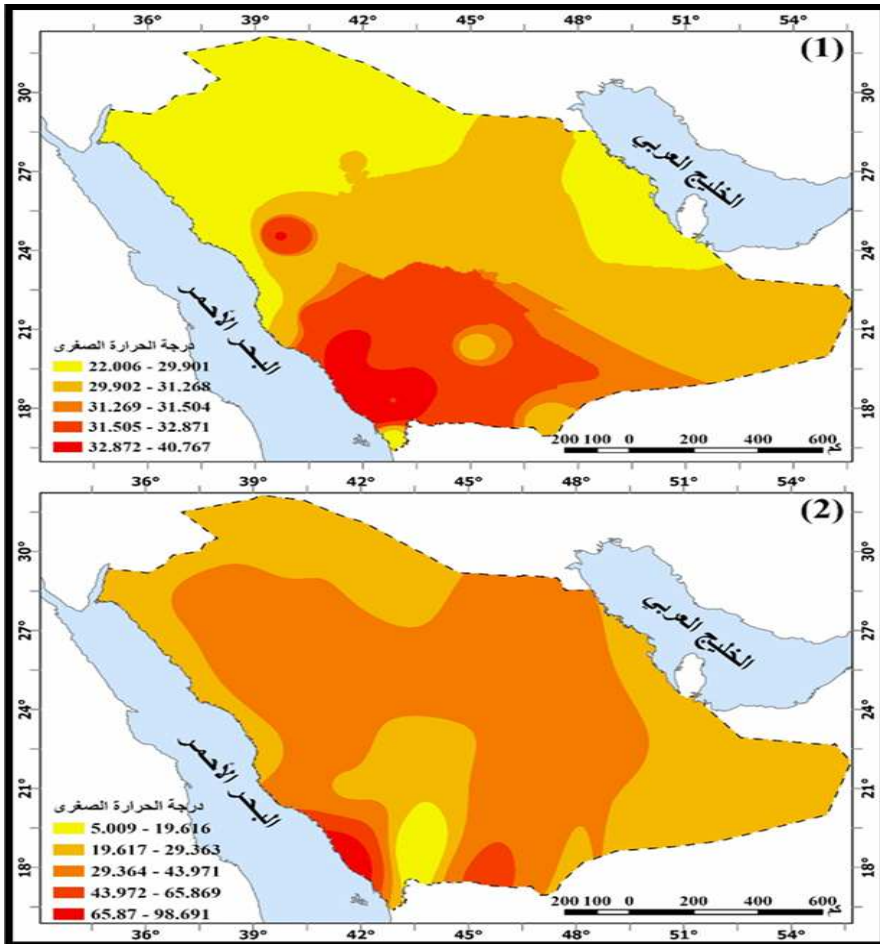
شكل (٧): السطوح الإحصائية المقدرة
لدرجات الحرارة الصفري في فصل الشتاء،
(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،
(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

يتضح من الشكل (٧) تقدير درجات الحرارة الصغرى في فصل الشتاء بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. بدت الخريطة (١) من الشكل (٧) المنتج سطحها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة يتدرج السطح في توزيع الفئات، ولكن من الشمال باتجاه الجنوب الغربي، من درجات الحرارة المنخفضة إلى المرتفعة، كما بدأ التوزيع مماثل لتوزيع درجات الحرارة العظمى في فصل الشتاء. أما الخريطة (٢) من الشكل (٧) فنجد ان توزيع الفئات في السطح باستخدام الاسبلاين تتميز بإنتاج سطح سلس وناعم، وظهر التدرج بالارتفاع في درجات الحرارة من الشمال إلى الجنوب الغربي.



شكل (٨): السطوح الإحصائية المقدرة لدرجات الحرارة الصغرى في فصل الربيع،
(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،
(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

ويتضح من الشكل (٨) تقدير درجات الحرارة الصغرى في فصل الربيع بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. بدت الخريطة (١) من الشكل (٨) المنتج سطحها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة، بتوزيع درجات حرارة متباينة في السطح بشكل عام. أما الخريطة (٢) من الشكل (٨) فنجد أن توزيع الفئات في السطح باستخدام الاسبلاين، ظهر السطح سلس وناعم ومعمم.



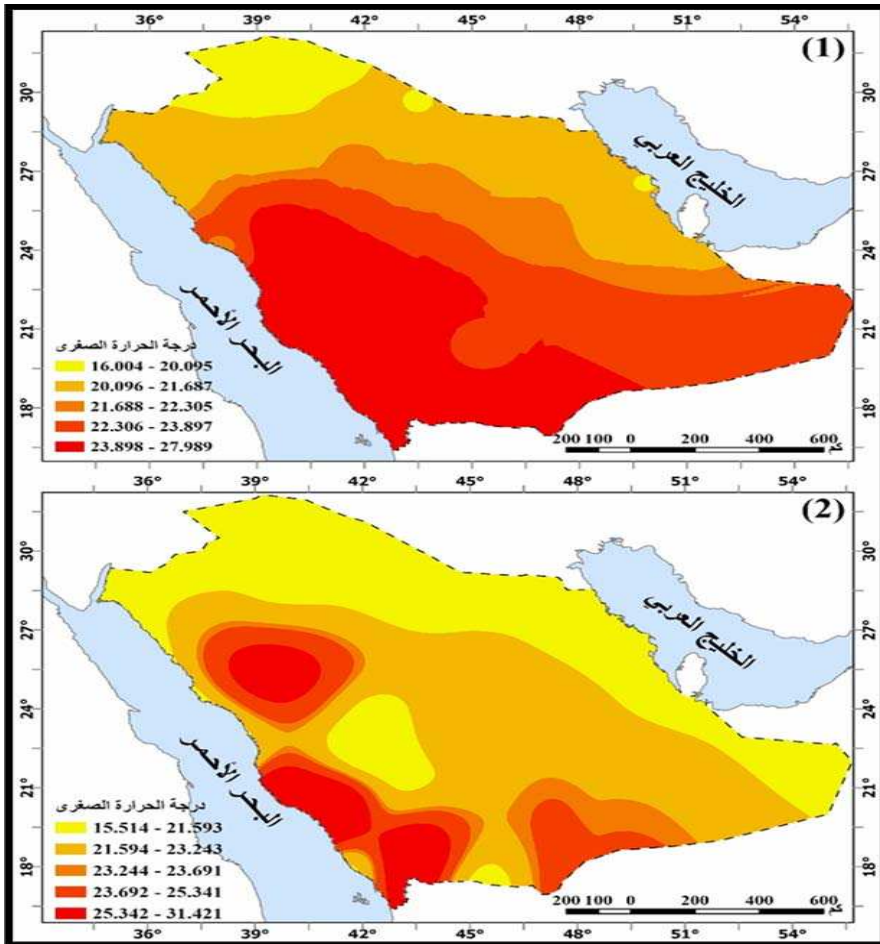
شكل (٩): السطوح الإحصائية المقدرة لدرجات

الحرارة الصغرى في فصل الصيف،

(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،

(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

يتضح من الشكل (٩) تقدير درجات الحرارة الصغرى في فصل الصيف بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. بدت الخريطة (١) من الشكل (٩) المنتج سطحها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة، متباين فيه توزيع درجات الحرارة. كما ظهرت أعلى وأقل قيمة مقدرة بهذه الطريقة مقبولة ومنطقية. أما الخريطة (٢) من الشكل (٩) فنجد ان توزيع الفئات في السطح باستخدام الاسبلاين ظهر التدرج في درجات الحرارة مقبول من الفئة الثانية إلى الفئة الثالثة بينما أعطت الفئة الأولى والرابعة والخامسة قيم لدرجات الحرارة غير مقبولة أو منطقية حيث تراوحت الفئة الأولى ما بين (٥ - ١٩) درجة مئوية بينما تراوحت الفئة الرابعة ما بين (٤٣ - ٦٥)، وتراوحت الفئة الخامسة ما بين (٦٥ - ٩٨)، قد يكون من المقبول أن تتباين درجات الحرارة الصغرى في فصل الصيف في المملكة العربية السعودية ولكن ليس من المقبول أن يصل التباين في القيم إلى القيمة المقدرة في الفئة الأولى والخامسة بطريقة الاسبلاين.



شكل (١٠): السطوح الإحصائية المقدرة لدرجات

الحرارة الصغرى في فصل الخريف،

(١) طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW)،

(٢) طريقة الاسبلاين (Spline).

يتضح من الشكل (١٠) تقدير درجات الحرارة الصغرى في فصل الخريف بطريقتي الاشتقاق المكاني طريقة مقلوب المسافة الموزونة (IDW) وطريقة الاسبلاين (Spline) حيث ظهر تقدير درجات الحرارة وتوزيعها مختلف بصفة عامة بينهما على الرغم من توحيد عدد الفئات. بدت درجات الحرارة المقدرة في الخريطة (١) من الشكل (١٠) المنتج سطحها باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة متباينة متدرجة من الشمال إلى الجنوب الغربي من درجات الحرارة الأقل إلى الأعلى. أما الخريطة (٢) من الشكل (١٠) فنجد ان توزيع الفئات في السطح باستخدام الاسبلاين يبدو متباين، ولكن مازالت طريقة الاسبلاين تحافظ على الخاصية العامة في انتاج سطوح سلسلة، وظهر توزيع الحرارة لا يأخذ اتجاه معين كما ظهر في طريقة مقلوب المسافة الموزونة.

نستنتج مما سبق أن الصفة السائدة للسطوح المنتجة بطريقة الاسبلاين هو السلسلة والتي ظهرت واضحة في الخرائط الثمانية التي تم إنتاجها، والتي تسهم في إنتاج خطوط حرارة متساوية سلسلة وناعم. وهذا السبب الذي جعل الدراسة تهتم باشتقاق درجات الحرارة بأسلوب الاسبلاين، كما أن معظم الدراسات التي اهتمت باستخراج خطوط الحرارة استخدمت طريقة الاسبلاين لاستخراج خطوط الحرارة المتساوية. إلا أنه تم استبعاد السطوح الإحصائية

المشتقة بأسلوب الاسبلاين، واعتماد طريقة مقلوب المسافة الموزونة لاستخراج خطوط الحرارة المتساوية لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى الفصلية للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م على الرغم من أن شكل السطوح في الخرائط الثمانية المنتجة بطريقة مقلوب المسافة الموزونة خشن أو غير سلس، وقد تسهم في إنتاج خطوط حرارة متساوية متعرجة. وذلك نتيجة أن تقدير قيم درجات الحرارة باستخدام طريقة الاسبلاين غير منطقية مقارنة بدرجات الحرارة المرصودة من المحطات المناخية، بينما كانت القيم المقدرة بطريقة مقلوب المسافة الموزونة منطقية وتتوافق مع درجات الحرارة المحسوبة من محطات الرصد المناخية.

تأثير الاختلافات الفصلية في درجات الحرارة على الفاصل الرأسي لخطوط الحرارة المتساوية في إطار مقياس الرسم:

المصدر الخامس للخطأ الفاصل بين خطوط الحرارة المتساوية تم تحديد الفاصل الرأسي وفقاً لطريقة عودة المقترحة (١٩٩٦) باستخدام المعادلة التالية، والتي أشار فيها أن هذه الطريقة تقوم على أساس المساحات المحصورة بين هذه الخطوط ينبغي ألا تزيد على ثماني أو أقل من أربع وهي:

$$\text{مقدار الفاصل الرأسي} = \frac{\text{الرفق بين أدنى قيمة وأكبر قيمة}}{6}$$

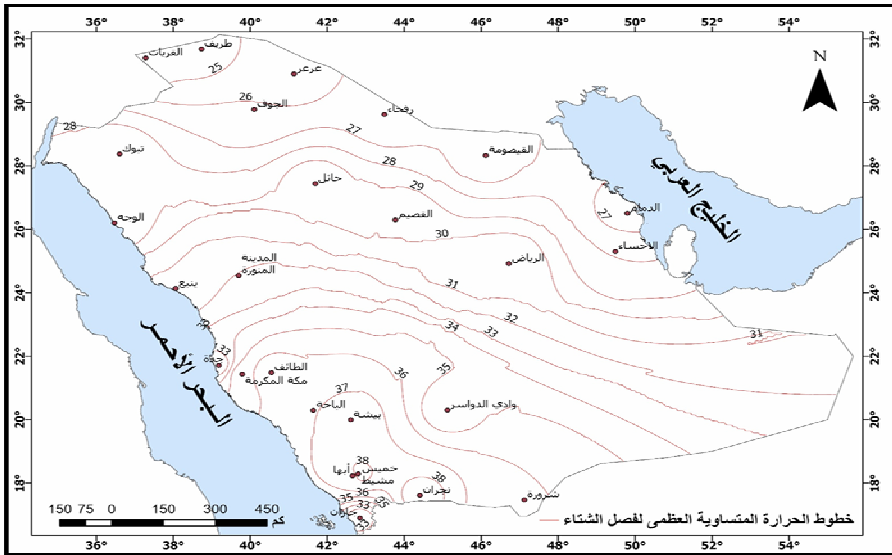
مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

وعندما تكون النتيجة عشرية تهمل الكسور أو يقرب الرقم إلى أقرب قيمة صحيحة. وباستخدام المعادلة تم احتساب الفاصل الرأسي بين خطوط التساوي، وقد تم حساب الفاصل الرأسي، ولكن مع اهمال الكسور، والنتائج موضحة في جدول (٣).

جدول (٣): الفاصل الرأسي بين خطوط التساوي وفقا لمقترح عودة (١٩٩٦ م).

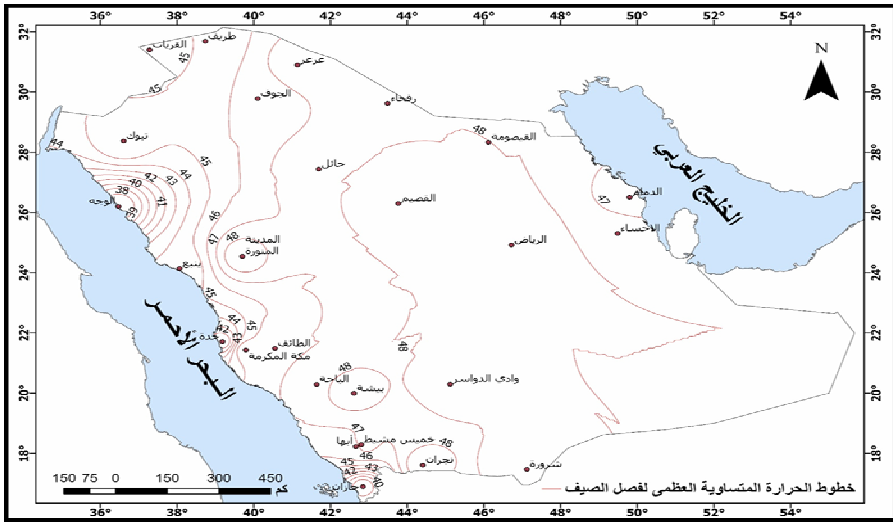
درجة الحرارة	درجة الحرارة الصغرى				درجة الحرارة العظمى			
فصول السنة	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
مقدار الفاصل	٢	٢	٢	١	٢	١	٢	١

تم استخراج خطوط الحرارة المتساوية من السطوح الإحصائية باستخدام فاصل رأسي مقداره (١ درجة مئوية) على مقياس رسم ١:١٠,٠٠٠,٠٠٠ الذي يعتبر مقياس رسم صغير جداً، ومع فاصل رأسي صغير؛ لمعرفة تأثير المقياس على الفاصل الرأسي، وهل نحتاج فاصل رأسي أكبر مع هذا المقياس الصغير. بالإضافة لمعرفة تأثير تباين درجات الحرارة الصغرى والعظمى واختلاف فصول السنة على هذا الفاصل الرأسي ضمن إطار المقياس الصغير، كما يتضح من الأشكال (١١ - ١٨).



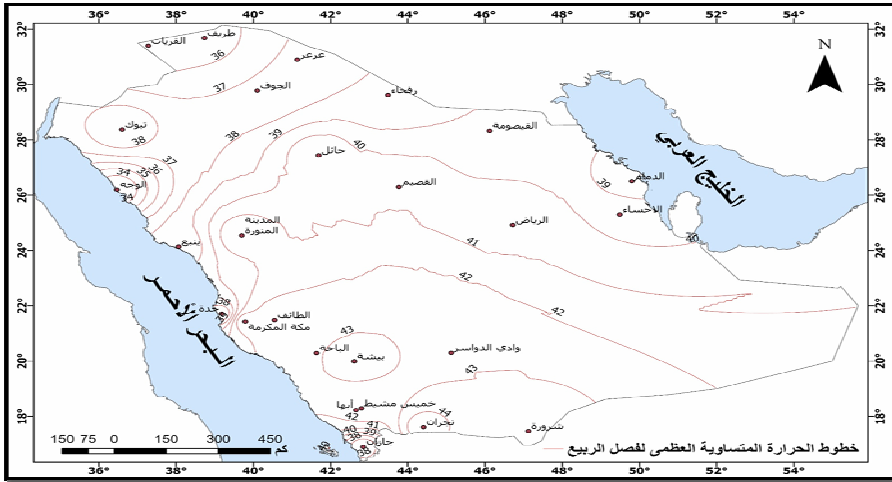
شكل (١١): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الشتاء للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م.

يتضح من الشكل (١١) خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الشتاء للفترة من ٢٠٠٣-٢٠٢٢م، والتي ظهرت متقاربة نسبياً بصفة عامة في مختلف مناطق المملكة العربية السعودية؛ مما يدل على تباين في درجات الحرارة العظمى لفصل الشتاء. كما تراوحت درجات الحرارة بين (٢٥ - ٣٣) درجة مئوية. وعلى الرغم من صغر الفاصل الرأسي، والذي تم تحديده (١ درجة مئوية)، وصغر مقياس الرسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠)، إلا أن الخريطة تبدو جيدة من ناحية مقياس الرسم والمسافة الفاصلة.



