التحليل المكاني لشبكة الطرق في مدينة السلط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)

Spatial analysis of road network in salt city using geographic information system (GIS)

عبد العزيز حدوش

Abdel-Aziz Hdoush

قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن

Department of Geography, College of Arts, University of Jordan, Amman, Jordan

الباحث المراسل: azeezpower2012@yahoo.com

تاريخ التسليم: (2019/8/5)، تاريخ القبول: (2019/10/6)

ملخص

تسعى الدراسة للتعرف إلى واقع شبكة الطرق في مدينة السلط وخصائصها العامة، ومن أجل تحقيق أهداف الدراسة فقد تم توظيف المنهاج الوصفي التحليلي، حيث تم جمع بيانات الدراسة من مصادرها المختلفة ومن أهمها: الوثائق والمسح الميداني، واستخدمت في الدراسة أساليب تحليل مكاني مختلفة، من أبرزها الجار الأقرب والتحليل الكمي للخصائص العامة لشبكة الطرق وأهمها: قياس درجة الاتصال من خلال الاستعانة بقرينتي بيتا وجاما، وقياس الدورانية من خلال الاستعانة بقرينة الفا، وتحديد كل من سهولة الوصول وقرينة الانعطاف وكثافة شبكة الطرق. وأظهرت نتائج تحليل شبكة الطرق في مدينة السلط ارتفاع درجة الاتصالية والترابط بشكل عام. وأوصت الدراسة بضرورة إيجاد مخطط هيكلي شمولي للمدينة يمكن من خلاله التعرف على جغرافية المنطقة والتوزيع المكاني لشبكة النقل والمواصلات، وتحديد استعمالات الأرض في المدينة بالاعتماد على معايير علمية وتخطيطية سليمة، بالإضافة إلى إعادة تنظيم الطرق في المدينة؛ بهدف زيادة الانسيابية في حركة المركبات والتخفيض من الازدحامات المرورية.

الكلمات المفتاحية: التحليل المكاني، خصائص شبكة الطرق، التحليل الكمي، جغرافية النقل، نظم المعلومات الجغرافية.

Abstract

The study aims to identify the state pattern of the road network in the city of Salt, and its general characteristics. In order to achieve the

objectives of the study, the descriptive and analytical approaches were used, and the data of this study was collected from different sources, such as; the governmental reports and field surveys. Different methods of analysis and assessment were used in this study, such as; average nearest neighbor and Quantitative Analysis for the general characteristics of the road network, like; accessibility, detour index and density of the network roads. the study showed, through road network analysis, a high level of connectivity and linkage, and recommended the necessity of a comprehensive master plan of the city that takes into consideration the topography of the area, and the road network in the city. in addition, the study recommends reorganizing roads in the city to increase traffic flow.

Keywords: Spatial analysis, Characteristics of the road network, Quantitative analysis, Geographic Information Systems

المقدمة

يمثل النقل أهمية كبيرة في كيان الحياة الحضرية بالمدن؛ وذلك لاعتماد نسبة كبيرة من السكان عليه بصورة منتظمة في تنقلاتهم اليومية المختلفة، لذلك حظيت شبكات النقل وخاصة شبكات الطرق البرية في العديد من الدول باهتمام كبير من قبل المختصين في مختلف المجالات كالمخططين والاقتصاديين والمهندسين وكذلك الجغرافيين، ولهذا تعتبر شبكات الطرق ذات دور هام في ربط الأقاليم مع بعضها البعض من جهة وربط الأقاليم مع المناطق المحيطة بها من جهة اخرى، حيث ينتظم الإقليم حول مدينة كبرى مركزية من خلال شبكات الطرق والمواصلات. والأردن عامة ومدينة السلط خاصة ليست بمَنأى عن المشاكل والآثار السلبية الناجمة عن النقل؛ لذلك حظي موضوع النقل في المدينة باهتمام كبير كونها تحولت لأزمة متأثرة بعوامل مختلفة.

مشكلة الدراسة وأسئلتها

عانت مدينة السلط من ضعف في شبكة الطرق وبنيتها التحتية ونجم عن ذلك حدوث اختناقات مرورية، بالإضافة إلى مشكلة في معيار سهولة الوصول الذي يعد من أهم أهداف منظومة النقل عند تخطيطها، وأصبحت الرحلات تحتاج إلى وقت أطول وجهد أكبر، كل ذلك أدّى إلى ظهور مشكلة مزمنة أصبحت تعاني منها هذه المدينة. وتتلخص مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة على الاسئلة التالية:

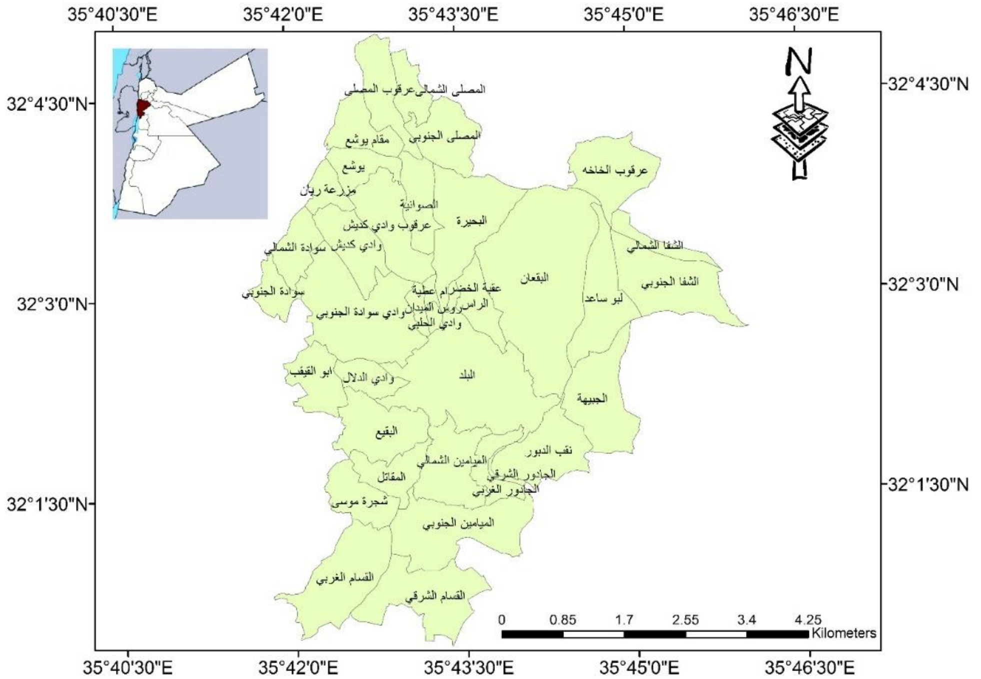
- ما واقع شبكة النقل في منطقة الدراسة؟
- ما أبرز العوامل المسؤولة عن نقاط الضعف في شبكة الطرق بمنطقة الدراسة؟
- ما هي الخصائص العامة لشبكة الطرق في منطقة الدراسة؟

