مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

تقييم الأخطار الجيومورفولوجية بالقطاع الشرقي من طريق الأقصر- الواحات الخارجة: دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية

د. حمودة عبد الغفار ياسين إبراهيم

مدرس الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب–جامعة الوادي الجديد

DOI: 10.21608/qarts.2025.395756.2251

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – المجلد (٣٤) العدد (٦٩) أكتوبر ٢٠٢٥

الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة ISSN: 1110-614X

الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية ISSN: 1110-709X

موقع المجلة الإلكتروني: https://qarts.journals.ekb.eg

تقييم الأخطار الجيومورفولوجية بالقطاع الشرقى من طريق الأقصر– الواحات الخارجة: دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية باستخدام GIS

الملخص:

يتناول البحث دراسة تقييم الأخطار الجيومورفولوجية بالقطاع الشرقى للطريق الرئيسى الذى يربط بين وادى النيل شرقاً والواحات المصرية(الخارجة)غرباً دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، من خلال دراسة الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة المؤثرة بشكل كبير فى وجود تلك الأخطار الجيومورفولوجية بالإضافة الى توضيح الأنماط المختلفة لتلك الأخطار التى يتعرض لها القطاع الشرقى من الطريق مثل السيول وحركة المواد على المنحدرات و انحناءات الطرق وكثبان الظل وكيفية التغلب عليها، وإظهار دور GIS والنمذجة المكانية وعمل النماذج Modeling في تحديد الملائمة المكانية ومدى درجات الخطورة واختيار انسب الأماكن لإنشاء وتصميم الطرق الرئيسية وفقاً لتقييم متعدد المعايير Multi Criteria Evaluation تم الاعتماد عليها.

الكلمات المفتاحية: القطاع الشرقى لطريق الأقصر، الواحات الخارجة، الأخطار الجيومورفولوجية، نظم المعلومات الجغرافية، النمذجة المكانية.

المقدمة

تتمثل منطقة الدراسة فى القطاع الشرقى من الطريق الرئيسى الذى يربط وادى النيل بالواحات المصرية[1]،ممتداً خلال الحافة الشرقية للهضبة الجيرية الأيوسينية مما أدى الى ضيق الطريق فى العديد من أجزائه وتعرضه لأخطار حركة المواد على المنحدرات بأشكالها المختلفة بالإضافة الى أن الطريق يسير متتبعاً أحواض العديد من الأودية الجافة وروافدها باختلاف رتبها مما عمل على وجود العديد من الانحناءات على طول مسار الطريق وتعرضه لأخطار السيول مما يشكل خطراً جيومورفولوجياً شديداً، كما تتعرض بعض أجزاء الطريق لحركة الكثبان الرملية(الظل) نتيجة امتداد الطريق عمودياً على اتجاه الرياح السائدة وهى الرياح الشمالية الغربية ووجود التلال المنعزلة وبقايا الإنشاءات المتخلفة عن إنشاء وتصميم الطريق.

تقع منطقة الدراسة غرب وادى النيل ممتدة خلال الحافة الشرقية للهضبة الأيوسينية بين دائرتي عرض ٣٥' ٢٥° ، ٤٠' ٢٥° شمالاً وخطي طول ٠٠' ٣٢°، ٢٦' ٣٢° شرقاً، تبلغ مساحتها٥٢٨,٨كم٢،تمثل الضفة الغربية لوادي النيل الحد الشرقي لمنطقة الدراسة ينتهى اليها العديد من الأودية والمسيلات المائية التى تنحدر من الهضبوالواحاتت لتصب فى وادى النيل شرقاً والتى يمتد خلالها الطريق(حوض وادى الرزيقات)، وتفيض مصباتها بمياه السيول مما يشكل خطراً على القطاع الشرقى من الطريق أثناء التساقط، أما الحد الغربي فيتمثل فى الأجزاء المرتفعة والمستوية من

---

[1] **عرف الطريق قديماً بطريق الحجاج لنقل الحجيج من إقليم الواحات المصرية الى الصعيد و بعد ذلك الى الموانئ المطلة على بحر القلزم مثل ميناء سفاجا لذا سمى الطريق بطريق الحجاج بعد ذلك دخل إقليم الواحات مرحلة التعمير و الاستصلاح الزراعى عقب ثورة يوليو ١٩٥٢ ليتم ربط الوادى القديم باقليم الوادى الجديد،بعد ذلك اصبح الطريق شريان الحركة السياحية نحو الواحات المصرية نتيجة لتوفير الوقت و الجهد و سرعة الوصول الى إقليم الواحات كما استخدم الطريق لنقل البضائع الزراعية والأعلاف الخضراء ما بين مدن الصعيد(اسنا–فرشوط–ابوتشت) و قرى باريس فيما يعرف بطريق التبن.**

الهضبة الجيرية الايوسينية التى تمثل المنابع العليا للعديد من روافد الأودية التى تشكل جزأً من منطقة الدراسة، شكل(١)،وتهتم الدراسة بالأخطار الجيومورفولوجية الموجودة في المنطقة ومدى تأثيرها على طرق النقل لاسيما أن الطريق محل الدراسة يمثل محور من محاور التنمية السياحية الرئيسية بين وادى النيل شرقاً و الواحات الخارجة غرباً التي وجهت إليها الجهات المسئولة اهتمامها فى الوقت الحاضر.

الدراسات السابقة:

تمثل الجيومورفولوجيا التطبيقية ولاسيما تأثيرها بمجال النقل محل اهتمام العديد من الباحثين فى الوقت الحاضر، لذلك أجريت العديد من الدراسات الجيومورفولوجية التى تهتم بالطرق فى أجزاء مختلفة من مصر إلا إن منطقة الدراسة لم تحظى بمثل هذه الدراسات فى حد علم الباحث، وأهمها الاتى:

– دراسة عز الدين،فاروق كامل(١٩٨١):النقل فى صحراء مصر الغربية موسوعة الصحراء الغربية أكاديمية البحث العلمى ومعهد الصحراء القاهرة، وتناولت الدراسة خلالها الملامح الطبيعية للصحراء الغربية واثرها فى امتداد طرق النقل والمواصلات.

– دراسة صالح،احمد سالم(١٩٨٩): الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقى من طريق نويبع / النفق الدولى دراسة جيومورفولوجية، شملت الدراسة العوامل المؤثرة فى وجود الأخطار وتأثيرها على الطريق وتصنيف تلك الأخطار بأنماطها المختلفة وطرق معالجتها.

– دراسة على،احمد عبد السلام(٢٠٠٠):بعض الأخطار الطبيعية على الطرق البرية شمال سلطنة عمان دراسة فى الجيومورفولوجيا التطبيقية، شملت الدراسة على تحديد العوامل المؤثرة فى وجود الأخطار الطبيعية وتصنيفها وتحديد طرق معالجتها.

– دراسة ابورية، احمد محمد احمد(٢٠١٤):الخصائص الجيومورفولوجية لهضبة طيبة بين البلينا ومركز أسنا وأثرها على الطريق الغربى دراسة جيومورفولوجية، وقد شملت

الدراسة توضيح اهم الخصائص الجيومورفولوجية لهضبة طيبة فى هذا القطاع وتأثيرها فى وجود الأخطار وتصنيف تلك الأخطار لأنماطها المختلفة وفقاً للعوامل المؤثرة فيها.

– دراسة عبد الوهاب،رغدة احمد امام(٢٠١٦):الأخطار الطبيعية على طريق المعادى/ العين السخنة، شملت دراستها اثر العوامل الجغرافية الطبيعية فى وجود الأخطار وتحديد أنماطها وتأثيرها بالطريق وكيفية الحماية منها ورسم خريطة للأخطار الموجودة بها.

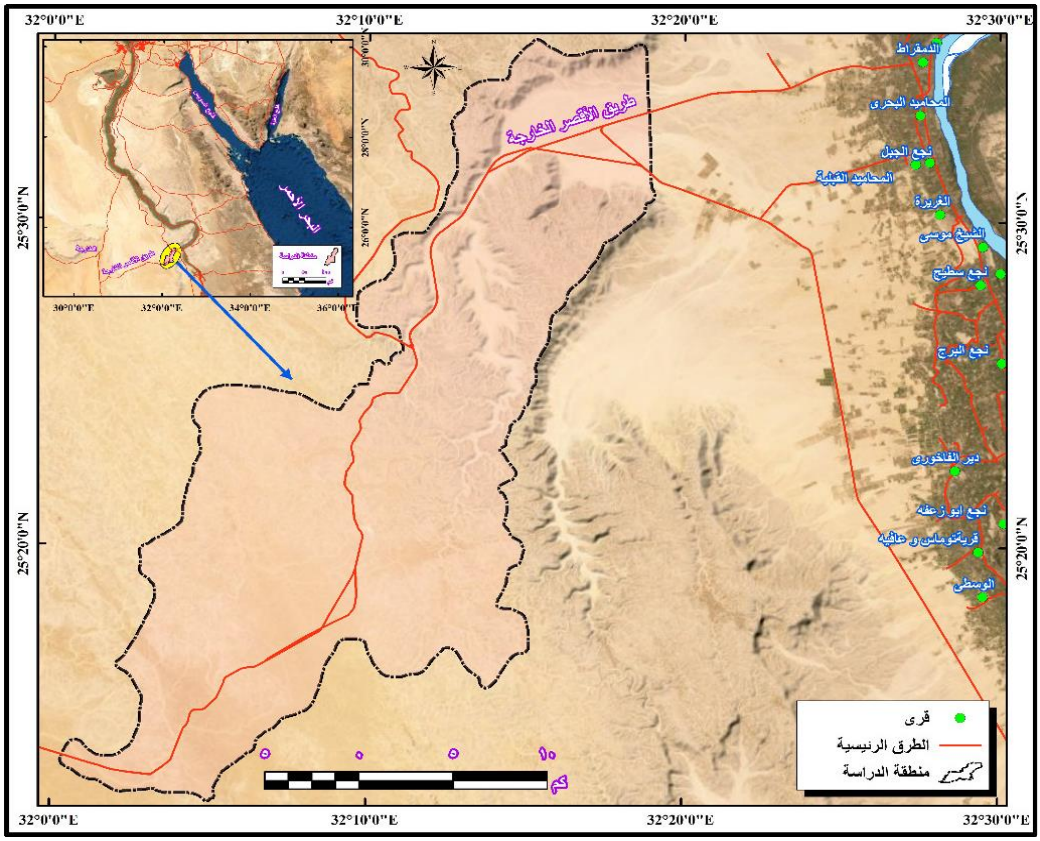
– دراسة راغب،محمد على(٢٠١٩): الأخطار الجيومورفولوجية على طريق نويبع / دهب دراسة جيومورفولوجية، وتضمنت الدراسة العوامل المؤثرة فى وجود الأخطار وتحديد أنماطها واثرها على الطريق وطرق الحماية منها.

-Elaryan, A.A. (2004) ;Geologyof louxor area

- Shimelies ,A .,(2009); Slopes Stability Analysis Using GIS and Nomerical modeling Techniques Master Study of Physical Land Resources.

Yehia,M,(1973); some Geological aspects in seleted parts of Uper Egypt.

-Youssef,A.,&Maerz,N.,(2009):Slope Stability Hazard Assessment and Mitigation Methodology along Eastern Desert Aswan-Cairo Highway, Egypt.



شكل(١) الموقع العام للقطاع الشرقى من طريق الأقصر – الواحات.

أهداف الدراسة :

١–التعرف على الخصائص الجيولوجية والمورفولوجية للمنطقة والعناصر المناخية السائدة وأثرها فى الأخطار الجيومورفولوجبة بالقطاع الشرقى من طريق الاقصر–الواحات الخارجة.

٢–توضيح الأخطار الجيومورفولوجية للقطاع الشرقى من طريق الأقصر– الواحات الخارجة والعوامل المؤثرة فيها ودراستها خلال تكامل بيانات الدراسة الميدانية وتقنية RS & GIS ومدى خطورتها على خطوط النقل وكيفية مواجهتها، لاسيما أن منطقة الدراسة تمثل نقطة التقاء إقليم الواحات الخارجة بكل الطرق المؤدية لمحافظات جنوب الصعيد.

٣– رسم خريطة توضح درجات الأخطار الجيومورفولوجية للقطاع الشرقى من طريق الأقصر– الواحات وفقاً لمعايير الخطورة بها بهدف تقديم المقترحات والحلول لمواجهتها.

٤– تقديم قاعدة بيانات تفصيلية لدرجات الأخطار الجبومورفولوجية بالمنطقة وملامحها واكثر أجزائها خطورة.

٥– تطبيق برامج النظم واستخدامها فى تحديد مناطق الخطورة ودرجاتها من خلال نمذجة البيانات وبناء النماذج Modeling وتوضيح انسب الأماكن المقترحة لبناء السدود لدرء أخطار السيول المفاجئة والاستفادة منها ثم اختيار انسب الأماكن المقترحة لإنشاء وتصميم طرق النقل وفقاً للعوامل والمعايير المحددة Multi Criteria Evaluation .

مصادر الدراسة:

– الخرائط و المرئيات الفضائية التى تم استخدامها وهي:

–الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ التي أصدرتها إدارة المساحة العسكرية،ط(١)عام ٢٠٠٦ الأقصر،الرزيقات،إسنا،باريس.

– خريطة الأقصر الجيولوجية مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ والتي أصدرتها الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية،١٩٨٧.

– المواقع العلمية على شبكة الإنترنت وكالة الفضاء الأمريكية وهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية(NASA–USGS) لتحميل العديد من المرئيات الفضائية المأخوذة من لاندسات TM Mss ،ETM+)متعددة الأطياف،ذات دقة مكانية٣٠،١٥م لأعوام مختلفة،المرئيات(SentenalA2 – 2020)لأجزاء عديدة من منطقة الدراسة و استخدامها فى دراسة الظاهرات لتكامل بيانات الدراسة الميدانية مع بيانات RS & GIS،واستخدام البرامج مثل Erdas Image 2014،برامج نظم المعلومات الجغرافية ١٠,٦ Arc Map Gis للعمل على المرئيات والخرائط، بالإضافة الى أهمية استخدام نموذج الارتفاع الرقمى SRTM دقة٣٠م مكن من التعرف على التضاريس للمنطقة وعمل العديد من القطاعات التضاريسية، ذلك خلال إتمام عملية Digitizing لحدود المنطقة و مقارنة النتائج التى تم

التوصل اليها خلال نقاط GPS أثناء الدراسة الميدانية بنظائرها فى المرئيات الفضائية والخرائط.

شكل(٢) منهجية الدراسة لمراحل بناء قاعدة بيانات جغرافية لمنطقة الدراسة.

-الدراسة الميدانية:

تمثل المصدر الرئيسي لبيانات العديد من الدراسات الجيومورفولوجية بعد فحص الخرائط الطبوغرافية للتعرف على مواقع الظاهرات و قياسها والأخطار الناتجة عنها ثم تسجيل الملاحظات الميدانية والتقاط الصور الفوتوغرافية لها،ويهدف العمل الميداني بمنطقة

الدراسة(الفترة يناير ٢٠٢٠– ديسمبر ٢٠٢٣)،و ذلك على فترات زمنية متباينة إلى الإلمام الكافي والتأكد من كل ما كتب عن منطقة الدراسة من جميع الجوانب المتصلة بالدراسة والتعرف على الظاهرات الجيومورفولوجية التى تشكل خطراً قائماً على الطرق وتكامل بيانات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والقياسات الحقلية والقيام بكثير من الزيارات الاستطلاعية قبل البدء فى الدراسة للتعرف على ملامح المنطقة ووضع الجدول الزمني اللازم للعمل الميداني.

مناهج وأساليب الدراسة:

تم أتباع عدة مناهج خلال الدراسة كالموضوعي والوصفي والنفعي التطبيقي بالإضافة الى استخدام العديد من الأساليب كالأسلوب التحليلي والإحصائي والكارتوجرافى، فقد تم جمع عدة عينات للكثبان الرملية وتحليلها، وبعد الانتهاء من إجراء التحاليل تم استخدام الأساليب الإحصائية، واستكمال تحليل خريطة الأخطار الجيومورفولوجية من خلال إجراء العديد من القياسات المورفومترية للظاهرات وقياس زوايا الانحدار وأشكال المنحدرات وحساب قيم التقوس بها.

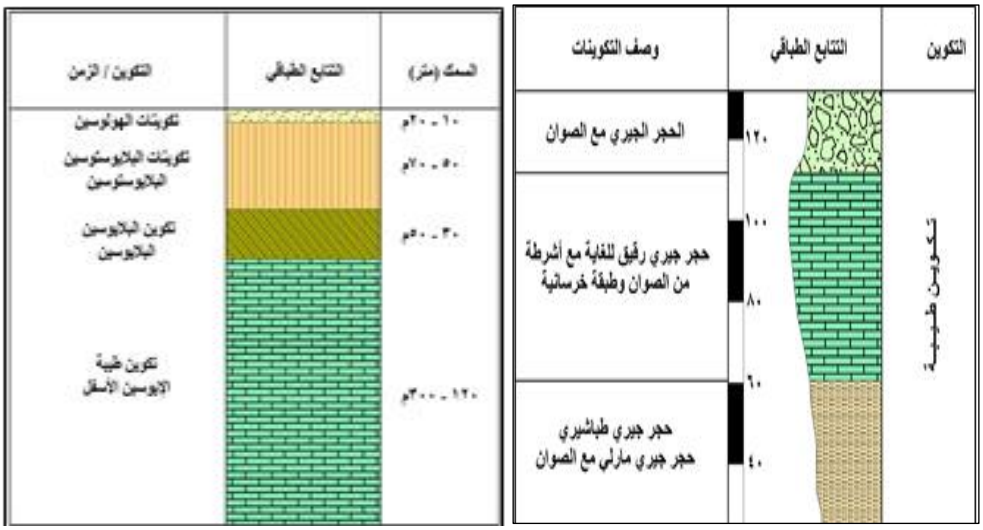
اولاً : الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة.

١–الخصائص الجيولوجية:

ترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة الى الزمن الثالث خلال عصرى الايوسين والبليوسين،شكل(٣)،ممتدة حتى تصل الى رواسب الزمن الرابع فى قمة التتابع الطباقى مشكلة لرواسب المراوح الفيضية وبطون الأودية، وتتمثل التكوينات الجيولوجية شكل(٤) فى التكوينات الأتية:

– تكوينات الزمن الثالث تشمل تكوين الايوسين الأسفل متمثلاً فى سطح الهضبة الجيرية الايوسينية وحافتها التى تشرف على السهل الفيضى لوادى النيل بحائط متصل شديد الانحدار بوضوح إلا فى بعض أجزائها عند مصبات الأودية الجافة، حيث

تكوين طيبة(حجر جيرى كتلى مع نطاقات صوانية وأشرطة من المارل تعلوا طفل إسنا والأحجار الجيرية الطباشيرية مع صوان اسود وبنى(Said,1962,p,13)،،صورة (١)، و يمثل٨٢,٥ % من التكوينات الجيولوجية للقطاع الشرقى من الطريق، متميزة بوجود شبكة كبيرة من الفواصل والشقوق ساعدت في حدوث عمليات التفكك الميكانيكى والتقويض السفلى للمنحدرات، الى جانب تكوين الاوليجوسين(حصى اوليجوسينى)، يشكل ٦,٤٪ من جيولوجية المنطقة،اما تكوينات البلايوسين(احجار جيرية ومارل وصلصال تم ترسيبها فى الخليج النيلى البليوسينى من الرمال والحصى)، (AbdEl-Razzik,1970) متمثلة فى تكوين العيساوية(حجر الجيرى والدولوميت والصلصال وبعض الرواسب الرملية والحصوية والبريشيا)،يمثل حوالى ١,٩٪.



المصدر :- الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ ، لوحة الأقصر،الهيئة العامة للبترول – كونوكو كورال،١٩٨٧، (Elaryan, A.A2004)).الدراسة الميدانية ٢٠٢٣.

شكل(٣) التتابع الطباقى بالقطاع الشرقى من الطريق وتكوين طيبة الايوسينى.

– تكوينات الزمن الرابع متمثلة فى رواسب البليستوسين و الهوليوسين وهى رواسب مفككة من الحصى والرمال والكونجلوميرات،وتتمثل فى رواسب ما قبل النيل،بالإضافة

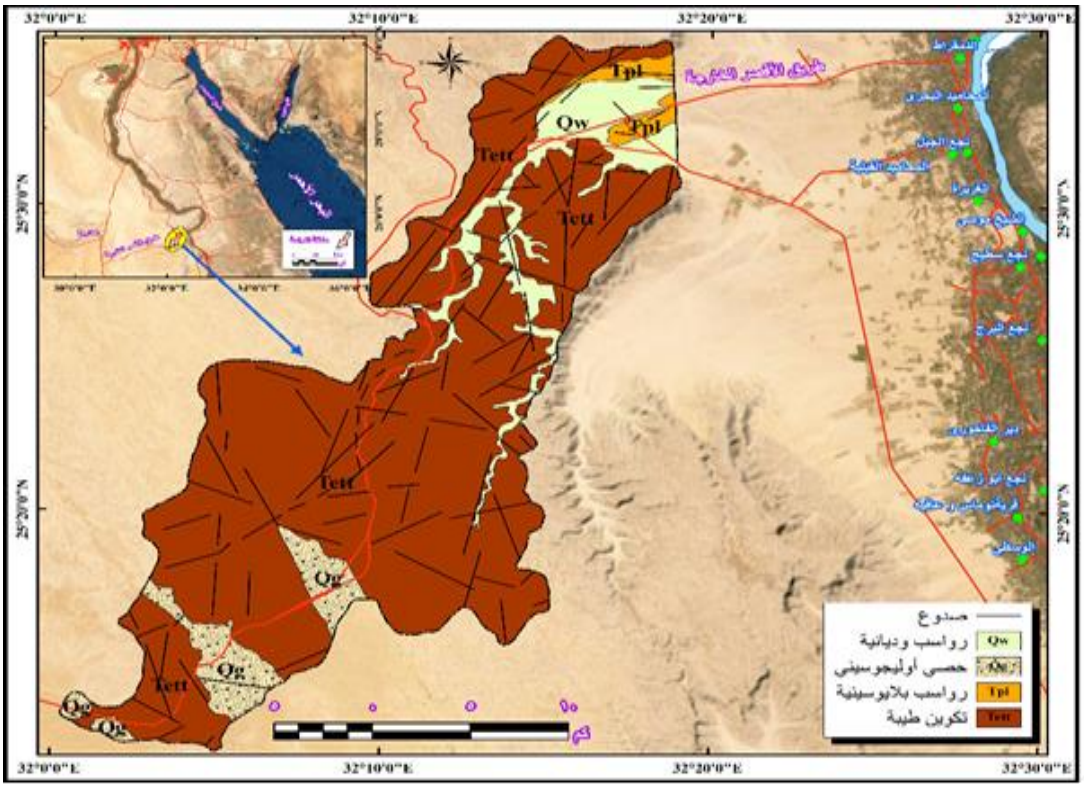
الى رواسب بطون الأودية ومراوحها الفيضية التى تمتاز بمساميتها وفاذيتها وتأثير ذلك فى الجريان السيلى ونشأة كثبان الظل.

يتميز القطاع الشرقى من الطريق بوجود مجموعة من الصدوع يرتبط بها نشأة العديد من الأودية الجافة مثل وادى الرزيقات، شكل(٤)،وقد لعبت دوراً مهماً في توجيه العديد من مجاريها(وادي الرزيقات والمنابع العليا لوادى الرقاقتة) التي تلقى برواسبها مباشرة عن طريق المخرات والمصارف الرئيسية.

كما تتركز شبكة كثيفة من أنظمة الشقــوق والفواصل، ساهمت فى توجيه العديد من مجارى الروافد العليا للأودية الجافة وأنماط تصريفها، وزيادة عمليات التسرب التى تحدث أثناء سقوط الأمطار الفجائية وعملية الجريان السطحي وبالتالي زيادة الفاقد بالتسرب وقلة حجم وكمية المياه الجارية فى الأودية الجافة بالمنطقة والتأثير في مدى خطورة الجريان السيلى، كما تعمل هذه الفواصل على نشاط عمليات التجوية والتعرية وسرعة انفصال الكتل الصخرية وتساقطها وحركة المواد على منحدرات حافة الهضبة الجيرية الايوسينية وتراجعها بعد ذلك و تعرضها للمزيد من أخطار التساقط الصخري.

المصدر:–الدراسة الميدانية،٢٠٢٢.

صورة(١) رواسب الايوسين الأسفل(تكوين طيبة). صورة(٢) رواسب الزمن الرابع.



المصدر :- الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ ، لوحة الأقصر،الهيئة العامة للبترول – كونوكو كورال،١٩٨٧،(Elaryan, A.A2004).

شكل(٤)التكوينات الجيولوجية وامتداد الصدوع بالقطاع الشرقى من طريق الأقصر – الخارجة.

٢- الخصائص المورفولوجية:

(أ)-النطاقات التضاريسية:

خلال شكل(٥،٦) نجد أن مناسيب المنطقة تتراوح بين أدنى منسوب شرق المنطقة بلغ١٧٤ متراً ومنسوب ٥٧٠ متراً بسطح الهضبة الايوسينية، وقد تم تقسيم المنطقة الى عدة نطاقات تضاريسية يوضحها،جدول(١)، كمايلى:

-**النطـاق الســهلى** : يتمثـل فـى الأراضـي المسـتوية التـى تقـع غـرب وادى النيـل، يمثـل ١٥,٦٪من إجمالي مساحة المنطقة متمثلة فى رواسب بطون الأودية ومراوحها الفيضية،

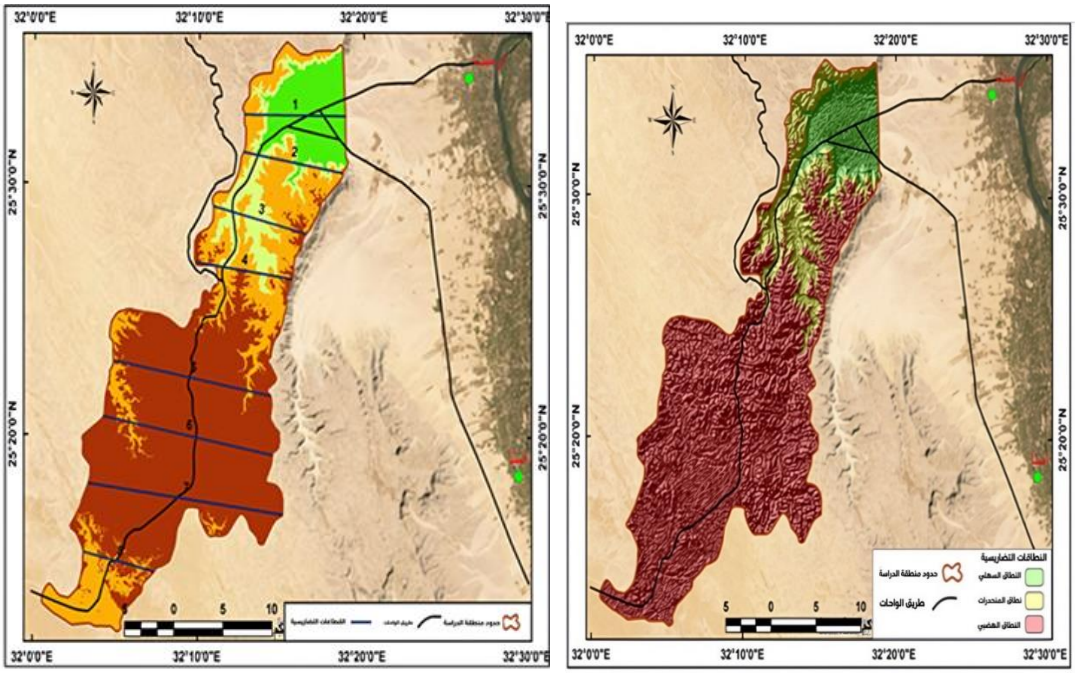
ويتحدد اتساع النطاق السهلى فى المنطقة من خلال مدى اقتراب أو ابتعاد حافة الهضبة الغربية الايوسينية غرباًعن وادى النيل.

– **نطاق الحافة الرئيسية:** يمتد بين خطى كنتور ٨٠–٢٠٠م، ويتميز بالانحدار الشديد من الغرب للشرق نحو وادي النيل، تتسم باتصالها فى اغلب أجزائها، إلا إنها تظهر متقطعة بفعل التعرية المائية فى أجزاء اخرى، حيث تقطعها مخارج الأودية (وادي الرزيقات)، تمتد موازية لطريق وادى النيل– الواحات مما يعنى ذلك خطورتها للطريق، حيث حركة المواد على المنحدرات وتشتد الخطورة أثناء الجريان السيلى الفجائى.

–**النطاق الهضبى(سطح الهضبة):** يمتد وسط منطقة الدراسة وتتميز بانحدارها التدريجى من الجنوب نحو الشمال واقصى ارتفاعها فى الوسط٥٧٠ م ويقل الارتفاع فى الشرق ١٧٠م،وتظهر مقطعة بالعديد من مجارى الأودية التى يمتد خلالها القطاع،ويشغل مساحة ٣٨٦,٩كم٢،٧٣,١ % من مساحة منطقة الدراسة.

مما سبق يتضح أن هناك تبايناً واضحاً فى الارتفاعات والتضرس والانحدارات على مستوى المنطقة؛ مما كان له اثر كبير فى تأثير وحدوث الأخطار الجيومورفولوجية وتعددها بالقطاع الشرقى من الطريق.

(ب) درجات واتجاه الانحدار تمثل منطقة الدراسة جزأ تضاريسياً من الهضبة الجيرية الايوسينية ممتدة طولياً من الشمال الشرقى للجنوب الغربى، ويبلغ اقصى ارتفع لها فى أعالي الهضبة٥٧٠م أما ادنى منسوب ١٣٠م فوق مستوى سطح البحر عند مصب وادى الرزيقات، وتم رسم كوروبليث الانحدار ،جدول(٢)،شكل(٩)(Young,1972,p.173)،ومن خلالها نلاحظ الاتي:



المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

شكل(٥)النطاقات التضاريسية ومواقع القطاعات التضاريسية بالقطاع الشرقى من الطريق.

جدول (١) النطاقات التضاريسية بالقطاع الشرقى من الطريق.

النطاق	المساحة كم^{٢}	النسبة %
النطاق السهلى	٨٢,٢	١٥,٦
نطاق المنحدرات	٥٩,٨	١١,٣
النطاق الهضبى	٣٨٦,٩	٧٣,١
المجموع	٥٢٨,٨	١٠٠

المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3

– تنتشر الانحدارات المستوية وشبه المستوية فى المناطق التى تتميز بالاستواء النسبى سواء السهلية التى يقل ارتفاعها عن٢٠٠م او سطح الهضبة الايوسينية،تمثل ٦٦٪ من مساحة المنطقة، نتيجة لأثر عمليات التجوية وعوامل التعرية فى صخور منطقة الدراسة.

– تتمثل الانحدارات البسيطة و معتدلة الانحدار(٣ – ٥) °– (٦–١٠)° بمحاذاة الانحدارات شبه المستوية، حيث اسطح المراوح الفيضية مثل مروحة وادى الرزيقات والأجزاء القريبة من أقدام حافة الهضبة الجيرية الايوسينية ويمتد بها القطاع الشرقى من طريق وادى النيل – الواحات الخارجة بشكل كامل، كما تظهر مناطق المتوسطة الانحدار(١١–١٨) ° ببعض أجزاء سفوح حافة الهضبة الايوسينية، تشمل رؤوس المراوح الفيضية والمنابع العليا للأودية الجافة و ركام الهشيم ادنى سفوح بعض التلال المنعزلة بالهضبة الجيرية الايوسينية.

– تظهر المناطق شديدة الانحدار(١٩–٣٠) ° – (٣١) ° فأكثر فى الأجزاء الشديدة الوعورة من حيث التضرس بأعالي منحدرات الحافة الايوسينية ومناطق بقسيم المياه بين أودية منطقة الدراسة والأودية المتجهة خارجها.

يلاحظ مما سبق سيادة الانحدارات البسيطة والهينة اما الانحدارات المتوسطة والشديدة فتمثل حوالى ٣٤٪ مما يعنى زيادة تأثر القطاع بشكل كبير بالعديد من الأخطار الجيومورفولوجية كالجريان السيلى أثناء تساقط الأمطار الفجائية وتحديد إقامة التحصينات والتأثير فى تصميم وإقامة السدود(عيد،٢٠٢٥،ص٦٢٧) أو حركة المواد على جانبى المنحدرات.

جدول (٢) فئات الانحدار بمنطقة الدراسة طبقاً لتصنيف ينج ١٩٧٢ .

أنماط الانحدارات	الوصف الجيومورفولوجى	%
صفر – أقل من ٢ درجة	(الأراضي المستوية وشبه المستوية)	٣٨,٢
من ٣ – أقل من ٥ درجات	(هينة الانحدار)	٢٧,٨
من ٦ – أقل من ١٠ درجات	(متوسطة الانحدار)	١٩,٣
من ١١ – أقل من ١٨ درجة	(فوق متوسطة الانحدار)	٩,٧
من ١٩ – أقل من ٣٠ درجة	(شديدة الانحدار)	١,٢
من ٣١ – أقل من ٤٥ درجة	(شديدة الانحدار جدا)	٣,٨

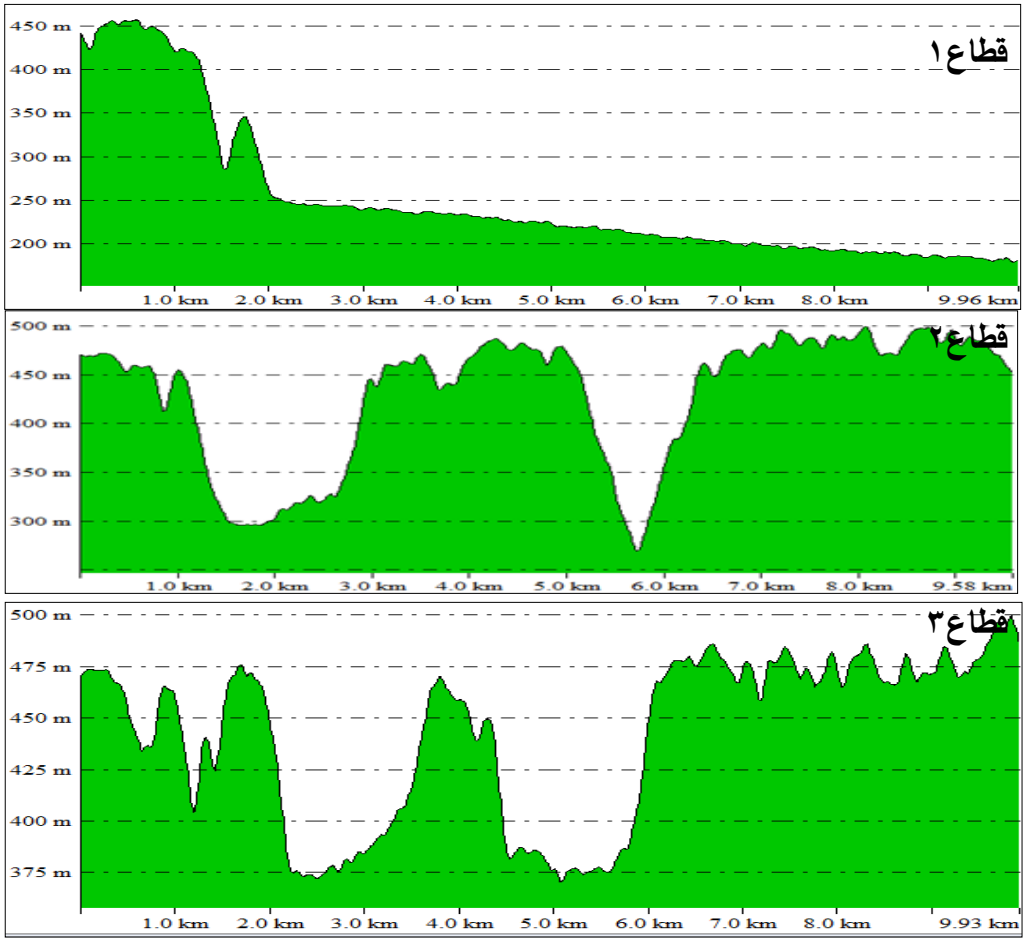
المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3

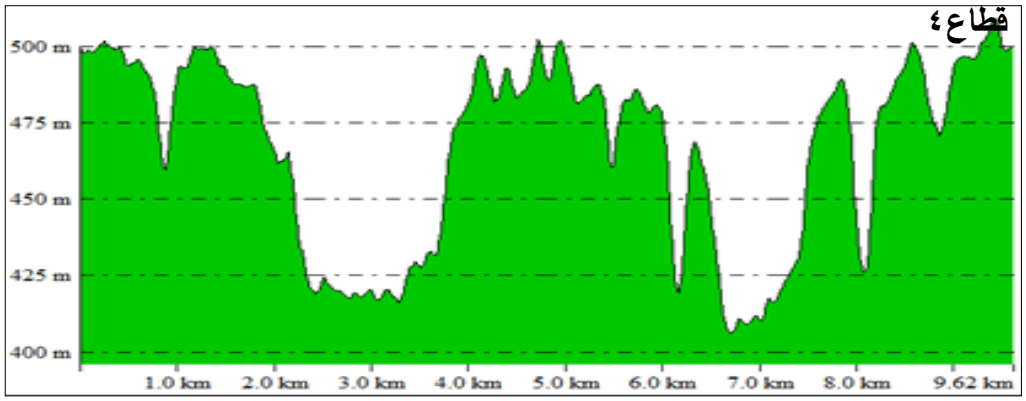
(ج) **التضاريس المحلية** من خلال جدول(٣)،شكل(١٠) نلاحظ ان التضرس المحلى بمنطقة الدراسة بلغ٣٩٦ م،وهو الفارق التضاريسي بين اعلى نقطة بسطح الهضبة الايوسينية ٥٧٠م،و ادنى نقطة بالقرب من الهامش الغربى لوادى النيل١٧٤م،وتمتد التضاريس المحلية المنخفضة والمتوسطة بامتداداً محاذياً لمصبات الأودية الجافة ومراوحها الفيضية، أما المناطق المرتفعة ممثلة فى أعالي أسطح الهضبة الايوسينية التى يصل ارتفاعها ٥٧٠ م والعديد من التلال الجيرية المنعزلة فهى اكثر ارتفاعاً مما يعنى ذلك شدة تأثر القطاع الشرقى من الطريق بالعديد من الأخطار ولاسيما السيول أثناء التساقط الفجائى للأمطار مما يزيد من معدلات نحت الطريق هذا الى جانب حركة المواد على المنحدرات على جانبى القطاع الشرقى للطريق محل الدراسة.

