IUGJHR
Vol 25, No1, 2017, pp 57-75

ISSN 2410-3179

تاريخ الإرسال (2016-06-12)، تاريخ قبول النشر (2016-9-20)

تحليل خصائص شبكة الطرق في محافظة اربد

د. عايد محمد طاران [1,*]
د. أيمن عبد الكريم الطعاني [2]
د. ريم عدنان الخاروف[3]

[1] محاضر متفرغ / قسم الجغرافيا/كلية الآداب/ جامعة الحسين بن طلال/ معان / الأردن

[2]محاضر متفرغ / قسم الجغرافيا/كلية الآداب/ جامعة الحسين بن طلال/ معان / الأردن

[3]أستاذ مساعد / قسم الجغرافيا/كلية الآداب/ جامعة اليرموك/ اربد / الأردن

* البريد الالكتروني للباحث المرسل:

e-mail address: taran0002002@yahoo.com

الملخص:

تتناول هذه الدراسة تحليل خصائص شبكة الطرق في محافظة اربد التي تعد اكبر محافظة في إقليم الشمال في الأردن، وذلك باستخدام النظرية البيانية وبعض الأساليب الكمية، بهدف التعرف على واقع شبكة الطرق من حيث درجة اتصاليتها ودورانيتها وسهولة الوصول وتحليل كثافتها بالنسبة للمساحة وعدد السكان، وتوصلت الدراسة إلى أن شبكة الطرق تعاني من تدني درجة الدورانية بشكل عام، إذ أن نسبة الدورانية لا تزيد عن 27% كما يشير إليها دليل الفا، في حين كانت نسبة اتصالية شبكة الطرق متوسطة حيث تقل نسبة الاتصالية لمعظم شبكات الطرق بالمحافظة عن 52%، كما تشير إلى ذلك قيم قرينة غاما، كما توصلت الدراسة إلى تدني معدل كثافة الطرق بالنسبة للسكان مقارنة بمعدل الكثافة على مستوى الأردن ، ومثلت قرية المزار الشمالي عقدة مركزية بين قرى المحافظة، في حين تمثل قرى الشجرة والطرة والمشارع وكريمة عقد هامشية متطرفة، وتوصي الدراسة بضرورة وضع الخطط التنموية الكفيلة بإنشاء طرق حديثة في المناطق التي تعاني من تدني نسبة الاتصالية والدورانية مع الأخذ بعين الاعتبار التباين في التوزع السكاني، وضرورة التوسع في بناء الجسور التي من شانها أن تزيد من نسبة الاتصالية والدورانية لشبكة الطرق، خاصة في الاتجاهات الغربية من محافظة اربد التي تعاني من شدة التضرس وانتشار الأودية العميقة.

كلمات مفتاحية:

النظرية البيانية، الدورانية، الاتصالية، سهولة الوصول، العقدة.

The Analysis of Road Network characteristics in Irbid Governorate

Abstract

This study investigates with the analysis of the characteristics of the road network in the governorate of Irbid, which is the largest province in the territory of the North in Jordan, using graphs theory and some quantitative methods, The aim to know the reality of the road network in terms of the degree of Connectivity and Circuitry and Accessibility and analyze the density for the area and population, The study proved that the road network suffers from low degree Circuitry in general, since the Circuitry rate of no more than 27% as indicated by the Alpha, while the connectivity of the road network medium ratio where less communicative ratio for most road networks to maintain about 52%, as indicated by gamma, The study also proved the low road density for the population rate compared to an average density on the level of Jordan, and represented the Al-Mazar Al-Shamali village central node between the villages of the Governorate, While representing the village Al-Shajara and Turrah and Al-Mashara and Karima nods marginal extremist, so the study recommended the need to develop to ensure the establishment of modern roads in areas that suffer from poor connectivity ratio and Circuitry development plans taking into account the variability in the population distribution, And the need for expansion in the construction of bridges that would increase the proportion of Connectivity and Circuitry of the road network, especially in the western trends of governorate of Irbid where deep valleys spread.

Keywords: **Graph Theory , Circuitry , Connectivity , Accessibility , Node.**

مقدمة:

تزايدت أهمية النقل في الوقت الحاضر مع تزايد النمو المساحي والسكاني وتعدد الفعاليات الوظيفية ضمن الحيز الجغرافي لأي مدينة، ومع تزايد هذه الأهمية تزايدت المشكلات الناتجة عن تطور النقل مما دفع الباحثين والمتخصصين في مجالات عدة من البحث للوصول إلى نتائج وحلول في مجال النقل لخدمة المجتمعات وتطورها[1].

وفي ضوء ذلك فان شبكات الطرق تمثل احد العوامل البشرية ذات الأهمية الكبيرة في الحاضر والمستقبل وفي مختلف مجالات الحياة حيث تعد حجر الزاوية لكل تطور اقتصادي واجتماعي فهي تعمل على ربط جميع الأنشطة الاقتصادية بعضها ببعض وتحقيق عملية الارتباط بين مواطن المواد الأولية والإنتاج ومناطق الاستهلاك، فبدون نشاط صناعي أو زراعي متطور تخدمه شبكة طرق جيده لا يمكن أن يكون هناك بلد متقدم ذو اقتصاد مؤثر[2]. إضافة إلى أن شبكات الطرق تعد الوسيلة التي تمكن أفراد المجتمعات من الاتصال والتواصل بعضهم ببعض ليحصل التفاعل الحضاري والفكري وبالتالي تسريع عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية بكل معانيها ومضامينها التفصيلية دون تحديد.

أما من حيث علاقة شبكة الطرق بتركيب المدينة فان لها مكانة هامة تنفرد بها عن باقي الخدمات فهي عامل أساسي في بناء المدن ونموها ووسيلة السكان للوصول إلى أماكن العمل والخدمات الاجتماعية وتعد الشرايين التي تغذي المدينة وتمدها بالحياة وعلى هذا فإنها تحتل المرتبة الثانية بعد الاستعمال السكني ضمن استعمالات الأرض في المدينة[3].

وقد جاءت هذه الدراسة بهدف التعرف على واقع لشبكة الطرق وتركيبها في محافظة اربد من خلال التعرف على درجة اتصالية ودورانية الشبكة وسهولة الوصول، بالإضافة إلى تحليل كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة من ناحية وبالنسبة للكثافة السكانية من ناحية أخرى. نظرا لان تحليل شبكات الطرق وتقدير أبعادها الكمية يعد على جانب كبير من الأهمية من عدة نواحي: فهو أسلوب يمكن أن يُتخذ كمؤشر للتطور الاقتصادي الذي وصلت إلية محافظة اربد، حيث أن التباين في خصائص شبكات الطرق ما هو إلا انعكاس للمظاهر المكانية في النظام الاقتصادي والاجتماعي الذي وصلت إلية المحافظة[4].

مشكلة الدراسة

شهدت محافظة اربد تطورا مساحيا واسعا وتنوعا ملحوظا في مختلف الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية والخدمية في الآونة الأخيرة، كما شهدت المحافظة تعدد في التجمعات العمرانية وانتشارها على مساحات واسعة نتيجة التطور الذي شهدته المحافظة بفعل النمو السكاني المتزايد الناتج عن الزيادة الطبيعية للسكان وارتفاع معدلات الهجرة من المناطق والقرى المجاورة لها، مما انعكس ذلك على زيادة الضغط على خدمات البنية التحتية المتمثلة بشبكات الطرق نتيجة زيادة أعداد المركبات العامة والخاصة الداخلة والخارجة من المحافظة، وظهور المشكلات والاختناقات المرورية وصعوبة الوصول التي أصبحت تعاني منها المحافظة وخاصة مدينة اربد في ظل غياب التخطيط المناسب لشبكات الطرق التي تمتاز بضيقها وقدمها، وكذلك في ظل غياب التنظيم المكاني للأنشطة والمرافق والخدمات المختلفة، ونتيجة لذلك تظهر الحاجة الماسة لدراسة خصائص شبكة الطرق في محافظة اربد من اجل الوقوف على أسباب المشكلة واقتراح الحلول المناسبة والملائمة التي يمكن الأخذ بها ووضعها أمام المسؤولين وأصحاب القرار لحل المشكلة جذريا أو على الأقل التخفيف من حدتها عند وضع الخطط التنموية للمحافظة.

أهداف الدراسة

تهدف دراسة تحليل خصائص شبكة الطرق في محافظة اربد إلى تحقيق عدة أهداف يمكن إيجازها فيما يأتي:

1. تقييم شبكة الطرق المعبدة كميا وإعطاء صورة واقعية عن الطرق في محافظة اربد من وجهة نظر جغرافية.
2. تحليل درجة اتصالية شبكة الطرق في محافظة اربد.
3. تحليل درجة دورانية الشبكة في محافظة اربد.

