جامعة الملك سعود
King Saud University

بحوث جغرافية

المملكة العربية السعودية
الجمعية الجغرافية السعودية
Saudi Geographical Society
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

131

التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان

د. فخر الدين أحمد عبد الله محمد

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1442هـ / 2021م

الجمعية الجغرافية السعودية (ج ج س)

هيئة التحرير

أ.د. محمد بن عبد العزيز القباني	رئيساً
أ. د. أحمد بن عبدالله الدغيري	عضواً.
أ.د. محمد بن صالح الربدي	عضواً.
د. محمود بن إبراهيم الدوعان	عضواً.
د. مفرح بن ضايم القرادى	عضواً.

الهيئة الاستشارية

ا. د. رمزي بن أحمد الزهراني	جامعة أم القرى
أ. د. عبدالله بن يوسف الغنيم	جامعة الكويت
أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	جامعة الملك سعود
أ.د محمد بن عبدالله الصالح	جامعة الملك سعود
أ.د. محمد بن مفرح القحطاني	جامعة الملك خالد

المراسلات

ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١

هاتف: ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: ٤٦٧٧٧٣٢

بريد إليكترونى: sgs@ksu.edu.sa

تعبر البحوث والدراسات التي تنشر في بحوث جغرافية عن آراء كاتبيها، ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر هيئة التحرير أو الجمعية الجغرافية السعودية .

بسم الله الرحمن الرحيم

بحـوث جغرافيـة

سلسلة محكمة دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

131

التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان

د. فخر الدين أحمد عبد الله محمد

جامعة الملك سعود الرياض المملكة العربية السعودية

1442هـ / 2021م

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية

د. علي بن عبد الله الدوسري	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. ملهي بن علي الغزواني	أمين المجلس.
د. فهد بن عبد العزيز المطلق	أمين المال.
د. تغريد بنت حمدي الجهني	رئيسة وحدة إدارة الأخطار والكوارث.
د. أسماء بنت عبدالعزيز أبا الخيل	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.
أ. سلطان بن عياد الحربي	مقرر وحدة النشر الإلكتروني للرسائل العلمية.
أ. منى بنت صالح العدل	مسؤولة النشرة الجغرافية.

ح **الجمعية الجغرافية السعودية،١٤٤٣هـ**

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

محمد، فخرالدين أحمد عبد الله

التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان. / فخرالدين أحمد عبد الله محمد. -الرياض، ١٤٤٢هـ

٧٣ص ؛ ١٧×٢٤ سم. - (سلسلة بحوث جغرافية ؛ ١٣١)

ردمك: ٨ -١ -٩١٥٥٢ -٦٠٣ -٩٧٨

١ -النقل ٢ - النقل البري -السودان ٣ -التحليل الكمي أ.العنوان

ب.السلسلة

ديوي ٣٨٠ ١٤٤٢/٣٨١٣

رقم الإيداع : ١٤٤٢/٣٨١٣

ردمك : ٨ -١ -٩١٥٥٢ -٦٠٣ -٩٧٨

شكر وتقدير

نتقدم بجزيل الشكر للجمعية الجغرافية السعودية على دعم نشر بحثي ضمن سلسلة بحوث جغرافية.

د. فخر الدين أحمد عبد الله محمد

قواعد النشر في سلسلة بحوث جغرافية

١. يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة بحوث جغرافية، نشرها، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة.

٢. يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.

٣. ترسل البحوث باسم رئيس هيئة التحرير.

٤. يرسل البحث مع ملخص في حدود (٢٥٠) كلمة بالغتين العربية والإنجليزية.

٥. يراعى أن تكون الاشكال عالية الوضوح .

٦. ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين -على الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.

٧. تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه.

٨. تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر باستخدام نظام (اسم / تاريخ)، ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف في مرجعين مختلفين ولكن لهما التاريخ نفسه يميز أحدهما بإضافة حرف إلى سنة المرجع. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

أ - الكتـــــب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة –إن وجد - ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر. ويفصل بين كل معلومة وأخرى فاصلة مقلوبة.

ب - الدوريـــات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥ -١٥).

ج - الكتب المحـررة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (فيin) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر .ed أو محررين .eds) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر.

د - الرسائل غير المنشورة: يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها.

٩. تستخدم الهوامش فقط عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص

تعريف بالباحث: د. فخرالدين أحمد عبدالله محمد ، أستاذ تطبيقات التقنيات المكانية الجغرافية في دراسات جغرافية النقل المشارك، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بيشة، المملكة العربية السعودية. وقسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، جمهورية السودان، faabdall@ub.edu.sa&fakhir2004fakhir2004@gmail.com

الملخص:

تناولت الدراسة موضوع التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان. هدفت الدراسة إلى دراسة التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان، من خلال تحويلها إلى خريطة طبولوجية، ومن ثم معرفة مدى ترابط الشبكة باستخدام تصنيف هاجت، وصف ديفذ، مؤشرات كانسكي (بيتا، جاما، ألفا)، ثم قياس درجة المركزية باستخدام مؤشر كوبنج، قياس إمكانية الوصول باستخدام متغيرات (عدد الوصلات، الوصلات المباشرة، الوصلات غير المباشرة، المسافة الفعلية بالكلم، إمكانية الوصول الكلية)، وقياس درجة انعطاف شبكة الطرق المعبّدة. تم التحليل الكمي بتحويل شبكة الطرق المعبّدة السودانية إلى خريطة طبولوجية، واتباع أسس القواعد الرياضية في التحليل الكمي، ومن ثم عرض النتائج على شكل مصفوفة وخرائط تم إعدادها باستخدام برنامج (ArcGIS10.6.2).

بعد تحليل البيانات المدخلة توصلت الدراسة إلى عدد من النتائج تمثلت في أن شبكة الطرق القومية المعبّدة تغطي كل عواصم ولايات جمهورية السودان (باستثناء الضعين عاصمة ولاية شرق دارفور)، مما أثر على درجة ترابط الشبكة، وأن هنالك عقداً يحقق المركزية (ربك، الأبيض، الخرطوم، وادمدني)، وأن أفضل المدن من حيث الربط (الخرطوم، ربك، سنجة، وادمدني، الأبيض)، وأن شبكة الطرق القومية المعبدة تتصف بأنها شبه مستقيمة من حيث درجة الانعطاف.

أوصت الدراسة بضرورة ربط مدينة الضعين عاصمة ولاية شرق دارفور بشبكة الطرق القومية المعبّدة، وإنشاء الوصلات المستقيمة التي تربط بين عواصم الولايات مما يحسن من الخصائص الكمية للشبكة، وأن يتم قيام مشاريع التنمية القومية والإقليمية في المدن التي تأتي في المقدمة من حيث إمكانية الوصول.

المقدمة:

الطرق هي الركيزة الأساسية التي تعتمد عليها الدول في تحقيق التعمير والتنمية، ومن أهم العوامل التي تؤثر في كافة الأنشطة السكانية (تجارة – زراعة – صناعة – سياحة)، كما أنها الوسيلة الوحيدة لاستثمار كل موارد البلاد المتاحة. تنبع أهمية الطرق في أنها تربط مناطق الإنتاج بمناطق الاستهلاك وموانئ الاستيراد والتصدير، وتعمل على زيادة النشاط التجاري والزراعي والصناعي والسياحي، كما تؤدي إلى تخفيض نفقات المعيشة بتقليل تكاليف نقل الإنتاج ومدخلاته، وتساهم في تحقيق الوفرة والرخاء، ومنع الندرة بتسهيل حركة المنتوجات، وتوفير المال والجهد، وذلك بتقليل تكاليف التشغيل للعربات من استيراد قطع الغيار والإطارات والمحروقات، بالإضافة إلى ذلك تهيئ مناطق جذب حضاري لتعمير أراضٍ جديدةٍ، واستغلال الثروات واستثمارها، وتساعد في الاستقرار السياسي والاجتماعي والتطور الحضاري، كما تعمل على تفاعل الثقافات المحلية وانصهارها في بوتقة الوحدة الوطنية، (الشايقي، ١٩٩٢، ص ٨ -١٤).

الطرق القومية المعبّدة هي التي تربط بين عواصم ولايات السودان، وهي محل الدراسة، (وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، ٢٠٠٨، ص ١ -٣). ومن المعلوم أن النهضة الثقافية والاجتماعية والاقتصادية ارتبطت ارتباطاً وثيقاً في كافة أشكالها بمدى وحدة وتماسك أجزاء الوطن الواحد؛ الأمر الذي يتطلب رابطاً مشتركاً يغذي كل هذه الاتجاهات، ويساهم بشكل مباشر في تأمين الحياة

الاجتماعية، وتنشيط الحركة التجارية، ونقل الأفكار والمعتقدات تمازجاً وتلاقحاً.

ومنذ قديم الزمان فإن الطرق وصناعتها على الرغم من تكلفتها إلا أنها تجيب على أسئلة كثيرة لا يسمعها ولا يراها الشخص العادي، ولكنها تترك في النفس أثراً كبيراً، وتزوده بمعلومات لم تخطر له على بال. هذه المنطلقات الموضوعية دعت الحكومات السودانية أن تعطي الطرق أهمية كبرى لتفعيل وتنشيط المجتمع عبر طرق قومية تسمح بنقل الأشياء دون كثير عناء توطئة لبناء سودان المستقبل، وقد كان لها ما أرادت؛ الأمر المتمثل في وجود الشبكة الآن. ومما لا شك فيه أن وزارة الطرق والجسور بذلت قصارى جهدها في الاستعانة بالخبراء والمهتمين بالشأن ذي الصلة، وعملت على إبراز دورها التنموي والاقتصادي، والمحافظة على الاستقرار السياسي. وتمشياً مع الخطط التنموية في الدولة؛ فإن وزارة الطرق والجسور وضعت برنامجاً متكاملاً وأهدافاً عدة في سبيل تحقيق برنامج الدولة الطموح، وعلى الرغم من الموارد الشحيحة إلا أن عزيمة الدولة والمهتمين بأمر الطرق ساعدت كثيراً على تخطي كل العقبات، وبالنظر إلى واقع الطرق خلال فترة اثنين وستين عاماً نجدها قد امتدت إلى كل بقاع السودان؛ مما يؤكد حرص الحكومة على إشاعة التنمية العادلة في البلاد، كما شمل ذلك المناطق التي امتدت إليها يد الحرب.

والأمر يزداد تطويراً في ظل النقلة الكبيرة التي أحدثتها ثورة وصناعة الطرق، حيث إنها ساهمت بشكل مباشر في ازدياد حركة الصادرات والواردات، و تهيئة مناطق جذب حضاري لتعمير أراضٍ جديدةٍ بجانب إنعاش القطر اقتصادياً

واجتماعياً، وتوظيف أكبر قدر من العمالة. وتظل الطموحات أكبر بعد أن تحقق السلام والأمن في ربوع البلاد في ظل وجود بنية تحتية قوية مع وجود كوادر فنية وهندسية مقتدرة تمّ تأهيلها، وعلاقات متميزة مع الدول الصديقة والشقيقة. وبهذه الطريقة يكون السودان قد خطا خطوات حثيثة نحو تحقيق التنمية عن طريق وصل الحضارات، وتفاعل الثقافات، وتكوين مجتمعٍ معافىً من عدم التواصل (وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، ٢٠٠٨، ص ص ١ -٧).

موضوع الدراسة وأهميته:

إن الاهتمام بشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان ضرورة فرضتها أهمية هذه الشبكة مقارنة ببقية الشبكات. ولمعرفة أهمية هذه الشبكة كان لابد من تحليلها تحليلاً كميّاً، وعلى هذا الأساس نجد أن هذه الدراسة تتعلق بدراسة التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان لمعرفة مدى ربط شبكة الطرق القومية المعبّدة لولايات جمهورية السودان، ومعرفة مدى ربط شبكة الطرق القومية المعبّدة عواصم الولايات بطرق مستقيمة ومباشرة، و معرفة خصائص التوزيع الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان.

ترجع أهمية هذه الدراسة إلى أنها تدرس شبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان، دراسة تحليلية كمية لتقويم مدى ربط شبكة الطرق القومية المعبّدة لعواصم ولايات جمهورية السودان ومدى كفاءتها، في فترة زاد الاهتمام فيها بإنشاء وصلات الشبكة. وتزداد أهمية هذه الدراسة في أنها

تدرس التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة، بهدف الوصول إلى شبكة مثلى من أجل خدمة التنمية في السودان.

أسباب اختيار موضوع الدراسة:

ترجع أسباب اختيار موضوع الدراسة إلى أن شبكة الطرق القومية المعبّدة تعد بمثابة مفتاح التنمية في جمهورية السودان، وإدراكاً لهذا الدور، وتمشياً مع سياسات الدولة الرامية إلى تحقيق التنمية بكل أبعادها وإدراكها لأهمية شبكة الطرق القومية المعبّدة في تحقيق التنمية، حيث تمثل هذا الإدراك في التوسع الملحوظ في الشبكة في الفترة الماضية، فقد كان هذا الاهتمام بمثابة الدافع لاختيار الموضوع، وتقويم مدى ربط شبكة الطرق القومية المعبّدة لعواصم ولايات جمهورية السودان، ومدى جودة تلك الشبكة وفقاً لمقاييس التحليل الكمي.

مشكلة الدراسة:

إن معرفة مدى تغطية شبكة الطرق القومية المعبّدة لولايات جمهورية السودان، والمشكلات التي تواجهها يحس بها المواطن البسيط من خلال حركة تنقله العادية بين ولايات جمهورية السودان، ويشعر بها الدارس المختص في مختلف علوم المعرفة ذات الصلة، كما يشعر بها أيضاً الأفراد الذين يهتمون بدراسة التحليل الكمي للشبكات بانعدام وجود الوصلات المستقيمة في الشبكة، والتي تسير جنباً إلى جنب مع وصلات الشبكة الحالية، كما يلاحظ انعدام وصلات الربط المباشر بين عواصم الولايات، والتي تعمل على تخفيض تكاليف النقل المباشر بين العواصم وغيرها من الخصائص، التي قادتني للعديد من الملاحظات المتمثلة في الآتي:

١. إن شبكة الطرق القومية المعبّدة لا تربط كل عواصم ولايات جمهورية السودان.
٢. إن عواصم الولايات لا ترتبط بعضها ببعض بطرق قومية معبّدة مستقيمة ومباشرة.
٣. إن هنالك خصائص تميز التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان.

الملاحظات التي سبق ذكرها، والمعطيات التي سبق أن وقف عليها الباحث؛ تشير إلى أن لشبكة الطرق القومية المعبّدة خصائص يمكن دراستها دراسة تحليلية كمية، ومن هنا يمكن تحديد مشكلة الدراسة في الأسئلة الآتية:

١. هل تربط شبكة الطرق القومية المعبّدة كل عواصم ولايات جمهورية السودان؟
٢. هل تربط شبكة الطرق القومية المعبّدة عواصم الولايات بطرق مستقيمة ومباشرة؟
٣. ما واقع التوزيع الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان؟

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة:

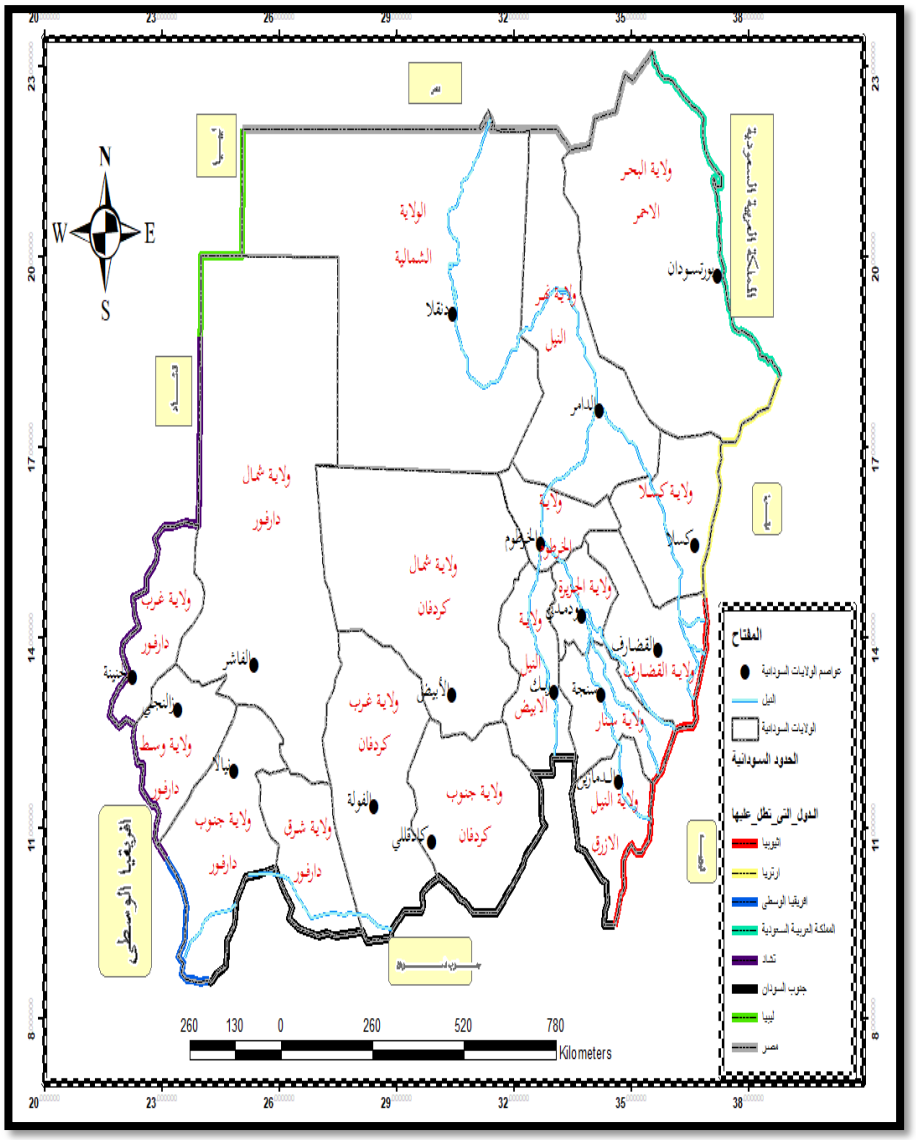
١. مدى ربط شبكة الطرق القومية المعبّدة عواصم ولايات جمهورية السودان.
٢. مدى ربط شبكة الطرق القومية المعبّدة عواصم الولايات بطرق مستقيمة ومباشرة.

٣. خصائص التوزيع الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان.

الجدول (١): الولايات السودانية وعواصمها:

م	الولاية	العاصمة
١ -	الشمالية	دنقلا
٢ -	نهر النيل	الدامر
٣ -	البحر الأحمر	بورتسودان
٤ -	كسلا	كسلا
٥ -	القضارف	القضارف
٦ -	سنار	سنجة
٧ -	الخرطوم	الخرطوم
٨ -	الجزيرة	وادمدني
٩ -	النيل الأزرق	الدمازين
١٠ -	النيل الأبيض	ربك
١١ -	شمال كردفان	الأبيض
١٢ -	جنوب كردفان	كادوقلي
١٣ -	غرب كردفان	الفولة
١٤ -	شرق دارفور	الضعين
١٥ -	غرب دارفور	الجنينة
١٦ -	جنوب دارفور	نيالا
١٧ -	شمال دارفور	الفاشر
١٨ -	وسط دارفور	زالنجي

المصدر: (السودان أرض الفرص - حقائق وأرقام، ٢٠١١، ص ١٧).



شكل(١) التقسيم الإداري لجمهورية السودان

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

منطقة الدراسة:

تغطي هذه الدراسة جمهورية السودان شكل (١) في الفترة من عام ١٩٥٦ -٢٠١٨، الذي تبلغ مساحته (١.٨٢٠.٢٠٠ كلم مربع)، كما يبلغ عدد سكانه ٣٣.٤١٩.٦٢٥ نسمة حسب نتائج تعداد السكان والمساكن الخامس ٢٠٠٨، (السودان أرض الفرص - حقائق وأرقام، ٢٠١١، ص ص ١ -٧). ويقسم السودان إلي ثماني عشرة ولاية، الجدول (١) و الشكل(١).