جدول (٣) فئات التضاريس المحلية بالقطاع الشرقى من الطريق.

فئة الارتفاع (م)	النسبة(%)
أقل من ٣٠٠	١٥,٢
٣٠٠-٤٠٠	٤,٨
٤٠٠ -٥٠٠	١٩,٧
اكثر من ٥٠٠	٦٠,٣
المجموع	١٠٠

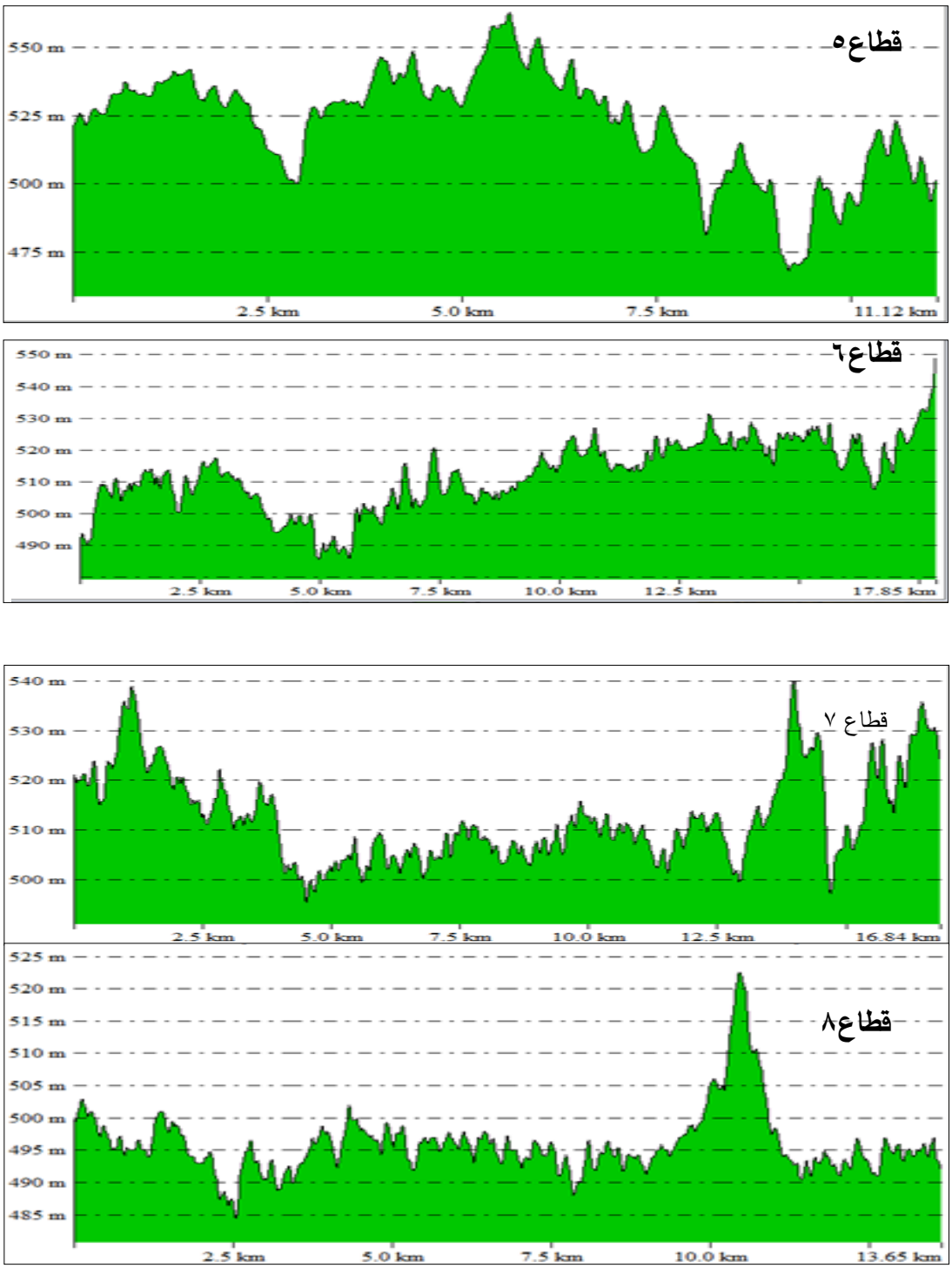
المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.





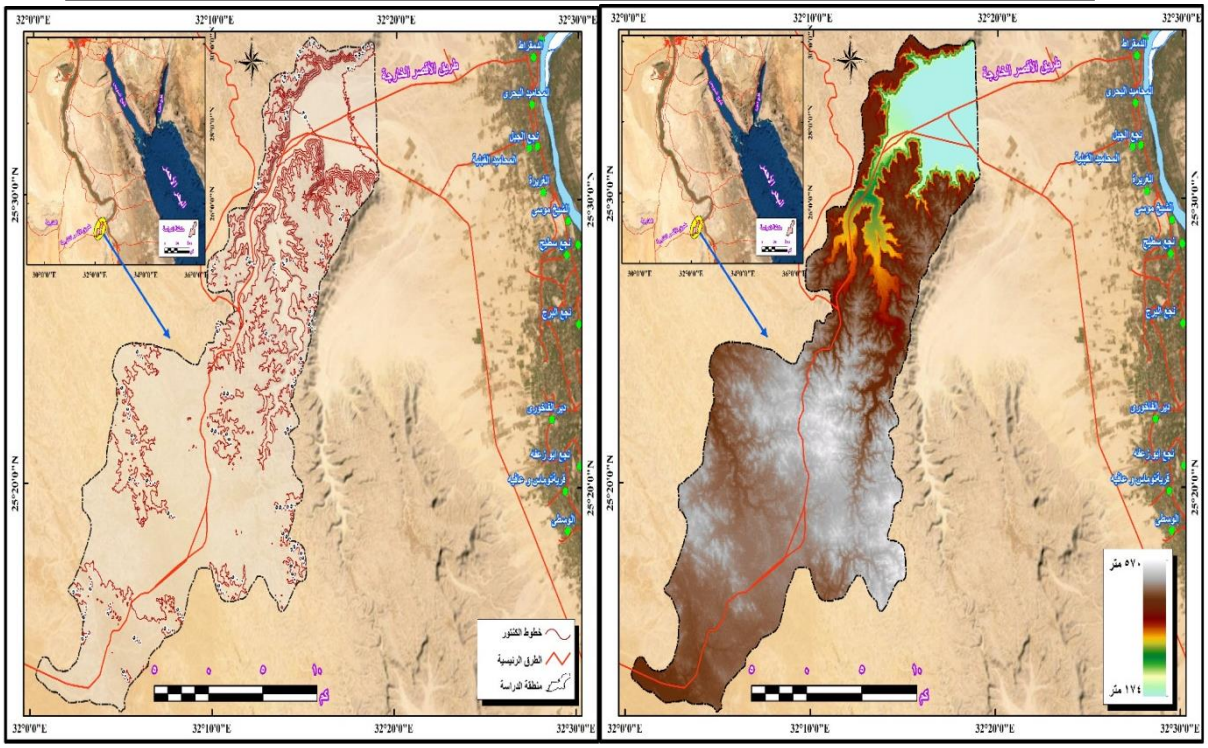
المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3

شكل(٥– أ) القطاعات التضاريسية بامتداد القطاع الشرقى من طريق الأقصر– الواحات.



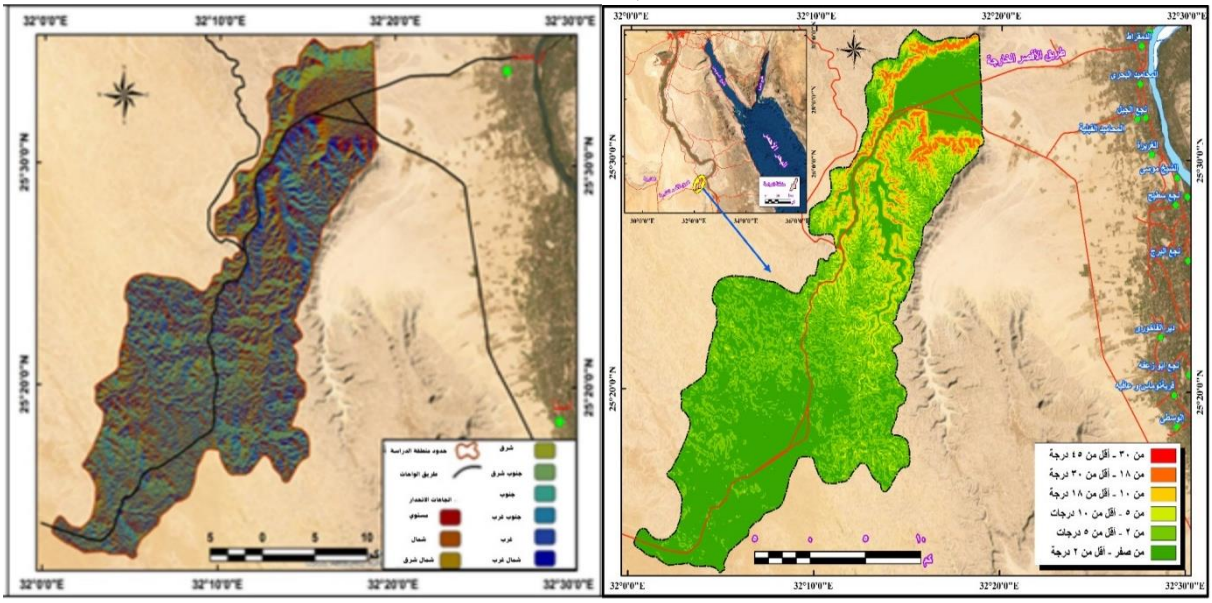
المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3

شكل(٦ – ب)القطاعات التضاريسية بامتداد القطاع الشرقى من طريق الأقصر– الواحات.



المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

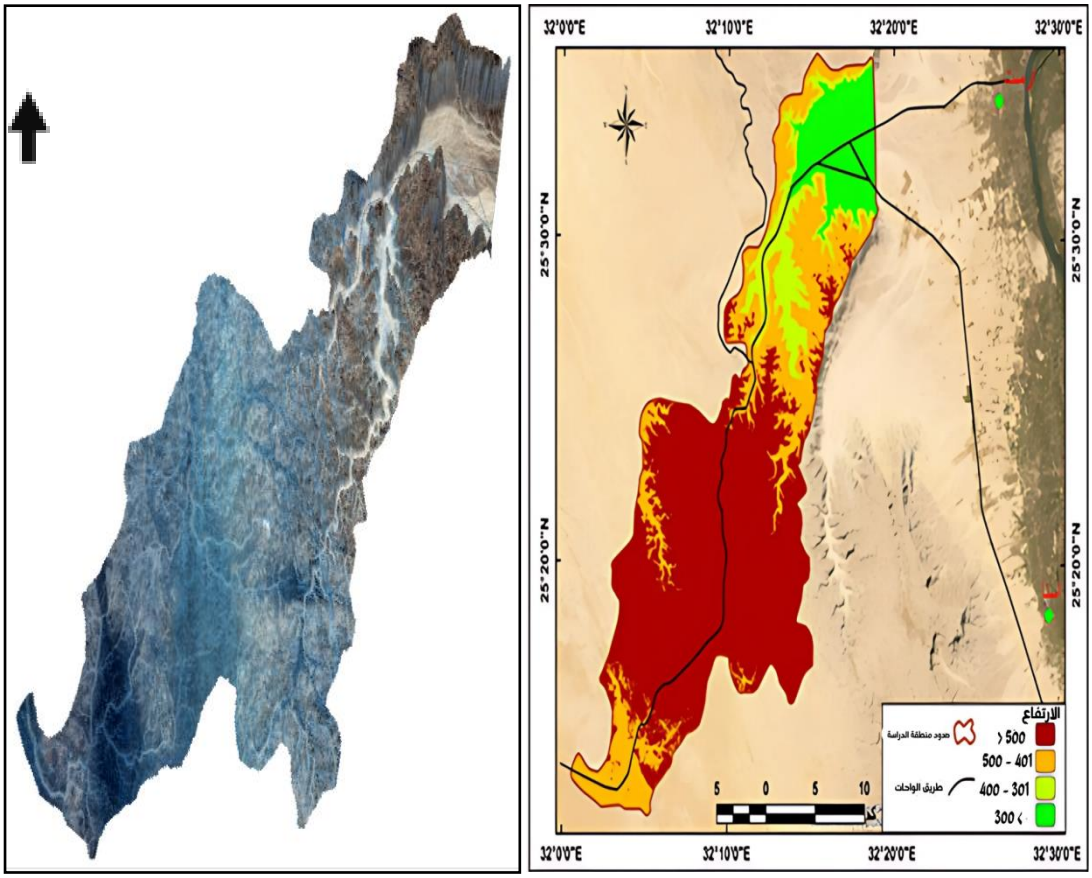
شكل(٧)أنموذج الارتفاع الرقمي.



شكل(٨) الخريطة الكنتورية .

المصدر: اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

شكل (٩) فئات الانحدار واتجاهاتها بمنطقة الدراسة طبقاً لتصنيف ينج ١٩٧٢ .



المصدر : اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

شكل(٩)التضاريس المحلية ومجسم ثلاثى الأبعاد للملامح المورفولوجية بالقطاع الشرقى.

٣- الخصائص المناخية:

(أ)-الحرارة:

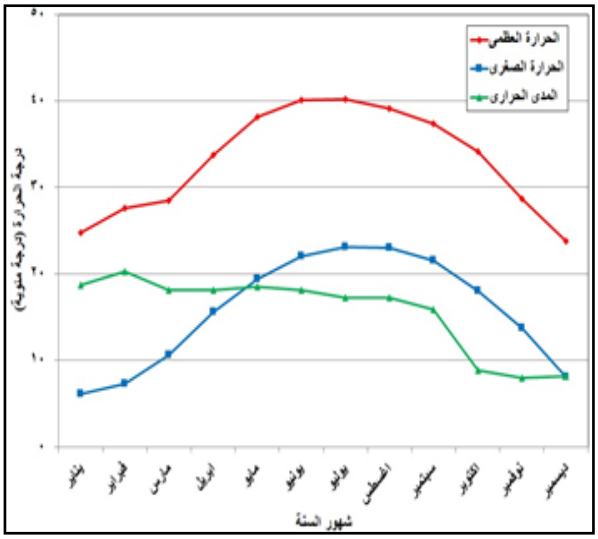
يتضح من خلال ملحق(١)،شكل(١١)،أن منطقة الدراسة تتميز بارتفاع الحرارة بشكل كبير يتراوح المتوسط السنوي لدرجات الحرارة العظمى بها(٣٢,٤) درجة،أما أدنى درجة حرارة يبلغ متوسطها(١٥,٤) درجة ويعتبر شهر يوليو اشد شهور السنة للحرارة العظمى والصغرى،إذ يبلغ متوسط الحرارة العظمى(٢٢,٨) درجة،(١٧) درجة للحرارة الصغرى فى حين يعتبر شهر يناير الأقل حرارة(٢٢,٥) درجة للعظمى،(٥,٨) درجة للحرارة الصغرى، مما يشير الى ارتفاع الحرارة بشكل ملحوظ

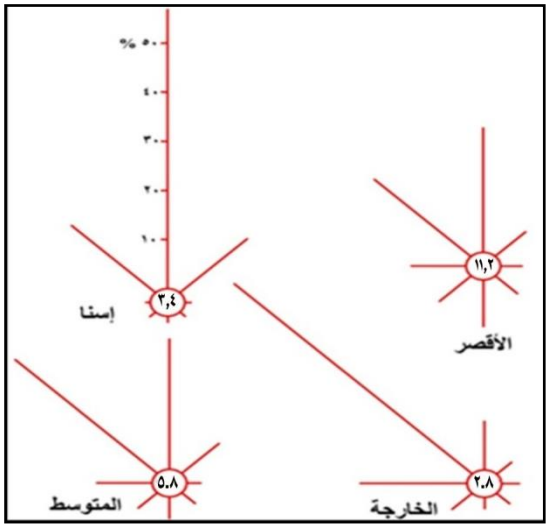
ومؤثر فى زيادة التبخر والتأثير على الجريان السيلى وعدم تماسك الحبيبات الرملية للكثبان وسهولة حركتها بفعل الرياح وترسيبها على جانبى الطريق واثرها على تكسير العديد من أجزاء الطريق وبالنسبة للمدى الحراري،يبلغ متوسطه(١٧) درجة بمحطات أرصاد منطقة الدراسة مما يدل على مدى حراري كبير ينعكس أثره بصوره مباشرة على عمليات التفكك الكتلى والتقشر نتيجة لحدوث عمليات التجوية الميكانيكية التي تنشط خلال فصلى الصيف والخريف وبالتالى إعطاء الفرصة لحركة المواد على المنحدرات وزيادة مخروط هشيم السفوح ونموها باتجاه الطريق مع قدوم اى سيل شديد.

(ب) الرياح :

من خلال دراسة جدول(٤)،شكل(١٢) يتضح الاتي:

–تهب الرياح من جميع الاتجاهات ولكن بنسب متفاوتة، تمثل الرياح الشمالية والشمالية الغربية أعلى نسبة للرياح بمحطات أرصاد منطقة الدراسة ٥٩,٢٪،وهذه الاتجاهات السائدة تتفق مع الاتجاه العام لكثبان الظل وتأثيرها على القطاع الشرقى من الطريق.





المصدر : هيئة الأرصاد الجوية ، المعدلات المناخية لمصر ، ١٩٦٧– ٢٠٠٠ ، ص١٠٨ .

شكل(١١)درجات الحرارة بمحطات أرصاد منطقة الدراسة.

شكل(١٢)متوسط اتجاهات الرياح بمحطات أرصاد منطقة الدراسة.

-بلغ المتوسط العام لسرعة الرياح بمنطقة الدراسة ١٠,٦ كم/س، تراوحت بين ٧,١كم/س بمحطة اسنا،١٧,٣كم/ث بمحطة أرصاد الخارجة وسجلت أشهر الربيع أعلى سرعة للرياح، مما يعطى إشارة واضحة الى سرعة الرياح وأثرها فى عملية سفي الرواسب الرملية لكثبان الظل وتحركها نحو الطريق وهو اكثر الفصول التى يتم فيها غلق الطريق، وقد سجل فصل الخريف اقل متوسط لسرعة الرياح بالمنطقة تراوحت بين ١,٥٦م/ث بمحطة الأقصر ٢,٢م/ث بمحطة اسنا.

جدول(٤)المتوسط السنوى لنسب تكرار اتجاهات الرياح بمحطات منطقة الدراسة.

المحطة	ش	ش ق	ش غ	ج	ج ق	ج غ	ق	غ	السكون	متوسط سرعة الرياح
الأقصر	١٢,٩	٧	٢٢,٢	٩,٥	٥,١	٧,٣	٣,٥	٨,٩	١١,٢	٧,٣
اسنا	٥٦,٨	١٥,٥	١٩,٣	١,٣	١,٢	١,٣	١	١	٣,٤	٧,١
الخارجة	٩,٩	٣,٤	٥٤,٧	٢,٣	٣	٤,٦	٢,٩	١٧,٤	٢,٨	١٧,٣
م	٢٦,٥	٨,٦	٣٢,٧	٤,٤	٣,١	٤,٤	٢,٣	٩	٥,٨	١٠,٦

(ج) الرطوبة النسبية والتبخر:

من خلال ملحق(١) نجد أن متوسطات معدلات الرطوبة النسبية بمحطات منطقة الدراسة بلغت ٣٨٪ ويلاحظ أن معدلاتها تختلف خلال العام الواحد؛حيث ترتفع خلال الشتاء والخريف نتيجة انخفاض معدلات التبخر ،وتنخفض خلال الربيع والصيف، أما معدلات التبخر فترتفع فى محطات الأرصاد بشكل كبير ،حيث بلغ المتوسط السنوي لمعدلات التبخر(٧,٥) ملم،و يلاحظ أن اعلي طاقة للتبخر تبلغ أقصاها خلال الصيف؛حيث سجلت أرصاد خلال شهر يوليو(١٠,٥)ملم؛ ويرجع ذلك الى جفاف الهواء ،ويؤدى الى ارتفاع معدلات التبخر لزيادة معدل الجفاف و التأثير فى السيول و حركة الكثبان الرملية(الظل)على جانبى الطريق.

(د) الأمطار:

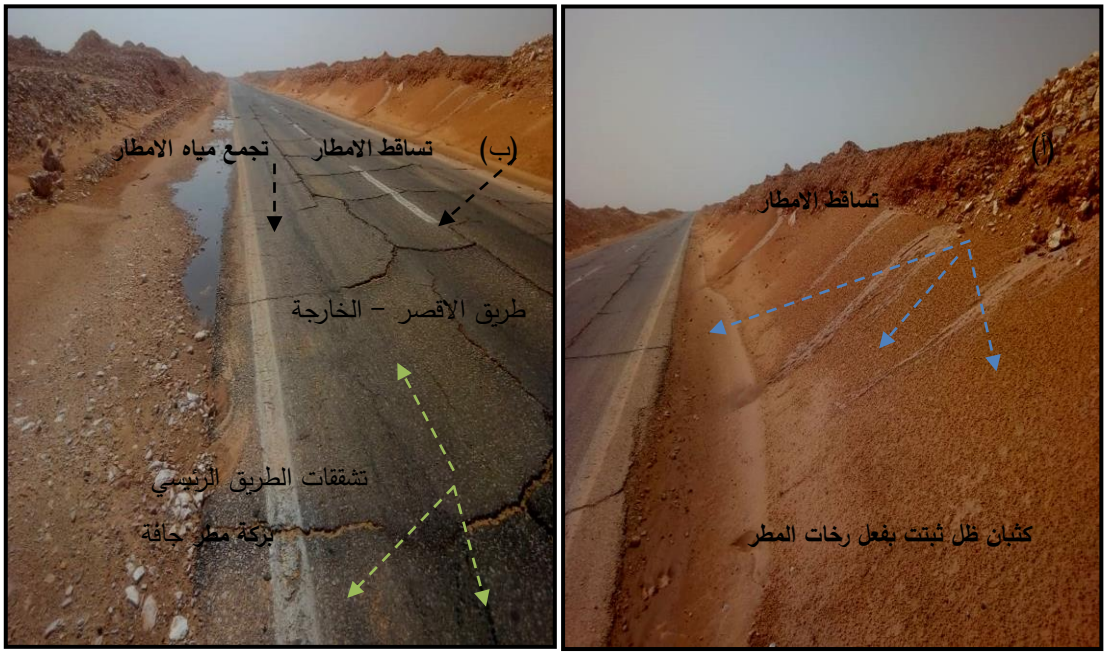
تتميز المنطقة بانخفاض متوسط المطر العام بشكل ملحوظ، ملحق(١)،ويشير ذلك الى ما تعانيه منطقة الدراسة من جفاف شديد ويلاحظ أن كمية المطر القليلة بالإضافة الى خصائص درجة الحرارة تضعها ضمن المناطق الجافة فى العالم ؛حيث يصل معدل المطر اقل من ٤٠مم وذلك طبقاً لمعادلة لانج (نوح نقلاً عن (KennethWalton,1969,p.10)[٢] كما تندر الأمطار خلال الصيف؛وذلك بسبب سيطرة الكتل الهوائية المدارية بالإضافة الى أن كمية الأمطار التى تتلقاها المنطقة قليلة للغاية لان معظمها يأتي على شكل رخات قليلة(اقل من ٠.١ مم) وتتركز أقصى كمية مطر سقطت فى يوم واحد،(خلال الربيع)،فلقد سجلت فى مايو(١٧.٣مم)،أما باقي الشهور فكانت كمية المطر اقل وهو ما يوضح زيادة التساقط وخاصة الأمطار السيلية فى الربيع عن باقي الفصول،وخلال الشتاء والربيع أما باقي أشهر الفصول فكانت نادرة.

مما سبق نجد أن تركز الأمطار يتركز خلال فصلى الخريف والشتاء،كما أن متوسط كمية الأمطار الساقطة في يوم واحد تزيد على ما يسقط من مطر فى عدة أعوام الأمر الذى يؤدى الى إمكانية حدوث السيول الفجائية متجمعة خلال أحواض التصريف، مندفعة ومهددة للطريق الذى يمر فيها والتأثير على سفوح الهضبة الايوسينية وجوانب الأودية وبالتالى حركة المواد عليها وزيادة معدلات النحت بصورة مؤثرة بجانبى طريق وادى النيل–الواحات كما يلاحظ دورها فى زيادة رطوبة كثبان الظل وتماسكها لفترة محدودة عقب سقوطها،صورة(٣،٤).

٢–يلاحظ ان كمية الأمطار الساقطة بمنطقة الدراسة قليلة جداً،حيث لا تتعدى كمية الأمطار الساقطة ٠,٩ملم بمحطاتها،و هذه الكمية القليلة تضع المنطقة ضمن المناطق المدارية الجافة الا انها تتميز بتذبذبها و عدم انتظامها مكانياً و زمانياً؛حيث تختلف فى توزيعها بصورة كبيرة ،مما يؤثر في العديد من الأخطار كالسيول التي تتوقف شدتها على زيادة تساقطها و فجائيتها.

٢– معامل المطر = المتوسط السنوى للمطر مم * فاذا كان ناتج المعادلة اقل من ٤٠ ملم تعرف المنطقة بأنها جافة.

المتوسط السنوى لدرجات الحرارة

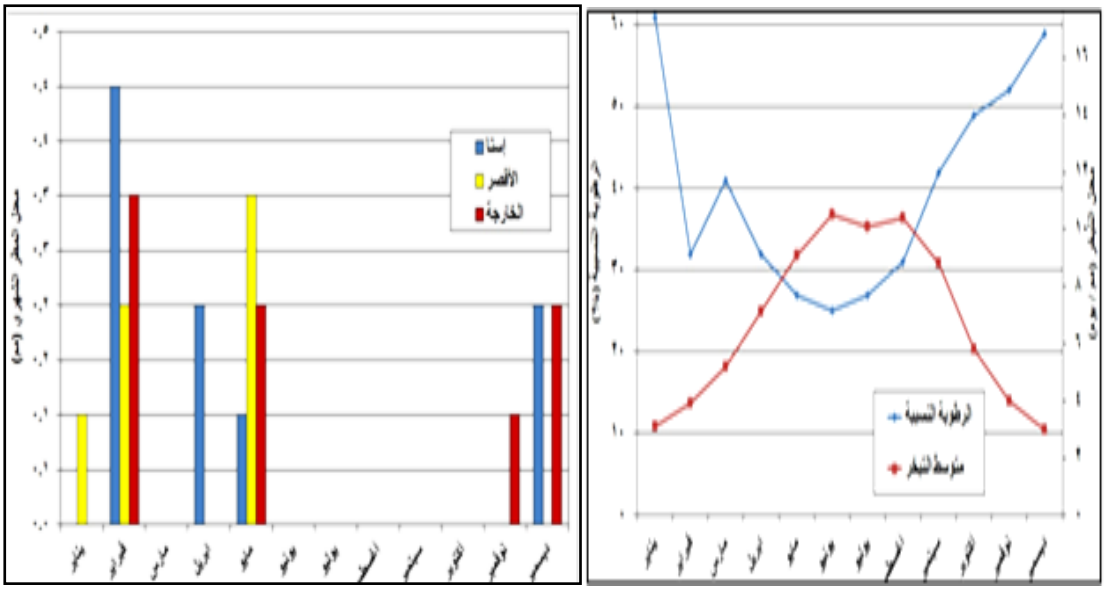


الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٩/٦

صورة(٣) اثر الأمطار الساقطة بالنسبة للطريق الرئيسى وكثبان الظل.

الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٩/٦ الدراسة الميدانية ٢٠٢٣/١١/٦

صورة(٤)اثر الأمطار الساقطة فى تكوين بحيرات السيول على جانبى القطاع الشرقى من الطريق.

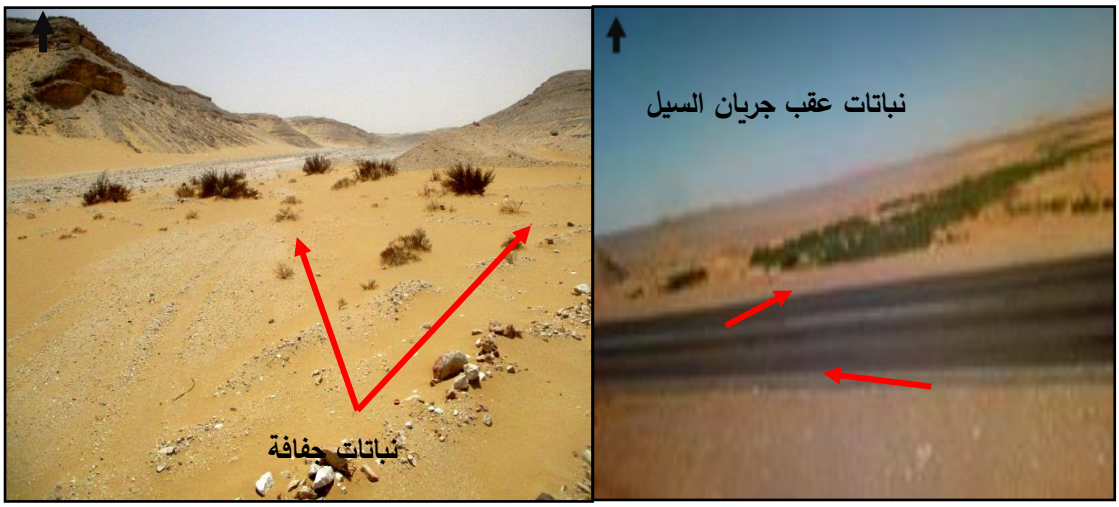


المصدر: هيئة الأرصاد الجوية،المعدلات المناخية لمصر، ١٩٧٨– ٢٠١٩.

شكل(١٣)المتوسطات الشهرية للرطوبة النسبية والتبخر .شكل(١٤)المتوسط الشهرى لكمية الامطار.

٤– النبات الطبيعى:

تتميز منطقة الدراسة بقلة الغطاء النباتي الطبيعي بصفة عامة وانتشاره على هيئة بقع متناثرة تفصل بينها مساحات واسعة خالية من النباتات الطبيعية باستثناء فترة سقوط الأمطار، صورة(٥)،منتشرة بها الأعشاب والنباتات الجافة متحملة العطش مثل السكران، وعمل خلو منطقة الدراسة من النبات الطبيعى لسهولة حركة المواد على المنحدرات وإتاحة الفرصة للسيول للحركة بحرية تامة وتدفقها بالإضافة الى حركة حبيبات الرمال وانسيابها على جانبى القطاع الشرقى من طريق الأقصر–الواحات الخارجة.



المصدر:- الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/١١/٦.

صورة(٥)اختلاف الغطاء النباتى بالقطاع الشرقى من طريق الأقصر – الواحات.

ثانياً: الخصاص العامة لطريق الاقصر الواحات الخارجة:

يلاحظ أن القطاع الشرقى من طريق وادى النيل– الواحات الخارجة هضبى من الدرجة الأولى حيث يمر ٩٠٪ من طول الطريق في اعالى الهضبة الجيرية الايوسينية وارتباطه بشكل واضح بالمظاهر التضاريسية السائدة والانحدارات واتجاهاتها، حيث يلتزم الطريق في امتداده ببطون العديد من الأودية الجافة(وادى الرزيقات) و روافده مما ينتج عنه ظهور العديد من البروزات الصخرية والانحناءات في جسم الطريق يتخللها مجموعة من كثبان الظل تمثل خطراً شديداً بهذا القطاع بالإضافة الى مقاطعته لمجارى سيول هذه الأودية وخاصة وادى الرقاقتة ووادى الكرنك،الى جانب امتداه محاذياً لسفوح الحافة الرئيسية مما يعرضه لأخطار حركة المواد بأنواعها المختلفة، فقد بلغ طول القطاع الشرقى من الطريق ٦٤,٣كم بمؤشر انعطاف بلغت قيمته ١٢٢,٤٪،ويمكن تقسيمه الى عدة أجزاء، جدول(٥)كالاتي:

–طريق النقطة ١٧٠– هو: يبلغ طوله٣٦,٣كم حوالى٥٧,٨١٪ من طول القطاع الشرقى متميزاً بكثرة نتوءات التلال البارزة والمتأكلة مما نتج عنه ظهور التعرجات وكثبان الظل مما أدى لارتفاع مؤشر الانعطاف١٣٠,٥٪.

–طريق هو– تل الدير: يتميز باختراقه للعديد من مجارى الأودية بل يمر بكامله خلال شبكة تصريف وادى الرزيقات ويظهر بالطريق العديد من التعرجات تأخذ شكل حرفS ،ويبلغ طوله ١٤كم أي ما يمثل ٢٣,٤٪من الطريق بمؤشر انعطاف بلغ١٠٤,٣٪.

–طريق تل الدير– الرزيقات: يتميز باستقامته بشكل ملحوظ يبلغ طول الطريق حوالى ٦,٧كم أي ما يمثل٩,٤٪من طول القطاع الشرقى،ويعتبر من أفضل الطرق مساراً،حيث يبلغ مؤشر الانعطاف١٠٧,٨٪.

–طريق تل الدير–المزرعة : يتميز باستقامته وقصر طول الطريق حوالى ٦كم اى ما يمثل٩,٤٪ من طول القطاع الشرقى،حيث يبلغ مؤشر الانعطاف١١٨,١٪.

جدول(٥) مؤشرات الانعطاف للقطاع الشرقى من طريق وادى النيل – الواحات.

اقسام القطاع الشرقى	الطول الفعلى للطريق(كم)	الطول المستقيم(كم)	*مؤشر الانعطاف%
طريق النقطة ١٧٠– هو	٣٦,٣٠٠	٢٧,٨١٩	١٣٠,٥
طريق هو– الوصلة	٠,٥٢٢	٠,٤٥١	١١٦
طريق هو– تل الدير	١٤,٠٦٢	١٣,٤٧٦	١٠٤,٣
طريق تل الدير– الرزيقات	٦,٧١٠	٦,٢٢٢	١٠٧,٨
طريق تل الدير– المزرعة	٦,٧٣٤	٥,٧٠٤	١١٨,١
مج	٦٤,٣٢٨	٥٢,٣	١٢٢,٤

المصدر : اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

***مؤشر الانعطاف هو النسبة المئوية بين الطول الفعلى للطريق والطول الافتراضى المستقيم له(علي،٢٠٠٠).**

ثالثاً: أنماط الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية بالقطاع الشرقى لطريق الأقصر- الخارجة:

١-السيول:

تعد من أهم الأخطار الجيومورفولوجية المؤثرة فى الطريق،ويأتي هذا الخطر من الحدوث الفجائي للسيول،وسرعة تدفق الجريان السيلى نتيجة زيادة التضرس المحلى وما يحمله من رواسب ومواد مفككة تؤدى إلى نحت وتدمير العديد من أجزاء القطاع الشرقى لطريق وادى النيل- الواحات الخارجة.