(1) الفقيه، الدور الوظيفي لشبكة النقل الحضري في مدينة صنعاء (ص5).
(2) خزعل، التوزيع المكاني للصناعة في محافظة ديالى (ص203).
(3) Khashman, An Analysis of Jordan's Road Network Structure and its Regional Variability (p. 5).
(4) الخشمان، جغرافية النقل منظور جغرافي تحليلي (ص28).

4. قياس مدى سهولة وإمكانية الوصول بين المحطات بالاعتماد على متغيرات مختلفة.
5. تحليل كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة والسكان في محافظة اربد.

أهمية الدراسة

تنبع اهمية الدراسة من خلال النقاط التالية:

1. تحليل خصائص شبكة الطرق وابراز وظيفتها في تحقيق الاتصال بين مركز محافظة اربد والمراكز البشرية والخدمية التابعة لها من جهة، وبين بقية المحافظات الاخرى من جهة ثانية.

2. تقييم مدى كفاءة شبكة الطرق في محافظة اربد من خلال قياس مدى اتصالية ودورانية الشبكة.

3. تحديد اولويات الاستثمار والانفاق على مشاريع الطرق، بحيث تراعي التباين المكاني في كثافة شبكة الطرق في محافظة اربد.

4. تطبيق نظم المعلومات الجغرافية GIS في تحليل البيانات المتعلقة بشبكة الطرق، واصدار الخرائط والنتائج التي يمكن ان يستفيد منها المخططين واصحاب القرار في مجال الخطط التنموية المتعلقة بمنطقة الدراسة.

منهجية الدراسة وأساليبها

لتحقيق أهداف هذه الدراسة تم الاستعانة **بالمنهج الوصفي** للتعرف على الخصائص العامة لشبكة الطرق في محافظة اربد من حيث: مدى اتصاليتها وترابطها ودورانيتها. وقد تم جمع البيانات والمعلومات الخاصة بموضوع الدراسة من مصادرها المختلفة، كما انه ووفق هذا المنهج فقد تم تطبيق النظرية البيانية بتمثيل شبكة الطرق في المحافظة على شكل مخطط بياني Graph مؤلف من نقط وخطوط بحيث تشير النقط للمحطات وتشير الخطوط لشبكة الطرق لتسهيل وصف وتحليل الشبكة، وبعد ذلك تم تطبيق طرق النظرية البيانية Graph Theory التي تتضمن مقاييس درجة الاتصالية ونسبة الدورانية كقرينة غاما Gamma Index وقرينة الفا Alpha Index ومقاييس سهولة الوصول للتعرف على المحطات سهلة الوصول والمحطات المعزولة صعبة الوصول، كالعدد المتصل Associated Number وقرينة شمبل Shimble Index وذلك وفق معادلات خاصة بكل مقياس من هذه المقاييس.

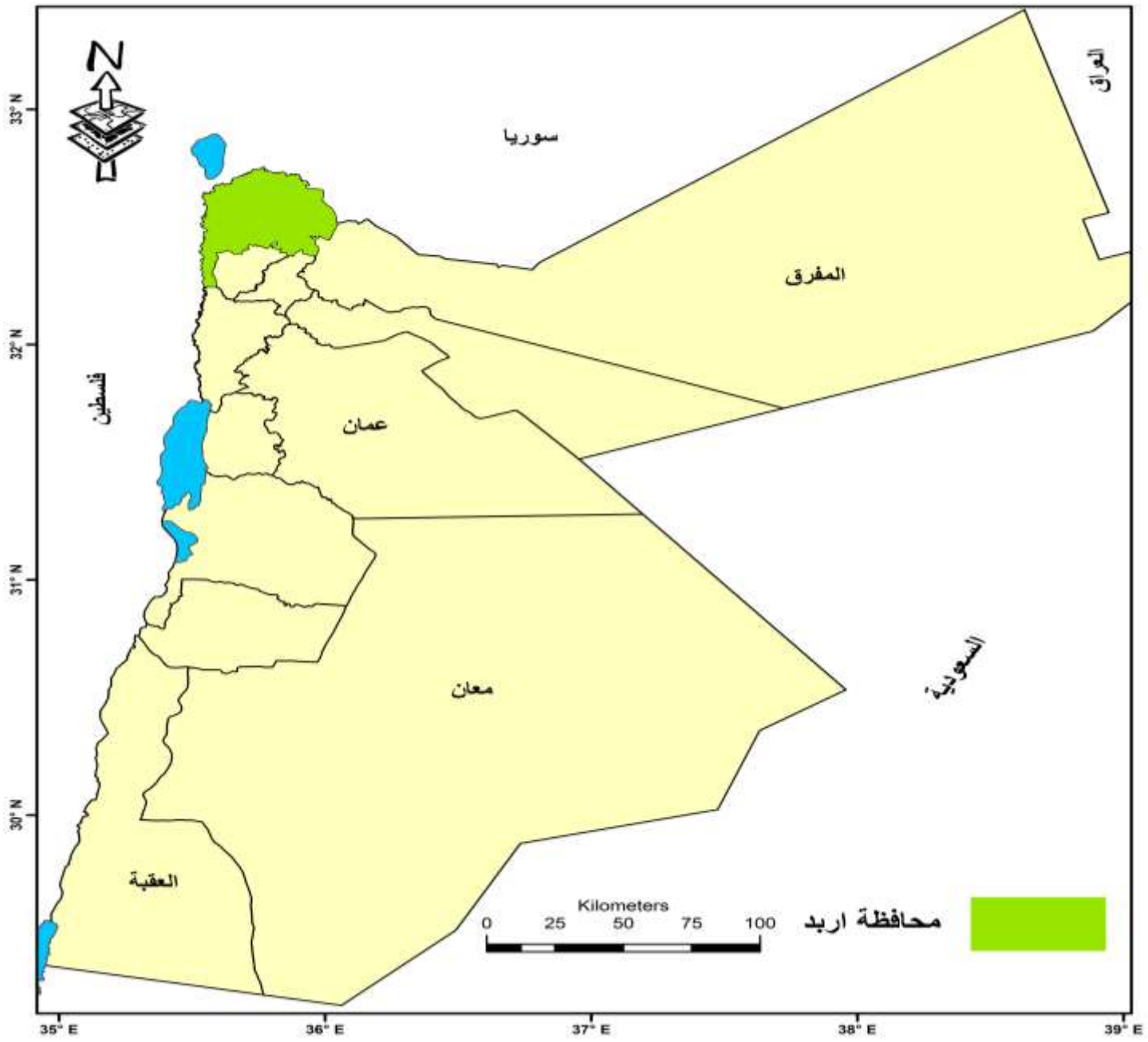
كما استخدم **المنهج التحليلي** الذي يعد من المناهج التي أرست جغرافية النقل على أسس علمية تقوم على المفاهيم والنظريات والقوانين[5]؛ من اجل تحليل المعلومات والبيانات المتعلقة بشبكة الطرق في منطقة الدراسة، وكذلك تحليل العلاقات بين شبكة الطرق والأنشطة والمتغيرات المختلفة لاستخلاص النتائج والوصول بالنهاية إلى حلول مناسبة، وذلك باستخدام أساليب مختلفة كاستخدام برنامج GIS.

وقد استخدم عدد من الأساليب الإحصائية في مواضع متعددة لمعالجة البيانات، اشتملت على الأسلوب الكمي لقياس درجة الاتصالية والدورانية وسهولة الوصول ومؤشر كثافة الشبكة بالنسبة للمساحة والسكان، إلى جانب تطبيقات الخرائط على برنامج GIS والذي أمكن من التعامل مع كافة المتغيرات على الخرائط وتحليلها واستخراجها بعد معالجتها.

لمحة جغرافية عن منطقة الدراسة

تقع محافظة اربد في الجزء الشمالي الغربي من المملكة الأردنية الهاشمية، وذلك بين دائرتي عرض 12 32 و 46 32 شمالا وبين خطي طول 23 35 و 04 36 شرقا كما يبين الشكل (1)، ويحدها من الشمال نهر اليرموك الذي يفصلها عن سوريا ومن الشرق محافظة المفرق، ويفصلها عن الأراضي العربية المحتلة نهر الأردن الذي يحدها من الغرب، ومن جهة الجنوب يحدها كل من جرش وعجلون والبلقاء.

