النمذجة المكانية لأقاليم كثافة النقل البري في مصر باستخدام المنطق الضبابي

إعداد

د. محمد صبحي إبراهيم

أستاذ مساعد بقسم المواد الاجتماعية كلية التربية جامعة المنصورة

Doi: 10.12816/jasg.2020.67952

استلام البحث : ١٥ / ١١ /٢٠١٩ قبول النشر: ١٨ / ١٢ / ٢٠١٩

المستخلص:

يعاب على مؤشر الكثافة عموميته، وعدم وجود معيار مثالي للمقارنة، وتنبع أهمية هذا البحث من خلال محاولة تطبيق نموذج جديد لقياس مستويات كثافة النقل مبني على عدة متغيرات باستخدام التحليل الضبابي قابل للقياس والتطبيق، وتمثل هدف البحث الرئيس في تطبيق أسلوب التحليل الضبابي لأقلمة كثافة النقل على مستوى المحافظات المصرية، وبنى البحث على فرضين: توجد علاقة ارتباط طردية قوية بين مؤشرات كثافة الطرق ونتائج نمذجتها باستخدام المنطق الضبابي، والنموذج المقترح لقياس كثافة النقل على مستوى المحافظات يزيد من مصداقية النتائج ودلالاتها المكانية، واعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي في جمع البيانات الخاصة بمتغيرات البحث وتبويبها وتحليلها، بالإضافة إلى المدخل الإقليمي والذي تم توظيفه للخروج بثلاث خرائط لأقاليم كثافة النقل على مستوى المحافظات المصرية، بالإضافة إلى الاستدلال المنطقي، ولذلك وظفت برامج أمثلة Matlab2013 وإكسل Excel2013 وأرك ArcGIS Ver10.5، وSPSS Ver22، وحددت ستة مؤشرات لكثافة النقل طبقت مرة على المساحة ومرة أخرى على أعداد السكان، ثم تم مقارنة النموذجين المخرجين عن كل منهما للخروج بخريطة أقاليم كثافة النقل، وخلص البحث إلى عدة نتائج منها: كلما زادت مدخلات النموذج وقواعد التطبيق الشرطية زاد النموذج صعوبة ودقة في النتائج، وتطبيق النموذج (إذا توفرت بيانات دقيقة) على الوحدات الإدارية الأصغر (كالمراكز، الوحدات المحلية، القرى) يعطي نتائج أكثر قوة ودلالة مكانية من التطبيق على الوحدات الإدارية الكبيرة (المحافظات والأقاليم التخطيطية والدولية)، وتطبيق النموذج على مؤشرات كثافة الطرق إلى

المساحة يعطي نتائج أكثر دلالة مكانية من مثيلتها لأعداد السكان، ومن خلال أقاليم الكثافة يوصى بإتاحة بيانات تفصيلية للمتغيرات على مستوى المراكز الإدارية أو القرى، والتي ستفيد في إجراء مزيد من مثل هذه الدراسة بنتائج أكثر فاعلية لمتخذ القرار.

الكلمات المفتاحية: التحليل الضبابي، كثافة النقل، الأقلمة المكانية.

Abstract:

The disadvantages of the density index are its generality, and the absence of an ideal standard for comparison, The importance of this research comes from application of a new model to measure the transport intensity levels based on several variables using Fuzzy analysis, The main objective of the research is to apply the fuzzy logic analysis in regionalization of transport density at the Egyptian governorates, The research is based on two assumptions: There is a strong correlation between road density indicators and the results of their modeling using fuzzy logic, and the proposed model for measuring transport density at the governorates increases the credibility of the results and their spatial implications, The research relied on the descriptive analytical method and the regional approach and Logical inference, therefore programs were used as Matlab2013, Excel2013, ArcGIS Ver10.5, SPSS Ver22, Six indicators of transport intensity were identified, applied once to the area and again to the population, Then, the two models extracted from each of them were compared to map the density of transport regions, The research concluded several results, including: The more model inputs and conditional application rules, the more difficult and accurate the model will be in the results, Applying the model to road density for the area gives more spatial significance than the population, It is recommended that detailed data be provided for the variables at the small administrative as districts or villages, and it will benefit from further such study with more effective decision-making results.

Key words: fuzzy analysis, transport density, spatial regionalization.

مقدمة:

تستخدم مقاييس الكثافة إذا كان غرض الدراسة بيان نوع التزاحم الجغرافي في مكان واحد (سلمى، ناصر بن محمد، ، ١٩٩٥، ص ١٦)، وتُعتبر كثافة النقل من المعايير المهمة التي تعكس التطور الاقتصادي للمكان، وتعطي فكرة عن مدى كفاية شبكات النقل داخل الإقليم، كما يعد من أسهل الأساليب الكمية في حسابها (عبده، سعيد أحمد، ٢٠٠٧ ، ص ١٢١)، ويتم حساب كثافة الطرق البرية معبرًا عنها بأطوال الطرق المرصوفة لوحدة المساحة أو بالنسبة للوحدة العددية من السكان(الرويثي، محمد، ١٩٩٢، ص٥)، والنموذج هو تمثيل للواقع يساعد على التفسير واستخلاص النتائج الصحيحة (خير، صفوح، ٢٠٠٠، ص١١١)، وهو بناء يحمل سمات الظاهرة المدروسة ويمثلها بشكل مبسط وواقعي؛ مما يساعد على تفسير الارتباط القائم بين عناصرها(توفيق،محمود، ٢٠٠٤، ص١٠٩)، ويعتمد التحليل المكاني الضبابي(*) Fuzzy Spatial Analysis على تطبيقات المنطق الضبابي؛ أحد تطبيقات الذكاء الصناعي وهو بصفة عامة مخطط لمجموعة من المدخلات (البيانات) اللغوية في ناتج عددي؛ حيث يتم دمج مجموعة بيانات في مخرج واحد، وبالتالي يقوم على نمذجة الظاهرات بطريقة تعترف بوجود عدم وضوح (غموض أو ضبابية) في حدودها الخارجية؛ لذا يعتمد على مفهوم درجة الانتماء (العضوية Membership) بمعنى مقدار انتماء الظاهرة إلى فئة ما دون غيرها(Sarkar, A., Sahoo, G., Sahoo, U. C. 2012, p.2)، وتظهر تقنيات التحليل المكاني الضبابي في جانبين على الأقل يتمثل أولهما في التحليل الاستكشافي exploratory analysis، والآخر في عدم اليقين uncertainty، ويمكن التمييز بين التحليل المكاني الضبابي والتحليل التقليدي في أن الأول أحد أشكال

(*) تتعدد ترجمات كلمة Fuzzy العربية فمنها المشوش أو الغامض أو الضبابي أو اللامحدود أو المضبب أو الفازي أو المبهم، ولفهم الترجمة الحقيقية لهذا المصطلح يجب الرجوع إلى أصل الكلمة الألماني، ولفهم معناه: عند الإشارة إلى انتماء عنصر ما إلى مجموعة معينة بالإجابة "نعم" أم "لا" يصبح لدينا سؤال إذا كان العنصر ينتمي للمجموعة وهو: ما درجة أو نسبة انتماءه لهذه المجموعة؟ ودرجة الانتماء هي الطيف الواقع بين القيمتين (٠) و (١) بمعنى يوجد تابع يعرف هذه القيم يسمى تابع الانتماء، وبالتالي يمكن اعتبار منطق (نعم أم لا – صح أم خطأ – أبيض أم أسود – وغيرها) حالة خاصة من المساحات المتدرجة الواقعة بين القيمتين ومن هنا جاءت التسمية الانجليزية Fuzzy (للاستزادة يُراجع: جمال عمران، ٢٠٠٥، ص ص ٥ – ١٢)، ووضع مصطلح المنطق الضبابي (fuzzy logic) عام ١٩٦٥ من قبل لطفي زادهLotfi A.Zadeh، والذي طبق منطق متعدد القيم، ووضع مصطلح المجموعة الضبابية (fuzzy sets) وهي المجموعة التي عناصرها ترجع إلى قيم مختلفة، وبالتالي التحول من المنطق الكلاسيكي الذي يعبر بالخطأ أو الصواب وبالرقم واحد أو صفر؛ ليصبح المنطق الضبابي متعدد القيم بين الصفر والواحد ويقوم على تعميم للمنطق التقليدي ثنائي القيم للاستدلال على ظروف غير مؤكده التي هي مجموعات بلا حدود قاطعة (للاستزادة: Tomsovic K. and Chow (M.Y., 2000, p.6.

تحليل المفهوم الذي هو أقرب إلى اللغة الكلاسيكية، بينما يشير الثاني إلى المعالجة الكمية غالباً(Jiang B., et al, 1995, p.291).

ويستند التحليل المكاني الضبابي على نظرية المجموعات الضبابية Fuzzy set، وهي تعميم للجبر البولياني Boolean algebra، وذلك لتحديد مناطق الانتقال التدريجي بين الفئات بدلا من الحدود التقليدية الواضحة لها، وتعني باختصار استخدام مفاهيم Fuzzy Logic في عمليات تحديد الأنماط المكانية مثل الـ Automatic Classificationأو Weighted Overlay وذلك عوضاً عن المنطق الثنائي التقليدي؛ فإذا وجد الشرطان (أ) و(ب) وكان يلزم لتحقق الحالة (ج) مثلاً حدوث الشرطين في آن واحد، أي أن (ج) يوجد فقط عند تقاطع (أ) مع (ب) ولا يوجد في أي حال آخر، فعند استخدام المنطق الثنائي (التقليدي) فإن هناك قرار على وجه اليقين بحدوث الحالة (ج) وقرار على وجه اليقين بعدم حدوث الحالة (ج)، ولذلك يطلق على هذا النوع من المنطق اسم المنطق المحدد Determination Logic، لكن على أرض الواقع وخصوصا عند دراسة الظواهر الطبيعية والبشرية فإن مجال التحديد الدقيق غير موجود (P.L.N. Raju, 2004, p.158)، كما يستند أسلوب المنطق الضبابي على ثلاثة مفاهيم أساسية تتمثل في: المجموعة الضبابية ذات الحدود غير الواضحة، بعكس المجموعة التقليدية تكون محددة، والمتغيرات اللغوية (النوعية) التي يتم تحديدها وفقاً لبيانات كمية، والقاعدة الشرطية (إذا كان IF- إذن THEN) وهي مخطط يصف العلاقات الوظيفية (المشتركة) بين المدخلات(Stojić Gordan A, 2010, p.61)، لذا يوصف النموذج الضبابي بأنه علاقات بين مدخلات ومخرجات على شكل قواعد (سليمان، مثنى، وقاسم، عمر، ٢٠١١، ص٣٢٥).

والاقليمية هي التي تحدد مساحات توزيع المجموعات المكانية وتصنيفاتها (الطفيلي، محمد، ٢٠٠٢، ص٢٦٣)، وتركز الإقليمية عموماً على دراسة الوحدات المتباينة من سطح الأرض وتحديد طبيعة توزيعها الجغرافي وإبراز القوانين المنظمة لها، كما تتضمن دراسة المجمعات المكانية وتحديد بنيتها وتطورها وتوزيعها وتوضيح خصائصها المختلفة، ويستخدم مفهوم الأقلمة بثلاثة معانٍ: الأول: عملية تقوم على أسس علمية في تحديد الإقليم، وإظهار حدوده المكانية وتركيبه، وسماته العامة، والثاني: تقسيماً واقعياً لسطح الأرض، ولعناصر المجتمع المتركزة على أجزاء معينة منه، والثالث:منهجاً من مناهج التحليل والتركيب العلمي للموضوعات والظواهر المعقدة، واستشرافها وتخطيطها وإدارتها(على دياب، ٢٠١٢، ص٤٦٣)، ويعتبر عدد السكان وتوفر شبكات النقل وسهولة الوصول من الأسس المهمة في تحديد الأقاليم وارتباطاتها وتفاعلاتها في جغرافية النقل، ومعظم الدراسات التي تحاول تحديد الإقليم وفق أسس إحصائية ورياضية مشتقة أصلا من نظريات ونماذج الجاذبية (باقر، جمال، ٢٠٠٧، ص٨٦)، واستقر رأي الجغرافيين على أنه من صميم

اختصاص الجغرافي توضيح الاختلافات الاقليمية، وأنه الهدف الذي يسعى علم الجغرافية إلى تحقيقه، ويرتبط تعريف الجغرافيا بأنها علم الاختلاف الاقليمي بتعريفها بأنها علم التوزيعات، فهما مرتبطان تمام الارتباط ومتكاملان، وتقوم الدراسة الإقليمية على التصنيف إلى أقاليم ودراسة العلاقة بين البيئة والإنسان داخل كل إقليم (عز الدين، فاروق كامل، ٢٠١١، ص ص ٤١ - ٤٧).

ويعاب على مؤشر الكثافة عموميته، فضلا عن عدم وجود معيار مثالي للمقارنة؛ فإذا وجد معيار مثالي للمقارنة من نتائج التحليل في المكان نفسه، ربما سيتم الخروج بنتيجة مهمة، مفاداها وجود علاقة مكانية بين عدة متغيرات جغرافية أمثلة: أطوال الطرق المرصوفة، والمساحة، وأعداد السكان؛ لذا فتوزيع كثافة الطرق وفق الأقسام الإدارية قد لا يجدي نفعا للمخططين ومتخذي القرار؛ إذ لا توجد قيم مثالية لهذا المؤشر؛ إلا أن بعض الدراسات المتخصصة في هذا المجال ترى أن شبكة الطرق ذات الكثافة ٢٥٪ /كم٢، والتي يمكن من خلالها أن يخدم الكيلو متر الطولي الواحد ٤ كم٢ من المساحة، يمكن أن توصف بأنها ذات كفاية ملحوظة كحد أدنى، إلا أنه كقاعدة يمكن القول أن زيادة كثافة الطرق/كم٢ الواحد يشكل أفضلية واضحة (ليث، بادي، ١٩٩٠، ص٥٠)، كما يحمل معيار الكثافة بالنسبة للمساحة عيباً، وهو أن حساب الكثافة يكون مضللا في الأقاليم أو الدول ذات المساحات الكبيرة، لأن جزءًا كبيرًا من تلك المساحات تكون غير معمورة بالسكان كالصحاري في مصر نظرا لكثافة الطرق بالقسم المأهول منها عن القسم غير المأهول، بجانب أن الأطوال قد تزيد نتيجة لكثرة المنحنيات (على، عيسى، ١٩٩٩، ص١٧٦)، وعلى العكس بالنسبة للمناطق صغيرة المساحة والتي تقترب فيها التجمعات السكانية من بعضها البعض، ولهذا يفضل حساب كثافة شبكة الطرق على أساس عدد السكان أفضل من حسابها على أساس المساحة، وذلك أن السكان هم مصدر النشاط الاقتصادي والحركة على الطرق (أبو مدينة، حسين، ٢٠٠٨، ص ٢٢٣). وبناء على ما سبق ونظرا لعدم تطابق أقاليم الكثافة في المكان الواحد وفق المتغيرات المختلفة؛ يحاول البحث تطبيق نموذج لحساب كثافة النقل يبنى على مؤشرات متعددة ومخرج محدد لرسم أقاليم كثافة قد يساهم في اتخاذ القرار أو تطوير مجالات البحث الجغرافي في هذا الجانب العملي، ومن هنا تنبع مشكلة البحث.

مشكلة البحث:

تلخص مشكلة البحث في محاولة تطبيق نموذج ضبابي لتحديد أقاليم كثافة النقل البري اعتمادا على عدة متغيرات للنقل البري للتغلب على عيوب نتائج مؤشرات كثافة النقل، والإجابة على التساؤلات التالية:

- هل يمكن الاعتماد على نتائج مؤشرات كثافة لنقل في اتخاذ قرار على مستوى المحافظات المصرية؟
- هل طرق قياس كثافة النقل المتبعة كافية للتمييز بين المحافظات المصرية من حيث مستوى كثافة النقل؟
- هل تطبيق نموذج ضبابي لأقلمة كثافة النقل البري يمكن أن يضيف نتائج أكثر مصداقية يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ قرار؟

الدراسات السابقة:

للمنطق الضبابي تطبيقات عديدة في مجال النقل والمرور، ونشرت أول ورقة بحثية تم فيها حل مشكلة حركة النقل والمرور باستخدام المنطق الغامض بواسطة بابيس وممداني Pappis and Mamdani عام١٩٧٧، ثم تبعها بحثاً لمجموعة باحثين يابانيين قدمت مساهمة كبيرة في تطبيقات المنطق الضبابي في حركة النقل المرور في منتصف وأواخر الثمانينات؛ وأصبح يستخدم المنطق الضبابي على نطاق واسع في الجامعات الأمريكية في نهاية الثمانينيات وبداية التسعينيات في حل مشكلات النقل والمرور، ثم انتشر تطبيقه في مجال النقل في نهاية التسعينيات من القرن الماضي (Sarkar, A., Sahoo, G., Sahoo, U. C. 2012, p.2)، ولقد تناولت الموضوع عدد من الدراسات المنشورة في الدوريات الجغرافية العالمية، وكذلك الدوريات غير الجغرافية، ومن تلك الدراسات ما يلي:

دراسة بايل Payal (٢٠٠٦) عن تحديد التباينات المكانية باستخدام الترابط المكاني الذاتي والتصنيف الضبابي، بهدف التحقق من فعالية خوارزميات المنطق الضبابي في تحليل البيانات الصحية، وحساب التباين المكاني للبيانات الصحية باستخدام مقاييس الترابط الذاتي المكاني والمنطق الضبابي على مستوى الولايات المتحدة الأميركية، وخلص من التحليل إلى تحديد الأقاليم التي تتضح فيها الظاهرة المدروسة بشكل كبير على مستوى الوحدات الإدارية، زيادة على الكشف عن القيم المكانية المتطرفة في مجموعة من الخرائط الموضحة للحدود الدقيقة لتوزيع الأمراض (Payal S., 2006).

وبحث جوردان Gordan وزملاؤه (٢٠١٠) عن نمذجة أحجام الدول باستخدام المنطق الضبابي، وقدم الباحثون نموذج ضبابي لتقييم أحجام الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، واعتُمد في تقييم الأحجام على ثلاثة مدخلات هي: المساحة والسكان والكثافة السكانية للدول، وبني إخراج النتائج على ١٤ قاعدة بنيت بأسلوب (إذا كان ... إذن .... If ... Then)، ومن خلال النموذج تم تصنيف أحجام الدول في ثلاث فئات تمثل أقاليم لأحجام الدول الكبيرة والدول المتوسطة والدول الصغيرة (Stojić Gordan A, 2010).

وبحث تانج Tangوزملاؤه (٢٠١٠) عن العلاقات الطوبولوجية بين الأقاليم الضبابية، يتناول البحث نموذج مقترح لإنشاء إقليم طوبوغرافي خاص لمجموعات ضبابية من البيانات لتفادي مشكلة الأقاليم الحدية، حيث يتم تعريف المنطق الضبابي وطرق تطبيقه المكانية، واقترحا من خلال التطبيق باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وجود مساحة مكونة من أربعة أجزاء لكل منها خصوصيتها المكانية وبني النموذج على تحديد نقاط التقاطع بين كل منها (Tang, X., Kainz, W., Wang, H., 2010).

وبحث جورج George وتوماس Thomas (٢٠١٢) عن مقارنة طريقتين ضبابيتين في تحليل التقسيم المكاني اعتمادا على البيانات الديموغرافية في العاصمة أثينا، بهدف تقييم أداء خوارزميات Fuzzy C-Means و Gustafson-Kessel في مشكلة التجميع المكاني، وتم اعتماد المنهج التجريبي من خلال استخدام مجموعة بيانات تصف ٥٢ سمة ديموغرافية واقتصادية من إجمالي ٢٨٥ سمة في التعدادات السكانية لمنطقة العاصمة أثينا (Grekousis, G. and H. Thomas, 2012).