الإجراءات المنهجية للدراسة:

جمعت الدراسة بياناتها من مصادر متعددة شملت الدراسة الميدانية التي قام بها الباحث مستخدماً (GPS GARMIN 60CSx) ذا الدقة ٢٠ متراً، بتتبع مسارات بعض الطرق المعبّدة في الشبكة (الخرطوم – وادمدني – الدمازين، وادمدني – القضارف – كسلا، الخرطوم - شندي – عطبرة، الخرطوم – الدويم – كوستي - أم روابة – كادوقلي، الخرطوم - دنقلا)، ومن ثم تم تفريغها على أجهزة الكمبيوتر المحمول باستخدام برمجيات (Map Source، DNR Garmin). كما تم استخدام موارد (ArcGIS online) ذات الدقة (١٥ متراً، ٦٠و٣٠ سم) و(Open Street Map –Street)، لتتبع مسارات شبكة الطرق المعبّدة في يوليو٢٠١٧، وأخيراً تم استخدام الخريطة الرقمية للولايات السودانية المنتجة من الجهاز المركزي للإحصاء عام ٢٠١٣.

أما فيما يخص البيانات الوصفية لشبكة الطرق القومية المعبّدة؛ فقد تم الحصول عليها من الهيئة القومية للطرق والجسور السودانية. تم التفسير والتخريط الرقمي للمرئيات الفضائية، وعمل الإرجاع الجغرافي باستخدام مسقط

(GCS_WGS_1984) العالمي، وذلك باستخدام برنامج (ERDAS IMAGE2018)، واستخدام برنامج (ArcGIS10.6.2)، (ArcGISPro2.2)، لإعداد قواعد بيانات جغرافية لشبكة الطرق المعبّدة السودانية، وقاعدة بيانات التحليل الكمي للشبكة باستخدام قواعد النظرية البيانية مما مكن من عرض بيانات التحليل الكمي في شكل خرائط وقواعد بيانات.

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي للتعرف على الخصائص العامة لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان من حيث طولها، وتوزيعها الجغرافي، كما أنه وفق هذا المنهج ؛ تم تمثيل شبكة الطرق القومية المعبّدة على شكل مخطط بياني، مؤلفٍ من نقاطٍ تمثل عواصم الولايات، وخطوطٍ تمثل شبكة الطرق القومية المعبّدة لتسهيل وصف وتحليل الشبكة، مستخدمة أساليب كمية من خلال تطبيق مفاهيم النظرية البيانية، لقياس درجة الترابط : (باستخدام: تصنيف هاجت للشبكات، ووصف ديفيز، ومؤشرات كانسكي، وقياس درجة مركزية الشبكة باستخدام مؤشر كوينج، وقياس إمكانية الوصول طبقاً لعدد الوصلات (قرينة شمبل)، تلا ذلك قياس إمكانية الوصول المباشر وغير المباشر، باستخدام (متغير الوصلة، والعقد البينية، والمسافة الفعلية بالكلم، وإمكانية والوصول الكلية، ومقارنة المتغيرات المختلفة)، وأخيراً قياس درجة انعطاف الشبكة. استخدمت الدراسة أيضاً منهج القطاع العرضي في معالجة تحليل نمط الشبكة، والمنهج الإقليمي كون الشبكة ظاهرة جغرافية تتوزع على إقليم إداري محدد ؛ هو ولايات جمهورية السودانية وعواصمها.

تطور شبكة الطرق المعبّدة في جمهورية السودان:

أولت حكومات السودان المتعاقبة الطرق المعبّدة عناية قصوى، واهتماماً بالغاً، مما كان له الأثر الكبير في صناعة الطرق في البلاد، والتي شملت معظم ولايات السودان؛ مما انعكس على إحداث تنمية متوازنة في ولايات البلاد المختلفة. ومن أجل الدراسة قسمت الطرق المعبّدة في السودان من حيث فترة التشييد إلى:

١/الطرق المعبّدة المشيدة في الفترة من عام ١٩٥٦ -١٩٨٩م: شهدت الفترة من عام ١٩٥٦ - ١٩٨٩؛ تشييد عدد من الطرق القومية بلغت في جملتها ٢٢٩٣ كلم، منها طريق الخرطوم – مدني بطول ١٨٧ كلم، ومدني – القضارف بطول ٢٢٨ كلم، كما بلغ طول الطريق المعبّد بين القضارف – كسلا ٢٢٠ كلم، وكسلا – هيا ٣٥١ كلم، وهيا – سواكن – بورتسودان ٢٠٦ كلم. وكذلك بلغ طول الطريق المعبد بين مدني – سنار – كوستي ٢٢٠ كلم، وسنار – سنجة ٧٠ كلم. كما يعد طريق الدبيبات – الدلنج – كادوقلي الذي يبلغ طوله ١٨٦ كلم من الطرق المعبّدة المشيدة في هذه الفترة، ويعد طريق نيالا – كاس – زالنجي الذي يبلغ طوله ٢١٥ كلم من الطرق المعبّدة المشيدة، بجانب طريق الخرطوم – جبل أولياء الذي يبلغ طوله ٤٠ كلم، وجبل أولياء – الدويم ١٥٨ كلم، إضافة إلى طريق الدويم – ربك بطول ١٠٩ كلم، ثم أم درمان – وادي سيدنا بطول ٢٥ كلم، والخرطوم بحري – الجيلي ٤٢ كلم، وعطبرة – بربر ٣٦ كلم.

يعد طريق الخرطوم – مدني من الطرق التي عملت فيه شركة ولس الأمريكية في عام ١٩٦٣م، أما طريق مدني – القضارف فبدأ تنفيذه خلال عام

١٩٧٣م، و تم افتتاح المرحلة الأولى في عام ١٩٧٦م بين مدني والفاو، والمرحلة الثانية بين الفاو والقضارف في عام ١٩٧٧م. أما طريق القضارف – كسلا فتم افتتاحه في أبريل ١٩٨٠م. و طريق كسلا – هيا افتتح خلال العام ١٩٨٠م. وكذلك طريق هيا – سواكن – بورتسودان افتتح رسمياً في ديسمبر ١٩٧٩م، كما تمّ تنفيذ طريق مدني – سنار – كوستي على مرحلتين، مرحلته الأولى مدني – سنار افتتح في أبريل ١٩٨١م، والمرحلة الثانية سنار – كوستي، وطريق نيالا – كاس – زالنجي ؛ والذي بدأ العمل فيه في مارس من عام ١٩٨٠م، وافتتح رسمياً في عام ١٩٨٣م، كما بدأ العمل في طريق الدلنج – كادوقلي في عام ١٩٧٢م، وافتتح في أبريل من عام ١٩٧٦م. وأما طريق سنار – سنجة فقد افتتح في عام ١٩٨٣م، (وزارة النقل والطرق والجسور السودانية،٢٠١٦، ص ص ٣٠ -٤٠)، شكل (٢) و(٣).

٢/الطرق المعبّدة المشيدة في الفترة من ١٩٨٩ - ٢٠١٨م: بلغ حجم الطرق التي تمّ تشييدها خلال الفترة من العام ١٩٨٩ حتى ٢٠١٨م ٦.٤٣٩ كلم، جاء توزيعها على معظم ولايات السودان، وبدأت أعمال تشييد الطرق في عام ١٩٩١م باكتمال تشييد طريق كوستي – تندلتي بطول ١١٦ كلم، ثم طريق تندلتي – أم روابة – الأبيض الذي ربط ولاية النيل الأبيض بشمال كردفان بطول ١٩١ كلم. وفي عام ١٩٩٥م اكتمل تشييد طريق سنار – سنجة – الدمازين الذي ربط ولاية سنار بالنيل الأزرق بطول ٢٣٧ كلم. في عام ١٩٩٦م تحقق إنجاز طريق التحدي الجيلي – شندي – عطبرة بطول ٢٧٧ كلم. ومضى الإنجاز في ربط ولايات الخرطوم و نهر النيل والبحر الأحمر باكتمال طريق العبيدية – أبو حمد

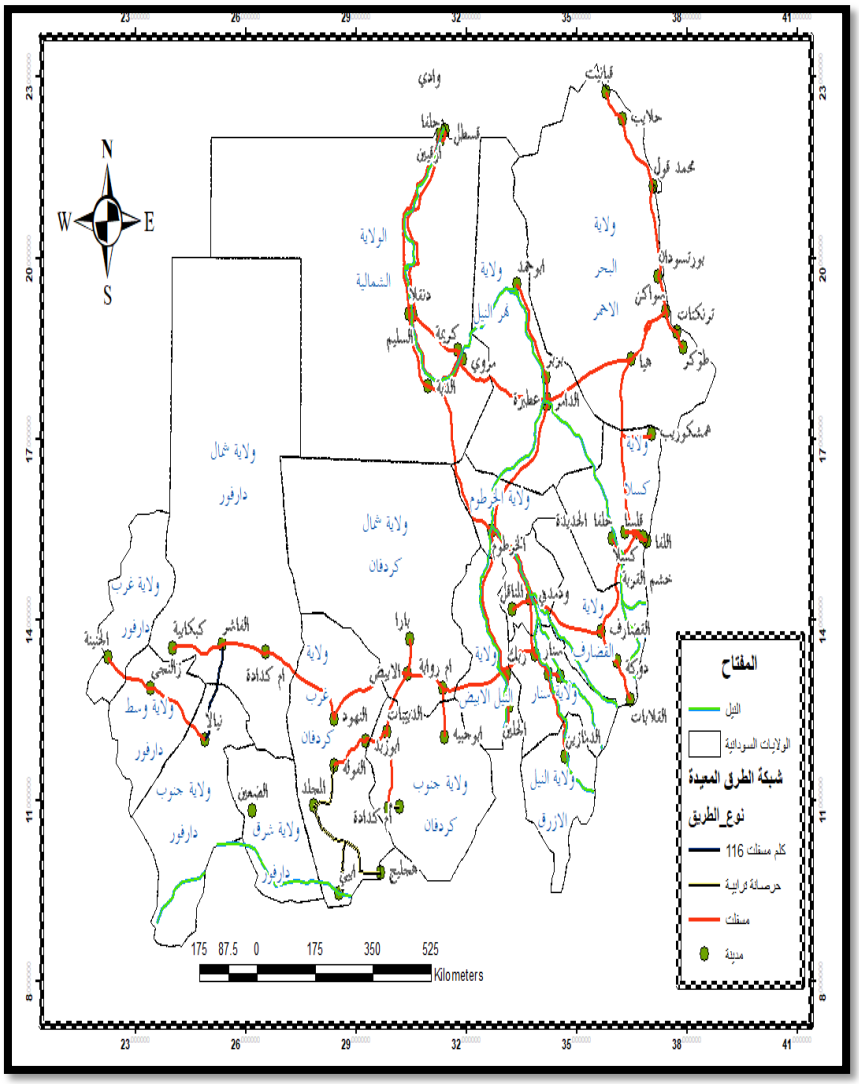
بطول ١٦٣كلم، ثم طريق عطبرة – هيا الذي بلغ طوله ١٧٢ كلم وتمّ في ذات الوقت اكتمال طريق الدامر – عطبرة بطول ١١ كلم، وطريق شريان الشمال بطول ٣١٠ كلم؛ الذي ربط بين ولاية الخرطوم والولاية الشمالية. كما تم الربط بين ولاية نهر النيل والولاية الشمالية عن طريق عطبرة - مروي ٢٦٢ كلم، وكريمة - السليم ١٧٢ كلم، وكريمة - ناوا ١٨٠ كلم، كما تم تشيد طريقين قاريين لربط السودان بمصر عبر دنقلا - أرقين ٤٨٠ كلم، والسليم –وادي حلفا ٣٨٧ كلم. أما طريق الإنقاذ الغربي الذي ربط بين ولاية شمال كردفان وغرب كردفان عن طريق قطاع الأبيض – الخوي فكان بطول ١٠٣ كلم، وقطاع الخوي – النهود.

وتم الربط بين ولايات كردفان ودارفور عن طريق قطاع النهود –أم كدادة الفاشر – كبكابية. وتم الربط بين ولاية شمال دارفور وجنوب دارفور عن طريق قطاع الفاشر –نيالا - ليكتمل ربط بقية ولايات دارفور عن طريق قطاع نيالا -كاس - زالنجي – الجنينة - أدري التشادية، وهو طريق قاري، ولربط ولايات كردفان الكبرى بعضها ببعض حيث اكتمل تشييد طريق الأبيض – كازقيل بطول ٤٧ كلم، وطريق كازقيل – الدبيبات بطول ٥٢ كلم، وطرق الدبيبات – الدلنج -أبو زبد الفولة بطول ١٨٨كلم، ثم طريق الدلنج – الدشول بطول ٥٦ كلم. طريق السلام وهو أحد الطرق التي تربط السودان بدولة جنوب السودان بدول الجوار، وتمّ تشييد قطاع ربك الجبلين بطول ٦٩ كلم، وقطاع الجبلين – الرنك بطول ٩٧ كلم.

ومضى الإنجاز في تشييد الطرق صوب ربط الولايات الحدودية بدول الجوار، فبدأ العمل في تشييد طريق القضارف – دوكة – القلابات بطول ١٥٦ كلم. وتمّ في الوقت نفسه تشييد طريق خشم القربة – حلفا الجديدة بطول ٤٧ كلم، وطريق العقبة البديل بطول ٢٦ كلم، وطريق سواكن – طوكر بطول ٨٧ كلم إلى جانب طريق الساحلي القاري بورتسودان – قباتيب – محمد قول بطول ٢٨٠ كلم، فضلاً عن طريق وقر – دقين بطول ١٥ كلم، إلى جانب طريق العيلفون – أبو حراز بطول ١٩٠ كلم، وطريق شندي – الحوش بطول ٨ كلم. فضلاً عن طريق مدني – المناقل – ٢٤ القرشي بطول ٩٣ كلم.

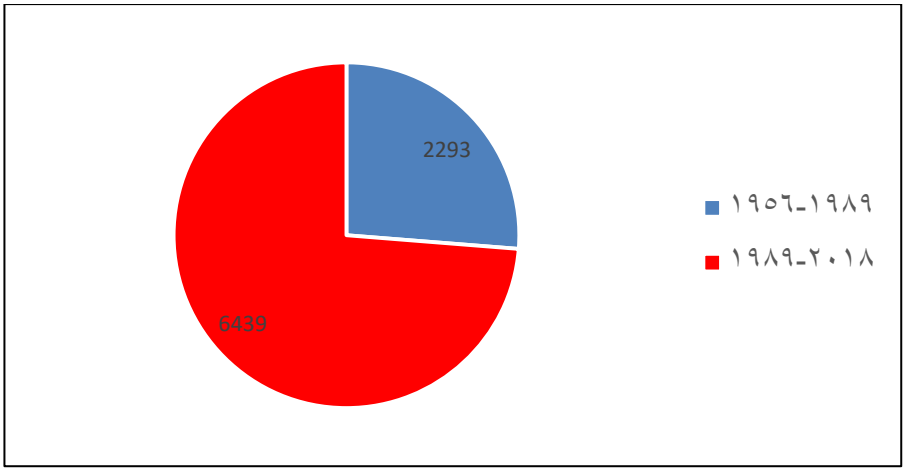
وتمضي المسيرة القاصدة في ظل ربط مدن وقرى السودان القصية بعواصم المحليات والولايات توفيراً للتنمية المتوازنة، ولتهيئة مناطق جذب حضاري لتعمير أراضٍ جديدةٍ، واستغلال الثروات واستثمارها تحقيقاً للوفرة والرخاء لإنسان السودان، وخصوصاً أن البلاد تواجهها تحديات تتطلب جهوداً كبيرة لتحقيق إنجازات على أرض الواقع، (وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، ٢٠١٦، ص ص ٤١ -٥٠)، الشكل(٢) و(٣).

بلغ الطول الكلي لإجمالي شبكة الطرق المعبّدة في السودان خلال فترة الاستقلال من العام ١٩٥٦ حتى العام ١٩٨٩م (٢٢٩٣) كلم خلال ثلاثة وثلاثين عاماً بمتوسط مستوى تشييد للطرق حوالي ٧٠ كلم؛ إلى أن وصل طول الشبكة خلال الفترة من ١٩٨٩ -٢٠١٨م بطول كلي (٨٧٣٢) كلم بزيادة قدرها ٦٤٣٩ كلم خلال تسعة وعشرين عاماً بمتوسط مستوى تشييد للطرق حوالي ٢٢٢ كلم. وقد بلغت الزيادة خلال تسعة وعشرين عاماً باعتبار ١٩٨٩م سنة أساس؛ نسبة ٢٨٠٪ في الشبكة القومية المعبّدة، الشكل(٢) و(٣).



الشكل(٢): شبكة الطرق المعبّدة السودانية.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.



الشكل (٣) شبكة الطرق المعبّدة خلال فترة الدراسة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦).

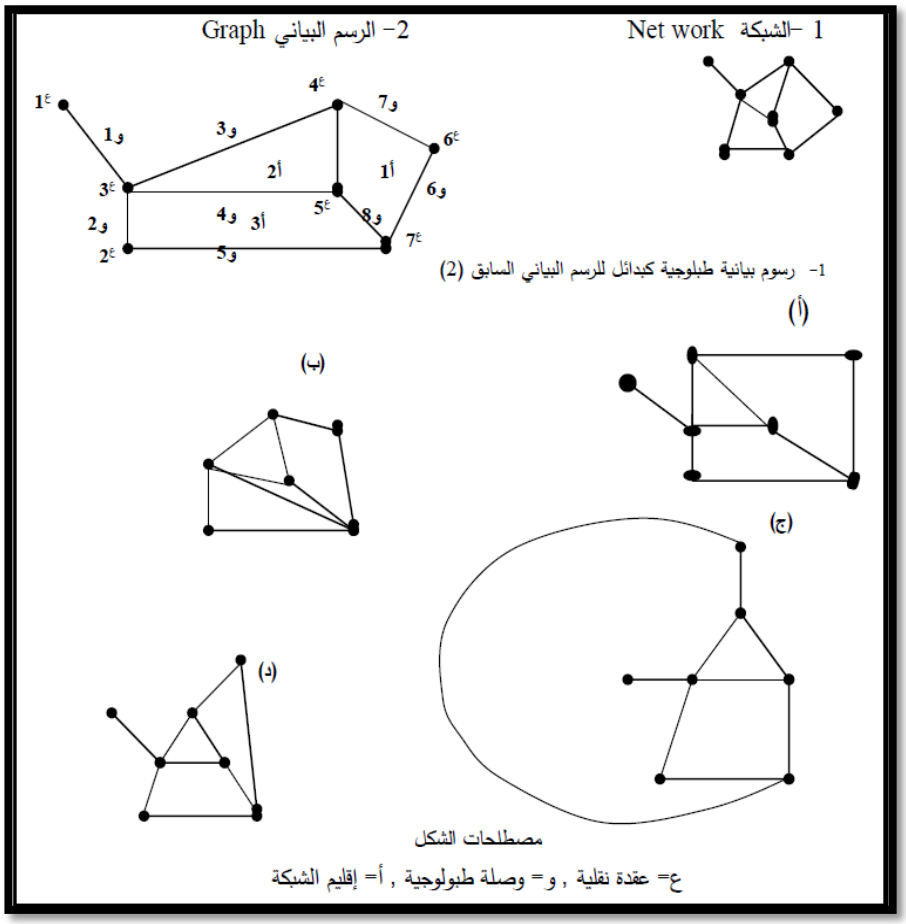
التحليل الكمي للشبكة:

إن التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان يشمل الآتي:

١/الخريطة الطبولوجية:

هي أحد فروع علم الهندسة اللاكمِّية التي تهتم بعلاقة العقد بالوصلات دون اعتبار للمسافات بين العقد، أو اتجاه الوصلات، أو مساحة المناطق، كما أنها تعرف أيضاً بالرسم البياني أو البيانات كما هو مبين في الشكل (٤)، (أحمد، ١٩٨٨م، ص ص ٢٦ -٢٧). والخريطة الطبولوجية لشبكات النقل تتطلب أن نتعامل مع الشبكة كخطوط مستقيمة، بحيث تتحول شبكة الطرق المدروسة إلى مجموعة الوصلات المستقيمة التي تتلاقى في المدن (العقد) (Davis, 1974, P28) الشكل(٤) و(٥) و(٦)، وبذلك يصل عدد وصلات الطرق القومية المعبّدة بين

عقد الشبكة المدروسة إلى (٥١) وصلة، في حين يصل عدد عقدها إلى (٥٨) عقدة.



الشكل (٤) الخريطة الطبولوجية لشبكات النقل.

