مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية)

التحليل الهيدروجيومورفولوجي لأحواض التصريف المائي بمنطقة رأس بكر "غرب خليج السويس"

د. عماد عبدالفتاح صالح حافظ البنا

مدرس الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب – جامعة بني سويف

DOI: 10.21608/qarts.2022.132235.1415

مجلة كلية الآداب بقنا – جامعة جنوب الوادي – العدد ٥٣ (الجزء الثاني) يوليو ٢٠٢١

ISSN: 1110-614X الترقيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة

ISSN: 1110-709X الترقيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية

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

التحليل الهيدروجيومورفولوجي لأحواض التصريف المائي بمنطقة رأس بكر " غرب خليج السويس"

إعداد

د.عماد عبدالفتاح صالح حافظ البنا

مدرس الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب – جامعة بني سويف

Emadelbanna1975@gmail.com

المخلص باللغة العربية:

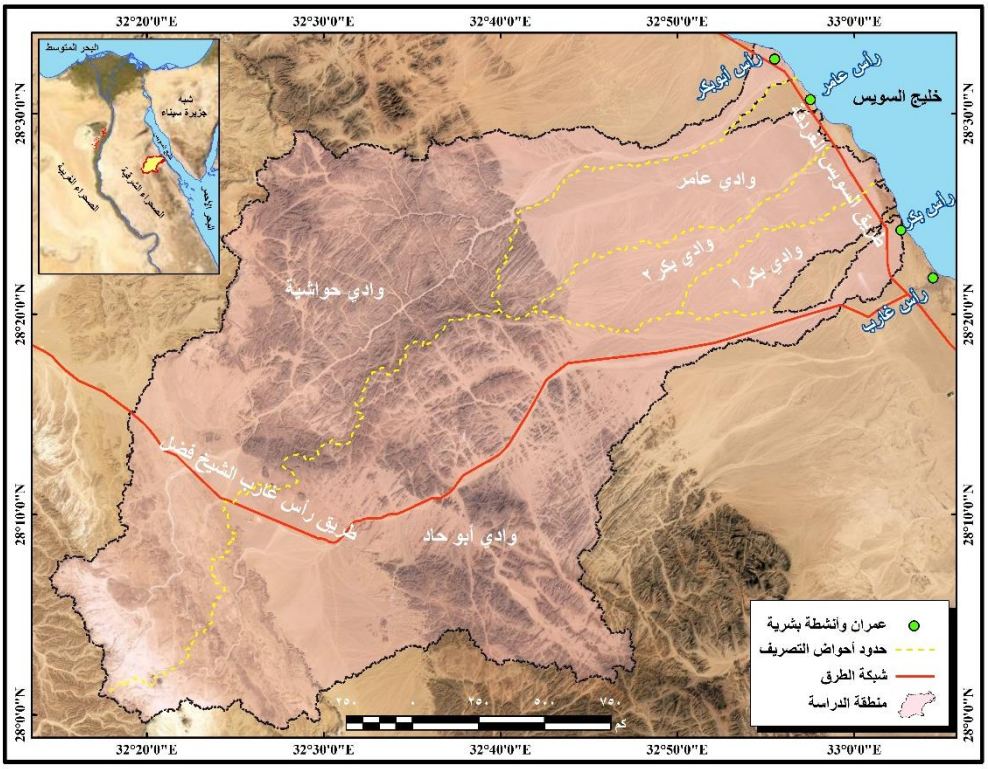
تعد منطقة رأس بكر (منطقة الدراسة) من أكثر مناطق الصحراء الشرقية التي تداهمها السيول من وقت لآخر، والتي يترتب علي بعضها العديد من الآثار التدميرية لمظاهر الحياه بالمنطقة، وتشمل منطقة الدراسة خمسة أحواض تصريف وهي: وادي حواشية، وادي عامر، وادي بكر ٢، وادي بكر ١، وادي أبو حاد. وتقوم الدراسة على دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة، ثم دراسة التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف المائي، ودراسة الخصائص الهيدرولوجية والميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف وتأثيرها على حدوث الجريان السيلي ومدى خطورته. واعتمادًا على هذا التحليل تم تصنيف أحواض تصريف المنطقة إلى ثلاث فئات تبعًا لدرجة الخطورة. كما تم تحديد المناطق المعرضة لخطر الجريان السيلي مثل: مدينة رأس غارب، مدينة رأس بكر، طريق السويس / الغردقة وبعض مراكز العمران والأنشطة البشرية والتعدينية، وفي النهاية توصي الدراسة ببعض التوصيات التي من شأنها التقليل من أخطار الجريان السيلي بمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: السيول ، أحواض التصريف ، خط تقسيم المياه ، خليج السويس ، رأس بكر ، رأس غارب ، وادي أبو حاد ، وادي حواشية.

مقدمة:

تعد الصحراء الشرقية من أكثر الأماكن التي تداهمها السيول وخاصة في طرفها الشرقي الذي يتكون من الصخور النارية والمتحولة، بالإضافة إلى تضرس وانحدار سطحها بشدة هذا من جهة، أما من جهة أخرى، فإنه وفى إطار خطة الدولة التوسعية والانتقال من الوادي الضيق باتجاه الأطراف وبالتالي باتجاه سواحلها على البحر الأحمر والتي أصبحت مؤخراً مناطق استثمار وعمل تنمية شاملة بها، فإن ذلك يبرز السيول كخطر طبيعي في هذه البيئات الساحلية (صابر أمين الدسوقي، ١٩٩٨، ص ٦٥٧) خاصة مع ما تستلزمه عملية التوسع العمراني والتنمية الشاملة من إنشاء قرى سياحية ومدن، وما تستلزمه هذه الإنشاءات من مشروعات طرق وإنشاء مواقع إستراتيجية مثل محطات الصرف والإمداد بالمياه ومحطات توليد الكهرباء والتي تكون عرضة للسيول، وكثيراً ما يؤدى جريان السيول إلى تخريب وتدمير لمظاهر الحياة في الصحارى حيث تتعرض الأودية الجافة للجريان السيلى والذي يفصل بين السيل والذي يليه فترات زمنية طويلة أو غير ثابتة، وبالتالي فإن سكان تلك المناطق كثيراً ما يتناسون أخطار السيول ويتعايشون مع وضع بيئي مؤقت مما يسبب حدوث الكارثة.

تقع منطقة رأس بكر (منطقة الدراسة) علي الساحل الغربي لخليج السويس شمال مدينة رأس غارب بحوالي ٨ كم، يحدها شمالاً منطقة تقسيم المياه مع حوض وادي أم تناصيب شمال رأس بكر، وجنوباً منطقة تقسيم المياه مع حوض وادي أبو حاد والذي يصب عند مدينة رأس غارب، وشرقاً خليج السويس، وغرباً منطقة تقسيم المياه مع وادي الطرفة. وتمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ١٤″ ٠′ ٢٨° – ٢٣″ ٢٩′ ٢٨° شمالاً، وبين خطي طول ١٠″ ١٤′ ٣٢° – ٣٤″ ٢′ ٣٣° شرقاً، وتشمل منطقة الدراسة خمسة أحواض تصريف هي من الشمال إلي الجنوب : حوض وادي حواشية، حوض وادي عامر، حوض وادي بكر ٢، حوض وادي بكر ١، حوض وادي أبو حاد، شكل (١).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ١ : ٢٥٠٠٠٠، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١) موقع منطقة المنطقة الدراسة

مشكلة الدراسة:

تتمثل إشكالية الدراسة في تعرض منطقة رأس بكر (منطقة الدراسة) لخطر الجريان السيلي من بعض الأودية الجافة المنحدرة تجاهها مما قد يسبب خسائر مادية وبشرية كبيرة، ومن ثم كان لابد من دراسة التحليل الهيدروجيومورفولوجي[١] لأحواض

(١) يربط الهيدروجيومورفولوجيا بين العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية (Sidle, R., & Onda, Y. 2004, P 597)، ويعد (Scheidegger, A., 1973, P.193) أول من أستخدم هذا المصطلح، وأشار إلى أنه يهتم بدراسة التأثيرات الناتجة عن المياه السطحية والباطنية (Gregory, K. J. 1979, P. 84)، ويقع مصطلح الهيدروجيومورفولوجيا ضمن اهتمام العديد

تصريف المنطقة للوقوف علي حجم الضرر المتوقع حدوثه لاتخاذ الإجراءات اللازمة لتفادي تلك الأخطار.

أهداف الدراسة:

١- دراسة الخصائص الهيدروجيومورفولوجية لأحواض التصريف.

٢- تحديد العوامل المسئولة عن الجريان السيلي باحواض التصريف.

٣- تصنيف أحواض التصريف تبعًا درجة خطورتها.

٤- اقتراح الحلول المناسبة لدرء أخطار السيول.

مناهج الدراسة وأساليبها:

اعتمدت الدراسة علي عدة مناهج من أهمها: الموضوعي والتطبيقي، كما اعتمدت على عدة أساليب منها: الكمي والوصفي التحليلي والكارتوجرافي. وتم استخدام عدد من البرامج مثل برنامجي: Arc GIS 10.8 & Envi 5.3.

من التخصصات منها الجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا والجيولوجيا والتربة والبيئة وغيرها (Vogel, R. 2011, P. 147)، وقد قدمت دراسة (Babar, M. 2005) عرضًا لبعض الموضوعات التي تدخل في الاهتمام الهيدروجيومورفولوجيا، ومنها: أنماط شبكات التصريف والخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، والخصائص الهيدرولوجية للصخور، والخرائط الهيدروجيومورفولوجية، والهيدروجيومورفولوجية والبيئة البشرية، إلي غير ذلك من الموضوعات. وقد قُدم في العقود الأخيرة العديد من الأبحاث العلمية التي تهتم بالهيدروجيومورفولوجيا، ومن أهمها تلك التي تتناول العلاقة بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض وشبكات التصريف وأأثرها على الجريانات السيلية والاستخدامات البشرية، ومنها على سبيل المثال (Omran et al., 2011; Bajabaa et al., 2013; Ashmawy et al., 2014; Shi, 2014; Abdel-fattah, et al., 2017).

مصادر الدراسة:

١ –الدراسات السابقة:

تتمثل في دراسة (احمد السيد معتوق، ١٩٨٤): عن الظاهرات الجيومورفولوجية في المنطقة الساحلية الغربية لخليج السويس حيث تناول دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية في المنطقة الساحلية، حيث قام بدراسة جيولوجية المنطقة وبنيتها، ثم تطرق إلي دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التجوية، إلي جانب دراسة حركة المواد علي المنحدرات وأشكال المنحدرات بالمنطقة، فضلا عن دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية تركيبية النشأة وأثر المياه الجارية في تشكيل سطح الأرض والظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية. ودراسة (محمود أحمد حجاب، ٢٠٠٤): عن جيومورفولوجية السهل الساحلي والإقليم الجبلي فيما بين رأس بكر ورأس الدب – غرب خليج السويس، حيث تعرض بالدراسة للخصائص المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف المائي ومنها وادي أبو حاد وانتهت الدراسة بتحديد مناطق خطورة الجريان السيلى حيث صنفت مدينة رأس غارب ضمن المناطق الأكثر خطورة للجريان السيلى. ودراسة (سند سند الشربيني، ٢٠٠٥) عن المنطقة الساحلية فيما بين رأس غارب شمالاً ورأس دب جنوباً دراسة جيومورفولوجية، حيث تناولت دراسة مورفومترية أحواض وشبكات التصريف المائي جنوب مدينة رأس غارب. ودراسة (Elnazer, A., et al., 2017) بعنوان السيول الفجائية التي تؤثر في مدينة رأس غارب، البحر الأحمر، مصر: قناة السيول الفجائية المقترحة، حيث قام بدراسة بعض الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف واقترحت قناة للسيول بطول ٣٨ كم لحماية المدينة من السيول.

٢ –الخرائط:

اعتمدت الدراسة علي مجموعة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠ وعددها تسع لوحات من إنتاج الهيئة المصرية العامة للمساحة عام ٢٠٠٥م، وكذلك الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠.٠٠٠ وعددها خمس لوحات، كما اعتمدت الدراسة

أيضا علي الخرائط الجيولوجية من إنتاج الهيئة العامة للبترول بالتعاون مع شركة كونكوكورال مقياس ١ : ٥٠٠.٠٠٠ لوحة بني سويف. هذا الي جانب الصور الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي Landsat8 (OLI) حيث لوحات ٤٠ / ١٧٥ لعام ٢٠٢٠م، وكذلك نماذج الارتفاعات الرقمية التي توفرها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ذات الدقة التمييزية المكانية ٣٠ متر.

٣-الدراسة الميدانية:

اعتمدت الدراسة أيضا علي الدراسة الميدانية والتي استخدمها الباحث في رصد الأخطار الناتجة عن الجريان السيلي، وتحديد المناطق المعرضة لأخطار السيول.

عناصر البحث:

أولا: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة.

ثانيًا: التحليل المورفومتري لأحواض التصريف.

ثالثًا: التحليل المورفومتري لشبكات التصريف.

رابعًا: العوامل المؤثرة في الجريان السيلي.

خامسًا: تصنيف أحواض التصريف تبعًا لدرجة الخطورة.

سادسًا: الأجزاء المعرضة لخطر السيول بمنطقة الدراسة.

سابعًا: النتائج والتوصيات.

أولاً: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

١-التكوينات الجيولوجية السطحية:

تتنوع التكوينات الجيولوجية السطحية في المنطقة، حيث أدي توغل أحواضها غرباً إلي امتدادها في النطاق الجبلي الذي يمثل الامتداد الشمالي لجبال البحر الأحمر، ومن ثم تنوع التكوينات الجيولوجية التي يتراوح عمرها الجيولوجي بين صخور ما قبل الكامبري وحتى رواسب الزمن الرابع. وتؤثر التكوينات الجيولوجية السطحية في الجريان السيلى بالمنطقة من حيث نوعية الصخور؛ فالصخور النارية والمتحولة تتسم بقلة النفاذية وبالتالي انخفاض معدلات المياه المفقودة بالتسرب ومن ثم يرتبط بها جريان سيلي شديد عكس بعض الصخور الرسوبية والرواسب الجيولوجية التي تتسم بالنفاذية العالية خاصة رواسب الزمن الرابع والتي تتألف من الرواسب الحصوية والرملية، ومن ثم انخفاض معدلات الجريان السيلى. وفيما يلي عرض لأهم التكوينات الجيولوجية السطحية بالمنطقة والتي يوضحها جدول (١) وشكل (٢).

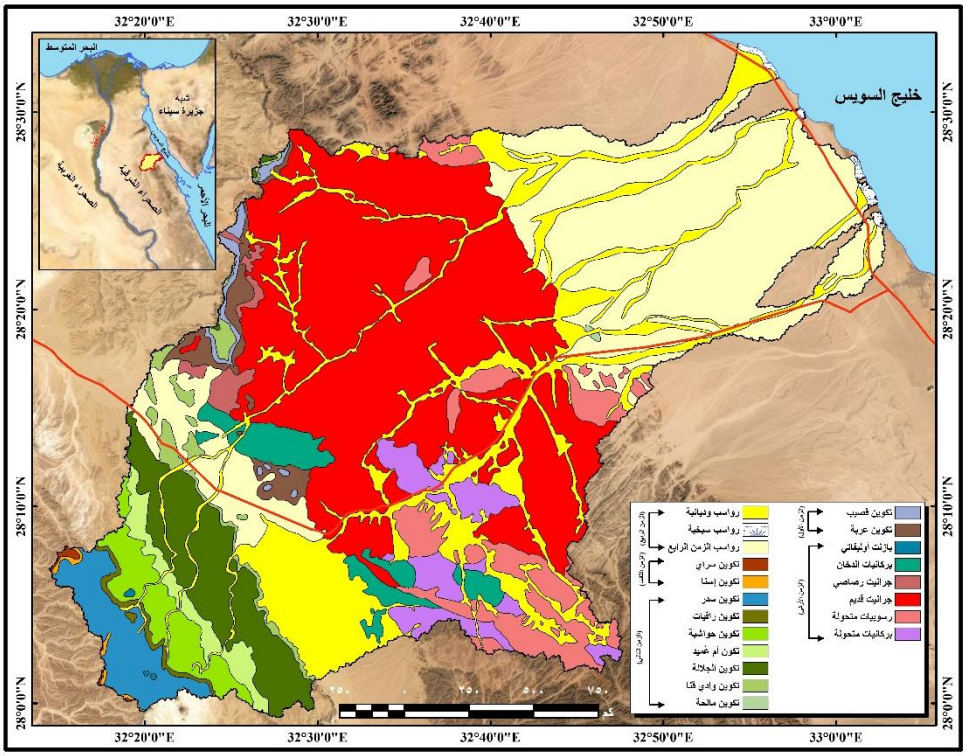
جدول (١) التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الدراسة

الزمن	التكوين	المساحة (كم٢)	(%)
الرابع	رواسب وديانية	٤٣١,٣	١٦,٦٥
	رواسب سبخية	٨,٣	٠,٣٢
	رواسب الزمن الرابع	٦٠٦,١	٢٣,٤
الثالث	تكوين سراي	٢,١	٠,٠٨
	تكوين إسنا	٣,٤	٠,١٣
الثاني	تكوين سدر	٧٠,١	٢,٧١
	تكوين راقيات	١٠,٣	٠,٤
	تكوين حواشية	٦٣	٢,٤٣
	تكوين أم عُميد	٣٦,٨	١,٤٢
	تكوين الجلالة	١٣٤,٨	٥,٢
	تكوين وادي قنا	٣٤,٨	١,٣٤
	تكوين مالحة	٠,٩	٠,٠٣
الأول	تكوين قُصيب	١٤,٩	٠,٥٨
	تكوين عربة	٣٩,٢	١,٥١
الأركي	بازلت أوليفاتي	١,١	٠,٠٤
	بركانيات الدخان	٦٨,٦	٢,٦٥
	جرانيت رصاصي	٢٠,٨	٠,٨
	جرانيت قديم	٨٠٥,٣	٣١,٠٨
	رسوبيات متحولة	١٤١,٣	٥,٤٥
	بركانيات متحولة	٩٧,٩	٣,٧٨
الإجمالي		٢٥٩١	١٠٠

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٢) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

(أ) صخور ما قبل الكامبري:

تشكل ما يقرب من نصف مساحة المنطقة (٤٣.٨٪)، وتتكون من الصخور النارية والمتحولة والنارية المتأثرة بعمليات التحول والانكسارات، وتمثل أقدم الوحدات الصخرية المنكشفة بالمنطقة ويقع معظمها وسط وجنوب المنطقة، وتتنوع وحداتها الصخرية ما بين الميتاجابرو والميتاديوريت والبركانيات المتحولة والجرانيت القديم والرسوبيات المتحولة وبركانيات الدخان، شكل(٢). وتتسم هذه التكوينات بشدة الصلابة وقلة النفاذية مما أثر في عمليات الجريان السيلى في المنطقة.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الجيولوجية من إنتاج شركة كونكو مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ لوحة بني سويف NH36SW تم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٢) التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة

(ج) تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني:

تغطي تكوينات هذا الزمن نحو (١٣.٥٪) من مساحة المنطقة وتتمثل في تكوينات (مالحة، وادي قنا، الجلالة، أم عُميد، حواشية، راقيات، سدر)، وتظهر هذه التكوينات في الجزء الغربي من المنطقة، وتتألف هذه التكوينات من الحجر الرملي النوبي والحجر الرملي الأبيض والأصفر والطفل والطفل الطيني والمارل الرملي والمارل والحجر الجيري الطباشيري الناصع البياض (سند سند الشربيني، ٢٠٠٥، ص ٣٥).