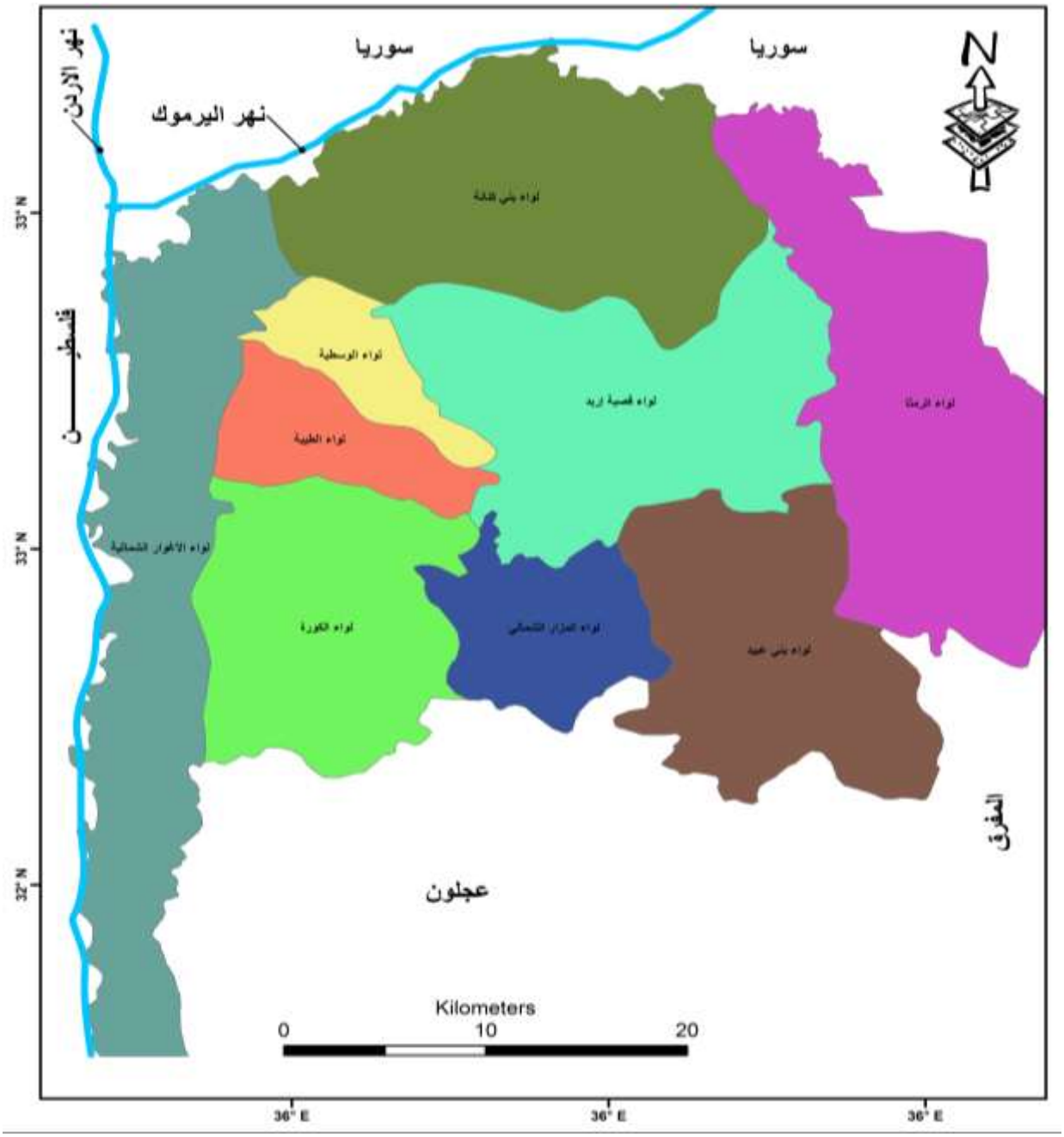
[5] خير، البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه (ص400).



الشكل 1. منطقة الدراسة (محافظة اربد).

المصدر: عمل الباحثين

ويبلغ مجموع عدد السكان في محافظة اربد لعام 2015م حوالي 1316618 نسمة، ونسبة الكثافة السكانية فيها حوالي 19.91 نسمة/كم^2، وتضم المحافظة إداريا تسعة ألوية، كما يوضح الشكل (2)، (دائرة الإحصاءات العامة، 2015).



الشكل 2. التقسيمات الإدارية في محافظة اربد

المصدر: عمل الباحثين

الطبوغرافيا

تتكون محافظة اربد من عدة أنماط طبوغرافية كان لها اثر واضح في شكل وامتداد شبكات الطرق فيها، فهناك منطقة وادي الأردن (الأغوار الشمالية) الذي يعد جزء من أخدود عظيم أطلق عليه الجيولوجيون الأخدود الإفريقي الآسيوي العظيم ويجري في هذا الجزء نهر الأردن ومساحته لا تتجاوز 179كم^2، ومنطقة المرتفعات الجبلية التي تكونت بفعل نشاط الحركات التكتونية مكونة جبال عجلون التي تنتمي لها مرتفعات منطقة الدراسة وتبلغ مساحتها حوالي 549كم^2، وتشمل لواء بني كنانة ولواء الوسطية ولواء الطيبة ولواء الكورة، أما النمط الآخر فيسود في مناطق السهول التي تنتشر في المناطق الشرقية وهي ذات انحدارات بسيطة يستفاد منها في زراعة المحاصيل والأشجار المثمرة ومن السهل شق وإنشاء شبكات الطرق فيها، وتعد هذه المنطقة الأكبر مساحة مقارنة بالمناطق الأخرى، حيث بلغت مساحتها حوالي 723كم^2، وتشمل لواء قصبة اربد ولواء الرمثا ولواء بني عبيد ولواء المزار الشمالي[6].

وتسود في المحافظة تربة البحر المتوسط، إذ تنتشر تربة البحر المتوسط الحمراء في الأجزاء الوسطى من المحافظة وهي ذات خصوبة وإنتاجية عالية، وتربة البحر المتوسط الحصوية التي تظهر في مناطق المرتفعات الجبلية والتلال وتتصف بعدم قدرتها على الاحتفاظ بالماء، وتربة البحر الأحمر البازلتية والتي تنتشر في الجزء الشمالي الغربي من المحافظة، وتربة البحر المتوسط الصفراء وتتمثل في المناطق الجنوبية الشرقية من منطقة الدراسة.

المناخ

يسود في محافظة اربد مناخ البحر المتوسط الذي يتباين بين مناخ البحر المتوسط الدافئ الذي يسود في مناطق المرتفعات الجبلية، والمناخ الجاف الذي يوجد في المناطق التي يزيد فيها معدل درجة الحرارة السنوي عن 18°م. وتتباين معدلات هطول الأمطار في منطقة الدراسة تبعا لعامل الارتفاع الذي يلعب دورا هاما في هذا المجال، حيث تزداد معدلات الأمطار السنوية في المرتفعات الجبلية القريبة من محطة رأس منيف التي تقع على ارتفاع 1150م فوق مستوى سطح البحر، وتقل معدلات الأمطار في منطقة وادي الأردن. ويظهر تأثير العامل الجغرافي أيضا من خلال تناقص كميات الأمطار كلما زاد الابتعاد شرقا وجنوبا عن تأثيرات منخفضات البحر المتوسط[7].

وتعتبر محافظة اربد من أغنى محافظات المملكة بالينابيع بسب طبيعتها التضاريسية والمناخية التي تسمح بنفاذ المياه إلى باطن الأرض، فضلا عن ارتفاع معدلات هطول الأمطار فيها، الأمر الذي أدى إلى أن تكون المحافظة مكان لاستقرار واستقطاب السكان إليها منذ القدم.

الدراسات السابقة

تناول (Khashman, 1994) تحليل بنية شبكة الطرق الاردنية وتباينها الاقليمي بهدف التعرف على العوامل المؤثرة في تباين درجة اتصالية شبكة الطرق من اقليم الى اخر في الاردن، وابراز دور النظرية البيانية في قياس خصائص بنية وتركيب شبكة الطرق وفي قياس مدى ارتباط شبكة الطرق بالخصائص الجغرافية في المحافظات الاردنية، وتوصلت الدراسة ان درجة اتصالية شبكة الطرق في معظم المحافظات متباينة ومتدنية نسبيا، نتيجة الاختلافات المكانية بين الاقاليم من حيث ملامحها الطبيعية وخصائصها الاجتماعية والاقتصادية، وأوصت الدراسة بضرورة اجراء دراسات في المستقبل تتناول عوامل اخرى تؤثر في تركيب وبنية شبكات الطرق مثل حجم الانفاق المالي المخصص لشق وانشاء الطرق في مختلف المناطق والاقاليم.