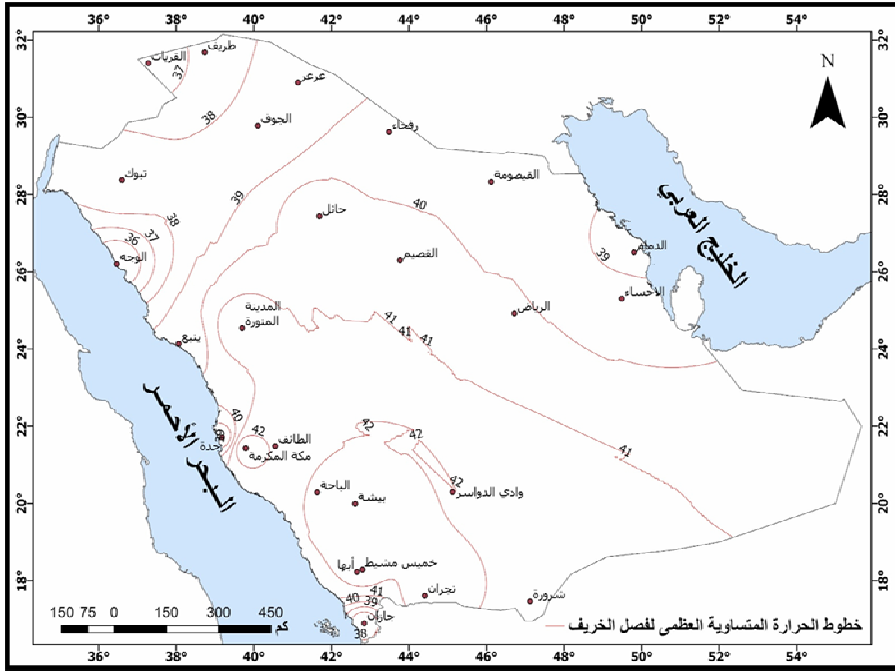
شكل (١٢): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الصيف للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢م.

يتضح من الشكل (١٢) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الصيف للفترة من ٢٠٠٣-٢٠٢٢ م، متباعدة خاصة في وسط وشرق وجنوب شرق المملكة العربية السعودية؛ مما يدل على قلة التباين في درجات الحرارة وسيادة المناخ الصحراوي، بينما ظهرت خطوط الحرارة المتساوية متقاربة في غرب المملكة العربية السعودية؛ بسبب تأثير البحر الأحمر حيث انخفضت درجات الحرارة بالقرب من المسطح المائي. وتراوحت درجات الحرارة ما بين (٤٨ - ٣٨) درجة مئوية. وعلى الرغم من استخدام الفاصل الرأسي (١ درجة مئوية) ومقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠)، إلا أن خطوط الحرارة المتساوية تبدو بصفة عامة ممثلة بشكل جيد، ويمكن قراءتها.



شكل (١٣): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الربيع للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م.

يتضح من الشكل (١٣) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الربيع للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢م، متباعدة مع استخدام فاصل رأسي (١ درجة مئوية) على مقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠)، وهذا التباعد في جميع أجزاء المملكة العربية السعودية باستثناء الجزء الغربي، فقد ظهر تقترب بين خطوط الحرارة المتساوية؛ مما يدل على التباين بين درجات الحرارة ضمن إطار منطقة صغير؛ نتيجة لتأثير البحر الأحمر. وقد يعود ذلك لوجود محطات رصد مقاربة في هذه المناطق؛ مما يعطي تفاصيل أكبر عن درجات الحرارة في حين تتباعد محطات الرصد في بقية مناطق المملكة العربية السعودية، وتتعلم في الجزء الجنوبي الشرقي حيث صحراء الربع الخالي. كما تراوحت درجات الحرارة العظمى ما بين (٣٦ - ٤٤) درجة مئوية في هذا الفصل. وبصفة عامة تبدو خطوط الحرارة المتساوية ممثلة بشكل جيدة ويمكن قراءتها.

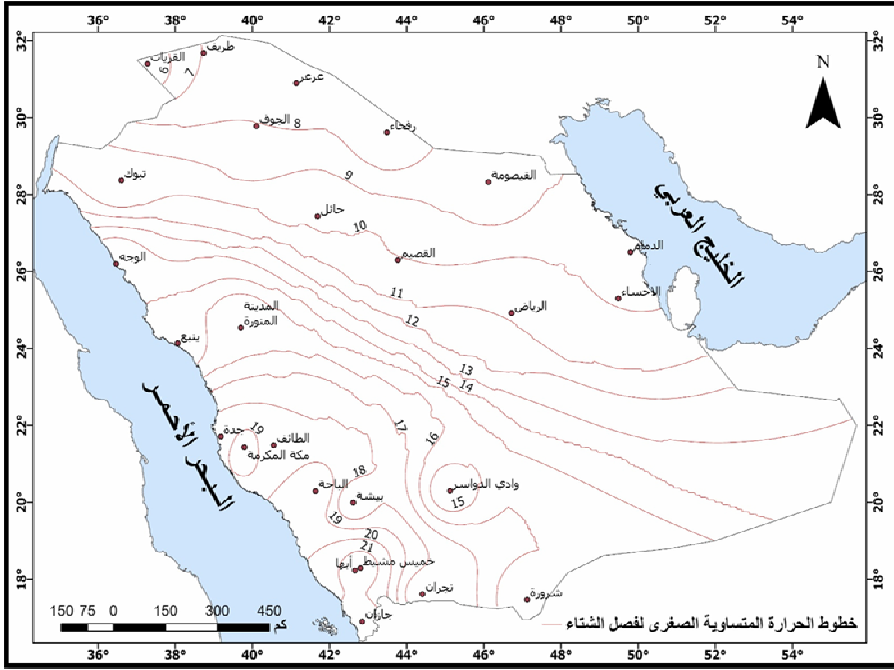


شكل (١٤): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة

العظمى في فصل الخريف للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م.

يتضح من الشكل (١٤) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة العظمى في فصل الخريف للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م، متباعدة مع استخدام الفاصل الرأسى بين خطوط الحرارة المتساوية (١ درجة مئوية) ومقياس رسم (١:١٠٠٠,٠٠٠)، ويظهر أن خطوط الحرارة المتساوية في فصل الخريف متشابهة بصفة عامة مع خطوط الحرارة المتساوية في فصل الربيع. وقد ظهر التباعد في

جميع أجزاء الخريطة باستثناء الجزء الغربي الذي تقاربت فيه خطوط الحرارة المتساوية في فصل الخريف؛ مما يدل على التباين الشديد بين درجات الحرارة ضمن إطار منطقة صغيرة نتيجة لتأثير المسطحات المائية. وقد يعود ذلك أيضا لوجود محطات رصد متقاربة في هذه المناطق؛ مما يعطي تفاصيل أكبر عن درجات الحرارة في حين تتباعد محطات الرصد في بقية مناطق المملكة العربية السعودية وتتعلم في الجزء الجنوبي الشرقي حيث صحراء الربع الخالي. كما تدرجت درجات الحرارة ما بين (٣٦ - ٤٢) درجة مئوية. وبصفة عامة تبدو خطوط الحرارة المتساوية جيدة وممثلة للحالة المناخية العامة للمنطقة، ويسهل فهمها وقراءتها على الرغم من تقارب الخطوط في بعض الأجزاء، ولكن تقارب معبر عن الحالة، ويمكن تمييزه.



شكل (١٥): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة

الصغرى في فصل الشتاء للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م.

يتضح من الشكل (١٥) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات

درجات الحرارة الصغرى في فصل الشتاء للفترة من ٢٠٠٣ -

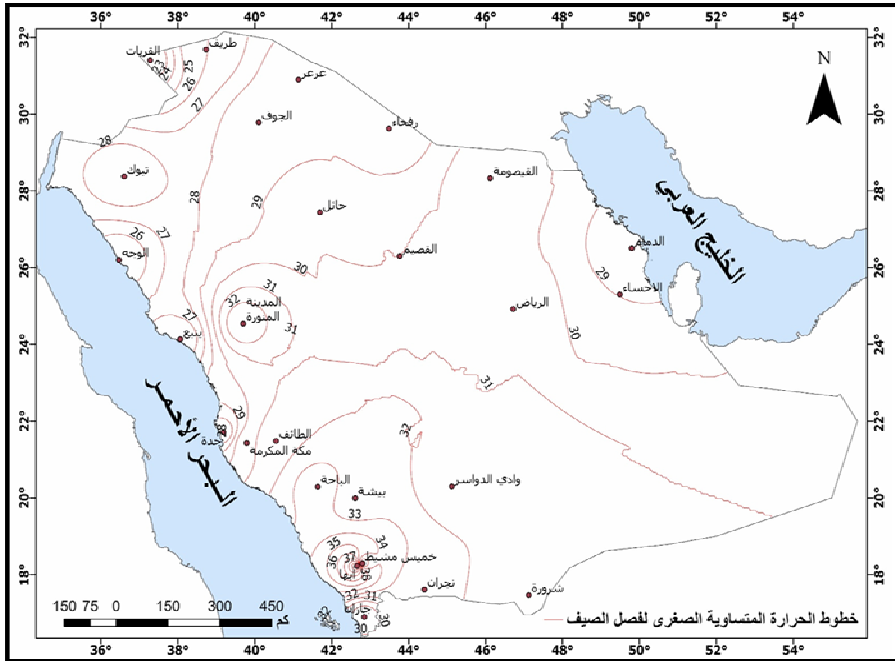
٢٠٢٢ م، متشابهة مع خطوط الحرارة العظمى في فصل الشتاء،

حيث ظهرت متقاربة ومتدرجة في الارتفاع من الشمال باتجاه

الجنوب حيث سجلت أعلى درجات حرارة في جنوب غرب المملكة

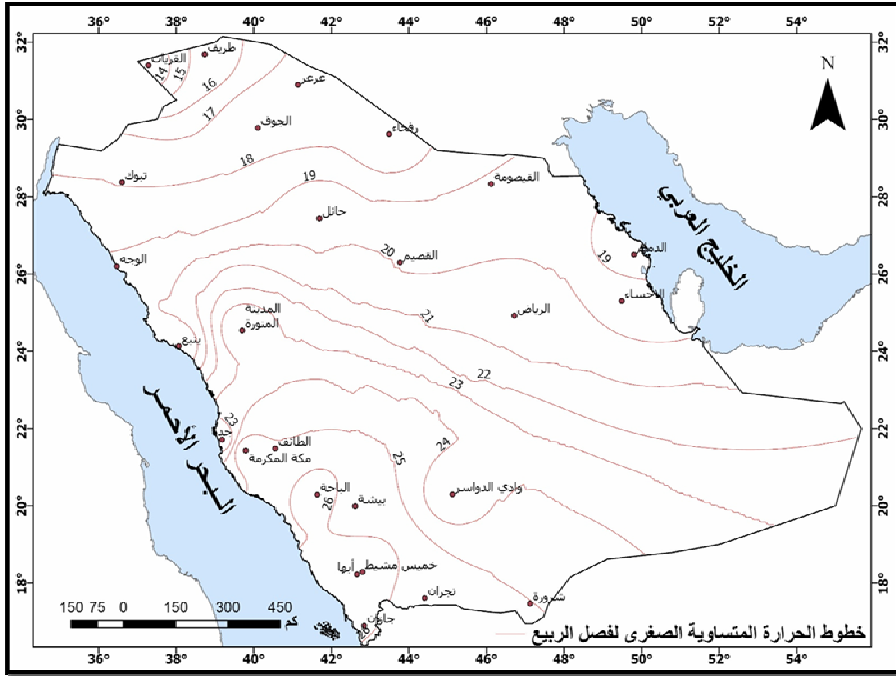
العربية السعودية، والتي من المفترض أن تكون درجات الحرارة فيها

منخفضة بسبب الارتفاع عن سطح البحر إلا أنه تم تعديل درجات الحرارة واستبعاد تأثير الارتفاع؛ ليكون حساب خطوط الحرارة المتساوية على أساس واحد لجميع الأماكن وهو مستوى سطح البحر. تباينت درجات الحرارة ما بين (٦- ٢١) درجة مئوية. وعلى الرغم من استخدام ذات الفاصل الرأسى بين خطوط الحرارة المتساوية (١ درجة مئوية) ومقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠)، إلا أن خريطة الحرارة المتساوية لمعدلات الحرارة الصغرى في فصل الشتاء جيدة وممثلة.



شكل (١٦): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة الصغرى في فصل الصيف للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢م.

يتضح من الشكل (١٦) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة الصغرى في فصل الصيف للفترة من ٢٠٠٣-٢٠٢٢ م، متشابهة مع خطوط الحرارة العظمى في فصل الربيع حيث ظهرت خطوط الحرارة المتساوية متباعدة في جميع مناطق المملكة العربية السعودية باستثناء الجزء الغربي من المملكة العربية السعودية فقد ظهرت خطوط الحرارة متقاربة؛ مما يدل على الاختلاف بين درجات الحرارة. وقد تراوحت درجات الحرارة الصغرى في هذا الفصل ما بين (٢٣ - ٣٧) درجة مئوية. وتعتبر الخريطة جيدة ومعبرة عن الحالة المناخية، على الرغم من استخدام ذات الفاصل الرأسى بين خطوط الحرارة المتساوية (١ درجة مئوية) ومقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠).



شكل (١٧): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة

الصغرى في فصل الربيع للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢م.

يتضح من الشكل (١٧) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات

درجات الحرارة الصغرى في فصل الربيع للفترة من ٢٠٠٣ -

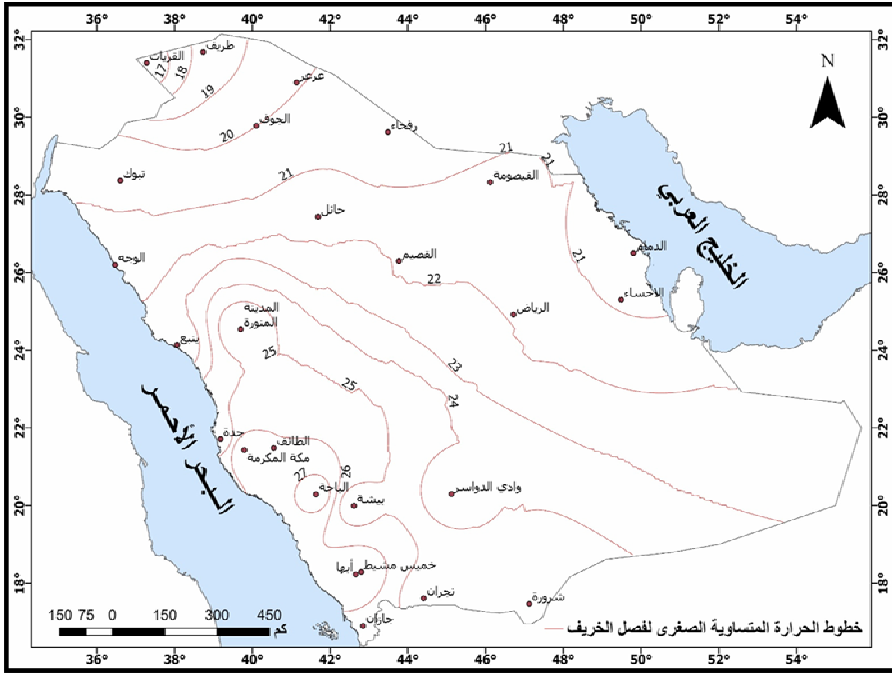
٢٠٢٢م، متباعدة في جميع أجزاء الخريطة وظهرت مختلفة نسبيا

عن خطوط الحرارة العظمى في فصل الربيع، على الرغم من

استخدام ذات الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية

(١ درجة مئوية)، ومقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠). وتدرجت درجات

الحرارة ما بين (١٤ - ٢٦) درجة مئوية. تعد الخريطة جيدة وواضحة
وفق مقياس الرسم والفاصل المحدد.



شكل (١٨): خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات درجات الحرارة

الصغرى في فصل الخريف للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م.

يتضح من الشكل (١٨) أن خطوط الحرارة المتساوية لمعدلات

درجات الحرارة الصغرى في فصل الخريف للفترة من ٢٠٠٣ -

٢٠٢٢ م، ظهرت خطوط الحرارة المتساوية الممثلة لمعدلات درجات

الحرارة الصغرى في فصل الخريف مختلفة عن خطوط الحرارة

العظمى في ذات الفصل، على الرغم من استخدام ذات الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية (١ درجة مئوية) ومقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠)، ظهرت خطوط الحرارة متباعدة في جميع أجزاء الخريطة. وتراوحت درجات الحرارة ما بين (١٧ - ٢٧) درجة مئوية. وعلى الرغم من أن الخريطة واضحة ويمكن قراءتها وفهمها.

يتضح مما سبق عرضه على الرغم من توحيد كلا من مقياس الرسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠) والفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية (١ درجة مئوية)، وصغر كليهما إلا أن خطوط الحرارة المتساوية العظمى والصغرى كانت متقاربة نسبياً في فصل الشتاء بجميع أجزاء الخريطة؛ مما يدل على التباين العام لدرجات الحرارة في المملكة العربية السعودية في هذا الفصل، أما في بقية الفصول فقد خطوط الحرارة متباعدة في جميع أجزاء المملكة العربية السعودية باستثناء الجزء الغربي والذي ظهرت فيه الخطوط متقاربة في فصل الصيف لدرجات الحرارة العظمى والصغرى وفي فصل الربيع والخريف لدرجات الحرارة العظمى؛ مما يدل على التباين في درجات الحرارة يفسر هذا التباين سببين؛ (١) تأثير المسطح المائي على درجات الحرارة في هذا الجزء من المملكة العربية السعودية، (٢) وجود محطات رصد متقاربه في هذه المواقع؛ مما أدى إلى دقة رصد درجات الحرارة.