أهمية الدراسة

تعد منظومة النقل داخل المدينة من الركائز الأساسية للاقتصاد، لأنه اقتصاد خدمات بالدرجة الأولى، لذلك فإن عملية النشاط الاقتصادي تتأثر سلباً في ظل قلة كفاءة شبكة النقل، حيث تعتبر خدمات المرور(النقل) من أهم الخدمات التي تلعب دوراً كبيراً في تخطيط استعمال الأرض من حيث ضمان سهولة وصول جميع الأفراد للمكان المنشود، بالإضافة إلى الخدمات التي تتواجد بتواجد النقل كمحطات الباصات ومحطات الوقود ومواقف السيارات، لذلك أصبح من اللازم وضع الخطط البديلة للتغلب على هذه المشكلة من خلال الاستعانة بالأساليب العلمية والتقنية الحديثة في مجالات التخطيط والنقل مثل برمجية نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

منطقة الدراسة

تقع مدينة السلط على مرتفعات البلقاء وتشكل المركز الإداري للمحافظة، وتقع على بعد 28كم باتجاه الشمال الغربي من العاصمة عمان على تقاطع خط طول "30 ´43 °35 شرقاً ودائرة عرض "30 ´02 °32 شمالاً (شكل 1)، وتبلغ مساحة المدينة 48كم^{2}، وتشكل ما نسبته 4% من مساحة محافظة البلقاء، ويبلغ عدد سكانها 94749 نسمة لعام 2018 أي ما نسبته 17.8% من سكان محافظة البلقاء. ونمط المناخ العام السائد في المدينة هو مناخ البحر المتوسط. وتتباين مظاهر تضاريس سطح الأرض، وتوجد فيها العديد من المؤسسات والهيئات الحكومية، بالإضافة إلى مراكز النشاطات التجارية والثقافية ومرافق الخدمات العامة والأسواق وغيرها (بلدية السلط الكبرى، 2016).



شكل (1): منطقة الدراسة.

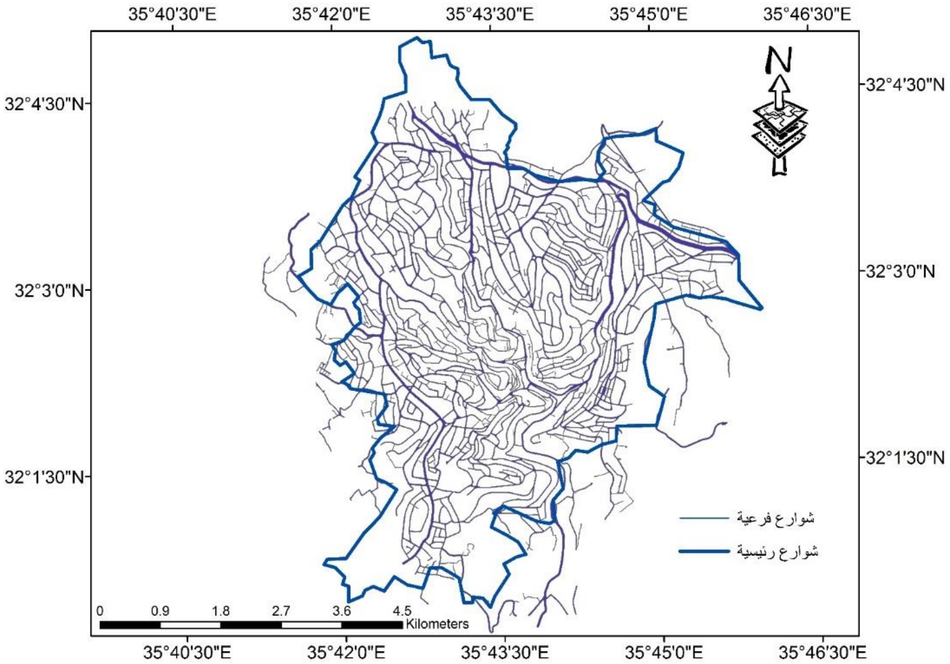
الدراسات السابقة

هدفت دراسة عزيز والظاهر (2002) إلى إيضاح أن نظم التحليل المكاني التي تعتمد على تقنية نظم المعلومات الجغرافية تُعَد أحد أهم الوسائل والتقنيات التي يمكن من خلالها الوصول إلى نتائج تفوق من حيث دقتها نتائج التحاليل الأخرى، وتوصلت الدراسة إلى وجود علاقة مكانية قوية بين شبكة النقل الحضري ومراكز جذب الحركة اليومية للركاب وافتقار بعض المناطق السكنية إلى شبكة نقل حضري نتيجة للنمو العمراني المتسارع فيها. وعمدت دراسة الطرزي (2003) إلى إبراز أن شبكة الطرق المعبدة في المملكة الاردنية لا تقدم الجدوى المنتظرة في المجالات التنموية الاقتصادية والاجتماعية والحضرية، وأن هناك تفاوت في تقديم الخدمات فيما بين المدن داخل المملكة ولاحظ أيضاً أن لشبكة الطرق تأثير على مدى نمو المدينة، وتوصلت الدراسة أن محافظة المفرق تحتوي على أطول الشوارع في الأردن. وهدفت دراسة غنيم (2004) إلى عرض وتحليل دور التوزيع المكاني لاستعمال الأرض التجاري داخل مدينة عمان الكبرى في وقوع حوادث المرور في المدينة، وقد توصلت إلى أن استعمال الأرض التجاري السائد في المدينة، والذي يأخذ غالباً وفي معظم أنحاء المدينة النمط الخطي أو الشريطي الذي يمتد على جانبي طرق النقل الرئيسية هو استعمال غير مخطَّط وغير موجَّه ولا مُسيطَر عليه بشكل سليم، الأمر الذي