(د) تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث:

تغطي تكوينات هذا الزمن نحو (٠.٢٪) من مساحة المنطقة وتتمثل في تكوينات إسنا وسراي، حيث تظهر في الهوامش الغربية لمنطقة الدراسة، وتتألف هذه التكوينات من الحجر الجيري وفرشات رقيقة من الطباشير والحجر الجيري الطباشيري الغني بالطبقات الصوانية والمتحجرات.

(هـ) رواسب الزمن الجيولوجي الرابع:

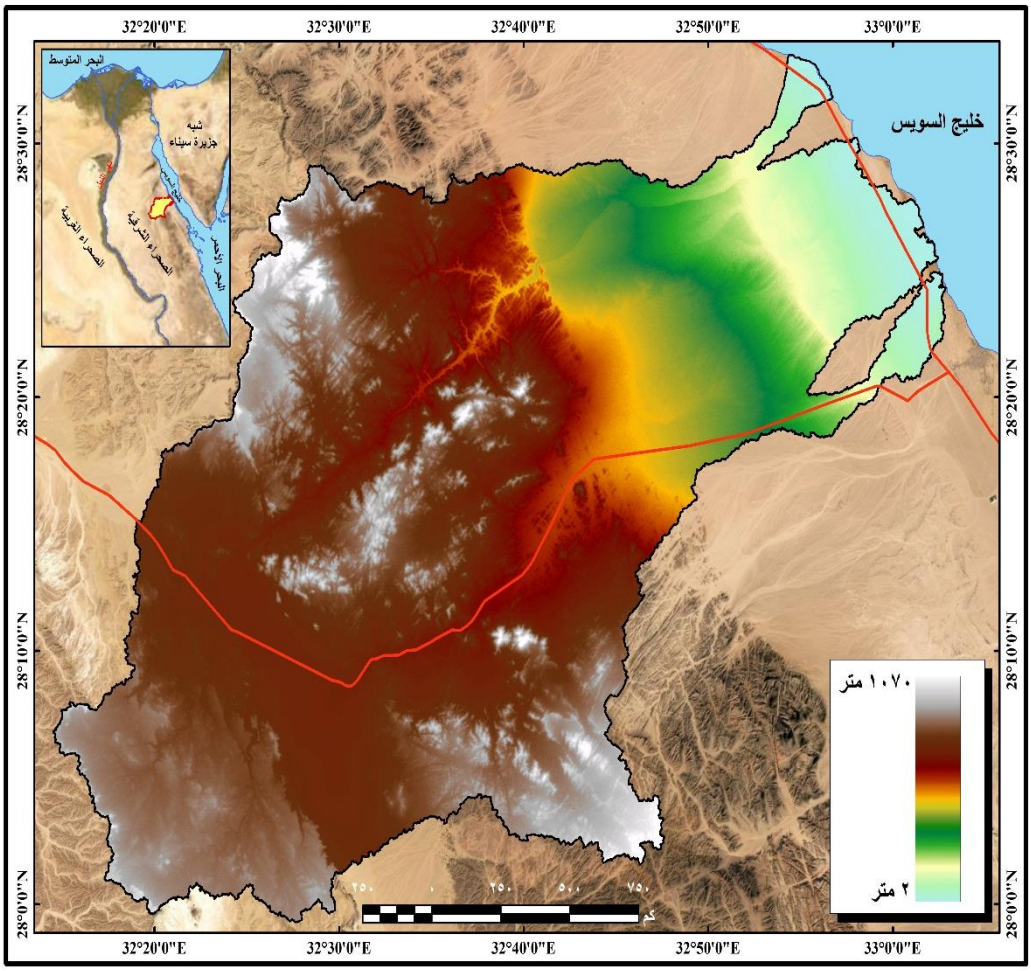
تغطي هذه الرواسب حوالي (٢٣.٤٪) من مساحة المنطقة، وتتمثل في رواسب الزمن الرابع غير المصنفة والرواسب السبخية والرواسب الوديانية، وتغطي هذه الرواسب منطقة السهل الساحلي حتى أقدام الجبال في الغرب وتتسم بقلة انحدار سطحها.

يتضح من دراسة التكوينات الجيولوجية بالمنطقة أن ٥٦.٢٪ من مساحة المنطقة تتألف من الرواسب الحصوية والرملية والسبخية والوديانية والتي تتسم بنفاذيتها العالية مما يؤثر في الجريان السيلي حيث تُفقد كمية من المياه بالتسرب عبر هذه الرواسب، في حين أن ٤٣.٨٪ من مساحة المنطقة تتألف من الصخور الأركية ذات النفاذية المنخفضة والتي تساهم في زيادة معدلات الجريان السيلي وتقلل من فقد المياه عبر الصخور.

٢-نموذج الارتفاع الرقمي(DEM):

تمتد منطقة الدراسة بين الأجزاء الشمالية لمرتفعات البحر الأحمر في الغرب حتى المنطقة السهلية وساحل خليج السويس في الشرق، حيث تمتد لمسافة تبلغ حوالي ٨٠ كم من المنابع حتى المصب، الأمر الذي أدي إلي تنوع الخصائص التضاريسية علي امتداد أوديتها الخمسة. ومن خلال دراسة كل من الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس ١ : ٥٠.٠٠٠ ومقياس ١ : ٢٥٠.٠٠٠ وكذلك نماذج الارتفاعات الرقمية

التي توفرها هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية ذات الدقة التمييزية المكانية ٣٠م وصور الأقمار الصناعية من نوع ((Landsat–8 (OLI تم بناء نموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة شكل (٣)، والذي اتضح منه ما يلي:



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ١ : ٢٥٠٠٠٠، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٣) تضاريس سطح لمنطقة الدراسة

أ- يتراوح ارتفاع سطح منطقة الدراسة بين ٢متر شمال شرق المنطقة عند نهاية وادي حواشية في منطقة السهل الساحلي لخليج السويس، وبين ١٠٧٠متر لبعض القمم الجبلية المرتفعة شمال غرب وادي حواشية إلي الجنوب من جبل أم تناصيب، وعلي هذا يمكن القول أن المدى التضاريسي لمنطقة الدراسة يبلغ حوالي ١٠٦٨ متر.

ب- يتدرج سطح منطقة الدراسة من حيث الارتفاع من الغرب إلي الشرق كما في منطقة البحر الأحمر وخليج السويس بصفة عامة، حيث ينحدر السطح من القمم الجبلية في الغرب نحو المنطقة السهلية الساحلية في الشرق، كما ينحدر أيضا من الجنوب إلي الشمال كما في سائر الأراضي المصرية.

ج- يقدر أن حوالي ٢٢٨كم٢ بما نسبته حوالي ٨.٨٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة تقع دون منسوب ١٠٠م، وتشكل هذه المنطقة السهل الساحلي لخليج السويس وكذلك المجاري الدنيا لأحواض الأودية الخمسة، في حين أن ١٥٢٩.٨كم٢ بما نسبته ٥٨.٨٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة تقع فوق منسوب ٥٠٠ متر كأعلى أجزاء منطقة الدراسة ارتفاعاً والتي تقع جميعها في وادي أبو حاد وحواشية وبكر ١ وتحديدًا الأجزاء الغربية من هذه الأودية.

د- تغطي فئات الارتفاع من ١٠٠ إلي ٢٠٠ متر حوالي ٧.٦٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وهي عبارة عن الأجزاء الدنيا من المنحدرات الجبلية الغربية والتي تمثل القطاع السفلي من هذه المنحدرات.

هـ- تغطي فئات الارتفاع ٢٠٠ متر فأكثر حوالي ٨٣.٦٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتتركز هذه الفئات غرب المنطقة حيث الامتداد الجبلي لمرتفعات جبال أم تناصيب وأم ربل وأم رجوم وسمر القاع.

جدول (٢) فئات الارتفاع الرئيسية بمنطقة الدراسة

المنسوب	المساحة (كم٢)	(%)
أقل من ١٠٠م	**٢٢٨**	**٨,٨**
من ١٠٠ - أقل من ٢٠٠م	**١٩٦,٩**	**٧,٦**
من ٢٠٠ - أقل من ٣٠٠م	**٢٤٥,١**	**٩,٥**
من ٣٠٠ - أقل من ٤٠٠م	**٢٥٣,٩**	**٩,٨**
من ٤٠٠ - أقل من ٥٠٠م	**١٣٧,٣**	**٥,٣**
من ٥٠٠ - أقل من ٦٠٠م	**٢٧٢,١**	**١٠,٥**
من ٦٠٠ - أقل من ٧٠٠م	**٧٠٥,٣**	**٢٧,٢**
من ٧٠٠ – أقل من ٨٠٠م	**٤٤٦,٢**	**١٧,٢**
من ٨٠٠ – أقل من ٩٠٠م	**٨٥,٥**	**٣,٣**
من ٩٠٠ – أقل من ١٠٠٠م	**١٨,١**	**٠,٧**
من ١٠٠٠ – أقل من ١١٠٠م	**٢,٦**	**٠,١**
الإجمالي	**٢٥٩١**	**١٠٠**

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٣) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

٣-أنماط انحدار سطح منطقة الدراسة:

يقصد بها درجة الانحدار، وهي الزاوية المحصورة بين سطح الأرض المنحدر والمستوي الأفقي، وتفيد دراسة التغير في شكل الانحدار من مكان إلي آخر في تحليل أشكال سطح الأرض والتعرف علي أصل نشأتها ومراحل تطورها. وقد تم الاعتماد علي مقياس (Young, A., 1972, P. 173) في دراسة وتصنيف أنماط انحدارات سطح الأرض بمنطقة الدراسة والتي يوضحها جدول (٣) وشكل (٤)، وهي كما يلي:

أ- **<u>الأراضي المستوية وشبه المستوية:</u>** وهي تلك الأسطح التي تقل درجة انحدارها عن درجين فقط، وتغطي هذه الفئة حوالي ١٤٦٧.٥كم٢ بما نسبته حوالي ٥٦.٦٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة ، وهذا يعني أن أكثر من نصف مساحة سطح منطقة الدراسة سطح مستوي هين الانحدار في معظم قطاعاته. وتظهر هذه الأراضي في منطقة السهل الساحلي ومصبات الأودية الجافة وبطونها شرق الحافات الجبلية.

ب- **الأراضـي هينة الانحدار:** وهي تلك الأسـطح التي تتراوح درجة انحدارها بين (٢ – ٥ درجات) وتغطي حوالي ٥٨٢.٩كم٢ بما نسبته ٢٢.٥٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتظهر هذه الأراضـي إلي الشرق من الحافة الجبلية، وعلي جوانب بطون الأودية الجافة، كما تظهر في غرب منطقة الدراســـة حيث المنطقة الســـهلية المنبسطة اعلي سطح الهضبة الإيوسينيه إلي الغرب من الكتلة الجبلية في الشرق.

جدول (٣) درجات انحدار السطح بمنطقة الدراسة

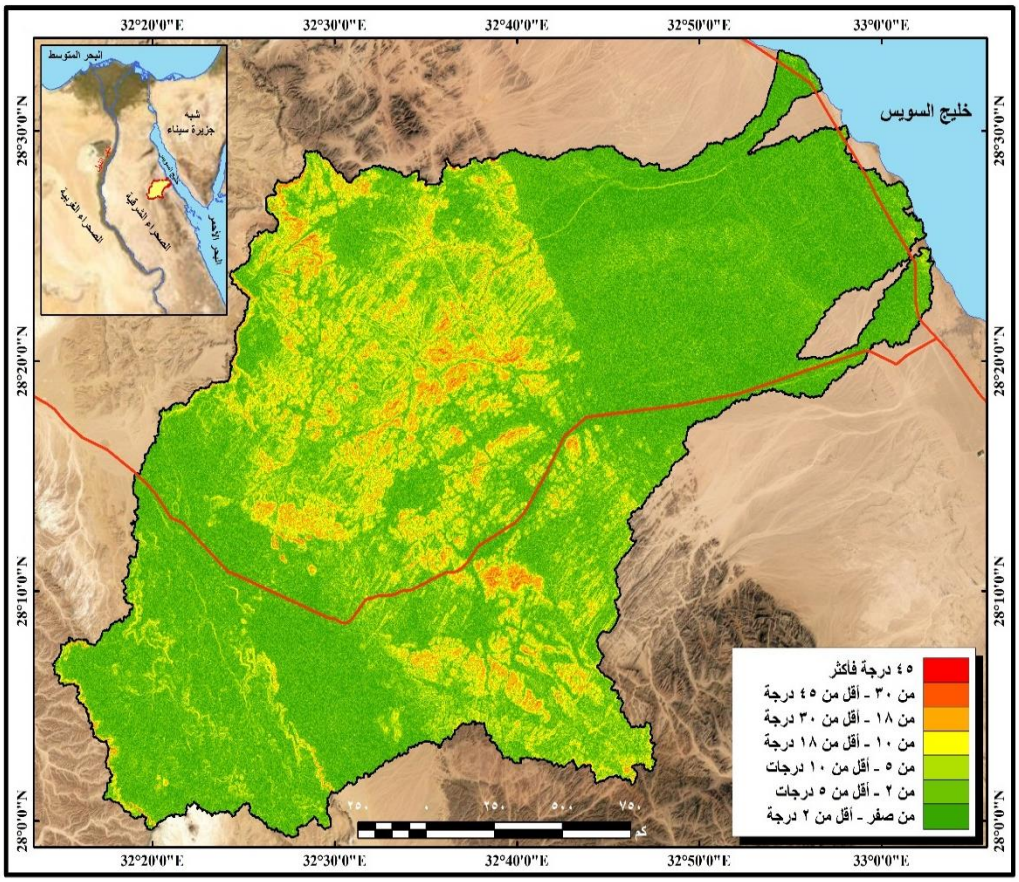
المنسوب	المساحة (كم٢)	(%)
من صفر – أقل من ٢ درجة	**١٤٦٦,٥**	**٥٦,٦**
من ٢ – أقل من ٥ درجة	**٥٨٢,٩**	**٢٢,٥**
من ٥ – أقل من ١٠ درجة	**٣٢١,٣**	**١٢,٤**
من ١٠ – أقل من ١٨ درجة	**١٧٣,٦**	**٦,٧**
من ١٨ – أقل من ٣٠ درجة	**٣٨,٩**	**١,٥**
من ٣٠ – أقل من ٤٥ درجة	**٥,٢**	**٠,٢**
٤٥ درجة فأكثر	**٢,٦**	**٠,١**
الإجمالي	**٢٥٩١**	**١٠٠**

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا علي شكل (٤) وتم قياس المساحات باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

ج- **الأراضـي متوسـطة الانحدار:** وهي تلك الأراضـي التي يتراوح انحدارها بين (٥ – ١٠ درجات) وتغطي حوالي ٣٢١.٣كم٢ بما نســبته حوالي ١٢.٤٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، تظهر هذه الأراضي في النطاق الأوسط من المنطقة حيث جوانب المرتفعات الشمالية لجبال البحر الأحمر.