تشمل منطقة الدراسة خمس أحواض تصريفية(الرقاقتة،الكرنك،الرزيقات،الدير،اسنا) يخترقها القطاع الشرقى من طريق وادى النيل-الواحات تختلف فى خصائصها وابعادها المورفومترية والتضاريسية والهيدرولوجية،شكل(١٥)،إلا أنها تتفق فى انحدارها نحو هوامش السهل الفيضى لوادى النيل سواء شرقاً عند أرمنت أو شمالاً عند هوامش السهل الفيضى بنجع حمادى أو جنوباً نحو مركز إسنا.

(أ) الخصائص العامة لأحواض التصريف.

١)-الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بالقطاع الشرقى من الطريق:- بلغت مساحة الأحواض ٥٢٨,٨١كم^{٢}،بمتوسط١٠٥,٨كم،ومتوسط طول بلغ١٤,٨كم،وعرض١١,٤كم،يمثل وادى الرزيقات اكبر الأحواض من حيث الأبعاد و يخترقه القطاع الشرقى للطريق بكامله، وبالنسبة لاستطالة الأحواض فقد بلغ متوسطها٠,٥٤ يمثل وادى الكرنك أعلاها، أما معامل الشكل فقد بلغ٠,٥٦ لأحواض منطقة الدراسة، وتتميز بعدم تناسقها واستطالتها بشكل واضح لاسيما وادى الرقاقتة ووادى الرزيقات مما يعنى سرعة الجريانات السيلية وما تحدثه من ضرر بالقطاع الشرقى للطريق الذى يجرى بكامله خلال وادى الرزيقات مخترقاً المنابع العليا لوادى الرقاقتة.

٢) **الخصائص التضاريسية للأحواض:** بلغ متوسط تضرس الاحواض١٣,٦م/كم،وقد تباينت بين٢٩,٧م/كم لحوض الدير مما يعنى شدة التضرس وزيادتها،٧,٧م/كم لحوض وادى الكرنك،اما متوسط درجة التضاريس النسبية فقد بلغت ١,٢٨،تباينت بين ٠,٢ لوادى الكرنك،٠,٨٥ لوادى الدير،نلاحظ مما سبق ان وادى الدير والرزيقات يمثلان ابرز الاحواض واشدها من حيث الخصائص التضاريسية،ويمر القطاع الشرقى للطريق بكامله فيهما ومعترضهما فى العديد من النقاط،مما يعنى سرعة الجريانات السيلية وما تشكله من خطورة للطريق الذى يجرى بكامله خلال وادى الرزيقات مخترقاً المنابع العليا لوادى الكرنك والرقاقتة وهذا يشير الى شدة الخطورة التى تقع بهذا القطاع من الطريق.

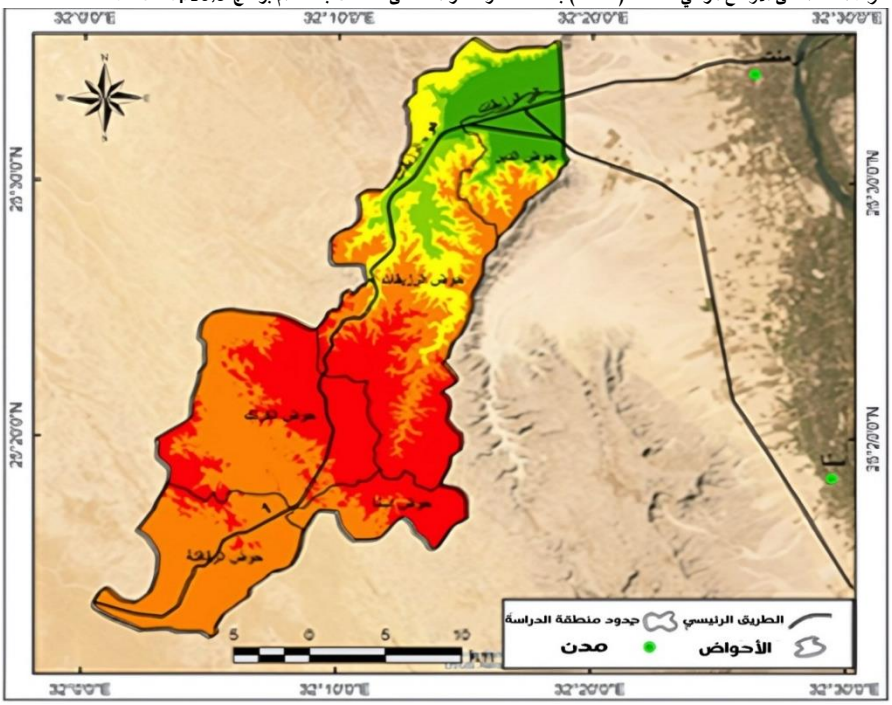
٣) **الخصائص المورفولوجية لشبكات احواض التصريف**

–**رتب الأودية:** تتراوح رتب الأودية بين الرتبة الرابعة لحوض الدير) والرتبة السادسة(حوض الرزيقات) الذى يتميز بكبر مساحته وخاصة فى مناطق منابعه العليا مما يعنى كثرة الروافد التى تفيض بمياه السيول،ويبلغ متوسط اعداد المجارى٨٢٣٠ مجرى/حوض،وبالنسبة لأطوال المجارى فقد بلغ٢٨٧٧٩,٩كم،وقد بلغ مجموع اعداد مجارى الرتبة الأولى والثانية٣٩١٨٩مجرى بنسبة ٩٥.٢٥٪،وبلغ أطوال مجاريها٢٢٢٨٦,٢كم ٧٧,٤٪من أطوال المجارى وهذا يعنى أن الرتبة الأولى والثانية تمثل اكبر نسبه من أعداد المجارى،شكل(١٥،١٦)،يلاحظ ان الفئتين الأولى والثانية من الرتب اكثر الفئات خطورة أثناء حدوث الجريان السيلى،حيث اختراق القطاع الشرقى من الطريق لمجارى هذه الرتب فى أعالي الهضبة.

جدول(٧) الخصائص المورفومترية العامة لأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة.

الحوض	المساحة (كم٢)	الطول (كم)	العرض (كم)	المحيط (كم)	الاستدارة	الاستطالة	الشكل	معدل التضرس	التضاريس النسبية	التكامل الهبسومترى
الرقاقته	٨٣,٥	١٢,٢٢	١,٨	٤٧,٧	٠,٤٥٤	٠,٥٧٢	٠,٥٦٤	٨,٢	٠,٢١	٠,٨
الكرنك	١٤١.٦	١٥	١٤,٥	٥٢,٩	٠,٦٠٦	٠,٦٣٧	٠,٦٢٤	٦,٦	٠,٢	١,٤٤
الرزيقات	٢٢١.٢	٣١,٧	١٠,٢	٩٩,٨	٠,١٨٤	٠,٣٧٩	٠,٢٢٠	١٢,٢	٠,٤	٠,٦٥٦
الدير	٤٧.٧	٩,٣	١٠,٣	٣٢,٢	٠,٦١٥	٠,٥٩٢	٠,٥٥٠	٢٩,٧	٠,٨٥	٠,٢
اسنا	٣٥	٦,٢	١١	٣٥,٥	٠,٦٠٠	٠,٥١٥	٠,٩٠٣	١٠,٨	٠,٣	٠,٣
المتوسط	١٠٥,٨	١٤,٨	١١,٤	٦١,٦	٠,٥	٠,٥٤	٠,٥٦	١٣,٦	١,٢٨	٠,٦٦١

المصدر : اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.



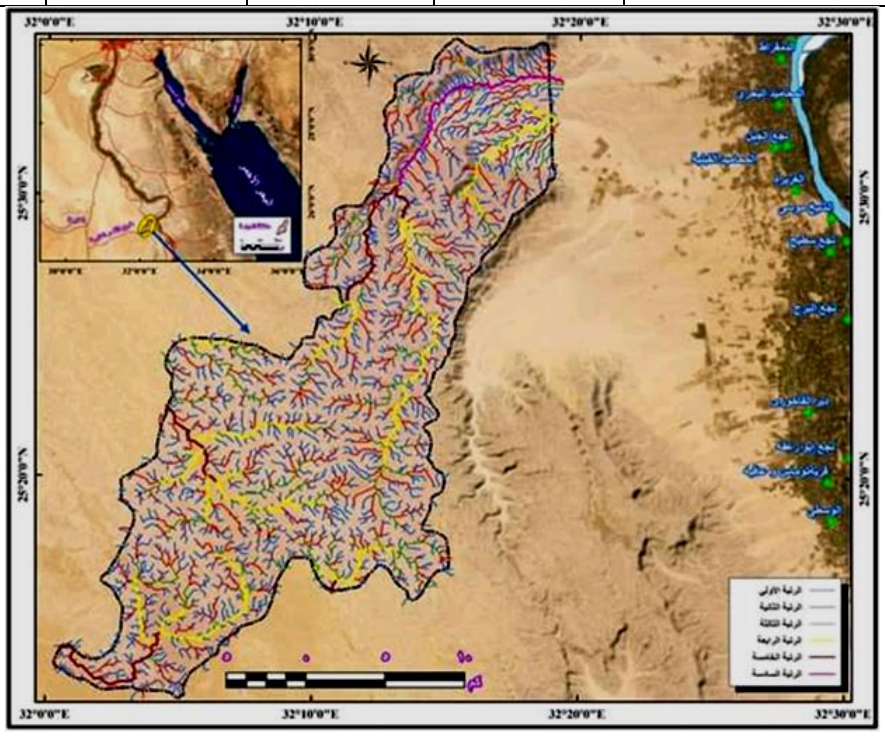
شكل(١٥)احواض التصريف التى يمر بها القطاع الشرقى من طريق الاقصر– الخارجة.

–**نسبة التشعب:** بلغ متوسط نسبة التشعب العام٤,٣ مجرى/كم٢،اشارة للتأثير النسبى المحدود للعوامل البنيوية(Mccullagh,1978,p.16)،وقد تفاوتت نسبة التشعب بين ٤مجرى/كم٢ لحوض الدير، ٤,٧ مجرى/كم٢ لحوض الرزيقات،ويلاحظ ان نسبة تشعب هذه الأودية تقل بشكل واضح مما يعنى ذلك زيادة فرص تكرارية السيول وقلة الوقت اللازم لعملية الجريان السيلى،وبالتالى اكثر احتمالية لحدوث السيول والتسبب فى خطر

و تدمير العديد من أجزاء قطاع الطريق،وقد تم استخدام التشعب المرجح الذى يعتبر اكثر دقة وتأثير فى الجريان السيلى ومدى خطورة الأحواض فقد بلغ متوسطه بأحواض منطقة الدراسة ٤,٦٨ مجرى/كم^{٢}.

جدول(٨)الرتب النهرية وأعداد المجارى بأحواض التصريف.

رتبة المجرى	أعداد المجارى	%	أطوال المجارى كم	%
الرتبة الأولى	٣٢٢١٢	٧٨,٣	**١٥٧٤١,٧**	٥٤,٧
الرتبة الثانية	٦٩٧٧	١٦,٩٥	٦٥٤٤,٥	٢٢,٧
الرتبة الثالثة	١٥٢٩	٣,٧١	٣٢٩٣,٤	١١,٤٧
الرتبة الرابعة	٣٤٤	٠,٨٣	٢٣٤٩,٩	٨,٢٤
الرتبة الخامسة	٨٧	٠,٢١	٨١٩,٣	٢,٨
الرتبة السادسة	١	٠,٠٠٢	٣١,١	٠,١١
مج	٤١١٥٠	١٠٠	٢٨٧٧٩,٩	١٠٠



المصدر : اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

شكل(١٦)شبكة التصريف المائى باحواض القطاع الشرقى من طريق الاقصر – الخارجة.

جدول (٩)الخصائص التصريفية والهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي.

الحوض	اعداد المجارى	الاطوال كم	معدل التشعب	المرجح	كثافة التصريف	النسيج الطبوغرافى	تكرار المجاري	زمن التركز / س	زمن التباطؤ دقيقة	حجم الجريان م٣/ ث	سرعة الجريان كم/س	زمن التصريف
الرقاقه	٢٨٦٥٢	٢٠٣٣٩	٤,٣	٤,٥٤	٢٤٣,٦	٦٠٠,٧	٢٤٣,١	٠,١	٢٠.٠٤	٢٥٩٣٢,٢	١٢٢	٠,٠٥
الكرنك	٨٧٥٨	٥٨٥٨,٣	٤,٢٥	٤,٦٣	٤١,٤	١٦٥,٦	٦١,٩	٠,١	٤,٧٢	٧٤٦٩,٣	١٥٠	٠,٠٧
الرزيقات	١٠٥٦	٧٧٦.٦	٤,٧	٤,٧٥	٣,٥٢	١٠,٥٢	٤,٨	٠,٧	٠,٩	٩٩٠,٢	٤٥,٣	٠,٠٥
الدير	٨٣	٧٣	٤,٠٦	٤,٩	١,٥٣	٢,٦	١,٧	٠.٢	٠,١	١٠٩,٥	٤٦,٥	٠,٠٢
اسنا	٢٦٠١	١٧٣٢.٩	٤,٣٥	٤,٦٧	٤٩,٥	٨,٤٤	٧٤,٣	٠.١	٣,٢	٢٢٠٩,٥	١٢٤	٠,٠٣
م	٨٢٣٠	٥٧٥٥,٩	٤.٣٢	٤,٦٨	٦٧,٩	١٥٧,٦	٧٧,٢	٠,٢٣	٥,٨	٧٣٤٠٢,١٤	٩٧,٥	٠,١٦٤

المصدر : اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

٤)- الخصائص الهيدرولوجية لاحواض التصريف بمنطقة الدراسة([٢]):

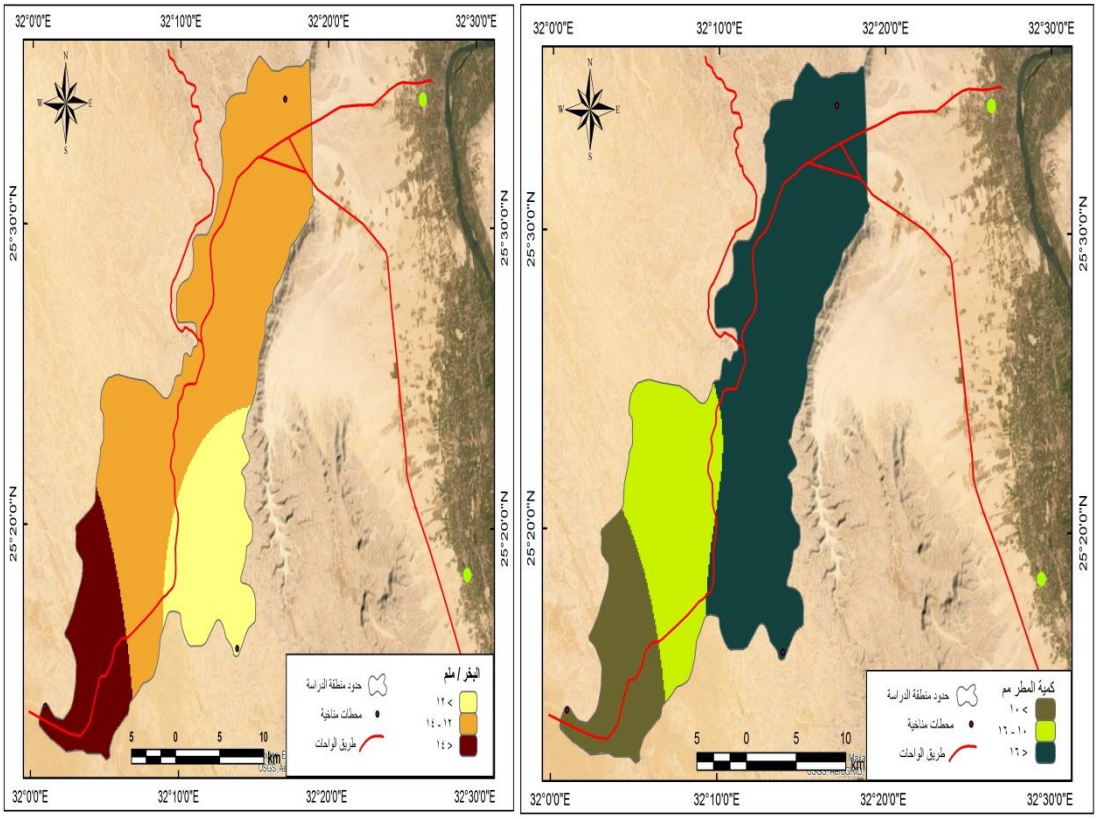
- بلغ المتوسط العام لزمن التركيز ٠,٢٣ ساعة وهو متوسط كبير ،مما يعنى ان الأحواض ذات درجات خطورة عالية؛ لان انخفاض قيمة التركيز تشير الى سرعة مياه السيول ووصولها الى مخارج الأودية بسرعة كبيرة ومن الصعب الإنذار بحدوثها واخذ التدابير والاحتياطات لمواجهة السيول، وبالنسبة لزمن التباطؤ(تفيد دراسة هذا الجانب فى حساب التسرب من المياه الساقطة ومنها مقدار الفاقد)،بلغ المتوسط العام ٥,٨ دقيقة، متراوحاً بين٢٠,٠٤دقيقة بحوض الرقاقة،٠,١دقيقةحوض الدير ،فى حين بلغ المتوسط العام لحجم التصريف ٧٣٤٠٢,١٤م٣/ثانية،كانت اكبر قيمة للتصريف ٢٥٩٣٢,٢م٣/ثانية لحوض الرقاقة و اقلها ١٠٩,٥م٣/ثانية لحوض الدير اما سرعة الجريان فقد بلغ المتوسط العام باحواض المنطقة٩٧,٥ كم/ساعة،وقد تراوحت القيم بين٤٥,٣كم/س لحوض الرزيقات اعلى قيمة لوادى الكرنك١٥٠كم/س،نتيجة شدة الانحدار وقد بلغ المتوسط العام لزمن التصريف ٠,١٦٤ ساعة، واكبر زمن تصريف يمثله حوض الكرنك ٠,٠٧ ساعة، واقلها حوض الدير ٠,٠٢ ساعة وهو اكثر

[٢] **تعد الخصائص الهيدرولوجية من المؤثرات الهامة فى تحديد الميزانية الهيدرولوجية وتقدير صافى الجريان وبالتالى تحديد درجة خطورة الأحواض**

الأحواض خطورة؛حيث قصر الفترة الزمنية اللازمة لتصريف الأحواض ما بها من مياه،فيصعب وضع اى تدابير أمنية لمواجهة السيول مما يزيد من خطرها.

٥)– الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف:

يلاحظ ان إجمالي المياه الساقطة باحواض منطقة الدراسة ٦٧٠٧,٨م٣،بمتوسط ٢٢٨٤,٦م٣ للحوض وبلغ إجمالي معدل التسرب لزمن التباطؤ٢١٢,٣م٣ والتسرب الثابتة٠,٤٣م٣،والفاقد بالبخر٣,٣٥م٣،كما بلغ إجمالي الفواقد ٢٢٩,٤م٣ بمتوسط ٤٥,٩م٣ للحوض،وقد سجل حوض الرقاقتة اعلى قيمة ١٣٦,٧٧م٣شكل(١٧،١٨).



المصدر : هيئة الأرصاد الجوية ، المعدلات المناخية لمصر ، ١٩٧٨– ٢٠١٩.

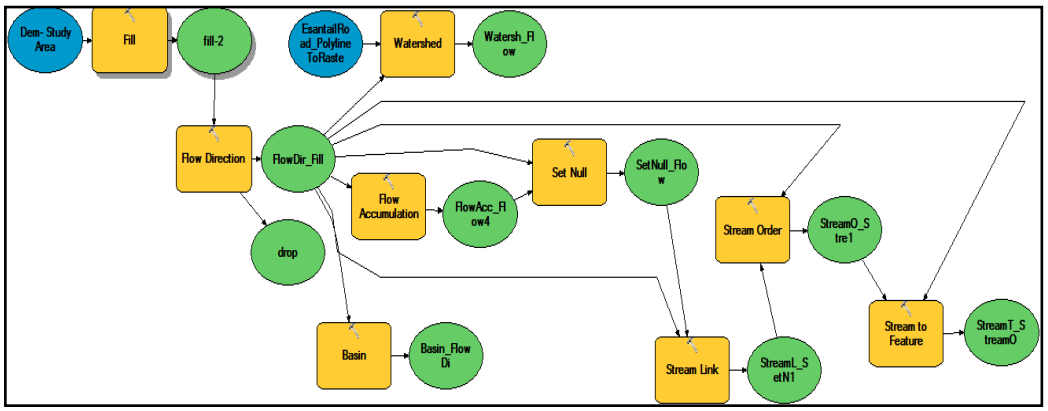
شكل(١٧)كمية الأمطار الساقطة و نسبة التبخر لأحواض القطاع الشرقى بطريق الأقصر–الخارجة.

– بلغ صافى الجريان ٦٤٧٨,٤م٣ بمتوسط ١٢٩٥,٧م٣/للحوض،جدول(١٠)،ويتضح ان اكبر الاحواض من حيث كمية المياه الساقطة وفائض الجريان حوض(الرزيقات٣٨٠٤,٦م٣)،الكرنك٣٨٠٤,٦م٣ وهما اكبر الأحواض من حيث الأبعاد المورفومترية،فى حين يمثل حوض الدير اقل الأحواض من حيث المياه المتوقع سقوطها وفائض الجريان،وعلى ذلك يزداد احتمال حدوث السيول الشديدة من تلك الاحواض لاسيما فى الأجزاء التى صمم بها القطاع الشرقى من طريق وادى النيل–الواحات بشكل غير مخطط له بصورة جيدة.

جدول(١٠)الميزانية الهيدرولوجية لاحواض التصريف بالقطاع الشرقى من طريق الاقصر–الخارجة.

الاحواض	المياه الساقطة	الفواقد			اجمالى الفاقد	صافى المياه
		الفاقد بالبخر	خلال زمن التباطؤ	التسرب		
الرقاقتة	٦٢٦,٣	٢,٨	١٣٣,٩	٠,٠٧	١٣٦,٧٧	٤٨٩,٥٣
الكرنك	١٠٦٢	٦,٧	٥٣,٢	٠,١٥	٦٠,٠٥	١٠٠١,٩٥
الرزيقات	٣٨٢٦,٨	٦,١٣	١٥,٩	٠,١٧	٢٢,٢	٣٨٠٤,٦
الدير	٨٢٥,٢١	٠,٥٣	٠,٤	٠,٠٢	٠,٩٥	٨٢٤,٣
اسنا	٣٦٨,٥	٠,٥	٨,٩	٠,٠٢	٩,٤٢	٣٥٩,٠٨
مج	٦٧٠٧,٨	١٦,٦٣	٢١٢,٣	٠,٤٣	٢٢٩,٤	٦٤٧٨,٤
م	١٣٤١,٦	٣,٣٥	٤٢,٥	٠,٠٨٦	٤٥,٩	١٢٩٥,٧

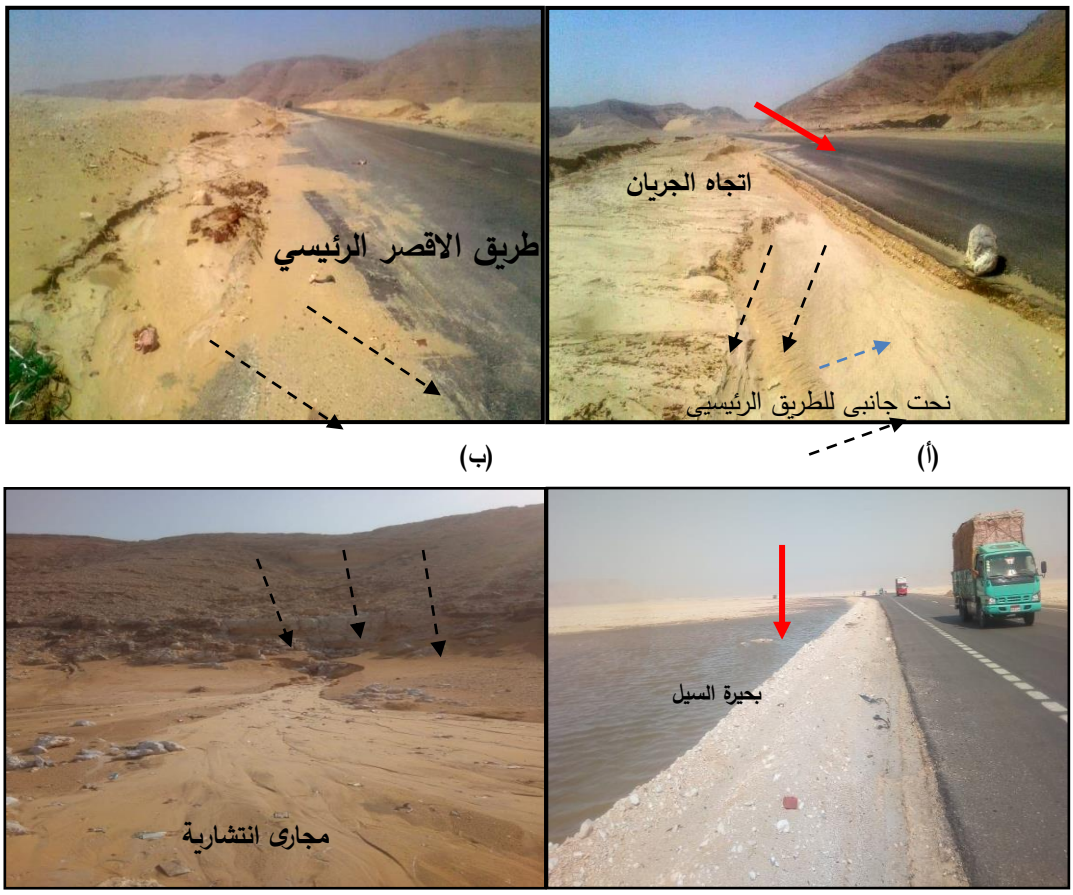
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.



المصدر:– اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة(DEM)بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM،و الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠٠ ، باستخدام برنامج Arc Map10,2.

شكل(١٨) الأنموذج الرقمى للتحليل الهيدرولوجى لاحواض التصريف.

(ب) اثر السيول على الطريق: تتمثل أخطار الجريان السيلى على القطاع الشرقى من الطريق من خلال اتجاه جريان السيل واندفاعه،وهو ما تم ملاحظته ميدانياً فهناك اتجاه الجريان العمودى(حينما يتعامد اتجاه الجريان مع الطريق)،ويظهر ذلك في وادى الدير وهو من اشد أجزاء الطريق خطورة بالإضافة الى الجريان الموازى،حيث يمتد الطريق موازى لمجاري الاودية او متقاطعة مع منعطفاتها،بالإضافة الى اثر نسيج التربة الذى يلعب دوراً مهماً فى تحديد مقدار التسرب وبالتالى التأثير على قوة السيول(عبد الكريم،٢٠٢٣).



(أ) (ب)

(ج) (د)

المصدر:- الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/١١/٦.

صورة(٦)الاثار التدميرية للسيول على القطاع الشرقى من طريق الاقصر–الواحات الخارجة.

أما نمط الجريان الثالث وهو الجريان فوق الطريق مباشرة حينما يكون الطريق واتجاه الجريان على استقامة واحدة وهو ملاحظ بشكل واضح بالمجرى الرئيسى لوادى الرزيقات،واى شكل من الاشكال السابقة لحركة الجريان يؤدى الى العديد من الأضرار بالطريق متمثلة في حدوث تلفيات بالطريق وانهيار جوانب الطرق المرصوفة،وحدوث التشققات بها؛نتيجة لعملية النحت التي تقوم به مياه السيول لاسيما إذا كانت جوانب الطريق مكسية بمواد هشة او قريبة من مجرى السيل مما يؤدى الى قطع العلاقات المكانية بين أجزاء منطقة الدراسة والمناطق المجاورة،نتيجة لتدهور الطريق،صورة(٦).

(ج)-مناطق ودرجات خطورة السيول: هناك العديد من المعايير المستخدمة لتحديد درجات خطورة الاحواض منها استخدام الارض، ايضاً استخدام بعض الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف الشامى(الشامى،١٩٩٥،ص٦٦-٦٩)([٣]).

---

[٣] **اثر الخصائص المورفولوجية على درجات خطورة الاودية :**

(أ)-اثر عامل الاستدارة :- يعتبر من المتغيرات المهمة التى تحدد درجة خطورة الاحواض،لانه كلما اقتربت الاحواض من الشكل المستدير ادى ذلك الى تجمع مياه السيول ووصولها فى وقت متقارب الى مخرج الوادى،مما يجعلها قوية و سريعة و ذات خطورة كبيرة،

(ب)- نسبة التضرس :-كلما ارتفعت قيمة معدل التضرس ذادت خطورة السيول ؛ حيث زيادة سرعتها مما يؤدى الى قلة الفواقد عن طريق التسرب او التبخر.

(ج)-اثر درجة الوعورة :- مدى تقطع سطح الاحواض بفعل المجارى المائية وهى ذات دلالة مهمة؛حيث ان ارتفاع قيمها يدل على خطورة الجريان السطحى.

٢- اثر شبكة التصريف على درجات الخطورة :

- اثركثافة التصريف- تفيد فى معرفة درجة خطورة الاحواض ،و ذلك لعلاقتها القوية بحجم التصريف،فكلما كانت قيمها مرتفعة دل ذلك على قدرة و كفاءة شبكة التصريف فى نقل الامطار الساقطة الى مخرج الوادى

-اثر معدل التشعب :- يفيد فى معرفة درجة خطورة الاحواض ؛ حيث تحكمه فى معدل التصريف ومدى خطورة الجريان السيلى من خلال انخفاض قيمته التى تشير الى حدوث السيول و زيادة تكرارها.

(د) تحديد درجات خطورة السيول باستخدام النمذجة وعمل النماذج Modeling:

يقصد بها تحديد درجات خطورة السيول فى جميع أجزاء منطقة الدراسة خلال تصميم GIS Model(*)،وفقاً لمجموعة من المعايير Multi Criteria Evaluation التى تمثل الأساس فى تحديد درجة خطورة السيول.

***مراحل انشاء النموذج(٢):**

– اثر معدل تكرار المجارى:–يفيد فى معرفة درجة خطورة الاحواض ؛حيث يعبر عن مدى كفاءة شبكة التصريف فى جمع و نقل المياه الساقطة الى مخارج الاودية.

(١)–من خلال استخدام اسلوب النمذجة الكارتوجرافية Cartographic Modeling من تحديد درجات خطورة حركة الاشكال الرملية بمنطقة الدراسة اعتماداً على تقييم المعايير المتعددة MCE داخل بيئة برنامج Arc–GIS.

(٢)– المعايير التضاريسية العامة لمنطقة الدراسة:– Topographic Criteria (نموذج الارتفاع الرقمى DEM– درجة الانحدار Slope).

*** المعايير المناخية اكثر كمية مياه ساقطة و مقدار البخر. * معيار استخدام الارض. Land use Criteria*معيار الخصائص التضاريسية و التصريفية و الهيدرولوجية للاحواض**

تتم عمليات هذه المرحلة من خلال :–

– اعداد و تجهيز طبقات الخصائص المورفولوجية والتضاريسية من النوع Raster .–انموذج الارتفاع الرقمى DEM . درجات الانحدارٍ Slope .

–تحويل خرائط المعايير المناخية مثل التبخر و كمية الامطار من صورة Vector الى صورة Raster و ذك من اجل توحيد نوع الطبقات التى يتم استخدامها قى بناء النموذج الرقمى.

–تحويل طبقات التقاء مجارى السيول و امتداد الطريق و طبقة تأثيرات مياه السيول من صورة Vector الى صورة Raster خلال عملية الاسنباط المكانى و تحويل الطبقات من خلال Feature to point ثم عمل Interpolition – خلال IDW .

(٣)– تعمل هذه المرحلة على اعادة تصنيف القيم داخل الطبقات من النوع Raster ذلك لان القيم المصنفة تكون اكثر دلالة من القيم الغير مصنفة،لذا فقد تم عمل اعادة للتصنيف لجميع الطبقات ،المستخدمة ١٠ فئات ل ٨ طبقات متعددة و ذلك من اجل توحيد التصنيفات فى هذه الطبقات.

(٤)– يقصد بها نظام ترتيب الطبقات داخل الانموذج الرقمى واهمية كل طبقة فى الانموذج،و قد تم عمل Weighted Overlay ،و تحديد اهمية كل طبقة على حده بحيث يكون مجموع درجة الاهمية النسبية لتلك الطبقات ١٠٠٪ .

١) مرحلة إعداد قاعدة البيانات وإدخالها وصياغة المعايير خلال تحديد الطبقات(تمثل المعايير المستخدمة).

٢)- مرحلة تجهيز البيانات وقياس المسافات(معالجة المعايير): تتمثل فى إنتاج الخرائط الوسيطة التى يتم الاعتماد عليها فى بناء انموذج تحديد الأخطار.

٣)- مرحلة إعادة التصنيف:-Reclassification .(٣)

٤) - مرحلة التطابق الموزون.(٤)

يلاحظ من جدول(١١)اختلاف المعايير فيما بينها حيث ان الخصائص والهيدرولوجية احتلت المركز الأول من الأوزان النسبية ٣٦٪،ويرجع ذلك الى تأثيرها الواضح فى تقدير درجات الأخطار، ثم جاءت المعايير التضاريسية بعد ذلك من حيث الاوزان٢١٪،ويرجع ذلك الى اثر طبيعة المنطقة، أما الخصائص المناخية ١٨٪ بالإضافة الى معيار تعامد الطريق مع اتجاه الجريان ١٦٪،ومدى تأثر طرق النقل ٩٪،حيث ان الاستخدام البشرى(امتداد الطريق، الأضرار بالطريق)العنصر المتأثر بالجريان السيلى،شكل(١٩).

٥)-مرحلة تحديد مقدار ودرجة الخطورة: تمثل هذه المرحلة الوصول الى النتائج المهمة من إنشاء الانموذج الرقمى وهى تحديد وإنشاء خريطة درجات خطورة الجريان السيلى باحواض المنطقة ونسبتها، ويرجع هذا الاختلاف فى الدرجات لاختلاف المعايير المختلفة(معايير تضاريسية،مناخية،هيدرولوجية،اضرار الجريان)،فقد تم دمج فئات درجات الخطورة من ٩ فئات خطورة الى ٤ فئات،شكل(٢٠):

جدول (١١)الأهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء النموذج الرقمى.

م	الطبقة	أهمية الطبقة	الأهمية النسبية%	م	الطبقة	الأهمية	الأهمية النسبية%
١	نسبة التبخر	٣	٨	٧	زمن التصريف	٣	٨
٢	اقصى كمية مطر	٢	٩	٨	زمن التباطؤ	٣	٨
٣	الانحدار	٤	٧	٩	أطوال المجارى	٦	٥
٤	انموذج الارتفاع الرقمى	٤	٧	١٠	صافى الجريان	٣	٨
٥	تضرس الأحواض	٦	٥	١١	تعامد والتقاء المجارى	١	١٦
٦	التشعب المرجح	٦	٥	١٢	الأضرار	٣	٨
م	التراكيب الجيولوجية	٥	٦	١٣	--------	--------	٪١٠٠

–شديدة الخطورة: تمثل حوالى ١٢,٢٣٪ من أحواض المنطقة،وبلغت اطوال الطرق شديدة الخطورة ٢٧,٧ % من طول القطاع الشرقى،تشمل الأجزاء التى تظهر بها الانحناءات الشديدة وتكون عمودية مع اتجاه جريان مجارى الاودية مما أدى لوجود الأضرار الواقعة على الطريق.