كما نستنتج أن الفاصل بين خطوط الحرارة المتساوية يتأثر بدرجات الحرارة الصغرى والعظمى الفصلية، وبعدد محطات الرصد، ومدى تقاربها فكلما كانت محطات الرصد متقاربة أظهرت تفاصيل أكبر عن المنطقة والعكس. كما أن تباين درجات الحرارة خلال فصول السنة أثر بشكل واضح على خطوط الحرارة المتساوية من خلال الخرائط المنتجة فتقاربت خطوط الحرارة المتساوية في فصل الشتاء، وتباعدت في بقية الفصول في بعض الأجزاء من الخريطة على الرغم من توحيد مقياس الرسم والفاصل الرأسى.

كما أن التباعد بين خطوط الحرارة المتساوية الذي ظهر في بعض الفصول يعود إلى عدة أسباب؛ (١) كبر المنطقة التي تم تطبيق الدراسة عليها، (٢) قلة محطات الرصد وتباعدها عن بعضها في بعض المواقع حتى تنعدم محطات الرصد في الجزء الجنوبي الشرقي (صحراء الربع الخالي).

كما أن الخرائط تظهر جيدة وواضحة، على الرغم من رسمها بمقياس رسم صغير في إطار حجم ورق A4، وقد تحتاج إلى تكبير مقياس الرسم لتتضح أكثر بعض الأجزاء التي تتقارب فيه خطوط الحرارة المتساوية، وفي المقابل سيزيد التباعد بين خطوط الحرارة المتساوية في بقية أجزاء الخريطة، وفي حالة تصغير الفاصل الرأسى

لزيادة خطوط الحرارة المتساوية سيزيد التقارب بين خطوط الحرارة المتساوية في الأجزاء المتقاربة، في حين ستظهر خطوط حرارة متساوية جديدة ويحدث تقارب بين خطوط الحرارة المتساوية في الأجزاء المتباعدة؛ وهذا يدل على وجود علاقة طردية بين مقياس الرسم للخريطة والفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية.

وأخيراً: يمكن القول إنه لا يمكن إيجاد قاعدة ثابتة لتحديد الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية؛ كونها تتأثر بعدة عوامل تتابى في نفس المكان باختلاف فصول السنة، لذا يترك تحديد الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية لمصمم الخريطة حسب الطبيعة المناخية للمنطقة التي تصمم لها الخريطة وحسب عدد محطات الرصد المناخية المتوفرة وتوزيعها ومساحة المنطقة المدروسة ومقياس رسم الخريطة.

* * *

الخاتمة:

اهتمت هذه الدراسة بالمشكلات التي تكتنف تصميم خرائط خطوط الحرارة المتساوية لدرجات الحرارة، حيث أبرزت هذه الدراسة العديد من المشكلات والتي تتوافق مع مصادر الخطأ التي أشار إليها رينسون وآخرون، سواء من حيث طريقة الاشتقاق المكاني للبيانات الملائمة لتقدير درجات الحرارة، وتقييم الفاصل الرأسي بين الخطوط، ومدى تأثرها بتباين درجات الحرارة الصغرى والعظمى باختلاف فصول السنة في إطار مقياس الرسم.

ويمكن أن نوجز ما خلصت إليه الدراسة بالنتائج التالية:

- أن قيم درجات الحرارة المقدرة باستخدام طريقة الاسبلاين غير منطقية، مقارنة بدرجات الحرارة المرصودة من المحطات المناخية، بينما كانت القيم المقدرة بطريقة مقلوب المسافة الموزونة منطقية، وتتوافق مع درجات الحرارة المحسوبة من محطات الرصد المناخية.
- تم استبعاد السطوح الإحصائية المشتقة بأسلوب الاسبلاين، واعتماد طريقة مقلوب المسافة الموزونة لاستخراج خطوط الحرارة المتساوية لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى الفصلية للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢ م.

• تم إنتاج ٨ خرائط لخطوط الحرارة المتساوية في المملكة العربية السعودية لمعدلات درجات الحرارة الصغرى والعظمى للفصول الأربعة بفاصل رأسي مقداره (١ درجة مئوية) على مقياس رسم (١:١٠,٠٠٠,٠٠٠).

• على الرغم من توحيد كلا من مقياس الرسم والفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية وصغر كليهما إلا أن خطوط الحرارة المتساوية العظمى والصغرى كانت متقاربة نسبياً في فصل الشتاء بجميع أجزاء الخريطة، بينما كانت متباعدة في جميع أجزاء المملكة العربية السعودية في بقية فصول السنة باستثناء الجزء الغربي والذي ظهرت فيه الخطوط متقاربة في بعض الفصول؛ مما يدل على تأثير التباين الفصلي لدرجات الحرارة على الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية.

• تظهر الخرائط جيدة وواضحة، على الرغم من رسمها بمقياس رسم صغير في إطار حجم ورق A4.

• تبين وجود علاقة طردية بين مقياس الرسم للخريطة، والفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية.

وأخيراً توصي الدراسة: بأن يترك تحديد الفاصل الرأسي بين خطوط الحرارة المتساوية لمصمم الخريطة حسب الطبيعة المناخية للمنطقة التي تصمم لها الخريطة وحسب عدد محطات الرصد

المناخية المتوفرة وتوزيعها ومساحة المنطقة المدروسة ومقياس رسم الخريطة.

* * *

المراجع:

المراجع العربية:

- جودة، حسنين جودة وأبو عيانة، فتحي محمد، (١٩٨٦)، قواعد الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبو راضي، فتحي عبد العزيز، (١٩٩٨)، المساحة والخرائط دراسة في الطرق المساحية وأساليب التمثيل الكارتوغرافي، دار المعرفة الجامعية، ط١، بيروت.
- الجراش، محمد عبد الله، (٢٠٠٥)، رسم الخرائط الجغرافية حاسوبيا، دار المدني، جدة.
- الحربي، منى سالم، (٢٠٢٠)، تقييم طرق الاشتقاق المكاني لتقدير كمية الأمطار في نظم المعلومات الجغرافية، المجلد الثاني، العدد الثالث، يناير، مجلة أريد الدولية للعلوم الإنسانية والاجتماعية، ٨٣ - ٩٨.
- الحشماوي، مثال مبدر مصلح، (٢٠٢٣)، النمذجة الخرائطية لعناصر المناخ في قضاء الحضر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، المجلد (١٨)، عدد خاص، مجلة جامعة كركوك/للدراستات الإنسانية، ٧٨٩ - ٨٠٩.
- خليفة، محمد إبراهيم محمود، (٢٠٢١)، نمذجة الخرائط الحركية ومشاكلها التصميمية والإدراكية لعناصر المناخ في محافظة صلاح الدين، رسالة ماجستير غير منشورة، مجلس كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة تكريت.

- دبس، عبد الرحمن مصطفى، (٢٠١٨)، التمثيل الكارتوغرافي الأمثل للظواهر المتحركة على الخرائط الموضوعية، مج (٩)، العدد (٢)، أغسطس، مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية جامعة السلطان قابوس.
- ديميرس، مايكل، (٢٠١١)، النمذجة الخلوية في نظم المعلومات الجغرافية، ترجمة: على معاضة الغامدي، النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود.
- سطيحة، محمد محمد، (١٩٧٢)، خرائط التوزيعات الجغرافية دراسة في طرق التمثيل الكارتوغرافي، دار النهضة العربية، بيروت.
- سليم، علي مصطفى والمختار، أسمهان علي، (٢٠٢٠)، الخرائط المناخية لمنطقة الزاوية دراسة تطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك، طرابلس ٣- ٥ مارس.
- شرف، محمد إبراهيم محمد، (٢٠١٨)، خرائط الطقس والمناخ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- العتيبي، محسن بن جمهور، (٢٠٢٠)، تحليل الأرشفة المناخي لبعض محطات الرصد المناخية في المملكة العربية السعودية، ع (٣١)، تشرين الثاني، المجلة الإلكترونية الشاملة متعددة المعرفة لنشر الأبحاث العلمية والتربوية.
- عودة، سميح أحمد محمود، (١٩٩٦)، الخرائط مدخل إلى طرق استعمال الخرائط وأساليب إنشائها الفنية، ط٢، المركز العربي للخدمات الطلابية، عمان.

مشكلات تصميم خرائط الحرارة المتساوية

- محمد، مروة سالم، (٢٠٢٣)، النمذجة المكانية لدرجات الحرارة في قضاء الخاص باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مج (٢)، العدد (٩٨)، كانون الأول، مجلة ديالي للبحوث الإنسانية، ص١١٧ - ١٣٥.
- الموسوي، صالح عاتي والزرقي، حوراء راضي، (٢٠٢٠)، التمثيل الخرائطي لعنصر درجة الحرارة في إقليم الفرات الأوسط، عدد (٣٢)، مجلة البحوث الجغرافية، ص. ٧٧ - ١٠٢.
- المركز الوطني للأرصاد، البيانات المناخية لمحطات الرصد المناخية للمملكة العربية السعودية للفترة من ٢٠٠٣ - ٢٠٢٢م، المملكة العربية السعودية.
- هيئة المساحة الجيولوجية السعودية، (٢٠١٢)، المملكة العربية السعودية حقائق وأرقام، المملكة العربية السعودية.

المراجع الأجنبية:

- Childs, Colin (2004) Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst. ArcUser, July-September 3235: 32-35
- Cygankiewicz J., Knechtel J. (2014). Isotherm maps of virgin rock temperature in collieries of Katowicki Holding Węlowy. Journal of Sustainable Mining, 13(4), 1-4. doi: 10.7424/jsm140401.
- Dent, Borden D. (1993), Cartography: Thematic Map Design McGraw-Hill
- Imhof, Eduard (1965), Kartographische Geländedarstellung. Berlin, New York: De Gruyter doi:10.1515/9783110843583.bm
- Mateus, C., and Coonan, B., (2022), Isothermal maps of maximum and minimum shade air temperatures in Ireland, Climatological Note No. 18, Dublin: Met Eireann.
- Robinson, Arthur H., Morrison, joel L., Muehrcke, Phillip C., Kimerling, A. Jon and Guptill, Stephen C., (1995), Elements Of Cartography, John Wiley & Sons, Inc.

- Warpa, Vishal,(2020), GENERAL CARTOGRAPHY, Uint-15 Maps, Block-5 Representation of Data, Indira Gandhi National Open University, New Delhi.
- Watson, D. F., (1999), Contouring: a guide to the analysis and display of spatial data, 4th Impression, Oxford, Pergamon, 4th Impression.

* * *

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

Network Analysis of Public Transport Stations in Dammam

إعداد

د. حصة بنت محمد العتيبي
دكتوراه في النقل الحضري المستدام وزارة التعليم
أ.د. محمد بن إبراهيم الدغيري

أستاذ الجغرافية الاقتصادية. قسم الجغرافيا. كلية اللغات والعلوم الإنسانية. جامعة القصيم

Dr. Hessa Mohammed Alotaibi
PhD in Sustainable Urban Transport
Ministry of Education
Dr. Mohammed Ibrahim Al dagheiri
Professor Economic Geography at Qassim University

الملخص

يُعدُّ النقلُ العامُ ركيزة التنمية المستدامة في السياق الحضري، حيث نصّت وثيقة أجندة التنمية المستدامة على ضرورة إيجاد وسائل نقل مستدامة في المدن الحضرية، ولكون حاضرة الدمام إحدى التجمّعات الحضرية في المملكة العربية السعودية، والتي تشهد توسّعاً حضرياً في ظلّ زيادة حجم السكّان وتصادُ ملكيّة المركبات وزيادة طول الرّحلات الحضرية، فقد هدفت الدراسة إلى التحليل الشّبكي للبنية الطوبولوجية لمحطّات النقل العام من خلال استخدام نُظم المعلومات الجغرافية والأساليب الإحصائية، وقد خلصت الدراسة إلى تباعد المحطّات في نواح متعدّدة في منطقة الدراسة نظير التوسّع الحضري لحاضرة الدمام، كما يفيد التحليل الشّبكي لخدمة محطّات النقل العام القائمة في تغطية المراكز الحضرية وفق المعيار الزّمني للنقل العام والمقدّر بنحو (٥ - ١٠) دقائق، علاوةً عن المعيار المساحي والمقدّر بنحو (٥٠٠) متر، لتتّضح جلياً الفجوة في تغطية المركز الهندسي لأحياء حاضرة الدمام، ومن ثمّ عدم إمكانية الوصول الحضري لكافة السكّان لعام ٢٠٢٢ م.

الكلمات المفتاحية: إمكانية الوصول الحضري - التحليل الشبكي - نطاق الخدمة - النقل العام، حاضرة الدمام.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

Abstract

Public transport is the pillar of sustainable development in the urban context as sustainable development agenda document stipulated the need to find sustainable means of transportation in urban cities. Due to how the capital of Dammam is one of the urban agglomerations in the Kingdom of Saudi Arabia that is witnessing urban expansion in light of increases in population, escalation of vehicle ownership and length of urban trips, the study analyzes the network of the topological structure of public transport stations through the use of geographic information systems. The study concludes that the spacing of their stations in multiple aspects in the study area is due to the urban expansion of the capital of Dammam. The network analysis of the existing public transport station service is useful in covering urban centers according to the time standard for public transport, estimated at (5-10) minutes, in addition to the cadastral criterion estimated at (500) meters to clearly show the gap in the coverage of the engineering center for the neighborhoods of the capital of Dammam, and then the lack of urban access for all residents in 2022.

Keywords: Urban accessibility - Network analysis - Service scope - Public transport, Dammam Metropolis.

* * *



المجلة الجغرافية الخليجية

مجلة دورية محكمة تصدر عن الجمعية الجغرافية
بمجلس التعاون لدول الخليج العربية

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

مقدمة

منذ رواج مفهوم التنمية المستدامة عام ١٩٨٧م في لجنة برونتلاند، بذلت العديد من الدول مساعيها في تحقيق أبعاد التنمية المستدامة، بُغية العمل وفق الأهداف التي وضعتها الأمم المتحدة للتنمية الحضرية المستدامة، حيثُ تعملُ خطّة الاستدامة SDGs Sustainable Development — بما تُحقّقه من أهدافٍ واضحةٍ على صعيد النقل الحضري على وجه الخصوص — على تعزيز التنقل الحضري المستدام، وتحقيق العدالة الاجتماعية والتّماسك الاجتماعي، وتحسين نوعيّة الحياة في المدن كذلك، ناهيك عن جودة البيئة في السياق الحضري، لذلك تُشكلُ خطّة التنمية المستدامة SDGs جزءاً مهماً للبيئة الحضرية، ومحور ارتكازٍ لتخطيط قطاع النقل والتّخطيط الحضري على السّواء. ممّا لا شكّ فيه أنّ النقل العامّ مفتاح التنمية المستدامة في المدن الحضرية، وأحد أهم الخدمات الرئيسة للتنمية في الدّول لدورها المتعاظم في النمو الاقتصادي ورفاهية السّكّان، إزاء توفير خدمات التنقل الحضري بكلفةٍ مُخفضةٍ، والإسهام أيضاً في جودة الهواء الحضري، لذا تُجسّدُ البنية التّحتيّة للنقل الحضري ومدى توافقها مع الكثافة السّكّانية واستخدامات الأرض الحضرية ضرورةً ملحّةً لإيجاد وسائل نقلٍ مُستدامة.

الجدير بالذكر أنّه في ظلّ أهداف النّقل المستدام تتجلّى أهميّة إيجاد بُنية تحتيّة قادرة على الصُّمود، تُمكن من انتقال السُّكَّان والسلّع بطرقٍ ميسورة وآمنة، وتتسم أيضاً بانبعاثاتٍ أقلّ في ظلّ نهج: (التَّجَنُّب - التَّحَوُّل - التَّحْسِين)، حيث تتجلّى أهداف النّقل المستدام نحو التّقليل من إشكالات الازدحام المروري واستهلاك الطّاقة وانبعاثات الغازات الدّفيئة، والعمل على خفض مسافات السّفر الحضري في ظلّ إدارة المراكز الحضرية للبنية التّحتيّة للنّقل الحضري، وسعيّاً في التّحوّل من أنظمة النّقل الحالي ذات الإسهام في تلويث البيئة الحضرية والطّاقة المستهلكة لإيجاد أنماط نقلٍ أكثر استدامةً بتتوّع خيارات التّقلّ النّشط للمُشاة وراكبي الدّرّاجات، فضلاً عن الحافلات الحضرية وضرورة تعزيز دور السّكك الحديدية لتؤدي في مُجمل الأمر إلى تقليل الكيلومترات المقطوعة في السفر الحضري، وتعزيز الكفاءة البيئية في المدن الحضرية.

* * *

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

أهمية الدراسة

تكمن أهمية الدراسة فيما يلي:

- مساهمة الدراسة في تحقيق التنمية المستدامة لوسائل النقل الحضري بما يواكب رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ لقطاع النقل الحضري.
- تسليط الضوء على تحليل الشبكات في بيئة نظم المعلومات الجغرافية للنقل العام لمعايير التخطيط الحضري لعاملي الزمن والمسافة، وإبراز جوانب التغطية الجغرافية المكانية لشبكة النقل العام للأحياء السكنية في حاضرة الدمام.
- دعم الجهات ومُتخذي القرار من أجل التخطيط للنقل الحضري والتوجه المستقبلي لخدمات النقل العام في حاضرة الدمام.