د- **الأراضـي فوق متوسـطة الانحدار:** وهي تلك الأسـطح التي تتراوح درجة انحدارها بين (١٠ – ١٨ درجة) وتغطي هذه الأراضي حوالي ١٧٣.٦كم٢ بما نسبته حوالي ٦.٧٪ من جملة مســاحة منطقة الدراســة، وتظهر هذه الأراضـــي علي جوانب المرتفعات الوسطي في المنطقة وعلي طول امتداد منحدرات جوانب الأودية.

هـ- **<u>الأراضي شديدة الانحدار:</u>** وهي تلك الأسطح التي تتراوح درجة انحدارها بين (١٨ – ٣٠ درجة) وتغطي حوالي ٣٨.٩كم٢ بما نسبته ١.٥٪ من جملة مساحة منطقة الدراسة، وتظهر هذه الأراضي عند أقدام المرتفعات الوسطي بالمنطقة ممثلة في جبال أم ربل وأم رجوم وسمر القاع وأم تناصيب.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ١ : ٢٥٠٠٠٠، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٤) أنماط انحدار سطح منطقة الدراسة

و- **<u>الأراضي شديدة الانحدار جدا:</u>** وهي تلك الأراضي التي تتراوح درجة انحدارها بين (٣٠ – ٤٥ درجة) وتغطي حوالي ٥.٢كم٢ بما نسبته حوالي ٠.٢٪ من جملة

مساحة منطقة الدراسة، وتظهر هذه الأراضي في مناطق قمم المرتفعات الجبلية بمنطقة الدراسة.

ز- **الجروف الرأسية:** وهي تلك الأراضي التي تزيد درجة انحدارها علي ٤٥ درجة وتغطي نحو ٢.٦كم٢ بنسبة ٠.١٪ من مساحة المنطقة، وتظهر في مناطق القمم الجبلية.

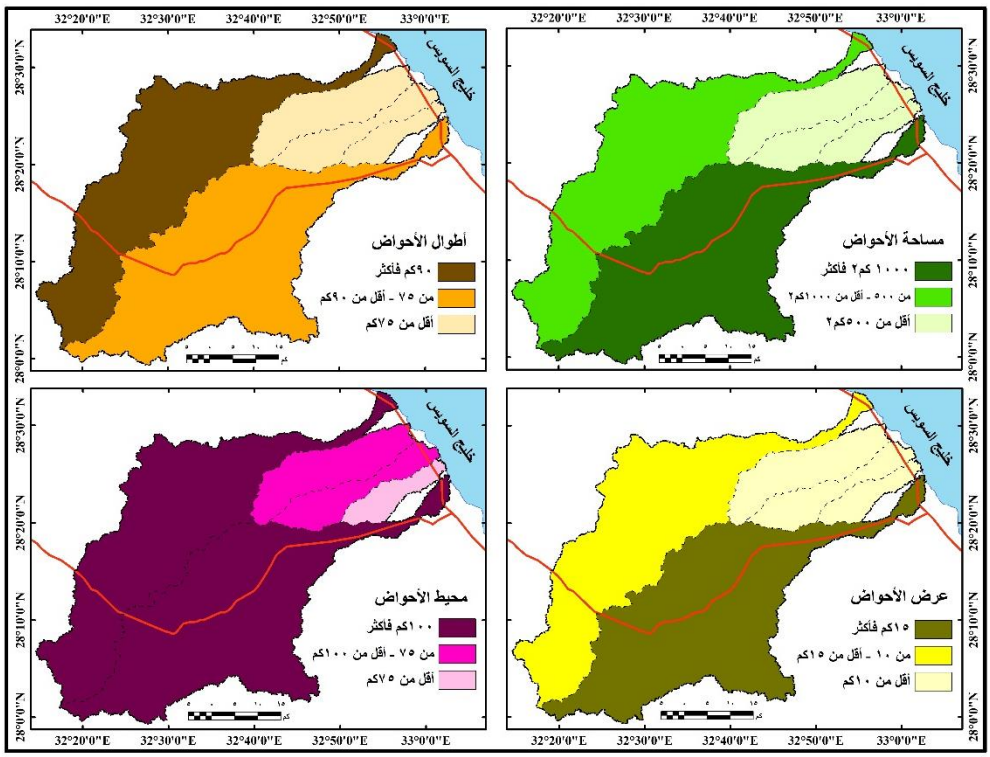
ثانياً: التحليل المورفومتري لأحواض التصريف:

يشير مصطلح أحواض التصريف Drainage Basins إلى تلك المنطقة التي تغذي مياهها الجارية (أو التي كانت) في حالة توافرها مجرى مائياً معيناً، بحيث تنساب مياهها السطحية من جميع الاتجاهات المرتفعة المحيطة بها باتجاه المجرى الرئيسي الذي لا يشترط فيه تطوره إلى نهر دائم؛ بل ربما يبقى على شكل مجرى مائي مؤقت أو فصلي حسب الظروف الهيدرولوجية السائدة في حوض التصريف (فتحي عبد العزيز أبو راضي، ١٩٩١، ص ٣٣٥)، ويتناول التحليل المورفومتري لأحواض تصريف منطقة الدراسة ما يلي:

أ-مساحة أحواض التصريف: Basin Area

هي المنطقة التي تضم جميع الأودية الواقعة داخل أراضى الحوض والتي تحيط بها مناطق تقسيم المياه، والتي لها دور مؤثر في احتمالية حدوث السيول فالعلاقة طرديه بين المساحة وحجم التصريف فكلما كبرت مساحة الحوض، تزداد كمية الأمطار التي يتلقاها ومن ثم تزداد كمية التصريف علي افتراض ثبات باقي المتغيرات الأخرى مثل نوع الصخر ونظامه وتضرس الحوض وشكل شبكات التصريف (جودة حسنين جودة وآخرون،١٩٩١، ص٢٩٠). وإن كانت تتعارض مع حجم العاصفة المطيرة المسببة للسيول والتي تتسم في المناطق الصحراوية بصغر حجمها وتأثيرها المحلى فتسقط أمطارها

علي جزء صغير من حوض التصريف ومن ثم تنخفض فرصة الجريان السيلي (أحمد سالم صالح، ١٩٨٩، ص٣٢). وقد تراوحت مساحات أحواض المنطقة بين ٨٨.٧ كم٢ في حوض وادي بكر١ و ١١٤٦.٦كم٢ في حوض وادي أبو حاد بمتوسط مساحة بلغ نحو ٥١٨.٣ كم، جدول (٤) وشكل (٥).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٥) مساحات وأبعاد أحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

ب- أبعاد أحواض التصريف:

(١) أطوال الأحواض: Basin Length

تمثل أطوال أحواض التصريف[١] أحد الأبعاد الرئيسية التي يتم قياسها بهدف حساب بعض المعاملات المورفومترية الأخرى لدراسة أشكال هذه الأحواض أو لإيضاح خصائصها التضاريسية (جودة حسنين جودة و آخرون ،١٩٩١،ص٢٩٠). وتتراوح أطوال أحواض المنطقة بين ٢١.٥ كم في حوض بكر ١ وبين ٩٣.٢ كم في حوض وادي حواشية بمتوسط طول بلغ نحو ٥٤.٢ كم، جدول (٤) وشكل (٥)، ونظراً لان قصر طول الحوض يساعد على سرعة وصول المياه إلى المصب وبالتالي شدة خطورة السيل فان الأحواض القصيرة تعد أخطر الأحواض وذلك حيث يمكن لمياه الجريان السطحي أن تصل إلى مخارج الأودية خلال فتره زمنيه قصيرة، كما أن فائض المياه يكون كثير في هذه الأودية لان الفاقد بالتبخر والتسرب يكون أقل من الأودية الطويلة.

جدول (٤) مساحات وأبعاد أحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

حوض التصريف	المساحة (كم٢)	الطول كم	العرض كم	المحيط كم
وادي حواشية	٩٧٧,٩	٩٣,٢	١٤,٩	٢٨٦,٨
وادي عامر	٢٢٩,٣	٣٥,٢	٦,٧	٩٧,٩
وادي بكر ٢	١٤٨,٩	٣٤,٣	٤,٥	٩٥,٩
وادي بكر ١	٨٨,٧	٢١,٥	٣,٤	٦٣,٤
وادي أبو حاد	١١٤٦,٦	٨٦,٦	١٩,١	٢٩٦,٣
المتوسط	٥١٨,٣	٥٤,٢	٩,٧	١٦٨,١

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م

(١) تم قياس طول حوض التصريف بقياس مسافة أطول خط يمتد بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض(Gregory, K. J. & Walling, D.E., 1973, p. 50).

(٢) عرض الحوض: Basin Width

يسهم قياس عرض الحوض[١] في التعرف على شكل الحوض، ويتأثر عرض الحوض بعدة عوامل منها اتجاهات الصدوع وزاوية تقاطعها مع محور الحوض وتوزيع المرتفعات بالنسبة للمجرى الرئيسي (غزوان محمد سلوم،٢٠٠٤، ص١٠٢). ويتراوح عرض أحواض التصريف بين ٣.٤كم في حوض وادي بكر ١ وبين ١٩.١كم في حوض وادي أبو حاد بمتوسط عرض يبلغ نحو ٩.٧كم، جدول (٤) وشكل (٥). وتعد الأحواض قليلة العرض الأكثر خطورة وذلك لان أحواضها صغيرة المساحة وقليلة الطول والعرض وبالتالي يمكن أن تغطيها العاصفة المطيرة وتؤثر فيها، كما يقل منها الفاقد بالتسرب والتبخر وبذلك فان الجريان السطحي يستغرق فتره قصيرة للوصول إلى مخرج الحوض.

(٣) محيط الأحواض: Basin's perimeter

تكمن أهمية قياس محيط الحوض[٢] في انه يستخدم في حساب بعض المعاملات المورفومترية الأخرى مثل معاملات الشكل وبعض الخصائص التضاريسية الأخرى التي تستخدم في تحديد مدى خطورة الأحواض (محمود محمد خضر، ١٩٩٨، ص ٢٣٢). وقد تراوحت محيطات أحواض منطقة الدراسة بين ٦٣.٤كم في حوض وادي بكر ١ وبين ٢٩٦.٣كم في حوض وادي أبو حاد، بمتوسط يبلغ ١٨٦.١ كم، جدول (٤) وشكل (٥).

ج- الخصائص الشكلية لأحواض التصريف: Basin's Shape

لدراسة أشكال الأحواض المائية أهمية كبيرة؛ وذلك لما لها من دلالات تتعلق بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة فيها (حسن رمضان سلامة، ١٩٨٢، ص ٥). ويؤثر شكل الحوض على خصائص تصريف المجاري، ويعد شكل حوض التصريف عاملاً مهمًا في هيدرولوجية الحوض؛ حيث يؤثر على تجميع الجريان المائي وتصرفه

---

(٢) تم حساب عرض حوض التصريف بالمعادلة التالية (عرض الحوض = مساحة الحوض ÷ الطول) (Schumm, S. A., 1956, p. 611).

(١) يعبر محيط الحوض عن طول خط تقسيم المياه الذي يفصل بين حوض ما والأحواض الأخرى التي تجاوره.

(Morisawa, M ., 1958, P. 587)، ويمكن دراسة أشكال أحواض تصريف منطقة الدراسةاعتمادًا على جدول (٥) وشكل (٦).

جدول (٥) الخصائص الشكلية لأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

حوض التصريف	نسبة الاستطالة	نسبة الاستدارة	معامل الشكل
وادي حواشية	٠,٣٧٩	٠,١٥	٠,١١٣
وادي عامر	٠,٤٨٥	٠,٣٠٢	٠,١٨٥
وادي بكر ٢	٠,٤٠١	٠,٢٠٤	٠,١٢٧
وادي بكر ١	٠,٤٩٤	٠,٢٧٩	٠,١٩٢
وادي أبو حاد	٠,٤٤	٠,١٧	٠,١٥
المتوسط	٠,٤٤	٠,٢٢	٠,١٥

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م

(١) نسبة الاستطالة: Elongation Ratio

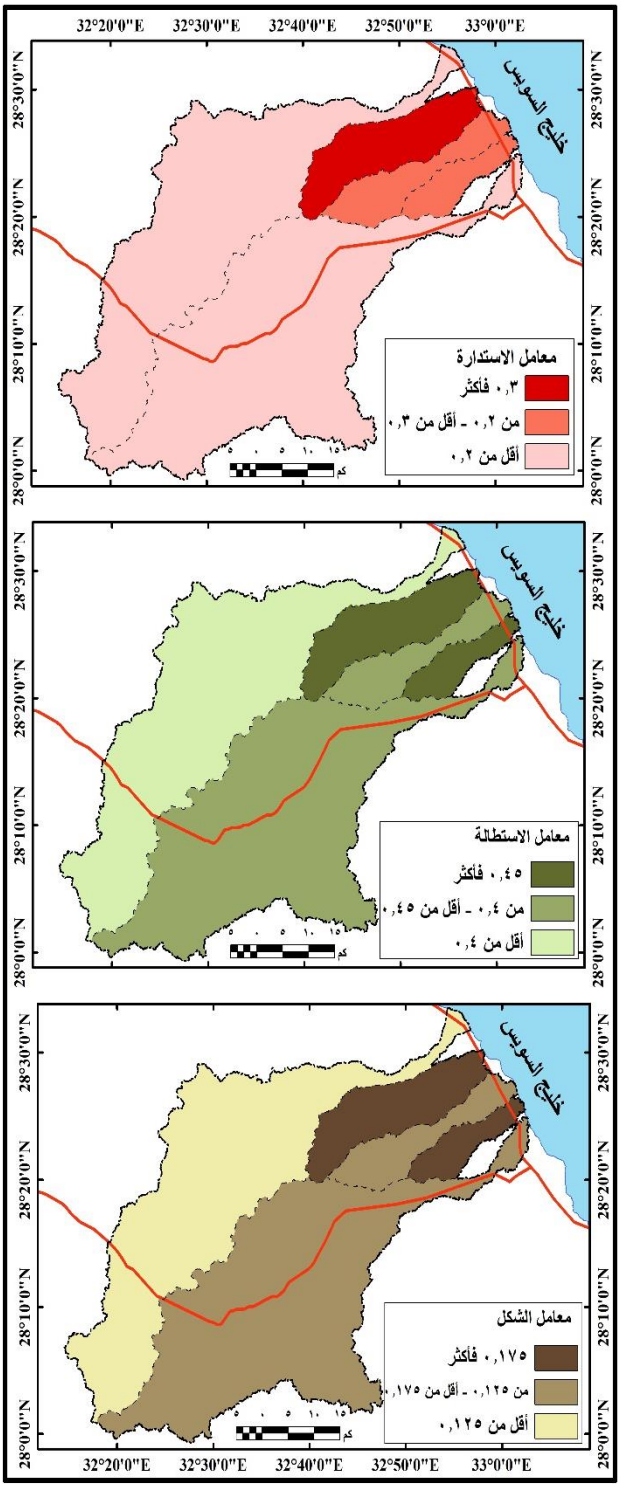
توضح نسبة الاستطالة[١] مدى اتخاذ الحوض الشكل المستطيل أو القريب منه، وتدل على انتظام التصريف في الحوض مع قلة كميته نظراً لقصر طول الروافد واتصالها المباشر بالوادي الرئيسي مما يؤدى إلى تعاقب وصول المياه بشكل تدريجي لجميع أجزاء الوادي بدءاً من المصب حتى القطاعات العليا من روافده، وبصفة عامة فقد تراوحت قيمة معامل الاستطالة في المنطقة بين ٠.٣٨ في وادي حواشية وبين ٠.٤٩ في وادي بكر ١ بمتوسط بلغ ٠.٤٤، مما يشير إلى أن أحواض تصريف منطقة الدراسة تميل إلى الشكل المستطيل، جدول (٥) وشكل (٦).

(٢) نسبة الاستدارة: Circularity Ratio

تبرز نسبة الاستدارة[٢] درجة تشابه حدود الحوض الخارجية بالدائرة، حيث يدرس العلاقة بين مساحة الحوض ومساحة دائرة محيطها يساوى محيط الحوض، وتدل القيم المنخفضة لهذا المعامل على اقتراب شكل الحوض إلى الشكل الأقرب إلى الاستطالة. أما القيم المرتفعة فتدل علي أن الأحواض تقترب من الشكل الدائري.

(١) نسبة الاستطالة = قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض (كم) / أقصى طول للحوض (كم) (Schumm, S. A., 1956, p. 611).

(٢) تم حساب نسبة الاستدارة طبقًا لمعادلة (Miller) والتي أوردها (Gregory, K. J. & Walling, D. E., 1973, p.51) (وهي = مساحة الحوض كم^2 / مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض كم).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٦) الخصائص الشكلية لأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

وقد تراوحت قيم نسبة الاستدارة في منطقة الدراسة بين ٠.١٥ في وادي حواشية وبين ٠.٣ في وادي عامر بمتوسط بلغ نحو ٠.٢٢، وهو ما يؤكد اقتراب أشكال أحواض تصريف منطقة الدلاسة من الشكل المستطيل وابتعادها عن الشكل الدائري، جدول (٥) وشكل (٦).

