انعطافات شبكة الطرق المرصوفة وتأثيرها على حركة النقل في صحراء مصر الشرقية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د / أحمد أبواليزيد قطب حبيب
مدرس الجغرافيا الاقتصادية ونظم المعلومات الجغرافية قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعة طنطا

المقدمة:

تعد انعطافات الطرق المرصوفة؛ من العناصر المهمة التي تؤثر في كفاءة شبكات النقل وإمكانية الوصول والحركة عليها؛ حيث تتميز بعض الطرق باستقامتها وقلة عدد المنعطفات بها؛ ومن ثم يسهل إمكانية الوصول والحركة عليها على عكس الحال في الطرق المنحنية أو المتعرجة.

وتتنوع الطرق المرصوفة في صحراء مصر الشرقية من حيث درجة ونوع الانعطاف؛ حيث تزيد درجة الانعطاف على بعض الطرق وتقل على البعض الآخر؛ وذلك تبعا لنوع الطريق وخصائص المنطقة التي يمر بها؛ والتي تنعكس بدورها أيضاً على طبيعة وشكل المنعطف؛ وتتنوع المنعطفات الموجودة بشبكة الطرق ما بين منعطفات بسيطة، وانتقالية، وانعكاسية، ودائرية مركبة؛ وذلك تبعاً للقياسات الهندسية والتصميمية لكل منعطف[١]؛ ومن ثم تختلف درجة تأثير وخطورة كل منها على حركة النقل بمنطقة الدراسة.

وترجع أهمية هذه الدراسة إلى مجموعة من العوامل؛ يمكن حصرها فيما يلى:

- أن منطقة الدراسة تعد بمثابة حلقة وصل بين موانى مصر الشرقية الواقعة على ساحل البحر الأحمر وخليج السويس من جهة، والمراكز العمرانية بالوادي والدلتا من جهة أخرى؛ ومن ثم تعد شبكة الطرق المرصوفة بها؛ هي الشبكة الرئيسة لحركة نقل السلع والمنتجات بين هذه الموانى والمراكز العمرانية.
- كما أن شبكة الطرق بمنطقة الدراسة تأثرت بشكل كبير بالتنوع الجيومورفولوجى بها؛ ما بين نطاق سهلي في الشرق والغرب، ونطاق هضبي في الشمال والجنوب ونطاق جبلي في الوسط؛ فانعكس ذلك على تنوع المنعطفات الموجود بالشبكة.
- تساهم شبكة الطرق المرصوفة في نقل العديد من المواد الخام والثروات المعدنية كالحديد والفوسفات بالإضافة إلى البترول؛ حيث يوجد بمنطقة الدراسة بعض المناطق الاقتصادية مثل(المثلث الذهبي، ومنجم السكرى، وغيرها) كما يوجد بها العديد من القرى السياحية وبخاصة الواقعة على ساحل البحر الأحمر شرقاً؛ ومن ثم يجب تطوير شبكة الطرق بها وتقليل الأخطار عليها وبخاصة عند محاور المنعطفات الموجودة بها.

---

[١] تصنف منعطفات الطرق المرصوفة تبعاً لتصميمها الهندسي إلى أربعة أنواع رئيسة؛ هي: بسيطة، انتقالية، دائرية مركبة، انعكاسية؛ نقلاً عن: وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الكود المصري لأعمال الطرق الحضرية والخلوية، الجزء الثالث، التصميم الهندسي، الطبعة الأولى، ١٩٩٨، ص٢٦-٣٠.

ويوجد بعض الدراسات السابقة التي تناولت مجال ومنطقة الدراسة؛ ومن أهمها: دراسة فاروق عزالدين؛ وتناولت العلاقة بين التضاريس والطرق البرية في صحراء مصر الشرقية من خلال بعض المقاييس الكمية مثل: سهولة الوصول، وكثافة الحركة، ودراسة سحر عبدالوهاب؛ وتناولت دور النقل في التنمية الاقتصادية بمحافظة البحر الأحمر؛ وركزت على دور النقل في تنمية الموارد المعدنية، والصناعية، والسياحية، والثروة السمكية، ودراسة عبدالرازق الكومي؛ التي تناولت الضوابط الجيومورفولوجية وتأثيرها في امكانية الوصول بين ميناء سفاجا ومدن وادى النيل.

ويتناول هذا البحث دراسة تحليلية لانعطافات شبكة الطرق المرصوفة فى صحراء مصر الشرقية وذلك لتحقيق هدف رئيس؛ وهو: تحليل أنواع الانعطافات الموجودة بشبكة الطرق المرصوفة والعوامل المؤثرة فيها؛ وذلك لتحديد درجة خطورة كل نوع منها على حركة النقل؛ وبخاصة أن العديد من الطرق الموجودة بها تمتد داخل أودية جافة بمناطق جبلية متضرسة؛ مع امكانية وضع مقترح لزيادة درجة الأمان بمحاور المنعطفات التي تشكل خطورة على حركة النقل؛ ويمكن تحقيق هذا الهدف العام من خلال خمسة محاور؛ تمثل محتويات هذه الدراسة؛ وهى:

- دراسة توزيع وخصائص شبكة الطرق المرصوفة.
- تحليل انعطافات شبكة الطرق المرصوفة.
- العوامل المؤثرة في انعطافات شبكة الطرق المرصوفة.
- تقييم المنعطفات تبعاً لدرجة خطورتها على حركة النقل.
- تأثير خطورة المنعطفات على حركة النقل.

وفى ضوء تحقيق الأهداف السابقة اعتمدت الدراسة على التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في الحصول على البيانات وإجراء العديد من القياسات والتحليلات؛ بما يعالج كل محور من محاور الدراسة؛ فقد تم الاعتماد على صور الأقمار الصناعية في توقيع وتحديث شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية؛ ومن ثم تحديد الأبعاد الهندسية للمنعطفات وإجراء القياسات الدقيقة لها كأطوال المنعطفات وأطوال محاورها واتساعها ودرجة تقوسها؛ ومن ثم تصنيفها؛ وذلك باستخدام أدوات القياس والتحليل ببرنامج ArcGIS، هذا بالإضافة إلى تطبيقات التحليل المكاني Spatial Analysis في استنباط مظاهر السطح من نموذج الارتفاع الرقميDEM للحصول على مناسيب السطح Elevation، ونسب ودرجات الانحدارSlope، والتحليل الهيدرولوجي Hydrology Analysis لاستنباط شبكات الأودية الجافة وتحديد رتب كل منها، وكذلك التحليل الإحصائي المكاني Spatial Statistics Analysis وذلك في حساب معامل الجار الأقرب Average Nearest Neighbor لتحديد نمط توزيع مراكز العمران داخل منطقة الدراسة، وتم الاعتماد على بناء النماذج Models داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية لتحديد خطورة المنعطفات على حركة النقل من خلال مجموعة من الاشتراطاتCriterias ؛ وتم الاعتماد على التحليل الشبكي Network Analysis

وذلك في تحليل زمن وصول المركبات على الطرق بالمنطقة؛ وقد تم الاستعانة ببعض البرامج الهندسية أهمها برنامج Civil3D وذلك لقياس وتقييم مدى الرؤية على محاور المنعطفات، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، وبعض المداخل؛ مثل: الموضوعي، والاقليمي، التحليل الشبكي؛ وكذلك بعض الأساليب أهمها: الكمي والاحصائي والكارتوجرافي؛ هذا بالإضافة إلى الدراسة الميدانية لجمع بعض البيانات والصور الفوتوغرافية التي تعالج بعض جوانب الدراسة، وفيما يلى المحاور الرئيسية لهذه الدراسة:

منطقة الدراسة:

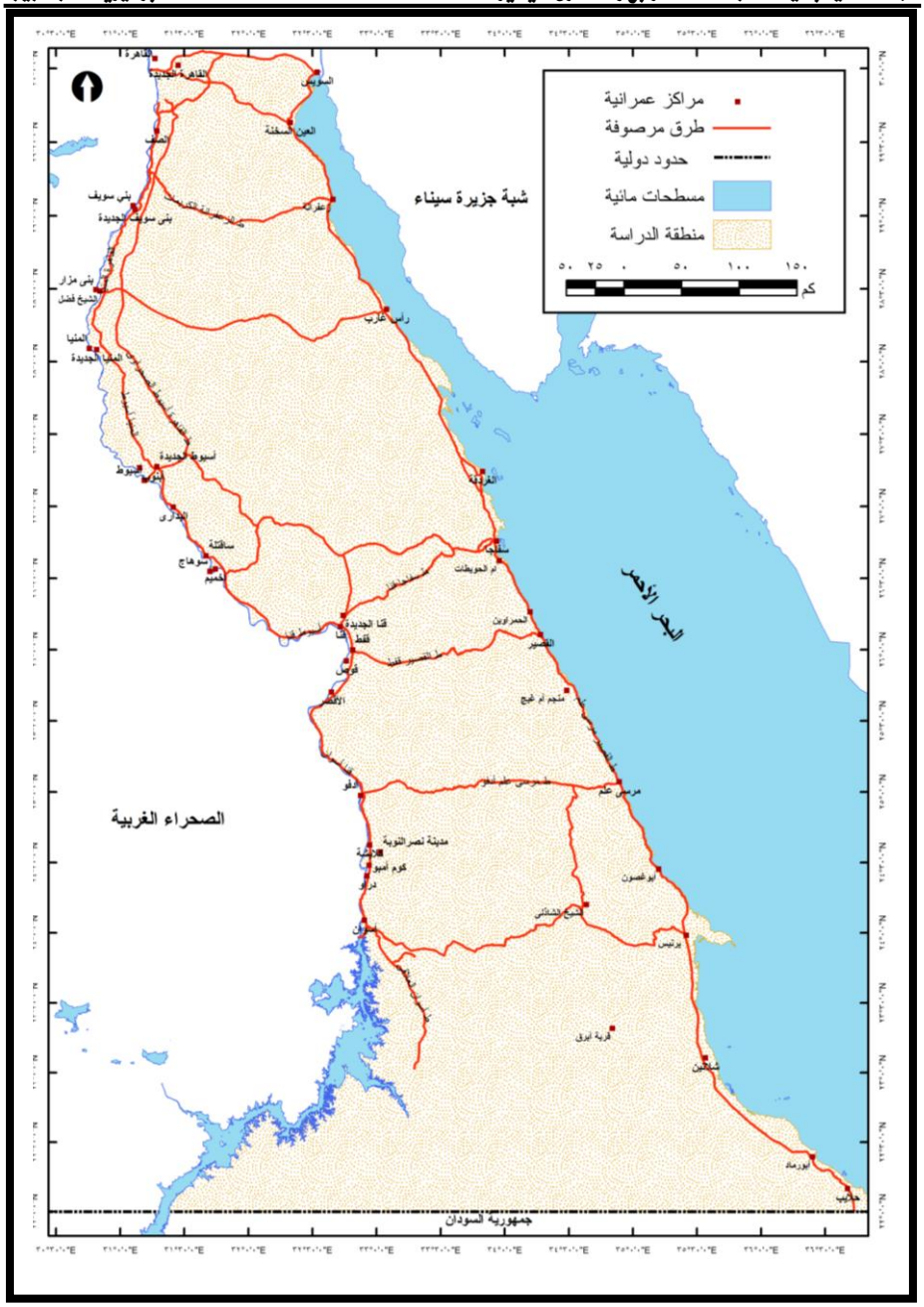
تمتد ما بين دائرتي عرض ٠ً ٠َ ٢٢ْ ، ١٥ً ٧َ ٣٠ْ شمالاً، وخطى طول ٣٥ً ٢٢َ ٣١ْ ، ٣٠ً ٥٤َ ٣٦ْ شرقاً[١]، وهى بذلك تشغل معظم مساحة صحراء مصر الشرقية في المنطقة الممتدة ما بين الحدود المصرية السودانية جنوباً، وطريق القاهرة السويس شمالاً، والبحر الأحمر وخليج السويس شرقاً ومجرى نهر النيل غرباً، وهى تمتد على شكل أشبه بالمثلث قاعدته في الجنوب يتفق مع دائرة عرض ٢٢ْ شمالاً وراسة في الشمال عند طريق القاهرة السويس؛ على امتداد محور مائل باتجاه عام من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي، ويبلغ متوسط امتدادها من الجنوب نحو الشمال ١٠٦٠,٧كم[٢]، ويتباين اتساعها على طول محورها؛ حيث يبلغ أقصى اتساع لها في الجنوب على طول خط الحدود المصرية السودانية بمسافة ٦١٠,٥كم، ويقل هذا الاتساع في الجزء الواقع ما بين القصير شرقاً وثنية قنا غرباً(نقطة شمال مدينة قفط) ويصل إلى نحو١٦٩,٥كم، ويبلغ أقل اتساع لها في المسافة ما بين العين السخنة شرقاً ونقطة جنوب قرية الشيخ فضل التابعة لمركز بنى مزار على نهر النيل غرباً بمسافة ١١٨,٢كم، بينما يصل اتساعها في الجزء الشمالي في المسافة ما بين السويس شرقاً والقاهرة غرباً بنحو ١٢٧,٣كم.

وتتميز الصحراء الشرقية بالتنوع الجيولوجي والجيومورفولوجى؛ حيث يمتد في وسطها سلاسل جبال البحر الأحمر باتجاه عام جنوبي شرقي شمالي غربي؛ وهى تتكون من الصخور النارية الصلبة والمتحولة، وتضم عدة قمم جبلية أهمها قمة جبل الشايب(٢١٨٤م)، وقمة جبل علبة(٢٠٩٤م)، ويحيط بها نطاق هضبي يتكون من الصخور الرسوبية وأبرزها هضبتي الجلالة البحرية والقبلية في الشمال، وهضبة المعازة الجيرية في الوسط، وهضبة العبابدة الرملية في الجنوب، حيث تغطى تكوينات الحجر الرملي النوبي مساحات واسعة وبخاصة في الجزء الجنوبي، بينما تنتشر التكوينات الجيرية الأيوسينية في الجزء الشمالي حتى دائرة عرض القاهرة السويس(جمال حمدان، ١٩٨٠، ص٤٥٥).

---

[١] تم تحديد الموقع الفلكي من خلال الخريطة الرقمية للصحراء الشرقية باستخدام برنامج Arc GIS.

[٢] تم قياس المسافات الطولية والعرضية للمنطقة من الخريطة الرقمية للصحراء الشرقية باستخدام أدوات القياس فى برنامجArc GIS.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية للصحراء الشرقية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠، ومرئيات القمر الصناعى Landsat وذلك باستخدام برنامج ArcGIS.

شكل (١) موقع الصحراء الشرقية وشبكة الطرق المرصوفة بها عام ٢٠١٨م.

ويقطع النطاقات الجبلية والهضبية العديد من الأودية الجافة التي تعد من الظاهرات المميزة في الصحراء الشرقية؛ وبعضها يتجه شرقاً ليصب في البحر الأحمر ومنها أودية: أم غيج، الجمال، أم تاغر، والبعض الأخر يتجه ليصب في وادى النيل غرباً ومنها أودية: الأسيوطي، قنا، العلاقي، خريط، وقد ارتبطت العديد من مسارات الطرق المرصوفة بهذه الأودية في كثير من أجزائها ومنها طرق: سفاجا قنا، القصير قفط ، مرسى علم أدفو، وغيرها.

ويمتد في الجانب الشرقي لمنطقة الدراسة سهلاً ساحلياً مجاوراً لخط الشاطئ؛ ويتسم باتساعه كلما اتجهنا نحو الجنوب، ويوجد بخط الشاطئ عدة نتوءات وخلجان بحرية مكونة للعديد من الرؤوس؛ أهمها رأس جمسة، رأس حلايب، رأس بناس؛ وتبرز الأخيرة لمسافة ٣٥كم داخل مياه البحر الأحمر(صبري محسوب، ١٩٩٠ ص١٦)، وقد ساعد استواء السهل الساحلي على اقامة العديد من المدن والقرى السياحية؛ من أبرزها: الغردقة، سفاجا، مرسى علم، هذا بالإضافة إلى نشأة العديد من الموانئ على طول خط الساحل مثل: السويس، العين السخنة، الغردقة، رأس غارب، سفاجا، وتساهم هذه الموانئ في حركة نقل السلع والركاب بين مصر ودول العالم الأخرى وبخاصة الدول الآسيوية، وتعد شبكة الطرق بمنطقة الدراسة(شكل١)؛ الركيزة الأساسية للنقل بها؛ لذا يجب تطويرها بما يمكن من سهولة الحركة عليها، وتكون ذات درجة أمان عالية للمركبات العابرة لها؛ حيث أن معظمها يمر في مناطق جبلية وعرة.

أولاً: شبكة الطرق المرصوفة في الصحراء الشرقية:

١ – تطور شبكة الطرق المرصوفة.

شهدت شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية تغيراً في أطوالها خلال الفترة من ١٩٩٠م حتى عام ٢٠١٨م؛ ويمكن تتبع هذا التغير من خلال تحليل بيانات جدول(١)؛ ومنه يتضح ما يلى:

- زيادة أطوال الشبكة من ٢٣٦٤,٤ كم عام ١٩٩٠م، إلى٤٥٧١,٤كم عام ٢٠١٨م بنسبة زيادة بلغت ٩٣,٣٪، وبمعدل زيادة سنوي بلغ ٣,٣٪ خلال تلك الفترة.

جدول (١) تطور أطوال شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢٠١٨م

السنوات	الأطوال(كم)	نسبة التغير كل فترة(٪)	نسبة التغير مقارنة بعام١٩٩٠(٪)
١٩٩٠	٢٣٦٤,٤	—	—
٢٠٠٠	٣٣٠٥,٣	٣٩,٨	٣٩,٨
٢٠١٠	٣٩٣٦,٩	١٩,١	٦٦,٥
٢٠١٨	٤٥٧١,٤	١٦,١	٩٣,٣

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات وزارة النقل (الهيئة العامة للطرق والكباري)، والقياس من الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ ، ١: ١٠٠٠٠٠ ، وصور الأقمار الصناعية، وتم حساب نسب التغير باستخدام برنامج Excel.

- تباينت نسب الزيادة في أطوال شبكة الطرق المرصوفة من فترة لأخرى؛ وقد شهدت الفترة من ١٩٩٠م -٢٠٠٠م أعلى نسبة زيادة مقارنة بالفترات اللاحقة؛ حيث زادت اطوال الشبكة من ٢٣٦٤,٤كم عام ١٩٩٠م إلى ٣٣٠٥,٣كم عام ٢٠٠٠م بنسبة زيادة بلغت ٣٩,٨ ٪ ، وبمعدل زيادة سنوي بلغ ٣,٩٨٪؛ ويرجع ذلك إلى رصف العديد من الطرق خلال تلك الفترة؛ ومن أهمها: طريق مرسى علم الشيخ الشاذلي، وطريق أسوان العلاقي.

- زادت أطوال الشبكة خلال الفترة من ٢٠٠٠ م – ٢٠١٠م؛ بنسبة بلغت ١٩,١٪ ؛ حيث تم رصف العديد من الطرق خلال تلك الفترة ومن أبرزها: طريق برنيس أسوان، وبعض الوصلات بطريق البحر الأحمر الصعيد.

- أما الفترة الأخيرة من ٢٠١٠م – ٢٠١٨م؛ فقد شهدت زيادة في أطوال الشبكة بنسبة بلغت ١٦,١٪ ؛ وفيها تم رصف بعض الطرق من أهمها: طريق القاهرة أسيوط الصحراوي شرق نهر النيل، واستكمال طريق البحر الأحمر الصعيد.

٢ – توزيع شبكة الطرق المرصوفة.

تلعب شبكة الطرق المرصوفة دوراً مهماً في ربط المراكز والمجتمعات العمرانية في المنطقة بالوادي والدلتا، هذا بالإضافة إلى ربط حركة النقل بين الموانئ والقرى السياحية المتمركزة على طول سواحلها بباقي أنحاء الجمهورية، ويتضح من خلال تحليل بيانات جدول(٢)، وشكل(١) أن منطقة الدراسة يوجد بها شبكة من الطرق الرئيسة المرصوفة بلغت جملة أطوالها٤٥٧١,٤كم عام ٢٠١٨م؛ بنسبة ١٦,٧٣٪ من جملة الطرق الرئيسة

المرصوفة في مصر[١]؛ ويمكن تقسيم هذه الشبكة تبعاً لاتجاهات ومسارات الطرق بها إلى مجموعتين؛ هما:

المجموعة الأولى: وهى طرق تمتد باتجاه عام من الشمال نحو الجنوب على أطراف الصحراء الشرقية سواء في الشرق بمحاذاة ساحل البحر الأحمر أم في الغرب بمحاذاة مجرى نهر النيل، ومن أهم هذه الطرق ما يلى:

- الطريق الساحلي(السويس – حلايب): يمتد هذا الطريق بمحاذاة ساحل البحر الأحمر وخليج السويس، ويبدأ من مدينة السويس شمالاً متجهاً نحو الجنوب حتى يصل إلى مدينة حلايب في أقصى جنوب شرق مصر بطول ١١١٢,٠٩كم؛ بنسبة ٢٤,٣٣٪ من جملة الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة، وهو طريق مزدوج في بعض أجزائه وبخاصة الوصلات التي تربط بين السويس والعين السخنة، الزعفرانة الغردقة، الغردقة سفاجا، أما باقي الوصلات فهي فردية، ويربط هذا الطريق بين جميع المدن والقرى السياحية الواقعة على طول خط الساحل.

جدول(٢) توزيع أطوال الطرق المرصوفة في الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

م	اسم الطريق		النوع	الطول كم	الطول ٪
١	القاهرة السويس		مزدوج	١١٢,٢١	٢,٤٥
٢	القاهرة العين السخنة		مزدوج	١٠٦,٧٤	٢,٣٣
٣	الزعفرانة الكريمات		فردى	١٦٢,٤٣	٣,٥٥
٤	رأس غارب الشيخ فضل		فردى	٢٤٣,٠٦	٥,٣٢
٥	سفاجا قنا		فردى/ مزدوج	١٧٩,١٨	٣,٩٢
٦	القصير قفط		فردى	١٧٤,٨٣	٣,٨٢
٧	مرسى علم أدفو		فردى	٢٢٠,١٨	٤,٨٢
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلى		فردى	١١٣,٠١	٢,٤٧
٩	برنيس أسوان		فردى	٣٢٤,٠٢	٧,٠٩
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوي		مزدوج	٣٣٠,٤٧	٧,٢٣
١١	البحر الأحمر الصعيد	وصلة سوهاج	فردى	٢٤١,٢٣	٥,٢٨
		وصلة اسيوط	فردى	٨٩,٨٥	١,٩٧
		وصلة قنا	مزدوج	٤٧,٠٧	١,٠٣
		الجملة	—	٣٧٨,١٦	٨,٢٧

(١) بلغت جملة أطوال الطرق المرصوفة بالجمهورية ١٧٤٦٢٣كم؛ وتضم ٢٧٣٢١كم طرق رئيسية تابعة للهيئة العامة للطرق، ١٣٨٨٣٦كم طرق اقليمية تابعة لمديريات الطرق والنقل، ٨٤٦٦كم طرق تابعة للمجتمعات العمرانية؛ لمزيد من التفاصيل يراجع: الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاجصاء، الكتاب الاحصائى السنوى٢٠١٦م.

تابع/ جدول(٢) توزيع أطوال الطرق المرصوفة في الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

م	اسم الطريق		النوع	الطول	
				كم	٪
١٢	الطريق الساحلى (السويس حلايب)	السويس العين السخنة	مزدوج	٥٢,١٧	١,١٤
		العين السخنة الزعفرانة	فردى	٦٦,٣٨	١,٤٥
		الزعفرانة الغردقة	مزدوج	٢٥٥,٣	٥,٥٨
		وصلة خارج مدينة الغردقة	مزدوج	٣١,٠	٠,٦٨
		الغردقة سفاجا القصير	مزدوج / فردى	١٤٠,٠٩	٣,٠٦
		القصير مرسى علم	فردى	١٣٦,٩٥	٣,٠
		مرسى علم حلايب	فردى	٤٣٠,٢	٩,٤١
		الجملة	—	١١١٢,٠٩	٢٤,٣٣
١٣	القاهرة أسوان	القاهرة المنيا	فردى	٢١٠,١٧	٤,٦
		المنيا أسيوط	فردى	١١١,٤٨	٢,٤٤
		أسيوط قنا	فردى	٢٤٢,٩٢	٥,٣١
		قنا أسوان	فردى	٢٩٣,٦١	٦,٤٢
		الجملة	—	٨٥٨,١٩	١٨,٧٧
١٤	أسوان العلاقى ومصنع الحديد	ط أسوان العلاقى	فردى	١٢٩,٦٩	٢,٨٤
		وصلة مصنع الحديد	فردى	٢٣,١	٠,٥١
		الجملة	—	١٥٢,٧٨	٣,٣٤
١٥	طرق أخرى	وصلة الطريق الاقليمى	مزدوج	٧٦,٩٤	١,٦٨
		وصلة الطريق الدائرى	مزدوج	٢٧,١٢	٠,٥٩
		الجملة	—	١٠٤,٠٦	٢,٢٨
جملة الطرق				٤٥٧١,٤	١٠٠

المصدر: من اعداد الباحث بالقياس من الخريطة الرقمية للصحراء الشرقية باستخدام برنامج ArcGIS.

- **طريق القاهرة – أسوان:** يمتد هذا الطريق شرق مجرى نهر النيل، ويربط بين مدينة القاهرة شمالاً ومدينة أسوان جنوباً بطول ٨٥٨,١٩كم؛ بنسبة ١٨,٧٧٪ من جملة الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة، وهو طريق فردى يربط بين المدن الواقعة عليه؛ ومنها: الصف، بنى سويف الجديدة، المنيا الجديدة، أسيوط الجديدة، قنا، قفط، الأقصر، كوم أمبو.

- **طريق القاهرة – أسيوط الصحراوي**: هو طريق مزدوج يقع شرق الطريق السابق؛ ويكاد يكون موازياً له في المسافة ما بين القاهرة وأسيوط، ويبلغ طوله ٣٣٠,٤٧كم بنسبة ٧,٢٣٪ من جملة الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة.

وبالإضافة إلى الطرق سالفة الذكر؛ يوجد بعض الطرق الأخرى تنتمى لهذه المجموعة؛ ومن أبرزها: طريق أسوان العلاقي بطول ١٢٩,٦٩كم، وطريق مرسى علم الشيخ الشاذلي بطول ١١٣,٠١كم.

المجموعة الثانية: وهى طرق ذات امتداد عرضي؛ حيث تمتد باتجاه عام من الشرق نحو الغرب مخترقة لمرتفعات البحر الأحمر والهضاب المحيطة بها؛ وتشمل العديد من الطرق وأبرزها من الشمال إلى الجنوب ما يلى:

- **طريق القاهرة – السويس:** يمتد هذا الطريق في أقصى شمال منطقة الدراسة لمسافة ١١٢,٢١كم؛ وهو طريق مزدوج يربط بين مدينتي السويس شرقاً والقاهرة (العاصمة) غرباً، ويساهم بشكل كبير في نقل السلع والركاب بين مينائي السويس والأدبية ، ومدينة القاهرة وغيرها من المراكز العمرانية المجاورة.

- **طريق القاهرة – العين السخنة:** هو طريق مزدوج يبدأ من الطريق الدائري جنوب شرق القاهرة ثم يتجه نحو الشرق والجنوب الشرقي حتى يصل إلى مدينة السخنة الواقعة على ساحل خليج السويس بطول ١٠٦,٧٤كم.

- **طريق الزعفرانة – الكريمات:** يربط هذا الطريق بين قرية الزعفرانة الواقعة على الساحل الغربي لخليج السويس شرقاً بمحطة كهرباء الكريمات الواقعة جنوب مركز الصف(محافظة الجيزة) غرباً؛ إلى الشرق من مجرى نهر النيل، وهو طريق فردى يصل طوله إلى ١٦٢,٤٣كم.

- **طريق رأس غارب – الشيخ فضل:** هو أحد الطرق العرضية ويربط بين مدينة رأس غارب على ساحل خليج السويس وقرية الشيخ فضل الواقعة على مجرى نهر النيل(إحدى قرى مركز بنى مزار)، وهو طريق فردى يبلغ طولة ٢٤٣,٠٦كم بنسبة ٥,٣٢٪ من جملة الطرق المرصوفة في منطقة الدراسة.

- **طريق سفاجا – قنا:** يعد من الطرق المهمة في وسط الصحراء الشرقية؛ ويربط بين مدينتي سفاجا شرقاً، وقنا غرباً؛ بطول يصل إلى ١٧٩,١٨كم؛ وترجع أهميته في كونه الطريق الرئيسي لحركة نقل السلع والخامات بين ميناء سفاجا ومدن وادى النيل سواء أكانت صادرات أم واردات بالإضافة إلى نقل الركاب.

- **طريق البحر الأحمر الصعيد:** يتفرع من طريق سفاجا قنا السابق عند الكيلو ٣٨ من ناحية سفاجا بالقرب من جبل أم تغر؛ ثم يتجه نحو الشمال والغرب نحو محافظات الصعيد؛ وهو يضم ثلاث وصلات؛ الأولى تتجه نحو مدينة قنا بطول٤٧,٠٧كم والثانية تتجه نحو الجنوب والغرب حتى تصل إلى طريق القاهرة أسوان جنوب مدينة أخميم(محافظة سوهاج) بطول ٨٩,٨٥كم، أما الثالثة فتتجه نحو الشمال الغربي حتى تلتقى بطريق القاهرة أسيوط الصحراوي بالقرب من مدينة أسيوط الجديدة.

- **طريق القصير – قفط:** يمتد أيضا وسط الصحراء الشرقية جنوب طريق سفاجا قنا، ويبلغ طولة ١٧٤,٨كم، ويعد من أقصر الطرق العابرة لوسط الصحراء الشرقية نظراً لوجود ثنية قنا؛ التي ساعدت قصر المسافة بين ساحل البحر الأحمر شرقاً ومجرى النيل غرباً.