جعله سبباً رئيساً في وقوع حوادث المرور. وتحدثت دراسة إدريخ (2005) عن المشاكل التي تعاني منها منطقة الدراسة، وحاولت وضع سياسات وإطار عام للتخطيط المستدام المتوازن، والمستخدم لاستعمالات الأرض وشبكة الطرق والمواصلات، وأوصت الرسالة الى ضرورة وضع مخطط عام فعّال وشامل للمدينة ككل يتم فيه إتباع سياسة فعالة مرنة وموجهة من قبل السلطات المسؤولة والبلدية بحيث تكون هذه السياسة واضحة معلنة مشروحة ومفهومة لجميع من يتبناها ويقوم بتطبيقها أو يتأثر بها وبحيث تعتمد على قاعدة معلومات ونماذج ودراسات تقنية متصلة بمعايير خاصة بمراقبة نتائج هذه السياسات، وذلك لتطبيق مفاهيم الاستدامة على كامل المدينة. وسلّطت دراسة قطيشات (2014) الضوء على واقع شبكة الطرق في مدينة السلط وتأثير النقل على البيئة وطرق إدماجه في التنمية المستدامة، وتوصلت الدراسة أن المدينة تعاني من مشاكل ضعف شبكة الطرق سواء الخارجية أو الداخلية وكان لطبوغرافية المدينة أثر واضح في زيادة درجة الانحدار للطرق، وأوصت الدراسة بإعادة رصف الطرق المتهالكة الحيوية وضرورة توسعة بعض الطرق التي تمثل عصب المدينة بالإضافة إلى الصيانة الدورية لشبكة الطرق لزيادة عمرها الافتراضي. وأقترح تشاو (Zhao, 2015) نموذج شبكة طرق جديد يعتمد على توزيع السكان وجاذبية مدينة بكين، وخلُصَت الدراسة إلى أن تأثير كل من توزيع السكان والعامل الطبوغرافي هو الأهم عند إنشاء الطرق. وقام (Xie & Yetal, 2016) بتحليل التغيرات المكانية والزمانية داخل تقاطعات الطرق الرئيسية لمقارنة العلاقة بين نمو المدن في المناطق القاحلة في الصين، وأظهرت النتائج أن الطرق الرئيسية تشجع على توسّع المدينة وبناء مساحات خضراء. وربط (Jeong, *et al.* 2016) العلاقة بين وجود مدينة صغيرة الحجم بطبقة اجتماعية واقتصادية منخفضة، ووجدت الدراسة أنه قد يكون من الصعب تطوير شبكة نقل جديدة في المدن الصغيرة، ويجب على المخططين التوازن بين توفر الموارد والخدمات لتعزيز التنمية المستدامة في المنطقة التي تحقق نمواً اقتصادياً جيداً.

الطرق في مدينة السلط

تُشبِه الطرق في مدينة السلط في تركيبها الشبكة المتشعبة ذات العقدة المركزية المتكونة في مركز المدينة الذي يعد نقطة انطلاق لهذه الطرق الممتدة باتجاهات متعددة عبر المدينة حيث تتقارب وتتعقد الشوارع في قلبها، وتتباعد وتتفرع كلما ابتعدنا عن قلب المدينة ووسطها التجاري. شكل (2).



شكل (2): شبكة الطرق وأنواعها في مدينة السلط.

التحليل المكاني لشبكة الطرق في مدينة السلط

إن التحليل المكاني يعتمد على أن لكل ظاهرة حيز ولها انتشار ونمط توزيع معين، ويهدف هذا النوع من التحليلات إلى كشف العلاقات والارتباطات المكانية المتبادلة بين الظواهر؛ للوصول إلى بناء نموذج مكاني للظواهر المكانية، وتختلف أساليب التحليل المكاني تبعاً لنوع الظواهر المدروسة، فهناك ما يناسب توزيع الظواهر النقطية مثل مواقع الخدمات، وهناك ما يناسب توزيع الظواهر الخطية مثل الطرق والحدود، وهناك ما يناسب توزيع الظواهر المساحية مثل المساحات وجميع الأشكال المغلقة.

1. الشكل العام لمنطقة الدراسة

قد يكون للشكل العام للمنطقة التي تحوي شبكة الطرق علاقة بتركيب هذه الشبكة، ويعكس ذلك الشكل تصميم الشبكة واتجاهاتها، ويمكن قياس الشكل العام لمنطقة الدراسة من خلال استخدام مجموعة من المتغيرات كمساحة المنطقة ونسبة الاستدارة ونسبة الاستطالة لها.

أ. المساحة: تؤثر مساحة المنطقة بشكل كبير على شبكة الطرق؛ فالمنطقة ذات المساحة الواسعة تحتاج إلى عدد كبير من الطرق لتغطيها، وبالتالي زيادة تكلفة إنشائها لذلك عادةً ما تقل نسبة

الاتصالية والدورانية لشبكة الطرق الموجودة فيها، وقد بلغت مساحة مدينة السلط 48 كم^2 تقريباً.

