

**أخطار الجريان السيلي على طريق قنا -  
الأقصر الصحراوي الشرقي: دراسة في  
الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام  
تقنيات الجيوماتكس**

مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية محكمة)

**د. أحمد عبدالفتاح حسين أبوحديد**

مدرس الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية

قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة جنوب الوادي

**DOI: 10.21608/QARTS.2023.214597.1689**

مجلة كلية الآداب بقنا - جامعة جنوب الوادي - المجلد (٣٢) العدد (٥٩) أبريل ٢٠٢٣

ISSN: 1110-614X الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة

ISSN: 1110-709X الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية

<https://qarts.journals.ekb.eg>

موقع المجلة الإلكتروني:



## أخطار الجريان السيلي على طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام تقنيات الجيوماتكس

### الملخص:

يهدف البحث إلى دراسة وتقييم أخطار الجريان السيلي على طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي باستخدام تقنيات الجيوماتكس، وتحديد القطاعات المعرضة للسيول، ولتحقيق ذلك تمت دراسة الخصائص الجيولوجية والمناخية للمنطقة، والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف، اعتمادًا على تحليل صور الأقمار الصناعية ونماذج الارتفاعات الرقمية والخرائط الطبوغرافية، وقد توصلت الدراسة إلى تصنيف أحواض التصريف بالمنطقة إلى ثلاث فئات حسب درجة خطورتها، وأظهرت الدراسة أن هناك ١٧ موضعًا من الطريق تتعرض لدرجة خطورة عالية، وذلك بما يعادل ٤٥,٤٪ من طول الطريق، ومن ثم اقترحت الدراسة الطرق والوسائل المناسبة لدرء خطر الجريان السيلي على الطريق.

**الكلمات المفتاحية:** الجيومورفولوجيا التطبيقية، الجريان السيلي، طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي، الجيوماتكس.

## مقدمة

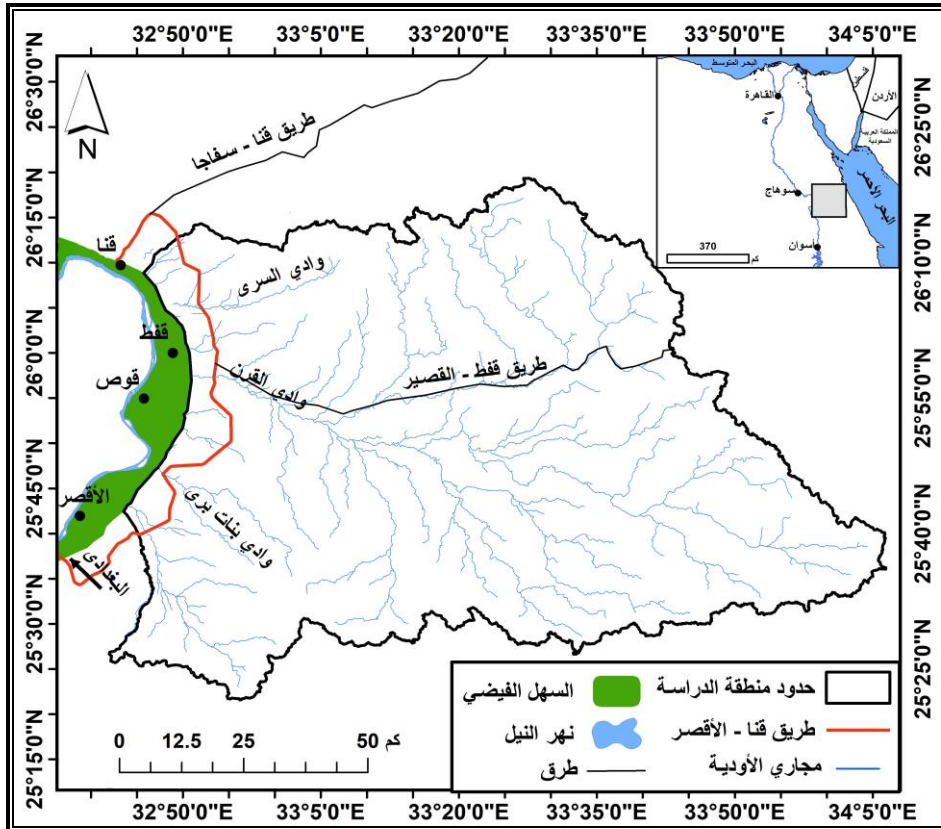
تقوم الدولة بجهود كبيرة لتنمية الظهير الصحراوي الشرقي لوادي النيل فيما بين محافظتي قنا والأقصر، خاصة وأن هذه المنطقة تمتلك المقومات الطبيعية من ناحية، وقربها من وادي النيل والمرافق وتوفر القوي العاملة من ناحية أخرى؛ لذا شرعت الدولة بإنشاء طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي لربط المنطقة بالطرق والمحاور الأخرى، ونظرًا لأهمية الطريق، تم رفع كفاءته وازدواجه، وهو ما ضاعف من عرض الطريق من ١١,٥ مترًا إلى ٢٣ مترًا، الأمر الذي يساهم في تنمية منطقة الدراسة بصفة خاصة ومنطقة المثلث الذهبي<sup>(١)</sup> بصفة عامة، وخلق مجتمعات عمرانية جديدة تشكل مناطق جذب للسكان، مما يعمل على تخفيف الضغط السكاني على مناطق العمران في وادي النيل.

تهدف الدراسة الراهنة إلى تحديد مناطق أخطار الجريان السيلي على طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي باستخدام تقنيات الجيوماتكس، ويأتي مصدر هذا الخطر؛ نتيجة الحدوث المفاجئ للسيول من ناحية، وسرعة تدفق المياه وما تحمله من رواسب وما تجرفه من كتل صخرية، تؤدي إلى تخريب وتدمير المناطق التي تتعرض لها (دسوقي، ٢٠٠٠، ص ٣١٢-٣١٣). وقد جاءت فكرة البحث بسبب التكرارية العالية للسيول كما يظهر السجل التاريخي للجريان السيلي بمنطقة الدراسة، وإغلاق الطريق وتوقف حركة المرور عليه أكثر من مرة، وتعرض بعض قطاعاته للتدمير، بسبب السيول، فعلي سبيل المثال لا الحصر، تم إغلاق الطريق أكثر من مرة في السنوات القليلة الماضية، كان آخرها في نوفمبر ٢٠٢١ من أجل إصلاحه وصيانته؛ لذا يركز البحث على دراسة وتحليل أحواض وشبكات التصريف؛ لتحديد درجات خطورة الأودية ووضع الحلول المناسبة لها، وتحديد المواضع التي تتعرض للجريان السيلي، وتطبيق التقنيات الحديثة في تقدير وتوقع كمية الجريان المائي.

(١) يعد مشروع المثلث الذهبي أحد أهم المشروعات القومية الكبرى التي تخدم منطقة جنوب مصر باعتباره أحد المشروعات التنموية التي تعتمد على المقومات التعدينية، ويقع المشروع في الصحراء الشرقية ويمتد فيما بين قنا وقفت وسفاجا والقصير.

## موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة على الجانب الشرقي لوادي النيل بين دائرتي عرض  $30^{\circ}$  و  $21^{\circ}$  و  $20^{\circ}$  و  $19^{\circ}$  شمالاً، وبين خطي طول  $18^{\circ}$  و  $43^{\circ}$  و  $32^{\circ}$  و  $25^{\circ}$  و  $34^{\circ}$  شرقاً (شكل ١). وتبلغ مساحة منطقة الدراسة نحو  $9195,5$  كم<sup>٢</sup>، ويربط طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي بين محافظتي قنا والأقصر، ويبلغ طوله  $17,5$  كم، ويسير في اتجاهين، بعرض إجمالي يبلغ  $23$  مترًا، بواقع  $11,5$  م لاتجاه (٣ حارات مرورية لكل اتجاه) (لوحة ١). ويعد هذا الطريق من الطرق المهمة التي تتيح سهولة الوصول بين محافظتي قنا والأقصر والبحر الأحمر، حيث يرتبط هذا الطريق بطريق قنا - سفاجا، وطريق قفط - القصير، وبالتالي فإنه يسهل حركة الرحلات من وإلى مدن البحر الأحمر لزيارة مدينة الأقصر التاريخية، وتتمثل الخطورة على هذا الطريق في أن الأودية المنحدرة من مرتفعات البحر الأحمر باتجاه الوادي تقطعه في أكثر من موضع (شكل ٢).

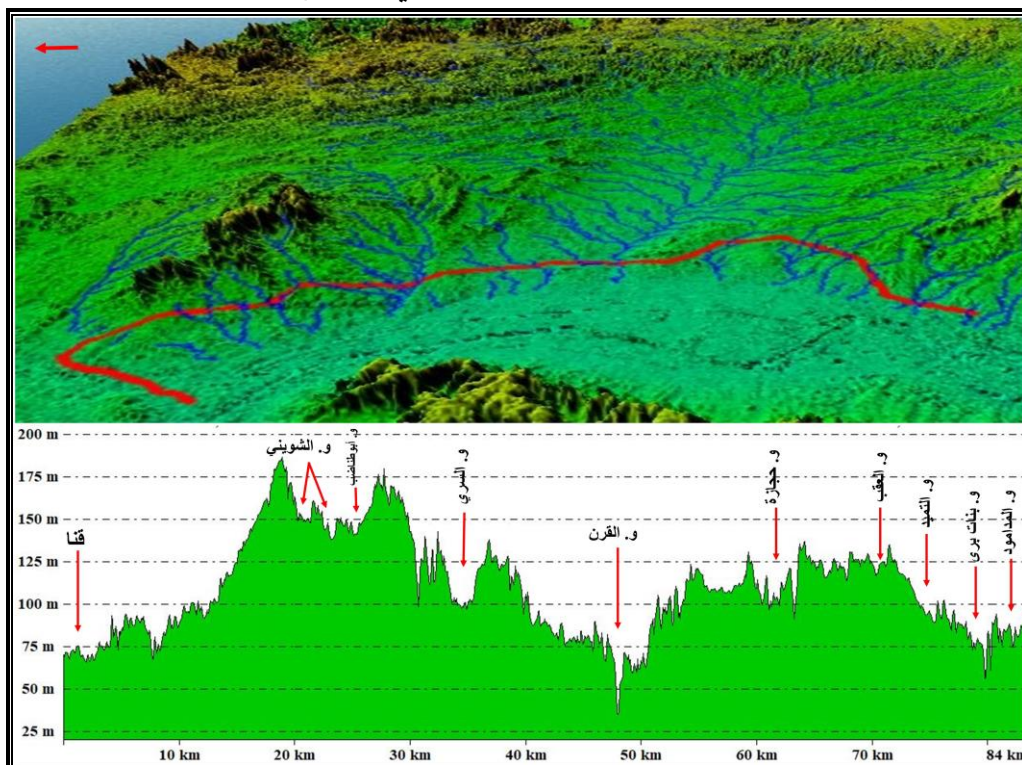


المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:25000 لعام ٢٠١١.

شكل (١): موقع منطقة الدراسة.



لوحة (١): طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي بعد رفع كفاءته وازدواجه.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠ لعام ٢٠١١.

شكل (٢): قطاع تضاريسي لمسار طريق قنا - الأقصر الصحراوي والأودية التي تقطعه.

**أهداف البحث:**

تهدف الدراسة إلى:

- دراسة الخصائص الجيولوجية والمورفومترية لأحواض وشبكات التصريف وأثرها على الجريان السيلي بالمنطقة.
- تقدير حجم الجريان السيلي باستخدام تقنيات الجيوماتكس، وتحديد مواضع الخطر على طريق قنا - الأقصر الصحراوي، لاتخاذ التدابير اللازمة لحمايته.
- رسم خريطة جيومورفولوجية لتحديد المناطق التي تتعرض لأخطار الجريان السيلي.
- تقييم وسائل تصريف مياه السيول الحالية ووضع مجموعة من الحلول والمقترحات لمجابهة خطر الجريان السيلي على الطريق.

**مناهج الدراسة وأساليبها:**

اعتمدت الدراسة على المنهج الأصولي، حيث تم من خلاله دراسة عامة للمنطقة، والمنهج التطبيقي في دراسة أخطار الجريان السيلي على الطريق، كما استعانته الدراسة بالأسلوب الكمي في دراسة التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف، وذلك من خلال تطبيق العديد من المعادلات الرياضية، واستخدام الأسلوب الخرائطي في رسم الخرائط والأشكال البيانية بطريقة آلية ببرنامج Arc GIS V.10.7.

**مصادر الدراسة:**

اعتمدت الدراسة على عدة مصادر لتحقيق أهداف البحث، وهي:

- (١) **العمل الميداني:** اعتمد البحث على العمل الميداني في دراسة المنطقة، وتقييم طرق الحماية الحالية من خلال قياس عمق المخرات واتساعها، وقطر فتحات البرابخ، وارتفاعات السدود، والتحقق من مواضع الكباري والسدود والبحيرات الاصطناعية التي اقترحتها الدراسة بناءً على درجة خطورة الأودية على الطريق، والتقاط العديد من الصور الفوتوغرافية، وقد تمت الدراسة الميدانية على مرتين، كانت الأولى في ٢٧ أكتوبر ٢٠٢٢، والثانية لمدة ثلاثة أيام من ٢٤-٢٦ ديسمبر ٢٠٢٢.

(٢) الخرائط: اعتمدت الدراسة على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠، إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة، عام ١٩٩١، ومقياس ١:٢٥٠٠٠، إدارة المساحة العسكرية، عام ٢٠١١، والخرائط الجيولوجية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ لوحات (الأقصر، جبل حماطة)، إنتاج الهيئة المصرية العامة للبترول، كونوكو كورال، عام ١٩٨٧، ومقياس ١:٥٠٠٠٠٠، إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية والثروة المعدنية، عام ٢٠٠٣، والخريطة الجيولوجية لجنوب الصحراء الغربية مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية والثروة المعدنية بالتعاون مع الهيئة القومية للاستشعار عن بعد وعلوم الفضاء، عام ٢٠٠٥.

(٣) المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمية: اعتمدت الدراسة علي نموذج الارتفاع الرقمي PALSAR<sup>(١)</sup> بدقة ١٢,٥ متر، و SRTM<sup>(٢)</sup> بدقة ٣٠ متر، بالإضافة إلى مرئيات القمر الصناعي Landsat و Sentinel و صور Google Earth عالية الدقة.

(٤) البيانات المناخية: تم الاعتماد على البيانات المناخية لمحطتي قنا والأقصر، وموقع *tutiempo*<sup>(٣)</sup>.

(٥) الدراسات السابقة: تتعدد الدراسات الجيومورفولوجية التي تناولت أخطار الجريان السيلي في المناطق الجافة، لكن لا توجد أية دراسة تناولت أخطار السيول علي طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي، ولكن هناك عدة دراسات استفاد منها البحث، كالدراسات التي اعتمدت على التقنيات الحديثة في تقدير الجريان السيلي، والدراسات التي تناولت منطقة الدراسة أو جزء منها، مثل دراسة (نوح، ٢٠٠٧) عن جيومورفولوجية المراوح الفيضية على الجانب الشرقي لوادي النيل بين وادي خريط جنوباً ووادي قنا شمالاً، ودراسة (دندراوي، ٢٠١٤) عن الجيومورفولوجيا التطبيقية لوادي النيل فيما بين الأقصر وقنا، ودراسة (الغامدي، ٢٠١٥) عن تقدير خطر السيول شرقي مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وتناولت دراسة (Abdel-Fattah et al., 2017) النمذجة الهيدرولوجية

(1) Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar

(2) Shuttle Radar Topography Mission

(3) <https://en.tutiempo.net>



للسيول في وادي قنا، ودراسة (Abd El-Aziz, 2018) عن تقييم وإنتاج خريطة أخطار الجريان السيلي لوادي غرندل- جنوب غرب سيناء، بناءً على التحليل المورفومتري باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد RS ونظم المعلومات الجغرافية GIS، وتناولت دراسة (خطاب وسليم، ٢٠٢١) النمذجة الهيدرولوجية في حوض وادي القرن، كما عرضت دراسة (Arnous et al., 2022) لطرق تقييم أخطار السيول في رأس غارب باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت إلى تحديد مخاطر السيول في أحواض رأس غارب وأحواضها الفرعية وتصنيفها إلى ثلاث فئات حسب درجة خطورتها.

### أولاً: الخصائص الجيولوجية:

تعد العوامل الجيولوجية من أهم العوامل المتحكمة في الجريان السيلي بمنطقة الدراسة، لدورها في تحديد الفاقد بالتسرب، وكثافة التصريف وغيرها، ويمكن تناولها كما يلي:

(١) **التكوينات الجيولوجية:** تتنوع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة، ولهذا التنوع أثره على الشكل العام لأحواض التصريف، حيث يعد نوع الصخر من العوامل الرئيسة المؤثرة على الجريان السيلي، كما يعمل ارتفاع النفاذية والمسامية على زيادة الفاقد بالتسرب. وفيما يلي دراسة للتوزيع الجغرافي لأنواع الصخور وخصائصها ومساحتها ونسبتها من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة (شكل ٣) و(جدول ١).