- طريق مرسى علم أدفو: يعد من الطرق المهمة في الجزء الجنوبي للصحراء الشرقية؛ يربط مدينة مرسى علم الواقعة على ساحل البحر الأحمر بمدينة أدفو الواقعة على مجرى نهر النيل، وهو طريق فردى يصل طولة إلى ٢٢٠,١٨كم؛ بنسبة ٤,٨٪ من جملة الطرق المرصوفة.

- طريق برنيس أسوان: يقع في أقصى جنوب الصحراء الشرقية؛ ويربط بين قرية برنيس الواقعة على ساحل البحر الأحمر ومدينة أسوان بطول ٣٢٤,٠٢كم، وهو طريق فردى، يعد من أطول الطرق التي تمتد عرضياً في الصحراء الشرقية.

ثانياً : تحليل انعطافات شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية

تفيد دراسة انعطافات الطرق المرصوفة في تحديد كفاءتها ومدى سهولة الحركة عليها؛ وكذلك امكانية الوصول من خلالها ؛ فكلما كانت الطرق أكثر استقامة كلما سهل ذلك من امكانية الوصول وزيادة درجة الأمان والحركة عليها مقارنة بالطرق المنحنية أو المتعرجة، ويمكن دراسة وتحليل انعطافات الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية من خلال المحاور الفرعية التالية:

١ - المؤشر العام لانعطاف الطرق المرصوفة:

يعد مؤشر الانعطاف من المقاييس المهمة لتحديد درجة انحناء أو انحراف الطريق عن الخط المستقيم[١]؛ ويتضح من خلال تطبيق مؤشر الانعطاف[٢] على شبكة الطرق المرصوفة في الصحراء الشرقية والتي أُظهرت نتائجه في جدول(٣)؛ أن المؤشر العام لانعطاف الطرق المرصوفة بالمنطقة بلغ ١١٥٪؛ وهذا يشير إلى كثرة عدد المنعطفات أو المنحنيات الموجودة بالشبكة؛ ومن ثم فهي تبعد إلى حد كبير عن الاستقامة(شكل٢)؛ الأمر الذى ينعكس على كفاءة حركة النقل عليها؛ وبخاصة إذا كانت هذه الانعطافات بمناطق جبلية وعرة ذات درجة انحدار عالية مما تشكل خطورة على حركة المركبات.

---

[١] ينحرف الطريق عن الخط المستقيم لكى يجمع أكبر قدر من حركة النقل من المراكز العمرانية التي يمر بها ويعرف في هذه الحالة بالانعطاف الإيجابي، وقد ينحرف الطريق ليتفادى عوائق طبيعية في المنطقة التي يمر بها كالمرتفعات ، والغابات، والمجاري المائية والمناطق الزراعية ويعرف في هذه الحالة بالانعطاف السلبى لمزيد من التفاصيل يراجع: (سعيد عبدة، ١٩٨٩، ص١١١).

[٢] مؤشر الانعطاف = $\frac{\text{الطول الفعلي للطريق}}{\text{الطول المستقيم للطريق}} \times ١٠٠$

كلما اقتربت قيمة المؤشر من ١٠٠٪ فهذا يشير إلى أن الطريق أكثر استقامة وبالتالي تزداد كفاءته، بينما إذا زادت قيمة المؤشر عن ١٠٠٪ فهذا يشير إلى أن الطريق أكثر تعرجًا وبالتالي تقل كفاءته. ولمزيد من التفاصيل يُراجع : -

1-(Dalton, R., and others, 1980,P.27)

2- (Davis, P., 1977,PP.47 -49)

جدول(٣) مؤشر انعطافات الطرق المرصوفة في الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م

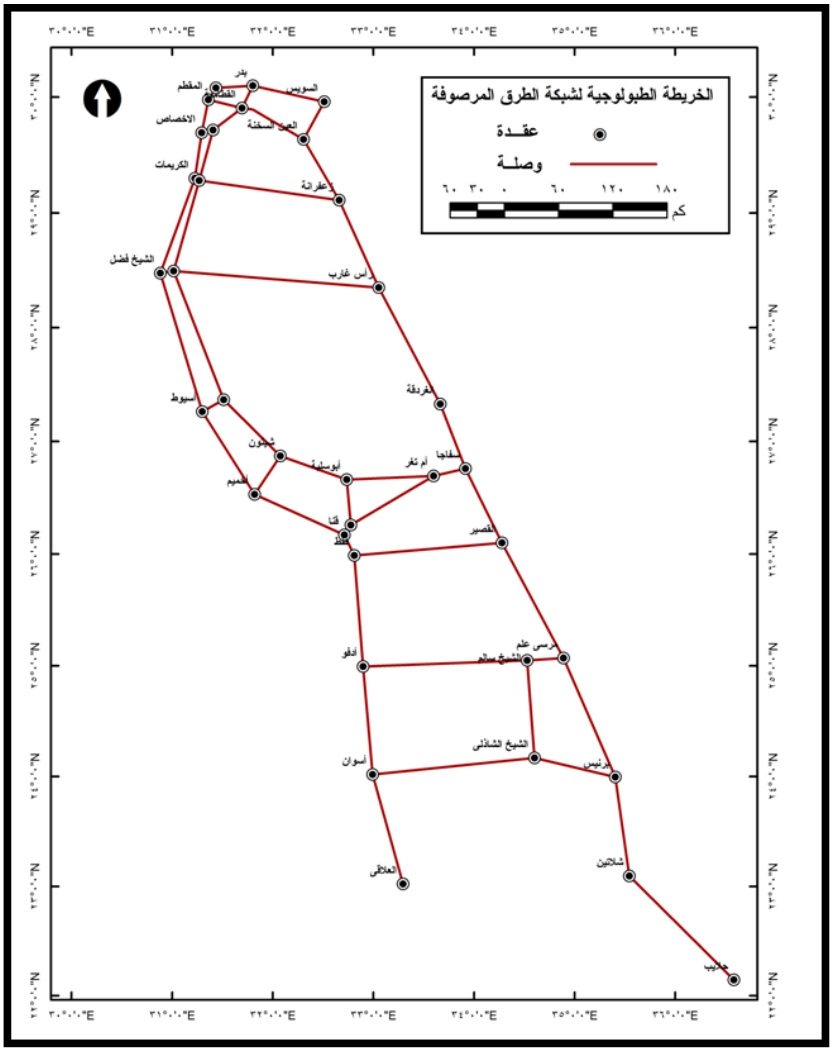
م	اسم الطريق	الطول(كم)		مؤشر الانعطاف(٪)
		الفعلي	المستقيم	
١	القاهرة السويس	١١٢,٢١	١٠٤,٦١	١٠٧,٣
٢	القاهرة العين السخنة	١٠٦,٧٤	٩٨,٩٨	١٠٧,٨
٣	الزعفرانة الكريمات	١٦٢,٤٣	١٤١,٠١	١١٥,٢
٤	رأس غارب (الشيخ فضل)	٢٤٣,٠٦	٢١٦,٩٨	١١٢
٥	سفاجا قنا	١٧٩,١٨	١٥٢,٤	١١٧,٦
٦	القصير قفط	١٧٤,٨٣	١٤٧,٤٤	١١٨,٦
٧	مرسى علم أدفو	٢٢٠,١٨	٢٠١,٠٨	١٠٩,٥
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلي	١١٣,٠١	٩٧,٦٥	١١٥,٧
٩	برنيس أسوان	٣٢٤,٠٢	٢٥٢,٦٩	١٢٨,٢
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوي	٣٣٠,٤٧	٢٨٠,٠٧	١١٨
١١	البحر الاحمر الصعيد	٣٧٨,١٦	٣٠١,٣٧	١٢٥,٥
١٢	الطريق الساحلي(السويس حلايب)	١١١٢,٠٩	١٠٢٤,٩٧	١٠٨,٥
١٣	القاهرة أسوان	٨٥٨,١٩	٧٢١,٥١	١١٨,٩
١٤	أسوان العلاقي ومصنع الحديد	١٥٢,٧٨	١٣٢,٥١	١١٥,٣
١٥	طرق أخرى	١٠٤,٠٦	٨٩,٣٩	١١٦,٤

المصدر: القياس من الخريطة الرقمية للصحراء الشرقية باستخدام برنامج ArcGIS

تتباين الطرق المرصوفة في الصحراء الشرقية من حيث درجة انعطافها؛ حيث زادت بشكل ملحوظ على بعض الطرق وانخفضت على البعض الآخر؛ لذلك يمكن تقسيم طرق الشبكة طبقاً للمؤشر العام للانعطاف (١١٥٪) إلى مجموعتين رئيسيتين؛ هما:

أ - المجموعة الأولى: هي الطرق التي يزيد مؤشر انعطافها عن المؤشر العام(١١٥٪)، وتضم ما يعادل ٦٠,٨ ٪ من جملة أطوال الطرق الموجودة بالصحراء الشرقية؛ وبلغت جملة أطوالها الفعلية ٢٧٧٧,١٣كم، بينما بلغت جملة أطوالها المستقيمة٢٣١٦,٠٤كم، ومن ثم فقد بلغ المؤشر العام لانعطافها١١٩,٩٪؛ وترجع زيادة درجة الانعطاف بها إلى أن معظمها يمر داخل شبكة الأودية في المناطق الجبلية؛ ومن ثم فقد ارتبطت مساراتها بانعطافات هذه الأودية؛ وقد ظهر ذلك بشكل واضح في طرق: برنيس أسوان، البحر الأحمر الصعيد، القصير قفط، سفاجا قنا؛ حيث بلغ مؤشر الانعطاف على كل منهم على التوالي(١٢٨,٢٪، ١٢٥,٥٪، ١١٧,٦٪).

زادت درجة انعطاف بعض الطرق مثل طريق القاهرة أسوان (١١٨,٩٪)؛ وذلك ليخدم أكبر قدر من المراكز العمرانية التي يمر بها شرق النيل من جهة بالإضافة إلى تأثره بانحناءات المجرى في كثير من أجزائه من جهة أخرى؛ وبخاصة في المنطقة الممتدة ما بين مدينتي أسيوط أسوان؛ التي تضم وصلتي أسيوط قنا، وقنا أسوان؛ وقد بلغ المؤشر العام لانعطاف كل منهما ١٣٠,٨٪، ١٢٠,٦٪ على التوالي، وقد ظهر الانعطاف بشكل واضح على هذا الطريق في المنطقة الممتدة حول ثنية قنا؛ التي تعد من أكبر المنعطفات في مجرى النيل بين أسوان والقاهرة.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام برنامج ArcGIS اعتماداً على شكل (١).

شكل (٢) الخريطة الطبولوجية لشبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

ب - المجموعة الثانية: وهى الطرق التي يقل مؤشر انعطافها عن المؤشر العام(١١٥٪)، وهى تضم خمسة طرق؛ هي: رأس غارب الشيخ فضل، مرسى علم أدفو، الساحلي(السويس حلايب)، القاهرة العين السخنة، القاهرة السويس، وتشكل هذه الطرق ما يعادل ٣٩,٢ ٪ من جملة الطرق الموجودة بالمنطقة؛ وبلغت جملة أطوالها الفعلية ١٧٩٥,٠٩كم، بينما بلغت جملة أطوالها المستقيمة١٦٤٦,٦٢كم، ومن ثم فقد بلغ المؤشر العام لانعطافها١٠٩,٠٢٪؛ ويرجع انخفاض مؤشر انعطافها مقارنة بطرق المجموعة السابقة إلى مرور العديد منها بمناطق سهلية وهضبية؛ مما ساعد على تقليل درجة الانعطاف في أجزاء كبيرة منها؛ وظهر ذلك بشكل واضح في الطريق الساحلي(السويس حلايب)، وطريق القاهرة السويس؛ وقد بلغ مؤشر انعطاف كل منهما على التوالي(١٠٨,٥٪ ، ١٠٧,٣٪).

٢ - توزيع أنواع المنعطفات بشبكة الطرق المرصوفة:

تتباين أشكال المنعطفات الموجودة بشبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية تبعاً لخصائصها الهندسية وطبيعة المنطقة التي يمر بها الطريق؛ ومن ثم يتباين تأثيرها وخطورتها على حركة المركبات العابرة لمحاورها، ويوضح الجدول(٤)، والشكلين(٣ ، ٤) ما يلي:-

أن المنعطفات الموجودة بالطرق المرصوفة بلغ عددها ١٠٩٣منعطفاً؛ وهى تتباين فى نوعها وتوزيعها الجغرافى من طريق لآخر؛ ويمكن تقسيمها إلى أربعة أنواع رئيسة(١):

أ - **منعطفات بسيطة:** هي عبارة عن انحناءات بسيطة في جسم الطريق؛ على شكل جزء من دائرة يمس الجزئين المستقيمين المتقاطعين معه؛ ويعد هذا النوع من المنعطفات أبسطها وأقلها خطورة على حركة المركبات، وقد بلغ عددها ٣٥٧منعطفاً بنسبة ٣٢,٧٪ من جملة المنعطفات الموجودة بالطرق المرصوفة، ويتباين توزيعها من طريق لآخر؛ حيث تركزت بشكل واضح على الطريق الساحلي(السويس – حلايب)، وطريق القاهرة أسوان؛ فقد استحوذا معاً على ما يعادل نصف عدد المنعطفات البسيطة الموجودة بالشبكة بنسبة ٥٠,٢٪ ؛ ويرجع ذلك إلى عدة أسباب يأتي في مقدمتها: زيادة طول كل منهما مقارنة بباقي الطرق؛ حيث شكلا معاً ما يعادل ٤٣,١٪ من جملة أطوال الطرق المرصوفة؛ هذا بالإضافة إلى مرورهما بمناطق سهلية شبه مستوية؛ حيث يقع الأول في منطقة السهل الساحلي على البحر الأحمر، أما الثاني فيمتد في منطقة السهل الفيضي شرق نهر النيل، لذا فمعظم المنعطفات بهما هي انعطافات ايجابية بسيطة لتجمع أكبر قدر من المراكز العمرانية التي يمر بها كل

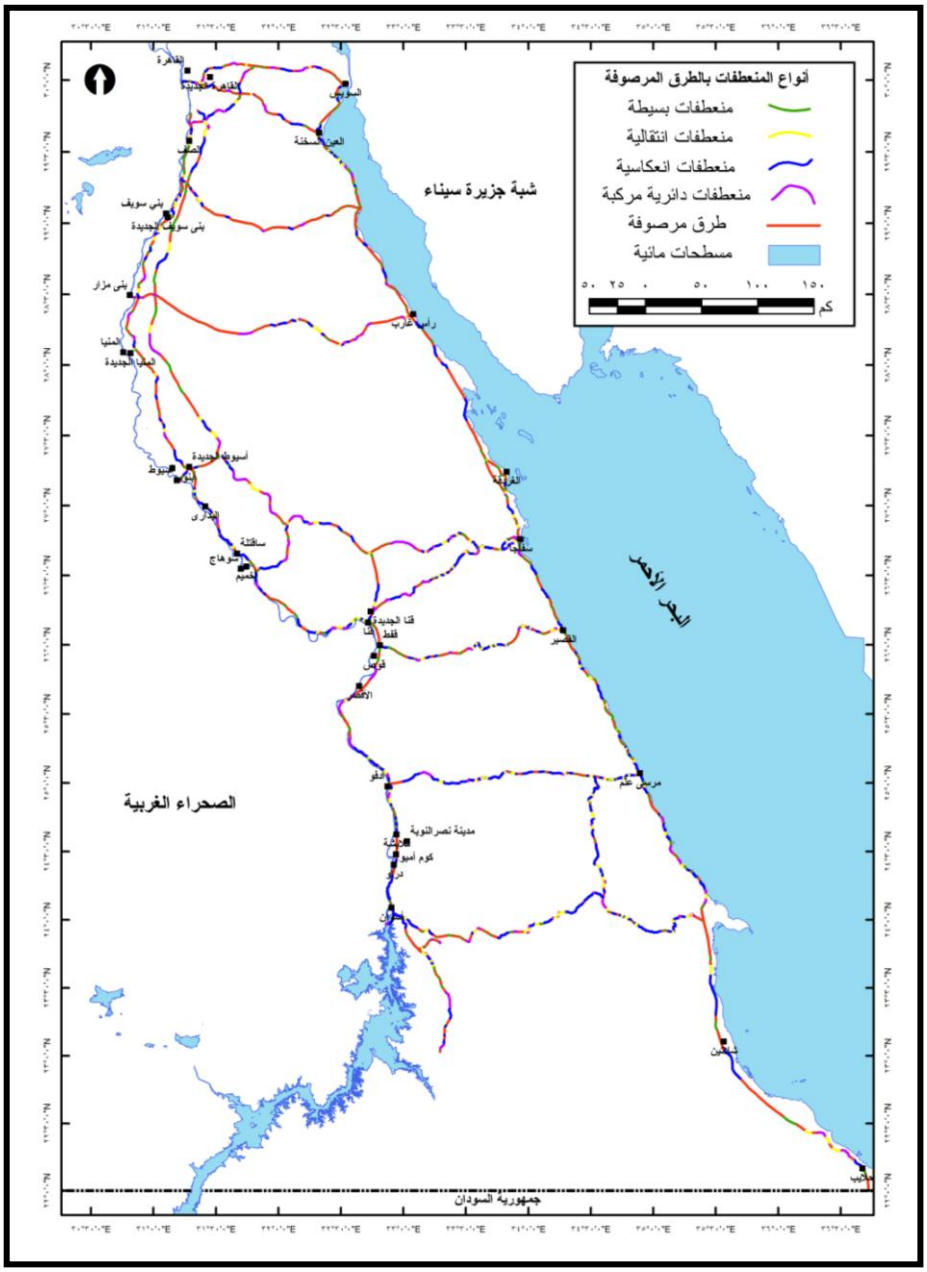
(١) تم الاعتماد على التصنيف الذى وضعته وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، الكود المصرى لأعمال الطرق الحضرية والخلوية، الجزء الثالث، التصميم الهندسى، الطبعة الأولى، ١٩٩٨، ص٢٦-٣٠.

منهما، واحتل طريق الزعفرانة الكريمات الترتيب الثالث بنسبة٧,٦٪ ، أما باقى الطرق فلا تزيد نسبة المنعطفات البسيطة الموجودة بكل منها عن ٥,٦٪ من جملة المنعطفات البسيطة بالطرق.

جدول(٤) توزيع أنواع المنعطفات بشبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

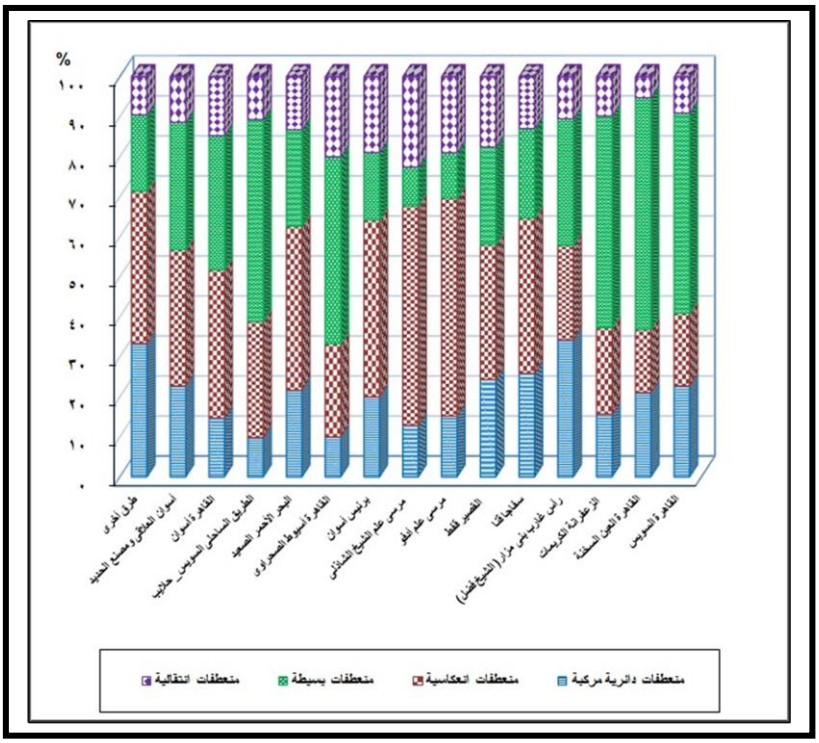
م	اسم الطريق	توزيع المنعطفات حسب النوع									
		دائرى مركب		انعكاسى		بسيط		انتقالى		الجملة	
		عدد	٪	عدد	٪	عدد	٪	عدد	٪	عدد	٪
١	القاهرة السويس	٥	٢,٦	٤	١	١١	٣,١	٢	١,٣	٢٢	٢
٢	القاهرة العين السخنة	٤	٢,١	٣	٠,٨	١١	٣,١	١	٠,٧	١٩	١,٧
٣	الزعفرانة الكريمات	٨	٤,١	١١	٢,٨	٢٧	٧,٦	٥	٣,٣	٥١	٤,٧
٤	رأس غارب الشيخ فضل	١٣	٦,٧	٩	٢,٣	١٢	٣,٤	٤	٢,٦	٣٨	٣,٥
٥	سفاجا قنا	٢٢	١١,٣	٣٣	٨,٥	١٩	٥,٣	١١	٧,٢	٨٥	٧,٨
٦	القصير قفط	١٨	٩,٣	٢٥	٦,٤	١٨	٥	١٣	٨,٥	٧٤	٦,٨
٧	مرسى علم أدفو	١٢	٦,٢	٤٣	١١,١	٩	٢,٥	١٥	٩,٨	٧٩	٧,٢
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلى	٤	٢,١	١٧	٤,٤	٣	٠,٨	٧	٤,٦	٣١	٢,٨
٩	برنيس أسوان	١٩	٩,٨	٤٢	١٠,٨	١٦	٤,٥	١٨	١١,٨	٩٥	٨,٧
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوى	٣	١,٥	٧	١,٨	١٤	٣,٩	٦	٣,٩	٣٠	٢,٧
١١	البحر الأحمر الصعيد	١٨	٩,٣	٣٤	٨,٧	٢٠	٥,٦	١١	٧,٢	٨٣	٧,٦
١٢	الساحلى (السويس حلايب)	٢٢	١١,٣	٦٥	١٦,٧	١١٣	٣١,٧	٢٤	١٥,٧	٢٢٤	٢٠,٥
١٣	القاهرة أسوان	٢٩	١٤,٩	٧٣	١٨,٨	٦٦	١٨,٥	٢٩	١٩	١٩٧	١٨
١٤	أسوان العلاقى ومصنع الحديد	١٠	٥,٢	١٥	٣,٩	١٤	٣,٩	٥	٣,٣	٤٤	٤
١٥	طرق أخرى	٧	٣,٦	٨	٢,١	٤	١,١	٢	١,٣	٢١	١,٩
الجملة		١٩٤	١٠٠	٣٨٩	١٠٠	٣٥٧	١٠٠	١٥٣	١٠٠	١٠٩٣	١٠٠
٪		١٧,٧	—	٣٥,٦	—	٣٢,٧	—	١٤	—	١٠٠	—

المصدر: من اعداد الباحث اعتماداً على الخريطة الرقمية للصحراء الشرقية باستخدام برنامج ArcGIS.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام أدوات الترميز Symbology ببرنامج ArcGIS.

شكل(٣) توزيع أنواع المنعطفات بشبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م



شكل(٤) التوزيع النسبى لأنواع المنعطفات بشبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

المصدر: صور الأقمار الصناعية باستخدام برنامج Google Earth Pro.

شكل(٥) نماذج لأنواع المنعطفات الموجودة بشبكة الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة عام ٢٠١٨م

ب - منعطفات دائريه مركبه: هي عبارة عن منعطفين او اكثر من المنعطفات البسيطة تربط بين جزئين مستقيمين على الطريق فى شكل أشبه بأنصاف الدوائر؛ وتعد من أكثر المنعطفات خطورة على حركة المركبات(شكل٥)، وقد بلغ عددها ١٩٤ منعطفاً بما يعادل ١٧,٧٪ محتلة بذلك الترتيب الثالث بين أنواع المنعطفات الموجودة بالشبكة، وتتوزع على معظم الطرق المرصوفة بالمنطقة؛ ولكنها زادت بشكل واضح على طرق: القاهرة أسوان، الساحلى(السويس حلايب)، سفاجا قنا، برنيس أسوان، البحر الأحمر الصعيد، القصير قفط، وتراوحت نسبتها على كل طريق بين(٩,٣٥٪ - ١٤,٩٪) من جملة المنعطفات الدائرية المركبة؛ وترجع زيادة نسبتها على هذه الطرق إلى أن معظمها يمر بمناطق جبلية وعرة؛ وبخاصة الطرق العرضية التى تخترق جبال البحر الأحمر من الشرق نحو الغرب، أما باقى الطرق فقد تراوحت نسبة هذا النوع من المنعطفات على كل منها بين(١,٥٪ - ٦,٧٪) من جملة المنعطفات الدائرية المركبة بالطرق.

ج - منعطفات انعكاسية(عكسية): هي عبارة عن تتابع لمنعطفين منعكسين متتاليين ويحملان خصائص المنعطفات البسيطة، وتعد هذه المنعطفات من أكثر الأنواع خطورة على حركة المركبات (شكل٥)؛ لذا يفضل أن يفصل بينها مسافات مستقيمة أو منعطفات انتقالية، لتقليل خطورتها على حركة المركبات، وقد انتشر هذا النوع من

المنعطفات على معظم الطرق المرصوفة؛ وقد بلغ عددها ٣٨٩ منعطفاً بنسبة ٣٥,٦٪ من جملة المنعطفات؛ وهى بذلك تحتل الترتيب الأول بين المنعطفات الموجود بالشبكة، وقد زاد عددها على بعض الطرق مثل: القاهرة أسوان، الساحلى(السويس-حلايب)، مرسى علم أدفو، برنيس أسوان، سفاجا قنا، القصير قفط؛ ويرجع ذلك إلى أن معظمها يسير فى أودية جافة ومن ثم تأثرت بشكل كبير بانحناءات الأودية التى تخترقها، أما باقى الطرق فلا تتجاوز نسبة هذا النوع من المنعطفات على كل منها ٤,٤٪ من جملة المنعطفات الانعكاسية بالطرق.

د - منعطفات انتقالية: تعرف بمنحنيات الانتقال التدريجى؛ حيث تستخدم فى الانتقال التدريجى من المسافات المستقيمة إلى المنعطفات البسيطة على الطرق، أو بين منعطفين دائريين مختلفين، وتعد من أقل المنعطفات الموجودة على الطرق؛ حيث لا تتجاوز نسبتها ١٤٪ من جملة المنعطفات، ولكن تتباين نسبتها من طريق لآخر حيث زادت بشكل واضح على الطرق التى تزيد فيها المنعطفات الدائرية؛ وذلك لتقليل الخطورة على حركة النقل عند عبور محاورها، ومن أهمها طرق: برنيس أسوان، مرسى علم أدفو ، القصير قفط، البحر الأحمر الصعيد، سفاجا قنا.

٣ - تحليل كثافة المنعطفات على الطرق

يعد تحليل كثافة المنعطفات من المعايير المهمة التى تعكس الحجم الفعلى للمنعطفات بالنسبة للكيلو متر الطولى من الطرق؛ ومن ثم يتضح كثافة المنعطفات بكل طريق مقارنة بغيره من باقى الطرق المرصوفة.

يتضح من خلال تحليل بيانات جدول(٥)، وشكل(٦)؛ أن الكثافة العامة لمنعطفات شبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية بلغت ١٢منعطف/٥٠كم، وتتباين كثافة المنعطفات على الطرق المرصوفة تبعاً لنوع الطريق وطبيعة المنطقة التى يمر بها، لذلك يمكن تقسيم طرق منطقة الدراسة تبعاً للمتوسط العام لكثافة المنعطفات بها إلى ثلاث فئات رئيسة؛هى:

أ - طرق ترتفع فيها كثافة المنعطفات.

هى الطرق التى تزيد كثافة المنعطفات عليها مقارنة بباقى طرق منطقة الدراسة، وتضم أربعة طرق؛ هى: سفاجا قنا، القصير قفط، مرسى علم أدفو، الزعفرانة الكريمات، وبلغ عدد المنعطفات بها ٢٨٩منعطفاً، بينما بلغت جملة أطوالها ٧٣٦,٧كم، ومن ثم فقد بلغ المتوسط العام لكثافة المنعطفات بها ٢٠منعطفاً/٥٠كم؛ وترجع زيادة كثافة المنعطفات عليها إلى مرورها بمناطق جبلية وهضبية، حيث تمتد جميعها بين الشرق والغرب فى وسط الصحراء الشرقية مخترقة لجبال البحر الأحمر والهضاب المحيطة بها؛ ومن ثم تأثرت بشكل كبير بانعطافات الأودية التى تخترقها، ويؤكد ذلك زيادة كثافة المنعطفات الانعكاسية التى تشكل خطورة على حركة المركبات على معظمها؛ حيث بلغت كثافة المنعطفات الانعكاسية على طرق هذه الفئة (٨منعطفاً/٥٠كم)، بينما تراوحت كثافة باقى أنواع المنعطفات بين (٣-٥منعطفاً/٥٠كم).

ب - طرق تتوسط فيها كثافة المنعطفات.

