http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

Received	2026/03/28	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2026/04/21	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2026/04/22	تم نشر الورقة العلمية في

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

د. محمد فرج بلعيد المقرحي

استاذ مساعد/ قسم الهندسة المدنية/ كلية العلوم والتقنية – قمينس – ليبيا
mohamedbaleid79@gmail.com

الملخص

تتناول هذه الدراسة تقييم كفاءة شبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي لعام 2024م باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، وذلك في ظل التباين الملحوظ بين معدلات التوسع العمراني المتسارع وقدرة الشبكة على تحقيق الترابط المكاني. هدفت الدراسة إلى تحليل الخصائص الكمية والطوبولوجية للشبكة وقياس مؤشرات سهولة الوصول والاتصالية باستخدام أدوات التحليل الشبكي. اعتمد البحث المنهج التحليلي الكمي، بالاستناد إلى بيانات المسح الميداني وبيانات (Open Street Map) المحدثة، مع معالجة البيانات الديموغرافية والجغرافية ببرنامج ArcGIS 10.8. شمل التحليل حساب قرائن الارتباط (ألفا، بيتا، جاما) ومصفوفات المسافات والوصلات، بالإضافة إلى تقييم أثر العوامل الجيومورفولوجية والمناخية على ديمومة الرصف. أظهرت النتائج وجود استقطاب حاد في الوصولية لصالح النطاق المركزي (بنغازي الجديدة، المركز) الذي سجل أدنى مسافة تراكمية (157.91كم)، مقابل عزلة مكانية واضحة في الأطراف (سيدي خليفة، قنفودة) التي سجلت مسافات تراكمية مرتفعة تجاوزت 352كم. كما كشفت الدراسة عن ضعف في الترابط الشامل للشبكة؛ حيث بلغت كثافة الطرق (1.21 كم/كم²)، وسجلت مؤشرات بيتا وجاما قيمًا منخفضة (0.140) تعكس نقصًا في المسارات البديلة. هندسيًا، تبين أن الشبكة تواجه تحديات هيدروليكية ومناخية تهدد سلامة الرصف نتيجة

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

تداخل مسارات الطرق مع الأودية الطبيعية، وتأثر المواد الإسفلتية بالمدى الحراري الواسع والرطوبة.

الكلمات المفتاحية :التحليل الشبكي، نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، إمكانية الوصول، الطرق بمدينة بنغازي، مؤشرات الاتصالية.

Spatial Analysis of the Network Road in Benghazi Using Geographic Information Systems (GIS) Techniques

Dr. Mohamed Faraj Baleid Al-Maqrahi

Assistant Professor/ Civil Engineering Department/Faculty of Science and Technology – Qaminis - Libya
Email: mohamedbaleid79@gmail.com

Abstract

This study evaluates the efficiency of the network road in Benghazi city for the year 2024 using Geographic Information Systems (GIS) techniques, addressing the significant disparity between rapid urban expansion and the current network's capacity to achieve spatial connectivity. The study aims to analyze the quantitative and topological characteristics of the network and measure accessibility and connectivity indicators using Network Analyst tools. The research adopts a quantitative analytical approach, utilizing field survey data and updated Open Street Map (OSM) data, processed alongside demographic and geographic data via ArcGIS 10.8. The analysis includes calculating connectivity indices (Alpha, Beta, and Gamma), distance and link matrices, and assessing the impact of geomorphological and climatic factors on pavement durability. The results revealed a sharp separation in accessibility the central district (New Benghazi and the City Center), which recorded the lowest cumulative distance (157.91 km), compared to a clear spatial isolation of the edges (Sidi Khalifa and Qanfouda), where cumulative distances exceeded 352 km.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

Furthermore, the study disclosed a weakness in the overall network integration, with a road density of 1.21 km/km² and low Beta and Gamma indices (0.140), reflecting a lack of alternative routes. Engineering-wise, it was found that the network faces hydraulic and climatic challenges threatening pavement integrity due to the intersection of road paths with natural valleys and the susceptibility of asphalt materials to a wide thermal range and high humidity.
Keywords: Network Analysis, Geographic Information Systems (GIS), Accessibility, Benghazi Network Road, Connectivity Indices.

1. المقدمة

تُعدُّ شبكات الطرق المعبدة بمثابة الشرايين الحيوية التي تضخ الحياة في جسد المدن، حيث يُنظر إليها كركيزة أساسية لا غنى عنها لتحقيق التنمية المستدامة والربط الفعال بين الأنشطة الحضرية المختلفة. وفي ظل التسارع العمراني الذي تشهده المدن الحديثة، أصبحت إدارة هذه الشبكات وتحليل كفاءتها تتطلب تجاوز الأساليب التقليدية، حيث يتم التوجه بشكل متزايد نحو استغلال الإمكانات الهائلة التي توفرها التقنيات الجيومكانية. وفي هذا السياق، تبرز نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كبيئة تحليلية متكاملة تتيح الربط بين البيانات المكانية الدقيقة والمعلومات الوصفية، مما يسمح بإجراء تحليلات معقدة لشبكات الطرق تتسم بالدقة والشمولية. وبالنظر إلى الخصوصية الجغرافية لمدينة بنغازي، يُلاحظ أنها مرت بمراحل نمو عمراني متلاحقة أدت إلى توسع كبير في نسيجها الحضري، حيث نمت المدينة وانتشر عمرانها على شاطئ المتوسط، في شكل أنصاف دوائر متتالية من الطرق والأحياء السكنية، وقد مرت مدينة بنغازي في تاريخها التخطيطي بمراحل تنظيمية وتخطيطية متعددة يمكن حصرها في خمس مراحل زمنية (مرحلة العهد العثماني الثاني، مرحلة مخطط الاحتلال الإيطالي، مرحلة مخطط دوكسيادس، مرحلة مخطط وايتنج (الجيل الأول)، مرحلة مخطط دوكسيادس (الجيل الثاني)، مرحلة مخطط الجيل الثالث)[1]. مما ترتب عليه نمو موازٍ في شبكة الطرق المعبدة لتغطية الاحتياجات المتزايدة للسكان والأنشطة الاقتصادية. ومن هنا، يُعتمد على تقنيات التحليل المكاني

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

لتقييم مدى مواءمة هذه الشبكة مع التوزيع الجغرافي للكتل العمرانية، حيث يتم قياس مؤشرات الاتصالية والوصولية لفهم الكيفية التي تترابط بها أجزاء المدينة المختلفة.

إنَّ تحليل شبكة الطرق في مدينة بنغازي لا يُنظر إليه كمجرد رصد هندسي للمسارات، بل يتم من خلاله استقراء الأنماط المكانية التي تحكم حركة المرور وتوزيع الخدمات. لذا، يُسعى من خلال هذا البحث إلى توظيف أدوات التحليل الشبكي (Network Analysis) المتقدمة لتشخيص واقع الشبكة القائمة، مع الاستناد إلى المعطيات المساحية والهندسية التي تميز المدينة. ويُعتقد أنَّ بناء قاعدة بيانات جغرافية متطورة لشبكة طرق بنغازي سيشكل حجر الزاوية في دعم اتخاذ القرار المعني بتطوير البنية التحتية ورفع كفاءة النقل الحضري بما يتماشى مع المعايير الدولية لهندسة الطرق والمساحة.

2. مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في التباين الملحوظ بين معدلات التوسع العمراني المتسارع الذي شهدته مدينة بنغازي في الآونة الأخيرة، وبين كفاءة وتوزيع شبكة الطرق المعبدة القائمة. فبالرغم من الامتداد الجغرافي للمدينة نحو الأطراف والضواحي، يُرصد وجود قصور في الترابط المكاني بين المراكز الحضرية المستحدثة والقلب التجاري للمدينة، مما يؤدي إلى تركيز الضغوط المرورية على محاور دائرية وإشعاعية محددة دون غيرها. وعلاوة على ذلك، يُلاحظ افتقار الجهات التخطيطية إلى قاعدة بيانات جغرافية موحدة ومحدثة تربط الخصائص الهندسية للطرق (كالعرض، ونوع الرصف، والقدرة الاستيعابية) بمواقعها الجغرافية الدقيقة. ويُعزى هذا القصور إلى الاعتماد المستمر على الأساليب التقليدية في التقييم، مما يحول دون إجراء تحليلات مكانية متقدمة أو تقييم مدى سهولة الوصول للخدمات الحيوية. ومن هذا المنطلق، تُطرح الإشكالية الرئيسية حول مدى فاعلية شبكة الطرق المعبدة الحالية في استيعاب المتغيرات المكانية الجديدة بمدينة بنغازي، وكيف يمكن لتقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) أن تساهم في كشف العيوب الهيكلية في التوزيع المكاني للشبكة، بما يضمن توفير حلول هندسية مبنية على معطيات رقمية دقيقة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

ويمكن بلورة مشكلة الدراسة في التساؤلات الرئيسة التالية:

1. ما هو أثر التداخل بين الخصائص الطبيعية والبشرية على الكفاءة المكانية لشبكة الطرق في مدينة بنغازي؟
2. كيف يساهم التحليل الشبكي في تقييم كفاءة نقاط الاتصال داخل مدينة بنغازي وتحديد مدى قدرتها على استيعاب الأحمال المرورية المتزايدة؟
3. ما هي الخصائص الكمية لشبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي وفقاً لواقع مخطط شبكة الطرق المعبدة 2024م من حيث الكثافة وحصة الفرد ؟
4. إلى أي مدى تترابط أجزاء الشبكة ببعضها البعض عند قياسها بمؤشرات الارتباط (ألفا، بيتا، وجاما)؟
5. ما هي مؤشرات الانعطاف والجار الأقرب ونمط توزيع العقد في شبكة طرق بنغازي، وما هي دلالات هذه النتائج في تقييم استدامة التخطيط الحضري للمدينة؟
3. إلى أي حد تعكس مصفوفات الاتصال كفاءة العقد في تحقيق أقصر المسارات، وكيف يؤثر ذلك على انسيابية الوصولية داخل مدينة بنغازي؟"