ودراسة أسماء (٢٠١٢) عن تحديد مواقع إنشاء محطات الخلايا الشمسية في سلطنة عمان باستخدام المنطق الضبابي والتحليل متعدد المعايير، وتناولت بالدراسة مفهوم كلا من المنطق الضبابي والتحليل متعدد المعاييير وتطبيقاتهما في مجال الجغرافيا، واعتمدت على معايير بشرية وبيئية واقتصادية في معالجة البيانات، وخلصت إلى إمكان استغلال ٤١.٢٪ من مساحة السلطنة في توليد الطاقة الكهربائية الشمسية، وأوصت بأهمية اعتبار التطبيقات الحديثة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في اتخاذ قرار تحديد مواقع الخلايا الشمسية (البلوشية، أسماء محمد، ٢٠١٢).

وبحث ساركار Sarkar وزملاؤها (٢٠١٢) عن تطبيق المنطق الضبابي في تخطيط النقل، حيث تم عمل نمذجة لحركة النقل من خلال مجموعة من المدخلات تتمثل في متغيرات خاصة بتولد الرحلة وأخرى خاصة بمنطقة جذب الحركة، ومن خلال تطبيق قاعدة (إذا كان ... إذن .... If …Then) الشرطية تم تحليل العلاقة بين المتغيرات المدخلة، واستنتج الباحثون وجود دقة في نتائج التحليل الضبابي في دراسات النقل والمرور وأوصى الباحثون بالتوسع في تطبيقه في مجالات النقل (Sarkar, A., Sahoo, G., Sahoo, U. C., 2012).

وبحث عفاتي Effati وزملاؤه (٢٠١٤) استخدام نموذج عصبي ضبابي مكاني مقترح في تحديد أقاليم الخطورة على الطرق الإقليمية، تم تطبيق نموذج أولي واختباره على الطريق الإقليمي قزوين - رشت (إيران)، وتم مقارنة النتائج مع مواقع البقع السوداء الموجودة على الطريق المدروس والتي حددتها مديرية الطرق السريعة باستخدام الأساليب الإحصائية، وأظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط بين مخرجات

الطريقة المقترحة والبقع السوداء الموجودة، كما أظهر النموذج المقترح عددا قليلا من المناطق على الطريق لم تحددها الأساليب الإحصائية التقليدية، وتؤكد نتائجه أن الطريقة المقترحة وسيلة قوية لتحليل مستوى المخاطر المرتبطة بكل جزء من الطرق المدروسة، خاصة عندما تكون البيانات غير مؤكدة وغير كاملة (Effati, M., et al., 2014).

وبحث ريزا Reza (٢٠١٥) عن تطبيق التحليل الضبابي في اختيار المواقع المناسبة للمناطق الصناعية في مدينة يزد بإيران، حيث تم تحديد تسعة معايير منها؛ الطرق والسكك الحديدية وموارد المياه والمجال الحضري والجبال والأراضي الزراعية وغيرها، ثم تقسيمها إلى فئتي المعايير الإنسانية والجغرافية، وتم إنشاء خرائط ضبابية مكنت من رصد المواقع المناسبة للمناطق الصناعية في مدينة يزد، وكانت أنسب المناطق في الجزء الشرقي والشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي من مدينة يزد (Khavarian-Garmsir, A. R., Rezaei, M. R., 2015).

وبحث جوردان Gordan (٢٠١٧) عن استخدام المنطق الضبابي لتقييم مستويات التنمية الاقتصادية على مستوى البلدان وطبق البحث على عينة من ١٩ دولة من دول الاتحاد الأوروبي، واعتمد في أقلمة البلدان على أربعة متغيرات تمثلت في: أعداد السكان، والناتج المحلي الإجمالي، ومتوسط دخل الفرد، ومعدلات البطالة، واستخدم قاعدة (إذا كان ... إذن .... If… Then) في وضع ٣١ قاعدة استدلالية بأسلوب مامداني (Mamdani)، وخرج منها بتصنيف دول العينة إلى ثلاثة أقاليم تنموية؛ مرتفعة التنمية وعددها أربع دول، ومتوسطة التنمية وعددها ١٠ دول،ومنخفضة التنمية وعددها خمس دول (Stojić, G. 2012,).

وبحث بيتر Peter وبرناردو Bernardo (٢٠١٧) عن تخصيص البضائع في الموانئ البرازيلية باستخدام التحليل الضبابي والشبكات الاجتماعية، وركز البحث على تطبيق المنطق الضبابي وتحليل الشبكات الاجتماعية لتقييم أنماط تخصيص البضائع في الموانئ البرازيلية مع تسليط الضوء على اتجاهات وضع السياسات وأماكن البحث المستقبلية، وتشير نتائج البحث إلى اختلاف أنماط تخصيص البضائع باختلاف أنواعها، كما أن شركات الشحن تعطي الأولوية للمسافة كمعيار مهم عند تخصيص البضائع عبر الموانئ، حيث يتم إجراء تحليلات الحساسية على أوزان معايير تخصيص المنافذ لاستكشاف فرص نقل البضائع بين الموانئ في البرازيل (Wanke, P. and B. B. Falcão, 2017).

وبمراجعة الدراسات المنشورة في مجلة جغرافية النقل Journal of Transport Geography تبين وجود بحثاً واحداً من إجمالي ٢٧٩٩ بحثاً في مجال جغرافية النقل في الفترة (١٩٩٣ – ٢٠٢٠) طبق التحليل الضبابي عام ٢٠١٧ عن الموانئ البرازيلية والسابق الاشارة إليه (Wanke, P. and B. B. Falcão, 2017)،

وكذلك بمراجعة الأبحاث المنشورة في مجلة الجغرافية التطبيقية Journal of Applied Geography، تبين وجود ٥ أبحاث فقط من إجمالي ٣٠٢٠ بحثاً خلال الفترة (١٩٨١ – ٢٠٢٠) اعتمدت على التحليل الضبابي ومنها بحث ديكسون Dixon (٢٠٠٥) عن تحديد مناطق المياه الجوفية باستخدام التحليل الضبابي (Dixon, B., 2005, PP. 327-347)، وبحث كاستيللو Castillo (٢٠١٢) عن تحديد وتقييم المناطق المعرضة لخطر حرائق الغابات باستخدام التحليل الضبابي(Castillo Soto, M. E., 2012, PP.199-207)، وبحث جورج George وتوماس Thomas (٢٠١٢) عن مقارنة طريقتين ضبابيتين في تحليل التقسيم المكاني اعتمادا على البيانات الديموغرافية في العاصمة أثينا(Grekousis, G. and H. Thomas, 2012, PP. 125-136)، وبحث ساندرا Sandra وزملاؤها (٢٠١٦) عن إمكانية تطبيق النمذجة الضبابية في تمثيل القيم الثقافية للسكان الأصليين في مدينة بروم غرب استراليا (Potter, S., et al., 2016, PP. 8-19)، وبحث رودريجو Rodrigo (٢٠١٩) عن تطبيق نموذج ضبابي يدمج تغيرات خط الساحل ونفوذ المستوطنات البشرية لتصنيف نطاقات الآثار البشرية الساحلية (Gonçalves, R. M., et al., 2019, PP.1-13).

أما مجلة إجراء بحوث النقل Transportation Research Procedia، فطبق التحليل الضبابي في ٩ أبحاث من جملة أعداد الأبحاث المنشورة بالمجلة والبالغة ٢٣٦٧بحثاً في الفترة (٢٠١٤ – ٢٠٢٠)، تتمثل في بحث سارة Sara وزملاؤها (٢٠١٤) عن اختيار ظاهرات (عناصر) اعتمادا على المنطق الضبابي من خلال البيانات المستخدمة في أنظمة النقل(Bray, S., et al, 2014, PP.602-610)، ودراسة سارة Sara وزملاؤها (٢٠١٥) عن قياس كفاءة أنظمة النقل في حالة عدم اليقين باستخدام التحليل الضبابي(Bray, S., et al, 2015, PP. 186-200)، وبحث ماسميليانو Massimiliano وزملاؤه (٢٠١٥) عن مقارنة نموذجي المنطق الضبابي والتقليدي في تحديد إمكانية النقل عبر التقاطعات غير المراقبة(Gastaldi, M., et al., 2015, PP.95-102)، وبحث ريكاردو Riccardo وزملاؤه (٢٠١٥) عن تطبيق النموذج الضبابي في أنظمة كشف الحوادث(Rossi, R., et al., 2015, PP. 266-275)، وبحث علم Alam وزملاؤه (٢٠١٧) عن نموذج لتجديد البنية التحتية الحرجة باستخدام النمذجة الضبابية لحركة المرور وتقييم المخاطر (Alam, M. D. J., et al, 2017, PP. 1397-1415)، وبحث ميريم Meriem وزملاؤها (٢٠١٧) عن مؤشر ضبابي لأخطار المشاة (Mandar, M., et al., 2017, PP. 124-133)، وبحث ماريو Mario وزملاؤه (٢٠١٧) عن تطبيق التحليل الضبابي في تحديد مواضع المركبات في حارات الطرق عند التقاطعات باستخدام أنظمة تحديد الموضع (GPS) في الهواتف الذكية (Marinelli, M., et al., 2017, PP. 444-451)، وبحث لامبروس Lambros وزملاؤه

(٢٠١٧) عن تطبيق المدخل الضبابي لتقييم استدامة وتصنيف المركبات في البيئة الحضرية (Mitropoulos, L. K., et al., 2017, PP. 296-303)، ودراسة بيبل Biebl وزملاؤه (٢٠١٧) عن تقييم نموذج نقل باستخدام التحليل الضبابي (Sauerländer-Biebl, A., et al., 2017, PP. 591-602).

وكذلك بمراجعة الأبحاث المنشورة في مجلة النقل Transportation Journal تبين وجود ٤ أبحاث من إجمالي ١١٢٥بحثاً منشور بالمجلة في الفترة (١٩٩٥ – ٢٠١٩) طبقت التحليل الضبابي، وتتمثل في بحث دوينا Doina وزملاؤها (٢٠٠٥) عن نمذجة القواعد السلوكية لجدولة الأنشطة اليومية باستخدام المنطق الضبابي(Olaru, D. and B. J. T. Smith, 2005, PP. 423-441)، وبحث جو تاي Gu-Tae وزملاؤه (٢٠٠٦) عن تطبيق نموذج ضبابي تراتبي على تنافسية ميناء حاويات(Yeo, G.-T. and D.-W. J. T. Song, 2006, PP. 409)، وبحث توران Turan (٢٠٠٨) عن تطبيق نموذج هجين باستخدام التحليل الضبابي للتعامل مع التقييمات العامة لمشروعات النقل(Arslan, T. J. T., 2008, PP. 97)، وبحث راشيل Rachel وزملاؤها (٢٠١٥) عن تطبيق منهج التحليل الضبابي في نمذجة التغير المحتمل في سلوك وأنماط الرحلات(Vogt, R., et al., 2015, PP. 967-984)، ومن هذه الدراسات يتضح تطبيق المنطق الضبابي في الجغرافيا عامة وجغرافية النقل بصفة خاصة، واستفاد هذا البحث من هذه الدراسات في التعرف على خطوات بناء النموذج وإجراءاته وطريقة صياغة نتائجه.

أهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من خلال ما يلي:

- توضيح طرق قياس كثافة النقل وتحديد المناسب منها باستخدام نموذج التحليل الضبابي.
- تطبيق نموذج جديد لقياس مستويات كثافة النقل مبني على عدة متغيرات باستخدام التحليل الضبابي قابل للقياس والتطبيق.
- توضيح مدى إمكانية تطبيق النموذج المقترح مستقبلا في دراسات جغرافية النقل.
- مثل هذا الموضوع يمثل محاولة لتطبيق نموذج التحليل الضبابي على شبكات النقل في مصر.

أهداف البحث:

هدف البحث الرئيس هو: تطبيق أسلوب التحليل الضبابي في تحديد أقاليم كثافة النقل البري في مصر اعتمادا على قياس كثافة بعض عناصر النقل مثل شبكة الطرق والسكك الحديدية ووسائل النقل ومحطات السكك الحديدية، وينبثق عن هذا الهدف بضع أهداف ثانوية تتمثل في:

- حساب مؤشرات الكثافة بالنسبة لمساحات المحافظات المصرية ومقارنتها بنتائج نموذج ضبابي خاص بها.
- حساب مؤشرات الكثافة بالنسبة لأعداد السكان على مستوى المحافظات المصرية ومقارنتها بنتائج نموذج ضبابي خاص بها.
- مقارنة نتائج النموذجين الضبابيين في نموذج ضبابي جديد لأقاليم كثافة النقل على مستوى المحافظات المصرية.

ولتحقيق هدف البحث الرئيس؛ بنى البحث على الفرضين التاليين:

- توجد علاقة ارتباط طردية قوية بين مؤشرات كثافة الطرق ونتائج نمذجتها باستخدام المنطق الضبابي.
- النموذج المقترح لقياس كثافة النقل على مستوى المحافظات يزيد من مصداقية النتائج ودلالاتها المكانية، خاصة في تحديد المحافظات التي تعاني من مشكلات كثافة النقل في محاولة لإيجاد حلول تخطيطية مناسبة في ظل مخرجات النموذج الضبابي.

مناهج البحث وأساليبه:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي في جمع البيانات الخاصة بمتغيرات البحث أمثلة السكان والطرق والسكك الحديدية وتبويبها وتحليلها، بالإضافة إلى المدخل الإقليمي والذي تم توظيفه للخروج بثلاث خرائط لأقاليم كثافة النقل على مستوى المحافظات المصرية، بهدف وتوضيحها ووصفها وتفسيرها، ومدخل تحليل النظم والذي يفسر العلاقة بين مدخلات النموذج ومخرجاته، ومدخل التحليل المكاني في الربط بين الخصائص المكانية لشبكات الطرق ونتائج النموذج، ونظراً إلى أن البرمجيات المستخدمة في بناء النماذج تعتمد على الاستدلال المنطقي فتم الاعتماد على هذا الأسلوب في إدخال بيانات النموذج ومعالجتها والخروج بنتائجها.

كما تم الاعتماد على التحليلات المكانية والاحصائية باستخدام برنامج ماتلاب Matlab2013 وإكسل Excel2013 وأرك ArcGIS Ver10.5، و SPSS Ver22، في حساب بعض مؤشرات كثافة النقل البري للمساحة مرة وللسكان مرة أخرى ومنها ما يخص شبكات النقل أمثلة مؤشرات: كثافة الطرق المرصوفة(كم٢/كم)، وكثافة الطرق الترابية(كم٢/كم)،وكثافة إجمالي أطوال الطرق(كم٢/كم)،وكثافة أطوال السكك الحديدية(كم٢/كم)، ومنها ما يخص وسائل النقل أمثلة: كثافة أعداد المركبات بالوحدة المكافئة(وحدة/كم٢)، ومنها ما يخص محطات السكك الحديدية كمؤشر كثافة محطات السكك الحديدية(كم٢/محطة) واستخدمت نفس المؤشرات لكل ١٠٠٠نسمة من السكان، وكانت الخطوة الثانية هي تبويب نتائج المؤشرات في خمس فئات لكل مؤشر، وتحديد حدود نتائج كل مؤشر

والتي سيعتمد عليها في حساب درجات العضوية في النموذج كما سيلي شرحه في خطوات بناء النموذج الرياضي لمتغيرات البحث والذي اعتُمد في بناءه على أداة (Fuzzy Logic Toolbox) في برنامج الماتلاب، وتم اعتماد طريقة مامداني (Mamdani) في الاستدلال حيث أن هذه الطريقة تعمل بشكل أساسي لإعطاء القيم اللغوية الأكثر وصفاً لنتائج البحث المرجوة كما أن نتائج دوال العضوية المخرجة هي من النوع المتغير وليس الخطي (للاستزادة: Stojić Gordan A, 2010, p.63، وأسعد، محمد، ٢٠١٦، ص٤٦).

ونظراً إلى أن آلية عمل المنطق الضبابي تقوم على ثلاثة خطوات رئيسة هي: الضبابية Fuzzification، وبناء القواعد الشرطيةRules، وإزالة التضبيب Defuzzification (سليمان، مثنى، وقاسم، عمر، ٢٠١١، ص٣٢٦)، كانت خطوات بناء النموذج الرياضي للبحث كالتالي:

- تحديد مدخلات النموذج (Model inputs): تمثلت في ستة مدخلات تعبر عن نتائج مؤشرات كثافة الطرق للمساحة مرة وللسكان مرة أخرى والسابق توضيحها.
- مرحلة تضبيب المدخلات (Fuzzification): وتعني تحديد درجات العضوية (الانتماء) لكل فئة داخل كل متغير على حده، وتعتمد هذه المرحلة في التحليل الضبابي على تحويل القيم الرقمية إلى متغيرات لغوية (تعبيرات لفظية) مع تحديد مجالها الرقمي، وعليه أعطيت تسميات موحدة للفئات الخمسة التي تم حسابها لكل مؤشر وكانت المتغيرات اللغوية كالتالي: الكثافة المرتفعة جداً(Very High)، والكثافة المرتفعة (High)، والكثافة المتوسطة (Middle)، والكثافة المنخفضة (Low)، والكثافة المنخفضة جدا(Very Low)، وكانت الحدود الرقمية لكل متغير هي نفسها حدود كل فئة تم حسابها مسبقاً من خلال نتائج مؤشرات الكثافة، وتم تغذية النموذج بها.
- مرحلة صياغة قواعد الاستدلال(Inference Rules): وهي شروط تبنى على المدخلات التي تم تكوينها في مرحلة التضبيب ومنها يمكن الخروج بقيم محددة لكل قاعدة على حدة، وفيها تم اقتراح ٢٠ قاعدة استدلالية والموضحة في الملحق (١) والمبنية على طبيعة نتائج مؤشرات الكثافة وأنواع المؤشرات، وبنيت القواعد في النموذج الضبابي باستخدام القاعدة الشرطية (إذا كان ... إذن.....If ... Then)، وبالاعتماد على العمليات المنطقية (AND , OR , NOT)، حيث (إذا كان If) تمثل الشرط، و(و AND) تمثل عملية منطقية، و(Then) تمثل النتيجة المنطقية، إذ أن البحث مبني على مدخلات متعددة تتمثل في نتائج مؤشرات الكثافة مصنفة في خمس فئات لكل منها، ومخرج واحد يتمثل في حدود الكثافة الضبابية، وأعطيت كل القواعد نفس الوزن النسبي الذي يعبر عن مدى تأثير القاعدة على مخرجات

النموذج الضبابي، ويتراوح الوزن النسبي عادة بين صفر وواحد صحيح وأعطيت كل القواعد واحد صحيح.

- مرحلة الدمج والحصول على النتائج الضبابية من خلال واجهة رسومية توضح درجات الانتماء (العضوية) لكل فئة داخل كل مؤشر على حده ونتيجة واحدة لكل الفئات مع كل المؤشرات.
- مرحلة إزالة التضبيب(Defuzzification)،وتتضمن تحويل النتائج الضبابية إلى رقم غير مضبب في حدود بيانات الفئات ودرجات العضوية المدخلة للنموذج.
- مرحلة قراءة المخرجات (Outputs)بعد التأكد من صحة الخطوات السابقة يصبح النموذج جاهز لإخراج معدلات كثافة كل محافظة وفق المؤشرات الستة، فيتم إدخال بيانات كل محافظة في شاشة المخرجات فتعطي نتيجة تعبر عن درجة الانتماء إلى أحد فئات الكثافة وهي التي اعتمد عليها في رسم خرائط أقاليم الكثافة وفق نتائج النموذج.

منطقة الدراسة ومتغيرات البحث:

تتمثل منطقة الدراسة في مصر وفق تقسيمها الإداري في التعداد السكاني العام للسكان والمنشآت لعام ٢٠١٧ والتي تزيد جملة مساحتها على مليون كم٢، وتتكون إدارياً من ٢٧محافظة تتباين فيما بينها من حيث جملة المساحة؛ ففي حين تستأثر محافظة الوادي الجديد بنسبة ٤٢.٧٪ من جملة مساحة الجمهورية، تحظ١٩ محافظة مجتمعة بنسبة ١٠.٨٪ من مساحة الجمهورية؛ حيث كان نصيب محافظات بورسعيد والقليوبية ودمياط ١.٠٪ من جملة مساحة الجمهورية لكل منهم، وهو ما انعكس على خصائص وطبيعة شبكات الطرق والسكك الحديدية وكثافتها، كما بلغت جملة السكان في مصر ٩٤.٧ مليون نسمة عام ٢٠١٧، وبمدى ٩.٤ مليون نسمة بين المحافظة الأعلى سكانا متمثلة في العاصمة والتي يمثل سكانها ١٠.١٪ من جملة سكان الجمهورية، والمحافظة الأقل سكاناً وتتمثل في محافظة جنوب سيناء والتي يمثل سكانها ٠.١١٪ من جملة سكان الجمهورية، ويتركز سكان الجمهورية في الوادي والدلتا، بينما كان نصيب الصحاري قليل من السكان؛ حيث يتركز ١.٦٧٪ من جملة سكان الجمهورية في محافظات الحدود الخمسة ذات الطبيعة الصحراوية.