ودرس (خزعل، 2009) تحليل نظام شبكة الطرق المعبدة في محافظة اربيل من منظور جغرافي بهدف التعرف على درجة الاتصالية والترابط بين التجمعات الحضرية، كما هدفت الدراسة الى تحليل درجة مركزية الشبكة والعقد وتحليل مؤشر الانعطاف للشبكة. وتوصلت الدراسة الى ان هناك تجمعات حضرية حققت درجة اتصالية عالية مثل تجمع شقلاوه، في حين ان هناك تجمعات هامشية تعاني من تدني درجة الاتصالية مثل تجمع حاج عمران، كما توصلت الدراسة الى ان تجمع شقلاوه كانت تمثل العقدة

[6] الزعبي، المدن الصغيرة في محافظة اربد: الأوزان السكانية والوظائف الحضرية (ص7).

[7] المرجع السابق، (ص8).

المركزية في شبكة طرق المحافظة مما جعلها مركز اداري مثالي، كما وجد ان مؤشر الانعطاف لشبكة الطرق في المحافظة كان مرتفعا نظرا للطبيعة التضاريسية المعقدة لاراضي المحافظة.

وعالج (Sola,2011) التركيب المكاني للبنية الاساسية للطرق في منطقة اكيتي في نيجيريا، وقد هدفت الدراسة الى قياس نسبة اتصالية شبكة الطرق في المنطقة وتحديد اهم العقد التي يمكن الوصول اليها بسهولة، اضافة الى التعرف على الخصائص الطبوغرافية لشبكة الطرق في منطقة الدراسة. وتوصلت الدراسة الى تدني نسبة اتصالية شبكة الطرق في المنطقة، وان عقدة ادو–اكيتي (Ado-Ekiti) هي العقدة الاسهل وصولا مقارنة بالعقد الاخرى، وأوصت الدراسة بضرورة صيانة الطرق الحالية واعادة تاهيلها وخاصة الطرق الخارجية، وانه لابد من اعادة بناء الجسور الضيقة الواقعة على الطرق السريعة لتلافي الازدحامات المرورية، كما توصي الدراسة بضرورة انشاء العديد من الطرق لتسهيل حركة السكان والسلع والخدمات في المنطقة.

وبحث (طاران، 2015) التحليل المكاني لشبكة الطرق البرية في محافظة المفرق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية بهدف تحليل شبكة الطرق وابراز وظيفتها في تحقيق الاتصال بين مركز المحافظة والمراكز البشرية والخدمية التابعة لها من جهة، وبين بقية المحافظات الاخرى من جهة ثانية، بالاضافة الى تقييم مدى كفاءة شبكة الطرق في محافظة المفرق من خلال قياس نسبة اتصاليتها ودرجة ودوارنيتها. وتوصلت الدراسة الى ان شبكة الطرق في محافظة المفرق تتميز بتدني درجة الاتصالية بوجه عام، حيث تقل نسبة الاتصالية لمعظم شبكات الطرق بالمحافظة عن 42%، كما تشير إلى ذلك قيم قرينة غاما، كما أن شبكة الطرق تتميز بتدني نسبة الدورانية حيث أن نسبتها لم تتجاوز 11% كما تشير إلى ذلك قيم قرينة الفا. وتوصي الدراسة بضرورة زيادة نسبة اتصالية ودورانية شبكة الطرق داخل محافظة المفرق من خلال إنشاء العديد من الطرق الجديدة الإضافية، فشبكة الطرق ما زالت في معظمها لا توفر إلا الحد الأدنى من الاتصالية والدورانية بين المحطات أو المراكز العمرانية الواقعة عليها.

التحليل والمناقشة

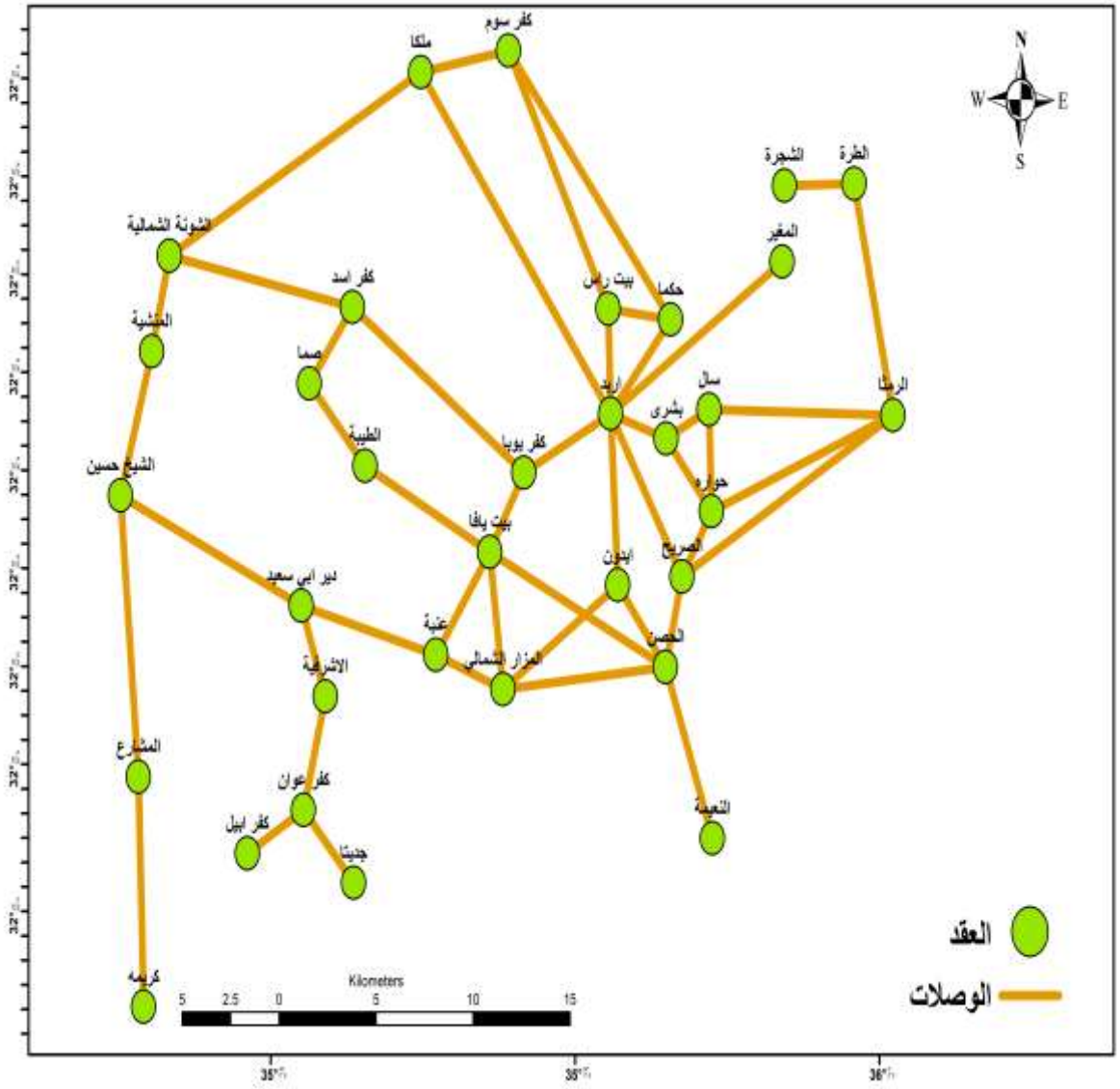
أ. تحليل نسبة الاتصالية والدورانية باستخدام النظرية البيانية

تتخذ شبكة الطرق أشكالا خطية متشكلة من عدد من الوصلات، وعدد من العقد، ومن خلال تحليل العقد والوصلات في الشكل الطوبولوجي لشبكة الطرق يمكن تحديد نوع الشبكة للمدينة، وقد حدد بيتر ديفز أربع أشكال للشبكات، شبكة معدومة، شبكة مجزأة، شبكة مترابطة، وشبكة كاملة الترابط[8].

وقد وضح كانسكي بعض المؤشرات الكمية لقياس دورانية واتصالية الشبكات والمتمثلة بقرينة ألفا وقرينة جاما وغيرها من المؤشرات[9]. وقد تم استخدام مثل هذه المؤشرات وتطبيقها على شبكة الطرق بمختلف أنواعها في ألوية محافظة اربد، من خلال تمثيل الشبكة الحقيقية على شكل مخطط بياني مؤلف من عدد من الخطوط والنقط داخل برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كما في الشكل رقم (3)، علما بأنه تم اختيار التجمعات العمرانية (المحطات) التي يزيد عدد سكانها فقط عن 5000 نسمة والبالغ عددها 32 محطة، وكان عدد الوصلات (الطرق) 47 وصلة لاستخراج دليل غاما لمختلف شبكات الطرق في منطقة الدراسة وذلك بقياس نسبة الاتصالية، وكذلك استخراج دليل الفا لنفس الشبكة لقياس نسبة الدورانية أيضا.