3. أهمية الدراسة

تستمد هذه الدراسة أهميتها من كونها استجابة بحثية ضرورية لمواكبة التحولات الهيكلية في البنية التحتية لمدينة بنغازي، حيث تسعى الدراسة إلى سد الفجوة البحثية فيما يتعلق بالدراسات التحليلية لشبكات النقل الحضرية باستخدام المؤشرات المتقدمة، مما يعزز من المنهجية البحثية القائمة على القياس والتحليل المكاني. ونتائج هذه الدراسة توفر لصناع القرار قاعدة بيانات تحليلية دقيقة لتقييم كفاءة الشبكة الحالية وتحديد مناطق الضعف في الاتصالية والوصولية عبر قرائن (ألفا، بيتا، وجاما)، وهو ما يساهم في توجيه خطط التطوير المستقبلي بفعالية. تبرز الأهمية التقنية للدراسة من خلال توظيف أدوات التحليل الشبكي(Network Analyst) في بيئة برنامجArcGIS10.8، واعتمادها على بيانات (Open Street Map) المفتوحة والمحدثة، مما يبرز دور التقنيات الجيومكانية في تقديم حلول علمية للمشكلات المرورية المعقدة وتطوير بنية تحتية تتسم بالترابط والتكامل والمواصفات المعيارية الحديثة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

4. أهدف الدراسة

يتمثل الهدف الرئيس لهذا البحث في إجراء تحليل مكاني شامل لشبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي وفقاً لمخطط عام 2024م لتقييم كفاءتها وخصائصها الهندسة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS). وينبثق عن هذا الهدف مجموعة من الأهداف الفرعية المتمثلة في:

1. دراسة الخصائص الطبيعية والبشرية المؤثرة على الكفاءة المكانية لشبكة الطرق في مدينة بنغازي.
2. إجراء التحليل الشبكي لشبكة الطرق في مدينة بنغازي وتحديد نقاط الاتصال داخلها.
3. قياس المؤشرات الكمية لكثافة الشبكة وحصة الفرد من أطوال الطرق، لبيان مدى التطور الاقتصادي وتوفر البنية التحتية في منطقة الدراسة.
4. قياس درجة الارتباط والاتصالية باستخدام قرائن (ألفا، بيتا، وجاما) لتحديد مدى تكامل الشبكة وقدرتها على تحقيق الترابط بين أحياء المدينة.
5. حساب مؤشر الانعطاف ومدى الاستقامة للطرق، لتحديد سهولة الوصول وسرعة الحركة عبر الشبكة. وفهم نمط التوزيع المكاني للعقد ومدى انتشارها باستخدام مؤشري الجار الأقرب وإيتا، للخروج بنتائج رقمية دقيقة تدعم التخطيط الحضري المستدام للمدينة.
6. تحليل إمكانية الوصول من خلال بناء مصفوفة الاتصال، لتشخيص كفاءة العقد في تحقيق أقصر المسارات.

5. الحدود المكانية للدراسة

تقع مدينة بنغازي بشمال شرق دولة ليبيا، على السواحل الجنوبية للبحر المتوسط، بمساحة تقدر 80234.4 هكتار، وفقا للحدود الإدارية للمدينة بمخطط الجيل الثالث، وتغطي المنطقة المحصورة بين دائرتي عرض $32^0\ 20'\ 0'', 31^0\ 55'\ 0''$ شمالا وخطي طول $19^0\ 55'\ 0''$, $20^0\ 25'\ 0''$ شرقا، كما هو موضح بالخريطة (1). تمتد مدينة بنغازي الحضرية مع الطريق الدائري الخارجي، الذي يبدأ من منطقة قنفودة، ثم يتجه إلى جزيرة دوران مصنع الإسمنت، من ثم يتجه إلى منطقتي بنينا وسيدي خليفة، وبهذا تشمل حدود المدينة المناطق التالية:

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

(قنفوذة، القوارشة، النواقية، بوعطني، الهواري، بنينا، بودزيرة، الكويفية، سيدي خليفة، بنغازي المدينة) كما هو وارد بمخطط الجيل الثالث للمدينة. حيث تبرز أهمية مدينة بنغازي في كونها تسيطر وظيفيا على التجمعات الصغيرة المجاورة لها مثل قمينس بجنوبها الغربي وسلوق في جنوبها، وتوكرة في شمالها الشرقي، والأبيار في شرقها، كما ترتبط المدينة وظيفيا مع التجمعات السكانية الأساسية في الإقليم مثل المرج والبيضاء ودرنة وطبرق في الشرق، كما لها أهمية كمركز خدمي يمتد جنوبا إلى مناطق الكفرة وجالو وأوجلة وأجخرة. تتمثل شبكة الطرق في إقليم بنغازي في الآتي:

1. **الطرق الساحلية السريعة:** تبدأ من منطقة المقرون في جنوب غرب مدينة بنغازي، وتستمر الطريق الساحلية من المدخل الشمالي للمدينة حتى منطقة توكرة.
2. **الطرق الرئيسية:**

- طريق بنغازي – الأبيار.
- طريق بنغازي – زاوية مسوس.
- طريق بنغازي – قمينس.

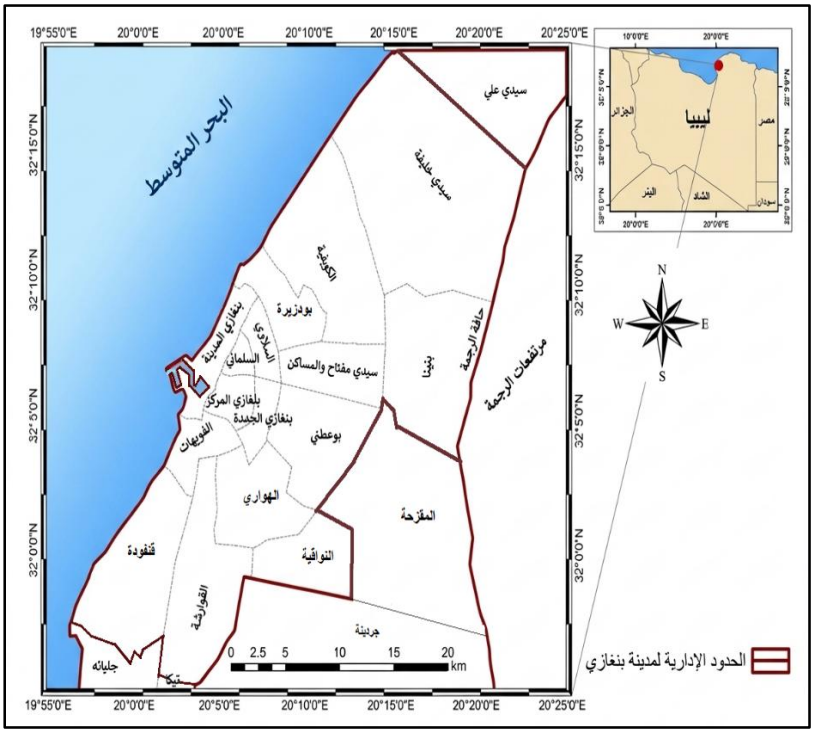
3. **الطرق ثانوية:**

- طريق دريانة – جردينة.
- طريق الأبيار – قمينس – المقرون.
- طريق سيدي خليفة – مسوس.
- الطريق الدائرية من منطقة سيدي خليفة إلى منطقة القوارشة.

كما توجد العديد من الطرق الفرعية الزراعية التي تصل إلى بعض المراكز الصناعية، وهي طرق تخدم التنمية وتسهل عمليات الحركة والانتقال بين المراكز الحضرية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06



خريطة.1. مدينة بنغازي وتقسيماتها الإدارية وفق مخطط الجيل الثالث (مصلحة التخطيط العمراني، مخطط الجيل الثالث، بتصرف من الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.8).

6. الدراسات السابقة

يعد الاطلاع على الدراسات السابقة وكل ما له علاقة بموضوع الدراسة أمرا ضروريا وخطوة نحو اثراء وتعزيز الهدف من الدراسة، والدراسات التي هدفت لدراسة شبكات الطرق والنقل بدولة ليبيا عموما ومدينة بنغازي خصوصا، حيث أعد ميلاد، 2008م، دراسة بهدف التحليل المكاني لشبكة الطرق البرية في ليبيا للفترة 1969 –إلى2006م، وقام بدراسة شبكة النقل البري بليبيا ومعرفة سرعة التطور الذي حصل به[2]. كما هدف أبومدينة، 2008م، بدراسته إلى إعداد التحليل الجغرافي لشبكة الطرق المعبدة في مدينة مرزق بدولة ليبيا[3]. وأعدت، جعودة،2014م، دراسة بخصوص الطرق الرئيسية وتأثيرها على الحركة واستعمالات الأراضي داخل مدينة بنغازي[1]. قدم بن

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

عمور،2014م، بدراسته التحليل الكمي للطرق المعبدة في منطقة الجبل الأخضر بدولة ليبيا، لتقييم الشبكة كمياً والتعامل معها للوقوف على أهم سماتها جغرافياً[4] . وقدم عثمان، 2015م، دراسة بخصوص التحليل المكاني لشبكات الطرق في منطقة المرج، حيث اعتمد بدراسته على تحليل شبكات الطرق ودراسة دورها في التنمية الاقتصادية بالمدينة[5] . أيضا أعد بوحليقة،2017م، دراسة عن شبكة الطرق في مدينة طبرق، من حيث تطوّرها وتوزيعّها وخصائصها باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية[6]. ودرس أبومدينة،2017م، التحليل الجغرافي لشبكة الطرق المعبدة في بلدية سرت، والتعرف على شبكة الطرق المعبدة وكفاءتها وعلى العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة على توزيعها الجغرافي بالمدينة[7]. بالإضافة إلى الدراسة التي أعدتها جبريل، 2019م، بخصوص التحليل الكمي لشبكة الطرق البرية في منطقة البطنان بليبيا[8].

7. منهجية الدراسة والبيانات المستخدمة

لإتمام أهداف هذه الدراسة أعتمد على المنهج التحليلي الكمي لدراسة وتحليل شبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي باستعمال سلوك تقني معاصر، من خلال بيانات يتم جمعها بواسطة المسح الميداني، والاستعانة بالبيانات المتوفرة رقميا بموقع open street maps OSM [9]، للتعرف على الخصائص العامة لشبكة الطرق المعبدة في المدينة، من حيث الطول، والتصنيف، إضافة إلى التوزيع الجغرافي للشبكة وامتدادها واتجاهاتها، وكذلك محاورها الرئيسية. التحليل المكاني لشبكة الطرق بالمدينة يعتمد على انتشار ونمط توزيع الشبكة، وتختلف أساليب التحليل المكاني تبعا لنوع الظواهر المدروسة، فهناك ما يناسب توزيع الظواهر النقطية مثل مواقع الخدمات، وهناك ما يناسب توزيع الظواهر الخطية مثل الطرق، وهناك ما يناسب توزيع الظواهر المساحية مثل المساحات وجميع الأشكال المغلقة. تمثل الطرق بعدة انماط على هيئة عقد ومتصلة ببعض بوصلات لتتكاثف لتكون خطوط رئيسية وفرعية.