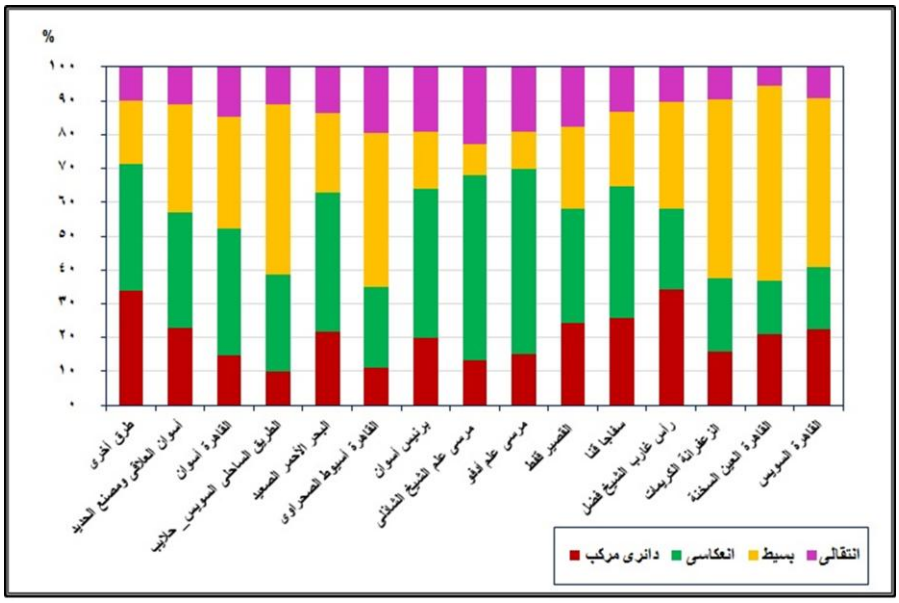
تشمل هذه الفئة الطرق التى تتراوح كثافة المنعطفات بها؛(١٠-١٥منعطفاً/٥٠كم) ، وتضم عدة طرق؛ أبرزها: برنيس أسوان، أسوان العلاقى، مرسى علم الشيخ الشاذلى، القاهرة أسوان، السويس حلايب وغيرها، وقد بلغ عدد المنعطفات الموجودة بها ٥٢٥منعطفاً، وبلغت جملة أطوالها ٢٤٥٢,٥كم، ومن ثم فقد بلغ المتوسط العام لكثافة المنعطفات بها ١١منعطفاً/٥٠كم ؛ وتأثرت معظم هذه الانعطافات بطبيعة السطح فى المناطق التى تخترقا وبخاصة فى الطرق التى تمتد فى المناطق الجبلية والهضبية، كما أن بعضها انعطف ايجابياً ليجمع العديد من المراكز العمرانية التى يمر بها؛ وبخاصة الطرق التى تخترق مناطق سهلية ومن أبرزها طريق القاهرة أسوان.

تباينت كثافة أنواع المنعطفات على طرق هذه الفئة، حيث بلغ متوسط كثافة المنعطفات البسيطة والانعكاسية ٤ منعطفاً/٥٠كم، وقد زادت كثافة المنعطفات الانعكاسية بشكل واضح على طرق: مرسى علم الشيخ الشاذلى، برنيس أسوان؛ وتراوحت بين(٦,٥-٧,٥منعطفاً/٥٠كم)، بينما زادت كثافة المنعطفات البسيطة بشكل واضح على طريق السويس حلايب(الساحلى) وبلغت ٥,١منعطفاً/٥٠كم ، وانخفضت كثافة باقي المنعطفات(الانتقالية ، والدائرية المركبة) وتراوحت كثافتها بين(١ - ١,٥منعطفاً/٥٠كم).

جدول (٥) كثافة المنعطفات على الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م

م	اسم الطريق	الطول (كم)	كثافة المنعطفات حسب النوع(منعطف /٥٠كم)									
			دائرى مركب		انعكاسى		بسيط		انتقالى		الجملة	
			عدد	الكثافة	عدد	الكثافة	عدد	الكثافة	عدد	الكثافة	عدد	الكثافة
١	القاهرة السويس	١١٢,٢	٥	٢,٢	٤	١,٨	١١	٤,٩	٢	٠,٩	٢٢	٩,٨
٢	القاهرة العين السخنة	١٠٦,٧	٤	١,٩	٣	١,٤	١١	٥,٢	١	٠,٥	١٩	٨,٩
٣	الزعفرانة الكريمات	١٦٢,٤	٨	٢,٥	١١	٣,٤	٢٧	٨,٣	٥	١,٥	٥١	١٥,٧
٤	رأس غارب (الشيخ فضل)	٢٤٣,١	١٣	٢,٧	٩	١,٩	١٢	٢,٥	٤	٠,٨	٣٨	٧,٨
٥	سفاجا قنا	١٧٩,٢	٢٢	٦,١	٣٣	٩,٢	١٩	٥,٣	١١	٣,١	٨٥	٢٣,٧
٦	القصير قفط	١٧٤,٨	١٨	٥,١	٢٥	٧,١	١٨	٥,١	١٣	٣,٧	٧٤	٢١,٢
٧	مرسى علم أدفو	٢٢٠,٢	١٢	٢,٧	٤٣	٩,٨	٩	٢,٠	١٥	٣,٤	٧٩	١٧,٩
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلى	١١٣,٠	٤	١,٨	١٧	٧,٥	٣	١,٣	٧	٣,١	٣١	١٣,٧
٩	برنيس أسوان	٣٢٤,٠	١٩	٢,٩	٤٢	٦,٥	١٦	٢,٥	١٨	٢,٨	٩٥	١٤,٧
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوى	٣٣٠,٥	٣	٠,٥	٧	١,١	١٤	٢,١	٦	٠,٩	٣٠	٤,٥
١١	البحر الأحمر الصعيد	٣٧٨,٢	١٨	٢,٤	٣٤	٤,٥	٢٠	٢,٦	١١	١,٥	٨٣	١١,٠
١٢	الطريق الساحلى السويس_ حلايب	١١١٢,١	٢٢	١,٠	٦٥	٢,٩	١١٣	٥,١	٢٤	١,١	٢٢٤	١٠,١
١٣	القاهرة أسوان	٨٥٨,٢	٢٩	١,٧	٧٣	٤,٣	٦٦	٣,٨	٢٩	١,٧	١٩٧	١١,٥
١٤	أسوان العلاقى ومصنع الحديد	١٥٢,٨	١٠	٣,٣	١٥	٤,٩	١٤	٤,٦	٥	١,٦	٤٤	١٤,٤
١٥	طرق أخرى	١٠٤,١	٧	٣,٤	٨	٣,٨	٤	١,٩	٢	١,٠	٢١	١٠,١
الجملة		٤٥٧١,٤	١٩٤	٢,١	٣٨٩	٤,٣	٣٥٧	٣,٩	١٥٣	١,٧	١٠٩٣	١٢,٠

المصدر: الأطوال مقاسة من الخريطة الرقمية للصحراء الشرقية باستخدام برنامج ArcGIS، وتم حساب الكثافة باستخدام برنامج Excel من خلال المعادلة 50*(D1 /C1) حيث أن D1 = عدد المنعطفات حسب النوع ، C1 = طول الطريق، ٥٠كم ثابت.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على جدول(٤)

شكل(٦) التوزيع النسبى لكثافة المنعطفات على الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م

ج - طرق تنخفض فيها كثافة المنعطفات.

هى الطرق التى تقل كثافة المنعطفات عليها مقارنة بباقى طرق المنطقة؛ حيث تقل كثافة المنعطفات بها عن ١٠منعطفاً/٥٠كم، وتضم أربعة طرق؛ هى: القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، رأس غارب الشيخ فضل، القاهرة أسيوط الصحراوى، وبلغ عدد المنعطفات بها ١٠٩منعطفاً، وبلغت جملة أطوالها ٧٩٢,٥كم، ومن ثم فقد بلغ المتوسط العام لكثافة المنعطفات بها ٧منعطفاً/٥٠كم؛ ويرجع انخفاض كثافة المنعطفات بها إلى مرورها بمناطق سهلية وهضبية، وبخاصة طريق القاهرة السويس، وطريق القاهرة العين السخنة، وطريق القاهرة أسيوط الصحراوى؛ وانعكس ذلك أيضاً على كثافة أنواع المنعطفات بهذه الطرق؛ حيث زادت كثافة المنعطفات البسيطة عليها مقارنة بباقي المنعطفات؛ وبلغ متوسط كثافتها(٣منعطفاً/٥٠كم)، بينما تراوحت كثافة باقى أنواع المنعطفات بين(٠,٥-١,٥منعطفاً/٥٠كم).

٤- تحليل الأبعاد الهندسية لمنعطفات الطرق المرصوفة.

تعد الأبعاد الهندسية للمنعطفات من العناصر الأساسية التى يتم وضعها فى الاعتبار عن تخطيط وتصميم الطرق المرصوفة؛ لما لها من دور مؤثر فى حركة وسرعة المركبات؛ لذلك قام الباحث بقياس الأبعاد الهندسية لمنعطفات الطرق المرصوفة باستخدام أدوات القياس ببرنامج ArcGIS لتحديد خصائصها؛ وقد شملت هذه الأبعاد الهندسية ما يلى:-

- **طول المنعطف:** وهو عبارة عن المسافة بين طرفى الجزء المنعطف.
- **اتساع المنعطف:** هو أقصى اتساع للمنعطف ويقاس عمودياً على محوره.
- **طول محور المنعطف:** طول الطريق(الجزء المنعطف) ماراً بمحورة.

وفيما يلى دراسة تحليلية لهذه الأبعاد:-

أ – أطوال منعطفات الطرق المرصوفة

يتضح من خلال تحليل بيانات جدول(٦) أن المتوسط العام لأطوال منعطفات الطرق المرصوفة بصحراء مصر الشرقية بلغ ١٩٤١,٩ متراً، ويزيد هذا المتوسط على بعض الطرق مثل: القاهرة أسيوط الصحراوى، مرسى علم الشيخ الشاذلى، البحر الأحمر الصعيد، برنيس أسوان؛ وقد بلغ متوسط أطوال المنعطفات عليها (٥٨٧٩,٢ ، ٢٥٣٩,٢ ، ٢٤١٦,٣ ، ٢١٥٦,٧) متراً على الترتيب.

يقل متوسط أطوال المنعطفات على بعض الطرق ومن أهمها: الزعفرانة الكريمات، سفاجا قنا، القصير قفط، أسوان العلاقى، رأس غارب الشيخ فضل؛ حيث بلغ متوسط أطوال المنعطفات بكل منها على التوالى(٤٩٥,٥م، ١٠٨٩,٨، ١٠٩٥,٢، ١٣٩٧,١ ، ١٤١٨,٤) متراً، أما باقى الطرق فقد أقترب متوسط أطوال المنعطفات بها من المتوسط العام للمركز؛ ويرجع هذا التباين فى قيم متوسطات أطوال المنعطفات على الطرق إلى تباين خصائص السطح بالمنطقة التى يمر بها كل طريق؛ وأبرزها: درجة التضرس، ودرجة الانحدار واتجاهاته، وكذلك درجة انعطاف الأودية كما سبق الذكر.

وبدراسة جدول(٧) وشكل(٧) اللذان يوضحان التوزيع التكرارى لأطوال منعطفات الطرق بمنطقة الدراسة ؛ يلاحظ أن أكثر الفئات تكراراً هى الفئة بين(٥٠٠-١٠٠٠) متر؛ إذ بلغت تكراراتها ٢٣٣ منعطفاً؛ تمثل ٢١,٣٪ من جملة عدد المنعطفات.

أما أقل الفئات تكراراً؛ فمثلت فى الفئتين(٤٠٠٠-٤٥٠٠) متر، (٤٥٠٠-٥٠٠٠) متر؛ فلا تتجاوز نسبة التكرارات بكل منهما على التوالى عن ١,٩٪، ١,٤٪ من جملة المنعطفات الموجودة بالطرق المرصوفة.

جدول(٦) متوسطات الأبعاد الهندسية لمنعطفات الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م

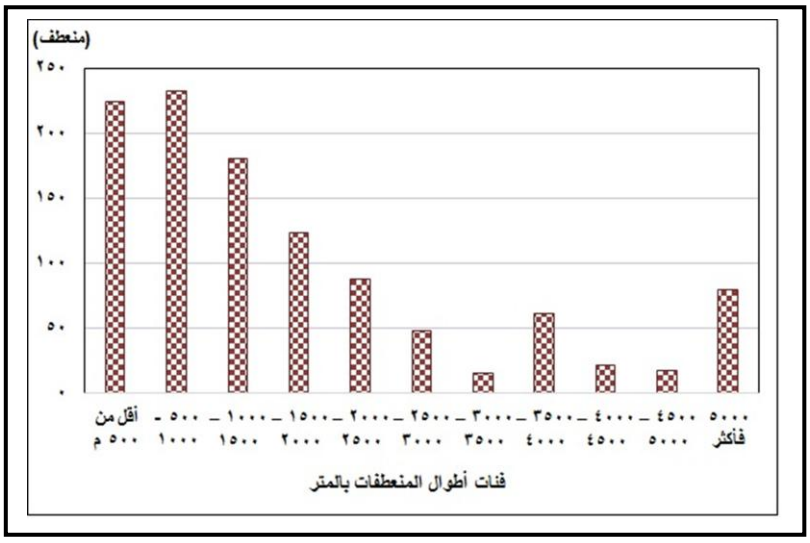
م	اسم الطريق	متوسطات أبعاد المنعطفات / متر			جملة عدد المنعطفات
		طول المنعطف	اتساع المنعطف	طول المحور	
١	القاهرة السويس	٢٠٣٦,٤	١٣٧	٢٠٧٦	٢٢
٢	القاهرة العين السخنة	١٨٠٠,٥	١١٥,٨	١٩٣٩,٩	١٩
٣	الزعفرانة الكريمات	٤٩٥,٥	٣٩	٥٣١,٧	٥١
٤	رأس غارب (الشيخ فضل)	١٤١٨,٤	٦٧,٢	١٤٤٤	٣٨
٥	سفاجا قنا	١٠٨٩,٨	١٠٦,٤	١١٥٨,٨	٨٥
٦	القصير قفط	١٠٩٥,٢	١٤٦,٩	١١٨٥,٣	٧٤
٧	مرسى علم أدفو	١٧١٥,٩	١٥٠,٤	١٨١٥,٧	٧٩
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلى	٢٥٣٩,٢	٢٨٧,٨	٢٨١١,٦	٣١
٩	برنيس أسوان	٢١٢٦,٧	٢٢٢,٩	٢٢٦٩	٩٥
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوى	٥٨٧٩,٢	٥٦٨,٥	٦١٣٠	٣٠
١١	البحر الاحمر الصعيد	٢٤١٦,٣	٣٢٥,٨	٢٦١٦,١	٨٣
١٢	الطريق الساحلى(السويس حلايب)	٢٠٤٦,٥	١٩٤	٢١٣٧,٧	٢٢٤
١٣	القاهرة أسوان	٢١١٠,٢	٢١٨,٧	٢٢٢٦,١	١٩٧
١٤	أسوان العلاقى ومصنع الحديد	١٣٩٧,١	١٦١	١٤٨٤,٢	٤٤
١٥	طرق أخرى	٢٩٤٤,٦	٣١٥,٩	٣٠٧٧,٩	٢١
--	المتوسط العام	١٩٤١,٩٢	١٩٧,٦	٢٠٥٤,٢	---

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على القياس من الخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS ، متوسط أبعاد المنعطفات = مجموع أطوال الأبعاد(طول المنعطف- اتساع المنعطف – طول المحور) لكل طريق ÷ عدد المنعطفات الموجود عليه.

جدول(٧) التوزيع التكرارى لفئات الأبعاد الهندسية لمنعطفات الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م

حسب أطوال المنعطفات بالمتر			حسب اتساع المنعطفات بالمتر			حسب أطوال محاور المنعطفات بالمتر		
الفئات	التكرارات		الفئات	التكرارات		الفئات	التكرارات	
	عدد	٪	عدد	عدد	٪		عدد	٪
أقل من ٥٠٠ م	٢٢٥	٢٠,٦	أقل من ٥٠ م	٣٥٧	٣٢,٧	أقل من ٥٠٠ م	٢١٣	١٩,٥
٥٠٠ - ١٠٠٠	٢٣٣	٢١,٣	٥٠ - ١٠٠	٢٠٨	١٩	٥٠٠ - ١٠٠٠	٢١٨	١٩,٩
١٠٠٠ – ١٥٠٠	١٨١	١٦,٦	١٠٠ – ١٥٠	١٤٢	١٣	١٠٠٠ – ١٥٠٠	١٨١	١٦,٦
١٥٠٠ – ٢٠٠٠	١٢٤	١١,٣	١٥٠ – ٢٠٠	٨٢	٧,٥	١٥٠٠ – ٢٠٠٠	١٢٤	١١,٣
٢٠٠٠ – ٢٥٠٠	٨٨	٨,١	٢٠٠ – ٢٥٠	٦٢	٥,٧	٢٠٠٠ – ٢٥٠٠	٩٣	٨,٥
٢٥٠٠ – ٣٠٠٠	٤٨	٤,٤	٢٥٠ – ٣٠٠	٤٠	٣,٧	٢٥٠٠ – ٣٠٠٠	٥٧	٥,٢
٣٠٠٠ – ٣٥٠٠	١٥	١,٤	٣٠٠ – ٣٥٠	٣٤	٣,١	٣٠٠٠ – ٣٥٠٠	٤٠	٣,٧
٣٥٠٠ – ٤٠٠٠	٦١	٥,٦	٣٥٠ – ٤٠٠	٣٧	٣,٤	٣٥٠٠ – ٤٠٠٠	٣٦	٣,٣
٤٠٠٠ – ٤٥٠٠	٢١	١,٩	٤٠٠ – ٤٥٠	٢٥	٢,٣	٤٠٠٠ – ٤٥٠٠	٢٣	٢,١
٤٥٠٠ – ٥٠٠٠	١٧	١,٦	٤٥٠ – ٥٠٠	١٥	١,٤	٤٥٠٠ – ٥٠٠٠	١٨	١,٦
٥٠٠٠ فأكثر	٨٠	٧,٣	٥٠٠ فأكثر	٩١	٨,٣	٥٠٠٠ فأكثر	٩٠	٨,٢
الجملة	١٠٩٣	١٠٠	الجملة	١٠٩٣	١٠٠	الجملة	١٠٩٣	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على القياس من الخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى باستخدام برنامج Excel.



المصدر من إعداد الباحث اعتماداً على جدول (٧)

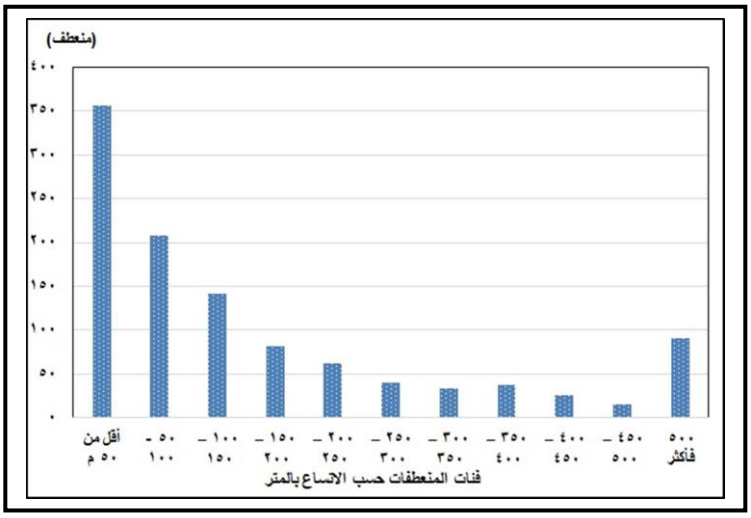
شكل(٧) توزيع فئات أطوال منعطفات الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م .

ب– اتساع المنعطفات

ينعكس اتساع منعطفات الطرق المرصوفة على أطوال محاورها؛ فكلما زاد اتساع المنعطف كلما زاد طول محوره؛ ويتضح من خلال تحليل بيانات جدول(٦) أن المتوسط العام لعرض المنعطفات بلغ ١٩٧,٦متراً؛ و يتباين ذلك من طريق لآخر؛ حيث زاد متوسط عرض المنعطفات على عدة طرق أبرزها: القاهرة أسيوط الصحراوى، البحر الأحمر الصعيد، مرسى علم الشيخ الشاذلى، برنيس أسوان؛ وبلغ متوسط عرض المنعطفات بكل منها على التوالى(٥٦٨,٥ ، ٣٢٥,٨ ، ٢٨٧,٨ ، ٢٢٢,٩) متراً.

فى حين قل متوسط عرض المنعطفات ببعض الطرق ومن أهمها: القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، سفاجا قنا، رأس غارب الشيخ فضل، الزعفرانة الكريمات، وبلغ متوسط عرض المنعطفات بها(١٣٧ ، ١١٥,٨ ، ١٠٦,٤ ، ٦٧,٢ ، ٣٩) متراً على الترتيب.

ويتضح من خلال التوزيع التكرارى لفئات اتساع المنعطفات الموضحة بجدول(٧)، وشكل(٨)؛ تفوق الفئة التى يقل فيها عرض المنعطفات عن ٥٠متراً؛ حيث ضمت ٣٥٧ تكراراً بنسبة ٣٢,٧٪ من جملة المنعطفات، يليها الفئة التى يتراوح عرض المنعطفات بها بين (٥٠-١٠٠) متر بما يعادل ١٩٪ ، أما أقل الفئات تكراراً فهى الفئة التى تتراوح بين (٤٥٠-٥٠٠) متر؛ حيث لاتشكل سوى ١,٤٪ فقط من جملة المنعطفات الموجودة بالطرق.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على جدول(٧)

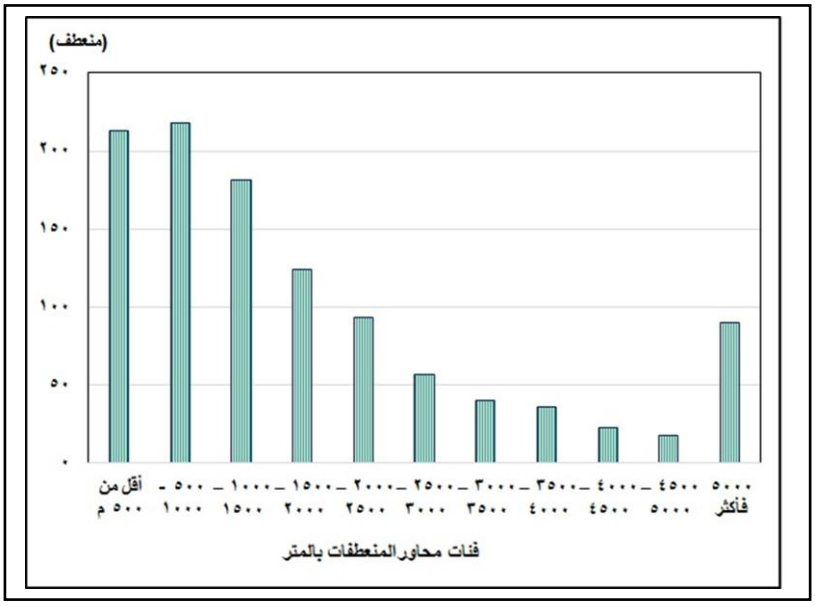
شكل(٨) توزيع فئات اتساع المنعطفات بالطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م .

ج – أطوال محاور المنعطفات

يتضح من خلال جدول(٦) أن متوسط طول محاور منعطفات الطرق المرصوفة بالمنطقة بلغ ٢٠٥٤,٢ متراً؛ ويتباين هذا المتوسط من طريق لآخر، حيث زاد على بعض الطرق مثل: القاهرة أسيوط الصحراوى، مرسى علم الشيخ الشاذلى، البحر الأحمر الصعيد، وبلغ (٦١٣٠ ، ٢٨١١,٦ ، ٢٦١٦,١) متراً على الترتيب؛ وانخفض على بعض الطرق مثل: طريق الزعفرانة الكريمات؛ وبلغ ٥٣١,٧متراً، أما باقى الطرق المرصوفة فتراوح متوسط أطوال محاور المنعطفات عليها بين (١١٥٨,٨-٢٢٦٩) متراً.

ويتضح من خلال جدول التوزيع التكرارى لمحاور المنعطفات(جدول٧) وشكل(٩)، أن أعلى فئة تكراراً هى الفئة بين (٥٠٠-١٠٠٠) متر؛ حيث تضم هذه الفئة ٢١٨منعطفاً بما يعادل ١٩,٩٪ ؛ تليها الفئة التى يقل أطوال محاور المنعطفات بها عن ٥٠٠ متراً وتضم ٢١٣منعطفاً بنسبة ١٩,٥٪ من جملة المنعطفات.

أما أقل الفئات تكراراً فهى الفئة التى يتراوح أطوال محاور المنعطفات بها بين (٤٥٠٠-٥٠٠٠)متر؛ فهى لاتضم سوى ١٨منعطفاً بنسبة ١,٦٪ فقط من جملة المنعطفات بالطرق.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على جدول(٧)

شكل(٩) توزيع فئات أطوال محاور المنعطفات بالطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م .

د – درجة تقوس المنعطفات.

يعد قياس درجة تقوس المنعطفات من المقاييس المهمة لتحديد مدى انحناء محاورها ومن ثم تحديد مدى خطورتها على حركة النقل؛ فكلما زادت درجة تقوس المنعطف كلما شكل ذلك خطورة حركة المركبات العابرة لمحورة؛ ويمكن قياس درجة تقوس المنعطفات من خلال العلاقة بين اتساع المنعطف وطوله؛ والتى ترتبط بشكل مباشر بنوع المنعطف وطبيعة سطح المنطقة التى يمر بها.

ويتضح من خلال تحليل بيانات جدول(٨) وشكل(١٠) تباين منعطفات الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة من حيث درجة تقوسها، كما تختلف نسبتها من طريق لآخر؛ ولذلك يمكن تقسيم هذه المنعطفات من حيث نسبة التقوس لكل منها إلى الفئات التالية:-

- منعطفات نسبة تقوسها عالية جداً.

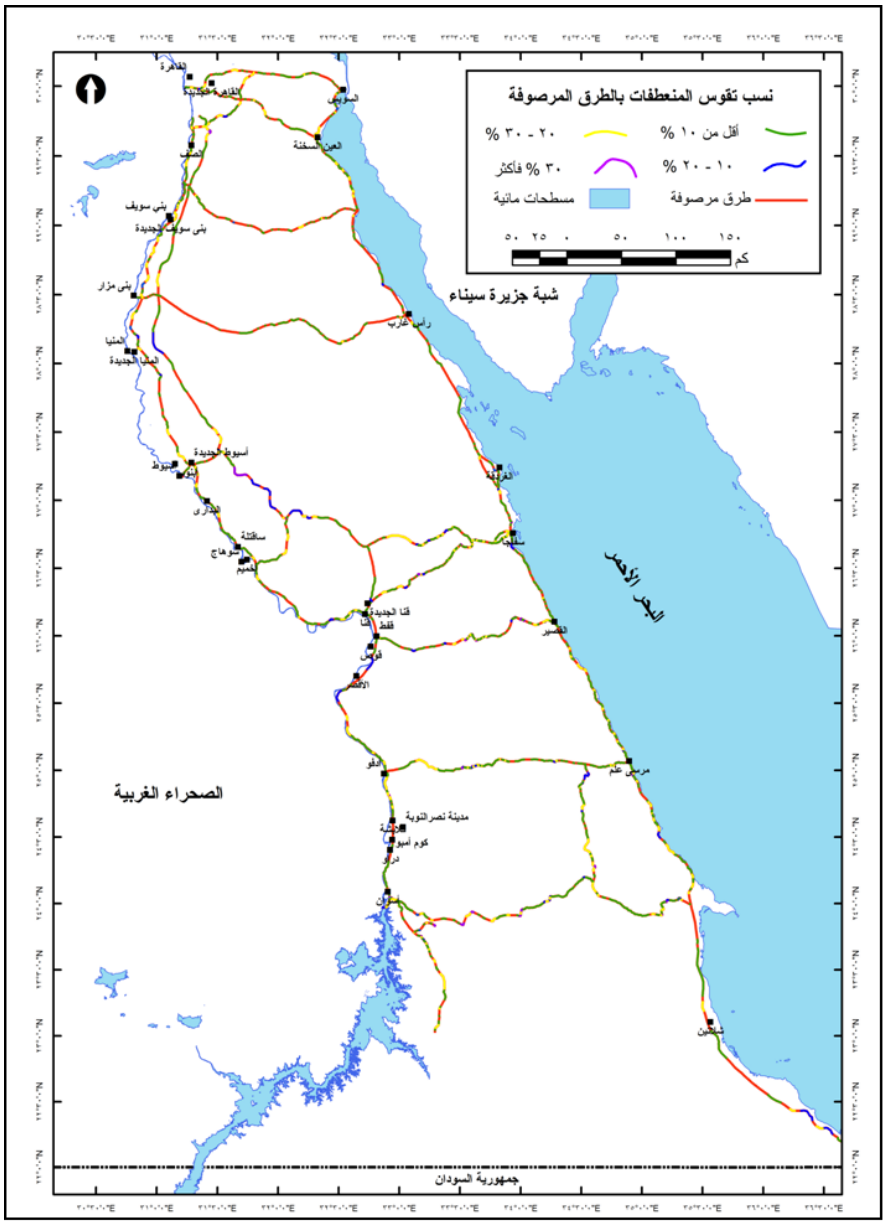
هى المنعطفات التى تزيد فيها نسب التقوس مقارنة بغيرها من باقى المنعطفات؛ حيث تزيد نسبة تقوسها عن ٣٠٪؛ وتضم هذه الفئة ٤١ منعطفاً بنسبة ٣,٧٪ من جملة المنعطفات.

تركزت هذه المنعطفات بشكل واضح على بعض الطرق من أهمها: القصير قفط، أسوان العلاقى، برنيس أسوان، مرسى علم أدفو، وبلغت نسبتها على التوالى ١٢,٢٪، ٩,١٪ ، ٨,٤٪، ٦,٣٪ من جملة منعطفات كل طريق؛ وتمر معظم هذه المنعطفات بمناطق متضرسة داخل الأودية (يراجع الأشكال١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢)؛ لذا تشكل خطورة على حركة النقل العابرة على طول محاورها نظراً لزيادة نسب التقوس بها والتى تصل فى بعض المنعطفات إلى ما يزيد عن ٤٦٪ وبخاصة فى طريق القصير قفط، وطريق أسوان العلاقى؛ وهذه المنعطفات معظمها انعكاسية ودائرية مركبة والتى تشكل خطورة على حركة النقل.