ب. نسبة الاستدارة: تقاس نسبة الاستدارة لأي منطقة من خلال الصيغة الرياضية التالية (سلامة، 2004، ص57): نسبة الاستدارة = مساحة المنطقة بالكيلومتر/مساحة دائرة يساوي محيطها محيط نفس المنطقة بالكيلومتر نسبة الاستدارة = 0.34. وتشير هذه النتيجة الى أن شكل منطقة الدراسة أقرب إلى الشكل المتعرج منه إلى الشكل الدائري المنتظم.

ج. نسبة الاستطالة: تعبر نسبة الاستطالة عن مدى امتداد المنطقة مقارنة مع شكل المستطيل، وتقاس نسبة الاستطالة لأي منطقة من خلال الصيغة الرياضية التالية (سلامة، 2004، ص57):

$$\text{نسبة الاستطالة} = \frac{\text{طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة المنطقة بالكيلومتر}}{\text{اقصى طول للمنطقة بالكيلومتر}}$$

نسبة الاستطالة = 0.977 ويدل قُرْب الناتج من العدد واحد صحيح؛ إلى أن شكل المنطقة قريب من الشكل المستطيل.

2. أطوال الطرق في مدينة السلط

تعتبر دراسة أطوال الطرق من الأمور المهمة التي يجب مراعاتها عند القيام بدراسة العلاقات المكانية لشبكات الطرق وخصائصها وتحليلها مكانياً، حيث أنها تساهم في تقديم صورة واضحة عن واقع هذه الشبكة ودورها في تطوير المنطقة التي تقع فيها. وتضم مدينة السلط مجموعة من الطرق الرئيسية والثانوية والقروية كما هو موضح في جدول (1)، والتي تشكل ما نسبته 4% من طرق المملكة الأردنية.

جدول (1): أطوال شبكة الطرق وأصنافها في مدينة السلط خلال عام 2016م.

أنواع الطرق	أطوال الطرق(كم)	النسبة المئوية (%)
رئيسية	174.51	28.1
ثانوية	327.80	52.8
قروية	118.59	19.1
المجموع	**620.9**	**100**

3. اتساع الطرق

يتباين اتساع الطرق من مكان إلى آخر في منطقة الدراسة، ويتراوح عرض الطرق ما بين 2-60 متر، فهناك الطرق الضيقة والتي لا يتجاوز عرضها 3 متر، مثل شارع الحمام، وطرق عرضها متوسط كشارع الميدان والبلدية واليرموك، وطرق واسعة كطريق السلط الدائري.

4. أسلوب صلة الجوار

قد قام الباحث بالاعتماد على برمجية نظم المعلومات الجغرافية (GIS) من خلال استخدام أسلوب صلة الجوار؛ لدراسة وفهم نمط التوزيع المكاني للمحطات (العقد) لشبكة الطرق في منطقة الدراسة، وذلك بقياس المسافة الحقيقية بين الموقع الجغرافي لكل محطة والموقع الجغرافي للمحطة الأقرب منها، ثم يتم حساب معدل المسافات بين جميع المحطات، ومن ثم قسمة المعدل المحسوب على المعدل المتوقع لمجمل المسافات بين المحطات. ويتم حساب معامل صلة الجوار من خلال المعادلة الرياضية التالية:

$$R = 2Dx(\frac{N}{A})^2$$

حيث أن:

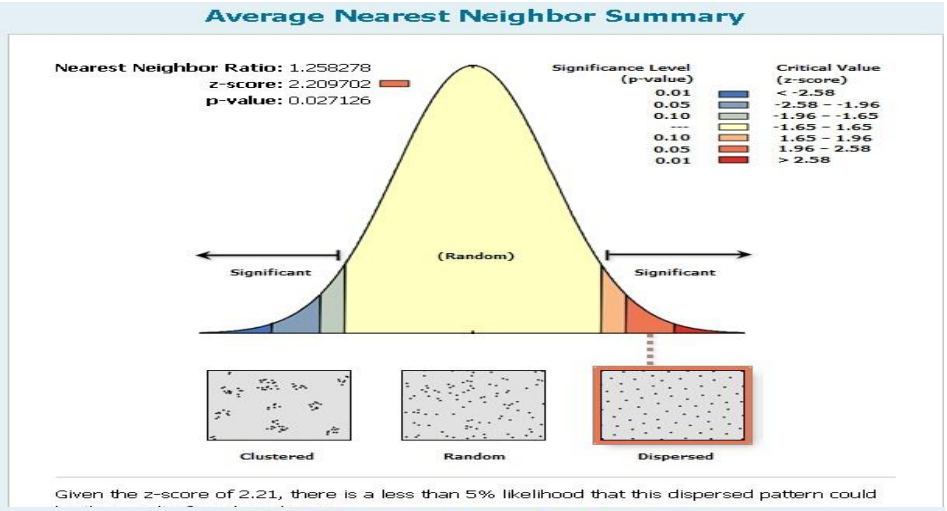
R = قيمة صلة الجوار

D = معدل المسافة الحقيقية بين محطات شبكة الطرق

N = عدد محطات شبكة الطرق

A = مساحة منطقة الدراسة

وبعد تطبيق اختبار صلة الجوار على محطات شبكة الطرق في مدينة السلط (شكل 3)، تبيَّن سيادة النمط المتباعد المنتظم (Dispread)، حيث بلغ متوسط المسافة الفعلية بين العقد 79.9 أكثر من قيمة متوسط المسافة المتوقعة البالغة 63.4932، مما يترتب عليه تسجيل الجار الأقرب قيمة بلغت 1.25، ويدل هذا النمط على التباعد والانتظام في توزيع التجمعات السكانية (العقد) في منطقة الدراسة.