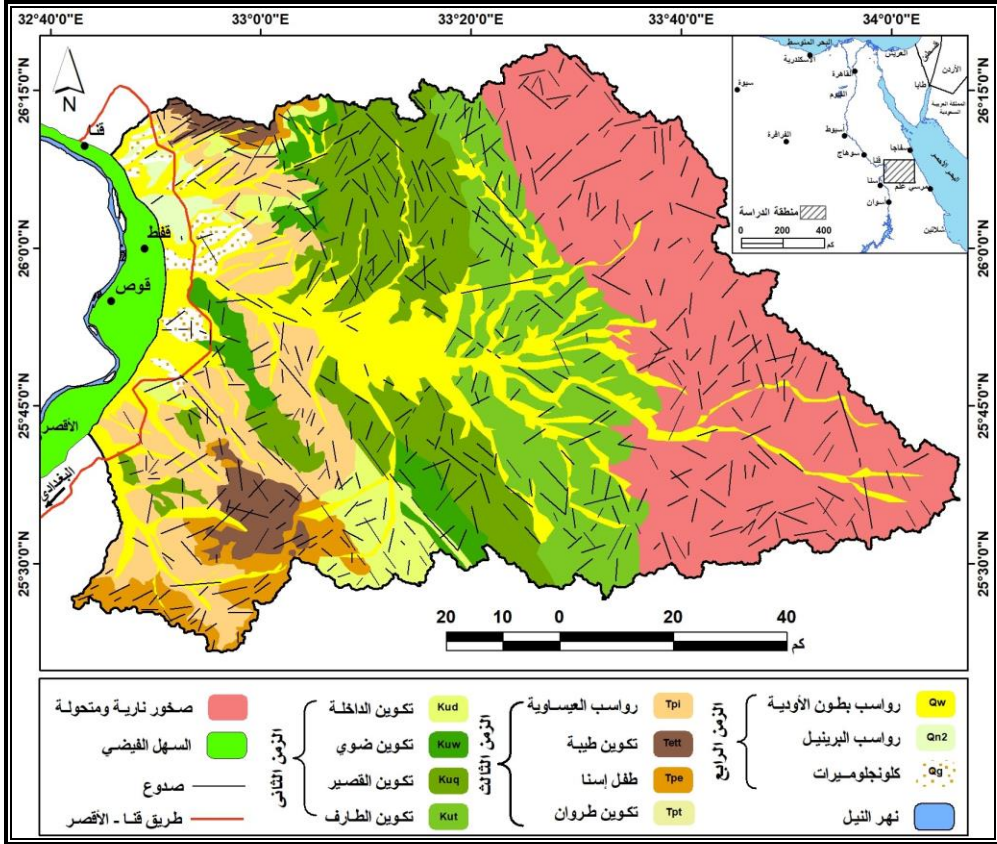
(أ) **التكوينات الأركية:** تتمثل في الصخور النارية والمتحولة التي تغطي الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، وتعد أقدم أنواع الصخور، وتمثل الأساس القاعدي للصخور الرسوبية، وتتوزع هذه التكوينات في المنابع العليا لوادي القرن، وتبلغ مساحتها ٢٥٨١,٣ كم<sup>٢</sup>، بما يمثل ٢٨,١٪ من مساحة المنطقة، وتمثل أكثر المناطق من حيث الارتفاع والوعورة، كما أنها تتسم بقلّة النفاذية، مما يساعد على زيادة فرص توالد الجريان السطحي في الأودية التي تقطع الطريق.

جدول (١): مساحة التكوينات الجيولوجية، ونسبتها المئوية بمنطقة الدراسة.

الزمن	العصر	التكوين	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	المساحة (%)
الرابع	البليوستوسين والهولوسين	رمال وحصي	١٦٧٦,٣	١٨,٢
		وكونجلوميرت		
الثالث	البلايوسين	رواسب العيساوية	٩٩٣,٧	١٠,٨
		الإيوسين	٢٢٩,١	٢,٥
	الباليوسين	طفل إسنا	٣٤٠,٣	٣,٧
		طروان	٢٩٤,٦	٣,٢
الثاني	الكريتاسي	الداخلة	٣٥٠,١	٣,٨
		ضوى	٣١٦,٣	٣,٤
		القصير	١٢١٨,٢	١٣,٢
		الطارف	١١٩٥,٦	١٣
الاركي	صخور ما قبل الكامبري	صخور نارية و متحولة	٢٥٨١,٣	٢٨,١
جملة			٩١٩٥,٥	١٠٠%

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على القياس الآلي من (شكل ٣) باستخدام برنامج Arc Map.

(ب) **تكوينات الزمن الثاني:** تغطي نحو ٣٣,٥% من مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل في تكوينات (ضوي، الداخلة، القصير، الطارف)، ويظهر تكوين ضوي في ٣,٤% من مساحة المنطقة، ويتألف من صخور الحجر الجيري وطبقات المارل (لوحة ٢)، وقد ترسبت هذه التكوينات تحت ظروف بيئية بحرية؛ لذا فهي غنية بحفرياتها (حسب الله، ٢٠١٢، ص ٣٥)، وتوجد تكويناته في وادي القرن وفي المنابع العليا لوادي الشيخ عيضة، وفي وادي السري على شكل شريط يمتد من الجنوب إلى الشمال، يتراوح متوسط عرضه ١,١ كم. بينما تتألف تكوينات الداخلة من طبقتين: تتكون الطبقة الأولى من مارل أصفر عند القاعدة بسمك ٥٠ متراً، في حين تتكون الطبقة الثانية من طفل أخضر إلى رمادي عند القمة بسمك ٢٥ متراً (Geological Map of wadi Qena, 1983)، وتبلغ مساحتها ٣٥٠,١ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ٣,٨% من مساحة المنطقة. ويغطي تكوين القصير والطارف نحو ١٣,٢% و ١٣% بالترتيب، وتتألف تكوينات القصير من طبقات الطفل مع تداخلات من الحجر الرملي.



المصدر: اعتمادًا على الخرائط الجيولوجية: مقياس ١: ١٠٠٠٠٠، إنتاج الهيئة المصرية العامة للبترول، لعام ١٩٨٧، ومقياس ١: ٥٠٠٠٠٠. إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية والثروة المعدنية، لعام ٢٠٠٣ باستخدام برنامج Arc Map.

### شكل (٣): التكوينات والبنية الجيولوجية بمنطقة الدراسة.

(ج) **تكوينات الزمن الثالث:** تغطي تكوينات الزمن الثالث نحو ١٨٥٧,٧ كم<sup>٢</sup>، بما يعادل ٢٠,٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويقتصر وجودها على تكوينات تنتمي لعصور الباليوسين والإيوسين والبلايوسين، وتتمثل تكويناته في رواسب العيساوية، حيث تبلغ المساحة التي تغطيها نحو ٩٩٣,٧ كم<sup>٢</sup>، بنسبة ١٠,٨٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتتألف أساسًا من رواسب رملية وحصوية، ويصل متوسط سمكها إلى نحو ٤٥ مترًا (نوح، ٢٠٠٧)، وتظهر هذه الرواسب بالأجزاء الدنيا للأودية في شكل شريط يمتد من الجنوب إلى الشمال، كما تعود تكوينات طيبة إلى عصر الإيوسين، وتشكل ٢,٥٪ من مساحة المنطقة، وتتألف من الحجر الجيري والمارل الذي يتداخل مع بعض العقد

الصوانية، وتكويناته سهله التجوية والتعرية، بينما ينتمي طفل إسنا إلى عصر الباليوسين، ويوجد أسفل تكوين طيبة الذي ينتمي إلى عصر الإيوسين، ويتألف من الطفل الرمادي الداكن والرمادي المخضر بسك يبلغ ٥٥-٦٠ مترًا ( Khalil et al.,2016,P.149)، ويظهر تكوين طروان على شكل طبقة تتحصر بين تكوين الداخلة في الأسفل وطفل إسنا أعلاها، ويبلغ سمكها ٢٠ مترًا (Sallam et al.,2020,p.3)، ويغطي ٣,٢٪ من مساحة منطقة الدراسة.

(د) **تكوينات الزمن الرابع:** تغطي تكوينات الزمن الرابع ١٨,٢٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتتوزع في بطون وجوانب الأودية والمراوح الفيضية وأقدام المنحدرات، وتتألف من الرمال والحصى والجلاميد، وتتسم بأنها خشنة في القطاعات العليا من الأودية، ثم تتدرج في النعومة حتى تصل إلى أطراف المراوح الفيضية.



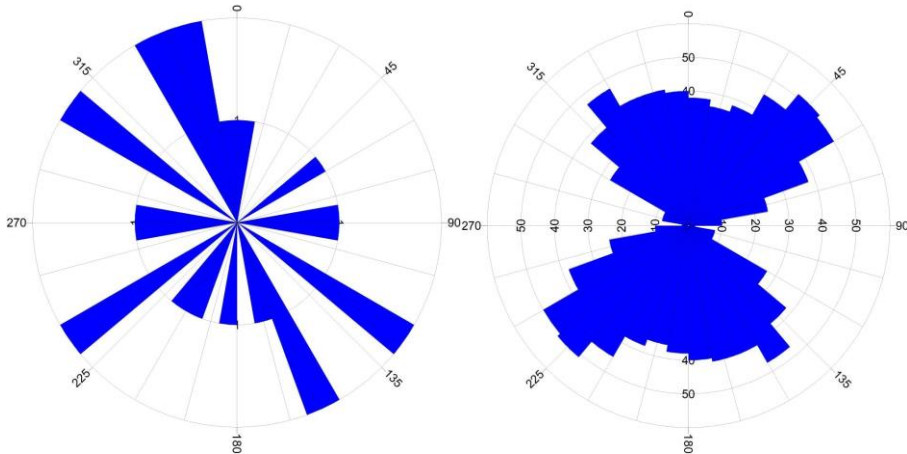
المصدر: العمل الميداني.

**لوحة (٢):** تنوع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة.

## (٢) البنية الجيولوجية:

بلغ عدد الصدوع في منطقة الدراسة ٥٨٢ صدع تأخذ اتجاهات مختلفة، ويصل مجموع أطوالها ٢٠٢٩,٨ كم، بمتوسط ٣,٥ كم، وتبلغ كثافة الصدوع نحو

٠,٢٢ صدع/كم<sup>٢</sup>، ويتضح من (شكل ٤) سيادة الصدوع في اتجاه شمال شرق-جنوب غرب، حيث بلغت ٢٠٣ صدعًا، بنسبة ٣٣,٩٪ من إجمالي أعداد الصدوع بالمنطقة، ونحو ٣٣,٢٪ من إجمالي أطوال الصدوع بمنطقة الدراسة، يليه الاتجاه جنوب شرق/شمال غرب، بنسبة ٣٤٪ من إجمالي أعداد الصدوع، ويأتي الاتجاه شرق - غرب في المرتبة الأخيرة، بنسبة ٩,٥٪ من إجمالي أعداد الصدوع، بطول إجمالي بلغ ٩,٧ كم. وتؤثر كثافة الصدوع بمنطقة الدراسة على انتشار الشقوق والفواصل في الصخور، وبالتالي زيادة معدل تسرب المياه في مسام التربة، كما أنها ساهمت في توجيه العديد من مجاري الأودية والروافد التي اتخذت على طول محاورها المظهر الخطي شبه المستقيم.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على برنامج Rockworks.

شكل (٤): اتجاهات وأطوال الصدوع بمنطقة الدراسة.

ثانيًا: الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف:

تعطى الدراسة المورفومترية تصورًا واضحًا عن أحواض وشبكات التصريف، وبالتالي فهم السلوك الجيومورفولوجي للجريان السيلي بالمنطقة، وتضم منطقة الدراسة ١٣ حوضًا تصريفيًا، تنحدر من الصحراء الشرقية باتجاه وادي النيل، وما يزيد من خطورة هذه الأحواض، أنها تتعامد على طريق قنا - الأقصر الشرقي، وتقطعه في أكثر من موضع، مما يشير إلي زيادة فرص تدميره حال حدوث أي جريان سيلي.

ويمكن تناول التحليل المورفومتري لأحواض التصريف (جدول ٢) كما يلي:

جدول (٢): الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة.

الأحواض	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	طول الحوض (كم)	عرض الحوض (كم)	المحيط (كم)	الاستدارة	الاستطالة	معامل الشكل	نسبة الطول / العرض
الشويني	٥٦,٢	١٥,٣	٣,٧	٣٩,٩	٠,٤٤	٠,٢٨	٠,٢٤	٤,١٧
أبو طناب	٥٣,٧	١٦,٩	٣,٢	٤١,١	٠,٤٠	٠,٢٤	٠,١٩	٥,٣٢
السري	٤٠٩,٣	٣٨,٧	١٠,٦	١٠٨,٧	٠,٤٤	٠,٣٠	٠,٢٧	٣,٦٦
عزبة جبريل	٨,٣	٧,٥	١,١	١٧,٦	٠,٣٤	٠,٢٢	٠,١٥	٦,٧٨
الشيخ عيضة	١٠٤,٣	٢٢,١	٤,٧	٥٨,٣	٠,٣٩	٠,٢٦	٠,٢١	٤,٦٨
القرن	٧٢٢٩,٥	١٣٠,٢	٥٥,٥	٥٢٣,٦	٠,٣٣	٠,٣٧	٠,٤٣	٢,٣٤
الحجيات	٦٤,٢	١٤,٣	٤,٥	٤٤,٢	٠,٤١	٠,٣٢	٠,٣١	٣,١٩
حجزة	٨٩,٣	٢١,٩	٤,١	٥٨,٧	٠,٣٣	٠,٢٤	٠,١٩	٥,٣٧
العقب	٣٧,٦	٢٠,٦	١,٨	٤٧,٢	٠,٢١	٠,١٧	٠,٠٩	١١,٢٩
التميد	٢٣,٨	١٢,٧	١,٩	٣٢,١	٠,٢٩	٠,٢٢	٠,١٥	٦,٧٨
بنات بري	٢٦٣,٥	٣٦,٢	٧,٣	٩٦,٤	٠,٣٦	٠,٢٥	٠,٢٠	٤,٩٧
خزام	٣٤,٤	١٥,٥	٢,٢	٣٥,٩	٠,٣٤	٠,٢١	٠,١٤	٦,٩٨
المدامود	٧٤٠,١	٤٥,١	١٦,٤	١٥٢,٩	٠,٤٠	٠,٣٤	٠,٣٦	٢,٧٥
الإجمالي	٩١١٤,٢	٣٩٧,٠	-	١٢٥٦,٦	-	-	-	-
المتوسط	٧٠١,١	٣٠,٥	٩,٠	٩٦,٧	٠,٤	٠,٣	٠,٢	٥,٣
الانحراف المعياري	١٩٧٢,٦	٣١,٩	١٤,٦	١٣٣,٦	٠,١	٠,١	٠,١	٢,٤
نسبة الاختلاف	٢٨١,٤	١٠٤,٦	١٦٢,٤	١٣٨,٢	١٧,٨	٢١,٤	٤٢,٧	٤٥,١

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥.٠٠٠.

### (أ) مساحة أحواض التصريف:

تعد مساحة الحوض ذات علاقة وثيقة بنظام شبكة التصريف، وذلك فيما يتعلق بأعداد وأطوال المجاري، وارتباط ذلك بكمية التصريف والرواسب التي يلقيها الوادي من جانب، وخطورته من جانب آخر، ورغم العلاقة الطردية بين مساحة الحوض وكمية التصريف، إلا أنه توجد علاقة عكسية بين المساحة والعواصف الرعدية التي تتميز بصغر المساحات التي تغطيها، ومن ثم سقوط الأمطار على جزء صغير من الحوض، الأمر الذي يؤدي إلى جريان سيلي قوي.

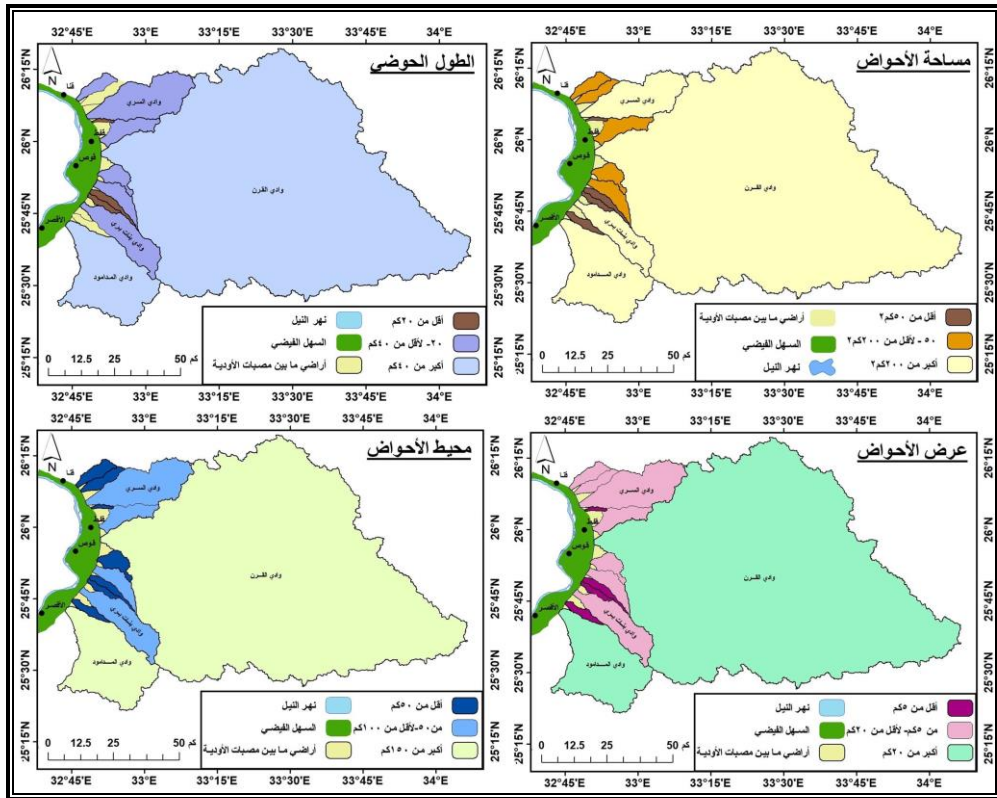
وبتحليل (شكل ٥) يلاحظ أن مساحة أحواض تصريف منطقة الدراسة بلغت ٩١٤٤,٢ كم<sup>٢</sup>، وبمتوسط ٧٠١,١ كم<sup>٢</sup>، وانحراف معياري قدره  $\pm ١٩٧٢,٦$  كم<sup>٢</sup>، وبلغت نسبة الاختلاف ٢٨١,٤٪، وهي نسبة كبيرة للغاية تعكس تفاوتًا شديدًا في مساحة أحواض التصريف، ويعد حوض وادي القرن أكبرها مساحة، حيث بلغت مساحته ٧٢٢٩,٥ كم<sup>٢</sup>، وحوض وادي عزبة جبريل أصغرها مساحة ٨,٣ كم<sup>٢</sup>. وعلى الرغم من كبر مساحة بعض أحواض التصريف بالمنطقة، إلا أنها صغيرة المساحة إذا ما قورنت بحوض وادي فيران في شبه جزيرة سيناء ١٧٨٥ كم<sup>٢</sup> (Alrikabi et al., 2015, P.1594)، ووادي ليث في المملكة السعودية العربية ٣٢٦٢ كم<sup>٢</sup> (Bajabaa et al., 2014, P.2472). ويتسم نحو ٨٤,٦٪ من عدد أحواض منطقة الدراسة بصغر مساحتها، وبالتالي زيادة فرص حدوث الجريان السيلي فيها، خاصة مع سيادة العواصف الرعدية التي تغطي أجزاء صغيرة من أحواض التصريف منطقة الدراسة.