تم بهذه الدراسة تحليل خصائص شبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي، باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، من أجل التعرف على واقع شبكة الطرق في المدينة من حيث مؤشرات الشبكة ومن درجه ترابطها وسهوله الوصول وكثافتها بالنسبة للمساحة والسكان، بالإضافة الى توزيعها المكاني وتصنيفها، وذلك لوضع الحلول المناسبة للمشاكل التي

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

تعاني منها الشبكة، حيث تم استخدام الادوات التي تم عرضها بجدول(1) لاحتساب خصائص شبكة الطرق المعبدة لمدينة بنغازي. وكذلك تم تبيين كفائه العقد من خلال مؤشر درجة المركزية وامكانية الوصول بين عقد الشبكة من خلال مؤشر كونيج لقياس درجة المركزية داخل الشبكة، بالتعرف على عدد الوصلات المؤدية إلى أبعد عقد عبر أقصر مسار موجود في الشبكة، والعقدة التي تحمل أقل رقم لمؤشر كوينج هي أكثر العقد مركزية في الشبكة، ويتم الحصول على بيانات هذه الطريقة من خلال تحويل وصلات الشبكة إلى مصفوفة الاتصال [10].

جدول.1. مؤشرات التحليل الشبكي للطرق المعبدة11]،[12.

رقم المعادلة	معادلة حساب المؤشر	وحدة القياس
1	كثافة الطريق= $\frac{\text{طول الطريق بالمنطقة}}{\text{مساحةالمنطقة}}$	كم/كم^2
2	حصة الفرد= $\frac{\text{طول الطريق بالمنطقة}}{\text{عددالسكان}} \times 10000$	كم/ عشرة الف نسمة
3	مؤشر الانعطاف = $\frac{\text{الطول الفعلي للطريق في الطبيعية}}{\text{الطول المستقيم للطريق}} \times 100$	%
4	مؤشر جاما = $\frac{\text{عدد الوصلات}}{(\text{عدد العقد} - 2)}$	-
5	مؤشر بيتا = $\frac{\text{عدد الوصلات}}{\text{عدد العقد}}$	-
6	مؤشر الفا= $\frac{\text{اجزاء الشبكة+ عدد العقد}-\text{عددالوصلات}}{(2\ \text{عددالعقد}-5)}$	-

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

رقم المعادلة	معادلة حساب المؤشر	وحدة القياس
7	مؤشر صلة الجوار = 2 (المسافة الحقيقية بين العقد × $(\frac{\text{عدد العقد بالشبكة}}{\text{مساحة منطقة الدراسة}})^2$	-
8	مؤشر ايتا=$\frac{\text{طول الشبكة}}{\text{عددالوصلات}}$	م/عقده

تحليل شبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي، تم بواسطة برنامج ArcGIS10.8 عن طريق صندوق الادواتArc Toolbox كتالي[13]:

- تحميل مخطط شبكة الطرق بالمدينة من موقع OSM وهو ملف بصيغة Shape file.
- باستخدام Arc Catalog ننشئ Geodatabase ومن الجزء الخاصpersonal ، ومن النافذة الخاصة بتسمية قاعدة البيانات يتم اختيار المرجع الجغرافي.
- ننشئ Feauter dataset ، وFeauter class ثم نختار المرجع ونختار النوعline، وننشئ shapefiel ثم نختار البيانات المراد ادخالها.
- نختار elevison using بوجود نموذج ارتفاعات الرقمي داخل الطبقة، ثم نختار NetWork Dataset لتظهر عملية الإعداد، لوضع نقاط التوقف عند بداية ونهاية الطريق المنشئ.

تنوعت البيانات المستخدمة في هذه الدراسة ما بين بيانات كمية ونوعية، حيث تمثلت البيانات في:

- مخطط حديث لمدينة بنغازي من موقع Open Street Map (OSM) حيث أن الموقع عبارة عن قاعدة بيانات خرائط رقمية للعالم، يتم إنشائها وتحريرها بجهود جماعية، ويتم تمويلها بواسطة جمعية OSM الغير ربحية Open Street Map Foundation ، فتم معالجة الصور الفضائية لموقع الدراسة للحصول مخططات تخص الطرق والمباني

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

والمرافق العامة بصيغة shape file تتبع نظام الاحداثيات UTM والارجاع الجغرافي الوطني2006Libyan Geodetic Datum، Zone 34N ، ذلك بالاستعانة ببرنامج ArcGIS10.8 .

- بيانات عن الخصائص الديموغرافية للسكان بمدينة بنغازي من خلال بيانات النتائج النهائية للتعدادات العامة للسكان بالمدينة للسنوات والسجلات الحيوية للسكان .
- معلومات معتمدة على الملاحظة ومراقبة لمشاكل الطرق بالمدينة عن طريق الزيارات الميدانية لشبكة الطرق بالأخص ذات الاختناق المروري أو التي تتعرض بكثرة للفيضانات.

8. نتائج الدراسة

1.8 الخصائص الطبيعية والبشرية المؤثرة على الكفاءة المكانية لشبكة الطرق في مدينة بنغازي

تُعد كفاءة شبكة الطرق بمدينة بنغازي نتاجاً مباشراً للتداخل بين محددات البيئة الطبيعية ومتطلبات التوسع البشري. فمن الناحية الهندسيّة، تفرض الخصائص الطبوغرافية والمناخية للمدينة قيوداً تشغيلية تؤثر على جودة الرصف وانسيابية الحركة، بينما يفرض النمو السكاني غير المتوازن ضغوطاً إضافية على سعة الشبكة. وفيما يلي استعراض لأبرز النتائج المتعلقة بهذه العوامل وأثرها على الكفاءة المكانية:

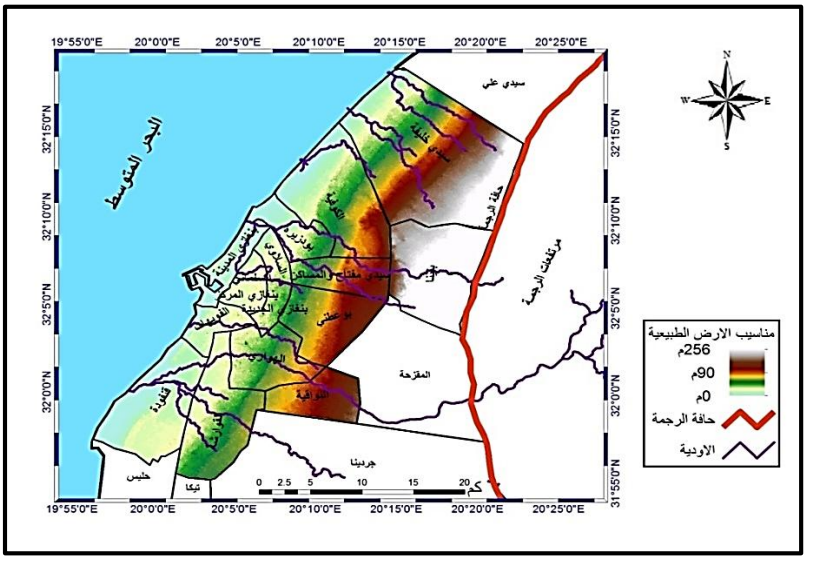
1.1.8 الخصائص الطبيعية لمدينة بنغازي

يحد مدينة بنغازي شرقا حافة الرجمة وتقطعها أودية كثيرة مكونة أحواض تصريف تصب مياهها مباشرة على حدودها الشرقية والجنوبية، ومنها ما تفيض مياهه قبل أن يصل إلى الطريق البري من بنغازي إلى توكرة، ومنها ما يستمر حتى أن يقطع المدينة وصولا للبحر المتوسط مثل وادي القطارة وأودية أخرى اندثرت جراء الزحف العمراني بالمدينة، ولكن بقت كمسارات للمياه تشقها مسببة مناطق غمر من الفيضانات والسيول، حيث تتدرج مناسيب الأرض الطبيعية بالمدينة من 256م إلى 0م، بسبب كونها مدينة سهلية وساحلية، وتتدرج المناسيب بانحدار باتجاه البحر، مما يدل عموما بأن سطح الأرض منبسط ومنحدر كما هو موضح بالخريطة(2).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06



خريطة.2. مظاهر السطح لمدينة بنغازي (من إعداد الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.8 اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي بمنطقة الدراسة)[14].

بالإضافة الى ما سبق، تتميز مدينة بنغازي بطقس يتبع مناخ البحر المتوسط شمالا نظراً لموقعها على ساحله، وشبه صحراوي جنوبا لقربها عن سلسلة الهضاب العالية، وعن الصحراء الكبرى. جدول(2) يعرض الخصائص الاحصائية للبيانات المناخية لمدينة بنغازي بناء على بيانات محطة الأرصاد الجوية ببنينا للفترة الزمنية من1977 إلى2022م[15].

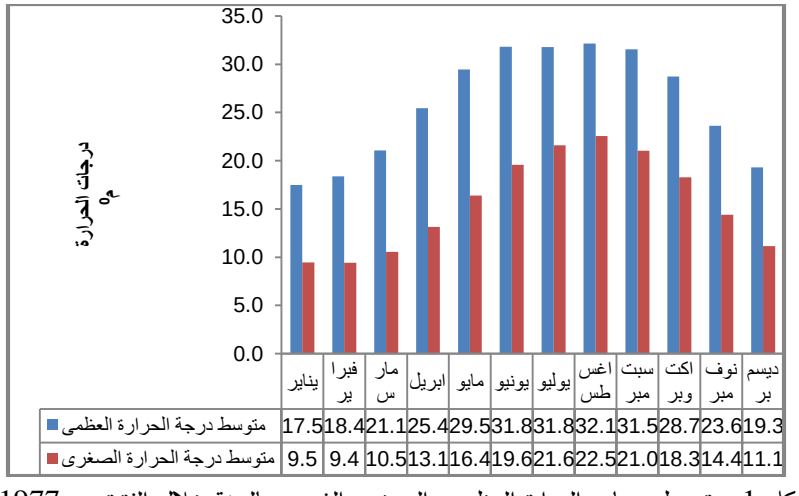
جدول.2.الخصائص الإحصائية للبيانات المناخية بمدينة بنغازي للفترة من1977م إلى2022م بمحطة بنينا للأرصاد الجوية[15].