المصدر(Haggett, and Chorley ,1979)

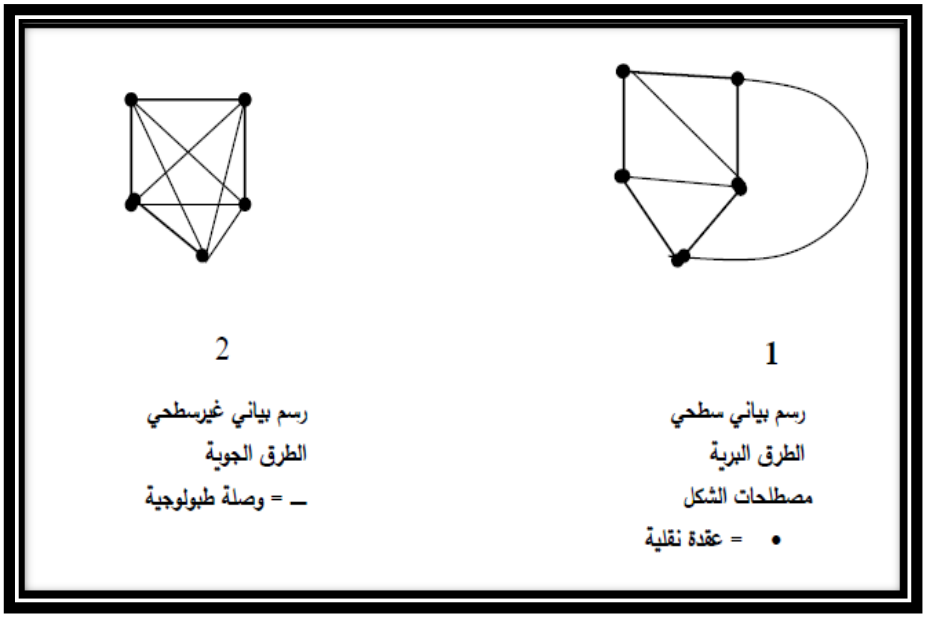
ولكي يتم تحويل شبكات النقل إلى خرائط طبولوجية يمكن تقسيم شبكات النقل كرسوم بيانية إلى:

- **تمثيل بياني مسطح متقاطع :**

ويمثل ذلك دراسة الشبكات السطحية ذات البعدين مثل الطرق المعبّدة والسكك الحديدية والنقل المائي، وهذه الطرق تلتقي وتتقاطع على مستوى شكل واحد سطحي، الشكل (٥ -١).

- **تمثيل بياني غير مسطح غير متقاطع :**

ويمثلها شبكات النقل الجوي حيث يمر خطان جويان دون أن يتقاطعان على سطح الأرض، لكن في تقاطعات عند ارتفاعات مختلفة طالما توفرت المطارات، الشكل(٥ -١) .

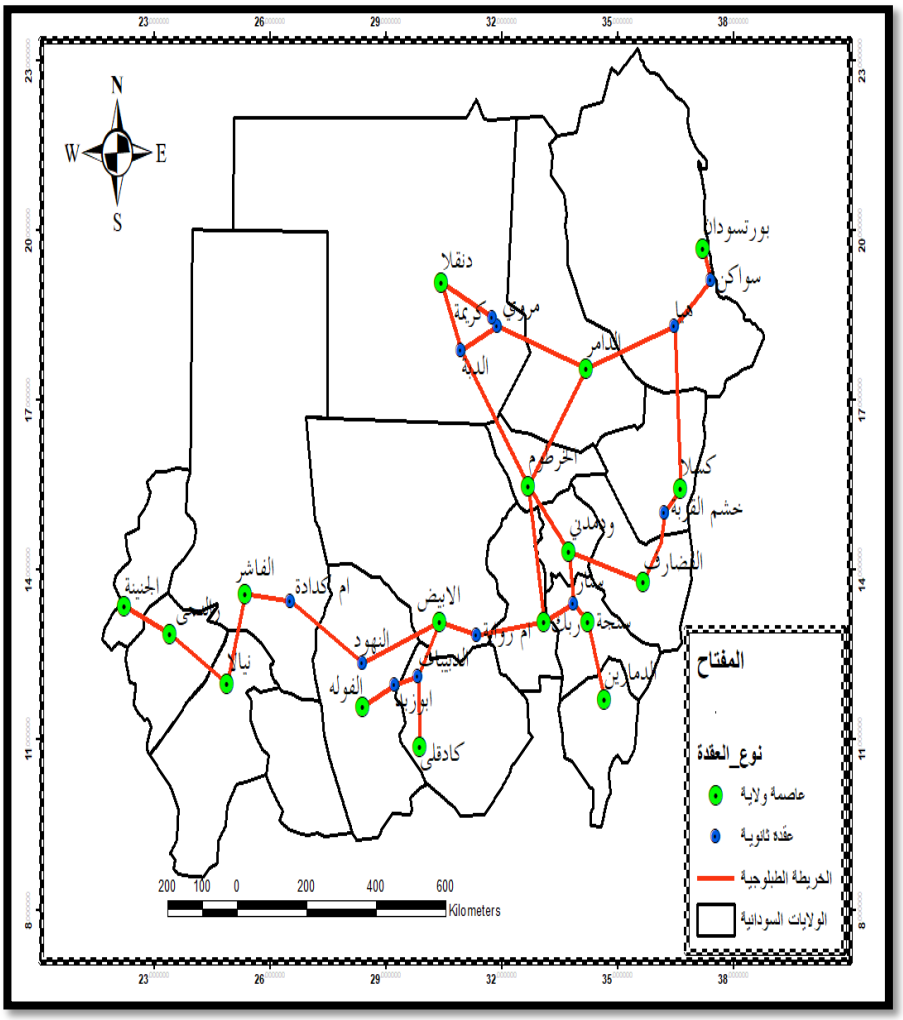


الشكل (٥) تمثيل شبكات النقل كرسوم بيانية.

المصدر(Haggett, and Chorley ,1979)

- **الخريطة الطبولوجية للشبكة:**

وهي تمثيل بياني مسطح متقاطع ذات بعدين، الشكل (٦).



الشكل(٦) الخريطة الطبولوجية لشبكة الطرق القومية المعبّدة السودانية.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

٢/قياس درجة الترابط:

تتخذ الشبكة أنظمة تتألف من عدد من الوصلات، وعدد من العقد (بداية ونهاية الوصلات)، حيث تقاس درجة الترابط حسب وجود الوصلات بين العقد باستخدام.

٢ -١/تصنيف هاجت:

تصنف شبكات النقل إلى ثلاثة أنماط بيانية حسب تصنيف هاجت (Haggett,1979,p56):

- **المسارات:**

عبارة عن وصلة أو أكثر تربط بين عدة عقد، بحيث تربط كل عقدة نهائية بعقدة تالية بوصلة واحدة فقط، أي أنه لا توجد وصلات جانبية أو فرعية كما يوضحها الشكل (٧ -١).

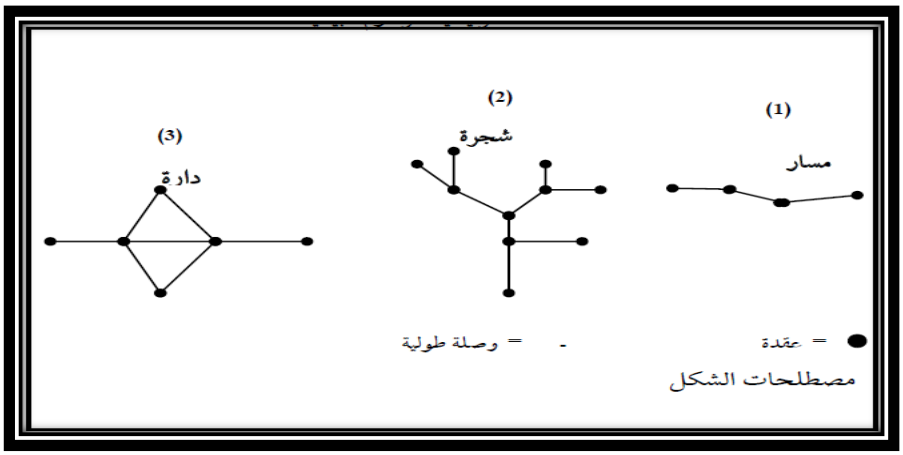
- **الشجيرات:**

وهي عدة وصلات تربط بين العقد، لكنها لا تمثل حلقة كاملة مغلقة أي لا يمكن العودة من حيث عقد البداية كما يوضح الشكل(٧ -٢).

- **الدارات البيانية:** تمثل حلقة مغلقة أو أكثر كما يوضحها الشكل (٧ -٣).
- **تصنيف هاجت للشبكة:**

من الشكلين (٦) و(٧)؛ وحسب تصنيف هاجت تصنف الشبكة بأنها مسارات، لعدم ارتباط مدينة الضعين (عاصمة ولاية شرق دارفور) بأي وصلة، وتوجد بها شجيرات في جميع ولايات السودان، لوجود عدة وصلات تربط بين العقد، كما توجد الدارات البيانية في ولايات الجزيرة الكبرى (الخرطوم،

الجزيرة، النيل الأبيض، سنار، النيل الأزرق)، وفي ولايات الشمال (الولاية الشمالية، وولاية نهر النيل).



الشكل (٧) تصنيف هاجت للشبكة.

المصدر: (Haggett,1979,p56)

٢ -٢/ وصف ديفيذ:

وصف ديفيذ درجة الترابط وحدده بأربعة أنماط رئيسية تشمل الشكل (٨):

- **شبكة عديمة الترابط:**

وهي التي تتكون من عقد فقط، وينعدم فيها وجود وصلات بين العقد، الشكل (٨-١).

- **شبكة مجزأة:**

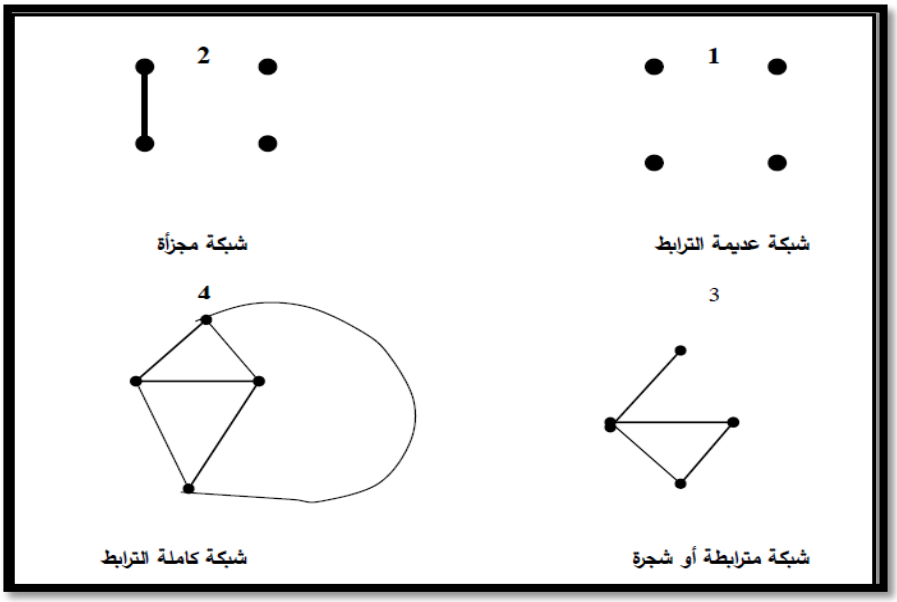
وهي التي توجد بها وصلات بين بعض عقدها في حين تنعدم بين بعضها الآخر، الشكل (٨-٢).

- **شبكة مترابطة أو شجرية :**

وهي التي ترتبط كل عقدها ببقية العقد بوصلات مباشرة أو غير مباشرة عبر عقد بينية ، الشكل (٨-٣).

- **شبكة كاملة الترابط :**

وهي التي ترتبط كل عقدها ببقية العقد بوصلات مباشرة ، شكل (٨-٤).



شكل (٨) أنماط مستوى ترابط الشبكة.

المصدر (أحمد، ١٩٨٨م، ص ٣٠).

- **تصنيف ديفذ للشبكة :**

من الشكل (٦) والشكل (٨)، تصنف الشبكة بأنها شبكة مجزأة، وهي التي توجد بها وصلات بين بعض عقدها في حين تنعدم بين بعضها الآخر نتيجة عدم ارتباط مدينة الضعين عاصمة ولاية شرق دارفور مع أي عاصمة ولاية.

وباستبعاد مدينة الضعين يمكن أن نقول: إنها شبكة مترابطة أو شجرية، ولا يمكن أن نطلق على الشبكة بين عواصم ولايات جمهورية السودان بأنها شبكة كاملة الترابط لصعوبة ربط عاصمة كل ولاية بوصلات مباشرة بعواصم الولايات الأخرى.

٢ -٣/ مؤشرات كانسكي:

يفتقد الوصف السابق الدقة في تحديد مستوى درجة الترابط، وخاصة في الشبكات المعقدة على هذا الأساس. فمن الأفضل تحديد مستوى درجة ترابط الشبكة باستخدام مؤشرات كمية قدمها كانسكي (Kansky,1963,pp5-10)، تشمل:

- **مؤشر بيتا:**

يحسب هذا المؤشر من العلاقة الجبرية التالية بالنسبة للرسم البياني المسطح للشبكة: ب = $\frac{\text{ُ}}{\text{ع}}$

حيث إن: و = عدد وصلات الشبكة، ع = عدد عقد الشبكة.

تنحصر قيمة المؤشر بين (٠ -١)، يعني الصفر أن الشبكة تتكون من عقد فقط عديمة الوصلات؛ لذا تسمى شبكة معدومة، أما الواحد الصحيح فيعني أن هنالك ترابطاً تاماً بالشبكة، وإذا زادت قيمة المؤشر عن واحد صحيح فهذا يدل على وجود أكثر من شبكة كاملة ومتطورة. تقل قيمة مؤشر بيتا في حالة الشبكات المبسطة والشجرية؛ منها في حالة الشبكات المعقدة التي تتميز بوجود دوائر بين عقدها، وعلى هذا تعني قيمة المؤشر صفر (٠) أن الشبكة تتكون من عقد نقلية

فقط، وليست لها وصلات تربط بينها أي شبكة عديمة الترابط، بينما تعني قيمة المؤشر (واحد)؛ أن هنالك ترابطاً تاماً بين عقد الشبكة، ولكن لو قلت قيمة المؤشر عن واحد (١) مثلاً عند القيمة (٠.٥٧) فهذا يعني أن الشبكة من النوع الشجري المتشعب، أما إذا زادت قيمة المؤشر عن واحد صحيح أي عند القيمة ٢ مثلاً فهذا يدل على وجود أكثر من شبكة دائرية مغلقة (أحمد، ١٩٨٨م، ص ٥٢)، وقد وجد أن استخدام مؤشر بيتا للشبكات المعقدة محدود الفعالية، ويفضل استخدامه فقط عند مقارنة عدة شبكات لها نفس عدد العقد.

- **تصنيف الشبكة:**

بلغت قيمة مؤشر بيتا بالنسبة للشبكة (٨٨٪)، مما يدل على أنها شبكة شبه كاملة الترابط، وللوصول إلى شبكة كاملة الترابط يتطلب الأمر إضافة سبع وصلات جديدة؛ حيث إن (و= ٥١ وصلة، ع = ٥٨ عقدة).

- **مؤشر جاما:**

ويحسب هذا المؤشر من العلاقة الجبرية التالية بالنسبة للرسم البياني المسطح (شبكة الطرق)

$$\text{جاما} = \frac{\text{مج و}}{3(\text{مج ع} - 2)}$$

حيث إن مج = مجموع، و= الوصلات، ع=العقد.

ويصف هذا المؤشر رقمياً ترابط الشبكة، وتنحصر قيمه بين (0 -1)، حيث يعني الصفر عدم وجود شبكة إطلاقاً، بينما يعني الواحد الصحيح وجود شبكة كاملة الترابط، ويفضل استخدام مؤشر جاما عن مؤشر بيتا لأخذه في الاعتبار أقصى عدد من الوصلات يمكن أن توجد في شبكة ما. وتصبح الشبكة

مرتبطة ارتباطاً كاملاً حسب مؤشر جاما عندما يساوي البسط المقام (عيسى، ١٩٨٦، ص١٨)، أي أن:

$$\frac{\text{ع}\,(\text{م ع}-1)}{\text{ع}\,(\text{ع}-1)}\ \frac{3\,(\text{مج ع}-2)}{3\,(\text{مج ع}-2)}$$

و= عدد الوصلات، مج =مجموع، ع = عدد العقد.

وهذا لا يكون إلا إذا كانت جميع العقد مرتبطة بعضها ببعض ارتباطاً مباشراً، وهنا تصبح قيمة المؤشر ١٠٠٪ (الصالح، ١٩٧٩، ص١٦٠).

- **تصنيف الشبكة:**

تبلغ قيمة مؤشر جاما بالنسبة للشبكة (٣٣٪)، وهذا يدل على أن الشبكة ضعيفة الترابط، تتطلب إضافة وصلات جديدة حتى تصبح شبكة كاملة الترابط؛ الأمر الذي يدل على فقر السودان من حيث المشاريع التنموية التي تتطلب إنشاء الوصلات.

- **مؤشر ألفا:**

يقيس هذا المؤشر العلاقة بين إجمالي الدارات المغلقة، وأقصى عدد ممكن لها في الشبكة، ويحسب مؤشر **ألفا باستخدام العلاقة الجبرية الآتية للرسم البياني المسطح.**

$$\text{ألفا}: \frac{\text{و} - \text{مج ع} + \text{ف}}{2\text{و} - 5}$$

حيث: و= عدد الوصلات، ع = عقده، مج = عدد العقد، ف= عدد الوصلات الجانبية.

وتتراوح قيم هذا المؤشر بين (٠ -١)، فالواحد للشبكة كاملة الترابط، بينما الصفر لأدنى درجة ترابط، حيث ينعدم وجود دائرة مغلقة في الشبكة، ويمكن التعبير عن قيمة المؤشر بالنسبة المئوية.

- **تصنيف الشبكة:**

تبلغ قيمت مؤشر ألفا للشبكة (٥٪)، وهذا يدل على ضعف ترابط الشبكة، نتيجة لفقر السودان من حيث مشاريع التنمية الاقتصادية، الذي انعكس سلباً على عدد وصلات الطرق التي تربط بين عواصم ولاياته من جهة، ومدنه المنتشرة في بقاعه الممتدة من أقصى شماله إلى جنوبه، ومن شرقه إلى غربة.

٣/ درجة المركزية:

يعتمد البحث في قياس درجة مركزية الشبكة على مؤشر كوينج، وهو أحد المؤشرات الكمية لقياس درجة المركزية، ويعد كونج المطور الحقيقي للمؤشر سنة 1963، (Robinson., and Bomford,1978, P80)، وهو يقاس بالعلاقة الجبرية الآتية:

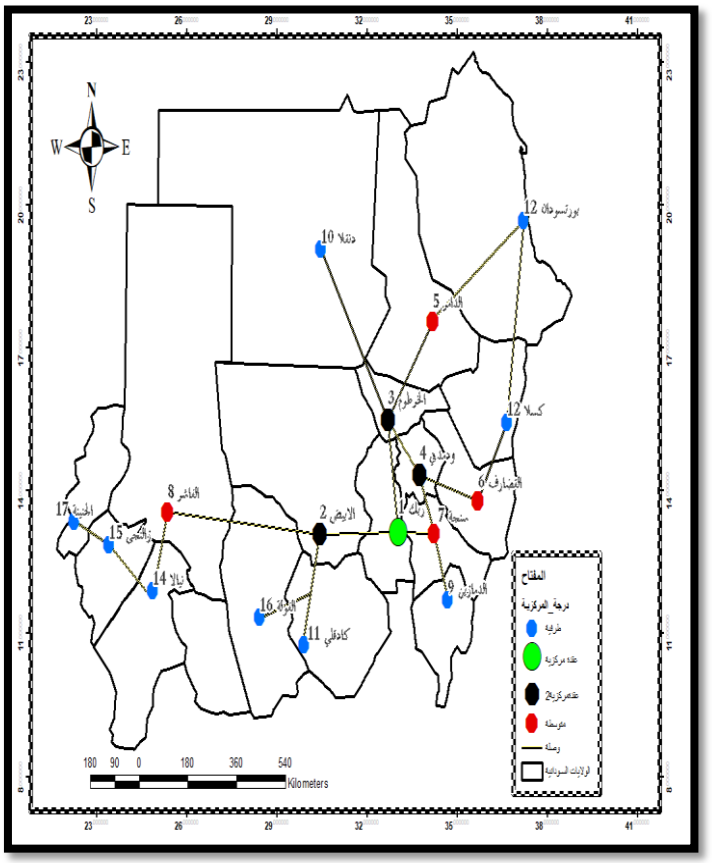
ك =أقصى م س، ص، حيث ك = رمز اختصار معامل كونج، ويقيس درجة المركزية.

م = المتغير (تعني الوصلة الطبولوجية كمثال).

س، ص = عقد نقلية في الشبكة (س، عقدة بداية، ص عقدة نهاية).