جدول(٨) توزيع فئات نسب تقوس منعطفات الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م

اسم الطريق	المنعطفات	فئات نسب تقوس المنعطفات (٪)				
		أقل من١٠٪	١٠-٢٠٪	٢٠-٣٠٪	٣٠٪ فأكثر	الجملة
القاهرة السويس	العدد	١٩	٣	٠	٠	٢٢
	٪	٨٦,٤	١٣,٦	٠	٠	١٠٠
القاهرة العين السخنة	العدد	١٦	٣	٠	٠	١٩
	٪	٨٤,٢	١٥,٨	٠	٠	١٠٠
الزعفرانة الكريمات	العدد	٤٢	٧	١	١	٥١
	٪	٨٢,٣	١٣,٧	٢,٠	٢,٠	١٠٠
راس غارب (الشيخ فضل)	العدد	٣٦	٢	٠	٠	٣٨
	٪	٩٤,٧	٥,٣	٠	٠	١٠٠
سفاجا قنا	العدد	٥٩	١٩	٤	٣	٨٥
	٪	٦٩,٤	٢٢,٤	٤,٧	٣,٥	١٠٠
القصير قفط	العدد	٤٦	١٤	٥	٩	٧٤
	٪	٦٢,٢	١٨,٩	٦,٧	١٢,٢	١٠٠
مرسى علم أدفو	العدد	٥٤	١٥	٥	٥	٧٩
	٪	٦٨,٤	١٩,٠	٦,٣	٦,٣	١٠٠
مرسى علم الشيخ الشاذلى	العدد	١٩	٧	٤	١	٣١
	٪	٦١,٣	٢٢,٦	١٢,٩	٣,٢	١٠٠
برنيس أسوان	العدد	٦٠	١٨	٩	٨	٩٥
	٪	٦٣,٢	١٨,٩	٩,٥	٨,٤	١٠٠
القاهرة أسيوط الصحراوى	العدد	٢٢	٦	١	١	٣٠
	٪	٧٣,٤	٢٠,٠	٣,٣	٣,٣	١٠٠
البحر الاحمر الصعيد	العدد	٥٨	١١	١١	٣	٨٣
	٪	٦٩,٨	١٣,٣	١٣,٣	٣,٦	١٠٠
الطريق الساحلى (السويس حلايب)	العدد	١٥٩	٤٨	١٣	٤	٢٢٤
	٪	٧١,٠	٢١,٤	٥,٨	١,٨	١٠٠
القاهرة أسوان	العدد	١٢٩	٥٥	١١	٢	١٩٧
	٪	٦٥,٥	٢٧,٩	٥,٦	١,٠	١٠٠
أسوان العلاقى ومصنع الحديد	العدد	٢٧	١١	٢	٤	٤٤
	٪	٦١,٤	٢٥,٠	٤,٥	٩,١	١٠٠
طرق أخرى	العدد	١١	٨	٢	٠	٢١
	٪	٥٢,٤	٣٨,١	٩,٥	٠	١٠٠
الجملة	العدد	٧٥٧	٢٢٧	٦٨	٤١	١٠٩٣
	٪	٦٩,٣	٢٠,٨	٦,٢	٣,٧	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على القياس من الخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى باستخدام برنامج Excel، نسبة التقوس= (اتساع المنعطف / طول المنعطف)×١٠٠.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام أدوات التحليل Analysis Tools ببرنامج Arc GIS..

شكل (١٠) توزيع منعطفات شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية حسب نسب التقوس عام٢٠١٨م.

- منعطفات نسبة تقوسها عالية.

تضم هذه الفئة المنعطفات التى تتراوح فيها نسب التقوس بين(٢٠٪ - ٣٠٪) وتشمل ٦٨ منعطفاً بنسبة ٦,٢٪ من جملة المنعطفات بالطرق؛ وتزيد نسبة هذه المنعطفات على بعض الطرق مثل: البحر الأحمر الصعيد، مرسى علم الشيخ الشاذلى، برنيس أسوان؛ حيث شكلت هذة المنعطفات ١٣,٣٪، ١٢,٩٪، ٩,٥٪ على التوالى من جملة المنعطفات بكل طريق، بينما انخفضت نسبتها على باقى الطرق ولم تتخطى ٦,٢٪ من جملة المنعطفات بكل طريق.

انعدم وجود منعطفات هذه الفئة على بعض الطرق وبخاصة الطرق المارة فى الجزء الشمالى مثل:القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، رأس غارب الشيخ فضل.

- منعطفات نسبة تقوسها متوسطة.

تشمل هذه الفئة المنعطفات التى تتراوح فيها نسب التقوس بين(١٠٪ - ٢٠٪) وهى تضم ٢٢٧ منعطفاً بنسبة ٢٠,٨٪ من جملة المنعطفات بالطرق المرصوفة.

تختلف نسبة هذه المنعطفات على الطرق؛ حيث زادت على طرق: القاهرة أسوان، أسوان العلاقى، مرسى علم الشيخ الشاذلى، سفاجا قنا، السويس حلايب، وشكلت ما لايقل عن ٢٠٪ من جملة المنعطفات بكل طريق؛ بينما تراجعت نسبتها على باقى الطرق فى المنطقة.

- منعطفات نسبة تقوسها منخفضة.

هى المنعطفات التى تقل فيها نسب التقوس مقارنة بغيرها من باقى المنعطفات؛ حيث تقل نسبة تقوسها عن ١٠٪؛ وتضم هذه الفئة ٧٥٧ منعطفاً بنسبة ٦٩,٣٪ من جملة المنعطفات.

تتباين نسبة هذه المنعطفات من طريق لآخر؛ حيث زادت نسبتها على بعض الطرق بينما انخفضت على البعض الآخر؛ فقد شكلت ما يزيد عن ٨٢٪ من جملة المنعطفات الموجودة بطرق: القاهرة السويس، والقاهرة العين السخنة، الزعفرانة الكريمات، رأس غارب الشيخ فضل؛ بينما تراوحت نسبتها على باقى الطرق بين (٥٢,٤٪ – ٧٣,٤ ٪) من جملة المنعطفات بكل طريق.

وتعد منعطفات هذه الفئة من أقل المنعطفات خطورة على حركة النقل حيث تقل نسبة تقوسها عن ١٠٪؛ ومن ثم فإن درجة انحنائها هينه مقارنة بغيرها من باقى المنعطفات.

ويتضح مما سبق تباين درجة تقوس منعطفات الطرق المرصوفة تبعاً لخصائص وطبيعة سطح المنطقة التى يعبرها الطريق؛ حيث زادت نسب تقوس المنعطفات بالطرق المارة فى مناطق متضرسة وبخاصة فى الجزء الجنوبى والأوسط من الصحراء الشرقية، وكان من أبرزها طرق: القصير قفط، أسوان العلاقى، برنيس أسوان، مرسى علم الشيخ الشاذلى، ومرسى علم أدفو، بينما انخفضت نسب تقوس المنعطفات بالطرق المارة فى المناطق الأقل تضرساً والأكثر استواءاً؛ وظهر ذلك

بشكل واضح فى الطرق الواقعه بالجزء الشمالى وبخاصة طرق: القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، الزعفرانة الكريمات، ورأس غارب الشيخ فضل، هذا بالاضافة إلى الطريق الساحلى (السويس حلايب).

ثالثاً: العوامل المؤثرة فى انعطافات شبكة الطرق المرصوفة.

تؤثر مجموعة من العوامل فى انعطافات شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية؛ ومن ثم تحدد خصائصها وأنواعها، ومن أهمها: تضاريس السطح، ودرجات واتجاهات انحداره، وتوزيع شبكات الأودية(شبكات التصريف المائى)، وكذلك توزيع مراكز العمران وغيرها؛ وفيما يلى دراسة تأثير هذه العوامل فى انعطافات الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة:

١ – تضرس السطح وانعطافات الطرق المرصوفة:

أثر التباين فى مناسيب السطح بالصحراء الشرقية فى بنية شبكة الطرق وتوجيه مساراتها؛ مما انعكس على أشكال وأنواع الانعطافات بها، ويتضح من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمى DEM[1] للصحراء الشرقية؛ الذى لُخصت نتائجه فى جدول(٩)، وشكل(١١)، أنه يمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاثة نطاقات تضاريسية؛ هى:

أ – النطاق السهلى : يشغل هذا النطاق أطراف الصحراء الشرقية باستثناء الجزء الجنوبى منها؛ حيث يمتد سهلاً ساحلياً على البحر الأحمر شرقاً، وسهلاً فيضياً على نهر النيل غرباً، ويكاد يصل بينهما نطاق سهلى أخر عبر الأودية الممتدة فى الشمال أهمها وادى عربة، ويعد أقل النطاقات التضاريسية من حيث المساحة؛ حيث يشغل مساحة قدرها ٣٧٢٧٧,٥كم٢؛ بنسبة ١٧,١٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتتراوح فيه مناسيب السطح بين(٠ – ٢٠٠متراً) فوق متوسط منسوب سطح البحر، ويمتد فى هذا النطاق ٢٦٤٠,٧كم؛ تمثل ٥٧,٨٪ من جملة الطرق المرصوفة بالمنطقة، وتضم هذه الطرق ٥٦٧ منعطفاً؛ بنسبة ٥١,٨٨٪ من جملة المنعطفات.

ب – النطاق الهضبى : يمتد بين النطاق السهلى سالف الذكر وسلاسل جبال البحرالأحمر التى تمتد على طول محور الصحراء الشرقية، ويشغل هذا النطاق المناطق التى تتراوح فيها مناسيب السطح بين(٢٠٠-٥٠٠متراً)؛ ويشمل معظم مساحة الصحراء الشرقية؛ حيث بلغت مساحتة ١٣١٠٩٨,٣كم٢؛ بنسبة ٦٠,٣٪، ويمتد فى هذا النطاق شبكة من الطرق المرصوفة بلغت جملة أطوالها ١٥٧٧كم؛ بنسبة ٣٤,٥٪ من جملة الطرق المرصوفة؛ يوجد بها نحو ٤٠٠ منعطفاً؛ بنسبة ٢٥,٤٪ من جملة المنعطفات الموجودة بشبكة الطرق المرصوفة.

ج – النطاق الجبلى : يعد هذا النطاق بمثابة المحور الرئيس لتضاريس الصحراء الشرقية، وهو يشغل المناطق التى تزيد فيها مناسيب السطح عن٥٠٠ متراً؛

---

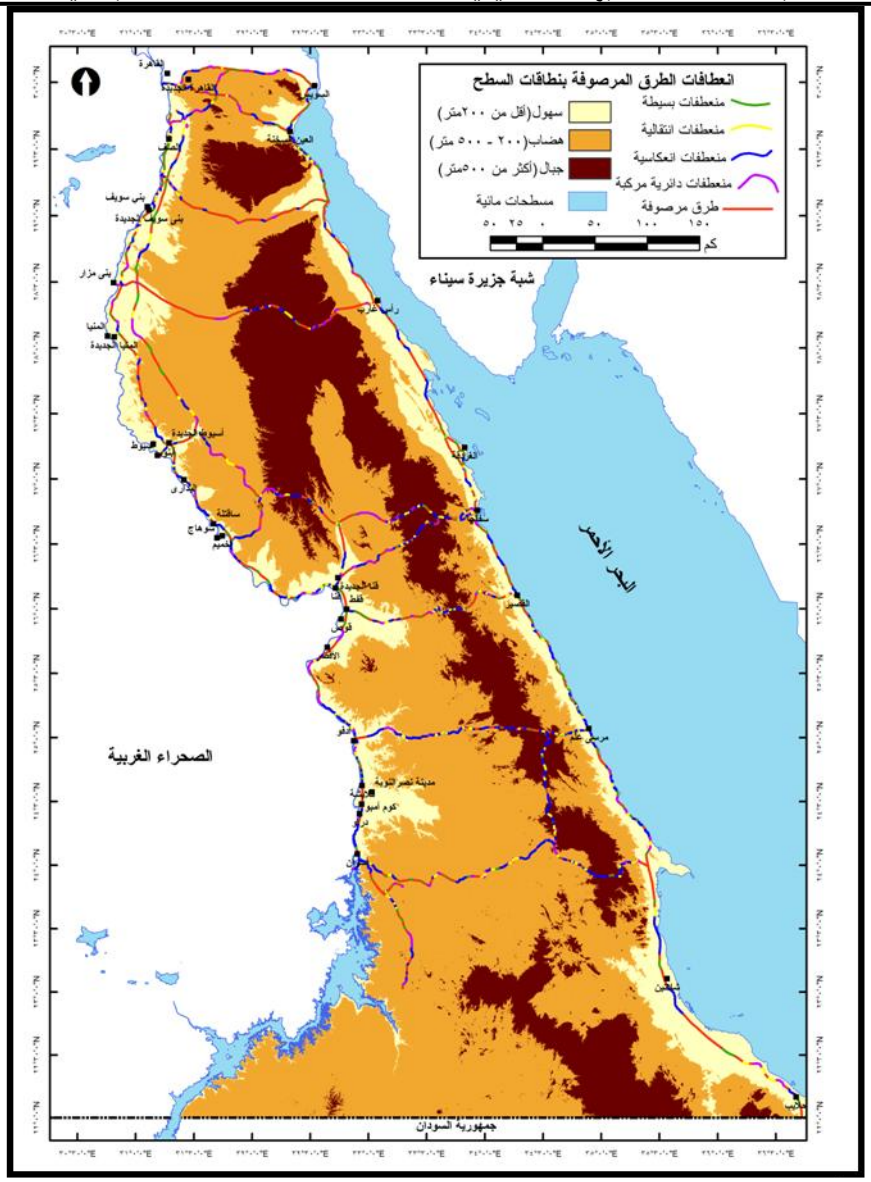
[1] تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمى للصحراء الشرقية؛ والمتاح على الموقع الالكترونى لهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية بالرابط(https://earthexplorer.usgs.gov) و يصل دقتة المكانية إلى٩٠متراً، وتم إجراء التحليلات الطبوغرافية عليه باستخدام برنامج ArcGIS .

وقد تصل فى بعض القمم الجبلية إلى ما يزيد عن٢٠٠٠متراً، ويضم هذا النطاق العديد من القمم الجبلية وهى تمتد من الجنوب نحو الشمال ومنها: حماطة، رأس شعيت، غويل، قطار، الشايب وغيرها، ويشغل هذا النطاق مساحة قدرها ٤٩٢٠٧,٧كم٢؛ بنسبة ٢٢,٦٪ من جملة مساحة المنطقة، ويضم شبكة من الطرق المرصوفة بلغت جملة أطوالها ٣٥٣,٧كم ؛ تمثل ٥٧,٨٪ من جملة الطرق المرصوفة بالمنطقة، هذه الشبكة تضم ١٢٦ منعطفاً؛ بنسبة ١١,٥٣٪ من جملة المنعطفات بشبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية.

جدول(٩) توزيع منعطفات الطرق المرصوفة وكثافتها بالنطاقات التضاريسية بالصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

نطاقات السطح		سهول (أقل من٢٠٠متر)	هضاب (٢٠٠- ٥٠٠متر)	جبال (أكثر من ٥٠٠متر)	الجملة
المساحة	كم٢	٣٧٢٧٧,٥	١٣١٠٩٨,٣	٤٩٢٠٨	٢١٧٥٨٣,٥
	٪	١٧,١	٦٠,٣	٢٢,٦	١٠٠
الطرق المرصوفة كم	كم	٢٦٤٠,٧	١٥٧٧	٣٥٣,٧	٤٥٧١,٤
	٪	٥٧,٨	٣٤,٥	٧,٧	١٠٠
منعطفات بسيطة	عدد	٢٣٩	١٠٠	١٨	٣٥٧
	٪	٦٦,٩٥	٢٨,٠١	٥,٠٤	١٠٠
	الكثافة (منعطف/١٠٠كم)	٩,١	٦,٣	٥,١	٧,٨
منعطفات انتقالية	عدد	٦٨	٦١	٢٤	١٥٣
	٪	٤٤,٤٤	٣٩,٨٧	١٥,٦٩	١٠٠
	الكثافة (منعطف/١٠٠كم)	٢,٦	٣,٩	٦,٨	٣,٣
منعطفات انعكاسية	عدد	١٧٧	١٥١	٦١	٣٨٩
	٪	٤٥,٥	٣٨,٨٢	١٥,٦٨	١٠٠
	الكثافة (منعطف/١٠٠كم)	٦,٧	٩,٥٨	١٧,٢٥	٨,٥١
منعطفات دائرية مركبة	عدد	٨٣	٨٨	٢٣	١٩٤
	٪	٤٢,٧٨	٤٥,٣٦	١١,٨٦	١٠٠
	الكثافة (منعطف/١٠٠كم)	٣,١٤	٥,٥٨	٦,٥	٤,٢٤
جملة المنعطفات	عدد	٥٦٧	٤٠٠	١٢٦	١٠٩٣
	٪	٥١,٨٨	٣٦,٦	١١,٥٣	١٠٠
	الكثافة (منعطف/١٠٠كم)	٢١,٤٧	٢٥,٣٦	٣٥,٦٣	٢٣,٩١

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى DEM والقياس من الخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى والكثافة باستخدام برنامج Excel ؛ باستخدام المعادلة: =(p2*100)/p1+ ؛ حيث أن p2 عدد المنعطفات حسب النوع ، ١٠٠كم ثابت، p1 أطوال الطرق المرصوفة بالنطاق التضاريسى.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى (DEM) والخريطة الرقمية لمنطقة الدراسة.

شكل (١١) توزيع منعطفات الطرق المرصوفة بالنطاقات التضاريسية فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

يتضح من توزيع منعطفات الطرق المرصوفة بالنطاقات التضاريسية بالصحراء الشرقية كما هو موضح بجدول(٩) وشكل(١١) عدة نتائج يمكن اجمالها فيما يلى:

– على الرغم من أن النطاق السهلى يضم ما يزيد عن نصف عدد المنعطفات الموجودة بالشبكة بنسبة ٥١,٨٨٪من جملتها؛ إلا أن كثافتها تقل بالنسبة لأطوال الطرق المرصوفة الممتدة داخل هذا النطاق مقارنة بباقى النطاقات التضاريسة؛ حيث بلغت كثافة المنعطفات بالنسبة لأطوال الطرق المرصوفة فى النطاق السهلى ٢١,٥منعطفاً/١٠٠كم ، فى حين بلغت كثافتها بالنطاق الجبلى ٣٥,٦منعطفاً/١٠٠كم، بينما بلغت كثافة المنعطفات داخل النطاق الهضبى ٢٥,٤منعطفاً/١٠٠كم طولى من الطرق المرصوفة؛ ويشير ذلك إلى تركز المنعطفات بشكل واضح على الطرق الممتدة بالنطاقين؛ الجبلى و الهضبى، ومما لاشك فيه أن الطرق الممتدة داخل كل منهما تأثرت بشكل واضح بتضرس السطح؛ حيث كانت السلاسل الجبلية عائقاً لمد شبكة الطرق المرصوفة بها؛ ومن ثم أقيمت على إمتداد مسارات الأودية الجافة المنتشرة بهما؛ ولذلك تأثرت فى انعطافها بشكل كبير بانعطافات هذه الأودية؛ ومن ثم زادت كثافة منعطفات الطرق فى المناطق الجبلية والهضبية مقارنة بنظيرتها فى المناطق السهلية.

– تتركز المنعطفات البسيطة بشكل واضح فى النطاق السهلى مقارنة بباقى النطاقات التضاريسية؛ وبلغ عددها فى هذا النطاق ٢٣٩منعطفاً بنسبة ٦٦,٩٥٪، بينما قلت نسبتها فى النطاقين الهضبى والجبلى وبلغت على التوالى ٢٨٪، ٥٪ من جملة المنعطفات البسيطة فى الشبكة؛ وانعكس ذلك على كثافة هذا النوع من المنعطفات داخل كل نطاق؛ حيث زادت كثافة المنعطفات على الطرق بالنطاق السهلى وبلغت ٩,١منعطفاً/١٠٠كم، بينما انخفضت كثافتها بالنطاقين الهضبى والجبلى وبلغت ٦,٣، ٥,١منعطفاً/١٠٠كم على التوالى؛ ويرجع ذلك إلى أن استواء السطح وانخفاض منسوبه فى المناطق السهلية ساعد على مد شبكات الطرق المرصوفة دون الحاجة لمنعطفات انعكاسية أو دائرية، ومن ثم فان معظم المنعطفات الموجودة بها من النوع البسيط؛ على عكس الحال فى المناطق الهضبية والجبلية التى تركزت فيها المنعطفات الانعكاسية والدائرية المركبة بشكل كبير مقارنة بالمنعطفات البسيطة.

– زيادة كثافة المنعطفات الانتقالية على الطرق الممتدة فى النطاق الجبلى مقارنة بباقى النطاقات التضاريسة؛ حيث بلغت كثافتها بالنطاق الجبلى ٦,٨منعطفاً/كم، بينما قلت كثافتها فى النطاقين السهلى والهضبى وبلغت على التوالى ٢,٦ ، ٣,٩ منعطفاً/١٠٠كم؛ ويرجع ذلك إلى إستخدام هذا النوع من المنعطفات لعمليات الانتقال التدريجى بين المنعطفات وبخاصة المنعطفات الدائرية والانعكاسية والتى تزداد كثافتها بشكل واضح فى النطاق الجبلى مقارنة بباقى النطاقات التضاريسية.

– زيادة كثافة المنعطفات الانعكاسية والدائرية المركبة على الطرق الممتدة داخل النطاقين الجبلى والهضبى مقارنة بالنطاق السهلى؛ فالأولى زادت كثافتها بشكل واضح على الطرق الممتدة فى النطاق الجبلى وبلغت ١٧,٢٥منعطفاً/كم، بينما بلغت كثافتها بالنطاق الهضبى٩,٦ منعطفاً/كم، فى حين بلغت كثافتها فى النطاق السهلى ٦,٧منعطفاً/١٠٠كم، أما الثانية فزادت كثافتها أيضاً على الطرق الممتدة بالنطاقين الجبلى والهضبى وبلغت ٦,٥ ، ٥,٦ منعطفاً/كم على التوالى، بينما قلت كثافتها بالنطاق السهلى وبلغت ٣,١منعطفاً/١٠٠كم على الترتيب؛ ويرجع ذلك إلى أن تضرس السطح فى المناطق الجبلية والهضبية كان عائقاً لمد شبكة الطرق المرصوفة بشكل مستقيم؛ ومن ثم تأثرت بشكل كبير بمنعطفات الأودية التى تمتد بداخلها والتى تأخذ فى أغلبها الشكل الدائرى أو الانعكاسى(يراجع شكل١٢)

ونخلص مما سبق: زيادة كثافة المنعطفات البسيطة وتركزها بشكل واضح على الطرق الممتدة فى المناطق السهلية، بينما تركزت باقى المنعطفات وزادت كثافتها على الطرق الممتدة فى النطاقات الجبلية والهضبية؛ وبصفة خاصة المنعطفات الانعكاسية؛ وكان لتضرس السطح وتباين مناسيبة دوراً مؤثراً فى ذلك.

المصدر: الدراسة الميدانية.

شكل (١٢) تأثير تضرس السطح فى انعطافات الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية عام٢٠١٨م

٢ــ إنحدار السطح وانعطافات الطرق المرصوفة:

تعد درجة انحدار السطح إحدى أهم العوامل المؤثرة فى مد شبكات الطرق وتخطيط مساراتها، كما تشكل خطورة على حركة المركبات ومعدل سرعتها؛ وبخاصة عند محاور المنعطفات؛ويتضح من خلال تحليل خريطة انحدار السطح Slope Map([1]) وعلاقته بتوزيع منعطفات الطرق المرصوفة والتى يمثلها الشكل(١٣) وبيانات جدول(١٠)؛ ويلاحظ منهما ما يلى:-

أن درجة انحدار السطح بالمنطقة متباينة؛ لذلك يمكن تقسيمها إلى ثلاثة نطاقات رئيسة؛ لإدراك التباين المكانى لانحدار السطح وعلاقته بتوزيع منعطفات الطرق بهذه النطاقات:-

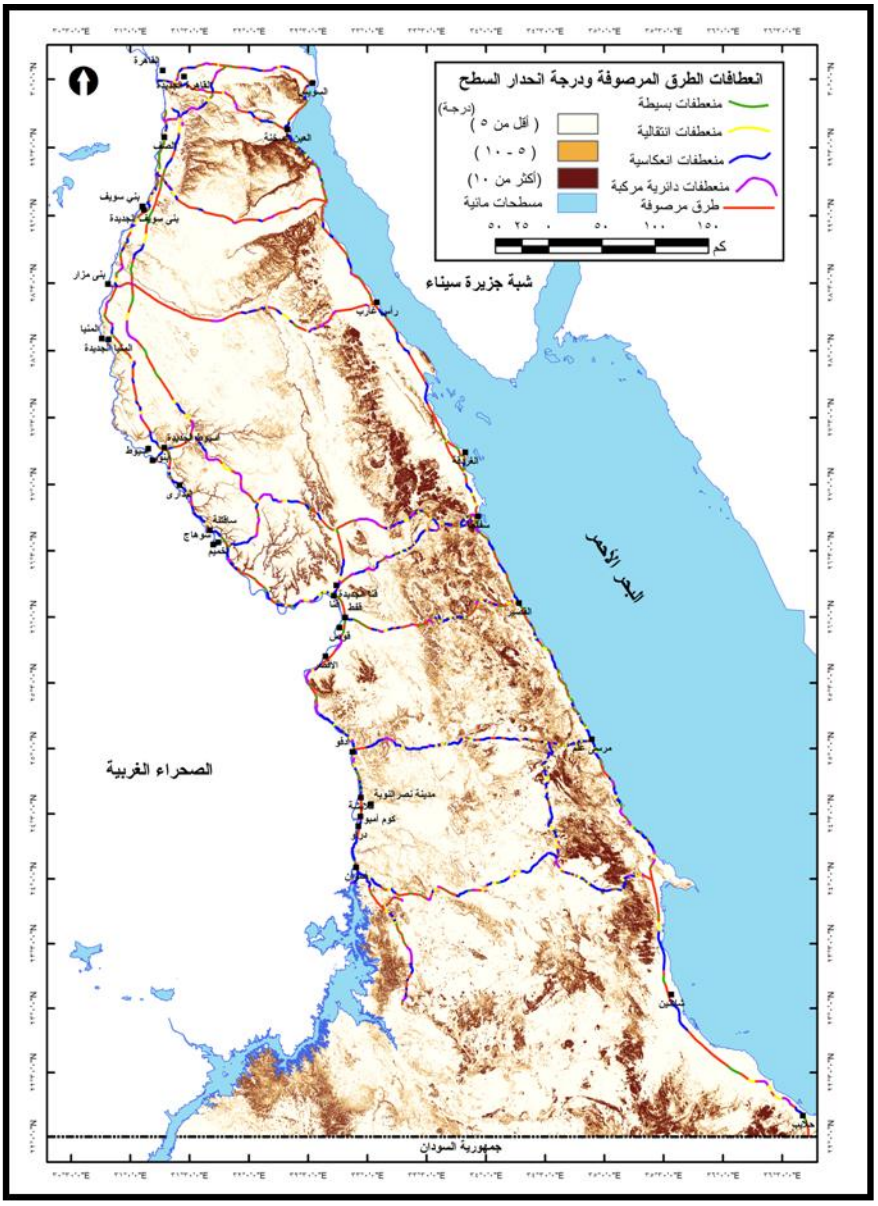
جدول (١٠) توزيع أطوال محاور منعطفات الطرق المرصوفة بنطاقات انحدار السطح بالصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

درجة الانحدار	مساحة نطاقات درجة الانحدار		الأطوال	توزيع أطوال محاور المنعطفات طبقاً للنوع				الجملة	
	كم٢	٪		منعطفات بسيطة	منعطفات انتقالية	منعطفات انعكاسية	منعطفات دائرية مركبة	كم	٪
أقل من ٥	١٦٧٩٣٩,٤	٧٧,٢	كم	٤٤٢,٥	١٩٣,٤	٩٩٢,٥	٥٠٨,٣	٢١٣٦,٦	٩٥,٢
			٪	٢٠,٧	٩,١	٤٦,٥	٢٣,٨	١٠٠	ـــــ
٥ ـ ١٠	٢٧١٤٤,١	١٢,٥	كم	٨	٧,٦	٤٤,٤	١٧,٥	٧٧,٥	٣,٥
			٪	١٠,٣	٩,٩	٥٧,٣	٢٢,٥	١٠٠	ـــــ
أكثر من١٠	٢٢٥٠٠	١٠,٣	كم	١	٣,٤	١٨,٥	٨	٣١	١,٤
			٪	٣,٢	١١	٥٩,٨	٢٥,٩	١٠٠	ـــــ
الجملة	٢١٧٥٨٣,٥	١٠٠	كم	٤٥١,٥	٢٠٤,٥	١٠٥٥,٤	٥٣٣,٨	٢٢٤٥,٣	١٠٠
			٪	٢٠,١	٩,١	٤٧	٢٣,٨	١٠٠	ـــــ

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى DEM والقياس من الخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى باستخدام برنامج Excel.

- النطاق الأول: هو نطاق الانحدار الهين الذى تقل فيه درجة انحدار السطح عن خمس درجات؛ ويمثل هذا النطاق نحو٧٧,٢٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، ويضم معظم المنعطفات الموجودة بشبكة الطرق؛ حيث بلغت جملة أطوال محاور المنعطفات الموجودة به ٢١٣٦,٦كم بنسبة ٩٥,٢٪ من جملة أطوال محاور منعطفات الطرق المرصوفة؛ ويشير ذلك إلى أن مسارات شبكة الطرق المرصوفة بالمنطقة ارتبطت إلى حد كبير بالمناطق ذات الانحدارات الهينة.

[1] تم إنشاؤها إعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى للمنطقةDEM ذو الدقة المكانية ٩٠متر؛ باستخدام برنامج ArcGIS؛ وتجدر الاشارة إلى ان توزيع قيم درجات الانحدار هنا لا يرتبط بتوزيع النطاقات التضاريسية(جبال، هضاب، سهول) وإنما يتم تقديره وفقاً للدقة المكانية لنموذج الارتفاع الرقمي (٩٠متر)؛ وهذا يشير إلى أن كل فئات الانحدار تتمثل مكانياً داخل النطاقات التضاريسية الثلاث.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى (DEM) والخريطة الرقمية لمنطقة الدراسة.