(٣) معامل الشكل: Shape Factor

يعبر معامل الشكل[١] عن مدى التناسق بين أبعاد الحوض حيث يقارن شكل الحوض بالشكل المثلث والشكل المربع، وتدل القيم المنخفضة لهذا المعامل على الانخفاض النسبي في بسط هذه العلاقة بالنسبة لمقامها ومن ثم زيادة طول أحد طرفي هذا المعامل و اقتراب الحوض من شكل المثلث، أما إذا زادت قيمة مساحة الحوض بالنسبة لقيمة مربع طوله فان شكل الحوض في هذه الحالة يقترب من شكل المربع (محمود محمد خضر، ١٩٩٨، ص ٢٤٣). وقد تراوحت قيم هذا المعامل في منطقة الدراسة بين ٠.١١ في حوض وادي حواشية وبين ٠.١٩ في حوض وادي بكر ١ بمتوسط بلغ ٠.١٥، جدول (٥) وشكل (٦).

د- السمات التضاريسية لأحواض التصريف:

يلقي تضرس الأحواض الضوء على المرحلة العمرية التي قطعتها الأنظمة النهرية وكذلك على العوامل التي ساهمت في نشأتها وتطورها (محمود أحمد حجاب، ٢٠٠٤، ص ١٣٣) ويؤثر تضرس الاحواض على حركة المياه والرواسب داخل الحوض وقد توصل " شوم " (Schumm, S. A., 1977, pp. 21 – 22) إلى أن هناك علاقة بين انحدار سطح الحوض ومعدلات التعرية، إذ أن قلة تضرس سطح الحوض بمرور

(١) تم حساب معامل الشكل لأحواض التصريف طبقًا لمعادلة (Horton, R. E., 1972, p. 353) وهي = مساحة الحوض كم^{٢} / مربع طول الحوض كم.

الزمن يعمل على تقليل كمية وحجم الرواسب في حوض التصريف، **ويمكن دراسة تضرس أحواض التصريف بمنطقة الدراسة من خلال ما يلي:**

(١) التضاريس القصوى: Maximum Relief

يقصد بها الفارق بين أدنى نقطة منسوب وأعلى نقطة منسوب في الحوض، وهناك علاقة طرديه بين التضاريس القصوى ومعدل الانحدار من ناحية، وشدة الجريان السيلي وكمية المواد المجرفة وبالتالي شدة خطورة الحوض من ناحية أخرى. حيث انه كلما زادت التضاريس القصوى يشتد الانحدار مما يعطى للمياه قوة اندفاع قويه تعمل على نشاط عمليات النحت والإذابة (أحمد إبراهيم صابر، ٢٠٠٧، ص٩٥). وقد تراوحت قيمة التضاريس القصوى في منطقة الدراسة بين ٣٣٧م في وادي بكر ١ وبين ١٠٧٠م في وادي أبو حاد وذلك بمتوسط بلغ ٧٩٥.٤م، جدول (٦) وشكل (٧).

(٢) نسبة التضرس: Relief Ratio

تقيس نسبة التضرس[١] العلاقة بين التضاريس القصوى وبين طول الحوض وبالتالي فهو يعكس صورة مباشرة لدرجة انحدار سطح الحوض، وهو أكثر دلاله من التضاريس القصوى حيث إن التضاريس القصوى لا تأخذ في الاعتبار المسافة الأفقية بين المنسوبين الأدنى والأعلى، وكلما ارتفعت قيمة هذا المعدل زادت خطورة الأحواض حيث تزيد سرعة جريان المياه و تقل وفواقدها (أحمد إبراهيم صابر، ٢٠٠٧، ص٩٥). وقد تراوحت قيمة نسبة التضرس في المنطقة بين ٤.٢ م/كم في حوض وادي حواشية وبين ١٢.٣ م/كم في حوض وادي أبو حاد، بمتوسط بلغ نحو ٩.٥ م/كم.

---

(١) تم حساب نسبة التضرس طبقا لمعادلة (Schumm, S. A., 1956, p. 612) وهي = تضاريس الحوض (م) / طول الحوض (م)

جدول (٦) مساحات وأبعاد أحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

حوض التصريف	التضاريس القصوى	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	درجة الوعورة	التكامل الهبسومتري	معدل الانحدار
وادي حواشية	١٠٣٤	٤,٢	٣,٦	٢,٧٢	٠,٩٤٦	٠,٦٣٦
وادي عامر	٩٤٦	٨,٧	٩,٧	٢,٩٨	٠,٢٤٢	١,٥٤
وادي بكر ٢	٥٩٨	١٠,٢	٦,٢	١,٨٩	٠,٢٤٩	٠,٩٩٩
وادي بكر ١	٣٣٧	١٢	٥,٣	١,٠٤	٠,٢٦٣	٠,٨٩٨
وادي أبو حاد	١٠٧٠	١٢,٣	٣,٦	٢,٩٢	٠,١٠٨	٠,٧٠٣
المتوسط	٧٩٥,٤	٩,٥	٥,٧	٢,٣٢	٠,٥٦	٠,٩٦

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م

(٣) التضاريس النسبية: Relative Relief

توضح التضاريس النسبية[١] العلاقة بين المدى التضاريسي ومقدار محيط الحوض في صورة نسبية تشير إلى درجة تضرس أحواض التصريف، وتوجد علاقة ارتباط سالبة بين التضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخور لعوامل التعرية عند ثبات الظروف المناخية (Schumm, 1954, P. 217) فتدل القيم المنخفضة على شدة مقاومة الصخور، في حين تشير القيم المرتفعة إلى ضعف تلك المقاومة، وقد تراوحت قيمة التضاريس النسبية في المنطقة بين ٣.٦م/كم في وادي أبو حاد وبين ٩.٧م/كم في وادي عامر بمتوسط بلغ نحو ٥.٧م/كم.

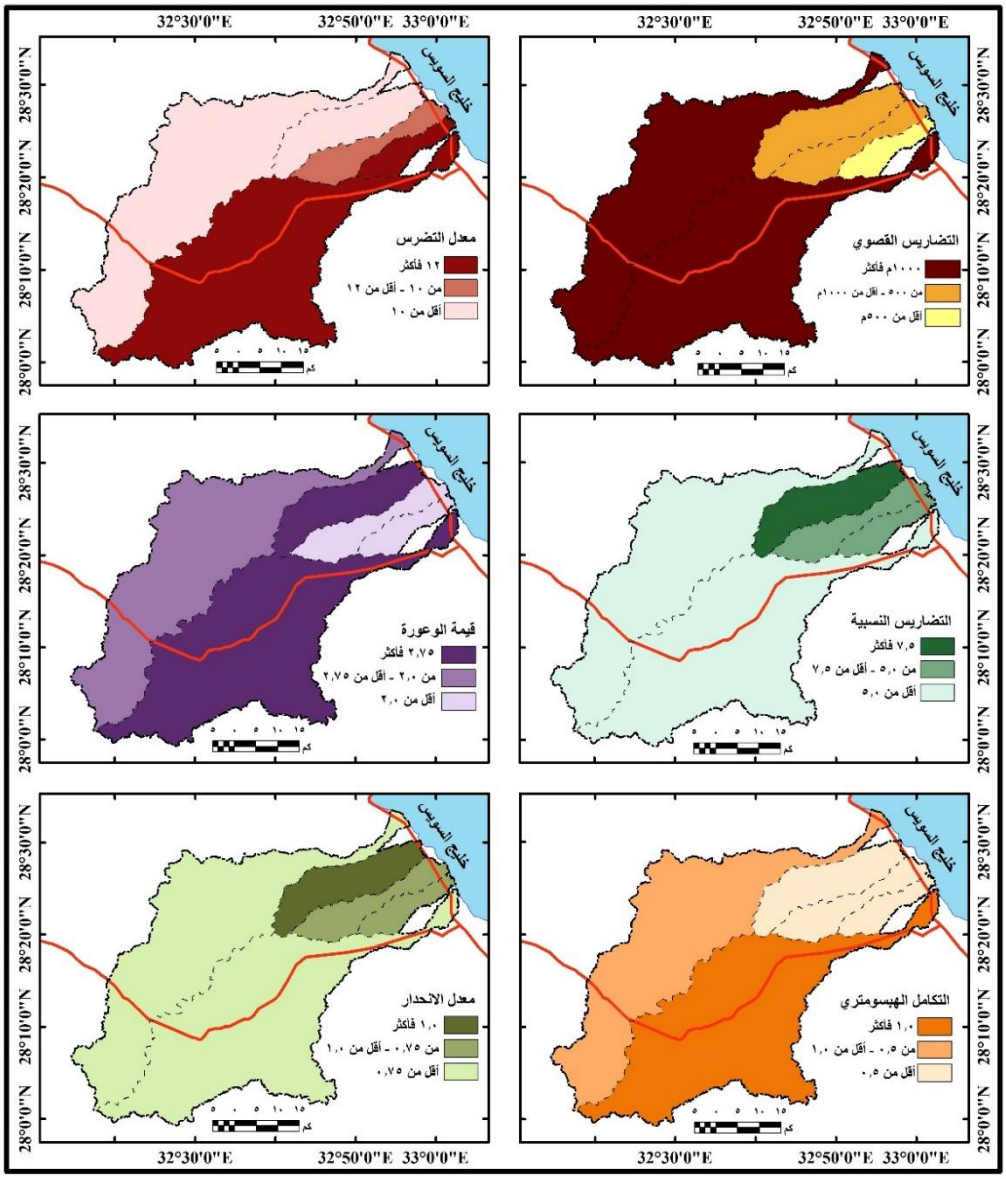
(٤) درجة الوعورة: Ruggedness Number

توضح درجة الوعورة[٢] تقطع سطح الحوض بفعل النحت المائي، حيث تدرس العلاقة بين تضرس الحوض وأطوال مجارى شبكة التصريف. وقد تراوحت قيمة هذا المعامل

(١) تم حساب التضاريس النسبية طبقا للمعادلة: التضاريس الحوضية (م) / محيط الحوض (Schumm, S. A., 1977, P. 60).

(٢) تم حساب درجة الوعورة طبقاً لمعادلة (Doornkamp, j. C., & King, C. A. M., 1971, P. 6) وهي = التضاريس الحوضية × كثافة التصريف / ١٠٠٠ وقد استبدل (أحمد السيد معتوق، ١٩٨٨، ص١٩١) قيمة المقام في المعادلة الأصلية ومقداره (٥٢٨٠) بالرقم (١٠٠٠) ؛ إذ يرى أن المقام الأصلي عبارة عن عدد الأقدام في الميل الواحد، ومن المرجح أن تكون قيم البسط في المعادلة الأصلية مستخرجة اعتماداً على القياس بوحدة الميل ومفرداته، وبناءً على ذلك فقد استبدل المقام في المعادلة الأصلية بالرقم (١٠٠٠) على اعتبار أن القياس يتم بوحدات مترية ورقم (١٠٠٠) يعبر عن عدد الأمتار في الكيلومتر.

في منطقة الدراســـة بين ١.٠٤ في وادي بكر ١ وبين ٢.٩٩ في وادي عامر بمتوســـط بلغ نحو ٢.٣٢.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٧) تضاريس أحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

(٥) التكامل الهبسومترى: Hypsometric Integral

من أدق المعاملات المورفومترية تمثيلاً للفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية للأحواض التصريفية. أي انه يمثل المرحلة العمرية التي يمر بها الحوض التصريفي وذلك استناداً للعلاقة بين المساحة و التضاريس القصوى (محمود محمد خضر، ١٩٩٨، ص ٢٥٦). وتتراوح أحواض المنطقة حسب التكامل الهبسومترى بين ٠.٢٤٢ في وادي عامر وبين ١.٠٨ في وادي أبو حاد.

(٦) معدل الانحدار:

يقيس العلاقة بين المسافة الأفقية (طول الحوض) والمسافة الرأسية (الفرق بين أدنى و أعلى منسوب). ويدل هذا المعامل على مدى تضرس الحوض، حيث كلما زادت قيمة معدل الانحدار دل ذلك على بطء الانحدار و بطء الجريان السيلى وقلة خطورة الحوض والعكس. وتتراوح قيمة معدل الانحدار في منطقة الدراسة بين ٠.٦٤ في وادي حواشية وبين ١.٥ في وادي عامر بمتوسط معدل انحدار بلغ نحو ٠.٩٦، وهي قيم منخفضة تدل على شدة تضرس أحواض تصريف منطقة الدراسة وشدة انحدارها وخاصة في الأجزاء الغربية منها.

ثالثًا: التحليل المورفومتري لشبكات التصريف:

أ- رتب المجارى: Stream Order

ترتبط رتب المجارى وأعدادها ارتباطاً وثيقاً بالنظام الهيدرولوجي للأحواض. وقد اتبع الطالب في دراسته لشبكات التصريف طريقة Strahler حيث إنها تعد أسهل الطرق و أكثرها شيوعاً مما يؤدى إلى سهولة المقارنة بنتائج الدراسات الأخرى، وقد

تراوحت رتب المجاري في المنطقة بين الرتبة الخامسة في أودية بكر ١ وبكر ٢, وبين الرتبة السابعة في وادي أبو حاد، جدول (٧) وشكل (٨).

ب- أعداد مجارى الأودية: Stream Number

يؤدي زيادة أعداد المجارى المائية الي رفع كفاءة شبكة المجارى المائية في نقل المياه الجارية (غزوان محمد سلوم، ٢٠٠٤، ص١٦٥)، وقد تراوحت أعداد المجاري في المنطقة بين ٢٩٠ مجري في وادي بكر ١ وبين ٤٦٦٠ مجري في وادي أبو حاد، بمتوسط بلغ ٢٠٥٣،٦، جدول (٧) وشكل (٩).

وبلغ عدد مجاري الرتبة الأولى بأحواض تصريف منطقة الدراسة ٧٩٠٣ مجرى، والرتبة الثانية ١٨٢٦ مجرى، ويمثلان معًا ٩٤,٨ % من جملة عدد المجاري المائية بأحواض تصريف المنطقة، وتتفق هذه النتيجة مع دراسات الأودية الجافة في مصر، بينما مثلت مجاري الرتبة من الثالثة إلى السابعة ٥,٢ % من جملة أعداد المجاري. ويؤدي زيادة أعداد مجاري الرتب الدنيا إلى زيادة خطورة الجريان السيلي، ويرجع ذلك إلى أن شبكات تصريف الرتب الأدنى أعلى كفاءة في تجميع وتصريف المياه من الرتب الأعلى (ممدوح تهامي عقل، ١٩٩٨، ص ١٧).

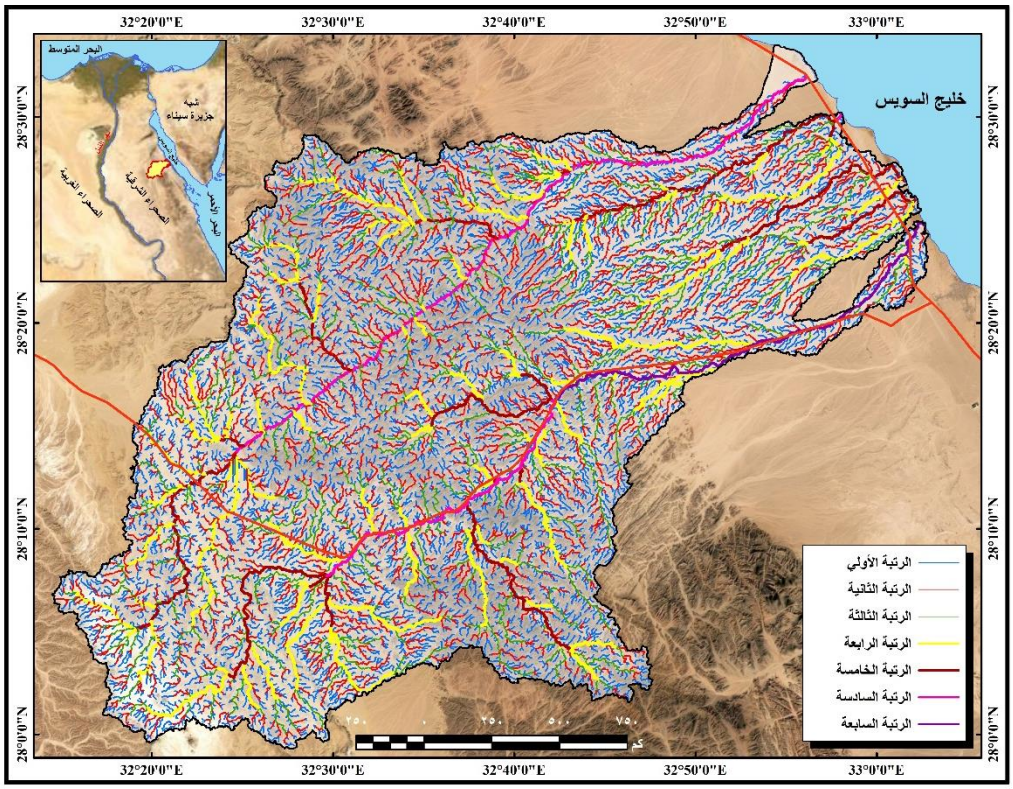
جدول (٧) مساحات وأبعاد أحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