ودرجة مركزية كل عقدة تعبر عن إجمالي أقصى مسافة لعدد الوصلات من عقد البداية (س) مثلاً؛ إلى كل عقدة أخرى في الشبكة (ص)، وتقاس استخدام المسار الأقصر حسب عدد الوصلات الممكنة، ويلاحظ أنه كلما كبرت قيمة (ك) دل ذلك على تطرف الموقع والبعد عن المركزية، وكلما صغرت قيمة

(ك) دل ذلك على أنها قريبة من المركزية، وتتميز بموقع متوسط يسهل اتصالها ووصولها ببقية عقد الشبكة. ولهذا نجد أن درجة المركزية مؤشر عددي يقيس مواقع العقد في الشبكة، ككل بين التوسط والتطرف بعدد الوصلات ذات المسافات الطبولوجية باستخدام المسار الأقصى. الشكل (٩)، والجدول (٢) يوضح درجة مركزية الشبكة.



الشكل(٩) درجة مركزية عقد الشبكة حسب مؤشر كونج.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

الجدول (2) درجة مركزية عقد الشبكة حسب مؤشر كوينج

من / إلى	الخرطوم	الدامر	دنقلا	بورتسودان	كسلا	القضارف	وامدني	سنجه	الدمازين	ربك	الأبيض	كادقلي	الفولة	الفاشر	نيالا	زالنجي	ألجنينه	المجموع	الرتبة
الخرطوم	0	1	2	4	4	3	1	3	4	1	3	5	6	6	7	8	9	67	3
الدامر	1	0	3	2	3	3	2	4	5	2	4	6	7	7	8	9	10	71	5
دنقلا	2	3	0	5	6	4	3	5	6	3	5	7	8	8	9	10	11	94	10
بورتسودان	4	2	5	0	1	2	4	6	7	4	6	7	8	9	10	11	12	98	12
كسلا	4	3	1	1	0	2	3	5	6	5	7	9	10	9	10	11	12	98	12
القضارف	3	2	2	2	2	0	1	3	4	3	5	7	8	7	8	9	10	77	6
واد مدني	1	2	3	4	3	1	0	2	3	2	4	6	7	6	7	8	9	68	4
سنجة	3	4	5	6	5	3	2	0	1	2	4	6	7	6	7	8	9	78	7
الدمازين	4	5	6	7	6	4	3	1	0	3	5	7	8	7	8	9	10	92	9
ربك	1	2	3	4	5	3	2	2	3	0	2	4	5	4	5	6	7	58	1
الأبيض	3	4	5	6	7	5	4	4	5	2	0	2	3	2	3	4	5	64	2
كادقلي	5	6	7	7	9	7	6	6	7	4	2	0	3	5	6	7	8	95	11
الفولة	6	7	8	8	10	8	7	7	8	5	3	3	0	6	7	8	9	110	16
الفاشر	6	7	9	9	9	7	6	6	7	4	2	5	6	0	1	2	3	89	8
نيالا	7	8	10	10	10	8	7	7	8	5	3	6	7	1	0	1	2	100	14
زالنجي	8	9	10	11	11	9	8	8	9	6	4	7	8	2	1	0	1	109	15
ألجنينة	9	10	12	12	12	10	9	9	10	7	5	8	9	3	2	1	0	128	17
المجموع	67	71	94	98	98	77	68	76	92	58	64	95	110	89	100	109	128	1494	

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الشكل (6) الخريطة الطوبولوجية لشبكة الطرق المعبدة

يتضح من الشكل (٩) والجدول (٢)، أن مدينة ربك تحتل المركزية بالنسبة للشبكة، ويرجع ذلك لأهميتها من حيث الموقع، فهي تربط بين شرق السودان وغربه، وشمال السودان وجنوبه (دولة جنوب السودان)، كما أنها نقطة التقاء وسائل النقل (الطرق المعبّدة، والسكك الحديدة، والنقل النهري)، تليها مدينة الأبيض في المرتبة الثانية التي تعد نقطة منتصف جمهورية السودان قبل الانفصال وتكوين دولة جنوب السودان، وفي المرتبة الثالثة مدينة الخرطوم العاصمة، تليها مدينة وادمدني في المرتبة الرابعة حيث مشروع الجزيرة الزراعي الذي يعد قاعدة التنمية في السودان. لذلك تعد تلك المدن الأربع أهم العقد بالنسبة للشبكة. وتبعاً لمدى مركزية العقد في الشبكة حسب مؤشر كونيج ؛ فإن مدينة الدامر والقضارف وسنجة والفاشر مدن متوسطة من حيث درجة المركزية، وأن كلاً من الدمازين، ودنقلا، وكسلا، وبورتسودان، وكادوقلي، والفولة، ونيالا، وزالنجي، والجنينة ؛ مدن متطرفة من حيث درجة المركزية، وهذا يتوافق مع موقعها الجغرافي.

٤/ إمكانية الوصول:

يعد قياس إمكانية الوصول من المؤشرات التي تعكس درجة العلاقات الوظيفية التبادلية بين المدينة وظهيرها من ناحية، وبين المدن من ناحية أخرى، وعليه فإن سهولة تحسين الوصول يعني الإسراع في نقل عوامل الإنتاج والسلع المصنعة والمسافرين بأقل كلفة، وأقصر زمن، وتحدد سهولة الوصول بناء على عدد الوصلات، واتجاه الحركة على هذه الوصلات (عوادة، ٢٠٠٧)، ويتطلب ذلك القياس تحويل وصلات الطرق بين عقد الشبكة إلى خطوط مستقيمة، كي

لا توجد سوى وصلة واحدة بين كل عقدتين، وتكوين مصفوفة بمحوريها العقد المدروسة لتوضيح العلاقة (من /إلى)؛ بين تلك العقد (Rodrigue, et al 2006, pp39-40)، ويمكن قياس سهولة الوصول بين عقد الشبكة بعدة مقاييس، منها:

٤ -١/ إمكانية الوصول طبقاً لعدد الوصلات (قرينة شمبل) للشبكة:

وهي قياس إمكانية الاتصال الطبولوجي بين عقد الشبكة باستخدام أسلوب شمبل، في تحديد المسار الأقصر والذي يمكن تمثيله بهيئة مصفوفة مربعة بعدد المدن الموجودة، وتحسب هذه المسارات بالعلاقة الجبرية الآتية (Shimble,1953.pp261-270):

أ(س) = مج م(س، ص)

ص = ن

حيث إن:

أ = رمز اختصار مؤشر إمكانية الاتصال العقدي باستخدام المسار الأقصر.

ن= عدد عقد الشبكة المدروسة.

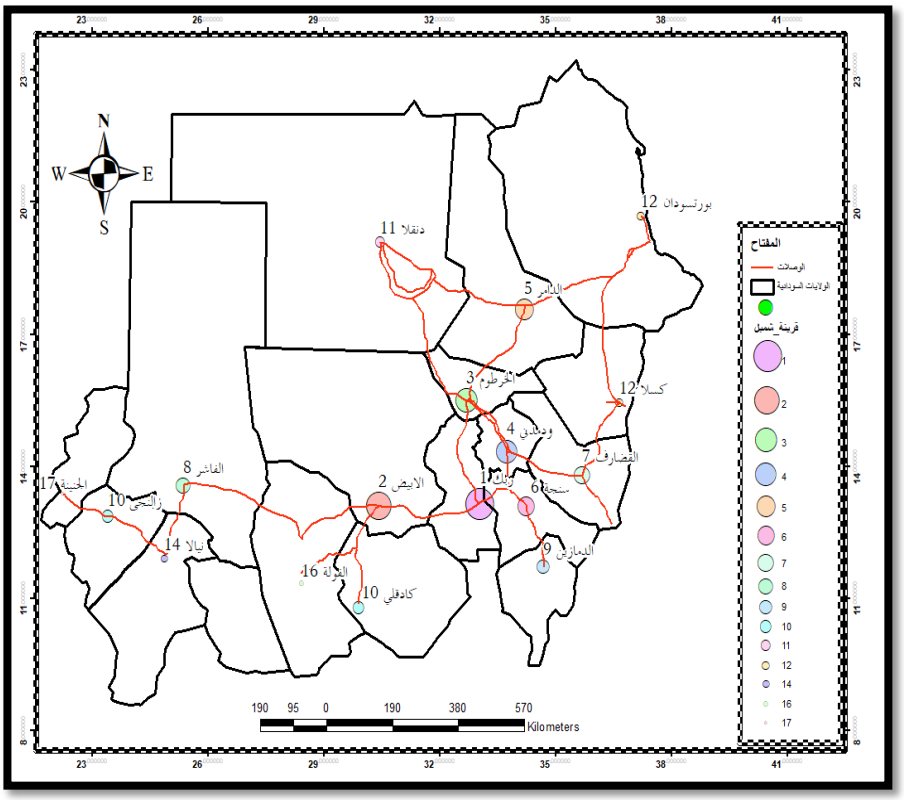
مج =مجموع.

س، ص = عقد نقلية في الشبكة حيث تمثل(س) عقدة بداية، و(ص) عقدة نهاية.

م = المتغير (الوصلات الطبولوجية).

وعليه كلما كانت القيمة العديدة للعقدة منخفضة كان اتصالها العقدي النهائي لأقصى مسارات طبولوجية مرتفعاً. يعد هذا المؤشر من أهم المؤشرات المستخدمة في قياس سهولة الوصول إلى أي عقدة في الشبكة، إذ يمكن بعد إنشاء المصفوفة التي تبين عدد الطرق التي تربط كل محطة ببقية المحطات الأخرى في

الشبكة التعرف إلى المحطات الأسهل وصولاً ، وكذلك المحطات الأكثر انعزالاً حسب قرينة شمبل ، والتي يتم استخراجها بحساب عدد الوصلات بين كل عقدة وأخرى ، وبجمع كل صف على حدة ، ثم ترتيب العقد حسب سهولة الوصول على أساس أن العقدة التي ترتبط ببقية الشبكة هي أكثرها في سهولة الوصول إلى بقية عقد الشبكة كما في الشكل(١٠) والجدول (٣).



الشكل (١٠) إمكانية الوصول طبقاً لعدد الوصلات (قرينة شمبل) للشبكة.

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

الجدول (3) أمكانية الوصول طبقاً لعدد الوصلات (قرينة شمبل) للشبكة

من / إلى	الخرطوم	الدامر	دنقلا	بورتسودان	كسلا	القضارف	وادمدني	سنجه	الدمازين	ربك	الأبيض	كادقلي	الفولة	الفاشر	نيالا	زالنجي	أجنينه	المجموع	الترتيب
الخرطوم	0	1	2	4	4	3	1	3	4	1	3	5	6	6	7	8	9	67	3
الدامر	1	0	3	2	3	3	2	4	5	2	4	6	7	7	8	9	10	71	5
دنقلا	2	3	0	5	6	4	3	5	6	3	5	7	8	8	9	10	11	94	11
بورتسودان	4	2	5	0	1	2	4	6	7	4	6	7	8	9	10	11	12	98	12
كسلا	4	3	1	1	0	2	3	5	6	5	7	9	10	9	10	11	12	98	12
القضارف	3	3	2	2	2	0	1	3	4	3	5	7	8	7	8	9	10	77	7
واد مدني	1	2	3	4	3	1	0	2	3	2	4	6	7	6	7	8	9	68	4
سنجة	3	4	5	6	5	3	2	0	1	2	4	6	7	6	7	8	9	76	6
الدمازين	4	5	6	7	6	4	3	1	0	3	5	7	8	7	8	9	10	92	9
ربك	1	2	3	4	5	3	2	2	3	0	2	4	5	4	5	6	7	58	1
الأبيض	3	4	5	6	7	5	4	4	5	2	0	2	3	2	3	4	5	64	2
كادقلي	5	6	7	7	9	7	6	6	7	4	2	0	3	5	6	7	8	95	10
الفولة	6	7	8	8	10	8	7	7	8	5	3	3	0	6	7	8	9	110	16
الفاشر	6	7	9	9	9	7	6	6	7	4	2	5	6	0	1	2	3	89	8
نيالا	7	8	10	10	10	8	7	7	8	5	3	6	7	1	0	1	2	100	14
زالنجي	8	9	10	11	11	9	8	8	9	6	4	7	8	2	1	0	1	109	15
أجنينة	9	10	12	12	12	10	9	9	10	7	5	8	9	3	2	1	0	128	17
المجموع	67	71	94	98	98	77	68	76	92	58	64	95	110	89	100	109	128	1494	

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الشكل (6) الخريطة الطوبولوجية لشبكة الطرق المعبدة

بناءً على البيانات الواردة في الجدول (٣) و الشكل (١٠) نستنتج ما يأتي:

- لا توجد أي عقدة في الشبكة تتصل بجميع العقد بوصلة مباشرة، وتمثل مدينة ربك عاصمة ولاية النيل الأبيض عقدة مركزية وفق قرينة شمبل، لأنها سجلت أدنى قيمة لمجموع عدد الوصلات، فهي تأتي في المرتبة الأولى من حيث سهولة الوصول، إذ يبلغ عدد الوصلات اللازمة لربط مدينة ربك عاصمة ولاية النيل الأبيض ببقية عواصم الولايات (٥٨) وصلة، ويرجع ذلك لأهمية موقع مدينة ربك، فهي تربط بين شرق السودان وغربه، وشمال السودان وجنوبه (دولة جنوب السودان)، كما أنها نقطة التقاء وسائل النقل بالطرق المعبّدة، بالسكك الحديدية، والنقل النهري، تليها مدينة الأبيض عاصمة ولاية شمال كردفان بعدد (٦٤) وصلة التي تعد نقطة منتصف السودان قبل الانفصال وتكوين دولة جنوب السودان. كما يرجع ذلك أيضاً إلى أن مدينة ربك والأبيض تشغلان موقعاً عقدياً مركزياً تلتقي عنده معظم الطرق، وترتبط بمعظم العقد النقلية في الشبكة.
- تختلف باقي عواصم الولايات في سهولة الوصول، فهنالك عقد تتمتع بسهولة وصول جيدة، حيث ترتبط ببقية عواصم الولايات بعدد قليل من الوصلات أقل من (٧٠) وصلة مثل الخرطوم عاصمة السودان (٦٧) ملتقى النيلين، ووادمدني (٦٩) عاصمة ولاية الجزيرة؛ حيث مشروع الجزيرة عماد الاقتصاد السوداني وتركز التنمية. كما أن هنالك عواصم ولايات تتسم بسهولة وصول متوسطة، حيث ترتبط ببقية عواصم الولايات عبر

عقد تتراوح بين (٧٠وأقل من ٩٠)، وتمثلها الدامر عاصمة ولاية نهر النيل في شمال السودان، وسنجة عاصمة ولاية سنار (جنوب وسط السودان)، والقضارف عاصمة ولاية القضارف (شرق السودان حيث دولة أثيوبيا وأريتريا)، والفاشر عاصمة ولاية شمال دارفور التي تعد حلقة الربط بين ولايات شرق السودان والجزيرة الكبرى وكردفان الكبرى من ناحية، وولايات دارفور الكبرى وغرب أفريقيا من ناحية أخرى. كما أن هنالك عواصم ولايات تتسم بصعوبة وصول مرتفعة، حيث ترتبط ببقية عواصم الولايات عبر عقد مرتفعة تتراوح بين (٩٠ -١١٠)، تمثلها الدمازين عاصمة ولاية النيل الأزرق (الحدود الجنوبية الشرقية للسودان، تليها مدينة كادوقلي عاصمة ولاية جنوب كردفان، ثم مدينة دنقلا عاصمة ولاية نهر النيل أقصى شمال السودان حيث حدود السودان ومصر، ثم مدينة بورتسودان عاصمة البحر الأحمر وكسلا عاصمة ولاية كسلا حيث حدود السودان الشرقية (المملكة العربية السعودية، وأريتريا، وأثيوبيا)، ومدينة زالنجي عاصمة ولاية وسط دارفور حيث الحدود الغربية للسودان، (دولة أفريقيا الوسطى)، ثم مدينة الفولة عاصمة ولاية غرب كردفان حيث حدود دولة جنوب السودان وكلها عواصم ولايات طرفية.

- إن أقل العقد وأضعفها في سهولة الوصول هي مدينة الجنينة عاصم ولاية غرب دارفور، ترتبط ببقية العقد عبر عدد من الوصلات يبلغ (١٢٨ وصلة) حسب قرينة شمبل، وبالتالي الأكثر انعزالاً على الشبكة، وذلك لأنها تشغل موقعاً هامشياً متطرفاً في أقصى غرب السودان وانعزالها عن بقية

عواصم الولايات. إضافة وصلات (الخرطوم – الأبيض، الخرطوم – الفاشر، الخرطوم - كسلا، الفولة -زالنجي)، سيحسن من سهولة للوصول للشبكة.

٤ -٢/ إمكانية الوصول المباشر وغير المباشر للشبكة:

تقاس إمكانية الوصول المباشر وغير المباشر بين عقد الشبكة؛ باستخدام قواعد بوليان من العلاقة الجبرية الآتية:

مج ١ س ك X ا ص ك = أقل (1 س ك + 1 ص ك)

ك =1

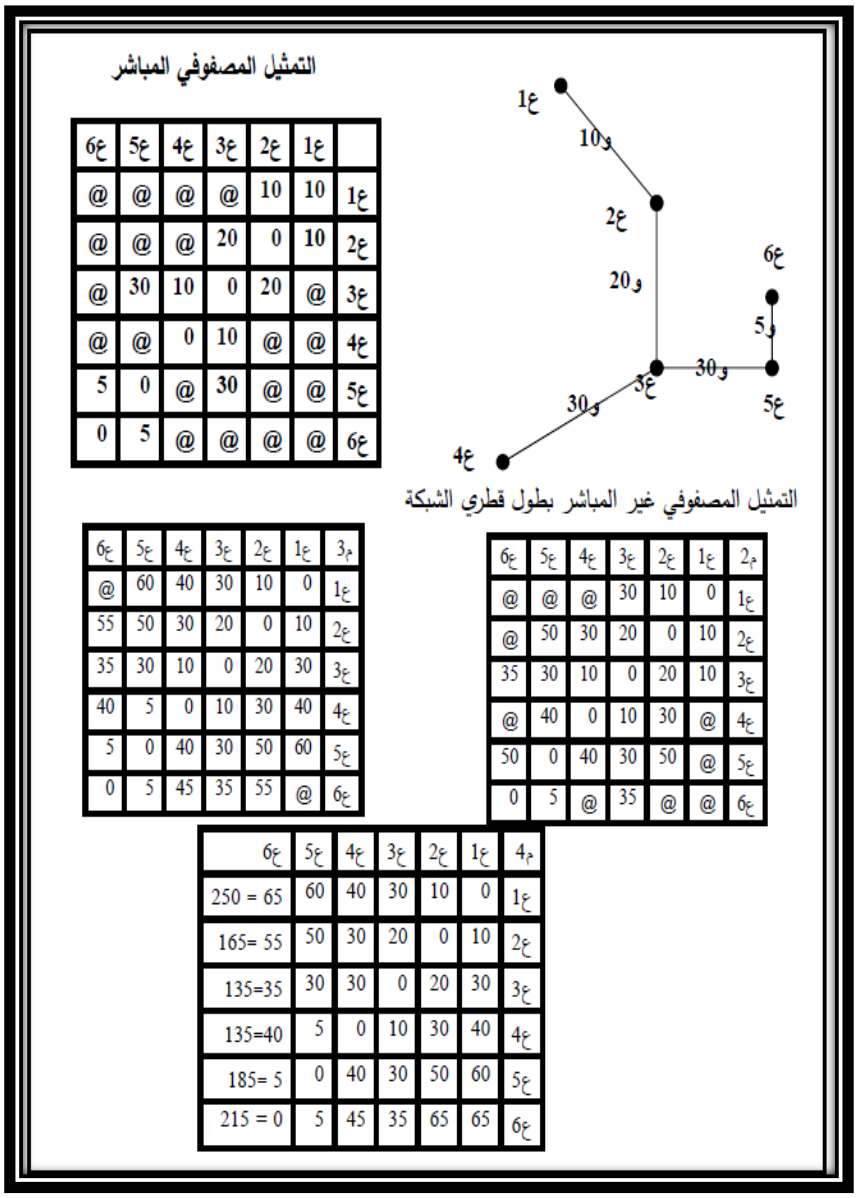
حيث ن = عدد عقد الشبكة المدروسة.

س، ص = عقد في الشبكة، تمثل س عقدة بداية، بينما ص عقدة نهاية.

ك = عقدة وسطية في الشبكة تربط بين س، ص بالوصلات الطبولوجية.

- **إمكانية الوصول المباشر باستخدام متغير الوصلة للشبكة:**

يحسب هذا المؤشر بحساب عدد الوصلات المباشرة بين العقد وباستخدام قواعد بوليان، الشكل (١١)، ومن ثم كتابة عدد الوصلات في المصفوفة، وترتيب العقد بحسب إمكانية الوصول إليها، الجدول (٤)، والعقدة التي ترتبط ببقية عقد الشبكة عبر أكبر عدد من الوصلات أكثرها في إمكانية الوصول إلى العقد الأخرى، الشكل(١٢)، مما يكسبها أهمية في التخطيط(Rodrigue, et al 62, 2006).