شكل (١٣) توزيع منعطفات الطرق المرصوفة ودرجة انحدار السطح في الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

النطاق الثانى: هو النطاق الذى تتراوح فيه درجة الانحدار بين(٥ ــ ١٠°)؛ ويشكل هذا النطاق ما يعادل ١٢,٥٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة؛ ويمتد فيه ما يعادل ٣,٥٪ من جملة أطوال محاور منعطفات الطرق المرصوفة؛ تشكل المنعطفات الانعكاسية فيها ما يزيد عن النصف؛ بنسبة ٣,٥٧٪ ، أما باقى المنعطفات فلا تزيد نسبة كل منها عن ٢٢,٥٪ من جملة أطوال محاور المنعطفات بهذا النطاق.

- النطاق الثالث: يمثل نطاق الانحدارات الشديدة؛ الذى تزيد فيه قيم درجات الانحدار عن عشر درجات وقد تصل فى بعض المناطق إلى٨٩ درجة؛ ويمثل هذا النطاق ما يعادل ١,٤٪ من جملة مساحة المنطقة؛ وتقل المنعطفات بهذا النطاق مقارنة بالنطاقين السابقين؛ حيث لايضم سوى ١,٤٪ من جملة أطوال محاور المنعطفات بالمنطقة؛ ولكن تزيد نسبة المنعطفات الانعكاسية والدائرية المركبة بهذا النطاق مقارنة بباقى المنعطفات؛ حيث شكلا معاً ما يزيد عن ٨٥٪ من جملة أطوال محاورها؛ ويرجع ذلك إلى شدة تضرس السطح؛ وتشكل هذه الأنواع من المنعطفات خطورة على حركة المركبات المارة بها؛ يراجع الأشكال(١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢).

٣ــ اتجاهات إنحدار السطح وانعطافات الطرق المرصوفة:

يعد اتجاه انحدار السطح من الضوابط المهمة لتحديد مسارات شبكة الطرق ومن ثم يؤثر فى انعطافها؛ لذلك يجب تحليل خريطة اتجاهات الانحدار عند تخطيط وتصميم الطرق وبخاصة فى المناطق الجبلية، ويمكن دراسة العلاقة بين اتجاهات انحدار السطح بمنطقة الدراسة وشبكة الطرق المرصوفة بها([1]) من خلال تحليل بيانات جدول(١١) وشكل (١٤) ومنهما يتضح ما يلى:-

يغلب على الشكل العام لسطح المنطقة عدم الاستواء؛ حيث تنحدر معظم أراضيها نحو أحد الاتجاهات الأصلية والفرعية؛ ولايوجد سوى ٠,٣٪ فقط من جملة مساحتها يتسم بالاستواء ؛ ويشير ذلك إلى أن اتجاهات انحدار السطح قد ساهمت فى تحديد مسارات الشبكة وانعطافاتها داخل المنطقة.

لاتتفاوت مساحة الأرض المنحدرة فى الاتجاهات الثمانية عن بعضها كثيراً؛ حيث لا يتجاوز الفارق بين مساحة الأرض المنحدرة فى الاتجاه الغالب وهو الشمال الشرقى عن الاتجاه الأقل وهو الجنوب الشرقى عن ٢,٩٪ فقط من جملة مساحة المنطقة؛ وانعكس ذلك على مدى التباين فى نسب المنعطفات وأطوالها فى كل اتجاه من اتجاهات الانحدار؛ فلا يتجاوز الفارق بين نسبة أطوال محاور المنعطفات فى الاتجاه الأعلى انحداراً مقارنة بالاتجاه الأقل عن ٣,٧٪.

---

[1] تم استنباط اتجاهات انحدار السطح من خلال نموذج الارتفاع الرقمى للمنطقةDEM ذو الدقة المكانية ٩٠متر؛ باستخدام أدوات التحليل المكانى Spatial Analysis ببرنامج ArcGIS ؛ حيث تم قياس مساحات المناطق المنحدرة فى الاتجاهات الثمانية وكذلك المناطق التى تتسم بالاستواء.

تزيد نسبة مساحة الأرض المنحدرة نحو اتجاهات: الشمال الشرقى، والجنوب الغربى، والغرب مقارنة بباقى الاتجاهات؛ حيث تجاوزت نسبتها فى كل اتجاه ١٣٪ من جملة مساحة المنطقة؛ ويتفق ذلك مع الاتجاه العام لمحاور معظم الطرق بالمنطقة؛ وبخاصة الطرق العرضية الممتدة بين البحر الأحمر ونهر النيل ومنها: سفاجا قنا، القصير قفط، مرسى علم أدفو، برنيس أسوان، بينما تقل نسبة الأرض المنحدرة فى بعض الاتجاهات وبخاصة نحو الجنوب الشرقى، والجنوب؛ وبلغت نسبتها فى كل منهما على التوالى ١٠,٨٪ ، ١١,٨من جملة مساحة منطقة الدراسة.

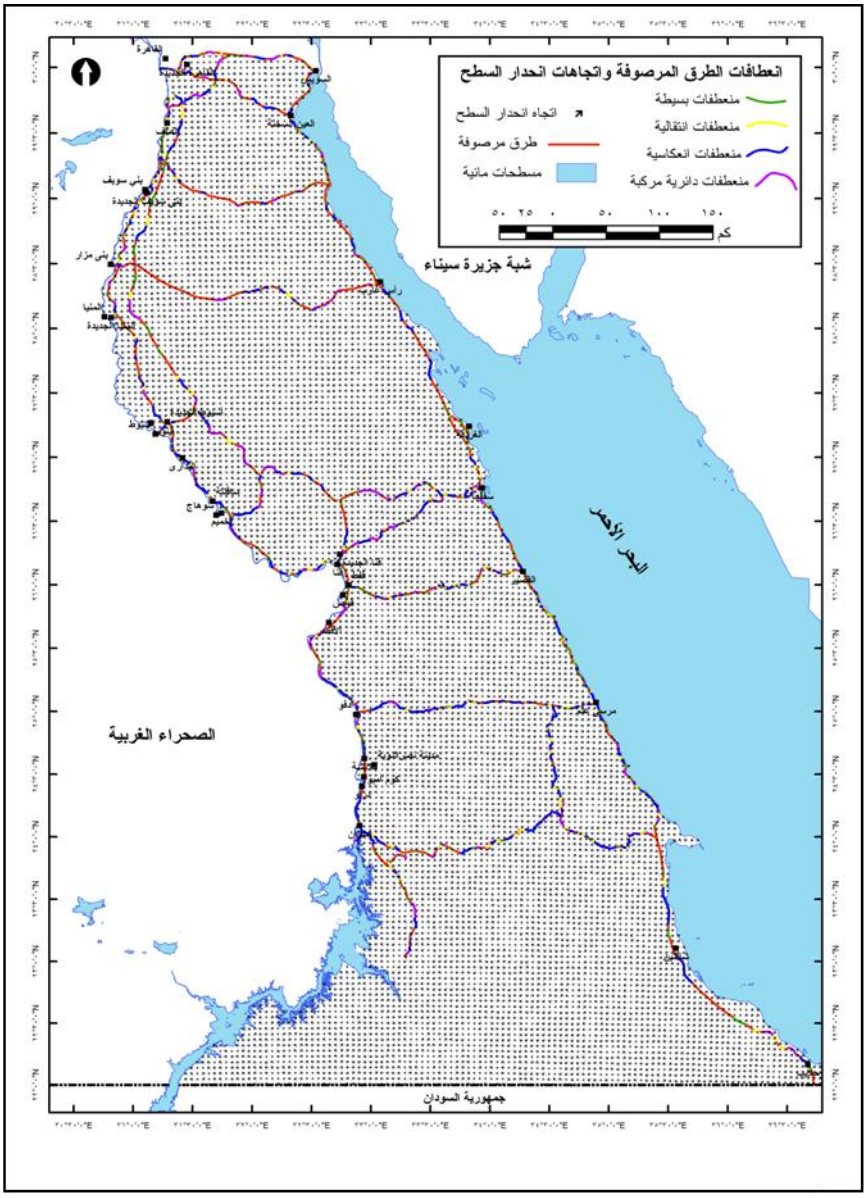
جدول(١١) توزيع أطوال محاور منعطفات الطرق المرصوفة بنطاقات اتجاه انحدار السطح بالصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

اتجاه الانحدار	مساحة نطاقات اتجاه الانحدار		الأطوال	توزيع أطوال محاور المنعطفات طبقاً للنوع				الجملة	
	كم٢	٪		منعطفات بسيطة	منعطفات انتقالية	منعطفات انعكاسية	منعطفات دائرية مركبة	كم	٪
الشمال	٢٧٣٩٤,٢	١٢,٦	كم	٥٢,٥	٢٧,٥	١٢٨,٢	٧٨,٦	٢٨٦,٧	١٢,٨
			٪	١٨,٣	٩,٦	٤٤,٧	٢٧,٤	١٠٠	ـــ
الشمال الشرقى	٢٩٧٤٢,٦	١٣,٧	كم	٧١,٥	٣٣,٤	١٣٨,٥	٧٦,٧	٣٢٠,١	١٤,٣
			٪	٢٢,٣	١٠,٤	٤٣,٣	٢٤	١٠٠	ـــ
الشرق	٢٦٩٨٢,٦	١٢,٤	كم	٦٠,٤	٢٤,٦	١١٥,٧	٥٩,١	٢٥٩,٨	١١,٦
			٪	٢٣,٢	٩,٥	٤٤,٥	٢٢,٨	١٠٠	ـــ
الجنوب الشرقى	٢٣٤٥٦,٥	١٠,٨	كم	٨٨,٣	٢٠,٢	١٠٠,٨	٤٧,٨	٢٥٧,٢	١١,٥
			٪	٣٤,٣	٧,٩	٣٩,٢	١٨,٦	١٠٠	ـــ
الجنوب	٢٥٦٩٩,٧	١١,٨	كم	٣٤,٣	٢٥,٦	١٢٨,٧	٤٩,٢	٢٣٧,٨	١٠,٦
			٪	١٤,٤	١٠,٨	٥٤,١	٢٠,٧	١٠٠	ـــ
الجنوب الغربى	٢٩١٢٤,٣	١٣,٤	كم	٤٩,٨	٢٣,٤	١٤٨,٥	٦٥,٦	٢٨٧,٣	١٢,٨
			٪	١٧,٣	٨,١	٥١,٧	٢٢,٨	١٠٠	ـــ
الغرب	٢٨٥٣١,٥	١٣,١	كم	٤٦,٤	٢٦,٨	١٥٦,٧	٧٧,٣	٣٠٧,٢	١٣,٧
			٪	١٥,١	٨,٧	٥١	٢٥,٢	١٠٠	ـــ

تابع/ جدول(١١)

اتجاه الانحدار	مساحة نطاقات اتجاه الانحدار		الأطوال	توزيع أطوال محاور المنعطفات طبقاً للنوع				الجملة	
	كم٢	٪		منعطفات بسيطة	منعطفات انتقالية	منعطفات انعكاسية	منعطفات دائرية مركبة	كم	٪
الشمال الغربى	٢٥٩٩٧,١	١١,٩	كم	٤٧,٥	٢٢,٨	١٣٥,٩	٧٨	٢٨٤,٢	١٢,٧
			٪	١٦,٧	٨	٤٧,٨	٢٧,٤	١٠٠	—
مناطق مستوية (أفقية)	٦٥٥	٠,٣	كم	٠,٩	٠,٢	٢,٥	١,٤	٥	٠,٢
			٪	١٧,٤	٣,٧	٥٠,٥	٢٨,٤	١٠٠	—
الجملة	٢١٧٥٨٣,٥	١٠٠	كم	٤٥١,٥	٢٠٤,٥	١٠٥٥,٤	٥٣٣,٨	٢٢٤٥	١٠٠
			٪	٢٠,١	٩,١	٤٧	٢٣,٨	١٠٠	—

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى DEM والقياس من الخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى باستخدام برنامج Excel.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى (DEM) والخريطة الرقمية لمنطقة الدراسة.

شكل (١٤) توزيع منعطفات الطرق المرصوفة واتجاهات انحدار السطح في الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

زادت نسبة أطوال محاور منعطفات الطرق بالأرض المنحدرة تجاه الشمال الشرقى، والغرب؛ وبلغت على التوالى ١٤,٣٪ ، ١٣,٧٪ من جملتها بالمنطقة؛ وهذا يرتبط بزيادة مساحة الأرض المنحدرة فى كلا الاتجاهين مقارنة بباقى الاتجاهات.

انحفضت نسبة أطوال محاور منعطفات الطرق بالأرض المنحدرة تجاه الجنوب، والجنوب الشرقى؛ وبلغت على التوالى ١٠,٦٪ ، ١١,٥٪ من جملتها بالمنطقة؛ ويرجع ذلك إلى تناقص مساحة الأرض المنحدرة فى كل منهما مقارنة بباقى الاتجاهات؛ ويشير ذلك إلى علاقة اتجاهات انحدار السطح بمنعطفات الطرق المرصوفة بالمنطقة؛ ويؤكد ذلك أن الأرض المستوية غير المنحدرة لاتتجاوز نسبة أطوال محاور منعطفات الطرق بها عن ٠,٢٪ من جملة أطوالها بمنطقة الدراسة.

٤ــ شبكة الأودية وانعطافات الطرق المرصوفة:

تعد شبكة الأودية إحدى أهم الضوابط الجيومورفولوجية المؤثرة فى انعطفات الطرق المرصوفة بصحراء مصر الشرقية؛ لأنها تعد بمثابة حجر الأساس الذى أنشئت عليه العديد من الطرق المرصوفة بالمنطقة؛ وبخاصة الطرق العرضية التى تخترق جبال البحر الأحمر؛ ويتضح من خلال تحليل بيانات جدول(١٢) وشكل(١٥) عدة نتائج منها ما يلى :-

انتشار العديد من شبكات الأودية بالصحراء الشرقية؛ وتأخذ فى معظمها النمط الشجرى؛ وهى ذات تصريف خارجى؛ فبعضها يتجه نحو البحر الأحمر شرقاً والبعض الآخر يتجة نحو نهر النيل غرباً، وتتبع فى جريانها الانحدارات العامة للسطح، وقد ساعدت هذه الأودية على مد العديد من الطرق وبخاصة فى المناطق الجبلية التى يصعب شق الطرق بها.

يوجد ترابط مكانى بين شبكة الأودية والعديد من الطرق المرصوفة وبخاصة الطرق العرضية؛ فقد بلغت جملة أطوال الطرق المرصوفة الممتدة داخل الأودية ١٧٣٨,٧كم بنسبة ٣٨٪ من جملة الطرق بالمنطقة، وقد ساهمت هذه الأودية فى انعطاف العديد من الطرق المرصوفة فى المناطق التى تخترقها؛ وبلغ عدد المنعطفات بها ٤٧٦ منعطفاً بنسبة ٤٣,٥٪ من جملة المنعطفات الموجودة بالطرق.

تزيد درجة الترابط المكانى بين شبكة الأودية والطرق المرصوفة فى وسط وجنوب الصحراء الشرقية مقارنة بالجزء الشمالى؛ وتتباين نسبة المنعطفات بها من طريق لآخر تبعاً لدرجة انعطاف الأودية والمسافة التى يمتد عليها الطريق داخل الأودية؛ ولذلك يمكن تقسيم الطرق المرصوفة تبعاً لدرجة ملازمتها لشبكة الأودية بالمنطقة إلى الفئات التالية:-

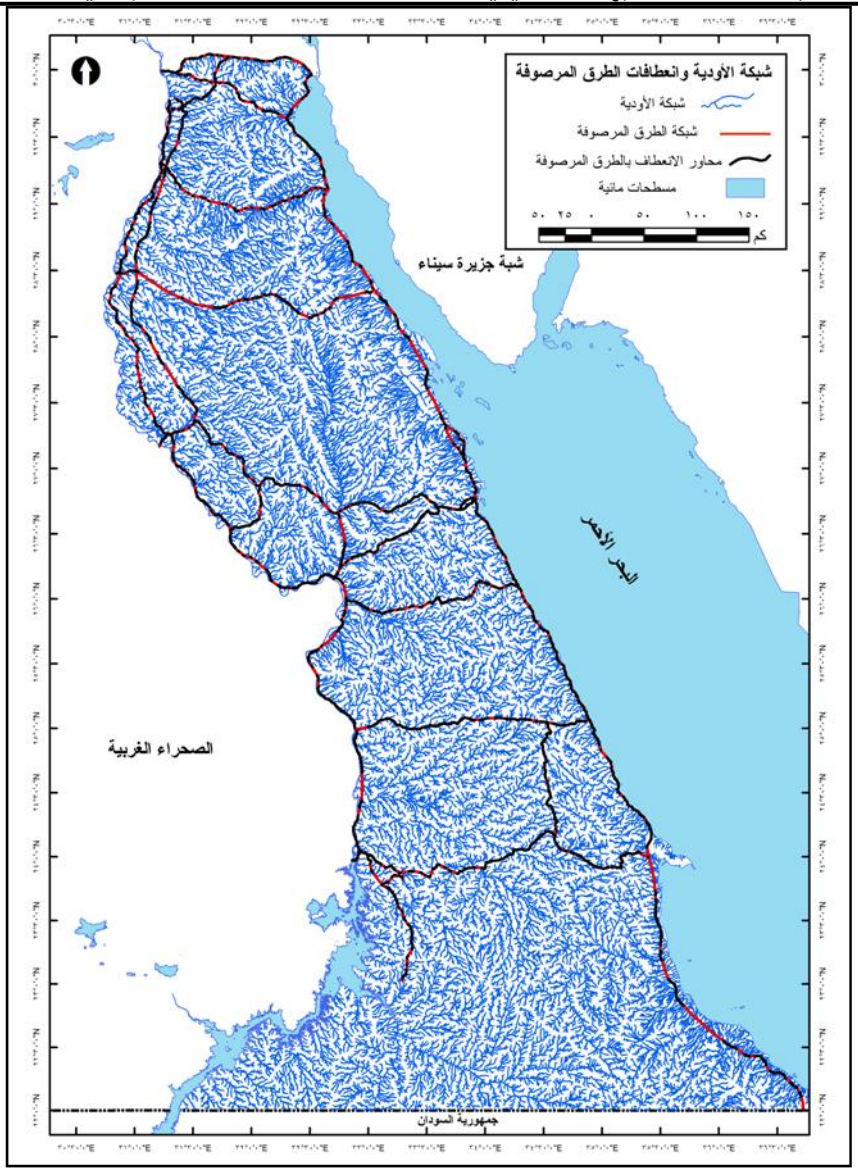
- طرق تلازم الأودية بنسبة تزيد عن ٧٥٪: وهى الطرق التى تزيد فيها درجة الترابط المكانى مع شبكة الأودية مقارنة بباقى الطرق المرصوفة؛ وتقع جميعها فى وسط وجنوب منطقة الدراسة؛ وتضم ستة طرق؛ هى: مرسى علم أدفو، مرسى علم الشيخ الشاذلى، سفاجا قنا، أسوان العلاقى، القصير قفط، البحر الأحمر الصعيد، وقد بلغت جملة أطوال هذه الطرق ١٢١٨,٢كم ؛ يمتد منها داخل الأودية ١٠٧٩,١كم

بنسبة ٨٨,٦٪ من جملة أطوالها؛ وانعكس ذلك على انعطافات الطرق بها ؛ حيث تضم هذه الطرق ٣٩٦ منعطفاً؛ يقع منها داخل الأودية ٣٣٣منعطفاً بنسبة ٨٤,١٪ من جملة المنعطفات بها؛ وما يعادل ٧٠٪ من جملة المنعطفات الموجودة بطرق منطقة الدراسة؛ وهذا يؤكد العلاقة الواضحة بين شبكة الأودية وانعطافات الطرق.

جدول (١٢) توزيع أطوال الطرق المرصوفة ومنعطفاتها بشبكة الأودية فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

اسم الطريق	الأودية التى يمر بها الطريق	الطول الكلى للطريق (كم)	أطوال الطرق داخل الأودية		عدد المنعطفات على الطريق	منعطفات الطرق الواقعة داخل الأودية	
			(كم)	٪ من جملة طول الطريق		عدد	٪ من جملة المنعطفات على كل طريق
القاهرة السويس	ـــــ	١١٢,٢	٠	٠	٢٢	٠	٠
القاهرة العين السخنة	القطامية، الرملة، غويبة	١٠٦,٧	٥٦,٢	٥٢,٧	١٩	١٠	٥٢,٦
الزعفرانة الكريمات	أبوحشيرات، عربة	١٦٢,٤	٨٠,٩	٤٩,٨	٥١	٢٤	٤٧,١
رأس غارب الشيخ فضل	الطرفة، أبوحاد	٢٤٣,١	١٧٨,٣	٧٣,٤	٣٨	٢٦	٦٨,٤
سفاجا قنا	البارود، أم تاغر، البارود الأبيض، البولة، المرخ، القرية، قنا	١٧٩,٢	١٦٨,٥	٩٤,١	٨٥	٨١	٩٥,٣
القصير قفط	العمبجي، أبوحماد، أبوزيران، السد، الحمامات، المؤية، عطواني، المتولة	١٧٤,٨	١٥٤,٩	٨٨,٦	٧٤	٦٤	٨٦,٥
مرسى علم أدفو	علم، أم خريقة، أبوكورية، دبر، بيزح، البرامية، الكنايس، عباد	٢٢٠,٢	٢٠٩,٦	٩٥,٢	٧٩	٥٥	٦٩,٦
مرسى علم الشيخ الشاذلى	الباردة، خراشة،لحمى، نتش، عنتر، أبوسحى، أبوحماميد	١١٣	١٠٩	٩٦,٥	٣١	٢١	٦٧,٧
برنيس أسوان	حفيرى، أم جنود، إيداب، دويق، علمكان، أبوحماميد، الخريط، أبوحمار، الجرارة، الصفحات، عرب، أبويرات.	٣٢٤	٢٢٦,٨	٧٠	٩٥	٧١	٧٤,٧
القاهرة أسيوط الصحراوى	الأسيوطى ، الدهسة	٣٣٠,٥	١١٧,٢	٣٥,٥	٣٠	١٢	٤٠
البحر الاحمر الصعيد	البولة، ام دقال، فطيرة، جردى، ام الصيفة، المقاتلات، أم دود، شينون، بئرالمعين، الكمان، قنا	٣٧٨,٢	٣٠٠,٨	٧٩,٥	٨٣	٦٩	٨٣,١
الطريق الساحلى(السويس حلايب)	ـــــ	١١١٢,١	٠	٠	٢٢٤	٠	٠
القاهرة أسوان	ـــــ	٨٥٨,٢	٠	٠	١٩٧	٠	٠
أسوان العلاقى ومصنع الحديد	الجهلى، أم صوان، أم حبال، ابوجريجل، أبومرو، عرب	١٥٢,٨	١٣٦,٣	٨٩,٢	٤٤	٤٣	٩٧,٧
طرق أخرى	ـــــ	١٠٤,١	٠	٠	٢١	٠	٠
الجملة		٤٥٧١,٤	١٧٣٨,٧	٣٨	١٠٩٣	٤٧٦	٤٣,٥

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ١: ١٠٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمى DEM والقياس باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى باستخدام برنامج Excel.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمى (DEM) والتحليل الهيدرولوجى ببرنامجArcGIS.

شكل (١٥) توزيع منعطفات الطرق المرصوفة وشبكة الأودية في الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

- طرق تلازم الأودية بنسبة تتراوح بين(٥٠- ٧٥٪): وتضم هذه الفئة ثلاثة طرق هى: رأس غارب الشيخ فضل، القاهرة العين السخنة، برنيس أسوان؛ وتقع جميعها فى الجزء الشمالى باستثناء الأخير يقع فى جنوب منطقة الدراسة؛ وتبلغ جملة أطوالها ٦٧٣,٨كم؛ يمتد منها داخل الأودية ٤٦١,٣كم بنسبة ٦٨,٤٦٪ من جملتها، وتضم هذه الطرق ١٠٧ منعطفاً بنسبة ٧٠,٤٪ من جملة المنعطفات بها، وما يعادل ١٣,٩٪ من جملة منعطفات شبكة الطرق بالمنطقة.

- طرق تلازم الأودية بنسبة تقل عن ٥٠٪: وهى الطرق التى تقل مساراتها داخل شبكة الأودية مقارنة بباقى الطرق ؛ وتضم هذه الفئة طريقين؛ هما: الزعفرانة الكريمات، والقاهرة أسيوط الصحراوى، ويمتد الأول بأودية: أبوحشيرات، عربة لمسافة ٨٠,٩كم بنسبة ٤٩,٨٪ من طوله، بينما يمتد الثانى داخل بأودية: الأسيوطى، والدهسة لمسافة ١١٧,٢ بنسبة ٣٥,٥٪ من جملة طوله، وتقل عدد المنعطفات بهما مقارنة بباقى الطرق المارة داخل الأودية ؛ حيث يوجد بهما ٤٩ منعطفاً؛ يقع منهم داخل الأودية ٢٢ منعطفاً بنسبة ٤٤,٩٪؛ وهذا يؤكد أن انعطفات الطرق المرصوفة تقل كلما قلت مساراتها داخل شبكة الأودية.

- طرق لاتلازم الأودية: وتقع جميع هذه الطرق فى المناطق السهلية ومن أهمها: طريق السويس حلايب الذى يمتد بمحاذاة ساحل البحر الأحمر شرقاً، وطريق القاهرة أسوان شرق نهر النيل، وطريق القاهرة السويس وبعض الطرق والوصلات الواقعه فى شمال غرب منطقة الدراسة، وتبلغ جملة أطوال طرق هذه الفئة ١٠٨٦,٦كم بنسبة ٤٧,٨٣٪ من جملة منطقة الدراسة؛ وتضم ٤٦٤ منعطفاً؛ بنسبة ٤٢,٤٥٪ من جملة المنعطفات بمنطقة الدراسة؛ وهذه الانعطافات فى معظمها ايجابية لتجمع أكبر قدر من المراكز العمرانية التى تمر بها سواء فى منطقة السهل الساحلى على طول ساحل البحر الأحمر، أو بمنطقة السهل الفيضي شرق نهر النيل.

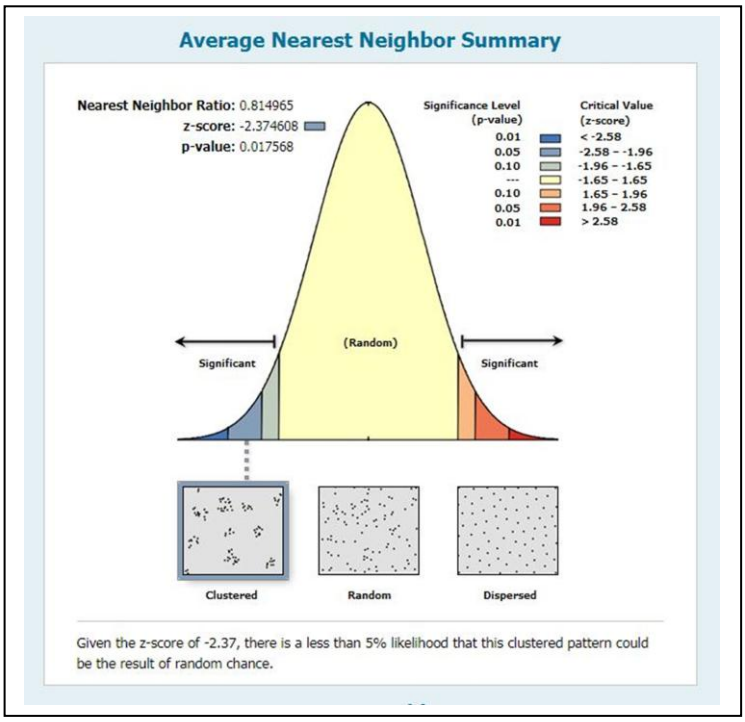
٥ــ توزيع مراكز العمران وانعطافات الطرق المرصوفة:

يتضح من خلال توزيع المراكز العمرانية فى صحراء مصرالشرقية أن غالبيتها يتركز بالمناطق السهلية الواقعة على أطرافها الشرقية والغربية(يراجع شكل١) ومن ثم فإن النمط التوزيعى للمراكز العمرانية بها يعد نمطاً متجمعاً أو متركز على طول الأطراف الشرقية والغربية؛ حيث أشارت نتائج مؤشر الجار الأقرب([1]) لتوزيع المراكز العمرانية بمنطقة الدراسة بلغ (٠,٨)؛ (شكل١٦) ؛ وهذا التركز العمرانى على طول السواحل الشرقية ومجرى نهر النيل ساهم فى الانعطاف الايجابى للطرق المارة بها؛ وذلك لجمع أكبر قدر من حركة النقل من هذه المراكز العمرانية، ومن أهم هذه الطرق: طريق السويس شلاتين، وطريق القاهرة أسوان، وبلغت قيمة

[1] تم حساب مؤشر الجار الأقرب باستخدام أدوات التحليل الإحصائى المكانى Spatial Statistics ببرنامج Arc GIS.

مؤشر انعطاف كل منهما على التوالى ١٠٨,٥٪، ١١٨,٩٪(يراجع جدول ٣)؛ ويضم كل منهما مجموعة من المنعطفات بلغ عددها ٤٢١ منعطفا بنسبة ٣٨,٥٪ من جملة منعطفات الطرق بمنطقة الدراسة.

من ناحية أخرى لم تتأثر الطرق العرضية كثيراً بتوزيع المراكز العمرانية؛ وذلك بسبب قلة عدد الأخيرة وبخاصة فى الجزء الأوسط الممتد على طول محور مرتفعات البحر الأحمر نتيجة لوعورة السطح وشدة تضرسة.



المصدر: من عمل الباحث باستخدام أدوات التحليل الإحصائى المكانى Spatial Statistics ببرنامج Arc GIS..

شكل (١٦) نمط توزيع المراكز العمرانية فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

رابعاً : تقييم المنعطفات تبعاً لدرجة خطورتها على حركة النقل.