حوض التصريف	الرتب	أعداد المجاري	أطوال المجاري	نسبة التشعب	كثافة التصريف	النسيج الطبوغرافي	تكرار المجاري	بقاء المجاري
وادي حواشية	٦	٣٩٦٦	٢٥٧٨,٦	٥,٠٤	٢,٦٣	١٣,٨٢	٤,٠٥	٠,٣٧٩
وادي عامر	٦	٨٣٩	٧٢٤	٣,٨٣	٣,١٥	٨,٥٧	٣,٦٥	٠,٣١٧
وادي بكر ٢	٥	٥١٣	٤٧١	٤,٥٦	٣,١٦	٥,٣٥	٣,٤٤	٠,٣١٦
وادي بكر ١	٥	٢٩٠	٢٧٤,٣	٣,٩٧	٣,٠٩	٤,٥٧	٣,٢٦	٠,٣٢٣
وادي أبو حاد	٧	٤٦٦٠	٣١٧٦,٦	٣,٨٤	٢,٧٧	١٥,٧	٤,٠٦	٠,٦٠
المتوسط	٥,٨	٢٠٥٣,٦	١٤٤٤,٩	٤,٢٥	٢,٩٦	٩,٦١	٣,٧٠	٠,٣٤

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م

ج- أطوال مجارى الأودية: Stream Length

تؤثر أطوال المجارى على مدى خطورة السيل حيث إن المجارى المائية الطويلة يستغرق بها الجريان وقتاً طويلاً حتى تصل المياه إلى مخرج الوادي، بالإضافة إلى ما يفقد بالتبخر والتسرب خلال هذه الرحلة الطويلة، وقد تراوحت أطوال المجاري داخل أحواض منطقة الدراسة بين ٢٧٤.٣ كم في وادي بكر ١ وبين ٣١٧٦.٦ كم في حوض وادي أبو حاد بمتوسط أطوال بلغ نحو ١٤٤٤.٩ كم في الحوض الواحد، جدول (٧) وشكل (٩).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٨) شبكة التصريف المائي في أحواض منطقة الدراسة

د- نسبة التشعب: Bifurcation Ratio

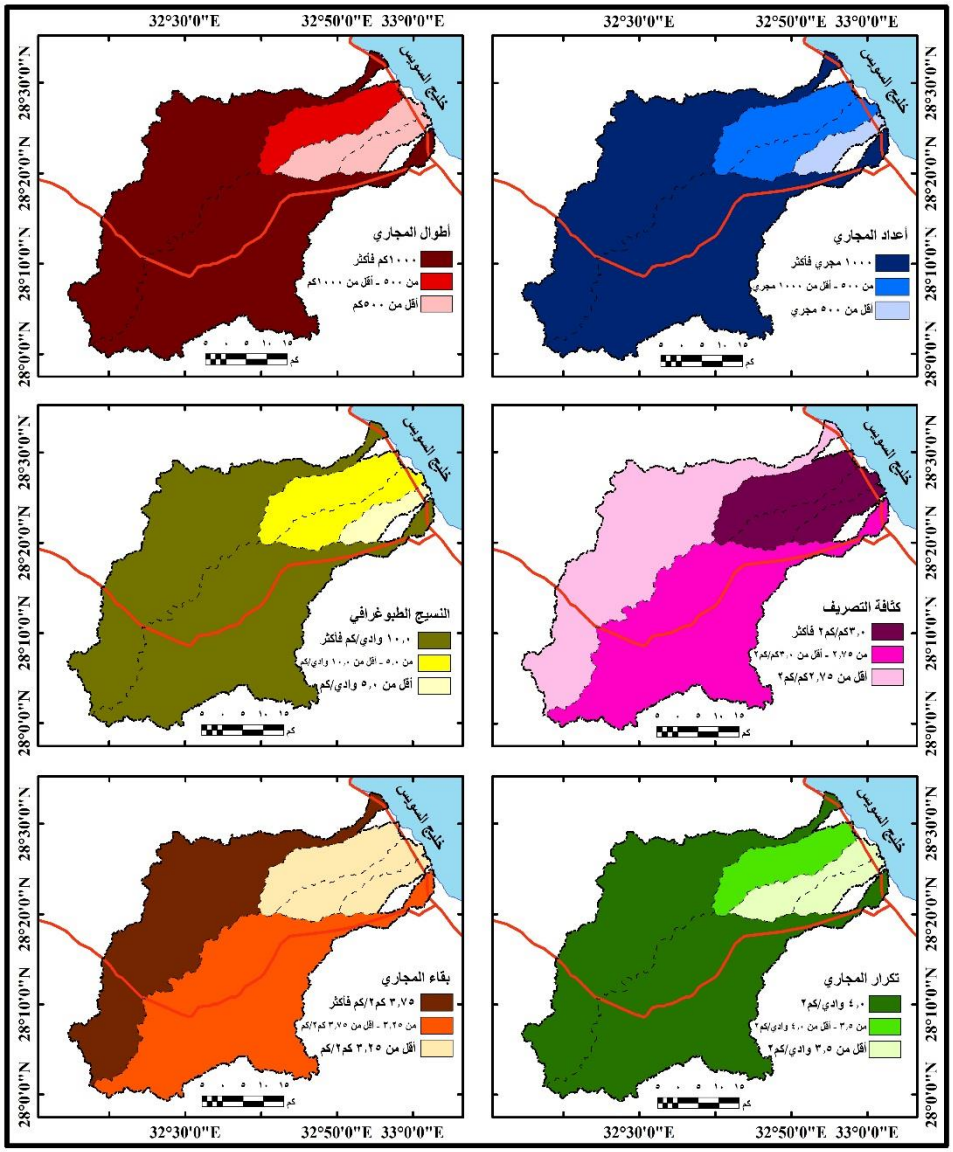
تشير إلى النسبة بين عدد المجارى النهرية لرتبة ما وعدد المجارى للرتبة التي تليها مباشرة، حيث تتأثر بشكل الحوض، فالأحواض المستطيلة ترتفع بها نسبة التشعب وبالتالي فان المياه الساقطة على الحوض تصل إلى الوادي الرئيسي في فتره زمنيه أقصر من الأحواض المستديرة (أحمد سالم صالح، ١٩٩٩، ص٥٣)، وقد تراوح متوسط نسبة التشعب في أحواض تصريف منطقة الدراسة بين ٣.٨٣ في وادي عامر وبين ٥.٠٤ في وادي حواشية بمتوسط بلغ نحو ٤.٢٥، جدول (٧).

هـ- كثافة التصريف: Drainage Density

تعد كثافة التصريف[١] مؤشراً مهماً يوضح مدى تعرض سطح الحوض لعمليات النحت والتقطع بواسطة المجارى المائية، وتعد أحد أهم المتغيرات التي تحدد حجم الجريان السطحي، وكمية الحمولة، كما تعكس اثر كل من نوع الصخر ونظامه، التربة، التضاريس (عويس أحمد الرشيدي، ١٩٩٤، ص٨٣). ويدل ارتفاع قيمها على ضعف الصخور وتعرضها للنحت، بينما يدل انخفاضها علي صلابة الصخور، وقد تراوحت قيمة كثافة التصريف بين ٢.٦كم/كم٢ في حوض حواشية وبين ٣.١٦كم/كم٢ في حوض وادي بكر ٢ بمتوسط بلغ نحو ٢.٩٦كم/كم٢ ، جدول (٧) وشكل (٩) ، مما يعني وقوع أحواض تصريف منطقة الدراسة ضمن فئات أحواض التصريف منخفضة الكثافة تبعًا لتصنيف موريساوا (Morisawa, M ., 1985, P. 140)، ويرتبط انخفاض قيمة الكثافة التصريفية ارتباطًا كبيرًا بانخفاض معدل نفاذية الصخور

(١) تم حساب كثافة التصريف طبقا لمعادلة (Horton, R. E., 1945, p. 293) = مجموع أطوال المجاري / المساحة الحوضية

(Leopold, L.B., et al, 1964, P. 101)؛ حيث أن صـخور منطقة الدراسـة في معظمها نارية ومتحولة غير منفذة للمياه.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (٩) خصائص شبكات التصريف المائى بمنطقة الدراسة

و–معدل النسيج الطبوغرافي: Texture Ratio

يعبر معدل النسيج الطبوغرافي[١] عن درجة تقارب المجارى المائية في الحوض دون النظر إلى أطوالها، ويستفاد منه في تحديد مدى تقطع الحوض بالمجارى المائية(جودة حسنين جودة و آخرون،١٩٩١، ص٣٣٠)، وقد تراوحت قيمة النسيج الطبوغرافي في أحواض تصريف المنطقة بين ٤.٦ وادي/كم في حوض بكر ١ وبين ١٥.٧ وادي/كم في حوض وادي أبو حاد، جدول(٧) وشكل (٩).

ز–معدل تكرار المجارى: Stream Frequency

يعبر معدل تكرار المجاري[٢] عن العلاقة بين مجموع أعداد المجارى في حوض ما ومساحته، حيث يعطى صوره جيده عن مدى تقطع سطح حوض التصريف، فضلاً عن كفاءة شبكة التصريف في سرعة نقل المياه، وتراوح معدل تكرار المجاري في المنطقة بين ٣.٣ وادي/كم٢ في حوض وادي بكر ١ وبين ٤.٠٦ وادي/كم٢ في حوض وادي أبو حاد، جدول(٧) وشكل (٩)، وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلى إمكانية عالية لتجميع المياه داخل حوض التصريف ومن ثم إحداث جريان سطحي بصورة أكبر، بينما تشير القيم المنخفضة إلى وجود عدد قليل من الروافد مما يقلل من فرصة حدوث السيول ويزيد من فرصة تسرب المياه (El Shamy, I. Z., 1985, p.353).

ط–معدل بقاء المجاري: Stream Maintenance

يدل معدل بقاء المجاري[٣] على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذيه الوحدة الطولية الواحدة من أودية شبكة التصريف، حيث كلما كبر دل هذا على اتساع المساحة

---

(١) معدل النسيج الطبوغرافي = مجموع أطوال المجاري في الحوض / طول محيط الحوض كم (Smith, K. G., 1958, p. 998)

(٢) معدل تكرار المجاري = مجموع أعداد المجاري / المساحة الحوضية (كم٢) (Horton, R. E., 1945, p. 285)

(٣) معدل بقاء المجاري = المساحة الحوضية / مجموع أطوال المجاري = ١ / الكثافة التصريفية (Schumm, S. A., 1956, p. 607)

الحوضية على حساب أودية شبكتها المحدودة الطول، ومن ثم تقل كثافتها التصريفية، ويتراوح معدل بقاء المجاري في أحواض تصريف منطقة الدراسة بين ٠.٣١٦كم٢/كم في حوض وادي بكر ٢ وبين ٠.٣٨كم٢/كم في حوض وادي حواشية، جدول (٧) وشكل (٩).

رابعًا: العوامل المؤثرة في حدوث الجريان السيلى:

يتأثر الجريان السيلى بعدة عوامل من أهمها:

١- العوامل المناخية.

٢- العوامل الهيدرولوجية لأحواض التصريف.

٣- الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف.

١-العوامل المناخية.

لا شك أن العوامل المناخية لها دور مهم في إحداث الجريان السيلي، حيث تتضافر مجموعة من العناصر المناخية المختلفة في تشكيل السيول، ولعل ذلك كله أدعي بالضرورة إلي إلقاء الضوء علي بعض العناصر المناخية السائدة في المنطقة والتي يمكن أن تؤثر بشكل أو بآخر في تكوين السيول وتزيد من حدتها، وتم الاعتماد في دراسة مناخ منطقة الدراسة علي بيانات محطة أرصاد رأس غارب، جدول (٨). وسوف يتم دراسة الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة عن طريق دراسة عناصر المناخ الرئيسية وهي: الحرارة، الرياح، الرطوبة، التبخر، الأمطار.

أ. الحرارة:

تعد الحرارة من العوامل المناخية المؤثرة في الجريان السيلي حيث أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلي ارتفاع معدلات التبخر مما يزيد من كمية المياه المفقودة

وبالتالي يقلل من خطورة الجريان السيلي والعكس صحيح، وقد بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة العظمي في محطة رأس غارب حوالي ٣١.٨ درجة تصل إلي أقصاها في فصل الصيف حيث بلغت ٣٨.٦ درجة في شهر يونيو، أما درجة الحرارة الصغرى فيبلغ متوسطها السنوي في المنطقة حوالي ٢٠.٥ درجة تصل أقصاها في شهر يوليو حيث بلغت ٢٦.٧ درجة في حين تصل أدناها في شهر فبراير حيث بلغت ١٣درجة، جدول (٨) وشكل (٩).

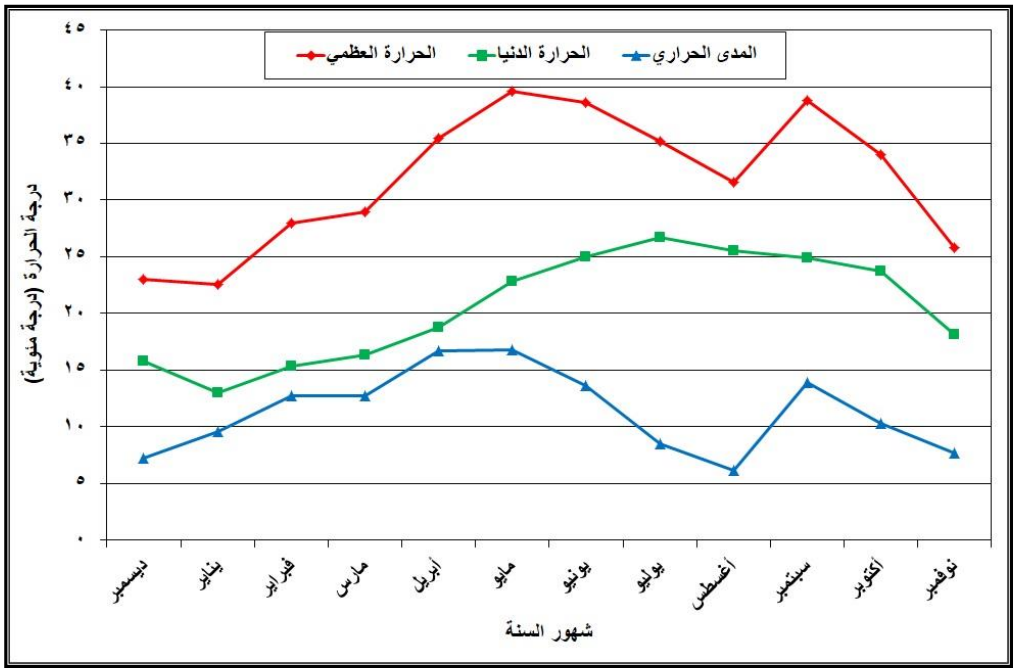
جدول (٨) بعض العناصر المناخية بمنطقة الدراسة

المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	المتوسط السنوي
الحرارة العظمى	٢٣	٢٢,٦	٢٨	٢٩	٣٥,٥	٣٦,٩	٣٨,٦	٣٥,٢	٣١,٦	٣٨,٨	٣٤	٢٥,٨	٣١,٨
الحرارة الدنيا	١٥,٨	١٣	١٥,٣	١٦,٣	١٨,٨	٢٢,٨	٢٥	٢٦,٧	٢٥,٥	٢٤,٩	٢٣,٧	١٨,١	٢٠,٥
المدى الحراري	٧,٢	٩,٦	١٢,٧	١٢,٧	١٦,٧	١٦,٨	١٣,٦	٨,٥	٦,١	١٣,٩	١٠,٣	٧,٧	١١,٣
الرطوبة النسبية	٥٦	٥٧	٦٥	٦٦	٥٥	٥٧	٧٢	٧٤	٦٦	٦١	٥٤	٥٣	٦١,٣
التبخر	٨,٦	٩,٣	١١,١	١٤	١٨,٢	١٩	٢٢,٣	٢٠,٥	١٨,٢	١٧,١	١٣,٦	١٢,٤	١٥,٤
سرعة الرياح	٢١,١	٢١,٥	٢١,٣	٢٤,٨	٢٥,٧	٢٦,٦	٢٥,٥	٢٣,١	٢٢,٨	٢٢,٩	٢١,٣	٢١,٨	٢٣,٢
المطر	٣	١,١	٣,١	٠,٤	٢	١,٦	صفر	صفر	صفر	صفر	٢	صفر	١٣,٢

المصدر : بيانات الهيئة العامة للارصاد الجوية، سجلات المحطات المناخية (محطة رأس غارب)، قسم المناخ، القاهرة.

ب. الرطوبة النسبية:

تعد الرطوبة النسبية عنصرًا فعالاً ومؤثرًا على كثير من العمليات الطبيعية والجوية، حيث تعد من العوامل المساعدة على الاحتفاظ بالحرارة الكامنة، حيث إن وجودها بكثرة يعرقل فاعلية الإشعاع الأرضي ويقلل نسبة التبخر حيث يكون الهواء مشبع ببخار الماء وبالتالي لا يحتاج إلى بخار ماء زائد بينما عندما يكون الهواء بدون الرطوبة النسبية يصبح عرضة لفقد حرارته بسرعة، وتتناقص الرطوبة النسبية في مصر بالاتجاه جنوبا وذلك مع تناقص تأثير الرياح الرطبة بصفة عامة.