[8] Peter, Data Description and presentation "Science in Geography" (47-49).

[9] خير، البحث الجغرافي مناهجه واساليبه (496).



الشكل 3. الخريطة الطوبولوجية لمحافظة اربد

المصدر: عمل الباحثين

1. تطبيق قرينة غاما لقياس نسبة اتصالية شبكة الطرق:

يأخذ مؤشر غاما بالاعتبار أقصى عدد من الوصلات الممكن وجودها في الشبكة، وهو يصف الترابط والاتصال بلغة الأرقام، وتتراوح قيمته من صفر إلى واحد، فكلما اقتربت قيمة المؤشر من واحد كانت اتصالية الشبكة عالية جدا والعكس صحيح، إذ كلما اقتربت قيمة المؤشر من الصفر كانت اتصالية الشبكة ضعيفة، بحيث تحتاج إلى إضافة المزيد من الخطوط (الطرق) لزيادة نسبة اتصاليتها وترابطها، ويمكن التعبير عن مؤشر غاما بالنسبة المئوية، ويتم ذلك بضرب القرينة في 100، والغرض من ذلك هو تفسير درجة الاتصالية بشكل واضح، وقد تم قياس نسبة اتصالية شبكة الطرق في محافظة اربد باستخدام قرينة أو مؤشر غاما من خلال المعادلة التالية[10]:

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

حيث أن:

g. قرينة غاما

e. تمثل عدد الخطوط أو الطرق أو الوصلات

v. تمثل عدد المحطات أو العقد

وبتطبيق المعادلة على شبكة الطرق في محافظة اربد، نجد أن قيمة قرينة غاما بلغت 0.52، مما يشير أن نسبة اتصالية شبكة الطرق كانت 52%، وبالتالي فان عدد الوصلات الموجودة فعلا في المنطقة لا تساوي الحد الأقصى لعدد الوصلات الممكنة والمطلوبة على أرض المحافظة والضرورية لربط التجمعات العمرانية مع بعضها البعض بيسر وسهولة، وبالتالي لا يوجد ترابط تام بالشبكة، الأمر الذي يتطلب إضافة وإنشاء المزيد من الطرق في المحافظة من اجل زيادة نسبة الاتصال بين التجمعات العمرانية وتيسير عملية الوصول للأشخاص والخدمات المختلفة.

2. تطبيق قرينة ألفا لقياس درجة دورانية شبكة الطرق:

يمثل مؤشر الفا احد طرق قياس وتحليل درجة الدورانية في شبكات الطرق، حيث تقاس العلاقة بين عدد الشبكات المغلقة التي تتمثل في أجزاء الشبكة وبين أقصى عدد ممكن من الوصلات في الشبكة، وتتراوح قيمة المؤشر بين الصفر والواحد صحيح، فكلما اقتربت قرينة الفا من الواحد كانت نسبة دورانية الشبكة مرتفعة جدا لكثرة عدد الخطوط (الطرق) الإضافية التي تربط المحطات الواقعة عليها بعضها ببعض، والعكس صحيح، حيث تشير قرينة الفا المتدنية وخاصة إذا كانت قريبة من الصفر إلى تدني نسبة الدورانية في الشبكة، ولذلك فقد تم استخراج دليل الفا لنفس الشبكة من اجل قياس نسبة الدورانية من خلال المعادلة التالية[11]:

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

حيث أن:

α. قرينة الفا

e. تمثل عدد الخطوط أو الطرق أو الوصلات

v. تمثل عدد المحطات أو العقد

وأظهرت نتائج التحليل وفق قرينة الفا أن قيمة القرينة بلغت 0.27 ، وتشير هذه القرينة المتدنية إلى تدني نسبة دورانية شبكة الطرق، إذ أن 27% من الشبكة فقط تحتوي على طرق دائرية، وبالتالي فان الشبكة تحتاج إلى وصلات أخرى حتى يصل الترابط إلى حده الأقصى، أي أنه ولبلوغ تغطية كاملة لمختلف مناطق محافظة اربد يجب استحداث خطوط

[10] عبده، أصول جغرافية النقل- دراسة كمية وتطبيقية (ص119).

[11] أبو راضي، التوزيعات المكانية (دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي) (ص325).

جديدة تربط المناطق المختلفة ببعضها البعض، إذ أن وجود الطرق الدائرية في شبكة الطرق يساعد على تيسير الاتصال بين المحطات بحيث يمكن استخدام الطريق الدائري للوصول إلى المحطات الأخرى على الشبكة، وبخاصة إذا تم إغلاق بعض الطرق بين المحطات لأي سبب مثل أعمال الصيانة أو رصف الطرق أو تراكم الثلوج أو الغبار وغيرها من الأسباب.

ب. تحليل إمكانية الوصول

تعبر إمكانية الوصول عن سهولة الحركة داخل المنطقة واليها وتعكس هذه السهولة مدى اكتمال شبكة الطرق، وتتحدد سهولة الوصول بناء على عدد الوصلات واتجاه الحركة على هذه الوصلات[12]. فقد اقترح شمبل Shimbel عام 1953م بناء مصفوفة (Matrix) لقياس إمكانية الوصول والاتصال بين عقد الشبكة، حيث تتسم إمكانية الوصول بالنسبية وفقا لعدد من العوامل الجغرافية المميزة للعقد والوصلات، كما يعتبر إعداد مصفوفة الاتصال Accessibility Matrix من أفضل الأساليب الكمية لقياس الأهمية النسبية للعقد الواقعة على طرق النقل، والمصفوفة عبارة عن جدول يوضع على محوريه العقد أو المحطات المدروسة لتوضيح العلاقة فيما بينهما، ويختلف حجم هذه العلاقة تبعا للمتغيرات المتعددة المستخدمة في قياس إمكانية الوصول، وبناء على ذلك فقد تم تكوين مصفوفة اتصال للتجمعات العمرانية (العقد) في محافظة اربد بالاعتماد على الخريطة الطبولوجية للمنطقة، كما تم الاعتماد على بعض المتغيرات بهدف قياس إمكانية الوصول في محافظة اربد وعلى النحو التالي:

1. إمكانية الوصول حسب عدد الوصلات بين العقد:

يعتبر هذا المؤشر من أهم المؤشرات المستخدمة في قياس سهولة الوصول إلى أي عقدة في الشبكة، إذ يمكن بعد إنشاء مصفوفة الاتصال التي تبين عدد الطرق أو الوصلات التي تربط كل محطة ببقية المحطات الأخرى في الشبكة التعرف إلى أي المحطات الأسهل وصولا وكذلك المحطات الأكثر انعزالا في شبكة الطرق، من خلال حساب عدد الوصلات بين كل عقدة وأخرى وبجمع كل صف على حده، ثم ترتب العقد حسب سهولة الوصول على أساس أن العقدة التي ترتبط ببقية الشبكة عبر أقل عدد من الوصلات هي أكثرها في سهولة الوصول إلى بقية عقد الشبكة كما في الملحق رقم (1).

وبناء على البيانات الواردة في الملحق رقم (1) نستنتج ما يلي:

1. تتباين التجمعات العمرانية (المحطات) في محافظة اربد من حيث سهولة الوصول، إذ أن 98% من المحطات تجاوز فيها مجموع عدد الوصلات (الطرق) 100 وصلة للاتصال مع المحطات الأخرى، مما يؤكد أن محطات شبكة الطرق تتسم بسهولة وإمكانية وصول متدنية نسبيا، وهذا يعود إلى الكثافة العالية للتجمعات العمرانية في المحافظة والتي تتطلب إنشاء المزيد من الطرق التي تربطها ببعضها البعض.

2. لا توجد أي عقدة في شبكة الطرق تتصل بجميع العقد بوصلة مباشرة، وتمثل قرية المزار الشمالي عقدة مركزية وفق قرينة شمبل، حيث سجلت أدنى قيمة لمجموع عدد الوصلات؛ فهي تأتي في المرتبة الأولى من حيث سهولة الوصول، إذ يبلغ عدد الطرق اللازمة لربط محطة المزار الشمالي بالمحطات جميعها في الشبكة حوالي (94 وصلة)، تليها مباشرة قرية كفر يوبا بمجموع (95 وصلة)، ويرجع ذلك؛ أن قرية المزار الشمالي وكفر يوبا تشغلان موقعاً عقدياً مركزيا تلتقي عنده معظم الطرق وترتبط بمعظم العقد النقلية في الشبكة، أما مدينة اربد فقد جاءت في المرتبة الثالثة بعدد وصلات وصل إلى (100 وصلة).