لتقييم خطورة منعطفات الطرق المرصوفة على حركة النقل فى الصحراء الشرقية؛ تم الاستعانة بمجموعة من العوامل والضوابط التى تتحكم فى درجة خطورة المنعطفات على حركة النقل؛ وتم وضع مجموعة من الاشتراطات Criterias لتحديد درجة خطورة كل منعطف بالشبكة، وهذه الاشتراطات اعتمدت على: درجة انحدار السطح، منسوب السطح، درجة التقوس، رتب الأودية الجافة؛ ووضعت لها مجموعة من

الأوزان طبقاً لدرجة تأثير كل منها فى انعطاف الشبكة، ويوضح جدول(١٣) هذه الاشتراطات والأوزان الخاصة بها؛ وهى كالتالى: -

- بالنسبة لدرجة انحدار السطح فقد تم تحديد درجة الخطورة وفقا لهذا الضابط على اعتبار أن المنعطفات المارة فى مناطق هينة الانحدار هى أقل خطورة على حركة النقل مقارنة بالمنعطفات المارة فى مناطق شديدة الانحدار؛ وفى ضوء ذلك تم تصنيف فئات الخطورة على أساس أن المنعطفات التى تقل درجة انحدارها عن خمس درجات هى منعطفات قليلة الخطورة، تليها المنعطفات متوسطة الخطورة وتتراوح درجة انحدار سطحها بين (٥ – ١٠°)، ثم المنعطفات الخطرة ودرجة انحدار سطحها بين(١٠ – ١٥°)، ثم المنعطفات شديدة الخطورة وهى التى تزيد فيها درجة انحدار السطح لأكثر من ٣٠ درجة.

جدول (١٣) اشتراطات تقييم درجة خطورة منعطفات الطرق المرصوفة على حركة النقل فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م.

درجة خطورة المنعطف	درجة الانحدار Slope		منسوب السطح (متر)		درجة تقوس المنعطف		رتب الأودية الجافة	
	الفئة	الوزن	الفئة	الوزن	الفئة	الوزن	الرتبة	الوزن
قليل الخطورة	أقل من ٥	١	أقل من ١٠٠	١	أقل من ١٠	١	٦	١
متوسط الخطورة	٥ – ١٠	٢	١٠٠ - ٢٠٠	٢	١٠ – ٢٠	٢	٥	٢
خطر	١٠ – ١٥	٣	٢٠٠ - ٣٠٠	٣	٢٠ – ٣٠	٣	٤ ، ٣	٣
شديد الخطورة	١٥ فأكثر	٤	٣٠٠ فأكثر	٤	٣٠ فأكثر	٤	٢ ، ١	٤

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على تحليل نموذج الارتفاع الرقمىDEM ،والخريطة الرقمية للمنطقة باستخدام برنامجArcGIS.

- أما بالنسبة لمنسوب السطح فقد تم تحديد درجات الخطورة على اعتبار أن المنعطفات التى تمر فى مناطق سهلية وأكثر استواءاً هى منعطفات أقل خطورة مقارنة بالمنعطفات التى تمر فى مناطق متضرسة؛ وقد تم تصنيف خطورة المنعطفات على أساس أن المنعطفات التى تمر فى مناطق يقل فيها منسوب السطح عن ١٠٠متر؛ هى منعطفات قليلة الخطورة، تليها المنعطفات متوسطة الخطورة ويتراوح منسوب السطح فيها بين (١٠٠ -٢٠٠ متر) ، ثم المنعطفات الخطرة وهى التى توجد بمناطق يتراوح منسوب سطحها بين (٢٠٠- ٣٠٠متر)، تليها المنعطفات شديدة الخطورة وهى التى تمر في مناطق مرتفعة (٣٠٠ متر فأكثر)؛ وقد تزيد فى بعض المناطق عن ٥٠٠ متر.

- تعد درجة تقوس المنعطفات إحدى أهم العناصر المؤثرة فى درجة خطورتها؛ حيث تؤثر بشكل مباشر على حركة المركبات المارة على طول محورالمنعطف، وقد تم

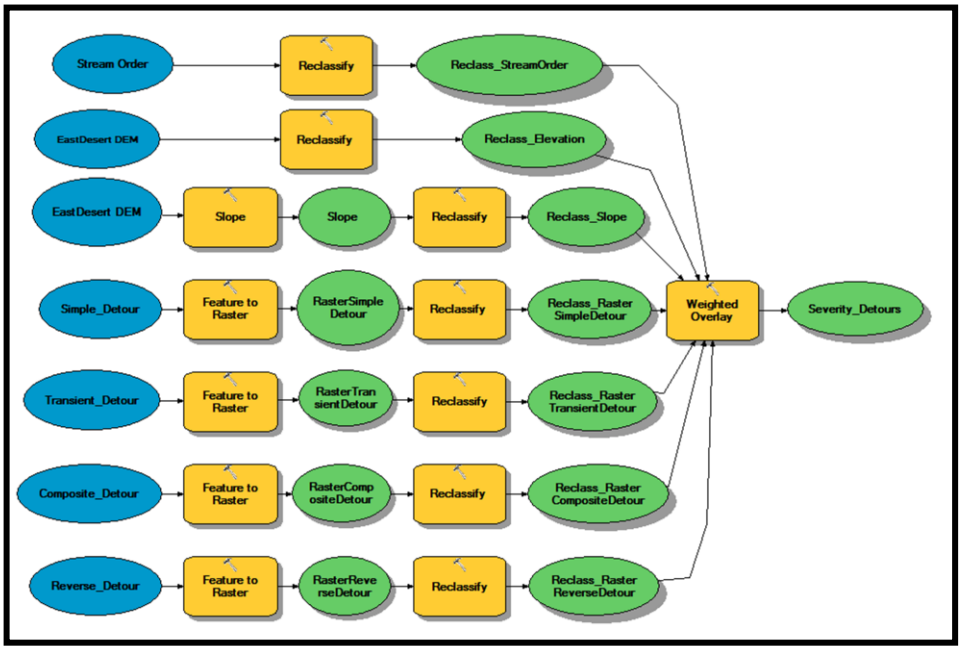
تصنيف درجات الخطورة وفقا لهذا العامل على اعتبار أن المنعطفات الخطرة هى التى تزيد نسب تقوسها مقارنة بالمنعطفات قليلة التقوس؛ ولذلك تم اعتبار المنعطفات التى يقل تقوسها عن ١٠ ٪ هى منعطفات قليلة الخطورة، تليها المنعطفات متوسطة الخطورة بين(١٠ – ٢٠٪)، ثم المنعطفات الخطرة وتتراوح بين (٢٠- ٣٠٪)، أما المنعطفات التى تزيد نسب تقوسها عن ٣٠٪ فهى منعطفات شديدة الخطورة.

- أما بالنسبة لشبكة الأودية فهى تعد من الضوابط المهمة التى لعبت دوراً فى انعطاف العديد من الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة كما سبق الذكر؛ ولذلك كان لابد من وضعها فى الاعتبار عند تحديد درجة خطورة المنعطفات، وقد صنفت درجات الخطورة وفقا لرتب الأودية الجافة بمنطقة الدراسة على اعتبار أن المنعطفات قليلة الخطورة هى المنعطفات التى تمر فى أودية ذات الرتبة السادسة، تليها المنعطفات متوسطة الخطورة وهى التى تمر فى أودية ذات الرتبة الخامسة، ثم المنعطفات الخطرة وهى التى تمر فى أودية ذات الرتبتين الثالثة والرابعة، وأخيراً المنعطفات شديدة الخطورة وهى التى تمر فى أودية ذات الرتبتين الأولى والثانية؛ التى تتميز بشدة انحدارها وضيق مجراها.

وفى ضوء الاشتراطات السابقة؛ تم بناء نظام معلومات جغرافى يضم العديد من البيانات المكانية وغير المكانية للعناصر المحددة لدرجات خطورة المنعطفات، واعتمد هذا النظام على عدة مصادر للبيانات ومنها ما يلى:

- نموذج الارتفاع الرقمى لمنطقة الدراسة(DEM)
- خريطة انحدار السطح Slope
- خريطة رتب الأودية Stream Order
- خريطة أنواع المنعطفات ودرجات تقوسها.

وقد تم تحديد درجات الخطورة اعتماداً على البيانات السابقة من خلال بناء نموذج محاكاه Modelباستخدام برنامج ArcGIS (شكل١٧)؛ وفى ضوء نتائج هذا النموذج والموضحة فى الجدول(١٤) والشكل(١٨)؛ تم تصنيف منعطفات الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية تبعاً لدرجة خطورتها على حركة النقل إلى الفئات التالية:-



المصدر: من إعداد الباحث باستخدام Model Builder ببرنامج ArcGIS

شكل (١٧) نموذج Model لتقييم خطورة المنعطفات على حركة النقل فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

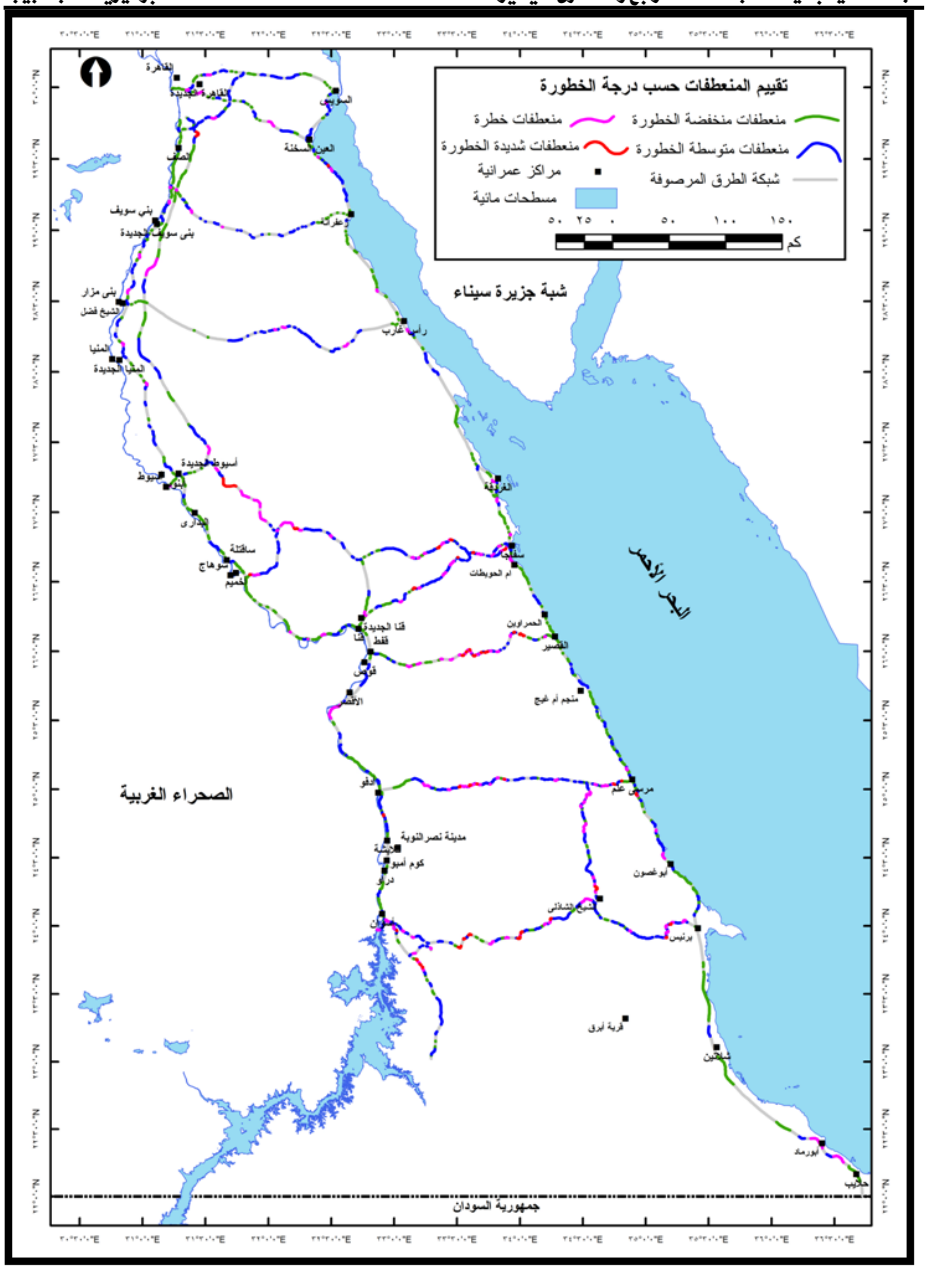
- **منعطفات شديدة الخطورة :** هى المنعطفات التى تزيد فيها درجة الخطورة على حركة النقل مقارنة بباقى المنعطفات الموجودة بمنطقة الدراسة؛ وبلغ عددها ٤٢ منعطفاً بنسبة ٣,٨٪ من جملة المنعطفات، وتبلغ جملة أطوالها ٨٤,٣كم بما يعادل ٣,٨٪ من جملة أطوال محاور المنعطفات بالطرق المرصوفة، وتتركز هذه المنعطفات بشكل واضح فى الطرق العرضية المخترقة لجبال البحر الأحمر من الشرق للغرب ومن أهمها: القصير قفط، برنيس أسوان، مرسى علم أدفو، البحرالأحمر الصعيد، سفاجا قنا؛(يراجع الشكلين ١٨، ١٩) وتضم هذه الطرق ٣٣ منعطفاً شديد الخطورة بما يعادل ٧٨,٥ ٪ من جملة المنعطفات شديد الخطورة، وتركزت النسبة الباقية منها بطرق: أسوان العلاقى، السويس حلايب، القاهرة أسيوط الصحراوى، مرسى علم الشيخ الشاذلى، القاهرة أسوان، وقد بلغ عددها تسعة منعطفات فقط، بينما لم تظهر المنعطفات شديدة الخطورة على طرق: القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، الزعفرانة الكريمات، رأس غارب الشيخ فضل؛ ويشير ذلك إلى تركز المنعطفات شديدة الخطورة بالطرق المارة فى المناطق المتضرسة على عكس الطرق المارة فى المناطق السهلية الأكثر استواءاً.

- منعطفات خطرة: تضم هذه الفئة المنعطفات التى تشكل خطورة على حركة النقل؛ وبلغ عددها ١٦٥منعطفاً بنسبة ١٥,١٪ من جملة المنعطفات الموجودة بالشبكة، وبلغت جملة أطوالها٣٦٤,٦كم بما يعادل ١٦,٢٪ من جملة أطوال محاور المنعطفات، وتتركز هذه المنعطفات بشكل واضح على طرق: مرسى علم أدفو، برنيس أسوان، القصير قفط، السويس حلايب، البحر الأحمر الصعيد، سفاجا قنا، القاهرة أسوان(يراجع الشكلين ١٨، ٢٠) وتضم هذه الطرق ١٣٢ منعطفاً بنسبة ٨٠٪ من جملة المنعطفات الخطرة؛ وتوزعت النسبة الباقية على باقى الطرق بالمنطقة ولكنها انخفضت بشكل واضح على الطرق المارة فى الجزء الشمالى مثل: القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، القاهرة أسيوط الصحراوى، رأس غارب الشيخ فضل، الزعفرانة الكريمات؛ فلا يزيد عدد المنعطفات الخطرة بكل منها عن أربعة منعطفات فقط.

جدول(١٤) تقييم المنعطفات حسب درجة خطورتها على حركة النقل على الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م

م	اسم الطريق	عدد المنعطفات تبعاً لدرجة خطورتها على حركة النقل								الجملة	
		شديد الخطورة		خطر		متوسط الخطورة		قليل الخطورة			
١	القاهرة السويس	٠	٠,٠	١	٠,٦	٨	١,٨	١٣	٣,٠	٢٢	٢,٠
٢	القاهرة العين السخنة	٠	٠,٠	٢	١,٢	٥	١,١	١٢	٢,٨	١٩	١,٧
٣	الزعفرانة الكريمات	٠	٠,٠	٤	٢,٤	٢٦	٥,٨	٢١	٤,٨	٥١	٤,٧
٤	رأس غارب الشيخ فضل	٠	٠,٠	٣	١,٨	٢٠	٤,٤	١٥	٣,٤	٣٨	٣,٥
٥	سفاجا قنا	٤	٩,٥	١٥	٩,١	٥٣	١١,٨	١٣	٣,٠	٨٥	٧,٨
٦	القصير قفط	١٠	٢٣,٨	٢١	١٢,٧	٢٤	٥,٣	١٩	٤,٤	٧٤	٦,٨
٧	مرسى علم أدفو	٦	١٤,٣	٢٣	١٣,٩	٣٨	٨,٤	١٢	٢,٨	٧٩	٧,٢
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلى	١	٢,٤	٩	٥,٥	١٥	٣,٣	٦	١,٤	٣١	٢,٨
٩	برنيس أسوان	٨	١٩,٠	٢٢	١٣,٣	٤٧	١٠,٤	١٨	٤,١	٩٥	٨,٧
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوى	١	٢,٤	٢	١,٢	١٠	٢,٢	١٧	٣,٩	٣٠	٢,٧
١١	البحر الاحمر الصعيد	٥	١١,٩	١٨	١٠,٩	٤٤	٩,٨	١٦	٣,٧	٨٣	٧,٦
١٢	الطريق الساحلى(السويس حلايب)	٢	٤,٨	١٩	١١,٥	٧٣	١٦,٢	١٣٠	٢٩,٨	٢٢٤	٢٠,٥
١٣	القاهرة أسوان	١	٢,٤	١٤	٨,٥	٥٦	١٢,٤	١٢٦	٢٨,٩	١٩٧	١٨,٠
١٤	أسوان العلاقى ومصنع الحديد	٤	٩,٥	١٠	٦,١	١٩	٤,٢	١١	٢,٥	٤٤	٤,٠
١٥	طرق أخرى	٠	٠,٠	٢	١,٢	١٢	٢,٧	٧	١,٦	٢١	١,٩
جملة عدد المنعطفات	عدد - ٪	٤٢	١٠٠	١٦٥	١٠٠	٤٥٠	١٠٠	٤٣٦	١٠٠	١٠٩٣	١٠٠
	٪	٣,٨	—	١٥,١	—	٤١,٢	—	٣٩,٩	—	١٠٠	—
جملة أطوال محاور المنعطفات	كم	٨٤,٣		٣٦٤,٦		١٠٠٢,٤		٧٩٤,٠		٢٢٤٥,٣	
	٪	٣,٨		١٦,٢		٤٤,٦		٣٥,٤		١٠٠	

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على نتائج نموذج Model تقييم خطورة المنعطفات شكل(١٧) باستخدام برنامجArcGIS ، وتم حساب التوزيع النسبى باستخدام برنامج Excel



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نتائج نموذج تقييم خطورة المنعطفات شكل(١٧) باستخدام Model Builder ببرنامج ArcGIS

شكل (١٨) تقييم منعطفات الطرق المرصوفة تبعاً لدرجة خطورتها على حركة النقل فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

المصدر: الدراسة الميدانية.

شكل (١٩) نماذج لبعض المنعطفات شديدة الخطورة في الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

المصدر: الدراسة الميدانية.

شكل (٢٠) نماذج لبعض المنعطفات الخطرة ومتوسطة الخطورة في الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

- منعطفات متوسطة الخطورة: تشكل هذه المنعطفات النسبة الأكبر بين المنعطفات الموجودة بالشبكة؛ وتشمل ٤٥٠ منعطفاً بنسبة ٤١,٢٪ من جملة المنعطفات؛ وبلغت جملة أطوالها ١٠٠٢,٤كم، بما يعادل ٤٤,٦٪ من جملة أطوال محاور المنعطفات، ويتباين توزيعها على الطرق؛ حيث تزيد نسبتها على طرق: الساحلى(السويس حلايب)، والقاهرة أسوان، سفاجا قنا، برنيس أسوان؛ (يراجع الشكلين ١٨، ٢٠) وتضم هذه الطرق ما يشكل ٥٠,٨٪ من جملة المنعطفات متوسطة الخطورة، وتتوزع النسبة الباقية على باقى الطرق؛ بحيث لاتزيد نسبها على كل طريق عن ٩,٨٪.

- منعطفات قليلة الخطورة: هى المنعطفات الأقل خطورة على حركة النقل بطرق منطقة الدراسة؛ وبلغ عددها ٤٣٦ منعطفاً بنسبة ٣٥,٤٪ من جملة المنعطفات، وتتركز هذه المنعطفات بشكل واضح فى الطرق الممتدة بالمناطق السهلية الأكثر استواءاً وبخاصة فى الطريق الساحلى(السويس حلايب)، وطريق القاهرة أسوان؛ حيث شكلا معاً ما يعادل ٥٨,٧٪ من جملة هذه المنعطفات؛ فالأول يمتد بمنطقة السهل الساحلى على ساحل البحر الأحمر، بينما يمتد الثانى بالمنطقة السهلية شرق نهر النيل؛ ومن ثم فمعظم المنعطفات بهما أقل خطورة مقارنة بالطرق الممتدة فى المناطق الجبلية والهضبية؛ والتى قلت نسبتها من هذه المنعطفات وتراوحت بين (١,٤٪ -٤,٨٪) لكل طريق.

ويتضح مما سبق تركز المنعطفات الخطرة وشديدة الخطورة على حركة النقل بالطرق المارة فى وسط وجنوب الصحراء الشرقية وبخاصة الطرق الممتدة عرضياً مثل طرق: القصير قفط ، مرسى علم أدفو، برنيس أسوان، والتى تمر فى مناطق أكثر تضرساً وأشد انحداراً، على عكس الطرق المارة فى مناطق سهلية والتى تركزت بها المنعطفات المتوسطة والأقل خطورة ومن أبرزها: الطريق الساحلى السويس حلايب ، وطريق القاهرة أسوان.

خامساً : تأثير خطورة المنعطفات على حركة النقل.

١- تأثير المنعطفات على مجال الرؤية لسائقى المركبات

تؤثر المنعطفات فى تحديد مجال الرؤية لسائقى المركبات على الطرق بمنطقة الدراسة؛ حيث أدى وجود منعطفات خطرة وشديدة الخطورة؛ تقليل مدى الرؤية لسائقى المركبات عند المرور بمحاور المنعطفات داخل المناطق المتضرسة؛ ويتوقف ذلك على عدة عوامل من أهمها: درجة تقوس المنعطف، ونوعه، ومنسوب الأرض على جانبى محور المنعطف، وسرعة السير للمركبة، واتضح من خلال الدراسة الميدانية[١] والتحليل المكانى والهندسى لخصائص المنعطفات؛ وجود بعض المنعطفات تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات على الطرق؛ وتركزت معظمها بالطرق العرضية العابرة لمنطقة الدراسة من البحر الأحمر شرقاً حتى نهر

[١] أجريت الدراسة الميدانية خلال الفترة (٢٠ – ٢٦ /١٠/ ٢٠١٨ م)

النيل غرباً وبخاصة فى أجزائها الجنوبية والوسطى؛ حيث تساهم هذه المنعطفات فى تقليل مجال الرؤية لسائقى المركبات على طول محاورها؛ وبخاصة أنها تمر فى مناطق جبلية؛ حيث يرتفع منسوب الأرض على جانبى محور المنعطف(شكل٢١) مما يشكل خطورة على حركة السير؛ من خلال خفض مجال الرؤية لسائقى المركبات أثناء عبور محور المنعطف؛ مما يؤدى إلى انحراف بعض المركبات عن حارات السير المخصصة لها على الطرق داخل هذه المنعطفات(شكل٢٢)؛ ويزداد الأمر خطورة أثناء عمليات التجاوز(التخطى) للمركبات أو تقابلها على الطرق الفردية؛ مما يزيد من إمكانية وقوع الحوادث عند محاور هذه المنعطفات.

وأتضح من خلال قياس وتحليل مجال الرؤية لسائقى المركبات على محاور منعطفات الطرق المرصوفة بمنطقة الدراسة والتى تمت من خلال برمجيات (Civil3D ، ArcGIS) وجود نحو ٤٠ منعطفاً يشكلون خطورة على حركة النقل على الطرق نتيجة لانخفاض مجال الرؤية لسائقى المركبات عند عبور محاورها؛ وذلك بسبب ارتفاع منسوب السطح على جانبيها؛ وهذه المنعطفات يوضحها جدول(١٥) والأشكال(٢٣ ، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠)، ومن خلال تحليل كل منهم يتضح ما يلى:

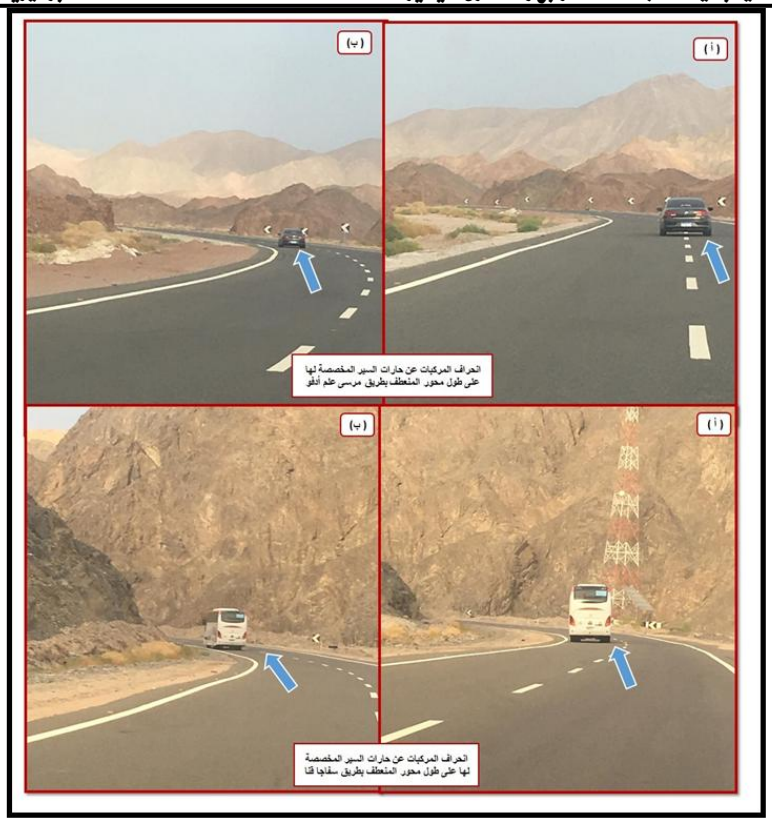
جاءت المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقي المركبات ضمن المنعطفات الانعكاسية والدائرية المركبة؛ ومن ثم فهى تشكل خطورة على حركة النقل المارة بها؛ ومما يؤكد ذلك أن هذه المنعطفات جميعاً تقع ضمن المنعطفات الخطرة وشديد الخطورة على الحركة؛ كما سبق وأن أشارت نتائج هذه هذه الدراسة فى الجدول(١٤)، والشكل(١٨).

تتركز معظم هذه المنعطفات بشكل واضح على الطرق المارة بالمناطق المرتفعة فى الجزء الجنوبى والأوسط من الصحراء الشرقية؛ وبصفة خاصة الطرق العرضية الممتدة بين البحرالأحمر شرقاً ونهرالنيل غرباً؛ التى أستحوذت على نسبة كبيرة منها؛ ومن أبرزها طريق: القصير قفط، برنيس أسوان، مرسى علم أدفو، البحرالأحمر الصعيد؛ وبلغت نسبة كل منها على التوالى(٢٧,٥٪، ٢٠٪، ١٥٪، ١٢,٥٪)، أما باقى الطرق فتراوحت نسبة كل منها بين (٢,٥٪ -١٠٪) من جملة هذه المنعطفات.

تتباين هذه المنعطفات من حيث درجة خطورتها على مجال الرؤية لسائقى المركبات المارة بها؛ حيث اختلفت المسافة التى تنخفض فيها الرؤية عند المرور بمحاور هذه المنعطفات من طريق لآخر؛ ولذلك يمكن تقسيمها حسب نسبة انخفاض وانعدام الرؤية لسائقى المركبات على طول محاورها إلى الفئات التالية:-

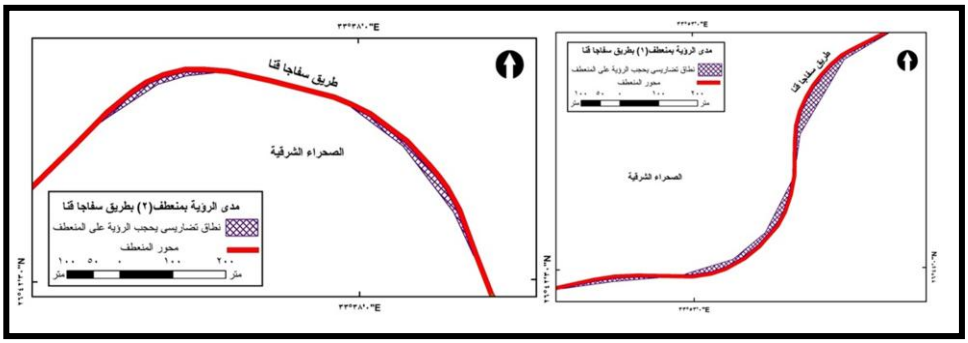
المصدر: الدراسة الميدانية.

شكل (٢١) تقليل مجال الرؤية على محاور منعطفات الطرق المارة بالمناطق المتضرسة في منطقة الدراسة عام٢٠١٨م



المصدر: الدراسة الميدانية.

شكل (٢٢) انحراف المركبات عن حارات السير المخصصة لها عند محاور بعض المنعطفات بالطرق المرصوفة عام٢٠١٨م



المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D ؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٣) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق سفاجا قناعام ٢٠١٨م.