	ع1	ع2	ع3	ع4	ع5	ع6
ع1	10	10	@	@	@	@
ع2	10	0	20	@	@	@
ع3	@	20	0	10	30	@
ع4	@	@	10	0	@	@
ع5	@	@	30	@	0	5
ع6	@	@	@	@	5	0

م	ع1	ع2	ع3	ع4	ع5	ع6
ع1	0	10	30	@	@	@
ع2	10	0	20	30	50	@
ع3	10	20	0	10	30	@
ع4	@	30	10	0	@	@
ع5	@	50	30	@	0	5
ع6	@	@	@	@	5	0

م	ع1	ع2	ع3	ع4	ع5	ع6
ع1	0	10	30	40	60	@
ع2	10	0	20	30	50	55
ع3	30	20	0	10	30	35
ع4	40	30	10	0	5	40
ع5	60	50	30	40	0	5
ع6	@	55	35	45	5	0

م	ع1	ع2	ع3	ع4	ع5	ع6
ع1	0	10	30	40	60	250 = 65
ع2	10	0	20	30	50	165= 55
ع3	30	20	0	30	30	135=35
ع4	40	30	10	0	5	135=40
ع5	60	50	30	40	0	185= 5
ع6	65	65	35	45	5	215 = 0

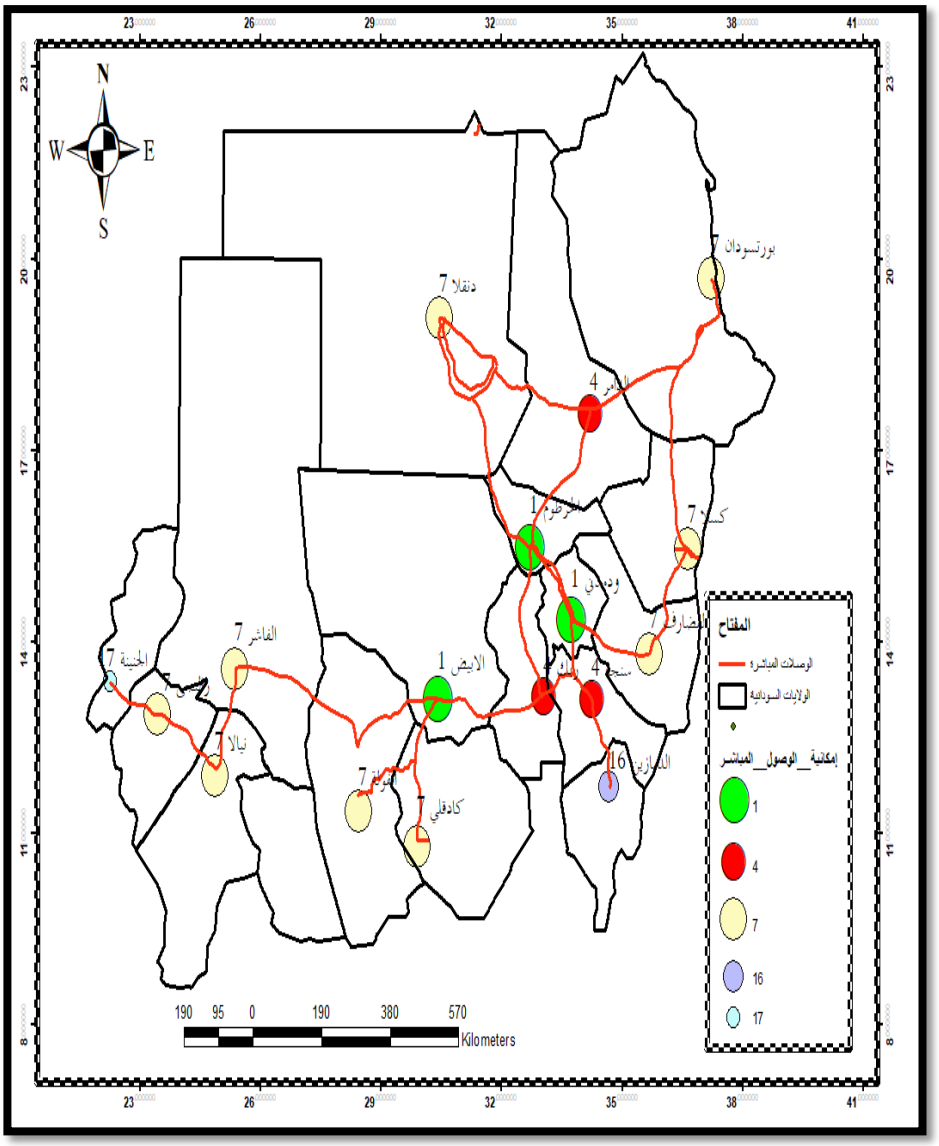
الشكل (١١) حساب إمكانية الوصول العقدي النهائي باستخدام المسافة الفعلية.

المصدر: (Taaffe , E. J., Gouthier ,١٩٦٣).

الجدول (4) إمكانية الوصول المباشر باستخدام متغير الوصلة للشبكة

من / إلى	الخرطوم	الدامر	دنقلا	بورتسودان	كسلا	القضارف	وامدني	سنجه	الدمازين	ربك	الأبيض	كادقلي	الفولة	الفاشر	نيالا	زالنجي	أجنينه	المجموع	الترتيب
الخرطوم	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1
الدامر	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
دنقلا	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
بورتسودان	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
كسلا	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
القضارف	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
واد مدني	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1
سنجة	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4
الدمازين	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16
ربك	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
الأبيض	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	4	1
كادقلي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	7
الفولة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	7
الفاشر	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	7
نيالا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	7
زالنجي	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	7
أجنينة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	17
المجموع	4	3	2	2	2	2	4	1	3	3	4	2	2	2	2	2	1	0	41

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الشكل(9) درجة مركزية عقد الشبكة



الشكل (١٢) إمكانية الوصول المباشر باستخدام متغير الوصلة للشبكة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online

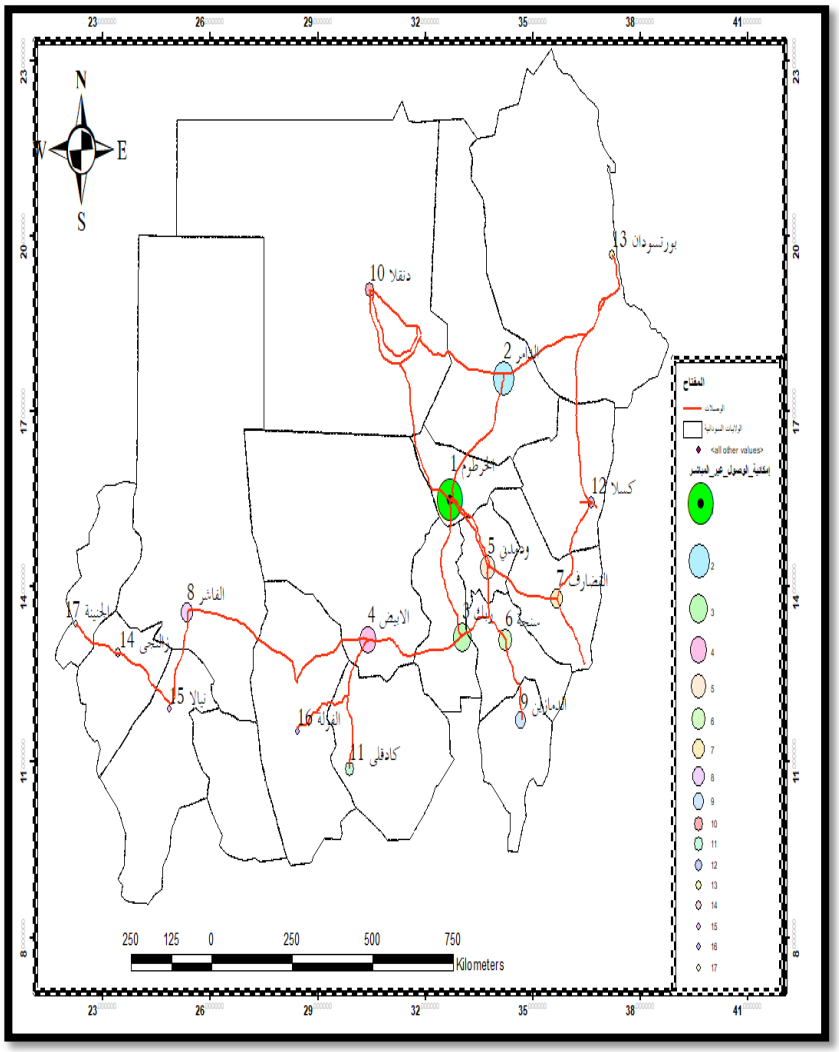
يتضح من الجدول (٤) وشكل (١٢) أن الخرطوم، وادمدني والأبيض تأتي في المرتبة الأولى حسب إمكانية الوصول المباشر باستخدام متغير الوصلة، ويرجع ذلك لأهمية هذه العقد ولموقعها الجغرافي حيث الخرطوم ملتقى النيلين، وادمدني مشروع الجزيرة، والأبيض منتصف السودان قبل انفصال الجنوب، كما تأتي في المرتبة الرابعة كل من ربك، سنجة والدامر ويرجع ذلك لموقعهما الجغرافي (حلقة وصل بين أجزاء السودان)، وتأتي في المرتبة السادسة كل من دنقلا، بورتسودان، كسلا القضارف، كادوقلي، الفولة، الفاشر، نيالا وزالنجي لموقعهما الطرفية، وأخيراً تأتي الدمازين في المرتبة (١٦) والجنينة في المرتبة (١٧) لأنهما أكثر طرفاً.

- **إمكانية الوصول غير المباشر باستخدام العقد البينية للشبكة:**

يحسب هذا المؤشر بحصر عدد العقد البنية بطول قطر الشبكة بين كل عقدتين في المصفوفة، وترتيب تلك العقد بحسب سهولة إمكانية الوصول إليها والعقدة الأقل في مجموعها من تلك العقد هي أكثرها في إمكانية الوصول إليها كما يوضحها الشكل (١٣) والجدول (٥).

من الشكل (١٣) والجدول (٥) نجد أن الخرطوم تأتي في المرتبة الأولى، ويرجع ذلك لأهمية هذه العقدة، ولموقعها الجغرافي في ملتقى النيلين، ولكونها العاصمة، وتأتي في المرتبة الثانية الدامر على غير المعتاد لكونها تربط الميناء الرئيس بأقصى شمال السودان بالعاصمة الخرطوم، وفي المرتبة الثالثة ربك، وفي الرابعة الأبيض، والخامسة واد مدني، والسادسة سنجة؛ للأسباب السابقة، ثم تأتي بعد ذلك القضارف، الفاشر، الدمازين، دنقلا، كادقلي، كسلا،

بورتسودان، زالنجي ونيالا، ويرجع ذلك لكونها عقداً طرفية في شبكة الطرق المعبّدة، وفي المرتبة السابعة عشرة الأخيرة مدينة الجنينة في أقصى غرب السودان.



الشكل (١٣) إمكانية الوصول غير المباشر باستخدام العقد البينية للشبكة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

الجدول (5) إمكانية الوصول غير المباشر باستخدام العقد البينية للشبكة

من / إلى	الخرطوم	الدامر	دنقلا	بورتسودان	كسلا	القضارف	وادمدني	سنجه	الدمازين	ربك	الأبيض	كادقلي	الفولة	الفاشر	نيالا	زالنجي	ألجنينه	المجموع	الترتيب
الخرطوم	0	0	0	2	3	2	0	2	3	0	2	3	3	3	4	5	6	38	1
الدامر	0	0	1	2	3	3	2	3	4	2	3	4	4	4	5	6	7	52	2
دنقلا	2	3	0	5	6	4	3	5	6	3	5	7	8	8	9	10	11	94	10
بورتسودان	4	2	5	0	0	2	4	6	7	4	6	7	8	9	10	11	12	97	13
كسلا	4	3	0	0	0	2	3	5	6	5	7	9	10	9	10	11	12	96	12
القضارف	3	3	2	2	2	0	0	3	4	3	5	7	8	7	8	9	10	76	7
واد مدني	0	2	3	4	3	0	0	2	3	2	4	6	7	6	7	8	9	66	5
سنجة	3	4	5	6	5	3	2	0	0	2	4	6	7	6	7	8	9	75	6
الدمازين	4	5	6	7	6	4	3	0	0	3	5	7	8	7	8	9	10	91	9
ربك	0	2	3	4	5	3	2	2	3	0	2	4	5	4	5	6	7	57	3
الأبيض	3	4	5	6	7	5	4	4	5	2	0	2	3	2	3	4	5	64	4
كادقلي	5	6	7	7	9	7	6	6	7	4	2	0	3	5	6	7	8	95	11
الفولة	6	7	8	8	10	8	7	7	8	5	3	3	0	6	7	8	9	110	16
الفاشر	6	7	9	9	9	7	6	6	7	4	2	5	6	0	0	2	3	88	8
نيالا	7	8	10	10	10	8	7	7	8	5	3	6	7	0	0	1	2	99	15
زالنجي	8	9	10	11	11	9	8	8	9	6	4	7	8	2	0	0	0	98	14
ألجنينة	9	10	12	12	12	10	9	9	10	7	5	8	9	3	2	0	0	127	17
المجموع	38	52	94	97	96	76	66	75	91	57	64	95	110	88	99	98	127	1477	

. المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الشكل(9) درجة مركزية عقد الشبكة

٤ -٣/ إمكانية الوصول طبقاً للمسافة الفعلية بالكلم للشبكة :

هنالك تناسب عكسي بين إمكانية الوصول بين عقدتين في الشبكة والمسافة الفاصلة بينهما، بمعنى آخر أن العقدة الأسهل اتصالاً بين عقد الشبكة هي التي يربط بينها أدنى حد من المسافة، وبالتالي يكون المجموع بينها وبين بقية العقد أقل من مجموع المسافات بين هذه العقدة وأي عقدة أخرى، وهنا يتعين علينا إنشاء مصفوفة تتضمن المسافات بين عقد الشبكة، (محمد الصالح، ٢٠٠٢، ص ٢٥٤). ويعد مؤشر المسافة أفضل مؤشرات الوصول لأنه محسوب على المسافة الفعلية، فهي التي تحدد الزمن، وتكاليف النقل بين عواصم ولايات جمهورية السودان، ومن ناحية أخرى لتميزه بين العقد، وإعطاء كل عقدة رتبة خاصة (محمد الغماز، ١٩٩٠، ص ١٤٥). الجدول (٦) والشكل (١٤) يوضح إمكانية الوصول لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان.

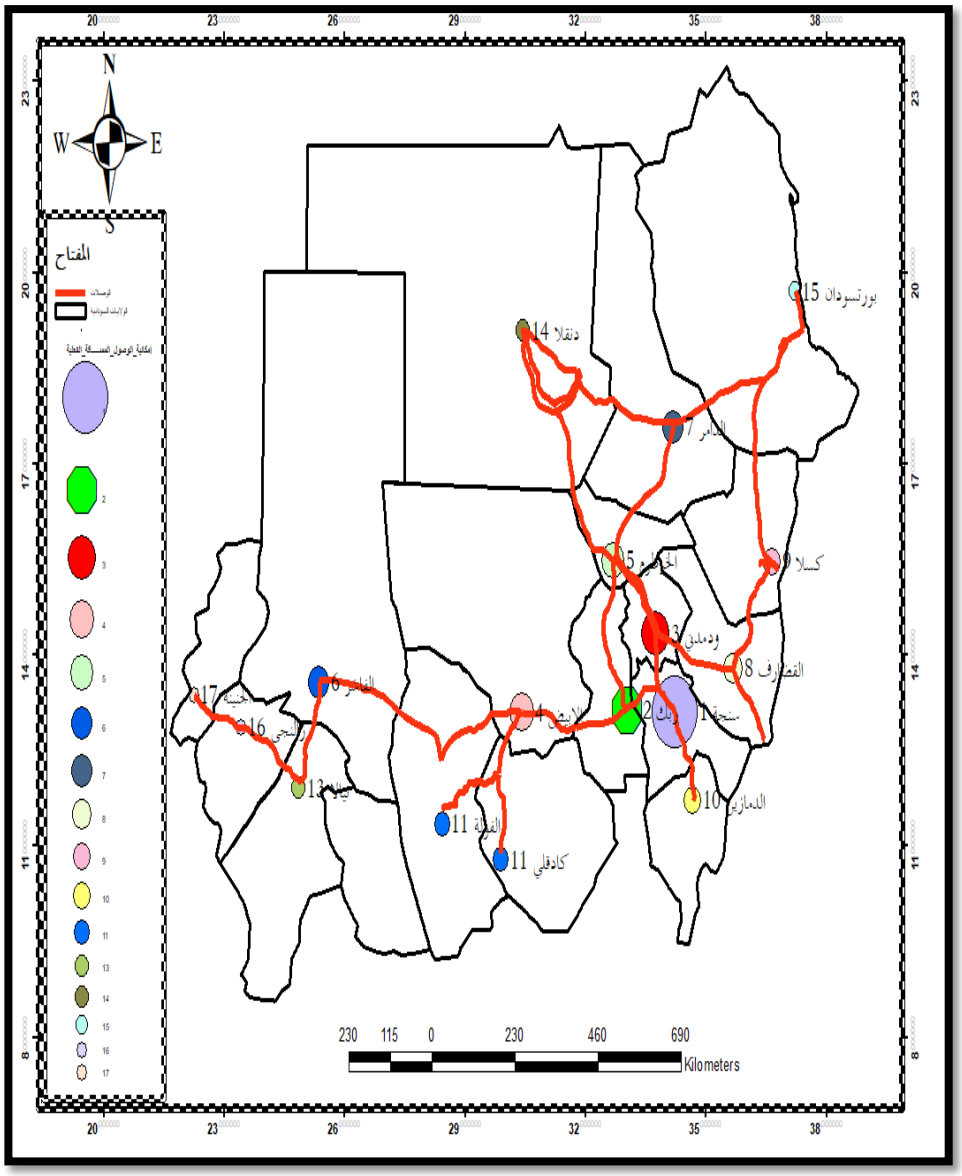
بالاطلاع على الجدول (٦) والشكل (١٤)، نجد أن سنجة تأتي في المرتبة الأولى، وربك في المرتبة الثانية، ووادمدني في المرتبة الثالثة، والأبيض في المرتبة الرابعة، ومدينة الخرطوم في المرتبة الخامسة. ويرجع ذلك لموقعها الجغرافي وسط السودان قبل انفصال دولة جنوب السودان، كما أن أربع عقد تقع في إقليم الجزيرة الكبرى حيث أكبر مشروع تنموي في السودان، ويلاحظ على هذا المقياس اختلاف ترتيب المدن الأولى عن بقية المقاييس، ويرجع ذلك لعامل المسافة. وتأتي في المرتبة السادسة الفاشر، والسابعة الدامر، والثامنة القضارف؛ وهي نقاط ربط في شمال السودان، وغربه وشرقه على التوالي، ثم تأتي على التوالي كسلا،

والدمازين، والفولة، وكادوقلي، ونيالا، ودنقلا، ثم بورتسودان، وهي مدن طرفية في الأصل، ثم تأتي أخيراً مدينة زالنجي والجنينة في أقصى غرب السودان.