3. إن اقل العقد وأضعفها في سهولة الوصول هي قرية الشجرة التابعة للواء الرمثا، حيث ترتبط ببقية العقد عبر عدد من الوصلات يزيد على (198 وصلة) حسب قرينة شمبل، وبالتالي الأكثر انعزالا على شبكة الطرق لأنها تشغل موقعاً هامشياً متطرفاً في شمال شرق منطقة الدراسة وانعزالها عن بقية العقد، وكذلك قرية كريمة بعدد من الوصلات يصل إلى (195 وصلة)، نظرا لموقعها المتطرف في أقصى الجنوب الغربي من المحافظة.

[12] عوادة، مقياس سهولة الوصول إلى الخدمات العامة في المدن الفلسطينية (حالة دراسية مدينة نابلس) (ص80).

2. إمكانية الوصول حسب الرقم المتصل بكل محطة:

يشير الرقم المتصل بكل محطة إلى أعلى رقم في خلايا الصف، إذ عمل الباحث وبالاعتماد على مصفوفة سهولة الوصول حسب عدد الوصلات بين العقد باستخراج قيمة الرقم المتصل بكل محطة من المحطات الواقعة على شبكة الطرق ووضعها في عمود بنهاية المصفوفة كما في الملحق رقم (2)، وبالتالي فان اقل رقم متصل بأي محطة يدل على أن هذه المحطة هي الأسهل وصولا والعكس صحيح، إذ أن اكبر رقم متصل يشير إلى أن تلك المحطة هي الأصعب وصولا، وبالتالي الأكثر انعزالا.

وبناء على البيانات الواردة في الملحق رقم (2) نستنتج ما يلي:

1. إن قيم الرقم المتصل للمحطات الواقعة على شبكة الطرق في منطقة الدراسة تراوحت بين (5–12)، وقد سجلت قرية المزار الشمالي أدنى قيمة للرقم المتصل بعدد (5) وصلات لذا احتلت المرتبة الأولى، مما يدل أن هذه المحطة هي الأسهل وصولا والأقل انعزالا، نظرا لموقعها شبه المركزي بين عقد الشبكة وزيادة درجة اتصاليتها مع المحطات الأخرى عبر اقل عدد ممكن من الوصلات، تليها في المرتبة الثانية قرى ايدون وكفر يوبا وعنبة والطيبة بعدد (6) وصلات نظرا لموقعها القريب من المركزية أيضا.

2. إن معظم المحطات الواقعة على الشبكة تميزت بسهولة وصول متوسطة حسب قيم الرقم المتصل المشار إليها في الملحق السابق، إذ بلغ عدد تلك المحطات حوالي (23) محطة تراوحت قيم الرقم المتصل لها ما بين (7–10) وصلات، مما يدل على أن هذه المحطات تقع في أماكن شبه هامشية.

3. إن بعض المحطات تميزت بصعوبة كبيرة في الوصول، وقد بلغ عددها حوالي (4) محطات تمثلها قرى الطرة والشجرة والمشارع وكريمة إذ تراوح العدد المتصل لتلك المحطات بين (11–12) وصلة لذا احتلت المراتب الاخيره، مما يشير إلى أن تلك المحطات تشكل مراكز عمرانية هامشية بعيدة عن المحطات الأخرى، مما جعلها أكثر انعزالا.

والجدير بالذكر أن ما تم استنتاجه فيما يتعلق بسهولة الوصول من خلال قرينة شمبل للمحطات الواقعة على الشبكة في منطقة الدراسة؛ يتوافق إلى حد ما مع ما تم التوصل إليه من خلال الرقم المتصل بكل محطة من المحطات الواقعة على تلك الشبكة، حيث كانت المحطات أو العقد الأسهل وصولا في الشبكة والتي تم التوصل إليها من خلال قرينة شمبل هي نفسها تقريبا المحطات أو العقد التي تم التوصل إليها من خلال الرقم المتصل، وينطبق ذلك أيضا على المحطات الأصعب وصولا والأكثر انعزالا في تلك الشبكة.

ج. تحليل كثافة شبكة الطرق

تعتبر كثافة شبكة الطرق من المعايير الهامة التي تعكس التطور الاقتصادي للدول أو المدن المختلفة وتعطي فكرة عن مدى كفاية الشبكة داخل الدولة أو المدينة وهي من ابسط الأساليب الكمية، فالمناطق ذات الكثافة العالية في شبكات الطرق تكون الأفضل في إمكانية الوصول من خلال تقديم خدمات نقل متميزة، عكس المناطق التي تقل فيها نسبة الكثافة، وتتوقف كثافة الطرق على عدة عوامل: بعضها جغرافي، وبعضها تاريخي، وبعضها اقتصادي[13]، وتعتمد هذه المقاييس على ثلاثة متغيرات رئيسية هي: طول شبكة الطرق ومساحة المنطقة التي تخدمها الشبكة وعدد السكان في المنطقة، ويعبر عنها بأطوال الشبكة بالنسبة لوحدة المساحة أو عدد السكان، وعلى النحو التالي:

1. كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة: ويقصد بها معدل المساحة المخدومة بالطرق، بمعنى ما يخص كل كيلو متر من الطريق من المساحة التي يخدمها الطريق، ويتم حسابه وفق المعادلة التالية[14]:

كثافة الطريق بالنسبة للمساحة= طول الطرق بالكم/المساحة بالكم^2 *100

وقد وجد أن مساحة محافظة اربد بلغت حوالي 1572 كم^2، وأطوال شبكة الطرق بمختلف أصنافها الرئيسية والثانوية والقروية كانت حوالي 868كم^2، وبتطبيق المعادلة السابقة على منطقة الدراسة نجد أن معدل كثافة الطرق بالنسبة لمساحة محافظة اربد وصل إلى 55.22 كم/100كم^2، وهو معدل مرتفع جدا عند مقارنته بالمعدل على مستوى

(13) الطرزي، شبكة طرق النقل في منطقة الباطنة بسلطنة عمان "دراسة جغرافية في التحليل الكمي" (ص101).

(14) أبو راضي، التوزيعات المكانية (دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي) (ص308).

المملكة والبالغ حوالي 8.22 كم^2/ 100 كم^2، مما يدل أن محافظة اربد تتمتع بشبكة طرق جيدة نوعا ما لتغطي معظم مساحتها.

إلا أن معيار كثافة الطرق بالنسبة للمساحة يعد مضللا كثيرا خاصة في الأقاليم أو المناطق ذات المساحات الكبيرة، لان جزءا كبيرا من تلك المساحة تكون غير معمورة بالسكان مثل الصحاري والجبال شديدة التضرس، لذا يفضل حساب الكثافة بالنسبة للطرق بنسبتها إلى الأراضي المعمورة أو إلى الريف والحضر، كما أن حساب كثافة الطرق بالنسبة للسكان أفضل في كثير من الأحيان بحسابها على أساس المساحة ذلك أن السكان هم مصدر النشاط الاقتصادي والحركة على الطرق.

2. كثافة شبكة الطرق بالنسبة للسكان: ويقصد به مدى خدمة شبكة الطرق لسكان منطقة معينة، ويتم حسابه وفق المعادلة التالية[15]:

كثافة الطريق بالنسبة للسكان= طول الطرق بالكم^2/مجموع السكان 1000*

والناتج يساوي كيلو متر طولي من الطرق لكل ألف نسمة من السكان

وبتطبيق المعادلة السابقة على شبكة الطرق في محافظة اربد يتضح أن كثافة الطرق بالنسبة للسكان بلغت 0.66 كم^2/ 1000 نسمة وهو معدل متدني عند مقارنته بمعدل كثافة الطرق بالنسبة للسكان على مستوى المملكة والذي بلغ حوالي 1.10 كم^2/ 1000 نسمة، وهذا يعود إلى زيادة عدد السكان في محافظة اربد وتركزهم وتوزعهم على أماكن مختلفة في المحافظة.