Average Nearest Neighbor Summary

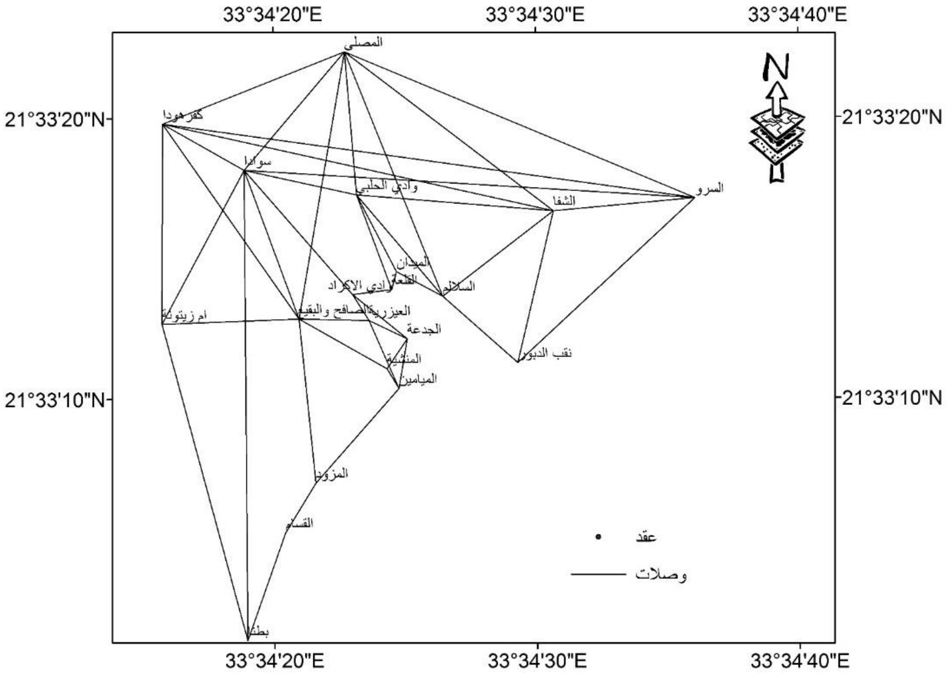
Observed Mean Distance:	79.892167
Expected Mean Distance:	63.493241
Nearest Neighbor Ratio:	1.258278
z-score:	2.209702
p-value:	0.027126

شكل (3): نتائج تحليل أسلوب صلة الجوار لعقد شبكة الطرق في مدينة السلط.

5. النموذج البياني لتمثيل شبكة الطرق

تعتبر شبكة الطرق من الأنظمة المكانية المعقدة والتي يصعب وصفها وتحليلها بصورتها الحقيقية، خاصةً إذا كانت هذه الشبكة مؤلفة من عدد كبير من الطرق والمحطات، لذلك نلجأ إلى تبسيطها على شكل مخطط بياني مؤَّلفْ من عدد من الخطوط والنقاط حيث تمثل الخطوط الشوارع وتمثل النقاط المراكز.

وقد تم استخدام النموذج البياني لتمثيل شبكة الطرق في منطقة الدراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)؛ (شكل 4) بهدف التعرف على تركيب وبنية شبكة الطرق في مدينة السلط، حيث تم تمثيل الطرق على شكل خطوط أخذت الرمز (e)، كما تم تمثيل المحطات على شكل نقاط تحمل الرمز (v).



شكل (4): النموذج البياني لشبكة الطرق في مدينة السلط.

6. قياس اتصالية (درجة الاتصال) لشبكة الطرق

إن لمعرفة درجة الاتصال لأي منطقة أهمية كبيرة من الناحية التخطيطية، فعند تحديد الاتصالية لشبكة الطرق في المدينة؛ فإننا نقوم بتحديد مؤشرات حجم حركة التنقل عليها وسهولة الوصول والحركة على هذه الشبكة، وبالتالي توجيه الإدارة الحضرية إلى مناطق الضعف للعمل على تحسين أوضاعها ومعالجتها، وتقاس درجة اتصالية الشبكة باستخدام قرينتي بيتا(β) وجاما (γ).

أ. قرينة بيتا (β):

يعتمد هذا المقياس على معيارين أساسيين هما عدد الخطوط وعدد النقاط، وتم تحديد مقياس بيتا من خلال الصيغة التالية:

$$\beta = \frac{e}{v}$$

حيث أن:

β= قرينة بيتا، e = عدد الطرق أو الخطوط، V= عدد المحطات أو النقاط وبتطبيق هذه الصيغة على شبكة الطرق في مدينة السلط فإن قيمة قرينة بيتا تساوي: $\beta = 2.1$

تدل هذه القيمة على أن نصيب المركز الواحد من الوصلات هو 2.1 وصلة، وبما أن هذه القرينة زادت عن الواحد الصحيح فإن ذلك يعني وجود أكثر من بديل من الطرق التي تصل بين مركزين، أي وجود أكثر من طريق يصل لنفس الموقع، ومثال على ذلك نجد أن مناطق المصلى وكفرهودا والسرو والعيزرية والصافح والبقيع مرتبطة بأربعة خطوط اتصال على الأقل بمعنى أنه يوجد أربعة طرق تؤدي إلى هذا المركز، وأيضاً نجد أن معظم مناطق شبكة الطرق تصل بينها ثلاثة خطوط أو أكثر, ويعد هذا مؤشراً على أن اتصالية شبكة الطرق في مدينة السلط جيدة، بحيث يوجد على الأقل أكثر من طريق بين أي مركزين في الشبكة.

ب. قرينة جاما (γ):

تقيس هذه القرينة العلاقة بين عدد الخطوط أو الطرق الموجودة فعلياً في الشبكة الحقيقية وبين أقصى عدد ممكن من الخطوط أو الطرق التي يمكن إقامتها في هذه الشبكة، ويتم ايجاد هذه القرينة من خلال الصيغة الرياضية التالية:

$$\gamma = \frac{e}{3(v-2)}$$

حيث أن:

γ= قرينة جاما، e =عدد الطرق الموجودة فعلياً على الشبكة الحقيقية، v =عدد المحطات. وبتطبيق هذه الصيغة على شبكة الطرق في مدينة السلط فإن قيمة قرينة جاما تساوي: $\gamma = 0.77$

ويمكن تحويل هذه القيمة إلى نسبة مئوية 77%، وذلك يعني أن الشبكة مترابطة بشكل جيد، ولكي نصل إلى شبكة متكاملة بشكل أكبر فنحن بحاجة إلى زيادة كفاءة الترابط عن طريق اعادة تخطيط وتنظيم الطرق الموجودة وذلك بإقامة جسور وأنفاق وتخصيص طرق أحادية الاتجاه تساهم في زيادة ترابط الطرق واتصالها مع بعضها.