كما بلغت جملة أطوال الطرق في مصر نحو ١٨٦٨٨٦كم منها ١٧٨٢٤٢كم طرق مرصوفة تمثل ٩٥.٤٪ من جملة أطوال الطرق في مصر، بينما تمثل الطرق الترابية ٤.٦٪ من جملة أطوال الطرق على مستوى الجمهورية، وتستأثر محافظة القاهرة بنسبة ١٧.٢٪ من جملة أطوال الطرق لتعد بذلك الأولى على محافظات الجمهورية من حيث جملة أطوال الطرق؛ حيث تزيد كثافة السكان والعمران، بعكس محافظة بورسعيد التي قل نصيبها إلى ٠.٦٪ من جملة أطوال الطرق لتعد أقل

المحافظات في أطوال الطرق عامة لصغر مساحتها، ويدل ذلك على التباين المكاني للتوزيع الجغرافي لأطوال الطرق على مستوى الجمهورية من شواهده استئثار أربع محافظات بثلث أطوال الطرق متمثلة في القاهرة والإسكندرية والشرقية والبحيرة، ويرتبط تباين أطوال الطرق على مستوى المحافظات فضلا عن مساحاتها بمدى التطور العمراني والاجتماعي والاقتصادي في كل محافظة كما يتضح من الجدول (١)، والشكل (١).

وتتضح العلاقة بين التوزيع الجغرافي للسكان والطرق من خلال أعداد المركبات المملوكة للسكان، والتي بلغت أعدادها ١٠.٨مليون وحدة مكافئة، وتستأثر محافظة القاهرة وحدها بنحو ربع أعداد المركبات على مستوى الجمهورية بنسبة ٢٤.٥٪ من جملة أعداد المركبات، تليها محافظة الجيزة في المرتبة الثانية بنسبة ١٢.٥٪ من جملة أعداد المركبات على مستوى الجمهورية، وبالتالي تزيد أعداد المركبات في المحافظين على ثلث أعداد المركبات على مستوى الجمهورية، ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة الحضرية بها وما يستتبعه ذلك من ارتفاع مستويات الدخول، وكذلك لأهمية هذه المحافظات السياسية والإدارية، زيادة على احتوائها على مراكز صناعية وتجارية وخدمية مهمة، بينما تقل أعداد المركبات في محافظتي شمال وجنوب سيناء ليبلغ نصيب كل منهما ٠.٤٪ من جملة أعداد المركبات على مستوى الجمهورية نظراً لاتساع مساحتهما وقلة أعداد سكانهما، وبالتالي قيمتها الوظيفية مقارنة بالمحافظات الحضرية؛ ومن ثم قلة أعداد المركبات بكل منها، وثمة تشابه في جملة أعداد مركبات النقل المذكورة بالكتاب الاحصائي السنوي والمحسوبة بالوحدات المكافئة، استدل عليه من خلال حساب معامل الارتباط بين إجمالي المركبات على مستوى كل محافظة ومثيلتها المحسوبة بالوحدات المكافئة، واتضح أن قيمة الارتباط ٠.٩٩ بين كل منهما؛ ومرد ذلك إلى زيادة أعداد مركبات نقل الركاب مقارنة بمثيلتها لنقل البضائع؛ حيث بلغت نسبة كل منهما ٧٦.٧٪ و٢٣.٣٪ من جملة أعداد مركبات النقل في مصر لكل منهما على الترتيب.

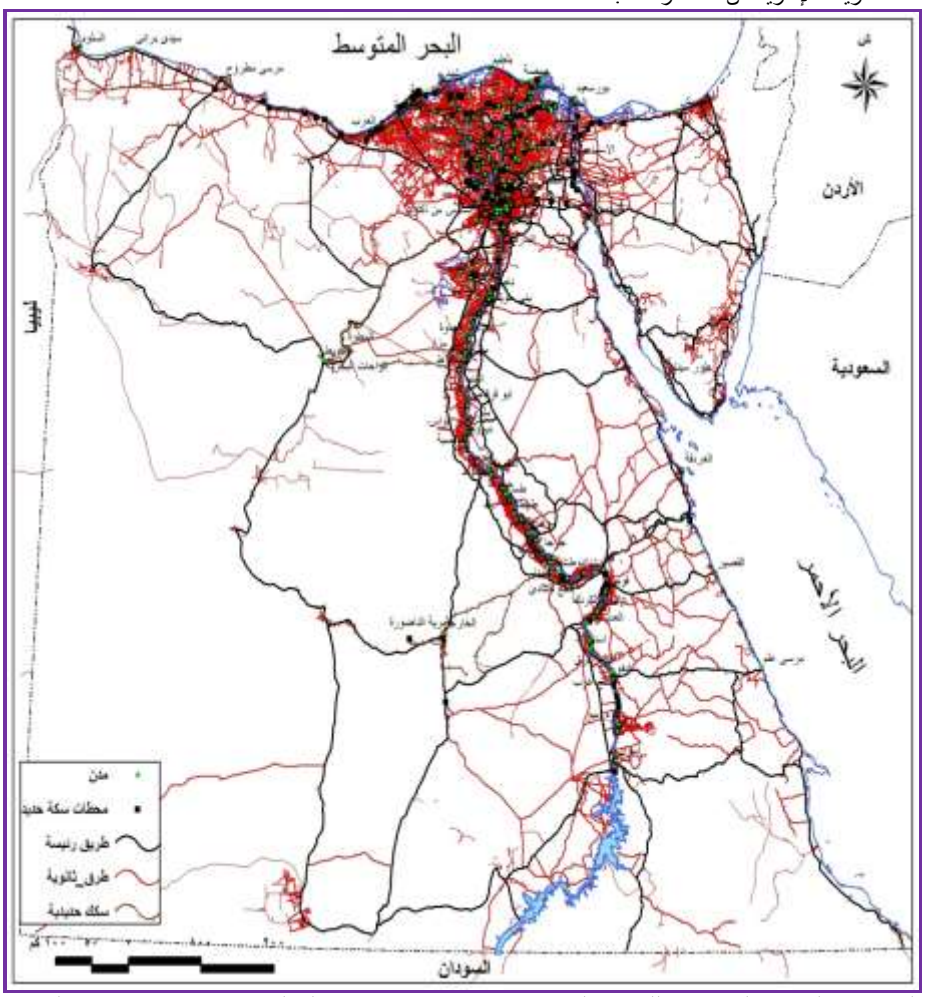
جدول (١) توزيع متغيرات البحث على المحافظات المصرية عام ٢٠١٩

م	المحافظة	المساحة (كم٢) محسوبة	السكان (تعداد٢٠١٧)	طرق مرصوفة(كم)	طرق ترابية (كم)	جملة أطوال الطرق (كم)	السكك الحديدية (كم)	المركبات (وحدة)	محطات السكة الحديد (محطة)
١	البحيره	١١٥٢٩.١	٦١٧١٦١٣	٨٩٠٤	٢٢١	٩١٢٥	٢٣٦	٣٦٥٦٧٨	٥٨
٢	الشرقيه	٤٩٥٧.٠	٧١٦٣٨٢٤	٩٤٣٢	٤٦٦	٩٨٩٨	٢٧٦	٦٤٧٩٢٩	٥٨
٣	الدقهليه	٣٩٤١.٥	٦٤٩٢٣٨١	٥٥١٦	٢٤٠	٥٧٥٦	١٩٩	٦٣٤٦٧٤	٥٦
٤	المنوفيه	٢٢٥٠.٩	٤٣٠١٦٠١	٤١٧٣	١٧٥	٤٣٤٨	١٨٠	٤٤٨٥٥٩	٥٢
٥	الغربيه	١٩٣٦.٩	٤٩٩٩٦٣٣	٥٣٥٨	١٠١	٥٤٥٩	٢٥٢	٥٤٣٤٠٤	٤٩
٦	القليوبيه	١٢٥٠.٩	٥٦٢٧٤٢٠	٢٤٣٥	١٧٢	٢٦٠٧	١٤٧	٤٢٢٠٩٧	٣٩
٧	الاسكندريه	٢٤٤٧.١	٥١٦٣٧٥٠	٩٢٨٩	١١٣٥	١٠٤٢٤	٢٢١	٦٥١٩٧٤	٣٨
٨	الاسماعيليه	٥٣٩٢.٤	١٣٠٣٩٩٣	٣٣٤٦	٦١٧	٣٩٦٣	٢٣٢	٢٠٧٢٩٤	٢٨
٩	الجيزه	٣٦٦٢٢.١	٨٦٣٢٠٢١	٦٩٢٢	١٦٠	٧٠٨٢	٥٠٢	١٣٦٥٣٠٥	٢٣
١٠	مطروح	١٥٩٦٧٦.٥	٤٢٥٦٢٤	٧٣٣٣	١١٦٨	٨٥٠١	٥١٠	٧٧١١٠	٢٢
١١	السويس	٩٤٤٨.٩	٧٢٨١٨٠	٤٤٧٩	١٥٤	٤٦٣٣	٢١٧	١٣٤٤٦١	١٤
١٢	كفر الشيخ	٣٧٥٤.٣	٣٣٦٢١٨٥	٦٣٤٨	٢٧٥	٦٦٢٣	١٣٩	٢٣١٦٢٩	١٤
١٣	القاهره	٢٧٤٩.٢	٩٥٣٩٦٧٣	٣٢٠٩٠	١٠١	٣٢١٩١	٥٠٢	٢٦٦١٤٢٨	١٢
١٤	اسوان	٦٠٩٢٣.٢	١٤٧٣٩٧٥	٥٤٦٨	٩٧	٥٥٦٥	١٦٠	١١٢٨٥٠	١٠
١٥	المنيا	٣١٢٣٢.٦	٥٤٩٧٠٩٥	٦٤٩٣	٢٨٧	٦٧٨٠	١٥٢	٣٢٢٤١٩	٨
١٦	دمياط	٨٨١.٢	١٤٩٦٧٦٥	٤٦٠٣	٥٩	٤٦٦٢	٣٨	٢٢٢٣٩٦	٨
١٧	سوهاج	١٠١٩٧.٣	٤٩٦٧٤٠٩	٥٨٣٨	٧٢٤	٦٥٦٢	١٢٧	٢٥٧٦٨٨	٧
١٨	قنا	٩٣٤٢.٤	٣١٦٤٢٨١	٦٥٥٦	١١٩	٦٦٧٥	٣٦٧	١٩٠٣٧٠	٧
١٩	اسيوط	١٦٦٧٠.٠	٤٣٨٣٢٨٩	٥٧٢١	٢٢٢	٥٩٤٣	١٢٢	٢٤٦٣٠٦	٦
٢٠	بني سويف	١٠٦٩٨.٥	٣١٥٤١٠٠	٣٦٦٨	١٦٤	٣٨٣٢	١٢٣	٢٨٠٨٣٩	٦
٢١	بورسعيد	١٢٩٤.٢	٧٤٩٣٧١	١٠٤٩	١٠١	١١٥٠	٦٧	١٦٢٩٢٤	٦
٢٢	الاقصر	٤٨٥.٠	١٢٥٠٢٠٩	٤٧٢٤	٧٦٩	٥٤٩٣	٤٧	١٢٤٧٤٤	٤
٢٣	شمال سيناء	٢٧١٢٩.٤	٤٥٠٣٢٨	٥٧٤٠	١٠١	٥٨٤١	٧٨	٤٢٥٥٧	٤
٢٤	الفيوم	٥٧٩٤.٦	٣٥٩٦٩٥٤	٤١٦٤	١٦٥	٤٣٢٩	٣٤	٢٨٥٩٧٤	٣
٢٥	الوادي الجديد	٤٢٨٩٥٣.٤	٢٤١٢٤٧	٣٣٣٩	٣٨٨	٣٧٢٧	٤٤٠	٥٤٣٦٣	٣
٢٦	البحر الاحمر	١٢١١٦١.٩	٣٥٩٨٨٨	٧٩٩٩	٣٢٨	٨٣٢٧	١٥٠	١٠٢٧٢١	١
٢٧	جنوب سيناء	٢٩٣١٨.٤	١٠٢٠١٨	٧٢٥٥	١٣٥	٧٣٩٠	٠	٤٤٦١٤	٠
	الجملة	١٠٠٣٨٣٩.٣	٩٤٧٩٨٨٢٧	١٧٨٢٤٢	٨٦٤٤	١٨٦٨٨٦	٥٥١٨	١٠٨٤٢٣٠٤	٥٣٦

المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، الكتاب الإحصائي السنوي، سبتمبر ٢٠١٩، والتعداد السكاني العام لعام ٢٠١٧، والمركبات تشمل جملة وسائل النقل محسوبة بالوحدة المكافئة([1])، ومحطات السكك الحديدية عن الهيئة

([1]) يوضح الكتاب الاحصائي السنوي أعداد مركبات النقل حسب النوع على مستوى المحافظات، ولإيجاد إجمالي المركبات على مستوى كل محافظة تُستخدم الوحدات المكافئة أو الوحدات القياسية المكافئة وحسبت كالتالي: الدراجة ٠.٣٣وحدة، الأتوبيس ٣ وحدات، عربات الكارو (النقل البطئ)،وعربات النقل الثقيل ٢ وحدة، وتوك توك وتريسيكل ٠.٩ وحدة، والدراجة البخارية ٠.٧٥ وحدة، والسيارة الخاصة والأجرة ومحافظة وقطاع عام وتحت الطلب وحدة واحدة (للاستزادة يُراجع: عبد الحميد عبد الواحد، ١٩٨٦، ص ص ٢٥ – ٢٩)، والبيانات في الجدول لجملة مركبات النقل على مستوى كل محافظة بالوحدة المكافئة.

القومية لسكك حديد مصر، ٢٠١٨ والتي تخص حركة قطارات الركاب دون النقل الخفيف، والمساحات مقاسة من الخريطة الإدارية عن المصدر نفسه.



المصدر: الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، قسم نظم المعلومات، خريطة مصر الرقمية، إصدار ٢٠١٧، وشبكات الطرق مرسومة باستخدام أداة (Arc Bru) عن صورة جوية لعام ٢٠١٩.

شكل (١) شبكتا الطرق والسكك الحديدية في مصر عام ٢٠١٩

كما يبلغ إجمالي أطوال السكك الحديدية في مصر ٩٥٧٠كم، منها ٢٨٩١كم في ساحات المحطات ووصلاتها الجانبية وأحواش الفرز، وحوالي٦٦٧٩كم ممثلة في مسارات حركة القطارات، و٢٠كم مسارات رباعية تمثل٠.٤٪من جملة أطوال السكك الحديدية،ومسارات مزدوجة بطول١٤٦٦كم، وبنسبة٢٨.٥٪من جملة أطوال

السكك الحديدية، ومسارات مفردة بطول٣٦٦٧كم تمثل٧١.٢٪، وبعد حذف المسارات المزدوجة والرباعية والأطوال داخل المحطات ووفقا للقياس من الخرائط الطبوغرافية تكون جملة أطوال مسارات السكك الحديدية بالمحافظات٥٥١٨كم موزعة على كافة محافظات الجمهورية عدا محافظة جنوب سيناء، يخدمها٥٣٦محطة([٢]) تتركز في محافظات الوجه البحري خاصة الدقهلية والشرقية والبحيرة والمنوفية والتي زاد نصيب كل منها على ٥٠محطة سكة حديد، وتصنف محطات السكك الحديدية إلى محطات رئيسة وتبدأ منها حركة القطارات وبلغت جملة أعدادها ٤٤محطة في الوجه البحري أمثلة محطات: طنطا وبنها والزقازيق والقاهرة وغيرها، ومحطات ثانوية لتحميل أو نزول الركاب بها وتعتبر محطات عبور لحركة القطارات مقارنة بباقي المحطات وتتمثل في باقي محطات السكك الحديدية(للاستزادة يُراجع: الهيئة القومية لسكك حديد مصر، ٢٠١٨، و Transport Planning Authority (MiNTS),2012).

وتستخدم النماذج المكانية في الاستنتاج بشرط وجود علاقة ارتباط بين الظواهر وبين النموذج (الحالة المناظرة) (توفيق،محمود، ٢٠٠٤، ص١١١)، ولذلك وجب أولاً بيان العلاقة بين متغيرات البحث بغية توضيح أيها أكثر تأثيرا في الآخر لتحديد الأهمية النسبية لمدخلات النموذج؛ ثم حساب مصفوفة الارتباط باستخدام برنامج SPSS بين المتغيرات والتي يوضح نتيجتها الجدول (٢):

جدول (٢) مصفوفة الارتباط بين متغيرات البحث

	المساحة	السكان	الطرق المرصوفة	الطرق الترابية	جملة أطوال الطرق	أطوال السكك الحديدية	أعداد المركبات	أعداد المحطات
المساحة	١	-٠.٣٧	-٠.٠٩	٠.١٩	-٠.٠٨	٠.٤٢	-٠.٢١	-٠.٢٤
السكان	-٠.٣٧	١	٠.٥٢	-٠.٠٩	٠.٥١	٠.٣٧	٠.٧٧	٠.٥٣
الطرق المرصوفة	-٠.٠٩	٠.٥٢	١	-٠.٠٦	٠.٩٩	٠.٤٦	٠.٨٤	٠.٠٢
الطرق الترابية	٠.١٩	-٠.٠٩	-٠.٠٦	١	٠.٠٤	٠.٢٢	-٠.١٣	٠.١١
جملة أطوال الطرق	-٠.٠٨	٠.٥١	٠.٩٩	٠.٠٤	١	٠.٤٧	٠.٨٣	٠.٠٣
السكك الحديدية	٠.٤٢	٠.٣٧	٠.٤٦	٠.٢٢	٠.٤٧	١	٠.٥٣	٠.٢٣
أعداد المركبات	-٠.٢١	٠.٧٧	٠.٨٤	-٠.١٣	٠.٨٣	٠.٥٣	١	٠.٢٣
أعداد المحطات	-٠.٢٤	٠.٥٣	٠.٠٢	٠.١١	٠.٠٣	٠.٢٣	٠.٢٣	١

المصدر: محسوبة وفقاً لبيانات الجدول (١) باستخدام برنامج SPSS.

ومن الجدول يتضح تباين العلاقات بين متغيرات البحث، حيث كانت العلاقات طردية قوية وذات دلالة إحصائية بين أعداد المركبات وكل من أطوال الطرق وأعداد السكان؛ نظراً للتركز المكاني لكل منهم وجود علاقة مكانية بين

([٢]) المحطات المذكورة هي المدرجة في مخططات تشغيل قطارات نقل الركاب وفق بيان الهيئة القومية للسكك الحديدية الصادر في يونيو ٢٠١٩.

التركز السكاني والعمراني وجملة أطوال الطرق وملكيتهم للمركبات خاصة مركبات نقل الركاب.

بينما كانت العلاقات طردية متوسطة بين المساحة وأطوال السكك الحديدية؛ حيث تتباين المحافظات من حيث المساحة وأطوال السكك الحديدية معاً؛ فبالرغم من زيادة أطوال شبكة السكك الحديدية وأعداد محطاتها في محافظة القاهرة والذي انعكس على زيادة كثافتها؛ إلا أنها تقل عن مثيلتها في محافظة مطروح الأكثر طولاً والأقل كثافة متأثرة بمساحتها وسكانها، كما كانت العلاقات طردية متوسطة بين السكان وأطوال الطرق المرصوفة وكذا السكك الحديدية؛ حيث يرتبط تركز شبكات النقل بالتركز السكاني والعمراني.