النتائج:

بناء على نتائج أساليب التحليل والمناقشة، فان الدراسة توصلت إلى النتائج الآتية:

1. تتميز شبكة الطرق في محافظة اربد بدرجة اتصالية متوسطة بوجه عام، حيث تقل نسبة الاتصالية لمعظم شبكات الطرق بالمحافظة عن 52%، كما تشير إلى ذلك قيم قرينة غاما.
2. تتميز شبكة الطرق في محافظة اربد في معظمها بتدني نسبة الدورانية بشكل ملحوظ، مما يعني قلة عدد الطرق الدائرية في المحافظة، فنسبة الدورانية كما يشير إليها دليل الفا لا تزيد عن 27%.
3. إن ما تم استنتاجه فيما يتعلق بسهولة الوصول من خلال قرينة شمبل للمحطات الواقعة على لشبكة الطرق يتوافق إلى حد ما مع ما تم التوصل إليه من خلال الرقم المتصل بكل محطة من المحطات الواقعة على تلك الشبكة.
4. تمثل قرية المزار الشمالي عقدة مركزية وفق قرينة شمبل ومقياس الرقم المتصل، حيث سجلت أدنى قيمة لمجموع عدد الوصلات، فهي تأتي في المرتبة الأولى من حيث إمكانية وسهولة الوصول، نظرا لموقعها شبه المركزي بين عقد الشبكة وزيادة درجة اتصاليتها مع المحطات الأخرى عبر اقل عدد ممكن من الوصلات.
5. تمتاز التجمعات العمرانية القريبة من مركز محافظة اربد بإمكانية وصول عالية نظرا لمواقعها المتوسطة، في حين تمتاز التجمعات العمرانية البعيدة من مركز المحافظة والواقعة على الأطراف بصعوبة في إمكانية الوصول.
6. تمثل قرى الشجرة والطرة والمشارع وكريمة عقد هامشية متطرفة وفق قرينة شمبل ومقياس الرقم المتصل، حيث سجلت أعلى قيمة لمجموع عدد الوصلات، فهي تأتي في المراتب الأخيرة من حيث إمكانية وسهولة الوصول، نظرا لموقعها الهامشي بين عقد الشبكة وتدني درجة اتصاليتها مع المحطات الأخرى عبر اكبر عدد ممكن من الوصلات.
7. تتمتع محافظة اربد بشبكة طرق جيدة نوعا ما لتغطي معظم مساحتها، وفق ما ظهر في تحليل كثافة شبكة الطرق بالنسبة للمساحة، حيث وصلت نسبة كثافة الطرق بالنسبة للمساحة إلى 55.22 كم^2/100كم^2 في المحافظة.
8. تدني معدل كثافة شبكة الطرق بالنسبة للسكان في محافظة اربد، إذ بلغ معدل الكثافة حوالي 0.66كم^2/ 1000 نسمة مقارنة بالمعدل على مستوى المملكة البالغ حوالي 1.10 كم^2/ 1000 نسمة.

[15] المرجع السابق، (ص308).

التوصيات:

من خلال النتائج التي توصلت إليها الدراسة فانه من الممكن اقتراح عدد من التوصيات التي قد تسهم في الوصول إلى وضع أفضل في مجال تخطيط شبكات الطرق في المدن والمحافظات، ويمكن تلخيص التوصيات على النحو التالي:

1. إعطاء أولوية إنشاء الطرق الجديدة للمناطق التي تعاني من تدني اتصالية شبكات الطرق في ضوء التباين المكاني لدرجة الاتصالية بشبكة الطرق داخل المحافظة.
2. ضرورة الاهتمام بشبكة الطرق القروية والثانوية من حيث توسيعها وصيانتها ورفع درجة كفاءتها باعتبارها طرقا تعمل على زيادة نسبة الاتصالية والدورانية لشبكة الطرق الكلية.
3. العمل على زيادة إمكانية الوصول للعقد الهامشية التي تعاني من صعوبة الوصول كقرى الطرة والمشارع والشجرة وكريمة، من خلال إنشاء المزيد من شبكات الطرق التي تربط هذه القرى بغيرها من التجمعات العمرانية في المحافظة.
4. اخذ الحجم والتوزيع السكاني بعين الاعتبار عند إعداد خطط التنمية المستدامة بشكل عام والخطط المتعلقة بخدمات النقل بشكل خاص، خاصة التجمعات العمرانية التي تعاني من تدني نسبة شبكة الطرق مقارنة بعدد السكان فيها.
5. ضرورة التوسع في بناء الجسور التي من شانها أن تزيد من نسبة الاتصالية والدورانية لشبكة الطرق، خاصة في الاتجاهات الغربية من محافظة اربد التي تعاني من شدة التضرس وانتشار الأودية العميقة.
6. تطبيق مثل هذه الدراسة التحليلية من حيث المنهج على شبكات الطرق ببقية محافظات المملكة لإبراز الاختلافات الجغرافية للمحافظات وانعكاساتها على تركيب شبكات الطرق فيها.
7. إمكانية الاستفادة من التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية في تحليل شبكات الطرق لأهميتها الكبيرة في إعطاء نتائج دقيقة يمكن الاستفادة منها.
8. ضرورة الاستفادة من تجارب الدول المتقدمة وخبراتها في مجال تخطيط وهندسة شبكات الطرق.

قائمة المصادر والمراجع

المراجع العربية

اغريب، احمد. (2010م). تقييم إمكانية الوصول إلى العقد الحضرية على شبكة الطرق البرية ودرجة مركزيتها في محافظة الخليل. *مجلة الجامعة الإسلامية (سلسلة الدراسات الإنسانية)*، 18(1)، 225-245.

التخاينة، وجدان مراد. (2005م). *مشكلة الأزمة المرورية في مدينة الكرك: دراسة جغرافية ميدانية* (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

خزعل، خضير. (1989م). التوزيع المكاني للصناعة في محافظة ديالى. *مجلة البحوث الجغرافية*.ع(58)، 736-764.

الخشمان، أحمد. (2013م). جغرافية النقل (منظور جغرافي وتحليلي). عمان: دار وائل للنشر.

خير، صفوح. (1990م). البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه. الرياض: دار المريخ.

دائرة الإحصاءات العامة الأردنية. (2015م). *بيانات غير منشورة*. عمان.

أبو راضي، فتحي. (1991م). التوزيعات المكانية (دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي). القاهرة: دار المعرفة الجامعية.

الزعبي، إبراهيم. (2009م). *المدن الصغيرة في محافظة اربد: الأوزان السكانية والوظائف الحضرية* (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الأردنية، عمان ، الأردن.

شبات، أحمد. (2011م). *شبكة النقل البري في مدينة غزه (دراسة في جغرافية النقل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية* (رسالة ماجستير غير منشوره). الجامعة الإسلامية، غزه.

طاران، عايد، وزياد مخامرة. (2015م). التحليل الكمي لشبكة الطرق في محافظة المفرق. *مجلة دراسات (العلوم الإنسانية والاجتماعية)*، 42(16)، 204-2035.

الطرزي، عبد الله. (1999م). شبكة طرق النقل في منطقة الباطنة بسلطنة عمان "دراسة جغرافية في التحليل الكمي". *مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية*، ع(92)، 45-65.

عبده، سعيد أحمد. (1989م). أصول جغرافية النقل- دراسة كمية وتطبيقية. القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية.

عوادة، غرود. (2007م). *مقياس سهولة الوصول إلى الخدمات العامة في المدن الفلسطينية (حالة دراسية مدينة نابلس)* (رسالة ماجستير غير

منشورة). جامعة النجاح الوطنية، فلسطين.

الفقيه، نجاة حسن. (1999م). *الدور الوظيفي لشبكة النقل الحضري في مدينة صنعاء* (أطروحة دكتوراه غير منشورة). جامعة بغداد، العراق.

محمد، عصام. (2007م). التحليل الكمي للطرق المرصوفة في محافظة سوهاج بجمهورية مصر العربية. *مجلة العلوم الاجتماعية*. 35(2)، 42-65.

الهيتي، محمد يوسف. (1989م). *مدينة بعقوبة دراسة لتركيبها الداخلي والوظيفي*. (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية التربية – ابن رشد، جامعة بغداد.

المراجع الأجنبية

Alterkawi, M, (2001), Application of GIS in Transportation Planning The Case of Riyadh, the Kingdom of Saudi Arabia, *GBER*, 1(2), 38-46.

Khashman, A, (1994), An Analysis of Jordan's Road Network Structure and its Regional Variability, *Journal of Dirasat*, 22(3), 125-145.

Patarasuk, R, (2013), Road Network Connectivity and Land-cover Dynamics in Lop Buri province, Thailand, *Journal of Transport Geography,* (28), 111-123.

Peter. D, (1975), Data Description and presentation "Science in Geography", Oxford.

Sarkar, D, (2013), Structural Analysis of Existing Road Networks of Cooch Behar District, West Bengal, India, *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management* . 6(1)74-81.

Sola, O, (2011), Spatial Structure of Road Infrastructure in Ekiti State, Nigeria, *Advances in Natural Science*, 4(2), 138-142.