7. قياس الدورانية لشبكة الطرق

يعد مقياس الدورانية من المعايير المهمة في تقييم شبكة النقل، حيث تظهر مقدار التقدم والتطور في هذه الشبكة ومن ثم تعكس مقدار التقدم والتطور في الدولة، ويتم قياس نسبة الدورانية في شبكة الطرق باستخدام قرينة الفا (α)، وتمثل العلاقة بين عدد الطرق الدائرية في الشبكة الحقيقية الحالية وأقصى عدد من الطرق الدائرية التي يمكن إقامتها في هذه الشبكة، وتحسب هذه القرينة من خلال الصيغة الرياضية التالية:

$$\alpha = \frac{e - v + 1}{2v - 5}$$

حيث أن: α = قرينة الفا، e = عدد الطرق أو الخطوط، V = عدد المحطات أو النقاط.
وبتطبيق هذه الصيغة على شبكة الطرق في مدينة السلط فإن قيمة قرينة الفا تساوي: $\alpha = 0.65$

وتمثل هذه النتيجة نسبة الدورانية في شبكة الطرق لمدينة السلط، ويمكن تحويل هذه القيمة إلى نسبة مئوية 65%، وذلك يعني أن 65% من طرق الشبكة هي طرق دائرية، ويدل ذلك إلى إمكانية زيادة عدد الطرق في الشبكة الحالية من أجل توفير طرق دائرية جديدة؛ لزيادة الربط بين المراكز الموجودة، مما يرفع من كفاءة شبكة الطرق بالإضافة إلى تسهيل الحركة والوصول والتخفيف من الإزدحامات المرورية.

8. قرينة الانعطاف

تُعبِّر قرينة الانعطاف عن النسبة بين طول الطريق الحقيقي وأقصر طول ممكن لذلك الطريق، ويمكن تمثيلها بالصيغة الرياضية التالية:

$$\text{قرينة الانعطاف} = \frac{\text{طول الطريق الحقيقي}}{\text{طول نفس الطريق بخط مستقيم}} \, X \, 100$$

ويبين الجدول (2) قيم قرينة الانعطاف لعينة من الطرق في منطقة الدراسة:

جدول (2): نتائج قياس قيم قرينة الانعطاف لشبكة الطرق في مدينة السلط لعام 2016.

اسم الطريق	طول الطريق الحقيقي (كم)	طول الطريق بخط مستقيم (كم)	قيمة قرينة الانعطاف
الجدعة- العيزرية	0.59	0.42	%140
العيزرية-وادي الأكراد	0.45	0.34	%132.3
المنشية-الصافح والبقيع	1.27	1.02	%124.5

يلاحظ من الجدول (2) أن الطرق في منطقة الدراسة ذات كفاءة قليلة بسبب ارتفاع قيم قرينة التعرج لها؛ كون المنطقة تتميز بأنها جبلية وعرة ذات تضاريس صعبة وانحدارات شديدة.

9. قياس سهولة الوصول

نقصد بسهولة الوصول قدرة الأفراد على التنقل بأقل زمن ومسافة ممكنين، مما يؤدي إلى تقليل التكاليف وتجاوز أكبر عدد من المعوقات والقيود، ومن أهم المقاييس المستخدمة لتحديد سهولة الوصول إلى أي مركز في هذه الشبكة قرينة التشتت (قرينة شمبل)، كما هو موضح في الجدول (3).

نلاحظ من المصفوفة أن منطقة سوادا تأتي في المرتبة الأولى من حيث سهولة الوصول؛ لأنها تأخذ عدد الوصلات الأقل 29 وصلة، ويعود الفضل في ذلك إلى وجود طريق السلط الدائري (شارع الستين) الذي عمل على ربط هذه المنطقة بالعديد من المراكز الحضرية الأخرى، ثم تأتي مناطق الصافح والبقيع التي تتمتع بسهولة وصول جيدة باعتبارها مواقع مركزية في منتصف المدينة؛ ثم تأتي بعد ذلك مناطق المصلى وكفرهودا ووادي الحلبي التي تتصف بسهولة وصول متوسطة، بينما تأتي مناطق النقب والقسام في المراتب الأخيرة من حيث مدى سهولة الوصول؛ بسبب احتواءها على أكبر عدد من الوصلات ويلاحظ بأنها مناطق هامشية ومنعزلة وتقع على أطراف الشبكة.

جدول (3): مصفوفة التشتت لشبكة الطرق في مدينة السلط.