الجدول (6) إمكانية الوصول طبقاً للمسافة الفعلية للشبكة بالكلم

من / إلى	الخرطوم	الدامر	دنقلا	بورتسودان	كسلا	القضارف	وادمدني	سنجة	الدمازين	ربك	الأبيض	كادقلي	الفولة	الفاشر	نيالا	زالنجي	الجنينة	المجموع	الترتيب
الخرطوم	0	269	501	754	635	415	187	367	534	267	574	862	862	1169	1379	1579	1779	12133	5
الدامر	269	0	465	478	829	684	456	636	803	267	843	1131	1031	1438	1648	1848	2048	14974	7
دنقلا	501	465	0	1051	1095	916	688	780	1047	768	1075	1363	1363	1670	1880	2080	2280	17654	14
بورتسودان	754	478	1051	0	557	777	665	845	1012	1021	1328	1616	1616	1923	2133	2333	2533	18005	15
كسلا	635	829	1095	557	0	220	448	628	795	668	975	1263	1263	1570	1780	1980	2140	15654	9
القضارف	415	684	916	665	220	0	228	408	575	628	935	1223	1223	1530	1740	1940	2140	15470	8
وادمدني	187	456	688	665	448	228	0	180	347	220	527	815	815	1122	1332	1532	1732	15470	3
سنجة	367	636	780	845	628	408	180	0	167	180	487	775	775	1032	1242	1442	1642	10142	1
الدمازين	534	803	1047	1012	795	575	347	167	0	374	681	969	969	1564	1774	1974	2174	15759	10
ربك	267	267	768	1021	668	628	220	180	374	0	307	595	595	902	1112	1312	1512	10231	2
الأبيض	574	843	1075	1328	975	935	527	487	681	307	0	288	288	595	705	905	1105	11600	4
كادقلي	862	1131	1363	1616	1263	1223	815	775	969	595	288	0	376	288	1093	1293	1493	16038	11
الفولة	862	1131	1363	1616	1263	1223	815	775	969	595	288	376	0	376	1093	1293	1493	16038	11
الفاشر	1169	1438	1670	1923	1570	1530	1122	1032	1564	902	595	288	376	0	210	310	410	14581	6
نيالا	1379	1648	1880	2133	1780	1740	1332	1242	1774	1112	705	1093	1093	210	0	100	200	17741	13
زالنجي	1579	1848	2080	2333	1980	1940	1532	1442	1974	1312	905	1293	1293	310	100	0	100	20728	16
الجنينة	1779	2048	2280	2533	2140	2140	1732	1642	2174	1512	1105	1493	1493	410	200	100	0	21178	17
المجموع	0	14974	17654	18005	15654	15470	15470	10142	15759	10231	11600	16038	16038	14581	17741	20728	21178	0	

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الشكل(9) درجة مركزية عقد الشبكة والشكل (10) إمكانية الوصول طبقاً لعدد الوصلات(قيمة عمل)للشبكة



شكل (١٤) إمكانية الوصول طبقاً المسافة الفعلية بالكلم للشبكة

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

٤ -٤/ إمكانية الوصول الكلية بين عواصم الولايات:

يقاس هذا المؤشر بدمج متغيرين من المتغيرات السابقة بينهما علاقة منطقية، كدمج عدد وطول الوصلات، أو جمع الحد الأدنى لكل المتغيرات والمسافة لاستخراج قيم مختلفة يحدد بها ترتيب العقد من حيث إمكانية الوصول (أحمد، ١٩٨٨، ص ص١٣٥، ١٣٤)، من أجل التغلب على القصور الناتج من حساب كل متغير من المتغيرات السابقة لإمكانية الوصول على حدة (إبراهيم، ٢٠٠٧، ص ٦٤). في هذه الدراسة بافتراض أن كل تغير في طريق السير من عقدة إلى أخرى يساوي في الجهد والتكلفة عشرة كيلومترات في المتوسط، فإنه يتم ضرب إجمالي التغيرات للعقد من إمكانية الوصول غير المباشر بحسب عدد الوصلات بين كل عقدتين في الشكل(١١)،(١٢)، والجدول (٤) للحصول على المتغيرات المعادلة بالكيلومتر التي يتم جمعها مع طول المسافة الفعلية بالكيلومتر للحصول على إمكانية الوصول لكل عقدة بهذا المؤشر، التي يوضحها الجدول (٧) و الشكل (١٥)، (أحمد، ١٩٨٨، ص ص ١٣٥، ١٣٤)، والعقدة الأقل في القيمة الإجمالية هي الأكثر إمكانية في الوصول بهذا المؤشر.

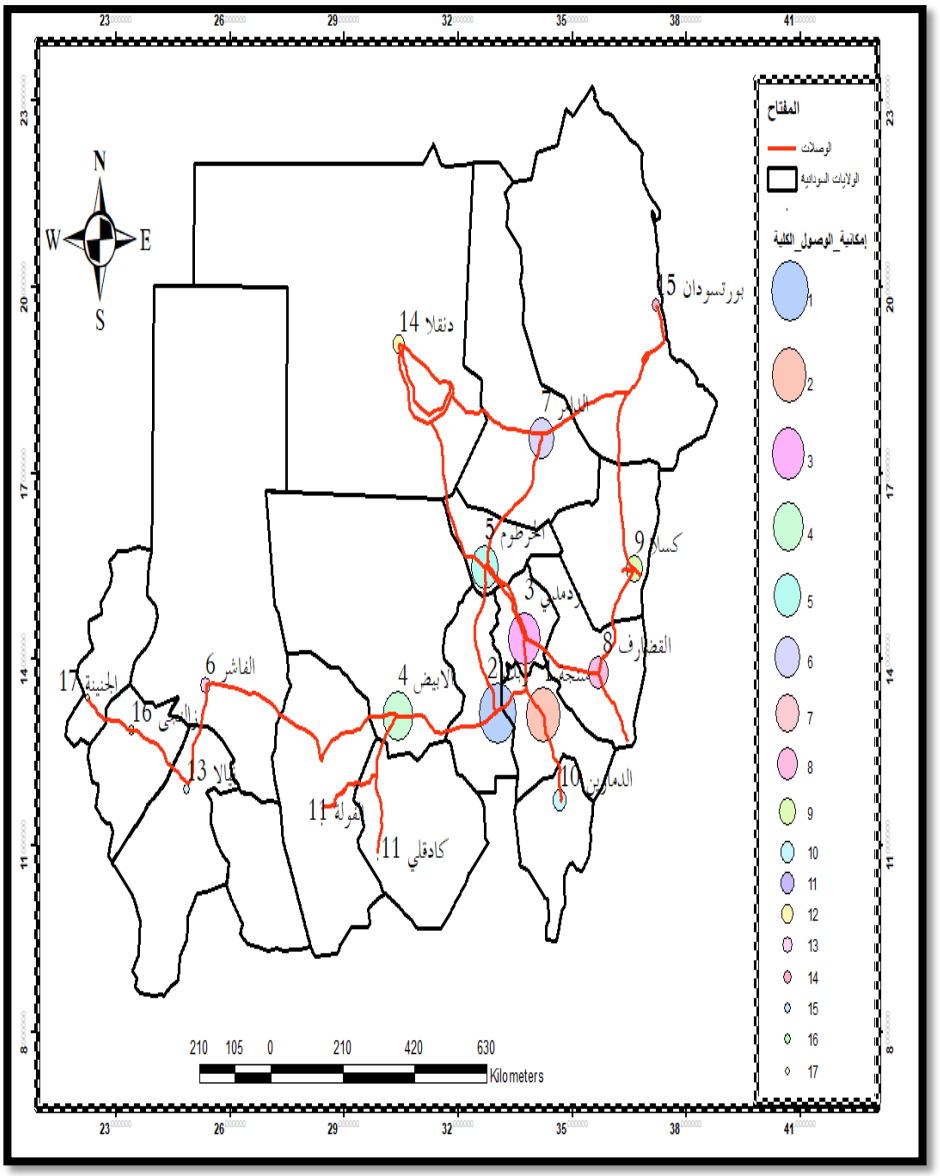
من الجدول (٧) والشكل (١٥)؛ نجد أن ربك احتفظت بالمرتبة الأولى، تلتها سنجة، فوادمدني، فالأبيض، ثم الخرطوم، وهذا شيء طبيعي، لأن هذه المدن تقع في وسط السودان، وقلبه الاقتصادي النابض غير بعيد عن ضفتي النيل الأزرق والأبيض. ثم تأتي الدامر في المرتبة السادسة، فالفولة السابعة، فالقضارف الثامنة، فكسلا التاسعة، فالدمازين العاشرة، فكادقلي الحادية عشرة، فدنقلا الثانية عشرة، فالفاشر في المرتبة الثالثة عشرة، فبورتسودان في المرتبة الرابعة

عشرة، فنيالا في المرتبة الخامسة عشرة، فزالنجي في المرتبة السادسة عشرة، فالجنينة في المرتبة السابعة عشرة، حيث تتوافق مرتبات هذه المدن مع موقعها على أطراف السودان.

الجدول (٧) إمكانية الوصول الكلية بين عواصم الولايات:

م	العقدة	الوصلات غير المباشرة	المسافة الفعلية بالكلم	إمكانية الوصول الكلية (مجموع العمود١و٢)	الرتبة
١ -	الخرطوم	٣٨❖١٠=٣٨٠	١٢١٣٣	١٢٥١٣	٥
٢ -	الدامر	٥٢❖١٠=٥٢٠	١٤٩٧٤	١٥٤٩٤	٦
٣ -	دنقلا	٩٤❖١٠=٩٤٠	١٧٦٥٤	١٨٥٩٤	١٢
٤ -	بورتسودان	٩٧❖١٠=٩٧٠	١٨٠٠٥	١٨٩٧٥	١٤
٥ -	كسلا	٩٦❖١٠=٩٦٠	١٥٦٥٤	١٦٦١٤	٩
٦ -	القضارف	٧٦❖١٠=٧٦٠	١٥٤٧٠	١٦٢٣٠	٨
٧ -	واد مدني	٦٦❖١٠=٦٦٠	١٠٦٢٩	١١٢٩٨	٣
٨ -	سنجة	٧٥❖١٠=٧٥٠	١٠١٤٢	١٠٨٩٢	٢
٩ -	الدمازين	٩١❖١٠=٩١٠	١٥٧٥٩	١٦٩٦٩	١٠
١٠ -	ربك	٥٧❖١٠=٥٧٠	١٠٢٣١	١٠٨٠١	١
١١ -	الأبيض	٦٤ ❖١٠=٦٤٠	١١٦٠٠	١٢٢٤٠	٤
١٢ -	كادوقلي	٩٥❖١٠=٩٥٠	١٦٠٣٨	١٦٩٨٨	١١
١٣ -	الفولة	١١٠ ❖١٠=١١٠٠	١٤٥٨١	١٥٦٨١	٧
١٤ -	الفاشر	٨٨❖١٠=٨٨٠	١٧٧٤١	١٨٦٢١	١٣
١٥ -	نيالا	٩٩ ❖١٠=٩٩٠	٢٠٧٢٨	٢١٧١٨	١٥
١٦ -	زالنجي	٩٨ ❖١٠=٩٨٠	٢١١٧٨	٢٢١٥٨	١٦
١٧ -	الجنينة	١٢٧❖١٠=١٢٧٠	٢١١٧٨	٢٢٤٤٨	١٧

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على الجدول (٥، ٦) والشكل (١٣، ١٤).



شكل(١٥) إمكانية الوصول الكلية بين عواصم الولايات

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

٤ -٥/ مقارنة المتغيرات المختلفة في إمكانية الوصول إلى عواصم الولايات:

يتبع هذا الترتيب للمقارنة بين مراكز عواصم ولايات جمهورية السودان المختلفة في إمكانية الوصول إليها في كل متغير من المتغيرات المختلفة مقارنة بمؤشر إمكانية الوصول الكلية (عيسى إبراهيم، ١٩٨٦ ، ص٢٣)، كما يوضحها الجدول (٨) والشكل(١٦).

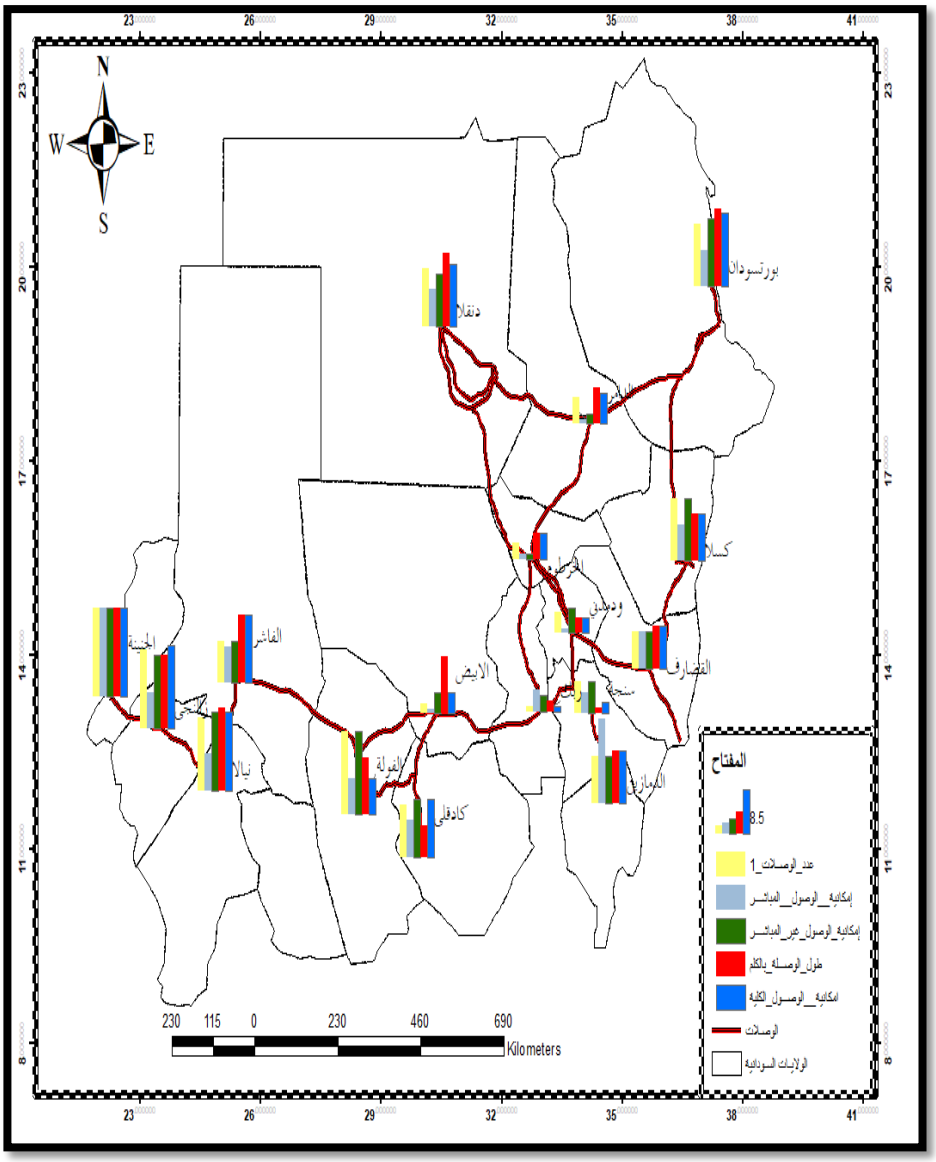
- يتبين من الجدول (٨) والشكل (١٦) أن الرتبة الأولى في إمكانية الوصول احتفظت بها كل من ربك في متغير عدد الوصلات، والخرطوم في متغيرات الوصلات المباشرة، والوصلات غير المباشرة وإمكانية الوصول الكلية، وسنجة لمتغير طول الوصلات بالكلم.
- تباينت العقد في رتبها من حيث عدد المتغيرات، فباستثناء عقدة الجنينة التي احتفظت برتبتها السابعة عشرة في جميع المتغيرات؛ احتفظت القضارف بالرتبة السابعة في ثلاثة متغيرات: عدد الوصلات، والوصلات المباشرة، والوصلات غير المباشرة، واحتفظت سنجة برتبتها السادسة في ثلاثة متغيرات: عدد الوصلات، والوصلات غير المباشرة، وإمكانية الوصول النهائية، كما احتفظت كادوقلي برتبتها الحادية عشرة في ثلاث متغيرات: الوصلات غير المباشرة، وأطوال الوصلات، وإمكانية الاتصال الكلية.
- احتفظت كل من الخرطوم برتبتها الأولى في متغيرين: الوصلات المباشرة، والوصلات غير المباشرة، ومدينة ربك برتبتها الأولى في متغيري طول الوصلات، وإمكانية الوصول الكلية، والأبيض برتبتها الرابعة في متغيري الوصلات غير المباشرة، وطول الوصلات بالكلم، ووادمدني برتبتها الثالثة

في متغيري طول الوصلات، وإمكانية الوصول الكلية، وكادوقلي برتبتها الحادية عشرة في متغيري الوصلات غير المباشرة، وأطوال الوصلات بالكلم، ونيالا برتبتها الخامسة عشرة في متغيري الوصلات غير المباشرة، وإمكانية الوصول الكلية، والفولة برتبتها السادسة عشرة في متغيري عدد الوصلات، والوصلات غير المباشرة، وزالنجي برتبتها السادسة عشرة في متغيري طول الوصلات، وإمكانية الوصول الكلية.

الجدول (٨) المتغيرات المختلفة في إمكانية الوصول إلى عواصم الولايات:

م	العقدة	الوصلات	الوصلات المباشرة	الوصلات غير المباشرة	طول الوصلات بالكلم	أمكانية الوصول الكلية
١ -	الخرطوم	٣	١	١	٥	٥
٢ -	الدامر	٥	٤	٢	٧	٦
٣ -	دنقلا	١١	٧	١٠	١٤	١٢
٤ -	بورتسودان	١٢	٧	١٣	١٥	١٤
٥ -	كسلا	١٢	٧	١٢	٩	٩
٦ -	القضارف	٧	٧	٧	٩	٨
٧ -	واد مدني	٤	١	٥	٣	٣
٨ -	سنجة	٦	٤	٦	١	٢
٩ -	الدمازين	٩	١٦	٩	١٠	١٠
١٠ -	ربك	١	٤	٣	٢	١
١١ -	الأبيض	٢	١	٤	٤	٤
١٢ -	كادوقلي	١٠	٧	١١	١١	١١
١٣ -	الفولة	١٦	٧	١٦	١١	٧
١٤ -	الفاشر	٨	٧	٨	٦	١٣
١٥ -	نيالا	١٤	٧	١٥	١٣	١٥
١٦ -	زالنجي	١٥	٧	١٤	١٦	١٦
١٧ -	الجنينة	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على الجدول (٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧)، الشكل(١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥).



الشكل(١٦) المتغيرات المختلفة في إمكانية الوصول إلى عواصم الولايات.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

- احتفظت الفاشر برتبها السابعة في متغيري عدد الوصلات المباشرة، وإمكانية الوصول الكلية، وأيضاً برتبتها الثامنة في متغيري عدد الوصلات، والوصلات غير المباشرة، واحتفظت الدمازين برتبتها التاسعة في متغيري عدد الوصلات، والوصلات غير المباشرة، والعاشرة في طول الوصلات وإمكانية الوصول الكلية، وأما كسلا فقد احتفظت برتبتها التاسعة في متغيري طول الوصلات، وإمكانية الوصول الكلية، والرتبة الثانية عشرة في متغيري عدد الوصلات، والوصلات غير المباشرة.

٥ /قياس انعطاف طرق الشبكة:

الوصلات المستقيمة بين مكانين تعرف بخطوط الرغبة، ذلك لأن المسافرين يرغبون استعمال أقصر الوصلات لاختصار الوقت، وتكاليف الرحلة، إلا أن الوصلات المستقيمة نادراً ما توجد في الواقع، وإذا وجدت فغالباً ما تنحرف عن الخط المستقيم، وترجع أسباب الانحراف إلى (أسباب بشرية، وطبيعية... إلخ)، ومثل هذه الانحرافات تقاس بمؤشر الانعطاف من المعادلة الآتية:

$$\text{مؤشر الانعطاف} = \frac{\text{طول الطريق الفعلي}}{\text{الطول المستقيم للطريق}} \times 100$$

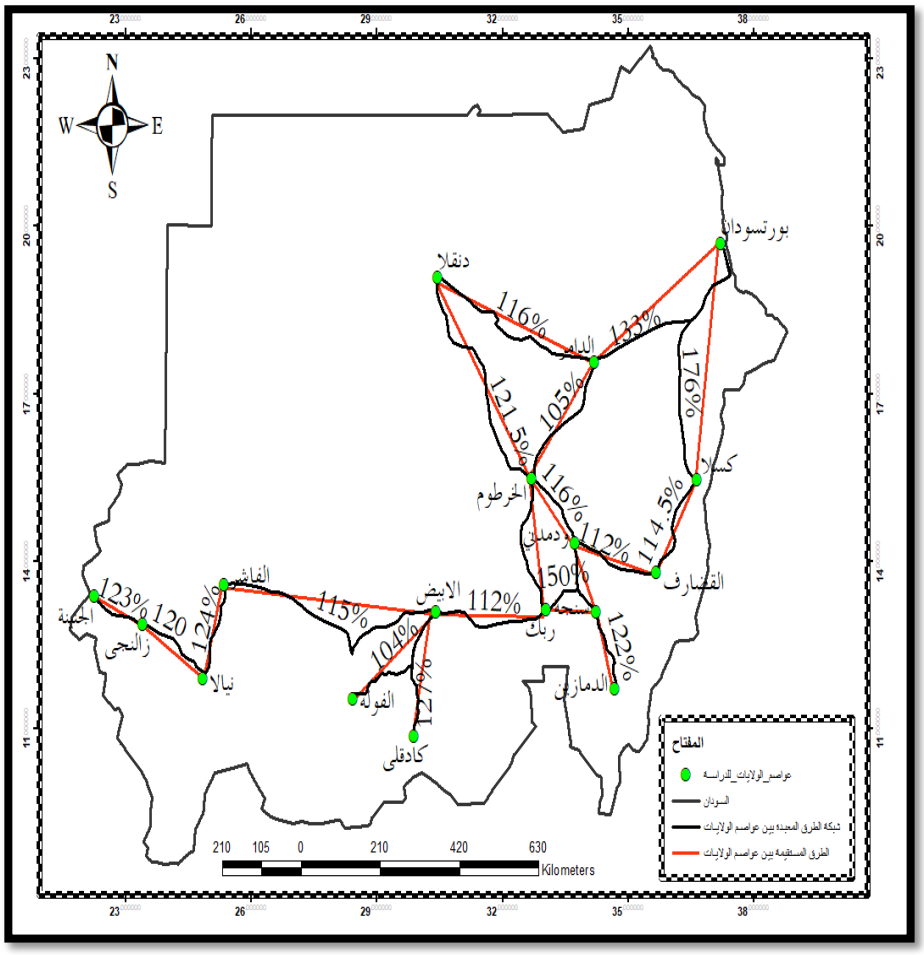
وحسب دليل الانعطاف (الطرازي،٢٠٠٣، ص ١٧)؛ فإن الطرق تصنف إلى (طرق ذات كفاءة عالية يتراوح دليلها بين (١٠٠ -١٢٥%)، وطرق ذات كفاءة متوسطة يتراوح دليل انعطافها بين (١٢٥.٥ -١٣٧.٥%)، وطرق ذات كفاءة قليلة يتراوح دليل انعطافها بين (١٣٨ -١٥٠%)، وطرق ذات كفاءة

قليلة دليل انعطافها أكثر من (١٥٠٪). والشكل (١٧) والجدول (٩) يوضحان انعطاف الطرق القومية للشبكة.