– **خطرة:** بلغت ٢٤,١٪ من الأحواض وبلغت اطوالها ٢٣,٤٧ %من اجمالى طول القطاع الشرقى ظاهرة بشكل واضح فى عدة أجزاء من القطاع الشرقى للطريق(الكم ١٧٠غربالاقصر)،حيث ظهور مصبات العديد من روافد وادى الرزيقات نحو الطريق مباشرة فتؤدى الى قطع الطريق لفترة طويلة أثناء السيل.

جدول(١٢) تقدير درجات الخطورة وفقاُ لاوزان المعايير المستخدمة

م	مقدار الخطورة	% من طول القطاع	م	مقدار الخطورة	% من طول القطاع
١	شديد الخطورة	٢٧,٦٧	٣	متوسط الخطورة	٢٧,٥١
٢	خطرة	٢٣,٤٧	٤	قليل الخطورة	٢١,٢٤

المصدر:– جدول (١١) الاهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء انموذج تحديد فئات الخطورة.

-**متوسطة الخطورة:** تمثل ٣٥,٩٪من أحواض التصريف،بلغت اطوال الطرق متوسطة الخطورة حوالى ٢٧,٥١٪من طول القطاع الشرقى تشمل اجزاء الطريق فى اتجاه مسار السيول واختراقه لمجموعة من كثبان الظل التى تؤدى الى تدمير اجزاء عديدة من القطاع.

- **قليلة الخطورة:** تشمل٢٧,٧٥٪ من احواض التصريف،بلغت اطوال الطرق قليلة الخطورة ٢١,٢٤٪من طول القطاع الشرقى تمثل فى تلك المناطق البعيدة والمتأثرة بدرجة بسيطة بخطر الجريان السيلى،مما ادى الى انخفاض خطورتها.

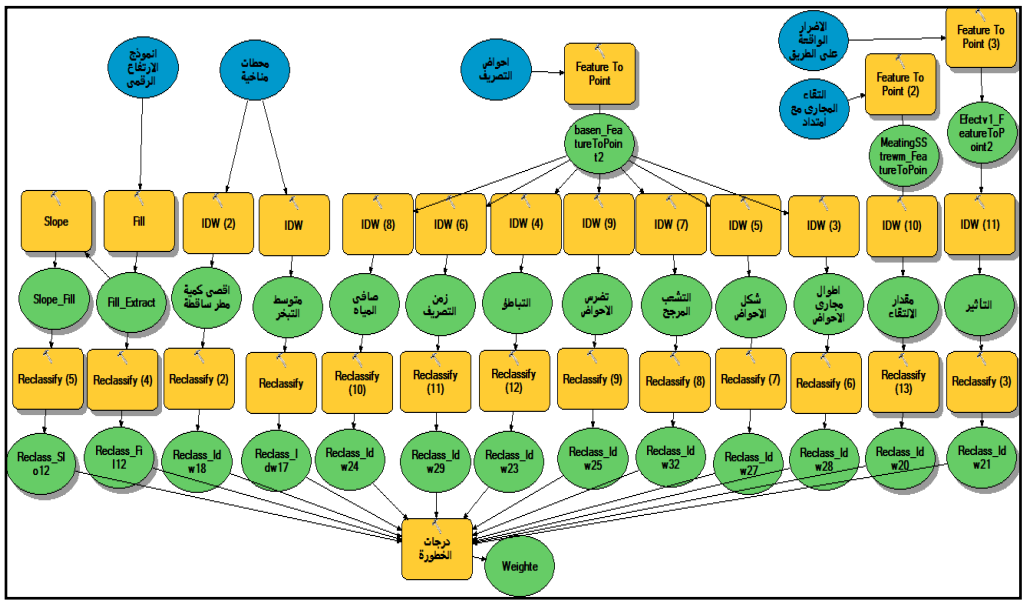
(هـ)- طرق الحماية والاستفادة من الجريان السيلى بمنطقة الدراسة:

١) يمكن إقامة العديد من الحواجز الركامية والسدود الترابية حول الطريق،و تقوم هذه الحواجز بإعاقة مياه السيول وزيادة زمن سريانه وتغذية الخزانات الجوفية،ولاسيما بحوض الرزيقات وروافده،شكل(٢١).

٢) معابر السيول(البرابخ)عبارة عن ممرات صناعية أنشئت أسفل الطريق لتسمح بمرور مياه السيول دون التأثير على جسم الطريق،صورة(٧)،ويوجد العديد من البرابخ تعمل على صرف مياه السيول،الا انه لوحظ عدم كفاءتها بسبب امتلاءها بالرواسب ذات الأحجام الكبيرة التى تجلبها السيول ونمو الحشائش بها.

٣)-تحويل مسار السيول عبر قنوات صناعية(مخرات)عند مخارج الاودية التي تقام بجوارها امتداد الطريق مثل وادي الدير؛حيث يوجد مصرف الدير لصرف مياه الأمطار الفجائية.

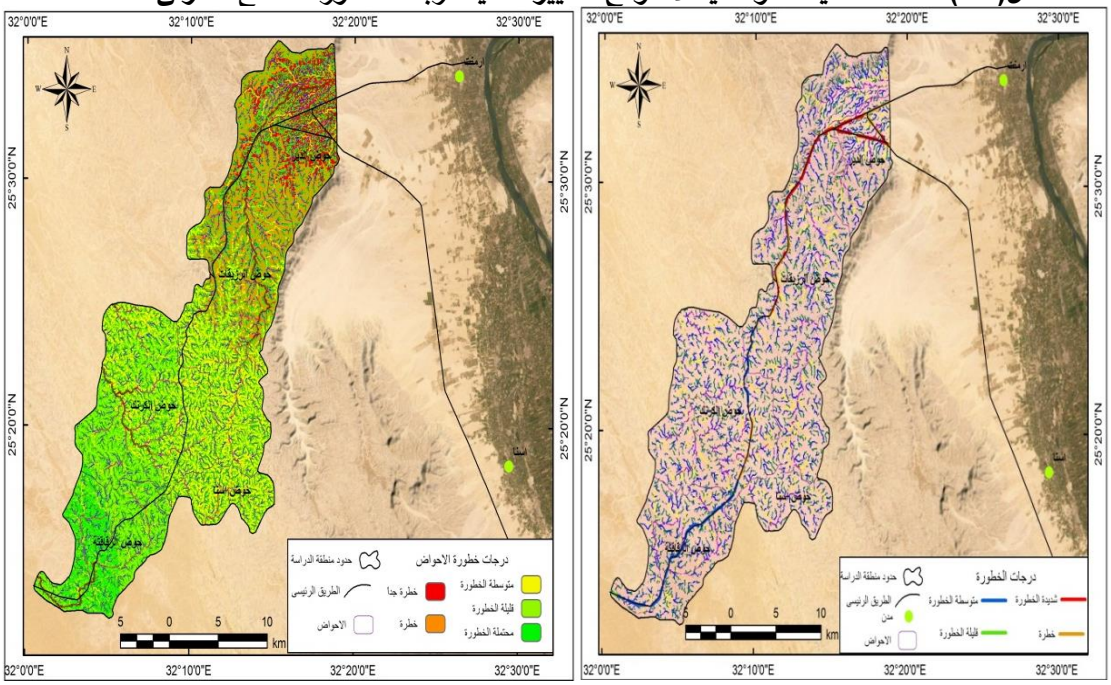
٤)-عمل مخرات السيول أو قنوات صناعية تقوم بصرف مياه السيول والاهتمام بمداخل ومخارج عبارات المياه وعمل صيانة دورية لها لتجنب حالات النحر حولها،(سلمان واخرون،٢٠٢٢)،ويوجد العديد من المخرات بأودية أحواض المنطقة، وينتهى بحوض تخزين تجمع المياه فيه.



المصدر :– *اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM ، و الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ ،باستخدام برنامج Arc Map10,2.

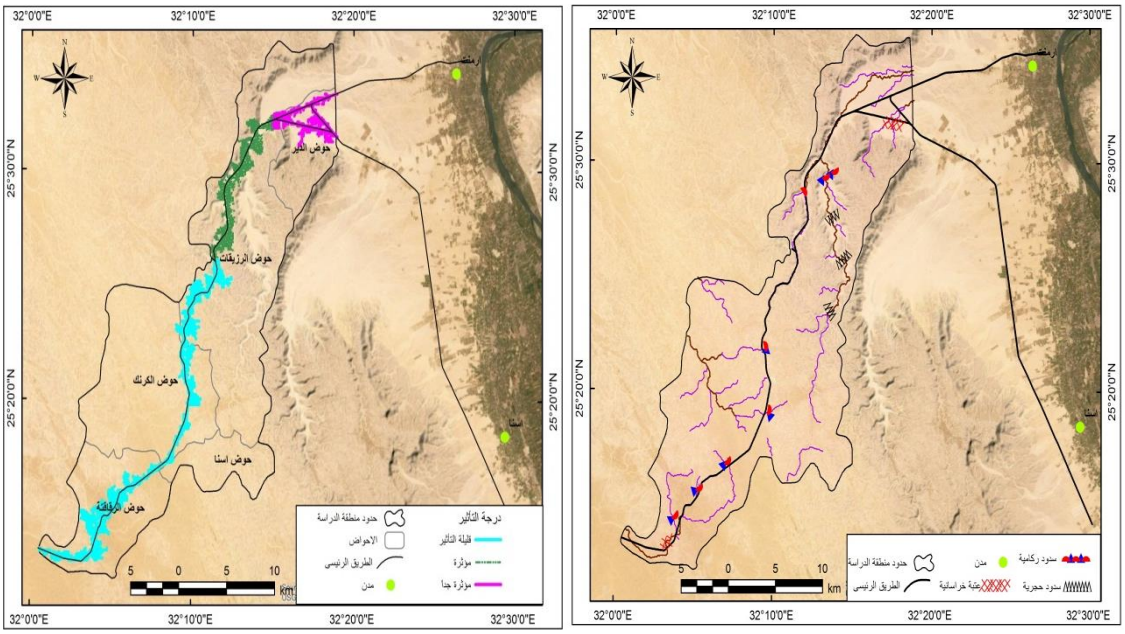
* الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة عن الرياح و الامطار. *المرئية الفضائية ، SentenalA2 ٢٠٢١، الدراسة الميدانية ،٢٠٢٠.

شكل(١٩)مخطط للعمليات الوسطية لانموذج معايير تحديد درجات خطورة القطاع الشرقى .



المصدر :–اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM ، عناصر المناخ.و الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ ، باستخدام برنامج Arc Map10,2. *المرئية الفضائية ، SentenalA2 ٢٠٢١، الدراسة الميدانية ،٢٠٢٠.

شكل(٢٠)درجة خطورة السيول بالطريق الرئيسي والاحواض وفقاً لنتائج الانموذج الرقمىGIS Model



المصدر :- اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة(DEM)بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM،و الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠،باستخدام برنامج Arc Map10,2.*المرئية الفضائية SentenalA2 ٢٠٢١،الدراسة الميدانية٢٠٢٢.

شكل(٢١) وسائل الحماية المقترحة للوقاية من أخطار الجريان السيلى بالقطاع الشرقى.

٥) التكسية الحجرية بجوانب الطرق والجوانب المعرضة لنحت السيول وتبطينها بطبقة من الأحجار لمنع احتكاك مياه السيول المتدفقة بالجوانب، وتستخدم فيها مواد البيئة المحلية من الكتل الصخرية وذلك ما نلاحظه اثناء الدراسة الميدانية بالطريق الاسفلتى من الكيلو٩٧،بالاضافة الى عمل قناتين تصريف بجوار الطريق تنتهى بحوض تخزين،صورة(٨).

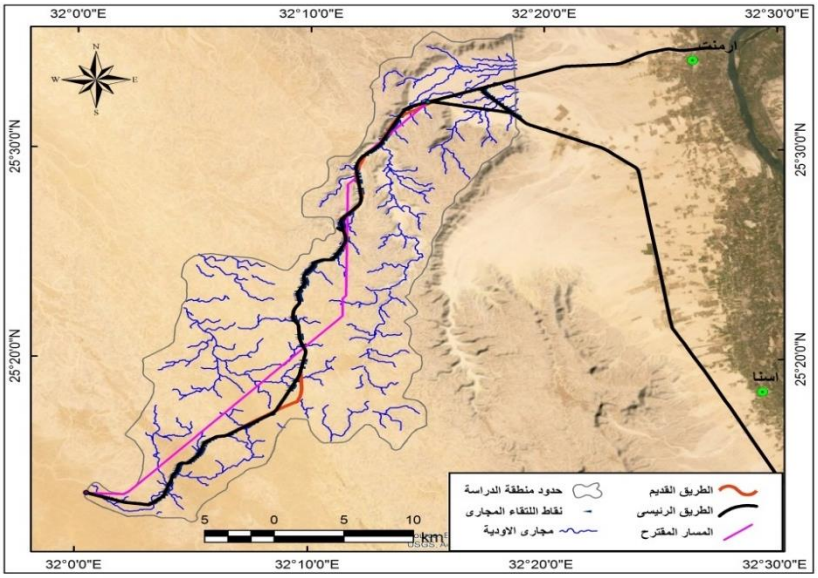
٦) إنشاء العتبات الخراسانية والعناية بنقاط التقاء الأودية الفرعية بالوادى الرئيسى؛حيث تزيد حركة المياه عند مصبات الروافد الصغيرة والتى تتقاطع مع الطريق الذى يمتد فى بطن الوادى وعمل شبكات من السلك لحجز الرواسب الخشنة.

٧) تحديد الملائمة المكانية لاختيار انسب مسار مقترح للطريق بعيداً عن خطر الجريان السيلى،ومقارنتها بموضع الطريق الحالي من خلال تصميم نموذج GISModel؛وذلك وفقًا لعدة معايير أساسية تم اقتراحها،شكل(٢٢).

صورة(٧) استخدام البرابخ لصرف مياه السيول.

صورة(٨) تكسية جوانب مخرات.

صورة(٩)استخدام العتبات الخراسانية. صورة(١٠)الوسائل الميكانيكية واثرها حجز مياه السيول.



المصدر:- اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM ،والخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ ،*المرئية الفضائية، SentenalA2 ٢٠٢١ لدراسة الميدانية ،٢٠٢٢.

شكل(٢٢)انسب المسارات المقترحة لامتداد الطريق وفقاً لنتائج الانموذج الرقمى(GIS Model).

٢-حركة المواد على المنحدرات:

(أ) :التحليل المورفومترى لمنحدرات منطقة الدراسة.

١)-الملامح المورفولوجية العامة للمنحدرات : تمثل منحدرات منطقة الدراسة جزء من الحافة الشرقية للهضبة الجيرية الايوسينية،ويصل أقصى ارتفاع لها ٥٧٠ متراً في غرب و وسط المنطقة واقلها ١٣٠متراً في الشرق(تل الدير)،وينحدر سطحها من الغرب في اتجاه الشرق،وتتميز بتقطعها بالعديد من مجارى أحواض التصريف والمسيلات المائية،وتتفاوت المسافة بين حافة الهضبة والسهل الفيضي من مكان لأخر؛حيث تبتعد الحافة عن السهل الفيضي في الجزء الشمالى الشرقى عند مخارج الأودية كبيرة الحجم والأبعاد مثل وادى الرزيقات،وتقترب الحافة الايوسينية من حدود السهل الفيضي بالجزء الأوسط ؛حيث تمتد على هيئة حائط هضبى(تل الدير)بالقرب من الطريق الى أسوان، ولا يتعدى الفارق بين الحافة والطريق سوى ١٠٠م تقريباً؛وهو أوضح امتدادات الحافة وأكثرها قرباً من الطريق وأشدها انحداراً، ويتأثر الطريق الرئيسى بمنطقة الدراسة بأخطار حركة المواد على المنحدرات فى العديد من المواضع التى تقترب منها([٤]).

١-تعد حركة المواد على المنحدرات إحدى الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية؛و يرجع ذلك لتأثيرها على طريق وادى النيل الواحات،و ترجع أهمية دراسة السفوح بمنطقة الدراسة سواء بتحليل الزوايا او بتقوسها إلى ارتباط نوع المنحدرات بالخطر السائد ؛ حيث ترتبط السفوح المحدبة بالتساقط و الانزلاق الصخري الناتج عن عملية التقويض السفلى بفعل المياه الجارية و دور التجوية في إضعاف الصخور،و يرتبط زحف الهشيم بالعناصر المقعرة و التي توجد في الغالب تحت أقدام الحافات الصخرية شديدة الانحدار(أبوالعينين، ١٩٩٦)، أما الجروف فيرتبط بها تساقط الكتل الصخرية ؛حيث الانحدار الشديد و كثرة الفواصل الرأسية و الأفقية والتي تحدد نوع الحركة على السفح كذلك حجم الكتل المنزلقة او الساقطة(عبد اللاه،٢٠٠٦)،وتفيد الدراسة المورفومترية للمنحدرات فى التعرف على أشكالها و تطورها و التى من خلالها يمكن التعرف على أنواع حركة المواد عليها و بالتالي الوقوف على أماكن و درجات الخطورة الناتجة عنها او التنبؤ بحدوثها فى المستقبل ووضع الطرق و الأساليب المناسبة للحماية منها و تجنب خطورتها.

٢)– القطاعات الميدانية لسفوح المنطقة: خلال التوزيع الجغرافي لقطاعات المنحدرات يلاحظ الاتي:

أ) بلغ عدد القطاعات المقاسة ميدانياً لمنحدرات منطقة الدراسة ١٠ قطاعات تتكون صخورها من الحجر الجيري الايوسينى الأسفل متمثلة في تكوين طيبة بالإضافة إلى طفل إسنا والرواسب البلايستوسينية.

ب) بلغ أطوال قطاعات السفوح التي تم قياسها ٢٢٤٨م،وبلغ طول اقل قطاع بالسفح الغربى(٤)١٠٠م،وأطول قطاع(٢)٥٦١م،ويمكن تفسير هذا التباين في أطوال القطاعات إلى اختلاف سفوح المنطقة من حيث تعرضها لعمليات النحت والتعرية؛حيث ترتبط القطاعات القصيرة الأطوال بالجوانب المنحوتة والتي تعرضت للنحت والتعرية وبالتالي بلغت دوراً مهماً في مرحلتها التحاتية.

جـ) يسود الشكل المقعر معظم قطاعات المنحدرات؛حيث لوحظ أن هناك قطاعات يغلب عليها الشكل المقعر وأخرى يغلب عليها الشكل المحدب،ويدل ذلك على أن المياه الجارية هي العامل المسئول والرئيسي في تشكيل المنحدرات بمنطقة الدراسة(دسوقي،١٩٩٠،ص٩٩).

د)–تغطى المواد المفككة والرواسب السطحية مساحة كبيرة من المنحدرات،ويدل ذلك على أن عمليات التفكك لها دور كبير في تشكيلها خاصة في ظروف المناخ الحالي،وتزداد كمية الرواسب السطحية فوق الأجزاء البسيطة والمتوسطة الانحدار من القطاعات،قطاع(٤،٥)بينما تقل بالأجزاء الشديدة الانحدار القطاع(١،٢)،وترجع قلة الوحدات المغطاة بالرواسب بهذه القطاعات إلى عدم استقرارها حيث شدة الانحدار.

(ب)تحليل زوايا الانحدار بمنحدرات القطاع الشرقى من الطريق.

–التوزيع التكراري لزوايا الانحدار:– يوضح الجدول(١٤)،شكل(٢٣)التوزيع التكراري لفئات زوايا انحدار منحدرات المنطقة تبعاً لفئات زوايا الانحدار التي

اقترحها(دسوقى،١٩٨٧)،ويعتمد على تقسيم زوايا الانحدار إلى مجموعات ثابتة،ومنه يتضح الاتى:

١)تمثل الانحدارات الخفيفة(صفر-٩)° ٤٠,١٪من القطاعات المقاسة؛حيث تصل إلى٩٠١م،وترتبط هذه الانحدارات الخفيفة بالأجزاء الدنيا وبعض الأجزاء الوسطى من السفوح مثل منحدرات البيدمنت وأسطح التعرية،والتى لا تمثل أدنى خطر يذكر لعمليات الانهيالات الصخرية؛حيث استقرار الكتل الصخرية بمختلف أحجامها،وقد برزت الزاوية ٢° كزاوية شائعة وتمثل ٩,٣٤ % من جملة الأطوال.

٢) بلغت زوايا الانحدار المتوسطة(١٠-٢٤)° ١٩,٩٧٪ من أطوال القطاعات المقاسة؛حيث تمثل٤٤٩م،وتنتشر بجميع السفوح لاسيما الأجزاء الوسطى المكونة من الصخور الجيرية المغطاة بنواتج عوامل التعرية والمواد الخشنة من المنحدرات الشديدة ونلاحظ سيادة الانحدارات الخفيفة والمتوسطة؛ويرجع ذلك إلى اثر التعرية التي عملت على نحت أسطح المنحدرات على مدى الفترات الزمنية المختلفة،وهذا يدل على أن المنحدرات قد قطعت شوطاً لا بأس به في مرحلتها الجيومورفولوجية.

٣) تشغل فئة الانحدارات الشديدة(٢٥-٣٩)° ١٧,٢٪ من أطوال القطاعات المقاسة،شكل(٢٣) فقد بلغت حوالي٣٨٧م،وتتمثل في الأجزاء المتواجدة أسفل الجروف كمخاريط الهشيم، اما فئة الجروف(٤٠)° فأكثر مثلت٢٢,٧٣٪ من القطاعات،متمثلة في الحافات التي تقف على هيئة حوائط هضبية، تتميز بعدم ثبات أي نوع من المفتتات ونواتج التجوية؛ويرجع ذلك لعدم استقرارها،حيث شدة الانحدار وتأثرها بحركات التصدع،وتتمثل في الأجزاء العليا من القطاعات التي تتألف من صخور الحجر الجيري الايوسينى المشكلة لواجهة الحافة الغربية،وتمثل مصدراً للكتل الصخرية المتساقطة،وبالتالي فهي تشكل الخطورة الأساسية بالقطاع الشرقى من الطريق.

٤)يتسم التوزيع التكراري لزوايا الانحدار بأنه متعدد المنوال وغير متصل؛حيث يرافقه في اغلب الأحوال اختفاء بعض زوايا الانحدار الفئات المحصورة بين(٤٥–٦٠ْ)،(٤٥–٩٠ْ)،وتتفق هذه السمة مع بعض الدراسات التي أجريت بالعديد من المناطق الجافة وشبه الجافة في أن التوزيع التكراري لزوايا الانحدار متعدد التوزيع مع غياب بعض زوايا الانحدار (Abdel Rahman et al .,1980 ,pp .27–30)، (دسوقى،١٩٨٧).

٥) تمثلت الزوايا المميزة لمجموعات الانحدارات المختلفة كالاتى: ٢،١٧،٢٧،٤٧،تمثل حوالي ١٩,٨٤ %،وبلغت نسبة ما تشغله كل منها٩,٣٣٪،٥٪,٣,٥٥٪،١,٤٪ على التوالي كما وصلت أطوالها في فئات المجموعات السابقة٣٩،٨٠،١١٢،٢١٠م،كما توجد علاقة عكسية بين زوايا الانحدار ونسب ما تشغله من أطوال؛ حيث تقل هذه النسبة تدريجياً من الصفر حتى ٩٠ درجة.

جدول(١٣) خصائص قطاعات منحدرات القطاع الشرقى.

م	الموقع الفلكي		الأطوال(م)	النسبة المئوية %
١	٣٢ ١٥ ٤١	٢٥ ٣١ ٥٧	٥٢٣	٢٣,٤
٢	٣٢ ١٥ ٢٨	٢٥ ٣٢ ٠٢	٥٦١	٢٥
٣	٣٢ ١٥ ١٣	٢٥ ٣١ ٠٠	١٥٢	٦,٨
٤	٣٢ ١٤ ٥٤	٢٥ ٣١ ٥٦	١٠٠	٤,٤
٥	٣٢ ١٤ ١٣	٢٥ ٣١ ٥٢	١٥٧	٦,٩
٦	٣٢ ١٤ ٠٣	٢٥ ٣١ ٣٦	١٢٠	٥,٣
٧	٣٢ ١٣ ٣٧	٢٥ ٣٠ ٥٧	١٣١	٥,٨
٨	٣٢ ١٣ ٢١	٢٥ ٣٠ ٣٤	١٧٤	٧,٧
٩	٣٢ ١٣ ٠٧	٢٥ ٣٠ ١٨	١٩٠	٨,٥
١٠	٣٢ ١٢ ٠٣	٢٥ ٢٩ ٠٨	١٤٠	٦,٢
مج	-----	----	٢٢٤٨	١٠٠

المصدر : من إعداد الباحث وفقاً للدراسة الميدانية ٢٠٢٢ والخرائط الطبوغرافية ١: ٥٠٠٠٠ ، ٢٠٠٦.

جدول (١٤) التوزيع التكراري العام لزوايا الانحدار(بالدرجات) لمنحدرات القطاع الشرقى.

الزوايا	الوصف	المسافة	(%)	الزاوية	الحدية	الحدية
صفر – ٩	انحدارات لطيفة	٩٠١	٤٠,١٣	٢	٩	صفر
١٠–٢٤	انحدارات متوسطة	٤٤٩	١٩,٩٧	١٧	٢٤	١٠
٢٥–٣٩	انحدارات شديدة	٣٨٧	١٧,٢	٢٧	٣٩	٢٥
٤٠ فأكثر	جروف	٥١١	٢٢,٧	٤٧	٩٠	٤٠
جملة	–	٢٢٤٨	١٠٠	–	–	–

المصدر :- الدراسة الميدانية ، ٢٠٢٢.

٦) يتراوح مدى استقرار المواد على المنحدرات بين(٣٥– ٤٠)ْ،و ذلك له أهمية في مدى استقرار المواد واثر الأخطار الناتجة عنها،ويتشابه ذلك المدى مع العديد من الدراسات التي أجريت على بعض أشكال السطح بمصر ،حيث تراوحت بين (٣٦–٣٩)° لمنحدرات بعض التلال في مصر (دسوقى،١٩٨٧) و(٣٥–٣٩)ْعلى سفوح الحافة الجبلية فيما بين رأس أبو بكر والزعفرانة(صالح،١٩٩٥).

من خلال العرض السابق لتحليل زوايا انحدار قطاعات السفوح نجد أن مواضع الزوايا الشائعة بالانحدارات الشديدة والجروف هى أكثر المواضع خطراً و ذلك في حالة امتداد الطريق أسفل منها؛حيث ينعدم استقرار هذه الكتل فى مواضعها،ويزداد الأمر خطورة مع توفر الفواصل والشقوق،صورة(١١).

(ج) تحليل أشكال المنحدرات: يلاحظ من نمط توزيع التقوس لمنحدرات القطاع الشرقى من الطريق:

١)وجود ثلاثة مجموعات لدرجات التقوس:الأولى سالبة،تشير لتقعرالسطح،تشكل٥٣,٨٣٪ من الأطوال،وتتراوح درجات تقوسها بين(-١--

٨٨ْ)،والثانية موجبة،تشير إلى تحدب السطح تشكل٤١,٨٧٪،وتتراوح درجات تقوسها بين(١-+٨٩ْ)،والثالثة ثابتة تشير إلى الوحدات المستقيمة التي لا يتغير فيها الانحدار تشكل٤,٣٪،ترتبط بالأجزاء العليا من مكاشف الطبقات شديدة الانحدار.

٢)تنقسم مجموعة العناصر المقعرة(أربع مجموعات فرعية)حسب طبيعة التقوس(دسوقى،١٩٨٧)، الأولى التقوس البسيط(-١،-٩ْ)١٩,٦٪ من أطوال القطاعات،المجموعة الثانية التقوس المتوسط(-١٠،-٢٤ْ)، تمثل ١٢,٤٩٪ من القطاعات،أما الثالثة شديدة التقوس(-٢٥،-٣٩ْ) ١٠,٣٪من أطوال القطاعات،والرابعة وتمثل التقوس الشديد جداً(-٤٠ْ) فأكثر تمثل ١١,٤٣٪من الأطوال.

٣)تنقسم العناصر المحدبة إلى عدة مجموعات فرعية أخرى،الأولى وتمثل التقوس البسيط (١-٩ْ) بنسبة ١٣,٥٪من الأطوال،الثانية وتمثل التقوس المتوسط (١٠-٢٤ْ)،و تمثل ١٣,٦٩٪،الثالثة وتمثل التقوس الشديد(٢٥-٣٩ْ)،تمثل٩,٣٩٪من الأطوال،الرابعة التقوس الشديد جداً(٤٠فأكثر)تمثل٥,٢٧٪من الاطوال.

يتضح مما سبق أن هناك تركزاً لدرجات التقوس سواء المقعرة أو محدبة في المجموعتين الأولى خفيفة التقوس والثانية متوسطة التقوس،وان نسب درجات العناصر المقعرة تتفوق على العناصر المحدبة في كل مجموعات التقوس فيما عدا المجموعة الثانية متوسطة التقوس؛حيث تتفوق العناصر المحدبة على العناصر المقعرة بفارق ضئيل جداً.

٤)يشير معدل التقوس العام لمنحدرات المنطقة إلى سيادة العناصر المقعرة ؛فقد بلغ ٠,٧٧ أي اقل من الواحد الصحيح؛ويرجع ذلك إلى تأثر منحدرات المنطقة بالعوامل البنيوية وعوامل النحت والتعرية وأثرها في نشأة الجروف المقعرة،فقد بلغت نسبة الجروف المقعرة(-٤٠ْ) فأكثر ١١,٤٣٪ من الأطوال مما يساعد على حركة المواد على

المنحدرات بامتداد الحافة لاسيما وان الجروف الرأسية وشبه الرأسية عادة ما تكون عارية من المفتتات الصخرية؛حيث شدة انحدارها.

(د) أنماط حركة المواد على المنحدرات بالقطاع الشرقى من الطريق(°):

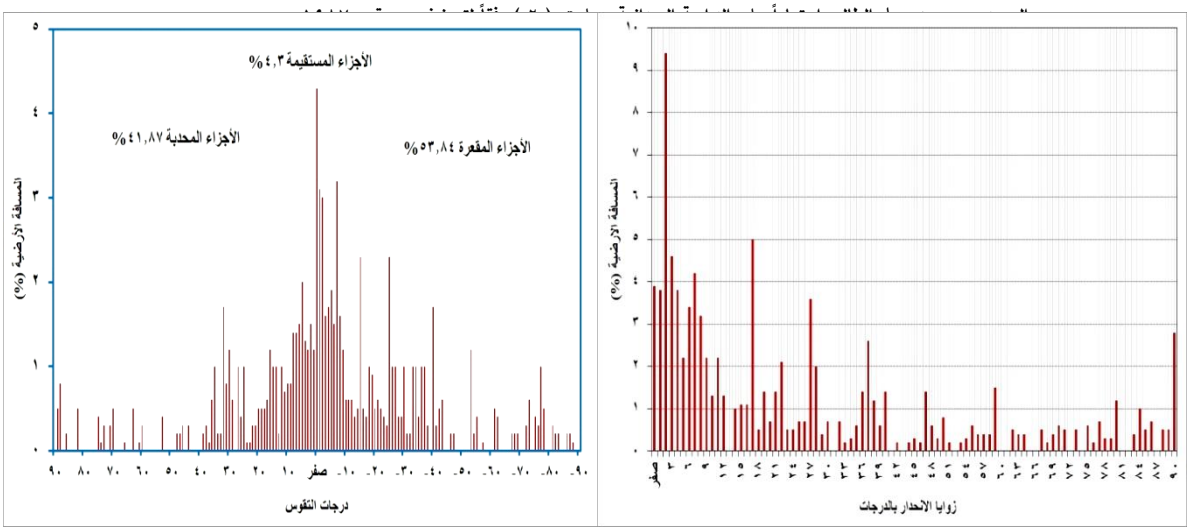
١) **التساقط الصخري:** يحدث عندما تنفصل الكتل الصخرية المتماسكة من السفوح شديدة الانحدار، ثم تنحدر بسرعة كبيرةً فى اتجاه أقدامها وعادة ما تكون هذه الحركة فجائية وسريعة(ابو العز،١٩٦٦،ص١٤٥)، تساعدها عمليات التقويض السفلى أسفل المنحدر،ولا ترتبط هذه العملية بالمنحدرات الشديدة و الجروف فحسب،ولكنها تحدث ايضاً بالجروف الدقيقة والبسيطة(دسوقى،١٩٨٧،ص٣٤٣)،ويتحدد حجم الكتل المتساقطة خلال الفواصل والشقوق؛حيث تؤدى الفواصل الكبيرة الى تساقط الكتل الصخرية والعكس فى حالة تقارب الفواصل تكون الكتل المتساقطة صغيرة الحجم،هذا بالإضافة الى دور التجوية فى زيادة هذه الفواصل والشقوق وزيادة عملية تساقط الكتل الصخرية وارتطامها على السطح وتفتتها مكونة مخروط الهشيم مما يشكل خطراً على الطريق،ومن خلال الدراسة الميدانية تم ملاحظة العديد من الكتل المتساقطة بالقرب من الطريق ولم تقتصر على الصخور كبيرة الحجم فقط بل تمتد أيضا للمفتتات الصغيرة،صورة(١١).

جدول(١٥)التقوس على طول حافات منطقة الدراسة.

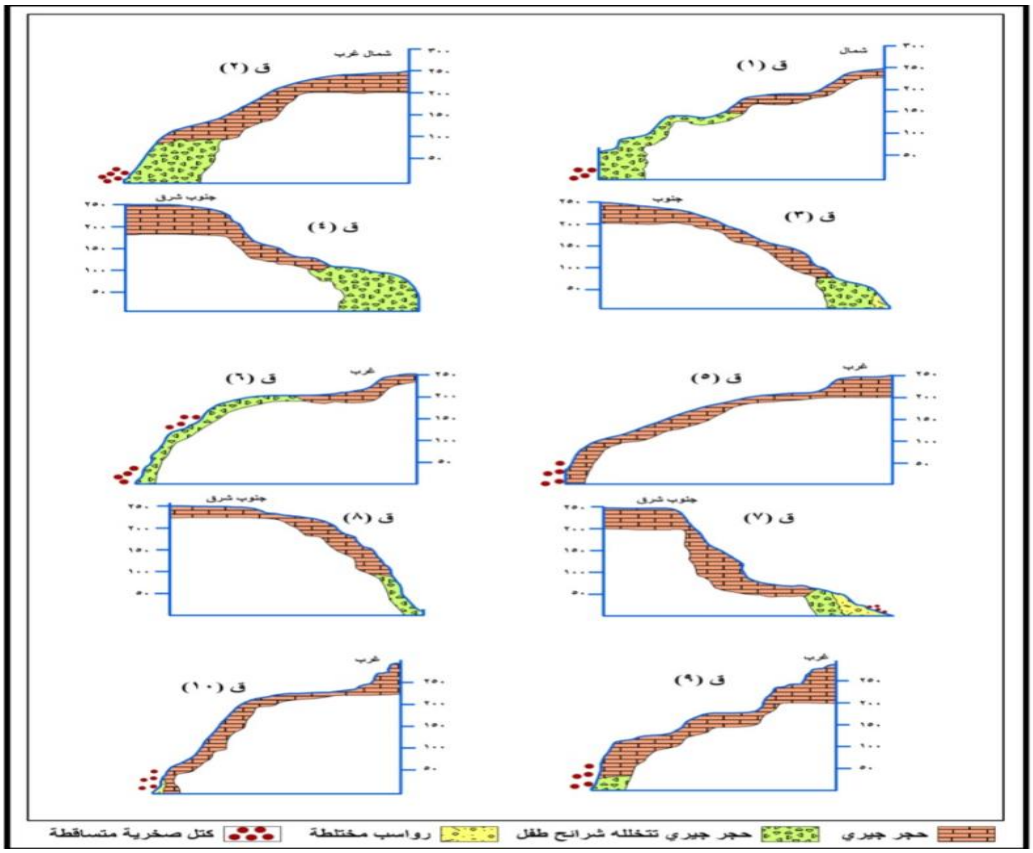
المحدبات			
فئات التقوس بالدرجات	الأطوال	النسبة المئوية	الوصف
صفر	١٠٧	٤,٣	مستقيم
١ : ٩	٣٣٨	١٣,٥	تقوس بسيط

° (١)-يقصد بها حركة المواد الصخرية المفككة على جوانب السفوح و التى تختلف فى طبيعتها من حيث الحجم و السرعة و نوع التكوينات الجيولوجية و نوع الأخطار التى تنجم عنها.