قائمة الملاحق

ملحق (1)

مصفوفة سهولة الوصول حسب عدد الوصلات بين العقد (قرينة شمبل)

المحطات	اربد	بشرى	سال	الرمثا	حوارة	الطره	الشجرة	المريج	الحصن	العيمة	ايدون	المزار الشمالي	حكما
اربد	-	1	2	3	2	4	5	1	2	3	1	2	1
بشرى	1	-	1	2	2	3	4	2	3	4	2	3	2
سال	2	1	-	1	2	2	3	2	3	4	3	4	3
الرمثا	3	2	1	-	1	1	2	1	2	3	3	3	4
حوارة	2	1	1	1	-	2	3	1	2	3	3	3	3
الطره	4	3	2	1	2	-	1	2	3	4	4	4	4
الشجرة	5	4	3	2	3	1	-	3	4	5	5	5	5
المريج	1	2	2	1	1	2	3	-	2	2	2	2	2
الحصن	2	3	3	2	2	3	4	1	-	1	1	1	3
العيمة	3	4	4	3	3	4	5	2	1	-	2	2	4
ايدون	1	2	3	3	3	4	5	2	1	2	-	1	2
المزار الشمالي	2	3	4	3	3	4	5	2	1	2	1	-	3
حكما	1	2	3	4	3	5	6	2	3	4	3	2	-
بيت راس	1	2	3	4	3	5	6	2	3	4	3	2	1
كفر يوبا	1	2	3	4	3	4	6	3	2	3	2	2	2
بيت يافا	2	3	4	5	4	5	7	2	1	2	3	1	3
عبلة	3	4	5	4	4	5	6	3	2	3	2	1	4
كفر سوم	2	3	4	5	4	6	7	3	4	5	3	4	1
ملكا	1	2	3	4	3	5	6	2	3	4	2	3	2
كفر اسد	2	3	4	5	4	6	7	3	3	4	3	3	3
صما	3	4	5	6	5	6	8	4	4	5	4	3	4
العلمية	4	5	6	5	4	5	6	3	3	4	3	2	4
الكلية الشمالية	3	4	5	6	5	6	8	4	4	5	4	4	4
المشتية	4	5	6	7	6	8	9	5	5	6	5	4	5
الشيخ حسين	5	6	7	8	7	9	10	6	6	7	6	5	6
ابو ابي سعيد	4	5	6	7	6	8	9	5	5	6	5	4	5
الاشرفية	5	6	7	8	7	8	9	5	6	7	6	5	6
كفر عوان	6	7	8	7	7	8	9	6	6	8	7	6	7
جديتا	7	8	9	8	8	9	10	7	7	8	8	7	8
كفر ابيل	7	8	9	8	8	9	10	7	7	8	8	7	8
المشارع	6	7	8	9	8	10	11	8	8	9	8	7	8
كريمة	7	8	9	10	9	11	12	9	8	9	8	8	8

5	4	5	4	3	4	3	2	1	2	3	2	1	1
6	5	6	5	4	4	4	3	2	3	4	3	2	2
7	6	7	6	5	5	5	4	3	4	5	4	3	3
6	5	8	7	6	4	6	5	4	5	4	5	4	4
6	5	7	6	5	4	5	4	3	4	4	4	3	3
7	6	9	8	7	5	6	6	5	6	5	5	4	5
8	7	10	9	8	6	8	7	6	7	6	7	5	6
5	4	6	5	4	3	4	3	2	3	3	2	3	2
4	3	6	5	4	2	4	3	3	4	2	1	2	3
5	4	5	6	5	4	5	4	4	5	3	2	3	4
4	3	4	5	4	3	4	3	2	3	2	3	2	2
3	2	3	4	4	2	3	3	3	4	1	1	2	3
6	5	6	5	4	4	4	3	2	1	4	3	2	1
6	5	5	4	3	4	4	3	2	1	4	3	2	-
4	3	4	3	2	2	2	1	2	3	2	1	-	2
3	2	5	4	3	1	2	2	3	4	1	-	1	3
2	1	2	3	4	2	3	3	4	5	-	1	2	4
6	5	4	3	2	5	4	3	1	-	5	4	3	1
5	4	3	2	1	4	3	2	-	1	4	3	2	2
5	4	3	2	1	2	1	-	2	3	3	2	1	3
5	4	4	3	2	1	-	1	3	4	3	2	2	4
4	3	4	4	3	-	1	2	4	5	2	1	2	4
4	3	2	1	-	3	2	1	1	2	4	3	2	3
3	2	1	-	1	4	3	2	2	3	3	4	3	4
2	1	-	1	2	4	4	3	3	4	2	5	4	5
1	-	1	2	3	3	4	4	4	5	1	2	3	5
-	1	2	3	4	4	5	5	5	6	2	3	4	6
1	2	3	4	5	5	6	6	6	7	3	4	5	7
2	3	4	5	6	6	7	7	8	4	5	6	8	8
2	3	4	5	6	6	7	7	7	3	4	5	6	8
3	2	1	2	3	5	5	4	4	5	3	6	5	6
4	3	2	3	4	6	6	5	5	6	4	7	6	7

الزاية	قرية شمال	كريمة	المشارع	كفر اسد	جديتا	كفر حوار
3	100	7	6	7	7	6
12	118	8	7	8	8	7
21	139	9	8	9	9	8
22	141	10	9	8	8	7
15	128	9	8	8	8	7
25	166	11	10	9	9	8
29	198	12	11	10	10	9
8	107	9	8	7	7	6
6	104	8	7	6	6	5
16	129	7	6	7	7	6
4	101	6	5	6	6	5
1	94	5	4	5	5	4
14	126	8	7	8	8	7
13	121	7	6	8	8	7
2	95	6	5	6	6	5
5	103	7	6	5	5	4
3	100	4	3	4	4	3
18	131	8	5	8	8	7
7	105	5	4	7	7	6
10	111	5	4	7	7	6
17	130	6	5	7	7	6
11	117	6	5	6	6	5
12	118	4	3	6	6	5
16	129	3	2	5	5	4
20	136	2	1	4	4	3
9	110	3	2	3	3	2
19	134	4	3	2	2	1
23	160	5	4	1	1	-
26	189	6	5	2	-	1
27	190	6	5	-	2	1
24	165	1	-	5	5	4
28	195	-	1	6	6	5

ملحق (2)

مصفوفة سهولة الوصول حسب عدد الوصلات بين العقد (الرقم المتصل)

اربد	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
بشرى	1	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
سال	2	1	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الرمثا	3	2	1	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حوارة	2	1	1	1	-	1	2	3	4	5	6	7	8
الطره	4	3	2	1	1	-	1	2	3	4	5	6	7
الشجرة	5	4	3	2	2	1	-	1	2	3	4	5	6
السريح	7	6	5	4	3	2	1	-	1	2	3	4	5
الحصن	2	1	1	2	3	3	4	5	-	1	2	3	4
الكعيبة	3	2	2	3	4	4	5	6	1	-	1	2	3
ايدون	1	2	3	4	5	5	6	7	2	1	-	1	2
المزار الشمالي	2	3	4	5	6	6	7	8	3	2	1	-	1
حكما	1	2	3	4	5	5	6	7	4	3	2	1	-
بيت راس	1	2	3	4	5	5	6	7	4	3	2	1	1
كفر يوبا	1	2	3	4	5	5	6	7	4	3	2	2	2
بيت ياقا	2	3	4	5	6	6	7	8	5	4	3	2	3
عمة	3	4	5	6	7	7	8	9	6	5	4	3	4
كفر سوم	2	3	4	5	6	6	7	8	5	4	3	3	4
مكا	1	2	3	4	5	5	6	7	4	3	3	3	3
كفر اسد	2	3	4	5	6	6	7	8	5	4	3	3	3
صما	3	4	5	6	7	7	8	9	6	5	4	3	4
العلية	4	4	5	6	7	7	8	9	6	5	4	4	4
التوبة الشمالية	3	4	5	6	7	7	8	9	6	5	4	4	4
المشتية	4	5	6	7	8	8	9	10	7	6	5	5	5
الشيخ حسن	5	6	7	8	9	9	10	11	8	7	6	6	6
دير ابي سعيد	4	5	6	7	8	8	9	10	7	6	5	5	5
الاشرفية	5	6	7	8	9	9	10	11	8	7	6	6	6
كفر عوان	6	7	8	9	10	10	11	12	9	8	7	7	7
حبتا	7	8	9	10	11	11	12	13	10	9	8	8	8
كفر اهل	7	8	9	10	11	11	12	13	10	9	8	8	8
المشارع	6	7	8	9	10	10	11	12	9	8	7	7	7
كريمة	7	8	9	10	11	11	12	13	10	9	8	8	8