الخاصية	متوسط درجات الحرارة العظمى م°	متوسط درجات الحرارة الصغرى م°	متوسط الرطوبة النسبية %	المجموع الشهري لتساقطات للأمطار مم	متوسط سرعة الرياح عقده
أقصى قيمة	37.1	24.7	82.0	548.43	36.0
أقل قيمة	13.3	7.3	40.0	36.91	2.8
المتوسط	25.9	15.6	66.2	248.92	16.2

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

متوسط درجة الحرارة القصوى 25.9م° بمدينة بنغازي، بينما متوسط درجة الحرارة الصغرى 15.6م° (شكل(1))، مما يدل على أن مدينة بنغازي تتمتع بواجهة بحرية كبيرة، فإن نسيم البر والبحر يعملان على التقليل من حدة برودة شتاء المدينة، كذلك يعملان على تلطيف درجة الحرارة في فصل الصيف. تتعرض مدينة بنغازي إلى الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية، حيث يصل المتوسط السنوي لسرعة الرياح16.2عقدة. وهذا يعني أنها تقع في نطاق الرياح المعتدلة نسبيا، أما الرياح الصحراوية المحملة بالأتربة التي تهب من الجنوب تعرف برياح" القبلي"، وغالبا ما تهب في أواخر فصل الربيع وأوائل فصل الصيف، ويعتبر فصل الخريف هو من الفصول التي تحدث فيها العواصف الترابية أيضا (شكل(2)). ويلاحظ أن متوسط المجموع الشهري بالسنة لهطول الأمطار248.92 مم، وتهطل بين شهري أكتوبر ومارس (شكل(3)). الرطوبة النسبية بمدينة بنغازي تصل إلى أقصى حد لها 82.0 %، نظراً لانخفاض درجة الحرارة بفصل الشتاء، وبقلة هطول الأمطار تنخفض معدلات الرطوبة النسبية في فصل الصيف (شكل(4)).

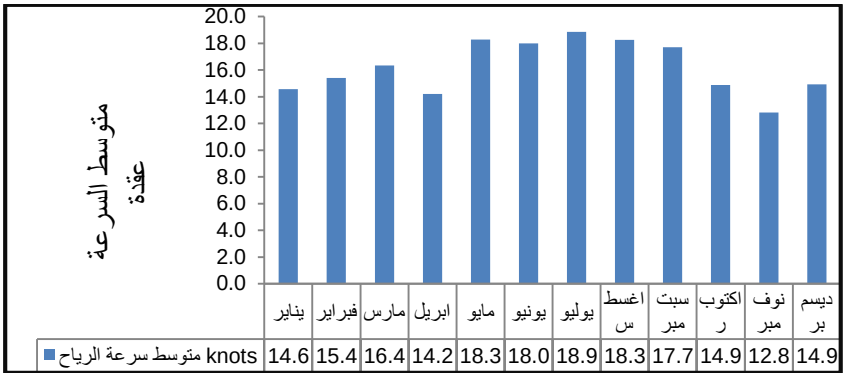


شكل.1. متوسط درجات الحرارة العظمى والصغرى الشهري بالسنة خلال الفترة من 1977م إلى 2022م بمدينة بنغازي[15].

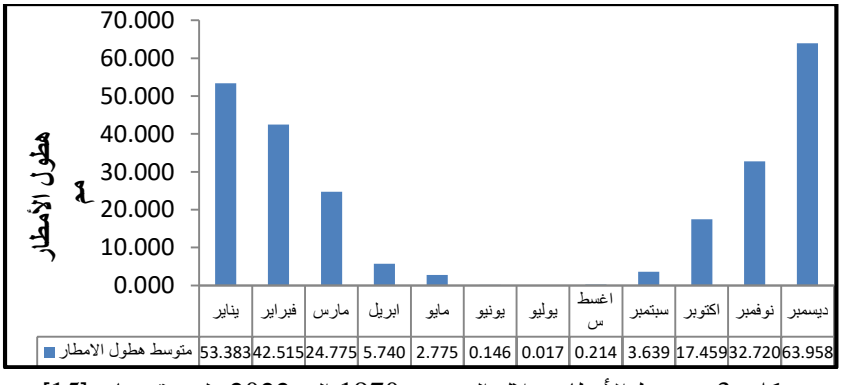
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

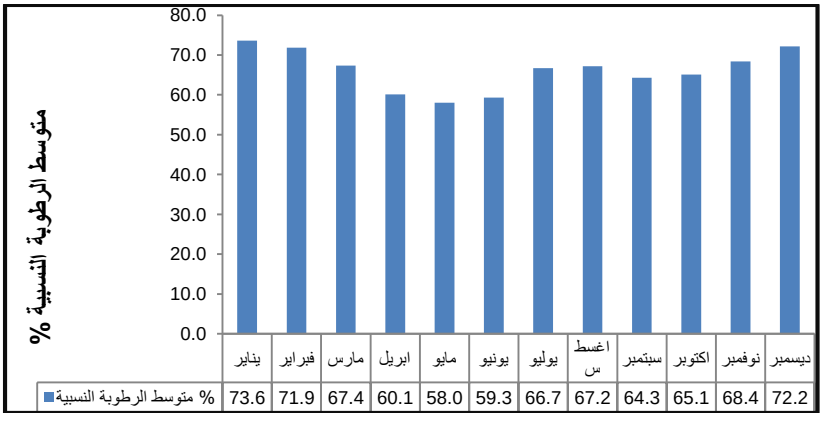
http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06



شكل.2. متوسط سرعة الرياح بالشهر خلال الفترة 1977م إلى 2022م بمدينة بنغازي[15].



شكل. 3. متوسط الأمطار خلال الفترة من 1970 إلى 2022م لمدينة بنغازي[15].



شكل. 4. متوسط الرطوبة النسبية بالشهر خلال الفترة من 1977 إلى 2022م لمدينة بنغازي[15] .

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

2.1.8 الخصائص البشرية لمدينة بنغازي

يمثل التعداد السكاني أحد الركائز الأساسية في فهم بنية المدن وتخطيطها العمراني. وتعد مدينة بنغازي نموذجًا حضريًا مهمًا يعكس تحولات سكانية كبيرة خلال العقود الأخيرة، خاصة في ظل التغيرات التي شهدتها البلاد. يؤثر حجم السكان بمدينة بنغازي والكثافة السكانية على شبكة المواصلات والحركة بالمدينة، وانتشار العمران، إذ بازدياد عدد السكان يزيد حجم الطلب على النقل والإسكان، حيث يقطن مدينة بنغازي ما يزيد عن 40% من سكان إقليم بنغازي وذلك وفق آخر حصر نشر من قبل مركز التوثيق والمعلومات بالتقرير الوطني السادس للتنمية البشرية، 2022م. البيانات السكانية عن المدينة أصبحت تتفاوت بين المصادر الرسمية والتقديرية. أجرت مصلحة الإحصاء والتعداد الليبية عدة تعدادات رسمية شاملة خلال العقود الماضية، كان آخرها عام 2006م[16]. وتضمنت هذه التعدادات مدينة بنغازي بحدودها الإدارية الكاملة، والتي تشمل الأحياء والمناطق ضمن مخطط الجيل الثالث، هذه البيانات الرسمية المنشورة الأكثر دقة لأنها نُفذت ميدانيًا. أما بعد عام 2011م، توقفت التعدادات الرسمية، وبدأ الاعتماد على التقديرات مبنية على نماذج إحصائية أو دراسات من منظمات دولية. تم تقدير تعداد السكان بمناطق التقسيمات الإدارية بمدينة بنغازي لعام 2024م، باستخدام معادلة التنبؤ الجيومترية ذات الصيغة:

$$P_f = P_0 \times (1 + \frac{r\%}{100})^n \qquad (9)$$

حيث:

P_f = تعداد للسكان لسنة الهدف.

P_0 = تعداد للسكان لسنة الاساس.

$r\%$ = معدل الزيادة السنوية.

n = السنوات.

لتقدير عدد السكان لكل منطقة بمدينة بنغازي لعام 2024م تم الانطلاق للتنبؤ من بيانات سنة الأساس 2006م والتي بلغ فيها التعداد السكاني للمدينة حوالي 640807 نسمة (جدول(3))، المتوفرة بمصلحة الإحصاء والتعداد–ليبيا، كونها تمثل مرجعية رقمية

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

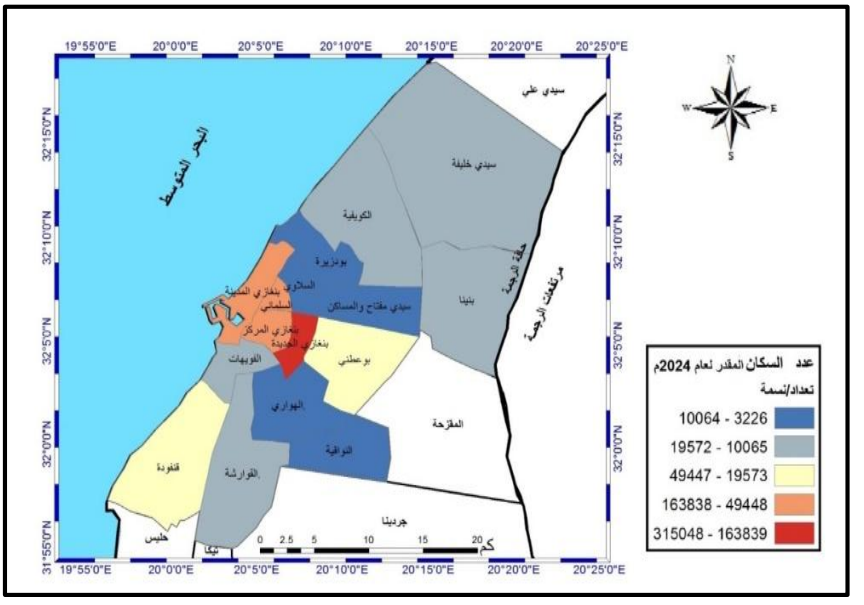
دقيقة، وتم استخدام متوسط معدل نمو سكاني سنوي قدره 2.06%، بناءً على ما ورد في الملف الحضري لمدينة بنغازي الصادر عن برنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (UN–Habitat) بالتعاون مع وزارة التخطيط الليبية سنة 2022م. لإعداد خريطة التوزيع المكاني للسكان حسب التقسيمات الإدارية المعتمدة في المدينة لعام2024م، وذلك باستخدام برنامج ArcGIS 10.8(خريطة(3)).