المحدبات			
١٠ : ٢٤	٣٤٢,٥	١٣,٦٩	تقوس متوسط
٢٥ : ٣٩	٢٣٥	٩,٣٩	تقوس شديد
٤٠ فأكثر	١٣٢	٥,٢٧	تقوس شديد جداً
جملة المحدبات	١٠٤٧,٥	٤١,٨٧	ـــــــ
المقعرات			
– ١ : – ٩	٤٩١	١٩,٦	تقوس بسيط
– ١٠ : – ٢٤	٣١٢,٥	١٢,٤٩	تقوس متوسط
– ٢٥ : – ٣٩	٢٥٧,٥	١٠,٢٩	تقوس شديد
– ٤٠ فأكثر	٢٨٦	١١,٤٣	تقوس شديد جداً
جملة المقعرات	١٣٤٧	٥٣,٨٤	ـــــ
معدل التقوس العام	٠.٧١	ـــــ	ـــــ



شكل (٢٣) التوزيع التكرارى لفئات درجات الانحدار والتقوس بمنحدرات القطاع.



المصدر:- الدراسة الميدانية،٢٠٢٢.

شكل(٢٤) القطاعات الميدانية لسفوح منحدرات القطاع الشرقى من طريق الاقصر- الخارجة.

٢) الانزلاقات الصخرية: حركة المواد الصخرية المفككة فى اتجاه أسفل المنحدر وتحدث على المنحدرات قليلة الانحدار وتختلف عن السقوط الصخري فى أن الكتل والمفتتات المنزلقة تظل ملامسة لسطح المنحدرات منذ بداية انزلاقها وحتى وصولها إلى أقدامها،نتيجة لانتشار الفواصل والشقوق مع تخلل مياه الأمطار وبالتالى توسيعها ومن ثم انفصال الكتل والمفتتات الصخرية وانزلاقها على سطح المنحدرات.

ويتشابه التساقط الصخري والانزلاقات بالحدوث فجأة خلال عدة ثواني،ولكنهما يختلفان فى أن الصخور الساقطة لا تلامس سطح المنحدر إلا مرات قليلة فى بعض الأحيان ولكن فى عملية الانزلاق تظل المواد الصخرية ملامسة لسطح المنحدر من

بدايتها وحتى وصولها أقدام المنحدرات،ويلاحظ أن الصخور الساقطة أكبر حجماً من المنزلقة،وتتم الانزلاقات الصخرية فى الأجزاء الأقل انحداراً بعد انفصال الكتل البارزة وهي لا تتحرك لأسفل نظراً لانخفاض الانحدار،وتظل حتى يتجمع على جوانبها وأسفلها مواد ناعمة ناتجة عن عمليات التجوية،و مع تساقط رخات المطر وتشبع المواد الناعمة يكمن الخطر؛حيث يعمل هذا الوضع على تحريك الكتل لأسفل وانزلاقها ومع زيادة واتساع الفواصل والشقوق وبزيادة الأمطار تزداد فاعلية الانزلاقات الصخرية فتتعرض صخور السفح للتشقق بدرجة كبيرة مما يزيد من طاقة التشرب(محسوب،١٩٩٧،ص١١٩)،ويظهر هذا بصورة واضحة بتل الدير وما يمثله من أخطار على امتداد الطريق،صورة(١١).

٣)**زحف الهشيم:**حركة المواد نحو أقدام المنحدرات مكونة مخروطاً ركامياً من المفتتات الصخرية الساقطة أو المنزلقة وبالتالي هي تنتمي إلى نفس تكوينات المنحدرات التي تتراكم عند أقدامها(محسوب ،٢٠٠٠)،وغالباً ما تكون هذه المفتتات حادة الزوايا بفعل التجوية الميكانيكية ونوع الصخر،وتوجد رواسب الهشيم فى المنطقة على هيئة غطاءات من المواد المفككة التي تغطى أجزاء من المنحدرات أو على شكل مخروط هشيم أسفل المنحدر،وتمثل تلك الرواسب خطراً جيومورفولوجياً مهماً على الطريق خاصة التي تقع أسفل المنحدرات.

(هـ) العوامل المؤثرة فى حركة المواد على المنحدرات :

١)خصائص المنحدر: يؤدى الى تحرك المواد وعدم استقرارها،فالمنحدرات التى يزيد انحدارها عن٤٥° تتعرض لمزيد من عمليات التساقط الصخري،بالإضافة إلى ان طول المنحدر يلعب دوراً فى عدم استقرار الكتل الصخرية وتساقطها(على،٢٠٠٠)،كما تؤثر زاوية المنحدر فى حركة جزيئات المادة فوقها ومدى مقاومة السطح لعمل الإجهاد فى

المادة المتحركة،فالكتل المتساقطة تظل ثابتة فى موضعها فوق سطح المنحدر بفعل عملية الاحتكاك بين الجزيئات الصخرية؛حيث تعمل هذه الجزيئات كدعامات لبعضها البعض تجعل الكتل الصخرية ثابتة فى موضعها وذلك فى وجود زاوية استقرار تتراوح من٢٥- ٤٠°،أما المنحدرات التى تزيد درجة انحدارها ٤٠ °(جروف)غالباً ما تكون عارية من مفتتات ركام الهشيم.

صورة(١١)أنماط حركة المواد على المنحدرات بالقطاع الشرقى من طريق الأقصر- الخارجة.

٢)العوامل الجيولوجية: تؤثر فى تحديد صلابة الصخر ومدى قدرته على مقاومة التعرية والتجوية عن طريق معرفة أنواع الصخور وخصائصها وأنظمة الفواصل والشقوق ونوع حركة المواد،ومن دراسة التكوينات الجيولوجية نجد أن الصخور الجيرية أكثر عرضة لعمليات التفكك والسقوط الصخري نتيجة عمليات التجوية المختلفة،كما تلعب بنية المنحدرات دوراً مهماً فى حركة المواد عليها؛حيث أن ميل الطبقات ودرجة نفاذية الصخور تساعد علي حدوث التشققات الصخرية وبالتالي سهولة سقوطه إلي حضيض المنحدر،وهذين العاملين من أهم ضوابط حدوث الانزلاقات الأرضية التي

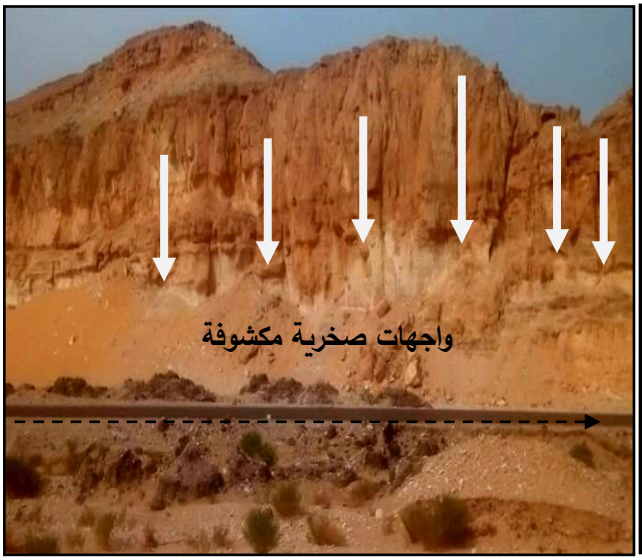
تهدد الطرق القريبة منها بالإضافة الى كثرة الشقوق والفواصل بالحجر الايوسينى التي تساعد على زيادة معدلات تراجع الحافات وأحجام الكتل المنفصلة،وأينما تكثر أنظمة الفواصل والشقوق تتسم المنحدرات بشدة انحدارها وظهورها فى صورة جروف شديدة الانحدار.

٣)التجوية وخاصة الميكانيكية التى تحدث بسبب ارتفاع المدى الحراري الشهري للمنطقة الذى بلغ ١٥,٥،وتنشط فى جميع أنواع الصخور،خاصة فى فترات الجفاف التى تعقب الجريان السيلى المفاجئ وينتج عنها تكون طبقة هائلة من المواد المفككة التى كثيراً ما تتعرض للتحرك على سفوح منحدرات الحافة بسبب صغر أحجامها وعدم تجانسها مع ضعف بنيتها بشكل عام ولكن تتوقف سرعة تحركها على المسافة التى تقطعها ودرجة انحدار المنحدر(محسوب،١٩٩٧)،ويلاحظ ان السفوح تغطى بطبقة كبيرة من المواد الصخرية المفككة التى تتسم بصلابتها واختلاف أحجامها وهى في حد ذاتها لا تمثل خطراً على الطريق؛حيث رغم صغر حجمها وقلة انحدارها إلا أنها تلعب دوراً اشد خطورة متمثلاً في زيادة عملية الانزلاق الصخري للكتل الصخرية كبيرة الحجم وإضعاف تماسكها أثناء السيول،اما عمليات التجوية الكيمائية فيظهر تأثيرها خلال توسيع الشقوق التى تؤدى الى تمزيق الكتل الصخرية لكتل يسهل انهيارها،وتزيد من عمليات التراجع الخلفي مع زيادة انتشار التشققات التي يزداد أتساعها بمرور الوقت.

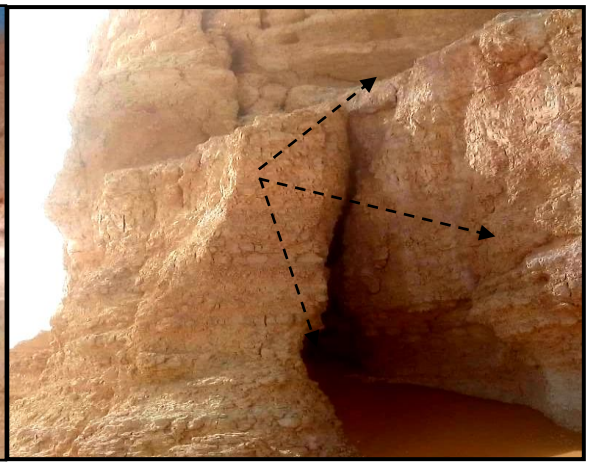
٤)–حركة وسائل النقل:– يؤدى مرور شاحنات النقل على المدى الطويل إلى عدم ثبات أو استقرار الكتل الصخرية فى مكانها نتيجة لما تحدثه الشاحنات من اهتزازات على الطريق تعمل على انفصال الكتل الصخرية وتساقطها(صالح ،٢٠٠٠،ص٤٦)،لاسيما مرور الطريق بجوارالسفوح مباشرة مما يساعد على سرعة انفصال الكتل الصخرية وبالتالي سقوطها ويسبب كارثة بالطريق تؤدى للمزيد من

الخسائر، وكلما زادت كثافة حركة المركبات على الطرق، وايضا زيادة الحمولة ساعد ذلك على حدوث تلك الانهيارات الأرضية(عبد الحميد،٢٠٢٣،ص١٤٣)،جدول(١٦).

(أ)اثر وسائل النقل في حركة المواد



(ب)اثر خصائص المنحدرات في حركة المواد



(ج) اثر الفواصل الصخرية في حركة المواد .

(د) اثر العامل البشرى في حركة المواد.

صورة(١٢) العوامل المؤثرة فى حركة المواد بالقطاع الشرقى.

جدول (١٦)المتوسط اليومى لحركة المركبات بالقطاع الشرقى من طريق الاقصر–الخارجة.

الحركة		طول الطريق/ كم	عدد المركبات/ يوم	العدد السنوي
من	الى			
النقطة١٧٠	هو	٥٧,٢	٩٨٦	٤٩٠٧
هو	نجع حمادى	٠,٥	٢٨١٤	٥٥٢٦١٠
هو	اسنا	٦	٢٩٤٥	٣٥٩٨٩٠

المصدر :- محافظة الوادى الجديد ،الادارة العامة المركزية للنقل ،٢٠١٩.

٥) النبات الطبيعي يلاحظ أن كل سفوح المنطقة تخلوا من النباتات الطبيعية مما يؤثر فى حركة المواد بأشكالها المختلفة وبالتالى زيادة أخطار حركة المواد بالمنحدرات؛فقد أدت ندرة الغطاء النباتي الى انكشاف السطح و تعرضه للتجوية وبالتالي حركة المواد كالتساقط والانزلاق الصخري.

٦) التحجير يؤدى للعديد من التغيرات في خصائص الصخور وحدوث الانهيارات الصخرية خاصة بالمناطق المجاورة للمحاجر نتيجة لإزالة كميات ضخمة من الصخور والمفتتات،وتتمثل أخطار حركة المواد بطرق النقل خلال اتساع التشققات وانهيار الكتل الصخرية نتيجة لمرور وسائل النقل لاسيما إذا كانت متزايدة السرعات كبيرة الحجم مما يزيد من خطر تساقطها،حيث نلاحظ خلال العمل الميدانى السرعات المتزايدة لوسائل النقل مما أدى لانهيار بعض الكتل الصخرية،صورة(١٢).

(و) درجات خطورة حركة المواد على المنحدرات:

ا) معايير الخطورة :

أ)خصائص الصخور :تؤثر على نوع وطبيعة حركة المواد على المنحدرات وحجم الكتل الساقطة تجاه الطريق لاسيما ان معظم صخور المنطقة(صخور جيرية) تتميز بسرعة

تأثرها بعمليات التجوية بنوعيها وكثرة الشقوق والفواصل الرأسية التي تؤدى إلى فصل الكتل الصخرية وتمهدها لعملية السقوط.

ب)درجة انحدار السفح: من العوامل المسؤلة فى تحديد درجة الخطورة؛حيث ان درجات الانحدار الشديدة التى يتراوح انحدارها من(٢٦,٥- ٤٥ْ) لا تصلح بل يجب الابتعاد عنها لأنها أكثر عرضه لاخطار حركة المواد قطاع(١)،أما السفوح التي درجة انحدارها(١١-١٨,٥ْ) فهي صالحة،أما المنحدرات التي يقل انحدارها عن(٥,٥ْ) فهي ذات انحدار لطيف مناسب لكافة الاستخدامات والإنشاءات(محسوب،١٩٩٧).

ج) الرواسب السطحية: رواسب مفككة ناتجة عن عمليات التجوية بصخور الحجر الجيري،ويتوقف مدى خطورة هذه الرواسب المفككة على نسبة المساحة المغطاة بالرواسب من المساحة الكلية للقطاع المقاس من المنحدرات،ملحق(٧)،وسمك الغطاء الرسوبي على المنحدر ،وكمية الرواسب الناتجة عن عمليات التجوية(شعبان،٢٠٠٥)، وتكمن خطورة هذه الرواسب المفككة فى حالة سقوط الأمطار بغزارة؛حيث يؤدى ذلك الى حدوث المزيد من الأخطار الناتجة.

د) استخدام الأرض: من المعايير المهمة لتحديد درجة الخطورة ؛ نتيجة للارتباط الوثيق بين الخطر والطريق،حيث من الممكن توافر جميع العوامل التي تؤدى إلى حركة المواد بصورة واضحة إلا ان ذلك لا يعتبر خطراً فى حد ذاته ما لم يتواجد المتأثر بهذا الخطر ،لذا فقد وضع في الاعتبار العامل البشري واثره فى زيادة الخطورة عند تصنيف درجات الأخطار (أطوال شبكات النقل وحركة المركبات أسفل المنحدرات)،(طعمة،٢٠٢١).

٢)**تحديد درجات الخطورة باستخدام النمذجة وعمل النماذج Modeling**: يقصد بها تحديد درجات خطورة حركة المواد على المنحدرات خلال تصميم (GIS Model)،وفقاً

لمجموعة من المعايير Multi Criteria Evaluation التى تمثل الاساس فى تحديد درجة خطورتها،شكل(٢٥)،([٦]).

جدول(١٧)الأهمية النسبية للطبقات المستخدمة لبناء أنموذج تحديد فئات خطورة حركة المواد.

م	الطبقة	أهمية الطبقة	الأهمية النسبية%	م	الطبقة	الأهمية	الأهمية النسبية%
١	درجة انحدار السفح	١	٢٠	٦	مدى التأثر	٧	١١
٢	سمك رواسب الهشيم	٢	١٠	٧	كثافة الحركة على الطريق	٦	٩
٣	الخصائص التضاريسية	٥	٩	٨	انحناءات الطريق	٩	٩
٤	الخصائص الجيولوجية	٣	١٣	٩	مخارج الاودية	٨	٨
٥	الخصائص المناخية	٤	١١	--	-----	---	١٠٠

[٦] **استخدمت عدة نماذج في تحديد وتقييم أخطار حركة المواد الصخرية نظرا لاعتمادها على العديد من العوامل المترابطة والعمل وفق أسوب الوزن النسبي ومنها نموذج (Van Wasten 2005).**

***مراحل انشاء النموذج:**

١–مرحلة اعداد قاعدة البيانات وادخالها و صياغة المعايير خلال تحديد الطبقات(تمثل المعاييرالمستخدمة).

٢– مرحلة تجهيز البيانات و قياس المسافات(معالجة المعايير):– تتمثل فى انتاج الخرائط الوسيطة التى سوف يتم الاعتماد عليها فى بناء انموذج تحديد الاخطار.٣– مرحلة اعادة التصنيف:– Reclassification . ٤–مرحلة التطابق الموزون.

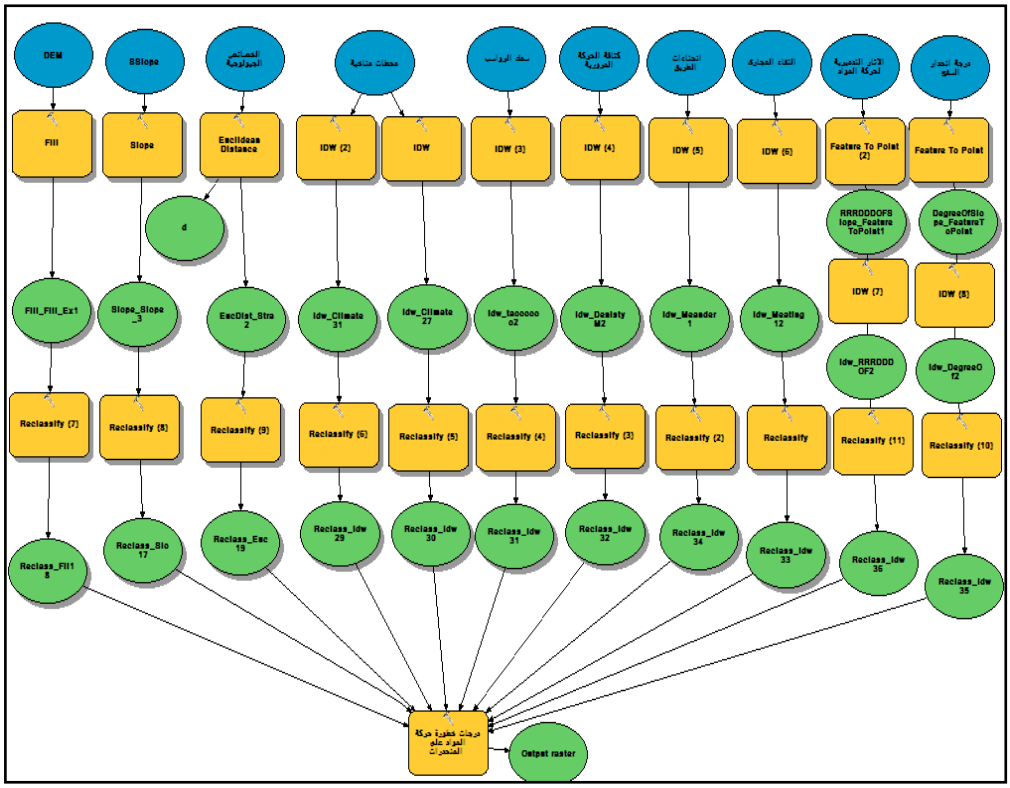
يلاحظ اختلاف المعايير فيما بينها،احتلت درجة انحدار السفوح المركز الاول من الاوزان النسبية٢٠٪،و يرجع ذلك الى تأثيرها الواضح فى تقدير درجات الخطورة،ثم جاءت المعايير الجيولوجيةو التضاريسية بعد ذلك لقيمة الاوزان٢٢٪،ثم المعايير المناخية١١٪،اما خصائص الطريق من حيث الانحناءات و التأثر وكثافة الحركة ٣٧٪ بالاضافة الى معيار سمك رواسب هشيم السفح١٠٪.

٥–مرحلة تحديد مقدار و درجة الخطورة:–تمثل المرحلة الوصول الى النتائج المهمة من انشاء الانموذج و هى تحديد و انشاء خريطة درجات خطورة كثبان الظل،و يرجع هذا الاختلاف فى الدرجات لاختلاف المعايير المختلفة من معايير تضاريسية و مناخية و سمك الرواسب و خصائص هذا القطاع من الطريق.

– **درجات خطورة حركة المواد وتوزيعها المكاني:** من دراسة معايير تحديد درجة خطورة حركة المواد على السفوح تم تقسيم سفوح منطقة الدراسة وفقاً لخطورتها لعدة فئات شكل(٢٦)،(*)،وهى كالاتى:

أ) مناطق سفحية شديدة الخطورة: تتمثل فى اجزاء الطريق التي تتعرض لأخطار حركة المواد على المنحدرات بمختلف أنواعها وتقترب من الحافة بمسافة لا تزيد عن ١٠٠م،و يزيد معدل انحدارها وتكثر الشقوق والفواصل بالصخور المكونة لها مما يؤدى الى سرعة انهيال الحواف وسقوطها فجأة،لذا يجب اخذ الاحتياطات اللازمة لمواجهة الأخطار،ويتمثل الخطر فى اقتراب الطريق من الحافة،صورة(١٣)،أسفل منحدرات الحافة بمسافة ٧م الكم(٢٠٧)بالقطاع(٢)،صورة(١٤)،فمن الدراسة الميدانية تم ملاحظة الكتل الصخرية المتساقطة والمفتتات الصخرية التى تغطى مساحة من القطاع سمك ٣٥سم اغلبها من المواد الخشنة بالإضافة الى الجروف الرأسية،تظهر خلالها العديد من الفواصل والشقوق مما يساعد على انفصال الكتل الصخرية و تساقطها وقطاع(١)الذى يتميز بسيادة الجروف الرأسية وانتشار الكتل الصخرية متباينة الأحجام،وبالرغم من ان هذا القطاع يكاد يخلوا من ركام الهشيم إلا انه اشد أجزاء المنحدرات خطورة؛حيث سيادة المنحدرات الشديدة وزيادة النحت المائي الناتج عن اقتراب مجرى الاودية من منحدرات الحافة.

ب)– مناطق سفحية خطرة:– تتمثل فى اجزاء الطريق التي تقترب من الحافة بمسافة تتراوح ١٢٠–٢٠٠م،ويزيد انحدارها وتكثر الشقوق والفواصل بالصخور المكونة لها مما يعمل على سقوط العديد من الكتل الصخرية من حواف المنحدرات،وجود الرواسب المفككة يزيد من خطورتها فى حالة سقوط الأمطار لذا فمن الضروري اخذ الاحتياطات اللازمة لمواجهة أخطار حركة المواد على المنحدرات.



شكل(٢٥)مخطط للعمليات الوسطية داخل انموذج معايير تحديد درجات الخطورة بالقطاع.

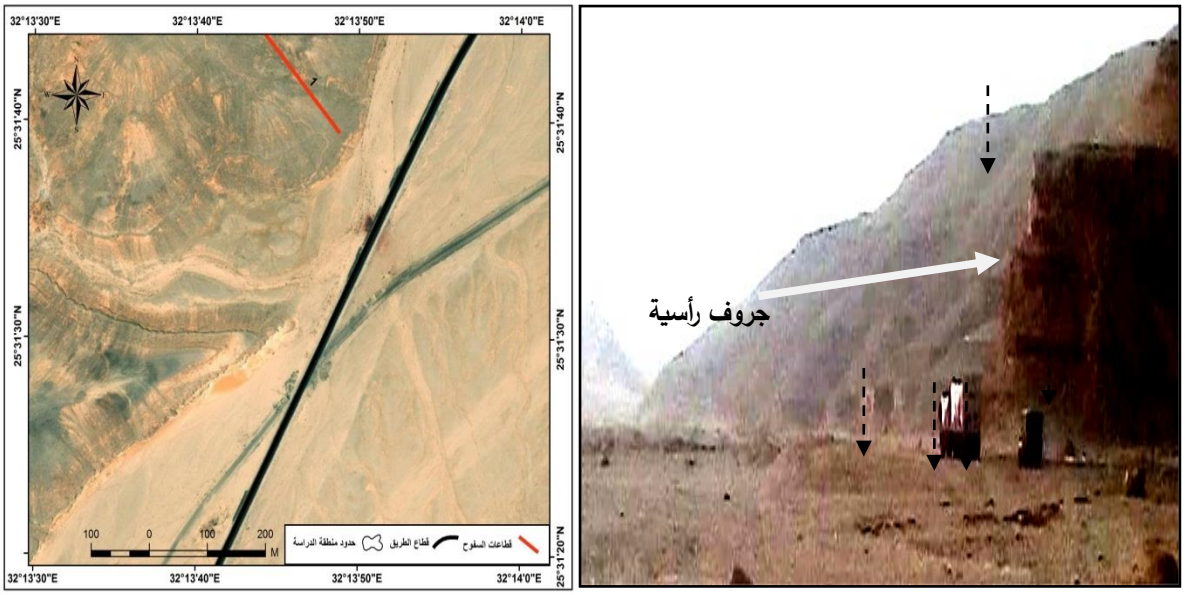
جدول (١٨) تقدير درجات الخطورة وفقاً لأوزان المعايير المستخدمة.

م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع	م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع
١	شديدة الخطورة	٢٥,١	٣٩,٠٣	٣	متوسطة الخطورة	١,٨	٢,٨
٢	خطرة	٢٤,١	٣٧,٤٨	٤	قليلة الخطورة	١٣,٣	٢٠,٦٨

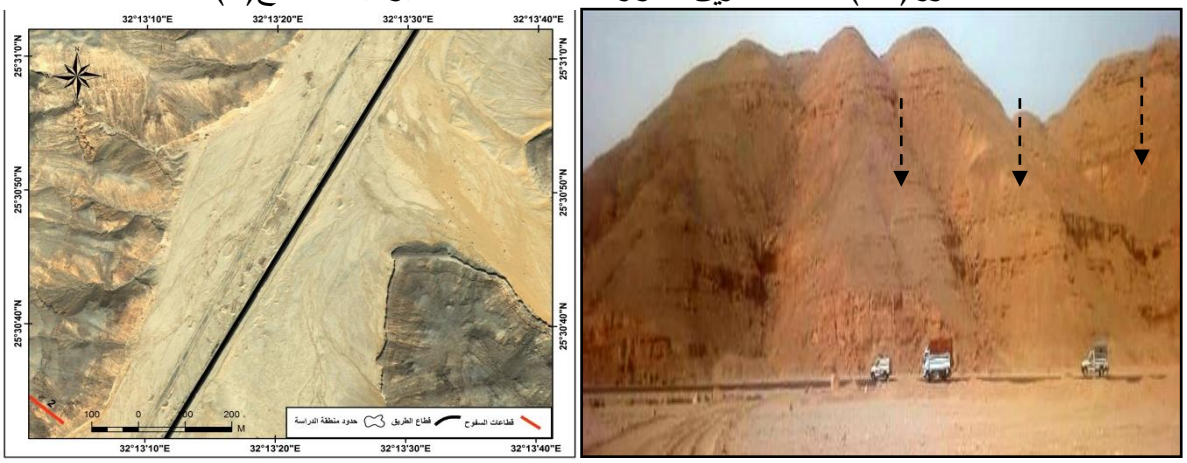
المصدر:– جدول (١٨) الاهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء انموذج تحديد فئات الخطورة.

ج) مناطق سفحية متوسطة الخطورة: تتمثل فى أجزاء الطريق التي تتعرض لأخطار حركة المواد على المنحدرات بمختلف أنواعها وتقترب من الحافة بمسافة لا تزيد عن ٢٥٠م،قطاع(٦،٧،٨،١٠)،ويزيد معدل انحدارها وتكثر الشقوق بها ولا يخلوا هذا القطاع من ركام الهشيم مما يظهر خطورته.

د) منـــاطق ســـفحية قليلـــة الخطـــورة: حيـــث قلـــة انحـــدار الســـفوح و بعـــدها النسبى،قطاع(٥،٤)متمثلة فى الاجزاء التى تبعد عن منحدرات الحافة مابين ١- ٥ كم.



صورة(١٣)امتداد الطريق بجوار حافة الهضبة الايوسينية قطاع(١)



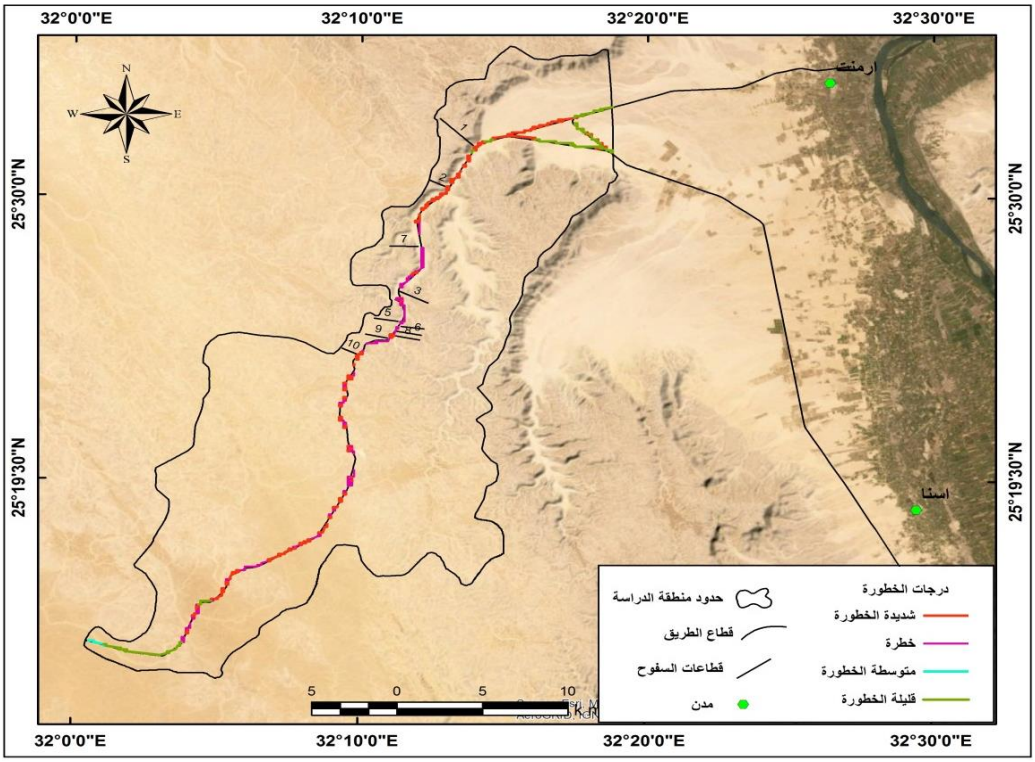
صورة(١٤)شدة خطورة المنحدرات واثرها فى حركة النقل فى قطاع (٢).

(ز) وسائل مواجهة حركة المواد على منحدرات:

ا)وسائل الإنذار المبكر: تتمثل في توجيه وإنذار لأجزاء الطريق القريبة والمعرضة لحركة المواد:

أ) وضع لوحات إرشادية وتحذيرية فى الأجزاء القريبة من الطرق لاسيما التي تزداد بها الانحناءات والتي تؤدى إلى تساقط الكتل الصخرية(الكم ٢١٠) من القطاع،شكل(٢٧).

ب) الحد من سرعة الشاحنات في المواضع المعرضة للخطر من قطاع الطريق ولاسيما الجزء الممتد من(الكم٢١٢– ٢٠٨)،(الكم٢٠٦–١٩٢)،والشاحنات المحملة بالمواد الثقيلة من مناجم فوسفات ابو طرطور وشاحنات قمح العوينات،ووضع نقاط مراقبة وذلك بهدف غلق الطرق عند حدوث السيول بالمنطقة والتي تؤدى الى زيادة الانزلاقات الصخرية بأجزاء الطريق.



المصدر:– *اعتماداً على انموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM ، و الخرائط الطبوغرافية ١:٥٠٠٠٠ ، ،باستخدام برنامج Arc Map10,2.

* الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة عن الرياح و الامطار. *المرئية الفضائية SentenalA2 ٢٠٢٠، الدراسة الميدانية ،٢٠٢١.

شكل(٢٦)درجة خطورة حركة المواد بالقطاع الشرقى وفقاً لنتائج الانموذج الرقمى(GIS Model).

ج) وضع نقاط المراقبة بالأجزاء المحتمل تعرضها لحركة المواد في حالة تعرض المنطقة للسيول مما يساعد في تجنب أخطارها والاهتمام بخريطة درجات خطورة حركة المواد المحدد فيها مواقع الانهيارات الصخرية لتجنب هذه الأجزاء من الطريق وحركة النقل أثناء التخطيط لعمليات التنمية المختلفة.

د) المراقبة المستمرة للشقوق والفواصل الموجودة خاصة خلال موسم سقوط الأمطار وذلك لمعرفة مدى اتساعها وظهور الشقوق الحديثة،بالإضافة الى رصد المناطق المعرضة للخطر عن طريق بالأقمار الصناعية للتنبؤ بحركة المواد(شعبان,٢٠١٢)،و تحديد الملائمة المكانية لاختيار انسب مسار للطريق بعيداً عن خطر الجريان السيلى، ومقارنتها بموضع الطريق الحالي من خلال تصميم نموذج GIS Model؛وذلك وفقًا لعدة معايير أساسية تم اقتراحها،شكل(٢٨).

٢) الطرق الفعلية للحد من أخطار حركة المواد على المنحدرات :

أ) الطرق الهندسية:

-عمل تكسية حجرية وجدران للسفوح الشديدة الانحدار بالقطاعات المحددة يستخدم فيها السلك الحديدى مع الأسمنت في تكسية المنحدرات الشديدة لبناء الحوائط الاسمنتية.

-عمل تدرج للمنحدرات التي تتسم بسيادة الجروف الرأسية،وهذا من شأنه أن يجعل المنحدر منكسراً فتكون المناطق المستوية بمثابة مستوى استقرار تترسب عليه المواد المنهارة من السفوح المنحدرة التي تعلوها(السرسى،١٩٩٦)،وينطبق هذا بقطاع (٤،٨)؛حيث تتزايد الكتل الساقطة التي تعوق حركة النقل،صورة(١٥).

-وضع دعامات خراسانية عند أقدام المنحدرات لتخفيف تأثير الذبذبات الناجمة عن حركة النقل الثقيل المتزايد كالشاحنات على الطرق خاصة مع اقترابها بصورة واضحة من

المنحدرات(محسوب و ارباب،١٩٩٨)،وأفضل الأجزاء التى يمكن ان تطبق بها هى سفوح القطاع(٩).

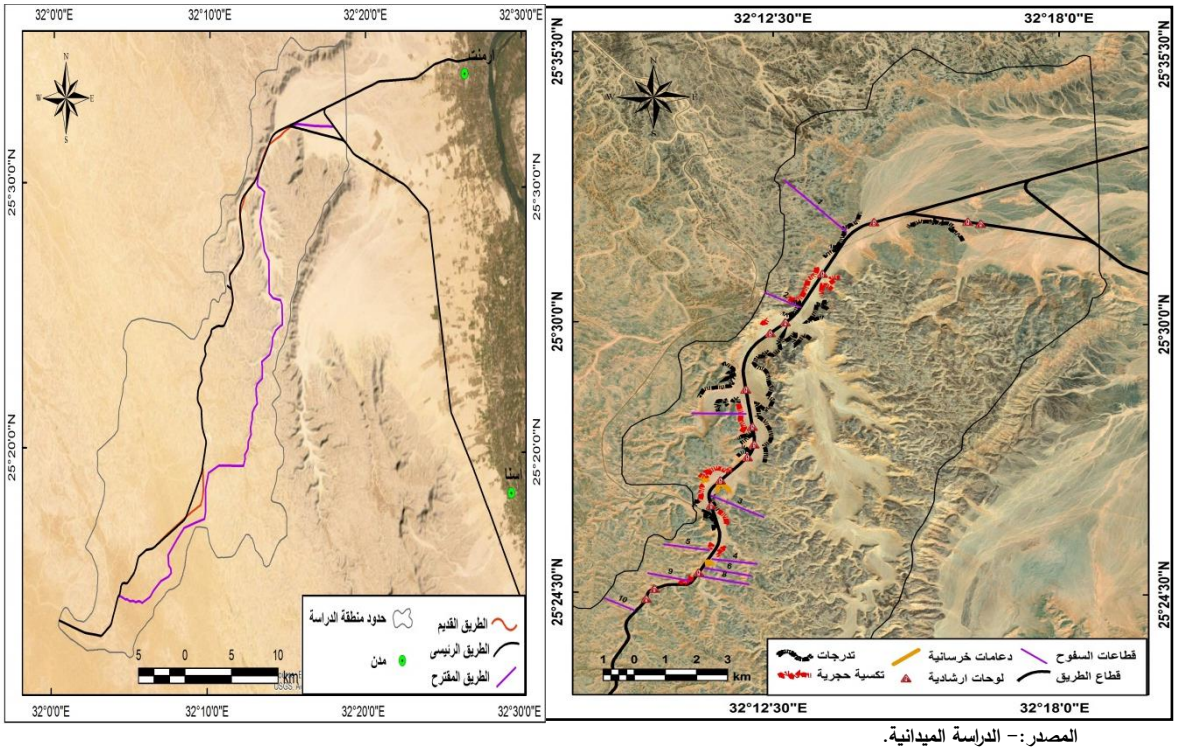
–ترك مسافات أمان بين الطريق والمنحدرات وذلك للحد من خطر التساقط الصخري أو بين المنحدرات والطرق التي يتم إنشائها حديثاً تحت أقدام المنحدرات،قطاع(٨)،وإزالة هشيم المنحدرات والمراوح الفيضية القريبة من الطريق،قطاع(٣–٤) وتسويتها ومراقبة الكتل الصخرية الساقطة باستخدام البلدوزرات(الوسائل الميكانيكية) ونقلها إلى مناطق أخرى وذلك للتقليل من خطرها وتفادى أضرارها(صالح،١٩٨٩،ص١٧٢).