- وبتطبيق معادلة مؤشر الانعطاف على الشبكة، ومن الشكل (١٧)، والجدول (٩)، فإن مؤشر انعطاف الشبكة يبلغ ١٢٣٪، لذلك يمكن القول: إن شبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم الولايات شبكة تحتوي على طرق ذات جودة عالية من حيث مؤشر الانعطاف، ويرجع ذلك إلى استواء سطح السودان، فمعظم الأراضي السودانية سهلية منبسطة تنحدر من الجنوب إلى الشمال، والتي ساعدت على استقرار السكان، وقيام المدن مما سهل عملية إنشاء شبكة الطرق القومية المعبّدة بصورة أشبه بالمستقيمة، وحتى نسبة الانعطاف (٢٣٪) في مجملها انحراف إيجابي.
- يتضح من الشكل (١٧) والجدول (٩)، أن المتوسط العام لانحراف الطرق القومية المعبّدة عن مساراتها المستقيمة بين عواصم الولايات السودانية ١٢٣٪، وأنها تتباين في درجة انعطافها عن المتوسط تبايناً متوسطاً ليتراوح التباين بين الأدنى (١٠٤٪) في طريق الأبيض -الفولة، والأقصى (١٧٦٪) في طريق بورتسودان كسلا كما يأتي:

٥ -١/ طرق يزيد مؤشر انعطافها عن المتوسط العام لمؤشر انعطاف الطرق في المنطقة (١٢٣٪)، ليتراوح بين ذلك المتوسط وأقصى انعطاف (١٧٦٪) لتلك الطرق، ويبلغ عددها (٧) طرق بنسبة ٣٨٪ من جملة عدد طرق الشبكة التي تبلغ ١٩ طريقاً، وبطول ٢٢٦١ كلم بنسبة ٤٠٪ من طول الطرق في الشبكة التي

بلغت طولها ٥٩٧٣ كلم، وتتوزع تلك الطرق الأكثر انعطافاً كما في الشكل (١٧) على النحو الآتي:



الشكل (١٧) مؤشرات انعطاف الطرق القومية المعبّدة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online.

الجدول (٩) مؤشرات انعطاف الطرق القومية المعبّدة:

الرقم	الطريق	الطول الفعلي	الطول المستقيم	مؤشر الانعطاف
١ -	الخرطوم -الدامر	٢٦٩	٢٥٥	٪١٠٥
٢ -	الخرطوم -دنقلا	٥٠١	٤١٢	٪١٢١.٥
٣ -	الدامر -دنقلا	٤٦٥	٤٠٠	٪١١٦
٤ -	الدامر -بورتسودان	٤٨٥	٣٦٥	٪١٣٣
٥ -	بورتسودان -كسلا	٧٥٦	٤٢٩	٪١٧٦
٦ -	كسلا -القضارف	٢٢٠	١٩٢	٪١١٤.٥
٧ -	القضارف -مدني	٢٢٨	٢٠٣	٪١١٢
٨ -	الخرطوم -مدني	١٨٧	١٦١	٪١١٦
٩ -	مدني -سنجة	١٨٠	١٤٢	٪١٢٧
١٠ -	سنجة -الدمازين	١٦٧	١٣٧	٪١٢٢
١١ -	سنجة -ربك	١٨٠	١٢٠	٪١٥٠
١٢ -	الخرطوم -ربك	٢٦٧	٢٥٢	٪١٠٦
١٣ -	ربك -الأبيض	٣٠٧	٢٧٣	٪١١٢
١٤ -	الأبيض -كادقلي	٢٨٨	٢٢٦	٪١٢٧
١٥ -	الأبيض -الفولة	٢٨٨	٢٧٦	٪١٠٤
١٦ -	الأبيض -الفاشر	٥٩٥	٥١٦	٪١١٥
١٧ -	الفاشر -نيالا	٢١٠	١٦٩	٪١٢٤
١٨ -	نيالا -زالنجي	٢١٨	١٨٢	٪١٢٠
١٩ -	زالنجي -الجنينة	١٦٢	١٣٢	٪١٢٣
المجموع		٥٩٧٣	٤٨٤٢	٪١٢٣

المصدر: من إعداد الباحث.

- يأتي في المقدمة طريق بورتسودان -كسلا، الذي يمثل أقصى انعطاف في طرق الشبكة (١٧٦٪)، ويرجع ذلك لأنه طريقان: (بورتسودان -هيا،

هيا -كسلا)، يمر الطريق من بورتسودان إلى هيا التي تعد نقطة انتقال وربط لمدينة بورتسودان ميناء السودان الأول بالعاصمة الخرطوم، ومن ثم وسط السودان وكردفان ودارفور، وولاية نهر النيل والشمالية، وكذلك وجود جبال البحر الأحمر التي حددت مسار الطريق، ليستمر الطريق في مساره إلى كسلا عن طريق الأراضي السهلية.

- يأتي في المرتبة الثانية طريق سنجة -ربك بانعطاف تبلغ نسبته (١٥٠٪)، ويرجع ذلك إلى أن الطريق غير مباشر بين العقدتين، يمر من سنجة في اتجاه الشمال إلى سنار (عاصمة السلطنة الزرقاء) حول الضفة الغربية للنيل الأزرق حبت الاستقرار البشري للسكان، وتفادي الأراضي الزراعية، ومن سنار يتجه نحو الجنوب الغربي إلى ربك على الضفة الغربية للنيل الأبيض.
- وفي المرتبة الثالثة يأتي طريق الدامر - بورتسودان بنسبة انعطاف (١٣٣٪)، ويرجع ذلك إلى أن الطريق يخرج من الدامر إلى هيا في اتجاه الشمال الشرقي، ومن هيا إلى بورتسودان في اتجاه الشمال.
- المرتبة الرابعة يأتي طريق مدني -سنجة (١٢٧٪)، الذي يسير محاذياً للنيل الأزرق على الضفة الغربية في اتجاه الجنوب الشرقي ليخدم أكبر عدد من القرى والمدن، ويتفادى الأراضي الزراعية حيث مشروع الجزيرة الزراعي، وكذلك طريق (الأبيض - كادوقلي) أيضاً بنسبة (١٢٧٪)، الذي يسير من الأبيض في الشمال إلى الدنج في الجنوب، ومنها في اتجاه الغرب إلى الفولة.

- وفي المرتبة الخامسة طريق الفاشر -نيالا (١٢٤٪) الذي يسير من الفاشر إلى نيالا في اتجاه الجنوب الغربي، وأخيراً طريق زالنجي -الجنينة (١٢٣٪)، الذي يسير من الشرق إلى الجنوب الغربي، ومنها إلى الغرب حيث مدينة الجنينة أقصى غرب السودان.

٥ -٢/ طرق يقل مؤشر انعطافها عن المتوسط العام لمؤشر انعطاف الطرق في المنطقة (١٢٣٪)، فأعلى انعطاف لها طريق سنجة -الدمازين بنسبة (١٢٢٪)، وأدنى انعطاف لها طريق الأبيض -الفولة بنسبة (١٠٤٪)، وبلغ عددها (١٢) طريقاً بنسبة ٦٢٪ من جملة عدد طرق الشبكة بطول إجمالي (٣٤٢١ كلم) بنسبة (٦٠٪) من جملة طول طرق الشبكة، وهي في جلها ذات انحراف إيجابي لزيادة الحركة عليها وخدمة مدن تربط بين عواصم الولايات، وتتوزع تلك الطرق الأقل انعطافاً كما في الشكل (١٥) على النحو الآتي:

- يأتي في مقدمتها طريق سنجة -الدمازين (١٢٢٪) الذي يسير محاذياً للضفة الغربية للنيل الأزرق ومتفادياً الأراضي الزراعية المطرية، أما طريق الخرطوم -دنقلا (١٢١.٥٪) فيمر من الخرطوم إلى مدينة الملتقى على الضفة الغربية لنهر النيل، ثم يسير في اتجاه الشمال موازياً للضفة الغربية لنهر النيل، ويخدم كل القرى والنشاط الزراعي والرعوي إلى أن يصل إلى دنقلا، فهو ذو انحراف إيجابي، ثم نيالا - زالنجي(١٢٠٪) الذي يربط بين ولاية جنوب دارفور ووسط دارفور، ليأتي بعده طريق الدامر -دنقلا (١١٦٪)، وطريق مدني -الخرطوم (١١٦٪)، فطريق الدامر -دنقلا ذو انحراف إيجابي، فهو ينطلق من مدينة الدامر متجهاً عبر الصحراء إلى الشمال

الغربي إلى أن يلتقي بمدينة مروي حيث السد، ثم يسير موازياً لنهر النيل في الضفة الشرقية ليخدم تجمعات السكان ونشاطهم الاقتصادي المتمثل في الزراعة على ضفاف نهر النيل، أما طريق مدني -الخرطوم فهو ذو انحراف إيجابي، إذ يخرج الطريق من مدني متجهاً إلى الشمال الغربي محاذياً الضفة الغربية للنيل الأزرق متفادياً الأراضي الزراعية في مشروع الجزيرة ماراً بالتجمعات السكانية في القرى والمدن مما يزيد من الحركة.

- ثم يأتي في المرتبة الثانية طريق الأبيض -الفاشر (١١٥٪) الذي يعبر أرض القوز الرملية في غرب السودان حيث الزراعة المطرية، ومن ثم يلتقي بمدينة النهود معقل الضأن الحمري أجود السلالات وأطعمها مذاقاً في المنطقة الغربية؛ وصولاً إلى الفاشر، ثم طريق كسلا -القضارف (١١٤.٥٪)، الذي حدد نقطة خروجه من كسلا في اتجاه الغرب نهر القاش، ثم في اتجاه الجنوب ليعبر نهر عطبرة ليلتقي بمدينة خشم القربة على الضفة الغربية لنهر عطبرة الموسمي الجريان ليسير في أرض البطانة متفادياً الأراضي الزراعية ليلتقي بمدينة القضارف. أما طريق القضارف - مدني (١١٢٪) وطريق ربك - الأبيض (١١٢٪)، فهو انحراف إيجابي ليخدم طريق القضارف - مدني أرض البطانة حيث الزراعة المطرية، ومشروع الرهد الزراعي والثروة الحيوانية. أما طريق ربك -الأبيض فيخدم مدن تندلتي وأم روابة وصولاً إلى الأبيض؛ بالإضافة إلى الزراعة المطرية والفيضية، والثروة الحيوانية.
- وأخيراً يأتي كل من طريق الخرطوم - ربك (١٠٦٪) الذي يسير محاذياً للضفة الشرقية للنيل الأبيض حيث الزراعة المطرية والمروية وصناعة

السكر، فيخدم الطريق منطقة تعد من أعلى مناطق السودان كثافة سكانية ؛ هي ولاية النيل الأبيض، ثم طريق الخرطوم -الدامر (١٠٥٪) الذي يخرج من الخرطوم شمالاً ليخدم مجموعة قرى الريف الشمالي في ولاية الخرطوم إلى أن يدخل ولاية نهر النيل ليخدم القرى والمشاريع الزراعية حتى يصل إلى مدينة شندي، ثم يخرج منها في اتجاه الشمال ليخدم المناطق الزراعية والسياحية ومصانع الإسمنت حتى الدامر، وأخيراً طريق الأبيض - الفولة (١٠٤٪) الذي يعد أقل الطرق انحرافاً، وأكثرها استقامة.

الخاتمة:

إن التحليل الكمي لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان ذات قيمة كبيرة ؛ لأنها تكشف عن سهولة الوصول والاتصال داخل الشبكة، ولأنها أيضاً تسمح بالمقارنة بين شبكات الطرق الإقليمية المعبّدة داخل السودان، كما أن مثل هذه الاختلافات ربما لها علاقة باختلافات أخرى مثل دخل الفرد، ومن ثم تدرس كمؤشر من مؤشرات التنمية، فالاختلاف في خصائص الشبكة تعكس بعض الأوجه المكانية للنظام الاقتصادي والاجتماعي في ولايات السودان.

النتائج:

بعد تحليل بيانات الدراسة توصلت إلى النتائج الآتية :

١. إن شبكة الطرق القومية المعبّدة تربط كل عواصم ولايات السودان باستثناء عاصمة ولاية شرق دارفور (لعدم ارتباط مدينة الضعين عاصمتها بأي وصلة).

٢. إن عدم ارتباط مدينة الضعين بشبكة الطرق القومية المعبّدة السودانية قد أثر سلباً في درجة الترابط بأن جعلها مسارات حسب تصنيف هاجت، وبأنها شبكة غير مكتملة حسب وصف ديفيذ، وتفاوت درجة ترابط شبكة الطرق القومية المعبّدة السودانية حسب مؤشرات كانسكي، (بيتا ٨٨٪ شبكة كاملة الترابط، وجاما ٣٣٪ شبكة ضعيفة الترابط، وألفا ٥٪ شبكة ضعيفة جداً).

٣. تعد عقد (ربك، والأبيض، والخرطوم، ووادمدني)، من أهم العقد بالنسبة لشبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات السودان، حسب مؤشر درجة المركزية (مؤشر كونيج)، وأن أفضل المدن السودانية من حيث إمكانية الوصول على شبكة الطرق القومية المعبّدة (الخرطوم، وربك، وسنجة، ووادمدني، والأبيض)، ويرجع ذلك إلى الموقع الجغرافي لتلك المدن.

٤. تعد عقدة الجنينة أضعف العقد من حيث مؤشرات الوصول التي احتلت فيها المرتبة السابعة عشرة الأخيرة. كما احتلت زالنجي المرتبة السادسة عشرة أي قبل الأخيرة حسب إمكانية الوصول الكلية، وحسب إمكانية الوصول بطول الوصلات بالكلم، والمرتبة الخامسة عشرة حسب عدد الوصلات، أما مدينة نيالا فقد احتلت المرتبة الخامسة عشرة حسب إمكانية الوصول الكلية، وحسب الوصلات غير المباشرة، والمرتبة الرابعة عشرة حسب الوصلات، والمرتبة الثالثة عشرة حسب طول الوصلات. واحتلت مدينة بورتسودان ميناء السودان الرئيسي المرتبة الخامسة عشرة حسب طول الوصلات، والمرتبة الرابعة عشرة حسب إمكانية الوصول الكلية، والمرتبة

الثالثة عشرة حسب إمكانية الوصول غير المباشرة. واحتلت الفاشر المرتبة الثالثة عشرة حسب إمكانية الوصول الكلية، ودنقلا المرتبة الثانية عشرة حسب إمكانية الوصول الكلية، والمرتبة الرابعة عشرة حسب إمكانية الوصول بطول الوصلة بالكلم.

٥. إن شبكة الطرق القومية المعبّدة بين عواصم ولايات جمهورية السودان تميزت بانخفاض مؤشر الانعطاف (١٢٣٪)، وأنها تتباين في درجة انعطافها عن المتوسط تبايناً متوسطاً ليتراوح التباين بين الحد الأدنى (١٠٤٪) في طريق الأبيض -الفولة، والأقصى (١٧٦٪) في طريق بورتسودان - كسلا، وبرجع ذلك إلى أن مظهر السطح مستوٍ، حيث إن معظم الأراضي السودانية سهلية منبسطة منحدرة من الجنوب إلى الشمال، وحتى تلك النسبة (٢٣٪)؛ فمعظمها انعطاف إيجابي لزيادة حركة المرور على الطرق من خلال المرور على المدن والقرى.

التوصيات:

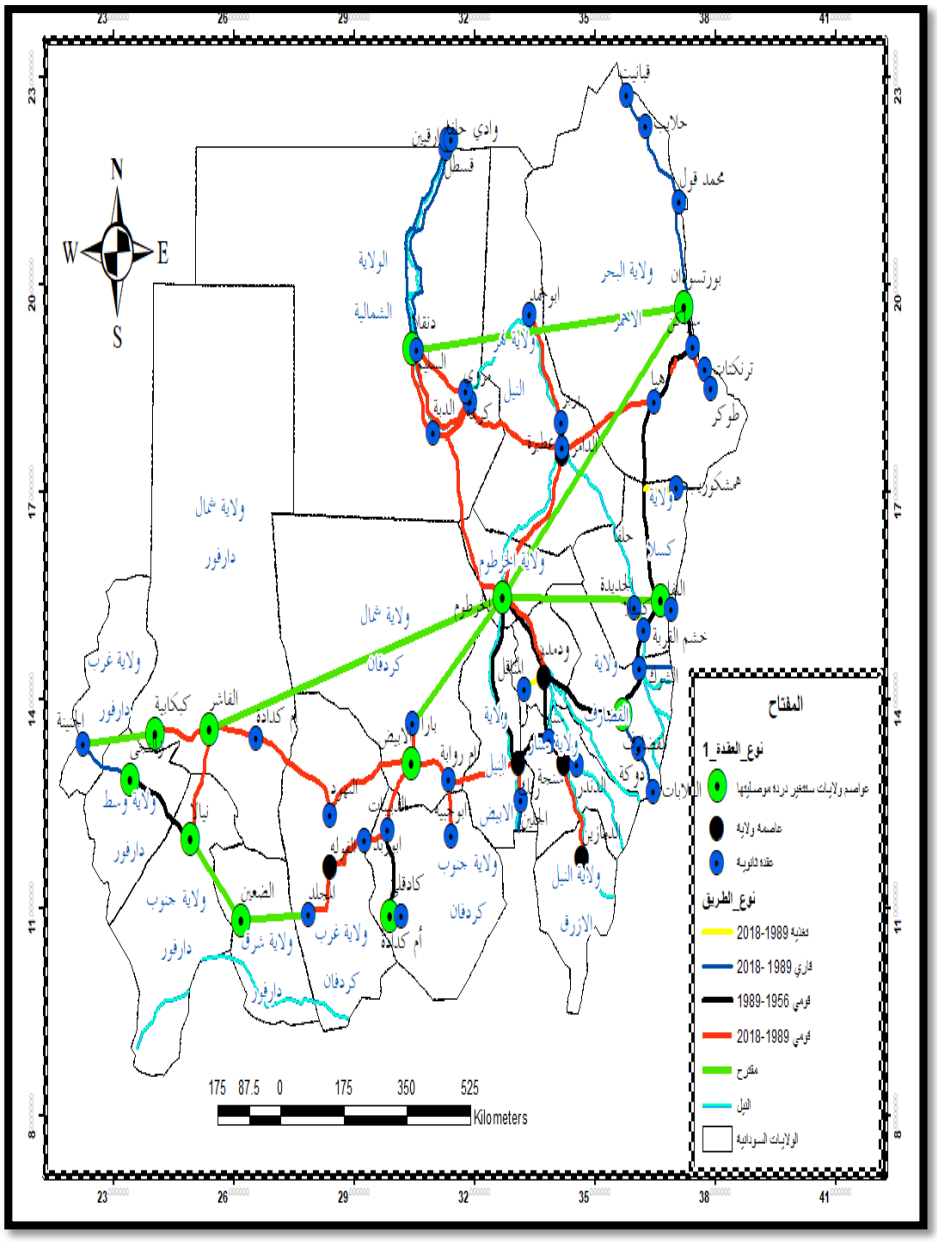
بناء على ما توصلت إليه الدراسة من نتائج توصي بما يأتي:

١. العمل على تغطية كل ولايات السودان بشبكة الطرق القومية المعبّدة، وربط عاصمة ولاية شرق دارفور الضعين بشبكة الطرق القومية المعبّدة، مما يحسن من خصائص الشبكة الكمية (ترابطية الشبكة، وإمكانية الوصول إلى عقدها).