جدول.3. تعداد السكان بمدينة بنغازي حسب المناطق وفق التعداد لعام2006م [16] وتقدير لعام2024م(من إعداد الباحث باستخدام معادلة9).

المنطقة	عددالسكان2006م نسمة حصر	عددالسكان2024م نسمة تقديرات
بنغازي المركز.	86927	125474
بنغازي المدينة.	113505	163838
السلماني.	89090	128596
الفويهات.	12386	17879
السلاوي.	2235	3226
بنغازي الجديدة.	218261	315048
بوعطني.	34256	49447
سيدي خليفة.	10551	15230
الكويفية.	10666	15396
الهواري.	3416	4931
النواقية.	4180	6034
القوارشة.	13559	19572
بنينا.	10760	15531
بوديزيرة.	6972	10064
المساكن.	3883	5605
قنفوده	20160	29100
المجموع	640807	924969

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06



خريطة.3. توزيع عدد السكان بمدينة بنغازي حسب تقديرات عام2024م (من إعداد الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.8 استنادا على بيانات جدول(3)).

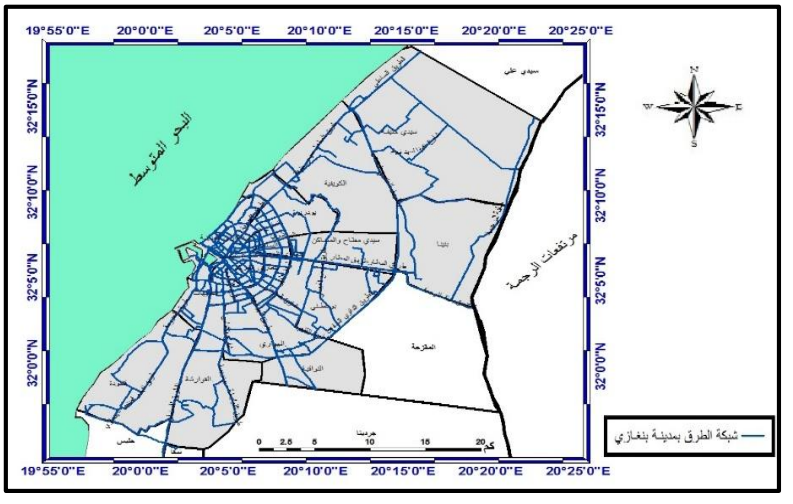
2.8 التحليل الشبكي لتحديد نقاط الاتصال داخل شبكة الطرق بمدينة بنغازي

لإتمام التحليل الشبكي للطرق بمدينة بنغازي، تم تحويل الشبكة التي تم تحميلها من موقع OSM إلى شبكة طوبولوجية بواسطة برنامج ArcGIS 10.8، كأولى خطوات التحليل(خريطة(4)). يعتمد رسم الشبكة الطوبولوجية للطرق على اختيار نقاط البداية والنهاية للوصلات، حيث تم الاعتماد على العقد في تحديد هذه النقاط. إذ تمثل العقد أماكن تقاطع الطرق، مما يسمح ببناء نموذج دقيق لشبكة الطرق في المدينة. بالاعتماد على الإرجاع الجغرافي للملفات التي تم تحميلها من موقع OSM بما يتوافق مع ملف شبكة الطرق Zone 34N،Libyan Geodetic Datum 2006-UTM ، تم إعداد تحليل لشبكة الطرق المعبدة بمدينة بنغازي بحيث تتكون من العقد وخطوط أو وصلات مستقيمة، كما هو موضح في الخريطة (5) وعرضت النتائج بجدول (4).

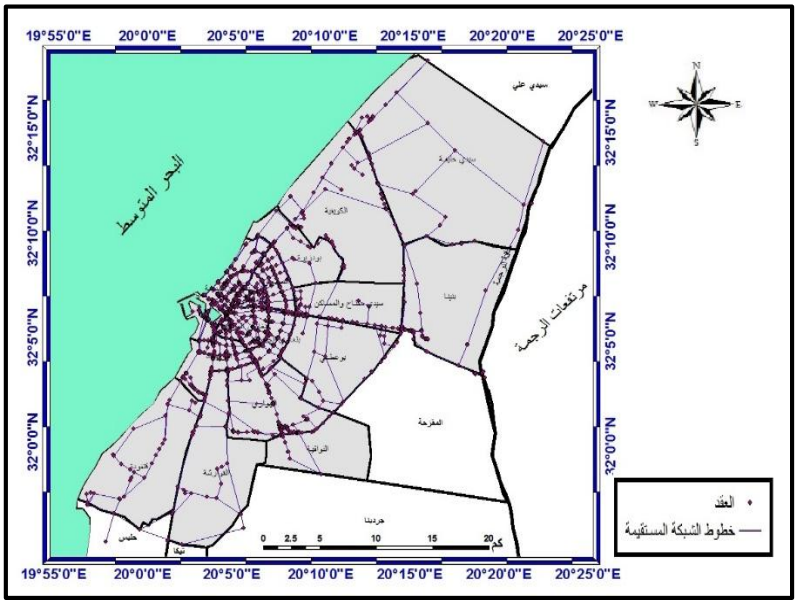
Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06



خريطة .4. شبكة الطرق الرئيسية لمدينة بنغازي(من إعداد الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.8 بناء على معالجة بيانات موقع2024 OSM للمدينة).



خريطة .5.شبكة الطرق الرئيسية لمدينة بنغازي بخطوط مستقيمة(وصلات) وعقد بعد التحليل الشبكي (من إعداد الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.8 بناء على بيانات موقع OSM 2024).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

جدول.4. نتائج التحليل الشبكي للطرق بمدينة بنغازي(من إعداد الباحث بناء على خريطة5).

المؤشر	القيمة	وحدة القياس
عدد العقد	2210	-
عدد الوصلات	309	-
مجموع الطول الحقيقي	970.735	كم
مجموع اطوال الوصلات	1009.406	كم

3.8 المؤشرات الكمية لكثافة شبكة الطرق بمدينة بنغازي وحصة الفرد.

تُقدم المؤشرات الرقمية لكثافة الطرق وحصة الفرد صورة إحصائية دقيقة لواقع الخدمة المرورية في مدينة بنغازي، حيث تعمل هذه المؤشرات كمعايير قياس لمدى التوازن بين العرض (أطوال الشبكة المعبدة) والطلب (التزايد السكاني). وبناءً على البيانات المجمعة والتحليلات الجيومكانية، تستعرض هذه الفقرة نتائج كفاءة التغطية للطرق لكل كيلومتر مربع، ومدى كفاية الأطوال القائمة في تلبية احتياجات مستخدمي الطريق وفقاً لأحدث الإحصائيات السكانية المعتمدة كما هو موضح بجدول5.

جدول.5. المؤشرات الكمية لكثافة شبكة الطرق بمدينة بنغازي وحصة الفرد (من إعداد الباحث بناء على نتائج تطبيق المعادلات بجدول(1)).

المؤشر	القيمة	وحدة القياس
تعداد السكان 2024م	**924969**	**نسمة**
مساحة المدينة	**802.344**	**كم^2**
كثافة الطريق	**1.21**	**كم/كم^2**
حصة الفرد	**10.49**	**كم / عشرة الف نسمة**

4.8 درجة الارتباط والاتصالية باستخدام قرائن (ألفا، بيتا، وجاما، وقرينة الارتباط) لشبكة الطرق بمدينة بنغازي.

بناءً على المعادلات الرياضية الموضحة مسبقاً في جدول (1)، والتي استُخدمت كإطار مرجعي لتحويل خصائص الشبكة (عقد ووصلات) إلى قيم رقمية قابلة للقياس، استخلصت الدراسة مجموعة من المؤشرات الجوهرية الموضحة في جدول (6). تُعد هذه

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

النتائج مخرجات مباشرة لعمليات التحليل الشبكي التي أُجريت في بيئة نظم المعلومات الجغرافية، وهي تعكس العلاقة الرياضية بين عدد الوصلات الفعلية والحد الأقصى للوصلات المفترضة في شبكة مثالية. حيث تعتمد مرونة الحركة المرورية داخل المدن على قوة الارتباط بين أجزاء الشبكة وتعدد الخيارات المتاحة للمستخدمين؛ وهو ما يتم قياسه كمياً عبر مؤشرات ألفا، بيتا، وجاما، وتعكس هذه المؤشرات في مدينة بنغازي مدى قدرة الشبكة على التعامل مع الازدحام وتوفير حلقات ربط مغلقة تضمن انسيابية التنقل بين الأحياء المختلفة.

جدول.6. القرائن ألفا، بيتا، وجاما، لشبكة الطرق بمدينة بنغازي (من إعداد الباحث بناء على نتائج تطبيق المعادلات بجدول(1)).

المؤشر	القيمة	وحدة القياس
مؤشر جاما	0.140	-
مؤشر بيتا	0.140	-
مؤشر الفا	0.43	-

5.8 مؤشر الانعطاف والجار الأقرب وإيتا لشبكة الطرق بمدينة بنغازي.

بهذا الجزء من الدراسة من قياس حجم الشبكة واتصاليتها إلى تقييم جودة "المسارات" ونمط "التوزيع الجغرافي" للعقد، وهو بُعد جوهري لتحديد مدى استقامة الطرق وسهولة الحركة داخل النسيج الحضري لمدينة بنغازي. ولتحقيق ذلك، تم الاعتماد على حزمة المعادلات الموضحة في جدول(1)، لاسيما مؤشر الانعطاف الذي يقيس مدى الانحراف عن المسارات المستقيمة، ومؤشر الجار الأقرب الذي يحدد طبيعة انتشار العقد عشوائياً أو منتظماً. وتأتي النتائج المدرجة في جدول(7) كمخرجات نهائية لتطبيق هذه الخوارزميات التحليلية باستخدام تقنيات التحليل الشبكي، حيث توضح هذه المؤشرات مدى فاعلية المسارات الحالية في تقليل زمن الرحلة ورفع كفاءة الوصولية. ومن خلال الربط بين القيمة المحسوبة لمؤشر إيتا الذي يمثل متوسط طول الوصلة، وبين نمط توزيع العقد، يمكننا رسم صورة متكاملة لمدى استدامة التخطيط الطرقي في المدينة وقدرته على مواكبة التوسع العمراني.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

جدول.7. مؤشر الانعطاف والجار الأقرب وإيتا لشبكة الطرق بمدينة بنغازي (من إعداد الباحث بناء على نتائج تطبيق المعادلات بجدول(1)).