وكانت علاقات الارتباط ضعيفة بين باقي المتغيرات أمثلة العلاقة بين وكل المتغيرات عدا السكك الحديدية، والعلاقة بين أعداد السكان وجملة أطوال الطرق الترابية، والعلاقة بين أعداد مركبات النقل وكلا من أعداد محطات السكك الحديدية ومساحات المحافظات، وتختزل هذه النتائج طبيعة التركز الجغرافي للسكان وخصائص التقسيم الإداري للمحافظات، وما يخدمها من طرق ومركبات، والتي يتضح من خلالها وجود تباين واضح مرتبط بخصائص التركز المكاني لكل من متغيرات البحث.

أولاً: كثافة النقل البري إلى المساحة:

ثمة طريقتين لحساب الكثافة إلى مساحات الوحدات الإدارية، تتمثل الأولى في نسبة أطوال الطرق إلى المساحة، أما الثانية التي اعتمد عليها في هذا البحث فتتمثل في معدل المساحة المخدومة([٣])، والجدول (٣) والشكل (٢) يوضح نتائج حساب مؤشرات كثافة النقل إلى المساحة على مستوى محافظات الجمهورية، ومن الجدول والشكل يتضح وجود تدرج لكثافة الطرق المرصوفة وفق مساحات المحافظات من وسط الدلتا نحو أطرافها عدا محافظتي القاهرة والإسكندرية متأثرين بزيادة أطوال الطرق إلى مساحة كل منهما، ثم تقل كثافة الطرق المرصوفة تدريجيا الاتجاه صوب محافظات الحدود، وبلغ معدل المساحة المخدومة بالطرق المرصوفة في مصر ٦.٥كم٢/كم(*).

([٣])تحسب كثافة الطرق العامة على سبيل المثال وفق المساحة بقسمة جملة أطوال الطرق(كم) على جملة المساحة(كم٢)، وإذا تم عكس قيمتي البسط والمقام لهذا المؤشر،بحيث يتم قسمة المساحة بالكم المربع على جملة أطوال الطرق المرصوفة، فهذا معدل المساحة المخدومة بالطرق (للاستزادة: عبده، سعيد، ٢٠٠٧، ص ص ١٢١ – ١٢٤).

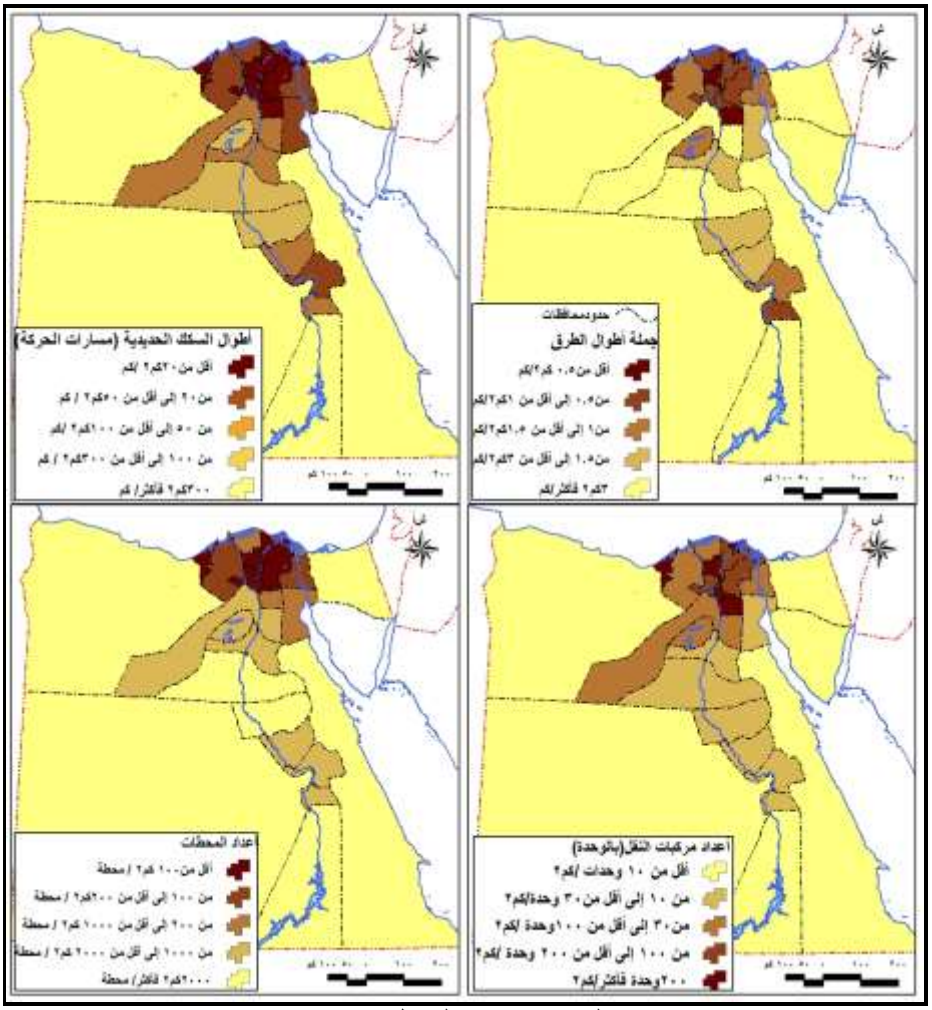
(*) يُذكرأن متوسط كثافة الطرق العالمي يزيد على ١٠٥ كم/١٠٠٠كم٢(العنبكي، هادي عبد المحسن وزملاؤه، ٢٠٠٩، ص ٨٠)، أي أن كل ١كم طولي يخدم ١٠كم٢ تقريباً، مما يدل على زيادة كثافة الطرق بالنسبة للمساحة في مصر عن المتوسط العالمي.

جدول (٣) كثافة النقل إلى المساحة على مستوى محافظات الجمهورية عام ٢٠١٩

المحافظة	أطوال الطرق المرصوفة (كم٢/كم)	أطوال الطرق الترابية (كم٢/كم)	جملة أطوال الطرق (كم٢/كم)	أعداد مركبات النقل (وحدة/كم٢)	أطوال السكك الحديدية (كم٢/كم)	أعداد محطات السكك الحديدية (كم٢/محطة)
الوادي الجديد	١٢٨.٥	١١٠٥.٦	١١٥.١	٠.١	٩٧٤.٩	١٤٢٩٨٤.٥
البحر الاحمر	١٥.١	٣٦٩.٤	١٤.٦	٠.٨	٨٠٧.٧	١٢١١٦١.٩
مطروح	٢١.٨	١٣٦.٧	١٨.٨	٠.٥	٣١٣.١	٧٢٥٨.٠
شمال سيناء	٤.٧	٢٦٨.٦	٤.٦	١.٦	٣٤٧.٨	٦٧٨٢.٣
اسوان	١١.١	٦٢٨.١	١٠.٩	١.٩	٣٨٠.٨	٦٠٩٢.٣
المنيا	٤.٨	١٠٨.٨	٤.٦	١٠.٣	٢٠٥.٥	٣٩٠٤.١
اسيوط	٢.٩	٧٥.١	٢.٨	١٤.٨	١٣٦.٦	٢٧٧٨.٣
الفيوم	١.٤	٣٥.١	١.٣	٤٩.٤	١٧٠.٤	١٩٣١.٥
بنى سويف	٢.٩	٦٥.٢	٢.٨	٢٦.٣	٨٧.٠	١٧٨٣.١
الجيزه	٥.٣	٢٢٨.٩	٥.٢	٣٧.٣	٧٣.٠	١٥٩٢.٣
سوهاج	١.٧	١٤.١	١.٦	٢٥.٣	٨٠.٣	١٤٥٦.٨
قنا	١.٤	٧٨.٥	١.٤	٢٠.٤	٢٥.٥	١٣٣٤.٦
الاقصر	٠.٩	٥.٦	٠.٨	٢٩.١	٩١.٢	١٠٧١.٣
السويس	٢.١	٦١.٤	٢.٠	١٤.٢	٤٣.٥	٦٧٤.٩
كفر الشيخ	٠.٦	١٣.٧	٠.٦	٦١.٧	٢٧.٠	٢٦٨.٢
القاهره	٠.١	٢٧.٢	٠.١	٩٦٨.١	٥.٥	٢٢٩.١
بورسعيد	١.٢	١٢.٨	١.١	١٢٥.٩	١٩.٣	٢١٥.٧
البحيره	١.٣	٥٢.٢	١.٣	٣١.٧	٤٨.٩	١٩٨.٨
الاسماعيليه	١.٦	٨.٧	١.٤	٣٨.٤	٢٣.٢	١٩٢.٦
دمياط	٠.٢	١٤.٩	٠.٢	٢٥٢.٤	٢٣.٢	١١٠.١
الشرقيه	٠.٥	١٠.٦	٠.٥	١٣٠.٧	١٨.٠	٨٥.٥
الدقهليه	٠.٧	١٦.٤	٠.٧	١٦١.٠	١٩.٨	٧٠.٤
الاسكندريه	٠.٣	٢.٢	٠.٢	٢٦٦.٤	١١.١	٦٤.٤
المنوفيه	٠.٥	١٢.٩	٠.٥	١٩٩.٣	١٢.٥	٤٣.٣
الغربيه	٠.٤	١٩.٢	٠.٤	٢٨٠.٥	٧.٧	٣٩.٥
القليوبيه	٠.٥	٧.٣	٠.٥	٣٣٧.٤	٨.٥	٣٢.١
جنوب سيناء	٤.٠	٢١٧.٢	٤.٠	١.٥	٠.٠	٠.٠
الجمهورية	٥.٦	١١٦.١	٥.٤	١٠.٨	١٨١.٩	١٨٧٢.٨

المصدر: بيانات الجدول (١).

وتراوحت نتائج المؤشر بين ٠.٠٩كم٢/كم في أعلى المحافظات كثافة ممثلة في محافظة القاهرة، و١٢٨.٤كم٢/كم في أقل المحافظات كثافة ممثلة في محافظة الوادي الجديد، ويرجع تباين مؤشر كثافة الطرق حسب مساحات المحافظات إلى التركز السكاني والذي انعكس على النمو العمراني وما يستتبعه من أنشطة اقتصادية وخدمية وبخاصة في محافظة القاهرة، وبالتبعية زيادة أطوال الطرق التي تخدمها مع محدودية مساحتها فضلا عن موقعها الجغرافي ودورها كعاصمة للجمهورية؛ والذي ارتبط بزيادة أطوال الطرق بها، بعكس محافظة الوادي الجديد التي تزيد مساحتها وتقل أطوال الطرق بها لطبيعتها الصحراوية وموقعها الجغرافي الهامشي؛ واللذين انعكسا على طبيعة الاستيطان البشري ومشروعاته الخدمية وما يخدمه من طرق مرصوفة.



المصدر: بيانات الجدول (٣).

شكل (٢) كثافة النقل البري إلى المساحة على مستوى المحافظات عام ٢٠١٩

وبلغ معدل المساحة المخدومة بالطرق غير المرصوفة في مصر ١١٦.١كم٢/كم، وتراوحت نتائج المؤشر بين ٥.٥كم٢/كم في أعلى المحافظات كثافة ممثلة في محافظة الأقصر، و١١٠٥.٠٩كم٢/كم في أقل المحافظات كثافة ممثلة في محافظة الوادي الجديد، أما جملة الطرق فبلغ المعدل ٥.٣كم٢/كم لمصر عامة، و٠.٠٩كم٢/كم في القاهرة وهي الأعلى كثافة للمساحة، و١١٥.٠٩كم٢/كم في الوادي الجديد وهي الأقل كثافة، أما عن أقاليم المساحة المخدومة بالسكك الحديدية فبلغ

المعدل ١٨١.٩كم٢/كم في مصر عامة، و٥.٤كم٢/كم في محافظة القاهرة الأعلى كثافة متأثرة بزيادة أطوال السكك الحديدية مع صغر المساحة، و٩٧٤كم٢/كم في محافظة الوادي الجديد لقلة أطوال السكك الحديدية بها مع اتساع مساحتها.

كما تتدرج كثافة أعداد مركبات النقل البرية وفقاً لمساحات المحافظات في شكل شبه مماثل للطرق المرصوفة، متأثرين معاً بالتركز السكاني غير المتكافئ مع مساحات المحافظات، وبلغ معدل كثافة مركبات النقل ١٠.٨ وحدة مكافئة/كم٢ من المساحة، وبلغت أقصاها في محافظة القاهرة بمعدل ٩٦٨.١ وحدة مكافئة/كم٢، وأدناها في محافظة الوادي الجديد بمعدل ٠.١٣ وحدة/كم٢، وكذلك تباين معدل المساحة المخدومة بمحطات السكك الحديدية والذي بلغ ١٨٧٢.٨كم٢/ لكل محطة ويدل على قلة محطات السكك الحديدية، كما زادت كثافتها في محافظة القليوبية بمعدل محطة واحدة لكل ٣٢كم٢ تقريباً، وخلت محافظة جنوب سيناء من السكك الحديدية ومحطاتها، ويرتبط زيادة كثافة محطات السكك الحديدية بطبيعة تخطيط وامتداد السكك الحديدية وتقاطعاتها وأعداد المحلات السكنية التي تربطها، وبالتالي تزيد أعدادها على امتداد خطوطها وفق النمط الشبكي لسكك حديد الوجه البحري بعكس الطبيعة الجغرافية للامتداد الطولي وطبيعة الاستيطان في الوجه القبلي.

وللخروج مما سبق بخريطة أقاليم كثافة النقل وفق المؤشرات الستة المحسوبة إلى مساحات المحافظات باستخدام نموذج المنطق الضبابي؛ فتطلب ذلك تحديد مدخلات النموذج (Model inputs) وتمثلت في مؤشرات الكثافة المحسوبة والموضحة بالجدول(٣) وباعتماد طريقة ممداني الاستدلالية Mamdni inference (٤) للحصول على مخرج واحد (أقاليم الكثافة وفقاً للمساحة)، ثم تحديد درجات العضوية(Fuzzification) لكل متغير، حيث تم تحويل القيم الرقمية التي تمثل كثافته وفق مداها الرقمي إلى متغيرات لغوية (تعبيرات لفظية)، فمثلا تراوح مدى كثافة أطوال الطرق المرصوفة إلى المساحة (المساحة المخدومة) بين (٠.٠٩ و ١٢٨.٥ كم٢/كم) وبعد تصنيفها إلى خمس فئات كان التعبير اللغوي عن الفئات ومداها كالتالي: كثافة مرتفعة جداً(Very High) للأقل من ٠.٥كم٢/كم، وكثافة مرتفعة(High) من ٠.٥ إلى أقل من١كم٢/كم، وكثافة متوسطة(Middle) من ١إلى أقل من١.٥كم٢/كم، وكثافة منخفضة (Low) من ١.٥إلى أقل من٢كم٢/كم ، وكثافة منخفضة جدا(Very Low) ٢كم٢/كم فأكثر، وكانت حدود الفئات هي حدود درجات

(٤) يتألف نظام الاستدلال الضبابي من جمل المقدمة المنطقية والمجموعات الضبابية والمتغيرات والحواجز اللغوية، وثمة نوعان من أنظمة الاستدلال الضبابي هما: طريقة ممداني Mamdani، وطريقة سوجينو Sugeno، وطريقة ممداني هي الأكثر انتشارا وملائمة للمدخلات البشرية (سليمان، مثنى، وقاسم، عمر، ٢٠١١، ص ٣٢٧).

العضوية بالنسبة للمتغير، وتم اختيار شكل منحنى الدالة العضوية الجرسي (توزيع جاوس Gaussian)([٥])؛ فهي الدالة الأكثر استخداماً ويقترب فيها المعدل من الوسيط (Stojić Gordan A, 2010, p.63، وأسعد، محمد، ٢٠١٦، ص٤٦)، والجدول (٤) يوضح حدود مدخلات النموذج وفق تعبيراتها اللغوية والمدى الرقمي لكل منها:

جدول (٤) الحدود الرقمية للتعبيرات اللغوية المدخلة لنموذج أقاليم الكثافة وفقاً للمساحة

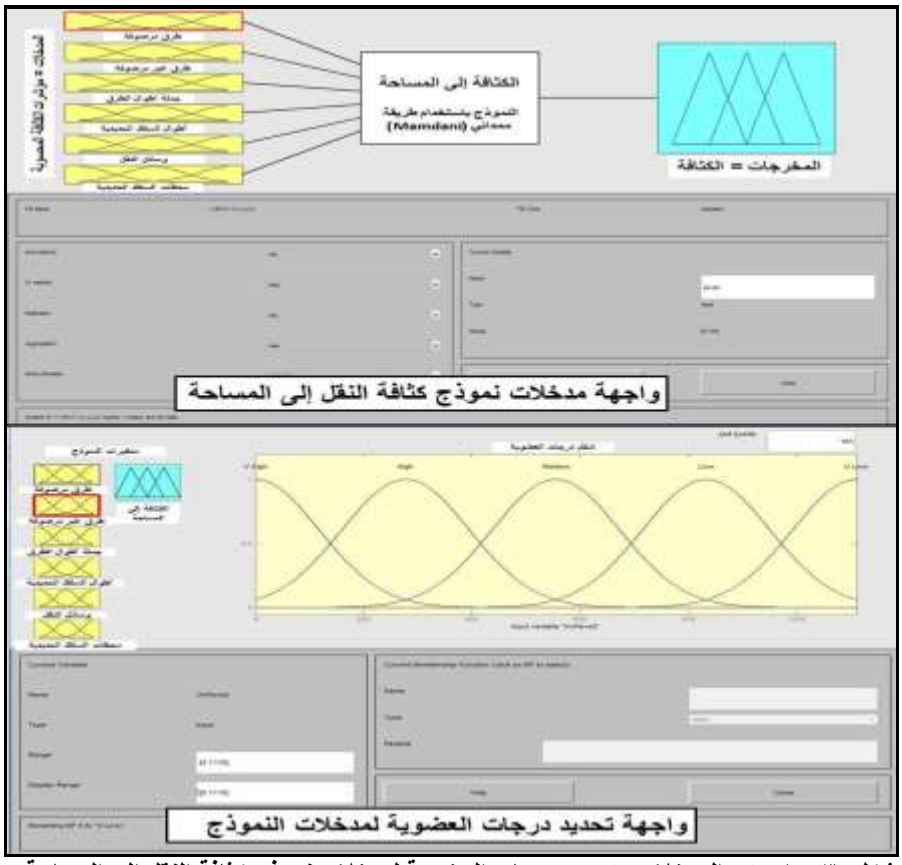
المتغير	مرتفع جدا	مرتفع	متوسط	منخفض	منخفض جداً
الطرق المرصوفة (كم٢/كم)	٠-٠.٥	٠.٥-١	١-١.٥	١.٥-٢	٢-١٢٨.٥
الطرق الترابية (كم٢/كم)	٠-١٠	١٠-٢٠	٢٠-٦٠	٦٠-١٠٠	١٠٠-١١٠٥.٦
جملة أطوال الطرق (كم٢/كم)	٠-٠.٥	٠.٥-١	١-١.٥	١.٥-٣	٣-١١٥.١
أعداد المركبات (وحدة/كم٢)	٩٦٨-٢٠٠	٢٠٠-١٠٠	١٠٠-٣٠	٣٠-٢	٢-٠
السكك الحديدية (كم٢/كم)	٠-٢٠	٢٠-٥٠	٥٠-١٠٠	١٠٠-٢٠٠	٢٠٠-٩٧٥
أعداد المحطات (كم٢/محطة)	٠-١٠٠	١٠٠-٢٠٠	٢٠٠-١٠٠٠	١٠٠٠-٢٠٠٠	٢٠٠٠-١٤٢٩٨٥

المصدر: اعتمادا على الجدول (٣) والشكل (٢).