ب) الطرق الكيميائية: تتمثل في عمل جدران وحواجز أسمنتية تمنع من تساقط الكتل الصخرية وتعبئة الشقوق والفواصل بالمواد الأسمنتية أو الجير من أجل منع وصول مياه الأمطار وتخللها؛حيث يتم ملء الفراغات الموجودة في الصخور وذلك للمساعدة فى زيادة قدرة تحمل اجهادات القص والتقليل من نفاذية التربة والصخور للمياه مما يؤدى إلى زيادة قدرة تحمل اجهادات القص والتقليل من خطورة حركة المواد.

ج) الطرق الهيدرولوجية: خلال إنشاء مخرات صناعية صغيرة عند مخارج مجارى الأودية التي تخترق المنحدر حتى لا تتسرب مياه السيول داخل الكتل الصخرية ويؤدى ذلك إلى زيادة نشاط التجوية بمختلف أنواعها وجرف مياه السيول للصخور الصغيرة مما يعوق حركة النقل ،أو حفر أبار عميقة يتم خلالها سحب كميات من المياه الموجودة فى المسام الصخرية فتخفف من الضغط على المنحدر(محسوب،٢٠٠٠).

المصدر :- الدراسة الميدانية ٢٠٢٠.

صورة(١٥) تدرج السفوح لتقليل الانحدار بعدة اجزاء للقطاع الشرقى من طريق الاقصر-الخارجة.



المصدر :- الدراسة الميدانية.

شكل(٢٧)انسب وسائل الحماية لحركة المواد بالقطاع الشرقي.

شكل(٢٨)الملائمة المكانية لاختيار مسار للطريق وفقاً للانموذج الرقمى(Model GIS).

٣– كثبان الظل: تتكون خلف العقبات سواء الطبوغرافية أو البشرية الى تركها الإنسان مثل بقايا المحاجر وبقايا المواد المتخلفة عن إنشاء طريق الأقصر– الخارجة،و يلعب عامل الارتفاع دوراً هاماً فى زيادة الأبعاد المورفومترية لكثبان الظل ونموها،حيث يتحدد طول وحجم وارتفاع الكثيب وفقاً لعامل الارتفاع،حيث يزيد طول الكثيب المثالي ضعف ارتفاع العائق الذى شكله(pye.&Tsoar,2009,p.203).

(أ)–التوزيع المكانى لكثبان الظل: يتضح أن الكثبان الرملية(طول الطريق) تشغل مساحة قدرها ٨٩٠ م٢، و يصل مجموعها الى٩٠ كثيباً،مما يعنى ان الكثافة العامة لكثبان النطاق المدروس ٠,٢كثيب/كم٢،اما الكثافة الحقيقية فتبلغ ١٠١كثيب/كم٢، وبتحليل كثافتها يتضح ان هناك اتجاهات عامة لزيادة الكثبان فى اتجاه منصرف الرياح،ويرجع تزايد كثافة الكثبان بالأجزاء الشمالية الى التضرس المحلى وبقايا التلال المتأكلة،ويتضح خلال شكل(٢٩)انها تنتشر على طول الطريق فى ثلاث نطاقات رئيسية:–

–النطاق الجنوبى الغربى: يبلغ اقصى طوله ٥,٢ كم،تمتد كثبان الظل فى اتجاه الرياح السائدة(الشمالية الغربية)،ويكون الطريق عمودياً علي اتجاهها،بالإضافة الى ظهور بروز بعض التلال المنعزلة.

–النطاق الأوسط: يبلغ طوله ٦,٣٩كم،وتنتشر فوق سطحها التموجات الرملية،و يتراوح ارتفاع الكثبان الظل من١–٢,٥متر،وتأخذ معظم محاورها الاتجاه الشمالي الغربي–الجنوبى الشرقي مرتبطة باتجاه الرياح السائدة،كما تظهر بعضها نتيجة للعامل التضاريسى مختلفة الأحجام وفقاً لظروف الجفاف.

–النطاق الشمالى الشرقى: يبلغ اقصى طوله١٦,٢كم،ويتميز بانتشارها بشكل واضح واتساع أبعادها، ويرجع ذلك الى توفر العوامل الرئيسية لنشأتها فى هذا النطاق متمثلة

فـى بقايـا انشـاء الطـرق ومخلفاتهـا واسـتواء السـطح وجـود مصـدر للرمـال هابطـة مـن المناطق المرتفعة المجاورة.

(ب)-التحليل المورفومترى لأبعاد الكثبان تم دراسة أبعاد كثبان الظل خلال القياسات الحقليـة ومعالجتهـا إحصـائياً،ومنه يتضـح ان اطـوال كثبـان الظـل تتـراوح بـين ٢-٤٠٠م،بمتوسط طول ٣٣,٤م،وانحراف معيارى ١١٣،ويتراوح عرضـها بين١٨-٩٠٠م بمتوسط عرض١٦٧,٩م،وانحراف معيارى١٢٢،وقد تراوح ارتفاع كثبان الظل بين١-٢,٩م،بمتوسط٢,١م،وانحراف معياري١٣ نتيجة تقارب قيم الارتفاعات وتجانسها.

- **تحليل زوايا انحدار كثبان الظل** يوضح الجدول(١٩)شكل(٣٠)التوزيع التكراري لفئات زوايا انحدار كثبان الظل تبعاً لفئات زوايا الانحدار التي اقترحها young,1972،ومنه يتضح الاتى:

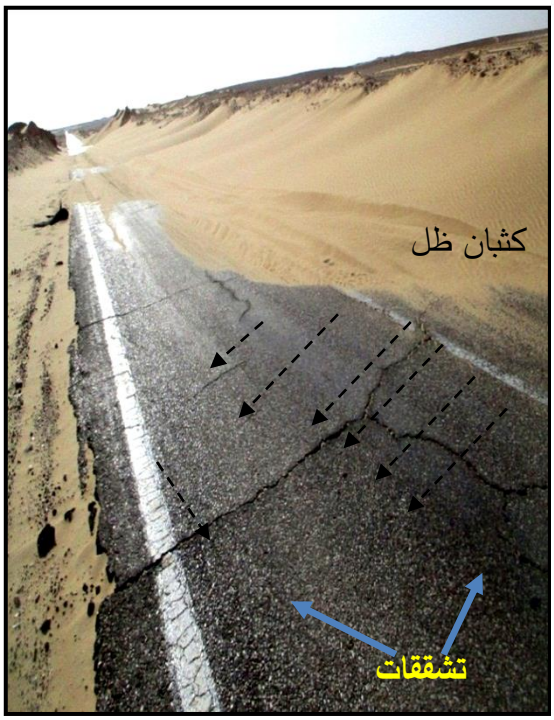
١)-تمثل الانحدارات الخفيفة(صفر- ٢ْ) ٥,٩٪من أطوال القطاعات،وقد بلغت زوايا الانحدار البسيطة(٣- ٥ْ) ٩,٥٪ من أطوال القطاعات،وترتبط هذه الانحدارات الخفيفة بمقدمة كثبان الظل.

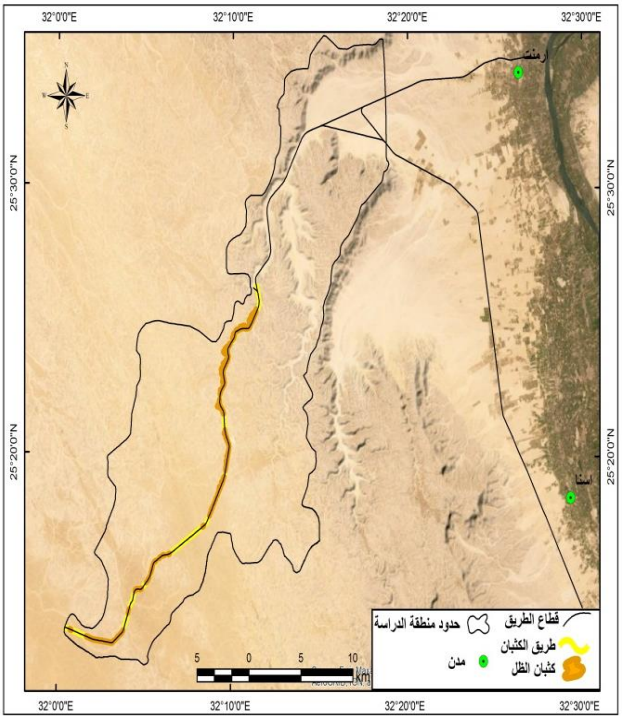
٢) تشـغل الانحـدارات المتوسـطة(٦-١٠) ° ١٥,٧٪ مـن الاطوال،وتتمثـل فـي الأجـزاء الوسطى من الكثبان،وقد برزت الزاوية ٥٧ كزاوية شائعة،تمثل ٢,٥٪ من الأطوال وقد بلغت الانحدارات(١١-١٨ْ) ٢٧,٤٪ من الاطوال،وفئة الانحدارات الشديدة(١٩- ٣٠ْ) ٣٣,٦٪،وقد برزت الزاوية٢٢٥ كزاوية شائعة وتمثل ٢,٩٪ من الأطوال،كما تشغل فئة الانحدارات الشديدة جداً(٣١ فأكثرْ) ٧,٩ % من أطوال القطاعات،وتتمثل في مؤخرة كثبان الظل.

جدول (١٩) التوزيع التكراري لمجموعات زوايا الانحدار بمنحدرات كثبان الظل.

م	الفئة	الطول %	الزاوية الشائعة	الطول %	الزاوية الحدية الدنيا	الطول %	الزاوية الحدية العليا	الوصف الجيومورفولوجى
١	صفر – ٢	٥,٩	٢	٢,١	صفر	١,٨	٢	مستوى
٢	٣–٥	٩,٥	٥	٣	٣	٢,٤	٥	بسيطة
٣	٦–١٠	١٥,٧	٧	٢,٥	٦	٣	١٠	متوسط
٤	١١–١٨	٢٧,٤	١٤	٤	١١	---	١٨	فوق المتوسط
٥	١٩–٣٠	٣٣,٦	٢٢	٢,٩	١٩	--	٣٠	شديد
٦	٣١ فأكثر	٧,٩	٣٢	٢,٣	٣١	١,٢	٣٧	شديد جداً
	مج	١٠٠	---	١٦,٨	----	٨,٤	----	---

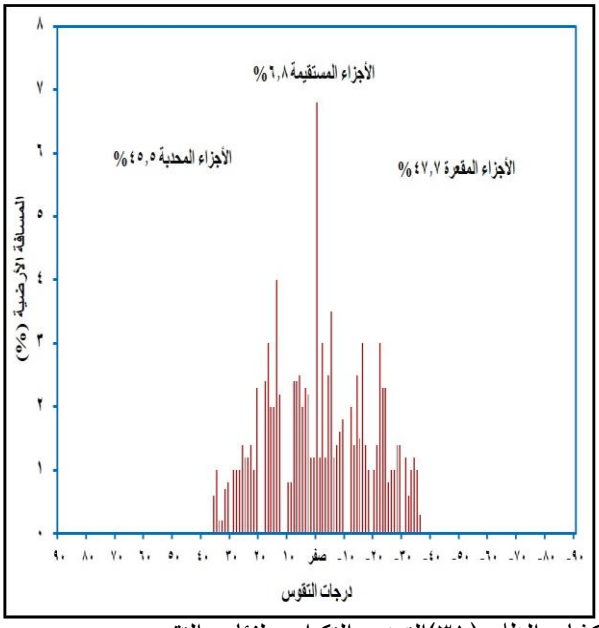
المصدر :–الدراسة الميدانية ٢٠٢٢.

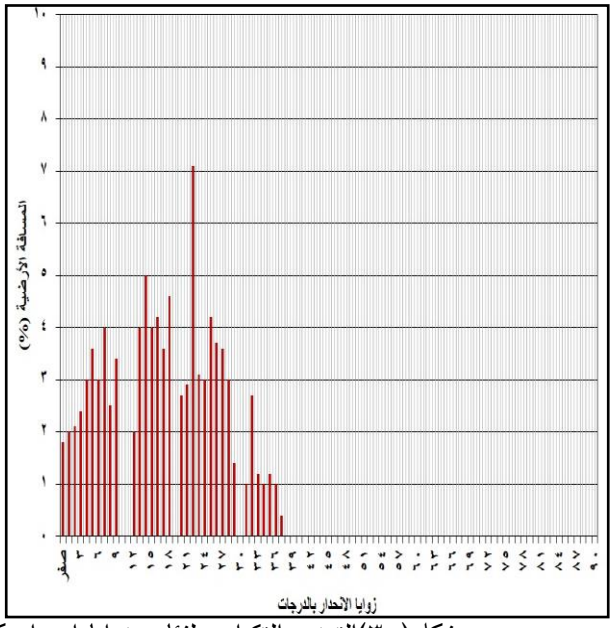




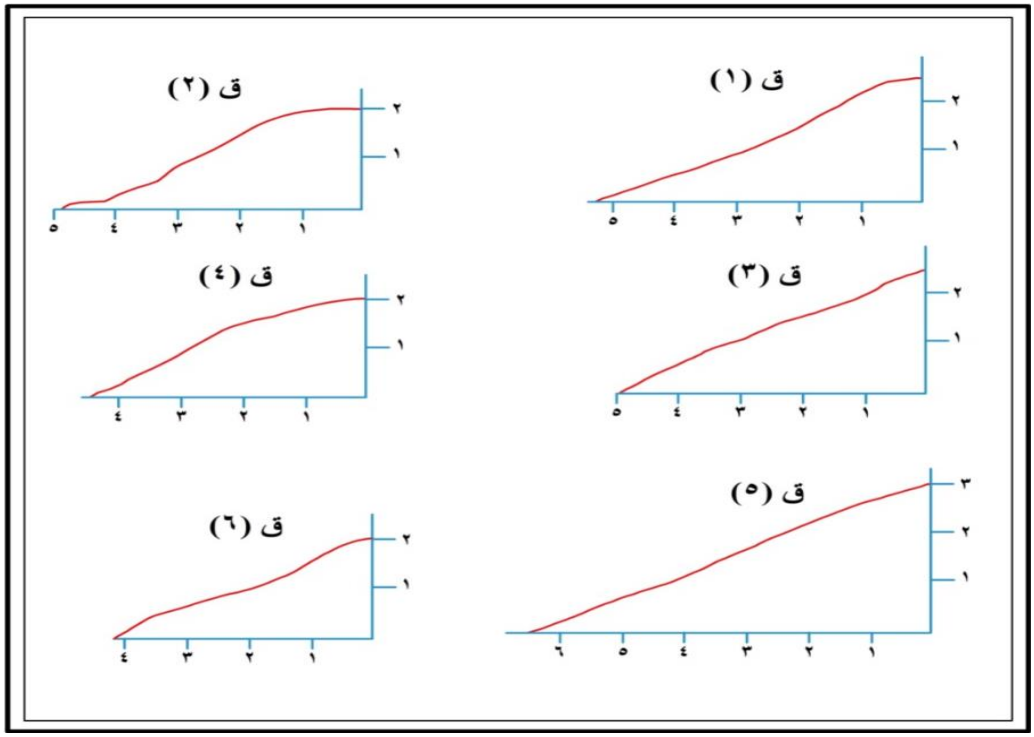
المصدر :– المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2،الدراسة الميدانية،٢٠٢٠.

شكل(٢٩)توزيع كثبان الظل بالقطاع الشرقى من الطريق. صورة(١٦)اقتراب كثبان الظل من الطريق.





شكل(٣٠)التوزيع التكرارى لفئات زوايا انحدار كثبان الظل.(٣١)التوزيع التكرارى لفئات التقوس.



المصدر:- الدراسة الميدانية ،٢٠٢٢.

شكل(٣٢)القطاعات الميدانية لسفوح كثبان الظل بالقطاع الشرقى لطريق الأقصر-الخارجة.

–**تحليل تقوس منحدرات كثبان الظل** من خلال الشكل(٣١)نجد ان تقوس كثبان الظل ينقسم الى عدة مجموعات متمثلة فى مجموعة الأجزاء الثابتة التى لا يحدث بها تغير فى درجات الانحدار(المستقيم)،تمثل ٦,٨٪ من الأطوال المقاسة،وتظهر بالأجزاء العليا والوسطى من الكثيب،والأجزاء المقعرة،تمثل ٤٧,٧٪ من الأطوال المقاسة،أما المجموعة الثالثة فهى الأجزاء المحدبة،تمثل ٤٥,٥٪ من الأطوال.

ويشير التحليل الميكانيكى لعينات رواسب كثبان الظل انها سيادة الرمال المتوسطة والناعمة،حيث تمثل الرمال الناعمة والناعمة جداً ٣٩,٦٪ والرمال المتوسطة٣٢,٨٪ من رمال العينات،وهذا يشير الى ان رواسب كثبان الظل تتميز قد قطعت شوطاً كبيراً أثناء انتقالها من مصدرها الاصلى ونعومتها مما يسهل من حركتها نحو الطريق العام، بمتوسط حجم ٢,٤Ø،ومعامل تصنيف بلغ ٠,٧ Ø،فيما جائت قيم الالتواء–٠,٠٨Ø التواء سالب.

(ج)–الأخطار الناتجة عن حركة حركة كثبان الظل.

١)– حركة كثبان الظل يقصد بها انتقال الحبيبات الرملية من مكانها الى موضع أخر و ذلك فى اتجاه منصرف الرياح السائدة(الرياح الشمالية الغربية)،وتمثل فى حد ذاتها خطراً شديداً على الطريق مما يؤدى الى إعاقته، ومن خلال رصد هذه الحركة يمكن تحديد أكثر اجزاء الطريق المعرضة لها وبالتالي تجنب مشكلاتها او البحث عن مواضع جديدة أثناء وضع تخطيط للطريق،وتتم هذه الحركة من خلال سفي الرمال و انتقال حبيباتها من مكانها الى مناطق أخرى على الطريق،وقد اعتمدت دراسة حركة كثبان الظل خلال بيانات القياسات الحقلية الدورية،يتضح من جدول(٢٠)سمات حركة كثبان الظل كالاتى:–

–تراوحت حركة كثبان الظل بين ١٣,٢– ١٥,٣م خلال العام الذى أجريت فيه عملية القياس والرصد الميدانى،بمتوسط ١٤,٠١م،ملحق(٨).

– تزيد معدلات حركة كثبان الظل بشكل واضح فى القطاع الشمالى للطريق نتيجة للاختيار الخاطئ لطريق النقل الذى يسير متعامداً مع اتجاه الرياح السائدة فتتكون كثبان الظل بشكل سريع ويؤدى ذلك الى قطع الطريق بشكل مستمر لاسيما اثناء فصل الربيع الذى تصل به الحركة ٥,٤م،مما يستلزم الأمر رفع كميات الرمال المترسبة لعدة ايام على الطريق.

– اختلاف معدلات حركة كثبان الظل من فصل لأخر خلال العام،حيث سجل فصل الربيع أعلى معدل لحركة كثبان الظل بلغ متوسطه٥,١٢ م،ويرجع ذلك الى شدة الرياح خلال فصل الربيع.

– يلاحظ ان جميع كثبان الظل التى تمت دراسة حركتها فى حالة نمو وحركة مستمرة،حيث تسود الإزالة فى الجانب المواجه للرياح عندما يهبط من اعلى العقبات التى كانت الأساس لنشأتها ويتم الإرساب عند مقدمة الكثيب وذلك عن طريق سفى الرمال وترسيبها بسمك يتراوح من ٢٠– ٤٠ سم أمام الشاخص.

– انحراف أجزاء الكثيب عن اتجاهه الاصلى وتغير شكله نتيجة لإزاحة جوانبه ولاسيما الجانب المعرض للإزالة القريب من الطريق.

٢)–**أخطار حركة كثبان الظل** يتمثل الخطر الناتج عنها بالنسبة للطرق خلال الاتي:–

*سرعة تحرك الحبيبات الرملية وشدة اقترابها من الطرق وبالتالى طمر وطمس معالمها، وتظهر الحاجة الى صيانتها، بل وتغيير الطريق كل فترة زمنية ويمثل هذا تكلفةعالية،وهذا ما تم ملاحظته أثناء الدراسة الميدانية لكثبان الظل التى اقتربت من الطريق،صورة(١٦).

* عملية سفي الرمال أثناء هبوب العواصف الرملية،وتظهر هذه العملية بصورة واضحة متأثر بها الطريق، وتم رصدها أثناء حدوثها مما ينتج عنها تعطيل الطريق وإغلاقه

لفترة زمنية مرتبطة بانتهاء العاصفة،ويظهر اثر حركة كثبان الظل على الطريق خلال تقسيم الطريق وفقاً للخطر الناتج عنها للاتي:-

-نطاق يمتد من نقطة إسعاف الكم١٧٠ غرب الأقصر بطول ٥ كم، منتشرة به كثبان الظل التى يزداد خطرها أثناء العواصف الرملية،حيث تمثل مصدراً للرمال السافية على الطريق،وقد ساعدت قمته على نمو كثبان ظل تقع على جانبي الطريق مباشرة ذات حركة مستمرة.

-نطاق الوسط بطول ٢٥كم،ينتشر به كثبان الظل المتسعة تعمل على تكوين الفرشات الرملية التى تكون غطاء رملي يعمل على طمر معالم الطريق، وتوجد كثبان الظل التى تنتشر على جانبى الطريق بشكل متسع فى هذا الجزء(نتيجة لترك بقايا مخلفات إنشاء الطريق أثناء عملية الرصف على هيئة تكويمات عملت على ترسيب هذه الأشكال خلفها)،لها نفس اتجاه الرياح الشمالية الغربية وهى الرياح السائدة.

-نطاق شمال الطريق ١٣كم يمتد خلال التلال البارزة ويعنى ذلك انتشار الكثبان الظل التى يعمل امتدادها على عرقلة حركة النقل وغلق الطريق فى بعض الأوقات،بالإضافة لوجود الأودية الجافة التى يشكل وجودها مصدراً للرمال السافية،ومما يزيد من خطورة الأمر اختراق الطريق للعديد من الجوانب المحدبة للانحناءات.

٣)-تحديد درجات الخطورة باستخدام النمذجة و عمل النماذج Modeling:-

يقصد بها تحديد درجات خطورة كثبان الظل خلال تصميم GIS Model،وفقاً لمجموعة من المعايير Multi Criteria Evaluation التى تمثل الاساس فى تحديد درجة خطورتها.

***مراحل إنشاء النموذج:-**

-مرحلة إعداد قاعدة البيانات وإدخالها وصياغة المعايير خلال تحديد الطبقات(تمثل المعايير المستخدمة).

– مرحلة تجهيز البيانات وقياس المسافات(معالجة المعايير):– تتمثل هذه المرحلة فى إنتاج الخرائط الوسيطة التى سوف يتم الاعتماد عليها فى بناء انموذج تحديد الأخطار.

– مرحلة اعادة التصنيف:– Reclassification .

–مرحلة التطابق الموزون.

يلاحظ خلال جدول(٢٠)اختلاف المعايير فيما بينها حيث ان سرعة الرياح ومعدلات الحركة،احتلت المركز الاول من الاوزان النسبية ٤١٪،ويرجع ذلك الى تأثيرها الواضح فى تقدير درجات الخطورة،ثم جاءت المعايير التضاريسية بعد ذلك من قيمة الأوزان ١٦٪،أما خصائص الطريق وتعرجه١٤٪ بالإضافة الى معيار سمك الرواسب ١٣٪،ومدى تأثر طريق النقل ١٦٪،حيث أن الاستخدام البشرى(امتداد الطريق،الضرر بالطرق)هو العنصر المتأثر بحركة كثبان الظل،شكل(٣٣).

–**مرحلة تحديد مقدار و درجة الخطورة:**– تمثل هذه المرحلة الوصول الى النتائج المهمة من إنشاء الانموذج الرقمى وهى إنشاء خريطة درجات خطورة كثبان الظل، ويرجع هذا الاختلاف فى الدرجات لاختلاف المعايير المستخدمة،ويمكننا تقسيم درجات الخطورة بالقطاع الشرقى من الطريق الى الاتي:–

– **أجزاء شديدة الخطورة:** تتعرض لسفي الرمال وحركتها أثناء العواصف بوضوح مما يؤدى الى تغطية الطريق وطمس معالمها،حيث تتكون سلسلة من كثبان الظل التى تمثل مشكلة واضحة،لاسيما ان هناك العديد من أجزاء الطريق لم يراعى فى تصميمه العامل الطبوغرافى على جانبى الطريق،واتجاه الرياح السائدة،وهى الشمالية الغربية بحيث يسير الطريق موازياً لاتجاه الرياح السائدة وبالتالي يبقى بعيداً عن سفي الرمال.

جدول (٢٠) الأهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء النموذج الرقمى.

م	الطبقة	أهمية الطبقة	الأهمية النسبية%	م	الطبقة	الأهمية	الأهمية النسبية%
١	حركة كثيب الظل	٢	٢٠	٥	انحناءات الطريق	٥	١٣
٢	سرعة الرياح	١	٢١	٦	مدى التأثر	٣	١٦
٣	الانحدار	٦	٨	٧	سمك الرواسب	٤	١٤
٤	انموذج الارتفاع الرقمى	٦	٨	---	--------	--	١٠٠

وقد بلغ أطولها ٨,٥٨٪من الاجمالى العام لقطاع الطريق،وتظهر بوضوح بالعديد من أجزاء الطريق،الذى يتعرض لسفي وتراكم الرمال فى العديد من أجزائه(الكم٣٠-١١٠)،ينتج عنها تكوين الغطاءات الرملية التى تؤدى الى عرقلة ومنع الطريق وحدوث تشققات عرضية نتيجة لترسيب الرمال بإحدى جانبى الطريق وزيادة ضغط النقل بالجانب الأخر ،صورة(١٦).

- **أجزاء خطرة**:بلغت أطوالها ٢٢,٢٦٪من الطريق،وتظهر بشكل واضح فى عدة أجزاء من طريق(الكم ١٧٠غرب الأقصر)،حيث تظهر الانحناءات الكبيرة بالطريق و تكون عمودية مع اتجاه الرياح الشمالية الغربية مما أدى لنشأة الفرشات الرملية الظلية التى تعمل على تكوين غطاء رملى بسمك يتراوح من ٢٠-٦٠ سم مما يعيق الطريق، وتغطيته بالرمال لفترة طويلة أثناء هبوب العواصف الرملية.

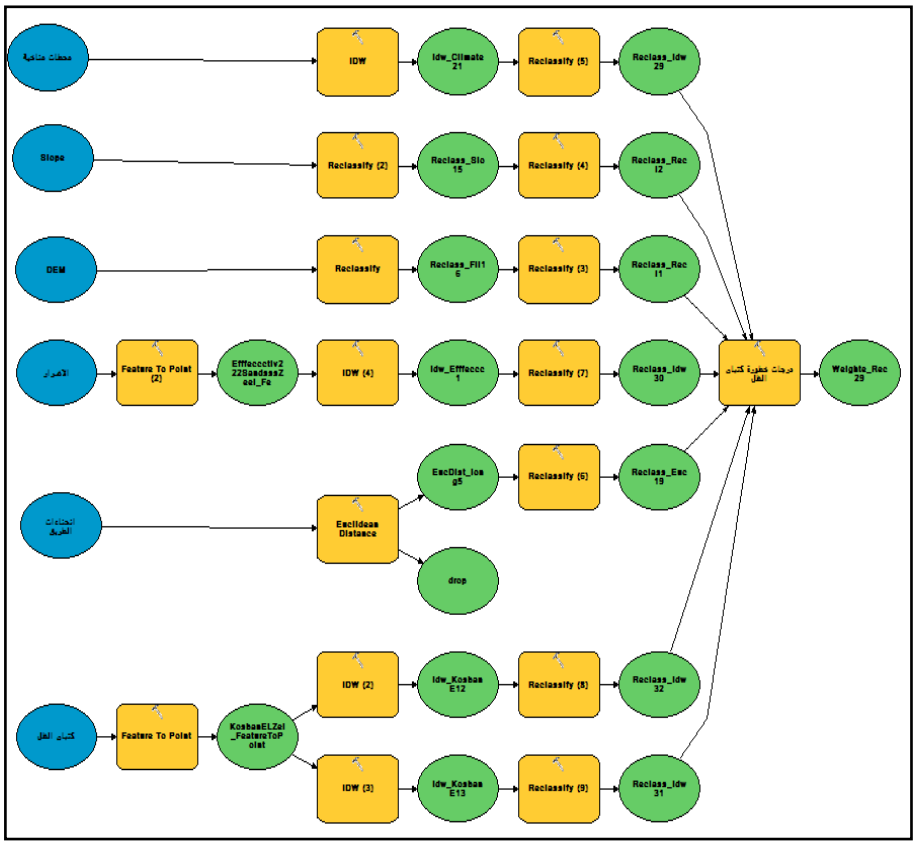
- **أجزاء متوسطة الخطورة**:بلغت أطوالها١٤,٢٤٪من أطوال الطرق المقاسة، وتظهر بشكل واضح فى عدة أجزاء من الطريق(كم ٢٠٠ غ الأقصر)،حيث يخترق الطريق نطاق كبير من الكثبان الظل سريعة الحركة،وتتراكم كثبان الظل على جانبى الطريق مما يشكل عائقاً امام شركات المحاجر.

– **أجزاء قليلة الخطورة:** تظهر بالأجزاء المستوية والمستقيمة من الطرق،حيث يقل وجود كثبان الظل وإن وجدت فهناك متابعة شبه دورية من هيئة الطرق والنقل التابعة للمراكز الإدارية القريبة منها.

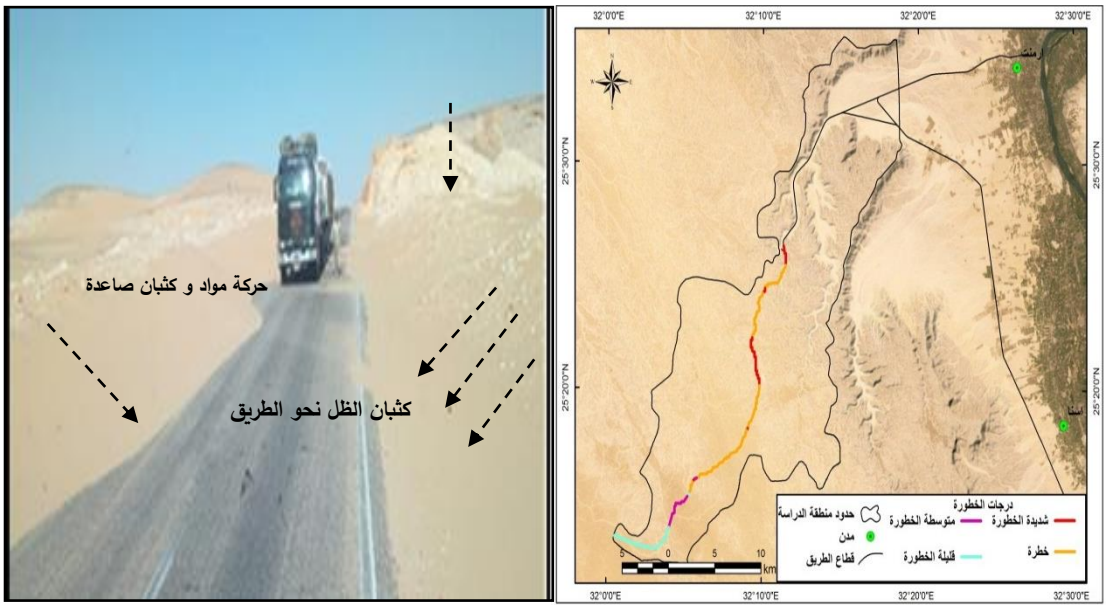
جدول (٢١) تقدير درجات الخطورة وفقاً لاوزان المعايير المستخدمة.

م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع	م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع
١	شديد الخطورة	٥,٥	٨,٥٨	٣	متوسط الخطورة	٩,١٢	١٤,٢٤
٢	خطرة	١٤,٩	٢٣,٢٦	٤	قليل الخطورة	٧,١	١١,٠٨٧

المصدر:- جدول (٢٠) الاهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء انموذج تحديد فئات الخطورة.



شكل(٣٣)مخطط للعمليات الوسطية داخل انموذج معايير تحديد درجات خطورة كثبان الظل.



شكل(٣٤)درجة خطورة كثبان الظل بالمنطقة وفقاً لنتائج الانموذج الرقمى(GIS Model).

٤) وسائل الحماية من أخطار حركة كثبان الظل.

أ) الوسائل الميكانيكية وتتمثل فى الاتى:

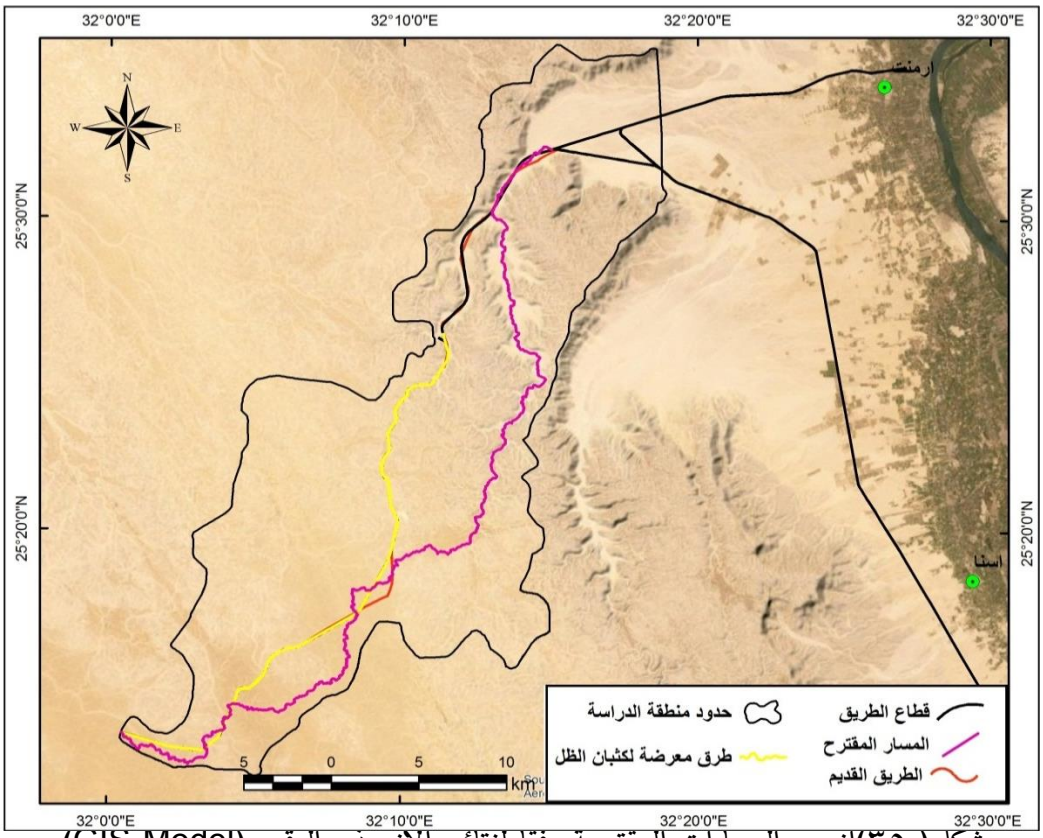
–إزالة الرمال المترسبة على الطرق النقل بواسطة معدات رفع ونقلها بعيداً عن مناطق الاستخدام البشرى حتى لا يتم غلق الطريق اثناء العواصف الرملية،ويفضل ان يتم وضع جدول زمني لخروجها ومراقبة الطريق وإزالة الرمال المترسبة.