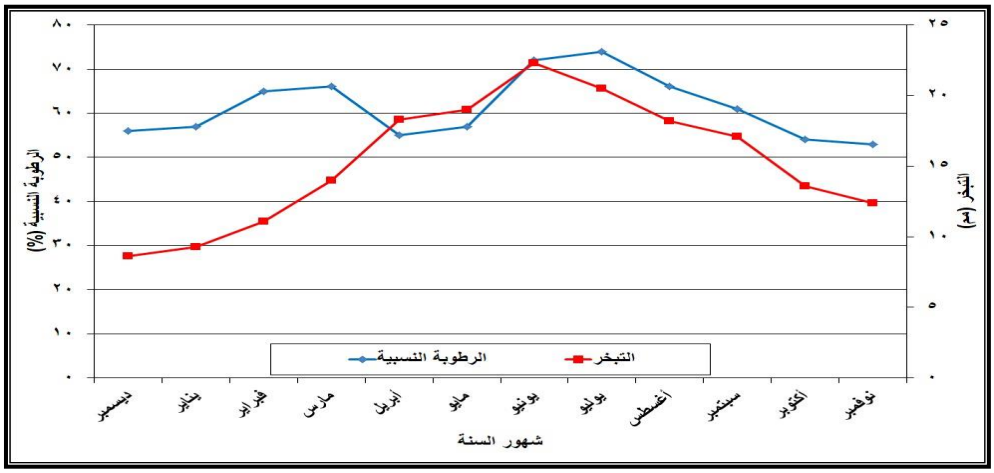
شكل (٩) درجات الحرارة بمنطقة الدراسة

كما تعد الرطوبة النسبية من عناصر المناخ المهمة والمؤثرة في نشاط العمليات الطبيعية من تجوية بأنواعها والتي تؤدي إلي تفكك الصخور وتحللها تمهيدًا لحملها ونقلها بواسطة العمليات الجيومورفولوجية الأخرى والتي أهمها مياه السيول، وبالتالي فان تأثيرها يتمثل في أن ارتفاع معدلاتها يزيد من احتمالية حمل السيل لكمية كبيرة من المفتتات والرواسب، وقد بلغ المتوسط السنوي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة حوالي ٦١.٣ % يزيد هذا المعدل ليصل إلي ٧٤ % في شهر يوليو بينما يقل في شهر نوفمبر ليصل إلي ٥٣ %، جدول (٨) وشكل (١٠).

ج. التبخر:

يساهم التبخر كأحد عناصر المناخ في الجريان السيلي بشكل كبير حيث يؤدي في حالة ارتفاع معدلاته إلي زيادة معدلات المياه المفقودة وبالتالي يقلل من صافي

الجريان ومن ثم خطورة الجريان السيلي، وقد بلغ متوسط التبخر السنوي في المنطقة حوالي ١٥.٤ مم يرتفع هذا المعدل ليصل إلي ٢٢.٣ مم في شهر يونيو بينما ينخفض ليصل إلي ٨.٦ مم في شهر ديسمبر، جدول (٨) وشكل (١٠).



شكل (١٠) الرطوبة النسبية والتبخر بمنطقة الدراسة

د. الرياح:

تعد الرياح من أهم عناصر المناخ من الناحية الجيومورفولوجية، ويمتد تأثيرها إلى كثير من المجالات البشرية والاقتصادية، كما إنها تعتبر عاملا لنقل السحب وجلب الأمطار ومع ذلك نجد أن مظاهر سطح منطقة الدراسة تؤثر على الرياح التي تهب عليها، فتتخذ الاتجاه الشمالي الغربي والشمالي كاتجاه رئيسي لها، جدول (٩).

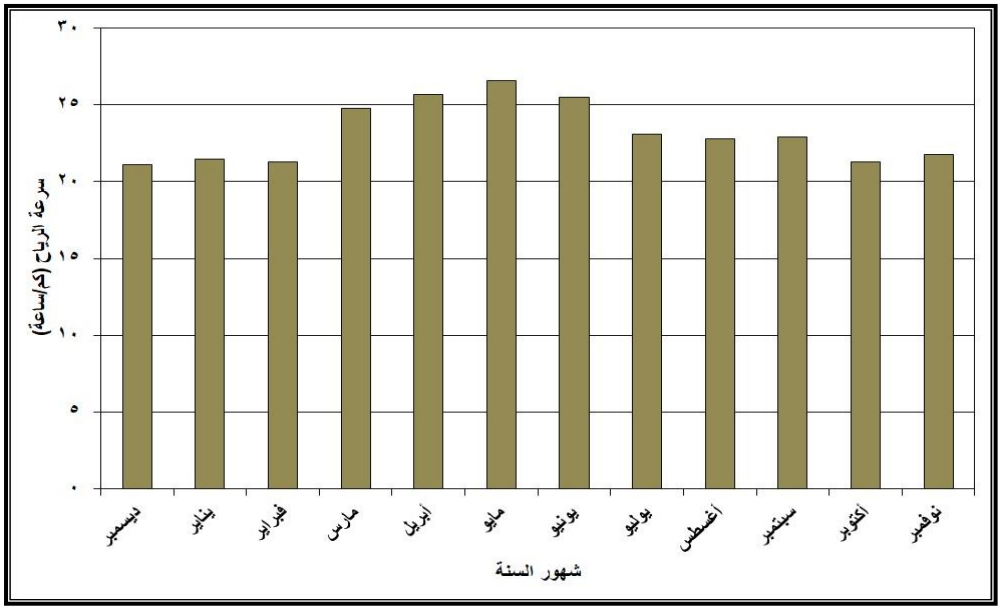
وبصفة عامة فإن الرياح الشمالية الغربية هي الرياح السائدة في منطقة الدراسة وذلك بنسبة هبوب بلغت حوالي ٣٤.٢٪ تليها الرياح الشمالية بنسبة ٣٣.١٪ تليها الرياح الشمالية الشرقية بنسبة ١٥.٢٪، أما اقل اتجاهات الرياح هبوب فيتمثل في اتجاه الجنوب الغربي وذلك بنسبة ١.٤٪ يليه الجنوب بنسبة ١.٧ % ثم الشرق بنسبة ٢.١٪.

أما بخصوص سرعة الرياح فقد بلغ متوسط سرعتها في منطقة الدراسة حوالي ٢٣.٢كم/ساعة، يرتفع هذا المعدل ليصل إلي ٢٦.٦كم/ساعة في شهر مايو بينما ينخفض ليصل إلي ٢١.١كم/ساعة في شهر ديسمبر، شكل (١١).

جدول (٩) اتجاهات الرياح الرئيسية بمنطقة الدراسة

المحطة	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
رأس غارب	٣٣,١	١٥,٢	٢,١	٢,٤	١,٧	١,٤	٦,٣	٣٤,٢	٣,٦

المصدر : بيانات الهيئة العامة للارصاد الجوية، سجلات المحطات المناخية (محطة رأس غارب)، قسم المناخ، القاهرة.

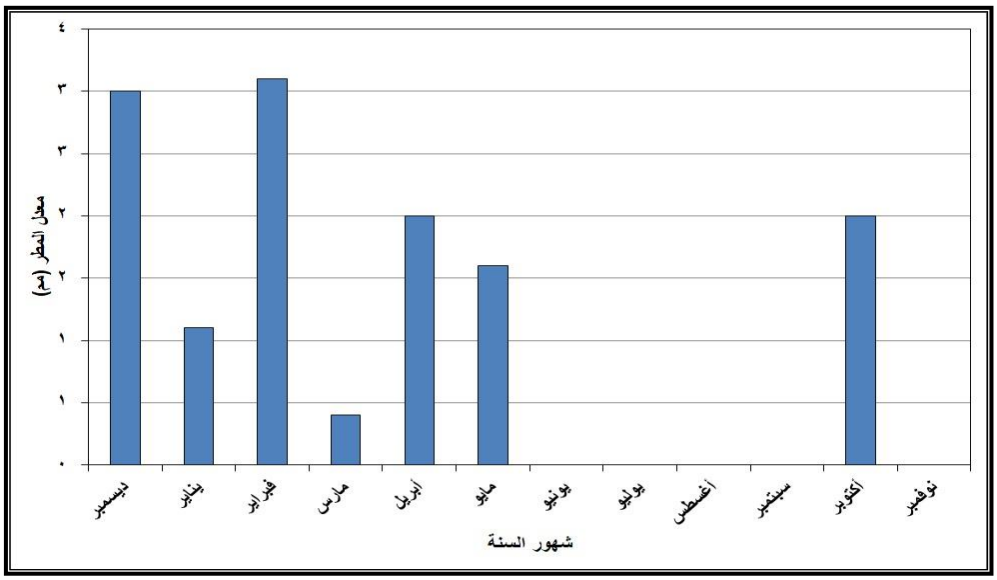


شكل رقم (١١) سرعة الرياح بمنطقة الدراسة

هـ. المطر:

يعد المطر العنصر الرئيسي في جريان السيول حيث يتوقف حجم الجريان المائي علي كمية الأمطار الساقطة ولهذا كان لدراسة المطر أهميته في منطقة الدراسة، وبصفة عامة فقد بلغ متوسط التساقط في منطقة الدراسة ١.١مم يرتفع هذا المتوسط ليصل إلي ٣.١ مم في شهر فبراير و ٣.٠مم في ديسمبر، في حين ينخفض إلي ٠.٤ مم في شهر

مارس وينعدم التساقط تماما في فصل الصيف، في شهور يونيو ويوليو وأغسطس وسبتمبر، جدول (٨) وشكل (١٢).



شكل (١٢) كمية المطر السنوي بمنطقة الدراسة

٢- العوامل الهيدرولوجية لأحواض التصريف:

أ- زمن التركيز: Time of Concentration

يقصد بزمن التركز[١] الفترة الزمنية التي تستغرقها الأمطار المتساقطة على أبعد نقطه من خط تقسيم المياه لتصل إلى مخرج الحوض على شكل مياه جاريه (محمد فضيل بوروبه، ١٩٩٩، ص٤١). وكلما زادت الفترة الزمنية دل ذلك على أن حوض التصريف يتسم بمعدلات خطورة منخفضة والعكس صحيح، فالأحواض التي تسجل زمن تركز منخفض تتميز باحتمالية خطورة مرتفعة نتيجة لوصول كميات كبيرة من المياه إلى

(١) زمن التركز TC = (0.00013) (L 1.15) (H 0.38)
حيث أن TC = زمن التركز L = طول المجرى الرئيسي (م) H = الفارق التضاريسي (م)
(US. Conservation Service, 1972) نقلاً عن (محمود دياب راضي، ١٩٩٢، ص ٣٦).

المجاري النهرية بعد وقت قصير من سقوط الأمطار، وقد تراوحت قيمته في منطقة الدراسة بين ١١٢.١ دقيقة في حوض وادي بكر ١ وبين ١٢٦١ دقيقة في حوض وادي أبو حاد، وذلك بمتوسط بلغ نحو ٦٤٣.٤ دقيقة، جدول (١٠) وشكل (١٣)، وهي فترة زمنية قصيرة تؤدي إلى ارتفاع معدلات خطورة الجريان السطحي بمنطقة الدراسة.

جدول (١٠) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

حوض التصريف	زمن التركز	زمن التباطؤ	معدل التصريف	حجم التصريف	زمن التصريف	سرعة الجريان
وادي حواشية	١١٤٨,٨	٦٨٩,٣	٧٣٦,٨	١١٩٠,٦	٢,٤	٤,٩
وادي عامر	٣٨٨,٤	٢٣٣,٠	١٩٩,٧	٤٠٤,٥	٠,٩	٥,٤
وادي بكر ٢	٣٠٦,٩	١٨٤,١	١٣٥,٤	٢٨٠,٦	١,٠	٦,٧
وادي بكر ١	١١٢,١	٦٧,٣	٨٥,٠	١٧٧,٣	٠,٥	١٢,٩
وادي أبو حاد	١٢٦١,٠	٧٥٦,٦	٨٥٠,٣	١٤٢١,٥	٢,٥	٤,١
المتوسط	٦٤٣,٤	٣٨٦,١	٤٠١,٤	٦٩٤,٩	١,٥	٦,٨

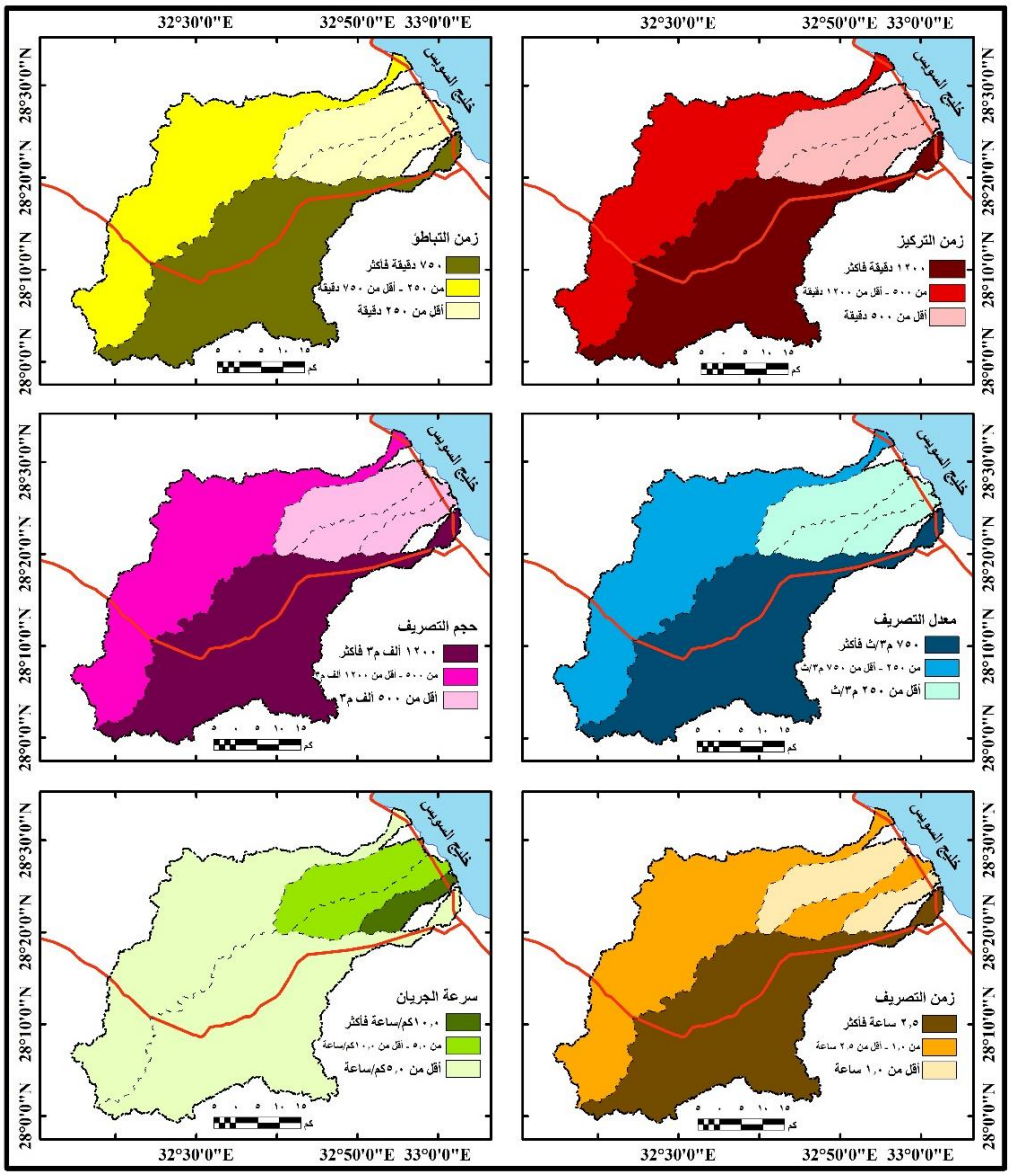
المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م

ب- زمن التباطؤ: Lag – Time

يقصد بزمن التباطؤ[١] الفترة الزمنية بين بداية تساقط الأمطار وبداية الجريان السطحي، ويتميز بزيادة معدلات التسرب والتبخر بسبب ارتفاع درجة حرارة التربة قبل التساقط، وقد تراوحت قيمته في منطقة الدراسة بين ٦٧.٣ دقيقة في حوض وادي بكر ١ وبين ٧٥٦.٦ دقيقة في حوض وادي أبو حاد، وذلك بمتوسط بلغ نحو ٣٨٦.١ دقيقة، جدول (١٠) وشكل (١٣)، وهي قيمة منخفضة إلى حد ما تدل على قصر الفترة الزمنية الفاصلة بين سقوط المطر وبداية حدوث الجريان السطحي، مما يشير إلى أن أحواض

(١) زمن التباطؤ = زمن التركز TC حيث أن Te = زمن التباطؤ Te= 0.6 TC (US. Conservation Service, 1972) نقلاً عن (متولي عبد الصمد، ٢٠٠١، ص ٢٦٢).

تصريف المنطقة ذات كفاءة عالية في تجميع المياه ونقلها وتقليل الفاقد منها، مما يؤدي إلى صعوبة مواجهة أخطار السيول بالمنطقة.



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١٣) العوامل الهيدرولوجية بأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

ج- معدل التصريف:

يقصد به حجم الماء الذي يمر في مساحة كيلو متر مربع ويعبر عنه بالمتر المكعب في الثانية، حيث يفترض أن كل أجزاء الحوض تضيف لحجم التصريف كميه متساوية من الماء علي أساس تساوي كميات المياه المتساقطة وهو لا يتحقق إلا في الأحواض صغيرة المساحة التي لا تزيد مساحتها على ٢٠٠كم٢ (أحمد إبراهيم صابر، ٢٠٠٧، ص ١٠٢)، وقد تراوحت قيمته في منطقة الدراسة بين ٨٥.٠ م٣/ث في حوض وادي بكر ١ وبين ٨٥٠.٣ م٣/ث في حوض وادي أبو حاد وبمتوسط عام بلغ حوالي ٤٠١.٤ م٣/ث، جدول (١٠) وشكل (١٣).

د- حجم التصريف:

يقصد به مجموع ما يمكن أن تصرفه شبكة تصريف الحوض، ويقاس بالألف متر مكعب، ومن خلاله يمكن التعرف على مدى خطورة الأودية بما تجلبه من مياه لمخرجها، وقد تراوحت قيمته في أحواض تصريف منطقة الدراسة بين ١٧٧.٣ ألف م٣ في حوض وادي بكر ١ وبين ١٤٢١.٥ ألف م٣ في وادي أبو حاد وبمتوسط عام بلغ نحو ٦٩٤.٩ ألف م٣، جدول (١٠) وشكل (١٣).

هـ - زمن التصريف:

يقصد به الفترة الزمنية اللازمة لكي يصرف الحوض كافة مياهه من منطقة المنبع حتى منطقة المخرج عند المصب، وقد تراوحت قيمته في أحواض تصريف منطقة الدراسة بين ٠.٥ ساعة في حوض وادي بكر ١ وبين ٢.٥ ساعة في حوض وادي أبو حاد وبمتوسط عام بلغ نحو ١.٥ ساعة، جدول (١٠) وشكل (١٣).

و- سرعة الجريان: Velocity

تعد من المعاملات الهيدرولوجية المهمة للغاية عند دراسة السيول في أحواض التصريف وذلك لكونها تؤثر على مقدار النحت وحجم ونوع الرواسب وكذلك قوة جريان المياه، مما يعكس الخطورة التي تمثلها أحواض التصريف، حيث العلاقة طردية بين سرعة الجريان ودرجة خطورة الأحواض، وتراوحت سرعة جريان المياه في أحواض تصريف المنطقة بين ٤.١كم/ساعة في حوض وادي أبو حاد وبين ١٢.٩كم/ساعة في حوض وادي بكر ١, وبمتوسط عام بلغ نحو ٦.٨كم/ساعة، جدول (١٠) وشكل (١٣)، وتدل هذه القيم على سرعة الجريان السطحي، وبالتالي ارتفاع قدرة وكفاءة المجاري المائية بالمنطقة على نحت ونقل الرواسب والمفتتات.

٣-الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف:

أ- أحجام المياه الساقطة على أحواض التصريف:

يتوقف حجمها على مساحة الحوض، حيث تم الاعتماد على المساحة وأكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد على محطة رأس غارب (٣٥.٠مم) والتي سقطت بتاريخ ٢٨ أكتوبر عام ٢٠١٦م حيث إنها أقرب المحطات لأحواض منطقة الدراسة، **وقد تم حساب أحجام المياه الساقطة من خلال المعادلة التالية:**

كمية المياه الساقطة = مساحة الحوض × أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد

وقد بلغ متوسط حجم المياه الساقطة علي أحواض تصريف المنطقة في حال كانت قيمة التساقط ٣٥.٠ مم حوالي ١٨.١ مليون م٣، ترتفع إلي ٤٠.١ مليون م٣ في حوض وادي أبو حاد بينما تبلغ أقل قيمة لها ٣.١ مليون م٣ في حوض بكر ١ وذلك

بحكم صغر مساحة حوضه، وهي قيم مرتفعة جدا ينتج عنها حدوث سيول خطيرة عند سقوط أمطار بهذه الكمية، جدول (١١) وشكل (١٤).

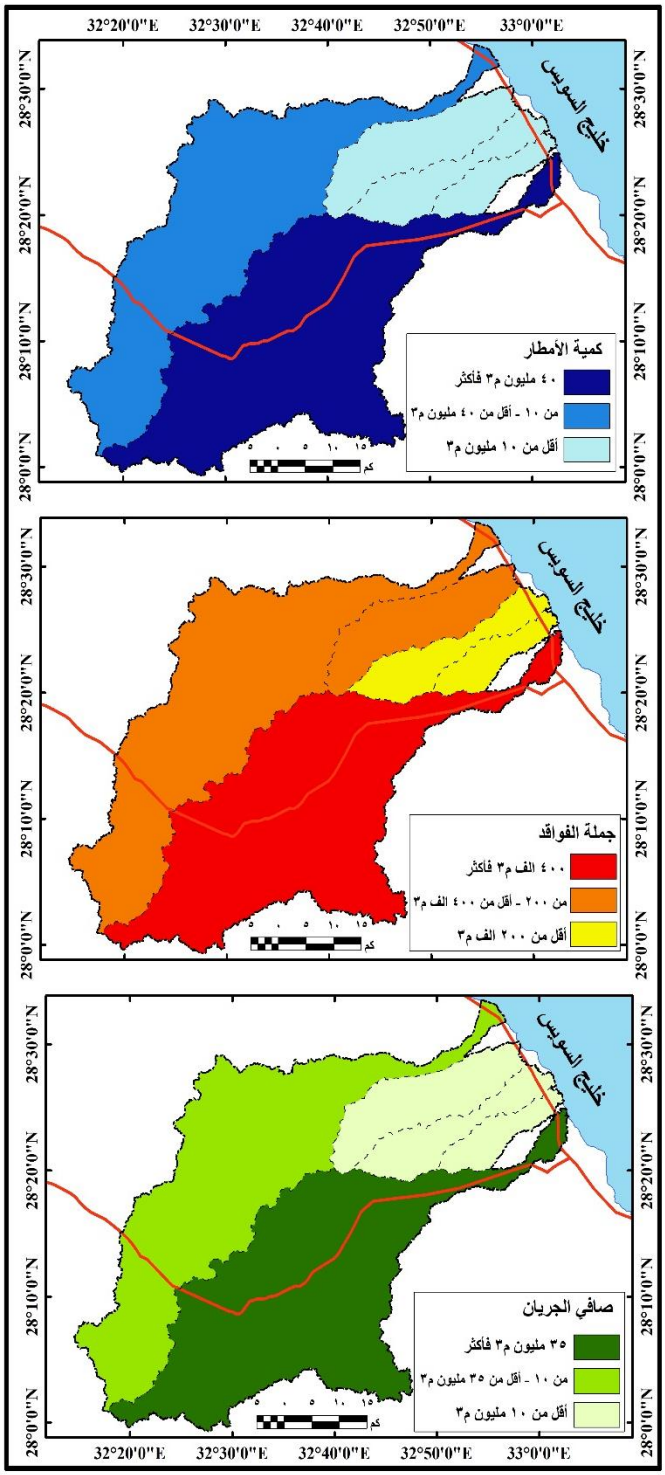
جدول (١٠) الميزانية الهيدرولوجية لأحواض تصريف منطقة الدراسة

حوض التصريف	كمية المطر	التبخر خلال زمن الجريان	التبخر خلال زمن التباطؤ	قيم التسرب الثابتة	جملة الفواقد	صافي الجريان
وادي حواشية	٣٤٢٢٦٥٠٠	١٥٠٥٩٦٦	٨٩٨٨٨٦	٣٧٠٨٢٠	٢٧٧٥٦٧١	٣١٤٥٠٨٢٩
وادي عامر	٨٠٢٥٥٠٠	١٣٢٤٢٠,٨	٧١١٧٤,٧	٣٢٦٠٦,٥	٢٣٦٢٠٢	٧٧٨٩٢٩٨
وادي بكر ٢	٥٢١١٥٠٠	٩٥٥٤٤,٢	٣٦٥٦٩,٨	٢٣٥٢٦,٢	١٥٥٦٤٠	٥٠٥٥٨٥٩,٨
وادي بكر ١	٣١٠٤٥٠٠	٢٨٤٥٧,٩	٧٩٤٧,٥	٧٠٠٧,٣	٤٣٤١٢,٧	٣٠٦١٠٨٧,٣
وادي أبو حاد	٤٠١٣١٠٠٠	١٨٣٩٣٣٨	١١٥٦٦٩٠	٤٥٢٩٠٧	٣٤٤٨٩٣٥	٣٦٦٨٢٠٦٥
المتوسط	١٨١٣٩٨٠٠	٧٢٠٣٤٥,٤	٤٣٤٢٥٤	١٧٧٣٧٣	١٣٣١٩٧٢	١٦٨٠٧٨٢٨

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وملفات الارتفاعات الرقمية لمنطقة الدراسة بدقة مكانية ٣٠م

ب- حجم الفاقد:

تؤثر الفواقد على عملية الجريان وذلك عن طريق التبخر والتسرب حيث إن الجريان يتم من خلال فائض المطر المتبقي بعد التبخر والتسرب، وبحساب قيم الفواقد المختلفة والتي تتمثل في مجموع التبخر خلال زمن الجريان والتسرب خلال زمن التباطؤ وقيم التسرب الثابتة، اتضح أن قيمة الفاقد في أحواض منطقة الدراسة تتراوح بين ٤٣.٤ ألف م٣ في حوض وادي بكر ١ وبين ٣.٤ مليون م٣ في حوض وادي أبوحاد، جدول (١١) وشكل (١٤).



المصدر : من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١٤) الميزانية المائية بأحواض التصريف المائى بمنطقة الدراسة

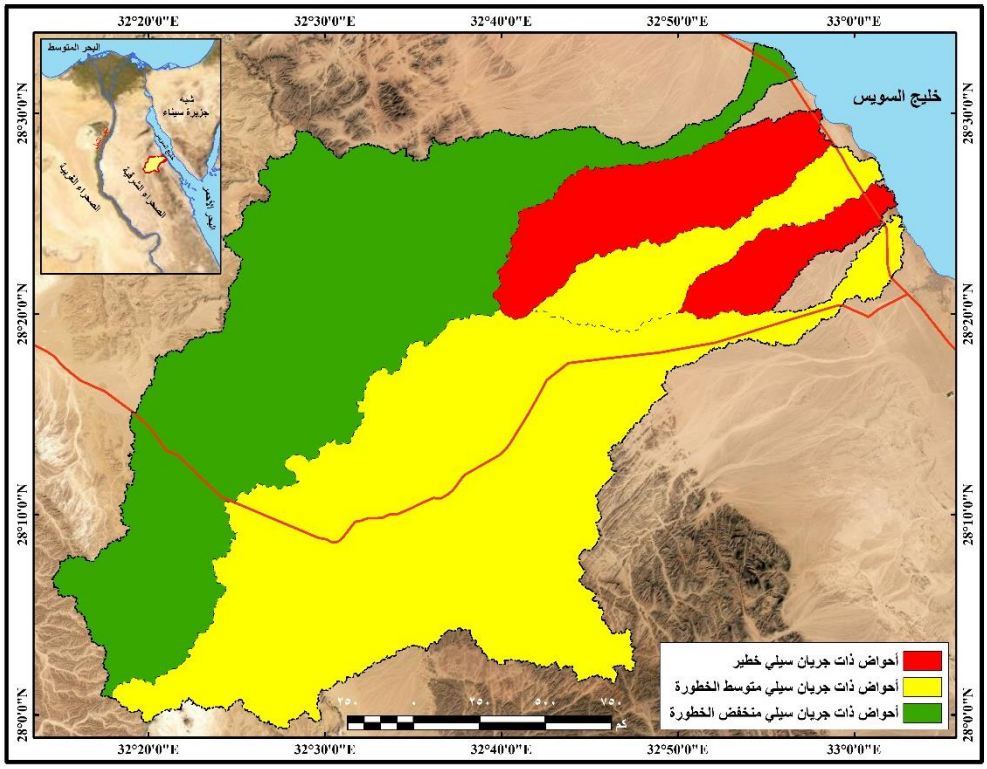
ج- صافى الجريان بأحواض التصريف:

يقصد بصافي الجريان ما يتبقى من المياه بعد خصم الفاقد بالتبخر والتسرب من إجمالي الأمطار الساقطة، ويشير زيادة صافى الجريان إلى زيادة احتمالية حدوث جريان سطحي (أحمد إبراهيم صابر، ٢٠٠٧، ص١١١)، ويتم حساب صافى الجريان من خلال طرح جملة الفواقد من إجمالي التساقط، وقد تراوحت قيم صافي الجريان في أحواض تصريف المنطقة بين ٣.١ مليون م٣ في حوض وادي بكر ١ وبين ٣٦.٧ مليون م٣ في حوض وادي أبوحاد، بمتوسط عام بلغ نحو ١٦.٨مليون م٣، جدول (١١) وشكل (١٤).

خامساً: تصنيف أحواض التصريف تبعاً لدرجة خطورتها:

من خلال دراسة التحليل المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف بالإضافة إلى دراسة الخصائص الهيدرولوجية والميزانية الهيدرولوجية لأحواض تصريف منطقة الدراسة وتصنيفها إلى فئات تبعاً لدرجة خطورة السيل، حيث تم حساب معدل تكرار الأحواض في فئة الجريان السيلي الخطير، الجريان السيلي متوسط الخطورة، الجريان السيلي قليل الخطورة للتعرف على مدى خطورة الأحواض، **وبالتالي يمكن تصنيف الأحواض تبعاً لمعدل تكرارها إلى الفئات التالية:**

- **<u>الفئة الأولى:</u>** وتتمثل في الأحواض منخفضة الخطورة والتي تقل مجموع درجات الخطورة فيها عن ٥٠ درجة وتتمثل في حوض حواشية والذي جاء في فئة الجريان السيلي المنخفض من حيث معاملات محيط الحوض والاستدارة والاستطالة والشكل والتضرس والتضاريس القصوي ومعدل الانحدار وأطوال المجاري وكثافة التصريف وبقاء المجاري وسرعة الجريان.



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً علي الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، ونموذج الارتفاع الرقمي دقة ٣٠ م، باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (١٥) الجريان السيلي بأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة

- **<u>الفئة الثانية:</u>** وتتمثل في الأحواض متوسطة الخطورة والتي تتراوح مجموع درجات الخطورة فيها بين ٥٠ إلي ٦٠ درجة وتتمثل في أحواض أبو حاد وبكر ٢ والتي جاءت في فئة الجريان المنخفض من حيث معاملات المساحة والوعورة وتكرار المجاري ومعدل التصريف وحجم التصريف وكمية الأمطار وصافي الجريان في وادي بكر ٢ ومعاملات العرض والمحيط والاستدارة والتضاريس النسبية والتكامل الهبسومتري و معدل الانحدار و أطوال المجاري وزمن التركيز وزمن التباطؤ وزمن التصريف وسرعة الجريان و جملة الفواقد في وادي أبو حاد.

- **الفئة الثالثة:** وتتمثل في الأحواض مرتفعة الخطورة والتي تزيد فيها مجموع درجات الخطورة علي ٦٠ درجة وتتمثل في أحواض بكر ١ وعامر والتي جاءت في فئة الجريان السيلي الخطير من حيث معاملات الطول والعرض والمحيط والاستطالة والشكل والتضرس والتكامل الهبسومتري وأطوال المجاري وكثافة التصريف وبقاء المجاري وزمن التركيز وزمن التباطؤ وزمن التصريف وسرعة الجريان وجملة الفواقد في وادي بكر١ في حين جاءت في نفس الفئة في معاملات الطول والعرض والاستطالة والاستدارة والشكل والتضاريس النسبية والوعورة والتكامل الهبسومتري ومعدل الانحدار وكثافة التصريف وبقاء المجاري وزمن التركيز وزمن التباطؤ وزمن التصريف في حوض وادي عامر أخطر أحواض المنطقة بدرجة خطورة بلغت ٦٤ درجة.

سادساً: الأجزاء المعرضة لخطر السيول في منطقة الدراسة:

بعد العرض السابق للخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المائي، تتعرض الدراسة إلي المناطق التي تواجه خطر السيول حسب درجة الخطر في منطقة الدراسة والتي يمكن عرضها علي النحو التالي:

١- مناطق شديدة الخطورة:

ويقصد بها تلك المناطق التي تتعرض للتدمير الكلي أو الجزئي عند حدوث الجريان السيلي، وتتمثل هذه المناطق فيما يلي:

- **مدينة رأس غارب:** تتعرض مدينة رأس غارب بشكل كبير لخطر الجريان السيلي، حيث تقع المدينة محصورة بين خليج السويس في الشرق والسلسلة الجبلية في الغرب والتي ينحدر منها مجموعة من الأودية أهمها وادي أبو حاد الذي تسبب جريانه السيلي في أكتوبر ٢٠١٦م في تدمير الجزء الغربي من المدينة وغرق أجزاء كبيره

منها، حيث غطت مياه السيول والرواسب الطينية ٣٤.٣٪ من مساحتها صورة (١)، مما ترتب عليه خسائر في الأرواح بلغت نحو ١٤ حالة وفاة و ٣٤ مصاب، إلي جانب الآثار النفسية السلبية التي تعرض لها سكان المدينة، وقد تم تحرير نحو ٨٠٠ محضر بفقدان ممتلكات شخصية من بينها ٣٢٠ محضر خاص بتدمير سيارة ملاكي (هاني ربيع نادي، ٢٠١٩، ص ٦٦).