وتم تضمين المتغيرات اللغوية المدخلة (Implication Method) باستخدام طريقة (الأقل Min) بمعنى أن حدود الكثافات ستعتمد على الحد الأدنى من القيم المدخلة (أقل درجات الانتماء لفئة الكثافة)، وطريقة (الأكبر Max) في تجميع المخرجات (أعلى درجة انتماء لفئة الكثافة)، ولإزالة التضبيب (Defuzzification) أي تحويل النتائج الضبابية إلى رقم صحيح غير مضبب في حدود بيانات الفئات ودرجات العضوية المدخلة للنموذج؛ وتم الاعتماد على طريقة المركز المتوسط (Centroid) وهي أكثر الطرق استخداما لدقتها التي تعتمد على حساب المعدل الموزون (Weighted mean) في ايجاد نقطة التوازن (Stojić Gordan A, 2010, p.63)([٦]) لمنطقة الكثافة الناتجة عن التطبيق كما يظهر في الشكل (٣)، واتبعت نفس الطريقة والخطوات لتعريف دوال العضوية لباقي المدخلات وفقا لبيانات كثافة كل متغير إلى المساحة والمبينة في الجدول (٤).

([٥]) دوال العضوية أو الانتماء هي التي عن طريقها يتم حساب درجة انتماء عنصر معين إلى المجموعة (الفئة) الضبابية، ويوجد عدد من أنماط دوال العضوية المستخدمة في النموذج المضبب منها: الدالة ذات الشكل المثلثي (Triangular)، والدالة ذات الشكل شبه المنحرف (Trapezoidal)، والدالة ذات الشكل الاعتدالي أو دالة جاوس(الجرسي Gaussian) (للاستزادة يُراجع: سليمان، مثنى، وقاسم، عمر، ٢٠١١، ص ص ٣٢٤ و ٣٢٥).

([٦]) توجد طريقتين لإزالة تضبيب المتغيرات اللغوية، هما: طريقة المركز المتوسط (Centroid) وتعتمد على إيجاد مركز ثقل للمخرجات وهي الأكثر تطبيقا لسهولة عملياتها الحسابية، وطريقة الارتفاع الأقصى (Maximum Hight) وتعتمد على إيجاد أعلى قيمة انتماء للمتغير(للاستزادة يُراجع: Stojić Gordan A, 2010, p.63)



شكل (٣) واجهتي المدخلات وتحديد درجات العضوية لمدخلات نموذج كثافة النقل إلى المساحة

وفي مرحلة صياغة قواعد الاستدلال (Inference Rules) للمدخلات والتي سيبنى عليها إخراج أقاليم الكثافة من النموذج؛ حيث تم فرض ٢٠قاعدة استدلالية والموضحة في الملحق (١-أ) والشكل (٤) باستخدام القاعدة الشرطية (إذا كان ... إذن .....Then ...., If) وتم اختيار الأمر المنطقي (AND) حيث يعتمد على أقل قيم العضوية في تحديد الكثافات، ثم تحديد الوزن النسبي (درجة أهمية القاعدة) وأخذت كل القواعد واحد صحيح، وتتمثل الميزة الرئيسة لتطبيق هذه القاعدة الشرطية في قدرتها على الاستدلال في ظل مقارنة جزئية لبيانات المتغيرات؛ حيث يتم حساب درجات للبيانات المدخلة التي تطابق أي من القواعد، ثم يتم الجمع بين هذه

الدرجات مع نتيجة القاعدة لتشكيل استنتاج ضبابي مبني على القاعدة (Stojić Gordan A, 2010, p.61).

شكل (٤) واجهتي القواعد الشرطية والرسومية لنموذج كثافة النقل إلى المساحة

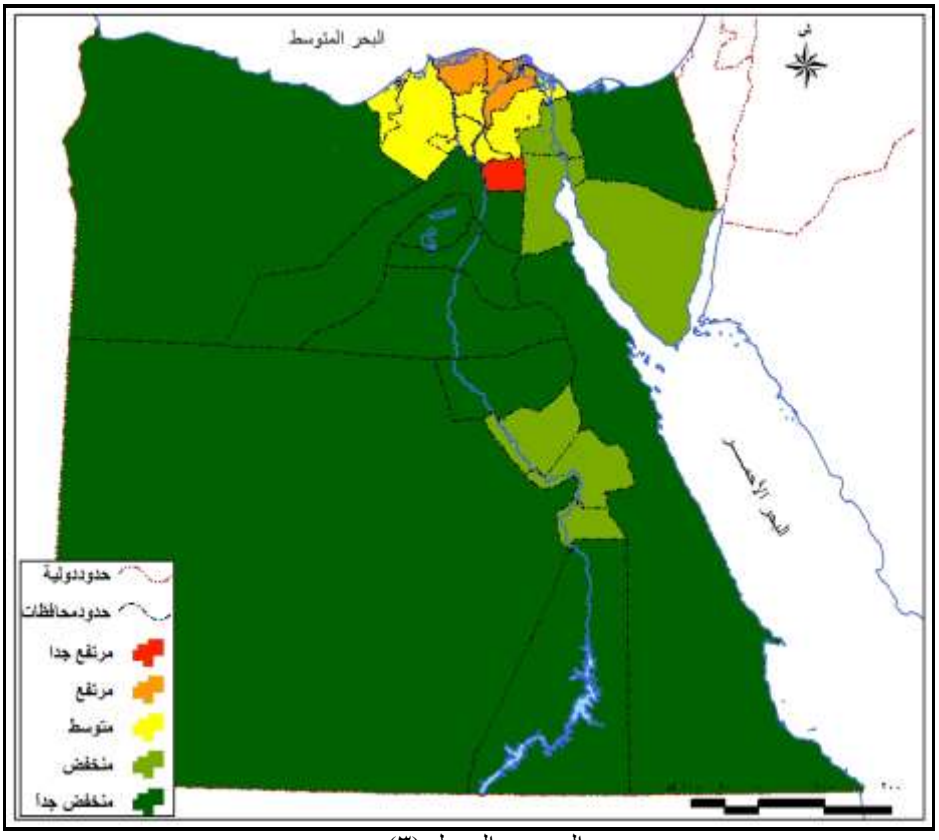
ومن خلال الواجهة الرسومية الموضحة في الشكل (٤) يمكن قراءة مخرجات النموذج والتي تحدد حدود كل إقليم كثافة والتي تتراوح بين صفر و١٠ وكانت فئات المخرجات كالتالي: مرتفع جدا (من صفر إلى أقل من٣) ومرتفع (من٣إلى أقل من٤) ومتوسط (من٤إلى أقل من٥) ومنخفض (من٥إلى أقل من٦) ومنخفض جدا (٦فأكثر)، والجدول (٥) والشكل (٥) يوضحان نتائج نموذج كثافة النقل إلى المساحة على مستوى المحافظات وفقاً للمؤشرات الستة ونتائج التحليل الضبابي عام ٢٠١٩:

جدول (٥) أقاليم كثافة النقل وفقاً للمساحة على مستوى محافظات الجمهورية عام ٢٠١٩

المحافظة	الكثافة الضبابية	تقييم النموذج	المحافظة	الكثافة الضبابية	تقييم النموذج
القاهره	١.٩٨	مرتفع جدا	السويس	٥.٢٥	منخفض
الدقهليه	٣.٩٠	مرتفع	الاقصر	٥.٥٧	منخفض
دمياط	٣.٩٠	مرتفع	سوهاج	٥.٩٧	منخفض
كفر الشيخ	٣.٩٢	مرتفع	الجيزه	٦.٨٨	منخفض جداً
المنوفيه	٤.١١	متوسط	بنى سويف	٦.٩١	منخفض جداً
القليوبيه	٤.١٧	متوسط	اسيوط	٦.٩٢	منخفض جداً
الاسكندريه	٤.٢٧	متوسط	الفيوم	٦.٩٢	منخفض جداً
الغربيه	٤.٢٧	متوسط	المنيا	٦.٩٣	منخفض جداً
الشرقيه	٤.٣١	متوسط	اسوان	٦.٩٥	منخفض جداً
بورسعيد	٤.٦٨	متوسط	شمال سيناء	٦.٩٥	منخفض جداً
البحيره	٤.٩٧	متوسط	مطروح	٦.٩٦	منخفض جداً
الاسماعيليه	٥.١٠	منخفض	البحر الاحمر	٨.٩٥	منخفض جداً
قنا	٥.١١	منخفض	الوادي الجديد	٨.٩٦	منخفض جداً
جنوب سيناء	٥.٢٣	منخفض	الجمهورية	٦.٩١	منخفض جداً

المصدر: بيانات الجدولين (٣ و٤) ونتائج تطبيق نموذج التحليل الضبابي باستخدام برنامج Matlab.

ومن الجدول والشكل فكثافة النقل البري في مصر منخفضة جداً بنسبة ٦٩.١٪ من المعدل المثالي المطلوب وفقاً لمساحات المحافظات الحالية، وتصنف محافظات الجمهورية وفقاً لأقاليم كثافة النقل إلى المساحة تبعاً لمخرجات النموذج في الفئات التالية:



المصدر: الجدول (٣).

شكل (٥) التوزيع الجغرافي لأقاليم كثافة النقل وفقاً للمساحة المخدومة على مستوى الجمهورية عام ٢٠١٩

- **محافظات مرتفعة الكثافة جداً**: وتمثلها محافظة القاهرة وهي تتفق مع المؤشرات المدخلة للنموذج عدا مؤشرا الطرق الترابية لقلة أطوالها بالمحافظة، وكذلك قلة أعداد محطات السكك الحديدية، بعكس زيادة أطوال شبكات الطرق والسكك الحديدية مقارنة بالمساحة، ويعني الرقم بالجدول أن الكثافة مرتفعة جدا في القاهرة بنسبة٩٨.٩٪ بينما هي مرتفعة الكثافة بنسبة ١.١٪.
- **محافظات مرتفعة الكثافة**: وتمثلها ثلاث محافظات تتقدمها محافظة الدقهلية ثم دمياط وكفر الشيخ، ويشير الواقع الجغرافي لهذه المحافظات إلى عدم كفاية شبكات الطرق بدليل زيادة كثافة الحركة على الطاقة الاستيعابية ومن شواهده

الازدحام المروري وزيادة زمن الرحلة، ويشير ذلك إلى ضرورة توسعة الطرق لتوازي أعداد المركبات المتزايدة بهذه المحافظات.

- **محافظات متوسطة الكثافة**: وتمثلها سبع محافظات تتقدمها محافظة المنوفية ثم محافظات القليوبية والإسكندرية والغربية والشرقية وبورسعيد والبحيرة، أي تحتاج هذه المحافظات لزيادة أطوال الطرق وتوسعة الموجود منها.
- **محافظات منخفضة الكثافة**: وتمثلها ست محافظات تتمثل في الإسماعيلية وقنا وجنوب سيناء والسويس والأقصر وسوهاج.
- **محافظات منخفضة الكثافة جداً**: وتمثلها عشر محافظات تتمثل في الجيزه، وبنى سويف، وأسيوط، والفيوم، والمنيا، وشمال سيناء، وأسوان، ومطروح، والبحر الاحمر، والوادي الجديد، متأثرة باتساع مساحتها وضيق المساحة المأهولة مقارنة بظهير كل منها الصحراوي، وبالتالي تحتاج هذه المحافظات إلى التوسع في المشروعات التنموية الهادفة إلى إعادة توزيع السكان وبالتالي التوسع في مد شبكات الطرق التي تخدمها.

ولاختبار نتيجة النموذج تم حساب المتوسط الحسابي لمؤشرات كثافة النقل إلى المساحة لكل محافظة، وحساب علاقة الارتباط بين كل من المتوسطات ونتائج النموذج باستخدام برنامج SPSS، وكانت النتيجة وجود علاقة ارتباط طردية ذات دلالة إحصائية متوسطة قيمتها ٠.٦١، وبالتالي النموذج متوسط لمساحات المحافظات، ومن خلال نتيجة معامل الارتباط يمكن الخروج بنتيجة مهمة مفاداها اختلاف نتائج النموذج على متوسط نتائج مؤشرات الكثافة؛ أي يؤكد على فكرة عدم دقة نتائج مؤشرات الكثافة، وإمكانية الاعتماد على نتائج التحليل الضبابي في حساب كثافة النقل إلى المساحة.

ثانياً: كثافة النقل البري إلى أعداد السكان:

تُحسب كثافة الطرق وفق أعداد السكان بقسمة جملة أطوال الطرق أعداد السكان× ١٠٠٠، وإذا تم عكس قيمتي البسط والمقام لهذا المؤشر، بحيث يتم قسمة عدد السكان على إجمالي أطوال الطرق بالمركز؛ فهذا يعرف بمؤشر القيمة الاقتصادية، والذي يشير إلى أن النقل عملية إنتاجية، تزداد قيمتها بزيادة المسافة وإضافة حمولة جديدة من النقاط (العقد) المختلفة على الطريق، والإضافة قد تكون عدد السكان(رياض، محمد ، ١٩٧٦، ص٩٧)، والجدول (٦) والشكل (٦) يوضحان نتائج حساب مؤشرات كثافة النقل إلى أعداد السكان على مستوى محافظات الجمهورية:

Doi: 10.12816/jasg.2020.67952

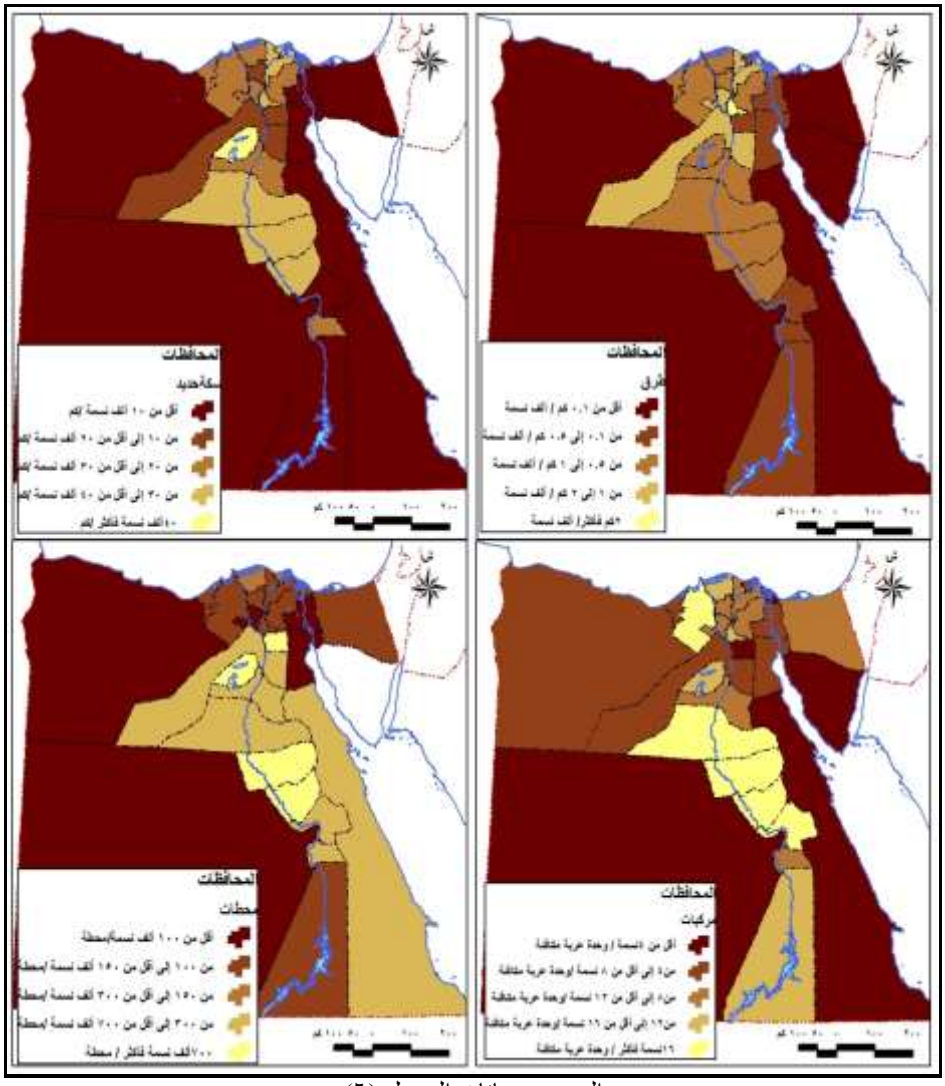
جدول (٦) كثافة النقل إلى أعداد السكان
على مستوى محافظات الجمهورية عام ٢٠١٩

المحافظة	أطوال الطرق المرصوفة (ألف نسمة/كم)	أطوال الطرق الترابية (ألف نسمة/كم)	جملة أطوال الطرق (ألف نسمة/كم)	أطوال السكك الحديدية (ألف نسمة/كم)	أعداد مركبات النقل (نسمة/وحدة)	أعداد محطات السكك الحديد (ألف نسمة /محطة)
الفيوم	٠.٨٦	٢١.٨٠	٠.٨٣	١٠٥.٧٩	١٣	١١٩٨.٩٨
القاهره	٠.٣٠	٩٤.٤٥	٠.٣٠	١٩.٠٠	٤	٧٩٤.٩٧
اسيوط	٠.٧٧	١٩.٧٤	٠.٧٤	٣٥.٩٣	١٨	٧٣٠.٥٥
سوهاج	٠.٨٥	٦.٨٦	٠.٧٦	٣٩.١١	١٩	٧٠٩.٦٣
المنيا	٠.٨٥	١٩.١٥	٠.٨١	٣٦.١٧	١٧	٦٨٧.١٤
بنى سويف	٠.٨٦	١٩.٢٣	٠.٨٢	٢٥.٦٤	١١	٥٢٥.٦٨
قنا	٠.٤٨	٢٦.٥٩	٠.٤٧	٨.٦٢	١٧	٤٥٢.٠٤
الجيزه	١.٢٥	٥٣.٩٥	١.٢٢	١٧.٢٠	٦	٣٧٥.٣١
البحر الاحمر	٠.٠٤	١.١٠	٠.٠٤	٢.٤٠	٤	٣٥٩.٨٩
الاقصر	٠.٢٦	١.٦٣	٠.٢٣	٢٦.٦٠	١٠	٣١٢.٥٥
كفر الشيخ	٠.٥٣	١٢.٢٣	٠.٥١	٢٤.١٩	١٥	٢٤٠.١٦
دمياط	٠.٣٣	٢٥.٣٧	٠.٣٢	٣٩.٣٩	٧	١٨٧.١٠
اسوان	٠.٢٧	١٥.٢٠	٠.٢٦	٩.٢١	١٣	١٤٧.٤٠
القليوبيه	٢.٣١	٣٢.٧٢	٢.١٦	٣٨.٢٨	١٣	١٤٤.٢٩
الاسكندريه	٠.٥٦	٤.٥٥	٠.٥٠	٢٣.٣٧	٨	١٣٥.٨٩
بورسعيد	٠.٧١	٧.٤٢	٠.٦٥	١١.١٨	٥	١٢٤.٩٠
الشرقيه	٠.٧٦	١٥.٣٧	٠.٧٢	٢٥.٩٦	١١	١٢٣.٥١
الدقهليه	١.١٨	٢٧.٠٥	١.١٣	٣٢.٦٣	١٠	١١٥.٩٤
شمال سيناء	٠.٠٨	٤.٤٦	٠.٠٨	٥.٧٧	١١	١١٢.٥٨
البحيره	٠.٦٩	٢٧.٩٣	٠.٦٨	٢٦.١٥	١٧	١٠٦.٤١
الغربيه	٠.٩٣	٤٩.٥٠	٠.٩٢	١٩.٨٤	٩	١٠٢.٠٣
المنوفيه	١.٠٣	٢٤.٥٨	٠.٩٩	٢٣.٩٠	١٠	٨٢.٧٢
الوادي الجديد	٠.٠٧	٠.٦٢	٠.٠٦	٠.٥٥	٤	٨٠.٤٢
السويس	٠.١٦	٤.٧٣	٠.١٦	٣.٣٦	٥	٥٢.٠١
الاسماعيليه	٠.٣٩	٢.١١	٠.٣٣	٥.٦٢	٦	٤٦.٥٧
مطروح	٠.٠٦	٠.٣٦	٠.٠٥	٠.٨٣	٦	١٩.٣٥
جنوب سيناء	٠.٠١	٠.٧٦	٠.٠١	٠	٢	٠
الجمهورية	٠.٥٣	١٠.٩٧	٠.٥١	١٧.١٨	٩	١٧٦.٨٦

المصدر: بيانات الجدول (١).