–إزالة بقايا عمليات إنشاء ورصف الطريق أو عدم تساوى المنسوب على الجانبين أثناء شق الطريق فى حالة مرور الطريق ببعض التلال الصغيرة، حيث تبقى أجزاء بارزة تؤدى الى تكون كثبان ظل بالجانب المظاهر للرياح،فعملية إزالة تلك الأجزاء البارزة على جانبى الطريق تعمل على انسيابية مرور حبيبات الرمال وانتقالها من مصدرها فى مسارها وعدم تكونها على جانبى الطريق.

ب)الوسائل الكيميائية:

– استخدام الطفلة الحمراء وفرشها فوق كثبان الظل،وقد اثبتت فاعليتها فى تثبيت الكثبان الرملية وعدم تحركها نتيجة لقدرتها على امتصاص بخار الماء بالجو.

–استخدام بعض المواد التى تؤدى الى تماسك وتحجر سطح كثبان الظل(اسمنت والجبس) مع رشها بالمياه مما يعمل على تماسك حبات الرمل واعاقة حركتها.



شكل(٣٥)انسب المسارات المقترحة وفقا لنتائج الانموذج الرقمى(GIS Model).

ج)التوصيات والمقترحات العامة للحد من أخطار حركة كثبان الظل بالقطاع الشرقى من طريق الأقصر– الخارجة:

–الاختيار الجيد أثناء تصميم الطرق،بحيث يتم اختيار الأجزاء المستقيمة والبعد عن التعرجات الناتجة عن طبيعة تضاريس،بالإضافة الى ضرورة اختيار الأجزاء التى تسير

موازيـة للريـاح السـائدة ولـيس عموديـة عليهـا حتـى لا تترسـب حبيبـات الرمـال أثنـاء العواصف.

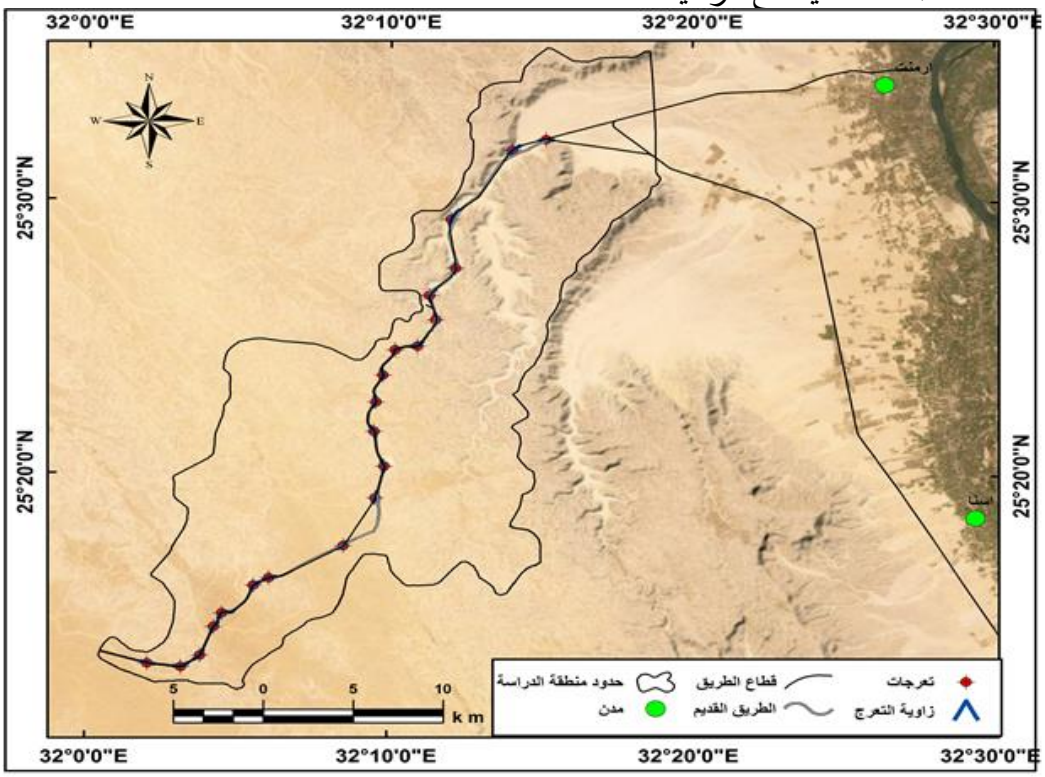
– الاستفادة من عملية مراقبة معدلات حركة الكثبان كل فترة زمنية خلال فصول السنة ولاسيما فصل الربيع الذى تصل فيه الحركة الى ٥,١٢م،بالاضافة الى الاعتماد على بيانات محطات الأرصاد فى إعطاء صورة واضحة عن أوقات هبوب العواصف الرملية وشدة الرياح خلال العام وإنشاء وحدات تابعة لوزارة البيئة عند بداية ونهاية الطريق وإصدار النشرات الخاصة التى توضح الظروف المناخية.

–استخدام وسائل التوعية والعلامات الإرشادية على جانبي الطريق التى توضح خطورة الظاهرات الموجودة فى المنطقة وتوضيح نطاقات تركز الكثبان،او نطاق الانحناءات بالطرق واتجاه الرياح السائدة من اجل التوعية بمسار العواصف الرملية و لاسيما فترة توقيت حدوثها وتحديد الملائمة المكانية وانسب المناطق لإنشاء وتصميم الطرق الرئيسية بالمنطقة ومقارنتها بالطريق القديم والحالي خلال تصميم(GISModel) لمنطقة دراستنا؛ وذلك وفقاً لعدة معايير أساسية، شكل(٣٥).

٤–انحناءات الطرق:

(أ)–التحليل المورفومترى لانحناءات الطرق: بلغ عددها ٢١انحناءة، تراوحت زوايا التعرجات ١١٨–١٧٢، بمتوسط١٤٣,٩،شكل(٣٦)،جدول(٢٢)،وهى بذلك لا تمكن من الرؤية الجيدة للطريق او الفجائية،ويرجع الى طبيعة تضاريس القطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات،حيث تؤثر التضاريس تأثيراً مباشراً على اتجاهات الطرق واطوالها ونلاحظ ذلك خلال طول الطريق فقد بلغ طوله الفعلى٦٤,٠٣كم بينما الطول الافتراضى بلغ٥٢,٣كم اى ان الطريق زاد بنسبة١٨,٣٪عن طوله الحقيقى نتيجة لزيادة الانحناءات الموجودة و لاسيما الانحناءات التبادلية التى يزداد خطرها نتيجة صعوبة الرؤية عندها،صورة(١٧)،(يمتد القطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات الخارجة

بكامله خلال بطون الأودية(وادى الرزيقات)والمنابع العليا لها مما جعله يأخذ اتجاه وتعرجات الأودية وروافدها،وقد ارتبط اتساع الطريق او ضيقه ايضاً باتساع الأودية مما أدى لزيادة معدلات التصادم و كثرة الحوادث لاسيما الجوانب المحدبة من التعرجات التى تكثر بها كثبان الظل او الجوانب المقعرة التى تنتشر بها حركة المواد والمعرضة للجريان السيلى،ولابد ان نشير الى اثر الانحناءات الرأسية،حيث تنعدم الرؤية فى أجزاء الطريق الممتدة على السفوح شديدة الانحدار وتصبح مفاجئة عند نقاط تغير الانحدار مما يصعب تفادى الاصطدام(على،٢٠٠٠،ص١٠٦)،وتزداد الخطورة حينما تجتمع الانحناءات الافقية مع الرأسية.



المصدر :- المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2 ، الدراسة الميدانية ،٢٠١٨.

شكل(٣٦)الانحناءات الرئيسية فى القطاع الشرقى من الطريق.

جدول(٢٢)الأبعاد المورفومترية للتعرجات بطول القطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات.

م	الانحناءات		
	الطول (كم)	زاوية الانحناء	انحدار الجوانب
ادنى قيمة	٠,٦٨	١٤٠	٩
اقصى قيمة	٢,٩	١٥٨	٤٥
المتوسط	١,١٥	١٤٩,٥	٢٧

المصدر :– المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2 ، الدراسة الميدانية ،٢٠٢٢.

صورة(١٧)الانحناءات الرأسية و الافقية فى القطاع الشرقى من الطريق.

المصدر:– الدراسة الميدانية ،٢٠٢٢. جريدة فيتو،٢٠٢١.

صورة(١٨)الاثار التدميرية لانحناءات القطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات.

يلاحظ خلال ملحق(٩) ان الانحناءة(٨،٥،٧،١٧) اكثر انحناءات الطريق خطورة نتيجة انخفاض قيمة زاوية التقوس وارتفاع مقدار الانحناء فى هذا الجزء من الطريق فقد بلغت مقدار زاوية التقوس للانحناءات ١٢٥،١١٨، ١٢٧، ١٣٥)بالترتيب،كما تظهر الخطورة ايضا بالانحناءات(١٠،٩، ١٧، ١٨)،حيث المنحنيات التبادلية التى يصعب خلالها الرؤية،صورة(١٨).

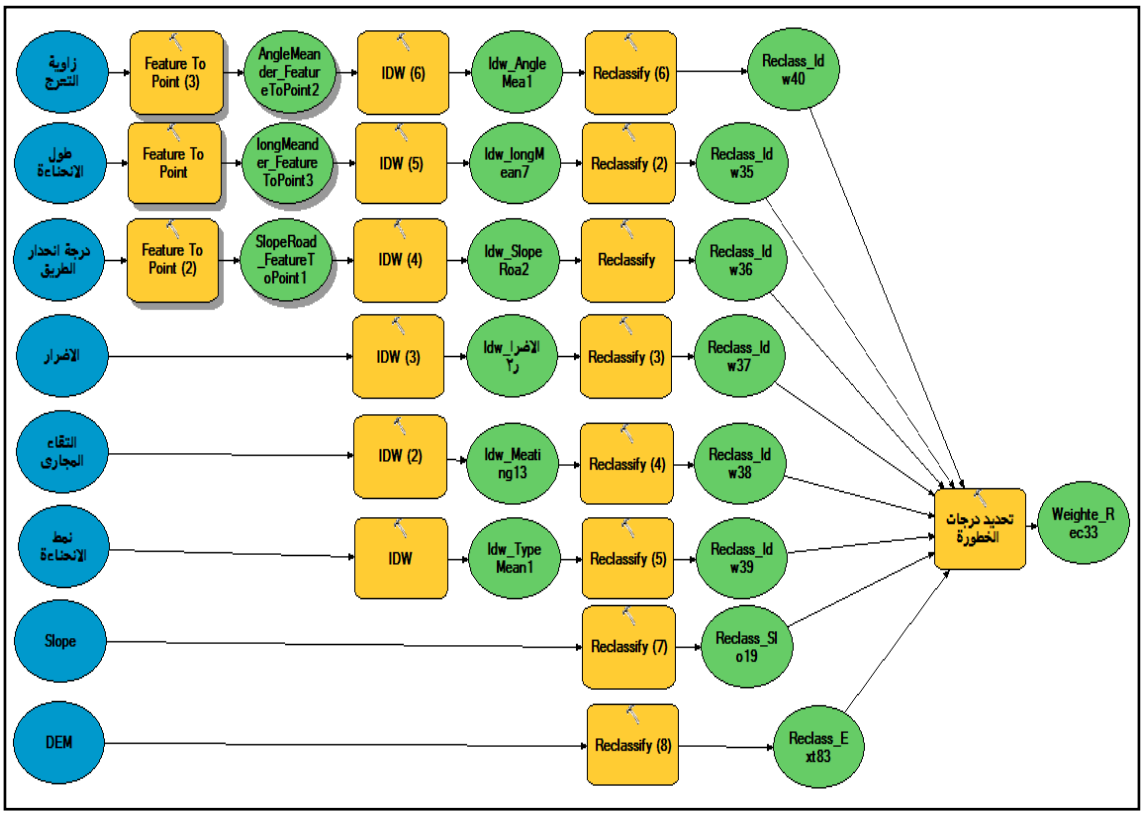
(ب)-تحديد درجات خطورة انحناءات الطرق باستخدام النمذجة(Modeling):-

-يقصد بها تحديد درجات خطورة انحناءات الطريق خلال تصميم GIS Model (*)،وفقاً لمجموعة من المعايير Multi Criteria Evaluation التى تمثل الاساس فى تحديد درجة خطورتها.

جدول (٢٣) الأهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء انموذج تحديد فئات الخطورة.

م	الطبقة	أهمية الطبقة	الأهمية النسبية%	م	الطبقة	الأهمية	الأهمية %
١	زاوية الانحناء	١	٢٥	٥	نمط الانحناءة	٣	١٧
٢	طول الانحناءة	٢	١٧	٦	مدى التأثر	٦	١٠
٣	الانحدار (slope)	٧	٥	٧	انحدار الطريق	٤	١١
٤	انموذج الارتفاع(dem)	٧	٥	٨	التقاء المجرى مع الانحناءة	٥	١٠

يلاحظ خلال جدول(٢٣)اختلاف المعايير فيما بينها حيث أن مقدار زاوية الانحناءة و مقدار طولها احتلتا المركز الاول من الاوزان النسبية ٤٢٪،ويرجع ذلك الى تأثيرها الواضح فى تقدير درجات الخطورة،اما خصائص الطريق فى منطقة الانحناءة ٣٨٪ بالاضافة الى معيار الاثر التضاريسي١٠٪،ومدى تأثر طريق النقل١٠٪(امتداد الطريق،الضرر بالطرق)،خلال شكل(٣٧-٣٨) يمكننا تقسيم درجات الخطورة بالقطاع الشرقى من الطريق الى الاتى:-



شكل(٣٧) مخطط للعمليات الوسطية داخل انموذج تحديد درجات خطورة الانحناءات بالقطاع الشرقى.

.....

***مراحل انشاء النموذج:-**

-**مرحلة اعداد قاعدة البيانات** وادخالها و صياغة المعايير خلال تحديد الطبقات(تمثل المعاييرالمستخدمة).

- **مرحلة تجهيز البيانات و قياس المسافات(معالجة المعايير)**:- تتمثل فى انتاج الخرائط الوسيطة التى سوف يتم الاعتماد عليها فى بناء انموذج تحديد الاخطار.

- **مرحلة اعادة التصنيف:-Reclassification**

- **مرحلة التطابق الموزون.**

- **تحديد مقدار و درجة الخطورة**

-**خطرة:**- بلغت اطوال الطرق شديدة الخطورة حوالى ٣٦,٦٨ % من اجمالى طول القطاع الشرقى،تشمل الطرق التى تظهر بها الانحناءات الشديدة وتكون عمودية مع اتجاه جريان مجارى الاودية مما أدى لوجود العديد من الاضرار الواقعة على الطريق مما يعيق الحركة على الطريق.

– **متوسطة الخطورة:**–بلغت اطوال الطرق الخطرة ٢٩,٣ % من اجمالى طول القطاع الشرقى ظاهرة بشكل واضح فى عدة أجزاء من القطاع الشرقى كما هو الحال عند الكم ١٨٥غرب الأقصر،حيث ظهور مصبات العديد من روافد الاودية وظهور الانحناءات التبادلية فى الطريق.

–**قليلة و نادرة الخطورة:**– تمثل حوالى ٣٤٪من طول القطاع الشرقى تشمل اجزاء الطريق الاكثر استقامة والبعيدة عن مسار السيول بنطاق الانحناءات التى تؤدى الى تدمير اجزاء عديدة من القطاع.

جدول (٢٤) تقدير درجات الخطورة وفقاً لاوزان المعايير المستخدمة.

م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع	م	مقدار الخطورة	كم	% من القطاع
١	خطرة	٢٣,٥	٣٦,٦٨	٣	قليل الخطورة	٧,٩	١٢,٣
٢	متوسطة الخطورة	١٨,٩	٢٩,٢٦	٤	عديمة الخطورة	١٤	٢١,٧

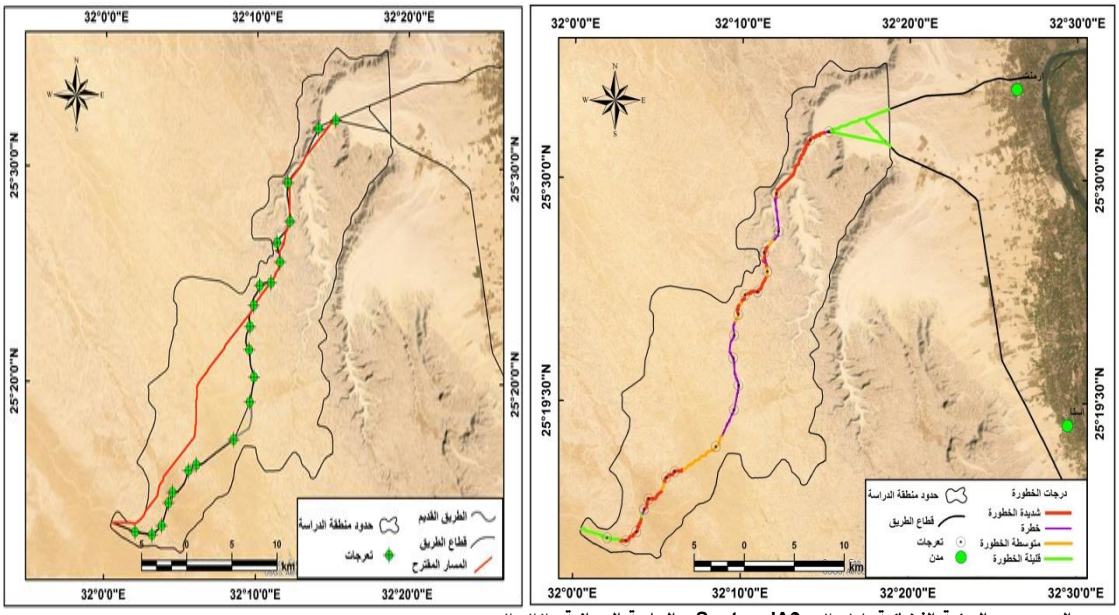
المصدر:– جدول (٢٣) الاهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء انموذج تحديد فئات الخطورة.

(ج) وسائل الحماية من أخطار تعرجات الطريق:

١) إزالة العامل المسبب،فهى ناتجة بالدرجة الأولى عن بقايا عمليات إنشاء ورصف الطريق اوعدم تساوى المنسوب على الجانبين أثناء شق الطريق فى حالة مرور الطريق ببعض التلال الصغيرة،حيث تبقى أجزاء بارزة متخلفة تؤدى الى تكون العديد من الانحناءات على طول القطاع أو عمل تدريج لسفوح التلال البارزة فعملية إزالة تلك الأجزاء البارزة على جانبى الطريق تعمل على انسيابية وسهولة المرور.

٢) الاختيار الجيد أثناء تصميم الطرق، بحيث يتم اختيار الأجزاء المستقيمة والبعد عن الانحناءات الناتجة عن طبيعة تضاريس المنطقة واستخدام وسائل التوعية والعلامات الإرشادية على جانبي الطريق التى توضح خطورة الانحناءات الموجودة فى القطاع.

٣) تحديد الملائمة المكانية واكثر أجزاء الطريق خطورة، وانسب المناطق لإنشاء وتصميم الطرق الرئيسية بالمنطقة ومقارنتها بالطريق القديم والحالي خلال تصميم(GISModel)؛وذلك وفقاً لعدة معايير اساسية،شكل(٣٩).



المصدر :– المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2 ، الدراسة الميدانية ،٢٠٢٢.

شكل(٣٨)درجة خطورة انحناءات الطريق وفقاً لنتائج وفقاً نتائج الانموذج الرقمى(GIS Model).

شكل(٣٩)انسب المسارات المقترحة الانموذج الرقمى(GIS Model).

٥– **فعل التجوية:** من الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية التي يعانى منها القطاع الشرقى لطريق الأقصر– الخارجة، والتي تعتبر سمة أساسية من سمات البيئة في المناطق الجافة،حيث تتسم المنطقة بزيادة المدى الحراري وارتفاع معدلات البخر و فجائية الامطار، ويظهر تأثيرها نتيجة لتعاقب عملية التسخين والتبريد بالطريق المرصوف وبالتالى حدوث التلفيات والتشققات بجسم الطريق،حيث يؤدى تعاقب التسخين والتبريد إلى نمو بللورات الأملاح وبالتالى زيادة الشقوق واتساعها ونمو بعض النباتات بها، بالإضافة إلى ظهور طبقة من النشع.

ويرجع السبب الرئيسى لظهورها الى هشاشة الرواسب التى يمتد فوقها القطاع الشرقى من الطريق،حيث يمتد فوق الصخور الجيرية المشبعة بالمياه خلال الخاصية الشعرية كما أشار الى ذلك العديد من الباحثين فى دراستهم بمناطق

اخرى(البيومى،٢٠١٢،ص١٢٩)،أو الرواسب الهشة لكثبان الظل او رواسب الأودية التى تتميز بخفتها ونعومتها وسرعة استجابتها للضغوط الكبيرة من وسائل النقل المحملة برواسب الفوسفات القادمة من مناجم ابو طرطور الى ميناء سفاجا او ناقلات القمح من مزارعها فى العوينات الى مطاحن مصر العليا فى مدن ومراكز الصعيد،كما ان اقتراب الطريق من التلال البارزة فى بعض اجزاء الطريق مما يعنى مروره بالقرب من نطاقات كثبان الظل فيلجأ قائدى الشاحنات الى الابتعاد عنها والضغط على جانب واحد للطريق وبالتالي ظهور التشققات،صورة(١٩)،بالاضافة الى مكونات الطريق ذاته فالطبقة السفلية من الطريق لم يراعى فيها المواصفات المتبعة فى تصميم بناء الطرق فقد اعتمد اغلبها على مواد البيئة المحلية من رواسب المنطقة واغليها رواسب مصاطب الأودية أو الرواسب المختلطة مع كثبان الظل او نواتج تحطم الصخور الجيرية.

(أ) التحليل المورفومترى لأبعاد حفر وثقوب الطريق: تم دراسة أبعادها المورفومترية(الطول،اتساع الحفرة،عمقها)،وتم معالجتها إحصائياً،جدول(٢٥)،ومنه يتضح الاتى:

-يتراوح طول الشقوق بين ٠,٤- ٥م، بمتوسط ٢,٠٣م،اما الاتساع فيتراوح بين ١-٢٠٠ سم،بمتوسط اتساع ٣٣سم،و انحراف معيارى٢٩مما يدل على تشتت القيم.

-يتراوح عمق الحفر بين٢-١١سم بمتوسط ٧,٨م،وانحراف معيارى٥,٢،نتيجة تقارب قيم العمق مما يشير الى أن عمق الحفرة هو العامل المؤثر فى الأبعاد المورفومترية الأخرى.

-يختلف ابعاد الحفرة على جانبى الطريق بين٩-٤٥م،بمتوسط طول ٣١م،وانحراف معيارى٢١.

جدول(٢٥)الأبعاد المورفومترية لحفر التجوية بطول القطاع الشرقى للطريق.

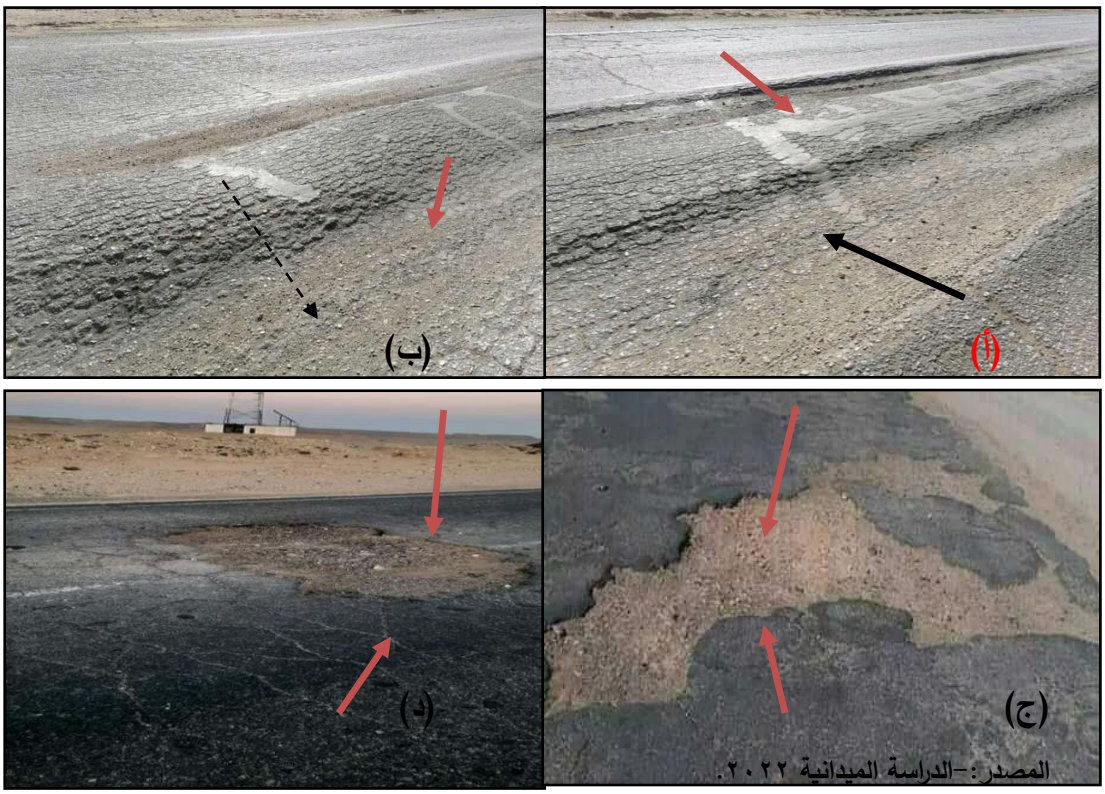
م	الطول(م)	الاتساع (سم)	العمق(سم)	العرض(سم)
ادنى قيمة	٠,٤	١	٢	٢
اقصى قيمة	٥	٢٠٠	١١	٢٠
المتوسط	٢,٠٣	٣٣	٧,٨	٩
الانحراف	٧٢,٤	٢٩	٥.٢	٢١,٤

المصدر:- الدراسة الميدانية ،٢٠٢١.

(ب) مظاهر أخطار التجوية بالقطاع الشرقى لطريق وادى النيل–الواحات :

–حدوث العديد من الانتفاخات والتجويفات بالعديد من أجزاء الطريق والتى عادة ما تكون بداية لتفلق وتشقق الطريق فيما بعد،صورة(١٩).

–حدوث التشققات بالطرق المرصوفة باتجاهات عرضية متميزة بكثافتها وتباين أبعادها المورفومترية، كما هو الحال بالطريق الكم، وقد تتطور الى حفر قريبة الاستدارة وانخفاض وهبوط لبعض أجزاء الطريق نتيجة لزيادة حدوث النشع بجوانب الطرق وضعف الأساس الصخري والمواد المستخدمة في إنشاء الطرق، وقد سجلت حالة بذلك عند الكم ١٨٥ غرب الأقصر مما أدي إلى غلق الطريق.



صورة (١٩) اثر فعل التجوية بالقطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات الخارجة.

(ج) تحديد درجات الخطورة باستخدام النمذجة وعمل النماذج Modeling:

يلاحظ خلال جدول(٢٦)اختلاف المعايير فيما بينها حيث ان المعايير المناخية والهيدرولوجية،احتلتا المركز الاول من الأوزان النسبية ٤٧٪،ويرجع ذلك الى تأثيرها الواضح فى تقدير درجات الخطورة،ثم جاءت المعايير التضاريسية بعد ذلك من قيمة الأوزان ٢٠٪،أما خصائص الطريق من حيث وجود الشقوق ١٧٪،ومدى تأثر طريق النقل ١٦٪،شكل(٤٠).

جدول (٢٦) الأهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء الانموذج الرقمى.

م	الطبقة	الأهمية	الأهمية النسبية%	م	الطبقة	الأهمية	الأهمية %
١	الجريان المائى	٥	١٥	٥	خصائص الحفر التجوية	٣	١٧
٢	المعايير المناخية	١	٣٢	٦	مدى التأثر	٤	١٦
٣	المعايير التضاريسية	٢	٢٠	---	-----	---	١٠٠

– **تحديد مقدار و درجة الخطورة:** تمثل هذه المرحلة الوصول الى النتائج المهمة من إنشاء الانموذج وهى تحديد وإنشاء خريطة درجات خطورة التجوية على قطاع الطريق،ويرجع هذا الاختلاف فى الدرجات لاختلاف المعايير المختلفة فى تحديد درجات الخطورة بهذا القطاع من الطريق،من خلال جدول(٢٧) وشكل(٤١)يمكننا تقسيم درجات الخطورة بالقطاع الشرقى من الطريق الى الاتى:–

– أجزاء شديدة الخطورة: تتعرض لدرجة كبيرة لتكسير الطريق مما يؤدى الى طمس معالم الطريق،وقد بلغ طول الأجزاء شديدة الخطورة ٣٤,٣٪من طول القطاع الشرقى من الطريق، وتظهر بالعديد من أجزاء الطريق الذى يتعرض لأخطار التجوية(الكم١٨٥)،ينتج عنها حدوث تشققات عرضية نتيجة لترسيب الرمال بإحدى جانبى الطريق وزيادة ضغط شاحنات النقل بالجانب الأخر.

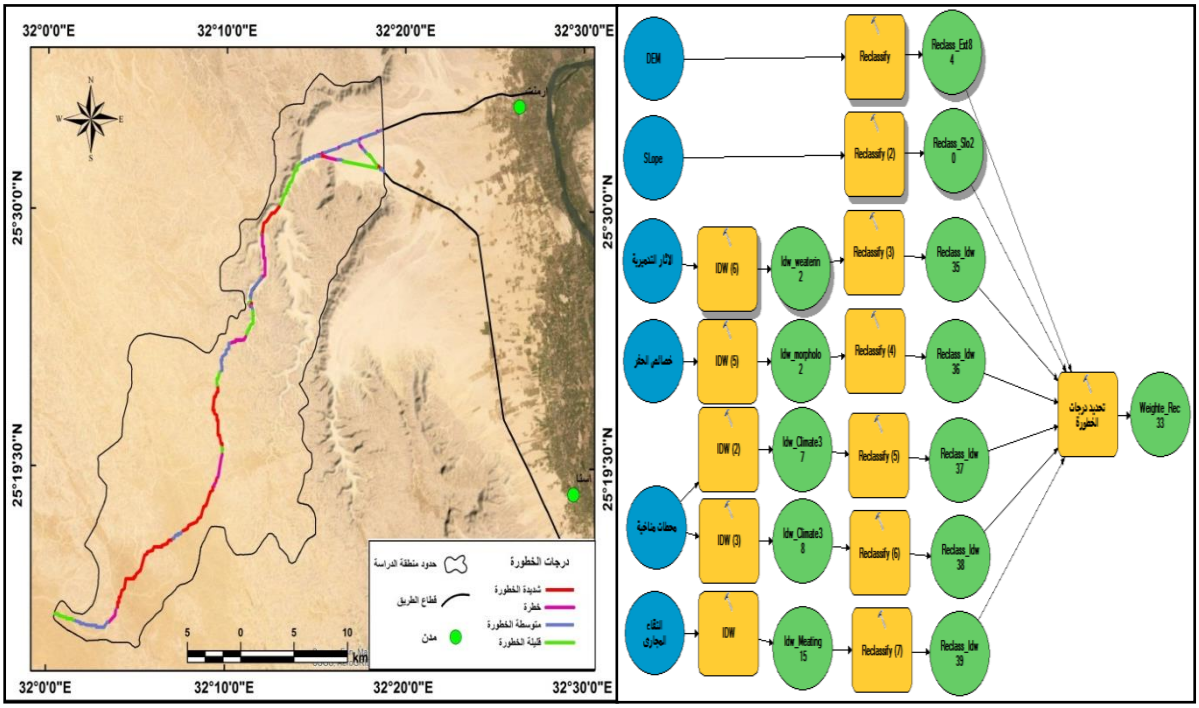
– أجزاء خطرة: بلغت أطوالها ١١,٨٪من طول القطاع،وتظهر بشكل واضح فى عدة أجزاء من الطريق(كم ١٨٧ غ الأقصر)،حيث تظهر الانحناءات الكبيرة بالطريق ونشأة الفرشات الرملية.

– أجزاء متوسطة وقليلة الخطورة: بلغت أطوالها ٥٣,٣٪،وتظهر بشكل واضح فى عدة أجزاء من الطريق المستوية والمستقيمة من الطرق، بالإضافة الى اثر المتابعة شبه دورية من هيئة الطرق والنقل التابعة للمراكز الإدارية القريبة منها.

جدول (٢٧) تقدير درجات الخطورة وفقاً لاوزان المعايير المستخدمة.

م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع	م	مقدار الخطورة	كم	% من طول القطاع
١	شديد الخطورة	٢٢,١	٣٤,٣	٣	متوسط الخطورة	١٨,٦	٢٨,٩٢
٢	خطرة	٧,٦	١١,٨	٤	قليل الخطورة	١٦	٢٤,٨٨

المصدر:– اعتماداً على جدول (٢٦) الاهمية النسبية للطبقات المستخدمة فى بناء انموذج تحديد فئات الخطورة.



شكل(٤٠)مخطط للعمليات الوسطية داخل انموذج.

شكل(٤١)درجة خطورة التجوبة بالمنطقة معايير تحديد درجات خطورة حفر التجوية. وفقاً لنتائج الانموذج (GIS Model).

(د) وسائل الحماية من أخطار التجوية :

-الاهتمام بجسم ومكونات الطريق فالطبقة السفلية من الطريق لابد ان يراعى فيها المواصفات المتبعة فى رصف الطرق و وضع طبقة خشنة من الرواسب اسفل جسم الطريق(تمهيد الطرق بطبقة من الرواسب الزلطية ودكها جيداً)وزيادة نسبة القار حتى لا يؤدى المدى الحراري إلى نشأة الشقوق وتوسيعها،صورة(٢٠-أ).

-الاختيار الجيد أثناء تصميم الطرق،بحيث يتم اختيار الأجزاء المستقيمة والبعد عن التلال التى تعتبر السبب الرئيسى لكثبان الظل وتشققات الطريق وظهور اثار التجوية.

- استخدام وسائل التوعية والعلامات الإرشادية على جانبي الطريق التى توضح مناطق ودرجات خطورة التشققات بالطريق وذلك فى حالة استمرار الوضع الراهن لخطورة الطريق لتفادى الخطر نوعاً ما.