٢. ينبغي أن تركز مشاريع التنمية القومية والإقليمية الجديدة في إقليم مدن الخرطوم، وادمدني، سنجة، ربك والأبيض، نتيجة لموقعها الوسط بالنسبة

للسودان، واحتلالها لدرجة المركزية بالنسبة لشبكة الطرق المعبّدة، وكما أنها من أفضل المدن وصولية بمختلف المتغيرات لشبكة الطرق المعبّدة السودانية.

٣. العمل على إنشاء الطرق القومية المعبّدة المستقيمة (بورتسودان -كسلا. الخرطوم -كسلا. الخرطوم -بورتسودان، دنقلا -بورتسودان. الخرطوم - الأبيض. الخرطوم -الفاشر. كبكابية -الجنينة، الفولة -الضعين، الضعين - نيالا)، الشكل(١٨)؛ مما يحسن من مؤشر الانعطاف، ويقلل من تكاليف النقل، ويحسن من ترابطية الشبكة، وإمكانية الوصول إلى عقدها بصفة عامة، والعقد التالية بصفة خاصة بورتسودان - -ميناء السودان الرئيسي. كسلا أهم مدن شرق السودان الحدودية. الخرطوم عاصمة السودان. دنقلا الولاية الشمالية حيث الإنتاج الزراعي من أجل الصادر. الأبيض، والفولة، وكادوقلي أهم مدن كردفان، حيث منتجات (الصمغ العربي، والثروة الحيوانية، والمنتجات الزراعية المتنوعة).



شكل(١٨) شبكة الطرق القومية المعبّدة المقترحة.

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل والطرق والجسور السودانية (٢٠١٦)، وموارد ArcGIS online

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية:

- إبراهيم، عيسى علي، (١٩٩٩)، **الأساليب الإحصائية والجغرافيا**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- إبراهيم، عصام محمد، (٢٠٠٧)، التحليل الكمي للطرق المرصوفة في محافظة سوهاج بجمهورية مصر العربية، **مجلة العلوم الاجتماعية**، جامعة الكويت، المجلد (٣٥)، العدد(٤)، (ص، ٦٤).
- أبو راضي، فتحي عبد العزيز، (١٩٨٢)، **مقدمه الأساليب الكمية في الجغرافية**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبو راضي، فتحي عبد العزيز، (٢٠١٠)، **الأساليب الكمية في الجغرافيا**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبوعياش، عبد الإله، (١٩٧٨)، **الإحصاء و الكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقاته الجغرافية**، وكالة المطبوعات، الكويت.
- أحمد، سعيد أحمد عبده، (١٩٨٨)، **أصول جغرافية النقل ـ در اسه كمية وتطبيقيه**، مكتبه الأنجلو المصرية، القاهرة.
- أحمد، سعيد أحمد عبده، (٢٠١٨)، **أسس جغرافية النقل**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- الحداد، عوض يوسف، (١٩٩٧)، **الطرق البرية وشبكات النقل**، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة.
- الحريري، محمد مرسي، (١٩٩٠)، **دراسات في جغرافية النقل**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- خطاب، فتحي محمد مصيلحي، (٢٠٠٥)، **جغرافيا النقل والتجارة من منظور تنموي**، الدار العصرية للنشر والتوزيع، جدة، المملكة العربية السعودية.

- خير، صفوح غالب، (١٩٩٠)، **البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه**، دار المريخ، الرياض.
- خير، صفوح غالب (٢٠١٠)، **الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها**، دار الفكر. دمشق.
- الذياب، يوسف حمد علي، (١٩٩٠)، **دراسة الشبكة الداخلية للخطوط الجوية العربية السعودية١٩٨٦ ، تطبيق معايير كمية في جغرافية النقل الجوي**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الملك سعود، الرياض.
- رياض، محمد، (٢٠٠٢)، **الطرق الفردية وشبكات النقل**، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت.
- الزوكة، محمد خميس، (٢٠١٨)، **جغرافية النقل والتجارة**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- سالم، محمود توفيق، (١٩٨٤)، **هندسة الطرق و المطارات**، جزأين، دار الراتب الجامعية.
- الشايقي، جعفر حسن، (١٩٩٠)، أهمية المنهج الشبكي في جغرافية النقل، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الإمارات العربية المتحدة، العدد (٦)، (ص ص ٧ -٢٧).
- الشايقي، جعفر حسن، (١٩٩٢)، تطور إستراتيجيات الاستثمار وتخطيط الطرق في السودان، **مجلة الدراسات السودانية**، المجلد (١٢)، العدد الأول، (ص ص ٨ -١٤).
- الشواورة، علي سالم الحميدان، (١٤٣٦ -٢٠١٦)، **النقل وأهميته في التنمية الاجتماعية والاقتصادية في دول العالم المختلفة**، الدار المنهجية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- الصالح، ناصر ومحمد، (١٩٧٩)، **الجغرافية الكمية والإحصائية، أسس وتطبيقات**، دار الفنون، جدة.

- الطرزي، عبد الله حامد، (١٩٩٦)، التحليل الكمي لشبكه الطرق المعبّدة في محافظة إربد عام١٩٩٤، **مجلة الأبحاث**، جامعة اليرموك، المجلد٢، العدد (١)، ص ١٧.
- العرشي، عبدالولي محسن محسن، (٢٠١٥)، التحليل الكمي للطرق البرية بين المدن الإدارية للمحافظات في اليمن، **سلسلة بحوث جغرافية**، الجمعية الجغرافية السعودية، العدد(١٠٧).
- عز الدين، فاروق كامل محمد (٢٠١٥) **جغرافية النقل ـ أسس و تطبيقات**، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- عشماوي، سعد الدين، (٢٠٠٥)، **تنظيم وإدارة النقل**، مكتبة دار المريخ، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- عيسى، صلاح عبد الجابر غنيم، (١٩٨٦)، التحليل الكمي لشبكة الطرق البرية بين مدن محافظة المنوفية، **المجلة الجغرافية العربية**، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد (١٨)، ص ٩، ١٨، ٥١.
- غانم، إبراهيم علي عبدالهادي، (١٩٩٣)، الأساس الجغرافي لشبكة الطرق بين مدائن القصيم، **رسائل جغرافية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد(١٥٢).
- غراب، فايز حسن حسن، (١٩٩٣)، شبكة الطرق الحضرية المرصوفة في محافظة كفر الشيخ، دراسة في جغرافية النقل، **مجلة بحوث الآداب**، جامعة المنوفية، العدد (١٢).
- الغماز، محمد صدقي علي، (١٩٩٠)، شبكة الطرق البرية المرصوفة بين المراكز الحضرية بمحافظة الفيوم، دراسة كمية تحليلية، **مجلة بحوث كلية الآداب**، جامعة المنوفية، العدد (٣)، ص ١٤٥.
- القرعاوي، نجاح بنت مقبل، (٢٠٠٨)، **شبكة الطرق البرية في المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية، دراسة في جغرافية النقل**، رسالة دكتوراه منشورة، الطبعة الأولى، مكتبة التوبة، الرياض، المملكة العربية السعودية.

- محمد، عصام محمد إبراهيم، (١٩٩٦)، **حركة نقل الركاب في الوجه القبلي: دراسة جغرافية كمية)**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة جنوب الوادي، قنا.
- محمد، فخرالدين أحمد عبد الله، (٢٠٠٥)، **العلاقات المكانية لشبكات النقل: دراسة كمية تحليلية لشبكتي الطرق المعبّدة والسكك الحديدية السودانية باستخدام النماذج**، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الدراسات العليا، جامعة الخرطوم، الخرطوم.
- محمد، فخر الدين أحمد عبد الله، (٢٠٠٨)، تحليل العلاقات المكانية لشبكات النقل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية - دراسة كمية تحليلية لشبكة الطرق السودانية، **مجلة العلوم التربوية**، كلية التربية، جامعة أم درمان الإسلامية، السودان، العدد (الخامس).
- محمد، فخر الدين أحمد عبد الله،(٢٠١١)، العلاقات المكانية لشبكة الطرق السودانية، دراسة كمية تحليلية لشبكة الطرق السودانية باستخدام النموذج الرياضي القياسي الاحتمالي، **مجلة الجغرافي العربي**، الأمانة العامة لاتحاد الجغرافيين العرب، الأردن، العدد (٢٦).
- ميرغني، درية عبد الله، (٢٠٠٣)، **خصائص التخطيط وحركة الانتقال اليومي لمدينة الخرطوم: الواقع وآفاق المستقبل**، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة الخرطوم، الخرطوم.
- وزارة الإعلام السودانية، (٢٠١١)، **السودان أرض الفرص حقائق وأرقام**، الخرطوم.
- وزارة الطرق والنقل والجسور السودانية، (٢٠١٣)، الهيئة القومية للطرق والجسور، **مشروع العد الحركي و المسح المروري لعام ٢٠١٢، الخرطوم.**
- **وزارة النقل والطرق والجسور** السودانية، (٢٠٠٨)، الهيئة القومية للطرق والجسور، **البنيات الأساسية للطرق والجسور.**
- وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، (٢٠١٣)، الهيئة القومية للطرق والجسور، **إنجازات وزارة الطرق.**

- وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، (٢٠١٣)، الهيئة القومية للطرق والجسور، **الطرق عبر السنين**.
- وزارة النقل والطرق والجسور السودانية، (٢٠١٦)، الهيئة القومية للطرق والجسور، **شبكة الطرق والجسور**.
- وزارة النقل والطرق والجسور، (٢٠٠٠)، الهيئة القومية للطرق والجسور، **الخطة القومية للطرق في السودان (٢٠٠٠ـ٢٠٢٠)، التقرير النهائي**، الخرطوم.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

- Appleton, J., N., (1962), **The geography of Communication in Greet Brittan**, Oxford University press, London.
- Bardi, C, C, (1986), **Transportation**, Westpub.co New York.
- Bonvia, Michaed R., (1957), **The Economic of Transportation**, London.
- Davis, P., (1974), **Data Description and Science in Geography**, NO3, Data Description and Presentation, Oxford University, London.
- Haggett, P., Cliff. A.& Freya, A., (1977), **Location Analysis in Human Geography**, J.W. Arrow smith Ltd. Bristol.
- Harvey J. M Miller and Shih-Lung Shaw, (2001), **Geographical Information Systems For Transportation**, Oxford University Press, London.
- Huggett, P. and Chorley, R. J., (1969), **Network Analysis in Geography**, London, Edward Arnold.
- J.,Allison Butler, (2008), **Designing Geodatabase for Transportation**, Esri Press.
- Jean, paul, Rodring, (2017), **The Geography of Transport System**, New York Routledge, p.440, ISBN978-1138669574.
- Kansky, J. (1963), **The Structure of Transportation Network**, Dept. of Geography, University of Chicago press.
- Lowe, John. C, and S. moryadas, (1973), **The Geography of movement**, Boston.
- Michael Zeiler, **Modeling Out World**, ESRI Press.
- Muthal. G.K, (1985), **Network analysis**, New Delhi.
- Neweli. G. F, (1982), Traffic flow Transportation Network, London.
- Noshi. C.A, (1982), **Economic of Biblic Transport**, New York.

- Taaffe, E.J., H.L., Gauthier and M.E. O'Kelly, (1996), **Geography of Transportation**, Second Edition, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

عزيـــــــــــزي

الباحث وصاحب العمل والمؤسسة

تتيح لك الجمعية الجغرافية السعودية فرصة التعريف

بإنتاجك العلمي وأجهزتك ومؤسستك وبرامجك التي

يمكن ان تخدم الجغرافيين والجغرافيا.

أسعـار الإعلانات

صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي

نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

ربع صفحة ٢٥٠ ريالاً سعودياً

عزيزي عضو الجمعية الجغرافية السعودية
هل غيرت عنوانك؟ فضلاً املأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية
الاسم: ..... العنوان: ..... ص. ب..... المدينة والرمز البريد..... البلد..... الاتصالات الهاتفية: عمل: ..... منزل: .....جوال: ..... بريد إلكتروني: .....
ترسل على العنوان الآتي: الجمعية الجغرافية السعودية ص. ب ٢٤٥٦ - الرياض ١١٤٥١ المملكة العربية السعودية هاتف: ٠٠٩٦٦ ١١ ٤٦٧٨٧٩٨ - فاكس: ٠٠٩٦٦ ١١ ٤٦٧٧٧٣ بريد إلكتروني: sgs@ksu.edu.sa كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الانترنت على الرابط الآتي: www.saudigs.org

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية:

١١٠ -خصائص بعض عناصر مناخ المنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية، أ.د. عبد الله بن أحمد الطاهر.

١١١ -مدن وادي فرناغة ودورها الحضاري في العالم الإسلامي (خلال القرون الأربعة الهجرية الأولى)، د. خليفة بن مصطفى غرايبة.

١١٢ -الخصائص الديموغرافية للقوى العاملة السعودية وتخطيها ومستقبلها. د. أيمن أحمد شلضم.

١١٣ -نمو السكان وتوزيعهم في محافظة بني سويف بجمهورية مصر العربية. د. أشرف محمد عبد المعطي.

١١٤ -تقدير متطلبات غسيل التربة من مياه الري للمحاصيل الزراعية في الأحساء. أ.د. ناصر بن عبد العزيز السعران

١١٥ -مستوى الخصوبة والعوامل المؤثرة فيها في مدينة عنيزة بمنطقة القصيم د. أحمد محمد البسام

١١٦ -الصناعات الصغيرة والمتوسطة في المملكة العربية السعودية. د. صفاء بنت صبح صبابحة

١١٧ -التباين المكاني لأسعار الأراضي في مدينة الرياض أ. نورة بنت قاعد العتيبي

١١٨ -هجرة يهود أوروبا الشرقية الى فلسطين في الفترة من ١٨٨٢ -١٩٤٨م د. عبد العزيز بن راشد المطيردي

١١٩ -المؤسسات القفية في المشرق ودورها في خدمة الرحالة الجغرافيين د. أحمد بن محمد الشبعان

١٢٠ - تحليل الانماط المكانية لتوطن صناعة البلوك والخرسانة في منطقة القصيم دراسة في جغرافية الصناعة، أ. هديل بنت محمد الفوزان، د. محمد بن إبراهيم الدغيري.

١٢١ - انماط المناخ السياحي في المملكة العربية السعودية بتطبيق معادلة ميكوسكي د. مطيرة بنت خويتم المطيري

١٢٢ - العمالة الوافدة في الأحياء القديمة في مدينة بريدة د. أحمد بن محمد عبد الرحمن البسام

١٢٣ - التحليل المكاني للعمر المتوقع عند الميلاد في المملكة العربية السعودية. زهور المعلم، د. مفرح بن ضايم القرادي.

١٢٤ - مدى اسهام القوى العاملة الوطنية في القطاعات السياحية بمدينة جدة وسبل تعزيزها، د. جميلة بنت ناصر آل محيا، د.محمد بن سعد المقري.

١٢٥ - العيون المائية وعلاقتها بأودية الحوض الأوسط لوادي السهباء، د. فرحان بن حسين الجعيدي.

١٢٦ - مراقبة النمو العمراني في مدن الخرج باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد في الفترة من عام ١٩٧٣ -٢٠١٤م، د.عبدالله بن محمد المثيبي، د. فرحان بن حسين الجعيدي.

١٢٧ -التحليل المكاني لحوادث المرور على طريق الرياض الدمام باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، د. آمنة بنت عبد الرحمن الأصقة.

١٢٨ - خصوبة السكان السعوديين في مدينة بريدة. أ. هاجر بنت حمود العتيبي

١٢٩ - أخطار التجوية الملحية على المباني التراث العمراني بمحافظة الأحساء -دراسة جغرافية.د. أماني حسين محمد حسن

١٣٠ - مساهمات ريتشارد هارتشورن البحثية في علم الجغرافيا، د. أحمد عبد السلام عبدا لنبي عبد الكريم

أسعار البيع: Price:

سعر النسخة الواحدة للأفراد: ١٥ ريالاً سعودياً. Individuals: 15 S.R.

للمؤسسات: ٢٠ ريالاً سعودياً. Institutions: 20 S.R.

❖ تضاف الى هذه الأسعار أجرة البريد. *Handing & Mailing Charges Are Added on the Above Listing.

Quantitative Analysis of National Paved Road Network among the Capitals of the of states of the Republic of Sudan

Dr. Fakhar elddin Ahmed abdalla Mohmed
Professor of Geospatial Technologies Applications in Associate Transport Geography Studies, Department of Geography, College of Arts, University of Bisha, Kingdom of Saudi Arabia. And the Department of Geography, College of Education, Omdurman Islamic University, Republic of Sudan, faabdall@ub.edu.sa & fakhir2004fakhir2004 @ gmail.com

Abstract:

This study aims to analyze quantitatively the national paved road network among the Capitals of the of states of the Republic of Sudan by converting it to a topological map and knowing how the network is connected by using the Haggett classification, the Didport row, the Kanski indicators (beta, gamma, alpha,). The degree of centralization is measured by using the Kupreg index. The accessibility is measured by using variables (number of links, direct links using direct link variable, indirect links, actual distance of the total access) and by measuring the degree of on-road network turnings. The quantitative analysis was carried out by changing the Sudanese on-road network to a topological map, following the basic mathematical rules used in quantitative analysis and presenting the results in the form of a matrix and maps that have been prepared by using ArcGIS10.6.2 program.

The study concluded that the on- national paved road network covers all the capitals of the Sudanese states except for Da'in, the capital of East Darfur state, which affected the degree of network connectivity. The best connected cities are Khartoum, Rabak, Senge, Wadmdni and white. The on- national paved road network is characterized as straight. The study recommended the need to connect Da'in city, the capital of East Darfur state, to the on- national paved road network. It also recommended the improvement of the quantitative features of the national paved road network by establishing straight links to connect states' capital cities. Furthermore, it suggested national and territorial developing projects in the easily accessed cities.

ISSN 1018-1423
Key title =Buhut Gugrafiyya

Administrative Board of the Saudi Geographical Society

Ali A. Al Dosari	Assis. Prof.	Chairman.
Mohammed A. Mishkhes	Assoc. Prof.	Vice-Chairman.
Malhi A. Al-Gazwani	Assis. Prof.	Secretary General.
Fahad A. Almutlaq	Assis. Prof.	Treasurer.
Tagreed H. Al-Juhani	Assis Prof.	Head of Risk and Disaster Management Unit.
Asma A. Aba Al Khail	Assis. Prof.	Member
Mohammed A. Alrashed	Assis. Mr.	Member
Sultan A. Alharbi	Assis. Mr.	**Head of unit of The electronic publishing vessel for scientific message.**
Mona S. Aladel	Assis. Mrs.	Editor of Geographical Newsletter

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

131

Quantitative Analysis of National Paved Road Network among the Capitals of the of states of the Republic of Sudan

Dr. Fakhar elddin Ahmed abdalla Mohmed

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1442 A.H. - 2021A.D.

بسم الله الرحمن الرحيم

Saudi Geographical Society (S.G.S.)

Editorial Board

Editor-in-Chief:	Mohammed A. Al-Gabbani	(Ph.D.).
Editorial Board:	Ahmed A. Al-Doghairi	(Ph.D.).
	Mohammed S. Al-Rebdi	(Ph.D.).
	Mahmoud I. Al-Doaan	(Ph.D.).
	Mofareh D. Al-Qaradi	(Ph.D.).

Advisory Board

Ramzi A. Al-Zahrani	Umm Al-Qura University
Abdullah Y. Al-Ghunaim	Kuwait University
MuhammadShawqi I. Makki	King Saud University
Mohammed A. Al-Saleh	King Saud University
Mohammed M. Al-Qahtani	King Khalid University

Correspondence Address

All Research Papers and Editorial Correspondence Should be sent to
The Editor-in-Chief, Dept. of Geography
College of Arts, King Saud University
P.O.Box 2456 Riyadh 11451
Kingdom of Saudi Arabia
Tel: 4678798 Fax: 4677732
E-Mail: sgs@ksu.edu.sa

All Views Expressed by Contributors to the RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY do not Necessarily Reflect the Position of the Editorial Board or the Saudi Geographical Society

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

REFEREED PERIODICAL PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

131

Quantitative Analysis of National Paved Road Network among the Capitals of the of states of the Republic of Sudan

Dr. Fakhar elddin Ahmed abdalla Mohmed

King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1442 A.H. - 2021A.D.