ومن الجدول والشكل: تأثرت معدلات الكثافة على مستوى المحافظات المصرية بالتركز السكاني والذي انعكس على تباين معدلاتها منسوبة لمتغيرات البحث، وبالتالي بلغ معدل كثافة الطرق المرصوفة إلى السكان (نصيب السكان أو مؤشر القيمة الاقتصادية) في مصر ٠.٥٣ألف نسمة/ كيلو متر طولي واحد أي يخدم الكيلو متر نحو ٥٣٢نسمة(*).

(*) يُذكرأن متوسط كثافة الطرق العالمي يبلغ إلى ٤٩٦ كيلو متر لكل ١٠٠٠٠٠نسمة من السكان(العنبكي، هادي عبد المحسن وزملاؤه، ٢٠٠٩، ص٨١)، أي أن كل ١.٢كم تخدم ٢٥٠ نسمة، وبالتالي فمعدل كثافة



المصدر: بيانات الجدول (٦).

شكل (٦) كثافة النقل البري إلى أعداد السكان على مستوى المحافظات عام ٢٠١٩

الطرق بالنسبة للسكان في مصر يقل عن المتوسط العالمي، مما يفسر أسباب عدم استيعاب بعض طرق المركز لكثافة الحركة المرورية للمركبات.

وتراوحت نتائج مؤشر كثافة الطرق المرصوفة بين٢.٣ألف نسمة/كم (أي يخدم الكيلو متر الطولي من الطرق المرصوفة نحو٢٣١١نسمة من السكان) في أقل المحافظات كثافة ممثلة في محافظة القليوبية نظراً لزيادة أعداد سكانها مقارنة بأطوال الطرق، و٠.٠١ألف نسمة/كم (أي يخدم الكيلو متر الطولي نحو١٤نسمة) في أعلى المحافظات كثافة ممثلة في محافظة جنوب سيناء، ويرجع ذلك لاتساع مساحة المحافظة وزيادة أطوال الطرق بها مقارنة بقلة أعداد السكان؛ ليستنتج من الجدول قلة كثافة أطوال الطرق إلى السكان في محافظات القليوبية والجيزة والدقهلية والمنوفية بعكس محافظات الحدود الخمس التي تتسع مساحاتها وتزيد أطوال الطرق بها مع قلة سكان كل منها وبالتالي زاد مؤشر الكثافة العامة لأعداد السكان.

وكذلك بلغ معدل كثافة الطرق غير المرصوفة (معدل خدمة الطرق غير المرصوفة للسكان) في مصر١٠.٩ ألف نسمة لكل كيلو متر طولي من الطرق غير المرصوفة (أي يخدم كل كيلو متر ١٠٩٦٧نسمة)، وتراوحت نتائج المؤشر بين ٩٤.٤ ألف نسمة/كم في أقل المحافظات كثافة ممثلة في محافظة القاهرة (يخدم الكيلو متر الطولي نحو٩٤٤٥٢نسمة من السكان) لقلة أطوال الطرق غير المرصوفة بها نظرا لأهميتها الحضرية والمكانية كعاصمة للجمهورية، كما بلغ مؤشر كثافة الطرق غير المرصوفة ٠.٣٦ ألف نسمة/كم في أعلى المحافظات كثافة ممثلة في محافظة مطروح (أي يخدم الكيلو متر الطولي من الطرق غير المرصوفة نحو ٣٦٤نسمة من السكان) لقلة أعداد سكانها مع اتساع مساحتها، وتبنى كثافة إجمالي أطوال الطرق على كثافة كلا النوعين السابقين؛ حيث بلغ معدل كثافتها ٠.٥ ألف نسمة/كم لمصر عامة (أي كيلو متر واحد لنحو ٥٠٧نسمة من إجمالي سكان الجمهورية)، وبلغت ١.١٦ ألف نسمة/كم (أي كل كيلو متر طولي من الطرق يخدم نحو٢١٥٩نسمة من سكانها) في محافظة القليوبية وهي الأقل كثافة إلى أعداد السكان، كما بلغت كثافة جملة أطوال الطرق إلى أعداد السكان ٠.٠١ ألف نسمة/كم (أي يخدم الكيلو متر الطولي نحو١٤نسمة من السكان) في محافظة جنوب سيناء وهي الأعلى كثافة للطرق غير المرصوفة متأثرة بطبيعتها الجبلية وقلة أعداد سكانها.

وبلغ معدل كثافة أطوال السكك الحديدية إلى أعداد السكان ١٧.١٨ ألف نسمة/كم (أي يخدم الكيلو متر الطولي من السكك الحديدية نحو ١٧١٨٠نسمة من جملة سكان الجمهورية) في مصر عامة، وزاد المعدل إلى ١٠٥.٧ ألف نسمة/كم في محافظة الفيوم لتعد الأقل كثافة في جملة أطوال السكك الحديدية منسوبة لأعداد السكان، و٠.٥٥ ألف نسمة/كم في محافظة الوادي الجديد لتعد بذلك الأعلى كثافة؛ حيث يخدم كل كيلو متر طولي من السكك الحديدية نحو ٥٤٨نسمة من سكانها، لقلة أعداد سكانها مقارنة بأطوال سككها الحديدية.

كما بلغ معدل كثافة مركبات النقل إلى أعداد السكان وحدة ركوب واحدة لكل نحو ٩ أفراد (نسمة) على مستوى الجمهورية، وبلغت أدنى كثافة في محافظة سوهاج بمعدل وحدة ركوب واحدة لكل ١٩ نسمة، كما توجد أعلى كثافة للمركبات منسوبة للسكان في محافظة جنوب سيناء بمعدل وحدة ركوب واحدة لكل فردين.

وكذلك تباين معدل كثافة محطات السكك الحديدية إلى أعداد السكان؛ والذي بلغ ١٧٦.٨ ألف نسمة لكل محطة (أي تخدم المحطة الواحدة نحو ١٧٦٨٦٤نسمة من السكان)، وقل معدل خدمة المحطات للسكان في محافظة الفيوم بمعدل محطة واحدة لكل ١١٩٨.٨ ألف نسمة (أي محطة واحدة لنحو مليون ومائتي ألف نسمة من سكانها)، بينما زادت كثافة المحطات لتصل إلى محطة واحدة لكل ١٩.٣٥ ألف نسمة متأثرة بزيادة أعداد المحطات على طول امتداد خط سكة حديد الاسكندرية-مطروح، بينما خلت محافظة جنوب سيناء من السكك الحديدية ومحطاتها.

أما الكثافة الضبابية لمتغيرات النقل وفقاً لأعداد السكان فاتبعت نفس الخطوات السابقة في البند أولاً من هذا البحث، مع تغيير المدى الرقمي لدرجات العضوية (Fuzzification) لكل متغير حسب نتائج كثافته على مستوى المحافظات، فمثلا تراوح مدى كثافة أطوال الطرق المرصوفة إلى أعداد السكان بين (٠.٠١ و ٢.٣١ كم/ ١٠٠٠ نسمة) وبعد تصنيفها إلى خمس فئات تم تسمية الفئات لفظياً كالتالي: كثافة مرتفعة جداً(Very High) لكل ٢كم/١٠٠٠نسمة فأكثر، وكثافة مرتفعة (High) من١إلى أقل من٢كم/ ١٠٠٠نسمة، وكثافة متوسطة (Middle) من٠.٥إلى أقل من١كم/ ١٠٠٠نسمة، وكثافة منخفضة (Low) من٠.١إلى أقل من٠.٥كم/ ١٠٠٠نسمة، وكثافة منخفضة جدا (Very Low) أقل من٠.١كم/ ١٠٠٠نسمة، وتم اختيار شكل منحنى الدالة العضوية الجرسي (توزيع جاوس Gaussian)، وتضمين المتغيرات اللغوية المدخلة (Implication Method) باستخدام طريقة (الأقل Min) وطريقة (الأعلى Max) في تجميع المخرجات، ولإزالة التضبيب (Defuzzification) تم الاعتماد على طريقة المركز المتوسط (Centroid) واتبعت نفس الطريقة والخطوات لتعريف دوال العضوية لباقي المدخلات وفقا لبيانات كثافة كل متغير إلى أعداد السكان. والجدول (٧) يوضح حدود مدخلات النموذج وفق تعبيراتها اللغوية والمدى الرقمي لكل منها:

جدول (٧) الحدود الرقمية للتعبيرات اللغوية المدخلة لنموذج أقاليم الكثافة وفقاً لأعداد السكان

المتغير	مرتفع جدا	مرتفع	متوسط	منخفض	منخفض جداً
الطرق المرصوفة (ألف نسمة/كم)	٠.٠١-٠	٠.٥-٠.١	١-٠.٥	٢-١	٢.٣-٢
الطرق الترابية (ألف نسمة/كم)	١-٠	١٠-١	٢٠-١٠	٤٠-٢٠	٩٥-٤٠
جملة أطوال الطرق (ألف نسمة/كم)	٠.٠١-٠	٠.٥-٠.١	١-٠.٥	٢-١	٢.٥-٢
أعداد المركبات (وحدة/نسمة)	٤-٠	٨-٤	١٢-٨	١٦-١٢	٢٠-١٦
السكك الحديدية (ألف نسمة/كم)	١٠-٠	٢٠-١٠	٣٠-٢٠	٤٠-٣٠	١٠٦-٤٠
أعداد المحطات (ألف نسمة/محطة)	١٠٠-٠	١٥٠-١٠٠	٣٥٠-١٥٠	٧٠٠-٣٥٠	١٢٠٠-٧٠٠

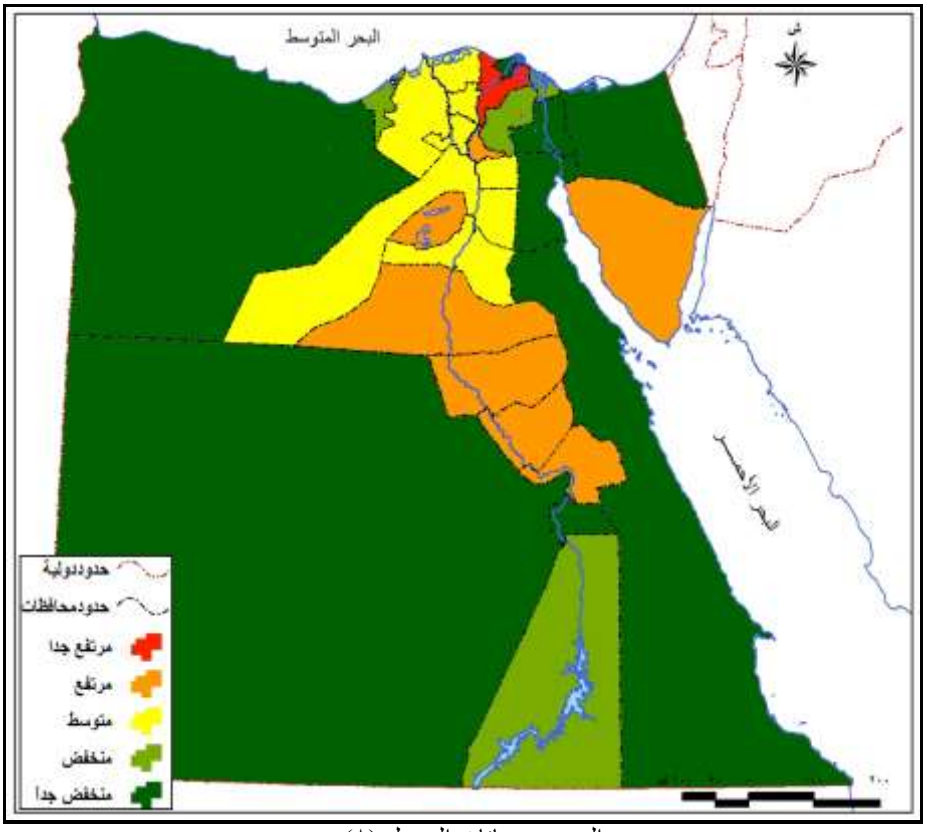
المصدر: اعتمادا على الجدول (٦) والشكل (٦).

وباتباع نفس خطوات تعريف وإخراج نموذج أقاليم كثافة النقل إلى المساحة، تم الخروج بأقاليم كثافة النقل إلى أعداد السكان مصنفة في خمس فئات والتي تتراوح حدودها بين صفر و١٠ وكانت فئات المخرجات كالتالي: منخفض جدا (من صفر إلى أقل من٣) ومنخفض (من٣إلى أقل من٤) ومتوسط (من٤إلى أقل من٥) ومرتفع (من٥إلى أقل من٦) ومرتفع جدا (٦فأكثر)، ويبين الجدول (٨)والشكل (٧) أقاليم كثافة النقل إلى أعداد السكان على مستوى المحافظات وفقاً للمؤشرات الستة ونتائج التحليل الضبابي عام ٢٠١٩:

جدول (٨) أقاليم كثافة النقل وفقاً لأعداد السكان على مستوى محافظات الجمهورية عام ٢٠١٩

المحافظة	الكثافة الضبابية	تقييم النموذج	المحافظة	الكثافة الضبابية	تقييم النموذج
الدقهليه	٦.٥٧	مرتفع جدا	بنى سويف	٤.١	متوسط
جنوب سيناء	٥.٨	مرتفع	بورسعيد	٣.٩٤	منخفض
الفيوم	٥.٥٣	مرتفع	اسوان	٣.٧٥	منخفض
سوهاج	٥.٢	مرتفع	الشرقيه	٣.٧٥	منخفض
القليوبيه	٥.١	مرتفع	الاسكندريه	٣.٠٣	منخفض
المنيا	٥.١	مرتفع	الاسماعيليه	٢.٥٧	منخفض جداً
اسيوط	٥	مرتفع	الاقصر	٢.٥٤	منخفض جداً
قنا	٥	مرتفع	دمياط	٢.٥١	منخفض جداً
كفر الشيخ	٤.٩٦	متوسط	شمال سيناء	٢.٥	منخفض جداً
الجيزه	٤.٩٢	متوسط	البحر الاحمر	٢.٤٩	منخفض جداً
البحيره	٤.٩	متوسط	السويس	٢.٤٩	منخفض جداً
الغربيه	٤.٨٥	متوسط	مطروح	٢.٤٨	منخفض جداً
المنوفيه	٤.٥٢	متوسط	الوادي الجديد	٢.١٤	منخفض جداً
القاهره	٤.٤٨	متوسط	الجمهورية	٢.٨٣	منخفض جداً

المصدر: بيانات الجدولين (٦ و ٧) ونتائج تطبيق نموذج التحليل الضبابي باستخدام برنامج Matlab.



المصدر: بيانات الجدول (٨).

شكل (٧) التوزيع الجغرافي لأقاليم كثافة النقل وفقاً لأعداد السكان على مستوى الجمهورية عام ٢٠١٩

ومن الجدول والشكل فكثافة النقل البري في مصر وفق أعداد السكان منخفضة جداً بنسبة ٢٨.٣٪ من المعدل المثالي المطلوب وفقاً لتوزيع سكانها الحالي على المحافظات، وتصنف محافظات الجمهورية وفقاً لأقاليم كثافة النقل إلى أعداد السكان حسب مخرجات النموذج في الفئات التالية:

- **محافظات مرتفعة الكثافة جداً**: وتمثلها محافظة الدقهلية عند حدود عضوية ٦.٥ درجة من جملة ١٠ درجات وتعني أن محافظة الدقهلية مرتفعة جدا بنسبة ٦٥٪ بينما مرتفعة بنسبة ٣٥٪، ويشير ذلك إلى أن سكان محافظة الدقهلية مخدومين بشكل كاف بطرق النقل ومركباته وشبكات السكك الحديدية ومحطاتها بنسبة

٦٥٪ وتحتاج نحو ٣٥٪ من الموجود حالياً لتتناسب مع المعايير المثلى لخدمة شبكات النقل لسكانها.

- **محافظات مرتفعة الكثافة**: وتمثلها سبع محافظات تتمثل في: جنوب سيناء، والفيوم، وسوهاج، والمنيا، والقليوبية، وأسيوط، وقنا، أي أن هذه المحافظات مرتفعة الكثافة بنسبة تتراوح بين ٥٠و٦٠٪، بينما هي متوسطة بنسبة تتراوح بين ٤٠و٥٠٪ من المعدل المثالي لسكان كل منها.
- **محافظات متوسطة الكثافة**: وتمثلها سبع محافظات تتمثل في: كفر الشيخ، والجيزة، والبحيرة، والغربية، والمنوفية، والقاهرة، وبنى سويف، أي أن هذه المحافظات متوسطة الكثافة بنسبة تتراوح بين٤٠و٥٠٪ بينما هي مرتفعة الكثافة بنسبة تتراوح بين ٥٠و٦٠٪ من المعدل المثالي لسكان كل منها.
- **محافظات منخفضة الكثافة**: وتمثلها أربع محافظات تتمثل في: بورسعيد، وأسوان، والشرقية، والإسكندرية؛ أي أن هذه المحافظات منخفضة الكثافة بنسبة تتراوح بين٣٠و٤٠٪ بينما هي مرتفعة الكثافة بنسبة تتراوح بين ٦٠و٧٠٪ من المعدل المثالي لسكان كل منها.
- **محافظات منخفضة الكثافة جداً**: وتمثلها ثمان محافظات تتمثل في: الإسماعيلية، والأقصر، ودمياط، وشمال سيناء، والبحر الأحمر، والسويس، ومطروح، والوادي الجديد؛ أي أن هذه المحافظات منخفضة الكثافة بنسبة تقل عن ٣٠٪ بينما هي مرتفعة الكثافة بنسبة ٧٠٪ من المعدل المثالي لسكان كل منها.

ولاختبار نتيجة النموذج تم حساب المتوسط الحسابي لمؤشرات كثافة النقل إلى السكان لكل محافظة، وحساب علاقة الارتباط بين كل من المتوسطات ونتائج النموذج باستخدام برنامج SPSS، وكانت النتيجة وجود علاقة ارتباط طردية ذات دلالة إحصائية متوسطة قيمتها ٠.٤٢، وبالتالي النموذج متوسط لأعداد سكان المحافظات، ومن خلال نتيجة معامل الارتباط يمكن الخروج بأهمية النموذج في التمييز المكاني لأقاليم الكثافة عن مثيله من المؤشرات المتبعة في حسابها وفقاً لأعداد السكان.