المحطة	القلعة	وادي الحلبي	الميدان	الجدعة	المنشية	العيزرية	وادي الاكراد	الصافح والبقيع	سواد	كفرهودا	المصلى	السلالم	النقب	الشفاء	السرو	بطنا	القسام	ام زيتونة	الميامين	المزود	قرينة شمبل	الرتبة
القلعة	-	1	1	2	3	2	1	3	2	3	2	1	2	2	3	3	4	3	3	4	45	10
وادي الحلبي	1	-	1	3	3	3	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	3	2	4	3	38	5
الميدان	1	1	-	3	4	3	2	3	2	3	2	1	2	2	3	3	4	3	4	4	49	12
الجدعة	2	3	3	-	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	3	3	3	3	1	2	46	11
المنشية	3	3	4	1	-	1	2	1	2	2	2	3	4	3	3	3	3	2	1	2	42	8
العيزرية	2	3	3	1	1	-	1	1	2	2	3	4	4	3	3	3	3	2	2	2	43	9
وادي الاكراد	1	2	2	1	2	1	-	2	1	2	2	3	4	3	2	2	3	2	2	3	39	6
الصافح والبقيع	3	2	3	2	1	1	2	-	1	1	1	2	3	2	2	2	2	1	2	1	31	2
سوادا	2	1	2	2	2	2	1	1	-	1	1	2	2	2	1	1	2	1	3	2	29	1
كفر هودا	3	2	3	3	2	2	2	1	1	-	1	2	2	1	1	2	3	1	3	2	34	4
المصلى	2	1	2	3	2	3	2	1	1	1	-	1	2	1	1	2	3	2	3	2	33	3
السلالم	1	1	1	4	3	4	3	2	2	2	1	-	1	1	2	3	4	3	4	4	45	10
النقب	2	2	2	4	4	4	4	3	2	2	2	1	-	1	1	4	5	4	5	4	54	15
الشفاء	2	1	2	4	3	3	3	2	2	1	1	1	1	-	1	3	4	3	4	3	42	8
السرو	3	2	3	3	3	3	2	2	1	1	1	2	1	1	-	3	4	2	4	3	41	7
بطنا	3	2	3	3	3	3	2	2	1	2	2	3	4	3	3	-	1	1	3	2	43	9
القسام	4	3	4	3	3	3	3	2	2	3	3	4	5	4	4	1	-	2	2	1	52	14
ام زيتونة	3	2	3	3	2	2	2	1	1	1	2	3	4	3	2	1	2	-	3	2	39	6
الميامين	3	4	4	1	1	2	2	2	3	3	3	4	5	4	4	3	2	3	-	1	51	13
المزود	4	3	4	2	2	2	3	1	2	2	2	4	4	3	3	2	1	2	1	-	43	9

10. قياس كثافة شبكة الطرق

تُبنى استراتيجية التنمية لمدينة ما على مؤشر كثافة شبكة الطرق ومجموع أطوالها وحسن أدائها، وهو يعتبر معياراً يشير لمدى تطور الاقتصاد وتقدمه ونموه، فضلاً عن كونها تعتبر من الأساليب الكمية لتقييم الخدمة التي يوفرها الطريق، وتم قياس كثافة شبكة الطرق من خلال ما يلي:

أ. قياس كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة

تعرف كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة على أنها نسبة مجموع أطوال خطوط الطرق إلى مساحة المدينة مضروباً في العدد مئة (أبو مدينة، 2008، ص7).

كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة $= \frac{\text{اجمالي اطوال الطرق بالكيلومتر}}{\text{مساحة المدينة بالكيلومتر المربع}}$ وبتطبيق المعادلة على شبكة الطرق في مدينة السلط:

كثافة شبكة الطرق لمدينة السلط بالنسبة للمساحة = (620.9 كم/ 48 كم^2)= 12.9 كم/مئة كيلو متر مربع من المساحة.

ب. قياس كثافة شبكة الطرق بالنسبة للسكان

يعتبر مقياس كثافة شبكة الطرق بالنسبة لعدد السكان المقياس الأفضل؛ لأن السكان هم من أهم المتغيرات والعوامل المؤثرة في شبكة الطرق، ومصدر النشاط الاقتصادي. وتعرف كثافة شبكة الطرق على أنها نسبة مجموع أطوال خطوط الطرق إلى عدد سكان المدينة مضروباً في عشرة آلاف (أبو مدينة، 2008، ص7).

$$\text{كثافة شبكة الطرق بالنسبة للسكان} = \frac{\text{اجمالي اطوال الطرق بالكيلومتر}}{\text{عدد سكان المدينة}}\, X\ 10000$$

وبتطبيق المعادلة على شبكة الطرق في مدينة السلط: كثافة شبكة الطرق بالنسبة للسكان= (620.9 كم / 94749 نسمة) x 10000= 65.5 كم/ عشرة آلاف نسمة من السكان.

ج. قياس كثافة شبكة الطرق بالنسبة لعدد المركبات

تعرف كثافة شبكة الطرق بالنسبة لعدد المركبات على أنها نسبة مجموع أطوال خطوط الطرق إلى عدد المركبات مضروباً في العدد ألف (الطرزي، 2003، ص57).

$$\text{كثافة شبكة الطرق بالنسبة لعدد المركبات} = \frac{\text{اجمالي اطوال الطرق بالكيلومتر}}{\text{عدد المركبات}}\, X\ 1000$$

وبتطبيق المعادلة على شبكة الطرق في مدينة السلط:

كثافة شبكة الطرق بالنسبة لعدد المركبات = (620.9كم / 38469 مركبة) x 1000= 16.1كم/1000 مركبة ويمكن الحصول على متوسط عدد الأفراد للمركبة من خلال الصيغة التالية:

$$\text{متوسط عدد الافراد للمركبة} = \frac{\text{عدد السكان}}{\text{عدد المركبات}}$$

وقد بلغ هذا المتوسط في منطقة الدراسة 2.5 فرد/مركبة، ويعود ارتفاع نسبة عدد المركبات الخاصة إلى ارتفاع مستوى معيشة سكان المدينة مقارنة بالفترات السابقة، بالإضافة إلى تدني كفاءة شبكة النقل العام، ويُساهم ارتفاع متوسط عدد الأفراد للمركبة في زيادة الازدحامات المرورية في المدينة.