جدول(١٥) المنعطفات التى تشكل خطورة على السائقين من حيث مدى رؤية المركبات على طول محاورها بالطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م

م	رقم المنعطف بكل طريق	اسم الطريق	نوع المنعطف	طول محور المنعطف بالمتر	مسافة انعدام الرؤية بالنسبة للسائق على محور المنعطف		المساحة التضاريسية التى تحجب الرؤية على جانبى المنعطف(م٢)	احداثيات الموقع الفلكى (بالدرجات)	
					الطول بالمتر	(٪) من طول محور المنعطف		دائرة العرض (y)	خط الطول (x)
١	١	سفاجا قنا	انعكاسى	١٩٠٤,٣	١٣٧٣,٠	٧٢,١	١١٠٨٩,٨	٢٦,٧٤	٣٣,٨٩
٢	٢	سفاجا قنا	دائرى مركب	١٣٢٠,٤	٧٧١,٤	٥٨,٤	٤٣١٥,٨	٢٦,٧١	٣٣,٦٣
٣	١	البحر الأحمر الصعيد	انعكاسى	١٣١٨,٦	١٢٦٧,٤	٩٦,١	١٥٦٨٤,١	٢٦,٨٠	٣٣,٤٦
٤	٢	البحر الأحمر الصعيد	انعكاسى	٢٤٧٨,٥	١٩٥٩,١	٧٩,٠	٥١٨٣٩,١	٢٦,٧٥	٣٣,٣٥
٥	٣	البحر الأحمر الصعيد	انعكاسى	٢٩٣٣,٦	١٤٤٩,٠	٤٩,٤	٥٣٥٢٠,٦	٢٦,٨٨	٣٢,٢٢
٦	٤	البحر الأحمر الصعيد	دائرى مركب	٨٧٤,٠	٥٩٠,٧	٦٧,٦	٥٤٤١,٠	٢٦,٥٥	٣١,٨٥
٧	٥	البحر الأحمر الصعيد	دائرى مركب	١٥٢٧٥,٦	١٠٠٧٩,٩	٦٦,٠	٣٠٣٢١٥,٧	٢٧,٢١	٣١,٦٦
٨	١	القصير قفط	دائرى مركب	١٥٠٥,٧	٦٧٢,١	٤٤,٦	٣٧٤٥,٨	٢٦,١١	٣٤,٠٣
٩	٢	القصير قفط	انعكاسى	٦٩٩,١	٢٩٧,٩	٤٢,٦	٦١٩٠,٣	٢٦,١٢	٣٤,٠٢
١٠	٣	القصير قفط	انعكاسى	٢٧٥٤,٥	٩٤٥,٠	٣٤,٣	١٠٠٢٩,٧	٢٦,١٢	٣٤,٠٠
١١	٤	القصير قفط	دائرى مركب	١١٤٠,٠	٢٥١,٩	٢٢,١	٢١١٢,٩	٢٦,١٤	٣٣,٩٥
١٢	٥	القصير قفط	دائرى مركب	٣٩٢,٨	٣٠٣,٤	٧٧,٢	٢٠٩٦,٢	٢٦,٠٠	٣٣,٧٤
١٣	٦	القصير قفط	دائرى مركب	٨٥٩,٧	٦٠٤,٠	٧٠,٣	٤٣٠٥,٢	٢٥,٩٩	٣٣,٧٢
١٤	٧	القصير قفط	دائرى مركب	٥٨٦,٤	٢٥٩,٥	٤٤,٣	٧٩٤,٧	٢٥,٩٩	٣٣,٧٠
١٥	٨	القصير قفط	دائرى مركب	٢٣١٥,٥	١٠٧٥,٣	٤٦,٤	٥٤٥٤,٨	٢٥,٩٧	٣٣,٦٣
١٦	٩	القصير قفط	دائرى مركب	٦٥١,٠	٢٥٦,٣	٣٩,٤	٢٦٢٠,٩	٢٦,٠١	٣٣,٦٠
١٧	١٠	القصير قفط	دائرى مركب	٥٢٨,٧	٢٩٢,٨	٥٥,٤	٢٨٦٨,٣	٢٦,٠٠	٣٣,٥٨

تابع/ جدول(١٥)

م	رقم المنعطف بكل طريق	اسم الطريق	نوع المنعطف	طول محور المنعطف بالمتر	مسافة انعدام الرؤية بالنسبة للسائق على محور المنعطف		المساحة التضاريسية التى تحجب الرؤية على جانبى المنعطف(م٢)	احداثيات الموقع الفلكى (بالدرجات)	
					الطول بالمتر	(٪) من طول محور المنعطف		دائرة العرض (y)	خط الطول (x)
١٨	١١	القصير قفط	دائرى مركب	١٨٥١,٠	٦٣٧,٧	٣٤,٥	٤٢٠٩,٤	٢٥,٩٧	٣٣,٥٥
١٩	١	الطريق الساحلى (مرسى علم حلايب)	دائرى مركب	٢٠٩٠,٦	٢٠٣٥,٨	٩٧,٤	١٥٨٤٤٥,٢	٢٤,٩٦	٣٤,٩٣
٢٠	١	القاهرة أسوان (قنا أسوان)	دائرى مركب	١٦١٧,٠	٧٦١,٦	٤٧,١	٦٥٥٥,٨	٢٤,٨١	٣٢,٩٢
٢١	١	أسوان العلاقى	دائرى مركب	٨٥٢,١	٥١٩,٩	٦١,٠	٣٨٩٧,٠	٢٣,٩٧	٣٣,٠٢
٢٢	٢	أسوان العلاقى	دائرى مركب	١٤٧٧,٦	١٠٣٦,٠	٧٠,١	٩٨٥٧,٩	٢٣,٧٥	٣٣,١٨
٢٣	٣	أسوان العلاقى	انعكاسى	١٤٩٢,٥	٤٥٣,٨	٣٠,٤	٣٨٩٢,٨	٢٣,٧٢	٣٣,٢١
٢٤	٤	أسوان العلاقى	دائرى مركب	١٠٩٤,٣	٥١٧,٦	٤٧,٣	٤٤٣٩,١	٢٣,٧٠	٣٣,٢٣
٢٥	١	مرسى علم الشيخ الشاذلى	انعكاسى	٨٨٠٢,٨	٣٢٣٥,٨	٣٦,٨	٤٧٧٢٦,٤	٢٤,٩٦	٣٤,٥٥
٢٦	٢	مرسى علم الشيخ الشاذلى	دائرى مركب	٤٠٤٩,٩	٢٢٥٣,٩	٥٥,٧	٦١٢٨٩,٤	٢٤,٢٨	٣٤,٦١
٢٧	١	مرسى علم أدفو	دائرى مركب	٤٥٨,٥	٢٦٩,٤	٥٨,٧	٢٢١٩,١	٢٥,٠٦	٣٤,٨١
٢٨	٢	مرسى علم أدفو	انعكاسى	١٥٦٦,٩	٩٢٥,٤	٥٩,١	١٠٨٧١,٨	٢٥,٠٤	٣٤,٧٥
٢٩	٣	مرسى علم أدفو	دائرى مركب	٦٠٤,١	٣٣١,٣	٥٤,٨	٢٩٤٢,٦	٢٥,٠٧	٣٣,٨٨
٣٠	٤	مرسى علم أدفو	دائرى مركب	٦٠٠,٨	٣٣٢,٦	٥٥,٤	٣٨٧٥,٣	٢٥,٠٤	٣٣,٦٦
٣١	٥	مرسى علم أدفو	دائرى مركب	١٥٤٣,٧	١٠٣٦,١	٦٧,١	١٣٧٩٠,٨	٢٥,٠٣	٣٣,٦٠
٣٢	٦	مرسى علم أدفو	دائرى مركب	١١٩٨,٧	٥٧٩,٦	٤٨,٤	١٠٧٤٤,٣	٢٥,٠٢	٣٣,٥٢
٣٣	١	برنيس أسوان	دائرى مركب	١٤٤٩,٩	٧٢٢,١	٤٩,٨	١٩٣٩٠,٠	٢٤,٠١	٣٥,٢٠
٣٤	٢	برنيس أسوان	دائرى مركب	١٠٨٤,٣	٧٤٠,١	٦٨,٣	٢١٤٥٣,١	٢٣,٩١	٣٥,١٧
٣٥	٣	برنيس أسوان	دائرى مركب	١٥٠٩,٦	١٥٠٩,٦	١٠٠,٠	٧٥٨٨٣,٢	٢٤,٠٥	٣٤,٢٥
٣٦	٤	برنيس أسوان	دائرى مركب	٢٥٠١,٨	١٤٤٧,٢	٥٧,٨	٨٢٧٠٠,١	٢٣,٩٦	٣٤,٠١
٣٧	٥	برنيس أسوان	دائرى مركب	٣٥١٧,٦	٢١٣٠,٠	٦٠,٦	١١٠٠٠٩,٠	٢٣,٩١	٣٤,٠٠
٣٨	٦	برنيس أسوان	دائرى مركب	٢٥٦١,٣	٨٧٥,٤	٣٤,٢	٢٥١٥٥,٧	٢٣,٩٤	٣٣,٦٠
٣٩	٧	برنيس أسوان	انعكاسى	١٦٩٤,٢	٨١٦,٩	٤٨,٢	١٣١٧٣,٦	٢٣,٩١	٣٣,٥٦
٤٠	٨	برنيس أسوان	دائرى مركب	٣٦٣٦,٧	٨٥٦,٧	٢٣,٦	١٠٠٤٥,١	٢٣,٨٤	٣٣,٥٣
		الجملة		٨٤٧٩٤,١	٤٦٤٧٢,٩	٥٤,٨	١١٨٧٨٩١,٤	ـــــ	ـــــ

المصدر من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil 3D ؛ وتم تحديد مجال الرؤية على محاور المنعطفات على اعتبار أن متوسط سرعة المركبة ٥٠كم/ساعة، وارتفاع السيارة على الطريق ١,٢متر، وارتفاع العائق المراد رؤيته ٦٠سم.

أ - منعطفات ينخفض فيها مجال الرؤية بنسبة كبيرة

هى المنعطفات التى ينخفض عليها مجال الرؤية لسائقى المركبات المارة بها بنسب تزيد عن ٥٠٪ من جملة أطوال محاورها؛ ومن ثم فهى تعد من أكثر المنعطفات خطورة على حركة النقل؛ وتضم هذه الفئة ٢٢منعطفاً بنسبة ٥٥٪ من جملة المنعطفات والبالغ عددها ٤٠منعطفاً؛ وتتركز معظمها على طرق: مرسى علم أدفو، برنيس أسوان ، البحرالأحمر الصعيد، القصير قفط، سفاجا قنا، أسوان العلاقى.

بلغت جملة أطوال محاور هذه المنعطفات٤٦٨١٠,١متراً؛ وبلغت جملة المسافات التى تنخفض فيها الرؤية لسائقى المركبات عليها٣١٨٠٨,٧متراً؛ بنسبة ٦٨٪ من جملة أطوال محاورها؛ وتزيد هذه النسبة فى بعض المنعطفات وتصل إلى أكثر من ٩٥٪؛ مما تشكل خطورة كبيرة على حركة المركبات المارة بها.

يعد شدة تضرس السطح من أهم العوامل التى ساهمت بشكل مباشر فى حجب الرؤية لسائقى المركبات عند المرور بمحاور هذه المنعطفات؛ حيث بلغت جملة مساحة النطاقات التضاريسية التى تحجب الرؤية على جوانب هذه المنعطفات ٩٥٨٠٨٩,٧م٢ ؛ وهى تشكل ٨٠,٧ ٪ من جملة مساحة النطاقات التضاريسية التى تحجب الرؤية على جميع المنعطفات بشبكة الطرق.

ب - منعطفات ينخفض فيها مجال الرؤية بنسبة متوسطة

تشمل المنعطفات التى ينخفض عليها مجال الرؤية لسائقى المركبات المارة بها بنسب تتراوح بين(٢٥٪ - ٥٠٪) من جملة أطوال محاورها؛ وتضم هذه الفئة ١٦منعطفاً بنسبة ٤٠٪ من جملة المنعطفات؛ وتتركز معظمها على طرق: القصير قفط، برنيس أسوان، أسوان العلاقى.

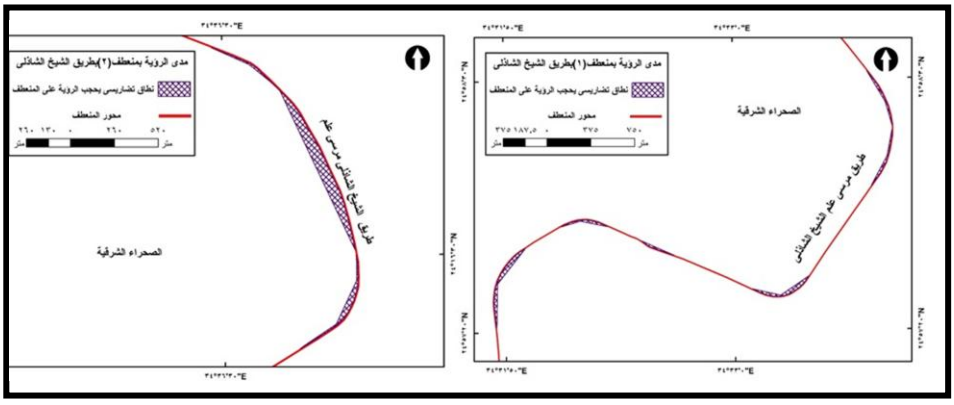
بلغت جملة أطوال محاور هذه المنعطفات ٣٣٢٠٧,٣ متراً؛ وبلغت جملة المسافات التى تنخفض فيها الرؤية لسائقى المركبات عليها١٣٥٥٥,٦متراً؛ بنسبة ٤٠,٨٪ من جملة أطوال محاورها.

بلغت جملة مساحة النطاقات التضاريسية التى تحجب الرؤية على جوانب هذه المنعطفات ٢١٧٦٤٣,٨م٢ ؛ وهى تشكل ١٨,٣ ٪ من جملة مساحة النطاقات التضاريسية التى تحجب الرؤية على جميع المنعطفات.

ج - منعطفات ينخفض فيها مجال الرؤية بنسبة قليلة

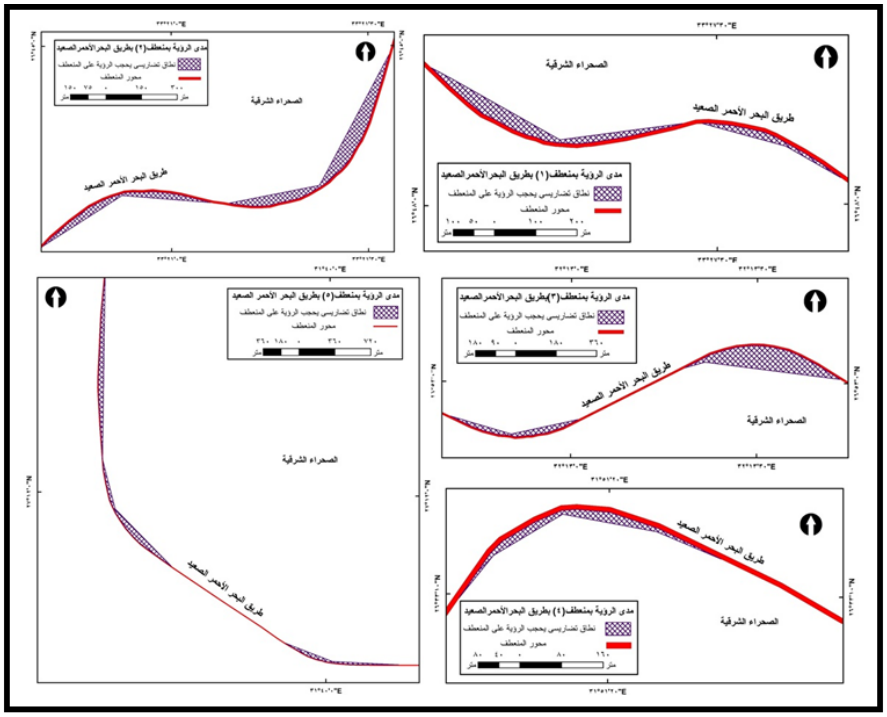
هى المنعطفات التى ينخفض عليها مجال الرؤية لسائقى المركبات المارة بها بنسب تقل عن ٢٥٪ من جملة أطوال محاورها؛ ومن ثم فهى أقل خطورة على مجال الرؤية مقارنة بالمنعطفات السابقة؛ وتضم هذه الفئة منعطفين فقط؛ يشكلان نسبة ٥٪ فقط من جملة المنعطفات؛ يقع الأول منها بطريق برنيس أسوان، بينما يقع الثانى بطريق القصير قفط، وبلغت المسافة التى تحجب فيها الرؤية على طول محور كل منهما على التوالى ٨٥٦,٧متراً، ٢٥١,٩متراً؛ بنسبة ٢٣,٦٪، ٢٢,١٪ من جملة طول محور كل منهما.

ويتضح مما سبق وجود بعض المنعطفات تشكل خطورة كبيرة على حركة النقل عليها؛ حيث كان لتضرس السطح دوراً مهماً فى حجب الرؤية لسائقى المركبات المارة بمحاورها؛ لذا يجب وضع إشارات أو حواجز تحد من سرعة المركبات العابرة لهذه المنعطفات؛ لأنه فى حالة السير بسرعات أعلى من المعدلات المقررة لها عند محاور هذه المنعطفات؛ سيؤدى ذلك إلى خطورة كبيرة على حركة النقل؛ وبخاصة إذا كانت محاور هذه المنعطفات تقع فى مناطق ذات إنحدارات شديدة(يراجع شكل٣١)؛ ومن ثم يجب على سائقى المركبات توخى الحذر عند عبور هذه المنعطفات شديدة الخطورة، وتقليل السرعات إلى أقل معدلاتها.



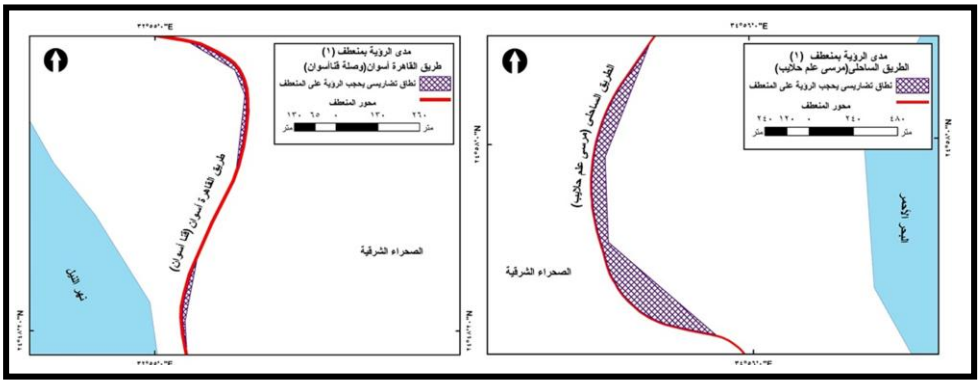
المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٤) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق مرسى علم الشيخ الشاذلى عام٢٠١٨م



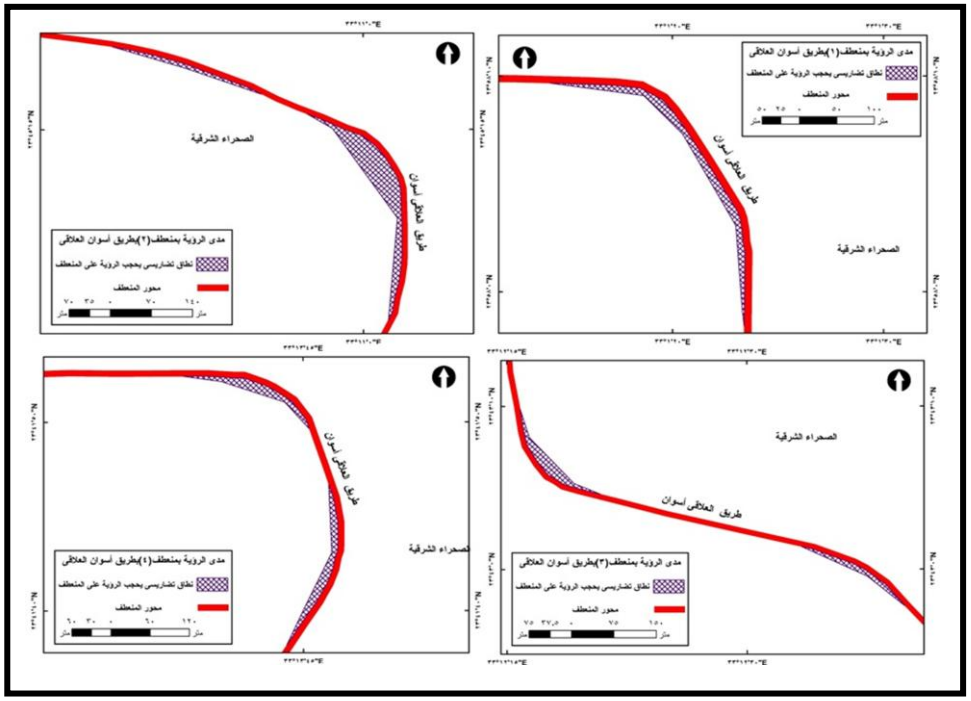
المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٥) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق البحر الأحمر الصعيد عام٢٠١٨م



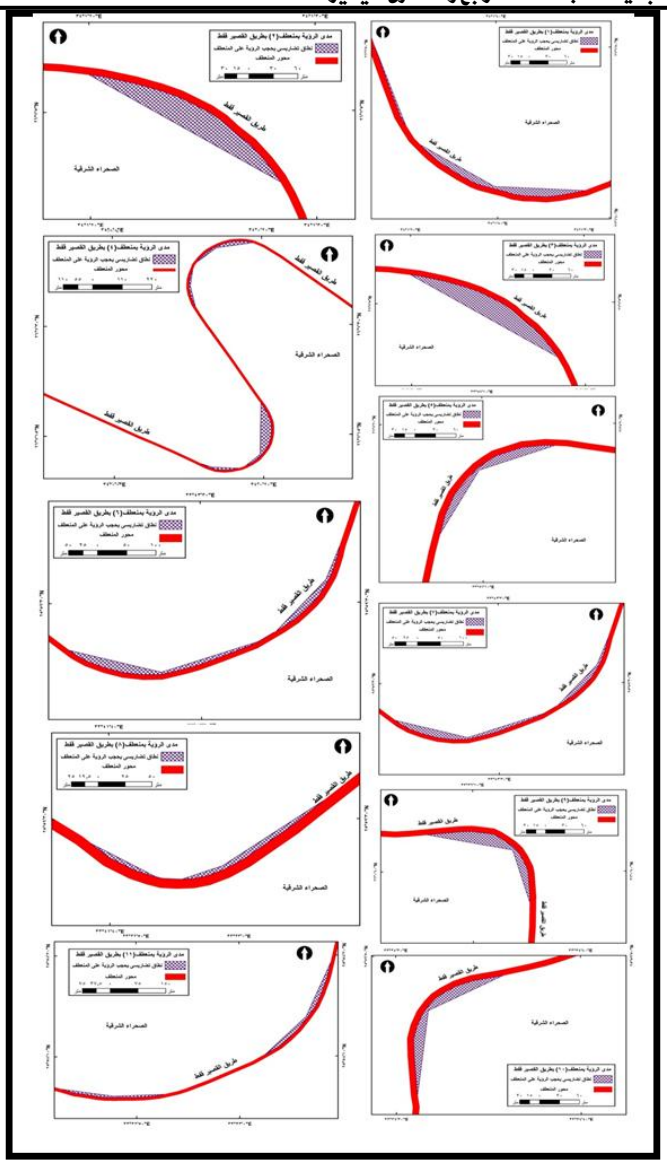
المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٦) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بالطريق الساحلى وطريق القاهرة أسوان عام٢٠١٨م



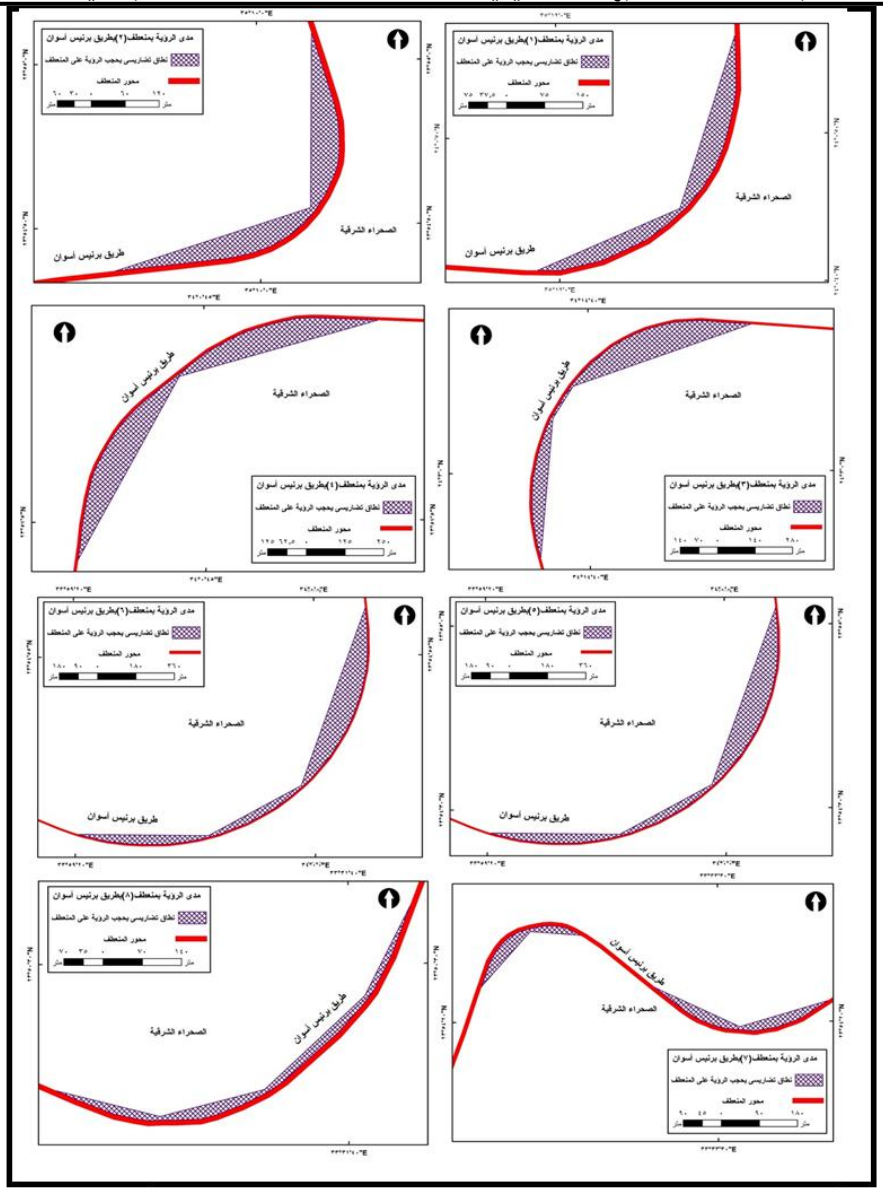
المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٧) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق أسوان العلاقى عام٢٠١٨م



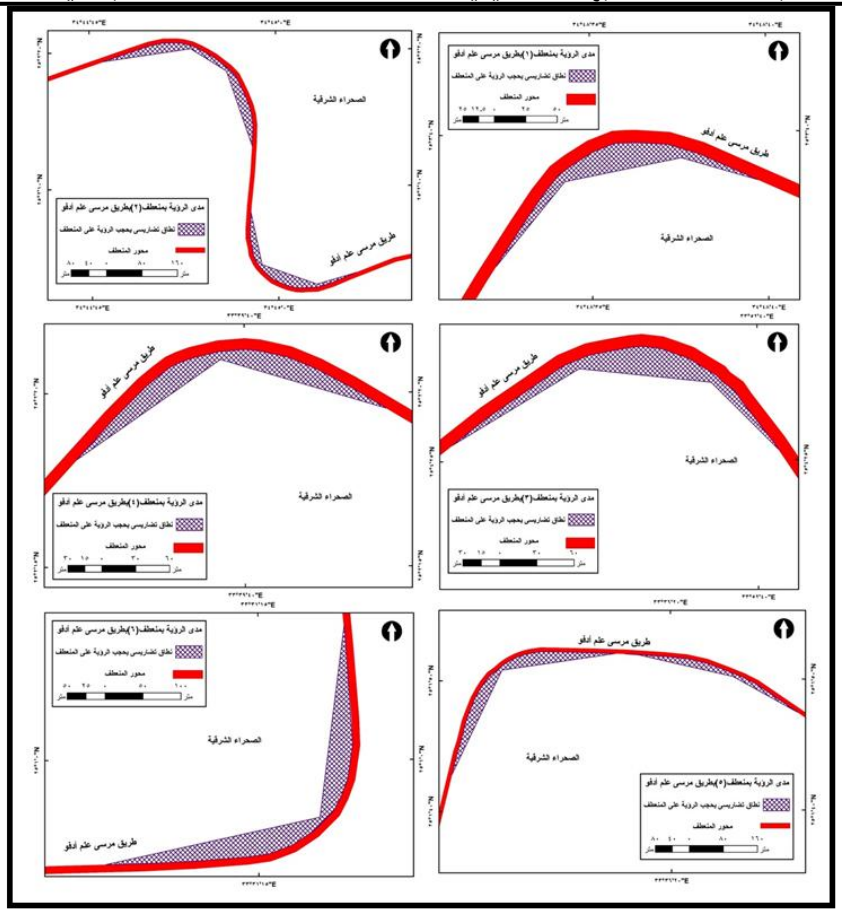
المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D، وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٨) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق القصير قفط عام٢٠١٨م



المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٢٩) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق برنيس أسوان عام٢٠١٨م



المصدر: من إعداد الباحث إعتمادا على القياس والتحليل باستخدام برنامج Civil3D؛ وبرنامج ArcGIS.

شكل (٣٠) المنعطفات التى تشكل خطورة على مجال الرؤية لسائقى المركبات بطريق مرسى علم أدفو عام٢٠١٨م

المصدر: الدراسة الميدانية .