ثالثاً: مقارنة نموذجي أقاليم كثافة النقل:

لتقييم نتائج نموذجي الكثافة للسكان وللمساحة، تم المقارنة بين النموذجين، باتباع نفس طرق الادخال والتعبيرات اللغوية؛ عدا أن المدخلات ستكون مدخلين فقط وهما نتيجتي النموذجين السابقين، وبالتالي ستتغير القواعد الشرطية والتي تم افتراض ١٩ شرطا حسب قاعدة (إذا كان ... و ... إذن ..... Then .... (AND).... If)، كما تم توحيد حدود الفئات المدخلة حيث يتفق امتداد المخرجات (بين ١ و١٠) في النموذجين السابقين وبالتالي كانت التعبيرات اللغوية للمدخلات وامتداداتها كما يلي:

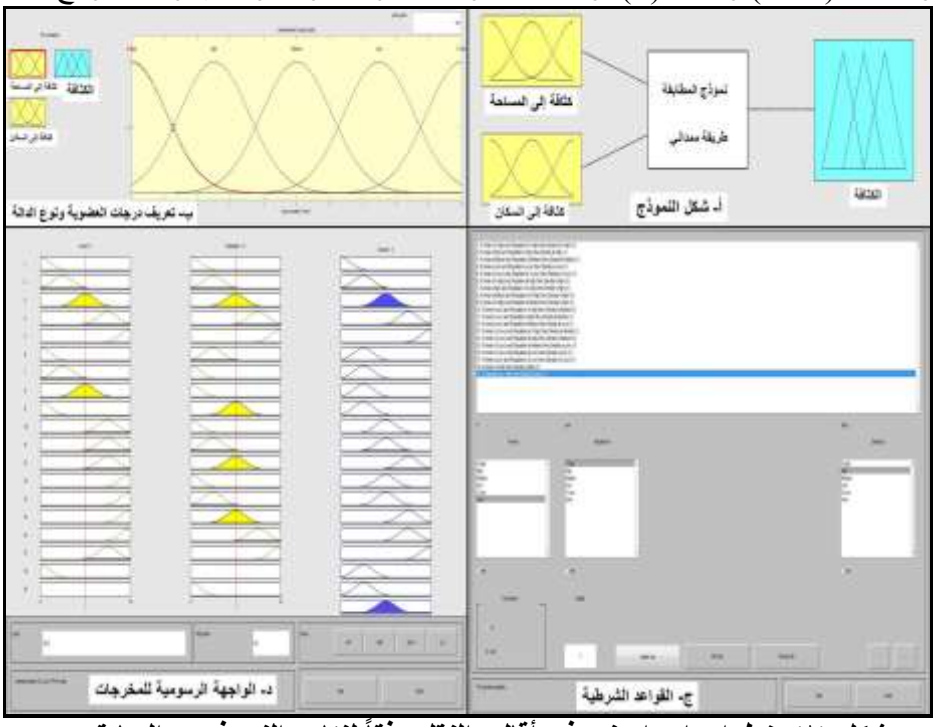
كثافة مرتفعة جداً(Very High) أقل من٣، وكثافة مرتفعة (High) من٣إلى٤، وكثافة متوسطة (Middle) من٤إلى٥، وكثافة منخفضة (Low) من٥إلى٦، وكثافة منخفضة جدا (Very Low) ٦فأكثر، والجدول (٩) يوضح حدود مدخلات النموذج وفق تعبيراتها اللغوية والمدى الرقمي لكل منها:

جدول (٩) الحدود الرقمية للتعبيرات اللغوية المدخلة لنموذج أقاليم كثافة النقل

المتغير	مرتفع جدا	مرتفع	متوسط	منخفض	منخفض جداً
أقاليم كثافة النقل وفقاً للمساحة	٣-٠	٤-٣	٥-٤	٦-٥	٩-٦
أقاليم كثافة النقل وفقاً للسكان	٦-٧	٥-٦	٤-٥	٣-٤	٣-٠

المصدر: اعتمادا على الجدولين (٥ و ٨).

والملحق (١- ب) والشكل(٨) يوضحان القواعد الشرطية وخطوات إجراء النموذج:



شكل (٨) خطوات إجراء نموذج أقاليم النقل وفقاً لنتائج النموذجين السابقين

وأمكن قراءة مخرجات النموذج والتي تحدد حدود كل إقليم كثافة والتي أعطيت درجة تتراوح بين صفر و١٠ وكانت فئات المخرجات كالتالي: مرتفع جدا (من صفر إلى أقل من٣) ومرتفع (من٣إلى أقل من٤) ومتوسط (من٤إلى أقل من٥) ومنخفض

(من٥إلى أقل من٦) ومنخفض جدا (٦فأكثر)، ويبين الجدول(١٠) والشكل(٩) نتائج تطبيق النموذج الضبابي لأقاليم كثافة النقل على مستوى المحافظات:

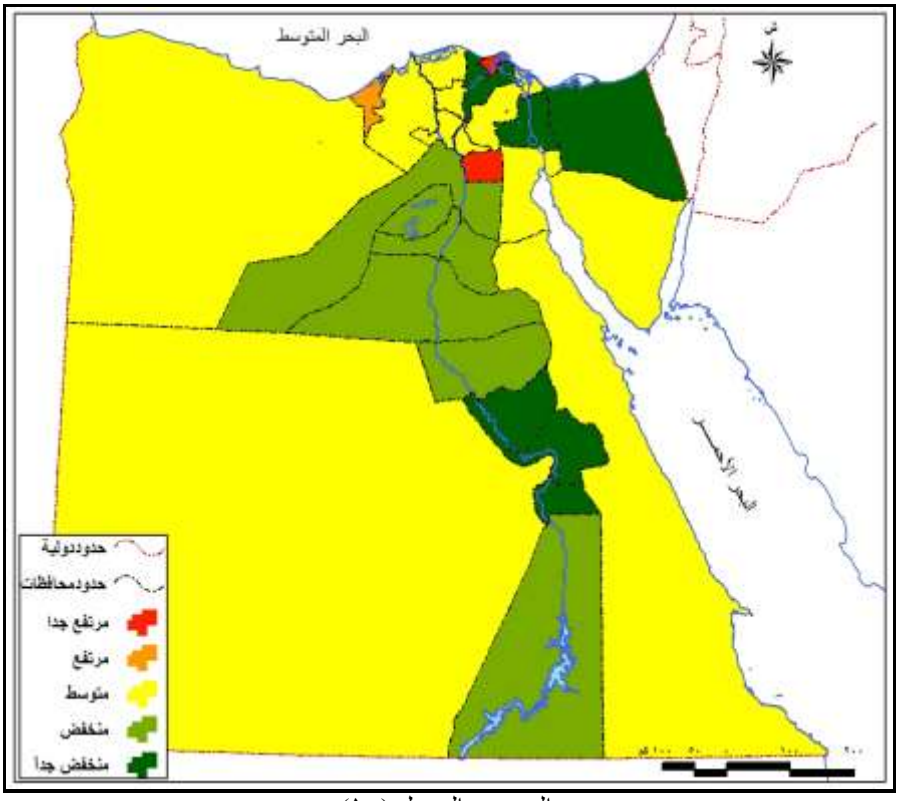
جدول (١٠) نتائج تطبيق النموذج الضبابي لتصنيف المحافظات وفقاً لمؤشرات كثافة النقل المختارة

المحافظة	الكثافة الضبابية	تقييم النموذج	المحافظة	الكثافة الضبابية	تقييم النموذج
القاهرة	٢.٨	مرتفع جدا	البحر الاحمر	٤.٩٩	متوسط
دمياط	٢.٩	مرتفع جدا	شمال سيناء	٥	منخفض
الإسكندرية	٣.٥٥	مرتفع	الإسماعيلية	٥	منخفض
الشرقية	٤.٢٢	متوسط	الاقصر	٥.٠٩	منخفض
المنوفية	٤.٤٨	متوسط	قنا	٥.٠٩	منخفض
الوادي الجديد	٤.٦٣	متوسط	الدقهلية	٥.١	منخفض
بورسعيد	٤.٦٦	متوسط	سوهاج	٥.٩١	منخفض
الغربية	٤.٧	متوسط	اسوان	٦.٢٢	منخفض جداً
كفر الشيخ	٤.٧	متوسط	بنى سويف	٦.٦	منخفض جداً
القليوبية	٤.٨٤	متوسط	الجيزه	٦.٨٦	منخفض جداً
البحيرة	٤.٩٣	متوسط	اسيوط	٦.٨٩	منخفض جداً
جنوب سيناء	٤.٩٤	متوسط	الفيوم	٦.٨٩	منخفض جداً
السويس	٤.٩٧	متوسط	المنيا	٦.٩	منخفض جداً
مطروح	٤.٩٨	متوسط	الجمهورية	٥.٣	منخفض

المصدر: بيانات الجدولين (٥ و ٨) ونتائج تطبيق نموذج التحليل الضبابي باستخدام برنامج Matlab.

ومن الجدول والشكل فكثافة النقل البري في مصر وفقاً للمتغيرات المدروسة على مستوى المساحات وأعداد السكان منخفضة بنسبة ٥٣٪ من المعدل المثالي المطلوب وفقاً لتوزيع سكانها الحالي ومساحات المحافظات، ويمكن تصنيف المحافظات المصرية إلى أقاليم كثافة النقل وفقاً لنتائج النموذج كما يلي:

- **إقليم الكثافة المرتفعة جداً**: ويضم محافظتي القاهرة ودمياط، بنتيجتين شبه متقاربتين؛ فالقاهرة والتي تتسم بكثافة سكانية مرتفعة وزيادة في أطوال الطرق مرتفعة جداً في كثافة النقل البري بنسبة ٧٢٪ بينما هي مرتفعة بنسبة ٢٨٪، ودمياط التي تزيد فيها جملة أطوال الطرق مع صغر مساحتها؛ مرتفعة جداً بنسبة ٧١٪، بينما هي مرتفعة الكثافة بنسبة٢٩٪، وبالتالي فهاتين المحافظين تحتاجان لإعادة النظر في مخططات النقل بكل منها حلا للمشكلات القائمة بمنظومة النقل.



المصدر: الجدول (١٠).

شكل (٩) التوزيع الجغرافي لأقاليم كثافة النقل على مستوى الجمهورية عام ٢٠١٩

- **إقليم الكثافة المرتفعة**: ويضم محافظة الإسكندرية، والتي تتسم بزيادة أطوال شبكات الطرق والسكك الحديدية مع تركز سكاني وصغر في المساحة، لذا فالمحافظة مرتفعة الكثافة بنسبة ٦٥٪ بينما هي متوسطة الكثافة بنسبة ٣٥٪.
- **إقليم الكثافة المتوسطة**: ويضم اثنتي عشرة محافظة تتمثل في محافظات: الشرقية، والمنوفية، والوادي الجديد، وبورسعيد، وكفر الشيخ، والغربية، والقليوبية، والبحيرة، وجنوب سيناء، والسويس، ومطروح، والبحر الأحمر، تعني نتيجة هذه الفئة التي تتراوح بين ٤إلى أقل من٥درجات على منحنى مخرجات النموذج أن كثافة النقل وفقاً لاعتباري المساحة والسكان وبحدود المدخلات الستة لكل منهما أنها متوسطة الكثافة بنسبة تتراوح بين٤٠و٥٠٪ من الوضع المثالي المناسب لسكان ومساحات هذه المحافظات.

- **إقليم الكثافة المنخفضة**: ويضم ست محافظات تتمثل في: الإسماعيلية، وشمال سيناء، وقنا، والاقصر، والدقهلية، وسوهاج، وتعني نتيجة هذه الفئة التي تتراوح بين٥و٦درجات على منحنى مخرجات النموذج أنها منخفضة الكثافة بنسبة تتراوح بين ٥٠و٦٠٪ من الوضع المثالي المناسب لطبيعة سكان ومساحة كل منها.
- **إقليم الكثافة المنخفضة جداً**: ويضم ست محافظات تتمثل في: أسوان، وبنى سويف، والجيزة، والفيوم، وأسيوط، والمنيا، وهذه المحافظات منخفضة جدا في كثافة النقل البري وفقاً للمتغيرات المدخلة منسوبة إلى سكان كل منها ومساحتها بنسبة تزيد على٦٠٪ من الوضع المثالي المناسب لطبيعة سكان ومساحة كل منها، وبالتالي تحتاج محافظات هذه الفئة إلى مزيد من الخطط التنموية الهادفة إلى إعادة تخطيط توزيع سكان كل منها وما يستتبعه من خطط تحسين شبكات الطرق والسكك الحديدية القائمة.

ولاختبار نتيجة النموذج تم حساب المتوسط الحسابي لمؤشرات كثافة النقل الضبابية إلى المساحة والسكان، وحساب علاقة الارتباط بينها ونتائج النموذج باستخدام برنامج SPSS، وكانت النتيجة وجود علاقة ارتباط طردية ذات دلالة إحصائية متوسطة قيمتها ٠.٨٥ ، مما يؤكد على أهمية النموذج في التصنيف الاقليمي لمؤشرات كثافة النقل ككل.

وكمحاولة لتفسير تباين أقاليم الكثافة وفق نتائج النموذج تم عمل مصفوفة لعلاقات الارتباط بين متغيرات النموذج ككل (مؤشرات الكثافة) والمبينة في الجدول (١١) والذي يوضح مصفوفة علاقات الارتباط بين مؤشرات كثافة النقل المدروسة ككل من جهة ونتائج النماذج الضبابية من جهة أخرى، ومن الجدول يتضح تباين العلاقات بين مؤشرات الكثافة المدخلة لنماذج المقارنة، حيث وجدت خمس عشرة علاقة طردية قوية وذات دلالة إحصائية بين مؤشرات الكثافة إلى المساحة بينما وجدت علاقتين مماثلتين فقط لمؤشرات الكثافة وفقاً لأعداد السكان، ومن هذه العلاقات:

- علاقة طردية قوية بين كثافة أطوال الطرق المرصوفة إلى المساحة وكل من أطوال الطرق الترابية وجملة أطوال الطرق عامة بكل محافظة، بالإضافة إلى المساحة التي تخدمها محطات السكك الحديدية، وتنسحب نفس النتائج على أطوال الطرق الترابية وجملة أطوال الطرق؛ مما يدل على قوة العلاقة بين كل منهما والآخر من جهة وبينه وبين باقي المتغيرات الجغرافية في المحافظة من جهة أخرى، وهو ما تأكد من خلال جدول علاقات الارتباط بين متغيرات البحث (جدول٢) ويدعم أهمية تطبيق النموذج، أعداد المركبات وكل من أطوال الطرق وأعداد السكان.

جدول (١١) مصفوفة علاقات الارتباط بين مؤشرات كثافة النقل المدروسة

المتغيرات	طرق مرصوفة (كم/كم٢)	طرق ترابية (كم/كم٢)	جملة الطرق (كم/كم٢)	سكة حديد (كم/كم٢)	مركبات النقل (وحدة/كم٢)	محطات سكة حديد (محطة/كم)	طرق مرصوفة (ألف نسمة/كم)	طرق ترابية (ألف نسمة/كم)	جملة الطرق (ألف نسمة/كم)	سكة حديد (ألف نسمة/كم)	مركبات النقل (وحدة/نسمة)	محطات سكة حديد (ألف نسمة/محطة)	الكثافة الضبابية للمساحة	الكثافة الضبابية للسكان	إقليم المقارنة الضبابي
طرق مرصوفة (كم/كم٢)		٠,٨٦	١	٠,٧٨	-٠,١٨	٠,٨١	-٠,٢٩	-٠,٢٤	-٠,٢٩	-٠,٢٨	٠,٢٧	-٠,١٦	٠,٥٣	-٠,٣٧	-٠,٠٤
طرق ترابية (كم/كم٢)	٠,٨٦		٠,٨٨	٠,٨٦	-٠,٢٨	٠,٧٨	-٠,٣٨	-٠,٢٣	-٠,٣٨	-٠,٣٨	٠,٢٥	-٠,١٨	٠,٦٦	-٠,٣٤	٠,١٢
جملة الطرق (كم/كم٢)	١	٠,٨٨		٠,٧٩	-٠,١٩	٠,٨١	-٠,٢٩	-٠,٢٤	-٠,٢٩	-٠,٢٨	٠,٢٧	-٠,١٧	٠,٥٤	-٠,٣٧	-٠,٠٣
سكة حديد (كم/كم٢)	٠,٧٨	٠,٨٦	٠,٧٩		-٠,٣٢	٠,٩٢	-٠,٤٢	-٠,٣٥	-٠,٤٢	-٠,٢٧	٠,٢٣	-٠,٠٣	٠,٧٩	-٠,٤٧	٠,١٩
مركبات النقل (وحدة/كم٢)	-٠,١٨	-٠,٢٨	-٠,١٩	-٠,٣٢		-٠,١٩	٠,١٩	٠,٧٨	٠,١٩	٠,٠٩	٠,٢٥	٠,١٦	-٠,٦٩	٠,١٣	-٠,٦١
محطات سكة حديد (محطة/كم)	٠,٨١	٠,٧٨	٠,٨١	٠,٩٢	-٠,١٩		-٠,٣٤	-٠,٢٧	-٠,٣٤	-٠,٢٩	٠,٣٤	-٠,٠٨	٠,٦٢	-٠,٤٢	-٠,٠٦
طرق مرصوفة (ألف نسمة/كم)	-٠,٢٩	-٠,٣٨	-٠,٢٩	-٠,٤٢	٠,١٩	-٠,٣٤		٠,٣٨	٠,٩٩	٠,٤٧	٠,٤١	٠,١٦	-٠,٢٨	٠,٥٩	٠,٢٥
طرق ترابية (ألف نسمة/كم)	-٠,٢٤	-٠,٢٣	-٠,٢٤	-٠,٣٥	٠,٧٨	-٠,٢٧	٠,٣٨		٠,٤١	٠,٢١	٠,٠١	٠,٣٥	-٠,٤٩	٠,٤٢	-٠,١٧
جملة الطرق (ألف نسمة/كم)	-٠,٢٩	-٠,٣٨	-٠,٢٩	-٠,٤٢	٠,١٩	-٠,٣٤	٠,٩٩	٠,٤١		٠,٤٨	٠,٤٢	٠,١٦	-٠,٢٨	٠,٦١	٠,٢٥
سكة حديد (ألف نسمة/كم)	-٠,٢٨	-٠,٣٨	-٠,٢٨	-٠,٢٧	٠,٠٩	-٠,٢٩	٠,٤٧	٠,٢١	٠,٤٨		٠,٤٦	٠,٦٩	-٠,٠٩	٠,٤٥	٠,٣١
مركبات النقل (وحدة/نسمة)	٠,٢٧	-٠,٢٥	-٠,٢٧	-٠,٢٣	-٠,٢٥	٠,٣٤	٠,٤١	٠,٠١	٠,٤٢	٠,٤٦		٠,٤١	٠,٠٢	٠,٤٧	-٠,٤٨
محطات سكة حديد (ألف نسمة/م	-٠,١٦	-٠,١٨	-٠,١٧	-٠,٠٣	٠,١٦	٠,٠٨	٠,١٦	٠,٣٥	٠,١٦	٠,٦٩	٠,٤١		٠,١٦	٠,٣٧	٠,٤٥
الكثافة الضبابية للمساحة	٠,٥٣	٠,٦٦	٠,٥٤	٠,٧٩	-٠,٦٩	٠,٦٢	-٠,٢٨	-٠,٤٩	-٠,٢٨	-٠,٠٩	٠,٠٢	٠,١٦		٠,٣١	٠,٦١
الكثافة الضبابية للسكان	-٠,٣٧	-٠,٣٤	-٠,٣٧	-٠,٤٧	٠,١٣	-٠,٤٢	٠,٥٩	٠,٤٢	٠,٦١	٠,٤٥	٠,٤٧	٠,٣٧	٠,٣١		٠,٣٥
إقليم المقارنة الضبابي	-٠,٠٤	٠,١٢	-٠,٠٣	٠,١٩	-٠,٦١	٠,٢٥	-٠,٢٥	-٠,١٧	٠,٢٥	٠,٣١	٠,٤٨	٠,٤٥	٠,٦١	٠,٣٥	

المصدر: محسوبة وفقاً لبيانات الجداول (٣و٦و١٠) باستخدام برنامج SPSS.

- بينما وجدت خمس عشرة علاقة ارتباط طردية الاتجاه متوسطة القوة بالإضافة إلى علاقتين عكسيتين بنفس القوة وذات دلالة بين كثافة أطوال السكك الحديدية إلى المساحة وأطوال كل من الطرق المرصوفة وكثافة جملة أطوال الطرق إلى المساحة.
- وترتبط نتائج نموذج أقاليم كثافة النقل إلى المساحات بعلاقات أكثر قوة مع مؤشرات الكثافة المحسوبة بالصيغ الإحصائية التقليدية، خاصة مع أطوال السكك الحديدية وأعداد المركبات والطرق الترابية. بينما ترتبط نتائج نموذج أقاليم كثافة النقل إلى السكان بعلاقة ارتباط طردية قوية واحدة مع جملة أطوال الطرق.

ليتضح من خلال نموذج أقاليم كثافة النقل إلى أعداد السكان، وعلاقات الارتباط بين مؤشرات الكثافة؛ أن مؤشرات الكثافة إلى المساحات الإدارية أكثر قوة ودلالة – حيث تزيد علاقاتها القوية – من مؤشرات الكثافة إلى أعداد السكان التي تزيد بينها العلاقات المتوسطة.

نتائج البحث:

- لا تتفق نتائج المؤشرات المتبعة في حساب كثافة النقل البري مع الواقع الجغرافي للمحافظات من حيث أماكن التركز السكاني وطبيعتها الجغرافية وأهميتها الاقتصادية.
- نتائج النموذج الضبابي تتغلب على مشكلات عمومية نتائج مؤشرات كثافة النقل وتحدد نتائجه بدقة درجة الكثافة وفقاً للمتغيرات المدخلة وأسلوب التحليل.