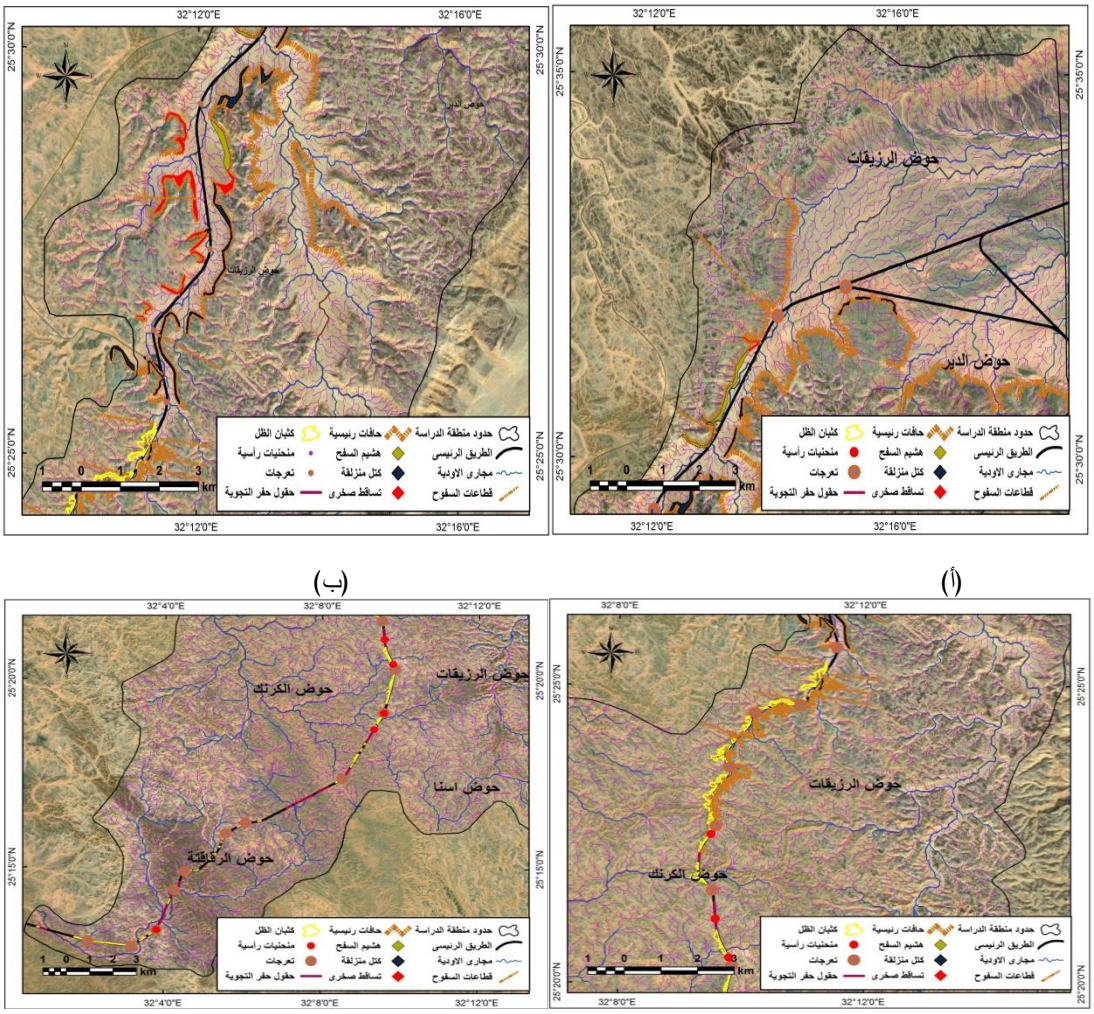
-دور الأهالي والمشاركة فى صيانة العديد من أجزاء الطريق بالطرق التقليدية الاسمنتية،صورة(٢٠- ب).

المصدر:- الدراسة الميدانية،٢٠٢٢.

صورة(٢٠) وسائل حماية الطريق من أخطار التجوية بالقطاع الشرقى من الطريق.

رابعاً: تصنيف خريطة الأخطار الجيومورفولوجية للقطاع الشرقى طريق الأقصر-الواحات: يلاحظ خلال شكل(٤٢)،توزيع الأنماط المختلفة للأخطار الجيومورفولوجية بالقطاع الشرقى الطريق وهى كالاتى:

–قطاع(أ) يتركز به أخطار حركة المواد على المنحدرات من تساقط صخرى (الجروف) والكتل المنزلقة وهشيم السفوح،حيث الحافات الرأسية(الهضبة الجيرية الايوسينية وسفوح جوانب الاودية(وادى الرزيقات،وادى الدير)،بالإضافة الى ظهور الانحناءات الأفقية فى الطريق واخطار الجريان السيلى نتيجة الأودية الكبيرة السابق ذكرها والروافد المنحدرة من سفوح الهضبة الايوسينية نحو الطريق الرئيسى.



المصدر :– المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2 ، الدراسة الميدانية (٢٠٢٠– ٢٠٢٣).

شكل(٤٢)خريطة توزيع الأخطار الجيومورفولوجية للقطاع الشرقى بطريق الأقصر– الواحات.

-قطاع(ب)يتركز فيه اخطار حركة المواد على المنحدرات(كتل منزلقة-تساقط صخرى-ركام الهشيم)،حيث حافة الهضبة الايوسينية والروافد المنحدرة التى تدفع بالكتل الصخرية نحو الطريق واخطار السيول.

-قطاع(ج)يتسم بظهور نطاقات كثبان الظل على جانبى الطريق الناتجة عن مخلفات مد الطريق والعديد من الانحناءات الرئيسية الناتجة بشكل واضح عن اختلاف المناسيب التى يمتد خلالها القطاع الشرقى.

-قطاع(د) اهم ما يميزه ظهور سلسلة كبيرة من كثبان الظل مفرطة الابعاد المورفومترية وحقول حفر التجوية التى تمثل نتيجة حتمية لامتداد الطريق عمودياً فى مسار حركة الرمال او فوق الرمال المترسبة بالإضافة الى مرور الطريق خلال الروافد العليا لوادى الكرنك و وادى الرقاقتة مما يجعله عرضه للسيول.

الخلاصة

١- لعبت العوامل الجغرافية الطبيعية دوراً رئيسياً فى تجهيز البيئة المناسبة لعوامل التعرية وعمليات التجوية لتمارس نشاطها ودورها فى الأخطار الجيومورفولوجية وأنماطها المختلفة بمنطقة الدراسة،فقد شملت المنطقة خمسة احواض تصريفية،وتفاوتت في مساحتها وابعادها،ولكن تتشابه فى مستوى قاعدتها(نهر النيل)،وهى أودية جافة فى مجملها وإن كانت مياه الامطار تتواجد فيها على فترات زمنية متباينة،وقد اتضح من دراسة الميزانية الهيدرولوجية أن مايمكن أن يسقط عليها يصل الى ٦٧٠٧,٨ م^{٣} خلال يوم واحد،وبلغ المجموع العام للفاقد من الاحواض ٢٢٩,٤م^{٣}،فى حين بلغ المجموع العام لصافى الجريان فى الأحواض ٦٤٧٨,٤م^{٣}.

٢- يسود الشكل المقعر معظم قطاعات المنحدرات؛بالاضافة الى هناك قطاعات يغلب عليها الشكل المقعر وأخرى يغلب عليها الشكل المحدب،تشغل فئة الانحدارات الشديدة ١٧,٢٪ من أطوال القطاعات،وتتمثل في الأجزاء المتواجدة أسفل الجروف كمخاريط الهشيم،اما فئة الجروف(٤٠°) فأكثر مثلت٢٢,٧٣٪ من القطاعات،متمثلة في الحافات التي تقف على هيئة حوائط هضبية،تتميز بعدم ثبات أي نوع من

المفتتات،وتتمثل في الأجزاء العليا من القطاعات التي تتألف من صخور الحجر الجيري الايوسينى،وتمثل مصدراً للكتل الصخرية المتساقطة،وبالتالي فهي تشكل الخطورة الأساسية بالقطاع الشرقى من الطريق.

٣–تمثل كثبان الظل الاكثر خطورة نتيجة لوجودها بالقطاع الشرقى،وتراوحت حركتها بين١٣,٢–١٥,٣م خلال عملية الرصد،بمتوسط ١٤,٠١ م/عام،وقد سجل فصل الربيع اعلى معدل بلغ متوسطه ٥,١٢/ عام ويزيد خطرها بشكل واضح نتيجة للاختيار الخاطئ لطريق النقل المصمم متعامداً مع اتجاه الرياح السائدة فتتكون كثبان الظل بشكل سريع ويؤدى ذلك الى قطع الطريق بشكل مستمر لاسيما اثناء الربيع،ويستلزم الأمر رفع كميات الرمال المترسبة والتى تظل يوم او اكثر على القطاع الشرقى من الطريق.

٤– بلغ عدد الانحناءات الافقية بالطريق٢١ انحناءة،تراوحت زوايا التعرجات بين ١١٨–١٧٢،بمتوسط١٤٣,٩،بالإضافة الى الانحناءات الرأسية البالغ عددها حوالى ١٧ انحناءة ناتجة عن تباين المناسيب،وهى بذلك لا تمكن من الرؤية الجيدة للطريق،ويرجع ذلك الى طبيعة تضاريس القطاع الشرقى من الطريق،حيث تؤثر التضاريس تأثيراً مباشراً على اتجاهات الطريق ومساره.

٥– تعد التجوية من الأخطار الجيومورفولوجية التي يعانى منها القطاع الشرقى للطريق،والتي تمثل سمه من سمات البيئة الجافة(زيادة المدى الحراري وارتفاع معدلات البخر وفجائية الأمطار)،وبالتالي زيادة التأثير على الطريق وحدوث التشققات والتلفيات بجسم الطريق،حيث يؤدى تعاقب عملية التسخين والتبريد إلى زيادة الشقوق واتساعها.

٦–تم تحديد الملائمة المكانية واكثر اجزاء الطريق خطورة بالنسبة للأخطار المعرض لها وانسب المناطق لإنشاء مسار لطريق القطاع الشرقى ومقارنته بالطريق القديم خلال تصميم(GIS Model)؛وذلك وفقاً لعدة معايير أساسية، بالاضافة لانشاء خريطة للاخطار الجيومورفولوجية التى يتعرض لها القطاع الشرقى من الطريق،فقد تم تقسيم الطريق الى عدة قطاعات ثانوية توضيحية للاخطار الموجودة فى كل قطاع على حده وتوضيح العوامل التى أدت لوجود كل خطر جيومورفولوجى.

الملاحق

ملحق(١) معدل الرطوبة النسبية ومعدل التبخر(١٩٧٨-٢٠١٩).

الشهور	الرطوبة النسبية % إسنا	الرطوبة النسبية % الأقصر	الرطوبة النسبية % الخارجة	متوسط التبخر ملم /يوم إسنا	متوسط التبخر ملم /يوم الأقصر	متوسط التبخر ملم /يوم الخارجة	المتوسط السنوي للمطر بمللم اسنا	المتوسط السنوي للمطر بمللم الاقصر	المتوسط السنوي للمطر ملم الخارجة
يناير	٦١	٥٥	٤٣,٣	٣,١	٥,٩	٧,٤	اثر	٠,١	اثر
فبراير	٣٢	٤٧	٣٦	٣,٩	٦,٨	٩,٨	٠.٤	٠,٢	٠.٣
مارس	٤١	٣٩	٢٩	٥,٢	٩,٩	١٣,٥	اثر	اثر	اثر
ابريل	٣٢	٣١	٢٢	٧,١	١٥,٦	٢٢,٤	٠.٢	اثر	اثر
مايو	٢٧	٢٩	٢١	٩,١	١٧,٨	٢٤,٧	٠,١	٠,٣	٠.٢
يونيو	٢٥	٢٧	٢١	١٠,٥	١٧,٩	٢٢,٨	اثر	صفر	اثر
يوليو	٢٧	٣٠	٢٤	١٠,١	١٨,٣	٢٣	صفر	صفر	صفر
أغسطس	٣١	٣٣	٢٦	١٠,٤	١٨,٢	٢٠	اثر	اثر	اثر
سبتمبر	٤٢	٣٧	٣٠	٨,٨	١٣,٦	٢٠	اثر	اثر	اثر
أكتوبر	٤٩	٤٣	٣٣	٥,٨	١٠,٥	١٦	اثر	اثر	اثر
نوفمبر	٥٢	٥١	٤١	٤	٨,٤	١١,٢	اثر	اثر	٠.١
ديسمبر	٥٩	٥٧	٤٦	٣	٥,٦	٧,٩	٠.٢	اثر	٠.٢
م	٤٢	٤٠	٣٢	٦,٩	١٢,٤	١٦,١	٠,١	٠,١	٠,١

المصدر : هيئة الأرصاد الجوية ، المعدلات المناخية لمصر ، ١٩٧٨- ٢٠١٩، ص١٠٨ .

ملحق (٢) الرتب النهرية واعداد المجارى باحواض تصريف منطقة الدراسة .

رتبة المجرى	اعداد المجارى	%	اطوال المجارى كم	%
الرتبة الأولى	٣٢٢١٢	٧٨.٣	**١٥٧٤١,٧**	٥٤,٧
الرتبة الثانية	٦٩٧٧	١٦.٩٥	٦٥٤٤,٥	٢٢,٧
الرتبة الثالثة	١٥٢٩	٣.٧١	٣٢٩٣,٤	١١,٤٧
الرتبة الرابعة	٣٤٤	٠.٨٣	٢٣٤٩,٩	٨,٢٤
الرتبة الخامسة	٨٧	٠.٢١	٨١٩,٣	٢,٨
الرتبة السادسة	١	٠.٠٠٢	٣١,١	٠,١١
مج	٤١١٥٠	١٠٠	٢٨٧٧٩,٩	١٠٠

المصدر : اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

ملحق (٣)الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة.

الحوض	اعداد المجارى	الاطوال كم	معدل التشعب	المرجح	كثافة التصريف	النسيج الطبوغرافى	تكرار المجاري	زمن التركز / س	زمن التباطؤ دقيقة	حجم الجريان م٣/ ث	سرعة الجريان كم/س	زمن التصريف
الرقاقته	٢٨٦٥٢	٢٠٣٣٩	٤,٣	٤,٥٤	٢٤٣,٦	٦٠٠,٧	٢٤٣,١	٠,١	٢٠.٠٤	٢٥٩٣٢,٢	١٢٢	٠,٠٥
الكرنك	٨٧٥٨	٥٨٥٨,٣	٤,٢٥	٤,٦٣	٤١,٤	١٦٥,٦	٦١,٩	٠,١	٤,٧٢	٧٤٦٩,٣	١٥٠	٠,٠٧
الرزيقات	١٠٥٦	٧٧٦.٦	٤,٧	٤,٧٥	٣,٥٢	١٠,٥٢	٤,٨	٠,٧	٠,٩	٩٩٠,٢	٤٥,٣	٠,٠٥
الدير	٨٣	٧٣	٤,٠٦	٤,٩	١,٥٣	٢,٦	١,٧	٠.٢	٠,١	١٠٩,٥	٤٦,٥	٠,٠٢
اسنا	٢٦٠١	١٧٣٢.٩	٤,٣٥	٤,٦٧	٤٩,٥	٨,٤٤	٧٤,٣	٠.١	٣,٢	٢٢٠٩,٥	١٢٤	٠,٠٣
م	٨٢٣٠	٥٧٥٥,٩	٤.٣٢	٤,٦٨	٦٧,٩	١٥٧,٦	٧٧,٢	٠,٢٣	٥,٨	٧٣٤٠٢,١٤	٩٧,٥	٠,١٦٤

المصدر : اعتماداً على الارتفاع الرقمي للمنطقة (DEM) بدقة ٣٠ متراً للقمر الصناعى SRTM باستخدام برنامج Arc Map10,3.

ملحق (٤) خصائص قطاعات منحدرات القطاع الشرقى من طريق الاقصر – الواحات.

م	الموقع الفلكي		الأطوال(م)	النسبة المئوية %
١	٣٢ ١٥ ٤١	٢٥ ٣١ ٥٧	٥٢٣	٢٣,٤
٢	٣٢ ١٥ ٢٨	٢٥ ٣٢ ٠٢	٥٦١	٢٥
٣	٣٢ ١٥ ١٣	٢٥ ٣١ ٠٠	١٥٢	٦,٨
٤	٣٢ ١٤ ٥٤	٢٥ ٣١ ٥٦	١٠٠	٤,٤
٥	٣٢ ١٤ ١٣	٢٥ ٣١ ٥٢	١٥٧	٦,٩
٦	٣٢ ١٤ ٠٣	٢٥ ٣١ ٣٦	١٢٠	٥,٣
٧	٣٢ ١٣ ٣٧	٢٥ ٣٠ ٥٧	١٣١	٥,٨
٨	٣٢ ١٣ ٢١	٢٥ ٣٠ ٣٤	١٧٤	٧,٧
٩	٣٢ ١٣ ٠٧	٢٥ ٣٠ ١٨	١٩٠	٨,٥
١٠	٣٢ ١٢ ٠٣	٢٥ ٢٩ ٠٨	١٤٠	٦,٢
مج	-----	----	٢٢٤٨	١٠٠

المصدر:الدراسة الميدانية ٢٠٢١ والخرائط الطبوغرافية ١: ٥٠٠٠٠ ، ٢٠٠٦.

ملحق (٥)التقوس على طول حافات القطاع الشرقى من طريق الاقصر – الواحات.

المحدبات			
فئات التقوس بالدرجات	الأطوال	النسبة المئوية	الوصف
صفر	١٠٧	٤,٣	مستقيم
١ : ٩	٣٣٨	١٣,٥	تقوس بسيط
١٠ : ٢٤	٣٤٢,٥	١٣,٦٩	تقوس متوسط
٢٥ : ٣٩	٢٣٥	٩,٣٩	تقوس شديد
٤٠ فأكثر	١٣٢	٥,٢٧	تقوس شديد جداً
جملة المحدبات	١٠٤٧,٥	٤١,٨٧	ــــــ
المقعرات			
– ١ : – ٩	٤٩١	١٩,٦	تقوس بسيط
– ١٠ : – ٢٤	٣١٢,٥	١٢,٤٩	تقوس متوسط
– ٢٥ : – ٣٩	٢٥٧,٥	١٠,٢٩	تقوس شديد

– ٤٠ فأكثر	٢٨٦	١١,٤٣	تقوس شديد جداً
جملة المقعرات	١٣٤٧	٥٣,٨٤	ـــــ
معدل التقوس العام	٠.٧١	ـــــ	ـــــ

المصدر : – من عمل الطالب اعتماداً على الدراسة الميدانية ، ملحق (٢) وفقاً لتصنيف دسوقى ،١٩٨٧.

ملحق(٦)المتوسط اليومى لحركة المركبات بالقطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات.

الحركة		طول الطريق/ كم	عدد المركبات/ يوم	العدد السنوي
من	الى			
النقطة١٧٠	هو	٥٧,٢	٩٨٦	٤٩٠٧
هو	نجع حمادى	٠,٥	٢٨١٤	٥٥٢٦١٠
هو	اسنا	٦	٢٩٤٥	٣٥٩٨٩٠

المصدر :– محافظة الوادى الجديد ،الادارة العامة المركزية للنقل ،٢٠١٩.

جدول (٧) كمية الرواسب السطحية بمنحدرات القطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات.

القطاع	المساحة المغطاة بالرواسب % من القطاع	سمك الرواسب(سم)
١	٦٦	٣٢
٢	٣٨	٢٠
٣	٦٤	٢٥
٤	٣٦	٣٥
٥	٤٤	٢٠

المصدر :– الدراسة الميدانية ،٢٠٢٢ .

ملحق(٨)القياس الحقلي لمعدلات حركة بعض الأشكال الرملية الظل بالقطاع الشرقى من طريق الأقصر– الواحات.

م	معدلات الحركة السنوية(م)					
	الموقع	شتاء	ربيع	صيف	خريف	مقدار الحركة
١	١٦ ٢٤ ٢٥ ٠٤ ١٠ ٣٢	٣,٢	٤,٨	٢,١	٣,١	١٣,٢
٢	٢٦ ٢٣ ٢٥ ٤٤ ٠٩ ٣٢	٣,٣	٤,٧	٢,٤	٢,٩	١٣,٣
٣	٢٤ ٢٣ ٢٥ ٢٦ ٠٩ ٣٢	٣,٦	٤,٩	٢	٣,١	١٣,٦
٤	٥٥ ١٨ ٢٥ ٢٨ ٠٩ ٣٢	٤,١	٥,١	٢,٤	٢,٦	١٤,٢
٥	٤٢ ١٨ ٢٥ ٢٠ ٠٩ ٣٢	٤,١	٥,٤	٢,٦	٣,٢	١٥,٣
٦	٠٩ ١٨ ٢٥ ٠٠ ٠٩ ٣٢	٣,٩	٥,٣	٢,١	٣,١	١٤,٤
٧	٥٩ ١٧ ٢٥ ٥٥ ٠٨ ٣٢	٣,٨	٥,٦	٢,٦	٣,٢	١٥,٢
٨	٥٢ ١٧ ٢٥ ٥٠ ٠٨ ٣٢	٣,٣	٥,٢	٢,٥	٣,١	١٤,١
م	ـــــــــــــــ	٣,٦٦	٥,١٢	٢,٣٣	٣,٠٣	١٤,٠٣

المصدر:– الدراسة الميدانية ،٢٠٢٠.

ملحق(٩) الخصائص العامة للانحناءات بالقطاع الشرقى من طريق الاقصر– الواحات.

م الانحناءة	الزاويا	طول الانحناءة(كم)	ملاحظات	م الانحناءة	الزاويا	طول الانحناءة (كم)	ملاحظات
١	**١٧٢**	١,٢٥		١٢	١٤٥	٠,٨٧	
٢	**١٧٠**	١,٩٦		١٣	١٦٤	٠,٨٩	
٣	١٥٨	٢,٩		١٤	١٥٠	٠,٩٦	
٤	١٥٠	٢		١٥	١٦١	١	
٥	**١٢٧**	١,١٢		١٦	١٤١	٠,٨٥	
٦	١٤٧	١,٢٣		١٧	**١١٨**	١,٠٩	انحناءات تبادلية
٧	**١٢٥**	٠,٩٨		١٨	١٦٥	٠,٧١	
٨	**١٣٥**	٠,٦٨		١٩	١٤٩	٠,٩٥	
٩	١٤٠	٠,٨٥	انحناءات تبادلية	٢٠	١٤٠	٠,٩٤	
١٠	١٤٠	٠,٨٨		٢١	**١٧٠**	٠,٨٤	
١١	١٥٥	١,٢		م	١٤٣,٩	١,٥٦	

المصدر :– المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2 ، الدراسة الميدانية ،٢٠٢٢.

المصادر والمراجع

اولاً: المصادر.

١-الهيئة المصرية العامة للمساحة المصرية:

-الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ التي أصدرتها إدارة المساحة العسكرية،طبعة أولي عام ٢٠٠٦ لوحة الأقصر،الرزيقات،إسنا،ارمنت،باريس.

-خريطة الأقصر الجيولوجية ١ : ٥٠٠٠٠٠ ،الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية،١٩٨٧.

٢-البيانات المناخية لمحطات أرصاد الأقصر،إسنا،الخارجة،الهيئة العامة للأرصاد الجوية،قسم المناخ.

٣- وكالة الفضاء الأمريكية وهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية(NASA -USGS) لتحميل العديد من المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة المأخوذة من القمر الصناعي الأمريكي لاندسات من نوع ETM+،TM) متعددة الأطياف، ذات دقة مكانية ٣٠، ١٥م/خلية لأعوام مختلفة،المرئية الفضائية ٢٠١٨ ، SentenalA2 .

٤-مديرية الطرق،محافظة الوادى الجديد،الادارة العامة المركزية للنقل،٢٠١٩،بيانات غير منشورة عن حركة النقل بالطرق الصحراوية.

٥- جريدة فيتو،٢٠٢١.

ثانياً: المراجع العربية.

١-ابو العز،محمد صفى الدين(١٩٦٦):مورفولوجية الاراضى المصرية،دار النهضة العربية،القاهرة.

٢-البيومى،جيهان محمد(٢٠١٢):التجوية الملحية واثارها على الطرق والمبانى في بعض المناطق الصحراوية،المجلة الجغرافية العربية،الجمعية الجغرافية المصرية،العدد الستون،الجزء الثانى،القاهرة.

٣- السرسي،محمد مجدى(١٩٩٦):الزراعة الجبلية في عسير،المجلة الجغرافية الكويتية،العدد٤٧.

٤–الشامى،ابراهيم ذكريا(١٩٩٥):التحكم فى السيول،الاستفادة منها ودرء اخطارها،بحوث ندوة المياه فى الوطن العربى،الجمعية الجغرافية المصرية.

٥–السعدنى,عادل عبد المنعم(٢٠١٤):الاخطار الطبيعية على القطاع الجنوبي الغربي من طريق رأس سدر/صدر الحيطان(دراسةجيومورفولوجية),مجلة كلية الآداب والعلوم الانسانية بالاسماعيلية,جامعة قناة السويس,العدد٩.

٦–حبيب،احمد ابو اليزيد و سليمان،محمود جمال(٢٠٢٤): تأثير انعطافات الطرق المرصوفة على الحوادث في محافظة جنوب سيناء دراسة في جغرافية النقل باستخدام نظم المعلومات الجغرافية،مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية،العدد ٣٨ .

٧- خطاب،محمد ابراهيم و أخرون(٢٠٢٢): النمذجة الهيدرولوجية للسيول في حوض وادي القرن شرق قفط بالصحراء الشرقية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الجمعية الجغرافية،مجلد ٥٢ ،العدد ٧٧ ،الجزء الاول.

٨- دسوقي،صابر أمين(١٩٨٧): دراسة مقارنة لسفوح بعض أشكال السطح في مصر ،رسالة دكتوراة غير منشورة،كلية الآداب،جامعة عين شمس.

٩- دسوقى،صابر أمين(٢٠٠٠):الخريطة المورفولوجية لوادي كلابشة كأداة أساسية للتنمية جنوب الوادي،مجلة الجمعية الجغرافية العربية،الجمعية الجغرافية المصرية،القاهرة.

١٠–دسوقى،صابر امين و صابر،احمد ابراهيم محمد(٢٠١٩):طرق دراسة هشيم المنحدرات،مجلة الجمعية المصرية للتغيرات البيئية،العدد الثانى.

١١-دياب،صلاح محمد(٢٠٢٠):استخدام الجيوماتكس في تحليل استقرار رواسب منحدرات الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية،مجلة بجوث كلية الاداب،جامعة المنوفية،العدد١٢٢.

١٢- سلمان،عبير شريف وناصر،وسمية مقعد(٢٠٢٢): نمذجة الجريان السيلى واخطاره على الطرق الجبلية عقبة الهدا / كرا،مجلة كلية الاداب بقنا،العدد ٥٤،الجزء الثانى يناير ٢٠٢٢.

١٣-سلامة،إسلام محمد(٢٠٠٤):الأخطار الجيومورفولوجية بمنطقة أسيوط دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية،رسالة ماجستير غير منشورة،كلية الآداب،جامعة بنها.

١٤- شعبان،أسامة حسين(٢٠٠٥):الأخطار الجيومورفولوجية بالجانب الشرقى لوادى النيل بمحافظة سوهاج،دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية،رسالة دكتوراه،غير منشورة،كلية الآداب،جامعة المنيا.

١٥-صابر،احمد ابراهيم محمد(٢٠١٣):أسلوب مقترح لتحديد معايير درجات خطورة السيول في مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافية،مجلة كلية الاداب،جامعة الزقازيق،العدد٦٤.

١٦-صابر،احمد ابراهيم محمد(٢٠١٧):مظاهر الضعف الصخري ودورها الجيومورفولوجي في تشكيل هشيم المنحدارات على جانبي طريق شرم الشيخ دهب بوادي كيد جنوب شرق سيناء المجلة الجغرافية العربية،الجمعية الجغرافية المصرية،العدد ١٠٥،القاهرة،اصدار خاص.

١٧- صالح،احمد سالم(١٩٨٩):الاخطار الطبيعية على القطاع الشرقى من طريق نويبع/النفق الدولى ،دراسة جيومورفولوجية،المجلة الجغرافية العربية،العدد الحادى والعشرين.

١٨–صالح، كريم مصلح(١٩٩٥):الحافة الجبلية فيما بين رأس بكر والزعفرانة،دراسة جيومورفولوجية،رسالة دكتوراه،كلية الاداب،عين شمس.

١٩–صالح،كريم مصلح(٢٠٠٠):الاخطار الطبيعية على الجانب الشرقى لوادى النيل بين اولاد يحيي جنوباً والسلامونى شمالاً دراسة جيوموفولوجية،مجلة كلية الاداب،جامعة جنوب الوادى،العدد ٢٣،الجزء الاول،اصدار خاص.

٢٠– طعمة،نادية حاتم(٢٠٢١):النمذجة المكانية للمخاطر الجيومورفولوجية و انعكاساتها على طرق النقل(جبل مركة سور في محافظة اربيل انموزجاً)،مجلة لارك كلية الاداب،جامعة واسط ،٢٠٢١.

٢١–عبد الحميد،صبحى عبد الحميد(٢٠٢٣):النمذجة الجيومكانية لأخطار حركة المواد الصخرية على منحدرات طريق عقبة ضلع عسير،المملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية،المجلة العلمية لكلية الاداب،جامعة دمياط،العدد الرابع.

٢٢–عبد الكريم،أشرف احمد(٢٠٢٤):نمذجة خريطة أخطار السيول محكاتها وادارتها فى المناطق العمرانية بالمدينة العربية مدينة الخرج المملكة العربية السعودية انموذجاً استناداً الى التكامل ما بين نموذجى(HEC–HMS) و(HEC–RAS)،مجلة الجمعية الجغرافية العربية،العدد ١٩٣،اصدار خاص.

٢٣–على،أحمدعبدالسلام(٢٠٠٠):بعض الأخطار الطبيعية بالطرق البرية شمال عمان،دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية،مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية،الكويت.

٢٤–عيد،حمدى نبيه(٢٠٢٥):النمذجة الهيدروجيومورفولوجية لتحديد المواضع المثلى لحصاد مياه الجريان السيلي بحوض وادي الجمال مجلة كلية الاداب جامعة سوهاج،العدد ٧٤ ،الجزء الاول.

٢٥– محسوب،محمد صبرى محسوب(١٩٩٧):جيومورفولوجية الاشكال الارضية،دار الفكر العربى،القاهرة.

٢٦-محسوب،محمد صبرى محسوب(٢٠٠٠):الاطلس الجيومورفولوجي- معالجة تحليلية للشكل و العملية،دار الفكر العربى،القاهرة.

٢٧-محمد،ريهام عبدالستار(٢٠٢٢):التحليل الجيومكانى للحوادث المرورية بطريق القاهرة-أسيوط الصحراوي الشرقي،دراسة في جغرافية النقل،مجلة كلية الاداب والعلوم الانسانية،جامعة قناة السويس،العدد٤٢.

٢٨-محمد،نجلاء سيد(٢٠٢٥): نماذج للتعرية الساحلية بخور شم- محافظة مسندم سلطنة عمان دراسة جيومورفولوجية،مجلة الجمعية الجغرافية،مجلد ٥٦،العدد١٩٩،اصدار خاص.

٢٩- نوح،ناصر عبد الهادى و دندراوى،محمد الراوى(٢٠٢٤):التقييم الجيومورفولوجي للاخطار الطبيعية على طريق وادي الريان- الوحات البحرية:دراسة تطبيقية بأستخدام تقنيات الجيومتكس،مجلة كلية الاداب و العلوم الانسانية،جامعة قناة السويس،المجلد٧،العدد٤٩.

٣٠-هلالى،عبير علي فرغلي(٢٠٢٣):التقدير الكمي لحجم التعرية الريحية بمنطقة مرسى مطروح،مجلة الجمعية الجغرافية العربية،مجلد ٥٤،العدد ٨١ .

ثالثاً: المراجع الاجنبية.

1-Ahmed,M,and Norbert,H.,(2009);slope stability hazerd Assessment and mitigation methodlogy a long eastern Desert Aswan-Cairo Highway,Egypt.EarthSci.journal,Vol.20.No.2.

2-Beheiry .S . (1967) Geomorphology of Western Desert Between Sohag & Nag Hamadi . Bull . soc . Geog . Egypt , Vol . 40 , pp .35-62.

3Darwish,M.H.,Megahed,H.A,Farrag,A.E.H.A&Sayed,A.G.,2020; Geo Environmental Changes and their impact on Development of Limestone Plateau,west of Assiut,Egypt.J.Indian Soc.Remote Sens.,48(12).

4-Elaryan, A.A. (2004) ;Geologyof louxor area M.sc. Thesis , Geology . Dept.fac. sci. Aswan university , Egypt.

5-El_Bayomi,M,G.,(2007): The Geomorphological Hazards in the Antiquities area West of Qena Bend, A study in Applied Geomorphology., Journal of Applied Sciences Research, INS Inlet Publication.3(3):175-184.

6-El_Bayomi,M,G.,(2011): Geomorphometric Analysis of ElMahamid catchment area ,Esna , Egypt., Egypt. Bulletin of the Egyptian geographical society Vol,Lxxxiv.

7- El-Fakharany,M.,et al.,(2022): Flash flood hazard assessment and prioritization of sub-watersheds in Heliopolis basin, East Cairo, Egypt., Arabian Journal of Geosciences.

8-Embabi,N.S .(1976-77) slope form of Barchan Dunes of the Kharga & Dakhla De-pression ,Bull .Soc .Geogr.d Egypt,vol.49-50, p.13-27.

9-Goudie, A., 2013. Arid and semi-arid geomorphology. CambridgeUniversity Press, Cambridge, 454 p.

10-Hamed,Hussen Karem & Mahalla ,Zenab Khallefa,(2024):- Surface runoff modeling of the Estern valley basins in wasit Governorate,Journal of Education College-Wasit University.

11- Hagos ,Y,et al.,(2022): Flood hazard assessment and mapping using GIS integrated with multi-criteria decision analysis in upper Awash River basin, Ethiopia, Applied Water Science .

12-Kenneth Walton.,(1969):The Arid Zones,Hutchinson’s University Series in Geography, London.

13- Ivan,and et al .,(2013), Modeling the uncertahnty of slope Est imation from Alider –Deriver DEM :A case study from Alarge-Scale area in the Czech Republic,Geoscience Engineering Journal Vol.LIX,No.

14- Laity , J . E . (2008) Deserts & desert Environments , Ajohn Wiley & sons ,Inc , publication ,U K.

15-Masoud,et al.,(2024): Flash food prediction in Southwest Saudi Arabia using GIS technique and surface water models, Applied Water Science.
16− Merz, B.; Aerts, J.; Arnbjerg-Nielsen, K.; Baldi, M.; Becker, A.; Bichet, A. (2014), "Floods and climate: Emerging perspectives for flood risk assessment andmanagement". Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 14, Issue 7, pp1921–1942.
17− Obroh, O.; Sambo, G. (2022), "Flood Vulnerability Mapping of River Ngadda Using Geospatial and Remote Sensing Techniques Maiduguri Metropolis, Borno State", Research Square, Vol. 1, pp 1-22.
18-Peng,et al,(2021), Analysis of vehicle skidding potential on horizontal curves, Accident Analysis and Prevention, Volume 152.
19-Poussin, J.K.; Botzen, W.; Aerts, H. (2014), "Factors of influence on flood damage. mitigation behavior by households". Environ. Sci. Policy., Vol. 40, pp 69–77.
20- Pye,K.,(1994): Sediment Transport and Depositional Processes, Blackwell Scientific Publications,Oxford.
21- Pye , K . & Tsoar . H , (2009) Aeolian sand & sand Dunes Springer - verlag Berlin Heidelberg , Germany.
22-Said,R.(1962); the Geology of Egypt.Elsevier publishing Company,Amsterdam,377.
23-Van Wasten, C. (2005)Landslide Hazard and Risk Assessment, ITC, Enschede, The Netherlands From: http//www.ITC.n1.
24-Young ,A.,(1972): Slopes ,Oliver and Boyd ,Edinburgh.
25-Youssef,A.,&Maerz,N.,(2009):Slope Stability Hazard Assessment and Mitigation Methodology along Eastern Desert Aswan-Cairo Highway, Egypt, Journal of King Abdulaziz University, EarthSciences.
26− Youssef, A.; Pradhan, B.; Hassan, A. (2011), "Flash Flood Risk Estimation Alongthe St. Katherine Road, Southern Sinai,

Egypt Using GIS Based Morphometry and Satellite Imagery", Environmental Earth Sciences, Vol. 62, pp 611-623.

27- Zhang, Y.,et al.,(2023): Risk assessment of roadway networks exposed to landslides in mountainous regions-a case study in Fengjie County, China, Landslides,Volume 20, Issue 7, Pages 1419 –143.

Assessment of Geomorphological Hazards in the Eastern Sector of Luxor - Kharga Oasis Road :A Study in Applied Geomorphology Using GIS

Abstract:

This study examines the assessment of geomorphological hazards in the eastern sector of the main road connecting the Nile Valley in the east with the Egyptian oases (Kharga) in the west. It is an applied geomorphological study that investigates the natural geographical characteristics of the study area, which greatly influence the presence of such geomorphological hazards. The research also highlights the various types of hazards affecting the eastern sector of the road—such as flash floods, mass movements on slopes, road curvature, and shadow dunes—and explores methods to mitigate their impact. Moreover, it emphasizes the role of GIS, spatial modeling, and modeling techniques in determining spatial suitability, assessing hazard intensity, and selecting the most appropriate locations for the construction and design of main roads, based on a Multi-Criteria Evaluation (MCE) approach.

Keywords: Eastern Sector of the Luxor–Kharga Oasis Road, Geomorphological Hazards, Geographic Information Systems (GIS), Spatial Modeling.