مشكلة الدراسة

تشهد حاضرة الدمام — كغيرها من مدن المملكة العربية السعودية — تسارعاً في النمو الحضري، يُرافقه زيادة معدلات النمو السكاني إبان السنوات الماضية، مما شكّل التحام المدن الثلاث: الدمام - الظهران - الخبر على الساحل الشرقي، والتي أبانت بشكلٍ جليّ تفاقم أعداد المركبات الخاصة، وطول مسافات السفر الحضري، وزيادة حجم الرحلات الحضرية، وبُعد أماكن

السَّكَن عن العمل، ممَّا أدَّى إلى نُشُوء إشكالاتٍ في الحركة المروريَّة، علاوةً على تلويث البيئَة الحضريَّة، ممَّا يستلزم العمل على إيجاد وسائل نقلٍ مستدامةٍ كخدمات النُّقل العام التي تُسهمُ في تغطية الأحياء السَّكَنِيَّة في حاضرة الدَّمَّام، ليؤكِّد الحاجة الملحَّة في إيجاد نقاط خدمة التَّبادل أو التَّوقُّف لحافلات النُّقل العام الحاليَّة، في ضوء التَّحليل الشَّبكي لخدمة محطات النُّقل العام القائمة في تغطية المراكز الحضريَّة وفق المعيار الزَّمني للنُّقل العام والمقدَّر بنحو (٥ - ١٠) دقائق، علاوةً على المعيار المساحي والمقدَّر بنحو (٥٠٠) متر في تغطية المركز الهندسي لأحياء حاضرة الدَّمَّام، ومن ثَمَّ تحديد إمكانيَّة الوصول الحضري لكافة السُّكَّان.

تساؤلات الدِّراسة

- ما العلاقة بين توزيع السُّكَّان والتَّوزيع المكاني لمحطَّات النُّقل العام في حاضرة الدَّمَّام؟
- ما كفاءة التَّوزيع الجغرافي المكاني لشبكة النُّقل العام وفق المعايير التَّخطيطيَّة باستخدام التَّحليل الشَّبكي في حاضرة الدَّمَّام؟
- ما أفضل المسارات المقترحة للنُّقل العام وفق تحليل الشَّبكات لأقصر زمنٍ ومسافةٍ في حاضرة الدَّمَّام؟

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

- ما خصائص الشبكة الطوبولوجية لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام؟

أهداف الدراسة

- تحديد العلاقة بين توزيع السكّان والتوزيع المكاني لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام.
- تقييم كفاءة التوزيع الجغرافي لشبكة النقل العام وفق المعايير التخطيطية باستخدام التحليل الشبكي في حاضرة الدمام.
- تحديد أفضل المسارات المقترحة للنقل العام وفق تحليل الشبكات لأقصر زمن ومسافة في حاضرة الدمام.
- التعرف على خصائص الشبكة الطوبولوجية لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام.

أبعاد الدراسة

البعد الموضوعي

- يتمثل موضوع الدراسة في التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام.

البعد الزمني

- البيانات والإحصاءات المتعلقة بالنقل العام في حاضرة الدمام لعام

٢٠٢٢م.

البُعد المكاني

تقع حاضرة الدَّمَّام شرق المملكة العربيَّة السَّعوديَّة، الشكل رقم (١)، وتحُدُّها من الشمال محافظة القطيف والخليج العربي، ويحُدُّها شرقاً الخليج العربي، كما تحُدُّها جنوباً وغرباً محافظة أبقيق، وتمتد فلكياً بين دائرتي عرض (٢٦°٠٣' و ٢٦°٣٠') شمالاً وخطي طول (٤٥°٤٩' و ٥٠°١٥') شرقاً.

يتبيَّن ممَّا سبق أنَّ حاضرة الدَّمَّام تُطلُّ من جهة الشَّرْق على إحدى الجبهات البحريَّة للمملكة، لوقوعها على الخليج العربي، إذ تمتلك ساحلاً يبلغ طوله نحو (١٨٢) كم، من حدود الحاضرة شمالاً وحتى شاطئ نصف القمر جنوباً، لتكتسب بهذا الموقع أهميَّةً بكونها الواجهة الشرقيَّة وأحد منافذ المملكة للاتصال بالعالم الخارجي وتبادل علاقاتها الاقتصادية والثقافية، كما تفصلها مياه الخليج العربي عن مملكة البحرين، لترتبط بها بالطريق الحدودي عبر جسر الملك فهد الدولي.

وقد أسهم هذا الموقع الاستراتيجي — بلا شك — على إشرافها على طرق التجارة الدولية البحرية والبرية والجوية، كما حفَّز على إنشاء شبكةٍ من الطُّرق الحضريَّة للاتصال بين أجزائها، علاوةً على الطُّرق البريَّة للرُّبط بمدن المملكة الأخرى ودول الجوار.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

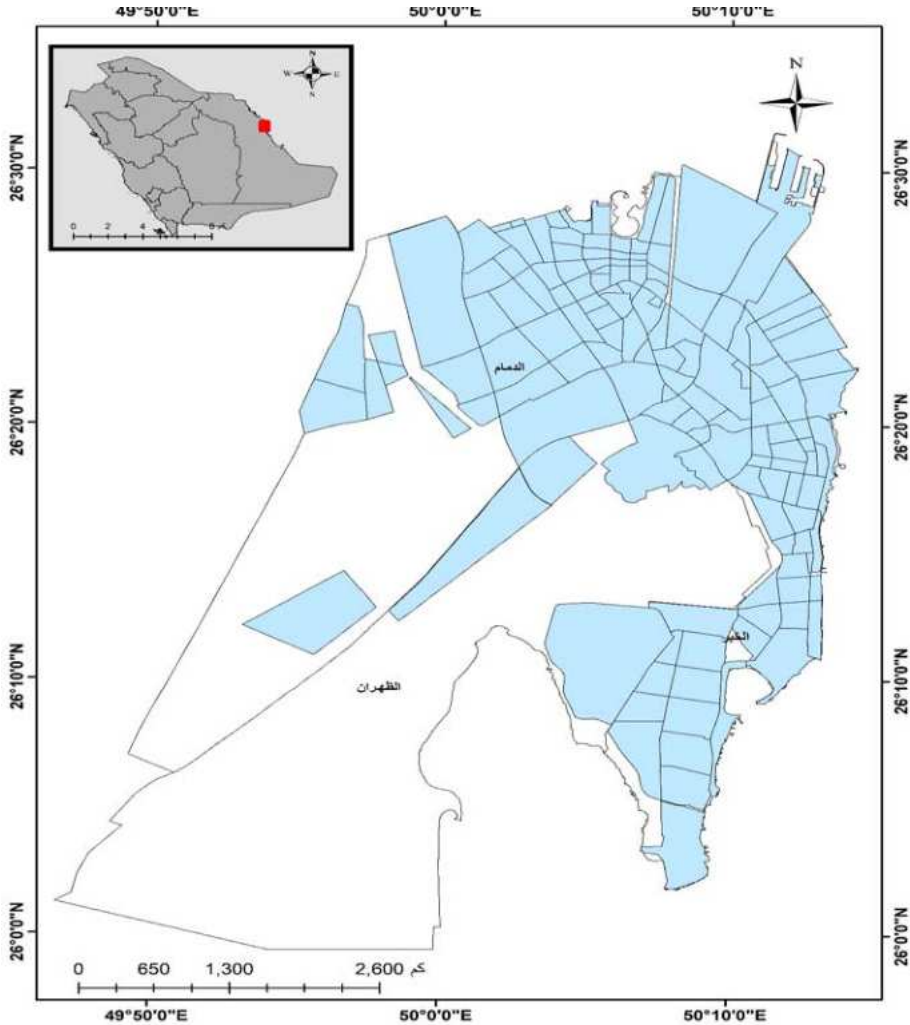
في ضوء الموقع الجغرافي تتجلى أهمية حاضرة الدمام لتنوع وسائل النقل الأخرى، ومما لا ريب فيه فقد شكّل ميناء الملك عبد العزيز — كميناء رئيس للمملكة على ساحل الخليج العربي شرقاً — فضلاً عن مطار الملك فهد الدولي غرب الحاضرة، ومحطة سكة حديد الدمام، عوامل جذب أسهمت في تحقيق الاتصال الاجتماعي والاقتصادي، واستقطاب السكّان وتنوع الأنشطة الاقتصادية، لُتسهم بذلك في رواج الحركة الاقتصادية في المملكة بوجه عام.

من ناحية أخرى تبلغ المساحة الإجمالية لحاضرة الدمام نحو (١٤٨٦,٥٣٣) كيلومتر مربع تقريباً، في حين تبلغ مساحة مدينة الدمام نحو (٦٤٨,٩٢) كم^٢، كما تبلغ مساحة مدينة الظهران نحو (٦٣٢,٠٨٦) كم^٢، أمّا مدينة الخبر فتبلغ مساحتها نحو (٢٠٥,٥٢) كم^٢ وتمثّل ما نسبته (٤٣,٦٥٪) لمدينة الدمام، في حين تستأثر مدينة الظهران بنسبة تبلغ (٤٢,٥٢٪)، بينما حظيت مدينة الخبر بنسبة تُقدّر بنحو (١٣,٨٢٪) من إجمالي مساحة حاضرة الدمام ككل.

وفي ضوء عدد السكّان والذي يبلغ وفقاً لتعداد عام ٢٠١٠م (١٤٨٢١٥٧) نسمة. (التعداد الرسمي للمملكة، ٢٠١٠م)، في حين تعتمد الدراسة الرأهنة على نتائج الإسقاطات السكّانية لعام

٢٠١٩م، حيث يُقدَّر عدد سُكَّان مدن حاضرة الدَّمَّام بـ (١٨٩٠٢٧٤) نسمة، ويَتَّضح بجلاءٍ تطوُّر النُّمو السُّكَّاني لحاضرة الدَّمَّام، حيث بلغ عدد السُّكَّان لمدينة الدَّمَّام نحو (١١٤٩٥٩٧) نسمة، كما تستأثر مدينة الخُبْر بنحو (٥٨٦٣٠٧) نسمة، في حين يُقدَّر عدد السُّكَّان لمدينة الظهران بـ (١٥٤٣٧٠) نسمة، ويتبيَّن ممَّا سبق النُّمو السُّكَّاني الهائل الذي تشهده حاضرة الدمام.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام



شكل رقم ١: مدن حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة الأساس لحاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

مصطلحات الدراسة

النقل الحضري Urban Transportation

مجموعة التقنيات المستعملة والتهيئات والبنى التحتية (الهياكل القاعدية) والوسائل التي تهدفُ مجتمعةً إلى تنظيم تنقلات الأفراد والسلع في الوسط الحركي في ظروفٍ مثلى من وقتٍ وتكلفةٍ وراحةٍ وأمان، حيثُ يضمُّ النقل الحضري جميع وسائل النقل التي تتلاءم مع خصائص الوسط الحضري كالكثافة السكانية، والتي تتطلب تنظيمًا جيدًا لحركة الأشخاص والبضائع ووجود الأنشطة الاقتصادية الرئيسة التي تجعل المدينة مكانًا لبت واستقبال الحركة. (كافي، ٢٠١٧م، ص ٩٥).

النقل المستدام Sustainable Transportation

يُعرف النقل المستدام بأنه: أيُّ واسطة نقل ذات تأثيرٍ منخفضٍ على البيئة، ويشمل النقل غير الميكانيكي كالمشي وركوب الدراجات، والنقل الميكانيكي كتمية العبور والمركبات الخضراء ومشاركة السيارات، وبناء أو حماية أنظمة النقل في المناطق الحضرية، وحفظ المساحة وتعزيز أنماط الحياة. (العجيلي، ٢٠١٦م، ص ٥٥ - ٥٦).

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

المحطة الحضرية Urban Station

مكانٌ مخصَّصٌ لاستقبال المسافرين من مختلف المناطق والأحياء، وهي مكان التقاء وسائل النقل القادمة من مختلف المناطق، تتجمّع فيه الخطوط الحضرية ممّا يُسهّل على المسافرين تغيير وجهات التّنقّل. (عيسى، سمير، ٢٠٢٠م، ص٢٦).

النقل العام Public Transport

خدمةٌ عامّةٌ تُعتبرُ سلعةً عامّةً، لديها مواقف خاصّة مصمّمة بشكلٍ جيّدٍ للرُّكّاب، للركوب والنزول بطريقة آمنة ومساراتٍ معترفٍ بها رسمياً. (برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية - UN-Habitat، ٢٠١٦م).

الدراسات السابقة

دراسة كابودي Cabodi عام (٢٠٢٠م): "Public Transport Network analysis."

تُركّز الدراسة على تحليل النّقل العام PTN لسبعةٍ وعشرين مدينةً في ثلاثِ قارّاتٍ بواقع تسع عشرة مدينةً في أوروبا، وخمس مدنٍ في أوقيانوسيا، بينما تقع ثلاثُ مدنٍ في أمريكا باستخدام الرسوم الطوبولوجية L-Space، حيثُ تُشكّلُ التّوقّفات والمحطّات كعُقدٍ لإيجاد العلاقات المكانية، كما سعت الدّراسةُ إلى جمع القياسات الأساسيّة للعقد والحواف والكثافة، علاوةً على مُعامل

التجميع ومُتوسّط المسار لكلّ مدينةٍ لإيجاد أقصر المسارات المقترحة، كما تعتمد الدّراسة على تحليل التّردّد اليومي لكافة وسائل النّقل الحضري.

دراسة بونا وآخرين Bona, at, al عام (٢٠٢١م)

A reduced model for complex network analysis of public transportation.

هدفت الدراسة إلى تمثيل شبكات النّقل العامّ كشبكاتٍ مُعقّدة، وتحليلها لتبيان خصائص الشّبكة والعقد ذات الدّرجة الأولى، وسعت الدراسة إلى تطبيق تمثيل شبكات النّقل العامّ لأربع شبكاتٍ في العالم الحقيقيّ لمدينتيّ في البرازيل، وشبكة مترو سيول، وشبكة مطاراتٍ عالميّة. كما أوضحت نتائج الدّراسة توفّر هيكلٍ هرميٍّ بوجود العديد من العقد الوسيطة.

دراسة يوسف وآخرين Yusoff, et, al عام (٢٠٢٣م) Mobility

planning for urban employee to workplace: an analysis of bus routes network and stop.

هدفت الدراسة إلى إبراز أهميّة استكشاف الرّحلات الحضريّة للعاملين في منطقة كلانج، وتحليل الوصول الحضري لمسافات الرّحلة الحضريّة إلى أماكن العمل، حيث تُركّز الدّراسة على الحافلات الحضريّة للتنقّلات اليومية، سعياً لتحليل نطاق التّغطية المكانية ومواقع التّوقّفات على طول الرّحلات الحضريّة، كما سعت الدّراسة إلى توزيع استمارة استبيانٍ بواقع (١٠٠) استمارة

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

للأشخاص العاملين في منطقة الدراسة، وقد تمّ استخدام التحليل الإحصائي وأدوات نظم المعلومات الجغرافية Arc GIS لتقييم إمكانية الوصول الحضري، والعمل على إنشاء مسارات مقترحة.

دراسة الشهري عام (٢٠٢٣م) بعنوان "تقييم نظام شبكات نقل الحافلات في مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية.

هدفت الدراسة إلى تحليل شبكة Bus Rapid Transit في مدينة الرياض من خلال استخدام نظم المعلومات الجغرافية، علاوة على نظرية الرسوم البيانية، كما سعت الدراسة لتقييم طرق حافلات النقل السريع بالطرق الحضرية والتوزيع المكاني للمحطات وفق الكثافة السكانية، كما تبرز الدراسة أهمية تقنيات التصميم لأنظمة النقل العام والمركبات التي يمكن وصول الحافلات الأرضية المنخفضة إليها، والتي تُبرهن الحاجة إلى عناية مخططي النقل العام بتلك الأنظمة.

منهج الدراسة

المنهج الوصفي: لوصف وتحليل شبكة النقل العام لمواقع العقد والتوقفات للمحطات الحالية، وخصائص المسارات للنقل العام والمسافات الفاصلة بينها في المراكز الحضرية.

منهج التحليل المكاني: لقياس الأساليب الكميّة، حيث تمّت الاستعانة بنُظم المعلومات الجغرافيّة لإبراز التحليل الشبكي لمحطّات النّقل العام في حاضرة الدّمّام.

منهج التحليل الاستدلالي: ويُرَكِّز المنهج على استعراض خصائص التوزيع المكاني لعقد محطات النقل العام في حاضرة الدّمّام.