- كلما زادت مدخلات النموذج وقواعد التطبيق الشرطية؛ زاد النموذج صعوبة ودقة في النتائج.
- تطبيق النموذج على مؤشرات كثافة الطرق إلى المساحة يعطي نتائج أكثر دلالة مكانية من مثيلتها لأعداد السكان؛ نظراً لاستاتيكية (ثبات) المساحة نسبياً مقارنة بديناميكية (تغير) أعداد السكان.
- تطبيق النموذج على مؤشرات الكثافة ككل (نموذج المقارنة بين نموذجي المساحة والسكان) أكثر قوة ودلالة مكانية في التصنيف المكاني للمحافظات من تطبيق أي منهما منفرداً.
- تعتبر محافظة القاهرة أهم أقاليم كثافة النقل المرتفعة جدا على مستوى الجمهورية وفق نتائج نموذج المساحة، ونموذج المقارنة، بينما محافظة الدقهلية هي الأكثر كثافة وفقاً لأعداد السكان.
- تعتبر محافظة الإسكندرية أهم محافظات مصر من حيث كثافة النقل المتوسطة في نموذج الكثافة الكلي (نموذج المقارنة).
- تعتبر محافظات الحدود أقاليم كثافة نقل منخفضة جداً متأثرة بقلة أعداد سكانها واتساع مساحتها بالنسبة لسمات النقل المدروسة.

توصيات:

من خلال أقاليم الكثافة يوصى بما يلي:

- إتاحة بيانات تفصيلية للمتغيرات التي أجرى عليها البحث على مستوى المراكز الإدارية أو القرى، والتي ستفيد في إجراء مزيد من مثل هذه الدراسة بنتائج أكثر فاعلية لمتخذ القرار.
- مزيد من تنمية شبكات الطرق وخدماتها في محافظات الحدود مع مشروعات تنموية مناسبة تساهم في الجذب السكاني بشكل مدروس يتناسب مع الطبيعة الصحراوية لهذه المحافظات.
- تطبيق النموذج (إذا توفرت بيانات دقيقة) على الوحدات الإدارية الأصغر (كالمراكز، الوحدات المحلية، القرى) يعطي نتائج أكثر قوة ودلالة مكانية من التطبيق على الوحدات الإدارية الكبيرة (المحافظات والأقاليم التخطيطية والدولية).

الملاحق:
ملحق (١) قواعد التضبيب للنموذج

م	أ-قواعد تضبيب نموذج إقليم الكثافة													
١	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة جملة أطوال الطرق	مرتفعة جدا	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة جدا	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة جدا	وكثافة محطات النقل	مرتفعة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة جدا
٢	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	مرتفعة	وكثافة جملة أطوال الطرق	مرتفعة جدا	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة جدا	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة جدا	وكثافة محطات النقل	مرتفعة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة جدا
٣	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	None	وكثافة جملة أطوال الطرق	None	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة
٤	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	متوسطة	وكثافة جملة أطوال الطرق	متوسطة	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة
٥	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	منخفضة	وكثافة جملة أطوال الطرق	متوسطة	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة	وكثافة وسائل النقل	متوسطة	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	متوسطة
٦	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	متوسطة	وكثافة جملة أطوال الطرق	None	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة جدا	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة جدا	وكثافة محطات النقل	مرتفعة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة جدا
٧	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	None	وكثافة جملة أطوال الطرق	None	وكثافة السكك الحديدية	متوسطة	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة	وكثافة محطات النقل	متوسطة	إذن كثافة النقل في المحافظة	متوسطة
٨	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	مرتفعة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	None	وكثافة جملة أطوال الطرق	None	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة جدا	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة
٩	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	متوسطة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة جملة أطوال الطرق	مرتفعة جدا	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة جدا	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة جدا	وكثافة محطات النقل	مرتفعة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	مرتفعة
١٠	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	متوسطة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	مرتفعة	وكثافة جملة أطوال الطرق	متوسطة	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	متوسطة
١١	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	متوسطة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	متوسطة	وكثافة جملة أطوال الطرق	متوسطة	وكثافة السكك الحديدية	متوسطة	وكثافة وسائل النقل	متوسطة	وكثافة محطات النقل	متوسطة	إذن كثافة النقل في المحافظة	متوسطة
١٢	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	متوسطة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	منخفضة	وكثافة جملة أطوال الطرق	منخفضة	وكثافة السكك الحديدية	منخفضة	وكثافة وسائل النقل	متوسطة	وكثافة محطات النقل	متوسطة	إذن كثافة النقل في المحافظة	متوسطة
١٣	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	متوسطة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	None	وكثافة جملة أطوال الطرق	None	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة جدا	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	متوسطة
١٤	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	منخفضة	وكثافة جملة أطوال الطرق	منخفضة	وكثافة السكك الحديدية	منخفضة	وكثافة وسائل النقل	منخفضة	وكثافة محطات النقل	منخفضة	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة
١٥	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة جملة أطوال الطرق	منخفضة جدا	وكثافة السكك الحديدية	منخفضة جدا	وكثافة وسائل النقل	منخفضة جدا	وكثافة محطات النقل	منخفضة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة جدا
١٦	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة	وكثافة الطرق غير المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة جملة أطوال الطرق	منخفضة جدا	وكثافة السكك الحديدية	منخفضة جدا	وكثافة وسائل النقل	منخفضة	وكثافة محطات النقل	منخفضة	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة جدا
١٧	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة جملة أطوال الطرق	منخفضة جدا	وكثافة السكك الحديدية	منخفضة جدا	وكثافة وسائل النقل	منخفضة جدا	وكثافة محطات النقل	منخفضة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة جدا
١٨	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	مرتفعة جدا	وكثافة جملة أطوال الطرق	مرتفعة جدا	وكثافة السكك الحديدية	متوسطة	وكثافة وسائل النقل	متوسطة	وكثافة محطات النقل	منخفضة	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة
١٩	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	مرتفعة	وكثافة جملة أطوال الطرق	مرتفعة	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة	وكثافة محطات النقل	مرتفعة	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة
٢٠	إذا كانت كثافة الطرق المرصوفة	منخفضة جدا	وكثافة الطرق غير المرصوفة	None	وكثافة جملة أطوال الطرق	None	وكثافة السكك الحديدية	مرتفعة جدا	وكثافة وسائل النقل	مرتفعة جدا	وكثافة محطات النقل	مرتفعة جدا	إذن كثافة النقل في المحافظة	منخفضة

م	ب- قواعد تضبيب مطابقة إقليمي الكثافة				
١	إذا كانت كثافة المساحة	مرتفعة جدا	وكثافة السكان	مرتفعة جدا	إذن الكثافة مرتفعة جدا
٢	إذا كانت كثافة المساحة	مرتفعة	وكثافة السكان	مرتفعة	إذن الكثافة مرتفعة
٣	إذا كانت كثافة المساحة	متوسطة	وكثافة السكان	متوسطة	إذن الكثافة متوسطة
٤	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة	وكثافة السكان	منخفضة	إذن الكثافة منخفضة
٥	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة جداً	وكثافة السكان	منخفضة جداً	إذن الكثافة منخفضة جداً
٦	إذا كانت كثافة المساحة	مرتفعة جدا	وكثافة السكان	مرتفعة	إذن الكثافة مرتفعة
٧	إذا كانت كثافة المساحة	مرتفعة	وكثافة السكان	مرتفعة جدا	إذن الكثافة مرتفعة
٨	إذا كانت كثافة المساحة	متوسطة	وكثافة السكان	مرتفعة جدا	إذن الكثافة مرتفعة
٩	إذا كانت كثافة المساحة	مرتفعة جدا	وكثافة السكان	متوسطة	إذن الكثافة مرتفعة
١٠	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة	وكثافة السكان	مرتفعة جدا	إذن الكثافة متوسطة
١١	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة	وكثافة السكان	مرتفعة	إذن الكثافة متوسطة
١٢	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة	وكثافة السكان	متوسطة	إذن الكثافة منخفضة
١٣	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة جداً	وكثافة السكان	مرتفعة جدا	إذن الكثافة متوسطة
١٤	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة جداً	وكثافة السكان	مرتفعة	إذن الكثافة متوسطة
١٥	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة جداً	وكثافة السكان	متوسطة	إذن الكثافة منخفضة
١٦	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة جداً	وكثافة السكان	منخفضة	إذن الكثافة منخفضة
١٧	إذا كانت كثافة المساحة	منخفضة	وكثافة السكان	منخفضة جداً	إذن الكثافة منخفضة جداً
١٨	إذا كانت كثافة المساحة	مرتفعة جدا	وكثافة السكان	None	إذن الكثافة مرتفعة
١٩	إذا كانت كثافة المساحة	None	وكثافة السكان	مرتفعة جدا	إذن الكثافة مرتفعة

المصادر والمراجع:

مصادر البحث:

١. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (سبتمبر٢٠٠٩)، الكتاب الإحصائي السنوي، القاهرة.
٢. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠١٨)، النتائج النهائية للتعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت لعام ٢٠١٧، القاهرة.
٣. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (٢٠١٨)، خريطة مصر الرقمية، إصدار ٢٠١٧، قسم نظم المعلومات، القاهرة.
٤. الهيئة القومية لسكك حديد مصر، (٢٠١٨)، مواعيد قطارات ركاب الوجه البحري اعتبارا من أول يوليو ٢٠١٨، مطابع السكك الحديد، القاهرة.

المراجع العربية:

١ - أبو مدينة، حسين، (٢٠٠٨)، شبكة الطرق في شعبية مرزوق دراسة في جغرافية النقل، مجلة الساتل العدد٤، جامعة السابع من أكتوبر، مصراته.
٢ - أسعد، محمد، (٢٠١٦)، نموذج مقترح لقياس درجة الموهبة باستخدام المنطق الضبابي في كلية العلوم، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الأساسية، المجلد٣٨ العدد٦، اللاذقية.
٣ - البلوشية، أسماء محمد، (٢٠١٢)، تحديد مواقع محطات إنشاء الخلايا الشمسية في سلطنة عمان باستخدام التحليل المتعدد المتغيرات والمنطق الضبابي في نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب والعلوم الاجتماعية، جامعة السلطان قابوس، مسقط.
٤ - الجوهري، يسري، (١٩٨٠)، الجغرافيا منهج وتطبيق، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية.
٥ - الرويثي، محمد، (١٩٩٢)، شبكة الطرق البرية في منطقة المدينة المنورة دراسة جغرافية تحليلية، نشرة البحوث الجغرافية، العدد ١٤٣، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
٦ - الطفيلي، محمد، (٢٠٠٢)، معجم المصطلحات الجغرافية، تأليف بيار جورج، ط٢، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت.
٧ - العنبكي، هادي عبد المحسن وزملاؤه (٢٠٠٩)، التحليل الكمي للخصائص الاقتصادية لشبكة النقل البري، مجلة المخطط والتنمية، العدد ٢٠، مركز التخطيط الحضري والإقليمي، جامعة بغداد، بغداد.
٨ - باقر، جمال، (٢٠٠٧)، دور العلاقات الوظيفية في تحديد الأقاليم، مجلة المخطط والتنمية، العدد١٦، معهد التخطيط الحضري والإقليمي، جامعة بغداد، بغداد.
٩ - توفيق، محمود، (٢٠٠٤)، منهجية البحث في العلوم الاجتماعية مناهج ومداخل وأدوات وأساليب، ط١، رشيد للنشر، الزقازيق.
١٠ - خير، صفوح، (٢٠٠٠)، الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها، دار الفكر المعاصر، بيروت.
١١ - دياب، على، (٢٠١٢)، مفهوما الإقليم وعلم الأقاليم من منظور جغرافي، مجلة جامعة دمشق، المجلد٢٨، العدد٢، دمشق.
١٢ - رياض، محمد، (١٩٧٦)، جغرافية النقل، دار النهضة العربية، بيروت.

١٣ - سلمى، ناصر بن محمد، (١٩٩٥)، خرائط التوزيعات البشرية مفهومها وطرق انشاءها، ط١، مكتبة العبيكان، الرياض.
١٤ - سليمان، مثنى، وقاسم، عمر، (٢٠١١)، مقارنة بين طريقة السيطرة المضببة والدالة التمييزية في تصنيف بعض آبار محافظة نينوى، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد٢٠، كلية علوم الحاسوب، جامعة الموصل، الموصل.
١٥ - عبد الواحد، عبد الحميد، (١٩٨٦)، مقدمة في تخطيط النقل الحضري، ط١، جامعة قطر، الدوحة.
١٦ - عبده، سعيد (٢٠٠٧)، جغرافية النقل مغزاها ومرماها، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
١٧ - عز الدين، فاروق كامل، (٢٠١١)، علم الجغرافيا طبيعته وتطوره وطرق ومناهج البحث فيه، ط١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
١٨ - على، عيسى، (١٩٩٩)، الأساليب الإحصائية والجغرافيا، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
١٩ - عمران، جمال (٢٠٠٥)، القرار الهندسي والنمذجة الرياضية، مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الهندسية، المجلد٢٧، العدد٣، اللاذقية.
٢٠ - ليث، بادي، (١٩٩٥)، واقع النقل في دول مجلس التعاون العربي ودوره في تعزيز العلاقات التكاملية لدول المجلس، رسالة ماجستير غير منشورة كلية الآداب الجامعة المستنصرية، بغداد.
٢١ - مصيلحي، فتحي محمد، (٢٠٠١)، مناهج البحث الجغرافي، ط٢، شبين الكوم.

المراجع الأجنبية:

22 - Alam, M. D. J., et al. (2017), Critical Infrastructure Renewal: A Framework for Fuzzy Logic Based Risk Assessment and Microscopic Traffic Simulation Modelling, Transportation Research Procedia , Vol.25, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.
23 - Arslan, T. J. T. (2008), A hybrid model of fuzzy and AHP for handling public assessments on transportation projects, Transportation, Vol.36, No.1, Springer, USA.
24 - Bray, S., et al. (2014), Features Selection based on Fuzzy Entropy for Data Envelopment Analysis Applied to Transport Systems, Transportation Research Procedia , Vol.3, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.
25 - Bray, S., et al. (2015), Measuring Transport Systems Efficiency Under Uncertainty by Fuzzy Sets Theory Based Data Envelopment Analysis: Theoretical and Practical Comparison with Traditional DEA Model, Transportation

Research Procedia , Vol.5, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

26 - Castillo Soto, M. E. (2012), The identification and assessment of areas at risk of forest fire using fuzzy methodology, Journal of Applied Geography, Vol.3, No.1, Elsevier, Amsterdam.

27 - Dixon, B., (2005), Groundwater vulnerability mapping: A GIS and fuzzy rule based integrated tool, Journal of Applied Geography, Vol.25, No4, Elsevier, Amsterdam.

28 - Effati, M., et al. (2014) A geospatial neuro-fuzzy approach for identification of hazardous zones in regional transportation corridors, International Journal of Civil Engineering, Vol.12, No.3, Iran University of Science and Technology, Springer.

29 - Gastaldi, M., et al. (2015), Comparing Direct Transferability of Logit and Fuzzy Logic Models of Gap Acceptance at Unsignalized Intersections, Transportation Research Procedia , Vol.5, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

30 - Gonçalves, R. M., et al. (2019), A fuzzy model integrating shoreline changes, NDVI and settlement influences for coastal zone human impact classification, Journal of Applied Geography, Vol.113, Elsevier, Amsterdam.

31 - Grekousis, G. and H. Thomas (2012), Comparison of two fuzzy algorithms in geodemographic segmentation analysis: The Fuzzy C-Means and Gustafson–Kessel methods, Journal of Applied Geography, Vol.34, Elsevier B.V.

32 - Jantzen, J. (1998), Tutorial on fuzzy logic, Technical Report, Dept. of Automation, Technical University of Denmark, Copenhagen.

33 - Jiang B., et al., (1995), Visualization support for fuzzy spatial analysis, in: ACSM/ASPRS Annual Convention, Exposition Technical Papers, American Congress on Surveying and Mapping and American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Washington.

34 - Khavarian-Garmsir, A. R., Rezaei, M. R. (2015), Selection of appropriate locations for industrial areas using GIS-fuzzy methods. A case study of Yazd Township, Iran, Journal of Settlements and Spatial Planning, Vol.6, No,1, Cluj University Press, Cluj-napoca, Romania.

35 - Mandar, M., et al. (2017), Pedestrian fuzzy risk exposure indicator, Transportation Research Procedia , Vol.22, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

36 - Marinelli, M., et al. (2017), A Fuzzy set-based method to identify the car position in a road lane at intersections by smartphone GPS data, Transportation Research Procedia , Vol.27, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

37 - Mitropoulos, L. K., et al. (2017), A Fuzzy and a Monte Carlo simulation approach to assess sustainability and rank vehicles in urban environment, Transportation Research Procedia , Vol.24, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

38 - Olaru, D. and B. J. T. Smith (2005), Modelling behavioural rules for daily activity scheduling using fuzzy logic, Transportation, Vol.32, No.4, Springer, USA.

39 - Payal S., (2006), Accounting for spatial variations using spatial autocorrelation and fuzzy classifiers algorithm, A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master of Science Degree, Department of Geography and Environmental Resources in the Graduate School Southern Illinois University Carbondale, Carbondale, USA.

40 - Potter, S., et al. (2016), Modeling collective Yawuru values along the foreshore of Roebuck Bay, Western Australia using fuzzy logic, Journal of Applied Geography, Vol.77, Elsevier, Amsterdam.

41 - Raju P.L.N., (2004), Spatial Data Analysis, in: Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology, Edited by M.V.K. Sivakumar, et al, World Meteorological Organization, Switzerland.

42 - Rossi, R., et al. (2015), Fuzzy Logic-based Incident Detection System using Loop Detectors Data." Transportation Research Procedia, Vol.10, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

43 - Sarkar, A., Sahoo, G., Sahoo, U. C. (2012), Application of fuzzy logic in transport planning, International Journal on Soft Computing (IJSC), Vol.3, No.2, AIRCC publishing corporation, Changa, India .

44 - Sauerländer-Biebl, A., et al. (2017), Evaluation of a transport mode

detection using fuzzy rules, Transportation Research Procedia, Vol.25, National Centre for The Netherlands, Amsterdam.

45 - Stojić G, (2010), Modeling Evaluation of the Size of Countries (Regions) Using Fuzzy Logic, Geographica Pannonica, Vol.14, No.2, Department of Geography, Tourism and Hotel Management, Novi Sad University, Serbia.

46 - Stojić, G. (2012), Using fuzzy logic for evaluating the level of countries'(regions') economic development, Panoeconomicus, Vol.59, No.3, Vojvodina, Serbia.

47 - Tang, X., Kainz, W., Wang, H. (2010). Topological relations between fuzzy regions in a fuzzy topological space, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol.12, Elsevier, Amsterdam.

48 - Tomsovic K. and Chow M.Y., (2000), Tutorial on Fuzzy Logic Applications in Power Systems, Prepared for the IEEE-PES Winter Meeting in Singapore, Singapore.

49 - Transport Planning Authority (MiNTS), (2012) – Miser National Transport Study, The Comprehensive Study on The Master Plan For Nationwide Transport System in The Arab Republic of Egypt, Final Report, Technical Report 2, Railway Sector, Japan International Cooperation Agency Oriental Consultants Co., LTD. almec Corporation, Katharina, Engineers International, Cairo.

50 - Vogt, R., et al. (2015), Potential changes to travel behaviors & patterns: a fuzzy cognitive map modeling approach, Transportation ,Vol.42, No.6, Springer, USA.

51 - Wanke, P. and B. B. Falcão (2017), Cargo allocation in Brazilian ports: An analysis through fuzzy logic and social networks, Journal of Transport Geography Vol. 60, Elsevier, Amsterdam.

52 - Yeo, G.-T. and D.-W. J. T. Song (2006), An Application of the Hierarchical Fuzzy Process to Container Port Competition: Policy and Strategic Implications, Transportation, Vol.33, No.4, Springer, USA.