نتائج وتوصيات الدراسة

النتائج

- أدّى صُغْر مساحة مدينة السلط والبالغة 48 كم^2 إلى زيادة الترابط والاتصالية بين الطرق في شبكة النقل داخل المدينة.
- تتألف شبكة الطرق في مدينة السلط لعام 2015 من نحو 620.9 كم، وتشكل الطرق الرئيسية في المدينة ما نسبته 28.1% من أطوال الطرق، والطرق الثانوية 52.8%، والطرق القروية 19.1%، ونستدل من ذلك بأن نسبة أطوال الطرق الثانوية أعلى من نسبة أطوال الطرق الرئيسية والقروية.
- أظهرت نتائج تحليل شبكة الطرق في مدينة السلط ارتفاع قيم قرينة التعرج، مما يدل على انخفاض نسبة استقامة الطرق كون المنطقة تتميز بأنها جبلية وعرة ذات تضاريس صعبة.
- أظهرت نتائج تحليل مصفوفة التشتت والتي تقيس مدى سهولة الوصول أن منطقة سوادا تأتي في المرتبة الأولى من حيث سهولة الوصول؛ لأنها احتوت على عدد الوصلات الأقل 29 وصلة، ويعود الفضل في ذلك إلى وجود طريق السلط الدائري الذي عمل على ربط هذه المنطقة بالعديد من المراكز الحضرية الأخرى.
- جاءت مناطق النقب والقسام في المراتب الأخيرة من حيث مدى سهولة الوصول اليها؛ بسبب احتوائها على أكبر عدد من الوصلات حيث يلاحظ بأنها مناطق هامشية ومنعزلة وتقع على أطراف الشبكة.
- أظهرت نتائج تحليل كثافة شبكة الطرق في مدينة السلط أن كل 65.5 كم من الطرق تحتوي على 10 آلاف نسمة، وأن كل 16.1 كم من الطرق تحتوي على 1000 مركبة، وأن كل 10كم^2 من مساحة المدينة تحتوي على 1293.5 كم من الطرق.

التوصيات

- التخطيط لإنشاء طرق جديدة في مدينة السلط للحد من مشكلة الازدحام المروري، ولتسهيل عملية الوصول بين المواقع المختلفة بأقل وقت وجهد من خلال ايجاد أفضل المسارات.
- زيادة عدد الطرق في الشبكة الحالية لمدينة السلط؛ من أجل توفير طرق دائرية جديدة؛ لزيادة الربط بين المراكز الموجودة، مما يرفع من كفاءة شبكة الطرق بالإضافة إلى تسهيل الحركة والوصول والتخفيف من الازدحامات المرورية.
- إدخال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في عمليات التخطيط المكاني لتحديد أفضل مسارات للطرق؛ من أجل بناء شبكة نقل متكاملة ومتطورة تهدف إلى تحقيق سهولة الوصول بأقل جهد وتكلفة.

- الجدية في النظر إلى الدراسات والأبحاث التي أُجريت للنقل في المملكة، والتي تساعد على تصميم وتنظيم وإنشاء شبكة نقل مدروسة وتتمتع بمزايا عالية من سهولة الوصول والدورانية.

المصادر والمراجع (العربية)

- أبو مدينة، حسين. (2008). شبكة الطرق البرية في شعبة مرزق، *مجلة الساتل*، ليبيا، العدد4.
- إدريخ، مجد. (2005). *استراتيجيات وسياسات التخطيط المستدام المتكامل لاستخدامات الأراضي والمواصلات في مدينة نابلس*، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة النجاح، فلسطين.
- الطرزي، عبدالله. (2003). *شبكة الطرق المعبدة في المملكة الاردنية الهاشمية وأثرها على نمو المدن*، أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة اليرموك، الأردن.
- بلدية السلط الكبرى. (2016). الأردن. http://www.salt.gov.jo/Default.aspx?LNG=1&P=H
- سلامة، حسن. (2004). *أصول الجيومورفولوجيا*، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، الطبعة الأولى.
- عزيز، محمد. وعجيل، الظاهر. (2003). التحليل المكاني لشبكة النقل الحضري في مدينة الكويت، *مجلة جامعة دمشق*، العدد3.
- غنيم، عثمان. (2011). دور العامل الطبوغرافي في تشكيل وتوجيه أنماط التنمية الحضرية في مدينة السلط، *المجلة الأردنية للتاريخ والآثار*، المجلد5، العدد1، ص91.
- قطيشات، ضياء الدين. (2014). *شبكة الطرق والنقل المستدام في مدينة السلط*، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة البلقاء التطبيقية، الأردن.

References (Arabic & English)

- Jeong, Moon. & Han. (2016). A typology of network city in a socio-Abu Madena, H. (2008). *land roads network in Shoa'bat Marzooq*. Al -Satel magazine, 4, Libya.
- Al-Tarazi, A. (2003). *paved roads network in the Hashemite Kingdome of Jordan and its effect on Cities Growth*, Al Yarmouk university. Jordan.
- Azeez, Mohammed. & Ajil Al-Daher. (2003). Spatial analysis of urban transport network in Kuwait City, *Demascus university journal*, issue 3.
- Ghonaim, Othman. (2011). The role of the topographic factor in forming and directing urban development patterns in Salt city, *jordanian journal of history and archeology*, vol 5, issue1, p 91.
- Greater Al Salt Municipality, (2016). jordan. http://www.salt.gov.jo/Default.aspx?LNG=1&P=H
- Idrich, Majd. (2005). *Strategies and policies for sustainable integrated land use planning and transportation in Nablus*, unpublished master thesis, An-Najah university, Palestine
- Jeong, Moon & Han. (2016). A typology of network city in a socio-economically disadvantaged region, *journal elsevier*. City, Culture and Society, 7(2016) 161e168. https://doi.org/10.4314/ejesm.v6i1.9
- Qtaishat, deaa Al-deen. (2014). *Road network and sustainable transport in Salt city*, unpublished master thesis, Al-balqa applied university, Jordan.
- Salameh, Hasan. (2004). *Origins of jeomorphology, Al-Masirah publishing and distribution*, Amman, Jordan, first edition
- Xie, Y. & Yetal, Q. (2016). *Detecting urban-scale dynamics of electricity consumption at Chinese cities using time-series DMSP-OLS (Defense Meteorological Satellite Program-Operational Linescan*

System) nighttime light imageries. Energy, 100, 177 189. https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.01.058

- Zhao, Y. (2015). Impacts of major vehicular roads on urban landscape and urban growth in an arid. *Journal of arid environments*, 127 235e244. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.12.002