شكل (٣١) منعطفات الطرق بمناطق منحدرة في الصحراء الشرقية عام٢٠١٨م

٢- تأثير المنعطفات فى زمن وصول المركبات على الطرق

تؤثر منعطفات الطرق بشكل مباشر فى زمن وصول المركبات حيث تقل سرعة المركبات على الطرق عند عبور محاور المنعطفات؛ وهى تختلف تبعاً لنوع المنعطف، ونوع المركبة[١] والسرعة المقررة على الطريق.

ويمكن من خلال تطبيقات التحليل الشبكى[٢] التى تتم داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية قياس وتقييم تأثير المنعطفات على زمن الوصول من خلال نظام معلوماتى يسمح بقياس وتحليل مسارات الشبكة وقياس زمن الوصول النظرى والفعلى[٣]؛ وذلك للوقوف على مدى تأثير المنعطفات فى زمن وصول المركبات على الطرق بمنطقة الدراسة؛ التى يوضحها جدول (١٦)، وشكل(٣٢) ومن خلال تحليل نتائجهما يتضح ما يلى:

---

[١] بلغ متوسط السرعة الفعلية للمركبات بالمنعطفات:(الانعكاسية ٤٠كم/ساعة، الدائرية المركبة ٣٠كم/ساعة، البسيطة والانتقالية ٧٠كم/ساعة)؛ المصدر: الدراسة الميدانية، والمقابلات الشخصية مع سائقى مركبات النقل بمقطورة والنقل والأجرة والاتوبيس والملاكى على الطرق بمنطقة الدراسة خلال الفترة من ٢٠ - ٢٦ / ١٠ / ٢٠١٨م.

[٢] من أهمها ما يعرف بمحلل الشبكات Network Analyst داخل برنامج Arc GIS.؛ حيث تم إنشاء خريطة رقمية تحليلية لشبكة الطرق فى الصحراء الشرقية تشمل عقد ووصلات الشبكة، ومزودة بقاعدة بيانات الشبكةNetwork Dataset ؛ مثل عدد الوصلات وأطوالها ومتوسط السرعه النظرية والفعلية على كل وصلة، وكذلك نقاط التقاطع(العقد) وغيرها من البيانات المكانية المتعلقة بالشبكة؛ ومن خلالها تم قياس وتحليل زمن الوصول على الطرق بالمنطقة(جدول١٦).

[٣] زمن الوصول النظرى: هو الزمن المستغرق فى الوصول طبقاً للسرعة المقررة على كل طريق، وتتباين هذه السرعات تبعاً لنوع الطريق وسعته التصميمية، أما زمن الوصول الفعلى: هو الزمن الفعلى للوصول حسب السرعة الفعلية لكل مركبة على الطريق ويراعى فى ذلك السرعات الفعلية على محاور المنعطفات بكل طريق، وكذلك السرعات الفعلية على المسافات المستقيمة من الطريق.

جدول(١٦) زمن الوصول النظرى والفعلى ونسب التغير بينهما على شبكة الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م.

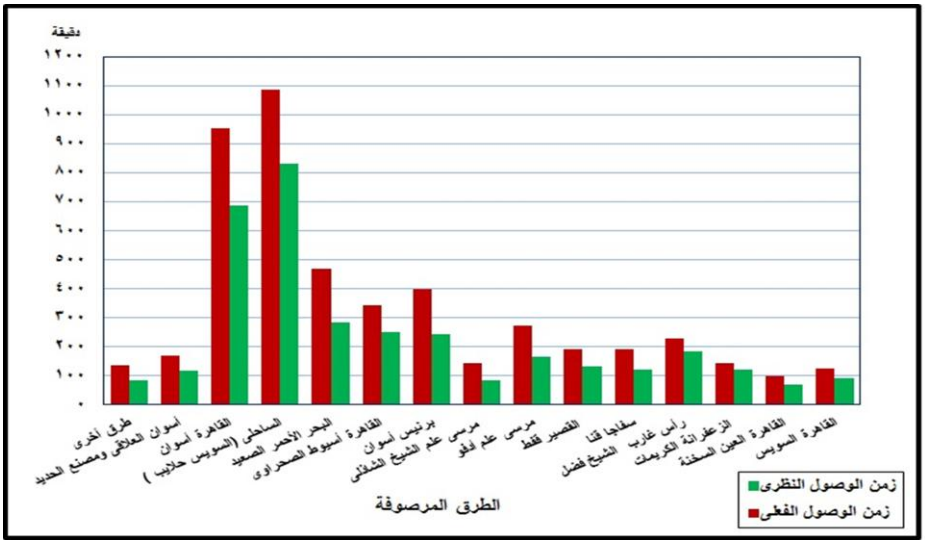
م	اسم الطريق		الطول	زمن الوصول بالدقيقة		الفرق (دقيقة)	نسبة الزيادة٪
				النظرى(١)	الفعلى(٢)		
١	القاهرة السويس		١١٢,٢	٨٩,٨	١٢٤,٨	٣٥,٠	٣٩,٠
٢	القاهرة العين السخنة		١٠٦,٧	٦٧,٤	٩٧,٥	٣٠,١	٤٤,٦
٣	الزعفرانة الكريمات		١٦٢,٤	١٢١,٨	١٤٣,١	٢١,٣	١٧,٥
٤	رأس غارب الشيخ فضل		٢٤٣,١	١٨٢,٣	٢٢٧,١	٤٤,٨	٢٤,٦
٥	سفاجا قنا		١٧٩,٢	١٢٠,٣	١٩٢,٠	٧١,٧	٥٩,٦
٦	القصير قفط		١٧٤,٨	١٣١,١	١٩٠,٧	٥٩,٦	٤٥,٤
٧	مرسى علم أدفو		٢٢٠,٢	١٦٥,١	٢٧٠,٧	١٠٥,٦	٦٤,٠
٨	مرسى علم الشيخ الشاذلى		١١٣,٠	٨٤,٨	١٤٤,٢	٥٩,٤	٧٠,١
٩	برنيس أسوان		٣٢٤,٠	٢٤٣,٠	٣٩٥,٩	١٥٢,٩	٦٢,٩
١٠	القاهرة أسيوط الصحراوى		٣٣٠,٥	٢٤٧,٩	٣٤٢,٠	٩٤,٢	٣٨,٠
١١	البحر الأحمر الصعيد	وصلة سوهاج	٢٤١,٢	١٨٠,٩	٢٩٦,٢	١١٥,٣	٦٣,٧
		وصلة أسيوط	٨٩,٩	٣٥,٣	٥١,٧	١٦,٤	٤٦,٤
		وصلة قنا	٤٧,١	٦٧,٤	١٢٠,٧	٥٣,٣	٧٩,١
		الجملة	٣٧٨,٢	٢٨٣,٦	٤٦٨,٦	١٨٥,٠	٦٥,٢
١٢	الطريق الساحلى (السويس حلايب وشلاتين)	السويس العين السخنة	٥٢,٢	٣٩,١	٤٧,٣	٨,٢	٢٠,٩
		العين السخنة الزعفرانة	٦٦,٤	٤٩,٨	٦٩,٤	١٩,٦	٣٩,٤
		الزعفرانة الغردقة	٢٥٥,٣	١٩١,٥	٢١٨,٣	٢٦,٨	١٤,٠
		وصلة خارج مدينة الغردقة	٣١,٠	٢٠,٧	٢١,٦	١,٠	٤,٧
		الغردقة سفاجا القصير	١٤٠,١	١٠٥,١	١٤٣,٧	٣٨,٦	٣٦,٨
		القصير مرسى علم	١٣٧,٠	١٠٢,٧	١٢٩,٦	٢٦,٩	٢٦,٢
		مرسى علم حلايب	٤٣٠,٢	٣٢٢,٦	٤٥٦,٢	١٣٣,٦	٤١,٤
		الجملة	١١١٢,١	٨٣١,٥	١٠٨٦,٢	٢٥٤,٨	٣٠,٦
١٣	القاهرة أسوان	القاهرة المنيا	٢١٠,٢	١٦٨,١	٢١٩,٣	٥١,٢	٣٠,٤
		المنيا أسيوط	١١١,٥	٨٩,٢	١١٦,٤	٢٧,٢	٣٠,٥
		أسيوط قنا	٢٤٢,٩	١٩٤,٣	٢٧١,٢	٧٦,٩	٣٩,٦
		قنا أسوان	٢٩٣,٦	٢٣٤,٩	٣٤٣,٨	١٠٨,٩	٤٦,٤
		الجملة	٨٥٨,٢	٦٨٦,٥	٩٥٠,٦	٢٦٤,١	٣٨,٥

(١) تم حسابه على أساس السرعة النظرية المقررة على كل طريق.
(٢) تم حسابه على أساس السرعة الفعلية على الطرق وروعى فى ذلك السرعة الفعلية على المنعطفات حسب نوعها.

تابع/ جدول(١٦)

م	اسم الطريق		الطول	زمن الوصول بالدقيقة		الفرق (دقيقة)	نسبة الزيادة٪
				النظرى([1])	الفعلى([2])		
١٤	أسوان العلاقى ومصنع الحديد	ط أسوان العلاقى	١٢٩,٧	٩٧,٣	١٤٥,٥	٤٨,٢	٤٩,٦
		وصلة مصنع الحديد	٢٣,١	١٧,٣	٢١,٠	٣,٧	٢١,٥
		الجملة	١٥٢,٨	١١٤,٦	١٦٦,٥	٥١,٩	٤٥,٣
١٥	طرق أخرى	وصلة الطريق الاقليمى	٧٦,٩	٦١,٦	١٠١,١	٣٩,٦	٦٤,٣
		وصلة الطريق الدائرى	٢٧,١	٢١,٧	٣٣,١	١١,٤	٥٢,٧
		الجملة	١٠٤,١	٨٣,٢	١٣٤,٣	٥١,٠	٦١,٣
جملة الطرق			٤٥٧١,٤	٣٤٥٣,٠	٤٩٣٤,٣	١٤٨١,٣	٤٢,٩

المصدر: من اعداد الباحث باستخدام محلل الشبكات Network Analyst ببرنامج ArcGIS ، وتم حساب نسب التغير باستخدام برنامج Excel.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على جدول (١٦)

شكل (٣٢) مقارنة بين زمن الوصول النظرى والفعلى للمركبات على الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية عام ٢٠١٨م

[1] تم حسابه على أساس السرعة النظرية المقررة على كل طريق.
[2] تم حسابه على أساس السرعة الفعلية على الطرق وروعى فى ذلك السرعة الفعلية على المنعطفات حسب نوعها.

تأثرت حركة النقل على الطرق بمنطقة الدراسة بالمنعطفات الموجودة بالشبكة؛ حيث ساهمت الأخيرة فى زيادة زمن الوصول الفعلى للمركبات المتحركة عليها؛ وذلك لأنها تقلل من سرعة المركبات العابرة لمحاورها، ويتضح من تحليل بيانات جدول(١٦)، وشكل(٣٢)؛ زيادة المتوسط العام لزمن الوصول الفعلى للمركبات على الطرق بمنطقة الدراسة بنسبة زيادة بلغت ٤٢,٩٪؛ وذلك مقارنة بزمن الوصول النظرى المقرر على هذه الطرق.

تتباين نسب الزيادة فى زمن الوصول الفعلى للمركبات من طريق لآخر؛ لذلك يمكن تقسيم الطرق بمنطقة الدراسة إلى الفئات التالية:-

أ – طرق يزيد زمن الوصول عليها بنسبة كبيرة

هى الطرق التى يزيد زمن الوصول الفعلى للمركبات عليها بنسب تصل إلى أكثر من ٥٠٪ من زمن الوصول النظرى المقرر لكل طريق؛ وتضم هذه الفئة خمسة طرق؛ هى: مرسى علم الشيخ الشاذلى، البحرالأحمر الصعيد، مرسى علم أدفو، برنيس أسوان، سفاجا قنا؛ وبلغت نسب الزيادة على كل منهم(٧٠,١٪، ٦٥,٢٪، ٦٤٪، ٦٢,٩٪، ٥٩,٦٪) على الترتيب؛ ويرجع ذلك إلى عدة عوامل؛ من أهمها: أن جميع هذه الطرق تمر فى مناطق متضرسة فى الأجزاء الجنوبية والوسطى من الصحراء الشرقية مما أدى إلى زيادة عدد المنعطفات بها نظراً لمرور أجزاء كبيرة منها بالأودية الجافة؛ وانعكس ذلك أيضاً على أنواع تلك المنعطفات؛ حيث تشكل المنعطفات الدائرية والانعكاسية التى تحد من سرعة المركبات على الطرق نسبة كبيرة من هذه المنعطفات؛ فهذه الطرق مجتمعة تضم ٣٧٣ منعطفاً منها ٧٥ منعطفاً دائرياً بنسبة ٣٤,١٪ من جملة المنعطفات الدائرية، و ١٦٩ منعطفاً انعكاسياً بنسبة ٤٣,٤٪ من جملة المنعطفات الانعكاسية بالشبكة(يراجع جدول٥)، وساهمت هذه المنعطفات بشكل مباشر فى الحد من سرعة المركبات العابرة لمحاورها مما أدى لزيادة زمن الوصول الفعلى للمركبات على هذه الطرق.

ب – طرق يزيد زمن الوصول عليها بنسبة متوسطة

تضم الطرق التى تتراوح نسب الزيادة فى زمن الوصول الفعلى للمركبات عليها بين(٢٥ - ٥٠٪) من زمن الوصول النظرى المقرر لكل طريق، وتشمل سبعة طرق؛ هى: القصير قفط، أسوان العلاقى، القاهرة العين السخنة، القاهرة السويس، القاهرة أسوان، القاهرة أسيوط الصحراوى، الساحلى(السويس حلايب)، وبلغت نسب الزيادة فى زمن الوصول على كل منهم (٤٥,٤٪، ٤٥,٣٪، ٤٤,٦٪، ٣٩٪، ٣٨,٥٪، ٣٨، ٣٠,٦٪) على الترتيب، وتعد زيادة عدد المنعطفات بهذه الطرق من العوامل التى ساهمت فى زيادة زمن وصول المركبات عليها؛ حيث تضم هذه الطرق ٦١٠منعطفاً بنسبة ٥٥,٨٪ من جملة المنعطفات بالطرق، كما أن معظم المنعطفات الموجودة بها من الأنواع الانعكاسية و الدائرية؛ والتى تخفض من سرعة المركبات عليها؛ حيث تضم هذه الطرق ما يعادل ٤٩,٤٪ من جملة المنعطفات الانعكاسية، وما يعادل ٤٦,٩٪ من جملة المنعطفات الدائرية الموجودة بشبكة الطرق(يراجع جدول٥)؛ مما أدى إلى زيادة زمن الوصول الفعلى للمركبات المتحركة عليها.

ج – طرق يزيد زمن الوصول عليها بنسبة قليلة

تشمل الطرق التى يزيد زمن الوصول الفعلى للمركبات عليها بنسب تقل عن ٢٥٪ من زمن الوصول النظرى المقرر لكل طريق؛ وهى أقل نسب زيادة فى زمن وصول المركبات مقارنة بنظيرها من باقى الطرق؛ وتضم هذه الفئة؛ طريق رأس غارب الشيخ فضل، وطريق الزعفرانة الكريمات؛ وبلغت نسب الزيادة فى زمن الوصول على كل منهما على التوالى(٢٤,٦٪ ، ١٧,٥٪)؛ ويرجع ذلك إلى قلة عدد المنعطفات بكل منهما مقارنة بباقى الطرق؛ فلا يوجد بهما سوى ٨٩ منعطفاً بنسبة ٨,١٪ فقط من جملة المنعطفات بالشبكة(يراجع جدول٥)؛ ومعظمها من النوع البسيط مما أدى إلى انخفاض نسبة الزيادة فى زمن وصول المركبات بكل منهما مقارنة بباقى الطرق.

ويتضح مما سبق أن عدد المنعطفات الموجودة بشبكة الطرق وكذلك أنواع تلك المنعطفات لعبت دوراً مهماً فى الحد من سرعة المركبات على الطرق؛ مما أدى إلى زيادة زمن الوصول الفعلى للمركبات بكل طريق.

الخاتمة:

يمكن من خلال العرض السابق التوصل إلى مجموعة من النتائج، واقتراح بعض التوصيات كما يلى:-

أولاً: النتائج:

- تتنوع منعطفات الطرق المرصوفة فى الصحراء الشرقية ما بين منعطفات انعكاسية، وبسيطة، ودائرية مركبة، وانتقالية؛ وبلغت نسبة كل منهم على التوالى: ٣٥,٦٪، ٣٢,٧٪، ١٧,٧٪، ١٤٪ من جملة المنعطفات الموجودة بالشبكة والبالغ عددها ١٠٩٣ منعطفاً.
- تأثرت منعطفات الطرق المرصوفة بمجموعه من العوامل؛ تشمل: تضرس السطح، ودرجة الانحدار، واتجاهات الانحدار، وتوزيع شبكة الأودية الجافة، وكذا توزيع مراكز العمران؛ حيث ساهمت تلك العوامل فى تحديد أنواع المنعطفات وكثافتها على الطرق ومن ثم تحديد درجة خطورتها على حركة النقل بمنطقة الدراسة.
- اختلف المؤشر العام لانعطاف الطرق المرصوفة بالمنطقة تبعاً لأنواع المنعطفات وكثافتها بكل طريق، وارتبط ذلك بخصائص وطبيعة سطح المنطقة التى يعبرها الطريق؛ حيث زادت كثافة المنعطفات بالطرق المارة فى المناطق الجبلية والهضبية مقارنة بالمناطق السهلية؛ وانعكس ذلك على قيمة المؤشر العام للانعطاف بكل طريق؛ والتى بلغت أعلاها بطريق برنيس أسوان(١٢٨,٢٪) وأدناها بطريق القاهرة السويس(١٠٧,٣٪).
- تباينت الخصائص الهندسية لمنعطفات الطرق المرصوفة تبعاً لخصائص وطبيعة سطح المنطقة التى يعبرها الطريق؛ حيث زادت أطوالها، وأطوال محاورها، واتساعها، ودرجة تقوسها بالطرق المارة فى مناطق متضرسة وبخاصة فى الجزء الجنوبى والأوسط من الصحراء الشرقية؛ وكان من أبرزها طرق: القصير قفط، أسوان العلاقى، برنيس أسوان، مرسى علم الشيخ الشاذلى ومرسى علم أدفو، البحر الأحمر الصعيد؛ بينما قلت بالطرق المارة فى المناطق الأقل تضرساً والمناطق السهلية؛ وظهر ذلك بشكل واضح فى الطرق الواقعه بالجزء الشمالى وبخاصة طرق: القاهرة السويس، القاهرة العين السخنة، الزعفرانة الكريمات، ورأس غارب الشيخ فضل، هذا بالاضافة إلى الطريق الساحلى (السويس حلايب).
- تعانى شبكة الطرق المرصوفة بالصحراء الشرقية من وجود بعض المنعطفات التى تشكل خطورة على حركة النقل؛ حيث اتضح وجود ١٦٥ منعطفاً خطراً، و٤٢ منعطفاً شديد الخطورة على حركة المركبات؛ وتركزت هذه المنعطفات بشكل واضح على الطرق العرضية؛ ومن أبرزها طرق:

القصير قفط، برنيس أسوان، البحر الأحمر الصعيد، سفاجا قنا، مرسى علم أدفو، ومما يزيد من خطورة هذه المنعطفات أن معظمها لا يوجد عليها لوحات أو إشارات توضح الحد الأقصى للسرعة المسموح بها لعبور محاورها، أو حتى مطبات صناعية تحد من سرعة المركبات عليها.

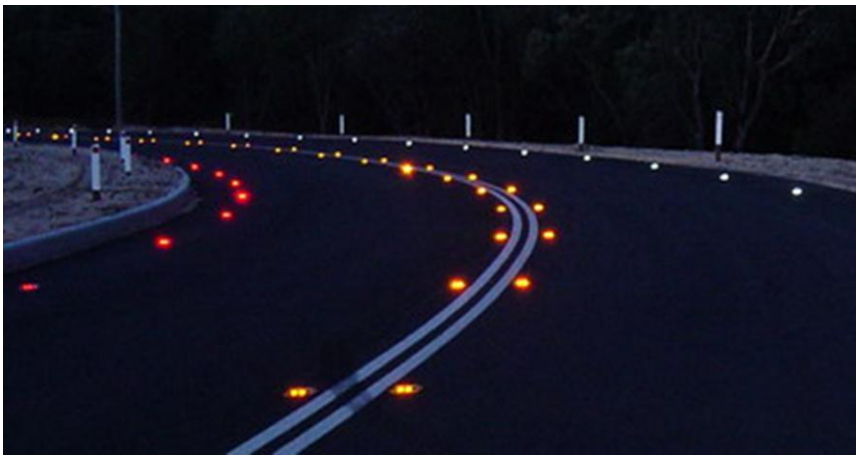
- شكلت بعض المنعطفات خطورة على حركة النقل؛ وبخاصة المنعطفات الخطرة وشديدة الخطورة المتمركزة فى المناطق المتضرسة؛ حيث أدت إلى خفض مجال ومسافة الرؤية لسائقى المركبات العابرة لها؛ نتيجة لارتفاع منسوب الأرض على جانبى محور المنعطف؛ مما شكل خطورة على حركة السير؛ وأدى إلى انحراف بعض المركبات عن حارات السير المخصصة لها على الطرق، ويزداد الأمر خطورة أثناء عمليات تخطى المركبات أو تقابلها على الطرق الفردية؛ مما يزيد من إمكانية وقوع الحوادث عند محاور هذه المنعطفات.
- تأثر زمن وصول المركبات على الطرق بأنواع المنعطفات الموجودة بها؛ حيث ساهمت تلك المنعطفات فى تقليل سرعة المركبات العابرة لها؛ ومن ثم زاد متوسط زمن الوصول الفعلى للمركبات على الطرق بنسبة أعلى من المقررة لها، وقد شهدت جميع الطرق زيادة فى زمن الوصول الفعلى للمركبات عليها بنسبة زيادة بلغت فى المتوسط ٤٢,٩٪، وتباينت هذه النسبة من طريق لآخر تبعاً لأنواع المنعطفات وكثافتها بكل طريق، وكذلك متوسط السرعة الفعلية للمركبات العابرة لمحاور هذه المنعطفات.

ثانياً: التوصيات:

لتحسين وزيادة درجة الأمان لحركة النقل على المنعطفات وبخاصة المنعطفات الخطرة وشديدة الخطورة فيجب مراعاة ما يلى:

- تحديد الحد الأقصى للسرعات المسموح بها على المنعطفات من خلال وضع إشارات أو لوحات توضح الحد الأقصى للسرعة المسموح بها لكل مركبة قبل عبور محور المنعطف؛ وذلك لتنبيه سائقى المركبات بتوخى الحذر وتقليل السرعة قبل عبورالمنعطف؛ خاصة وأن معظم المنعطفات بمنطقة الدراسة خالية من وجود مثل هذه اللوحات أو الاشارات.
- اضافة علامات أرضية تكون مزودة بعواكس مضيئة Pavement Markers Reflective فى المنعطفات، توضع على حدود الطريق لتعكس أضواء المركبات ويستدل بها السائق على حدود الطريق وحدود حارات السير لعدم التجاوز أو التخطى للمركبات أثناء عبور محور المنعطف ، وبخاصة أثناء السير ليلاً (يراجع شكل٣٣).

- وضع حواجز على جوانب الطريق فى المنعطفات سواء أكانت حواجز خرسانية NewJersy أم حواجز معدنية Gender وذلك للمحافظة على حركة سير المركبات أثناء عبور محور المنعطف (يراجع شكل٣٤)
- تجهيز أسطح الطرق على أطراف محاور المنعطفات ببروز أسفلتى لتهدئة سرعة المركبات قبل عبور محور المنعطف (يراجع شكل٣٥)
- ازالة العوائق التضاريسية التى تحجب وتقلل مدى الرؤية لسائقى المركبات عند عبور محاور المنعطفات الخطرة وشديدة الخطورة؛ والتى أوضحتها الدراسة فى جدول(١٦) والأشكال(٢٣، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠).



المصدر: www.blogsdelagente.com

شكل(٣٣) العلامات الأرضية المزودة بعواكس مضيئة في محاور المنعطفات

المصدر: www.cidaut.es

شكل(٣٤) الحواجز الخرسانية والمعدنية على جوانب محاور المنعطفات

المصدر: www.cidaut.es

شكل(٣٥) بروز أسفلتى لتهدئة سرعة المركبات قبل عبور محاور المنعطفات

المصادر والمراجع:

أولاً: مصادر البيانات والخرائط.

١- إدارة المساحة العسكرية: خرائط أطلس مصر الطبوغرافى مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ (اللوحات الطبوغرافية للصحراء الشرقية).

٢- الجهاز المركزى للتعبئة العامة والاحصاء: الكتاب الإحصائى السنوى، القاهرة، ٢٠١٦.

٣- الهيئة المصرية العامة للمساحة :خرائط أطلس مصر الطبوغرافى مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ (اللوحات الطبوغرافية للصحراء الشرقية).

٤- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية(USGS)، نموذج الارتفاع الرقمى DEM لمصر، دقة ٩٠متر.

٥- وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، مركزبحوث الاسكان والبناء، الكود المصرى لأعمال الطرق الحضرية والخلوية، التصميم الهندسى، الجزء الثالث، القاهرة،١٩٩٨م.

ثانياً: المراجع العربية.

١- احمد كمال الدين عفيفى، حسن فؤاد، تخطيط الطرق والنقل والمرور فى المدينة، جامعة الأزهر، القاهرة، ٢٠٠٦م.

٢- جمال حمدان: شخصية مصر، دراسة فى عبقرية المكان، الجزء الأول، دار الهلال، القاهرة ، ١٩٨٠م.

٣- سحر محمد عبدالوهاب: النقل ودورة فى التنمية الاقتصادية فى محافظة البحر الأحمر، دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية، ٢٠٠١م.

٤- سعيد عبده: أصول جغرافية النقل، دراسة كمية وتطبيقية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٨٨م.

٥- سعيد عبده: شبكة الطرق البرية بين المدن الرئيسية فى دولة الامارات العربية المتحدة، دراسة تحليلية كمية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الحادى والعشرين، القاهرة، ١٩٨٩م.

٦- ــــــــــ: جغرافية النقل، مغزاها ومرماها، الأنجلو المصرية، القاهرة، ٢٠٠٧م.

٧- عبدالرازق الكومى: الضوابط الجيومورفولوجية لإمكانية الوصول بين ميناء سفاجاومدن وادى النيل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجله الدراسات الانسانية والأدبية، كلية الآداب، جامعة كفرالشيخ، العدد العاشر، يونية٢٠١٥م.

٨- فاروق عزالدين: مشاكل التضاريس فى صحراء مصرالشرقية وأثرها على الطرق البرية، دراسة كمية تحليلية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الحادى والعشرين، القاهرة، ١٩٨٩م.

٩- ـــــــــــ : النقل، أسس ومناهج وتطبيقات، الطبعة الثالثة، الأنجلوالمصرية، القاهرة، ٢٠٠٥م.

١٠- محمد صبرى محسوب: جغرافية الصحارى المصرية(الجوانب الطبيعية)، الصحراء الشرقية، الجزء الثانى، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٠م.

ثالثاً - المراجع الأجنبية

1- Ajay D. N. and. Bharti W.G., Transportation Network Analysis by using Remote Sensing and GIS A Review, International Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 3, Issue 3, May-Jun 2013.

2- Caris, A., and others, Network analysis of container barge transport in the port of Antwerp by means of simulation, Journal of Transport Geography, Vol.19, 2011.

3- Dalton, R., and others, Networks in Geography, Second Edition, London, 1980.

5- Davis , P., Data Description and Presentation, Science in Geography ,No. 3, Oxford University Press, Oxford, 1977.

6- Levinson, F. D., Modeling the Growth of Transportation Networks: A Comprehensive Review, Journal of Network and Spatial Economics, Vol.9, 2009.

7- Rodrigue, J., and others, The Geography of Transport Systems, Routledge, New York, 2006.

رابعاً - المواقع الإلكترونية (Internet)

1- http:// www.blogsdelagente.com

2- http://www.capmas.gov.eg

3- http://www.cidaut.es

5- http://www.earth.Google.com

6- http://www.esri.com

7- http://www.moiegypt.gov.com

8- http:// www. usgs.gov.com

الملخص:

هدفت الدراسة إلى تحليل إنعطفات شبكة الطرق المرصوفة فى صحراء مصرالشرقية والعوامل المؤثرة فيها؛ وذلك لتحديد أخطارها على حركة النقل بالمنطقة؛ ومن ثم إقتراح بعض الحلول لمواجهة تلك الأخطار مستقبلاً؛ ولتحقيق ذلك اعتمدت الدراسة على التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية فى الحصول على البيانات وإجراء العديد من القياسات والتحليلات؛ بما يعالج كل محور من محاور الدراسة، كما أعتمدت المنهج الوصفى، وبعض المداخل؛ من أبرزها: الموضوعى، والاقليمى، والتحليل الشبكى؛ و الأساليب الكمية والكارتوجرافية؛ هذا بالاضافة إلى الدراسة الميدانية.

وكانت من أهم النتائج التى توصلت إليها هذه الدراسة أن شبكة الطرق المرصوفة بالمنطقة تعانى من وجود بعض المنعطفات التى تشكل خطورة على حركة النقل؛ وتركزت بشكل واضح على الطرق العرضية المارة فى المناطق المتضرسة بوسط وجنوب الصحراء الشرقية؛ حيث تؤثر تلك المنعطفات فى مجال الرؤية بالنسبة لسائقى المركبات على الطرق؛ وتؤدى فى بعض الأحيان إلى انحراف بعض المركبات عن حارات السير المخصصة لها وبخاصة فى حالة السرعات الزائدة عند عبور محاور هذه المنعطفات؛ مما يزيد من فرص وقوع بعض الحوادث وخاصة فى حالات التجاوز أو التخطى للمركبات.

كما أدي تركز المنعطفات الموجودة بالطرق إلى زيادة زمن الوصول الفعلى للمركبات المارة بها بنسب أعلى من المقررة لها علي معظم الطرق بمنطقة الدراسة.

وانتهت الدراسة باقتراح بعض الحلول لمواجهة تلك الأخطار مستقبلاً.