المؤشر	القيمة	وحدة القياس
مؤشر الانعطاف	96.17	%
مؤشر صلة الجوار	14729.70	-
مؤشر ايتا	439.24	م/عقدة

6.8 مصفوفة امكانية الوصول بين مناطق مدينة بنغازي حسب عدد الوصلات والمسافة بينها

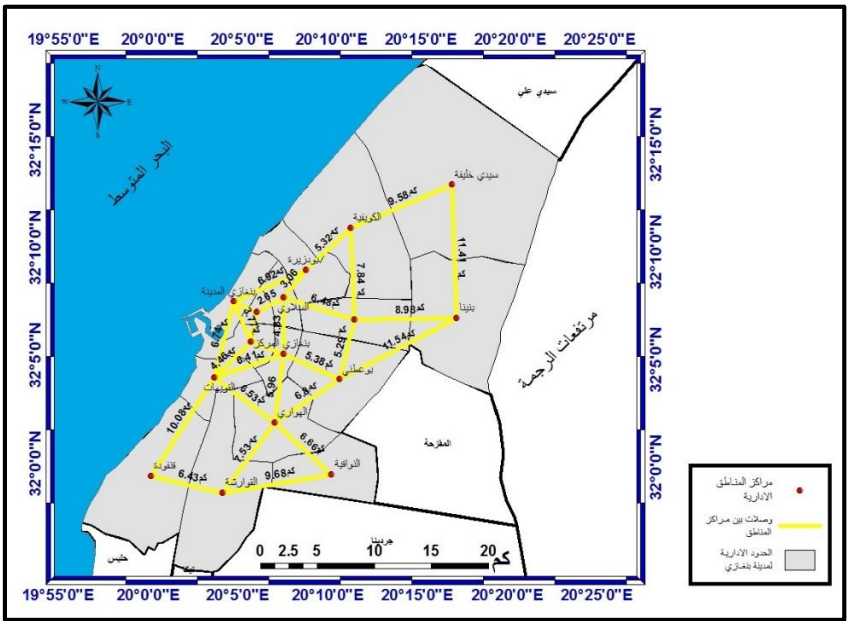
يُنظر إلى إمكانية الوصول بوصفها المعيار الجوهري لتقييم الكفاءة الوظيفية لشبكات الطرق الحضرية، حيث يتم من خلالها قياس مدى سهولة وانسيابية الانتقال من نقاط الأصل إلى وجهات محددة داخل النسيج العمراني لمدينة بنغازي. مؤشر الوصولية المستند إلى عدد الوصلات والعقد، يتم من خلال حساب عدد الوصلات الفاصلة بين كل عقدة وبقية أجزاء الشبكة؛ إذ تُعدُّ العقدة التي تتصل بالآخرين عبر أقل عدد من الوصلات (أو بشكل مباشر) هي الأسهل وصولاً والأكثر حيوية في المخطط الإداري للمدينة. أما مؤشر الوصولية المكاني حسب المسافات الفعلية يُحسب من البعد المكاني بين كل عقدة وأخرى، حيث تُصنف العقد ذات مجموع المسافات الأصغر تجاه بقية الشبكة على أنها الأكثر إمكانية في الوصول، بينما تُمثل المسافات الكبيرة عوائق مكانية تقلل من كفاءة الربط.

جدول(8)، يعرض مصفوفة إمكانية الوصول حسب "عدد الوصلات" الفاصلة بين كل منطقتين، وهو مؤشر يعكس مدى تعقيد المسار وعدد التقاطعات التي تؤثر على انسيابية الحركة. وجدول(9)، الذي يعرض مصفوفة إمكانية الوصول حسب "المسافة الفعلية" (بالكيلومتر)، لتشخيص كفاءة العقد في تحقيق أقصر المسارات الجغرافية الممكنة. والنتائج الرقمية في الجدولين 8 و9 تتيح فهم الهيكل الحقيقي للوصولية في مدينة بنغازي، وتحديد المناطق التي تعاني من "عزلة مكانية" رغم قربها الجغرافي، أو تلك التي تمتاز بـ "مركزية عالية" تمنحها أفضلية في سرعة الوصول.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06



خريطة .6.شبكة الوصلات بين مناطق الادارية لمدينة بنغازي وصلات وعقد (من إعداد الباحث باستخدام برنامج ArcGIS10.8 بناء على بيانات موقع2024 OSM).

جدول.8. مصفوفة امكانية الوصول بين مناطق مدينة بنغازي حسب عدد الوصلات(من إعداد الباحث بناء على خريطة 6).

	بنغازي المركز.	بنغازي المدينة.	السلماني.	الفويهات.	السلاوي.	بوعطني.	بنغازي الجديدة.	سيدي خليفة.	الكويفية.	اليواري.	الدراقية.	القوارشة.	بنينا.	بودنيرة.	المساكن.	قنفوده	المجموع
بنغازي المركز.	0	1	1	1	0	2	1	5	4	3	4	0	3	3	0	2	30
بنغازي المدينة.	1	0	1	1	1	3	2	3	2	4	6	4	4	1	4	2	39
السلماني	1	1	0	2	1	4	2	5	3	4	4	4	4	2	2	3	42
الفويهات	1	1	2	0	3	2	1	4	4	1	2	2	4	4	3	1	35
السلاوي	0	1	1	3	0	1	2	3	2	2	4	4	2	1	1	3	30
بنغازي الجديدة.	1	2	1	1	1	0	1	4	3	1	2	2	2	3	1	2	27
بوعطني	2	3	4	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	4	2	3	33

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

	بنغازي المركز	بنغازي المدينة	السلماني.	الفويهات.	السلاوي.	بنغازي	بو عطني.	سيدي خليفة.	الكويفية.	الهواري.	النواقية.	القوارشة.	بنينا.	بوديزيرة.	المساكن.	قنفوده	المجموع
سيدي خليفة.	5	3	5	4	3	4	2	0	1	4	4	5	1	2	2	6	51
الكويفية.	4	2	3	4	2	3	1	1	0	4	1	4	2	1	1	4	38
الهواري	3	4	4	1	2	1	4	4	1	0	1	1	2	3	2	2	35
النواقية.	4	6	4	2	4	2	2	4	2	1	0	1	4	5	3	2	45
القوارشة.	0	4	4	2	4	2	2	5	4	1	1	0	4	5	3	1	42
بنينا.	3	4	4	4	2	2	1	1	2	2	4	4	0	3	1	5	42
بوديزيرة.	3	1	2	4	1	3	4	2	3	5	5	5	3	0	3	5	45
المساكن.	0	4	2	3	1	1	2	2	1	2	3	3	1	3	0	4	32
قنفوده	2	2	3	1	3	2	6	4	2	2	1	1	5	5	4	0	45

جدول.9. مصفوفة امكانية الوصول بشبكة مناطق مدينة بنغازي حسب المسافة (من إعداد الباحث بناء على خريطة 6).

	بنغازي المركز.	بنغازي المدينة.	السلماني.	الفويهات.	السلاوي.	بنغازي الجديدة.	بو عطني.	سيدي خليفة.	الكويفية.	الهواري.	النواقية.	القوارشة.	بنينا.	بوديزيرة.	المساكن.	قنفوده	المجموع كم
بنغازي المركز.	0	3.77	2.61	4.46	5.26	3.03	8.41	23.22	13.68	8.99	15.65	18.52	19.95	8.32	11.74	14.54	162.15
بنغازي المدينة.	3.77	0	2.23	6.74	4.88	3.77	12.18	21.82	12.24	12.78	19.44	20.8	20.34	6.92	11.36	16.82	176.09
السلماني.	2.61	2.23	0	7.07	2.65	5.64	11.02	20.61	7.97	11.62	18.28	19.4	18.11	5.71	9.13	17.15	159.2

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

التحليل المكاني لشبكة الطرق بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

306.7	195.78	194.96	297.2	300.62	269.82	185.04	244.7	352.44	181.99	157.9	165.62	188.77	306.7	195.78	194.96	297.2	300.62	269.82
0	26.05	23.74	32.3	6.43	16.11	13.96	33.89	38.64	20.76	16.49	19.8	10.08	0	26.05	23.74	32.3	6.43	16.11
26.05	0	10.08	11.45	19.62	18.75	12.09	7.84	17.42	5.29	10.67	6.48	17.72	26.05	0	10.08	11.45	19.62	18.75
23.74	10.08	0	26.31	21.4	20.53	13.85	5.32	14.9	13.27	7.89	3.06	13.66	23.74	10.08	0	26.31	21.4	20.53
32.3	11.54	26.31	0	25.87	25	18.34	20.99	11.41	11.54	16.92	15.46	23.33	32.3	11.54	26.31	0	25.87	25
6.43	19.62	21.4	25.87	0	9.68	7.53	27.46	46.09	14.33	22.3	27.13	14.06	6.43	19.62	21.4	25.87	0	9.68
16.11	18.75	20.53	25	9.68	0	6.66	26.59	36.41	13.46	12.62	17.45	13.19	16.11	18.75	20.53	25	9.68	0
13.96	12.09	13.85	18.34	7.53	6.66	0	19.39	29.75	6.8	5.96	10.79	6.53	13.96	12.09	13.85	18.34	7.53	6.66
33.89	7.84	5.32	20.99	27.46	26.59	19.39	0	9.58	13.13	22.79	8.38	15.45	33.89	7.84	5.32	20.99	27.46	26.59
38.64	17.42	14.9	11.4	46.09	36.41	29.75	9.58	0	22.86	13.21	17.96	28.56	38.64	17.42	14.9	11.4	46.09	36.41
20.76	5.29	13.27	11.5	14.33	13.46	6.8	13.13	22.86	0	5.38	11.77	11.79	20.76	5.29	13.27	11.5	14.33	13.46
16.49	10.67	7.89	16.92	22.3	12.62	5.96	22.79	13.21	5.38	0	4.83	6.41	16.49	10.67	7.89	16.92	22.3	12.62
19.8	6.48	3.06	15.46	27.13	17.45	10.79	8.38	17.96	11.77	4.83	0	9.72	19.8	6.48	3.06	15.46	27.13	17.45
10.08	17.72	13.66	23.33	14.06	13.19	6.53	15.45	28.56	11.79	6.41	9.72	0	10.08	17.72	13.66	23.33	14.06	13.19
17.15	9.13	5.71	18.11	19.4	18.28	11.62	7.97	20.61	11.02	5.64	2.65	7.07	17.15	9.13	5.71	18.11	19.4	18.28
16.82	11.36	6.92	20.34	20.8	19.44	12.78	12.24	21.82	12.18	3.77	4.88	6.74	16.82	11.36	6.92	20.34	20.8	19.44
14.54	11.74	8.32	19.95	18.52	15.65	8.99	13.68	23.22	8.41	3.03	5.26	4.46	14.54	11.74	8.32	19.95	18.52	15.65
ڤقفوده	المساكن.	بوديزيرة.	بنينا.	القوارشة.	النواقية.	الهواري	الكويفية.	سيدي خليفة.	بو عطني	بنغازي	المسلاوي.	الفويهات.	ڤقفوده	المساكن.	بوديزيرة.	بنينا.	القوارشة.	النواقية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