### (ب) أبعاد الأحواض:

(١) **الطول الحوضي:** استخدمت طريقة (Gregory & Walling, 1973, P.50) التي تعتبر طول الحوض هو الخط الواصل بين نقطة المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض، وتبعًا لهذه الطريقة بلغ المتوسط العام لأطوال الأحواض نحو ٣٠,٥ كم، وتتباين تلك الأطوال بين ١٣٠,٢ كم لحوض وادي القرن و ٧,٥ كم لحوض وادي عزبة جبريل، ويعزي ذلك لاختلاف الظروف البنيوية والجيولوجية بالمنطقة، وانعكاس ذلك على عمليات النحت التراجعي للروافد وعمليات الأسر النهري، مما أدى إلى تكوين أودية كبيرة المساحة وأخرى صغيرة المساحة وقصيرة الامتداد. وتحليل (جدول ٢) يتضح أن أكثر من ٣٠,٨٪ من عدد الأحواض تتسم بأن طولها يزيد على المتوسط العام لأطوال أحواض منطقة الدراسة، وهي أحواض كبيرة المساحة نسبيًا، وبالتالي يؤدي ذلك إلى طول رحلة الجريان، وزيادة الفواقد عن طريق التبخر والتسرب، ومن ثم انقطاع الجريان وعدم وصوله للمصب. كما يقل الطول عن المتوسط العام في الأحواض صغيرة المساحة، مما يشير إلى سرعة وصول المياه من منبع الوادي إلى مصبه في فترة زمنية قصيرة كما في أحواض (الشويني، أبوظناضب، عزبة جبريل، الحجيات، خزام).

(٢) عرض الأحواض: يبلغ المتوسط العام لعرض أحواض التصريف ٨,٤ كم، وانحراف معياري  $\pm ٤,٦$  كم ونسبة اختلاف ١٧٤,٣٪، مما يدل على تشتت قيم الأحواض عن متوسطها الحسابي بشكل واضح، ويتراوح عرض الأحواض بين ٥٥,٥ كم لحوض وادي القرن، و ١,١ كم لحوض وادي عزبة جبريل، ويتسم نحو ٧٦,٩٪ من عدد الأحواض بأن عرضها يقل عن المتوسط العام (شكل ٥)؛ مما يشير إلى خطورة الجريان السيلي في هذه الأحواض.

(٣) محيط الحوض: بلغ إجمالي أطوال محيطات الأحواض بالمنطقة نحو ١٢٥٦,٦ كم، بمتوسط عام ٨,٤ كم، وتتراوح الأطوال بين ٥٢٣,٦ كم في حوض وادي القرن و ١٧,٦ كم في حوض وادي عزبة جبريل، وبلغت نسبة الاختلاف ١٣٨,٢٪، مما يشير إلى تباين قيم محيطات الأحواض، وتشتتها عن متوسطها الحسابي. وجدير بالذكر أن هناك علاقة طردية قوية بين المساحة والمحيط، بلغت قيمتها ٠,٩٨٤، فكلما كبرت المساحة زاد طول المحيط والعكس.



المصدر: إعداد الباحث اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠

شكل (٥): مساحة وأبعاد أحواض التصريف بمنطقة الدراسة.



## (ج) أشكال أحواض التصريف:

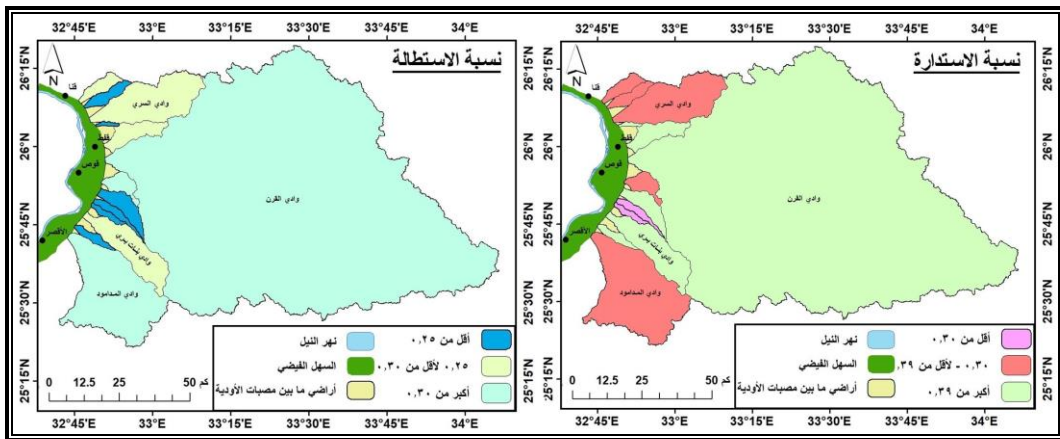
يؤثر شكل الحوض بصفة عامة على كمية الجريان السيلي وقمته، وكمية التبخر والتسرب ووصولها إلى المصب، وتشمل دراسة شكل الأحواض مجموعة من المعاملات الإحصائية، كما يلي:

(١) نسبة الاستدارة: إن الأحواض المستديرة أو التي تميل إلى الاستدارة تتجمع فيها المياه في منطقة مركزية، ومع حدوث عمليات جريان في هذه الروافد، فإن الجريان يصل غالبًا إلى المصب في وقت واحد أو متقارب، مما ينتج عنه فيضان كبير وسريع في الوادي ويصنع قمة حادة (صالح، ١٩٨٩، ص ٣٥)؛ لذا تتسم الأحواض المستديرة بجريان سيلي قوى ومسافة جريان أقصر (Shi,2014,P.34). وبتطبيق المعادلة نجد أن متوسط نسبة الاستدارة بأحواض المنطقة بلغ ٠,٣٦، مما يشير إلى أن معظم أحواض المنطقة تبتعد عن الشكل المستدير، وبانحراف معياري قدره  $\pm 0,1$  ونسبة اختلاف ١٧,٩٪، مما يدل على تجانس قيم الأحواض مع بعضها البعض بشكل عام. ويعد حوضا السري والشويني أكثرها استدارة (٠,٤٤)، مما يزيد من فرص حدوث السيول بهما، وحوض العقب أقلها استدارة (٠,٢١) (شكل ٦)، وبمقارنة نتائج الدراسة بدراسات أخرى نجد أن متوسط نسبة الاستدارة بالمنطقة يزيد على نظيره في حوض وادي الجمال ٠,٢١ (Dewidar,2013,P.125)، وتقل عن نسبة الاستدارة في أحواض منطقة أسبوط ٠,٤٥ (حسن، ٢٠١٣، ص ٧٤٣).

(٢) نسبة الاستطالة: تعبر نسبة الاستطالة عن شكل الحوض، وهي تعد انعكاسًا لأثر الخصائص الجيولوجية والبنوية، إضافة إلى أهميتها في معرفة سرعة الوصول إلى قمة الفيضان في حالة حدوث السيل، وتتراوح نسبة الاستطالة في أحواض منطقة الدراسة بين ٠,٣٧ في حوض وادي القرن، و٠,١٧ في حوض وادي العقب، وبلغ متوسط نسبة الاستطالة نحو ٠,٢٦، بانحراف معياري قدره  $\pm 0,1$  ونسبة اختلاف ٢١,٩٪، مما يشير إلى تجانس القيم مع بعضها البعض وتركزها حول متوسطها الحسابي، وهو متوسط يقترب من متوسط نسبة الاستطالة بوادي باير في المملكة

العربية السعودية ٢٤،٠ (عبدالكريم، ٢٠٢١، ص ٨٥) وتقل عن نسبة الاستطالة في حوض وادي دجلة ٤٢،٠ (Morad et al.,2020,P.34).

(٣) معامل شكل الحوض: يؤثر شكل الحوض على الجريان السيلي، وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى تناسق شكل الحوض، في حين تشير القيم المنخفضة إلى عدم انتظام الشكل (جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٣١٩)، وبتطبيق معادلة (Horton,1932) نجد أن متوسط معامل الشكل بلغ نحو ٠،٢١، وبانحراف معياري  $\pm ٠،١$  ونسبة اختلاف ٤٤،٩٪ مما يشير إلى أن أحواض منطقة الدراسة غير منتظمة الشكل، وبمقارنة نتائج الدراسة بدراسات أخرى نجد أن متوسط معامل الشكل بمنطقة الدراسة يزيد عن حوض وادي أبوميرات بالصحراء الشرقية ٠،٠٨ (حسب الله، ٢٠١٢، ص ٢٦٨)، ووادي دجلة بمنطقة شرق القاهرة ٠،١٢ (Morad et al.,2020,P.43)، ويقل عن نظيره في حوض وادي غرنديل في شبه جزيرة سيناء ٠،٣٤ (Abd el-aziz,2018,P.78). كما بلغ متوسط نسبة الطول إلى العرض نحو ٥،٥، مما يشير إلى زيادة أطوال أحواض المنطقة مقارنة بعرضها؛ ومن ثم تميل إلى الاستطالة أكثر منها إلى الاستدارة.



المصدر: إعداد الباحث اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠

شكل (٦): أشكال أحواض التصريف بمنطقة الدراسة.

## (د) خصائص أسطح الأحواض:

تعد خصائص أسطح أحواض التصريف من العوامل المؤثرة على الجريان السيلي، لارتباط طبوغرافية الحوض بخصائصه الهيدرولوجية، حيث تقل الفواقد مع السطوح شديدة الانحدار، ومن ثم تزيد فرص الجريان بشكل أكبر من السطوح قليلة الانحدار. ويتم دراسة خصائص أسطح أحواض التصريف (جدول ٣) كما يلي:

## جدول (٣): خصائص أسطح أحواض التصريف بالمنطقة.

الأحواض	التضاريس القصوي	نسبة التضرس	التكامل الهيسومتري	انحدار سطح الحوض	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة
الشويني	٤٠٦	٠,٠٢٧	٠,١٤	٣٧,٦٨	١,٠٢	١,٠٩
أبو طناضب	٣٧٤	٠,٠٢٢	٠,١٤	٤٥,١٩	٠,٩١	٠,٨٢
السري	٥٦٩	٠,٠١٥	٠,٧٢	٦٨,٠١	٠,٥٢	١,٥٣
عزبة جبريل	٨٠	٠,٠١١	٠,١٠	٩٣,٧٥	٠,٤٥	٠,١٨
الشيخ عيضة	٢٤٠	٠,٠١١	٠,٤٣	٩٢,٠٨	٠,٤١	٠,٣٢
القرن	٩٩٩	٠,٠٠٨	٧,٢٤	١٣٠,٣٣	٠,١٩	٢,٦٥
الحجيات	١٢١	٠,٠٠٨	٠,٥٣	١١٨,١٨	٠,٢٧	٠,٢٩
حجزة	٢٣٠	٠,٠١١	٠,٣٩	٩٥,٢٢	٠,٣٩	٠,٦١
العقب	٢٢٢	٠,٠١١	٠,١٧	٩٢,٧٩	٠,٤٧	٠,٦٤
التميد	١٥١	٠,٠١٢	٠,١٦	٨٤,١١	٠,٤٧	٠,٤٤
بنات بري	٧٢٦	٠,٠٢٠	٠,٣٦	٤٩,٨٦	٠,٧٥	١,٨٢
خزام	١٧٢	٠,٠١١	٠,٢٠	٩٠,١٢	٠,٤٨	٠,٤٨
المدامود	٧٠٥	٠,٠١٦	١,٠٥	٦٣,٩٧	٠,٤٦	١,٩
المتوسط	٣٨٤,٢	٠,٠١٤	٠,٨٩	٨١,٦	٠,٥٢	٠,٩٨
الانحراف المعياري	٢٨٣,٥	٠,٠٠٦	١,٩٣	٢٧,٦	٠,٢٤	٠,٧٦
نسبة الاختلاف	٧٣,٨	٤٠,٩	٢١٥,٢	٣٣,٨	٤٤,٩	٧٧,٨

المصدر: اعتمادًا على نماذج الارتفاع الرقمية والخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٢٥٠.٠٠٠.

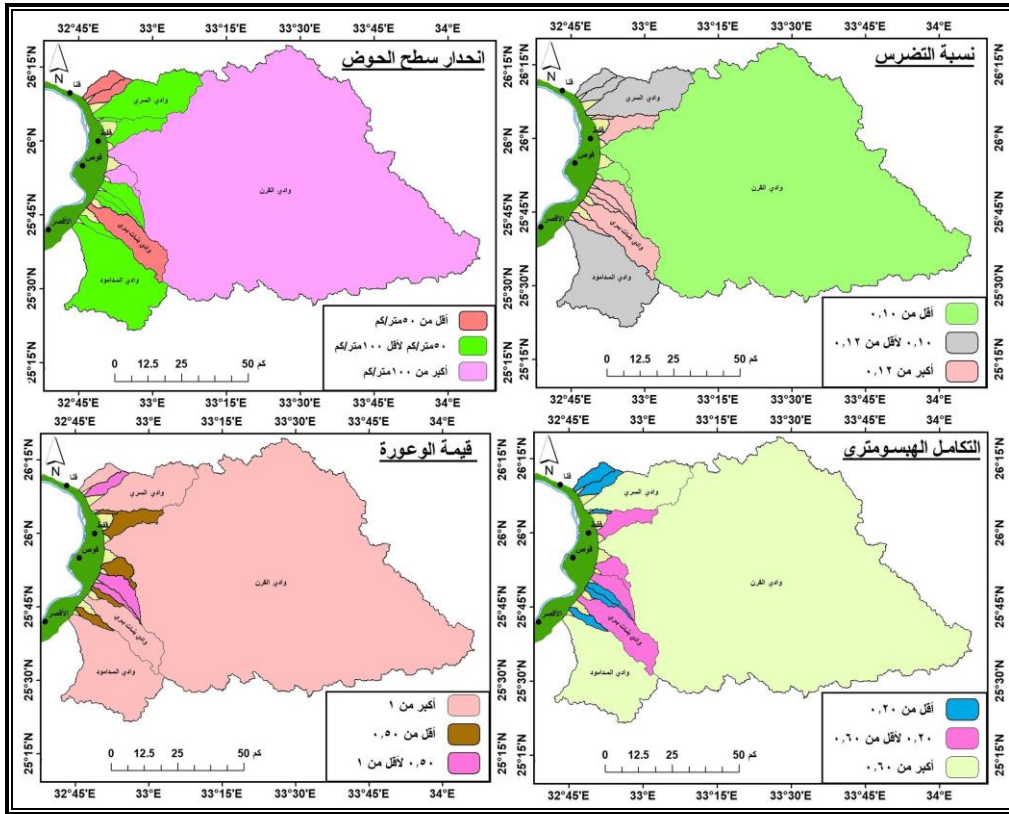
(١) نسبة التضرر: تعد نسبة التضرر من المعاملات المورفومترية المهمة التي تعطي فكرة جيدة عن تضرر الحوض، وكلما ارتفعت قيمة نسبة التضرر زادت خطورة الجريان؛ بسبب قلة الفواقد عن طريق التبخر والتسرب. وقد بلغ المتوسط العام لها نحو ٠,٠١٤، وبانحراف معياري  $\pm 0,01$  ونسبة اختلاف ٤١٪، مما يدل على تجانس أحواض منطقة الدراسة مع بعضها البعض إلى حد ما، ويرجع ذلك إلى صغر الفارق الراسي بين أعلى وأدنى نقطة في أحواض التصريف مع قصر أطوالها، وهو متوسط يتشابه مع نظيره بأحواض التصريف شرق القاهرة ٠,٠١٤ (Saleem,2018,P.5)، ومتوسط يقل عن حوض وادي الطهناوي ٠,٠٤٣ (شعبان، ٢٠١٢، ص ٣٩). وتتراوح نسبة التضرر بين ٠,٠٢٧ لحوض الشويني و ٠,٠٠٨ لحوض الحجيات (شكل ٧). ويتسم نحو ٣٨,٥٪ من أحواض المنطقة بأن نسبة تضررها تزيد على المتوسط العام لأحواض المنطقة، وبالتالي تزيد خطورتها، بسبب قلة الفواقد عن طريق التبخر أو التسرب.

(٢) التكامل الهبسومتري: يشير التكامل الهبسومتري إلى المرحلة العمرية التي تمر بها أحواض التصريف، حيث يشير انخفاض هذه القيمة إلى خطورة الجريان السيلي في الحوض، وقد بلغ متوسط التكامل الهبسومتري في أحواض منطقة الدراسة نحو ٠,٨٩، ويشير ذلك إلى أن معظم أحواض المنطقة تمر بمرحلة الشباب، ويعد هذا الانخفاض نتيجة طبيعية لصغر مساحة أحواض التصريف، ويعد حوض وادي عزبة جبريل أكثرها اقترابًا من مرحلة الشيخوخة (٠,١٠) وأصغر أحواض منطقة الدراسة من حيث مساحة، الأمر الذي يشير إلى وجود علاقة ارتباطية بين كل من المساحة والتكامل الهبسومتري، بلغت قيمتها ٠,٩٩٥، مما يدل على أن الأحواض الصغيرة المساحة قطعت شوطًا كبيرًا في نحت تضاريس أحواضها، بينما يعد وادي القرن أكثرها شبابًا (٧,٢) وأكبرها من حيث المساحة، ومن ثم أمامه زمن لنحت وتخفيض حوضه.

(٣) التضاريس النسبية: تعبر التضاريس النسبية عن العلاقة بين تضرر الحوض ومحيطه، وتشير إلى مدى تضرر الحوض، وبتطبيق المعادلة نجد أن المتوسط العام للتضاريس النسبية لأحواض منطقة الدراسة بلغ ٠,٥٢، بانحراف معياري

$\pm 0.2$ ، ونسبة اختلاف  $44.9\%$ ، وقد تراوحت القيم في أحواض المنطقة بين  $1.02$  في حوض الشويني، و  $0.01$  في حوض القرن.

(٤) **انحدار سطح الحوض:** تعتبر دراسة انحدار أسطح أحواض التصريف مهمة عند حساب الجريان السيلي، حيث بلغ متوسط انحدار سطح أحواض المنطقة نحو  $81.6$  مترًا/كم، ونسبة اختلاف  $33.8\%$ ، وقد تراوح الانحدار بين  $130.3$  مترًا/كم في حوض وادي القرن و  $37.7$  مترًا/كم لحوض وادي الشويني. ويعد متوسط انحدار سطح الأحواض بالمنطقة كبيرًا إذا ما قورنت بحوض أبوقريع في شبه جزيرة سيناء  $9.1$  مترًا/كم (Morad,2016,P.143)، وبتحليل (جدول ٣) يتضح أن هناك  $61.5\%$  من أحواض المنطقة يزيد انحدارها على المتوسط العام، مما يعني سرعة انتقال المياه من الروافد والمجري الرئيسي إلي المصب، وبالتالي زيادة خطورة الجريان السيلي بهذه الأحواض على الطريق.



المصدر: إعداد الباحث اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس 1: ٢٥٠٠٠  
شكل (٧): خصائص أسطح الأحواض بمنطقة الدراسة.

(٥) قيمة الوعورة: تعبر قيمة الوعورة عن تقطع سطح الحوض بفعل المجاري والروافد، وبلغ متوسط الوعورة في أحواض التصريف بالمنطقة ٠,٩٨، وبانحراف معياري  $\pm ٠,٧٦$ ، وبلغت نسبة اختلاف ٧٧,٨٪، مما يشير إلى عدم تجانس قيمة الوعورة بأحواض التصريف، وهو متوسط يقل عن قيمة الوعورة بحوض وادي صعدة باليمن ٧,١ (مداغش، ٢٠٠٩، ص ١٦٢)، وتراوحت قيمة الوعورة بين ٠,١٨ في حوض وادي عذبة جبريل، و ٢,٦٥ في حوض وادي القرن.

### ثالثاً: خصائص شبكات التصريف:

#### (١) أعداد المجاري وأطوالها<sup>(١)</sup>:

بلغ مجموع أعداد المجاري بأحواض المنطقة ٣٨٦٤٧ مجرى، بمتوسط ٢٩٧٢,٨ مجري للحوض الواحد، الأمر الذي يساعد على قدرة شبكة التصريف في تجميع المياه. وقد تباينت أعداد المجاري على مستوى الرتب النهرية، حيث تستحوذ الرتبة الأولى على ٣٠٤٣١ مجرى، بنسبة ٧٨,٧٪ من أعداد المجاري، وبلغ أعداد مجاري الرتبة الثانية ٦٣٧٣ مجرى بنسبة ١٦,٥٪ من جملة أعداد المجاري، أي أن الرتبتين الأولى والثانية تستحوذان على ٩٥,٢٪ من جملة أعداد المجاري في المنطقة، وهي نسبة تقترب من دراسة صالح (١٩٨٥، ص ٩٥) لوادي العريش، والتي بلغت ٩٥,٥٪.

يتضح من (ملحق ١) أن أحواض التصريف تتباين فيما بينها من حيث عدد المجاري داخل الحوض الواحد، ويعد وادي القرن أكثرها من حيث عدد المجاري (٣١٣٠٤ مجرى، بنسبة ٨١٪ من جملة أعداد المجاري بالمنطقة) ووادي عذبة جبريل أقلها (٣٥ مجرى)، وتوجد علاقة طردية قوية جدًا بين أعداد المجاري ومساحة الأحواض، بلغت قيمتها ٠,٩٨٩. كما بلغت أطوال المجاري بأحواض التصريف نحو ٢٤٠١٩,٦ كم، استحوذت الرتبة الأولى والثانية على ٥٣,١٪ و ٢٣,٦٪ من أطوال المجاري بالترتيب، وتراوحت أطوال المجاري في الأحواض بين ١٩١٧٤,٩ كم لوادي القرن و ١٩ كم لوادي عذبة جبريل.

(١) تم قياس أعداد المجاري وأطوالها آلياً باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية.

جدول (٤): الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف بمنطقة الدراسة.

الأحواض	أعداد المجاري	أطوال المجاري	تكرار المجاري	كثافة التصريف	الانسياب السطحي	معدل النسيج الطوبوغرافي	نسبة التشعب
الشويني	٢٠٣	١٥٠,٨	٣,٦١	٢,٦٨	١,٣٤	٥,٠٩	٣,٧٧
أبو طناسب	٢٢٨	١١٧,٦	٤,٢٥	٢,١٩	١,٠٩	٥,٥٥	٣,٨٣
السري	١٦٧٤	١٠٩٨,٦	٤,٠٩	٢,٦٨	١,٣٤	١٥,٤٠	٤,٢٣
عزبة جبريل	٣٥	١٩	٤,٢٢	٢,٢٩	١,١٤	١,٩٩	٣,٣٠
الشيخ عيضة	٤٤١	١٣٩,٩	٤,٢٣	١,٣٤	٠,٦٧	٧,٥٦	٥,٠١
القرن	٣١٣٠,٤	١٩١٧٤,٩	٤,٣٣	٢,٦٥	١,٣٣	٥٩,٧٩	٤,٢٦
الحجيات	٢٤٠	١٥٥,٩	٣,٧٤	٢,٤٣	١,٢١	٥,٤٣	٥,٨٩
حجازة	٣١٣	٢٣٦,٦	٣,٥١	٢,٦٥	١,٣٢	٥,٣٣	٤,٠١
العقب	١٢٨	١٠٨,١	٣,٤٠	٢,٨٨	١,٤٤	٢,٧١	٥,٠٩
التميد	٩٣	٦٩,٤	٣,٩١	٢,٩٢	١,٤٦	٢,٩٠	٤,٩٣
بنات بري	١٠١٧	٦٦٢,٣	٣,٨٦	٢,٥١	١,٢٦	١٠,٥٥	٣,٨٩
خزام	١١٣	٩٥,٣	٣,٢٨	٢,٧٧	١,٣٩	٣,١٥	٤,٨٢
المدامود	٢٨٥٨	١٩٩١,٢	٣,٨٦	٢,٦٩	١,٣٥	١٨,٦٩	٤,٧٩
جملة	٣٨٦٤٧	٢٤٠١٩,٦	—	—	—	—	—
المتوسط	٢٩٧٢,٨	١٨٤٧,٧	٣,٨٧	٢,٥١	١,٢٦	١١,٠٩	٤,٤
الانحراف المعياري	٨٥٥١,٥	٥٢٣٦,٦	٠,٣٤	٠,٤١	٠,٢١	١٥,٥	٠,٧
نسبة الاختلاف	٢٨٧,٧	٢٨٣,٤	٨,٩	١٦,٣	١٦,٣	١٣٩,٦	١٦

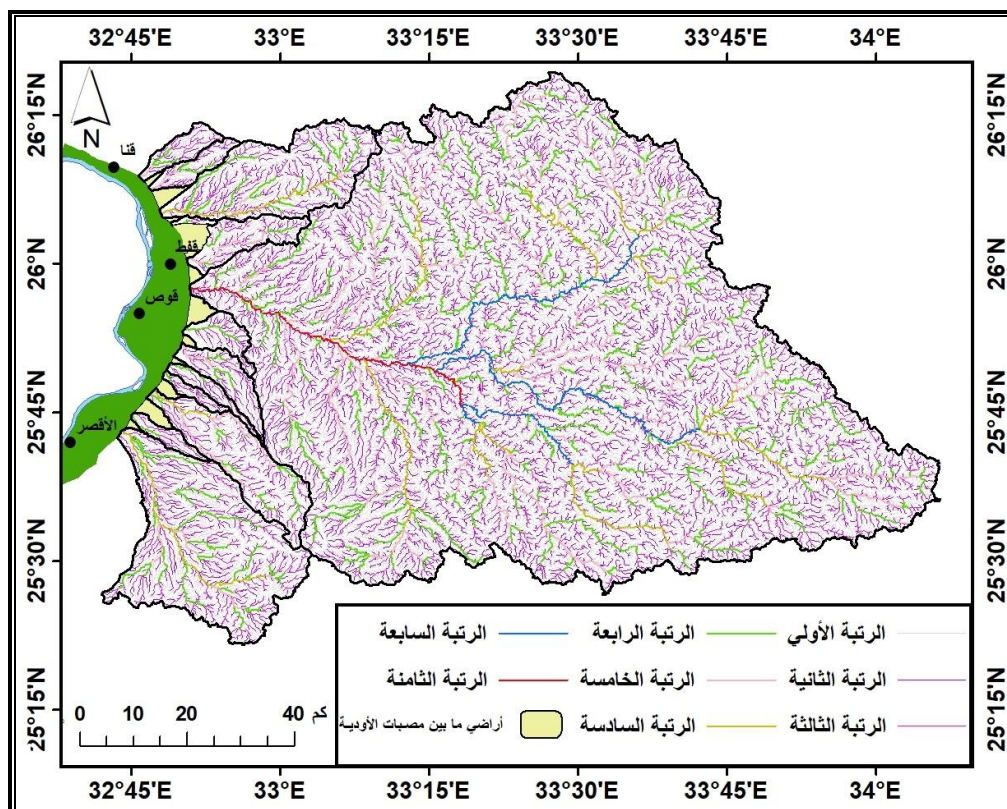
المصدر: اعتمادًا على نماذج الارتفاع الرقمية والخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٢٥٠.٠٠٠.

(٢) رتب المجاري: تتباين رتبة أحواض التصريف بالمنطقة حسب طريقة Strahlar، وهي تتراوح بين الرتبة الثامنة لوادي القرن، والرتبة الرابعة لأودية (عزبة جبريل، الحجيات، العقب، التميد، خزام) (شكل ٨)، في حين تأخذ ٧ أحواض الرتبة الخامسة والسادسة، بنسبة ٥٣,٨٪ من جملة عدد الأحواض كما في جدول (٥).  
جدير بالذكر أن اختلاف رتبة نفس الأودية من دراسة لأخرى، يرجع إلي دقة النموذج الرقمي المستخدم، والعتبة التي يتم على أساسها استخلاص المجاري.

جدول (٥): رتب أحواض التصريف وأعدادها في منطقة الدراسة.

جملة	الرتبة الثامنة	الرتبة السادسة	الرتبة الخامسة	الرتبة الرابعة	الرتبة
١٣	١	٣	٤	٥	عدد الأحواض
	٧,٧	٢٣,١	٣٠,٨	٣٨,٥	% من جملة العدد

المصدر: اعتمادًا على تحليل نموذج الارتفاع الرقمي بدقة ٣٠ مترًا والخرائط الطبوغرافية ١:٢٥,٠٠٠ لعام ٢٠١١.



المصدر: إعداد الباحث اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٢٥٠٠٠

شكل (٨): الرتب النهري للأودية بمنطقة الدراسة.

(٣) كثافة التصريف: تعبر كثافة التصريف عن العلاقة بين أطوال المجاري ومساحة

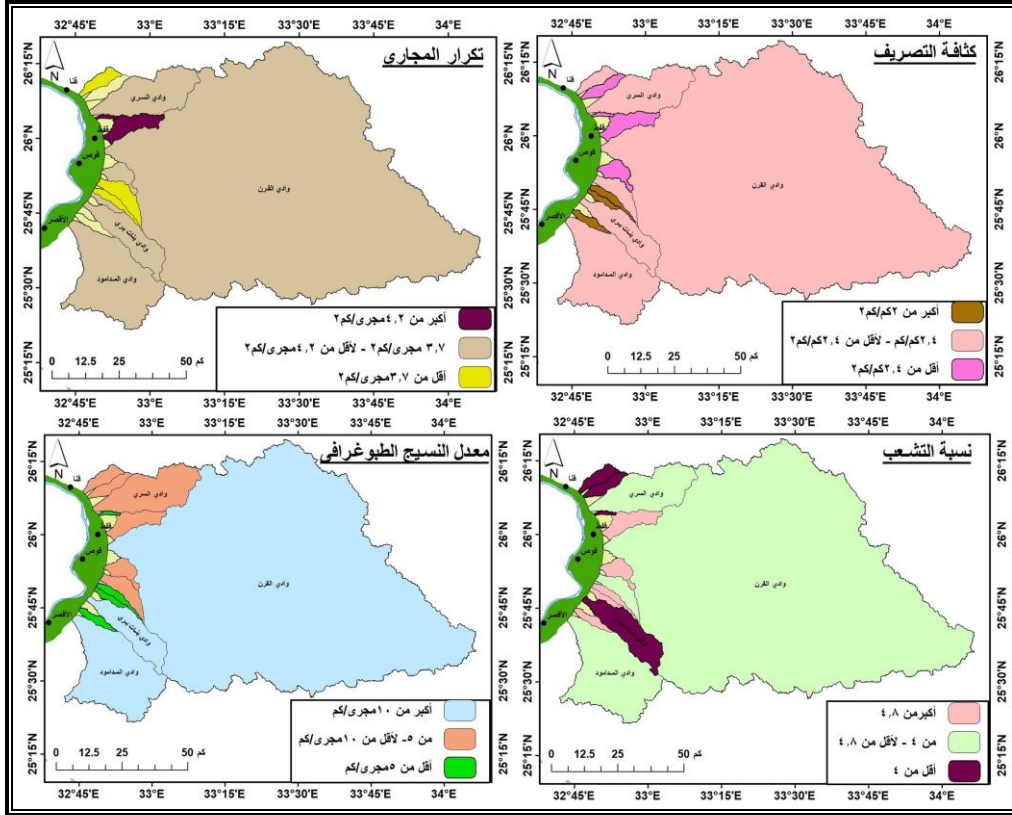
أحواضها التصريفية، وتعكس فعالية التدفق والتسرب، وترتبط كثافة التصريف العالية بزيادة خطر الجريان السيلي (Shi,2014,P.32). وبدراسة (جدول ٤) وُجد أن متوسط كثافة التصريف في منطقة الدراسة بلغ  $2,51 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ ، بانحراف معياري  $\pm 0,41 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$ ، ونسبة اختلاف  $16,3\%$ ، وتتراوح بين  $2,9 \text{ كم}^2/\text{كم}^2$  لوادي التميد



و٣,٣ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٣</sup> لوادي الشيخ عيضة (شكل ٩)، وبمقارنة متوسط كثافة التصريف بالمنطقة نجد أنها تقل عن كثافة التصريف بوادي أبوغصون ٣,٧ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٣</sup> (Abdalla et al.,2014,P.977)، وتزيد على كثافة التصريف بوادي عرنة في المملكة العربية السعودية ٢,٦ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٣</sup> (الغامدي، ٢٠١٥، ص ٦٦). وتصنف منطقة الدراسة تبعاً لذلك ضمن كثافة التصريف المنخفضة، (أقل من ٨ كم<sup>٢</sup>/كم<sup>٣</sup>) حسب تصنيف موريساوا (Morrisawa, 1985, P.140)، ويرجع انخفاضها إلى طبيعة الرواسب المفككة عالية المسامية التي تغطي أسطح الأحواض، ولذلك أثره في زيادة الفاقد بالتسرب، والحد من خطورة الجريان السيلي بمنطقة الدراسة.

(٤) تكرار المجاري: يبلغ متوسط تكرار المجاري بأودية المنطقة نحو ٣,٩ مجرى/كم<sup>٢</sup>، وبانحراف معياري  $\pm ٠,٣٤$  مجرى/كم<sup>٢</sup> وبلغت نسبة الاختلاف ٨,٩٪، مما يشير إلى تجانس القيم مع بعضها البعض، وتركزها حول متوسطها الحسابي. وهي تتراوح بين ٤,٣ مجرى/كم<sup>٢</sup> في وادي القرن و٣,٣ مجرى/كم<sup>٢</sup> في وادي خزام. وتعد قيمة معدل تكرار المجاري منخفضة إذا ما قورنت بمناطق أخرى مثل وادي علم ٢٣,٩ مجرى/كم<sup>٢</sup> (Badway & Khidr, 2011,P.129)، ووادي أبوحد ٤,٩ مجرى/كم<sup>٢</sup> (Arnous et al.,2022,P.11).

(٥) نسبة التشعب: بلغ المتوسط العام لنسبة التشعب نحو ٤,٤، وبانحراف معياري قدره  $\pm ٠,٧$ ، ونسبة اختلاف بلغت ١٦٪، مما يدل على التجانس النسبي بين قيم نسبة تشعب الأحواض وتركزها حول متوسطها العام، وبمقارنة نتائج الدراسة بدراسات أخرى نجد أنها تقل عن نسبة التشعب بأحواض منطقة سفاجا- القصير، حيث بلغت ٤,٧ (Badaway,2008,P.175) وأحواض غرب خليج السويس ٤,٥١ (حجاب، ٢٠٠٤، ص ١٦٣)، وتزيد على حوض وادي لحمي بالصحراء الشرقية ٣,٤٥ (Thabet et al.,2016,P.132)، وبقراءة (جدول ٤) نجد أن هناك ٥٣,٨٪ من الأودية تقل نسبة تشعبها عن المتوسط العام، الأمر الذي يزيد من خطورة الجريان السيلي فيها.



المصدر: إعداد الباحث اعتماد علي نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠

### شكل (٩): خصائص شبكات التصريف بمنطقة الدراسة.

(٦) **معدل النسيج الطبوغرافي:** يعبر هذا المعدل عن درجة تقطع الحوض بمجاري الشبكة التصريفية، وقد بلغ متوسطه في منطقة الدراسة نحو ١١,١ مجرى/كم، وبانحراف معياري  $\pm ١٥,٥$  مجرى/كم، ونسبة اختلاف ١٣٩,٦٪، وتتراوح قيم معدل النسيج الطبوغرافي بين ١,٩ مجرى/كم لوادي عزبة جبريل و ٥٩,٨ مجرى/كم لوادي القرن، ويرجع ارتفاع معدل النسيج الطبوغرافي في حوض القرن إلي زيادة أعداد المجاري، وكثرة الصدوع والفواصل والشقوق في صخور الحوض، حيث يستحوذ على ٤٧٦ صدعاً، بنسبة ٨١,٨٪ من أعداد الصدوع بالمنطقة ككل. ومن خلال دراسة (جدول ٤) يتضح أن ٦١,٥٪ من الأحواض تنسم بأنها ذات سطح خشن طبقاً لتقسيم سميث (Smith, 1950, PP.655-668)، مما يعني أن هذه الأحواض تتألف من تكوينات

تتسم بنفاذية عالية، وبالتالي زيادة معدل التسرب في حالة حدوث جريان سيلبي، الأمر الذي يحد من خطورتها.

(٧) الانسياب السطحي: يبلغ المتوسط العام لطول الانسياب السطحي نحو ١,٢٦ كم/كم<sup>٢</sup>، وتشير نسبة الاختلاف ١٦,٣٪ إلى تركيز القيم حول متوسطها الحسابي، وتتراوح القيم بأودية منطقة الدراسة بين ١,٤٦ كم/كم<sup>٢</sup> في حوض التمديد؛ وبين ٠,٦٧ كم/كم<sup>٢</sup> في حوض الشيخ عيضة، ويعود إلى كونه أقل الأحواض كثافةً للتصريف.

#### رابعاً: الخصائص الهيدرولوجية:

تهدف الدراسة الهيدرولوجية إلى تحديد صافي الجريان في أحواض التصريف بمنطقة الدراسة بناءً على أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد، وبمراجعة سجلات الأمطار بمحطتي الأقصر وقنا اتضح أن أكبر كمية سقطت على منطقة الدراسة، بلغت ٥٥,٣ ملم عام ١٩٤٩؛ لذا فإن الدراسة تعتمد على أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد، وبالتالي إمكانية تقييم طرق الحماية الحالية واقتراح وسائل حماية مناسبة للمواقع المعرضة لخطر السيول من الطريق.

(١) زمن التباطؤ: هو الوقت بين بداية التساقط وبداية الجريان السطحي الفعلي، ويعد من العوامل المؤثرة بقوة في تحديد كمية الفاقد، حيث تزداد نسبة التسرب مع ارتفاع قيم زمن التباطؤ، وبالتالي له أهمية كبيرة عند تحديد طرق درء أخطار السيول، فكلما كان زمن التباطؤ قصيراً، كلما ارتفعت درجة خطورة الجريان السيلبي، بسبب عدم وجود متسع من الوقت لاتخاذ التدابير اللازمة لمواجهة خطر السيول (خطاب وسليم، ٢٠٢١، ص ٢٢).  
وبتطبيق المعادلة على أحواض المنطقة نجد أن زمن التباطؤ بلغ ٨,٤ ساعة، وانحراف معياري  $\pm ٤,٨$  ساعة، ونسبة اختلاف بلغ ٥٧,١٪، مما يدل إلى تشتت القيم حول متوسطها الحسابي، ويتراوح زمن التباطؤ بين ٤,٦ ساعة في وادي أبو طناسب و ٢٣,٣ ساعة في وادي القرن؛ لكبر مساحته الحوضية. ويتسم نحو ٦١,٥٪ من أحواض منطقة

الدراسة بأن زمن تباطؤها يقل عن المتوسط العام (جدول ٦)، مما يشير إلى سرعة تولد الجريان السيلبي في هذه الأودية.

جدول (٦): الخصائص الهيدرولوجية لأحواض تصريف منطقة الدراسة.

الأحواض	زمن التباطؤ (ساعة)	زمن التركيز (ساعة)	معدل التصريف (م <sup>٣</sup> /ثانية)	سرعة المياه (كم/ساعة)	حجم السريان (ألف/م <sup>٣</sup> )
الشويني	٤,٦٥	١,٣٤	٥٦,٣٤	١١,٤٣	٥١٣,١٦
أبو طناضب	٤,٥٥	١,٣٥	٥٤,٠٨	١٢,٥٤	٥٦٣,٧٣
السري	٩,٤٧	٢,١٨	٣٣٦,٤٦	١٧,٧٦	٣٠٨٥,٧١
عزبة جبريل	٥,١٧	٠,٥٤	١٠,٠٨	١٣,٧٧	١١٣,٨٨
الشيخ عيضة	٥,٨٦	١,٢٦	٩٨,٣٠	١٧,٥٤	٩٩٣,٠٦
القرن	٢٣,٢٨	٤,٣٢	٤٤٥٩,٥٣	٣٠,١٥	٣٧١٩٧,١٢
الحجيات	٨,٩٠	٠,٨٢	٦٣,٥١	١٧,٤٧	٥٩٨,٩١
حجازة	٨,٧٤	١,٢٤	٨٥,٤٨	١٧,٧٣	٧٤٠,٥٧
العقب	٧,٧٣	١,١٩	٣٩,٢٤	١٧,٣١	٣٥٢,٥٦
التميد	٦,٧٧	٠,٨٥	٢٦,٠٠	١٤,٩١	٢٦٥,٣٨
بنات بري	٦,٩٨	٢,٣٣	٢٢٦,٣٦	١٥,٥٢	٢٠٢٢,٦٢
خزام	٧,٣١	٠,٩٧	٣٦,٢٢	١٦,٠٣	٣١٦,٢٢
المدامود	١٠,١٧	٢,٥١	٥٧٣,٣٩	١٧,٩٦	٤٨٧٧,٣٦
المتوسط	٨,٤٣	١,٦١	٤٦٦,٥٤	١٦,٩٣	٣٩٧٢,٣٣
الانحراف المعياري	٤,٨٢	١,٠١	١٢١٠,٤٣	٤,٥١	١٠٠٧٧,٥٢
نسبة الاختلاف	٥٧,١٣	٦٣,٠٦	٢٥٩,٤٥	٢٦,٦٥	٢٥٣,٦٩

المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على تطبيق المعادلات الخاصة بالمعاملات المذكورة في الجدول.

(٢) زمن التركيز: يعرف زمن التركيز<sup>(١)</sup> بأنه الوقت الفاصل بين بداية الجريان ووصول المياه للمصب، ويتميز هذا المعامل بأنه مفيد في توقع معدلات التدفق التي تنجم عن العواصف المطرية، وبالتالي يعطي القدرة على التنبؤ بدقة استجابة الحوض لحدوث جريان سيلبي، مما يعد عامل مهم في تقييم مخاطر السيول (أبوريه، ٢٠١٢، ص ٢٣٧).

(١) يري سليمي وزملاؤه أنه يجب اختيار معادلة زمن التركيز بناء على مساحة أحواض التصريف، حيث تختلف نتائج زمن التركيز مع اختلاف المعادلة في الحوض الواحد (Salimi et al.,2016,P.124).

وقد بلغ متوسط زمن التركيز بأحواض منطقة الدراسة ١,٦١ ساعة، وانحراف معياري  $\pm ١,٠١$  ساعة، ونسبة اختلاف ١,٦٣٪، ويتراوح زمن التركيز بين ٠,٥٤ ساعة في وادي عزبة جبريل و٤,٣ ساعة لوادي القرن، وجاءت قيم الأحواض صغيرة المساحة أقل من قيمة المتوسط العام، ومن ثم قصر المدة التي تستغرقها المياه للوصول إلى المصب، وبالتالي صعوبة الإنذار المبكر لحدوث الجريان السيلي.

**(٣) حجم السريان:** هو مقدار ما يمكن أن تصرفه شبكة التصريف من المياه، وبلغ المتوسط العام لحجم السريان نحو ٣٩٧٢,٣ ألف م<sup>٣</sup>، ونسبة اختلاف بلغت ٢٥٣,٧٪، مما يشير إلى تباين القيم بين أحواض الدراسة، حيث تراوحت بين ١١٣,٩ ألف م<sup>٣</sup> في حوض عزبة جبريل و٣٧١٩٧,١ ألف م<sup>٣</sup> في حوض القرن.

**(٤) سرعة المياه:** تعتبر سرعة المياه من أهم المعاملات الهيدرولوجية في دراسة الجريان السيلي، ويمكن من خلالها معرفة الزمن الذي تقطعه المياه من المنبع إلى المصب، حيث تزيد مع زيادة انحدار حوض التصريف، حيث توجد علاقة ارتباط طردية بينهما، بلغت ٠,٧٠٤، وبلغ متوسط سرعة المياه بأحواض منطقة الدراسة نحو ٦,٩ كم/ساعة، وانحراف معياري قدره ٤,٥ كم/ساعة، وهو متوسط يقل عن سرعة المياه في وادي أبورجبة بالصحراء الشرقية ٥٩,٥ كم/ساعة (حسب الله، ٢٠١٢، ص ٢٩٠)، وتتراوح بين ٣٠,٢ كم/ساعة في وادي القرن و١١,٤ كم/ساعة في وادي الشويني، ويتسم نحو ٥٣,٨٪ من عدد الأحواض بأنها سجلت قيم أكبر من المتوسط، وبالتالي شدة خطورتها.

**(٥) معدل التصريف:** يمثل معدل التصريف المؤشر الفعلي لكميات تدفق مياه السيول بالمتري المكعب في الثانية، ويشير كذلك لمدى خطورة الحوض؛ حيث تزيد درجة الخطورة، كلما زاد معدل التصريف والعكس. ويبلغ متوسط معدل التصريف بالأحواض نحو ٤٦٦,٥ م<sup>٣</sup>/ثانية، وتدل نسبة الاختلاف (٢٥٩,٥٪) على عدم تجانس الأحواض، ويتراوح معدل التصريف في أحواض المنطقة بين ١٠,١ م<sup>٣</sup>/ثانية في حوض عزبة جبريل، ونحو ٤٤٥٩,٥ م<sup>٣</sup>/ثانية في حوض القرن، وهي كميات كبيرة تعكس القدرة التدميرية للأحواض كبيرة المساحة حال تغطيته بالعاصفة المطرية، فقد أدت قوة السيول إلى اقتلاع البرابح التي أنشئت أسفل الطريق في حوض بنات بري بسبب سيول عام ٢٠٢٠ (لوحة ٢).



المصدر: العمل الميداني.

**لوحة (٢):** اقتلاع البرايخ في حوض بنات بري بسبب قوة السيول.

**خامساً: خصائص الأمطار وعلاقتها بالميزانية الهيدرولوجية في أحواض التصريف:**

تدرس الميزانية الهيدرولوجية العلاقة بين خصائص المطر وخصائص أحواض التصريف، وتحديد كمية الأمطار وجملة الفاقد بالتبخر والتسرب، ومن ثم تحديد صافي الجريان كما يلي:

**(١) خصائص الأمطار بالمنطقة:**

تصنف منطقة الدراسة ضمن المناخ الصحراوي الجاف الذي يتسم بارتفاع درجات الحرارة وندرة الأمطار، حيث يقل معدل المطر بها عن ٤٠ ملم طبقاً لمعادلة لانج (Kenneth, 1969, P.10). ويبلغ المتوسط العام لدرجة الحرارة نحو ٢٦,٥°م، وتصل في شهر يوليو إلى ٤٣,٢°م، وتنخفض في شهر يناير إلى ١٥,٢°م. كما بلغت درجة حرارة التربة نحو ٢٨,٩°م، وهي تتراوح بين ٢٢,٣°م في شهر يناير و ٣٤,٢°م في شهر يوليو (دندراوي، ٢٠١٤، ص ٢٢)، ولهذا أثره على انخفاض رطوبة التربة، وبالتالي ارتفاع كمية الفاقد بالتسرب.

جدول (٧): أقصى كمية أمطار سقطت في يوم بمنطقة الدراسة (ملم).

محطة أرصاد الأقصر		محطة أرصاد قنا	
أقصى كمية مطر	التاريخ	أقصى كمية مطر	التاريخ
٥,٨	١٩٤٩/٥	٩,٥	١٩٤٠/١٠
٦,٢	١٩٥٤/٢	٨,٥	١٩٤٥/٥
٢	١٩٦٥/١	١٠	١٩٤٦/٢
١,٦	١٩٧٤/٣	٥٥,٣	١٩٤٩/١١
٣,٦	١٩٧٥/٢	١١,٧	١٩٤٩/١٢
٣١,٢	١٩٧٩/١٠	٧,٤	١٩٦٩/٤
٥,٢	١٩٨٠/١١	٣,١	١٩٧٤/٢
١٣	١٩٩٤/٩	٣,١	١٩٧٤/٣
١٩,٦	١٩٩٤/١٠	١١,٧	١٩٧٦/٥
٢٥	١٩٩٤/١١	٢٢,٤	١٩٩٠/١٢
٤,٥	١٩٩٥/٥	٨,٥	١٩٩١/٣
٣,٥	١٩٩٧/٣	٣,٨	١٩٩٤/٩
٧,٧	٢٠١٣/١	١٦,٤	١٩٩٤/١٠
٢,٣	٢٠٢٠/٥	٤,٨	١٩٩٧/١

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، وموقع *tutiempo*.

تركز الدراسة الراهنة علي تحليل عنصر المطر كونه أهم العناصر المناخية تأثيرًا وتحكمًا في الجريان السيلي، وذلك بالاعتماد علي بيانات محطتي الأقصر وقنا، كونهما الأقرب إلي منطقة الدراسة والأكثر تأثيرًا وفق طريقة مضلعات ثيسين *Thiessen Method*، وبالرجوع إلى سجلات الهيئة العامة للأرصاد وموقع *tutiempo* للمحطات المذكورة للفترة (١٩٤٠-٢٠٢٢)، يتضح الآتي:

- يتسم المطر في منطقة الدراسة بندرتة، وعدم انتظامه، وسقوطه في شكل رخات عنيفة شديدة التركيز، مما يقلل الفاقد بالتبخر والتسرب، كما أن سقوطه يكون في شكل بقع تغطي مساحات صغيرة، وقد يسقط في يوم واحد أو خلال عدة ساعات من اليوم كمية أمطار تفوق ما يسقط على المنطقة خلال عدة سنوات، وعلى الرغم من ندرته إلا أنه كثيرًا ما تسقط كميات كبيرة، تسبب جريان سيلي كما حدث في شهر نوفمبر ١٩٤٩،

حيث بلغ معدل المطر نحو ٥٥,٣ ملم، وقُدِّرت كمية المياه التي تلقتها منطقة الدراسة في ٢ نوفمبر ١٩٩٤ نحو ١٩٥ مليون م<sup>٣</sup>، وبلغ صافي الجريان السيلي بأودية المنطقة نحو ٩٦,٥ مليون م<sup>٣</sup>(١)، مما يشير إلى أن المتوسطات الشهرية والسنوية لا تعبر عن الحقيقة.

#### جدول (٨): الميزانية الهيدرولوجية لأحواض تصريف منطقة الدراسة.

الأحواض	التسرب خلال زمن التباطؤ(م <sup>٢</sup> )	قيم التسرب الثابتة(م <sup>٣</sup> )	جملة الفواقد(م <sup>٣</sup> )	صافي الجريان (م <sup>٣</sup> )	حجم الجريان السيلي بطريقة بول (م <sup>٣</sup> )
الشويني	٢٠,٨٩	٧٣,٣٧	٢٤٧٦,٨	١,٩٩١,٢١٨	١٩٩٣٦٩٥
أبو طناب	١٩,٥٤	٧٦,١٩	٢٥٧١,٥	١,٩٠٢,٤٣٦	١٩٠٥٠٠٧,٥
السري	٣١٠,٠٠	١٧٦٦,١١	٥٩٥٧٩,٩	١٤,٤٦٠,٣٣٨	١٤٥١٩٩١٧,٥
عزبة جبريل	٣,٤٣	٢,٥٧	٨٧,٤٥	٢٩٤,٣٥٥	٢٩٤٤٤٢,٥
الشيخ عيضة	٤٨,٨٦	١٧٠,٢١	٥٧٤٥,٨	٣,٦٩٤,٢٩٧	٣٧٠٠٠٤٢,٥
القرن	١٣٤٦٦,٨٨	١٥٥٩٢٣,٧	٥٢٥٧٣٥٤,٣	٢٥١,٢٠٩,١٥٨	٢٥٦٤٦٦٥١٢,٥
الحجيات	٤٥,٧٠	٤٨,٩٥	١٦٥٨,٨	٢,٢٧٥,٨٣٦	٢٢٧٧٤٩٥
حجازة	٦٢,٤٤	١٤١,٩٠	٤٧٩٤,٥	٣,١٦٣,١٢٣,١	٣١٦٧٩١٧,٥
العقب	٢٣,٢٧	٥٤,٩٤	١٨٥٦,٢	١,٣٣٢,٠٠٣,٨	١٣٣٣٨٦,٠
التميد	١٢,٩٠	١٧,٢٢	٥٨٣,٠٠	٨٤٣,٧٢٢	٨٤٤٣٠,٥
بنات بري	١٤٧,١٢	١١٥٥,١	٣٨٩٥٦,٣	٩,٣٠٨,٧٠٦,٣	٩٣٤٧٦٦٢,٥
خزام	٢٠,١٣	٣٢,٨٩	١١١٢,٥	١,٢١٩,٢٢٧,٥	١٢٢٠٣٤,٠
المدامود	٦٠١,٩٦	٤١٣١,١٦	١٣٩٣٤٠,٦	٢٦,١١٥,٧٠٦,٨	٢٦٢٥٥٠٤٧,٥
المتوسط	١١٣٧,٢	١٢٥٨٤,٢	٤٢٤٣١٦,٧	٢٤٤٤٦٩٣٢,٩	٢٤٨٧١٢٤٩,٦
الانحراف المعياري	٣٧٠,٨,٥	٤٣٠,٨٤,٣	١٤٥٢٦٩١,٦	٦٨٥٢٩٠,٨٠,٢	٦٩٩٧٧١٧٦,٩
نسبة الاختلاف	٣٢٦,١	٣٤٢,٤	٣٤٢,٤	٢٨٠,٣	٢٨١,٤

المصدر: اعتمادًا على تطبيق المعادلات الخاصة بالمعاملات المذكورة في الجدول.

تم حساب كمية الأمطار المتوقع سقوطها على أحواض التصريف على أساس أكبر كمية أمطار سقطت في يوم واحد على المنطقة كما في جدول (٧) طبقًا لمعادلة بول<sup>(٢)</sup>، وذلك مع افتراض أن العاصفة المطيرة تغطي جميع الأحواض، وبتطبيق

(١) الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، سيول نوفمبر ١٩٩٤، ص ١٣

(٢) كمية المياه المتوقع سقوطها بالحوض =  $٧٥٠ \times$  مساحة الحوض (أكبر كمية مطر سقطت في يوم - ٨).



المعادلة يتضح أن كمية الأمطار التي تلقتها أحواض التصريف نحو ٣٢٣,٣ مليون م<sup>٣</sup>، وهي تتراوح بين ٢٥٦,٥ مليون م<sup>٣</sup> في حوض القرن و ٢٩٤٤٤٢,٥ م<sup>٣</sup> في حوض عزبة جبريل، ويلاحظ طبقاً للمعادلة أن الأحواض كبيرة المساحة تلقت كمية أمطار أكبر من الأحواض الصغيرة، وهذا غير حقيقي أو واقعي، فالعواصف المطيرة في المناطق الجافة مثل منطقة الدراسة، لا تغطي إلا أجزاء صغيرة من مساحة الحوض، ويعاب على هذه المعادلة، أنها تعتمد على مساحة الحوض فقط، ولا تضع في اعتبارها الفاقد بالتبخر أو التسرب، لذا توجد علاقة ارتباط طردية قوية بين مساحة الحوض وحجم الجريان طبقاً لهذه المعادلة، بلغت قيمتها ٠,٩٩٥.

## (٢) الفواقد:

- تعد الفواقد أهم العوامل التي تؤثر على الجريان السيلي، وهي كما يلي:
- **الفواقد بالتبخر:** يقل التبخر مع زيادة كمية المطر وطول مدة التساقط وصغر مساحة حوض التصريف، ويبلغ المتوسط العام للتبخر في منطقة الدراسة نحو ١٢,٤ ملم/اليوم، ونظراً لموقع منطقة الدراسة ضمن المناخ الجاف الذي يتسم بارتفاع معدلات التبخر في شهور الصيف، وانخفاضه في شهور سقوط الأمطار، فإن ذلك يسمح بتوالد الجريان وخطورته على الطريق. وبشكل عام يحدث الجريان السيلي بالمنطقة مع العواصف الرعدية الشديدة، عندما تزيد كمية المطر على التبخر، حيث بلغ إجمالي التبخر بأحواض التصريف بالمنطقة نحو ١١٣٠١٦,١ م<sup>٣</sup>/اليوم، ويتراوح الفاقد بالتبخر في أحواض التصريف بين ١٠٢,٩ م<sup>٣</sup>/اليوم في حوض عزبة جبريل و ٨٩٦٤٥,٨ م<sup>٣</sup>/اليوم في حوض القرن؛ نظراً لكبر مساحة حوضه التي تبلغ ٧٢٢٩,٥ كم<sup>٢</sup>.
- **الفواقد بالتسرب:** لا يحدث الجريان إلا إذا تشبعت التربة بالمياه، وترى العديد من الدراسات أن الجريان يبدأ في التوالد مع سقوط مطر بمعدل من ٦ - ١٠ ملم خلال العاصفة المطيرة، ويتوقف التسرب على عدة عوامل مثل نوع التكوينات الجيولوجية وانحدار سطح الحوض ونسيج التربة ورطوبتها. وقد بلغ مجموع ما يمكن أن يتسرب

من مياه خلال زمن التباطؤ نحو ١٤٧٨٣,١ م<sup>٣</sup>، بمتوسط ١٣٧,٢ م<sup>٣</sup>، وبلغت نسبة الاختلاف ٣٢٦,١٪، مما يدل على تشتت القيم وعدم تجانسها، وتتراوح بين ١٣٤٦٦,٩ م<sup>٣</sup> لحوض القرن، ويرجع ذلك إلى كبر مساحته وزيادة زمن تباطئه التي بلغت ٢٣,٣ ساعة، بينما يسجل حوض عزبة جبريل أقل قيم تسرب للمياه خلال زمن التباطؤ والتي بلغت ٣,٤ م<sup>٣</sup>. وبلغت مجموع قيم التسرب الثابتة للأحواض ١٦٣٥٩٤,٣ م<sup>٣</sup>، بمتوسط ١٢٥٨٤,٣ م<sup>٣</sup> للحوض الواحد، ونظرًا لكبير مساحة حوض القرن، فقد عمل على زيادة قيم الفواقد بالتسرب، فقد بلغ مجموعه بدون أخذه في الاعتبار نحو ٧٦٧٠,٦ م<sup>٣</sup>، بمتوسط ٦٣٩,٢ م<sup>٣</sup> للحوض الواحد.

- **إجمالي الفواقد:** بلغ إجمالي الفاقد من أحواض التصريف نحو ٥,٧ مليون م<sup>٣</sup>، بمتوسط ٤٢٤٣١٦,٧ م<sup>٣</sup> للحوض الواحد، وتشير نسبة الاختلاف (٣٤٢,٤٪) إلى تباين وتشتت القيم حول متوسطها الحسابي؛ وذلك نظرًا لتباين مساحة أحواض التصريف، ورغم عظم الفاقد بالتسرب والتبخر بالمنطقة، إلا أنه مع سقوط الأمطار في شهور الشتاء والاعتداليين، تظل مياه السيول عدة أيام بعد سقوطها، نتيجة عظم كميات المياه، فقد ظلت المياه أسبوعين عقب جريان السيول بالأودية (لوحة ٣).



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٣): آثار سيول شهر نوفمبر ٢٠٢١ م بمنطقة الدراسة.

(٣) صافي الجريان: يعتبر صافي الجريان هو المحصلة النهائية بعد طرح جملة الفواقد من إجمالي كمية المياه الساقطة على أحواض منطقة الدراسة، وقد بلغ صافي الجريان نحو ٣١٧,٨ مليون م<sup>٣</sup>، بمتوسط ٢٤,٤ مليون م<sup>٣</sup>، وتشير نسبة الاختلاف إلى تباين صافي الجريان من حوض لآخر، وهي تتراوح بين ٢٥١,٢ مليون م<sup>٣</sup> في حوض القرن و٢٩٤,٤ ألف م<sup>٣</sup> في حوض عزبة جبريل.

سادسًا: التقييم الجيومورفولوجي لخطورة الجريان السيلي على الطريق:

### (١) تصنيف أحواض التصريف تبعًا لخطورة الجريان السيلي:

تختلف طرق تصنيف أحواض التصريف تبعًا لدرجة خطورة الجريان السيلي بها، حيث تعتمد بعض الدراسات على المعاملات المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف، وبعضها يعتمد على المعاملات المورفومترية والهيدرولوجية؛ لذا تتعدد الطرق والتصنيفات التي يتم استخدامها في تحديد خطورة الجريان، ومنها دراسة (الشامي، ١٩٩٥) و (Youssef et al., 2011, P.616) و (Bajabaa et al., 2014) و (Obeidat et al., 2021) و (Arnous et al., 2022). وتعتمد الدراسة الحالية في تحديد درجة خطورة الأحواض على المعاملات المورفومترية والهيدرولوجية، وتتلخص هذه الطريقة بأن يتم وضع المعاملات المستخدمة في مجموعتين طبقًا لعلاقتها بخطورة الجريان السيلي، وتضم المجموعة الأولى المعاملات التي لها علاقة ارتباط طردية مع درجة خطورة الجريان السيلي، كلما زادت قيمة المتغير، زادت درجة الخطورة، ويطبق مع هذه المجموعة المعادلة (١)، وتشمل المجموعة الثانية المعاملات التي ترتبط بعلاقة عكسية مع خطورة الجريان. ويطبق معها المعادلة رقم (٢).

$$\text{Hazard degree} = \frac{4(X - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}} + 1 \quad (1)$$

$$\text{Hazard degree} = \frac{4(X - X_{\max})}{X_{\min} - X_{\max}} + 1 \quad (2)$$

حيث تشير:  $X$  قيمة المعامل الموفومتري،  $X_{min}$  أقل قيمة للمعامل،  $X_{max}$  أكبر قيمة للمعامل في كل الأحواض، وتتراوح درجة الخطر من ١ (الأقل خطورة) إلى ٥ (الأعلى خطورة) (Bajabaa et al.,2014, P.2478).

وتختلف الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة، في أنها استبعدت متغير مساحة الحوض من المجموعة الأولى، وضمته للمجموعة الثانية، نظراً لوجود علاقة عكسية قوية بين مساحة الحوض وكمية وسرعة الجريان السيلي، فكلما زادت مساحة الحوض، زاد الفاقد وقلت سرعة المياه، ومن ثم تزيد الفترة الزمنية التي تقطعها المياه من المنبع للوصول إلى المصب، وبالتالي تقل خطورة الحوض، وذلك خلافاً لما هو معروف بأن الأحواض كبيرة المساحة، تتسم بزيادة كمية التصريف، ويتمشى ذلك فقط مع الأحواض التي توجد في البيئات المطيرة، فالأمطار في البيئات الجافة لا تغطي إلا أجزاءً صغيرة من حوض التصريف؛ لذا يجب عند دراسة وتحديد خطورة الجريان في البيئات الجافة، تقسيم الأحواض كبيرة المساحة إلى أحواض ثانوية، حتى تكون النتائج صحيحة وواقعية.

وبناءً على ما سبق تم تصنيف أحواض منطقة الدراسة حسب خطورة الجريان السيلي إلى ثلاث فئات (شكل ٩) كما يلي:

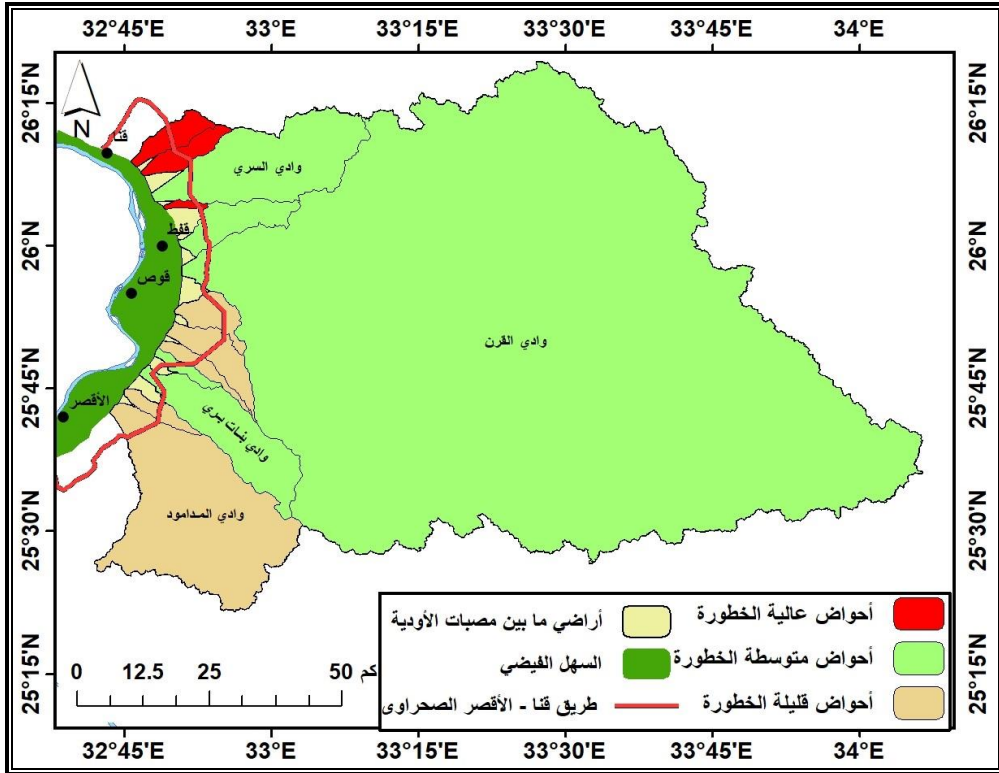
(أ) أحواض عالية الخطورة (أكبر من ٥٣,٥): تضم هذه الفئة أحواض ٣ أحواض وهم (الشويني، أبو طناضب، عزبة جبريل).

(ب) أحواض متوسطة الخطورة (٥١,٦ - أقل من ٥٣,٥): تستحوذ هذه الفئة على ٥ أحواض، هي (السري، الشيخ عيضة، القرن، التميد، بنات بري).

(ج) أحواض منخفضة الخطورة (أقل من ٥١,٦): تضم ٥ أحواض، هي (الحجيات، حجازة، العقب، خزام، المدامود).

يتضح مما سبق، أن هناك ٣ أحواض تتسم بخطورة الجريان السيلي فيها، وهي أحواض صغيرة المساحة، وهذا لا يعني أن الطريق في مأمّن من خطورة الجريان في الأودية الأخرى، فقد اتضح من العمل الميداني وتحليل المرئيات الفضائية، وجود ١٧ قطاعاً من الطريق يتعرض لدرجة خطورة عالية، يبلغ إجمالي طولها نحو ٣٥,٦ كم، بما

يعادل ٤٥,٤٪ من طول الطريق، في حين بلغ طول القطاعات التي تتعرض لخطورة متوسطة نحو ٢٣,١ كم، بنسبة ٢٩,٤٪، وبلغ طول القطاعات التي تتعرض لخطورة منخفضة ١٩,٨ كم، بما يوازي ٢٥,٢٪ من طول الطريق، وتتمثل هذه المناطق في القطاعات التي تمتد في أراضي ما بين مصبات الأودية وفي المناطق عالية المنسوب.



المصدر: إعداد الباحث اعتمادًا على تحليل الخرائط الطبوغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي.

شكل (٩): التوزيع المكاني لدرجات خطورة الجريان السيلي بأحواض منطقة الدراسة.

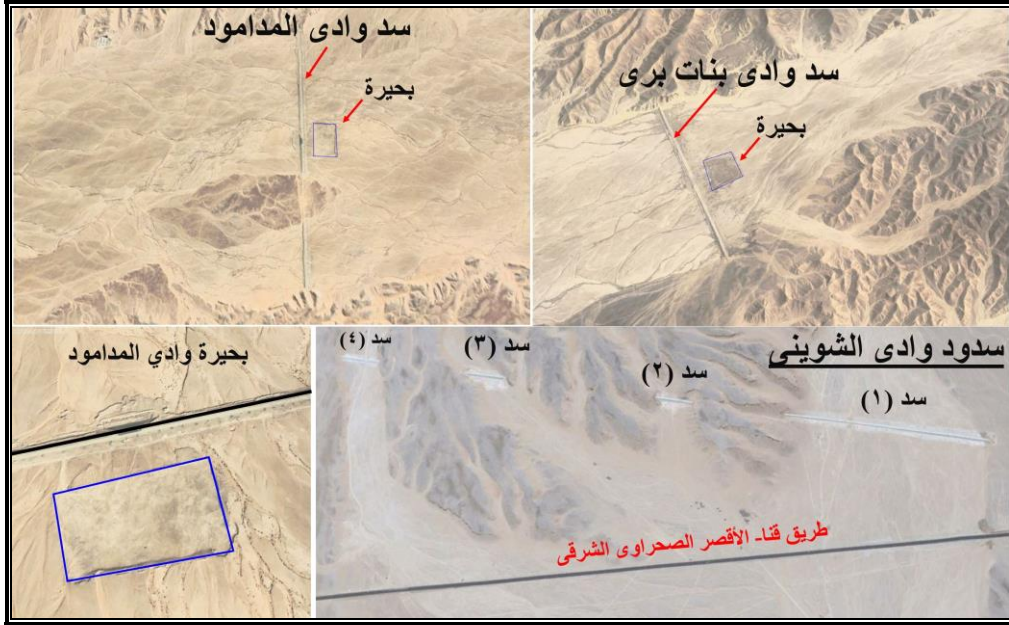
## (٢) وسائل الحماية والحد من أخطار الجريان السيلي على الطريق:

(أ) تقييم وسائل الحماية الحالية: اتضح من العمل الميداني ومسح الطريق بشكل كامل، أن الدولة قامت بعمل عدة وسائل للحد من أخطار السيول على القرى والتجمعات السكنية الموجودة في مصبات الأودية، وأثبتت هذه الوسائل فعاليتها في حماية هذه التجمعات من أخطار الجريان السيلي، إلا أنها لم تحم الطريق من جرف السيول، وما يؤكد ذلك أنه تم تصميم معظم هذه الوسائل قبل إنشاء الطريق؛ لذا تقع

غربه؛ لحماية التجمعات السكنية وليس الطريق، ويظهر جليًا غياب الدور الجيومورفولوجي، ولم يتم أخذ الضوابط الجيومورفولوجية في الاعتبار عند إنشاء الطريق، وفيما يلي عرض لهذه الوسائل:

(١) **المخزات:** يوجد في المنطقة ٤ مخزات، وتتنوع على أربعة أحواض، تأخذ شكل حرف Y، وجميعها تقع غرب الطريق كما ذكرنا، وتبعد عنه بنحو ٩٦٠ مترًا في المتوسط، أي لكي تصل مياه السيول إلى المخزات يجب أن تعبر الطريق عبر برابح لا تزيد فتحاتها عن متر واحد، وتتمثل هذه المخزات في مخر سيل الكلاحين بمصب وادي القرن الذي تم إنشاؤه عقب سيول نوفمبر ١٩٩٤، ويبدأ من مصب وادي القرن، ويمتد لمسافة ٣,٥ كم حتى يصل مصرف الكلاحين (خطاب وسليم، ٢٠٢١، ص ٤٣)، ومخر سيل كرم عمران بمصب وادي السري الذي يمتد لمسافة ٣,١ كم حتى يصب في ترعة الكلابية، ويصل عرضه في بعض المناطق إلى ٦٧ متر، وبمتوسط ٢٥ مترًا، ومخر سيل حجازة بمصب وادي حجازة بطول ١,٥ كم، وتم حفره بشكل يطوق الكتلة السكنية للقرية، إلا أن المباني امتدت بشكل عشوائي شرق المخر، ومخر سيل خزام الذي يمتد لمسافة ٤,٥ كم، وبمتوسط عرض ٧٠ مترًا، وقد لوحظ أثناء العمل الميداني أن معظم هذه المخزات مبطنة، وبعضها في حاجة إلى التكسيات الحجرية، خاصة في مواضع الانحناءات. لذا تری الدراسة أن هذه المخزات حفرت خصيصًا لحماية المناطق العمرانية وليس الطريق.

(٢) **السدود:** تعد السدود من أقدم الطرق للوقاية من أخطار السيول وأكثرها شيوعًا، ويوجد بمنطقة الدراسة ٨ سدود (لوحة ٤)، يستحوذ وادي الشويني على ٤ سدود، ويتوزع الباقي على أودية (المدامود، بنات بري، خزام، حجازة)، وتعمل هذه السدود على حماية الطريق والأنشطة البشرية في المنطقة، إلا أن بعضها يقع غرب الطريق لحماية المناطق العمرانية كما في سد خزام الذي تم بنائه؛ لحماية مدينة طيبة الجديدة.



المصدر: Google Earth

لوحة (٤): السدود والبحيرات الصناعية الحالية في منطقة الدراسة.



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٥): دور السدود والبحيرات الصناعية في حجز مياه السيول.

(٣) البرابح: هي الوسيلة الوحيدة التي رصدتها الدراسة الميدانية (لوحة ٦ أ)، والتي تم إنشاؤها لحماية الطريق، وتبلغ عددها بطول طريق قنا - الأقصر نحو ٤٧ بربح،

استحوذ وادي السري على ٣,٣٨٪ منهم، واتضح من القياسات الميدانية<sup>(١)</sup> أن البرابح المقامة أسفل الطريق، لم يراع عند تصميمها مساحة الأحواض وكمية الجريان المتوقعة، ومن ثم لم تتمكن من استيعاب وتصريف كمية المياه الناتجة عن عاصمة مطرية قدرها ١٥ مللم، فكيف يمكنها تصريف كمية المياه الناتجة عن أمطار تزيد على ٥٥,٣ مللم و ٢٥ مللم كما حدث في سيول عامي ١٩٤٩ و ١٩٩٤ بالترتيب، خاصة وأن العواصف المطرية في منطقة الدراسة تحدث في زمن قصير لا يتعدى ساعتين، فعلي سبيل المثال لا الحصر، استمر سقوط الأمطار يوم ١١/٢/١٩٩٤ من الساعة الرابعة بعد الظهر، ووصلت إلى مصب وادي القرن الساعة السابعة، واستمر تدفق المياه من الوادي حتي الساعة العاشرة من صباح اليوم التالي، ووصل ارتفاعها إلي ٢,٥ متر، وخلفت طبقة من الطمي بسمك يتراوح من ١-٢ متر<sup>(٢)</sup>.

كما رصدت الدراسة الميدانية أن بعض هذه البرابح لا يمر أسفل الطريق في الاتجاهين، فالبرابح التي تم تصميمها مع الازدواج الجديد في وادي الشيخ عيضة، لم يتم توصيلها أسفل الطريق القديم (الاتجاه الآخر)، وبالتالي تتعدم فائدتها، ولم ترصد الدراسة الميدانية أية كباري أو عبارات أسفل الطريق، خاصة وأن هذه الوسيلة تتفوق على البرابح في سرعة مرور وتدفق المياه من خلالها، ويتفق البحث مع دراسة الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية لسيول ١٩٩٤ في أن البرابح أثبتت فشلها في استيعاب كمية المياه الجارية، بسبب تكرار ملئها بالرواسب الصخرية التي تجلبها السيول (لوحة ٦ب، ج٦).

(٤) **البحيرات الاصطناعية:** يوجد في المنطقة بحيرتين في وادي المدامود وبنات بري، تبلغ مساحة الأولى ٦٦,٠٠٠ م<sup>٢</sup>، ونحو ٤٢,٠٠٠ م<sup>٢</sup> للثانية، وبعمق يبلغ ٢,٥ متر، وبتحليل المرئيات الفضائية اتضح أن منسوب هذه البحيرات ارتفع بمقدار ٠,٩٢ مترًا، مما يشير إلى عظم الرواسب التي تجلبها مياه السيول؛ لذا توصي

(١) تم حصر عدد البرابح، وتم قياس أبعادها من حيث عدد المواسير أو الفتحات، ارتفاع الفتحة، القطر، الطول.

(٢) الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، سيول نوفمبر ١٩٩٤، ص ٥٨-٦٠



الدراسة بضرورة تجريف قاع هذه البحيرات، حتى يمكنها استيعاب أي كمية جريان سيلبي متوقع.

(٥) **القنوات المبطنة:** تتلخص فكرتها في إنشاء مجري مبطن بالأسمنت؛ لتجميع المياه وتحديد مسارات السيول، وتصريفها عبر البرابح أسفل الطريق، وقد تمتد هذه القنوات بشكل طولي مع اتجاه الوادي، أو بشكل عرضي بمحاذاة الطريق؛ لتجميع المياه الزائدة، وتصريفها عبر البرابح أسفل الطريق. وقد تم رصد النوع الأول في وادي بنات بري، بطول إجمالي ٩,٧ كم، ومتوسط عرض ٢,٥ م (لوحة ٦د)، لتصريف المياه التي تعبر مفيض السد في الوادي حتى البرابح أسفل الطريق، وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية أن هذه القناة لا يمكنها تصريف كمية المياه المتوقعة وفق السيناريوهات العالية، خاصة وأنه تم استبدال أجزاء منها بمواسير أسمنتية، يبلغ اتساعها مترًا واحدًا، الأمر الذي يشير إلى الاحتمالية الكبيرة لردمها حال حدوث أي جريان سيلبي.



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٦): وسائل الحماية الحالية في منطقة الدراسة.

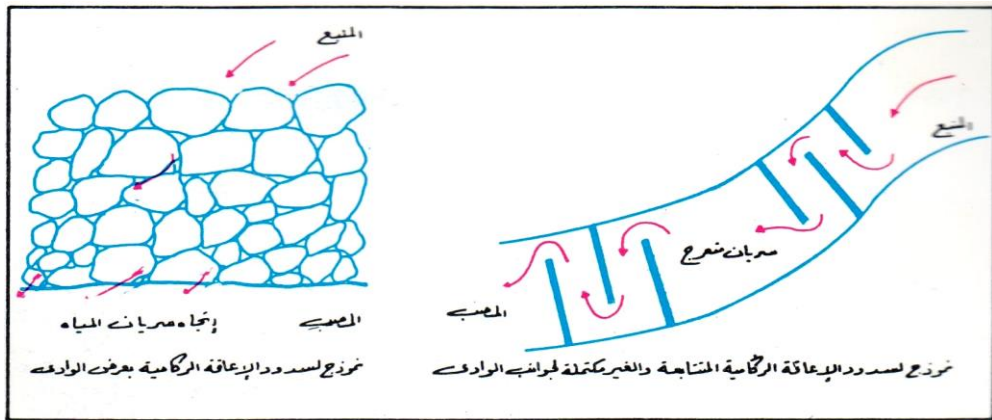
أما النوع الثاني فقد تم رصده في وادي القرن، وهي عبارة عن قناة عمودية على اتجاه الوادي، أي تسير بمحاذاة الطريق، بعرض يتراوح بين ١-٥م، وعمق يبلغ ٥م، لحماية الطريق من الانجراف (لوحة ٦و)، وتصريف المياه بشكل آمن إلى البرايخ أسفل الطريق، وبمقابلة بعض أهالي قرية الكلاحين، تبين أنه مياه السيول التي حدثت عام ٢٠٢٠ طمرت القناة والبرايخ بالرمال والحشائش والصخور، وأغرقت الطريق حتى وصلت إلى مخر سير الكلاحين في الغرب.

### (ب) وسائل الحماية المقترحة:

تقترح الدراسة مجموعة من الطرق والوسائل التي يمكن من خلالها درء أخطار الجريان السيلي على طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي (شكل ١١)، كما يلي:

١. **السدود:** تقترح الدراسة إنشاء مجموعة من السدود، ويجب بنائها وفق عدة معايير، منها قدرة التحمل وطبوغرافية موقع السد، ومراعاة حجم الجريان من أجل تجنب التدفق الزائد للسيول، حتى لا يتم تدميرها كما حدث لسد وادي العريش عام ٢٠١٠ (Amin et al., 2016,P.94). وتقترح الدراسة نوعين من السدود، هما:

- **سدود الإعاقة المتعاقبة:** يتم تصميمها على طول مجاري الروافد التي تغذي الأودية الرئيسية بالمياه، وهي عبارة عن مجموعة من السدود المتعاقبة، تبني من أحد جوانب المجري بارتفاع يتراوح من متر إلى مترين، بحيث لا يصل السد إلى الجانب الآخر، وذلك بالتبادل بين الجانبين (شكل ١٠)، مما يؤدي إلى جريان مائي بطيء (الشامي، ١٩٩٥)، ويتم بنائها من الصخور المحلية؛ لذا فهي منخفضة التكلفة.



المصدر: الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية، سيول نوفمبر ١٩٩٤، ص ٩٥.

شكل (١٠): نموذج لسدود الإعاقة المتعاقبة.

• **السدود الحجرية:** تبني في الأجزاء الضيقة من الأودية؛ للتحكم في الجريان والحد من سرعة المياه المندفعة من أعالي الأودية، وتجميع المياه، حتى يمكن استغلالها في أوجه النشاط البشري، وتحقيق التنمية المستدامة لمنطقة الدراسة، وتقتصر الدراسة بناء ١٥ سدًا، تتوزع على أودية (أبوطناضب، السري، القرن، الشيخ عيضة، حجازة، العقب، المدامود)، وتقوم هذه السدود بحجز كمياه المياه، حال حدوث أي جريان سيلبي.

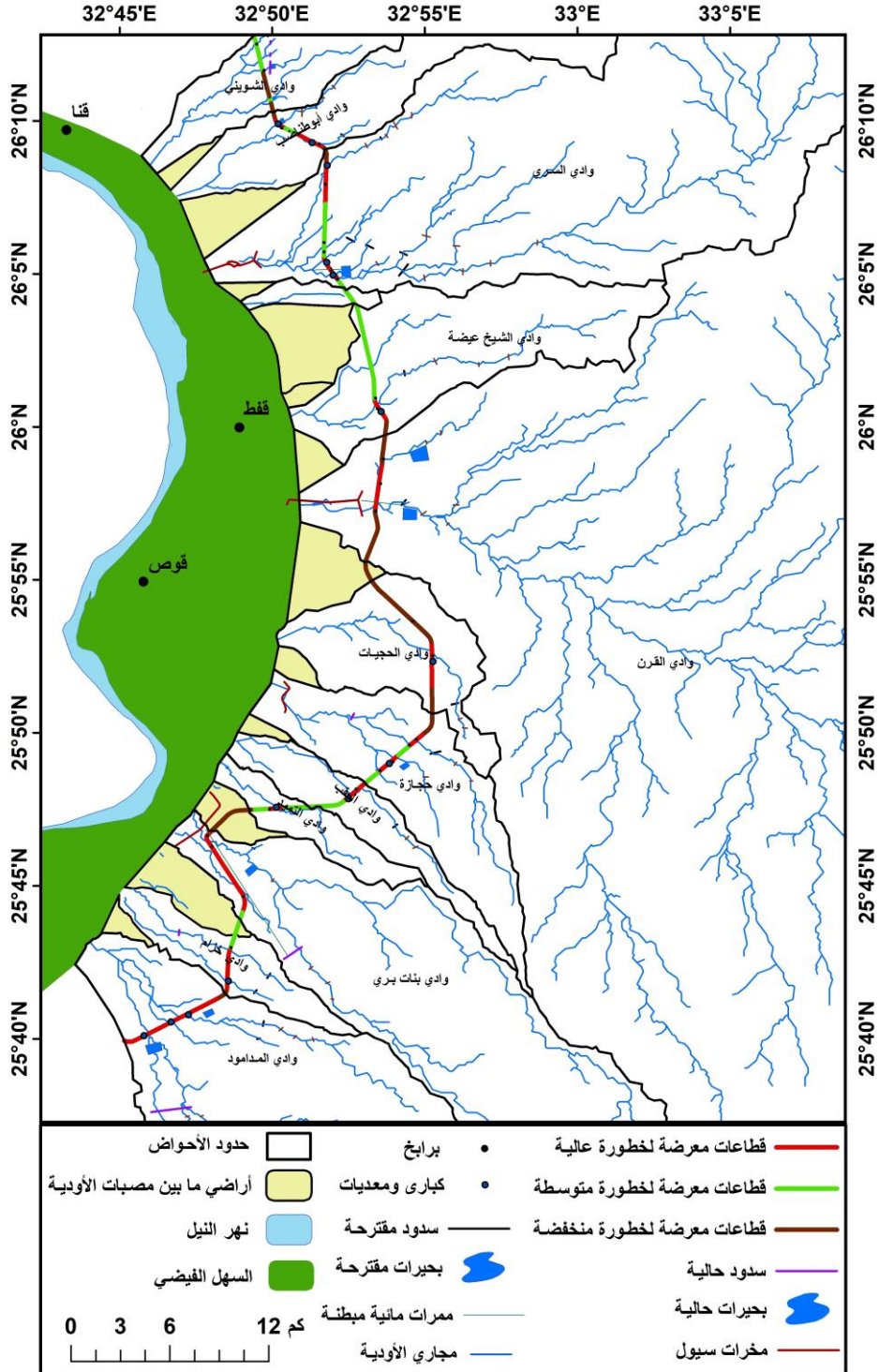
٢. إنشاء كباري أسفل الطريق لتصريف المياه: تعد الكباري من أنجح وأفضل الوسائل لتصريف المياه، حيث تسمح بمرور المياه بكل ما تحمله من رواسب وكتل صخرية، وتقتصر الدراسة تنفيذ ٩ كباري أو عبارات أسفل الطريق في القطاعات المعرضة لخطورة عالية، على أن تضم ٤ فتحات بعرض ٢ متر للفتحة الواحدة وارتفاع ٢ متر، حتى لا تتعرض للردم والإطماء.

٣. خفض منسوب الطريق في القطاعات التي يزيد منسوبه على منسوب أرضية الوادي؛ حتى لا يكون الطريق بمثابة حاجز لمياه السيول، مع تغطية جانبي الطريق بالأسمنت، حتى يمكن مرور مياه السيول المندفعة دون أن يتم جرفه وهدمه. فقد لوحظ أثناء العمل الميداني أن هناك قطاعات من الطريق يرتفع منسوبها بنحو ٣ متر عن أرضية الوادي ودون تغطية؛ الأمر الذي يسهل من نحتها وتقويضها، ومن ثم جرف الطريق (لوحة ٧).



المصدر: العمل الميداني.

لوحة (٧): ارتفاع منسوب الطريق عن أرضية الوادي.



المصدر: اعتمادًا على العمل الميداني وتحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية.

شكل (١١): وسائل الحماية الحالية والمقترحة، للحد من أخطار السيول بمنطقة الدراسة.

٤. حفر خزانات أو بحيرات لتجميع وتخزين المياه: تقترح الدراسة حفر ١٠ بحيرات أمام بعض السدود المقترحة في مسار القنوات النشطة، لتجميع المياه، وتخفيف حدة تدفقها واندفاعها إلى جسم السد من ناحية، وتغذية الخزان الجوفي من ناحية أخرى، تتراوح مساحة البحيرات المقترحة بين ٢١٠.٢٩,٨ م<sup>٢</sup> و ٤٦٣.٥٨٩,٥ م<sup>٢</sup>، بعمق ٣ أمتار حتى لا تتعرض للإطماء كما حدث لبحيرة وادي بنات بري، وتتوزع هذه البحيرات في أحواض (الشويني، أبوطناضب، السري، القرن، بنات بري، المدامود).
٥. حفر قنوات ومجاري طولية وعرضية: تتلخص فكرتها في إنشاء مجري مبطن بالأسمنت بجوار الطريق، وبمسافة أمان لا تقل ١٠ أمتار؛ لتجميع مياه السيول، وتصريفها عبر الكباري المقترحة أسفل الطريق، ويمكن بناء حواجز ترابية غرب هذه القنوات، حتى لا تصل المياه إلى الطريق، في حالة فيضان المياه من القنوات المبطنة.
٦. استخدام طرق الإنذار ونظم الاستشعار عن بعد: تتلخص هذه الطريقة في استخدام شبكات الإنذار للجريان السيلي المفاجئ، من خلال ربط محطات رصد الأمطار في مناطق المنابع بأجهزة تحذيرية عن السيول بفاصل زمني لا يقل عن ثلاث ساعات، على أن يتم وضعها في الأحواض شديدة الخطورة، إلا أن كثيراً من الباحثين يرون أن هذه الوسائل لا تحمي منشآت، ولكنها تحمي أشخاصاً (عبدالله، ٢٠٠٦).

## النتائج والتوصيات

- أسفرت الدراسة عن عدة نتائج وتوصيات يمكن إجمالها فيما يلي:
- تتنوع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة، ولهذا التنوع أثره على الشكل العام لأحواض التصريف، فقد كانت الغلبة للصخور الرسوبية التي تغطي ٧١,٩٪ من مساحة منطقة الدراسة مقابل ٢٨,١٪ للصخور النارية والمتحولة، مما يشير إلى زيادة الفاقد بالتسرب، الأمر الذي يقلل من خطورة الجريان السيلي على الطريق.
  - تضم منطقة الدراسة ١٣ حوضًا تصريفيًا، تنحدر من الصحراء الشرقية باتجاه وادي النيل، وما يزيد من خطورة هذه الأحواض، إنها تتعادم على الطريق، وتقطعه في أكثر من موضع، بلغت جملة مساحتها ٩١٤٤,٢ كم<sup>٢</sup>، وبمتوسط ٧٠١,١ كم<sup>٢</sup> للحوض الواحد، حيث يتسم نحو ٨٤,٦٪ من عدد أحواض المنطقة بصغر مساحتها، وبالتالي زيادة فرصة حدوث الجريان السيلي فيها.
  - تتراوح الرتب النهرية لأودية المنطقة بين الرتبة الرابعة والثامنة، وبلغ مجموع أعداد مجاريها ٣٨٦٤٧ مجرى، بمتوسط ٢٩٧٢,٨ مجرى للحوض الواحد، الأمر يشير إلى كفاءة شبكة التصريف في تجميع المياه، وسرعة الجريان وانخفاض نسبة الفاقد.
  - رغم وقوع منطقة الدراسة ضمن المناخ الصحراوي الذي يتسم بندرة المطر، إلا أنه قد يسقط خلال ساعات كمية أمطار تفوق ما يسقط خلال عدة سنوات، الأمر الذي يشير إلى سرعة توالد الجريان السيلي في أودية المنطقة.
  - بلغ طول القطاعات التي تتعرض لخطورة عالية من طريق قنا - الأقصر الصحراوي الشرقي نحو ٣٥,٦ كم، بما يعادل ٤٥,٤٪، في حين بلغ طول القطاعات التي تتعرض لخطورة متوسطة نحو ٢٣,١ كم، بنسبة ٢٩,٤٪، وبلغ طول القطاعات التي تتعرض لخطورة منخفضة ٢٥,٢٪ من طول الطريق.
  - يجب عند دراسة خطورة الجريان السيلي في البيئات الجافة، تقسيم الأحواض كبيرة المساحة إلى أحواض ثانوية، حتى تكون النتائج صحيحة وواقعية، خاصة وأن المطر في البيئات الجافة لا يغطي إلا أجزاء صغيرة من حوض التصريف، فقد يحدث جريان سيلي في أحد الأحواض، ولا يحدث في الأحواض المجاورة، نظرًا لطبيعة الأمطار في البيئات الجافة.
  - بناء عدد من السدود الحجرية بالأودية عالية الخطورة التي تتقاطع مع الطريق، وحفر ١٠ بحيرات صناعية؛ لاستيعاب مياه السيول وحماية الطريق من التدمير، والاستفادة منها في تنمية المنطقة.

ملحق (١): أعداد وأطوال الرتب النهرية بمنطقة الدراسة.

الوادي	الأولي		الثانية		الثالثة		الرابعة		الخامسة		السادسة		السابعة		الثامنة		الإجمالي	
	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)	العدد	الطول (ك.م)
الشويني	١٦١	٧٤,٩	٣١	٣٦,٦	٨	٢٥,٢	٢	١٠,٦	١	٣,٥	-	-	-	-	-	-	٢٠٣	١٥٠,٨
أبوطناضب	١٧٤	٧٧,٥	٤٢	٣٣,٢	٩	١٧,١٠١٢,٢	٢	٦,٩	١	-	-	-	-	-	-	-	٢٢٨	١١٧,٦
السري	١٣١٤	٥٧٩,٨	٢٨٢	٢٤٥,٢	٥٨	١٣٢,٣	١٥	٨٨,٩	٤	١٣,٨	١	٣٨,٦	-	-	-	-	١٦٧٤	١٠٩٨,٦
ع. جبريل	٢٧	٩,١	٥	٣,٨	٢	٢,٩	١	٣,٢	-	-	-	-	-	-	-	-	٣٥	١٩
الشيخ عيشه	٣٤٥	١٦,٢	٧٤	٦٥,١	١٩	٢٧,٨	٢	١٢,١	١	١٨,٧	-	-	-	-	-	-	٤٤١	١٣٩,٩
القرن	٢٤٦٠٠	١٠٢٥٢,٣	٥١٩٩	٤٤٦٧,٢	١١٦٥	٢١٣٩,٧	٢٦٦	١١٣٧,١	٥٥	٦٥٩,٧	١٤	٢٧٧,٩	٤	١٧٣,٦	١	٦٧,٤	٣١٣٠٤	١٩١٧٤,٩
الحجيات	١٩٨	٧٨,١	٣٤	٤٦,٣	٧	١٩,٨	١	١١,٧	-	-	-	-	-	-	-	-	٢٤٠	١٥٥,٩
حجازة	٢٤٤	١٣٠,٤	٥٣	٦٣,٦	١٢	٢٩,٥	٣	١٣,١	١	-	-	-	-	-	-	-	٣١٣	٢٣٦,٦
العقب	١٠٩	٥٧,١	١٥	٢٦,٣	٣	١٦,٦	١	٨,١	-	-	-	-	-	-	-	-	١٢٨	١٠٨,١
التميد	٧٣	٣٨,٩	١٧	١٥,١	٢	١٢,٧	١	٢,٧	-	-	-	-	-	-	-	-	٩٣	٦٩,٤
بنات بري	٨١١	٣٥٢,٦	١٥٦	١٤٨,٥	٣٦	٦٦,٣	١٠	٣٥,٧	٣	٤٥,٥	١	١٣,٧	-	-	-	-	١٠١٧	٦٦٢,٣
خزام	٩٥	٥٠,٣	١٤	٢٠,٤	٣	١٧,٨	١	٦,٨	-	-	-	-	-	-	-	-	١١٣	٩٥,٣
المدامود	٢٢٨٠	١٠٤٦,٩	٤٥١	٤٩٠,١	٩٦	٢٢٤,٥	٢٦	١٤٤,٧	٤	٣٣,٤	١	٥١,٦	-	-	-	-	٢٨٥٨	١٩٩١,٢
جملة	٣٠٤٣١	١٢٧٦٤,١	٦٣٧٣	٥٦٦١,٤	١٤٢٠	٢٧١٥,١	٣٣١	١٤٨١,٦	٧٠	٧٧٤,٦	١٧	٣٨١,٨	٤	١٧٣,٦	١	٦٧,٤	٣٨٦٤٧	٢٤٠١٩,٦

المصدر: اعتمادًا على نماذج الارتفاع الرقمية والخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠.

### المعادلات الواردة في الدراسة

المصدر	الطريقة	المعامل
-	آليًا باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية	مساحة الحوض
Gregory & Walling, 1973	الخط الذي يمتد من المصب إلى أبعد نقطة على محيط الحوض	طول الحوض
جودة وآخرون، ١٩٩١	قسمة مساحة الحوض على طوله	عرض الحوض
-	آليًا باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية	محيط الحوض
Gregory & Walling, 1973	مساحة الحوض (كم <sup>٢</sup> ) ÷ مساحة الدائرة التي	نسبة الاستدارة
Schumm, 1956	قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض (كم)	نسبة الاستطالة
Horton, 1932	مساحة الحوض ÷ (مربع طول الحوض)	معامل الشكل
Greogory & Walling, 1973	قسمة التضاريس القصوى ÷ طول الحوض	نسبة التضرس
Gregory & Walling, 1973	التضاريس القصوى (م) ÷ محيط الحوض	التضاريس النسبية
Strahler, 1958	تضاريس الحوض X كثافة التصريف ÷ ١٠٠٠	قيمة الوعورة
جودة وآخرون، ١٩٩١	المساحة الحوضية (كم <sup>٢</sup> ) ÷ التضاريس القصوى	التكامل الهيسومتري
-	آليًا باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية	أعداد وأطوال المجاري
Strahler, 1958	آليًا باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية	الرتبة النهرية
Horton, 1945	مجموع أطوال المجارى ÷ مساحة حوض	كثافة التصريف
Horton, 1945	مجموع أعداد المجارى ÷ مساحة الحوض	تكرار المجارى
Strahler, 1958	عدد المجارى في رتبة ما علي عدد المجارى في الرتبة التي تليها	معدل التفرع
Horton, 1945	مجموع أعداد المجارى ÷ طول محيط الحوض	معدل النسيج الطبوغرافي
Horton, 1945	كثافة التصريف ÷ ٢	الانسياب السطحي
خضر، ١٩٩٧، نقلًا عن Hichock et al.,	$TL=KI (A^{0.3}) / (Sa/Dd)$	زمن التباطؤ
Salimi et al, Kirpich, 1940	$T_c = 0.06628 L^{0.77} / S^{-0.385}$	زمن التركيز
خضر، ١٩٩٧، نقلًا عن مركز التنمية والتخطيط التكنولوجي	ح = ١.٥ (ل ت) <sup>٠.٨٥</sup>	حجم السريان
	$Q = 1.5 A^{0.9}$	معدل التصريف



## المصادر والمراجع

### أولاً: المصادر:

١. إدارة المساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠، ٢٠١١.
٢. المرئيات الفضائية ونماذج الارتفاع الرقمية وصور Google Earth عالية الدقة.
٣. الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة.
٤. الهيئة المصرية العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠، ١٩٩١.
٥. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، سيول نوفمبر ١٩٩٤.

### ثانياً: المراجع:

#### (أ) المراجع العربية:

١. أبوريه، أحمد محمد أحمد (٢٠١٢): تقدير الجريان السيلي ومخاطره باستخدام النماذج الرياضية: دراسة حالة لمدينة أسوان، مجلة المجمع العلمي المصري، العدد (٨٧) ص ١٨١-٢٥٩.
١. الشامى، إبراهيم زكريا (١٩٩٥): التحكم في مياه السول والاستفادة من مياهها ودرء أخطارها، ندوة المياه في الوطن العربي، الجمعية الجغرافية المصرية.
١. الغامدي، سعد أبو راس (٢٠١٥): تقدير خطر السيول شرقي مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد (٧)، العدد (٢).
٢. جودة، حسنين جودة، وعاشور، محمود، ودسوقي، صابر، وتراب، محمد، وكامل، على مصطفى، مصطفى، محمد رمضان (١٩٩١): وسائل التحليل الجيومورفولوجي، بدون ناشر.
٣. حجاب، محمود محمد (٢٠٠٤) جيومورفولوجية السهل الساحلي والإقليم الجبلي فيما بين رأس بكر ورأس الدب: غرب خليج السويس، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب بسوهاج، قسم الجغرافيا، جامعة جنوب الوادي.
٤. حسب الله، أسماء إبراهيم (٢٠١٢): الأخطار الطبيعية على نماذج من شبكة الطرق البرية في الصحراء الشرقية: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات الإنسانية، قسم الجغرافيا، جامعة الأزهر.

٥. حسن، هويدا توفيق أحمد (٢٠١٣): الأخطار الجيومورفولوجية المرتبطة بالسيول وتأثيرها على المناطق الأثرية بمحافظة أسيوط، مجلة بحوث الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، ص ص ٧٣١-٧٨٧.
٦. خضر، محمود محمد (١٩٩٧): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٧. خطاب، محمد إبراهيم وسليم، مها كمال (٢٠٢١): النمذجة الهيدرولوجية للسيول في حوض وادي القرن شرق قفط بالصحراء الشرقية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الجمعية الجغرافية، المجلد (٥٢)، العدد (٧٧)، ص ص ١-٥٩.
٨. دسوقي، صابر أمين (٢٠٠٠): الأخطار الطبيعية في شبه جزيرة سيناء، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، كلية التجارة، جامعة عين شمس، ص ص ٣٠٨-٣٢٤.
٩. دندراوي، محمد الرواي (٢٠١٤): الجيومورفولوجيا التطبيقية لوادي النيل فيما بين الأقصر وقنا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي.
١٠. شعبان، أسامة حسين (٢٠١٢): أخطار السيول على منطقة شرق المنيا: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، المجلد (٧٢)، العدد (١)، ص ص ١١-٩٧.
١١. صالح، أحمد سالم (١٩٨٥): حوض وادي العريش: دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
١٢. \_\_\_\_\_ (١٩٨٩): الجريان السيلي في الصحاري العربية: دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية، سلسلة الدراسات الخاصة، معهد البحوث والدراسات العربية، العدد (٥١).
١٣. عبدالكريم، أشرف أحمد (٢٠٢١): أخطار السيول على مسار السكة الحديدية: حوض وادي باير المؤثر على مسار قطار الشمال جنوب مدينة القريات، المملكة العربية السعودية- أنموذجًا، مجلة الجمعية الجغرافية، المجلد (٥٢)، العدد (٧٧)، ص ص ٦١-١١٠.

١٤. عبدالله، أحمد زايد (٢٠٠٦): المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران على ساحل البحر الأحمر: دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٥. مداغش، عبدالمجيد أحمد يحيى (٢٠٠٩): جيومورفولوجية حوض صعدة في اليمن باستخدام الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

١٦. نوح، ناصر عبدالستار عبدالهادي (٢٠٠٧): جيومورفولوجية المراوح الفيضية على الجانب الشرقي لوادي النيل بين وادي خريط جنوباً ووادي قنا شمالاً، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي.

#### (ب) المراجع غير العربية:

1. Abd El-Aziz, M. (2018). Analysis of Hydro-Morphometric of Flash Flood Hazard Map of Wadi Gharandal Basin, Southwestern Sinai Area, Egypt, Using GIS and RS. Bulletin de la Société de Géographie d'Egypte, 91(1), 67-87. [doi: 10.21608/bsge.2018.90307](https://doi.org/10.21608/bsge.2018.90307)
2. Abdalla, F., Shamy, I., Bamousa, A., Mansour, A., Mohamed, A. & Tphoon, M. (2014). Flash Floods and Groundwater Recharge Potentials in Arid Land Alluvial Basins, Southern Red Sea Coast, Egypt. International Journal of Geosciences, Vol. 5, PP.971-982. [doi: 10.4236/ijg.2014.59083](https://doi.org/10.4236/ijg.2014.59083).
3. Abdel-Fattah, M.; Saber, M.; Kantoush, S.A.; Khalil, M.F.; Sumi, T.; Sefelnasr, A.M (2017): A Hydrological and Geomorphometric Approach to Understanding the Generation of Wadi Flash Floods, Water, V. 9, PP.553. <https://www.mdpi.com/2073-4441/9/7/553>
4. Alrikabi, A., Elmewafey, M., Beshr, A., & Elnaggar, A., (2015). "Using GIS based Morphometry Estimation of Flood Hazard Impacts on Desert Roads in South Sinai, Egypt". International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 6, Issue 7, July, pp. 1593-1599.
5. Amin, A., El Hattab, A., El Bastawesy, M., Sharawi, A., & Azzam, M. (2016). Hydrological Analysis of Flash Flood using GIS in AL-Saff Area, Helwan, Egypt. Port-Said Engineering Research Journal, 20(2), 89-95. [doi: 10.21608/pserj.2016.33593](https://doi.org/10.21608/pserj.2016.33593)
6. Arnous, M.O., El-Rayes, A.E., El-Nady, H. et al. (2022). Flash flooding hazard assessment, modeling, and management in the coastal

- zone of Ras Ghareb City, Gulf of Suez, Egypt . J Coast Conserv 26, 77 <https://doi.org/10.1007/s11852-022-00916-w>
7. Badawy, m., & Khidr, M., (2011). A GIS and RS based approach for modeling ungauged small-scale catchments in Mersa Alam Bull. Soc. Geogr. Egypte ,Vol.84 ,PP.117-140.
  8. Badawy, M., (2008). Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Geomorphological Studies: Safaga - El-Quseir Area, Red Sea Coast, Egypt as an Example (Unpublished Ph.D.). University of Mainz.
  9. Bajabaa, S., Masoud, M. & Al-Amri, N. (2014). Flash flood hazard mapping based on quantitative hydrology, geomorphology and GIS techniques (case study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia). Arab J Geosci 7, 2469–2481. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0941-2>
  10. Dewidar, K. M. (2013). Analysis of morphometric parameters using remote-sensing data and GIS techniques in the Wadi El Gemal basin, Red Sea coast, Egypt. Int. J. Remote Sens. GIS, 2, 122-129.
  11. Gregory, K.J. & Walling, D. E., (1973): Drainage Basin Form and Process and Geomorphological Approach, Edward Arnold, London.
  12. Horton, R., (1932): Drainage Basin Characteristics, Transactions of The American Geophysical Union.
  13. Horton, R., (1945) Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, Geological Society of America Bulletin, vol. 56, issue 3, PP. 275-370
  14. Kenneth,W.,(1969) The Arid Zones , London.
  15. Khalil H, S., Abdeldayem L., Ghobara.,(2016):Stratigraphical studies on the Upper Cretaceous-Lower Eocenerocks in Central Eastern Desert, Egypt, Delta J. Sci. Tanta University, Vol.37; PP.147-173.
  16. Morad, N. (2016). Assessment Of the Rainfall Storm Events of January 2010 and March 2014 for The Catchment Modeling of Wadi El Arish and Wadi Wardan Basins, Sinai, Egypt. Egyptian Journal of Desert Research, 66(1), 137-168. [doi: 10.21608/ejdr.2016.5772](https://doi.org/10.21608/ejdr.2016.5772)
  17. Morad, N., Youssef, N., & Ibrahim, S. (2020). Assessment Of Flash Flood “April 2018” And Its Effect on Wadi Degla and Wadi El-Halazouni - East Cairo - EGYPT. Egyptian Journal of Desert Research, 70(1), 25-57. [doi: 10.21608/ejdr.2020.24550.1070](https://doi.org/10.21608/ejdr.2020.24550.1070)
  18. Morisawa, M., (1985): Rivers: Form and Process, Longman, London.
  19. Obeidat, M, Awawdeh, M, Al-Hantouli, F. (2021). Morphometric analysis and prioritisation of watersheds for flood risk management in

- Wadi Easal Basin (WEB), Jordan, using geospatial technologies. J Flood Risk Management; 14:e12711. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12711>
20. Saleem, Amr. (2018). The Anthropogenic Geomorphology of the New Suburbs, East of Greater Cairo, Egypt. Bulletin de la Société de Géographie d'Egypte. 91. 1-28. [10.21608/bsge.2018.90304](https://doi.org/10.21608/bsge.2018.90304).
21. Salimi, T., Nohegar, A., Malekian, Hoseini, M., Holisaz A., (2017): Estimating time of concentration in large watersheds. Paddy Water Environ, Vol.15,PP. 123–132.<https://doi.org/10.1007/s10333-016-0534-2>
22. Sallam, E.S., Abd El-Samee, M.A., (2020). Bobrysheva, O.R. et al. Geological heritage of Luxor and its vicinities, Egypt: a new assessment and geotourism perspectives. Arab J Geosci 13, 76 <https://doi.org/10.1007/s12517-019-5038-0>
23. Schumm, S.A.,(1956): Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey, Bull.of Geol. Soc. of Amer.,V.67.
24. Shi, Q. (2014). Flood Hazard Assessment along the Western Regions of Saudi Arabia using GIS-based Morphometry and Remote Sensing Techniques. Unpublished M.Sc., KAUST Research Repository. <https://doi.org/10.25781/KAUST-24QM9>
25. Smith, K.,(1950): Standers for Grading Texture of Erosional Topography ,Ameri. Jour. of Science, No. 248.
26. Strahler,A., (1958): Dimensional Analysis Applied to Fluvial Eroded Landforms , Geol. Soc. America Bull, V.69.
27. Thabet, H., khaled, M., Hassan, H. (2016). Geomorphologic and hydrogeologic studies for some basins in the area between Abu Ghusun and Bernice, South Eastern Desert, Egypt". Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries,20(2),123-144.[doi: 10.21608/ejabf.2016.2299](https://doi.org/10.21608/ejabf.2016.2299)
28. Youssef, A.M., Pradhan, B. & Hassan, A., (2011): Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery. Environ Earth Sci 62, 611–623. <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0551-1>

ثالثاً: مواقع الانترنت:

1. <http://glcf.umd.edu/>
2. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
3. <https://en.tutiempo.net>
4. <https://egy-map.com/>

## **Hazards of Flash Flood on the Qena-Luxor Eastern Desert Road :A Study in Applied Geomorphology Using Geomatics Techniques**

### **Abstract:**

This study aims at studying and evaluating hazards of flash flood on the Qena-Luxor Eastern Desert Road using geomatics techniques. This is in addition to identifying the sectors which are vulnerable to flash flood. For the main aim of achieving objectives of the study, the geological and climatic characteristics of the region, the morphometric and hydrological characteristics of the drainage basins were studied, based on the analysis of satellite images, digital elevation models, and topographic maps.

The study concluded that the drainage basins in the region were classified into three categories according to their degree of hazards, and the study indicated that there are 17 sectors of the road exposed to high risk, equivalent to 45.4% of the length of the road. Then, the study suggested appropriate methods and means for preventing and decreasing hazards of flash flood on the concerned desert road.

**Keywords:** Applied geomorphology, flash flood, Qena-Luxor Desert Road, geomatics.