مصادر بيانات وأساليب الدّراسة

تتعدّد مصادر الدّراسة وفق المصادر الأوّليّة والثّانويّة، حيث تمّ جمع البيانات الرّقميّة لمواقع محطّات النّقل العام والاعتماد على Google Erath pro في تحديد مواقعها لعام ٢٠٢٢م، علاوة على البيانات الوصفية لحجم الإيرادات والرّكّاب للنقل العام في حاضرة الدّمّام، والتي تمّ استيفائها من قِبَل أمانة المنطقة الشرقيّة في مدينة الدّمّام، كما تمّت الاستعانة بخريطة رقميّة لحاضرة الدّمّام لعام ٢٠٢٢م والصادرة من وكالة التّخطيط العُمُراني في مدينة الدّمّام لعام ٢٠٢٢م، وفي ضوء أساليب الدراسة تمّ استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإعداد قاعدة جغرافيّة وإدخال البيانات اللّازمة للدّراسة بالاعتماد على البيانات الإحصائيّة الرّسميّة، والتي يتمّ استيفائها، أو من خلال المسح الميداني بُغية تحليلها وعرضها بواسطة برنامج (Arc GIS 10,8)، ومن ثمّ إجراء التّمثيل

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

الخرائطي، وقد تم التحليل الشبكي في نظم المعلومات الجغرافية من خلال استخدام أدوات التحليل الشبكي Network Analysis وفق التحليل المكاني لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام، وبتطبيق أداة New Rout بُغية إنشاء أقصر مسارٍ مُقترحٍ لمحطات النقل العام في جنوب وغرب مدن الحاضرة، في ضوء المعايير في البُعد عن المحطات الفعلية للنقل العام وقربها لشبكة النقل الحضري، علاوةً على إيجاد خدمةٍ في الأحياء غير المخدومة بالنقل العام، لاختيار محطة نقلٍ عامٍ من المحطة الفعلية وفق أقصر مسارٍ للمسافة، كما تجدرُ الإشارة إلى أنّه تمّ تطبيق أداة منطقة نفوذ الخدمة New Service Area لإيجاد مجال نفوذ خدمات النقل العام وفقاً للفاصل الزمني والمقدّر بنحو (٥ - ١٠) دقائق للنقل العام، علاوةً على المعيار المساحي والمقدّر بنحو (٥٠٠) متر حول محطات الحافلات الحضرية، ولتحليل الأساليب الإحصائية تمّ استخدام Data Analysis in Excel بُغية التنبؤ بحجم الإيرادات للنقل العام في حاضرة الدمام، علاوةً على برنامج Microsoft Excel لإنشاء وتنسيق الجداول والأشكال البيانية.

* * *

المناقشة

غني عن البيان القول إنَّ خدمات النقل العام أنظمة نقلٍ مُتاحةٍ لعموم السُّكَّان في ضوء الأجر المدفوعة لخدمات التَّنَقُّل في المدن الحضرية وفق حافلاتٍ تسير بطُرُقٍ ثابتة، وتعمل بجداول زمنية ثابتة أيضاً بين كُلِّ محطةٍ وأُخرى، في حين تتميز نُظُم النقل العام المستدامة بتضمين مفاهيم التَّنَقُّل المرن - التَّنَقُّل المستجيب للطلب، والتي تعمل في ضوء تغييرات طلب مستخدمي التَّنَقُّل العام والقائمة على استخدام تكنولوجيا المعلومات للطلب المرن على الرِّحلات الحضرية، ونظير الأهمية البالغة في تحديد مواقع محطات النقل العام، حيثُ يُمثِّل الجدول رقم (١) والشَّكل رقم (٢) أدناه موقع محطات حافلات التَّنَقُّل العام في حاضرة الدَّمَّام استناداً لعام ٢٠٢٢ م، ومن الملاحظ أنَّ محطات الحافلات الحضرية في حاضرة الدَّمَّام القائمة على الطرق الثابتة - استناداً للتغطية الجغرافية - تتَّسم بتباعد محطاتها في نواحٍ متعدِّدة في منطقة الدراسة، نظير التوسُّع الحضري لمدينة الحاضرة، والتي قد تبدو خدمة حافلات التَّنَقُّل العام للطرق الثابتة فاعلة في المناطق ذات الحجم الأقل، بينما على النقيض تستلزم المنطقة نتاج التمدُّد الحضري وصول خدمة النقل العام إلى أطرافها لتقديم الخدمة لكافة السُّكَّان، حيثُ

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

يصعبُ جلياً إمكانية الوصول الحضري، علاوةً على ازدياد أوقات
السفر بالمركبات وصولاً لمحطات النقل العام.

جدول رقم ١: أنموذج الموقع الجغرافي

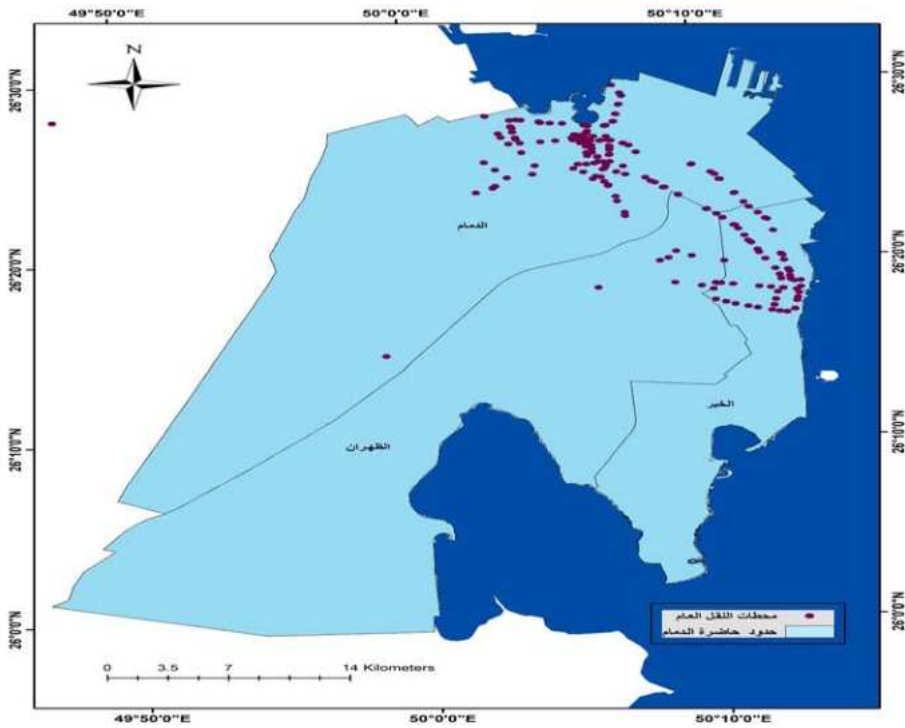
محطات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

الموقع الجغرافي	اسم المحطة (*)	Center Y	Center X
غرب الدمام	أحد ٣	٥٠,٠٥٠٥٣٣	٢٦,٤٠١٨٢٣
غرب الدمام	أحد ٣	٥٠,٠٥٠٥٣٣	٢٦,٤٠١٨٢٣
الخبر	الخبر الشمالية ١	٥٠,٢١٣٨٠٦	٢٦,٢٨٠٠٥٦
الخبر	الخبر الشمالية ٢	٥٠,٢٠٥١٩٤	٢٦,٢٨١٩٤٤
الخبر	العقريية ١	٥٠,١٩٦٩٧٢	٢٦,٢٨٤٣٦١
الخبر	العقريية ٢	٥٠,١٩١٧٢٥	٢٦,٢٨٥٩٤٧
الخبر	العليا ٢	٥٠,١٧٩٠٢٧	٢٦,٢٩٠٤٠٥
الخبر	العليا ٣	٥٠,١٧٣١٤٤	٢٦,٢٩٢٧٦٤
الخبر	العليا ٤	٥٠,١٧٢٣١١	٢٦,٣٠٢٦٣
الخبر	العليا ٥	٥٠,١٧٦٨٠٦	٢٦,٣٠٧٨٦١
الخبر	العليا ٦	٥٠,١٨٣٦٨٩	٢٦,٣٠٦٧٢١
الخبر	العقريية ٣	٥٠,١٩٨٦٩٦	٢٦,٣٠٤٢٦٣
الخبر	مدينة العمال ١	٥٠,٢٠٥٣٦١	٢٦,٣٠٣١٦٧
الخبر	الخبر الشمالية ٦	٥٠,٢١٢١٩٧	٢٦,٣٠٢٠٤٤
وسط الدمام	الفيصلية ١	٥٠,٠٤٩٠٣٢	٢٦,٤٠٠١٢٨
غرب الدمام	الفيصلية ١	٥٠,٠٤٩٠٣٢	٢٦,٤٠٠١٢٨
وسط الدمام	محطة الدمام الرئيسية	٥٠,١٠٦١٨٢	٢٦,٤٥٦٠٣٣
غرب الدمام	بدر ١	٥٠,٠٣٩٣٣٦	٢٦,٣٩٦١٢٤

(*) تجدر الإشارة إلى أن الجدول أعلاه يمثل استعراض الموقع الجغرافي لبعض
محطات النقل العام.

الموقع الجغرافي	اسم المحطة (*)	Center Y	Center X
الظهران	المدينة الصناعية الثانية	٤٩,٩٨١٣١٥	٢٦,٢٤٥٩٥١
غرب الدمام	محطة مطار الملك فهد	٤٩,٧٩٧٧٤٣	٢٦,٤٦٨٤٦٩
الخبر	الخبر الشمالية ٧	٥٠,٢٢٠١٣٩	٢٦,٣٠٠٧٧٨
الخبر	واجهة الخبر البحرية ١	٥٠,٢٢١٤٠١	٢٦,٢٩٧٥٨٦

المصدر: وزارة الشؤون البلدية والقروية، أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التعمير والمشاريع، بيانات غير منشورة عن موقع محطات حافلات النقل العام وفقا لعام ٢٠٢٢ م.



شكل رقم ٢: موقع محطات حافلات النقل العام في مَدُن حاضرة الدَّمَام وفقاً لعام ٢٠٢٢ م.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التعمير والمشاريع، خريطة محطات حافلات النقل العام في حاضرة الدَّمَام لعام ٢٠٢٢ م.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

يُعدُّ أحد التحديات للنقل المستدام استخدام تكنولوجيات تعتمد على البنية التحتية الرقمية، حيث تُمكن أنظمة النقل العام المتقدمة السُكَّان من تخطيط الرحلات الحضرية بمعرفة ووقت الوصول والمغادرة لمسار الرحلة، علاوةً على مواقف المركبات في محطاتها وخدمات التنقل الأخرى كمركبات الأجرة أو مركبات التنقل التشاركي في منطقة الدراسة، من خلال منصة تقنية للتطبيق الإلكتروني لإنشاء مسارٍ وفقاً لمتطلبات السكان الحالية بتحديد نقاط الأصل والوجهة، حيث من الملاحظ عدم اعتماد السكان على وسيلة نقل واحدة، وإنما تفضيل تعدد وسائل النقل التكميلية في المدن الحضرية استناداً لاحتياجات السُكَّان.

نقفُ هنا لعكس أهمية تناسب أسعار النقل العام مع كمية وسائل النقل وتخطيطها، وانخفاض الأجور التي تعتمد على المسافات المقطوعة في السياق الحضري، ووصولاً لمحطات النقل العام، وإزاء تحليل العدالة والإنصاف للنقل العام في حاضرة الدمام استناداً إلى استخدام منحنى لورنز Lorenz Curve في مجال النقل الحضري سعياً للكشف عن عدالة التوزيع المكاني لمحطات النقل العام، مقارنةً بسُكَّان المدن الحضرية، حيث تختلف العدالة بطبيعة الحال بين أفراد الأسرة الواحدة وأفراد المجتمع كافةً وفقاً لخصائصهم الاجتماعية، وتُمثِّل العدالة الأفقية لسُكَّان حاضرة الدمام مقارنةً بالعدالة الرأسية لموارد النقل وتوزيعها لمستويات الخدمات المتكافئة، والتي تتأثر بالنسيج الحضري وكثافة الأنشطة لممرات النقل العام في مدن الحاضرة، واعتماداً لمتغيري (طلب

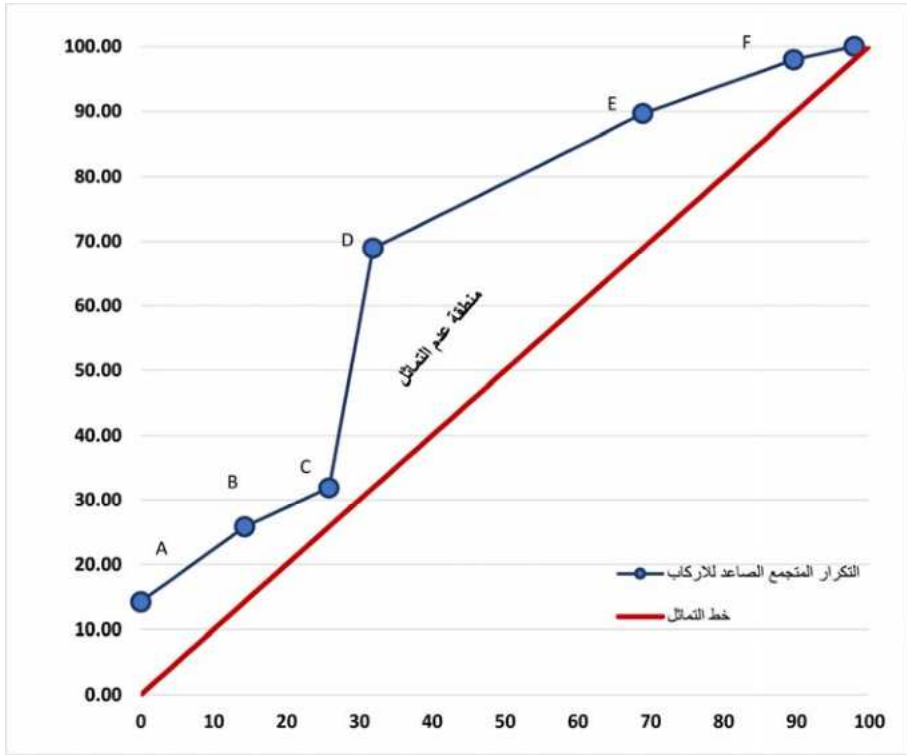
السُّكَّان - وإيرادات محطات شبكة النقل العام، لمعرفة القُرب أو البُعد عن خط التَّوزيع المثالي، وقد تمَّ تحويل تدفُّقات الرُّكَّاب للنَّسبة المئويَّة والتي تُمثِّل طلب السُّكَّان مقارنةً بإيرادات محطات النقل وتوزيعها في المُدن الحضرية لِمُدَّة زمنيَّة مُمثِّلة لشهر نوفمبر في حاضرة الدِّمَّام لعام ٢٠٢٢م كما يتَّضح من الجدول رقم (٢) والشَّكل رقم (٣):

جدول رقم ٢: حجم الرُّكَّاب والإيرادات للنقل العام في حاضرة الدِّمَّام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

المسار	حجم الرُّكَّاب	حجم الإيرادات	حجم الرُّكَّاب %	حجم الإيرادات %	التكرار المتجمّع الصَّاعد للإيرادات	التكرار المتجمّع الصَّاعد للإيرادات
الأول	٢٧٧١	٩٥٥٩,٩٥	٦,٨٦	٦,٨٦	٦,٨٦٠٧٧٨٩٢٥	٦,٨٦
الثاني	٢٩٨٧	١٠٣٠٥,١٥	٧,٤٠	٧,٣٩٥٥٧٨	١٤,٢٦	١٤,٢٦
الثالث	٤٦٧٧	١٦١٣٥,٦٥	١١,٥٨	١١,٥٧٩٨٨٥٦	٢٥,٨٤	٢٥,٨٤
الرابع	٢٤٤٤	٨٤٣١,٨	٦,٠٥	٦,٠٥١١٥٢٥٤	٣١,٨٩	٣١,٨٩
الخامس	١٤٩٦٦	٥١٦٣٢,٧	٣٧,٠٥	٣٧,٠٥٤٦٤٣٦	٦٨,٩٤	٦٨,٩٤
السادس	٨٣٦٣	٢٨٨٥٢,٣٥	٢٠,٧١	٢٠,٧٠٦١٣٢٩	٨٩,٦٥	٨٩,٦٥
السابع	٣٣٥٢	١١٥٦٤,٤	٨,٣٠	٨,٢٩٩٢٨٩٤١	٩٧,٩٥	٩٧,٩٥
الثامن	٨٢٩	٢٨٦٠,٠٥	٢,٠٥	٢,٠٥٢٥٤٩٠٦	١٠٠,٠٠	١٠٠,٠٠
الإجمالي	٤٠٣٩٨	١٣٩٣٤٢,٠٥	١٠٠,٠٠	١٠٠	-	-

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التَّعمير والمشاريع، حجم الرُّكَّاب والإيرادات للنَّقل العام في حاضرة الدِّمَّام، بيانات غير منشورة عن مسارات النَّقل العام في حاضرة الدِّمَّام، لعام ٢٠٢٢م.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام



شكل رقم ٣: منحني لورنز للنقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على بيانات الجدول رقم (٢).

انطلاقاً مما سبق فإنَّ منحني لورنز يُسهِّمُ في تبيان العلاقة بين ظاهرتين ما، من خلال التوزيع المُتجمِّع الصَّاعد، بُغية إعطاء صورة عن مدى كفاية التوزيع الفعلي، ولإظهار العدالة والمساواة في توزيع موارد النقل العام في حاضرة الدمام، حيث يُمثِّل طلب السُّكَّان مدى حاجة السُّكَّان لخدمات النقل العام في منطقة

الدّراسة، ويُظهرُ صِغرَ مساحةِ المنطقةِ المحصورةِ مدى قُربِ التّوزيعِ الفعليِّ لخدماتِ النّقلِ العامِّ لِخطِّ التّوزيعِ المُتساوي، في حين يدلُّ كِبَرُ مساحةِ المنطقةِ المحصورةِ عن البُعدِ عن خطِّ التّماثل، ويُسهّمُ من خلالِ المساحةِ المحصورةِ بين منحنى (لورنز) وخطِّ التّماثل. حيثُ تشيرُ النّقطةُ A إلى حصول (١٤٪) من السُّكَّانِ على مواردِ النّقلِ العامِ بنحو (١٤,٢٦٪)، بينما نجدُ تمثُّع (٢٨٪) من السُّكَّانِ بخدماتِ النّقلِ العامِ ومواردهِ بنحو (٢٥,٨٤٪) عند النّقطةِ B، في حين تستحوذ النّقطةُ C على (٣٢٪) من السُّكَّانِ بنحو (٣١,٨٩٪) من خدماتِ النّقلِ العامِ، بينما تستأثر النّقطةُ D على (٦٩٪) من السُّكَّانِ وبنحو (٦٨,٩٤٪) من مواردِ خدماتِ النّقلِ العامِ، في حين تُسجِّلُ النّقطةُ E (٨٩٪) بنحو (٨٩,٦٥٪) لمواردِ خدماتِ النّقلِ العامِ، كما استحوذت النّقطةُ F على (٩٨٪) من السُّكَّانِ و (٩٧,٩٥٪) لخدماتِ النّقلِ العامِ، وهذه النتائجُ مؤشرٌ جليٌّ لاستِدامةِ النّقلِ الحضريِّ بمُؤشِّرِ وُصولٍ جيّدٍ ومنخفِضِ التّكلفةِ للنّقلِ العامِ، ممّا يدلُّ على إمكانيّةِ الوُصولِ لفئاتِ المجتمعِ ممّن يُعانون من الفقرِ الحضريِّ وأصحابِ الفئاتِ الخاصّةِ، وممّن ليس لديهم مركباتٍ للتّقلُّ الحضريِّ، ولأُسَرِ ذاتِ الدّخلِ المُنخفِضِ في شرائحِ الدّخلِ الخماسيِّ، ليتوافقَ مع إمكانيّاتِ السّكنِ في منطقةِ الدّراسةِ ومُخرجاتها، وفق إمكانيّةِ الوصولِ الحضريِّ والاستهلاكِ للرحلاتِ التي تمّت، حيثُ

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

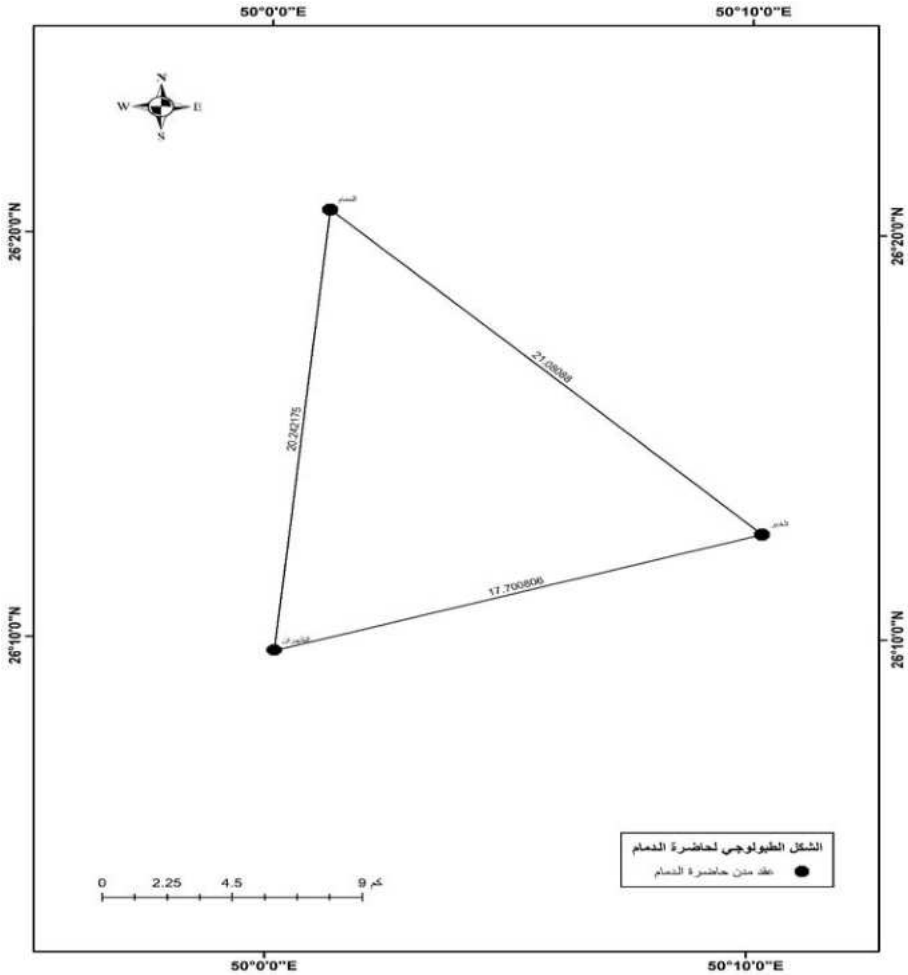
تلعب دوراً مهماً في الوصول الحضري على اعتبار أن الأفراد في نطاق (٥٠٠) متر يمكنهم الوصول الحضري سيراً على الأقدام لمحطات الطلب الرئيسية أو نقاط التوقف على امتداد مسارات النقل العام، ويعكس هذا أهمية كبرى لمعرفة الأماكن التي تتسم بإمكانية وصول غير كاف وقادر على تغطية تكاليف النقل. وبطبيعة الحال يمثل عدد السكان من محطات النقل العام ضعف إمكانية الوصول الحضري، وعدم القدرة على دفع النقل، ويكون تنقل الأشخاص والسلع والخدمات ضرورةً واحتياجاً أساسياً يقع في ضوء مفاضلة دخل الأفراد وتكاليف النقل، على اعتبار أن الرحلة الحضرية — بدءاً من نقطة الانطلاق والتي تمثل الجزء الأول للرحلة من المسكن، وهي نقطة البداية لمسار الرحلة، وحيث تنتهي بنقطة الوصول للهدف، وهي تمثل نهاية مسار الرحلة، والتي يقطعها الأفراد في غالب الأمر سيراً على الأقدام، ويشكل الجزء الأوسط من الرحلة الحضرية مسار الرحلة باستخدام وسائل النقل العام، مما يعكس أهمية القرب والبعد للتجمعات السكنية وتكامل النقل، وتجدر الإشارة إلى أن هناك بعض التكاليف الثابتة والتي لا تتأثر بدخل الأفراد، سيما الفئات الأقل للأسر الخماسية، كرؤوس القيادة، وإصلاح المركبات، واستهلاك

الوقود، مما تستلزم القدرة على تحمل تكاليف النقل التي تُمثّل هدفاً للمُضي نحو تحقيقه في سياسات تخطيط النقل الحضري.

التفاعل المكاني للنقل الحضري في المراكز الحضرية: -

يُعدُّ نموذج الجاذبية لتحليل واقع التفاعل المكاني للنقل في المراكز الحضرية — والذي يستند إلى قانون الجذب في تبيان العلاقة بين مكونات النظام الحضري — والذي يتخذ أشكالاً متعددة لمواقع معينة أو على صعيد الأحياء السكنية أو المراكز الحضرية بوجه عام، حيث تستأثر حاضرة الدمام بشكل طبولوجي وفقاً للشكل رقم (٤)، حيث تبلغ المسافة المباشرة الفاصلة بين كلٍّ من مدينتي الدمام والخبر نحو (٢١,٠٨) كم، وتبلغ المسافة الفاصلة بين مدينتي الدمام والظهران أيضاً نحو (٢٠,٢٤) كم، في حين تبلغ المسافة بين كلٍّ من مدينة الخبر والظهران ما يعادل (١٧,٧٠) كم، في ضوء حجم السكان لمدن الحاضرة آنفة الذكر.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام



الشكل رقم (٤): الشكل الطبولوجي

لمدن حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

المصدر: إعداد الباحثين استناداً إلى أمانة المنطقة الشرقية،

الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة الأساس لحاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢م.

في ضوء ذلك تتمثل أهم مقاييس مركزية شبكة النقل العام في
حاضرة الدمام فيما يلي:

١: درجة المركزية للعقد النقلية لمحطات حافلات النقل العام:
بالنظر في مركزية شبكة النقل العام وفقاً لعقد محطات النقل
العام لمصفوفه الأصل والوجهة (O-D) لرحلات
مسارات النقل العام، حيث تمثل مركزية التقارب في اتصالية
عقدتين في الشبكة الحضرية مباشرة، بينما تحظى العديد من
عقد النقل العام بتوافر عقد وسيطة، ومن الملاحظ من الجدول رقم
(٣): تحظى العقد النقلية لشبكة النقل العام (محطة مارينا مول)
بإتصالها بأربع عقد نقلية أخرى لمحطات حافلات النقل العام
للمسارات: (الأول - الخامس - السادس - السابع)، ومن خلال
عقد وسيطة سواء لرحلة الذهاب أم العودة للمسار الثالث، كما
يلتقي المسار الرابع في رحلة الذهاب بمحطة مارينا مول، بينما نجد
أن المسار الثامن لحافلات النقل العام لديه اتصالية بمحطة واحدة
فقط كوصلة تبدأ وتنتهي في غرب مدينة الدمام.

**جدول رقم ٣: درجة مركزية محطات حافلات النقل العام
الرئيسية للعقد النقلية في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢ م.**

محطات حافلات النقل العام	الاتصالية المباشرة بمحطات أخرى.
محطة مارينا مول	٤
بقية محطات النقل العام	١

المصدر: حساب وتجميع الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التعمير
والمشاريع، خريطة مسارات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢ م.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

٢: متوسط العمق الطبولوجي Average Topological Depth:

تأسيساً على ما سبق تبرز أهمية متوسط مسافة المسارات للنقل العام في مدى أهمية جذب الموقع المكاني لمحطات النقل العام. انطلاقاً من منظور كل من الطبولوجيا والجغرافيا من خلال تطبيق نظرية بناء الجملة ونموذج تحليل الشبكة، نظراً لأن تركيب الفضاء يقيس العلاقات المكانية من حيث العمق الطبولوجي والتي تتجاهل المسافة، يشير متوسط العمق الطبولوجي إلى متوسط خطوات المحطة الحالية إلى المحطات الأخرى، ويصف المؤشر المسافة الطبولوجية بين المحطات بتجاهل المسافة الهندسية، فإذا كان متوسط العمق الطبولوجي أقصر فإن الموقع الطبولوجي للمحطة يكون أفضل في نظام النقل العام، والذي يُفسر أن المقاومة من المحطة إلى المحطات الأخرى ستكون أصغر من خلال تطبيق Baidu Route planning API (Yang, et.al, 2019, p7) ومن خلال صيغة المعادلة التالية:

$$D_{tis} = \sum_{k=1}^n D_{tsk} / (n-1) \quad k \neq s, s = 1, 2, 3, \dots \text{ (Mishra, 2012).}$$

بتطبيق المؤشر أعلاه لمسارات شبكة النقل العام في حاضرة الدمام من خلال الجدول رقم (٤)، والشكل رقم (٥) يمكن استخلاص ما يلي:

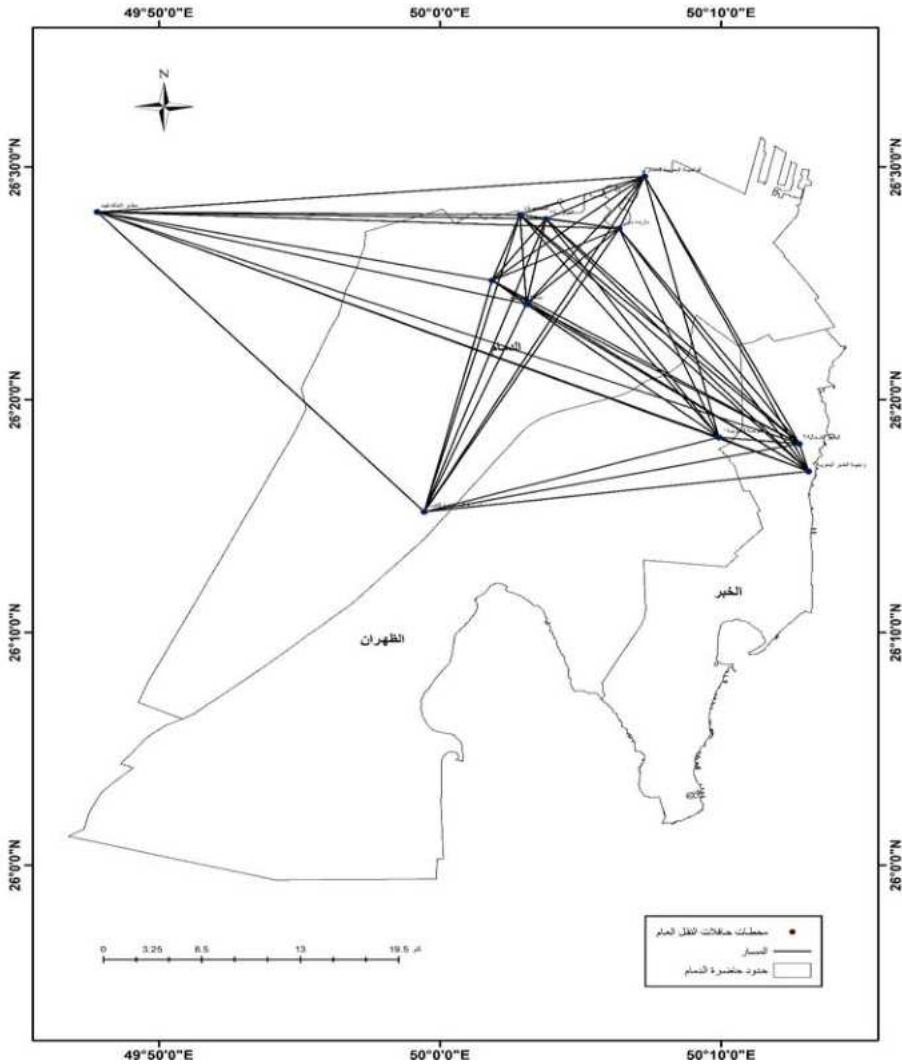
- تستحوذ محطة حافلات النقل العام (محطة واجهة الخبر البحرية - محطة مطار الملك فهد الدولي) في مستوى اتّصالها وفقاً للمسافة المباشرة بأعلى مسافة، والتي تبلغ (٢٣,٤٢) كم.
- تُسجّل مصفوفة الأصل والوجهة لكلٍّ من: (محطة المحمدية - محطة العزيزية) أقصر متوسط مسافة في شبكة النقل العام، والذي بلغ نحو (٠,٧٨) كم.
- تجدر الإشارة إلى تقارب المسافات المباشرة لمحطات الأصل والوجهة لمسارات النقل العام مع محطات التوقف والانطلاق لمسارات أخرى.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

جدول رقم ٤ : متوسط العمق الطبولوجي لمحطات حافلات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.

متوسط العمق الطبولوجي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام (كم)											المحطة
مارينا مول	واجهة الخبر البحرية	الخبر الشمالية	الدوحة الجنوبية	المدينة الصناعية الثانية	الواجهة البحرية بالدمام	الملك فهد مطار	المحمدية	العزيزية	أحد ٧	أحد ٣	
٤,٠٥	١٠,٦٧	٩,٧٩	٧,٧٦	٨,٧٨	٦,١٥	١٣,٢٠	٣,٥٤	٣,٤٢	١,٣٧		أحد ٣
٤,٢٨	١٢,٠٤٦	١١,١٦	٩,١٤	٩,٣٩	٦,١١	١١,٩٨	٢,٧٣	٢,٩١		١,٣٧	أحد ٧
٢,٢٠	١٢,٦٧	١١,٦٥	١٠,٠٥٩	١٢,١٦	٣,٣٧	١٣,٢٦	٠,٧٨		٢,٩١	٣,٤٢	العزيزية
٢,٩٨	١٣,٢٩	١٢,٢٨	١٠,٦٠	١٢,١٢	٣,٩٨	١٢,٤٩		٠,٧٨	٢,٧٣	٣,٥٤	المحمدية
١٥,٤٤	٢٣,٤٢	٢٢,٧٠	٢٠,٤٣	١٥,٣٢	١٦,٢٤		١٢,٤٩	١٣,٢٦	١١,٩٨	١٣,٢	مطار الملك فهد
٢,٢٠	١٢,٦٦	١١,٥٥	١٠,٥٨	١٤,٨٢		١٦,٢٤	٣,٩٨	٣,٣٧	٦,١١	٦,١٥	الواجهة البحرية بالدمام
١٢,٦٣	١١,٤٩	١١,٤٣	٩,٢١		١٤,٨٢	١٥,٣٢	١٢,١٢	١٢,١٦	٩,٣٩	٨,٧٨	المدينة الصناعية الثانية
٨,٧٨	٢,٩٨	٢,٣٩		٩,٢١٠	١٠,٥٨	٢٠,٤٣	١٠,٦٠	١٠,٠٥ ٨	٩,١٤٨	٧,٧٦	الدوحة الجنوبية
١٠,٠٥	١,١٣		٢,٣٩	١١,٤٣	١١,٥٥	٢٢,٧٠	١٢,٢٨	١١,٦٥	١١,١٦	٩,٧٩	الخبر الشمالية
١١,١٣		١,١٣	٢,٩٨	١١,٤٩	١٢,٦٦	٢٣,٤٢	١٣,٢٩	١٢,٦٧	١٢,٠٤	١٠,٦٧	واجهة الخبر البحرية
	١١,١٣	١٠,٠٥	٨,٧٨	١٢,٦٣	٢,٢٠	١٥,٤٤	٢,٩٨	٢,٢٠	٤,٢٨	٤,٠٥	مارينا مول

المصدر: حساب وتجميع الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التعمير
والمشاريع، خريطة مسارات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.



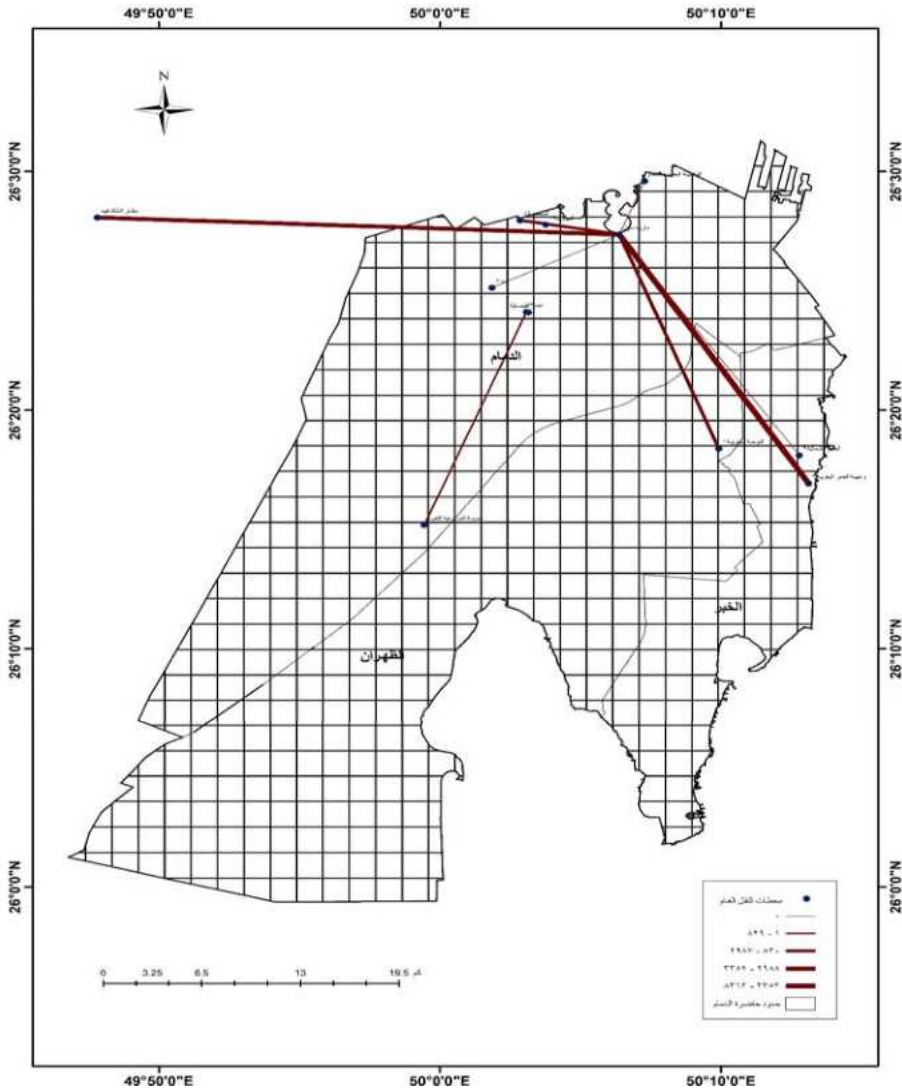
شكل رقم ٥: المسافة الطوبولوجية لمحطات O-D لحافلات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢ م.
المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، وكالة التعمير والمشاريع، خريطة مسارات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢ م.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

٣- درجة المركزية لركاب النقل العام:

تُمثّل درجة المركزية مقياساً كتحقيماً لأهميّة العقد في الشبكة الحضرية، حيث تُشير الدراسات إلى أنّه كلّما زادت مركزية المرافق زادت كفاءة شبكات النقل العام، ودرجة مركزية منشأة النقل العام هي عدد المرافق المتّصلة في نظام النقل، يمكن أن يكون عدد طرق المرور المتّصلة بمحطة حافلات النقل العام أو السكّان أو الأنشطة التي تُغطّيها المحطات أو تدفق الحركة المحتملة بين المحطات عوامل لقياس التّوصيلات بين العقد، وتُشير الدراسات إلى أنّ البنية الطبولوجية ضروريةً وخاصّةً في تقييم المحطات ذات الاتّصال، والتي تُمثّل أعلى درجة من المركزية والتّكامل، وتكون أكثر جاذبيّة للرحلات العامّة. (Yang, et.al, 2019,p3).

تأسّيساً على ما سبق في سياق تدفق الرُّكّاب لحافلات النقل العام، أمكن تصنيف المسارات القائمة في ضوء عدد الرُّكّاب إلى مسارات ذات حجم إركابٍ يُعدُّ مرتفعاً ممثّلاً في المسار رقم (٥ - ٦)، وحجم إركابٍ متوسطٍ كالمسار رقم (٧ - ١ - ٤)، بينما حظي المسار رقم (٨) بحجم إركابٍ منخفضٍ كما يوضّحه الشّكل رقم (٦)، وتجدر الإشارة إلى أنّ حجم الرُّكّاب والإيرادات للمسار الثالث بوجهٍ عامٍّ ممثّلة من المحطة الرئيسيّة في الدمام وحتى محطة الوجهة النهائيّة في محافظة القطيف.



التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

لتحليل التوقع المكاني لمحطات النقل العام وفق مؤشر الجاذبية Gravity كأحد المؤشرات المهمة في تحديد الجذب المكاني للنقل الحضري لمتغير عدد الركاب لمسارات النقل العام، وما تحققه من إيرادات للمراكز الحضرية لعام ٢٠٢٢م كما يتبين من الجدول رقم (٥) والتي يتبين من خلال المؤشرات الاقتصادية انخفاض الإيرادات المستوفاة لبعض المسارات القائمة، وإزاء تحقيق البعد الاقتصادي المستدام في ضوء نظرية التفاعل المكاني للمسافة الفاصلة بين محطات الوجهة لمسارات النقل العام، والتناسب مع حجم الإيرادات المستوفاة للنقل العام انطلاقاً من أن المحطة الرئيسة ممثلة في محطة (مارينا مول) هي نقطة الانطلاق للعديد من المسارات القائمة، والتي تتفاوت في المسافة وعدد نقاط خدمة التبادل على امتداد المسار، فضلاً عن تفاوت المسافات الفاصلة بين محطات الوجهة للنقل العام في المدن الحضرية.

جدول رقم ٥: نسبة عدد الركاب والإيرادات

لمسارات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢م.

المسار	عدد الركاب %	حجم الإيرادات %
الأول	٦,٨	٦,٨
الثاني	٧,٣	٧,٣
الثالث	١١,٥	١١,٥
الرابع	٦,٠	٦,٠

المسار	عدد الركاب %	حجم الإيرادات %
الخامس	٣٧,٠	٣٧,٠
السادس	٢٠,٧	٢٠,٧
السابع	٨,٢	٨,٢
الثامن	٢,٠	٢,٠٥
الإجمالي	١٠٠	١٠٠

المصدر: حسابُ وتجميعُ الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، بيانات غير منشورة
لوكالة التعمير والمشاريع لحجم الركاب والإيرادات لمحطات النقل العام في حاضرة
الدمام لعام ٢٠٢٢ م.

لا شك أن تحليل الموقع الطوبولوجي لمسارات النقل العام يُفيد في
الكشف عن البنية الطوبولوجية للنقل العام، ودورها في تفاوت
أهمية المسارات العاملة، رغم أن الصورة المستقبلية تجاه النقل العام
تستلزم معرفة مؤشر الانعطاف لمسارات النقل العام، وتحديد
الانحراف السلبي في المدن الحضرية، كما يُشكل انعكاس
الإيرادات الحالية للنقل العام لكل مسار نقاطاً إيجابية، ويوضح
مدى رضا مستخدمي النقل العام عما يمتلكه المسار من نقاط
جاذبة، بكسبه العوائد الاقتصادية للإسهام في استدامة قطاع
النقل الحضري، في ظل حجم السُكَّان الرَّاهن والامتداد الحضري
لمنطقة الدراسة، ويُشكل التنبؤ المالي المستقبلي ركناً مهماً للنقل
الحضري ككل، سواء كان للإدارة المالية أم الجهات المختصة

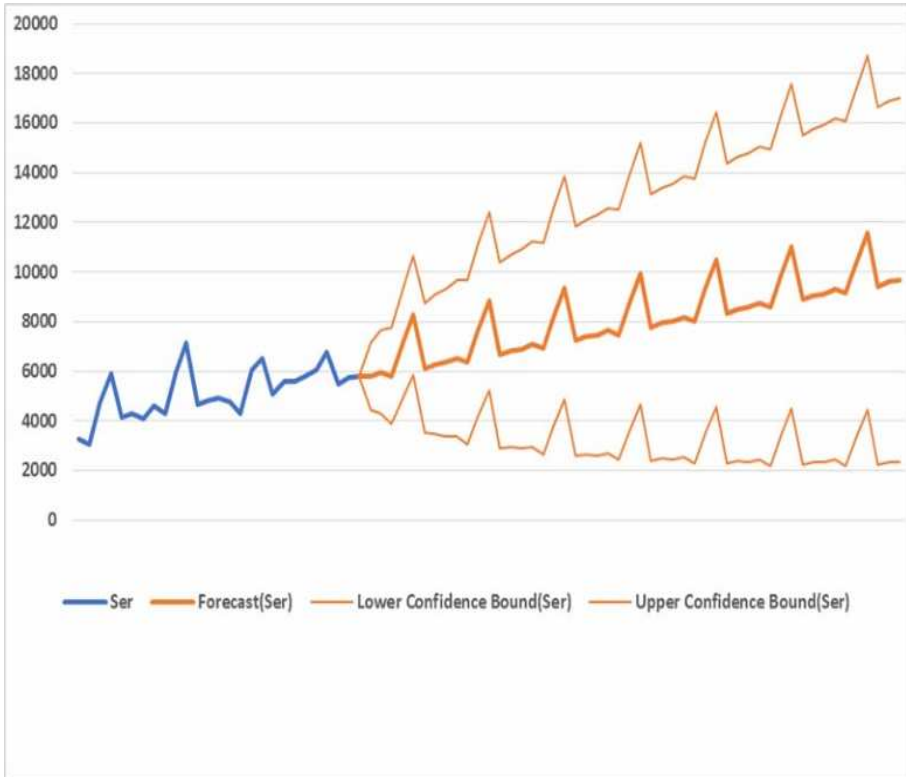
التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

بتنفيذ مشروعات النقل العام، وإزاء التنبؤ بالتدفقات المالية، ومقدار المكاسب وتكلفة الخسائر المالية للمسارات العاملة، سيما في انطلاقة مشروعات النقل العام، أمكن التنبؤ المستقبلي بإيرادات المسارات العاملة في مدن حاضرة الدمام حتى نهاية عام ٢٠٢٢م، والتي قدرّت بنحو (٤٠٨٦٣٥,٨٠٧٥) ريال سعودي كما يوضحه الجدول رقم (٦)، ويُعبّر الشكل رقم (٧) الجانب الملون باللون الأزرق عن الوضع المالي الراهن لإيرادات النقل العام، كما يجسّد الجانب الآخر التوقع المالي في صورته الثلاث الأعلى، وتُمثّل الإيرادات المتوقعة بشكل أعلى، أمّا في المنتصف الإيرادات في الواقع الطبيعي، في حين يُظهر الاتجاه الثالث الإيرادات الأدنى المتنبأ بها لمسارات النقل العام.

جدول رقم ٦: حجم الإيرادات لمسارات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢م.

الفترة الزمنية	الإجمالي (ريال سعودي)
الإيرادات الحالية لشهر نوفمبر لعام ٢٠٢٢م	١٣٩٣٤٢,٠٥
التنبؤ المستقبلي حتى نهاية عام ٢٠٢٢م	٤٠٨٦٣٥,٨٠٧٥

المصدر: حساب وتجميع الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، بيانات غير منشورة
لوكالة التعمير والمشاريع لإيرادات محطات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢م.



شكل رقم ٧: حجم الإيرادات المستقبلي لمسارات

النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢ م.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على بيانات الجدول رقم (٦).

في سياق ذلك تُمثّل خدمة التنقل المرن كنهجٍ واعدٍ في التنمية المستدامة لإحداث التوازن في النقل العام والخاص بإمكانية إدماج وسائل التنقل الحضري بصورة متكاملة في التطبيق الإلكتروني للحجز والدفع مسبقاً عبر تطبيق حافلات النقل العام للمنطقة الشرقية ، بغية تغطية المسافة الأولى والأخيرة في المدن الحضرية إزاء

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

الاستفادة من أنظمة النقل الذكيّة والبنية التحتية الرقمية بمشاركة التنقل عبر مُشغلي قطاع النقل لمركبات الأجرة والدراجات وحافلات النقل العام، مما يُمكن مشاركة أوجه عديدة للنقل الحضري لتقديم خدمات النقل الحضري وصولاً للأحياء السكنية والتنقل من الباب إلى الباب، إلّا أنّه يتطلّب دوراً فاعلاً للجهات ذات العلاقة بتوفير معلومات التنقل والخدمات وبيانات الحركة المرورية ومواقف وتحديد أماكن توقّف محطات النقل العام في طرق حاضرة الدمام، لتُسهّم تلك الزيادة في التغطية الجغرافية، وبالتالي ازدياد خدمات النقل العام وقصر وقت السفر اليومي وتحقيق الاستدامة الاجتماعية في الإسهام بإمكانية وصول السكان للوظائف الحضرية وكافة الخدمات الأخرى، فضلاً عن الاستدامة البيئية والاقتصادية بارتفاع عوائد إيراداتها.

تجدر الإشارة إلى أنّ هناك عوامل متعدّدة أمكن اعتبارها من الأمور المهمّة والتي يجب مراعاتها لتخطيط الخدمات الحضرية ممثلة في: (عدد النّطاقات التي تُغطّيها خدمة النقل العام - الأجر الملائمة لسُكّان المدن الحضرية - زمن الرحلة - عدد الرّحلات - نطاق حدود الخدمات للنقل العام - البُعد عن مركز المدينة)، ولتقييم المواقع الحالية والمقترحة لخدمة محطات النقل العام في ضوء المعايير الصادرة عن وزارة الشؤون البلدية والقروية، علاوة على

المعايير العالمية للنقل العام في المدن الحضرية في ضوء عوامل متعددة، كحجم السُّكَّان، والتَّمدُّد الحضري، ونطاق الخدمة للنقل العام والتي أمكن ذكرها فيما يلي:

- المسافة الفاصلة بين محطات توقُّف خدمة النقل العام على المسارات الحضرية الثَّابتة.
- المسافة العازلة لخدمة النقل العام والمقدَّرة بنحو (٥٠٠) متر.
- زمن الوصول لخدمة النقل العام والمقدَّرة بنحو (٥) دقائق للوصول سيراً على الأقدام. (برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية UN-Habitat، ٢٠١٦م).

الجدير بالذكر أنَّه إزاء محاولة معرفة ما إذا كان التَّوزيع لخدمة النقل العام ذا كفاءةٍ عادلةٍ للسُّكَّان بالمدن الحضرية، فقد أتت أهمية تقنية New Servis Area ضمن مُحلِّ الشبكات Network Analyst في ضوء التَّوزيع المكاني للمسافة أو الزَّمن في الكشف عن المواقع المثلى لخدمة النقل العام الحالية أو المقترحة من خلال استخدام طبقة الشبكة الحضرية في حاضرة الدَّمَّام والطَّبعة النُّقطيَّة نقاط عرض خدمة محطات الحافلات الحضرية على امتداد المسارات في السَّيَّاق الحضري، علاوةً على طبقة Demand Points، وهي نقاط الطَّلَب مُمَثَّلةً في السُّكَّان مُستخدِمي النقل العام والتي أمكن تحديدها في ضوء النُّقطة الوسطى للأحياء السَّكَّنيَّة في حاضرة الدَّمَّام، كما تجدرُ الإشارة إلى أنَّه نظير عدم

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

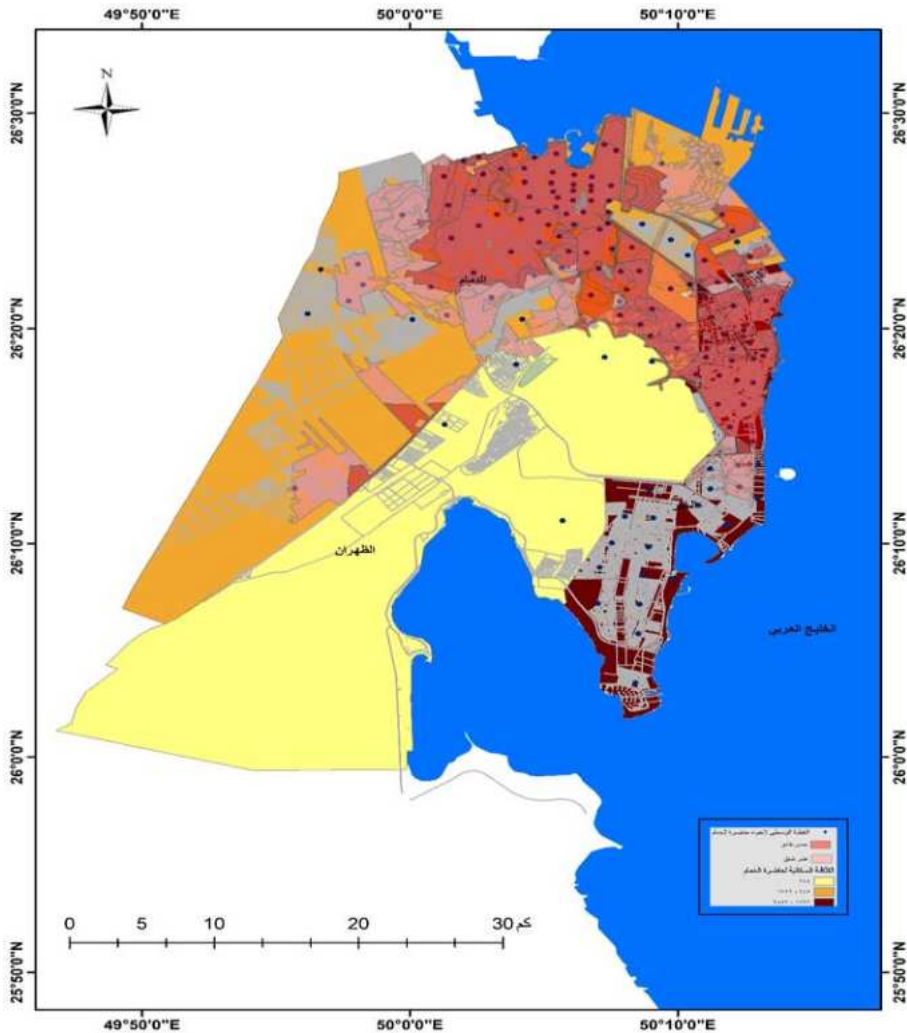
توفّر عدد السُكَّان للأحياء في المدن الحضرية تُسهّم التّقنية في التّوزيع الافتراضي للسُكَّان بشكلٍ مُتكافئٍ للأحياء السّكنيّة، حيث تتعدّد طرقُ قياس تحديد المواقع المثلى لخدمات النّقل العام وفق المركز الهندسي للحي السكّني، لذا يقتصر تحليل المواقع المثلى في تمثيل المركز الهندسي الموزون للأحياء السّكنيّة بعد تحويلها إلى طبقةٍ نُقطيّة، والتي تستلزم الطّبقات التّالية:

- طبقة الكثافة السّكّانيّة.

- طبقة شبكة الطّرق الحضرية.

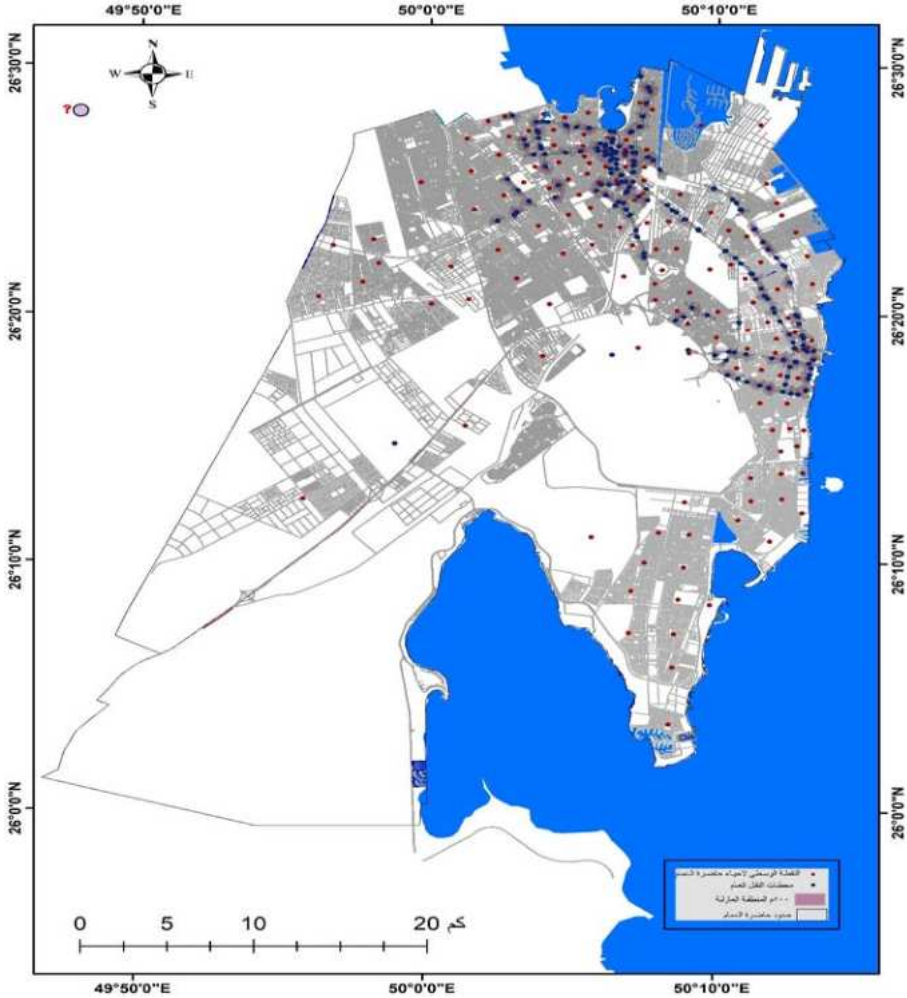
- طبقة محطات النّقل العام.

إلا أنّه من خلال التّوزيع المرجّح للسُكَّان استناداً لتوزيعهم الفعلي في حيّز أرجاء مدن الحاضرة من خلال استخراج طبقة المباني، فقد استند تحليل المسار بين نُقطة مركز الحي السكّني ومحطة النّقل العام وفق الزمن المستغرق في ضوء النّطاقات ذات الحلقات المتعدّدة لمدّة (٥ - ١٠) دقائق، علاوةً على المسافة الفاصلة (٥٠٠) متر، استناداً لتحليل الشبّكات بُغية إيجاد نطاق خدمة لمحطات النّقل العام، حيث تُشكّل علاقة كُلٍّ من مواقع خدمات النّقل العام والسُكَّان جانباً من الجوانب المهمّة لرسم الخطط الحضرية المستقبلية للمراكز الحضرية، للبحث في إمكانيّة الوصول الحضري كما يتضح في الشكلين رقم (٨) (٩).



شكل رقم ٨: التحليل الشبكي استناداً لعامل الزمن لنطاق خدمة محطات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢ م.
المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتخطيط العمراني، خريطة محطات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢ م.

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

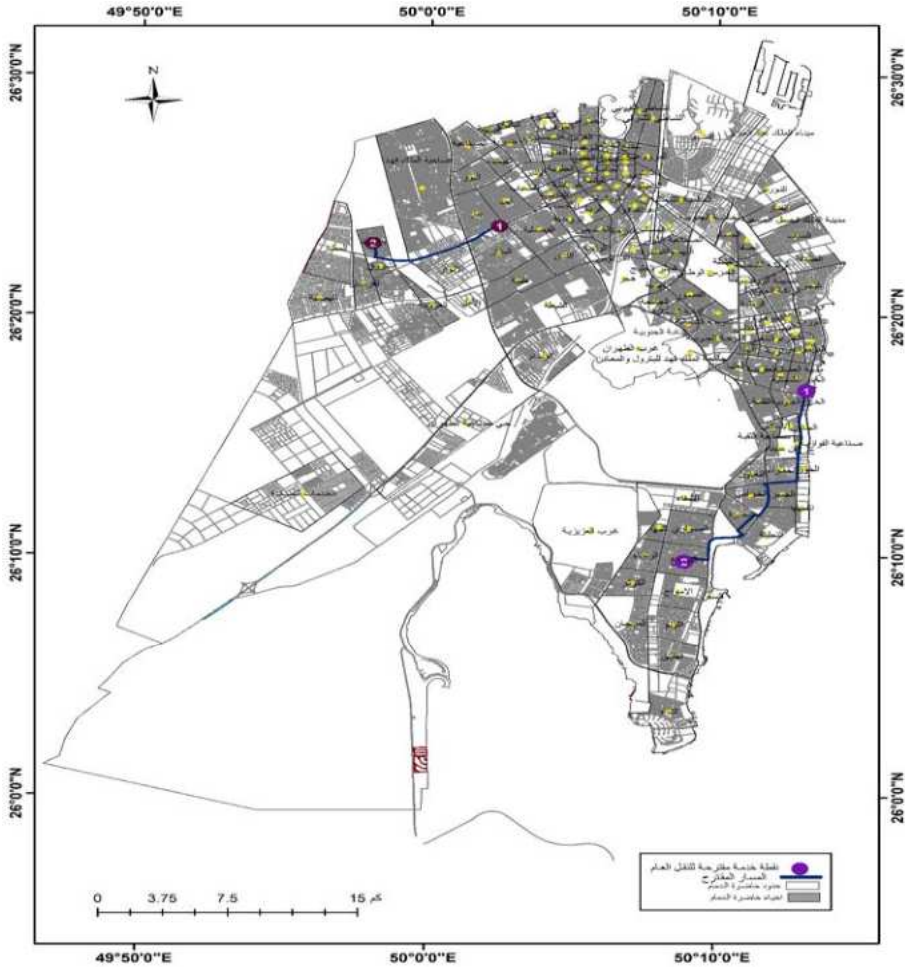


شكل رقم ٩: التحليل الشبكي استناداً لعامل المسافة لنطاق خدمة
محطات النقل العام في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢م.
المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة
للتخطيط العمراني، خريطة محطات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢م.

في ضوء التحليل الشبكي لخدمة محطات النقل العام القائمة في تغطية المراكز الحضرية وفق المعيار الزمني للنقل العام والمقدر بنحو (٥ - ١٠) دقائق، علاوة على المعيار المساحي والمقدر بنحو (٥٠٠) متر تتضح جلياً الفجوة في تغطية المركز الهندسي لأحياء حاضرة الدمام، ومن ثمّ عدم إمكانية الوصول الحضري لكافة السكّان، ممّا يؤكّد الحاجة الملحة في إيجاد نقاط خدمة التبادل أو التوقّف لحافلات النقل العام الحالية في ضوء بُعد نقطة المركز لبعض أحياء حاضرة الدمام سيّما جنوباً وغرباً، وفي ضوء تلك العوامل يستند تحليل المسار قيد التحليل استناداً لتعدد طرق تمثيل مسارات النقل لنقطتي الأصل والوجهة في ضوء المسافة المباشرة Euclidean distance أو المسافة وفق أقصر المسارات Shortest Network distance أو الزمن للمسارات الرابطة بين الأصل والوجهة، وقد تمّ من خلال التحليل الشبكي Network Analyst لأداة New Route إضافة مقترح امتداد أقصر مسار وفق المسافة من نقطة خدمة محطة النقل العام لحافلات المسار رقم (٢) والمنتجه نحو جنوب مدينة الخبر، ممثلةً في نقطة توقّف حي الشّراع لربطها لأحياء غرب الحاضرة، والتي تشهد توسّعاً عمرانياً، علاوة عن كونها واجهةً سياحيةً لمنطقة الدراسة، كما تمثّل نقطة الخدمة المقترحة الأخرى في غرب مدينة الدمام انطلاقاً من محطة

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

أحد٧، وهي تمثل آخر محطة للنقل العام في مدينة الخبر وامتداد المسار المقترح إلى نقطة مركز حي الأمانة لربط الأحياء السكنية كما يتضح في الشكل رقم (١٠)، وكجزء من التوجه نحو التنمية المستدامة للنقل الحضري باستبدال مصادر الطاقة ذات الإسهام في إحداث التلوث البيئي إلى مصادر أقل، لذا تسعى وسائل التشغيل المستدام للنقل بالتوجه للحافلات الكهربائية للنقل العام، علاوة على المركبات الكهربائية لتغطية الرحلات الحضرية من أجل التنقل المستدام.



شكل رقم ١٠: التحليل الشبكي لأقصر مسار لمحطات النقل العام
المقترحة في حاضرة الدمام وفقاً لعام ٢٠٢٢ م.

المصدر: إعداد الباحثين اعتماداً على أمانة المنطقة الشرقية، الإدارة العامة للتخطيط
العمراني، خريطة محطات النقل العام في حاضرة الدمام لعام ٢٠٢٢ م.

* * *

التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

الخاتمة

- تتّسم محطات الحافلات الحضرية في حاضرة الدمام القائمة على الطرق الثابتة — استناداً للتغطية الجغرافية بتباعد محطاتها في نواحٍ متعدّدة في منطقة الدراسة نظير التوسّع الحضري لمدن الحاضرة لعام ٢٠٢٢م.
- يفيد التحليل الشبكي لخدمة محطات النقل العام القائمة في تغطية المراكز الحضرية وفق المعيار الزمني للنقل العام والمقدّر بنحو (٥ - ١٠) دقائق، علاوةً على المعيار المساحي والمقدّر بنحو (٥٠٠) متر لتتضح جلياً الفجوة في تغطية المركز الهندسي لأحياء حاضرة الدمام، ومن ثمّ عدم إمكانية الوصول الحضري لكافة السكّان.
- تستحوذ محطة حافلات النقل العام (محطة واجهة الخبر البحرية - محطة مطار الملك فهد الدولي) في مستوى اتّصالها وفقاً للمسافة المباشرة بأعلى مسافة، والتي تبلغ (٢٣,٤٢) كم.
- يُشكّل انعكاس الإيرادات الحالية للنقل العام لكل مسار نقاطاً إيجابيةً، يوضّح مدى رضا مستخدمي النقل العام عمّا يمتلكه المسار من نقاطٍ جاذبةٍ، بكسبه العوائد الاقتصادية للإسهام في استدامة قطاع النقل الحضري، في

ظلّ حجم السُّكَّان الرَّاهن والامتداد الحضري لمنطقة الدِّراسة.

- استخدام تكنولوجيات تعتمد على البنية التحتية الرقمية، حيث تُمكن أنظمة النقل العام المتقدِّمة السُّكَّان من تخطيط الرحلات الحضريّة بمعرفة ووقت الوصول والمغادرة لمسار الرحلة، علاوة على مواقف المركبات في محطاتها، وخدمات التنقل الأخرى كمركبات الأجرة أو مركبات التَّنَقُّل التَّشارُكي في منطقة الدراسة من خلال منصّة تقنية للتطبيق الإلكتروني لإنشاء مسارٍ وفقاً لمتطلّبات السكان الحاليّة بتحديد نقاط الأصل والوجهة.
- تُشكّل استخدامات الأرض الحضرية وعلاقة كلّ من مواقع خدمات النُّقل العام والسُّكَّان جانباً من الجوانب المهمّة لرسم الخطط الحضريّة المستقبلية لمواقع محطات النقل العام للمراكز الحضريّة لإمكانية الوصول الحضري.
- تستلزم الصُّورة المستقبلية تجاه النُّقل العام معرفة مُؤشِّر الانعطاف لمسارات النُّقل العام، وتحديد الانحراف السِّلبي في المدن الحضريّة.



التحليل الشبكي لمحطات النقل العام في حاضرة الدمام

المراجع والمصادر باللغة العربية

- برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية UN-Habitat (٢٠١٦م): جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة وآمنة وقادرة على الصمود ومستدامة.
- العجيلي، محمد صالح ربيع (٢٠١٦م): جغرافية النقل الحضري، مبادئ وأسس، الطبعة الأولى، دار مجدولاي للنشر والتوزيع، عمان الاردن.
- عيسى، جمالي، سمير، حمدي (٢٠٢٠م): تقييم كفاءة مواقف الحافلات، دراسة حالة مدينة عين الدفلى، جامعة محمد بوضياف، مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي، المسيلة، الجزائر.
- الشهري، احمد محمد (٢٠٢٣): تقييم نظام شبكات نقل الحافلات في مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية، مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات، مجلد ٧، عدد ٢.
- كافي، مصطفى يوسف (٢٠١٧م): اقتصاد النقل والبيئة في إطار ضوابط التنمية المستدامة، الطبعة الأولى، الناشر الفا للوثائق، قسنطينة، الجزائر.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية (٢٠٢٢م): تقدير عدد سكان حاضرة الدمام لعام ٢٠١٩م، أمانة المنطقة الشرقية، بيانات منشورة لوكالة التعمير والمشاريع، الدمام.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية (٢٠٢٢م): حجم الركاب والايادات وخطوط مسارات النقل العام في حاضرة الدمام، أمانة المنطقة الشرقية، بيانات غير منشورة لوكالة التعمير والمشاريع، الدمام.
- وزارة الشؤون البلدية والقروية (٢٠٢٢م): خريطة رقمية لحاضرة الدمام، أمانة المنطقة الشرقية، غير منشورة للإدارة العامة للتخطيط العمراني، الدمام.

المراجع والمصادر بغير العربية

- Bona, Anderson Andrei De, Marcelo de Oliveri Rosa, Keiko Veronica One Fonseca, Ricardo Luders, A reduced model for complex network analysis of public transportation Physica A:Statitcal Mechanics and its Appliptions, volume 567,1April 2021,125715.
- CBODI Sara, Public Transport Network analysis, Complex network analysis of 27 PTNs from Cities around the World,Master in Ingegneria Informatica,Dipartimentimento di Automatica ed Informatica, Politecnico di Torino, Italia, July2020.
- Mishra, S.; Welch, T.F.; Jha, M.K. Performance indicators for public transit connectivity in multi-modal transportation networks. Transp. Res. Part A- Policy Pract. 2012, 46, 1066–1085.
- Yang, R, Yaolin Liu, Yanfang Liu, Hui Liu, Wenxia Gan, Comprehensive Public Transport Service Accessibility Index- A New Approach Based on Degree Centrality and Gravity Model, Sustainability, 2019,11, (20), 5634.doi.org/10.3390/ su11205634.
- Yusoff, M, A, Shuib, S Z Ishak, ES Mokhtear, F Othman, N A Ramazan, Mobility planning for urban employee to workplace: an analysis of bus routes network and stop, IOP Conference Series; Earth and Environmental Scievnce,1151(2023)012003.

* * *



The Gulf Geographical Journal

Peer Refereed Journal

Published by G.C.C Geographical society



**Planning and management of the residential lands
in the sultanate of Oman**

Dr. Noura Khalifa Al Nasiri



**Morphological Characteristics of Major Watersheds
and their Influences on the Growth of Settlement
in Southern Jeddah City**

Dr. Nora Saad Al-Shehri



**3D procedural modeling of cities in a GIS environment
using ARC Scene: A case study for designing a residential
complex with potential urban growth sites in Medina**

Dr. Taghreed Hamdi Dowiaan Aljohani



The Complexities of Designing Isotherms Maps

Dr. Nadiyah Awad ALSafri



**Network Analysis of Public Transport
Stations in Dammam**

**Dr. Hessa Mohammed Alotaibi
Dr. Mohammed Ibrahim Al dagheiri**