9. مناقشة النتائج

بناءً على نتائج التحليل الكمي والطوبولوجي التي تم استخلاصها عبر أدوات التحليل الشبكي(Network Analyst) ، نلاحظ التالي:

- شَكل التدرج في مناسيب الأرض من عند حافة الرجمة وصولاً إلى مستوى سطح البحر(خريطة2) عاملاً حاسماً في تحديد مسارات الطرق واتجاهات تصريف مياه الأمطار. فإنَّ شبكة الطرق تعمل في كثير من الأحيان كعوائق عرضية لمسارات الأودية الطبيعية (مثل وادي القطارة). ويُلاحظ أنَّ اندثار بعض هذه الأودية جراء الزحف العمراني قد أدى إلى تحول مساراتها القديمة إلى بؤر غمر مائي مسببةً مناطق فيضانات وسيول تؤثر دورياً على سلامة الرصف وتؤدي إلى تآكل الطبقات السطحية للطرق.
- يؤثر متوسط درجات الحرارة العظمى الذي يصل إلى (37.1°م) والتقلبات الموسمية بين الشتاء والصيف على المواد الإسفلتية. فارتفاع درجات الحرارة صيفاً، يؤدي إلى زيادة ليونة الرابط الإسفلتي مما يرفع من احتمالية حدوث التخدد تحت الأحمال المرورية الثقيلة. وعلى العكس، فإنَّ انخفاض درجات الحرارة شتاءً يسهم في حدوث إجهادات حرارية قد تؤدي إلى تشقق الرصف. كما تُسجل الرطوبة النسبية معدلات مرتفعة تصل إلى (82%) شتاءً، وهو ما يعزز من فرص نفاذ الرطوبة إلى طبقات الأساس، مما يقلل من قدرة التحمل ويؤدي إلى هبوط في سطح الطريق. أما فيما يخص الرياح، فإنَّ المتوسط السنوي لسرعتها (16.2 عقدة) وهبوب العواصف الترابية في فصلي الربيع والخريف، تؤثر على الرؤية الأفقية وسلامة الحركة المرورية. هذا ويُمثل المجموع السنوي للأمطار (248.92مم) تحديا هندسياً لإدارة العمليات التشغيلية للشبكة وفي حال عدم كفاءة هذه الشبكات، تتحول الطرق إلى قنوات لتصريف المياه السطحية، مما يتسبب في انفصال الحبيبات وظهور الحفر الوعائية، وهو ما ينعكس سلباً على عمر الطريق الافتراضي وتكلفة صيانته الدورية (الاشكال من 1إلى4).
- حسب الخريطة(3) والنتائج التي تم عرضها بجدول(3) نلاحظ وجود تفاوت ملحوظ في النمو السكاني بين الاحياء والمناطق المختلفة بمدينة بنغازي، وهو ما يعكس

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

أنماط التوسع الحضري والانتشار السكاني غير المتوازن في المدينة . فقد ارتفع العدد الإجمالي للسكان من 640،807 نسمة في 2006م إلى 924،969 نسمة في 2024م، مما يعني زيادة مقدارها حوالي 284،000 نسمة خلال 18 عامًا.

- حصة الفرد من الطرق بلغت 10.49 كم/عشرة آلاف نسمة، ما يشير إلى أن النمو السكاني قد تجاوز قدرة شبكة الطرق على التكيف، الأمر الذي يستدعي التخطيط لتوسيع الشبكة أو تحسين كفاءتها عبر زيادة السعة أو تحسين التصميم الهندسي للمحاور القائمة. تُشير كثافة الطريق 1.21 كم/كم² إلى أن لكل كيلومتر مربع من مساحة المدينة يوجد 1.21 كم من الطرق. وهو يعكس مستوى تغطية شبكة الطرق لاحتياجات المدينة. وتعد هذه القيمة منخفضة مقارنة بالمعدل المثالي في المدن ذات الكثافة العمرانية المتوسطة، الأمر الذي يدل على محدودية الامتداد، خاصة في أطراف المدينة، مما قد يحد من سهولة الوصول ويؤثر على كفاءة الربط بين المناطق. ويشير إلى تغطية ضعيفة نسبيًا، وهو ما قد يكون مرتبطًا بالنمو الحضري غير المتوازن الذي تشهده المدينة (جدول4).
- مؤشر جاما 0.140 ومؤشر بيتا 0.140 يُعد كلا منهما من مقاييس ترابط الشبكة وتشير القيم المنخفضة إلى أن شبكة الطرق في مدينة بنغازي تعاني من ضعف في الربط الشامل بين العقد، مما يحد من كفاءة الانتقال بين أجزاء المدينة المختلفة، ويجعل بعض المسارات الرئيسية أكثر عرضة للازدحام نتيجة قلة البدائل. أما مؤشر ألفا الذي وصل إلى 0.43 وهو يقيس درجة اكتمال الشبكة من حيث وجود الحلقات المغلقة التي تزيد من مرونة التنقل. فإن القيمة المسجلة في بنغازي متوسطة، ما يعكس وجود بعض الدورات التي تعزز حركة المرور، لكنها ليست كافية لتحقيق شبكة دائرية متكاملة تغطي كامل النطاق الحضري. مما يدل على إن بعض مناطق المدينة ما تزال تعتمد على مسارات محدودة للربط، الأمر الذي قد يسبب اختناقات مرورية في حال حدوث أعطال أو ازدحام في هذه المحاور. كما تعكس هذه القيم محدودية في التنوع المكاني للمسارات، مما يضعف القدرة على امتصاص التغيرات المفاجئة في حركة المرور (جدول5).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

- مؤشر الانعطاف الذي قدر 96.17% يعكس درجة عالية من الترابط المحلي، مما يتيح للمستخدمين خيارات متعددة في اختيار المسارات، ويُحسّن من مرونة الحركة على المستوى الداخلي للأحياء. ومؤشرالجوار البالغ 14729.707 ارتفاعه يعكس كثافة جيدة للوصلات المحلية، الأمر الذي يسهم في تحسين الحركة الداخلية على مستوى الأحياء، لكنه لا يعوض عن ضعف الترابط على مستوى المدينة ككل. و مؤشر إيتا الذي قدر 439.24 م/عقدة يمثل متوسط طول الوصلة بين العقد، وتشير القيمة المرتفعة نسبيًا إلى أن المسافات بين التقاطعات كبيرة، وهو ما قد يحد من سهولة تغيير المسار للمركبات ويقلل من إتاحة العبور للمشاة(جدول6).
- تُظهر الخريطة(6) مراكز الثقل الإداري والخدمي في أحياء المدينة كعقد مكانية، بينما رُبط بينها بوصلات مستقيمة تعبر عن المسارات الرئيسية الرابطة. ويُلاحظ من خلال هذا التمثيل الجيومكاني وجود كثافة عالية في الوصلات المباشرة داخل المنطقة المركزية (بنغازي المدينة، السلماني، بنغازي الجديدة)، مما يشير إلى ارتفاع مؤشر الاتصالية في قلب المدينة الحضري. يُلاحظ من خلال تحليل المجموع الكلي لكل منطقة (عقدة) (جدول8) أن منطقة بنغازي الجديدة قد سجلت أدنى مجموع للقيم بمقدار(27)، تليها منطقتا بنغازي المركز والسلاوي بمقدار(30) لكل منهما. يُشير هذا الانخفاض في القيم التراكمية إلى أن هذه العقد تُمثل المراكز الهيكلية للشبكة؛ حيث تتصل ببقية أجزاء المدينة عبر أقل عدد ممكن من الوصلات. مما يجعلها نقاط ارتكاز حيوية لتدفق الحركة المرورية والخدمات الحضرية. على النقيض من المراكز الحضرية، سُجلت أعلى قيم لمجموع الوصلات في منطقة سيدي خليفة بمقدار (51)، ومنطقتي النواقية وبوديزيرة بمقدار (45) وتُعزى هذه النتائج إلى الموقع الهامشي لهذه العقد في النسيج الحضري، حيث يتطلب الانتقال منها إلى بقية أجزاء المدينة المرور بعدد كبير من الوصلات الوسيطة. مما يضعها في وضع معزول نسبياً، ويستوجب تخطيطياً تعزيز ربطها بمحاور طرقية مباشرة لتقليص عدد الوصلات الفاصلة. تُظهر المصفوفة تباينًا واضحًا في عدد الوصلات المباشرة (التي تحمل القيمة 1)؛ حيث يتركز الربط القوي والمباشر في قلب المدينة (مثل العلاقة بين بنغازي المركز، بنغازي المدينة، والفويهات). ويُستدل من ذلك على وجود تكتل

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

شبكي متماسك في النطاق المركزي للمدينة، يوفر مسارات بديلة متعددة تساهم في تقليل زمن الرحلة وتسهيل المناورة المرورية. في حين تزداد القيم لتصل إلى (6) وصلات في بعض المسارات المتطرفة (مثل العلاقة بين النواقية وبنغازي المدينة)، وهو ما يمثل ضعفاً في الانسيابية المكانية يتطلب تدخلاً هندسياً لرفع كفاءة الوصول. تبرز منطقة بوعطني بمجموع (33)كعقدة ربط محورية هامة؛ وهذا يعكس دورها الوظيفي كحلقة وصل إستراتيجية تربط بين أحياء شرق المدينة وجنوبها، مما يجعلها مرشحة هندسياً لتكون مركزاً لتوزيع الحركة المرورية وتخفيف الضغط عن مركز المدينة المزدحم.