صورة (١) غرق شوارع مدينة رأس غارب بمياه سيول وادي أبو حاد عام ٢٠١٦

صورة (٢) قطع وإنهيار طريق السويس / الغردقة أمام مخرج وادي أبوحاد قرب رأس غارب

- **طريق الغردقة السويس:** يتعرض هذا الطريق لعمليات التدهور والتدمير المستمر في بعض قطاعاته التي تمر بمخارج الأودية الكبرى التي تقطع سطح المنطقة مثل أودية أبو حاد وعامر وحواشية صورة (٢)، أما في باقي قطاعات هذا الطريق فهو آمن بشكل كبير.

٢- مناطق متوسطة الخطورة:

وهي المناطق التي تتعرض للتدمير الكلي في حالة السيول القوية والجزئي في حالة السيول المنخفضة والمتوسطة، وأهمها **مدينة رأس بكر:** التي تقع بين وادي بكر ١ ووادي أبو حاد وتتعرض باستمرار لخطر السيول بحكم موقعها في نهاية الوادي، صورة (٣). كما تتعرض بعض مراكز الأنشطة البشرية والتعدينية برأس بكر ودلتا وادي عامر لخطر الجريان السيلي، صور (٤ ، ٥).

صورة (٣) أخطار الجريان السيلي على مدينة رأس بكر وطريق السويس / الغردقة

صورة (٤) تأثر بعض مراكز الأنشطة البترولية بمنطقة رأس بكر بأخطار الجريان السيلي لوادي بكر ١

صورة (٥) استخدامات الأرض بدلتا وادي عامر

٣- مناطق قليل الخطورة:

وهي المناطق البعيدة عن أخطار الجريان السيلي، سواء كانت بعيدة عن مصبات الأودية نفسها، كما في مناطق مابين مجاري الأودية، أو الأماكن ذات المناسيب المرتفعة في دلتاوات الأودية مثل دلتا وادي حواشية، صورة (٦)، وأيضا بعض أجزاء من طريق الغردقة / السويس في غير مناطق مصبات الأودية.

صورة (٦) مصنع البتروكيماويات بدلتا وادي حواشية، يلاحظ إقامتة في منطقة مرتفعة لحمايته من أخطار الجريان السيلي

سابعًا: النتائج والتوصيات:

أ- النتائج:

من العرض السابق يمكن الخروج بعدة نتائج تتمثل في:

١- تغطي الصخور الأركية ٤٣.٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي صخور نارية ومتحولة ذات نفاذية منخفضة تساهم في زيادة معدلات الجريان السيلي، في حين أن ٥٦.٢٪ من مساحة المنطقة تتألف من الرواسب الحصوية والرملية والوديانية والسبخية.

٢- يغلب على المنطقة الطابع الجبلي خاصة في أجزائها الغربية، حيث يبلغ المدى التضاريسيلها ١٠٦٨ م، وتشغل المناطق التي يزيد منسوبها عن ٥٠٠ م حوالي ٥٨.٨٪ من جملة مساحتها.

٣- أوضح التحليل المورفومتري لأحواض تصريف منطقة الدراسة اقتراب أحواض تصريف المنطقة من الشكل المستطيل وابتعادها عن الشكل الدائري، وكذلك شدة انحدار وتضرس أحواض التصريف خاصة في الأجزاء الغربية منها.

٤- أوضح التحليل المورفومتري لشبكات التصريف بالمنطقة أن رتب مجاري الأودية بأحواض التصريف تتراوح بين الرتبة الخامسة والسابعة، وأن أعداد مجاري الرتب الدنيا (الأولى والثانية) تشكل ٩٤.٨٪ من جملة أعداد المجاري بأحواض تصريف منطقة الدراسة، ويؤدي زيادة أعداد مجاري الرتب الدنيا إلى زيادة خطورة الجريان السيلي بالمنطقة.

٥- أوضحت دراسة الخصائص الهيدرولوجية أن أحواض تصريف منطقة الدراسة ذات كفاءة عالية في تجميع المياه ونقلها وتقليل الفاقد منها مما يؤدي إلى صعوبة مواجهة أخطار السيول بالمنطقة.

٦- بلغ متوسط صافي الجريان بأحواض التصريف المائي بمنطقة الدراسة ١٦.٨ مليون متر مكعب، وهي كمية كبيرة قادرة على إحداث جريان سيلي خطير.

٧- صنفت أحواض تصريف منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات تبعًا لدرجة الخطورة: أحواض منخفضة الخطورة وتضم حوض وادي حواشية، أحواض متوسطة الخطورة وتضم حوضي أبو حاد وبكر ٢ ، أحواض مرتفعة الخطورة وتضم حوضي بكر ١ وعامر.

٨- تتعرض أجزاء كثيرة من منطقة الدراسة لخطر الجريان السيلي والذي نتج عنه إلحاق الضرر بالمنشآت والممتلكات في بعضها علي النحو الذي تم عرضه.

ب- التوصيات:

وبناء علي ما سبق توصي الدراسة بالتوصيات التالية:

١- إنشاء السدود الترابية والخراسانية بمختلف أحجامها وأنواعها علي الروافد الصغيرة وفي مناطق المنابع وداخل الأودية الرئيسية قبل أن تصل إلي مصبات الأودية لحجز المياه وعزلها وبالتالي الحد من تركيزها في المجاري الرئيسية للأودية ومن ثم التقليل من خطر السيول.

٢- إنشاء سدود غير كاملة البناء علي الروافد شديدة الانحدار لتقليل سرعة السيول وكمية الرواسب التي تنقلها باتجاه المجري، إنشاء مجاري صناعية وقنوات لتوجيه مياه السيول في بطون الأودية أو علي جانبي الطريق، ويراعي في إنشائها أن تكون منخفضة المنسوب ومسايره للانحدار علي أن تنتهي إلي خزانات أو آبار لتخزين مياه السيول فيها.

٣- يراعي في المنشآت بكل أنواعها أن ترتفع بالمنسوب عن مستوي سطح بطن الوادي أو المروحة الفيضية المقام عليها مع إتباع التصاميم الهندسية المنصوص عليها للحد من أخطار السيول.

٤- إعادة دراسة وضع البرابخ والسحارات المقامة على طريق السويس / الغردقة في أماكن تقاطعه مع مخارج الأودية بمنطقة الدراسة، بحيث يتم إعادة تصميمها بما يتماشى مع الطاقة القصوى للسيول والعمل المستمر على تطهيرها.

٥- حفر بعض البحيرات الصناعية في أماكن يتم اختيارها بعناية تامة داخل المجاري الرئيسية لأحواض تصريف منطقة الدراسة، وخاصة القنوات النشطة التي تجري بها مياه السيول بصورة مستمرة.

٦- التعرض بالدراسة للخصائص المختلفة لأحواض وشبكات التصريف والتي يترتب عليها تكوين فكر عام عن مدي خطر تلك المجاري ومن ثم مدي الخطر الذي يمكن أن تتعرض له المنشآت لو تم بنائها في حيز تلك الأحواض.

٧- استخدام الوسائل التكنولوجية للتنبؤ بالسيول مثل دراسة صور الأقمار الصناعية التي تهتم بالظروف المناخية ومتابعة التغير في الأحول المناخية.

٨- إنشاء نظام للإنذار المبكر في المناطق شديدة التأثر بالسيول، إلي جانب عمل نقط مراقبة وتزويدها بوسائل اتصال متقدمة للإبلاغ عن قدوم السيول.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

١- أحمد إبراهيم محمد صابر (٢٠٠٧): الآثار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه في المنطقة الممتدة من الصف إلى العين السخنة، رسالة دكتوراه غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنها.

٢- أحمد السيد محمد معتوق (١٩٨٤): الظاهرات الجيومورفولوجية في المنطقة الساحلية الغربية لخليج السويس، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٣- أحمد السيد محمد معتوق (١٩٨٨): عوض وادي عمباجي (غرب القصير) دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٤- أحمد سالم صالح (١٩٨٩): الجريان السيلي في الصحارى ، دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية ، معهد البحوث والدراسات العربية ، العدد ٥١ .

٥- أحمد سالم صالح (١٩٩٩): الجريان السيلي في الصحارى نظريا ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة.

٦- جودة حسنين جودة، محمود محمد عاشور، وآخرون (١٩٩١): وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبقة الأولى – دار المعرفة الجامعية – الإسكندرية.

٧- حسن رمضان سلامه (١٩٨٢): الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، نشرة دورية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٥٣.

٨- سند سند الشربيني (٢٠٠٥): المنطقة الساحلية فيما بين رأس غارب شمالاً ورأس دب جنوبًا دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا.

٩-صابر أمين الدسوقي (١٩٩٨): جيومورفولوجية دلتا وادي غويبة وأهميتها التطبيقية ، مجلة الجمعية الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد٣١ ، القاهرة .

١٠-عويس أحمد الرشيدي (١٩٩٤): حوض وادي غرندل " دراسة جيومورفولوجية ", رسالة ماجستير غير منشورة, كلية الآداب, جامعة عين شمس.

١١-غزوان محمد أمين سلوم (٢٠٠٤): "جيومورفولوجية أحواض التصريف المائي (شرق وادي النيل) بين حوض وادي سنور شمالاً وجبل قراره جنوباً"، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة أسيوط.

١٢-فتحي عبدالعزيز أبو راضي(١٩٩١): التوزيعات المكانية دراسة في طرق الوصف الإحصائي وأساليب التحليل العددي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

١٣-متولي عبدالصمد عبدالعزيز (٢٠٠١): حوض وادي وتير شرق سيناء، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٤-محمد فضيل بوروبة (١٩٩٩): المدلول الجيومورفولوجي للمتغيرات المورفومترية بالحوض الهيدروغرافى لوادي الكبير الرمال (التل الشرقي – الجزائر) ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ٢٢٩ ، الكويت.

١٥-محمود أحمد محمود حجاب (٢٠٠٤): جيومورفولوجية السهل الساحلي والإقليم الجبلي فيما بين رأس بكر ورأس الدب (غرب خليج السويس), رسالة دكتوراه غير منشورة, كلية الآداب بسوهاج جامعة جنوب الوادي.

١٦-محمود دياب راضي (١٩٩٢): العلاقة بين التساقط والجريان السطحي للمياه في وادي سمائل بسلطنة عمان، رسائل جغرافية، قسم الجغرافية بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٤١.

١٧-محمود محمد خضر (١٩٩٨): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

١٨-ممدوح تهامي عقل (١٩٩٨): أخطار السيول في منطقة شرم الشيخ دراسة جيومورفولوجية، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد ٢٠.

١٩-هاني ربيع نادي محمد (٢٠١٩): النمذجة الهيدرولوجية للجريان السيلي وأثره البيئي بمنطقة رأس غارب بالتطبيق على سيل أكتوبر ٢٠١٦م، حولية كلية الآداب، جامعة بني سويف، عدد خاص ٢٠١٩، ص ص ١٥ – ٧٤.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1- Elnazer, A, A., Salman, A, S., Asmoay, A,S., (2017) : Flash flood hazard affected Raas Gharib city, Red Sea, Egypt: a proposed flash flood channel, Nat Hazards (2017) 89:1389–1400.

2- Abdel-fattah, M., Saber, M., Kantoush, S., Khalil, M., Sumi, T. & Sefelnasr, A. (2017): A Hydrological and Geomorphometric Approach to Understanding the Generation of Wadi Flash Floods. Water. vol. 9. 553; doi :10.3390/w9070553.

3- Ashmawy, M., Abd el-wahed, M., Kamh, S. & AbdalAzim (2014): Drainage Morphometry and its Influence on Runoff of EL-Kouf Watershed NE Libya: A Remote Sensing and GIS Approach. 2nd Scientific Conf. for Environment and Sustainable Development in Arid and Semi-Arid Regions. Ajdabiya. Libya. 14-16 January.15 P.

4- Babar, M. (2005): Hydrogeomorphology: Fundamentals Applications and Techniques. New Delhi. Vedams eBooks Ltd. 274 P.

5- Bajabaa, S., Masoud M., & Al-Amri, N. (2013): Flash flood hazard mapping based onquantitative hydrology, geomorphology andGIS Techniques - case study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia. Arab Journal of Geosciences.DOI 10.1007/s12517-013-0941-2.

6- Doornkamp , J ., & King , C., (1971) : Numerical Analysis In Geomorphology – An Introduction , Edward Arnold , London .

7- El Shamy, I. Z., (1985): Quantitative Geomorphology and Surface Water Conservation in Wadi Matulla – wadi Abbad Area, Central Eastern Desert, Ann. Geol. Surv. Egypt, Vol. 15, pp. 348 – 358.

8- Elnazer, A, A., Salman, A, S., Asmoay, A, S., (2017) : Flash flood hazard affected Ras Gharib city, Red Sea, Egypt: a proposed flash flood channel, Nat Hazards (2017) 89:1389–1400.

9- Gregory, K. J., & Walling, D. E., (1973): Drainage Basin form and Process A Geomorphological Approach, Edward Arnold, London.

10- Gregory, K. J. (1979): Hydrogeomorphology: how applied should we become. Progress in Physical Geography. March. PP. 84 – 101.

11- Horton, R. E., (1945): Erosional Development of streams and their Drainage Basin Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Bull. Geol. Soc. America, Vol. 56, pp. 275 – 370.

12- ---------- (1972): Drainage Basin characteristics, Transactions of the America Geophsical Union, Vol 13, pp. 350 – 361.

13- Leopold, L., Wolman, M., and Miller, J., (1964): Fluvial Processes in Geomorphology, Freeman, London .

14- Morisawa, M. (1958): Measurement of Drainage-Basin Outline Form. The Journal of Geology. Vol. (66), No. 5 September. PP. 587-591.

15- ---------- (1985): Rivers, form and Process. Longman, London.

16- Omran, A., Schroder, D., El-Rayes, A., & Geriexh, M. (2011): Flood Hazard Assessment in Wadi Dahab, Egypt Based on Basin Morphometry Using GIS Techniques. GI_Forum Symposium and Exhibit Applied Geoinformatics. Salzburg. Austria, Wichman. PP. 1–11.

17- Scheidegger, A. (1973): Hydrogeomorphology. Journal of Hydrology. Vol. 20. PP. 193-215.

18- Schumm, S. A., (1954): The Relation of Drainage Basin Relief to Sediment Loss. Int. At. Assoc. London.

19- ---------- (1956): Evolution of Drainage System and Slopes in Badlands at Perth Amboy New Jersy, Bull. Geol. Soc. America, Vol, 67, pp. 597 – 646.

20- ---------- (1977): The Fluvial system, John Wiley & Sons, New York.

21- Schumm, S. A., Dumont, J., Holbrook. J., (2000): Active Technic and Alluvial Rivers, Cambridge Univ. Press, Uk.

22- Shi, Q. (2014): Flood Hazard Assessment along the Western Regions of Saudi Arabia using GIS-based Morphometry and Remote Sensing Techniques. (Unpublished Msc). University of Mainz. King Abdullah University of Science and Technology.

23- Sidle, R., & Onda, Y. (2004): Hydrogeomorphology: overview of an emerging science. Hydrological Processes.Vol 18. PP. 597 – 602.

24- Smith, K. G., (1958): Erosional Processes and Landforms in Badlands, National Monument South Dakota, Bull. Geol. Soc. America, Vol. 69, pp. 975 – 1008.

25- Vogel, R. (2011): Hydromorphology.Journal of Water Resources Planning and Management.Vol. 137 (2). PP. 147-149.

26- Young, A. (1972): Slopes. Edinbruch: Oliver & Boyed.

Hydrogeomorphological analysis of the water drainage basins in the Raas Bakr area "West Gulf of Suez"

Dr.Emad Abdel-fattah Saleh Hafez Elbanna
Lecturer of physical Geography
Faculty of Arts - Beni-Suef University

Abstract:

The Raas Bakr area (the study area) is one of the most areas of the Eastern Desert of Egypt that are stormed by flash floods from time to time, some of which have many destructive effects on the aspects of life in the area. The study area includes five drainage basins: Wadi Hawashiya, Wadi Amer, Wadi Bakr 2, Wadi Bakr 1, and Wadi Abu Hadd. The current study focuses on studying the natural characteristics of the area. Then study the morphometric analysis of water drainage basins and networks, and study the hydrological characteristics and hydrological budget of drainage basins and their impact on the occurrence of runoff and its severity. Based on this analysis, the area's drainage basins were classified into three categories according to the degree of hazard. The areas at risk of torrential flow were also identified, such as: Raas Ghareb, Raas Bakr, Suez / Hurghada Road, and some urban centers and human and mining activities. In the end, the study recommends some recommendations that will reduce the dangers of torrential flow in the study area.

Key Words: Flash floods - drainage basins - water divide line - Gulf of Suez - Raas Bakr - Raas Ghareb - Wadi Abu Hadd - Wadi Hawashiya.