

**الأخطار الجيومورفولوجية في البر الغربي لمدينة الأقصر  
باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة**

إعداد

**د/ أحمد محمد أبورية  
أستاذ الجغرافية الطبيعية المساعد  
كلية الآداب جامعة الفيوم**

يناير ٢٠١٦

## الأخطار الجيومورفولوجية في البر الغربي لمدينة الأقصر باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة

تعد دراسة الأخطار الجيومورفولوجية من الدراسات الهامة في مجال الجيومورفولوجيا التطبيقية، وذلك بعد التوسعات الحضرية للإنسان على حساب الخصائص الطبيعية للأقاليم، وتعتمد دراسة الاخطار على تحديد الخصائص الليثولوجية للصخور والعوامل المسؤولة عن نشأة الاشكال الأرضية وما يسود عليها من عمليات جيومورفولوجية، كما تحدد تأثير هذه الاخطار على الأنشطة البشرية الموجودة بالفعل.

تتنوع الاخطار الجيومورفولوجية داخل الإقليم الواحد، وان كان السيادة لخطر دون اخر يرجع لسيادة أحد عوامل التعرية، في حين تظهر أخطار التجوية بمختلف انواعها في كل الأقاليم الجيومورفولوجية تقريباً. ويمثل الجريان السيلي أكثر الأخطار من حيث تكرار الحدوث وأكثرها انتشارا بمنطقة الدراسة، يليه حركة المواد على المنحدرات، الي جانب الأنشطة البشرية المتعددة التي تلعب دوراً واضحاً في تأثيرها على العمليات الجيومورفولوجية.

تعتمد دراسات الأخطار الطبيعية على دراسة الخصائص الجيولوجية والمورفومتريه والهيدرولوجية للمنطقة؛ حيث يمكن استنتاج العديد من النتائج الدقيقة التي تفيد في دراسة الأشكال والعمليات الجيومورفولوجية التي مرت بها منطقة الدراسة، ومما لا شك فيه فإن للأخطار الجيومورفولوجية أثراً واضح على النمو العمراني بمنطقة الدراسة، حيث تمتد الأودية عموديا على السهل الفيضي؛ حيث تم استصلاح وزراعة اغلب المراوح الفيضية لهذه الاودية، مما يعرض الأراضي الزراعية والتجمعات العمرانية وشبكة الطرق للانجراف بفعل مياه السيول الفجائية.

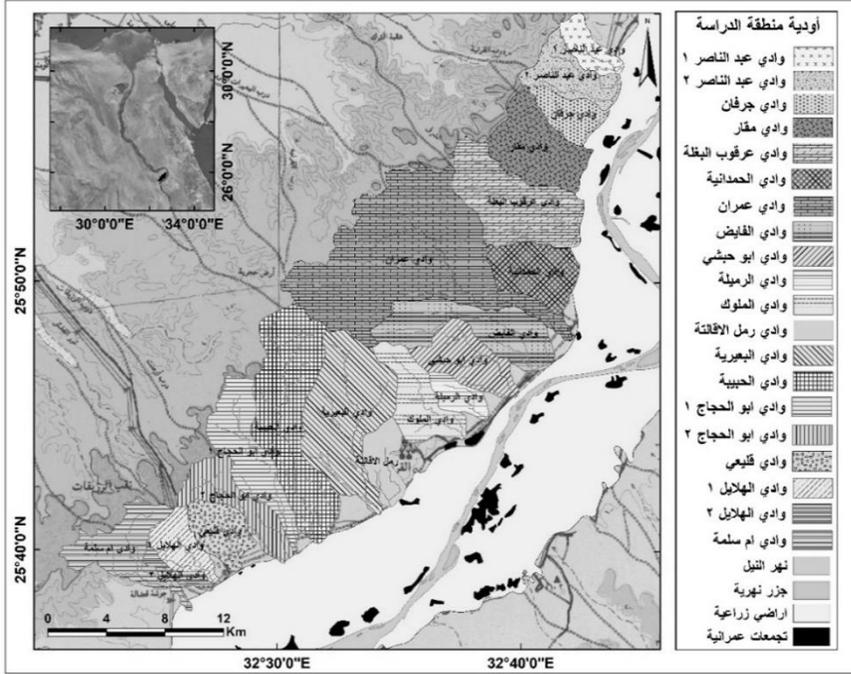
## اهداف البحث واهميته

- تقنيات الاستشعار من بعد ونظم المعلومات الجغرافية ذات أهمية بالغه لا غنى عنها في مجال دراسة الأخطار الجيومورفولوجيا وتحديد مناطق المخاطر الطبيعية التي يعاني منها الإقليم والإسهام في حمايتها وحل المشكلات.
- التحليل المورفومتري لشبكات وأحواض التصريف بالبر الغربي لمدينه الأقصر مما يسهم في معرفة العلاقات السائدة بين أشكال الأحواض وشبكتها، وكثافة التصريف من ناحية، والجريان السيلي لهذه الأحواض من ناحية أخرى، بهدف تقدير درجات الخطورة التي تمثلها هذه الأودية على التجمعات العمرانية والبشرية.
- دراسة خصائص المنحدرات على الحافة الشرقية لهضبة طيبة، بهدف تحديد زوايا الانحدار السائدة وعلاقتها بحركة المواد على المنحدرات، وبالتالي تحديد أماكن التساقط الصخري، وزحف المواد على المنحدرات، مما يساعد على تحديد درجة الخطورة لحركة المواد على المنحدرات.
- دراسة أثر العوامل البنوية على توجيه المجاري بشبكات التصريف السائدة، وبالتالي دراسة تأثيرها على المنشآت والمعابد المقامة بالمنطقة.
- من خلال دراسة الأخطار، الجيومورفولوجية على الطرق في منطقة الدراسة، يمكن وضع الحلول المقترحة للحد من هذه الأخطار والتقليل من أثارها المدمرة.

## منطقه الدراسة:

تقع منطقته الدراسة بالجانب الغربي لوادي النيل في الصحراء الغربية المواجهة لمدينه الأقصر الأثرية، ومشكلة الجانب الشرقي لهضبة طيبة فيما بين وادي عبد الناصر شمالا وام سلمة في الجنوب، وتمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ٠٢ ° و

٢٦°، ٤٣° ٣٧' ٢٥" شمالاً، وبين خطي طول ٠٣° ٤٤' ٣٢"، ٠١° ٢١' ٠٠" شرقاً، شكل رقم (١)، وتغطي منطقة الدراسة نحو ٥٩٦.١٩ كم.



خريطة رقم (١) الموقع العام لمنطقة الدراسة

### المنهج والأساليب والتقنيات المستخدمة:

تم الاعتماد على منهج البحث التطبيقي النفعي في تناول مشكله الدراسة التي تمثلت في كيفية توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة الأخطار الطبيعية بالبر الغربي ويتلخص هذا المنهج في (الوصف، التفسير، التقييم، التشخيص، التنفيذ، وأخيراً الرصد). وأخيراً عرض النتائج والتوصيات. لقد تم استخدام مجموعه الأدوات الجغرافية منها:

أ. الخرائط (الورقية والرقمية) والمرئيات الفضائية والبرامج المستخدمة منها:

- الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ اصدار الهيئة العامة للمساحة المدنية (المشروع الفنلندي) لسنة ١٩٩٤، الي جانب عدد من الخرائط الجيولوجية متعددة المقاييس اصدار الهيئة المصرية للمساحة الجيولوجية.
- تم استخدام برنامج **ERDAS IMAGINE 2014** لمطابقة الخريطة الطبوغرافية ١ : ٥٠٠٠٠٠ مع المرئية الفضائية **Land sat 7** النوع **ETM** لسنة ٢٠١٥ وعمل الربط، بعد توحيد نظام الاسقاط الي **UTM**. كما تم تصنيف الصور باستخدام التصنيف غير الموجة **Unsupervised Classification**، ومن ثم أمكن تصنيف الصور الي مجموعة طبقات. استخدام برنامج **Global Mapper 16** لعمل خريطة كنتورية للمنطقة.
- تم عمل نموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة بالاستعانة بالخريطة الكنتورية والمرئية الردارية **STRM**، لاستخدامه في تحديد احواض التصريف للأودية الجافة بالمنطقة، واستخلاص شبكات التصريف وتصنيف مجاريها الي رتب.
- استخدام برنامج **Arc GIS 10.3 (Arc Hydrology)** في دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، ورسم خريطة شبكات التصريف، اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي **Digital Elevation Model** مما سهل استخراج البيانات المساحية لأحواض وشبكات التصريف.

### الدراسة الميدانية

اعتمد علي الدراسة الميدانية كمصدر أساسي للقياسات المورفومترية وتسجيل البيانات الميدانية كنوع الصخر وخصائصه الليثولوجية الي جانب خصائص الرواسب وجمع العينات والتوثيق الفوتوغرافي، عمل القطاعات الميدانية علي واجهة الحافة الجبلية، مما مكن من دراسة الواقع والوقوف على الأخطار التي تتعرض لها

المنطقة، تم القيام بدراسة ميدانية تفصيلية للمنطقة في أعوام مختلفة منذ ٢٠٠٥ حتى ٢٠١٥ ضمن فريق عمل هيئة المساحة الجيولوجية والدراسات الميدانية الخاصة بقسم الجغرافيا جامعة الفيوم، ومن ثم توفر الدافع لاختيار موضوع البحث.

### أولاً: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.

تتناول الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة كلا من الخصائص الجيولوجية والبنوية والتضاريسية، وفيما يلي توضح هذه الخصائص:

#### أ- الخصائص الجيولوجية

من خلال دراسة الخريطة الجيولوجية (شكل رقم ٢) التي تم انشائها بالاعتماد على مجموعة تقارير جيولوجية غير منشورة أعدتها هيئة المساحة الجيولوجية<sup>(١)</sup>، يتضح ان أقدم صخور المنطقة يرجع لعصر الكريتاسي، في حين تسود صخور الإيوسين بمنطقة الدراسة، وتظهر تكوينات الباليوسين والبلايوسين وسط رواسب الزمن الرابع، وفيما يلي دراسة هذه التكوينات مرتبة من الاقدم للأحدث:

#### ١- تكوينات الكريتاسي: Cretaceous Formations

تمثل أقدم الصخور بمنطقة الدراسة ويمثلها تكويني (الدخلة، ضوي)، وتتألف من المارل والطفلة والحجر الجيري والحجر الجيري المارلي وصلصال رمادي ويحوي حفريات واصداف، وتوجد طبقات من الفوسفات والرمل الفوسفاتي فيما بين تكويني الدخلة وضوي، وتشغل حوالي ٩.٧٧ كم<sup>٢</sup> بما يعادل ١.٧٧ ٪، وتظهر في شمال منطقة الدراسة في القطاع الأوسط لأحواض اودية (عبد الناصر ١، عبد الناصر ٢، جرفان) وفي المنابع العليا لحوض وادي مقار

(١) تقارير جيولوجية غير منشورة؛ رقم ٦٣، ١٩٩٩، رقم ١، ٢٠٠١، ارقام ٥٠، ٥٤، C1، ٢٠٠٢.

## ٢- تكوينات الباليوسين : Paleocene Formations

تغطي حوالي ١٣.١٧ كم<sup>٢</sup> بما يمثل ٢.٣٩ ٪ من منطقة الدراسة، يمثلها تكويني (طرون، اسنا) ويتكون من الحجر الجيري المارلي والحجر الجيري الطباشيري والحجر الطيني الكلسي، ويتميز تكوين طرون بوجود الحفريات ويتراوح سمكه بين (١٣: ٣٦ متر) (Ghandour, I., et.al., 2004)، في حين يبلغ سمك تكوين اسنا (٣٠: ٦٠ متر) (Kenawy, A., 1972) وتظهر مكاشف هذه التكوينات في الأجزاء الشمالية بمنطقة الدارسة في نطاق تقسيم المياه لروافد اودية منطقة الدراسة (عبد الناصر ١، عبد الناصر ٢، جرفان، مقار، عرقوب البغلة، الحمدانية) وفي القطاع الأوسط لحوض وادي عمران كذلك تظهر علي اقدام الحافة الجبلية فيما بين وادي ( الملوك، رمل الاقالته) ويتسم بضعف المقاومة امام عوامل التعرية التي نشطت وأزلت أجزاء كبيرة منه، ويمثل تكوين اسنا نطاق انتقالي بين تكوينات الباليوسين والإيوسين ويتميز بكثرة الفواصل والشقوق متباينة الاتجاهات وانتشار نواتج التجوية.

## ٣- تكوينات الإيوسين : Eocene Formations

يعد صخور تكوين طيبة أقدم تكوينات الإيوسين بالمنطقة، يتألف من الحجر الجيري والحجر الرملي، والحجر الجيري المارلي الذي يحوي علي العديد من الحفريات الكبيرة مثل الجلد شوكيات والصغيرة مثل النيموليت ويبلغ سمكها حوالي ١٥٩ متر، ويشكل اغلب الحافة الشرقية وسطح هضبة طيبة (Yehia, M., et.al., 1982)، ويغطي تكوين طيبة نحو ٢٦٤.٣٥ كم<sup>٢</sup> بما يعادل حوالي ٤٨.٠٤ ٪ من المنطقة، فيظهر فوق سطح الهضبة حيث تنحدر جميع روافد الودية المنحدرة نحو السهل الفيضي لنهر النيل، وتتسم صخور تكوين طيبة بكثرة الشقوق والفواصل الناتجة عن الحركات التكتونية التي مرت بها المنطقة، إلي جانب

ضعف الحجر الجيري أمام عمليات التجوية بمختلف أنواعها مما اسهم في زيادة نشاط حركة المواد علي المنحدرات.

#### ٤- تكوينات البلايوسين : **Pliocene Formation**

تمثل رواسب الباليونيل (تكوين مادمود) تكوينات البلايوسين (Said, R., 1981)، يتكون من الحجر الطيني الأحمر يتدرج للرمادي ويتداخل معه الصخور المارلية مع بقايا جذور النباتات، الحجر الرملي أو الحجر الرملي الجيري، ويظهر على أقدام الحافة الشرقية لهضبة طيبة في اغلب الاودية في قطاعه الأوسط، يغطي حوالي ١١.٩٢ كم<sup>٢</sup> بما يمثل ٢.١٧٪ من منطقة الدراسة، ويظهر علي كلا جانبي اودية (عمران، فايض، أبو حبشي، الرملية، الملوك، البعيرية، الهليل، ام سلمة)، وتتميز رواسب التكوين بالهشاشة وضعف التماسك أمام التعرية المائية بفعل مجاري الأودية والمسيلات المائية المنحدرة من الحافة، حيث تأكل اغلبها.

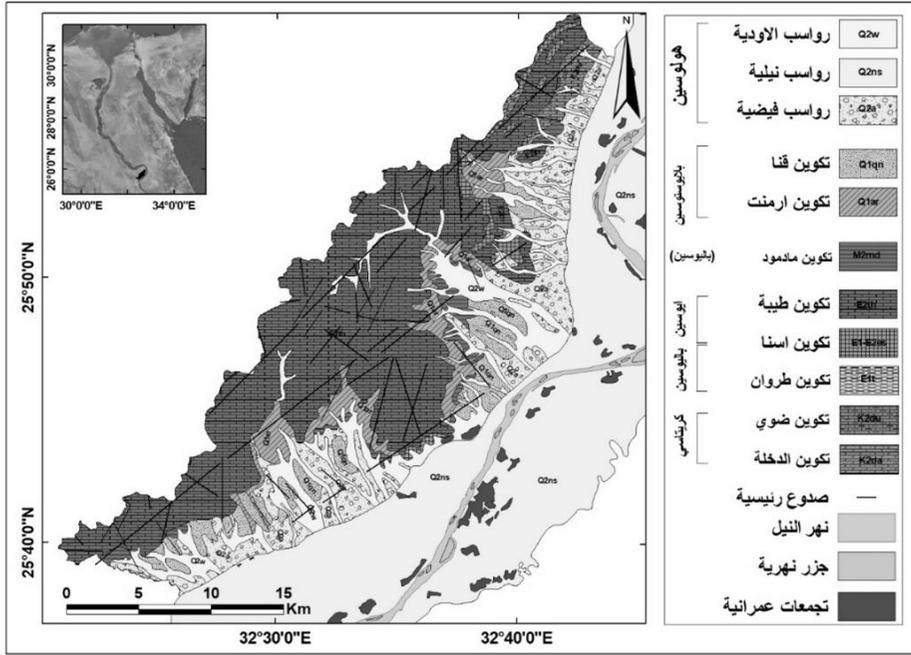
#### ٥- تكوينات البلايوسين : **Pleistocene Formations**

تتنوع مصادر رواسب البلايوسين والتي اشتقت من التكوينات الجيولوجية الاقدم، لذلك يتركز وجودها في نطاق اقدم الحافة الي الشرق من تكوين طيبة، وتشغل هذه التكوينات نحو ٧٦.٩٢ كم<sup>٢</sup> حوالي ١٣.٩٧٪ من المساحة الإجمالية، وفيما يلي هذه التكوينات:

- **تكوين ارمنت : Armant Formation** ينتمي لأوائل عصر البلايوسين، عبارة عن كلونجوميترات حادة الزوايا وشبة حادة تتألف من الحجر الجيري والشرت التي انفصلت من تكوين طيبة وتتماسك هذه الرواسب ضمن قالب من الطين والمواد الجيرية، ويغطي ٧.٢٤٪ من المنطقة. وقد نشطت التعرية في نحته ولم

يتبقى الا شريط رفيع على اقدام الحافة يظهر في المنتصف ويختفي في شمال وجنوب منطقة الدراسة.

- **تكوين قنا: Qina Formation** يتكون من رمال سيئة التصنيف خشنة الحبيبات نصف مفككة، والرمال مشتقة عن الكوارتز وتحتوي على عدسات حصوية قليلة، تغطي ٦.٧٣٪ من المنطقة، ويمتد تكوين قنا من جنوب المنطقة حتى أقصى الشمال كبقاع متناثرة على جوانب الاودية في قطاعاتها الدنيا.



Geological maps 1: 100000, Egypt Geological Survey sheets; (Qena) 2003. (Ar ruzayqat) 2005. (Luxor) 2006.

### شكل رقم ( ٢ ) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

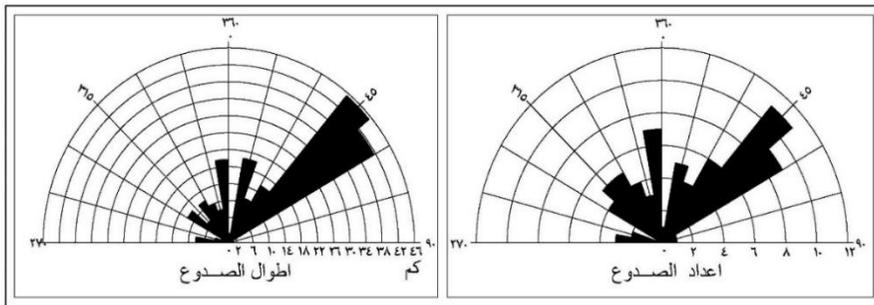
#### ٦- رواسب عصر الهولوسين

تتكون رواسب الهولوسين من الرواسب الفيضية التي جلبتها الأودية من منابعها العليا؛ وهي عبارة عن مفتتات ومواد زلطيه وحصى ورمال متعددة الاحجام والنشأة،

إلى جانب رواسب البلايا التي تظهر فوق سطح الهضبة، وتغطي رواسب الهولوسين نحو ٣١.٦٥٪ من المنطقة أغلبها رواسب أودية، مما يعكس مدى سمك الرواسب واتساع شبكة الأودية، وتشكل هذه الرواسب العديد من الظواهر الجيومورفولوجية كالمصاطب والمراوح الفيضية التي تمتد على طول هوامش السهل الفيضي.

## ٧ - البنية الجيولوجية

تساعد دراسة البنية الجيولوجية على تفسير بعض الظواهر الجيومورفولوجية، كذلك توضح الاحداث الجيولوجية التي عانت منها المنطقة الدراسة. يتضح من الشكل رقم (٣) تعرض منطقة الدراسة للعديد من الحركات الأرضية حيث نتج عنها العديد من الصدوع الرئيسية والثانوية، وتتركز الصدوع الرئيسية في نطاق الحافة الشرقي لهضبة طيبة في شكل نطاق طولي يمتد باتجاه الشمال الشرقي / الجنوب الغربي، وتمثل الصدوع الثانوية النمط السائد بمنطقة الدراسة بلغ مجموع أعداد الصدوع ٧٥ صدعا بطول ٢٢٨.٨٥ كم<sup>(١)</sup>، مما شكل كثافة عالية حوالي ٠.٣٨ كم/كم<sup>٢</sup> وبلغت كثافتها العددية نحو ١ صدع / ٧.٩٥ كم<sup>٢</sup>، وهي توضح مدى تأثر المنطقة بالصدوع الناتجة عن الحركات الأرضية، وتأخذ الصدوع اتجاهات مختلفة باختلاف الحركات التكتونية.



شكل رقم (٣) اعداد واطوال الصدوع بمنطقة الدراسة

(١) من حساب الباحث اعتمادا على الخريطة الجيولوجية ١: ٥٠٠٠٠٠٠ لوحة الأقصر كونكو ١٩٨٧

من خلال دراسة الجدول رقم (١) توجد علاقة ارتباط طردي موجب بين اعداد واطوال الصدوع بلغت نحو (٠.٩٥+) وتتركز الصدوع بمنطقة الدراسة في اتجاهين رئيسيين (شمال شرق، شمال غرب) حيث بلغ أعدادهما ٥٤.٦٧ % من العدد الكلي للصدوع واطولهما نحو ٦١.٩٠ % من اجمالي اطوال الصدوع، وانعكست هذه الصدوع علي الامتداد الخطي للحافة الجبلية من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي، كما ساهمت في تقوس وتراجع القطاع الأوسط للحافة نحو الغرب الذي تحتله اودية (عمران، الفايز، أبو حبشي) حيث نشطت مجاري الاودية علي طول محاور الصدوع والتي شكلت نقاط ضعف امام التعرية المائية عملت من خلالها الاودية علي تخفيض السطح وبالتالي تراجع الحافة نحو الغرب.

جدول رقم (١) اتجاهات اعداد الصدوع وأطوالها بمنطقة الدراسة.

متوسط الطول	أطوال الصدوع		أعداد الصدوع		اتجاهات الصدوع
	كم	%	عدد	%	
٢.٥٨	١١.٢٥	٢٥.٧٥	١٣.٣٣	١٠	شمال / جنوب
٠.٨٨	٠.٧٦	١.٧٥	٢.٦٧	٢	شمال شمال شرق / جنوب جنوب غرب
٠.٣٨	٠.٣٣	٠.٧٥	٢.٦٧	٢	شمال شمال غرب / جنوب جنوب شرق
٤.٢٠	٤٩.٥١	١١٣.٣	٣٦.٠٠	٢٧	شمال شرق / جنوب غرب
٢.٠٣	١٢.٣٩	٢٨.٣٥	١٨.٦٧	١٤	شمال غرب / جنوب شرق
٣.٥٠	١٣.٧٦	٣١.٥	١٢.٠٠	٩	شرق شمال شرق / غرب جنوب غرب
٢.٥٦	٧.٨٢	١٧.٩	٩.٣٣	٧	غرب شمال غرب / شرق جنوب شرق
٢.٣٩	٤.١٧	٩.٥٥	٥.٣٣	٤	شرق / غرب
٣.٠٥	١٠٠.٠٠	٢٢٨.٨٥	١٠٠	٧٥	الجملة

المصدر/ من عمل الباحث اعتمادا على الخريطة الجيولوجية ١:٥٠٠.٠٠٠

عاصر تكون الصدوع بالمنطقة نشأت العديد من نظم الفواصل والشقوق، والتي شكلت مواضع ضعف جيولوجي اتخذتها المجاري المائية مسارات لها، وترجع نشأت هذه الفواصل لقوي الشد والضغط التي عاصرت الحركات التكتونية التي شكلت منطقة الدراسة.

تمثل الفواصل والشقوق نطاقات الضعف في الصخر مما يسمح لعوامل التعرية ممارسة نشاطها، حيث تعمل كقنوات للمياه، وبالتالي تزيد نفاذية الصخر، كما تمثل مناطق ضعف في الصخور تمارس عندها عمليات التجوية والنحت المختلفة دورها، تقوم التجوية بتوسيع الفواصل والشقوق وتطويرها وبالتالي انتشار الرواسب والمفتتات على جوانب الأودية وقيعانها، وتساهم الفواصل أيضا في تطور وتشكيل المنحدرات وحركة المواد على المنحدرات. وتتباين كثافة الفواصل واتجاهاتها من تكوين جيولوجي لأخر، لكنها أكثر ارتباطا وتأثيرا في طبقات الحجر الجيري الإيوسيني، حيث يزداد اتساع الفواصل في الصخور ذات الحبيبات الكبيرة والصلبة، ويقبل في الصخور الرملية ذات الحبيبات الدقيقة.

من خلال الدراسة الميدانية<sup>(١)</sup>، تراوح اطوال الفواصل بين (٢: ٣٥٠متر) وتباين اتساع الفواصل بين بضعة سنتمترات ونحو المتر وبخاصة في نطاق الحافة الرئيسية حيث ساعد على اتساع الفواصل المسيلات المائية المنحدرة على واجهة الحافة، وشكلت الفواصل ذات الامتداد شمال شرق/ جنوب غرب الفواصل السائدة من حيث الاعداد حيث بلغ نحو ٢٩.٦٠ %، يليه الفواصل ذات الامتداد شمال غرب/ جنوب شرق بنسبة ٢٢.٠ % وجاءت الفواصل ذات الاتجاه شرق شمال شرق/ غرب جنوب غرب في المرتبة الثالثة بنسبة ١٤.٨٠ % من جملة اعداد الفواصل المدروسة بمنطقة الدراسة.

### ب - الخصائص التضاريسية

تتسم المنطقة بالتباين في الارتفاع ودرجات الانحدار، حيث تتكون من نطاق هضبي والحافة الجبلية في الغرب يليها الحواف الجبلية ثم نطاق الأراضي السهلية

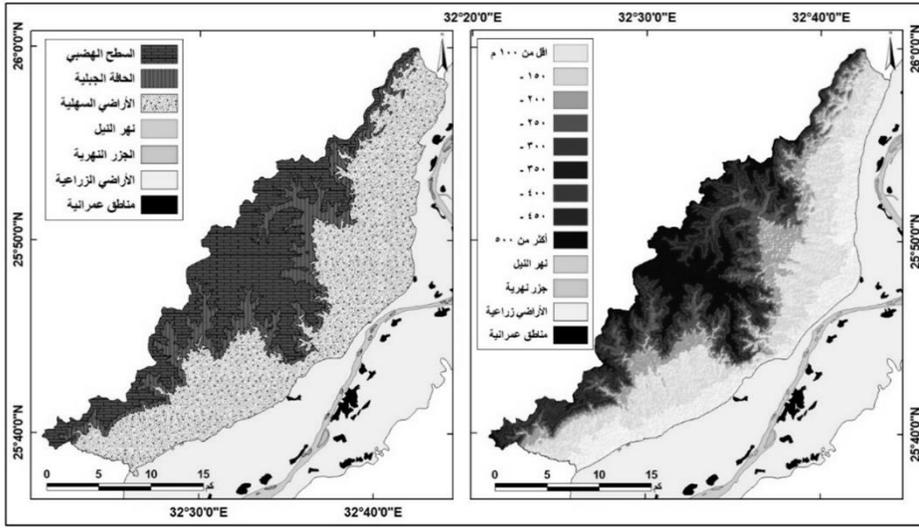
(١) تم قياس نحو ٢٥٠ فاصل في التكوينات الجيولوجية داخل احواض المنطقة.

والتي تتألف في اغلبها من المرواح الفيضية ورواسب حشو الوادي ومخاريط الهشيم وبقايا المصاطب النهرية، وتمتد المنطقة من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي لمسافة ٥٠ كم بمحاذاة نهر النيل، في حين تتسم المنطقة بقلّة عرضها حيث بين (٥.٣ : ١٧.٩ كم) بمتوسط عرض ١١.٦٠ كم، وفيما يلي دراسة للخصائص التضاريسية بالمنطقة.

١- **النطاقات التضاريسية:** من خلال دراسة نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) شكل رقم

(٤)، تم تمييز المنطقة لثلاث وحدات مورفولوجيا كما يلي؛

- **السطح الهضبي:** يشغل حوالي ٣٢.٧٣٪ من المساحة الاجمالية لمنطقة الدراسة، ويتكون من الأراضي الهضبية والقمم الجبلية المرتفعة ويتألف السطح الهضبي من الصخور الجيرية الإيوسينية، يتسم بالانحدار التدريجي من الغرب نحو الشرق؛ حيث تبلغ المناطق الغربية حوالي (٥٥٠ م) والمناطق الشرقية اقل من (١٠٠ م) على هوامش السهل الفيضي، ويظهر تأثير الحركات الأرضية واضحا على السطح الهضبي والتي نتج عنها العديد من خطوط التصدع والفواصل والشقوق المتباينة في الاتجاهات والاطوال، مما ادي لأضعاف صخور الهضبة حيث عملت الأودية علي تعميق مجاريها وسيادة النحت الراسي، حيث تبدو جوانبها كحواف رأسية، بسبب سيادة الحجر الجيري الإيوسيني (تكوين طيبة)، ويتسم سطح الهضبة بتنوع الخصائص المورفولوجية حيث يلاحظ شدة التقطع والتضرس في الأجزاء الغربية، لسيادة نشاط التعرية المائية حيث تبدو جوانب الأودية علي شكل جروف شديدة الانحدار في الغالب، بينما تظهر الأجزاء الشرقية اقل تضرسا بسبب سيادة رواسب الزمن الرابع، حيث عملت الأودية علي توسيع مجاريها وتخفيض سطحها مما انعكس علي قلة انحدار جوانبها.



شكل رقم (٤) نموذج الارتفاع الرقمي والنطاقات التضاريسية لمنطقة الدراسة

- الحافة الجبلية: تغطي حوالي ١٦.١٧٪ من مساحة المنطقة، يحدها خطي كتور ٢٠٠ و ٣٠٠ متر، وتتميز الحافة باستقامة اغلب أجزائها وشدة انحدارها التي تزيد عن ٤٠° وبخاصة في منتصف منطقة الدراسة، وتمتد بشكل عام من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي على هيئة نصفي دائرة وترها نحو الغرب، حيث تتقدم الحافة في منتصف منطقة الدراسة حيث تقترب من السهل الفيضي، ويلاحظ التقطع الواضح بفعل المجاري المائية، حيث تبدو الأودية خانقيه المخارج شديدة الانحدار. تتسم الحافة بالانحدار الشديد شبة الرأسية في اغلب أجزائها، وتتدرج في الارتفاع من الغرب للشرق، وتمتد موازية لمحور نهر النيل؛ مما يزيد من درجة خطورة الجريان السيلي، حيث تصب المجاري المائية المنحدرة منها عموديا على التجمعات العمرانية على هوامش السهل الفيضي إلى جانب التساقط الصخري.
- الأراضي السهلية: تغطي حوالي نصف مساحة منطقة الدراسة ٥١.١٠٪، تشكل الأراضي المنخفضة التي تلي حواف الهضبة، وتتميز بالانحدار نحو الشرق،

ويتباين اتساع الأراضي السهلية حسب تقدم او تراجع الحافة الجبلية حيث يبلغ أقصى اتساع امام مصب وادي عمران (٢ كم) في حين يقل الاتساع أمام مخارج أودييتي (الملوك، رمل الاقالته) حيث لم يتجاوز الاتساع أكثر من (١ كم) وتتدرج الأراضي السهلية من الارتفاع ١٠٠ متر في الغرب لأقل من ٧٠ متر على هوامش السهل الفيضي، ويغطي هذا النطاق رواسب الزمن الرابع ونواتج عمليات التجوية وعوامل التعرية الحالية كحشو الوادي إلي جانب الرواسب الهوائية والمراوح الفيضية، ويتخللها بعض الكتل المنعزلة المبعثرة.

٢- **انحدار السطح:** يشكل انحدار السطح محصلة للتغيرات الطبيعية التي عاصرتها المنطقة، ويشكل عنصر رئيسي من عناصر أي نظام جيومورفولوجي، حيث أن تنوع الاشكال الأرضية وتعددتها يرتبط باختلاف مناسيبها وانحدارها وتضرسها، تعتبر المنطقة تبعاً لتصنيف ينج (Young, A., 1972, p. 173) ضمن فئة الأراضي هينة الانحدار، حيث بلغ متوسط درجة انحدار المنطقة (٥ / ١٠٠ م) بما يعادل (٢.٨٦°)، مما تعطي نتيجة مضللة للمنطقة، في حين تختلف درجات الانحدار داخل منطقة الدراسة حسب الخصائص الليثولوجية للصخر والعمليات والعوامل الجيومورفولوجية المشكلة له، ولتوضيح هذه الاختلافات بمختلف أجزاء المنطقة، تم رسم خريطة كوربليث الانحدار<sup>(١)</sup> (شكل رقم ٥)، ويتضح منها الآتي:

– شغلت المناطق هينة الانحدار إلى مستوية (صفر - ٢°) نحو ٣٦.٣٧ ٪ من المساحة الاجمالية للمنطقة، وتمتد من اقدام الحافة الرئيسية حتى الحدود الشرقية

(١) تم رسم خريطة الانحدار باستخدام برنامج ArcGIS 10.5(3D Analyst) بعد تحويل نموذج الارتفاع الرقمي الي Slope (Raster)، ثم استخدم برنامج Global Mapper 18 لرسم خطوط تساوي تمثل فئات الانحدار حسب تقسيم ينج - واحتسب المساحات لكل فئة على حدة، بما يعطي نفس النتيجة باستخدام الطريقة اليدوية.

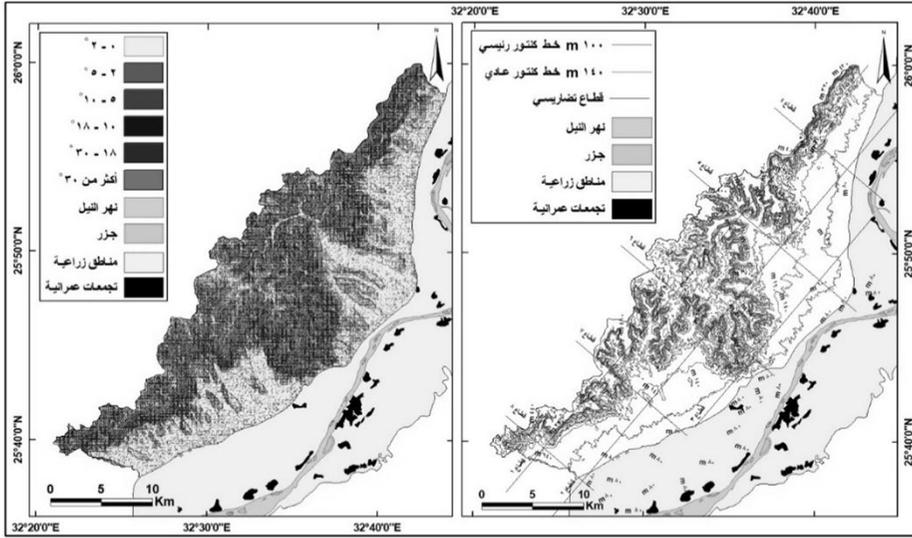
لمنطقة الدراسة، وتتفق مع توزيع تكوينات الزمن الرابع، كما أنها تشغل أجزاء من سطح الهضبة من ناحية الغرب، بالإضافة لبعض البقع هينة الانحدار على طول الحافة الرئيسية.

– شكلت المناطق هينة الانحدار (٢-٥) حوالي ٢٦.٤٣ % من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتظهر إلى الغرب من النطاق السابق وتمتد من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي حيث يضيق في الوسط، ويرجع اتساعها في شمال وجنوب المنطقة؛ لعظم التصريف المائي في أودية (مقار، عرقوب البغلة، عمران، الفايز، البعيرية، الحبيبية) حيث عملت على تخفيض الانحدار بجلب الرواسب من سطح الهضبة الي جانب ضعف تكوينات الجيولوجية علي اقدام الحافة، وتشمل هذه الفئة التلال المنعزلة بالمناطق المستوية بالقرب من مصبات الأودية، الي جانب بعض المناطق المتناثرة فوق السطح الهضبي.

– مثلت مناطق متوسطة الانحدار (٥-١٠) نحو ١٣.٧٥ % من مساحة المنطقة، ويتفق توزيعها مع المجاري الرئيسية للأودية (عمران، البعيرية، الحبيبية، أبو الحجاج ٢، ابو الحجاج ١) وتمثل نطاقا انتقاليا بين المناطق هينة وشديدة الانحدار، إلى جانب بعض القمم التي تمتد مع الحافة الرئيسية.

– مناطق شديدة الانحدار نسبيا: (١٠-١٨) وتشكل نحو ٧.٩١ % من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتوجد بصورة واضحة في غرب منطقة الدراسة داخل حوضي وادي (عمران، الحبيبية)، كما تظهر في نطاق الحافة، ويقع المتناثرة في غرب منطقة الدراسة، وتتمثل في بعض التلال المرتفعة على اقدام الحافة الجبلية، وترتبط بالصخور الجيرية فوق سطح الهضبة.

– تشكل المناطق شديدة الانحدار (١٨-٣٠)° نحو ٤.٤٤ ٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتبدو على هيئة شريط يمتد من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي مع الحافة، الي جانب مواضع متناثرة تتفق مع القمم الجبلية في غرب منطقة الدراسة، وفوق سطح الهضبة مع نطاقات تقسيم المياه.



شكل رقم (٥) الخريطة الكنتورية وكوربليت الانحدار لمنطقة الدراسة

– تمثل المناطق شديدة الانحدار جدا (أكثر من ٣٠)° حوالي ١١.١٠ ٪ من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وتبدو على هيئة شريط ممتد شبة متصل مع الحافة الرئيسية، قد عملت الاودية على تقطيع هذه المناطق وتخفيض السطح، الي جانب ظهورها في نطاق تقسيم المياه بين روافد اودية منطقة الدراسة والروافد المنحدرة نحو الغرب خارج منطقة الدراسة.

يتضح أن الأجزاء الهينة الانحدار والمستوية أقل من (٥)° تشكل نحو ٦٢.٨٠ ٪ من المساحة الكلية، في حين تشكل الأجزاء شديدة الانحدار أكثر من (١٠)° نحو ٢٣.٤٥ ٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي ترتبط بنطاق الحافة الرئيسية،

ومن ذلك يمكن استنتاج أن الفئات الانحدارية العليا ترتبط بالأراضي ذات التضرس النسبي الشديد، والفئات الانحدارية الدنيا ترتبط بالأراضي ذات التضرس النسبي البسيط.

### ٣- القطاعات التضاريسية:

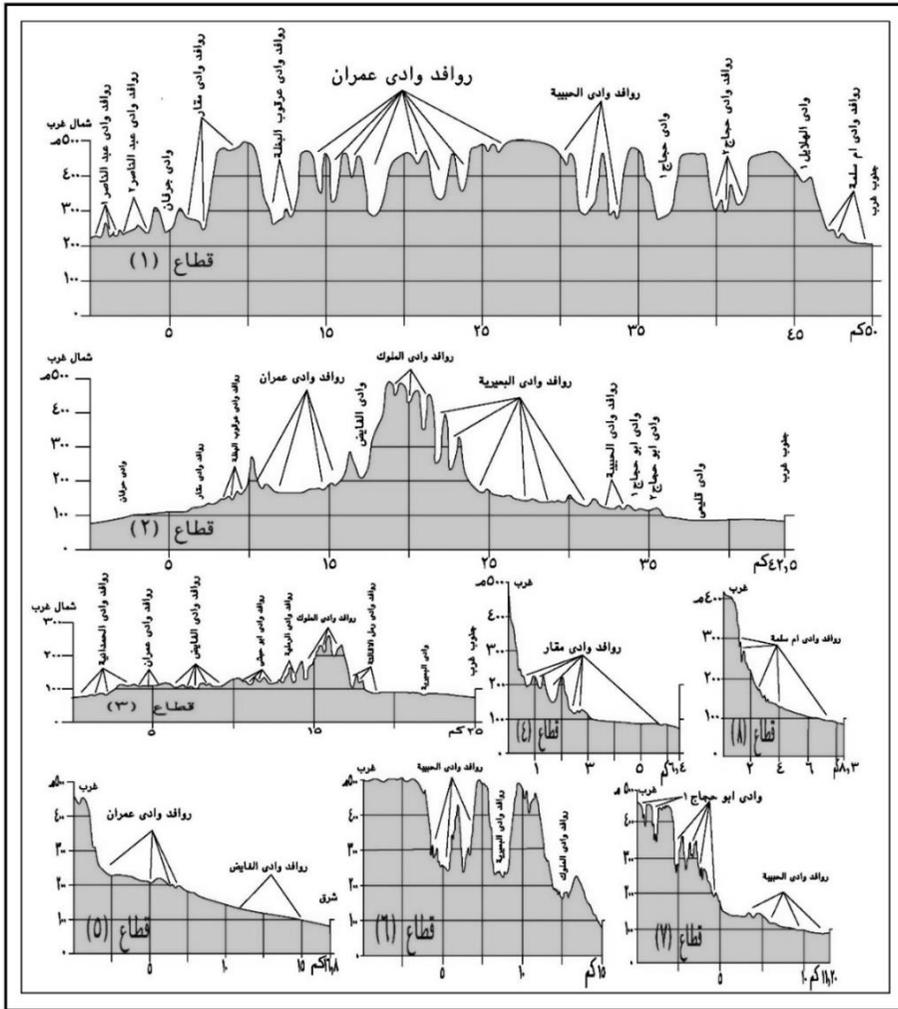
بهدف التعرف على الخصائص التضاريسية للمنطقة تم دراسة ثمانية قطاعات تضاريسية (شكل رقم ٦)؛ ثلاث من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي وخمس قطاعات عمودية على السهل الفيضي من الغرب للشرق، ومن خلال هذه القطاعات يتضح الآتي:

- بلغ جملة أطوال القطاعات حوالي ١٦٥.٢٠ كم بمتوسط عام ٢٠.٦٥ كم، ويرجع ذلك لقلّة عرض المنطقة على حساب الامتداد الطولي للمنطقة؛ حيث تراوحت الأطوال بين ٥٠ كم للقطاع رقم (١) وبين ٦.٤٠ في القطاع رقم (٤) حيث يعد أقصرها.

- بلغ إجمالي أطوال القطاعات الممتدة من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي حوالي ١١٧.٥٠ كم بمتوسط ٣٩.١٦ كم، في حين بلغ الطول الكلي للقطاعات الممتدة من الغرب للشرق ٥٧.٧٠ بمتوسط ١١.٥٤ كم ويعكس ذلك أثر الامتداد الطولي للحافة الجبلية لهضبة طيبة وضيق اتساع الأراضي السهلية على اقدم الحافة مما انعكس على قلة عرض المنطقة.

- بدراسة القطاع رقم (١) يمثل أكبر القطاعات طولاً (٥٠ كم) ويتسم بالتقطع الشديد وتضرسه، حيث يمر بسطح الهضبة، ويبلغ أقصى ارتفاع في الأجزاء الوسطي (٥٤٥ م) يتدرج بالانخفاض بالاتجاه شمالاً وجنوباً حيث يبلغ ارتفاع السطح (٢١٠ م) ويأتي في المرتبة الثانية القطاع رقم (٢) حيث يبلغ (٤٢.٥ كم)

وتبلغ تضاريسه المحلية (٤٢٠ م) وقد استطاعت الاودية تخفيض سطحها في الجنوب والشمال في حين بلغ ارتفاع السطح أقصاه (٥٠٠ م) في حوض وادي الملوك ولعل ذلك يرجع لتقدم الهضبة الإيوسينية نحو الشرق علي هيئة راس أرضية في حين تتراجع في الشمال والجنوب .



شكل رقم (٦) القطاعات التضاريسية واهم المعالم لمنطقة الدراسة

- يمثل القطاعات المنحدرة من الحافة الجبلية نحو الشرق اشد ها انحداراً، ويمثل القطاع رقم (٤) اشد القطاعات انحدار حيث بلغ معدل الانحدار (١/٢٤.٥٠م)؛ ويرجع ذلك لكونه يقطع نطاق الحافة الشرقية لهضبة طيبة مراراً بالأراضي السهلية حتى حدود منطقة الدراسة في الشرق، يليه القطاع رقم (٨) بمعدل انحدار (١/٢٤.٤١م) ويرجع زيادة معدل انحداره لقصر طوله، بلغ معدل انحدار القطاع رقم (٧) نحو (١/٢٦.٩٨م)، يليه القطاع رقم (٦) بمعدل انحدار (١/٣٤.٨٨م) حيث تخترق القطاعات الحافة الشرقية من الشرق ماراً بالأراضي السهلية وصولاً لسطح الهضبة حتى حدود منطقة الدراسة غرباً.
- بدراسة معدل الانحدار للأجزاء العليا للقطاعات؛ اتضح ان القطاع رقم (٨) أشدها انحدار حيث بلغ (١/١٤م) ويرجع ذلك لانحداره من الحافة الشرقية لهضبة طيبة، يليه القطاع رقم (٥) بمعدل انحدار (١/١٨م)، وبلغ معدل الانحدار للقطاع رقم (٤) نحو (١/٢١م)؛ حيث ارتبطت الانحدارات الشديدة بالحجر الجيري الإيوسيني (تكوين طيبة).
- تشكل الأجزاء الوسطي للقطاع رقم (٤) اشد الأجزاء انحداراً؛ حيث يبلغ (١/٣٢م) ويرجع ذلك لتأثرها بالانحدار الشديد للحافة الشرقية، يليه الأجزاء الوسطي للقطاع رقم (٨) حيث بلغ (١/٣٥م) وكذلك بلغ معدل انحدارها في القطاع رقم (٧) نحو (١/٤١م) ويرجع ذلك لتأثرها بعوامل التعرية المختلفة، إلى جانب زيادة الفارق الراسي بفعل تراجع الحواف.
- تتسم الأجزاء الدنيا للقطاعات الممتدة من للغرب للشرق بالانحدار الهين حيث تمتد في نطاق الأراضي السهلية، ماعدا القطاع (٦) حوالي (١/٥٧م) وترجع الزيادة في معدل الانحدار لمرور القطاع بصخور الحجر الجيري الإيوسينية،

حيث يمثل النطاق المنحدر من اقدام الحافة حتى الأراضي السهلية، ويقطع محور الطريق الأجزاء الدنيا لهذا القطاع.

**ثانياً: الخصائص المورفومترية لأحواض ودالاتها الهيدرولوجية.**

تعد دراسة الخصائص المورفومترية ذات أهمية لارتباطها بالعوامل الطبيعية (البنية الجيولوجية، والمناخ، والغطاء النباتي) وما طرأ عليها من تغيرات، وتهدف الدراسة المورفومترية للأحواض الي تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لشبكات واحواض التصريف بالمنطقة، والمتمثلة بالخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية، وخصائص شبكات الصرف، الي جانب دراسة بعض المتغيرات الهيدرولوجية، مثل زمن التباطؤ وزمن الوصول وكمية التدفق المائي. واعتمدت الدراسة المورفومترية على نظم المعلومات الجغرافية والخرائط الطبوغرافية ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتم تصنفت شبكات التصريف حسب طريقة **Strahler** إلى راتبها المختلفة. وفيما يلي دراسة هذه الخصائص.

#### ١- الخصائص المساحية:

تسهم دراستها في تحديد عدة عوامل منها: الحركات التكتونية وليثولوجية الصخور والظروف المناخية، حيث تزداد ابعاد الاحواض (المساحة، الطول، العرض) كلما نشطت التعرية المائية، ويوجد علاقة ارتباط طردي بين المساحة وكمية المياه التي يستقبلها من الأمطار، مما يترتب عليه زيادة احتمال حدوث السيول. كذلك توجد علاقة ارتباط طردي بين مساحة الحوض ودرجة انحدار السطح؛ فالأحواض كبيرة المساحة أقل انحداراً من الأحواض الأصغر؛ حيث ان الأحواض كبيرة المساحة أو بعض أجزائها تمر في مرحلة متقدمة من الدورة التحاتية على عكس الأحواض

الصغيرة التي قد تكون في بداية مرحلتها، وينطبق هذا على انحدار المجاري،  
وبدراسة الجدول رقم (٢) يتضح التالي:

- بلغت جملة مساحة احواض المنطقة نحو ٥٣٣.٣٠ كم حوالي ٨٥.٤٥٪ من  
المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وبلغ متوسط مساحة الأحواض ٢٦.٦٧ كم<sup>٢</sup>، ويعد  
حوض وادي عمران أكبرها مساحة حيث بلغت جملة مساحته ١٠٦.٩٧ كم<sup>٢</sup>،  
وحوض وادي الهليل ٢ أقلها حيث بلغت جملة مساحته ٤.٧٤ كم<sup>٢</sup>.

- بلغ عدد الاحواض التي تقل مساحتها عن المتوسط العام نحو ١٣ حوض بما  
يشكل ٦٥ ٪ من جملة اعداد الاحواض المدروسة، في حين بلغت نسبة اعداد  
الاحواض أكبر من المتوسط العام نحو ٣٥٪ بانحراف معياري  $\pm ٢٣.١٤$  كم.

#### الأبعاد الحوضية: (الطول - العرض - المحيط)

يعد الطول الحوضي من الأبعاد الهامة التي تستخدم في حساب شكل الحوض  
(Chorley, R.J., 1973, P.38)، بلغ متوسط أطوال الأحواض بالمنطقة ٨.٩٢ كم، ويعد  
وادي عمران أطولها (١٧.٦٥ كم) يليه وادي الحبيبة (١٦.٦٧ كم) بينما يشكل وادي عبد  
الناصر ١ أقصرها (٥.١٣ كم) ويلاحظ علاقة الارتباط القوية بين المساحة والطول  
الحوضي حيث بلغت (+٠.٨٩) حيث بلغ الانحراف المعياري لقيم اطوال الحوض (  $\pm$  )  
٣.٨٥ كم)، شكلت الاحواض التي تقل عن متوسط الطول الحوضي العام نحو ١٢  
حوض بمنطقة الدراسة بما يعادل ٦٠٪ وهي في مجملها احواض صغيرة المساحة تتبع  
من اقدام الحافة الجبلية، في حين اتسمت الاحواض التي تتبع من السطح الهضبي بأكبر  
الطول الحوضي حيث عملت مجاريها علي زيادة الامتداد الافقي علي حسب النحت  
الرأسي.

- بلغ المتوسط العام للعرض الحوضي <sup>(١)</sup> بالمنطقة (٣.٣٢ كم)، ويعد وادي عمران أكثرها عرضاً (٩.٢٥ كم) في حين شكل حوض وادي الهلايل ٢ أقلها عرضاً (١.١٠ كم). وبلغت جملة اعداد الاحواض اقل من المتوسط العام للعرض الحوضي مجموعة من الأحواض المتوسطة المساحة، والصغيرة، والصغيرة جداً، وتتبع هذه الأحواض من اقدم الحافة الجبلية.

- يشكل متوسط أطوال محيطات أحواض المنطقة (١٢.٤٣ كم)، ويعد محيط وادي عمران أكثرها تعرجاً (٦٤.٤٧ كم) في حين يشكل محيط وادي الرميعة أقلها تعرجاً (١٢.٤٢ كم). ويعد المحيط الحوضي انعكاس لباقي الأبعاد الحوضية الي جانب المساحة الحوضية؛ حيث توجد علاقة طردية قوية بين المساحة والمحيط (+٠.٩٧)، فكلما كبرت المساحة زادت الأبعاد الحوضية، ويظهر كذلك ارتباطاً قوياً بين الأبعاد الحوضية وموقع منابع الأودية؛ حيث يلاحظ أن الأودية التي تتبع من نطاق الحافة الجبلية تتسم بصغر المساحة وابعادها، في حين وجد أن الأودية التي تتبع من السطح الهضبي هي أكبرها مساحة وأبعاداً.

#### - الخصائص الشكلية:

ترجع أهمية دراسة الخصائص الشكلية لكونها تشير لتشابه الخصائص الجيومورفولوجية المشكلة لهذه الأحواض، ويؤثر شكل الحوض في كميات الأمطار المتجمعة، وما ينتج عنه من جريان مائي، حيث تمثل الأحواض المستطيلة الشكل تصريف مائي أكثر انتظاماً في توزيعها الزمني، ويرجع ذلك لطول الفترة الزمنية اللازمة لوصول التصريف المائي لمنطقة المصب، الي جانب فواقد المياه (تبخر، تسرب) أثناء

---

<sup>(١)</sup> احتسب العرض الحوضي بقياس العرض الحوضي أكثر من مرة في اماكن تغير عرض الحوض، ثم اخذ متوسط القياسات لتمثل عرض الأحواض.

رحلة الوصول للمصب، بعكس الأحواض المستديرة الشكل، وتم استخدام عددا من المعاملات التي تقيس الخصائص الشكلية للأحواض كما يلي: -

#### - معدل الاستطالة **Elongation Ratio**:

تميل الأحواض التي تقطع تكوينات جيولوجية متباينة وغير متجانسة، أو تأثرت بعمليات الصدع والالتواء تميل إلى اتخاذ الشكل الطولي (Smith, K.G., 1950, p.66)، بلغ المتوسط العام لمعامل الاستطالة لأحواض منطقة الدراسة (٠.٦٣) مما يشير للاستطالة منطقة الدراسة، حيث تعرضت المنطقة للحركات التكتونية خلال العصور الجيولوجية المختلفة. بدراسة الجدول رقم (٢) ويعد وادي الهلايل ٢ أكثرها استطالة (٠.٢٤)، ووادي مقار أقلها استطالة (٠.٨٤) ويمكن تمييز ثلاث فئات من أحواض التصريف كآلاتي:

- أحواض تقل استطالتها عن (٠.٣٥) وتشمل نحو ٤٥٪ من العدد الكلي لأحواض منطقة الدراسة (الهلايل ٢، أبو الحجاج ١، الحبيبية، الفايز، أبو الحجاج ٢، أم سلمة، الملوك، الرميعة، البعيرية) وتمثل هذه الأحواض ٤٠.٣٤٪ من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة، ولعل استطالتهما الشديدة لتأثرهما بالصدوع التي صاحبت تكون الحافة الشرقية لهضبة طيبة ذات الاتجاه الشمالي الشرقي/ الجنوبي الغربي.

- أحواض الاستطالة يتراوح معدلاتها بين (٠.٣٥ - ٠.٤٠) وتشمل أحواض (أبو حبشي، عمران، عبد الناصر ١، رمل الاقتالة، عبد الناصر ٢) وتشكل هذه الأحواض نحو ٢٧.٧٢٪ من مساحات الأحواض ونحو ٢٥٪ من جملة أعداد الأحواض بالمنطقة.

- أحواض تزيد استطالتها عن (٠.٤٠) تضم ستة أودية (جرقان، مقار، عرقوب البغلة، الحمدانية، الهلايل ١، قليعي)، بنسبة ٣٠٪ من إجمالي عدد الأودية وتعد الأحواض الأكثر اقترابا من شكل المستطيل. ويلاحظ أن معظمها ينبع من الحافة الجبلية.

جدول رقم (٢) الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة

الوادي	المساحة كم <sup>٢</sup>	المحيط كم	الطول الخطي كم	العرض كم	الاستطالة	الاستدارة	معامل الشكل	معامل الانحراج	معامل الانحراج	الارتفاع النسبي للمحيط الوسطي
وادي عبد الناصر ١	٩.٠٧	١٣.٨٠	٥.١٣	١.٧٧	٠.٣٧	٠.٦٠	٠.٣٤	٠.٧٣	١.٦٧	٢١.٠٠
وادي عبد الناصر ٢	١٧.١٤	٢٠.٧١	٦.٩٦	٢.٧٥	٠.٣٨	٠.٥٠	٠.٣٥	٠.٧١	١.٩٩	٢٥.٠٢
وادي جرفان	١١.٤٤	١٥.٥٢	٥.٤١	٢.١٦	٠.٤٠	٠.٦٠	٠.٣٩	٠.٦٤	١.٦٨	٢١.٠٦
وادي مقار	٢٧.٨٢	٢٣.٤٣	٧.١٠	٣.٧٥	٠.٤٧	٠.٦٤	٠.٥٥	٠.٤٥	١.٥٧	١٩.٧٣
وادي عرقوب البيضة	٤٠.٠١	٢٩.٣١	٩.٣٥	٤.١٩	٠.٤٣	٠.٥٩	٠.٤٦	٠.٥٥	١.٧١	٢١.٤٧
وادي الحمدانية	٢١.٤١	١٩.٢٨	٦.٦٣	٣.٧٠	٠.٤٤	٠.٧٢	٠.٤٩	٠.٥١	١.٣٨	١٧.٣٦
وادي عمران	١٠.٦٩٧	٦٤.٤٧	١٧.٦٥	٩.٢٥	٠.٣٧	٠.٣٢	٠.٣٤	٠.٧٣	٣.٠٩	٣٨.٨٦
وادي الفايز	٣٢.٥٣	٣٣.٠٥	١٢.٧٦	٢.٥٠	٠.٢٨	٠.٣٧	٠.٢٠	١.٢٥	٢.٦٧	٣٣.٥٨
وادي أبو حبشي	٢٠.٧٢	٢١.١٠	٨.٢٧	٢.٧٥	٠.٣٥	٠.٥٩	٠.٣٠	٠.٨٣	١.٧١	٢١.٤٩
وادي الرميثة	٧.٧٣	١٢.٤٢	٥.٢٦	١.٩١	٠.٣٤	٠.٦٣	٠.٢٨	٠.٨٩	١.٥٩	١٩.٩٦
وادي الملوك	٢٠.٤٣	٢٢.٩٢	٨.٧٨	٢.٣٧	٠.٣٣	٠.٤٩	٠.٢٧	٠.٩٤	٢.٠٥	٢٥.٧١
وادي رمل الاقتالة	١١.٣٧	١٦.١٠	٦.١٧	١.٩٠	٠.٣٥	٠.٥٥	٠.٣٠	٠.٨٤	١.٨٢	٢٢.٨٠
وادي البعيرية	٥٠.٢٠	٣٤.٤٣	١٣.٣٥	٤.١٠	٠.٣٤	٠.٥٣	٠.٢٨	٠.٨٩	١.٨٨	٢٣.٦١
وادي الحبيبية	٥٣.٨٤	٤١.٤٤	١٦.٦٧	٧.٢٠	٠.٢٨	٠.٣٩	٠.١٩	١.٢٩	٢.٥٤	٣١.٩٠
وادي أبو الحجاج ١	٢٧.٤٨	٣٠.٨٦	١٣.١٠	٢.٢٥	٠.٢٥	٠.٣٦	٠.١٦	١.٥٦	٢.٧٦	٣٤.٦٦
وادي أبو الحجاج ٢	١٩.٨٣	٢٦.٠٥	٩.٣٨	١.٧٥	٠.٣٠	٠.٣٧	٠.٢٣	١.١١	٢.٧٢	٣٤.٢٢
وادي قليعي	١٤.٣٨	١٥.٦٢	٥.٧٠	٣.٦٢	٠.٤٢	٠.٧٤	٠.٤٤	٠.٥٦	١.٣٥	١٦.٩٧
وادي الهليل ١	١٢.٤٩	١٦.٦٥	٥.٤٥	١.١٠	٠.٤١	٠.٥٧	٠.٤٢	٠.٥٩	١.٧٧	٢٢.٢٠
وادي الهليل ٢	٤.٧٤	١٤.١٦	٥.٨٥	٢.٤٥	٠.٢٤	٠.٣٠	٠.١٤	١.٨٠	٣.٣٧	٤٢.٣٠
وادي ام سلمة	٢٣.٧٠	٣٥.١٤	٩.٥٠	٤.٩٥	٠.٣٣	٠.٢٤	٠.٢٦	٠.٩٥	٤.١٥	٥٢.١٠
الإجمالي	٥٣٣.٣٠	٥٠٦.٤٦	١٧٨.٤٧	٦٦.٤٢	٠.٠٨	١.٠١١	٦.٤٠	١٧.٨٣	٤٣.٤٧	٥٤٥.٩٨
المتوسط	٢٦.٦٧	٢٥.٣٢	٨.٩٢	٣.٣٢	٠.٣٧	٠.٥١	٠.٣٢	٠.٨٩	٢.١٧	٢٧.٣٠
الانحراف المعياري	٢٣.١٤	١٢.٤٣	٣.٨٥	١.٩٧	٠.٨٠	٠.١٤	٠.١١	٠.٣٦	٠.٧٥	٩.٣٧
الاختلاف %	٨٦.٧٧	٤٩.١٠	٤٣.١١	٥٩.٤٠	٢١٦.٠٧	٢٨.٣٠	٣٥.٢٠	٤٠.١٥	٣٤.٣١	٣٤.٣١

الجدول من عمل الباحث اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية ١: ٥٠٠٠٠٠ ونموذج الارتفاع الرقمي DEM

### - معامل الاستدارة Circularity Ratio :

تشير القيم المرتفعة لاستدارة الأحواض وتقدمها في دورتها التحتية وسيادة عمليات النحت الرأسى (Gregory, K. j., and Walling, D.E, 1973, p.51). بلغ متوسط معامل الاستدارة بأحواض المنطقة (٠.٥١)، مما يشير إلى أن معظم أحواض المنطقة تتباعد عن الشكل المستدير. ويعد حوض وادي قليعي أكثرها استدارة (٠.٧٤)، وحوض وادي أم سلمة أقلها استدارة (٠.٢٤). ويمكن تقسيم أحواض المنطقة من حيث معامل الاستدارة إلى: (شكل رقم ٧)

- أحواض يقل معاملها عن (٠.٥٠) وتشمل أحواض (عمران، الفايز، الملوك، الحبيبة، أبو الحجاج ١، أبو الحجاج ٢، الهليل ٢، ام سلمة) وتمثل هذه الأحواض حوالي ٤٨.٥٦٪ من المساحة الكلية للمنطقة، وتمثل هذه الأحواض مرحلة مبكرة في دورتها التحاتية، حيث تتسم خطوط تقسيم المياه بالتعرج وعدم الانتظام.

- أحواض يتراوح معاملها بين (٠.٥٠ : ٠.٦٠) وتشمل أحواض (عبد الناصر ٢، عرقوب البغلة، أبو حبشي، رمل الاقتالة، البعيرية، الهليل ١) بما تمثل ٣٠٪ من اعداد الأحواض.

- أحواض يزيد معامل استدارتها عن (٠.٦) وتشمل هذه الفئة احواض (عبد الناصر ١، جرفان، مقار، الرميلة، الحمدانية، قليعي) ويدل ذلك على تقدم الاحواض في دورتها التحاتية.

- يتضح ان الأحواض الأكثر استدارة صغيرة المساحة، بينما الأودية الكبيرة المساحة الأقل استدارة ولعل ذلك يرجع لضعف التكوينات الجيولوجية علي اقدام الحافة بعكس صخور الحافة والسطح الهضبي (جحر جيري إيويني)

#### - معامل الشكل:

تشير قيمته المنخفضة لاقتراب شكل الحوض من شكل المثلث. بينما تشير القيم المرتفعة لاقتراب شكل الحوض من شكل المربع (Horton,1932, p.353). يبلغ متوسط معامل الشكل بأحواض المنطقة (٠.٣٢)، ويعد وادي الهليل ٢ (٠.١٤) أكثرها اقترابا من شكل المثلث، في حين يعد وادي مقار (٠.٥٥) أكثرها اقترابا من شكل المربع. وحسب معامل الشكل يمكن تقسيم أحواض المنطقة إلى الفئات التالية:

- احواض أقل من (٠.٣٠) وتضم تسعة احواض هي (الفايض، الرميلىة، الملوك، البعيرية، الحبيبة، أبو الحجاج ١، أبو الحجاج ٢، الهليل ٢، ام سلمة)، بنسبة ٤٥ ٪ من العدد الكلي للأودية، وهذه أكثر الأحواض اقترابا من شكل المثلث.
- احواض من (٠.٣ - ٠.٤٠) تضم ستة احواض هي (عبد الناصر ١، عبد الناصر ٢، جرفان، عمران، أبو حبشي، رمل الاقتالة)، بنسبة ٣٠ ٪ من جملة اعداد أودية المنطقة، ولعل عدم انتظام شكل هذه الأحواض يرجع لكثرة تعرجها، مما يدل ان الأحواض في بداية دورتها التحاتية.
- احواض أكثر من (٠.٦٠): تضم خمس احواض (مقار، عرقوب البغلة، الحمدانية، قليعي، الهليل ١) وهذه الأحواض أكثرها اقترابا من شكل المربع، مما يعني تجانس النحت التراجعي عند أطرافهما في جميع الاتجاهات الاحواض.
- **معامل الانبعاث:**

توضح القيم المنخفضة لمعامل الانبعاث لزيادة تفلطح شكل الحوض وانبعاثه، مما يشير لتقدم الأحواض في مراحل الدورة التحاتية (Chorley, J.R, 1957, p.139)، بلغ المتوسط العام لمعامل الانبعاث لأحواض منطقة الدراسة (٠.٨٩) وهو معدل مرتفع نسبيا، يدل على استطالة الأحواض وقلة انبعاثها، ولعل ذلك يرجع لقلّة عرض أحواض الأودية في نطاق الحافة الرئيسية، وتتسع فوق سطح الهضبة وبعد خروجها من نطاق الحافة، وبدراسة الجدول رقم (٢) يتضح الاتي:

- يبلغ معامل الانبعاث في احواض (مقار، الحمدانية، عرقوب البغلة) أقل قيمة لها، حيث بلغا (٠.٤٥، ٠.٥١، ٠.٥٥) على الترتيب، وهما أكثر الأحواض تناسق من حيث الشكل، ويتفق ذلك مع قيم معامل الاستطالة والاستدارة، حيث يمينا للاستدارة،

ويمثل حوض الهلايل ٢ أقل الأحواض انبعاجا (١.٨٠) وهو يميل إلى الاستطالة وهذا يتفق مع نتائج معامل الاستطالة والاستدارة.

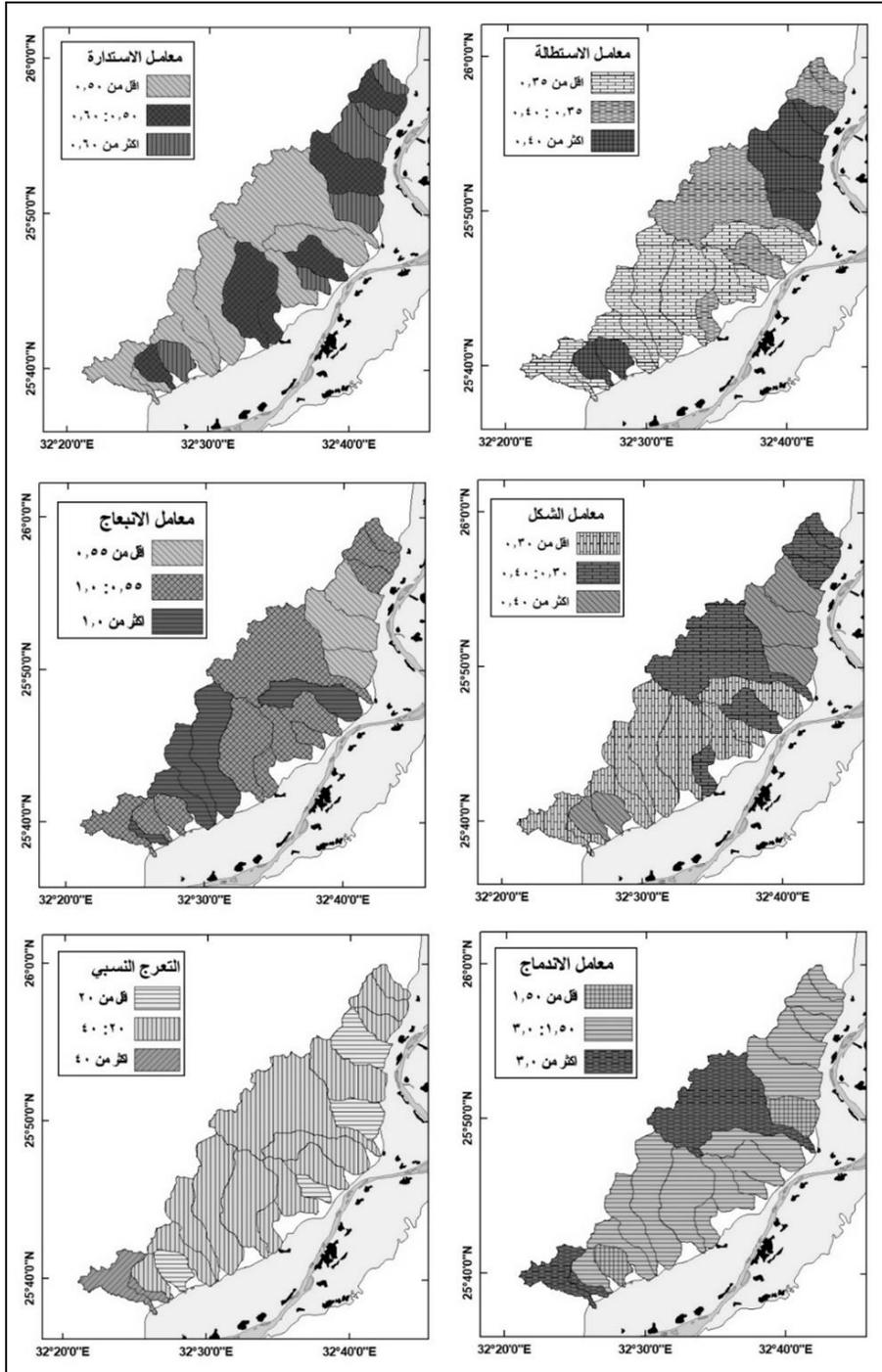
- توجد علاقة ارتباط عكسية قوية بين معامل الانبعاج وكلا من الاستدارة والاستطالة (-٠.٨٨، -٠.٩٤) فالأحواض الأكثر استدارة هي اقلها انبعاجا، كذلك الأحواض الأكثر استطالة ذات قيم مختلفة، بينما الأحواض ذات القيم المرتفعة هي الأقل انبعاجا، وبذلك معامل الانبعاج ذو مدلول جيومورفولوجي لمعامل الاستطالة.

#### - معامل الاندماج:

يقيس الشكل بدلالة المحيط الحوضي، ويشير المعامل لمدى تقدم الحوض في دورته الجيومورفولوجية (Gardiner, V.,1975, p. p. 24-42)، وبدراسة الجدول السابق نجد ان: بلغ متوسط معامل الاندماج بمنطقة الدراسة (٢.١٧) وهي قيمة مرتفعة، توضح عدم تناسق أشكال محيطات الأحواض، وتعد احواض (قليعي، الحمدانية، مقار) أكثر الأحواض اندماجا (١.٣٥، ١.٣٨، ١.٥٧) على الترتيب، مما يوضح تقدم الأحواض في دورتها التحتاتية، حيث تتسم الاحواض باقترابها من الشكل الدائري وقلة تعرجات المحيط الحوضي، بينما يمثل حوض وادي أم سلمة (٤.١٥) أقل الأحواض اندماج وقلها تقدم في دورته التحتاتية، كذلك يمثل حوضي (الهلايل ٢، عمران) أعلى قيم لمعامل الاندماج بمنطقة الدراسة (٣.٣٧، ٣.٠٩) على الترتيب، مما يشير لتعرج خطوط تقسيم المياه وابتعاده عن مراكزها.

#### - التعرج النسبي للمحيط الحوضي:

تشير القيم المرتفعة لزيادة المحيط الحوضي لكثرة التعرجات به، وبالتالي حداثة الدورة الجيومورفولوجية للحوض، هو صورة أخرى من معامل الاندماج لقياس الشكل الحوضي (تراب، ١٩٨٨، ص ٧٨). من دراسة الجدول رقم (٢) تنقسم أحواض منطقة الدراسة الي:



شكل رقم (٧) الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

- أحواض يقل معدل التعرج النسبي للمحيطات عن (٢٠) ويشمل أحواض (قليعي، الحمدانية، مقار، الرميلة) (١٦.٩٧، ١٧.٣٦، ١٩.٧٣، ١٩.٩٦) ويوضح هذا تقدم الأحواض في دورتها التحاتية وميلها للشكل المستدير .

- أحواض يتراوح معدل التعرج النسبي بين (٢٠ - ٤٠) وتشمل اغلب أحواض المنطقة، وتشكل هذه الأحواض مرحلة متوسطة في دورتها الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة وميلها للاستطالة.

أحواض يزيد معدل التعرج النسبي لهذه الأحواض عن (٤٠) ويضم حوضي وادي (أم سلمة، الهلاليل ٢) ويبلغ تعرجهما النسبي (٥٢.١٠، ٤٢.٣٠) على الترتيب، وهي بذلك مازالت في بداية دورتها الجيومورفولوجية، وهذا يتفق مع نتائج المعاملات التي تدرس أشكال الأحواض، ويوجد علاقة ارتباط طردي قوى بين التعرج النسبي وبين معامل الاندماج (+ ٠.٩٨).

### ٣ - خصائص التضاريس الحوضية:

تمثل الخصائص التضاريسية للأحواض محصلة عمليات التجوية وعوامل التعرية المختلفة في سطح الأحواض، تحديد ملامح الأحواض والفروق البينة بينها، والمرحلة العمرية التي وصلت لها الأحواض في دورتها التحاتية، وأثر الخصائص الليثولوجية والبنوية للصخور على نشاط عوامل التعرية. ومن أهم المعاملات المورفومترية التي توضح تضرس الأحواض فيما يلي:

### - معدل التضرس: Relief Ratio

يعبر هذا المعدل عن مدى تضرس أسطح أحواض التصريف بالنسبة للطول الحوضي (Schumm, S., 1956, P.612)، وهو يشير بصورة مباشرة إلى درجة انحدار السطح (ترايب، ١٩٨٨، ص ٨٤).

بدراسة جدول رقم (٣) لقيم معدل التضرس لأحواض المنطقة نجد أن؛ المتوسط العام لمعدل تضرس منطقة الدراسة (٥٠.٠٥) تراوحت قيم معدل التضرس بين (٥٠.٠٩) لحوض وادي عبد الناصر ١، وبين (٥٠.٠٢) لحوض وادي عمران، مما يوضح تبعثر هذه القيم تشتتها حول متوسطها العام، حيث بلغ الانحراف المعياري ( $\pm ٥٠.٠٢$ )، كما بمعامل اختلاف ٣٦.١٠ %، وقد تم تقسيم أحواض تصريف منطقة الدراسة إلى أربع فئات من حيث معدل التضرس كما يلي:

- أحواض يقل معدل تضرسها عن (٥٠.٣٠) تضم حوض وادي عمران، ويرجع انخفاض تضرسه لزيادة الطول الحوضي، حيث ينبع من سطح الهضبة التي يسود بها الحجر الجيري الإيوسيني؛ الذي يتميز بكثرة الفواصل والشقوق مما ساعد عوامل التعرية في تخفيض السطح.
- أحواض يتراوح معدل تضرسها بين (٥٠.٣٠، ٥٠.٦٠) تشمل أحواض (جرفان، عرقوب البغلة، أبو حبشي، الملوك، الهلايل ٢، ام سلمة) ويرجع ارتفاع معدل التضرس لهذه الاحواض لتأثرها بالحركات التكتونية التي كونت هضبة طيبة الي جانب تباين ليثولوجية الصخور؛ تتميز أحواض الاديوية بالانحدار الشديد وقصر الطول الحوضي حيث تنحدر من نطاق الحافة الرئيسية.
- أحواض يزيد معدل تضرسها عن (٥٠.٦٠) وتشمل نحو ٣٥% من العدد الكلي للأحواض (عبد الناصر ١، رمل الاقتالة، الرميطة، الهلايل ٢، قليعي، عبد الناصر ٢، مقار) ويرجع ارتفاع تضرس الاحواض لتنوع التكوينات الجيولوجية؛ مما ترتب عليه زيادة فعل التعرية في تكوين جيولوجية دون الأخر، وبالتالي زيادة الفارق الرأسي، حيث أن هذه الاحواض تجري في المنابع العليا فوق صخور

الحجر الجيري الإيوسيني، بينما تغطي رواسب الزمن الرابع قطاعها الأدنى، الي جانب الحركة الصدعية التي أدت لتكون الحافة الشرقية لهضبة طيبة.

### - التضاريس النسبية Relative Relief

- يقيس هذا المعامل العلاقة بين تضاريس الحوض ومحيطه، ويشير إلى درجة تضرس الحوض (Melton, 1957, p.5)، بلغ متوسط قيم التضاريس النسبية للمنطقة (١.٧٦) وهي نسبة مرتفعة، ترجع لتأثر المنطقة بالحركات الصدعية، إلى جانب زيادة الفارق الرأسي بمنطقة الدراسة، وتتباين هذه النسبة بين (٠.٦٦) لحوض وادي عمران، وبين (٣.٣٣) لحوض وادي عبد الناصر ١، حيث توجد علاقة عكسية سالبة بين التضاريس النسبية والمساحة بلغت ( -٠.٥٢)، وبدراسة الجدول السابق نجد ان:
- أحواض ذات تضاريس نسبية اقل من (١) وتضم حوضين هما (عمران، الحمدانية) حيث بلغا على الترتيب (٠.٦٦، ٠.٩٥)، ويرجع ذلك إما لكبر مساحة كما في وادي عمران، أو لانخفاض مدى التضاريس كما في وادي الحمدانية نتيجة لنشاط التعرية المائية في تخفيض السطح.
  - أحواض تتراوح بين (١-٢)، وتشمل ٦٠٪ من أعداد الأحواض في المنطقة (الحبيبية، ام سلمة، أبو الحجاج ١، البعيرية، الفايز، أبو الحجاج ٢، عرقوب البغلة، الهليل ١، مقار، جرفان، الملوك، أبو حبشي)، ويرجع ذلك لارتفاع المدى التضاريسى لهذه الأحواض وصغر مساحة اغلبها.
  - أحواض تزيد عن (٢) تشمل ست أحواض (عبد الناصر ٢، قليعي، رمل الاقتالة، الهليل ٢، رميلة، عبد الناصر ١) وتشكل نحو ٣٠٪ من جملة أعداد الأحواض بالمنطقة، ويرجع زيادة التضاريس النسبية لهذه الاحواض للاختلافات الليثولوجية والبنوية وقصر طولها الحوضي.

## - قيمة الوعورة:

تدل قيمة الوعورة على مقدار تقطع سطح الحوض بفعل المجاري المائية (Strahler, 1958, p.289). ومن خلال دراسة الجدول رقم (٣) بلغت الوعورة لمنطقة الدراسة (٣.٣٩) وتشير قيمة الوعورة على زيادة كلا من التضرس الحوضي وأطوال المجاري على حساب المساحة بمنطقة الدراسة. ويمكن تقسم قيمة الوعورة كالاتي:

- أحواض تقل وعورتها عن (٣) وتشمل أحواض (الحمدانية، جرفان، الهليل ١)، ويعزي انخفاض الوعورة بها؛ لقلّة المجاري وصغر المساحة الحوضية، وتتراوح قيمة الوعورة بين (١.٥٤) لحوض الحمدانية و(٢.٢٨) لحوض جرفان ونحو (٢.٥٤) لحوض الهليل ١.

- أحواض تتراوح قيمة الوعورة بين (٣، ٤) وتمثل هذه الأحواض المتوسط العام لقيمة الوعورة، وتشمل اغلب أحواض منطقة الدراسة، وترتفع قيمة الوعورة بسبب زيادة الكثافة التصريفية الناتجة عن زيادة أعداد المجاري، الي جانب زيادة درجة انحدار السطح للأحواض.

- أحواض تزيد فيها قيمة الوعورة عن (٤) ويمثلها حوض وادي عبد الناصر ١ بمنطقة الدراسة، ويتميز بارتفاع التضاريس الحوضية، وزيادة أطوال المجاري.

## - الرقم الجيومتري:

تشير قيمه المرتفعة للتقدم النسبي في الدورة الجيومورفولوجية، وارتفاع الكثافة التصريفية، وشدة وعورة الحوض على حساب الانحدار، بينما تشير القيم المنخفضة لزيادة انحدار الحوض وحدائته النسبية في الدورة الجيومورفولوجية. ويتضح من خلال دراسة جدول رقم (٣) لقيم الرقم الجيومتري في أحواض المنطقة ما يلي:

- تراوحت قيم الرقم الجيومتري بين (٥٥.٥٦) في حوض وادي الرميطة (٢٥٩.٩١) في حوض وادي عمران، بمتوسط عام بلغ (١٠٢.٧٠) ولعل هذا الاختلاف يرجع لتباين الخصائص الصخرية والبنوية والهيدرولوجية التي جانب المرحلة العمرية التي تمر بها أحواض التصريف بمنطقة الدراسة.
- تتسم قيم الرقم الجيومتري بعدم التجانس والتباين والتشتت حول المتوسط العام بالمنطقة، حيث بلغت قيمة الانحراف المعياري لهذه القيم ( $\pm ٥٠.٨٩$ )، كما بلغ معامل الاختلاف النسبي (٤٩.٥٥ %).
- ترتفع قيمة الرقم الجيومتري في احواض (عمران، الحبيبة، حجاج ١، البعيرية، الفياض) حيث بلغت على الترتيب (٢٥٩.٩١، ١٨٢.٧٦، ١٤٠.٦٦، ١٤٠.٢٢، ١٣٧.٠١) وهي أكبر الأحواض من حيث المساحة ومن أقلها تضرساً وانحداراً، حيث توجد علاقة ارتباط طردية موجبة بين قيم الرقم الجيومتري والمساحة ( $+ ٠.٩٤$ ) ويوضح ارتفاع القيم لهذه الأحواض لمتقدمة في دورتها التحاتية.
- تتخضع قيم الرقم الجيومتري لم دون (٧٠) في احواض (الرميطة، عبد الناصر ١، جرفان، الهلايل ١، الهلايل ٢، قليعي) حيث بلغا على الترتيب (٥٥.٥٦، ٥٦.٩١، ٥٩.٩٩، ٦٠.٥٢، ٦٥.٥٦، ٦٨.٧٢)، وتتسم هذه الأحواض بصغر مساحتها الحوضية، وانخفاض معدل تضرسها وقلة انحدار سطحها، التي جانب انخفاض كثافة التصريف بهذه الأحواض بعكس الأحواض التي ترتفع فيها الرقم الجيومتري.
- النسيج الطبوغرافي:

يوضح درجة تقطع سطح الحوض، ويتأثر النسيج الطبوغرافي بعدة عوامل منها؛  
نوع السطح والمناخ والظروف التكتونية والمرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها.

جدول رقم (٣) الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة.

الحوض	الفارق الراسي	معدل التضرس	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة	الرقم الجيومترى	النسيج الطبوغرافي
وادي عبد الناصر ١	٤٦٠	٠.٠٩	٣.٣٣	٤.١٣	٥٦.٩١	٢٤.٦٤
وادي عبد الناصر ٢	٤٤٠	٠.٠٦	٢.١٢	٣.٩٠	٨٥.٨٩	٣٠.٩٥
وادي جرفان	٢٨١	٠.٠٥	١.٨١	٢.٢٨	٥٩.٩٩	٢٥.٣٢
وادي مقار	٤٠٠	٠.٠٦	١.٧١	٣.٤٥	٧٦.٩٦	٤٢.٢٥
وادي عرقوب البيغلة	٤٢٩	٠.٠٥	١.٤٦	٣.٦٥	١٠٧.٩٤	٥٠.٠٩
وادي الحمدانية	١٨٣	٠.٠٣	٠.٩٥	١.٥٤	٧٣.٤١	٤١.٢٩
وادي عمران	٤٢٥	٠.٠٢	٠.٦٦	٣.٨٤	٢٥٩.٩١	٦١.٤٢
وادي الفايز	٤٢٤	٠.٠٣	١.٢٨	٣.٨٣	١٣٧.٠١	٣٥.٥٥
وادي أبو حبشي	٤١٠	٠.٠٥	١.٩٤	٣.٦٤	٨٦.٠٢	٣٨.٥٣
وادي الرميلة	٣٤٦	٠.٠٧	٢.٧٩	٣.١٥	٥٥.٥٦	٢١.٦٦
وادي الملوك	٤٢٣	٠.٠٥	١.٨٥	٣.٦١	٩٣.٩٠	٣٣.٨٦
وادي رمل الاقتالة	٤١٠	٠.٠٧	٢.٥٥	٣.٧٧	٧١.٣٦	٢٢.٣٠
وادي البعيرية	٤٢٥	٠.٠٣	١.٢٣	٣.٨٦	١٤٠.٢٢	٤٩.٢٣
وادي الحبيبة	٤٢٢	٠.٠٣	١.٠٢	٣.٧٥	١٨٢.٧٦	٤٦.٧٧
وادي أبو الحجاج ١	٣٨١	٠.٠٣	١.٢٣	٣.٤١	١٤٠.٦٦	٣٣.٨٣
وادي أبو الحجاج ٢	٣٦٥	٠.٠٤	١.٤٠	٢.٥٤	١٠٨.٠٢	٢٦.٧٩
وادي قليعي	٣٦٠	٠.٠٦	٢.٣٠	٣.٣٧	٦٨.٧٢	٣١.٣٧
وادي الهليل ١	٢٨٣	٠.٠٥	١.٧٠	٢.٥٤	٦٠.٥٢	٢٤.٣٨
وادي الهليل ٢	٣٨٤	٠.٠٧	٢.٧١	٣.٣٧	٦٥.٥٦	١٣.٢١
وادي ام سلمة	٣٦٧	٠.٠٤	١.٠٤	٣.٤٤	١٢٢.٧٣	٢٥.٤١

يبلغ متوسط النسيج الحوضي بمنطقة الدراسة نحو (٣٣.٩٤) حسب تقسيم موريساوا (Morisawa, 1985, p.150) فأحواض المنطقة ذات نسيج ناعم ويمكن تقسيم احواض المنطقة كما يلي:

- احواض متوسطة الخشونة اقل من ٢٠ مجري/ كم، تشمل حوض وادي الهليل ٢ حيث بلغ معدل نسيجها (١٣.٢١)، ويرجع ذلك إلى لصغر المساحة الحوضية، الي جانب سيادة التكوينات الصخرية قليلة النفاذية (صخر إيوسيني).

- أحواض يزيد نسيجها عن ٤٥ مجري / كم، تمثل هذه الأحواض (عمران، عرقوب البغلة، البعيرية، الحبيبية)، تتركز هذه الأحواض ذات النسيج الناعم فوق سطح الهضبة، وتتسم بكبر المساحة الحوضية وانحدارها الهين، مما انعكس علي زيادة أعداد المجارى المائية على حساب أطوالها، مما ادي لزيادة نحت المجارى وتوسيع الأودية وتقدمها في الدورة التحاتية.

#### ٤- التحليل المورفومتري لشبكات التصريف

شملت الدراسة بعض خصائص شبكات التصريف المورفومترية، بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM؛ والذي استخدم في استخلاص نتائج شبكات التصريف. (شكل رقم ٨)

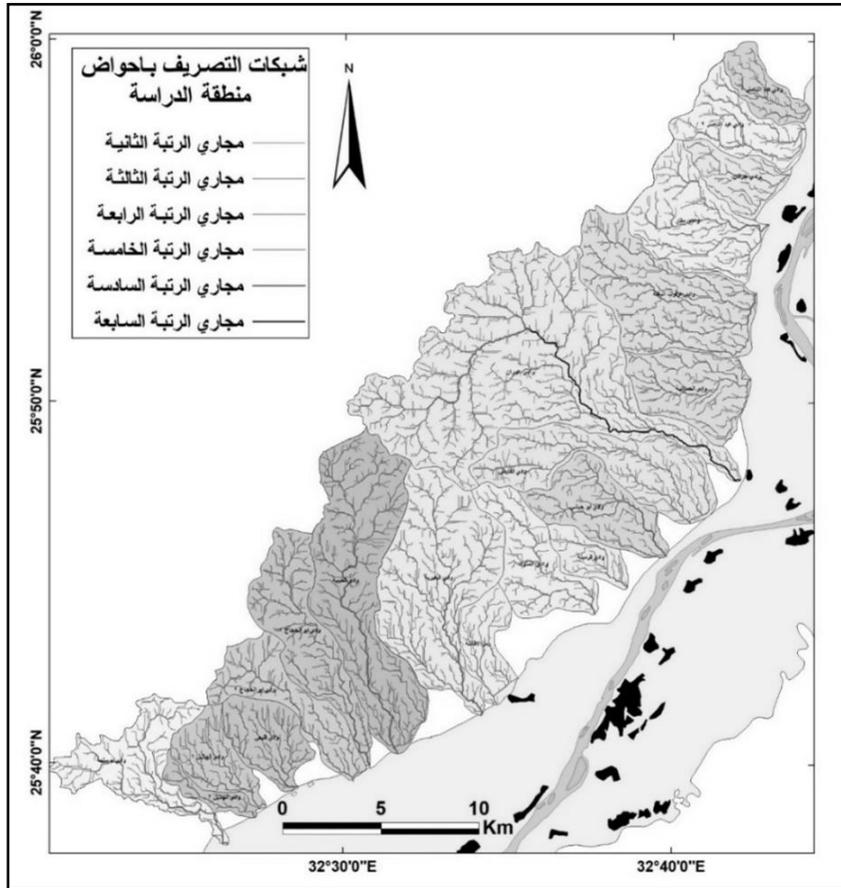
#### - رتب وأعداد المجاري واطوالها:

- بدراسة الجدول رقم (٤) اتضح ان تراوحت رتبة المجري الرئيسي لأودية المنطقة بين الرتبة السابعة لوادي عمران والرتبة الرابعة لوادي الهليل ٢، شكلت الاودية ذات الرتبة السادسة نحو ٥٥ ٪ من العدد الكلي للأودية بمنطقة الدراسة، بلغ مجموع أعداد المجاري بأحواض منطقة الدراسة بلغ ١٩٣٣١ مجري، بنسبة ٩٦.٧ ٪ من جملة اعداد المجاري بالمنطقة، حيث شكلت مجاري ما بين الاودية نحو ٣.٣ ٪ من هذا الإجمالي (٦٥٨ مجرى).

- بلغت اعداد مجاري الرتبة الأولى نحو ١٥٥١٤ مجرى بما يعادل ٨٠.٢٥ ٪ من جملة اعداد مجاري الأحواض، وشملت الرتبة الثانية على ٢٩٨٧ مجرى بنسبة ١٥.٤٥ ٪، بمعنى أن الرتبتين يمثلان نحو ٩٥.٧٠ ٪ من العدد الكلي للمجاري في الأحواض، وترجع زيادة عدد مجاري في الرتب الدنيا بأحواض منطقة الدراسة لقلة أو

انعدام الغطاء النباتي، الي جانب كثرة تكون مجاري مائية أولية في الرواسب المفككة التي تغطي أسطح الاحواض بالمنطقة عقب الامطار الفجائية.

- ضمت احواض (عمران، الحبيبة، البعيرية، عرقوب البغلة) حوالي ٤٦.٨٧ % من إجمالي أعداد المجاري بأحواض منطقة الدراسة؛ حيث تتسم هذه الاحواض بكبير المساحة الحوضية حوالي ٤٧.٠٧% من المساحة الكلية لأحواض المنطقة، حيث توجد علاقة ارتباط طردية قوية بين المساحة واعداد المجارى (+ ٠.٩٤٥) بالإضافة لتأثرها بحركات التصدع وكثرة الفواصل والشقوق، مما ساعد على زيادة نشاط التعرية المائية وبالتالي أعداد المجارى.



### شكل رقم (٨) شبكات التصريف لبحوض منطقة الدراسة

- بلغ مجموع أطوال المجارى لأودية المنطقة حوالي ٤٧٤٨.٢٦ كم، بمتوسط عام ٢٣٧.٤١ كم، تركزت في الأحواض الكبيرة المساحة (عمران) والتي ضمت نحو ٢٠.٣٦ ٪ من الطول الكلي للمجاري بأحواض المنطقة، ويرجع ذلك لكبر مساحتها الحوضية، مما انعكس علي زيادة أعداد المجارى به.
- شكلت مجاري الرتبة الأولى ٦٠.٨٣ ٪ من الطول الكلي للمجاري، ومثلت أطوال الرتبة الثانية نحو ٢٠.٠٦ ٪ من إجمالي الأطوال، مما يشير لتركزاً واضحاً لأطوال المجارى في الرتبتين الأولى والثانية، حيث ضمتا نحو ٨٠.٨٩ ٪ من الطول الاجمالي للمجاري في أحواض التصريف، ويرتبط ذلك بزيادة أعداد المجارى في هاتين الرتبتين وقلتها في الرتب الأعلى.

### - نسبة التشعب

تمثل نسبة التشعب أحد العوامل الهامة التي تتحكم في معدل التصريف، حيث تزداد درجة خطورة الجريان السيلي كلما قلت نسبة التشعب، من خلال دراسة نسب التشعب جدول رقم (٤) يتضح الآتي:

- بلغ متوسط نسبة التشعب في منطقة الدراسة (٤.٢٢)، وتعد هذه قيمة متوسطة؛ ترجع لتباين نوع الصخر وخصائصه البنيوية، إلى جانب تباين الخصائص التضاريسية والمورفومتريه لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة.

- تتباين قيم نسب التشعب من حوض لآخر داخل منطقة الدراسة، وذلك حسب الخصائص الجيولوجية للصخور والسطح من ناحية وخصائص الأحواض وشبكاتهما وحجم وكمية التصريف، والمرحلة العمرية التي تمر بها الأحواض من ناحية اخري، تنخفض قيم نسب التشعب لأدناها في حوض قليعي (٣.٦٤) ، ويرتبط ذلك بقلة

أعداد المجاري ، في حين ترتفع قيم نسب التشعب في حوض وادي الفايض (٥.٦١) حيث يرتبط ارتفاع القيم بزيادة أعداد المجاري في الرتب الدنيا (الأولى والثانية) نتيجة لشدة الانحدار في مناطق المنابع، بالإضافة لكثرة الفواصل والصدوع، مما ادي لارتفاع نسب تشعب هذه الرتب مما انعكس على زيادة نسب التشعب بهذا الحوض. بدراسة التشعب على مستوى الرتب اتضح أن مجارى الرتبة الأولى والثانية تمثل نحو خمسة أمثال عدد مجارى الرتبة حيث بلغا علي الترتيب (٥.١٩، ٤.٨٢)، وتمثل مجارى الرتبة الثالثة نحو (٤.٥٤) عدد مجارى الرتبة الرابعة، يليه نسبة التشعب للرتبة الرابعة (٣.٢٠)، وسجلت الرتبة الخامسة اقل نسبة (١.٦٥) وبلغت نسبة التشعب بين الرتبة السادسة والسابعة نحو (٢.٠) مما يشير لقللة مجاري الرتب العليا بالنسبة لأعدادها علي عكس مجاري الرتب الدنيا، مما يشير لانخفاض الانحدار في الأجزاء الدنيا من الأحواض ، مما ينعكس بدورة على نسبة التشعب.

#### - كثافة التصريف:

تعد من أهم المعاملات المورفومترية لأحواض التصريف، حيث توضح مدى تعرض أسطح الأحواض للتعرية بفعل المجاري المائية، وتمثل كثافة التصريف العلاقة النسبية بين أطوال المجاري والمساحة الحوضية، يمكن تحديد معدل تطور نظم التصريف كمردود لزيادة اتساع الأحواض، وبالتالي زيادة نصيبها من مياه الأمطار، مما يؤدي لتخفيض السطح (التضاريس النسبية) وزيادة وعورتها ومعاملاتها الهيسومترية. بدراسة كثافة التصريف لأحواض منطقة الدراسة جدول رقم (٤) بلغ متوسط الكثافة التصريف نحو ٨.٨٨ كم/كم<sup>٢</sup>، بانحراف معياري ( $\pm ٠.٣١$ ) كما بلغت قيمة معامل الاختلاف النسبي (٣.٥ %) مما يشير لتماثل القيم وتركزها حول متوسطها، حيث

تراوحت قيم كثافة التصريف على مستوى الأحواض بين (٩.٣٨ كم/كم<sup>٢</sup>) في حوض وادي ام سلمة، و(٨.٤٣ كم/كم<sup>٢</sup>) في حوض وادي الحمدانية.

جدول رقم (٤) الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لشبكات واحواض التصريف بالمنطقة

الحوض	خصائص شبكات التصريف			خصائص هيدرولوجية						
	الرتبة الرئيسية	مج اعداد المجاري	مج اطوال المجاري كم	نسبة التشعب	كثافة التصريف	تكرار المجاري	معدل التصريف الثابت	معدل التصريف م <sup>٣</sup> /ث	زمن التركيز	حجم المياه المحتملة مليون م <sup>٣</sup>
وادي عبد الناصر ١	٥	٣٤٠	٨١.٥٢	٤.٣٩	٨.٩٩	٣٧.٤٩	١٨.٧٢	٣٠٤.٨٤	١.١٦	٠.٢٧
وادي عبد الناصر ٢	٦	٦٤١	١٥١.٩١	٣.٨٣	٨.٨٦	٣٧.٤٠	٢٠.٢٦	٣٥١.١١	٢.٠٦	٠.٥٦
وادي جرفان	٥	٣٩٣	٩٢.٨٤	٤.٦٣	٨.١٢	٣٤.٣٥	١٧.٢٨	٢٢٦.٢٧	١.٨٢	٠.٣٢
وادي مفار	٦	٩٩٠	٢٤٠.٠٧	٣.٩١	٨.٦٣	٣٥.٥٩	١١.٤١	٣٤٠.٩٥	١.٩٤	٠.٥١
وادي عرقوب البغلة	٦	١٤٦٨	٣٤٠.٨١	٤.٢٥	٨.٥٢	٣٦.٦٩	١٤.٦٩	٤١٣.٧١	٢.٩٦	٠.٩٥
وادي الحمدانية	٦	٧٩٦	١٨٠.٥٦	٤.١١	٨.٤٣	٣٧.١٨	١٧.٢٨	٢٧٧.٢٣	٢.٧٨	٠.٦٠
وادي عمران	٧	٣٩٦٠	٩٦٦.٦٥	٤.١٠	٩.٠٤	٣٧.٠٢	١٥.٩٤	٤١١.٦٤	٨.٦٣	٢.٧٤
وادي الفايض	٥	١١٧٥	٢٩٣.٦١	٥.٦١	٩.٠٣	٣٦.١٢	٢٠.٢٦	٣٦٤.١٢	٣.٧٧	١.٠٦
وادي ابو حبشى	٦	٨١٣	١٨٣.٧٢	٣.٨١	٨.٨٧	٣٩.٢٤	١٨.٧٢	٣٧٧.٤٩	٢.١٤	٠.٦٢
وادي الرميطة	٥	٢٦٩	٧٠.٣١	٣.٩٤	٩.١٠	٣٤.٨٠	١٧.٢٨	٢١٧.٣٩	١.٢٨	٠.٢١
وادي الملوك	٦	٧٧٦	١٧٤.٤٩	٣.٨٩	٨.٥٤	٣٧.٩٨	١٣.٥٣	٢٢٢.١١	٢.٤٨	٠.٤٤
وادي رمل الاقتالة	٥	٣٥٩	١٠٤.٦٤	٤.٢٦	٩.٢٠	٣١.٥٧	١٢.٤٤	١٨٤.٠٧	١.٦	٠.٢٣
وادي البعيرية	٦	١٦٩٥	٤٥٦.٣١	٤.٣٢	٩.٠٩	٣٣.٧٦	١٣.٥٣	٣١٨.٣٤	٣.٨٤	١.٠٩
وادي الحبيبية	٦	١٩٣٨	٤٧٨.٤٩	٤.٣٨	٨.٨٩	٣٦.٠٠	١٧.٢٨	٣٤٦.٠٩	٥.٦	١.٥٠
وادي ابو الحجاج ١	٦	١٠٤٤	٢٤٥.٥٩	٤.٠٢	٨.٩٤	٣٧.٩٩	١٨.٧٢	٢٥٧.٥٤	٤.١٦	٠.٨٣
وادي ابو الحجاج ٢	٥	٦٩٨	١٧٦.٢٨	٤.٩١	٨.٨٩	٣٥.٢٠	٢٠.٢٦	٢٧٥.٢٦	٣.٠٤	٠.٦٥
وادي قليبى	٦	٤٩٠	١٣٤.٤٩	٣.٦٤	٩.٣٥	٣٤.٠٨	٢١.٩٢	٤١٢.٨٨	١.٥٩	٠.٥١
وادي الهليل ١	٥	٤٠٦	١١١.٩٣	٤.٣١	٨.٩٦	٣٢.٥١	٢١.٩٢	١٣٤.٤٠	١.٦١	٠.١٧
وادي الهليل ٢	٤	١٨٧	٤١.٦٦	٤.١٤	٨.٧٩	٣٩.٤٥	١٧.٢٨	٢٨٦.٣٨	١.٥٧	٠.٣٥
وادي ام سلمة	٦	٨٩٣	٢٢٢.٣٨	٣.٩٨	٩.٣٨	٣٧.٦٨	١٧.٢٨	٢٥٥.٤٣	٣.٣٤	٠.٦٦
الإجمالي	---	١٩٣٣١	٤٧٤٨.٢٦	٨٤.٤٣	١٧٧.٦١	٧٢٢.٠٩	٣٤٥.٩٩	٦.٣٧.٢٧	٥٧.٣٧	١٤.٢٦
المتوسط	---	٩٦٦.٥٥	٢٣٧.٤١	٤.٢٢	٨.٨٨	٣٦.١٠	١٧.٣٠	٣٠١.٨٦	٢.٨٧	٠.٧١
الانحراف المعياري	---	٨٥٠.٢٤	٢٠٨.٨٢	٠.٤٤	٠.٣١	٢.١٢	٢.٩٩	٨٠.١٧	١.٧٧	٠.٥٩
الاختلاف %	---	٨٧.٩٧	٨٧.٩٦	٩٥٣.١	٣.٥	٥.٨٧	٥٧٧.٧٩	٣٧٦.٥٢	١٦١.٩٦	١٢١.٥٠

الجدول من عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM وتطبيق نموذج حماية التربة الامريكية SCS

#### - معدل تكرار المجاري:

يستخدم معدل تكرار المجاري لقياس العلاقة بين أعداد المجاري والمساحة الحوضية، وتدل القيم المرتفعة لإمكانية عالية لتجميع المياه داخل حوض التصريف، وبالتالي إمكانية جريان سيلبي بصورة أكبر، بلغ متوسط معدل تكرار المجاري في أحواض التصريف بالمنطقة نحو ٣٦.١٠ مجرى/كم<sup>٢</sup>، وهي بذلك تقع ضمن فئة النسيج

الناعم<sup>(١)</sup>، سجلت قيم معدل تكرار المجاري أقصاها في حوض وادي الهلايل ٢ (٣٩.٤٥ مجرى / كم) في حين سجل حوض وادي رمل الاقتالة اقل قيمة (٣١.٧٥ مجرى / كم) وتوضح نتائج تكرار المجاري الاحتمالية الواضحة لتجميع المياه وبالتالي زيادة خطورتها اثناء الجريان السيلي بالمنطقة.

#### ٥- الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف:

تتأثر الخصائص الهيدرولوجية ببعض خصائص شبكات التصريف وخاصة في عملية الجريان السيلي، ولعل (الرتبة وأعداد المجاري، نسبة التشعب، كثافة التصريف، وأطوال المجاري) من اهم هذه الخصائص، وفيما يلي دراسة لأهم العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في حدوث السيول، واستخدم نموذج حماية التربة الامريكية SCS في حساب عدد من المعاملات الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة، وتم الاعتماد على كميات المياه الساقطة خلال يوم واحد (٣٨ ملم) اثناء سيول نوفمبر ١٩٩٤، ويوضح الجدول رقم (٤) اهم النتائج كالاتي:

#### - التصريف الثابت:

يعبر عن كمية التصريف بالمليتر عقب تشعب التربة بالمياه، مما يؤدي لجريان سيلي ثابت، وبدراسة متوسط معدل التصريف لأحواض المنطقة بلغ (١٧.٣٠ ملم) وتراوحت القيم بين (٢١.٩٢ ملم) لحوضي (قليعي، الهلايل ١) وبين (١١.٤١ ملم) لحوض مقار؛ اتسمت الأحواض بارتفاع معدل التصريف مما يعكس الطبيعية الصخرية للأحواض والانحدار الواضح بالإضافة لندرة الغطاء النباتي، من خلال دراسة الجدول (٤) اتضح ان حوضي (قليعي، الهلايل ١) تمثلا اعلي معدل تصريف

<sup>(١)</sup> نسيج خشن (اقل من ٤ مجري/كم) متوسط (٤: ١٠ مجري/كم) ناعم (اكثر من ١٠ مجري/كم) (Zakarzewska, B., 1967, P.147)

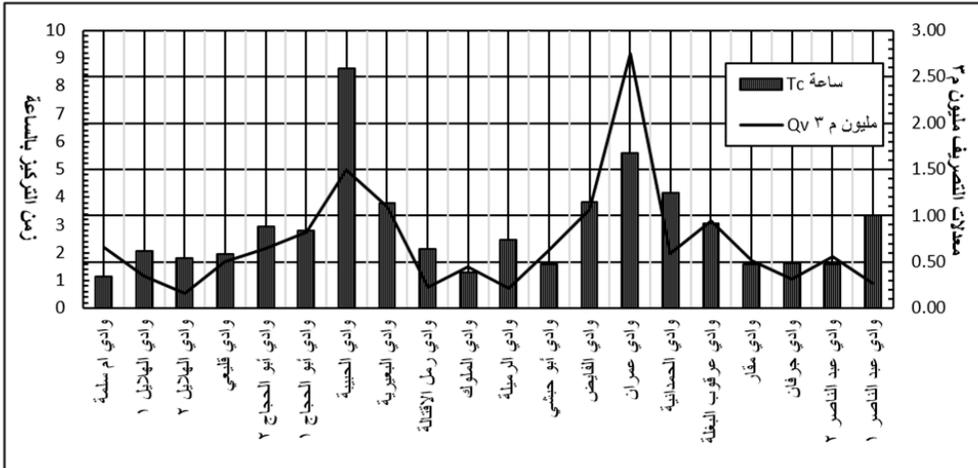
حيث بلغا (٢١.٩٢ ملم) يليهما احواض (عبد الناصر ٢، الفايز، أبو الحجاج ٢)  
حيث بلغا (٢٠.٢٦ ملم) ويرجع ارتفاع معدل التصريف لانحدارها عموديا من الحافة  
الشرقية لهضبة طيبة الي نحو السهل الفيضي مباشرة.

#### - زمن التركيز:

ترجع أهمية زمن التركيز كونه يمثل مؤشر لبداية سريان المياه عقب الامطار  
الفجائية، حيث يقيس زمن التركيز للوقت اللازم لوصول الجريان السيلي للمصب،  
مما يشكل انذار للجهات المسؤولة للقيام بعملية إخلاء الطريق أو غلقه أمام حركة  
المرورية لتجنب الخسائر المادية والبشرية، بلغ متوسط زمن التركيز لأحواض  
المنطقة ٢.٨٧ ساعة، مما يشير لدرجة الخطورة الواضحة لهذه الاحواض حيث تمتد  
عموديا علي السهل الفيضي وما به من تجمعات عمرانية؛ وتتسم اغلب الأحواض  
بالاستطالة حيث تعطي تصريف مائي منتظم، سجل حوض (عمران) أعلى قيم لزمن  
التركيز (٨.٦٣ ساعة) ويرجع ذلك لطول المسافة التي يقطعها الجريان السيلي من  
المنابع العليا في اتجاه المصب ، انخفضت معظم القيم لزمن التركيز عن المتوسط  
العام لمنطقة الدراسة ويرجع ذلك لصغر المساحة الحوضية وقلة الطول الحوضي  
وشدة انحدار السطح، حيث تؤثر درجة انحدار السطح إلى جانب المساحة الحوضية  
والغطاء النباتي في زمن التركيز، حيث يزيد زمن التركيز وتتأخر بداية الجريان  
بصورة عامة؛ في حالة الانحدار الهين او وفرة الغطاء النباتي او المساحة الحوضية  
الكبيرة؛ مما يسمح بزيادة الفاقد بالتسرب والتبخر وبالتالي تأخر الوصول لقمة منحني  
التصريف، في حين أن الأحواض صغيرة المساحة ذات الانحدار الواضح والغطاء  
النباتي القليل تعمل علي قلة الفترة الزمنية لوصول الجريان الفعلي للمصب.

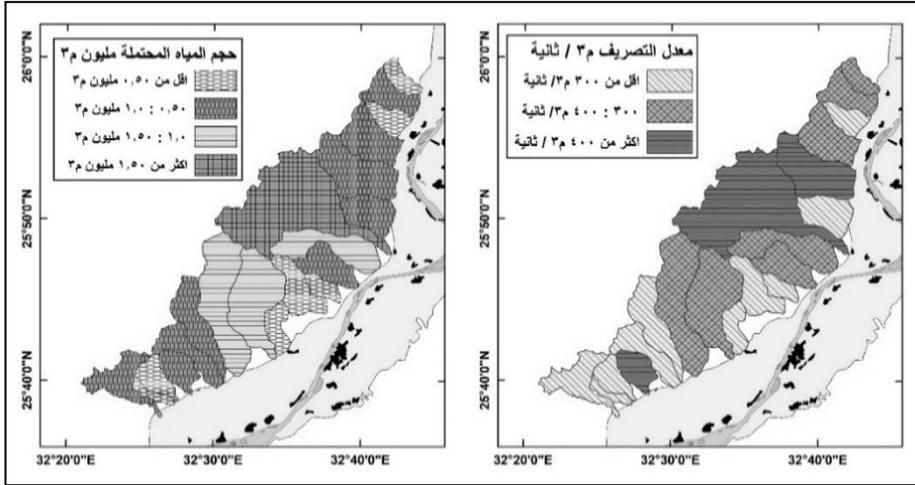
## - معدل التصريف:

من المتغيرات الهامة لقياس درجة خطورة الأودية؛ حيث تشير قيم معدل التصريف لسرعة حركة المياه م<sup>٣</sup>/ثانية، بلغ متوسط قيم معدل التصريف نحو ٣٠١.٨٦ م<sup>٣</sup>/ثانية بانحراف معياري  $\pm ٨٠.١٧$ ، مما يشير لتشتت قيم معدلات التصريف حول متوسطها حيث بلغ معامل الاختلاف ٣٧٦.٥٢٪ وتراوح معدل التصريف بين ١٣٤.٢٠ م<sup>٣</sup>/ثانية لحوض الهليل، ١ و ٤١٣.٧١ م<sup>٣</sup>/ثانية لحوض عرقوب البغلة، وقد يرجع ارتفاع معدل التصريف لاتجاه الحوض نحو الاستدارة، الي جانب انخفاض زمن التركيز لأقل من ثلاث ساعات مما يدل علي تكون قمة التصريف عقب التساقط في هذه الفترة، كذلك بلغ معدل التصريف لحوض عمران ٤١١.٦٤ م<sup>٣</sup>/ث، علي الرغم من كبر المساحة الحوضية وزمن التركيز، ويرجع ذلك لطبيعية التكوينات الصخرية التي تغطي سطح الحوض وامتداده بشكل مستعرض فوق سطح الهضبة من الجنوب الغربي نحو الشمال الغربي مما يزيد من قدره علي تجميع اكبر كمية من المياه المتساقطة. لتحديد أكثر الاحواض خطورة بمنطقة الدراسة حسب معدلات التصريف تم تقسيمها لثلاث فئات (شكل رقم ١٠):



شكل رقم (٩) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة

- معدلات تصريف اقل من ٣٠٠ م<sup>٣</sup> / ثانية: شملت في معظمها الاحواض الصغيرة المساحة، (جرفان، الحمدانية، الرميلى، الملوك، رمل الاقتالة، أبو الحجاج ١، أبو الحجاج ٢، الهليل ١، الهليل ٢، ام سلمة)
- معدلات تتراوح بين ٣٠٠ : ٤٠٠ م<sup>٣</sup> / ثانية: تمثل هذه الاحواض المتوسط العام لأحواض منطقة الدراسة وتمثل هذه الفئة ٣٥٪ من جملة اعداد الاحواض (عبد الناصر ١، عبد الناصر ٢، مقار، الفايز، أبو حبشي، البعيرية، الحبيبة)
- معدلات أكثر من ٤٠٠ م<sup>٣</sup> / ثانية: سجلت ثلاث احواض اعلي معدلات تصريف (عرقوب البغلة، قليعي، عمران) ويرجع زيادة معدلات التصريف بها لكبر المساحة الحوضية وارتفاع.



شكل رقم (١٠) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

- حجم التصريف الإجمالي المحتمل:
- يمثل حجم التصريف المحصلة الكلية لكل من التصريف الثابت لكل حوض بالنسبة لمساحته الحوضية، اعتمد في حسابها على المعادلة التالية:

حجم التصريف م<sup>٣</sup> = ١٦٠٩ (ثابت) \* التصريف الثابت \* المساحة الحوضية

(ابورية، ٢٠١٢)

بلغ المتوسط العام لمعدلات التصريف لأحواض منطقة الدراسة ٠.٧١ مليون م<sup>٣</sup>، وبدراسة (الشكل رقم ١٠) أمكن تقسيم احواض المنطقة لأربع فئات، وتشكل احواض (عبد الناصر ١، جرفان، الرميصة، الملوك، رمل الاقتالة، الهلايل ١، الهلايل ٢) اقل معدلات تصريف حيث لم تتعدى نصف مليون متر مكعب، في حين شكل حوض عمران أكثر الاحواض تصريفاً حيث بلغ معدل التصريف نحو ٢.٧٤ مليون م<sup>٣</sup>، يليه مجموعة احواض (الفايض، الحبيبة، البعيرية) تراوح معدل تصريفها بين (١: ١.٥) مليون م<sup>٣</sup>، ويعزى زيادة معدلات التصريف لميل هذه الأحواض للاستطالة وانحدارها من الحافة الرئيسية صوب السهل الفيضي.

#### ثالثاً: الخصائص المورفومترية للمنحدرات

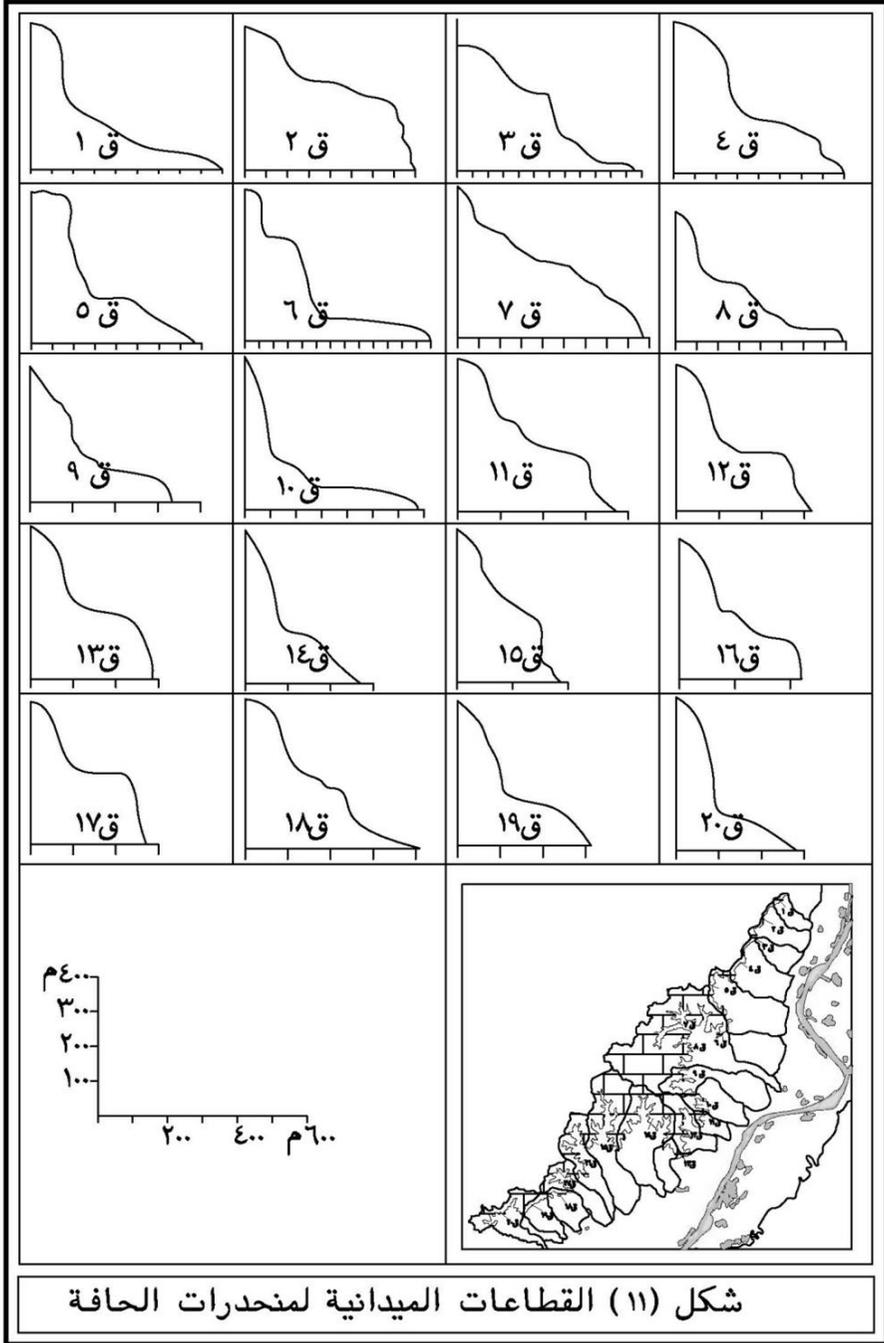
تم قياس ٢٠ قطاعاً ميدانياً شكل رقم (١١)، موزعة على طول الحافة من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي<sup>(١)</sup>، بهدف التعرف على الخصائص المورفومترية للمنحدرات على طول الحافة الشرقية لهضبة طيبة، التي جانب دراسة أنواع حركة المواد على المنحدرات وبالتالي تحديد درجة الخطورة على طول الحافة، ويوضح جدول رقم (٥) بعض الخصائص العامة للمنحدرات فيما يلي:

- بلغ الطول الكلي للقطاعات المقاسة نحو ١١٢٩٧ متر، بمتوسط عام ٥٦٤.٨٥ متر مما يشير لتشتت القيم حول متوسطها، حيث بلغ الانحراف المعياري  $\pm$

---

(١) تم توزيع القطاعات الميدانية على طول أجزاء الحافة بمنطقة الدراسة، بحيث تكون ممثلة لمعظم التكوينات الجيولوجية وأشكال السطح، التي جانب سهولة الوصول والقياس.

٣٣٦.٠٦ متر وتراوحت اطوال القطاعات بين ١٣٠٠ متر للقطاع رقم ٦ وبين  
١٩٥ متر للقطاع رقم ١٥ ويرجع التباين في اطوال القطاعات التفاوت الواضح في  
صلابة الصخور بين جنوب وشمال المنطقة، بالإضافة لتأثرها بمجموعة الفواصل  
والشقوق التي اصابت المنطقة.



- سجل المتوسط العام لزوايا الانحدار ٢٠.٤١° مما يعني ان انحدارات المنطقة يقع ضمن الانحدارات الشديدة حسب تصنيف ينج (-Young, A., 1973, p.p. 161)، حيث وقع ٥٠٪ من اعداد القطاعات ضمن هذه الفئة، في حين بلغت نسبة القطاعات التي تقع ضمن فئة الانحدارات فوق المتوسطة نحو ٣٥٪ من العدد الكلي، وقد اقتصر عدد القطاعات ذات الانحدارات الشديدة جدا على ١٥٪ من العدد الكلي للقطاعات، تتباين متوسطات انحدار قطاعات المنطقة بين ١٣.١٠° للقطاع رقم (٤) وبين ٣٢.٨٨° للقطاع رقم (٩)، حيث يتضح تشتت متوسطات زوايا الانحدار حول متوسطها، اذ بلغ الانحراف المعياري  $\pm ٥.٨٧$ °، حيث بلغ قيمة معامل الاختلاف ٢٩٪، ولعل ذلك يرجع للتأثير الواضح للصدوع الي جانب الفواصل والشقوق والتي تباين تأثيرها من منطقة لأخرى علي طول الحافة حسب صلابة الصخور ومقاومة عوامل التعرية، الي جانب دور الانسان في التعديل من درجات الانحدار في نطاق استصلاح الأراضي او في نطاق المحاجر.

- بلغت النسبة العامة لتحذب قطاعات منطقة الدراسة حوالي ١.٢٢، مما يشير لاتخاذ منحدرات المنطقة الشكل المحدب، وتبلغ نسبة الشكل المقعر في ثمانية قطاعات بنسبة ٤٠٪ من إجمالي أعداد القطاعات، بينما مثلا الشكل المحدب في أحد عشر قطاعاً بنسبة ٥٥٪، في حين تمثل الشكل المستقيم (محدب/ مقعر) في القطاع رقم (١٧) بنسبة ٥٪ من جملة اعداد القطاعات.

- شكلت الاطوال المحدبة في القطاعات المقاسة نحو ٤٨٩٧ متر بنسبة ٥١.٩٠٪ من جملة تقوس القطاعات، بينما بلغت الاطوال المقعرة حوالي ٤٢٨٨ متر بما يعادل ٤٤.٤٤٪ من الطول الكلي لتقوس القطاعات، أي ان اطوال الاشكال

- المقعرة للمحدبة تمثل (١ : ١.١)، في حين بلغت اطوال الاشكال المستقيمة (محدب/ مقعر) ٢٥١ متر حوالي ٢.٧٠٪ من اجمالي اطوال تقوس القطاعات.
- تتسم القطاعات المقاسة بتعدد الانحدارات الراسية أكثر من مرة؛ مما يشير لوجود عدة مراحل جيومورفولوجية مرت بها الحافة بمنطقة الدراسة، الي جانب تباين صلابة الطبقات الصخرية؛ حيث توجد طبقات من الحجر الجيري الصلب متتابع مع طبقات من المارل يتخللها العديد من الحفريات بالإضافة للتأثير الواضح للحركات التكتونية والتي نتج عنها مجموعات من الفواصل والشقوق المتعامدة.
- شكلت الأجزاء العارية من الرواسب في قسم الدرجة القصوى حوالي ١٧٠١ متر بما يعادل ١٥.٠٥٪ من جملة اطوال القطاعات، وقد تراوحت الأجزاء المكشوفة بين ١٣٠ متر للقطاع رقم (٦) وبين ٥٤ متر للقطاع رقم (١٤) مما يشير لارتباطها بالواجهات الصخرية شديدة الانحدار والرأسية او الواجهات الحرة كما في القطاعات ارقام (٣، ٦، ٧، ١٠، ١١، ١٢)، في حين بلغ المتوسط العام للأجزاء المغطاة بمخاريط الهشيم نحو ٢٩.٤١٪ من الطول الإجمالي للقطاعات وتراوحت الأجزاء المغطاة بين ٥٣.٣٣٪ للقطاع رقم (١) وبين ٦.٨٣٪ للقطاع رقم (١٦، ١٨) مما يشير لتشتت قيم الأجزاء المغطاة حول متوسطها حيث بلغ  $\pm ١٥.٩٦\%$ .
- تراوحت الزاوية الحدية العليا بين (٩٠°-٨٥°) لجميع قطاعات الحافة حيث مكاشف طبقات الحجر الجيري الإيوسيني القائمة الزاوية بسبب مجموعات الفواصل المتعامدة، بينما تراوحت الزاوية الحدية السفلي بين (صفر - ٤°) وترتبط بالأجزاء الدنيا للقطاعات حيث توجد الرواسب الفيضية، الي جانب الجزء الأدنى من مخاريط الهشيم فوق الأرصفة الحصوية، كذلك تظهر هذه الزاوية في الأجزاء العليا للمنحدرات فوق السطح الهضبي.

جدول رقم (٥) الخصائص المورفومترية للقطاعات الميدانية للمنحدرات على طول الحافة

رقم القطاع	الطول الكلي للقطاع	الطول الكلي للقطاع	عدد الزوايا	مجموع الزوايا	متوسط الانحدار للقطاع	فئة الانحدار تبعا لتصنيف بيتس	الاطوال المحيطة	الاطوال المقعرة	نسبة التحدب	شكل المنحدر	نسبة الأجزاء المغطاة ببحار ربط التيسيم
١	٩٠٠	٩٠٠	٣١	٦٧٥	٢١,٧٧	شديد	٣١٠	٣٥٠	٠,٨٩	مقعر	٥٣,٣٣
٢	٨٠٠	٨٠٠	٣٥	٧٧٥	٢٢,١٤	شديد	٣٩٠	٣٢٠	١,٢٢	محدب	٢٢,٥٠
٣	١١٥٠	١١٥٠	٥٥	٨٣٠	١٥,٠٩	فوق المتوسط	٤٦٠	٥٩٠	٠,٧٨	مقعر	١٧,٣٩
٤	٨٠٠	٨٠٠	٤١	٥٣٧	١٣,١٠	فوق المتوسط	٣٢١	٣٩١	٠,٨٢	مقعر	٢٢,٠٠
٥	٧٥٩	٧٥٩	٣٦	٦٢٣	١٧,٣١	فوق المتوسط	٣١٠	٣٢١	٠,٩٧	مقعر	٣٣,٧٣
٦	١٣٠٠	١٣٠٠	٢١	٥٣١	٢٥,٢٩	شديد	٥١٢	٤٥٠	١,١٤	محدب	٥٢,٠٠
٧	٨٨٠	٨٨٠	١٩	٤٧٠	٢٤,٧٤	شديد	٤٧٠	٢٥٣	١,٨٦	محدب	٣٥,٦٨
٨	٧٩٠	٧٩٠	٣٧	٤٣٩	١١,٨٦	فوق المتوسط	٣٩٠	٢٠١	١,٩٤	محدب	٥٠,٣٨
٩	٣٣٠	٣٣٠	١٧	٥٥٩	٣٢,٨٨	شديد جدا	١٨٣	١١٠	١,٦٦	محدب	٢٢,٤٢
١٠	٦٧٣	٦٧٣	٣٣	٦١٠	١٨,٤٨	فوق المتوسط	٣٣٥	٢٠١	١,٦٧	محدب	٤٠,٧١
١١	٣٧٠	٣٧٠	١٥	٣١٩	٢١,٢٧	شديد	١٤٣	١٧٠	٠,٨٤	مقعر	٣٠,٨١
١٢	٣٠٥	٣٠٥	٢٣	٤٩٥	٢١,٥٢	شديد	١٤٥	١٠٣	١,٤١	محدب	٣٧,٣٨
١٣	٢٩٠	٢٩٠	١٧	٣٩١	٢٣,٠٠	شديد	١٠٠	١١٤	٠,٨٨	مقعر	٥٢,٤١
١٤	٢٧٠	٢٧٠	١٨	٢١٥	١١,٩٤	فوق المتوسط	١٥٧	١٠٢	١,٥٤	محدب	٨,١٥
١٥	١٩٥	١٩٥	٢٢	٧١٠	٣٢,٢٧	شديد جدا	٩٥	٧٥	١,٢٧	محدب	٢٥,٦٤
١٦	٢٠٥	٢٠٥	٢٥	٤٩٥	١٩,٨٠	شديد	١١٥	٨٣	١,٣٩	محدب	٦,٨٣
١٧	٢٧٥	٢٧٥	٢٢	٣٨٩	١٧,٦٨	فوق المتوسط	١٢٦	١٢٥	١,٠١	مستقيم	١٧,٤٥
١٨	٤١٠	٤١٠	٣١	٤٢١	١٣,٥٨	فوق متوسط	٢١١	١٨٥	١,١٤	محدب	٦,٨٣
١٩	٣١٠	٣١٠	٢٧	٥٧٦	٢١,٣٣	شديد	١٧٩	١١٧	١,٥٣	محدب	٩,٠٣
٢٠	٢٨٥	٢٨٥	٢٣	٥٣١	٢٣,٠٩	شديد	٧١	١٥٢	٠,٤٧	مقعر	٤٣,٥١
المجموع	١١٢٩٧	١١٢٩٧	٥٤٨	١٠٥٩١	--	--	٥٠٢٣	٤٤١٣	٢٤,٤	--	--
المتوسط	٥٦٤,٨٥	٥٦٤,٨٥	٢٧,٤	٥٢٩,٥٥	٢٠,٤١	شديد	٢٥١,١٥	٢٢٠,٦٥	١,٢٢	محدب	٢٩,٤١
الانحراف المعياري	٣٣٦,٠٦	٣٣٦,٠٦	١٠	١٥٠,٥٥	٥,٨٧	--	١٤٠,٣٢	١٤٠,٨٠	٠,٤٠	--	١٥,٩٦
م الاختلاف %	٥٩	٥٩	٣٧	٢٨	٢٩	--	٥٥,٨٧	٦٣,٨١	٣٢,٥٧	--	٥٤,٢٨

الجدول من عمل الباحث اعتماداً على القياسات الميدانية

### - تحليل زوايا الانحدار :

يهدف تحليل زوايا الانحدار لدراسة زوايا وحركة المواد علي المنحدرات، الي جانب تحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها المنحدرات بمنطقة الدراسة؛ فشيوع الانحدارات الخفيفة يشير لتقدم المنحدرات وتطورها، بينما تدل الانحدارات الشديدة علي مراحل مبكرة من التطور (Young, A., 1972, p.167)، بدراسة الجدول

رقم (٦) لتصنيف زوايا الانحدار بمنطقة الدراسة حسب تصنيف ينح يمكن استنتاج الآتي:

- مثلت المنحدرات الشديدة جدا المرتبة الأولى من حيث نسبة أطوال منحدرات منطقة الدراسة، نحو ٣١.٢٥٪، وهي نسبة مرتفعة ترجع إلى طبيعة التكوينات الصخرية بالمنطقة والظروف تكوينية التي عاصرتها، الي جانب سيادة الحجر الجيري فوق سطح الهضبة، مما أدى إلى نشاط المجاري المائية في تعميق مجاريها بالنحت الرأسى، وتعد الزاوية ٣٠° الزاوية الشائعة للمنحدرات الشديدة جدا، وبلغ طولها حوالي ٧٥.٧٠٪ من الطول الكلى للمنحدرات الشديدة جدا.

- جاءت الانحدارات الرأسية في المرتبة الثانية حيث بلغ أطوال منحدرات المنطقة حوالي ٢٣.٥٠٪ من جملة المسافات الأرضية للقطاعات، وهي نسبة مرتفعة تشير لشدة الانحدار وعدم استقرار المواد على المنحدرات، وارتبط وجود فئة الانحدارات الرأسية بالأجزاء العليا من الحافة في جميع القطاعات المقاسة، حيث تمثل الواجهات حرة عارية من الرواسب، وتشكل زاوية ٨١° الزاوية الشائعة وشكلت نحو ٢٥.١١٪ من المسافة المقاسة للانحدارات الرأسية؛ توجد هذه الزاوية علي هيئة مكاشف صخرية عارية من الرواسب كواجهات حرة، يتخللها العديد من الفواصل والشقوق كما تظهر في اكثر من موضع علي طول المنحدر.

- شكلت الانحدارات الشديدة جدا والجروف الرأسية حوالي ٥٤.٧٥٪ من الطول الإجمالي للقطاعات المقاسة؛ وتعكس هذه النسبة المرتفعة مدي تأثير الحركات التكتونية على منطقة الدراسة والتي نتج عنها الصدوع ومجموعات الفواصل والشقوق، بالإضافة لتأثير عمليات التجوية وعوامل التعرية المختلفة وبخاصة التعرية المائية (المسيلات الجبلية) التي عملت على تجريد المنحدرات من

الرواسب والمفتتات تاركة واجهات حرة، وارتفاع نسب اطوال هذه المنحدرات يوضح ان الحافة الجبلية في بداية دورتها التحاتية.

#### جدول رقم (٦) تصنيف زوايا انحدار منحدرات المنطقة

شكل المنحدر	مستوى	خفيف	متوسط	فوق متوسط	شديد	شديد جدا	رأسي
مدى الفئة	صفر-	٣	٦	١١	١٩	٣١	٤٥ فأكثر
المسافة الأفقية %	١٢.١٠	٦.٣٠	٥.٧٥	٦.٥٠	١٤.٦٠	٣١.٢٥	٢٣.٥٠
الزوايا الشائعة	٢	٤	٨	١٥	٢١	٣٠	٨١
المسافة الافقية لزوايا الشائعة %	٢٥.٩	٧.٤	٤.٥	٧٥.٤	٩.٣	٧٥.٧	٢٥.١١
الحدية السفلي	صفر	٣	٦	١١	١٩	٣١	٤٥
الحدية العليا	٢.٧٥	٥.٥٠	١٠.٥٠	١٧	٢٩.٥٠	٤٣	٩٠
عدد الزوايا	٨١	٧٤	٥٥	٦٥	١٢٢	١١٥	٣٦

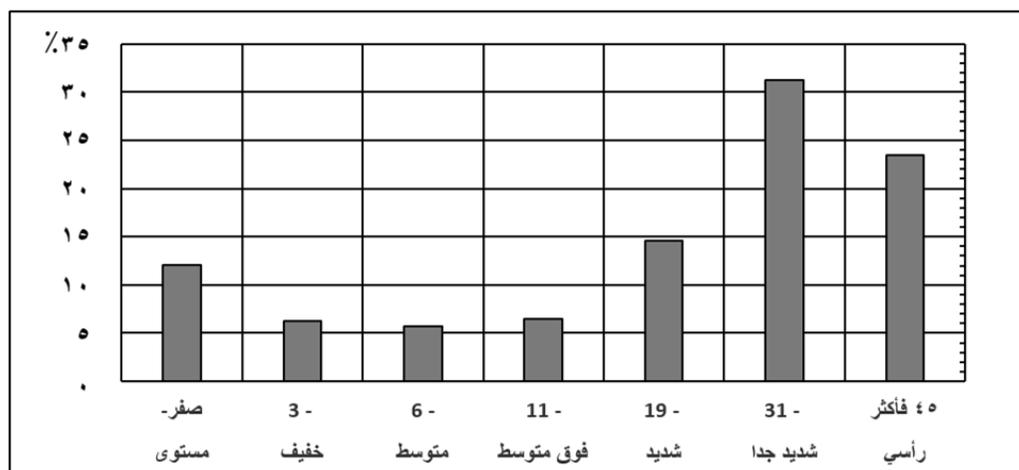
الجدول من عمل الباحث اعتمادا على نتائج الدراسة الميدانية

- احتلت الانحدارات الشديدة المرتبة الثالثة حيث بلغت ١٤.٦٠ % من الطول الكلي للقطاعات، ويرتبط توزيع الانحدارات الشديدة في اغلب المواضع بالأجزاء التي تشغلها الكتل المتساقطة من الواجهات الحرة؛ وبخاصة الواجهات المطلة على الطريق أسفل الحافة، بالإضافة للأجزاء العليا لمخاريط الهشيم التي تتألف في اغلبها من بعض الجلاميد والكتل الصخرية والرواسب الخشنة، وتتركز أغلبها في القسم الأوسط للحافة حيث تقترب من السهل الفيضي، ومثلت الزاوية ٢١ الزاوية شائعة لهذه الفئة حيث تظهر علي شكل انحدار محدب شبه عاري من الرواسب يعقب الواجهات الصخرية، أو على شكل انحدار مقعر مغطى بالرواسب المتنوعة الاحجام.

- شكلت الانحدارات الهينة (المستوية-الخفيفة) حوالي ١٨.٤٠ % من اجمالي اطوال القطاعات، وتشكل هذه الفئة المناطق المستوية وقيعان الأودية وأسطح رواسب حشو الوادي التي ألفت بها المجاري والمسيلات المنحدرة على واجهة الجروف على طول الحافة، الي جانب الأجزاء الدنيا من رواسب مخروطات الهشيم القديمة

(رواسب ناعمة)، وتمثل الزوايا (٢، ٤) الزوايا الشائعة حيث أكثر زوايا هذه الفئتين تكرر، وتظهر الزوايا الشائعة فوق الرواسب الدقيقة إلى المتوسطة الحجم في بطون الأودية، والرواسب داخل المصاطب الحصوية، الي جانب الرواسب متوسط الخشونة التي يتكون منها ظهر بعض مخاريط الهشيم وأسطح رواسب التعرية الغطائية التي ألقت بها المسيلات المنحدرة على واجهة الجروف عقب الجريان السيلي، كذلك تظهر هذه الزوايا في القطاعات في قمة المنحدر الممثل لسطح الهضبي.

- شكلت الانحدارات المتوسطة وفوق المتوسطة حوالي ١٢.٢٥٪ من الطول الكلي القطاعات المقاسة، وشكلت زاويتي (٨، ١٥) الزوايا الشائعة وتظهر زوايا هذه الفئات على الأجزاء الوسطى من المنحدرات، وأسطح اغلب مخاريط الهشيم الحديثة، وبعض قمم مخاريط الهشيم القديمة، بالإضافة إلى أسطح الأرصفة الحصوية الناتجة عن الجريان السيلي.



شكل رقم (١٢) فئات زوايا انحدار منحدرات الحافة بمنطقة الدراسة

- تحليل زوايا التقوس :

استخدمت طريقة عبد الرحمن واخرون في تحليل درجات تقوس المنحدرات، حيث تعتمد علي نقاط تغير الانحدار علي طول المنحدر (Abdel Rahman, et.al, 1980-1981, p. 31-34) ويهدف تحليل درجات التقوس لمعرفة أشكال وسمات المنحدرات. ويعتمد تحليل التقوس لتقسيم المنحدر الكلي إلى اقسام مستقيمة يكون تقوسها صفرا، وأقسام مقوسة يتراوح تقوسها بين (٠-٩٠) حيث يشير التقوس الموجب للعناصر المحدبة، بينما يمثل التقوس السالب العناصر المقعرة، وبدراسة الجدول رقم (٧) لخصائص تقوس منحدرات المنطقة يتضح الآتي:

- مثلت المنحدرات المحدبة والمقعرة حوالي ٩٧.٣٤ ٪ من جملة الأطوال لتقوس المنحدرات بمنطقة الدراسة، حيث مثلت المنحدرات المحدبة ٥١.٩٠ ٪، المنحدرات المقعرة ٤٥.٤٤ ٪، مما يشير لسيادة المنحدرات المحدبة بنسبة طفيفة؛ إذ بلغت نسبة العناصر المحدبة إلى العناصر المقعرة ١:١.١، في حين شكلت المنحدرات المستقيمة (محدب/ مقعر) نحو ٢.٥٦ ٪ من الطول الإجمالي لتقوس المنحدرات، وهي نسبة منخفضة توضح تأخر وصول منطقة الدراسة لمرحلة النضج، حيث نشطت عمليات التجوية في نطاق الصدوع والفواصل والشقوق الي جانب المياه الجارية علي تشكيل المنحدرات، وتعد المياه الجارية هي العامل الرئيسي في تشكيل منحدرات منطقة الدراسة حيث السيادة للعناصر المقعرة.

- مثلت فئة التقوس (١٠-١، ١٠-١) للمنحدرات المحدبة والمقعرة المرتبة الأولى لأطوال التقوس بهما بنسبة ٢٤ ٪ من جملة أطوال التقوس بالمنطقة، حيث بلغت المنحدرات المقعرة نحو ١٢.٦٦ ٪، يليها المنحدرات المحدبة ١١.٣٤ ٪ من مجموع أطوال التقوس، جاءت فئة التقوس (٢٠-، -٢٠) في المرتبة الثانية بمجموع أطوال تقوس ١٩.٣٩ ٪، وسجلت فئة التقوس (٣٠-، -٣٠) نحو ١٥.٦٣ ٪ من الطول

الكلية للثقوس، تتسم هذه الفئات الثلاثة علي النسبة الأكبر من معدلات الثقوس حيث بلغت حوالي ٥٩.٠٢٪ من الطول الكلية لثقوس للمنحدرات، تشكل الأجزاء المقعرة نحو ٣١.١٠٪، وتمثل الأجزاء المحدبة ٢٧.٩٢٪، ويشير تقارب نسب الأجزاء المحدبة والمقعرة على وصول المنحدرات في هذه الفئات لمرحلة النضج. وتسود المنحدرات المقعرة على حساب المنحدرات المحدبة في هذه الفئات مما يشير لدور التعرية المائية في تشكيل المنحدرات وبخاصة على اقدم الحافة الجبلية، حيث عملت المجاري المائية المنحدرة من الحافة على تقطيع الواجهات الصخرية وتقليل من درجات الانحدار.

- شكلت فئات الثقوس الوسطي (٣١-٦٠) حوالي ٢٥.٧٣٪ من جملة أطوال ثقوس منحدرات منطقة الدراسة، واتسمت هذه الفئات بسيادة الأجزاء المحدبة حيث مثلت نحو ١٦.٦٤٪ في حين بلغت الأجزاء المقعرة ٨.٦٩٪ من الطول الكلية لثقوس المنحدرات، ويرجع سيادة الأشكال المحدبة في هذه الفئات لاختلاف العمليات الجيومورفولوجية بسبب ظروف الجفاف الحالي، وتباين تأثير العمليات الجيومورفولوجية على طول فصول السنة.

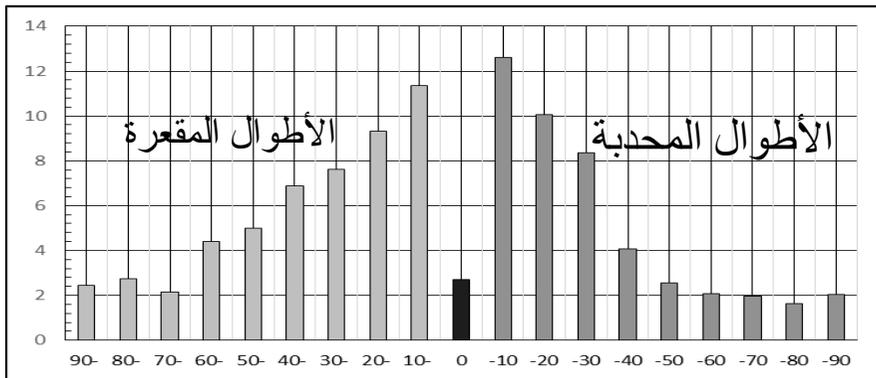
#### جدول رقم (٧) فئات ثقوس منحدرات منطقة الدراسة

العناصر المحدبة								الشكل	
-١٠	-٢٠	-٣٠	-٤٠	-٥٠	-٦٠	-٧٠	-٨٠	-٩٠	الفئات بالدرجات
١٠٧٠	٨٧٩	٦٨٥	٦٨٥	٤٧٠	٤١٥	٢٠٣	٢٦٠	٢٣٠	مج الطول بالمتر
١١.٣٤	٩.٣٢	٧.٢٦	٧.٢٦	٤.٩٨	٤.٤٠	٢.١٥	٢.٧٦	٢.٤٤	مج الطول %
العناصر المقعرة								الشكل	
٩٠-	٨٠-	٧٠-	٦٠-	٥٠-	٤٠-	٣٠-	٢٠-	١٠-	الفئات بالدرجات
١٩٣	١٥٥	١٨٥	١٩٥	٢٤٠	٣٨٥	٧٩٠	٩٥٠	١١٩٥	مج الطول بالمتر
٢.٠٥	١.٦٤	١.٩٦	٢.٠٧	٢.٥٤	٤.٠٨	٨.٣٧	١٠.٠٧	١٢.٦٦	مج الطول %

الجدول اعتمادا على نتائج تحليل الثقوس للقطاعات الميدانية

- مثلت الفئات العليا (٦١-٩٠) اقل نسبة ١٥.٢٥٪ من جملة أطوال تقوس المنحدرات، ويشير ذلك لقلّة تباعد قيم زوايا الانحدار المتوالية، مما انعكس على انخفاض المناطق ذات التغير الفجائي في الانحدار وانتظام المنحدر بشكل عام في نطاق الحافة الجبلية؛ مما يزيد من احتمالية حركة المواد على المنحدرات وزيادة احجامها.

- تفوقت أطوال فئات تقوس العناصر المحدبة على مثيلاتها المقعرة في فئات التقوس الوسطي والعليا، في حين تفوقت العناصر المقعرة في فئات التقوس الدنيا، مما يشير لتباين تأثير المنحدرات لعوامل التعرية، حيث تبدو عارية من الرواسب شبه رأسية إلى رأسية في العديد من المواضع مما يزيد من درجة انحدار القطاع في أجزائه العليا والوسطي، في حين يتم ترسيب الرواسب في الأجزاء الدنيا مما يقلل من درجة الانحدار، ويتفق ذلك مع ما توصل إليه فينمان **Fenneman** عندما ربط بين شكل المنحدر والظروف المناخية السائدة، ورأى أن الشكل المحدب ينشأ في الأقاليم الجافة بسبب اختلاف العمليات الجيومورفولوجية السائدة في الأقاليم المناخية المختلفة (سلامة، ١٩٨٢، ص ١٨).



شكل رقم (١٣) أطوال فئات التقوس بمنطقة الدراسة

## - عوامل وعمليات تشكيل منحدرات الحافة:

اتضح من دراسة المنحدرات بالمنطقة تأثرها بالعديد من العوامل والعمليات المؤثرة في تشكيل المنحدرات على طول الحافة الجبلية أهمها؛ العوامل الجيولوجية، والعوامل والعمليات جيومورفولوجية كما يلي:

### أ-العوامل الجيولوجية:

يؤثر التركيب الجيولوجي بوضوح في تشكيل المنحدرات بالمنطقة، وبخاصة ان جميع صخور المنطقة رسوبية توجد علي هيئة طبقات، وتتألف الحافة الرئيسية من صخور الحجر الجيري الإيوسيني ( حجر جيري متعاقب مع حجر رملي وحجر جيري مارلي) وتتسم الصخور الصلبة بسيادة المنحدرات الشديدة العارية من الرواسب وشيوع الوحدات الانحدارية المستقيمة، في حين تتميز الصخور اللينة بقلّة الانحدار وزيادة المسافات الأرضية وقلّة زوايا الانحدار مما يؤدي لظهور المنحدرات المقعرة، الي جانب تباين صلابة الصخور لعبت دور مهم في تراجع الحافة الشرقية لهضبة طيبة حيث تتفكك الصخور الجيرية الإيوسينية لكتل كبيرة الحجم (١.٢ : ٣.٥م) بينما تنخفض احجام الكتل الصخرية لباقي التكوينات وبخاصة صخور البلايوسين حيث تراوحت بين (٠.٢٥ : ٠.٥٠م) واتسمت الصخور اللينة بشيوع عملية التقويض السفلي نتيجة سرعة تآكل الطبقات اللينة مقارنة بالصخور الصلبة ويظهر ذلك واضح في منحدرات الحافة في شمال منطقة الدراسة، كذلك انعكست صلابة الصخور علي الامتداد الافقي والراسي لمخاريط الهشيم ، حيث توجد علاقة طردية بين صلابة الصخر والامتداد الراسي للمخاريط فكلما زادت الصلابة زاد الامتداد الراسي للمخروط صعودا في اتجاه السطح الحر. كما كانت لبنية الصخور دور واضح في شكل

المنحدرات؛ فالمنحدرات المستقيمة ترتبط بالطبقات المائلة بشدة، والمنحدرات السلمية تظهر في الطبقات الأفقية أو ذات الميل الخفيف.

لعبت الصدوع دورا واضح بالإخلال بالنظام العام لمنحدرات الحافة، حيث ظهر التأثير واضح في نطاق الحافة مما انعكس على عناصر المنحدر من حيث شدة الانحدار وقلة المسافات الأرضية، حيث يشوع العناصر المحدبة والاقسام الحرة العارية من الرواسب. تمثل الفواصل والشقوق نطاقات ضعف داخل الصخور وبخاصة الواجهات الحرة في الحافة الرئيسية؛ حيث تنشط من خلالها عوامل التعرية وعمليات التجوية، كذلك تمثل الفواصل والشقوق مسارات تتسرب من خلالها المياه للصخور، مما يساهم في تطور المنحدرات والجروف الدقيقة.

#### ب-العوامل والعمليات الجيومورفولوجية:

تشكل العوامل والعمليات الجيومورفولوجية دورا رئيسيا في تشكيل منحدرات الحافة بالمنطقة، من هذه العوامل والعمليات:

#### - المياه الجارية:

يقصد بها المياه ابان العصور المطيرة في الماضي وما تتعرض له المنطقة من امطار فجائية حاليا، حيث تقوم بتشكيل المنحدرات المحدبة والمقعرة، كما وضح من خلال التحليل المورفومتري لتقوس المنحدرات، اذ مثلت العناصر المحدبة والمقعرة ٩٧.٣٤% من جملة الاطوال لتقوس المنحدرات، وتأخذ المياه شكل الجريان الغطائي في الأجزاء العليا للمنحدرات، مما يترتب عليه تجريدها من الرواسب ونقلها ما يصادفه من مفتتات لأسفل المنحدر، وبجريان المياه لأسفل المنحدرات تزيد قدرها على النحت وتعميق مجراها بانحدارها تجاه قاع الوادي، ويؤدي نقل الرواسب لوضوح السطح الحر وزيادة درجة الانحدار والمسافة الأرضية (صورة رقم ١). كذلك يظهر

أثر الجريان السيلي على واجهات منحدرات المنطقة من خلال تسربها في الفواصل والشقوق، مما يزيد من تهدل وتخوير المنحدرات مكونة مسيلات جبلية شديدة الانحدار بمنطقة الدراسة.

#### - الرياح:

تؤثر حركة الرياح في جميع العمليات والعوامل الجيومورفولوجية بصورة غير مباشرة؛ حيث تعمل على إعادة توزيع الرطوبة والحرارة الي جانب دورها الواضح في حدوث الامطار الفجائية بالمنطقة، في حين تساهم الرياح بصورة مباشرة بدور محدود في تشكيل منحدرات الحافة، حيث اقتصر على إعادة توزيع الرواسب مشكلة الفرشات الرملية والنباك الي جانب تكوين الكثبان الصاعدة وكثبان الظلال في بقاع محدودة من منحدرات الحافة فيما بين وادي (الملوك، البعيرية) حيث شكل تقدم الحافة في اتجاه الشرق عائق لحركة الرياح، بالإضافة لنحت واجهات المنحدرات مشكلة حروز الامتساح وبعض الثقوب في الصخور الرملية وعند قواعد المنحدرات.

#### - عمليات التجوية:

تلعب عمليات التجوية دورا هاما في تشكيل المنحدرات في وقتنا الحالي، حيث تشكل نواتج التجوية من رواسب ومفتتات المادة الأولية لعوامل التعرية المختلفة، كذلك يؤدي تراكم نواتج التجوية على بعض أجزاء المنحدرات لظهور العناصر المستقيمة، وتوجد علاقة طردية بين حجم المواد المجواه ودرجة الانحدار فكلما زادت احجام المواد المجواه زادت درجة الانحدار، ومن خلال الدراسة الميدانية أتضح وجود العديد من عمليات التجوية كما يلي:

## \* عمليتي التفلق والتقشر الصخري:

تحدث هذه العمليات بسبب تعرض الصخور للتغيرات الحرارية اليومية، تتوالى عمليتي التمدد والانكماش على طول الفواصل والشقوق مما يؤدي لاتساعها الي جانب تفلق الصخور وانفصالها من الواجهات الصخرية، وينتج عن سقوط تلك الكتل وارتطامها بالسطح لتكسرها وتفتتها، ويظهر التفلق الصخري في منحدرات الحافة شمال منطقة الدراسة فيما بين واديي (عبد الناصر ١، مقار). ينشأ التقشر الصخري بسبب الضغوط الداخلية مما تؤدي لتكسر موازي لسطوح الصخور وتفككها على هيئة أشرطة توازي سطوحها (صورة رقم ٢) ويظهر تأثير عملية التقشر بوضوح على مكاشف الصخور الجيرية، ويتفتت الصخر على هيئة قشور حادة الزوايا لا يزيد سمكها عن ١سم وتفتت هذه القشور القطاعات العليا لمنحدرات الحافة وفي الواجهات الحرة بمنطقة الدراسة.



صورة رقم (٢) عملية التقشر في صخر جيري عند اقدام الحافة الرئيسية بالقرب من مخرج عمران



صورة رقم (١) توضح نشاط المسيلات المائية علي الفواصل وزيادة اتساعها وعمقها

## \* عملية الانفصال الكتلي:

تشكل اتجاهات الفواصل والشقوق المسبب الرئيسي لانفصال الكتل الصخرية وتحديد اشكالها، فالواصل المتعامدة تنتج كتل مستطيلة او مربعة، في حين الفواصل حادة الزوايا تنتج كتل حادة الزوايا (صورة رقم ٣)، وتعمل عمليات التجوية علي توسيع الفواصل وتعميقها، وتظهر هه الظاهرة علي طول منحدرات الحافة بصورة

عامة، وتظهر بوضوح علي كلا جانبي وادي عمران وفي المنابع العليا لوادي الملوك والبعيرية، ويتركز تأثير عملية الانفصال في معظم الأحيان على السطح الحر، مما يساعد على تراجع المنحدرات وإعداد المكاشف الصخرية لعمليات التجوية المختلفة . ويؤدي تطور الشقوق والفواصل حادة الزوايا المتقاربة بفعل عملية التفكك الناتجة عن الاختلاف الحراري، لظهور ما يعرف بفجوات التجوية، والتي تصل أبعادها لحوالي ٩٠سم × ٢٥سم وبعمق يصل غالبا ٥٠سم، حيث تم نحت هذه الفجوات وتهذيب بعضها واستخدامها في الدفن (صورة رقم ٤).



صورة رقم (٤) توضح التدخل البشري في فجوات التجوية وتعديلها كمقابر للدفن غرب قرية القرنة



صورة رقم (٣) تظهر الفواصل الراسية في الواجهات الصخرية والتساقط الكتلي

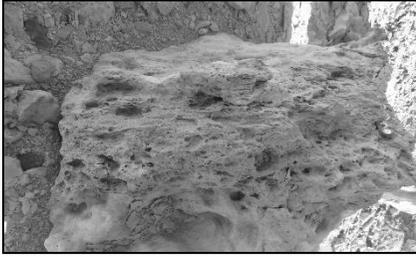
### \* عمليتي التحلل والإذابة:

يظهر فعل التجوية الكيميائية بوضوح في صخور الحجر الجيري والصخور الطينية بمنطقة الدراسة، ولعل ظاهرة كهوف التافون من أوضح النواتج في الصخور الجيرية، وتأخذ الشكل شبة البيضاوي تتباين أبعادها في جميع الاتجاهات (٠.٥٠ : ٣م) وان كان للعنصر البشري دور في توسيعها وتعديلها واستخدامها كما يظهر في نطاق الحافة بالقرب من قرية القرنة، ويرجع تكون كهوف التافون في الحجر الجيري لتأثره بالرطوبة، والتي يتنوع مصادرها سواء عن طريق تسرب مياه الامطار أو صعودها بالخاصية الشعرية عبر الفواصل والشقوق، حيث تعمل الرطوبة على إذابة المواد الجيرية وجعلها قابلة للذوبان في المياه، وإرساب الاملاح والمعادن علي هيئة قشرة

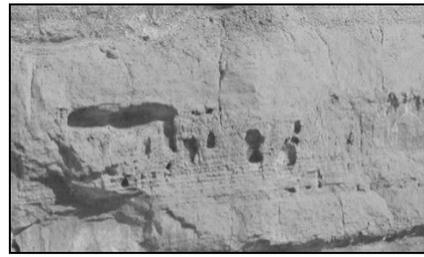
صلبة وحينما تتهدل هذه القشرة يتعرض القلب المتآكل للإزالة، وتعرف هذه العملية بتجوية الفجوة (جودة ، ٢٠٠٦، ص ٣٤١) (صورة رقم ٥).

### \*أقراص عسل النحل:

عبارة عن تجايف تظهر على الحجر الجيري ترجع لتأثير الندى، حيث تظهر في واجهات الصخور كتقوب متجاورة، وتظهر أقراص عسل النحل بواجهة الحافة الجبلية التي تطل على السهل الفيضي حيث المصادر الرطوبة، وعلي جوانب الأودية (صورة رقم ٦) وتؤدي قطرات الندى أو قطرات المطر المفاجئ لإذابة الصخور مكونة تقوب صغيرة تتصل فيما بينها لتكون فجوات اكبر، وتتراوح ابعادها بين (٣ : ١٥سم) يزيد عمق بعضها عن (٧سم)، ويؤدي تجمع المياه في الفجوات لنشاط عمليات الاذابة الجانبية ، مما يترتب عليه اتصال هذه الفجوات ببعضها البعض، وبالتالي زيادة اتساعها، وان كانت الأقراص في مجملها في مرحلة مبكرة من دورتها التحاتية ومازالت غير متصلة مع بعضها، وتظهر أشكال التجوية الكيميائية على الواجهات الصخرية في صورة نتوءات تتباين ابعادها؛ حسب صلابة الصخر وكثافة الشقوق والفواصل الي جانب قربها من مصادر الرطوبة في السهل الفيضي.



صورة رقم (٦) توضح أقراص عسل النحل ويبدو السطح الدكن علي الصخور الجيرية بفعل تجمع الاملاح والمعادن وتأكسدها



صورة رقم (٥) توضح تطور أقراص عسل النحا واتصالها مع بعضها البعض مكونة كهف التافوني

#### رابعاً: الاخطار الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة وطرق الحماية:

بدراسة منطقة الدراسة اتضح ان المنطقة تعاني من خطر الجريان السيلي، الي جانب حركة المواد على المنحدرات، بما يشكل تهديد للأنشطة البشرية القائمة شرق منطقة الدراسة وفيما يلي دراسة لهذه الاخطار:

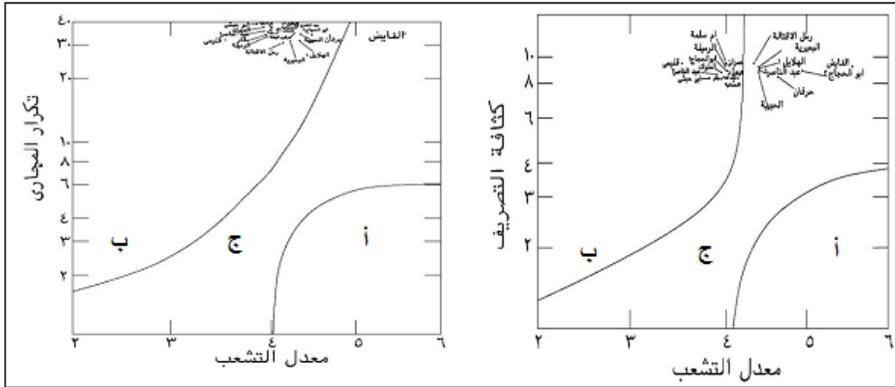
##### - الجريان السيلي:

بهدف تحديد درجة خطورة الجريان السيلي بالمنطقة، تم الاعتماد على معدل التشعب وكثافة التصريف وتكرار المجاري في تقدير خطر الجريان السيلي (نموذج الشامي، ١٩٩٥، ص ٦٦-٦٩) وبتطبيق نموذج الشامي علي احواض منطقة الدراسة أمكن تقسيم الاحواض لثلاث فئات كالاتي شكل رقم (١٤):

- احتمالية سيول عالية للأحواض ومياه جوفية منخفضة؛ وتقع هذه الاحواض في حقل (ب)، تضم نحو ٦٠ ٪ من اجمالي اعداد الاحواض، تتميز هذه الاحواض بالانحدار الشديد، وبكثافة تصريفية مرتفعة.

- احتمالية سيول عالية للأحواض ومياه جوفية متوسطة؛ وتمثل في الأحواض التي تقع في حقلي (ب، ج) (أبو الحجاج ٢، جرفان، رمل الاقتالة، البعيرية، الهلايل ١، عبد الناصر ١، الحبيبية)، وتتسم هذه الاحواض بمعدلي تشعب وتكرار مجاري عالي وكثافة تصريفية عالية.

- احتمالية سيول ومياه جوفية متوسطة، تشمل الأحواض التي تقع في الحقل (ج) وتضم حوض الفايض فقط، مما يعطى إمكانية استغلال المياه الجوفية به المتسربة عبر الفواصل والشقوق.



شكل رقم (١٤) نموذج الشامي لتقدير خطورة احواض منطقة الدراسة

نظرا لاعتماد طريقة الشامي علي ثلاثة متغيرات لتحديد درجة خطورة الاحواض مما يعطي نتائج غير دقيقة، تم الاعتماد على الخصائص المورفومترية والتضاريسية لهذه الاحواض، واعطاء وزن نوعي لكل عنصر مورفومتري وتضاريسي لأحواض المنطقة<sup>(١)</sup>، من خلالها تم استنتاج درجة الخطورة لكل حوض كما يوضح الجدول رقم (٨) و(الشكل رقم ١٥) حيث تم تقسيم الأحواض حسب وزنها النوعي وهي؛

- أحواض قليلة الخطورة: تقل عن (٠.٤٠) وتشمل أحواض (عبد الناصر ١، جرفان، الحمدانية، الرميلة، قليعي، الهليل ١) شكلت نحو ٣٠٪ من العدد الكلي للأحواض بمنطقة الدراسة، ولعل انخفاض قيم هذه الأحواض لصغر ابعادها المساحية وميلها للاستطالة مما انعكس على درجة خطورتها، حيث تشكل هذه الاحواض قمة تصريف واحدة واقل معدلات تصريف.
- أحواض متوسطة الخطورة: تتراوح القيم بين (٠.٤ : ٠.٦) وتشمل نحو ٤٠٪ من جملة الأحواض بمنطقة الدراسة (الملك، أبو الحجاج ٢، عرقوب البغلة، عبد

(١) تم ادخال الخصائص المورفومترية والتضاريسية للأحواض ضمن مصفوفة إحصائية باستخدام برنامج SPSS18 لترتيب كل عنصر حسب قيمته على مقياس من (صفر: ١)، ثم اخذ القيم المتوسطة لكل حوض.

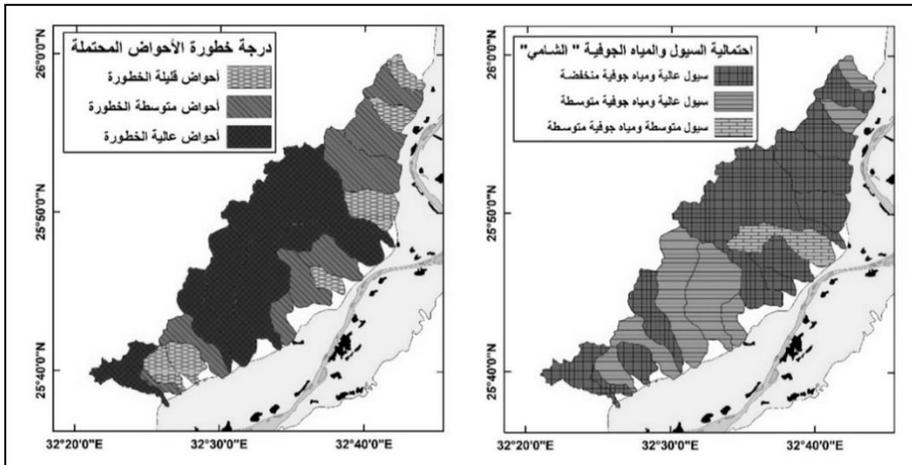
الناصر ٢، الهليل ٢، رمل الاقتالة، أبو حبشي، مقار) حيث بلغا على الترتيب (٠.٦، ٠.٥٥، ٠.٥٤، ٠.٥٤، ٠.٥١، ٠.٤٧، ٠.٤٧، ٠.٤١)، وتتركز خطورة هذه الأحواض على محور الطريق الممتد على طول اقدام الحافة الشرقية، الي جانب وقوع كثير من التجمعات العمرانية في نطاق مصبات هذه الأحواض، بالإضافة لمناطق الاستصلاح الزراعي في بطون هذه الأحواض، مما يزيد من درجة خطورة حدوث الجريان السيلي.

جدول رقم (٨) درجة الخطورة لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

معامل الخطورة	المتغيرات										الحوض
	معامل الخوضي	التسبيح	الرقم الجيومورفي	قيمة الوعرة	الدرجة الوضوي للتحجج الوضوي	معامل الانساج	معامل الانساج	معامل الشكل	الاستدارة	الاستطالة	
٠.٣٨	٠.٢٥	٠.١٠	١.٠٠	٠.٢٥	٠.٢٥	٠.٤٠	٠.٤٥	٠.٢٥	٠.٦٥	٠.١٥	وادي عبد الناصر ١
٠.٥٤	٠.٤٥	٠.٥٠	٠.٩٥	٠.٦٠	٠.٦٠	٠.٣٥	٠.٣٥	٠.٥٠	٠.٧٠	٠.٤٠	وادي عبد الناصر ٢
٠.٣٠	٠.٣٠	٠.١٥	٠.١٠	٠.٣٠	٠.٣٠	٠.٣٠	٠.٣٠	٠.٢٥	٠.٧٥	٠.٢٥	وادي جرفان
٠.٤١	٠.٨٠	٠.٤٥	٠.٥٠	٠.٢٠	٠.١٥	٠.٥٠	٠.٥٠	٠.١٥	١.٠٠	٠.٧٥	وادي مقار
٠.٥٤	٠.٩٥	٠.٦٥	٠.٦٥	٠.٣٥	٠.٣٥	٠.١٥	٠.١٥	٠.٤٠	٠.٩٠	٠.٨٥	وادي عرقوب البيغلة
٠.٣٣	٠.٧٥	٠.٤٠	٠.٥٠	٠.١٠	٠.١٠	٠.١٠	٠.١٠	٠.١٠	٠.٩٥	٠.٦٠	وادي الحمدانية
٠.٨١	١.٠٠	١.٠٠	٠.٨٥	٠.٩٠	٠.٩٠	٠.٤٠	٠.٤٥	٠.٩٠	٠.٦٥	١.٠٠	وادي عمران
٠.٧٣	٠.٦٥	٠.٨٠	٠.٨٠	٠.٧٥	٠.٧٥	٠.٨٥	٠.٨٥	٠.٧٥	٠.٢٥	٠.٨٠	وادي الفايز
٠.٤٧	٠.٧٠	٠.٥٥	٠.٦٠	٠.٤٠	٠.٣٥	٠.٥٠	٠.٥٥	٠.٤٠	٠.٥٥	٠.٥٥	وادي أبو حبشي
٠.٢٧	٠.١٠	٠.٥٥	٠.٢٥	٠.١٥	٠.٢٠	٠.٦٠	٠.٦٥	٠.٢٠	٠.٤٠	٠.١٠	وادي الرميلة
٠.٦٠	٠.٦٠	٠.٦٠	٠.٥٥	٠.٦٥	٠.٦٥	٠.٧٠	٠.٧٠	٠.٦٥	٠.٣٥	٠.٥٠	وادي الملوك
٠.٤٧	٠.١٥	٠.٣٥	٠.٧٥	٠.٥٠	٠.٥٠	٠.٥٥	٠.٥٥	٠.٥٥	٠.٥٥	٠.٢٠	وادي رمل الاقتالة
٠.٧٠	٠.٩٠	٠.٨٥	٠.٩٠	٠.٥٥	٠.٥٥	٠.٦٠	٠.٦٥	٠.٦٠	٠.٤٥	٠.٩٠	وادي البعيرية
٠.٧٥	٠.٨٥	٠.٩٥	٠.٧٠	٠.٧٠	٠.٧٠	٠.٩٠	٠.٩٠	٠.٧٠	٠.١٥	٠.٩٥	وادي الحبيبة
٠.٧١	٠.٥٥	٠.٩٠	٠.٤٠	٠.٨٥	٠.٨٠	٠.٩٥	٠.٩٥	٠.٨٥	٠.١٠	٠.٧٠	وادي أبو الحجاج ١
٠.٥٥	٠.٤٠	٠.٧٠	٠.١٥	٠.٨٠	٠.٨٥	٠.٣٥	٠.٨٠	٠.٧٥	٠.٢٥	٠.٤٥	وادي أبو الحجاج ٢
٠.٢٩	٠.٥٠	٠.٣٠	٠.٣٠	٠.٥٠	٠.٥٠	٠.٢٠	٠.٢٠	٠.٥٥	٠.٨٥	٠.٣٥	وادي قلبي
٠.٣٩	٠.٢٠	٠.٢٠	٠.١٥	٠.٤٥	٠.٩٥	٠.٢٥	٠.٢٥	٠.٣٥	٠.٨٠	٠.٣٠	وادي الهليل ١
٠.٥١	٠.٥٥	٠.٢٥	٠.٣٠	٠.٩٥	٠.٤٥	١.٠٠	١.٠٠	٠.٩٥	٠.٥٥	٠.١٥	وادي الهليل ٢
٠.٧١	٠.٣٥	٠.٧٥	٠.٤٥	١.٠٠	١.٠٠	٠.٧٥	٠.٧٥	١.٠٠	٠.٣٥	٠.٦٥	وادي ام سلمة

الوزن النوعي للمتغير المقترح = قيمة المتغير لكل حوض / مجموع قيم المتغير للأحواض  
معامل الخطورة المقترح = مجموع الوزن النوعي للمتغيرات لكل حوض / مجموع المتغيرات

- أحواض عالية الخطورة: تزيد عن (٠.٦٠) تتمثل في أحواض (عمرات، الحبيبية، الفايز، أبو الحجاج ١، ام سلمة، البعيرية) حيث بلغت (٠.٧٣، ٠.٧٥، ٠.٨١، ٠.٧١، ٠.٧٠)؛ وتتسم هذه الاحواض بكبر المساحة الحوضية، مما أدى لكبر الأبعاد الحوضية لها، مما انعكس علي زيادة التصريف المائي بهما، وتتركز خطورته في نطاق المصب في الشرق والتي تصب عمودية علي نطاق السهل الفيضي وما به من تجمعات بشرية، كذلك عمل انحدار السطح الواضح لهما علي زيادة الخطورة، حيث ينحدرا من فوق السطح الهضبي نحو الاراض الزراعية في الشرق.



شكل رقم (١٥) احتمالية خطورة الجريان السيلي في احواض منطقة الدراسة

- اخطار حركة المواد على المنحدرات

تعد منحدرات الحافة أكثر المواضع شيوعا لحركة المواد على المنحدرات، حيث تعمل الجاذبية الأرضية على تسارع حركة المواد المفككة في اتجاه اقدام المنحدرات، مما يشكل خطر واضح على الطرق والمنشآت البشرية، وتتباين سرعة هذه الحركة علي طول أجزاء المنحدر؛ حيث تبلغ اقصي سرعتها علي الأجزاء الدنيا للمنحدر ،

مما يتسبب في ارتطام الصخور وتفتته محدثة ما يسمى ( هزات الارتطام) مما يساعد علي زيادة حركة المواد وانفصال الكتل الصخرية من الواجهات الحرة؛ حيث تشبه هزات الارتطام في عملها الهزات الناتجة عن (الزلازل، المتفجرات، حركة النقل الثقيل). وينتج عن حركة المواد العديد من الأضرار المادية والبشرية وبخاصة في أماكن الأنشطة البشرية كما في وادي الملوك؛ حيث تبدو المنحدرات شبة راسية غنية بالفواصل والشقوق تشرف مباشرتا على الطريق المؤدي للمقابر الفرعونية ومعبد حتشبسوت (صورة رقم ٧).

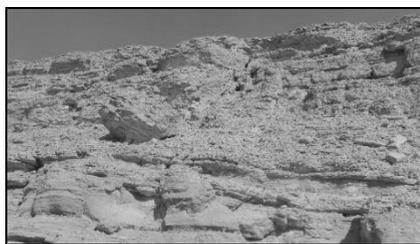
تشكل المنحدرات نمط من الحركة المستمر لنواتج عمليات التجوية وعوامل التعرية، حيث يظهر بوضوح النواتج الصخرية أسفل المنحدر، وتتسم منحدرات الحافة بمعدلات نقل سريع لنواتج التجوية بسبب شدة الانحدار والتركيب الصخري وأنظمة الفواصل والشقوق المنتشرة في واجهات الحافة، ومن أهم أخطار حركة المواد بمنطقة الدراسة:

#### - التساقط الصخري:

يحدث التساقط من الواجهات الحرة التي يزيد انحدارها عن ٤٠° مما يؤدي للسقوط الحر نحو سطح الأرض والاصطدام محدث تصدع الكتل وتفتت بعض اجزائها، وقد ينتج عن التساقط الصخري العديد من الكتل الصخرية تزيد اقطارها عن المتر الواحد.

ويظهر التساقط الصخري بوضوح في شمال منطقة الدراسة على منحدرات الحافة فيما بين وادي (عبد الناصر ١، جرفان) وتتميز هذه الكتل بكبر الحجم وعدم تطورها حيث تبدو حادة الزوايا، مما يشير لاستقرارها فوق سطح الأرض عقب سقوطها، من خلال الدراسة الميدانية تم قياس نحو ٥٠ كتلة صخرية، وامكن تقسيمها

لأربع فئات؛ فئة يقل حجمها عن (م<sup>٣</sup> ١) وشكلت هذه الفئة اغلب الكتل الصخرية حيث مثلت نحو ٥٠٪ من الكتل المقاسة، وشكلت الكتل ذات الاحجام (م<sup>٣</sup> ٢.٥ : م<sup>٣</sup> ١) حوالي ١٦٪، يليه الكتل الصخرية التي تتراوح بين (٢.٥ : م<sup>٣</sup> ٣.٥) بنسبة بلغت ٢٠٪، بينما سجلت الكتل الصخرية اكبر من م<sup>٣</sup> ٣.٥ حوالي ١٤٪ من جملة الكتل المقاسة، توجد علاقة ارتباط عكسية بين درجة الانحدار واحجام الكتل الصخرية بلغت (-٠.٦٢) ولعل ذلك يعكس تأثير ارتطام الكتل وتفتتها الي كتل صخرية اصغر حجما، كذلك تظهر الكتل المتساقطة علي طول منحدرات الحافة فيما بين واديي (الرميلة، البعيرية) ويلاحظ تطور احجام الكتل في جنوب منطقة الدراسة وميلها للاستدارة كنتيجة لتحركها وتدرجها بفعل الجريان المائي، مما ترتب عليه تراجع الحافة الإيوسينية نحو الغرب وسيادة التكوينات الاحداث الأقل صلابة. ويشكل التساقط الصخري أكثر الأخطار انتشار بسبب زيادة الأنشطة البشرية واقتربها من منحدرات الحافة، بالإضافة لوجود طريق يمتد من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي بمحاذاة الحافة الرئيسية، والطريق الذي يمتد في اتجاه الغرب نحو المقابر الفرعونية ومعبد حتشبسوت، الي جانب العديد من الطرق المؤدية للمحاجر بالمنطقة (صورة رقم ٨).



صورة رقم (٨) التساقط الكتل من الحافة الرئيسية ويلاحظ عدم استقرارها



صورة رقم (٧) المنحدرات الراسية المطلة علي الطريق المؤدي لمعبد حتشبسوت

## - الانزلاقات الصخرية:

تتسم هذه الحركة بالسرعة والثبات من القمة إلى القاعدة، والكتل الصخرية المنزلة على المنحدر قد تكون منفردة أو على هيئة كتل متتابعة". (دسوقي، ١٩٨٧، ص ٣٤٩)، وتعتمد الانزلاقات الصخرية علي وجود المحتوي المائي، حيث يعمل المحتوي المائي على قلة التماسك بين الصخور وتميع الصخور كما في حالة الصخور الطينية والطفلية مما يشكل سطح انزلاق جيد للصخور الأكثر صلابة، بالإضافة لدور المياه في زيادة وزن المواد الصخرية مما تؤدي لزيادة تأثير الجاذبية على الصخور ومن ثم التدفق نحو أقدام المنحدر. وتعمل الامطار الفجائية علي زيادة نشاط الانزلاق الصخري من خلال تسرب المياه خلال الفواصل والشقوق مما يسمح بتشبع الصخور بالمياه وانتفاشها (زيادة الحجم) مما يؤدي لانفصال الكتل الصخرية، وقد يحث الانزلاق على صورة كتل منفصلة، او على هيئة حركة انزلاق لكمية كبيرة من المفتتات الصخرية تؤثر على أجزاء كبيرة من المنحدر. ويلاحظ انتشار ظاهرة الانزلاق الصخري بمنطقة الدراسة وخاصة في المناطق التي يتباين بها التكوينات الجيولوجية وكما يتضح من (الصورة رقم ٩)، وقد عملت المسيلات المنحدرة من الحافة على تقطيع الكتل المنزلة من خلال الفواصل والشقوق التي تكتنفها.

## - الحركة البطيئة للمواد

تشكل حركة نواتج عمليات التجوية والمفتتات الصخرية من اعلي المنحدر لأسفله بفعل الجاذبية حركة بطيئة ومستمرة لا يمكن متابعتها اثناء الحدوث، ويستدل عليها من خلال الآثار المختلفة المتراكمة أسفل المنحدر.

يشكل زحف الهشيم Talus Creep اوضح الحركات البطيئة على منحدرات الحافة، وتنتشر المفتتات والرواسب الناتجة عن عمليات التجوية وعوامل التعرية على شكل غطاءات من المواد المفككة كما يتضح من الصورة رقم (١٠) حيث يظهر غطاء من المفتتات الصخرية على الجانب الشمالي لوادي الفايز في قطاعة الاوسط، أو أنها تنتشر على هيئة ركامات من مخاريط الهشيم أسفل الحافات الصخرية شديدة الانحدار. ويتوقف سمك رواسب الهشيم علي مدي كثافة الفواصل والشقوق التي تقطع السطح، حيث تزيد كميات المفتتات والرواسب كلما زادت كثافة الفواصل وبالتالي زيادة سمكها.



صورة رقم (١٠) زحف نواتج عمليات التجوية مشكلة مخروط، ويلاحظ احجام المواد والتي تتدرج من الرواسب الناعمة الي الالواح الصخرية في القمة



صورة رقم (٩) الانزلاق الامامي لبعض الكتل الصخرية بسبب تباين صلابة الصخور وكثرة الشقوق والفواصل

تتعرض منطقة الدراسة لأخطار حركة المواد بمختلف اشكالها من التساقط والانزلاقات الصخرية وزحف هشيم، وخاصة بالمنحدرات الشديدة الانحدار، وتكمن خطورتها في قرب الأنشطة البشرية من منحدرات الحافة أو عند أقدامها. وتتأثر حركة المواد بالمنطقة بعدد من العوامل منها؛

- ندرة الغطاء النباتي بسبب ظروف الجفاف، مما أدي لقلة تماسك التربة على المنحدرات وزيادة فعل الجاذبية على تحريك المواد الصخرية.

- غني الصخور الجيرية المكونة للحافة الرئيسية بالفواصل والشقوق، الي جانب الحركات الصدعية التي عاصرت تكوين هضبة طيبة، مما شكل مسارات لنشاط عمليات التجوية على الصخور.

- ادت عمليات التحجير على تجريد المنحدرات من الرواسب والمفتتات وتركها عارية شبة راسية، مما عمل على تغير خصائص المنحدرات بعد إزالة غطاء الرواسب، الي جانب عدم الاستقرار بسبب الاهتزازات الناتجة عن المتفجرات.

- حركة النقل وبخاصة المركبات الثقيلة عملت على عدم استقرار الكتل الصخرية ووصولها لمرحلة عدم التوازن وبالتالي سقوطها (صالح، ١٩٨٩، ص ١٦٦) ويبدو ذلك واضح على طول الطريق الممتد على اقدام الحافة وجميع الطرق المتفرعة منة باتجاه الحافة، حيث مواقع التحجير مما يزيد من تأثير الاهتزازات.

- التدخل البشري من خلال تعديل شكل المنحدر لأنشاء المساكن العشوائية كما في منطقة القرنة (صورة رقم ١١)، الي جانب تعديل بعض الكهوف الطبيعية واستخدامها في دفن الموتى، مما يزيد من الرطوبة داخل المقابر الي جانب تأثير نواتج تحلل الجثث، ويصاحب ذلك تسوية المنحدرات لشق الطرق مما يزيد من خطورة التوسعات البشرية العشوائية وعدم استقرار المواد الصخرية.

- النشاط الزراعي الواضح على اقدام المنحدرات واستخدام طرق الري التقليدية، مما عمل على ارتفاع منسوب المياه السطحية وبالتالي زيادة معدلات التجوية على طول محاور الفواصل والشقوق.

لقياس معامل استقرار المنحدرات على طول منحدرات الحافة وتحديد درجات الخطورة التي قد يتعرض لها، تم قياس سرعة حركة المواد على المنحدرات وتطبيق معامل الاستقرار أو الأمان كالتالي:

## - معامل الاستقرار أو الأمان:

تخضع حركة المواد على المنحدر لتأثير القوة المحفزة (Driving Force) والتي تعمل علي تحريك المواد نحو أسفل المنحدر، وقوة اخري تحافظ على الثبات (Resisting Force) تمنع حدوث حركة المواد على المنحدر وتعرف كذلك (التماسك الداخلي Internal Cohesion، او زاوية الاحتكاك Friction) ويوضح جدول رقم (٩) معامل زاوية الاحتكاك لأنواع مختلفة من الصخور.

وبهذا ينتج معامل الاستقرار أو الأمان (Safety Factor)، ولذلك فإن ثبات أي منحدر يعتمد على معامل الأمان (SF)<sup>(١)</sup> لهذا المنحدر وتم صياغة معامل الأمان في عدد من المعادلات منها؛

معامل الأمان = ظل زاوية الاحتكاك الداخلي/ ظل زاوية انحدار المنحدر  
(Yingbin, Z., et.al, 2012, p.21)

جدول رقم (٩) معامل احتكاك وتماسك بعض أنواع الصخور

الظهور	حجر رطب	حجر رطب + حمال	حجر رطب	صخالي	بجوريات	فلس صخالي + حمال + حجر	رواسب قهظية	صلي	صلي + صلب	صلي + حلي	رمل جلي	رمل رديء الاستقرار	رمل + صلب	رمل + طين	خليط من الرمل والطين والاسك
درجة الاحتكاك	٢٠	٢٤	١٩	٣٣	٢١	٢٥	٣٨	٣٤	٣١	٣٨	٣٧	٣٤	٣١	٣٣	

المصدر / بتصريف من Shimelies, A., 2009, p. 24-25

ويوضح جدول رقم (١٠) نتائج سرعة حركة المواد على المنحدرات ومعامل

الأمان على القطاعات الميدانية لمنحدرات الحافة

-قطاعات غير مستقرة؛ بلغت ٣٠٪ من القطاعات الميدانية وهي قطاع رقم (١، ٢، ٦، ٧، ٩، ١٥) وتتسم هذه القطاعات بالانحدار الشديد لأغلبها، حيث يرتفع متوسط درجة الانحدار؛ حيث تظهر المنحدرات شبه رأسية عارية من الرواسب مشرفة على الطريق، وهي منحدرات يسهل حركة المواد بفعل تشبعها

(١) معامل الأمان اقل من (١) المنحدر غير مستقر، (١ : ١.٢٥) المنحدر شبه مستقر، (١.٢٥ : ١.٥٠) المنحدر متوسط، أكثر من (١.٥٠) المنحدر مستقر

بالمياه، حيث يندر وجود النباتات، ويلاحظ تركيز اغلب القطاعات شمال منطقة الدراسة فيما بين واديي (عبد الناصر ١، عرقوب البغلة).

- قطاعات شبة مستقرة؛ شملت نحو ٣٥٪ من قطاعات بمنطقة الدراسة (٥، ١١، ١٢، ١٣، ١٦، ١٩، ٢٠)، وتتسم بكثرة الفواصل والشقوق واقتربها وتكون واجهات رأسية في معظم أجزائها وتتركز جنوب منطقة الدراسة وهذه القطاعات تحت تأثير تدفق الرواسب والمفتتات بفعل الامطار الفجائية التي تتعرض لها المنطقة، مما يتسبب في اندفاع المفتتات نحو الطرق والمنشآت.
- قطاعات متوسطة الاستقرار؛ شملت نحو ثلاثة قطاعات (٣، ١٠، ١٧) ويرجع ارتفاع معامل الأمان لتراجع المنحدرات في اتجاه الغرب نحو المنابع العليا وانخفاض متوسط الانحدار العام للقطاع، في حين شكلت المنحدرات المستقر نحو ٢٠٪ من العدد الكلي للقطاعات.

جدول رقم (١٠) معامل الأمان وسرعة حركة المواد بمنطقة الدراسة

رقم القطاع	متوسط زاوية انحدار المنحدر	زاوية الاحتكاك	معامل الأمان	الأجزاء المكشوفة في القطاع بالمتري	سرعة حركة المواد م/ث
١	٢١.٧٧	٢١	٠.٩٦ غير مستقر	٨٥	٥٧.٧٢
٢	٢٢.١٤	٢١	٠.٩٤ غير مستقر	٩٥	٦١.٠٢
٣	١٥.٠٩	٢٤	١.٤٢ متوسط	١٢٠	٦٨.٥٩
٤	١٣.١	٢٤	١.٦٥ مستقر	٧٥	٥٤.٢٢
٥	١٧.٣١	٢١	١.٢٣ شبة مستقر	٩٨	٦١.٩٨
٦	٢٥.٢٩	٢١	٠.٨١ غير مستقر	١٣٥	٧٢.٧٥
٧	٢٤.٧٤	٢١	٠.٨٣ غير مستقر	١١٠	٦٥.٦٧
٨	١١.٨٦	٢١	١.٨٢ مستقر	٩٥	٦١.٠٢
٩	٣٢.٨٨	٢٤	٠.٦٩ غير مستقر	٦٥	٥٠.٤٨
١٠	١٨.٤٨	٢٤	١.٣٣ متوسط	٧١	٥٢.٧٦
١١	٢١.٢٧	٢٤	١.١٤ شبة مستقر	٨١	٥٦.٣٥
١٢	٢١.٥٢	٢٤	١.١٣ شبة مستقر	٩٦	٦١.٣٤
١٣	٢٣	٢٤	١.٠٥ شبة مستقر	٧٥	٥٤.٢٢
١٤	١١.٩٤	٢١	١.٨٢ مستقر	٥٤	٤٦.٠١
١٥	٣٢.٢٧	٢١	٠.٦١ غير مستقر	٥٥	٤٦.٤٣
١٦	١٩.٨	٢١	١.٠٦ شبة مستقر	٦٥	٥٠.٤٨
١٧	١٧.٦٨	٢٤	١.٤٠ متوسط	٩٨	٦١.٩٨
١٨	١٣.٥٨	٢٤	١.٨٥ مستقر	٨٨	٥٨.٧٣
١٩	٢١.٣٣	٢٤	١.١٤ شبة مستقر	٦٥	٥٠.٤٨
٢٠	٢٣.٠٩	٢٥	١.٠٩ شبة مستقر	٧٥	٥٤.٢٢

من خلال دراسة معامل الأمان اتضح ان ٦٥٪ من جملة القطاعات المدروسة غير مستقرة او شبة مستقرة في فترات الجفاف الحالي ولكن تزيد درجة الخطورة اثناء الامطار الفجائية، مما يعكس خطورة الأنشطة البشرية المقامة على طول قطاعات الحافة بصورة عامة.

#### - سرعة حركة المواد على المنحدرات

تم الاعتماد على العلاقة القائمة بين الجاذبية الأرضية والسطح الحر (المكشوف) في حساب سرعة حركة المواد على المنحدرات باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{سرعة الحركة م/ثانية} = 2 \times \sqrt{\text{ارتفاع السطح المكشوف} \times \text{الجاذبية الأرضية}}$$

- Kirkby, M., and Statham, I., 1975, p. 351-353

وبتطبيق معادلة سرعة الحركة على القطاعات الميدانية اتضح الآتي:

- بلغت سرعة المواد على المنحدرات أقصى معدل ٧٢.٧٥ م/ ثانية في القطاع رقم (٦) الذي ينحدر من الحافة الجبلية عموديا على السهل الفيضي الضيق، في حين بلغت سرعة الحركة ادني معدل ٤٦.٠١ م/ ثانية في القطاع رقم (١٤) ويتسم هذا القطاع بانخفاض متوسط درجة الانحدار عن المتوسط العام لمنطقة الدراسة.

- اتضح أن القطاعات الأكثر أماناً هي اقل القطاعات من حيث سرعة حركة المواد عليها حيث بلغت في القطاعات (١٤، ٤، ٨، ١٨) علي الترتيب (٤٦.٠١، ٥٤.٢٢، ٥٨.٧٣، ٦١.٠٢ م/ث)، وتتباين الحركة علي طول المنحدر حسب درجة الانحدار؛ حيث توجد علاقة طردية بين نوع الحركة وحجم الرواسب ودرجة الانحدار؛ فكلما زادت درجة الانحدار تتحول حركة المفتتات والرواسب من الزحف علي الانحدار الهين إلي القفز علي الانحدار المتوسط، وأخيراً السقوط الصخري في حالة الانحدار الشديد والشديدة جدا، ويعكس معدل حركة المواد درجة الخطورة التي

يتعرض لها محاور الطرق من السقوط المفاجئ للصخور؛ مما يجعل من الأجزاء البارزة والمعلقة عرضة للتساقط حيث ترتفع كثافة الفواصل والشقوق الي جانب الاهتزازات الناتجة عن استخدام المتفجرات وحركة المركبات (صورة رقم ١٢).



صورة رقم (١٢) الأجزاء البارزة في منحدرات الحافة المطلة علي الطريق الرئيسي بمنطقة الدراسة



صورة رقم (١١) توضح تعديل المنحدرات وانشاء تجمعات عمرانية عشوائية

## - النتائج والتوصيات

- من خلال الدراسة تم رصد العديد من الخصائص الجيومورفولوجية للمنطقة أهمها وقوع اغلب المنطقة ضمن هضبة طيبة الإيوسينية، والتي اتسمت بكثرة الفواصل والشقوق، مما ساعد علي زيادة نشاط عمليات التجوية المختلفة.

- من خلال الدراسة المورفومترية للأحواض وشبكات التصريف بالمنطقة اتضح عدم تناسق أشكال الأحواض، واتخاذ اغلب الأحواض الشكل المستطيل وانحدارها نحو السهل الفيضي في الشرق، وتراوحت رتبة المجري الرئيسي للأودية بين الرابعة والسابعة.

- بدراسة الخصائص الهيدرولوجية التي اتضح منها وقوع المنطقة تحت تأثير الجريان السيلي في حال حدوثه؛ حيث تراوح معدل التصريف بين (١٣٤.٢٠ : ٤١٣.٧١ م<sup>٣</sup>/ثانية) مما ادي لانخفاض زمن التركيز واحتمال تكوين قمة تصريف بعد أقل من أربع ساعات في اغلب الاحواض ما عدا حوضي (عمران، أبو حجاج ١)، وبدراسة الوزن النوعي لمتغيرات شبكات وأحواض التصريف وخصائصها

الهيدرولوجية، اتضح تعرض أكثر من ثلثي الأحواض لدرجات خطورة تراوحت بين الخطرة ومتوسطة الخطورة.

- اتضح من تحليل الدراسة الميدانية للمنحدرات سيادة الانحدارات الشديدة لمنحدرات الحافة، اوضحت نتائج معامل الأمان على المنحدرات عدم استقرار اغلب المنحدرات وتعرضها المباشر للاهتزازات، مما يزيد من حركة المواد على المنحدر بكل الاشكال، مما يصل للتساقط الصخري، وبحساب سرعة حركة المواد على المنحدرات؛ اتسمت بالسرعة العالية التي تباينت بين (٤٦.٠١ : ٧٢.٧٥ م/ ثانية) مما يوضح خطورتها على الطرق، وبخاصة على أقدم الحافة الشرقية لهضبة طيبة.

- واختمت الدراسة بتحديد أنواع الأخطار الجيومورفولوجية التي يتعرض لها منطقة الدراسة، وفيما يلي بعض الاقتراحات للحد من هذه الأخطار:  
الجريان السيلي: لتقليل خطر السيول يمكن عمل الآتي:

- إنشاء محطة أرصاد جوية حديثة بمنطقة الدراسة متصلة بالأقمار الصناعية.
- إنشاء نظم للإنذار المبكر بالأحواض الشديدة الخطورة، بالإضافة لعمل مواقع للمراقبة وتزويدها بالأساليب التكنولوجية للتحذير من الجريان السيلي.
- حفر قناة طولية على الجانب الغربي من الطريق الرئيسي بهدف تجميع مياه السيول القادمة من وادية (الفايض وعمران، الخبيبة، الملوك) ثم إقامة مخدرات للسيول في أماكن تقاطع الطرق مع الأودية، بحيث تكون هيئة الانحدار عميقة ومنتسعة، تسمح باستيعاب أكبر كمية من المياه، كما يراعى أن تكون جوانبها قليلة الانحدار مبطنه بحيث لا تنهار بفعل التقويض السفلي

- إنشاء مجموعة السدود الاعتراضية (حواجز البنائية) غير مكتملة على الروافد الرئيسية لكل وادي؛ بهدف عرقلة الجريان السيلي مما يزيد من زمن اللازم للوصول للمصب مما يساعد على تسرب جزء كبير من المياه داخل الشقوق والفواصل، وعمل سدود ركامية للمجري الرئيسي بحيث تكون منفذة للمياه مما يسمح بمرورها شبه خالية من الرواسب (معاول الهدم) مما يقلل من قدرتها التدميرية.
- عمل قنوات تصريف على جوانب الطرق وبخاصة في المناطق الاثرية وتحويل مصبات الأودية العمودية على محاور الطرق بشق قنوات موازية لمحاور الطرق؛ حتى لا تكون الطرق عرضة للنحت بفعل المياه المندفعة.

#### حركة المواد على المنحدرات:

- تتأثر الطرق بحركة المواد وبخاصة (الانهيارات أو التساقط الصخري) مما يمثل عائق للتنمية السياحة بمنطقة الدراسة، كذلك يشكل الطريق الممتد على اقدام منحدرات الحافة الشريان الرئيسي لربط التجمعات البشرية غرب النيل بالمراكز الحضرية في الأقصر وقنا، ويترتب على اغلاق الطريق وقف حركة نقل المنتجات، وتكاليف مضاعفة للوسائل النقل ومستخدمي الطريق، لذلك نعرض بعض الاقتراحات لتقليل درجة خطورة حركة المواد منها:
- تطهير وإزالة الرواسب والمفتتات الغير مستقرة من فوق أسطح المنحدرات، وتهذيب المنحدرات للوصول لزاوية الاستقرار، "وتكون هذه الطريقة مجديه اقتصاديا في حالة إذا كان الانهيار يتضمن إزالة اقل من مليوني م<sup>3</sup> من الصخور" (محسوب، ١٩٩٨، ص ١٥٠).

- تقليل زاوية الانحدار للوصول لمرحلة الاستقرار عن طريق تقسيم المنحدر على هيئة مدرجات؛ مما يوقف حركة المفصلات الصخرية وبخاصة الكتل الكبيرة، حيث تقل قدرة الصخور الكبيرة على الحركة كلما قلت زاوية والعكس.
- استخدام المواد الاسمنتية في حقن الفواصل والشقوق وبخاصة على كلا جانبي الطريق المؤدي لمناطق المقابر الاثرية، كذلك إضافة بعض المواد المثبتة على أسطح المنحدرات، مما يعمل على سد الفراغات في التربة مما يعيق عوامل التعرية وعمليات التجوية المختلفة النفاذ لصخور الأساس مما يزيد من ثبات واستقرار المنحدر.
- العمل على إزالة الأجزاء الناتئة المظلة على الطرق وتهذيب هذه الأجزاء؛ مما يعمل على توسيع الطرق وزيادة معامل الامان.

## المراجع

- ١- أبو راضي، فتحي عبد العزيز، ١٩٨٣: الأساليب الكمية في الجغرافيا، دار المعارف، الإسكندرية.
- ٢- أبوريه، احمد محمد، ٢٠١٢: تقييم نتائج النماذج الرياضية في تقدير الجريان السيلي ومخاطرة، مجلة المجمع العلمي المصري، المجلد ٨٧.
- ٣- أبوريه، احمد محمد، ٢٠١٤: الخصائص الجيومورفولوجية لقطاع هضبة طيبة بين البلينا واسنا ومخاطرها على الطريق الغربي، الجمعية الجغرافية العربية، العدد ٦٤ الجزء الثاني-القاهرة.
- ٤- الشامي، إبراهيم زكريا، ١٩٩٥: التحكم في السيول، الاستفادة من مياهها ودرء أخطارها، ندوة المياه في الوطن العربي، الجمعية الجغرافية العربية، المجلد الأول -القاهرة.
- ٥- أمبابي، نبيل سيد، ١٩٧٢: اشكال السفوح، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٥، القاهرة.
- ٦- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، ٢٠١٣: المعدلات المناخية لمحطات الأرصاد الجوية للفترة من ٢٠٠٥-٢٠١١، بيانات غير منشورة القاهرة.

- ٧- جودة، جودة حسنين، ٢٠٠٦: الجيومورفولوجيا (اشكال سطح الارض)، المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- ٨- حجاب، محمود احمد، ٢٠١٣: حركة المواد على منحدرات الحافة الشرقية لوادي النيل فيما بين وادي الطارف جنوبا ووادي الأحايوة شمالا، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، الانسانيات، كلية الآداب جامعة دمنهور، العدد ٤١.
- ٩- خضر، محمود محمد، ١٩٩٧: الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر، مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.
- ١٠- دسوقي، صابر امين، ١٩٨٧: دراسة مقارنة لسفوح بعض اشكال السطح في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة عين شمس.
- ١١- دسوقي، صابر امين، ١٩٩٠: تحليل سفوح الجزء الأدنى من وادي الرشراش بالصحراء الشرقية، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٢٢، القاهرة.
- ١٢- سلامه، حسن رمضان، ١٩٨٥: اختلاف التصريف المائي للأودية الصحراوية في الأردن، الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٧٥، الكويت.
- ١٣- صالح، أحمد سالم، ١٩٨٩: الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقي من طريق نويبع/ النفق الدولي، دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٢١.
- ١٤- صالح، كريم مصلح، ٢٠٠٠: الأخطار الطبيعية على الجانب الشرقي لوادي النيل بين أولاد يحيى جنوبا والسلاموني شمالا، مجلة كلية الآداب جامعة سوهاج، العدد ٢٣ اصدار خاص.
- ١٥- صالح، كريم مصلح - حجاب، محمود احمد، ٢٠٠٨: التحليل المورفولوجي لمنحدرات جوانب وادي قصب (الصحراء الشرقية) مجلة مركز البحوث الجغرافية الكارتوجرافية، العدد ٢٠، كلية الآداب جامعة المنوفية.
- ١٦- علام، عبد الله علام، ٢٠٠٤: الآثار الجيومورفولوجية والبيئية لعمليات التحجير، دراسة حالة القاهرة الكبرى، مجلة كلية الآداب - جامعة المنصورة، المجلد ٣٥.
- ١٧- محسوب، صبري محمد، ٢٠٠٢: البيئية الطبيعية خصائصها وتفاعل الانسان معها، دار الفكر العربي، القاهرة.
- ١٨- تراب، محمد مجدي، ٢٠٠٠: تحليل منحدرات الهوامش الشمالية والغربية لمنخفض جغوب بلبيبا، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٦ الجزء الثاني، القاهرة.
- ١٩- فرحان، يحيى عيسى، ١٩٨٣: مورفولوجية المنحدرات في مناطق مختارة من وسط الأردن، منشورات جامعة اليرموك، الأردن.

## Reference

- 1- **Abdel-Rahman, M. A., Embabi, N. S., El-Etr, H. A., and Mostafa, A. R., 1980-81** : some Geomorphological aspects of Siwa depression, The Western Desert, Egypt, Bull. Soci. Georg. Egypt. Vol. 53-54. PP. 17-41.
- 2- **Abou Raddy, F.A., 1993**: Relationships Among selected Geological And Geomorphological properties of valley Networks in a part of Mersa Matruh area North West, Egypt, Bull., Fac. Arts, Menoufia University Vol.12, p.p3-3
- 3- **Attia, M.I., 1954**: Deposits in the Nile Valley and Delta, Geol. Survey Egypt, government press, Cairo.
- 4- **Bloom, A. T., 1978**: Geomorphology, A systematic Analysis of Late Cenozoic, Land Forms Printice, Har. Inc., U.S.A.
- 5- **Chorley, R.J., 1957**: Climate and Morphology, Jour. Geol. Vol. 65, P.P. 628-638.
- 6- **Chorley , R.J., ( 1972 )** : Introduction to Physical Hydrology , London
- 7- **Doornkamp, J.G., and King, C.A., 1971**: Numerical Analysis in Geomorphology: an introduction, Longman, London.
- 8- **Gardiner, V., 1975**: Drainage basin morphometry, Brit. Geomorph. Rec. Group Tech. Bull. 14. Geo. Abstract Ltd., Univ. East Anglia, England.
- 9- **Gergory, K. J. & Walling, D. E., 1973**: Drainage basin: form and process, London.
- 10- **Horton, R., 1932**: Drainage Basin Characteristics, Transactions of the American Geophysical Union, 13.
- 11- **Horton, R., 1945**: Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins, Hydro physical Approach to Quantitative Morphology, Geol. Soc. America Bull.,56.
- 12- **Kirkby, M., and Statham, I., 1975**: Surface stone movement and scree formation, Jour., Geology, vol., 83, pp. 349-362.
- 13- **Meltin, M., ( 1957 )** : An Analysis of The Relations among Elements of
- 14- Climate, Surface Properties and Geomorphology, Project NR 389 – 42, tech.Rept.11, Columbia University.
- 15- **Morisawa , M.E. ( 1985 )** : Rivers Forms and Process , Long man , London
- 16- **Ollier, C., 1984**: Weathering, Second edition, Longman Inc., New York.
- 17- **Shimelies, A., 2009**: Slope Stability Analysis Using GIS and Numerical Modeling Techniques, Master study of Physical Land Resources, Vrije University, Brussel.

- 18- **Schumm, S.A., 1954:** The Relation of drainage basin relief to Sediment Loss, internal. Assoc. Sci. Hyd. Pub., Paper No. 36, P.P. 19-216
- 19- **Strahler, A.M., 1952:** Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional topography, Bull. Geol. Soc. Amer., Vol. 63, P.P. 1117-1142.
- 20- **Strahler, A.M., 1956:** Quantitative Slope Analysis, Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 67, P.P. 571-596
- 21- **Strahler, A. M, 1964:** Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks, Handbook of Applied Hydrology, McGraw- Hill, New York.
- 22- **The Egyptian Geological survey and Mining Authority, 1999:** Internal report document, Unpublished, No. 63.
- 23- **The Egyptian Geological survey and Mining Authority, 2001:** Internal report document, Unpublished, No. 1.
- 24- **The Egyptian Geological survey and Mining Authority, 2001:** Internal reports documents, unpublished, No. 50, 54, C1.
- 25- **USDA (Natural Resources Conservation Service) 2010:** National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Chapter 15, Time of Concentration, Washington, DC.
- 26- **USDA (Natural Resources Conservation Service) 1986:** Urban hydrology for small watersheds, Technical release number 55 (TR-55), Chapter 2, Estimating Runoff, 2<sup>nd</sup> Ed., Washington, DC.
- 27- **VAJIRKAR, M., 2004:** Slope Stability Analysis of class I landfills with CO disposal of bio solids using field test data, M.Sc., Dep. Civil and Environmental Engineering, Central Florida University, Orlando, Florida
- 28- **Yehia, M., Abdallah, A., and Hamroush, H., 1982:** Geomorphology of the Nagada region, Upper Egypt, Qatar Univ., Sci. Bull. Vol.2, No.1.
- 29- **Yehia, M., 1973:** Some geological aspects in aspects in selected parts in Upper Egypt, Unpublished, Ph.D., Ain Shams Univ. Egypt.
- 30- **Yingbin, Z., Guangqi C., Jian W., Lu Z., and Xiaoying Z., 2012:** Numerical Simulation of Seismic Slope Stability Analysis Based on Tension-Shear Failure Mechanism, Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA Vol. 43 No2.
- 31- **Young, A., 1972:** Slopes, Oliver and Boyd, Edinburgh.