- وفق النتائج بجدول 9 نجد أن منطقة بنغازي الجديدة تحتفظ بمرتبة الصدارة كأكثر العقد كفاءة من حيث المسافة التراكمية، حيث سجلت أدنى مجموع مسافات بمقدار 157.91كم، تليها منطقة السلماني بمقدار 159.2كم، ثم بنغازي المركز بمقدار 162.15كم. ويشير تقارب هذه القيم وانخفاضها إلى أن هذا المثلث الجغرافي يمثل قلب للمدينة. إن وقوع هذه العقد في أدنى منحنى المسافات التراكمية يعني أن كفاءة الوصول منها وإليها تتطلب أقل جهد تشغيلي وأقل استهلاك للوقود والزمن، مما يفسر تركز الأنشطة الاقتصادية والخدمية فيها. تبرز منطقة سيدي خليفة كأقل العقد كفاءة من حيث المسافة، حيث سجلت أعلى مجموع مسافات تراكمي بلغ 352.44كم، تليها منطقة قنفودة بمقدار306.76كم، ثم القوارشة بمقدار300.62كم. تعكس هذه الأرقام المرتفعة وجود فجوة مكانية كبيرة بين الأطراف والمركز. تُظهر المصفوفة أن المحاور التي تربط بين الهواري، بوعطني، وبنغازي الجديدة تمتاز بمسافات بينية قصيرة نسبياً 5.38كم، 6.8 كم، مما يعزز من دور هذه المنطقة كمنطقة دمج تربط التوسعات العمرانية الجنوبية بالمركز القديم. بينما تُظهر المسافات نحو بنينا 297.27كم عبئاً مكانياً ناتجاً عن الطبيعة الطبوغرافية حافة الرجمة التي تفرض مسارات محددة تزيد من طول الرحلة. تؤكد مصفوفة المسافات أن الهيكل الشبكي لمدينة بنغازي يعاني من الاستقطاب المركزي؛ حيث تنخفض التكلفة المكانية بشكل حاد في المركز وترتفع بشكل مضاعف عند الانتقال للأطراف (خاصة الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية).

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

10. الاستنتاجات والتوصيات

خَلُصت الدراسة من خلال التحليل الشبكي لشبكة الطرق بمدينة بنغازي إلى مجموعة من النتائج الجوهرية التي تشخص واقع البنية التحتية واتجاهات نموها. حيث أثبتت الدراسة أن التدرج في مناسيب الأرض من (256م) إلى مستوى سطح البحر (0م) يجعل من شبكة الطرق عوائق عرضية لمسارات الأودية الطبيعية (كوادي القطارة). وقد أدى الزحف العمراني واندثار بعض هذه المسارات إلى تحول الطرق إلى بؤر غمر مائي، مما يسبب تآكلاً دورياً في الطبقات السطحية للرصف ويقلل من عمرها الافتراضي. التباين الحراري (بمتوسط عظمى 37.1°م) والرطوبة المرتفعة (82%) يضعان المواد الإسفلتية تحت إجهادات حرارية وهيدروليكية مستمرة، مما يعزز من ظاهرة التخدد صيفاً والتشقق شتاءً، فضلاً عن تراكم الأتربة بفعل الرياح (16.2 عقدة) مما يقلص العرض الفعال للطرق بالأطراف. كما كشفت مصفوفات المسافات والوصلات عن استقطاب حاد في الوصولية لصالح المركز للمدينة (بنغازي الجديدة، بنغازي المركز) بمتوسط مسافة تراكمية دنيا بلغت (157.91 كم). في حين تعاني المناطق الطرفية (سيدي خليفة، قنفودة، النواقية) من عزلة مكانيّة وتكلفة نقل مرتفعة ناتجة عن ضعف الاتصالية المباشرة واعتمادها على مسارات طولية مجهدة. وأكدت المؤشرات (بيتا، جاما، ألفا) أن الشبكة بعيدة عن الحالة المثالية للربط؛ حيث بلغت كثافة الطرق (1.21 كم/كم²)، وهي قيمة منخفضة تعكس نمواً حضرياً غير متوازن، حيث تتركز الكثافة في الأحياء القديمة بينما تفتقر المناطق المستحدثة لتغطية كافية، مما يقلل من مرونة الحركة عند حدوث اختناقات مرورية.

بناءً على الاستنتاجات السابقة، تُوصي الدراسة بتبني الحلول الهندسية والتخطيطية الآتية لرفع كفاءة النسيج الحضري للمدينة:

1. ضرورة إعادة تصميم المنشآت المائية (العبّارات والقنوات) على محاور الطرق التي تقطع الأودية، لضمان انسيابية تصريف السيول وحماية الهيكل الإنشائي للطرق من الغمر، بما يتوافق مع الدراسات الجيومورفولوجية لمخطط الجيل الثالث.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

2. يُوصى باعتماد خلطات إسفلتية ذات درجة أداء تناسب مع المدى الحراري الواسع لمدينة بنغازي، مع تعزيز طبقات الأساس بمواد عازلة للرطوبة في المناطق الساحلية والمنخفضة.
3. التوجه نحو إنشاء طرق دائرية خارجية وحلقات ربط بين الأطراف (مثل ربط سيدي خليفة بالقوارشة وبنينا مباشرة) دون المرور بالمركز، لتقليل "المسافة الشبكية" وتوزيع الضغط المروري بشكل متوازن على كامل رقعة المدينة.
4. تطوير المناطق التي أثبت التحليل كفاءتها كحلقات وصل (مثل بوعطني والهواري) وتحويلها إلى مراكز توزيع حركة مجهزة بتبادلات حرة لرفع كفاءة الوصول بين شمال المدينة وجنوبها.
5. لا ينبغي استخدام خلطات نمطية؛ بل التوصية باعتماد خلطات (Performance Grade)مصممة خصيصاً لمقاومة الحرارة والرطوبة العالية في المناطق الساحلية والمنخفضة، مع عزل طبقات الأساس.
6. ضرورة اعتماد التحليل الشبكي كأداة دورية في مصلحة التخطيط العمراني لتقييم أي توسع مستقبلي، لضمان أن يواكب الامتداد الطرقي النمو السكاني الفعلي، وتفادي الفجوات المكانية قبل تفاقمها.

المراجع:

[1]. جعودة، بسمة فتحي. (2014). الطرق الرئيسية وتأثيرها على الحركة واستعمالات الأراضي داخل مدينة بنغازي (دراسة تحليلية لحالة الطرق الرئيسية بمدينة بنغازي). الرسالة ماجستير قدمت استكمالاً لمتطلبات التخصص العالي، الماجستير في الجغرافيا، قسم الجغرافيا، كلية الآداب: جامعة بنغازي.

[2]. ميلاد، اكرم صالح.(2008). التحليل المكاني لشبكت الطرق البرية في، ليبيا، للفترة ما بين1969 الى2006، (دراسة في جغرافية النقل). رسالة ماجستير قدمت لاستكمال متطلبات درجة الاجازة العليا" الماجستير "في الجغرافية. مركز البحوث والدراسات العليا، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة السابع من ابريل: ليبيا.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

[3]. ابو مدينة، حسين مسعود .(2008). شبكة الطرق البرية في شعبية مرزق (دراسة بجغرافيا النقل). مجلة الساتل. جامعة السابع من اكتوبر – مصراتة – ليبيا. العدد4(2)، ص:205–239.

[4]. بن عمور، خالد محمد.(2014). التحليل الكمي للطرق المعبدة في منطقة الجبل الأخضر دراسة جغرافية، https://omugeo.com .

[5]. عثمان، عثمان الناجي.(2015). التحليل المكاني لشبكات الطرق بمنطقة المرج– دراسة كمية. المجلة اللبيبة العالمية. كلية التربية المرج. جامعة بنغازي. مجلد 2(1)،ص: 1–29.

[6]. بوحليقة، عبدالعزيز.(2017). شبكة الطرق في مدينة طبرق تطورها وتوزيعها وخصائصها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. المجلة الليبية العالمية. كلية التربية المرج. جامعة بنغازي. مجلد15(1)،ص: 1–17.

[7]. أبومدينة، حسن مسعود.(2017). التحليل الجغرافي لشبكة الطرق المعبدة في بلدية سرت. مجلة جامعة سرت العلمية للعلوم الانسانية. مجلد7، (1)، ص: 197 – 236.

[8]. جبريل، منى عطية؛ وبن عمور، خالد محمد.(2019) التحليل الكمي لشبكة الطرق البرية في منطقة البطنان ليبيا. مجلة البحث العلمي في الادب.مجلد20(4)، ص: 166–200.

[9]. Open street maps. 2023. OSM Land for North East Libya. https://extract.bbbike.org/ [Accessed September، 2023].

[10]. الزوكة، محمد خميس.(1988). جغرافية النقل والتجارة، الاسكندرية، جمهورية مصر العربية: دار المعرفة الجامعية.

[11]. عوض، يوسف الحداد.(2000).الطرق الفردية وشبكات النقل: دراسة تطبيقية في جغرافية النقل. منشورات جامعة قاريونس، بنغازي، ليبيا: دار الكتب الوطنية.

[12]. عيد، حسام سليمان.(2013).محاضرات جغرافية النقل. قسم الجغرافيا. كلية الآداب. الجامعي الاسلامية غزة: فلسطين.

[13]. نوفل، رشا صابر. (2018). تحليل الشبكات فى نظم المعلومات الجغرافية تطبيق ببرنامج Arc GIS إصدار 10.5. نسخة الكترونية

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/istj-vol38-2-ib06

https://staff.univbatna2.dz/sites/default/files/habibi_yahiaoui/files/network_analysis_in_gis.pdf
[14]. United State Geological Survey.2023.Digital Elevation model for North East Libya. https://www.earthexplorer.usgs.gov .
[15]. بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، بنغازي(2022م)، محطة أرصاد بنينا، بيانات غير منشورة .
[16]. بيانات وزارة التخطيط، مصلحة الإحصاء والتعداد، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان بمدينة بنغازي 2006م.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية