أخطار السيول في جنوب شرق الصحراء الشرقية
دراسة جيومورفولوجية.

د. باسم أحمد السيد خلاف
مدرس الجيومورفولوجية
كلية الآداب- جامعة دمياط

مقدمة:

يعد موضوع دراسة الأخطار الطبيعية وأثرها على مستقبل التنمية من أهم الموضوعات الحيوية فى علم الجغرافية ، وهذا الموضوع لم يلق قدرا كافيا من الاهتمام في مصر بصفة عامة ومنطقة الدراسة بصفة خاصة ، مما حفز الاهتمام بهذا المجال والنظر بعناية تجاه هذا الموضوعات الجديدة التى سوف تظهر آثارها على المدى القريب والبعيد على بيئة المنطقة. ومن ثم فإن استخدام الصور الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية فى ظل الظروف العلمية الجديدة مفيدة فى دراسة الأخطار الطبيعية ، حيث يستلزم الأمر دراسة ومعرفة المتغيرات المكانية المختلفة وتحليل خصائصها لمعرفة طبيعتها.

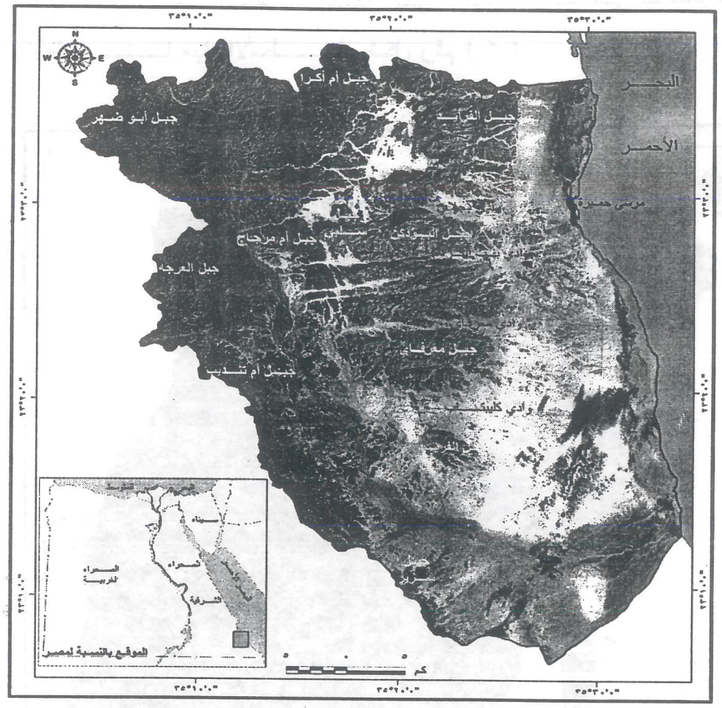
وتعد السيول من أشد الأخطار الجيومورفولوجية التي تتأثر بها المنشآت العمرانية و شبكات الطرق بالجهات الصحراوية الجافة و التي تقع ضمنها منطقة الدراسة ، ويتوقف تكونها وخطورتها على عدة عوامل أهمها كمية المطر وخصائصه، ونوع الصخر وتأثيرة على حجم الفاقد بالتسرب ، وكمية الفاقد بالتبخر ، وخصائص حوض وشبكة التصريف ، وحالة الغطاء النباتي (Goudi , A ., 2003 , P , 6) ، (Ashour , M ., 2002 ,P , 101) (سمير سامي ، ٢٠٠٠ ، ص ٤٤٩). وعلى أية حال تمثل هذه الدراسة محاولة لإبراز دور علم الجغرافيا فى الوصول الى تحقيق أهداف إستراتيجية كالهيمنة والسيطرة على المنطقة الحدودية اقتصاديا وتنمويا وسياسيا والتى

تمثل منطقة خطر دائم على الحدود الشرقية. وتعد محاولة – أيضا– جيـدة لدراسة السيول فى أقصى جنوب مصر. وتعد كذلك من الدراسات العلميـة الحديثة بالغة الأهمية ، لاسيما مع ازدياد الطلب على التعرف على اخطـار السيول وتعمير المنطقة. وقد أخذ الجغرافيون على عاتقهم الاهتمام الكبيـر ببعض الدراسات فى الآونة الأخيرة عن طريق دراسة بعـض المتغيـرات المكانية المختلفة وتقييم المنطقة ، ومن ثم وضع الحلول الملائمة لذلك.

موقع و مساحة منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في جنوب شرق الصحراء الشرقية ، وتطل على البحر الأحمر بساحل يبلغ طوله ٤٩,١٤ كم، وتتخذ موقعاً وسطاً مابين مدينة برنيس في الشمال ومدينة الشلاتين في الجنوب. ويعد وادي حوضين من أبرز المعالم الجغرافية الذي يستدل من خلاله على موقع المنطقة جغرافياً ، حيث يحيطها خط تقسيم مياهه من الغربّ والجنوب الغربي والجنوب ، وتتلاقى منابعه الشمالية مع منابع وادي خداع الذي يحدها من الشمال ، وينتهي مصبيهما إلى البحـــر الأحمـــر الذي يحدها من الشرق ٠ وتتحدد المنطقة فلكياً بدائرتي عرض ً٥٢,٨ ٨ ٢٣ : ً٦,٦ ٣٨ ٢٣ شمالاً ، وبخطي طول ً٥٧,٤ ٤ ٣٥ : ً٧,٢ ٣٤ ٣٥ شرقاً ، ويمر مدار السرطان بالثلث الشمالي منها ، ولهذا فإن مناخها مداري جاف٠

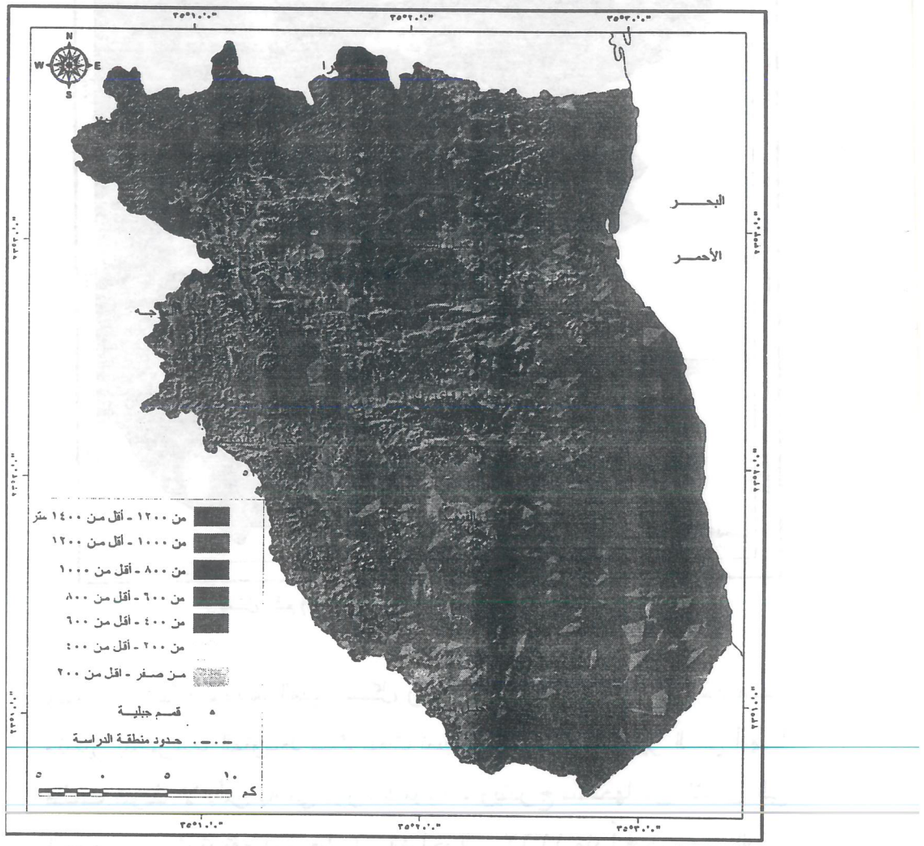
وتبلغ مساحة المنطقة ١٨٥٣,١٥٣ كم٢ ، وتمثل بذلك حوالي ٠,٠٠٨ % من مساحة الصحراء الشرقية، وتمتد طولياً من الشمال إلى الجنوب لمسافة ٤٢,٣٣ كم في المتوسط ، ويبلغ أقصى امتداد طولي في هذا الاتجاه ٥١,٧٥ كم ً ، أما أقل امتداد فلم يزد عن ٢٥ كم ٠ وبالنسبة للامتداد العرضي من الشرق إلى الغرب فقد بلغ متوسطه ٣٤,٧٥ كم وتراوح ما بين ٤٢,٥ كم على امتداد دائرة عرض ٢٣ً ٢٣ْ شمالاً ، ٢٨ كم على امتداد دائرة عرض ١٤ً ٢٣ْ شمالاً ٠



شكل رقم (١) موقع منطقة الدراسة ومعالمها الرئيسية

وتتخذ المنطقة بحدودها المبينة بشكل رقم (١) شكلاً بيضاوياً إلى حد ما، وتتميز بتضرسها المتوسط حيث بلغت نسبتها ٠,٠٣ مما يشير إلى أنها قطعت شوطاً لا بأس به في دورة التعرية ، ويتدرج سطحها من الشمال إلى الجنوب ، حيث ترتفع قمة جبل الفرايد لحوالي ١٣٦٢ متراً فوق سطح البحر ، وتليها نحو الجنوب قمة جبل البودكن التي يبلغ ارتفاعها حوالي ١٢٣٠ متراً ، ثم قمة جبل معرفاي ٩١٥ متراً ، وأخيراً قمة جبل الفريد ٦٣٥ متراً فوق مستوى سطح البحر ٠ وتنتظم القمم الأربعة في سلسلة فقرية تتكون من الصخور الجرانيتية الحديثة تمتد في محور شمالي غربي : جنوبي شرقي

موازية لساحل البحر الأحمر ، وتتحدر على جانبيها الأودية التي تتـــصرف بواسطتهـــــــا مياه الأمطـــــار شكل رقم (٢) .



شـكل رقـم (2) نمـوذج الارتفاعـات الـرقمي لمنطقـة الدراسـة

وهذه الأودية هي (رحبه ، معرفاي ، دجلاي ، بنت الكردم ، الدراويب ، أم مرخ ، أم دهب، الكردم، كليبتاب، سربياب، الحير، روض عبل ، كتوداديب

، أوديس ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠* ٠ وتبلغ المساحة الكلية لأحواض هذه الأودية ١٦٩٢,٧٧٦ كم بنسبة ٩١,٣ % مـن مـساحة المنطقة شكل (٣)٠

ويعد وادي رحبه هو أكبرها من حيث مساحة حوضة التي تزيد عن ثلاثة أخماس مساحة المنطقة ١١٤٩,١٤ كم٢ ، ومن حيث عدد مجاريه الذي يقترب من ثلاثة أرباع عدد مجاريها ، وكذلك من حيث عدد روافده التي تصل إلى تسعة عشر رافدا، ولأنه هو الأكبر مساحةً و الأكثر في عدد المجاري ، فقد حمل مجراه الرئيسي أعلى رتبة بالمنطقة وهي الرتبة التاسعة٠

<u>وقد تناولت الدراسة الحالية الموضوعات التالية:-</u>

أولاً : العوامل المؤثرة في الجريان بالمنطقة

١. خصائص المطر.
٢. نوع الصخر و خصائصه
٣. حجم الفاقد بالتبخر
٤. تأثير خصائص أحواض التصريف على الجريان
٥. تأثير خصائص شبكات التصريف على الجريان
٦. تأثير النبات الطبيعي على الجريان

ثانياً: السيول الفعلية التي تعرضت لها المنطقة ٠

ثالثاً: بداية الجريان ٠

١. الانسياب السطحي ٠
٢. وقت التباطؤ *Time of Lag*
٣. زمن التركيز *Time Of Concentration*
٤. الانحدار التدريجي للمجرى الرئيسي ٠

٥. سرعة الجريان ٠

رابعاً :- توقع الجريان وتقدير حجمه ٠

طرق تقدير حجم الجريان.

خامساً : تصنيف أحواض التصريف تبعاً لدرجة خطورتها ٠

- ❖ تحديد درجة الخطورة
- ❖ طريقة الشامى.
- ❖ **تصور مقترح لتصنيف الأحواض تبعاً لدرجة خطورة الجريان**

سادساً : كيفية تفادي أخطار السيول عند حدوثها و الاستفادة من مياهها ٠

سابعا: أهم التوصيات والخاتمة .

<u>أسباب اختيار الدراسة:-</u>

نظرا لأن المنطقة لم تنل حظها من الدراسات الجيومورفولوجية التطبيقية في مجال السيول، لذا تهدف الدراسة إلى تحديد المناطق المعرضة لخطر السيول ووضع تصور لإمكانية مواجهة هذا الخطر بل والاستفادة من مياه السيول، من أجل وضع خطط وبرامج التنمية فى منطقة الدراسة بصفة خاصة، وعليه تتمثل أسباب اختيار الدراسة فى التالى:-

- أهمية منطقة الدراسة من حيث القيمة المكانية وموقعها الجغرافى.
- كثرة السيوال وصلاحية المنطقة فى الدراسة.
- دراسة الخلل الكبير مابين التربة والموارد المائية فى المنطقة.
- تنوع الموارد الأرضية والتى يمكن أن تشكل أساسا مهما للجذب البشرى فى تكوين مجتمع بشرى جديد.

<u>هدف الدراسة:-</u>

بسبب قلة الدراسات الجغرافية التى تتناول دراسة أخطار السيول فى المنطقة، جاءت هذه الدراسة للتعرف على التحليل المكانى لعملية الأخطار البيئية للسيول كاحدى أهم مؤشرات عملية الاستقرار البشرى بها وتحديد

مناطقها المستقبلية، ولاشك أن دراسة وتحليل أثر تقييم السيول تعد أداة أساسية للتوطن البشرى، وعليه تأخذ هذه الدراسة أربعة أبعاد رئيسة تتمثل فى التالى:

١. معرفة العوامل المؤثرة في الجريان بالمنطقة وأهم الملامح الرئيسة لها.
٢. قياس الخصائص المكانية لتحديد السيول الفعلية التي تعرضت لها المنطقة.
٣. استخراج وقياس مجموعة من المعادلات للوصول الى تحديد الجريان وتقدير حجمه لمعالجة مشكلات الجريان مع تصنيف أحواض التصريف تبعاً لدرجة خطورتها والتى يمكن تطبيقها عمليا بمنطقة الدراسة فى ظل ظروفها الطبيعية.
٤. تحديد مستقبل منطقة الدراسة جغرافيا، تصور مقترح لتصنيف الأحواض تبعاً لدرجة خطورة الجريان، وكيفية تفادي أخطار السيول عند حدوثها و الاستفادة من مياهها.

منهجية الدراسة والأساليب:-

تعتمد هذه الدراسة على مجموعة من المناهج مثل **المنهج الاقليمى** حيث لجأ الباحث في دراسته إلى تقسيم أحواض التصريف إلى فئات لكل منها سماته الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والجيولوجية المميزة ، كما تم تصنيف أحواض التصريف على حسب درجة خطورة الجريان بها وربط درجات الخطورة بطبيعة التكوينات والبنية الجيولوجية واستخدم **المنهج التحليلى** لمراجعة ورصد أهم المتغيرات المكانية اعتمادا على بيانات الأرصاد الجوية والخرائط الجيولوجية والطبوغرافية ، وذلك من خلال استخدام المعلومات ، والتقارير، والبيانات ، والإحصاءات المنشورة من قبل

الجهات الرسمية ، وتم توفير البيانات الجغرافية التى تضمنتها الدراسة عن طريق عدة أساليب تمثلت فيما يلى:

١. ***الأسلوب الأول:*** وهو أسلوب جمع البيانات والمعلومات ويتمثل فى البيانات الأولية حيث تم توفيرها من هيئة المساحة الجيولوجية ومحطات الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم البيانات وغيرها من البيانات الأخرى.

٢. **أما *الأسلوب الثانى*:** فتمثل فى استخدام المرئيات الفضائية والخرائط الجيولوجية لمنطقة الدراسة التى تعد أدوات أساسية مع الخرائط التفصيلية لتوضيح الجوانب الجيمورفولوجية فضلا عن استخدام القياسات والملاحظات الحقلية. وقد استفادت الدراسة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ و التي أصدرتها الهيئة المصرية العامة للمساحة المدنية المشروع الفنلندي (١٩٨٩) لوحات شلاتين ، جبل أنبط ، وادي خشب جبل أم تنديب ، جبل معرفاي ، شرق جبل معرفاي ، شرق وادي خداع ، وادي خداع ، وادي بيتان ، و الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ المشروع الفنلندي (١٩٩٧) لوحة برنيس ٠ كما استفادت الدراسة من الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ لوحة برنيس التي أصدرتها إدارة المساحة الجيولوجية والثروة المعدنية (١٩٩٢)، وكذلك الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ التي أصدرتها الهيئة العامة للبترول (١٩٨٩) ، كما استفادت الدراسة من الصور الجوية التي أصدرتها المساحة العسكرية للمنطقة ضمن مشروع ١٧ لسنة ١٩٥٦ ، وكذلك من صورة القمر الاصطناعي لسنة ٢٠٠٠ بدقة٣٠ متر ٠

٣. **وأما *الأسلوب الثالث*:** فهو أسلوب التحليل الكمى المتمثل فى بعض المعاملات التي تقيس الجوانب الهيدرولوجية لأحواض التصريف

ويتوقع من خلالها حجم الجريان و درجة خطورته وأسلوب التحليل الإحصائى لقياس العلاقات بين المتغيرات المكانية المختلفة والمتمثل فى المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى ومعامل (ت) ومعامل الارتباط وغيرها باستخدام برنامج (SPSS, 10, 2010)، وذلك حتى يتسنى للباحث تحديد خطورة السيول فى منطقة الدراسة.

٤. وأما ***الأسلوب الرابع:*** فيتمثل فى استخدام الأساليب البيانية والكارتوجرافية ، واتبع الباحث هذا الأسلوب من خلال برامج الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية التي استخدمت في إنتاج بعض الخرائط آلياً مثل برنامج *Erdas Imagine 8.5* الذي تم بواسطته ضبط إحداثيات الخرائط وصورة القمر الصناعي ، وبرنامجي *Arcview G.I.S,3.2a* ، *Arc G.I.S. 9.1* اللذان استخدما في تحويل الخريطة الكنتورية إلى خريطة رقمية ، ومنها تم إنتاج نموذج الارتفاعات الرقمي ، والخريطة الجيولوجية ، وخرائط تصنيف الأحواض حسب خطورة الجريان.

الدراسات السابقة:

ركزت الدراسات الجغرافية وغير الجغرافية التى أجريت فى منطقة الدراسة على فحص وتحليل الأبعاد الجغرافية بمنهجية واضحة، هدفت الى تحليل الوضع الجيومورفولوجى والهيدرولوجى والجيولوجى في عملية التنمية من خلال تقييم للإحصاءات المتوفرة عن المنطقة ، وتتمثل الدراسات السابقة في التالي:

الدراسات الجغرافية :

تعد دراسة طارق زكريا سالم (١٩٩٣) التي عرضت لمناخ سيناء والساحل الشرقي لمصر والجوانب التطبيقية للسيول ، ودراسته للأمطار و السيول على سيناء و ساحل البحر الأحمر (٢٠٠٣) من

الدراسات الهامة التي اعتمدت عليها الدراسة الحالية عند تناول موضوع السيول بأحواض التصريف بالمنطقة .ومن الدراسات التي أفادت الدراسة الحالية دراسة حامد العصفوري (٢٠٠٢) التي تناولت الأحوال المناخية في جنوب شرق مصر وأثرها على السيول ، مع العلم بأن أحواض التصريف التي شملتها دراسته تقع كلها خارج حدود منطقة الدراسة الحالية .

دراسات عن السيول:

تمثلت الدراسات التي تناولت موضوع السيول على البحر الأحمر في دراسة الشامي (El-Shamy , E., 1992) حيث صنف أحواض التصريف على حسب درجة خطورتها و أشار إلى أن حوض رحبه من الأحواض قليلة الخطورة في حالة الجريان السيلي . وأشار إلى ذلك أيضاً في دراسته سنة ١٩٩٤ والتي تناول فيها طرق التحكم في السيول و الاستفادة منها ودرء أخطارها ، وقد استفادت الدراسة الحالية من النموذج الذي قدمه (الشامي ١٩٩٤) والذي يمكن من خلاله تصنيف أحواض التصريف حسب نسب تشعبها و تكرارية مجاريها و كثافتها التصريفية. وتناولت دراسة (Moursy , F ., et-al , 1999) السيول الفجائية التي تعرضت لها مصر وأفردت جزءاً كبيراً منها لتناول سيول نوفمبر ١٩٩٤ وما أحدثته من خسائر في سائر أنحاء مصر .

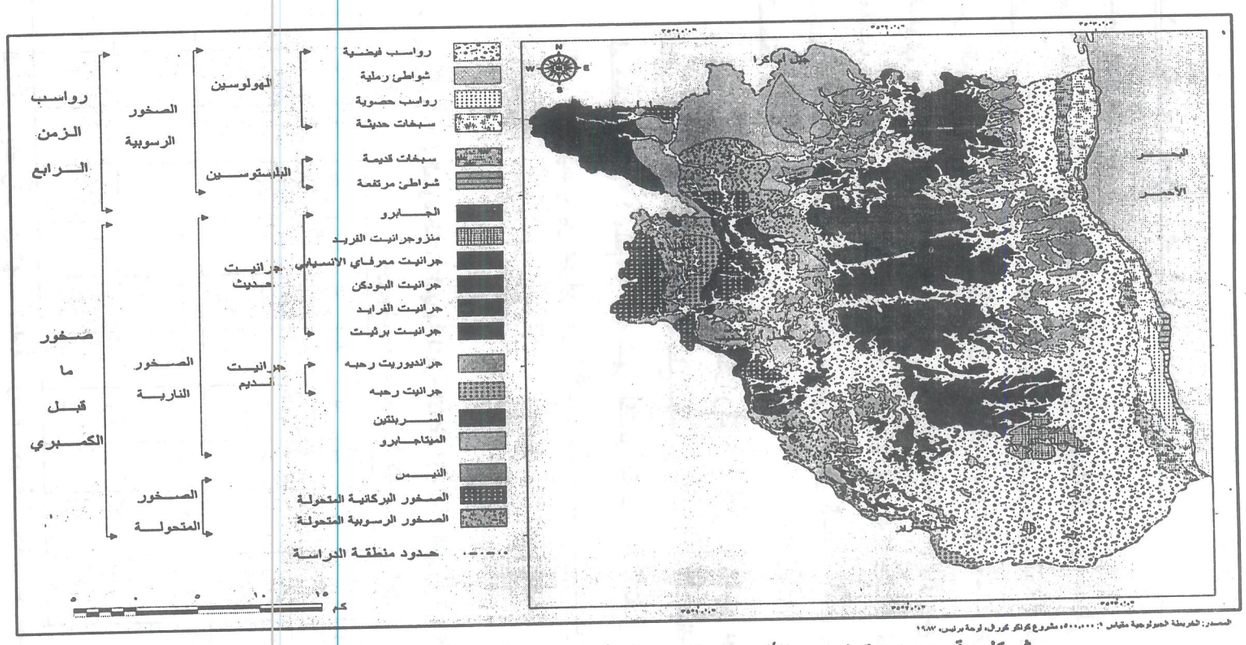
وتعد دراسة عبد اللطيف مهنا (١٩٩٥) ، من الدراسات الهامة التي تناولت أحجام الجريان خلال السيول التي تعرضت لها الصحراء الشرقية وساحل البحر الأحمر وحجم الخسائر الناتجة عنها. واستفادت الدراسة الحالية من دراسة الهيئة القومية للاستشعار عن البعد (١٩٩٧) التي تناولت السيول ووسائل مجابهة مخاطرها على مدن ساحل البحر الأحمر بالأراضي المصرية ، ودراسة محمد عبد الرحمن داود (٢٠٠١) للأمطار والسيول على منطقتي البحر الأحمر وسيناء وتأثير التيار النفاث المنخفض الجنوبي على مصر .

شكل رقم (3) أحواض التصريف الرئيسية وروافدها بالمنطقة

ومجمل القول : فقد جمعت البيانات والمعلومات من الهيئات والمنظمات العلمية بشكل واضح من خلال سلسلة التقارير والأبحاث والرسائل العلمية المختلفة حيث تعرضت لبعض الأساليب والمناهج العلمية التى يمكن إتباعها للتنمية الاقتصادية. ويتضح من عرض الدراسات السابقة؛ أن موضوع الدراسة لم يتناول من قبل الباحثين الجغرافيين وغير الجغرافيين . ولذا كانت المنطقة جديرة بالدراسة العلمية من أجل التنبؤ بتحديد خطورة السيول والتنمية المستقبلية. وعلى الرغم من عمومية أو خصوصية هذه الدراسات إلا

أنها قد أفادت الباحث فى إلقاء الضوء على بعض الملامح العامة للسيول في منطقة الدراسة.

ولكن القليل من هذه الدراسات اهتمت بالعمليات الجيومورفولوجية ومخاطر السيول على نطاق ضيق دون الاعتماد على القواعد والمعايير العلمية في هذه الدراسة ، والتي تناقشها هذه الدراسة ممثلة في الخصائص المكانية لمنطقة الدراسة .



المصدر: الخريطة الجيولوجية مقياس ١: ٥٠٠,٠٠٠، مشروع كرتكر كورك، لرحة برنس، ١٩٨٧

شكل رقم (٤) توزيع الأنواع الصخرية المختلفة بمنطقة الدراسة

أولاً :- العوامل المؤثرة في الجريان بالمنطقة:

خصائص المطر:

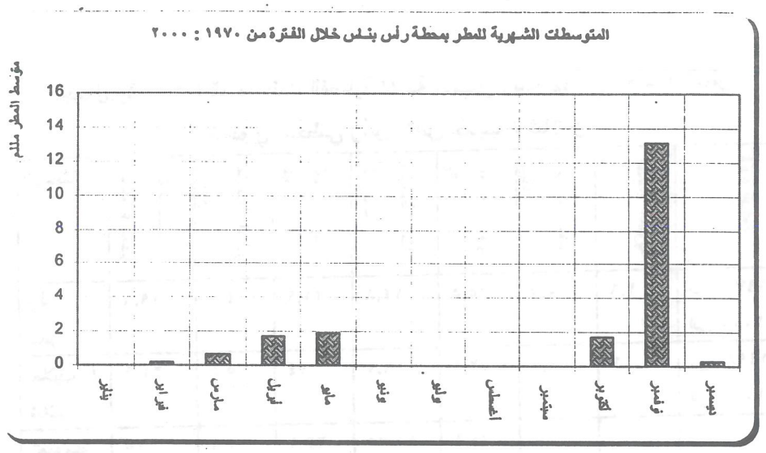
يعد المطر هو العنصر الرئيسي المتحكم في حدوث الجريان السيلي بالجهات الصحراوية ، ونظراً لأن المنطقة تقع بالنطاق الصحراوي الجاف فإنها تتميز بندرة المطر وتذبذب كميته وعدم انتظام سقوطه. وقد بلغ مجموع المطر السنوي بمحطة رأس بناس ١٩,٦ مللم (١٩٧٠ : ٢٠٠٠) ، و بلغ بمحطة حلايب / شلاتين ٢٢,٩ مللم (١٩٩٨ : ٢٠٠٠) ، وإذا أخذنا المتوسط الحسابي للمحطتين يتضح أن متوسط مجموع المطر السنوي الذي يسقط على المنطقة هو ٢١,٢٥ مللم .

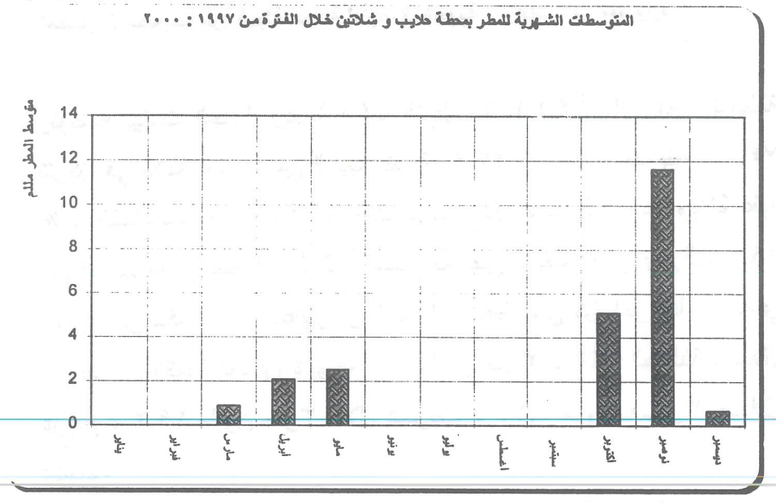
- يتضح من الجدول رقم (١) و شكل رقم (٥ ، ٦) أن شهر نوفمبر هو أغزر شهور السنة مطراً حيث يبلغ مجموع الأمطار الساقطة على المحطتين ١٢,٣٥ مللم، و يليه شهر أكتوبر بكمية أمطار تقدر بنحو ٣,٤ مللم ، بينما يعد شهر فبراير هو الأقل مطراً حيث يبلغ متوسط المحطتين ٠,١ مللم فقط .

جدول رقم (١) المتوسطات الشهرية لكمية الأمطار (مللم) التي تسقط على محطتي رأس بناس و حلايب / شلاتين

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع	فترة
رأس بناس	أثر	٠,٢	٠,٧	١,٧	١,٩	-- -	-- -	-- -	أثر	١,٧	١٣,١	٠,٣	١٩,٦	ما إلى
حلايب /شلاتين	أثر	أثر	٠,٩	٢,١	٢,٥	-- -	-- -	-- -	أثر	٥,١	١١,٦	٠,٧	٢٢,٩	ما إلى
المتوسط	-	٠,١	٠,٨	١,٩	٢,٢	-- -	-- -	-- -	-- -	٣,٤	١٢,٤	٠,٥	٢١,٢٥	

المصدر / بتصرف عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة .





شكل رقم (5) المتوسطات الشهرية للمطر بمحطتي رأس بناس و حلايب خلال الفترة من ١٩٧٠ : ٢٠٠٠ طبقاً لبيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية

ويلاحظ أن شهري أكتوبر و نوفمبر يستأثران بنحو ٧٤,١ % من كمية الأمطار السنوية ، ويتوزع باقي المطر ٢٥,٩ % على خمسة أشهر هي ديسمبر ، فبراير ، ومارس ، وأبريل ، ومايو أي أن الأمطار تتركز في الاعتداليين(الخريف ، الربيع)٠

جدول رقم (٢) المتوسطات الفصلية لكمية الأمطار ونسبتها إلى مجموع المطر السنوي بمحطتي رأس بناس حلايب / شلاتين

المحطة	متوسط مجموع المطر	متوسط أمطار الربيع	النسبة المئوية %	متوسط أمطار الخريف	النسبة المئوية %	متوسط أمطار الشتاء	النسبة المئوية %	فترة الرصد
رأس بناس	١٩,٦	٤,٣	٢١,٩	١٤,٨	٧٥,٥	٠,٥	٢,٦	من ١٩٧٠ إلى ٢٠٠٠
حلايب / شلاتين	٢٢,٩	٥,٥	٢٤	١٦,٧	٧٢,٩	٠,٧	٣	من ١٩٩٨ إلى ٢٠٠٠
المتوسط	٢١,٢٥	٤,٩	٢٣,١	١٥,٧٥	٧٤,١	٠,٦		

المصدر / بتصرف عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ٠

وتوضح بيانات الجدول رقم (٢) و الشكل رقم (٦) أن الأمطار بالمنطقة تتركز في ثلاثة فصول هي الربيع بنسبة ٢٣,٩ % و الخريف بنسبة ٧٤,١ % و الشتاء بنسبة ٢,٨ % ، و تنعدم تماماً خلال فصل الصيف ٠وبناءً عليه فإن الحجم الكلي لحصاد الأمطار السنـــوية على المنطقة يقدر بحوالي ٣٩,٤ مليون متر مكعب على اعتبار أن الأمطار تسقط على كل أجزائها بالتساوي ٠ وتتوزع الكمية المذكورة بواقع ٩,١ مليون متر٣ تستقبلها المنطقة خـــلال الربيع ، ٢٩,٢ مليون متر٣ خلال الخريف ، ١,١١ مليون متـــر٣ خـــلال الشتاء٠

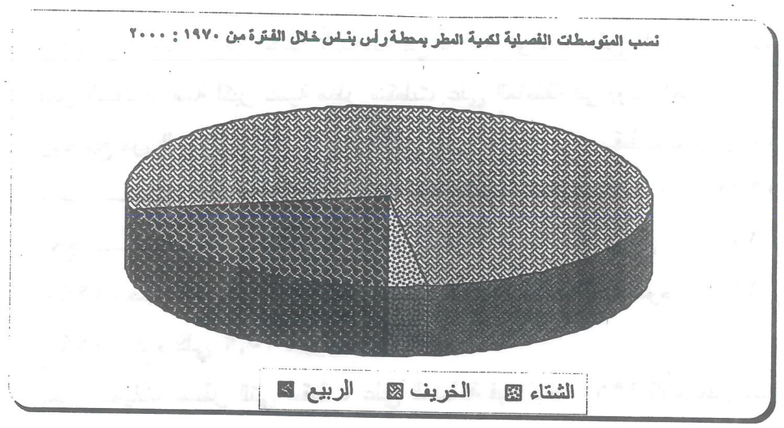
ويبلغ حصاد المطر بالمنطقة خلال شهر نوفمبر حوالي ٢٢,٩ مليون متر٣ ، ويلاحظ أن عدد الأيام المطيرة برأس بناس يبلغ خمسة أيام بمتوسط مطر (٢ مللم) ، و عـــــــــدد الأيام المطيـــــــرة بحلايب / شلاتين أربعة أيام بمتوسط مطر بلغ ٣مللم (محمد عبد الرحمن داود ، ٢٠٠١ ، ص ٦٧) ٠ نظراً لأن أمطار الجهات الصحراوية تتميز بالتذبذب وعدم الانتظـــام ولا يمكن الاعتماد على متوسط المطـــــر الشهري ، والسنوي ، لأن الجريان لا

يحدث إلا عندما تزيد الكمية الساقطة في الرخة الواحدة على١٠ مللم ، ولهذا فمن المفيد دراسة أكبر كمية مطر سقطت على المنطقة في يوم واحد ٠

ويتضح من الجدول رقم (٣) أن أكبر كمية مطـــر ســقطت فــي يــوم واحـــــد تـــراوحت بــين ٤٨ مللــم يــوم ٢٠ / ١٠ / ١٩٧٩ بحجـــــم كلي ٨٨,٩ مليـــون متر٣ ، ٦٠ مللم يــوم ٢١ / ١٠ / ١٩٩٠ بحجم كلي ١١١,٢ مليون متـــر٣ ، و ١٤ مللــم يــوم ٢ / ١١ / ١٩٩٤ بحجم كلي ٢٥,٩ مليون متر٣ ٠

تعتبر كميات المطر التي سقطت على المنطقة فيما بعد ١٩٩٤ قليلة مقارنــة بالكميات التي سقطت قبل هذا التاريخ حيث تـــراوحـــــت بين ٣,١ مللم يـــــوم ١٨ / ١٠ / ١٩٩٦ ، ٣,٢ مللم يوم ١٨ / ١٠ / ١٩٩٧ ، ٩,٣٥ مللم يوم ١٧ / ١٠ / ٢٠٠٠ ٠

تعد كمية المطر و طول فترة هطوله من أهم العوامل المؤثرة على الجريان ، حيث أن تركز كمية كبيرة من الأمطار في فترة زمنية قصير يساعد علـــى حدوث الجريان بعكس سقوط نفس الكمية خلال فترة زمنية طويلـــة ٠ وقــد أشارت دراسات عديدة إلى أن الحد الأدنى لكمية الأمطار التي تكفي لإحداث الجريان ينبغي ألا تقل عن ١٠ مللم / دقيقة بإجمالي ١٠ مللم خلال العاصفة المطيـــــــــرة الواحدة (أحمد سالم صالح ، ١٩٨٩ ، ص ١٥) ٠



شكل رقم (6) المتوسطات الفصلية لكمية المطر بمحطتي رأس بناس و حلايب خلال الفترة من ١٩٧٠ : ٢٠٠٠ طبقاً لبيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية .

جدول رقم (٣) أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد و الحجم الكلي لحصاد المطر
بالمليون متر مكعب بمحطتي رأس بناس و حلايب / شلاتين ٠

المحطة	كمية المطر و التاريخ	كمية المطر و التاريخ	كمية المطر و التاريخ	كمية المطر و التاريخ	كمية المطر و التاريخ	فترة الرصد
رأس بناس	٤٨ مللم ٢١ / ١٠	٦٠ مللم ٢١ / ١٠	١٤ مللم ٢ / ١١	٣,١ مم ١٨ / ١٠	٣,٢ مللم ١٨ / ١٠	٨,٢ مللم ١٧ / ١٠	من ١٩٧٠ الى ٢٠٠٠
حلايب / شلاتين	----- --	----- --	----- ---	----- --	----- ---	١٠,٥ مم ١٧ / ١٠	من ١٩٩٨ الى ٢٠٠٠
الحجم الكلي بالمليون م٣	٨٨,٩	١١١,٢	٢٥,٩	٥,٧	٥,٩	١٧,٣	

المصدر / بتصرف عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ٠

٢ –تأثير نوع الصخر وخصائصه على حجم الفاقد بالتسرب

يعد نوع الصخر من العوامل الأساسية المؤثرة على الجريان ، حيث يؤدي ارتفاع النفاذية إلى زيادة الفاقد بالتسرب كما هو الحال في المناطق التي تغطيها الرواسب المفككة، أو الصخور الكثيرة الشقوق والشروخ٠ ويلاحظ أن منطقة الدراسة تغطيها الصخور النارية والمتحولة بنسبة ٧٣%، بينما تغطي الرواسب المفككة المتمثلة في رواسب قيعان الأودية والمراوح الفيضية ورواسب السبخات ٢٧ % من المساحة شكل (٤)٠ وطبقاً لما أورده (Leopold , et – al , 1964 , P , 101) فى جدول رقم (٤) يتضح أن الصخور النارية و المتحولة تتسم بنفاذية منخفضة جداً تقدر نسبتها بحوالي١% فقط مما يعني انخفاض كمية الفاقد بالتسرب ، بعكس المناطق التي تغطيها الأنواع الصخرية الأخري مثل صخور الحجر الرملي التي تصل درجة نفاذيتها إلى ٥٠٠ ، و الرواسب الحصوية ١٠٠٠٠ .

جدول رقم (٤) النسب التقريبية للمسامية و النفاذية ببعض الأنواع الصخرية و الرواسب المفككة .

نوع الصخر	نسبة المسامية %	درجة النفاذية
الصخور النارية و المتحولة	١	١
الطفل	١٨	٥
الحجر الجيري	١٠	٣٠
الحجر الرملي	١٨	٥٠٠
الرواسب الصلصالية	٤٥	١٠
الرواسب الرملية	٣٥	١١٠٠
الرواسب الحصوية	٢٥	١٠٠٠٠

Source : Leopold , B ., 1964 , P ., 101 After Birch , et – al , 1942 & Kessler and Sligh , 1940

لما كانت رواسب قيعان الأودية ورواسب المراوح الفيضية ترتفع بها درجة النفاذية ومن ثم فإن الفاقد بالتسرب سيكون مرتفعاً حتى تصل تلك الرواسب إلى درجة التشبع ، مع ملاحظة أن سمك هذه الـــرواسب لا يتعدى بضعة أمتار وأنها ترتكز فوق صخور القاعدة ، وبالتالي فـإن الكميـة المتـسربة ستقتصـــر على تلك الرواسب وجزء ضـئيل يتـسرب فـي الـشقوق و الفواصل المنتشرة بالصخور النارية و المتحولة .

جدول رقم (٥) كمية الفاقد بالتسرب خلال وقت التباطؤ و الفاقد بالتبخر خلال عاصفة واحدة مطيرة بالمتر٣

الحوض	كمية الفاقد بالتسرب بالمتر ٣	كمية الفاقد بالتبخر بالمتر ٣	إجمالي الفاقد بالمتر ٣
رحبه	٢١٦٩٥٧	٢٢٤٠٨١٩	٢٤٥٧٧٧٦
أم مرخ	١٢٣٥	٤٦٣٣٠	٤٧٥٦٥
الحير	١٦١	٥٥٩٥	٥٧٥٩
أوديس	٢٨٨	١٣٢٥٨	١٣٥٤٦
الدراويب	٢٠٩٨	٩٤٦٩٦	٩٦٧٩٤

أم دهب	١٠٩٣	٦٠٥٥٥	١١٦٤٨
كتوداديب	١٤٨٠	٤٨٠٩٩	٤٩٥٧٩
سربياب	٣١٢	١٧٦٧٣	١٧٩٨٥
روض عبل	٣٤٩	٥٩٠١	٦٢٥٠
دجلاي	٤١٥٦	١٤٦٨١٧	١٥٠٩٧٣
بنت الكردم	٢٥٠٩	١٣٠١١٨	١٣٢٦٢٧
الكردم	١٩٧٤	٢٧٤٩٥	٢٩٤٦٩
كليبتاب	٢٣٤٤	٥١٠١٤	٥٣٣٥٨
معرفاي	٨٣٣٨	١٥٧٥٥٦	١٦٥٨٩٤
١٠	٧٥٦٢	١٥١٠٩	٢٢٦٧١
٩	١٨٥١٨	٧١٣١٠	٨٩٨٢٨
٨	٨٧٨٥	٢٠٧٨٩	٢٩٥٧٤
٧	٤٥٩٣	٣٦١١٢	٤٠٧٠٥
٦	٣١٣٦	١٦٦٥١	١٩٧٨٧
٥	٣٨٩	١٠٤٢١	١٠٨١٠
٤	١٠٤٢	١٣٦٥٤	١٤٦٩٦
٣	١٠٤٨	٣٨٧٠٤	٣٩٧٥٢
٢	٣٨٥	٩٤٩١	٩٨٧٦
١	٥٦٩	٢٢٧٤٩	٢٣٣١٨
المجموع	٢٨٩٣٢١	٣٣٠٠٩١٦	٣٥٩٠٢٣٧

المصدر: من عمل الطالب

يعرف معدل التسرب* بأنه القيمة القصوى للمياه التي تنفذ في ثنايا التربـــة ، وتتأثر هذه القيمة بدرجة رطوبة التربة ، حيث يقل التسرب في حالة التربـــة

---

* تم حساب كمية الفاقد بالتسرب من خلال المعادلة التي صاغها (*Wilson , 1980 , P ., 172*) وهي كما يلي : -

- كمية الفاقد بالتسرب خلال زمن التباطؤ = مساحة الحوض بالكم٢ × وقت التباطؤ (ساعة) × ٠.٠٨ ملم / دقيقة (*نقلاً عن عواد حامد موسى ، ٢٠٠٠ ، ص ١٤٩*) .

الرطبة والعكس ، وتتناقص هذه القيمة تدريجياً خلال فترة سقوط المطر حتى تصل إلى درجة الثبات عندما تصل التربة إلى التشبع التام (Kirkby , M ., 1969 , P ., 85)

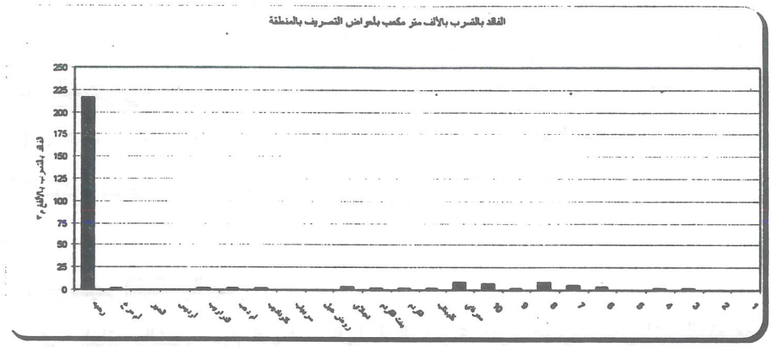
وقد أشـــار (Horton , R ., 1945 , PP., 139 : 140) إلـــى أن طاقـــة التسرب لأية منطقة غير ثابتة حيث تبدأ بقيمة مرتفعة ثم تتناقص تـــدريجياً حتى تصل إلى قيمة ثابتة خلال فترة تتـــــراوح مابين نصف ســـاعة إلـــى ساعتين وربما ثلاث ساعات٠ وعندما تصل التربة إلى التـــشبع التـــام يبـــدأ الجريان في الانسياب ويعتبر نسيج التربة ومساميتها ونفاذيتها وبنيتها الداخلية من أهم العوامل المؤثرة على طاقة التسرب (كريم مـــصلح، ١٩٩١ ، ص ٧٤)٠ ويؤثر انحدار السطح بشكل مباشر على كمية الفاقد بالتسرب حيـــث تزيد الكمية في حالة الأسطح المستوية وتقل في حالة الأسطح شديدة الانحدار والتي يتوالد عليها الجريان بسرعة (أحمد سالم صـــالح ، ١٩٩٩ ، ص ٣١)٠

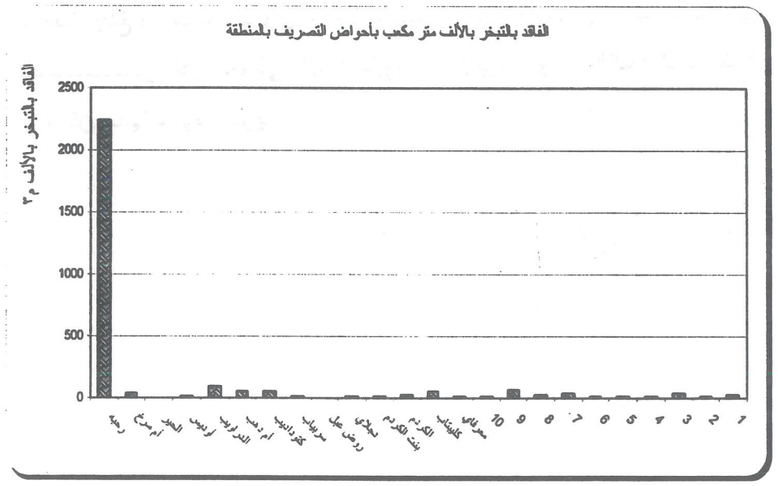
ويذكر الباحث أنه تم حساب الفاقد بالتسرب في أحواض التصريف فقط والتي تشغل مساحة قدرها ١٦٩٢,٧٧٦ كم٢ أي حوالي ٩١,٣ % مـــن مـــساحة المنطقة٠ وبتحليل جدول رقم (٥) يتضح أن إجمالي الفاقد بالتسرب يقـــدر بحوالي ٢٨٩٣٢١ م٣، ويلاحظ أن حوض رحبه سجل أعلى قيمـــة للميـــاه المتسربة نظراً لكبر مساحته (٢١٦٩٥٧ م٣)، وانحداره المتوسط إلى حـــد ما، وزيادة المساحة التي تشغلها الرواسب المفككة والتـــي تقـــدر بحـــوالي ٢٨,١٢ % من مساحة الحوض٠ ومن ناحية أخرى سجل حوض الحير أقل قيمة للمياه المتسربة (١٦١م٣) حيث أنه أصـــغر الأحـــواض بالمنطقـــة٠ ويلاحظ انخفاض كمية الفاقد بالتسرب بغالبية أحواض التصريف نظراً لمـــا تتسم به من شدة الانحدار

انخفضت كمية الفاقد إلى أقل من ١٠٠٠م٣ في سبعة أحـــواض كما يتـــضح من الشكل رقم (٧) وهي الحير و أوديس و سربياب و روض عبل ، ١ ، ٢ ، ٥ ٠ و تراوحت الكمية ما بين ١٠٠٠ : ١٠٠٠٠ م٣ في باقي الأحواض باستثناء حوضي رحبه ، ٩ ٠

٣ – حجم الفاقد بالتبخر ٠

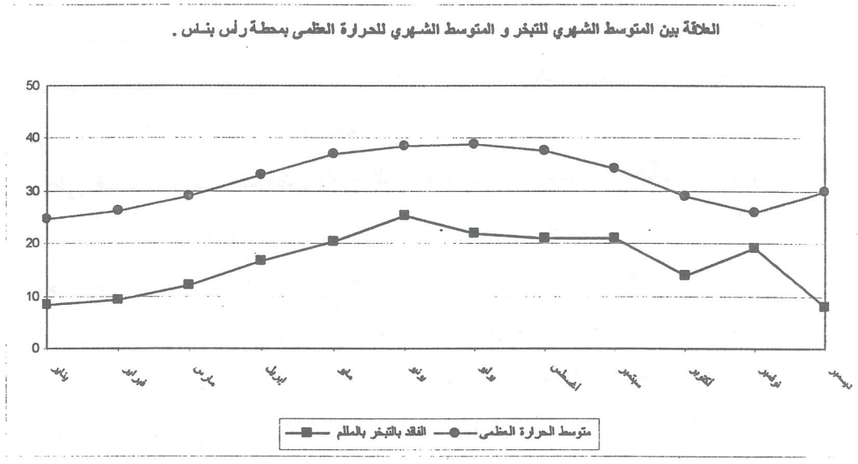
يعتبر الفاقد بالتبخر من العوامل الهامة المؤثرة على عملية الجريان بالمنطقة ، حيث يبلغ متوسطه السنوي ١٥,٦ ملـــم / يـــوم ، أي أن الحجـــم الكلـــي للتبخـــــــر يقدر بحوالي ٢٨,٩ مليون م٣ / يوم ، وهذه الكمية الـــضخمة لا يمكن معها حدوث جريان ٠





النسبة بين إجمالي الفاقد بالتبخر خلال العاصفة المطيرة و الفاقد بالتسرب خلال وقت التباطوء بأحواض التصريف بالمنطقة .

شكل رقم (7) الفاقد بالتبخر و التسرب بأحواض التصريف بالمنطقة و النسبة بين فاقد التبخر و التسرب خلال وقت التباطؤ بأحواض التصريف بالمنطقة .



شكل رقم (8) العلاقة بين المتوسط الشهري للتبخر و المتوسط الشهري للحرارة العظمى بمحطة رأس بناس طبقاً للبيانات الصادرة عن الهيئة العامر للأرصاد الجوية .

جدول رقم (٦) المتوسطات الشهرية و الفصلية للتبخر بالملم / يوم بمحطة رأس بناس

	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
محطة رأس بناس	٨,٢	٩,٣	١٢	١٦,٨	٢٠,٤	٢٥,٣	٢٢	٢١,١	٢٠,٩	١٤	١٩,٢	٨	١٥,٦
متوسطات الحرارة	الشتاء ٨,٥			الربيع ١٦,٤			الصيف ٢٢,٨			الخريف ١٤,٧			

Source : Climatological Normals For A . R . E . up to 1975

يلاحظ من بيانات الجدول رقم (٦) والشكل رقم (٨) أن معدلات التبخر متفاوتة على مدار العام ، حيث تصل إلى أقصاها خلال شهر يونيو بواقع ٢٥,٣ مللم / يوم بحجم كلي قدرة ٤٦,٩ مليون متر مكعب / يوم ، و يرتبط هذا القدر الهائل للتبخر بارتفاع درجة الحرارة خلال هذا الشهر و الذي يصل في بعض الأحيان إلى ٤٢,٨ مئوية٠

وعلى الجانب الآخر تنخفض كمية الفاقد بالتبخر خلال شهري ديسمبر و يناير لتتراوح بين ٨ : ٨,٢ مللم / يوم بسبب انخفاض درجات الحرارة ٠ ويعتبر فصل الصيف من أكثر الفصول من حيث كمية التبخر التي يقدر متوسطها بحوالي ٢٢,٨ مللم / يوم يليه فصل الربيع بمتوسط ١٦,٤ مللم / يوم ، ثم فصل الخريف بمتوسط ١٤,٧ مللم / يوم ، وأخيراً فصل الشتاء بمتوسط ٨,٥ مللم / يوم ٠

يلاحظ أن الفاقد بالتبخر* يفوق كمية الأمطار التي تسقط على المنطقة ، ولذلك فمن المفيد دراسة فواقد التبخر خلال العاصفة المطيرة المسببة للجريان السيلي ، مع الأخذ في الاعتبار أن هناك بعض العوامل المؤثرة مثل انحدار السطح و كمية الأمطار و الفترة الزمنية التي يستغرقها التساقط ، وترجع أهمية حساب الفاقد بالتبخر خلال العاصفة المطيرة إلى أنه يوضح القيمة الفعلية للفاقد و مدى تأثيره على الجريان ٠

---

* لما كان زمن العاصفة المطيرة مع زمن بقاء الماء في التربة السطحية يقدر بحوالي ثلاث ساعات فإن الفاقد بالتبخر خلال العاصفة المطيرة يقاس بالمعادلة التالية : -

الفاقد بالتبخر = (٣ ساعات/ ٢٤ ساعة) × متوسط التبخر السنوي (١٥.٦ مللم / يوم) = ١.٩٥ مللم / عاصفة (*عبد العزيز زكي ، ١٩٩٤ ، ص ١٠١*) ٠ وبناءً عليه فإن الحجم الكلي للفاقد بالتبخر بكل حوض خلال العاصفة المطيرة الواحدة = ١.٩٥مللم / عاصفة × مساحة الحوض كم٢ ×١٠ ^6 ×٠.٠٠١ = متر مكعب / عاصفة

أظهرت البيانات المناخية لمحطة رأس بناس أن المنطقة تتعرض لعدد من العواصف المطيرة قدرها ٢,١ يوم سنوياً (طارق زكريا سالم ،١٩٩٣ ، ص ٢٣٤ ، ٢٠٠٣ ، ص ٣٠٩) ٠

يتضح من الجدول رقم (٥) أن إجمالي الفاقد بالتبخر بأحواض التصريف بالمنطقة مجتمعةً خلال العاصفة المطيرة الواحدة يقدر بنحو ٣,٣ مليون متر٣ ، وقد سجل حوض رحبه أكبر كمية فاقد بواقع ٢,٢ مليون متر٣ ، بينما سجل حوض الحير أقل كمية فاقد بواقع ٥,٦ ألف متر٣ ، ويلاحظ أن كمية الفاقد بالتبخر تتناسب طردياً مع مساحة الحوض ٠ وبالنسبة لباقي أحواض التصريف بالمنطقة فقد انخفضت كمية الفاقد إلى أقل من عشرة ألاف متر ٣ في حوضي (٢) و روض عبل ، و تراوحت بين عشرة ألاف و مائة ألف متر٣ في سبعة عشر حوضاً هي أم مرخ ، أوديس ، الدراويب ، أم دهب ، كتوداديب ، سربياب ، الكردم ، كليبتاب ، (١) و الأحواض من (٣ : ١٠) ٠ وتجاوز الفاقد المائة ألف متر٣ في ثلاثة أحواض هي دجلاي ، معرفاي ، بنت الكردم ٠

٤ – تأثير خصائص أحواض التصريف على الجريان ٠

تعتبر خصائص أحواض التصريف و بخاصة المساحة و شكل الحوض و انحدار سطحه من المعاملات المورفومترية ذات التأثير المباشر على الجريان ٠ فبالنسبة لمساحة الحوض يلاحظ أنها تؤثر على كمية التصريف و كمية الرواسب المنقولة حيث أن العلاقة طردية بين المساحة و كمية التصريف (Leopold , L ., & Miller , R ., 1956 , P ., 21) ٠

يرى الباحث أن هذه العلاقة الطردية لا تنطبق إلا على أحواض التصريف دائمة الجريان أما في حالة الأحواض التي تقع في الأقاليم المناخية الجافة تصبح العلاقة عكسية ، وقد أشار إلى ذلك كل من (أحمد سالم صالح ، ١٩٨٩ ، ص ٣٠؛ سمير سامي ، ٢٠٠٠ ، ص ٤٥)٠ والسبب في ذلك

يفـســـــــــره (Cooke , R ., et – al ., 1982 , P ., 221) حيـث ذكر أن الأحواض التي تزيد مساحتها على١٠٠ كم٢ من الصعب أن تغطيها العاصفة المطيرة بالكامل ، بعكس الأحواض التي تقل مساحتها عن ذلـك و التي تغطيها العاصفة بالكامل مما يساعد على تكوين جريان قوي و بكميـة تفوق ما ينصرف خلال جريان الأودية الكبيرة المساحة ٠ ومن أمثلة ذلك ما حدث بوادي درنكه (٢٤ كم٢) بـصعيد مـصر عنـدما بلغـت غـزارة الأمطار٦٠ مللم في ٢ / نوفمبر / ١٩٩٤ ، ونتج عن ذلك جريان مدمر أدى إلى مقتل عدد كبير من سكان قرية درنكه الواقعة عند مصب الوادي ونفوق عدد كبير من الحيوانات وتدمير المنشآت و الأراضي الزراعية (Ashour, M ., 2002 , P ., 101 : 103) ٠

بالنسبة للأحواض كبيرة المساحة فإن العاصفة المطيرة قد تغطي جزء مـن الحوض ربما يكون رافداً أو مجموعة من الروافد وفي هذه الحالـة يكـون وصول الجريان إلى مصب الـوادي الرئيـسي مرهونـاً بحجـم الجريـان وخصائص الروافد التي سقطت عليها الأمطار (أحمد سالم صالح ، ١٩٨٩ ، ص ٣٢)، وقـد ذكـر (Cooke ,R .et - al, 1982, P ., 221) أن الجريان في هذه الحالة يتسم باستـــــــواء قمته و انتظامه في الكميـة و السرعة ٠

تؤثر مساحة الحوض على كمية الفاقد سواء بالتسرب أو بالتبخر حيـث أن العلاقة طردية بينهما تراوحت قيمتها بين ٠,٩٩٥، ٠,٨٧٧ ٠ وبالنظر إلـى مساحات أحواض التصريف بالمنطقة يتضح أن حوض رحبه هـو أكبرهـا حيث تقدر مساحته بحوالي ١١٤٩,١٣٨ كم٢ ، بينما تقل مـساحات بـاقي الأحواض عن ١٠٠ كم٢ ، وطبقاً لرأي Cooke 1982 فإن هذه الأحواض ربما تحقق كمية تصريف تفوق ما يمكن أن يحققه حوض رحبه ٠

تتميز الأحواض القصيرة بوصول الجريان إلى مصباتها خلال فترة زمنيـة قصيرة بعكس الأحواض الطويلة (سـمير سـامي ، ٢٠٠٠ ، ص ٤٥) ٠

وبناءً عليه فإن الأحواض الطويلة يقطع الجريان فيها مسافة طويلة مما يفقده سرعته ويحد من خطورته (ماجد الركايبي ، ١٩٩٣ ، ص ٦)٠ و بتطبيق ذلك على أحواض المنطقة يتضح أن حوض رحبه سجل أقصى طول بواقع ٦٧,٨ كم ، و تراوحت أطوال باقي الأحواض بين ٢,٤ كم لحوض الحير ، ٢٠ كم لحوض دجلاي ، و هذا يعني أن الفترة الزمنية التي يستغرقها وصول الجريان إلى مصب وادي رحبه تزيد على ثلاثة أضعاف الفترة الزمنية التي يستغرقها وصول الجريان إلى مصب وادي دجلاي ، و الخلاصة أن الأحواض صغيرة المساحة صغيرة الأبعاد يصل الجريان إلى مصباتها خلال فترة زمنية قصيرة و ربما بكميات تفوق ما يصل إلى مصبات الأحواض الكبيرة ٠

يعد شكل الحوض من العوامل المؤثرة على الفترة الزمنية التي يستغرقها الجريان حتى يصل إلى المصب وكذلك على شكل قمة الجريان ٠ فالأحواض المستطيلة تتصل روافدها بالمجرى الرئيسي على مسافات متباعدة من كلا الجانبين وبالتالي فإن مياه الروافد بالأجزاء الدنيا تصل إلى المصب خلال فترة زمنية قصيرة ، بعكس روافد الأجزاء العليا و التي يستغرق جريانها وقتاً طويلاً حتى يصل إلى المصب مما يترتب عليه انخفاض كمية و سرعة الجريان (أحمد سالم صالح ، ١٩٩٩ ، ص ص ٤٦ : ٥٠) ٠

وعلى الرغم من انخفاض كمية التصريف بهذه الأحواض مقارنة بالأحواض المستديرة إلا أن جريانها يتسم بالانتظام (Morisawa , 1968 , P ., 28) ٠ وعلى النقيض من ذلك فإن الأحواض المستديرة تتجمع المياه من معظم روافدها في نقطة واحدة تقريباً و في وقت واحد مما يعني تدفق الجريان ووصوله إلى المصب بسرعة عالية ، كما أنه يتميز بقمة حادة ، وتتميز غالبية أحواض تصريف المنطقة باستطالتها حيث سجل ٢١ حوضاً نسب استطالة تقل عن ٠,٦ و يرجع ذلك إلى تحكم عامل البنية الجيولوجية في شكل الحوض ٠ أما الأحواض الثلاثة الباقية و هي الحير ، معرفاي

، (٩) فقد اقتربت أشكالها من الاستدارة وبالتالي فإن قمم الجريان بها ستتميز بحدتها في حالة توافر الشروط المثالية (انحدار شديد ، صخور غير منفذة ، كمية مطر كبيرة وفواقد قليلة) ٠

يلعب انحدار سطح الحوض دوراً بالغ الأهمية في تحديد وقت التباطؤ و سرعة الجريان و كمية الفاقد بالتسرب و التبخر ٠ وتصديقاً لذلك فقد سجل حوض (١٠) وقت تباطؤ قدره ١٢,٢ ساعة حيث أنه أقل الأحواض انحداراً ، وعلى العكس فقد سجلت الأحواض شديدة الانحدار أوقات تباطؤ منخفضة منها على سبيل المثال حوض سرباب ٠,٤٣ ساعة ٠

٥ – تأثير خصائص شبكات التصريف على الجريان ٠

تعد أعداد المجاري ونسب تشعبها وأطوالها وكثافة التصريف من أهم المعاملات المورفومترية المؤثرة على الجريان، فبالنسبة لأعداد المجاري بشبكات التصريف بالمنطقة فقد بلغ ١٥٥,٥ ألف مجرى، وقد أشارت(Morisawa , 1962 , P ., 326) إلى أن زيادة أعداد المجاري يساعد على سرعة تجميع المياه وانتقالها إلى المجرى الرئيسي ومن ثم تقل كمية الفاقد بالتسرب والتبخر ٠

ويؤدي انخفاض نسبة التشعب إلى زيادة خطر الفيضان ، فالأحواض ذات النسب المنخفضة ينتقل الجريان من الروافد إلى المجرى الرئيسي خلال فترة زمنية قصيرة بعكس الأحواض ذات نسب التشعب المرتفعة والتي تستغرق وقتاً طويلاً ٠ وقد بلغ المتوسط العام لنسب التشعب بشبكات التصريف بالمنطقة ٤,٧، وتراوحت ما بين ٣,٦٤ بحوض (١)، ٥,٧٩ بحوض أوديس ٠ وبصورة عامة فقد سجل غالبية الأحواض نسب تشعب تقل عن (٥) ٠ وإذا نظرنا إلى هذه النتائج مع الأخذ في الاعتبار نوع الصخر وانحدار السطح وندرة الغطاء النباتي تتضح خطورة الجريان في بعض الأحواض مثل أم مرخ ، الدراويب ، أم دهب ، أوديس ٠

وتؤثر أطوال المجاري على الزمن الذي يستغرقه الجريان حتى ينتقل من مناطق التجميع ويصل إلى المجرى الرئيسي ، وقد لوحظ أن متوسطات أطوال المجاري بشبكات تصريف المنطقة منخفضة مما يشير إلى قصر الفترة الزمنية اللازمة لانتقال الجريان من المنابع إلى المجاري الرئيسية للأودية٠ وتؤثر كذلك كثافة التصريف على وقت التباطؤ وقمة الجريان، فتؤدي زيادة كثافة التصريف إلى قصر وقت التباطؤ وزيادة حدة قمة الجريان، والعكس صحيح بالنسبة لكثافة التصريف المنخفضة (أحمد سالم صالح ، ١٩٨٩، ص ٣٩) ، وقد انخفضت كثافة التصريف بحوض (١٠) حيث بلغت ٦,٦ كم / كم٢، وبلغ وقت التباطؤ به ١٢,٢ساعة٠ وعلى الجانب الأخر بلغت كثافة التصريف ١٢,٦ كم / كم٢ بحوض أم مرخ وبلغ وقت التباطؤ به ٠,٦٥ ساعة مما يعني أن العلاقة بينهما عكسية بلغت قيمتها – ٠,٠٧ ٠

تأثير النبات الطبيعي على الجريان:

يعد وجود النبات الطبيعي من العوامل المؤثرة على الجريان من ناحيتين:

الأولى : وهي أن كثافة الغطاء النباتي يؤخر وصول قطرات المطر إلى سطح الأرض وبالتالي يتأخر توالد الجريان ، وعندما يتوالد فإن النباتات الكثيفة تحد من سرعته٠

الثانية : وهي زيادة كمية الفاقد بالتسرب من خلال المسام الناتجة عن تغلغل جذور النباتات في التربة ، وكذلك زيادة الفاقد عن طريق عملية النتح (Baird , A ., 1997 , PP.,173 : 174) ٠ ويلاحظ أن منطقة الدراسة تتميز بندرة الغطاء النباتي اللهم إلا بعض الأشجار المتناثرة بقيعان الأودية وبالتالي فهي لا تؤثر على الجريان كما أن تأثيرها على الفاقد بالتسرب والنتح لا يذكر ٠

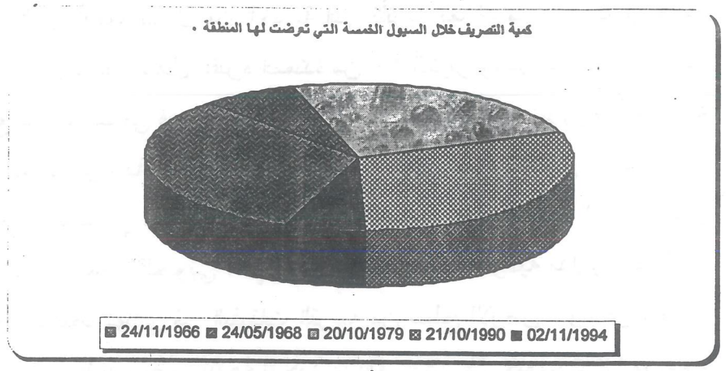
ثانياً: – السيول الفعلية التي تعرضت لها المنطقة:

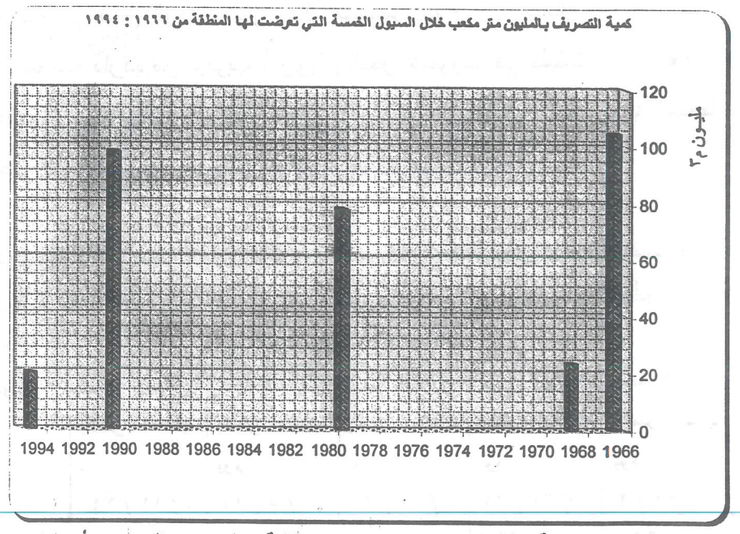
من بيانات الجدول رقم (٧) و الشكل رقم (٩) و ما أشارت إليه الدراسات المختلفة عن السيول التي تعرضت لها جبال البحر الأحمر يتضح أن المنطقة تعرضت لخمسة جريانات سيلية خلال الفترة الممتدة من ١٩٦٦ : ١٩٩٤ ٠ وقد تراوحت رتب هذه السيول ما بين الضعيفة و المتوسطة و الشديدة وذلك على حسب كمية الأمطار التي سقطت و نتج عنها الجريان (EL- Etr, H ., & Ashmawy , M ., 1995 , P ., 335) ٠

جدول رقم (٧) السيول التي تعرضت لها المنطقة وفقاً لأكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد بمحطة رأس بناس خلال الفترة من ١٩٦٦ : ١٩٩٤

تاريخ السيل	٢٤ / ١١ / ١٩٦٦	٢٤ / ٥ / ١٩٦٨	٢٠ / ١٠ / ١٩٧٩	٢١ / ١٠ / ١٩٩٠	٢ / ١١ / ١٩٩٤
كمية المطر بالملم	٦٤ ملم	١٦ ملم	٤٨ ملم	٦٠ ملم	١٤ ملم
رتبة السيل	رتبة أولى (شديد)	رتبة ثانية (متوسط)	رتبة أولى (شديد)	رتبة أولى (شديد)	رتبة ثالثة (ضعيف)
الحجم الكلي للأمطار بالمتر٣	١١٨,٦ مليون م٣	٢٩,٧ مليون م٣	٨٨,٩ مليون م٣	١١١,٢ مليون م٣	٢٥,٩ مليون م٣
الحجم الكلي للأمطار التي سقطت على الأودية بالمتر٣	١٠٨,٣ مليون م٣	٢٧,١ مليون م٣	٨١,٣ مليون م٣	١٠١,٦ مليون م٣	٢٣,٧ مليون م٣
صافي الجريان بعد خصم إجمالي الفواقد	١٠٤,٧ مليون م٣	٢٣,٥ مليون م٣	٧٧,٧ مليون م٣	٩٨ مليون م٣	٢٠,١ مليون م٣

المصدر / بتصرف عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة ٠





شكل رقم (9) كمية التصريف بعد خصم إجمالي الفاقد بالتبخر و التسرب بأحواض التصريف بالمنطقة خلال السيول الخمسة التي تعرضت لها المنطقة

وفي هذا الصدد أشار (عبد اللطيف مهنا ، ١٩٩٥ ، ص ١٨) إلى أن السيول الضعيفة هي التي تتراوح كمية الأمطار المسببة لها ما بين ١٠ : ١٥ مللم ، وإذا تراوحت كمية الأمطار ما بين ١٥ : ٢٥ مللم تكون السيول الناتجة متوسطة ، وإذا زادت كمية الأمطار عن ٢٥ مللم تكون السيول شديدة

يلاحظ أن أربعة سيول من الخمسة التي تأثرت بها المنطقة وقعت في فصل الخريف وتحديداً خلال الفترة الممتدة من ٢٠ أكتوبر وحتى ٢٤ نوفمبر، بينما وقع سيل واحد في فصل الربيع عام ١٩٦٨ مما ينبه إلى ضرورة رفع درجة الاستعداد لمواجهة أخطار السيول بالمنطقة خلال شهري أكتوبر ونوفمبر٠

يرجع السبب في سقوط الأمطار المسببة للسيول على المنطقة إلى التيار النفاث المنخفض الجنوبي الذي يعمل على جلب كتل هوائية مدارية رطبة من فوق المحيط الهندي في الطبقات القريبة من سطح الأرض ، وتتحرك هذه الكتل إلى جنوب مصر نتيجة لوجود مرتفع جوي على جنوب شبه الجزيرة العربية، في نفس الوقت يكون هناك منخفض جوي على شمال البلاد يجلب كتل هوائية باردة من جنوب أوروبا والبحر المتوسط في طبقات الجو العليا٠ ونتيجة لتحرك الكتل الهوائية المدارية الرطبة على البحر الأحمر يزيد تشبعها ببخار الماء بسبب ارتفاع درجة حرارتها، وعندما تصطدم بجبال

جدول رقم (٨) حجم الجريان بأحواض التصريف بالمنطقة خلال السيول الخمسة التي تعرضت لها المنطقة بناءً على أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد بمحطة رأس بناس خلال الفترة من ١٩٦٦ : ١٩٩٤ ٠

الحوض	حجم الجريان بالمتر مكعب يوم ٢٤ / ١١ / ١٩٦٦	حجم الجريان بالمتر مكعب يوم ٢٤ / ٥ / ١٩٦٨	حجم الجريان بالمتر مكعب يوم ٢٠ / ١٠ / ١٩٧٩	حجم الجريان بالمتر مكعب يوم ٢١ / ١٠ / ١٩٩٠	حجم الجريان بالمتر مكعب يوم ٢ / ١١ / ١٩٩٤
رحبه	٧١٠٨٧٠٥٦	١٥٩٢٨٤٣٢	٥٤٩١٢٨٤٨	٦٨٧٠٢٥٠٤	١٥٨٤٢١٥٦
أم مرخ	١٤٧٣٠١١	٣٣٢٥٧٩	١٠٩٢٨٦٧	١٣٧٧٩٧٥	٢٨٥٠٦١
الحير	١٧٧٨٦٠	٤٠١٤٨	١٣١٩٥٦	١٦٦٣٨٤	٣٤٤١٠
أوديس	٤٢١٥٩٠	٩٥٢٣٨	٣١٢٨٠٦	٣٩٤٣٩٤	٨١٦٤٠
الدراويب	٣٠١١١٧٤	٦٨٠١٩٨	٢٢٣٤١٨٢	٢٨١٦٩٢٦	٥٨٣٠٧٤
أم دهب	١٩٢٥٨٠٨	٤٣٥٢١٦	١٤٢٨٩٤٤	١٨٠١٥٩٢	٣٧٣١٠٨
كتوداديب	١٥٢٨٦٦١	٣٤٥٠٧٧	١١٣٤٣٨٩	١٤٣٠٣٨١	٢٩٥٧٤٥

سريباب	٥٦٢٠٤٧	١٢٧٠٢٣	٤١٧٠٣٩	٥٢٥٧٩٥	١٠٨٨٩٧
روض عبل	١٨٧٤١٤	٤٢١٦٦	١٣٨٩٩٨	١٧٥٣١٠	٣٦١١٤
دجلاي	٤٦٦٧٦٥١	١٠٥٣٦٨٣	٣٤٦٢٩٩٥	٤٣٦٦٤٨٧	٩٠٣١٠١
بنـــــت الكردم	٤١٣٧٩٠١	٩٣٥٠٠٥	٣٠٧٠٢٦٩	٣٨٧٠٩٩٣	٨٠١٥٥١
الكردم	٨٧٢٩٣١	١٩٦١٣١	٦٤٧٣٣١	٨١٦٥٣١	١٦٧٩٣١
كليبتاب	١٦٢٠٩٤٦	٣٦٥٢١٨	١٢٠٢٣٧٠	١٥١٦٣٠٢	٣١٢٨٩٦
معرفاي	٥٠٠٥١٧٨	١١٢٦٨٧٤	٣٧١٢٤١٠	٤٦٨١٩٨٦	٩٦٥٢٧٨
١٠	٤٧٣٢٠١	١٠١٢٩٧	٣٤٩٢٣٣	٤٤٢٢٠٩	٨٥٨٠١
٩	٢٢٥٠٥٨٨	٤٩٥٢٧٦	١٦٦٥٤٨٤	٢١٠٤٣١٢	٤٢٢١٣٨
٨	٦٥٢٧٣٠	١٤١٠٠٢	٤٨٢١٥٤	٦١٠٠٨٦	١١٩٦٨٠
٧	١١٤٤٥١١	٢٥٥٥٩٩	٨٤٨٢٠٧	١٠٧٠٤٣٥	٢١٨٥٦١
٦	٥٢٦٧٠٩	١١٦٨٣٧	٣٩٠٠٨٥	٤٩٢٥٥٣	٩٩٧٥٩
٥	٣٣١٢٠٦	٧٤٦٩٤	٢٤٥٧٠٢	٣٠٩٨٣٠	٦٤٠٠٦
٤	٤٣٣٤٣٢	٩٧٣٣٦	٣٢١٤٠٠	٤٠٥٤٢٤	٨٣٣٣٢
٣	١٢٣٠٥٢٠	٢٧٧٨١٦	٩١٢٩٥٢	١١٥١١٢٨	٢٣٨١٢٠
٢	٣٠١٦١٢	٦٧٩٩٦	٢٢٣٧٤٠	٢٨٢١٤٤	٥٨٢٦٢
١	٧٢٣٣٠٦	١٦٣٣٣٨	٥٣٦٦٥٠	٦٧٦٦٤٢	١٤٠٠٠٦
المجموع	١٠٤,٧ مليون متر مكعب	٢٣,٥ مليون متر مكعب	٧٧,٧ مليون متر مكعب	٩٨ مليـــون متر مكعب	٢٠,١ مليون متر مكعب

المصدر / حسابات الطالب

البحر الأحمر ترتفع لأعلى لتلتقي بالكتل الهوائية الباردة القادمة من الـــشمال والتي تتحرك في طبقات الجـــو العليا، وينتـــج عن التقاء الكتلتين (الدافئة، والبارد) نشأة العـــواصف الـــرعدية الممطرة (طاهر دسوقي، ١٩٩٤، ص ٣٥ ؛ محمد داود ، ٢٠٠١ ، ص ٦٤؛ Moursy , et . al , 1999) ٠, P ., 321

يعد سيل نوفمبر ١٩٦٦ هو الأضخم من حيث كمية الأمطار التي سقطت على المنطقة و التي تقدر بنحو ١٠٨,٣ مليون متر٣ ويقدر حجم التصريف خلاله بحوالي ١٠٤,٧ مليون متر٣ ، ويليه سيل أكتوبر ١٩٩٠ حيث تقدر كمية الأمطار خلاله ١٠١,٦ مليون متر٣ ، بحجم تصريف ٩٨ مليون متر٣ ٠ ويعتبر سيل نوفمبر ١٩٩٤ هو الأقل في كمية الأمطار و التي تقدر بحوالي ٢٣,٧ مليون متر٣ ، و يقدر حجم الجريان بحوالي ٢٠,١ مليون متر٣ ٠

يتضح من الجدول رقم (٨) أن حوض رحبه هو الأكثر تصريفاً خلال السيول الخمسة نظراً لكبر مساحته ، بينما سجل حوض الحير أقل كمية تصريف ٠ ويذكر الباحث أن هذه الكميات تم حسابها من خلال المعادلات التي تعتمد على مساحات الأحواض وذلك لعدم وجود بيانات لتسجيل الأحجام الفعلية للجريانات السيلية بأودية المنطقة ، ولهذا فإن الصورة ستختلف في حالة توفر هذه البيانات ٠

ثالثاً : بداية الجريان:

يحدث الجريان السيلي عندما تتفوق كمية الأمطار الساقطة على كمية الفاقد بالتبخر و التسرب ، عندئذٍ تبدأ المياه في التجمع على هيئة طبقة سطحية رقيقة تنساب مع الانحدار العام لسطح الأرض قاصدةً المجاري الصغيرة التي تتصل بالمجاري الأكبر حتى ينتهي الجريان إلى المجرى الرئيسي و منه إلى المصب ٠ ومن هنا يتضح أن الجريان في بدايته يكون غطائياً Sheet Flood، على قمم المرتفعات ثم لا يلبث أن يتحول إلى جريان محدد بمجاري الرتبة الأولى ثم الرتب التالية ٠

وقد حدد (Cooke , R ., et – al , 1982 , P ., 220) أربعة شروط من الضروري توافرها لحدوث الجريان وهي : –

- أن تتسم التربة السطحية بانخفاض قدرتها على اختزان المياه و أن تَصل إلى درجة التشبع خلال فترة زمنية قصيرة ٠
- أن يكون حوض التصريف صغير المساحة بحيث تغطيه العاصفة المطيرة بالكامل ٠
- أن تتسم المنحدرات داخل الحوض بقصر أطوالها وشدة انحدارها مما يساعد على انتقال الجريان من أعالي المرتفعات إلى المجاري بسرعة وبأقل قدر من الفواقد ٠
- أن تكون كمية الرواسب الفيضية المنتشرة على قاع الوادي قليلة ، لأنه في حالة الأودية الكبيرة تزيد كمية الرواسب ومن ثم تختزن جزء كبير من المياه مما يؤثر على قمة الجريان التي تتميز في هذه الحالة باستوائها ٠

١ – الانسياب السطحي ٠

لما كان الجريان يبدأ أولاً على هيئة انسياب سطحي *، فإن المسافة التي يقطعها هذا الانسياب حتى يصل إلى المجاري المحددة تعتبر من العوامل المؤثرة على بداية الجريان ٠

بلغ المتوسط العام لطول الانسياب السطحي بالمنطقة ٠,٠٥٣ كم ، وهذه القيمة تعد منخفضة جداً إذا قورنت بمثيلتها بحوض وادي العقيق بالمملكة العربية السعودية والذي بلغ طول الانسياب السطحي به ١,٢٦ كم (متولي عبد الصمد ، ٢٠٠٧ ، ص ١٢١) ٠ ويلاحظ أن قصر المسافة التي يقطعها الانسياب السطحي يعجل بحدوث الجريان ٠

---

* صاغ (*Horton , R ., 1945 , P ., 120*) معادلة يمكن من خلالها حساب طول هذا الانسياب و هي كما يلي : -

$$Lo = 1 \div 2Dd$$

حيث Lo = طول الانسياب السطحي ، و Dd = كثافة التصريف

يتضح من الجدول رقم (٩) أن حوضي الحير و أوديس سجلا أقصر المسافات للانسياب السطحي بواقع ٠,٠٣٣ كم لكل منهما ، ومن ناحية أخرى سجل حوضا (٩) ، (١٠) أعلى القيم للانسياب السطحي حيث بلغت ٠,٠٧٨ كم للأول ، ٠,٠٧٧ كم للثاني ، و يرجع ذلك إلى انخفاض كثافة التصريف بالاثنين ٠ و بالنسبة لباقي الأحواض فقد بلغ طول الانسياب بحوض رحبه ٠,٠٤٩ كم ، و تراوحت النتائج ما بين ٠,٠٧ كم لحوض (٧) و ٠,٠٣٩ كم لحوض معرفاي ، و ٠,٠٣٩ كم لحوض أم مرخ ٠

يلاحظ أن العلاقة عكسية بين طول الانسياب السطحي وكثافة التصريف بقيمة – ٠,١٢٤ ، كما أنها طردية بين طول الانسياب السطحي ووقت التباطؤ بقيمة ٠,٤٩٦ ٠

يعتبر انحدار سطح الحوض من العوامل المؤثرة على طول الانسياب السطحي فقد اتضح أن العلاقة عكسية بقيمة – ٠,٣١٢، حيث يزيد طول الانسياب بالأحواض هينة الانحدار و العكس بالنسبة للأحواض شديدة الانحدار ٠

٢ – وقت التباطؤ Time of Lag

يقصد بوقت التباطؤ* تلك الفترة الزمنية الفاصلة بين بدء سقوط المطر وبداية توالد الجريان ، ويتوقف طول أو قصر هذه الفترة على عدة متغيرات هي :-

أ – انحدار سطح الحوض : حيث العلاقة عكسية بينهما ، فالأحواض شديدة الانحدار يقل بها وقت التباطؤ و العكس بالنسبة للأحواض هينة الانحدار ٠

---

* تعتبر معادلة *(Hichock , et – al , 1959 , P., 610)* من أفضل المعادلات المستخدمة في حساب و قت التباطؤ لاعتمادها على ثلاثة متغيرات هي (مساحة الحوض ، كثافة التصريف ، وانحدار السطح) و هذه المتغيرات تعد انعكاس لنوع الصخر والبنية الجيولوجية ، و المعادلة كما يلي : - $Te = K1 (A ^{0.3}) \div (Sa \div Dd)$ حيث أن Te = وقت التباطؤ ، A = مساحة الحوض ، Sa = انحدار سطح الحوض ، Dd = كثافة التصريف (نقلاً عن محمود خضر ، ١٩٩٧ ، ص ٣٦٠) ٠

ب – نوع الصخر وخصائصة من حيث درجة نفاذيته : حيث يزيد وقت التباطؤ في الأحواض التي تتكون من صخور عالية النفاذية مثل الحجر الرملي أو الرواسب المفككة ، و العكس بالنسبة للأحواض التي تتكون من صخور قليلة النفاذية مثل الصخور النارية و المتحولة .

ج – درجة رطوبة التربة : حيث يزيد وقت التباطؤ في حالة التربة الجافة بسب ارتفاع الفاقد بالتسرب ، و العكس في حالة التربة الرطبة التي تصل إلى درجة التشبع بسرعة و بالتالي يبدأ الجريان خلال وقت قصير .

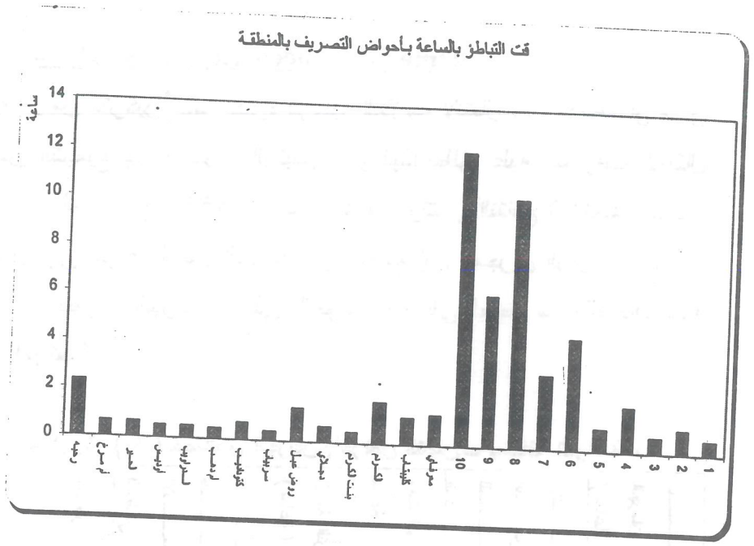
د – كمية الأمطار وكثافتها : حيث يزيد وقت التباطؤ إذا كانت كمية الأمطار قليلة أو متقطعة مما يؤدي إلى زيادة الفاقد بالبخر و التسرب ومن ثم تأخر توالد الجريان ، بينما يقل عندما يتركز سقوط المطر بكمية كبيرة و في فترة زمنية قصيرة .

يتضح من الجدول رقم (٩) والشكل رقم (١٠) أن المتوسط العام لوقت التباطؤ بأحواض التصريف بالمنطقة بلغ ٢,٢٨ ساعة ، وقد سجل حوض (١٠) أطول وقت للتباطؤ ١٢,٢ ساعة ، و تتسق هذه القيمة مع الخصائص الليثولوجية لسطح الحوض حيث تغطي الرواسب المفككة ٨٣,٩ % من مساحته ، مما يعني زيادة كمية الفاقد بالتسرب وتأخر توالد الجريان ، أضف إلى ذلك الانحدار الهين لسطح الحوض واقترابه من الاستواء مما يساعد على زيادة الفاقد بالتبخر. وقد تشابه مع حوض (١٠) في طول وقت التباطؤ حوضا (٨) ، (٩) بواقع ١٠,٣ ساعة للأول ، ٦,٣٣ ساعة للثاني ويرجع ذلك إلى نفس الأسباب المتعلقة بنوع الصخر و الانحدار .

سجل حوض سربياب أقصر وقت للتباطؤ ٠,٤٣ ساعة ويرجع ذلك إلى شدة انحدار سطح الحوض ، ونوعية الصخور النارية و المتحولة التي تكون سطحه ، و سجل حوض رحبه وقتاً طويلاً نسبياً للتباطؤ ٢,٣٦ ساعة ، ويرجع ذلك إلى المساحة التي تشغلها الرواسب الفيضية والتي تقدر بنحو

٢٨ % من مساحته ، إلى جانب اتساع الحوض مما يساعد على زيادة الفاقد بالتسرب و التبخر وتأخير توالد الجريان ٠

سجل اثنا عشر حوضاً وقت تباطؤ أقل من ساعة و هـي أم دهـب ، بنـت الكردم ، أوديس ، الدراويب، أم مرخ ، دجلاي ، الحير ، كتوداديب ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٥ ٠ وسجلت خمسة أحواض أوقاتاً تتراوح بين ساعة : ساعتين و هي كليبتاب ، معرفاي ، روض عبل ، الكردم ، (٤) ٠ وتراوح وقت التباطؤ بين ثلاث : خمس ساعات في حوضي (٧) ، (٦) ٠



شكل رقم (10) وقت التباطؤ و زمن التركز بأحواض التصريف بالمنطقة .

٣ – زمن التركيز Time Of Concentration

يعرف زمن التركيز* بأنه الفترة الزمنية اللازمة لانتقال مياه الأمطـــار مـــن مناطق التجميع إلى المجرى الرئيسي ، و لهذا يطلق عليه اسم وقت الانتقال (أحمد سالم صالح ، ١٩٩٩ ، ص ٤٦) ٠ وتشير النتائج المنخفضة لهـــذا المعامل إلى سرعة انتقال الجريان من المنابع إلى المجرى الرئيسي ، و من ثم زيادة خطورة الجريان السيلي بالحوض ، وعلى العكس من ذلك بالنـــسبة للقيم المرتفعة ٠

جدول رقم (٩) خصائص الجريان بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة ٠

الحوض	طـــول الانـــسياب السطحي بالكم	أزمنة التركيز (ساعة)	وقت التباطؤ (ساعة)	الانحـــدار التـــدريجي للمجـــرى الـــرئيسي	سرعة الجريان كم /ساعة
رحبه	٠,٠٤٩	١,٦٩	٢,٣٦	٥,٥٦	٥,٢٩
أم مرخ	٠,٠٣٩	٠,١٣	٠,٦٥	٧٠,٧	١٥,٩٨
الحير	٠,٠٣٣	٠,٠٧٠	٠,٧	٤٤,٧	١٢,٧٠
أوديس	٠,٠٣٣	٠,١٢	٠,٥٣	٨٠,٤	١٧,٠٤
الدراويب	٠,٠٦٤	٠,١١	٠,٥٤	١١٧,٦	٢٠,٦
أم دهب	٠,٠٤٨	٠,١٨	٠,٤٤	١٢١,٦	٢٠,٩٥
كتوداديب	٠,٠٤٩	٠,٢٤	٠,٧٥	٧٩,٣	١٦,٩٢
سربياب	٠,٠٦٨	٠,٢٢	٠,٤٣	٧٤,٥	١٦,٤٠
روض عبل	٠,٠٣٩	٠,١٣	١,٤٤	٢٥	٩,٥
دجلاي	٠,٠٥١	٠,٣٢	٠,٦٩	٢٧,٦٢	٩,٩٨
بنت الكردم	٠,٠٦٨	٠,٣٦	٠,٤٧	٣٣,٤	١٠,٩٧
الكردم	٠,٠٤٥	٠,٣٠	١,٧٥	٥٤,٣	١٤
كليبتاب	٠,٠٥٥	٠,٢٧	١,١٢	٣٥,٤	١١,٣٠
معرفاي	٠,٠٤٥	٠,٣١	١,٢٩	٢٣,٦٣	٩,٢٤

* يمكن حساب زمن التركيز بالمعادلة التالية : - ز = (٠.٣٠٥ × ل) ^ ١.١٥٨ ÷ ٧٧٠٠ × (٠.٣٠٥ ع) ^ ٠.٣٨

حيث ز = زمن التركيز ، ل = طول الحوض ، ع = التضاريس القصوى للحوض (*عواد حامد موسى ، ٢٠٠٠ ، ص ١٦٤ نقلاً عن (U. S. Conservation , Service 1972)*) ٠

١٠	٠,٠٧٧	٠,٥١	١٢,٢	٣,٧٩	٣,٧
٩	٠,٠٧٨	٠,٣٩	٦,٣٣	٨,١٣	٥,٤٢
٨	٠,٠٦٦	٠,٣٨	١٠,٣	١٢,١٩	٦,٦٣
٧	٠,٠٧٠	٠,٤٢	٣,١	١٠,٩٤	٦,٢٨
٦	٠,٠٣٩	٠,٣٢	٤,٥٩	١٥,٧	٧,٥٣
٥	٠,٠٤٥	٠,٢٦	٠,٩١	١٣,٢	٦,٩
٤	٠,٠٥٥	٠,١٩	١,٨٦	١٩,٤	٨,٣٧
٣	٠,٠٤٤	٠,٢٢	٠,٦٦	٢٦,٨	٩,٨٤
٢	٠,٠٤٩	٠,٢٦	٠,٩٩	١٠,٩٧	٦,٢٩
١	٠,٠٦٩	٠,٢٧	٠,٦١	١٢,٨٢	٦,٨

المصدر / حسابات الطالب

يعد انحدار سطح الحوض من أهم العوامل المؤثرة في زمن التركيز ، حيث تسجل الأحواض شديدة الانحدار أزمنة قصيرة ، و الهينة الانحـــدار أزمنـــة طويلة ، ويؤثر كذلك شكل الحوض حيث يزيد زمن التركيـــز بـــالأحواض المستطيلة ويقل بالأحواض المستديرة ٠

يتضح من الجدول رقم (٩) والشكل رقم (١٠) أن المتوسط العام لـــزمن التركيز بأحواض التصريف بالمنطقة بلغ ٠,٣٢ ساعة ، و يتفق مـــع هـــذا المتوسط حوضا دجلاي ، (٦) ، وسجل حـــوض رحبـــه أطـــول زمـــن تركيـــز ١,٦٩ ساعة و ذلك لاستطالة شكله و كبر مـــساحته ، وســـجلت أحواض (٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠) قيماً مرتفعة تراوحت بين (٠,٤٢ ، ٠,٣٨ ، ٠,٣٩ ، ٠,٥١ ساعة) للأحواض الأربعة على التوالي ، ويرجع ذلك إلى أن أسطحها خفيفة الانحدار ، و كثافتها التصريفية منخفضة ٠

سجل حوض الحير أقصر زمن تركيز ٠,٠٧ ساعة وهذه القيمة ناتجة عـــن شكل الحوض شبه المستدير ، وأن الصخور النارية و المتحـــولة تغطـــي معظم مساحته ، بالإضافة إلى ارتفاع كثافته التصريفية ، و شـــدة انحـــدار سطحه ٠

انحدار مجاريهما وانحدار سطحيهما الشديد . وعلى الجانب الآخر سجل حوضا (١٠) و رحبه أقل سرعة جريان حيث بلغت ٣,٧ كم / ساعة بالأول ، ٥,٢٩ كم / ساعة بالثاني ويرجع ذلك إلى قلة الانحدار التدريجي لمجريهما .

تراوحت سرعة الجريان بين ٥ : ١٠ كم / ساعة في إثني عشر حوضاً هي دجلاي ، معرفاي ، روض عبل ، و الأحواض من (١ : ٩) . و تراوحت سرعة الجريان ما بين ١٠: ١٥ كم / ساعة في أربعة أحواض هي الحير ، الكردم ، بنت الكردم ، كليبتاب .

تجاوزت السرعة ١٥ كم / ساعة في باقي الأحواض ، و الخلاصة أن الأحواض التي تميزت بقصر طول الانسياب السطحي و قصر و قت التباطؤ و زمن التركيز و شدة الانحدار التدريجي لمجاريها الرئيسية هي ذاتها التي تميزت بسرعة الجريان العالية .

رابعا :- توقع الجريان وتقدير حجمه .

تعد عملية توقع الجريان بالمنطقة من الأمور بالغة الصعوبة خاصة في ضوء القصور في البيانات وذلك لعدم وجود محطات تسجيل للسيول يمكن من خلالها تحديد فترة العودة أو التكرار لفئات السيول المختلفة (الضعيفة ، المتوسطة ، الشديدة) . ويلاحظ من الجدول رقم (٧) أن السيول الشديدة تتكرر على فترات تزيد على عشر سنوات ، وقد أشار إلى ذلك (حامد العصفوري ، ٢٠٠٢ ، ص ١٦٨) حيث ذكر أن السيول الضعيفة من المحتمل تكرارها كل أربع سنوات بناءاً على البيانات المناخية لمحطة رأس بناس ، أما السيول المتوسطة فتتكرر مرة كل ٧ : ٩ سنوات ، بينما تتكرر السيول الشديدة على فترات متباعدة تتراوح بين١٤ : ١٩ سنه .

يلاحظ أن المجاري الرئيسية للأحواض الشمالية تتميز بشدة انحدارها وتتدرج انحدارات المجاري بالاتجاه نحو الجنوب ، وذلك لشدة تأثر الأجزاء الشمالية من المنطقة بحركات الرفع ٠ وقد سجلت سبعة أحواض انحدارات تدريجية لمجاريها الرئيسية تزيد على ٥٠ م / كم وهي الكردم ، و سربياب ، كتوداديب ، أم دهب ، الدراويب ، أوديس ، أم مرخ ٠ وسجلت ثلاثة أحواض انحدارات تدريجية أقل من ١٠ م / كم و هي رحبه ، (٩ ، ١٠) ٠ ، أما باقي الأحواض فقد تراوحت الانحدارات التدريجية لمجاريها الرئيسية ما بين١٠ : ٥٠ م / كم ٠

٥ – سرعة الجريان ٠

تعد سرعة الجريان * انعكاساً واضحاً لانحدار المجرى الرئيسي للحوض حيث تزيد بزيادة الانحدار و العكس ٠ وترتبط سرعة الجريان طردياً بكمية التصريف و كمية الرواسب المنقولة و أحجام تلك الرواسب) Kinghton , 1984 , P 2) ٠ ويرى الباحث أن تضرس قاع المجري وشكل امتداده من حيث استقامته أو تعرجه يؤثر كذلك على سرعة الجريان حيث يتسم بسرعته العالية في المجاري المستقيمة بعكس المجاري المتعرجة و المنعطفة نتيجة استنزاف طاقة في الاحتكاك بجوانب المجرى في مناطق الانحناءات ٠

يلاحظ من الجدول رقم (٩) أن المتوسط العام لسرعة الجريان على مستوى أحواض المنطقة ككل بلغ ١٠,٨ كم / ساعة ، ويعتبر حوض بنت الكردم هو الأقرب لهذا المتوسط حيث بلغت سرعة جريانه ١٠,٩٧ كم / ساعة ٠ وقد سجل حوضا الدراويب و أم دهب أعلى سرعة جريان ٢٠,٦ كم / ساعة بالأول ، ٢٠,٩٥ كم / ساعة بالثاني ٠ ويرجع ذلك إلى شدة

---

* يتم حساب سرعة الجريان بالمعادلة التالية : - س = هـ × الجذر التربيعي للانحدار التدريجي للمجرى الرئيسي
حيث س = سرعة الجريان ، هـ = ثابت تتراوح قيمته ما بين ١.٧ ، ١.٩ على حسب قيمة الانحدار (عواد حامد موسى ، ٢٠٠٠ ، ص ١٦٦ نقلاً عن Snyder , 1938 , P., 450) ٠

انحدار مجاريهما وانحدار سطحيهما الشديد ٠ وعلى الجانب الآخر سجل حوضا (١٠) و رحبه أقل سرعة جريان حيث بلغت ٣,٧ كم / ساعة بالأول ، ٥,٢٩ كم / ساعة بالثاني ويرجع ذلك إلى قلة الانحدار التدريجي لمجرييهما ٠

تراوحت سرعة الجريان بين ٥ : ١٠ كم / ساعة في إثني عشر حوضاً هي دجلاي ، معرفاي ، روض عبل ، و الأحواض من (١ : ٩) ٠ و تراوحت سرعة الجريان ما بين ١٠: ١٥ كم / ساعة في أربعة أحواض هي الحير ، الكردم ، بنت الكردم ، كليبتاب ٠

تجاوزت السرعة ١٥ كم / ساعة في باقي الأحواض ، و الخلاصة أن الأحواض التي تميزت بقصر طول الانسياب السطحي و قصر و قت التباطؤ و زمن التركيز و شدة الانحدار التدريجي لمجاريها الرئيسية هي ذاتها التي تميزت بسرعة الجريان العالية ٠

رابعاً :- توقع الجريان وتقدير حجمه ٠

تعد عملية توقع الجريان بالمنطقة من الأمور بالغة الصعوبة خاصة في ضوء القصور في البيانات وذلك لعدم وجود محطات تسجيل للسيول يمكن من خلالها تحديد فترة العودة أو التكرار لفئات السيول المختلفة (الضعيفة ، المتوسطة ، الشديدة) ٠ ويلاحظ من الجدول رقم (٧) أن السيول الشديدة تتكرر على فترات تزيد على عشر سنوات ، وقد أشار إلى ذلك (حامد العصفوري ، ٢٠٠٢ ، ص ١٦٨) حيث ذكر أن السيول الضعيفة من المحتمل تكرارها كل أربع سنوات بناءاً على البيانات المناخية لمحطة رأس بناس ، أما السيول المتوسطة فتتكرر مرة كل ٧ : ٩ سنوات ، بينما تتكرر السيول الشديدة على فترات متباعدة تتراوح بين١٤ : ١٩ سنه ٠

وفيما يتعلق بتقدير حجم الجريان فقد اتبع الطالب ثلاثة طرق تشابهت كلها في الاعتماد على مساحة الحوض عند حساب كمية التصريف على النحو التالي : -

١ - طريقة Ball , J ., 1973 ٠

تعتمد طريقة Ball , J ., 1973 في تقدير حجم السيول على مساحة الحوض و كمية الأمطار بالمللم و ذلك بإتباع المعادلة التالية : - حجم الجريان = ٧٥٠ × م (ل – ٨) حيث أن م = مساحة الحـــوض ، ل = أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد (السيد الحسيني ، ١٩٨٧ ، ص ٢٥)

جدول رقم (١٠) الحجم التقريبي للجريان بأحواض التصريف بالمنطقة طبقاً لطريقة Ball , J ., 1937

الحوض	المساحة كم٢	حجم الجريـان بالمتر مكعب	الحوض	المساحة كم٢	حجم الجريـان بالمتر مكعب
رحبه	١١٤٩,١٤	٤٨٢٦٣٧٩٦	كليبتاب	٢٦,١٦١	١٠٩٨٧٦٢
أم مرخ	٢٣,٧٥٩	٩٩٧٨٧٨	معرفاي	٨٠,٧٩٨	٣٣٩٣٥١٦
الحير	٢,٨٦٩	١٢٠٤٩٨	١٠	٧,٧٤٨	٣٢٥٤١٦
أوديس	٦,٧٩٩	٢٨٥٥٥٨	٩	٣٦,٥٦٩	١٥٣٥٨٩٨
الدراويب	٤٨,٥٦٢	٢٠٣٩٦٠٤	٨	١٠,٦٦١	٤٤٧٧٦٢
أم دهب	٣١,٠٥٤	١٣٠٤٢٦٨	٧	١٨,٥١٩	٧٧٧٧٩٨
كتوداديب	٢٤,٦٦٦	١٠٣٥٩٧٢	٦	٨,٥٣٩	٣٥٨٦٣٨
سربياب	٩,٠٦٣	٣٨٠٦٤٦	٥	٥,٣٤٤	٢٢٤٤٤٨
روض عبل	٣,٠٢٦	١٢٧٠٩٢	٤	٧,٠٠٢	٢٩٤٠٨٤
دجلاي	٧٥,٢٩١	٣١٦٢٢٢٢	٣	١٩,٨٤٨	٨٣٣٦١٦
بنت الكردم	٦٦,٧٢٧	٢٨٠٢٥٣٤	٢	٤,٨٦٧	٢٠٤٤١٤
الكردم	١٤,١	٥٩٢٢٠٠	١	١١,٦٦٦	٤٨٩٩٧٢

المصدر / حسابات الطالب

تم التعويض في المعادلة على اعتبار أن أكبر كمية مطـــر سقطت في يـــوم واحد كانت ٦٤ مللم يوم ٢٤ / ١١ / ٢٩٦٦ ٠ ويلاحظ من بيانات الجدول

رقم (١٠) أن الحجم الكلي للجريان بأحواض المنطقة يقدر بحـــوالي ٧١,١ مليون متر مكعب بمتوسط عام ٢,٩ مليون متر مكعب للحوض الواحد ٠
يعد حوض رحبه هو الأكبر من حيث حجم الجريان بين أحواض المنطقـــة بواقع ٤٨,٢ مليون متر٣ ٠ ومن ناحية أخري يقدر حجم الجريان بأصـــغر الأحواض (الحير) بحوالي ١٢٠ ألف متر٣ ٠
قلة حجم الجريان عن مليون متر ٣ في أربعة عشر حوضاً هي أم مـــــرخ ، أوديس ، سربياب ، روض عبل ، الكردم ، (١٠) و الأحواض من (١ : ٨) ٠
تراوح حجم الجريان بين مليون : ٢ مليون متر٣ في أربعة أحواض هي أم دهب ، كتوداديب ، كليبتاب ، (٩) ٠
تجاوز حجم الجريان مليوني متر مكعب في أربعة أحواض هي الدراويب ، دجلاي ، بنت الكردم ، معرفاي ٠ ويلاحظ من خلال هذه النتائج أن الارتباط طردي بين مساحة الحوض و حجم الجريان ، وهذه الصورة مـــن الـــصعب تحققها إلا في الأنهار دائمة الجريان كما سبقت الإشارة من قبل ٠

٢ – طريقة Finkel , H ., 1979 ٠

تهتم هذه الطريقة بحساب معدلات الفيضان القصوى (م٣ / ثانية) ، و حجم الفيضان السنوي (م٣) ، و الوقت اللازم لحدوثه (ساعة) ، وذلك بتطبيق المعادلات التالية : –

(ف١ = ك ١ × م) ، (ف = ك٢ × م) ، (د = ف ÷ ف١)

حيث ف١ = أقصى معـــــدل للفيضان بالمتر مكعب / ثانية ، ف = حجم الفيضان السنوي م٣ ، م = مساحة الحوض ، د = الوقت الـــلازم لحـــدوث الجريان ، ك ١ ، ك٢ ثوابت تشير إلى احتمالات حدوث الجريان الـــسنوي وقيمتها كما يلي:

الثوابت التي تعتمد عليها احتمالات الجريان السنوي ٠

نسبة احتمال الجريان	قيمة ك١ عند كل احتمال	قيمة ك٢ عند كل احتمال
قوي ٨٠ %	٠,٠١	٠,١٦٨
ضعيف ١٠ %	١,٥٨	٢٦,٥
ضعيف جداً ٢ %	٤,٣	٧٢,٢

(عواد حامد موسى ، ٢٠٠٠ ، ص ١٧٣)

ويلاحظ من بيانات الجدول رقم (١١) أن كميات التصريف و أحجام الفيضان المتوقعة و المدة الزمنية اللازمة بكل حوض كانت على النحو التالي :

أ – حجم الجريان بالمتر ٣، كمية التصريف بالمتر ٣ / ثانية ، وأقصى وقت للفيضان (ساعة) على أساس احتمال ضعيف جداً بنسبة ٢ % .

يأتي حوض رحبه في المركز الأول بين أحواض المنطقة حيث بلغ حجم الجريان المتوقع به ٨٢,٩ مليون م٣ ، وبلغت الكمية القصوى للتصريف ٤٩٤١ م٣ / ثانية ، ويستغرق الجريان به حوالي ١٦,٧٩ ساعة .

وعلى الجانب الأخر يأتي حوض الحير في المركز الأخير حيث يبلغ حجم الجريان المتوقع به حوالي ٠,٢١مليون متر مكعب ، بكمية تصريف قصوى تقدر بنحو ١٢,٣ م٣ / ثانية ، ويستغرق الفيضان بالحوض ١٦,٨٤ ساعة من أجل تصريف الكميات المذكورة

تراوحت كميات التصريف القصوى بين ١٠ : ٢٠٠ م٣ / ثانية في خمسة أحواض هي أم مرخ ، أم دهب ، كتوداديب ، كليبتاب و (٩) .

وتراوحت أحجام الجريان المتوقعة بتلك الأحواض بين ٢,٦ مليون م٣ بحوض (٩) ، ١,٧ مليون م٣ بحوض أم مرخ ، وتراوحت المدد الزمنية للفيضان بالأحواض الخمسة بين ١٦,٧٣ ساعة بحوض (٩) ، ١٦,٧٩ ساعة بحوض أم مرخ .

تجاوزت الكميات القصوى للتصريف ٢٠٠ م٣ / ثانية في أحواض معرفاي ، دجلاي ، بنت الكردم ، الدراويب والتي تراوحت أحجام الجريان المتوقع

بها بين ٥,٨ مليون م٣ لمعرفاي ، ٣,٨ مليون م٣ للدراويب ، وقد تساوت الأحواض الأربعة في المدة الزمنية اللازمة للفيضان و التي بلغت ١٦,٧٩ ساعة٠

جدول رقم (١١) الحجم المتوقع للجريان م٣ ، وكميات التصريف بالمتر٣ / ثانية ، وأقصى وقت للفيضان طبقاً لطريقة Finkel , H ., 1979

الحوض	المساحة	أقصى كمية تصريف م٣ / ثانية			حجم الفيضان المتوقع بالمليون م٣			أقصى وقت للفيضان بالساعة		
		احتمال ٢%	احتمال ١٠ %	احتمال ٨٠ %	احتمال ٢%	احتمال ١٠ %	احتمال ٨٠ %	احتمال ٢%	احتمال ١٠ %	احتمال ٨٠ %
رحبه	١١٤٩,١٤	٤٩٤١	١٨١٦	١١,٥	٨٢,٩	٣٠,٥	٠,١٩	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٧٨
أم مرخ	٢٣,٧٥٩	١٠٢,٢	٣٧,٥	٠,٢٣	١,٧١	٠,٦	٠,٠٠٤	١٦,٧٨	١٦,٧٩	٧,٣٥
الحير	٢,٨٦٩	١٢,٣	٤,٥	٠,٠٣	٠,٢١	٠,٠٨	٠,٠٠٠٥	١٦,٨٤	١٦,٨٩	١٦,١
أوديس	٦,٧٩٩	٢٩,٢٣	١٠,٧٤	٠,٠٧	٠,٥	٠,٢	٠,٠٠١١	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٣٢
الدراويب	٤٨,٥٦٢	٢٠٨,٨	٧٦,٧٣	٠,٤٩	٣,٥١	١,٣	٠,٠٠٨٢	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٦٥
أم دهب	٣١,٠٥٤	١٣٣,٥	٤٩,١	٠,٣١	٢,٢٤	٠,٨٢	٠,٠٠٥٢	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٨٣
كتوداديب	٢٤,٦٦٦	١٠٦,١	٣٨,٩٧	٠,٢٥	١,٨	٠,٦٥	٠,٠٠٤١	١٦,٧٨	١٦,٧٧	٦,٥٧
سربياب	٩,٠٦٣	٣٨,٩٧	١٤,٣٢	٠,٠٩	٠,٧	٠,٢٤	٠,٠٠١٥	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٩٢
روض عبل	٣,٠٢٦	١٣,٠١	٤,٧٨	٠,٠٣	٠,٢٢	٠,٠٨	٠,٠٠٠٥	١٦,٧٩	١٦,٧٨	٦,٩٤
دجلاي	٧٥,٢٩١	٣٢٣,٨	١١٨,٩	٠,٧٥	٥,٤٣	١,٩٩	٠,٠١٣	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٨٦
بنت الكردم	٦٦,٧٢٧	٢٨٧	١٠٥,٤	٠,٦٧	٤,٨٢	١,٧٧	٠,٠١١	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٧٣
الكردم	١٤,١	٦٠,٦٣	٢٢,٣	٠,١٤	١,٠٢	٠,٣٧	٠,٠٠٢٣	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٩٢
كليبتاب	٢٦,١٦١	١١٢,٥	٤١,٣٣	٠,٢٦	١,٩	٠,٦٩	٠,٠٠٤٤	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٩
معرفاي	٨٠,٧٩٨	٣٤٧,٤	١٢٧,٧	٠,٨١	٥,٨٣	٢,١٤	٠,٠١٤	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٧٦
١٠	٧,٧٤٨	٣٣,٣٢	١٢,٢٤	٠,٠٨	٠,٦	٠,٢١	٠,٠٠١٣	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٢٧
٩	٣٦,٥٦٩	١٥٧,٢	٥٧,٨	٠,٣٧	٢,٦٤	٠,٩٧	٠,٠٠٦١	١٦,٧٣	١٦,٧٧	٦,٦٠
٨	١٠,٦٦١	٤٥,٨	١٦,٨٤	٠,١١	٠,٨	٠,٢٨	٠,٠٠١٨	١٦,٧٩	١٦,٧٨	٦,٢٨
٧	١٨,٥١٩	٧٩,٦٣	٢٩,٢٦	٠,١٩	١,٣٤	٠,٤٩	٠,٠٠٣١	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٣٧
٦	٨,٥٣٩	٣٦,٧٢	١٣,٤٩	٠,٠٩	٠,٦٢	٠,٢٣	٠,٠٠١٤	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٩٤
٥	٥,٣٤٤	٢٢,٩٨	٨,٤٤	٠,٠٥	٠,٣٨	٠,١٤	٠,٠٠٠٩	١٦,٧٩	١٦,٧٨	٦,٩٥
٤	٧,٠٠٢	٣٠,١١	١١,١	٠,٠٧	٠,٥١	٠,١٩	٠,٠٠١٢	١٦,٧٩	١٦,٧٨	٦,٨٠
٣	١٩,٨٤٨	٨٥,٣٥	٣١,٣٦	٠,٢٠	١,٤٣	٠,٥٣	٠,٠٠٣٣	١٦,٧٩	١٦,٧٧	٦,٦٧

٢	٤,٨٦٧	٢٠,٩٣	٧,٦٩	٠,٠٥	٠,٣٥	٠,١٣	٠,٠٠٠٨	١٦,٧٩	١٦,٧٧	١٦,٣٥
١	١١,٦٦٦	٥٠,١٦	١٨,٤	٠,١٢	٠,٨٤	٠,٣١	٠,٠٠٢	١٦,٧٩	١٦,٧٧	١٦,٣٣

المصدر/ حسابات الطالب

ب – حجم الجريان بالمتر٣ ، كمية التصريف بالمتر٣ / ثانيـــة ، وأقـــصى وقت للفيضان (ساعة) على أساس احتمال ضعيف بنسبة ١٠ %

يلاحظ من بيانات الجدول رقم (١١) تناقص أحجام الجريـــان و كميـــات التصريف مع زيادة نسبة الاحتمال إلى ١٠ % ، كما يلاحظ تقارب النتـــائج على أساس هذا الاحتمال مع النتائج التي أظهرها حـــساب حجـــم الجريـــان المتوقع بطريقة Ball , 1937 ٠

بلغت كمية التصريف القصوى بحوض رحبه ١٨١٦متر ٣ / ثانية ، وبلـــغ حجم الفيضان ٣٠,٤ مليون متر٣ ، كما بلغ أقصى وقت للفيـــضان ١٦,٧٧ ساعة ٠ و كالعادة سجل حوض الحير أقل كمية تصريف متوقع حيث قدرت بحوالي ٤,٥ متر٣ / ثانية ، وبلغ حجم الجريان به ٠,٠٨ مليـــون متـــر٣ ٠ وبلغ أقصى وقت للفيضان ١٦,٨٩ ساعة ٠

سجل باقي أحواض المنطقة كميات تصريف منخفضة أقل من ١٠٠ متر٣ / ثانية باستثناء ثلاثة أحواض هي دجلاي ، معرفاي ، بنـــت الكـــردم ، كمـــا سجلت كل الأحواض أحجام جريان تقل عن مليون متر٣ باستثناء الأحواض الثلاثة المذكورة وحوض الدراويب ، وبالنسبة لأقصى وقت للجريـــان فقـــد تراوح ما بين ١٦,٧٧ ساعة : ١٦,٧٩ ساعة في كل الأحواض٠

ج – حجم الجريان بالمتر٣ ، كمية التصريف بالمتر٣ / ثانيـــة ، وأقـــصى وقت للفيضان (ساعة) على أساس احتمال قوي بنسبة ٨٠ % ٠

* يلاحظ من بيانات الجدول رقم (١١) تناقص أحجام الجريان ، وكمية التصريف عند التعويض في المعادلات وفقاً لثوابت هذا الاحتمـــال ٠ وقـــد سجل حوض رحبه أكبر كمية تصريف حيث بلغت ١١,٥ متر٣ / ثانيـــة ،

وبلغ حجم الجريان به ٠,١٩ مليون متر٣ ، كما بلغ أقصى وقت للفيضان ١٦,٧٨ ساعة ٠ ومن ناحية أخرى سجل حوض الحير أقل كمية تصريف ٠,٠٣ متر٣ / ثانية ، وبلغ حجم الجريان ٠,٠٠٠٥ مليون متر٣ ، ويبلغ أقصى وقت للفيضان به ١٦,١ ساعة ٠ سجل باقي الأحواض كميات تصريف ضئيلة جداً تقل عن واحد متر٣ / ثانية ، وبالتبعية سجلت أحجام جريان منخفضة لم تتجاوز العشرة آلاف متر٣ باستثناء أحواض دجلاي ، بنت الكردم ، معرفاي ٠ وتراوحت المدد الزمنية لأقصى وقت للفيضان ما بين ١٧,٩ ساعة بحوض (٥) ، ١٥,٩٤ ساعة بحوض (٦) ٠

٣ – طريقة Snyder ٠

تعتمد طريقة Snyder على تحليل منحنى الوحدة الزمني للحوض وذلك في ضوء ثلاثة متغيرات هي (وقت التباطؤ ، كمية التصريف بالمتر مكعب / ثانية ، الوقت الإجمالي الذي يستغرقه الجريان ٠ وقد طبق Snyder هذه الطريقة على عدد كبير من أحواض التصريف بجبال الأبلاش تتراوح مساحاتها ما بين ٢٥ : ٢٥٠٠ كم٢ وتبين من خلال ذلك أن تضاريس الحوض ، وانحدار سطحه ، وكثافة التصريف ، وطبيعة الرواسب التي تمتليء بها القناة النهرية ، بالإضافة إلى مساحة الحوض وشكله من العوامل التي يحتمل تأثيرها في شكل منحنى الوحدة الزمني ، ويتطلب تنفيذ هذه الطريقة التعويض في المعادلات التالية :-

$$1 - Qp = Cp \times (A \div Tp)$$

حيث Qp = كمية التصريف بالمتر٣ / ثانية ، Cp = ثابت تتراوح قيمته ما بين ٢ : ٦,٥ وفقاً لخصائص سطح الحوض ، A = مساحة الحوض كم٢ ، Tp = وقت التباطؤ بالساعة ٠

$$2 - T = 5 \times Tp$$

حيث T = الوقت الذي يستغرقه الجريان بالساعة و يمثل عرض المنحنى ،
Tp = وقت التباطؤ بالساعة ٠

3 – qp = Qp ÷ A

حيث qp = قمة الجريان بالمتر مكعب في الثانية لكل كيلو متر مربع ٠

4 – W 50 % = 5.6 ÷ qp^1.08

حيث W 50 % = عرض المنحنى عند ٥٠ % من القيمة القصوى للجريان م٣ / ثانية / كم٢

5 – W 75 % = 3.21 ÷ qp ^ 1.08

حيث W 75 % = عرض المنحنى عند ٧٥ % من القيمة القصوى للجريان م٣ / ثانية / كم٢ (Raghunath , 1984 , P .. 158) ٠

يلاحظ من بيانات الجدول رقم (١٢) أن حوض رحبه و الأحواض من (٦ : ١٠) سجلت أعلى القيم للوقت الذي يستغرقه الجريان ، و يأتي حوض ١٠ على رأس القائمة بزمن قدره ٦١ ساعة يتم خلالها تصريف كمية مياه قدرها ٠,١١٢ مليون متر٣ / يوم بواقع ١,٣ متر٣ / ثانية ، ويلاحظ من خلال منحنى الوحدة الزمني للحوض أنه يفيض بنصف الكمية المذكورة بعد أربع ساعات فقط من بدء الجريان ، ويصل الفيضان إلي ٧٥ % من حجم الجريان بعد ٨ ساعات كما يتضح من الجدول رقم (١٣) ، وهذه النتائج تشير إلى قلة خطورة الجريان السيلي بالحوض ٠

يأتي حوض (٨) في المركز الثاني من حيث الزمن اللازم للجريان والذي بلغ ٥١,٦٥ ساعة ، يتم خلالها تصريف كمية قدرها ٠,١٨١ مليون متر٣ بواقع ٢,١ متر٣ / ثانية ٠ ويصل الفيضان إلى ٥٠ % من هذه الكمية بعد ٤,٥ ساعة ، وإلى ٧٥ % بعد ٦,٨٥ ساعة ٠

بلغت مدة الزمن اللازم للجريان بحوض رحبه ١١,٨ ساعة يتم خلالها تصريف كمية مياه تقدر بحوالي ٨٤,١ مليون متر٣ بواقع ٩٧٤ متر مكعب

/ ثانية ، ويفيض الحوض بنصف هذه الكمية بعد ساعة واحـدة ، ويفـيض بثلاثة أرباعها بعد ١,٧ ساعة ٠

جدول رقم (١٢) كميات التصريف طبقاً لمنحنيات الوحدة الزمنية لأحواض التصريف بالمنطقة ٠

الحوض	المساحة A	وقت التباطؤ Tp	الوقت الأساسي T	كمية التصريف م٣ / ثانية Qp	قمة الجريان م٣ / ثانية / كم٢ qp	كمية التصريف بالمليون م٣ / يوم	عرض المنحنى عند ٥٠ % W 50 %	عرض المنحنى عند ٧٥ % W75 %
رحبه	١١٤٩,١٤	٢,٣٦	١١,٨	٩٧٤	٠,٨٥	٨٤,٢	٦,٧	٣,٨
أم مرخ	٢٣,٧٥٩	٠,٦٥	٣,٢٥	٧٣,١	٣,١	٦,٣٢	١,٧	٠,٩
الحير	٢,٨٦٩	٠,٧	٣,٥	٨,٢	٢,٨٦	٠,٧١	١,٨	١,٠٣
أوديس	٦,٧٩٩	٠,٥٣	٢,٦٥	٢٥,٧	٣,٨	٢,٢٢	١,٣	٠,٧٦
الدراويب	٤٨,٥٦٢	٠,٥٤	٢,٧	١٨٠	٣,٧١	١٥,٥٥	١,٤	٠,٧٨
أم دهب	٣١,٠٥٤	٠,٤٤	٢,٢	١٤١,١٥	٤,٥٥	١٢,١٩	١,١	٠,٦٢
كتوداديب	٢٤,٦٦٦	٠,٧٥	٣,٧٥	٦٦,٧	٢,٧	٥,٧٦	١,٩٢	١,١
سربياب	٩,٠٦٣	٠,٤٣	٢,١٥	٤٢,١٥	٤,٦٨	٣,٦٤	١,٠١	٠,٦٠
روض عبل	٣,٠٢٦	١,٤٤	٧,٢	٤,٢	١,٣٩	٠,٣٦٣	٣,٩٢	٢,٢٥
دجلاي	٧٥,٢٩١	٠,٦٩	٣,٤٥	٢١٨,٢٣	٢,٩	١٨,٨٥	١,٨	١,٠٢
بنت الكردم	٦٦,٧٢٧	٠,٤٧	٢,٣٥	٢٨٣,٩٤	٤,٣	٢٤,٥٣	١,١٦	٠,٦٦
الكردم	١٤,١	١,٧٥	٨,٧٥	١٦,١١	١,١٤	١,٣٩	٤,٨٦	٢,٨
كليبتاب	٢٦,١٦١	١,١٢	٥,٦	٤٦,٧٢	١,٨	٤,٠٤	٢,٩٧	١,٧
معرفاي	٨٠,٧٩٨	١,٢٩	٦,٤٥	١٢٥,٢٧	١,٥٥	١٠,٨٢	٣,٥	٢
١٠	٧,٧٤٨	١٢,٢	٦١	١,٣	٠,١٧	٠,١١٢	٣٧,٩	٢١,٧٦
٩	٣٦,٥٦٩	٦,٣٣	٣١,٦٥	١١,٦	٠,٣٢	١,٠٠٢	١٩,٢	١١
٨	١٠,٦٦١	١٠,٣٣	٥١,٦٥	٢,١	٠,٢	٠,١٨١	٣١,٨٥	١٨,٢٥
٧	١٨,٥١٩	٣,١	١٥,٥	١١,٩	٠,٦٤	١,٠٣	٩,١	٥,٢
٦	٨,٥٣٩	٤,٥٩	٢٢,٩٥	٣,٧٢	٠,٤٣	٠,٣٢١	١٣,٩	٨
٥	٥,٣٤٤	٠,٩١	٤,٥٥	١١,٧٤	٢,٢	١,٠١٤	٢,٤	١,٣٧
٤	٧,٠٠٢	١,٨٦	٩,٣	٧,٥٣	١,١	٠,٦٥١	٥,١	٢,٩
٣	١٩,٨٤٨	٠,٦٦	٣,٣	٦٠,١٥	٣,٠٣	٥,٢٠	١,٧	٠,٩٧

٢	٤,٨٦٧	٠,٩٩	٤,٩٥	٩,٨٣	٢,٠١	٠,٨٥٠	٢,٦٣	٠,٥١
١	١١,٦٦٦	٠,٦١	٣,٠٥	٣٨,٢٥	٣,٢٨	٣,٣	١,٦	٩

المصدر / حسابات الطالب ٠

سجلت بقية الأحـــواض أزمنة جريان منخفضة حيث قل أغلبها عن أربــع ساعات وذلك في أحواض أم مــرخ ، أوديــس ، الــدراويب ، أم دهــب ، كتوداديب ، سربياب ، دجلاي ، بنت الكــردم ، (١) ، وتراوحــت كميــة التصريف ما بين ٢٨٣,٩٤ متر٣ / ثانية بحوض بنت الكردم الذي بلغ حجم فيضانه ٢٤,٥ مليون متر٣ / يوم ، ٨,٢ متر٣ / ثانية بحوض الحير والذي بلغ حجم فيــضانه ٠,٧١ مليــون متــر٣ / يــوم ٠ ويلاحــظ انخفــاض الـــــوقت الذي يستغـــرقه فيضان الأحـــــواض المذكـــــورة (التي تقل أزمنتها الأساسية عن ٤ ساعات) بنصف كمية الفيضان ، حيــث سجلت جميعها أوقاتاً تقل عن نصف ساعة ، ويأتي حوض بنت الكردم فــي المقدمة حيث يفيض بنصف الكمية بعد تسع دقائق فقط ٠ وبالنسبة لفيــضان تلك الأحواض بثلاثة أرباع الكمية فإن ذلك يتحقق في مدى زمني يبلغ أقصاه في حوض كتوداديب بواقع ٣٣ دقيقة ، وأدناه بحوض بنت الكردم بواقع ١٥ دقيقة فقط٠

تراوحت الأوقات الأساسية لفيضان أحواض روض عبل ، الكردم ، كليبتاب ، معــرفاي ، و أحواض (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥) ما بين ٤ : أقل مــن ١٠ ساعات كما تراوحت أحجام الفيضان بها ما بين ١٠,٨ مليون متر٣ بحوض معرفاي ، ٠,٦٥١ مليون متر٣ بحوض ٤ ، وتراوحت كميات التصريف ما بين ١٢٥,٣ متر٣ / ثانية بمعرفاي ، ٧,٥٣ متــر٣ /ثانيــة بحــوض ٤ ٠ وتتراوح المدة الزمنية التي تفيض خلالها تلك الأحواض بنصف كميتها مــا بين ٣٠ دقيقة بحوض روض عبل ، و ١١ دقيقــة بحــوض (١) ، كمــا

تتراوح المدة التي يستغرقها الفيضان بثلاثة أرباع الكميـــة مـــا بـــين ١,٠٥ بحوض بنت الكردم ، ١٨ دقيقة بحوض (١) ٠

يلاحظ أن الأحواض خفيفة الانحدار ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ اتسمت بزيـــادة الوقت الأساسي للجريان بعكس الأحواض شديدة الانحدار في إشارة إلـــى أن العلاقة عكسية بين انحدار سطح الحوض والوقت الأساسي للفيضان ٠ ومن ناحية أخرى اتسمت الأحواض شديدة الانحدار بزيادة حجم الفيضان بعكـــس الأحواض هينة الانحدار مما يشير إلى الارتباط الطردى بـــين الانحـــدار و حجم الجريان ٠

جدول رقم (١٣) الوقت اللازم لفيضان أحواض التصريف بالمنطقة من خلال تحليل منحنيات الوحدة الزمنية

الحوض	الزمن اللازم للفيضان ب ٥٠ % من حجم الجريان	الزمن اللازم للفيضان ب ٧٥ % من حجم الجريان	الحوض	الزمن اللازم للفيضان ب ٥٠ % من حجم الجريان	الزمن اللازم للفيضان ب ٧٥ % من حجم الجريان
رحبه	ساعة واحدة فقط	١,٧ ساعة	كليبتاب	١٨ دقيقة	٣٦ دقيقة
أم مرخ	١٢ دقيقة	٢١ دقيقة	معرفاي	٢٤ دقيقة	٤٢ دقيقة
الحير	١٥ دقيقة	١٨ دقيقة	١٠	٤ ساعات	٨ ساعات
أوديس	١٤ دقيقة	٢٢ دقيقة	٩	١,٧٥ ساعة	٣,٥ ساعة
الدراويب	١٤ دقيقة	٢٦ دقيقة	٨	٤,٥ ساعة	٦,٨٥ ساعة
أم دهب	١٠ دقائق	٢٦ دقيقة	٧	٤٨ دقيقة	١,٨ ساعة
كتودااديب	٢١ دقيقة	٣٣ دقيقة	٦	١,٠٤ دقيقة	٢,٢ ساعة
سربياب	١٤ دقيقة	٢٠ دقيقة	٥	١٧ دقيقة	٢٨ دقيقة
روض عبل	٣٠ دقيقة	٥٤ دقيقة	٤	٢٤ دقيقة	٥٤ دقيقة
دجلاي	١٢ دقيقة	٢٤ دقيقة	٣	٢١ دقيقة	٢٧ دقيقة
بنت الكردم	٩ دقائق	١٥ دقيقة	٢	١٥ دقيقة	١,٠٥ ساعة
الكردم	١٨ دقيقة	١,٠٥ ساعة	١	١١ دقيقة	١٨ دقيقة

المصدر / حسابات الطالب

نخلص مما سبق بأن انحدار سطح الحوض ومساحته وكثافة التصريف ونوع الصخور التي تغطي سطحة وما تأثرت به من أحداث تكتونية انعكست على البنية الجيولوجية ، كل ذلك يعد من أهم العوامل المؤثرة على الجريان بأحواض المنطقة إذا افترضنا سقوط الأمطار بالتساوي على كل أجزائها وبكميات كبيرة تساعد على توالد الجريان ٠

خامساً :- تصنيف أحواض التصريف تبعاً لدرجة خطورتها ٠

يعد تصنيف أحواض التصريف بالمنطقة حسب درجة خطورة الجريان السيلي بها من الأمور وثيقة الصلة بخطط التنمية المستقبلية ٠ ومن الجدير بالذكر أن أحواض المنطقة لم تتناولها أية دراسة هيدرولوجية باستثناء دراسة هيئة الاستشعار التي صنفت حوض رحبه ضمن الأحواض قليلة الخطورة (هيئة الاستشعار ، ١٩٩٧ ، ص ٩٠)، ودراسة (El Shamy , I ., 1992 , P ., 331)، كما لا يوجد بها أية وسيلة لقياس وتقدير حجم الجريان بهدف تحديد درجة الخطورة لكل حوض ٠

ومن أجل التغلب على هذا القصور فقد اتبع الباحث طريقة (إبراهيم الشامي ، ١٩٩٤ ، ص ص ٦٤ : ٦٥) لتحديد درجة الخطورة اعتماداً على خصائص شبكة التصريف المتمثلة في نسبة التشعب و تكرارية المجاري وكثافة التصريف ٠ كما يقترح الباحث تصوراً (طريقه) يمكن من خلاله تحديد درجة الخطورة لكل حوض بدقة ، وفيما يلي بيان للطريقتين :

١ - طريقة إبراهيم الشامي ١٩٩٤

تعتمد هذه الطريقة على توقيع بيانات نسبة التشعب وتكرارية المجاري وكثافة التصريف على ورق نصف لوغاريتمي و يلاحظ أن الأحواض التي تنخفض نسبة تشعب مجاريها و ترتفع كثافتها التصريفية و تكرارات المجاري تتميز بشدة خطورة الجريان السيلي بها ، بعكس الأحواض التي ترتفع نسبة تشعبها و تنخفض كثافتها وتكرارية مجاريها و التي تتميز بدرجة خطورة ضعيفة ،

وقد أشار إلى هذه النتيجـــة أيـــضاً (Eissa , M., et – al , 1999 , P ., 368) ٠ وتفسير ذلك أن الأحواض ذات التكراريـــة والكثافـــة التـــصريفية المرتفعة تتميز بكثرة أعداد مجاريها مما يساعد على سرعة تجميـــع ميـــاه الجريان ونقلها إلى المجاري الرئيسية ٠ ومن خلال الـــشكل رقـــم (١١) يتضح أن أحواض التصريف بالمنطقة تصنف كما يلي : –

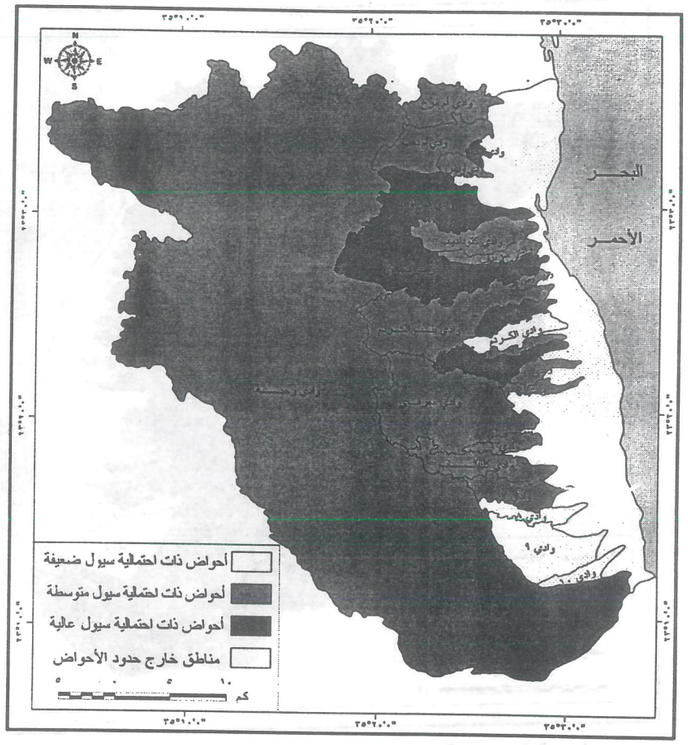
أ – أحواض ذات احتمالية سيول ضعيفة :– وهي التي تقع في حقل (A) وتشمل الكردم ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ٠ وقد أشارت دراسة (أكاديمية البحث العلمي ، ١٩٩٢ ، ص ص ١٦ : ٢٤) إلى أن الأحواض قليلة الخطورة هي التـــي لا يتعدى منسوب الجريان فيها ٠,٢٥ متر و أن يتكرر الجريان فيها علـــى فترات متباعدة وبكميات قليلة وبسرعة اندفاع منخفضة ٠

ب – أحواض ذات احتمالية سيول متوسطة : – وهي التي تقع في حقل (C) (وتشمل أحواض أوديس ، كليبتاب ، سربياب ، أم دهب ، معرفاي ، رحبه ، أم مرخ ، كتوداديب ، بنت الكردم ، روض عبل ، ٢ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ٠

ج – أحواض ذات احتمالية سيول عالية :– وهي التي تقع في حقل (B) وتشمل أحواض الحير ، الدراويب ، دجلاي ، ١ ، ٣ ٠

ويلاحظ من توقيع بيانات نسبة التشعب وكثافة التصريف كما هـــو مبـــين بالشكل رقم (١٢) أن الأحواض تصنف على النحو التالي :–

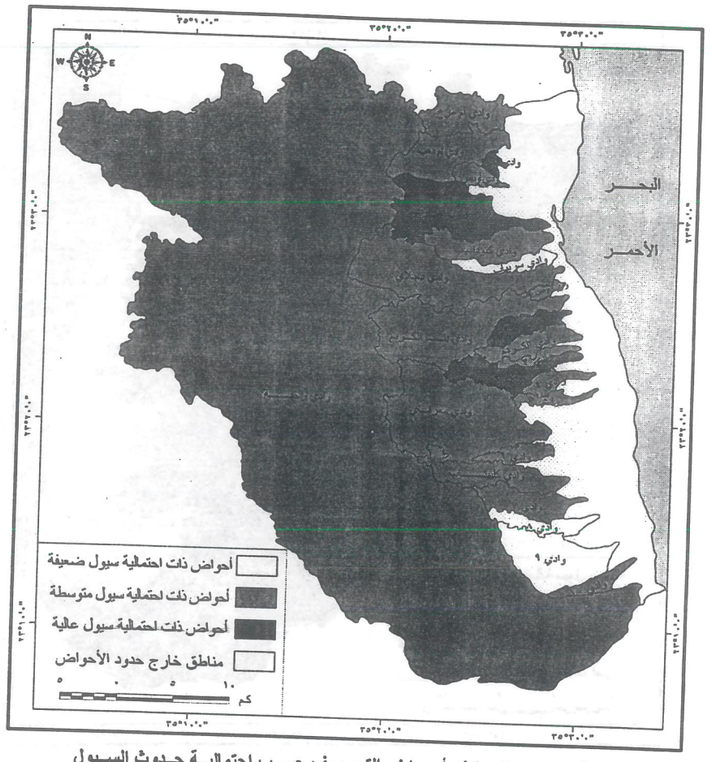
أ – أحواض ذات احتمالية سيول ضعيفة :– وهي التي تقع في حقل (A) وتشمل سربياب ، ٨ ، ٩



شكل رقم (11) تصنيف أحواض التصريف حسب احتمالية حدوث السيول
تبعا لنسبة التشعب وتكرار المجاري (طريقة الشامي ١٩٩٤)

ب – أحواض ذات احتمالية سيول متوسطة : – وهي التي تقع في حقل C)
(وتشمل رحبه ، أوديس ، الكردم ، كليبتاب ، أم دهب ، معرفاي ، أم مرخ ، روض عبل ، دجلاي ، كتوداديب ، بنت الكردم ، ٢ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ١٠ .

ج – أحواض ذات احتمالية سيول عالية :– وهي التي تقع في حقل (B)
وتشمل الحير و الدراويب ، ١ ، ٣ .



شكل رقم (12) تصنيف أحواض التصريف حسب احتمالية حدوث السيول
تبعا لنسبة التشعب وكثافة التصريف (طريقة الشامي ١٩٩٤)

٢ – تصور مقترح لتصنيف الأحواض تبعاً لدرجة خطورة الجريان :

على الرغم من النتائج التي أظهرتها طريقة (الشامي ١٩٩٤) إلا أنه لمزيد من الدقة يقترح الطالب تصوراً آخر لتصنيف الأحواض في ضوء عدد أكبر من المتغيرات هي (زمن التركيز ، وقت التباطؤ ، طول الانسياب السطحي ، التضاريس القصوى للحوض ،انحدار سطح الحوض ، الانحدار التدريجي

للمجرى الرئيسي ، سرعة الجريان) ٠ وقد وقــع الاختيــار علــى تلْـك المتغيرات لتشابك التأثيرات المتبادلة فيما بينها ، فــزمن التركيــز ووقــت التباطؤ وطول الانسياب السطحي كل منهم يتأثر بتضرس الحوض وانحدار سطحه ، وكذلك تتأثر سرعة الجريان بالانحدار التدريجي للمجرى الرئيسي وانحدار سطح الحوض وتضرسه ٠ والواقع أن هذه المتغيرات تعبر بوضوح عن طبيعة الصخور التي تغطي أسطح الأحواض (نارية ، متحولة) والتي تتميز بنفاذية منخفضة جداً ومن ثم انخفاض الفاقد بالتسرب إلى أدنى درجة ، وتتلخص خطوات تنفيذ هذا التصور كما يلي: –

١ – ترتيب أحواض التصريف تصاعدياً على حسب أزمنة التركيز وأوقات التباطؤ و طول الانسياب السطحي ، حيث أن الأحواض التي تــسجل قيمــاً منخفضة في المتغيرات الثلاثة تتميز بخطورة الجريان الــسيلي بهــا ٠ ثــم ترتيب الأحواض تنازلياً على حسب التضاريس القصوى للحوض و درجــة انحدار السطح ، والانحدار التدريجي للمجرى الرئيسي و ســرعة الجريــان حيث أن الأحواض ذات القيم المرتفعة في المتغيرات الأربعة تتسم بخطورة الجريان بها٠

٢ – وضع الأحواض مرتبة طبقاً للخطوة السابقة كما هو مبين بالجدول رقم (١٤) ، وإعطاء كل حوض درجة من ٢٤ درجة *، حيث يأخذ الحــوض الذي يأتي في المركز الأول في أي متغير ٢٤ درجة ، والذي يليه يأخذ ٢٣ درجة ، وهكذا حتى أن الحوض الذي يأتي في المركز الأخير يأخذ درجــة واحدة فقط ٠ وبناءً علية فإن مجموع الدرجات في المتغيرات السبعة لكــل حوض يساوي ١٦٨ درجة

٣ – تجميع درجات كل حوض في المتغيرات السبعة ويقسم المجموع علــى ١٦٨ ، وتستخرج النسبة المئوية لدرجات كل حوض إلى المجموع الكلي ٠

---

* اختار الباحث أن تكون الدرجة النهائية من ٢٤ ، نظراً لأن عدد الأحواض الرئيسية ٢٤ حوضاً ٠

فمثلاً قد يأخذ حوض ما في المتغير الأول ٢٤ درجة ، ١٨ في الثاني ، ١١ ، ١٠ ، ٥ ، ٣ ، ١ ، فيكون مجمـــــــــوع درجاته ٧٢ درجة ونسبته = (٧٢ ÷ ١٦٨) × ١٠٠ = ٤٢,٨٥ %

٤ – تصنيف الأحواض على حسب نسبها المئوية كما يلي :–

* أحوض قليلة الخطورة وهي التي سجلت نسب مئوية أقل من ٣٣,٣ % .

* أحواض متوسطة الخطورة وهي التي سجلت نسباً تتراوح بين ٣٣,٣ : ٦٦,٦ % .

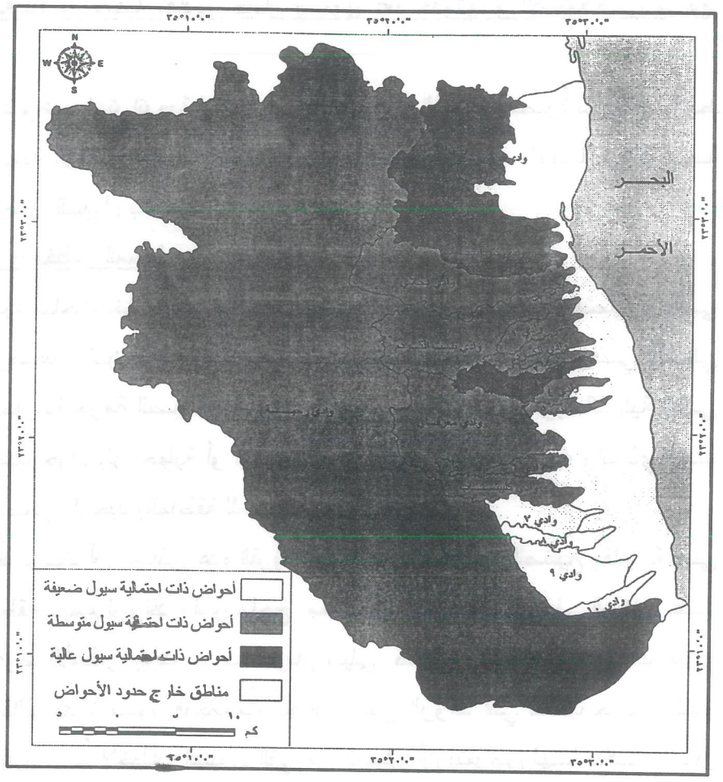
* أحواض عالية الخطورة وهي التي سجلت نسباً تزيد عن ٦٦,٦ % .

ومن خلال بيانات الجدول رقم (١٤) والشكل رقـم (١٣) يتـضح مـا يلي:–

أ – **أن الأحواض قليلة الخطورة** و التي سجلت نسباً تقل عن ٣٣,٣ % هي ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ .

ب – **أن الأحواض متوسطة الخطورة** التي تراوحت نسبها المئوية ما بـين ٣٣,٣ : ٦٦,٦% هي دجلاي ، بنت الكردم ، معرفاي ، كليبتاب ، الكردم ، روض عبل ، رحبه ، ١ ، ٢ ، ٤ ، ٥ ، ٦ .

ج – **أن الأحواض عالية الخطورة** و التي سجلت نسباً مئوية تزيـد عـن ٦٦,٦ % هي أوديس ، أم دهب ، أم مرخ ، الدراويب ، الحير ، كتوداديب ، سربياب ، ٣ ، وتتميز هذه الأحواض بشدة تضرسها و انحدار أسـطحها و مجاريها الرئيسية حيث تنبع من قمم جبل الفرايد .



شكل رقم (13) تصنيف أحواض التصريف حسب درجة خطورة السيل
تبعا لتصنيف الطالب)

وبمقارنة هذه النتائج بتلك التي أظهرتها طريقة الشامي ١٩٩٤ يتضح أن هناك تقارباً كبيراً فيما بينهما ، مع ملاحظة أن الأحواض قليلة الخطورة تتميز بتطورها الجيومورفولوجي الكبير حيث بلغت مرحلة الشيخوخة ، أما الأحواض عالية الخطورة فلا تزال في بداية التطور الجيومورفولوجي حيث تتراوح بين مرحلتي الشباب و النضج المبكر ٠

سادساً :- كيفية تفادي أخطار السيول عند حدوثها و الإستفادة من مياهها ٠

يعد وضع استراتيجية لتفادي أخطار السيول بالمنطقة عنصراً مكملاً لخطط التنمية الواجب إتباعها للاستفادة من مقوماتها الطبيعية ، وفيما يلي دراسة أخطار السيول بالمنطقة :

١ – أخطار السيول على العمران

تبين للباحث خلال الدراسة الميدانية ندرة العمران بالمنطقة واقتصاره على موضعين اثنين فقط مرتبطاً في الأول بمورد للمياه العذبة وفي الثاني بممارسة حرفة الصيد ٠ فبالنسبة للأول وهو المتمثل في قرية الجهلية التي قامت حول بئر جهلية أو كما يطلق عليه البدو اسم بئر رحبه والذي يعد المصدر الوحيد بالمنطقة للمياه الصالحة للشرب ٠

وقد لوحظ أن مساكن هذه القرية عبارة عن عشش من الصفيح مقامة في منطقة تجمع لروافد وادي ماجح مما يشكل خطورة بالغة على السكان عند سقوط الأمطار وحدوث جريان سيلي صورة رقم (١) ٠ ولذلك يقترح الطالب إقامة سدود التجمعات الحجرية على الروافد التي تصب حول بئر جهلية درءاً لأخطار السيول التي من الممكن أن يتعرض لها سكان المنطقة ٠

وتحقق هذه السدود فائدة أخرى إلى جانب الحد من الخطر فإنها تساعد على احتجاز المياه في تلك الروافد لفترات طويلة مما يساعد على تسربها في الشقوق و الفواصل التي تكتنف صخور المنطقة وتغذي الخزان الجوفي لبئر جهلية مما يعود بالفائدة على سكان المنطقة ٠

وبالنسبة للتجمع العمراني الثاني فيتمثل في قرية مرسى حميرة وهي عبارة عن مساكن من دور واحد مادة بناؤها الأحجار و الإسمنت ، أنشأتها الوحدة المحلية لمدينة الشلاتين لتوفير السكن للصيادين ٠ وقد أقيمت القرية فيما بين مصبي واديي دجلاي و بنت الكردم ، وترتفع عن سطح البحر بحوالي ١٠

أمتار ، ويحدها من الغرب التلال الممثلة لأراضي مابين الواديين صورة رقم (٢) ، وتعتبر القرية بموضعها هذا محمية نسبياً من أخطار السيول ٠ ويقترح الطالب حفر مخرات للسيول أمام مصبات المجاري التي تنحدر على التلال المحددة للقرية من الغرب حتى تنقل مياه الأمطار عند سقوطها دون التأثير على المساكن على أن تنتهي تلك المخرات بخزانات تتجمع فيها المياه لمعالجتها واستخدامها ٠

٢ – أخطار السيول على الطرق ٠

تقتصر الطرق بالمنطقة على الطريق الساحلي بطول ٥٢ كم حيث يقطع المنطقة من الشمال إلى الجنوب ، وطريق أبرق بطول ٤٥,٦ كم ويقطع المنطقة من الشرق إلى الغرب ماراً بمجرى وادي معرفاي ثم وادي هنديه الأبيض رافد رحبه ثم المجرى الرئيسي لوادي رحبه ومنه إلى مجرى وادي ماجح ٠ ويلاحظ أن الطريقين تهددهما أخطار السيول عند حدوثها مما يعرض أجزاء كبيرة منهما للتدمير ولهذا يقترح عمل الأتي لحمياتهما :-

أ – بالنسبة للطريق الساحلي :-

ينقسم هذا الطريق إلى ثلاثة قطاعات تبعاً لدرجة الخطورة التي يتعرض لها كل قطاع ، حيث يعتبر القطاع الشمالي منه والذي يبدأ من الحدود الشمالية للمنطقة ويمتد لمسافة ٨,٩ كم حتى مصب وادي سربياب من أكثر أجزاء الطريق عرضة لأخطار السيول * ٠ وقد تبين من الدراسة الميدانية عدم وجود أي وسائل للحماية ، حيث لا توجد برابخ للسيول أسفل الطريق مما يعرضه للتدمير خاصة قبالة مصبات الأودية ٠

---

* على الرغم من عدم تقاطع الطريق مع أي من أودية هذا القسم إلا أن اقترابه من الحافة الصدعية الرئيسية يشكل خطراً بالغا خاصة في حالة حدوث جريان سيلي قوي ٠

ومما يزيد من الخطورة في هذا القطاع اقتراب الطريق من الحافة الجبلية حيث لا تزيد المسافة عن ٢ كم ويقترح الباحث إقامة سدود التجمعات الحجرية على مجاري أودية أم مرخ و الدراويب و روض عبل والحير و كتوداديب و سربياب ، لحجز مياه السيول والحد من تدفقها ، مع إنشاء هرابات على قيعان تلك الأودية لاختزان جزء من المياه لاستخدامه فيما بعد في الشرب بالنسبة لسكان مرسى حميرة ، إلى جانب استخدامه في ري الزراعات غير التقليدية (الزراعة في صوب) والتي يمكن قيامها لتغذية قرية مرسى حميرة ومدينة الشلاتين ٠ كما يقترح تكسية جانبي الطريق بالأحجار وإنشاء برابخ للسيول أسفل الطريق أمام مصبات الأودية على أن يتم حفر أحواض لتجميع المياه التي تتجاوز السدود المقامة على مجاري الأودية ٠

أما القطاع الأوسط من الطريق والذي يمتد من مصب وادي سربياب وحتى مصب وادي كليبتاب بطول ٢٦,٥ كم ، ويتقاطع معه في هذه المسافة مصبات أودية بنت الكردم و دجلاي و الكردم و معرفاي و كليبتاب بالإضافة إلى بعض الأودية الصغير ٠ ويعتبر هذا الجزء من الطريق أقل عرضة لأخطار السيول من القطاع السابق ، حيث تصنف غالبية الأودية التي تتقاطع معه على أنها متوسطة الخطورة كما سبقت الإشارة ٠ ويقترح تكسية جانبي الطريق بالأحجار عند مصبات الأودية وعمل برابخ بقطر مناسب أسفل الطريق على ألا يقل قطر هذه المعابر عن ١,٥ متر عند مصب واديي بنت الكردم ودجلاي لخطورة الجريان بهما ، ويترافق مع ذلك إقامة السدود على الروافد الرئيسية للواديين للحد من خطورة الجريان ٠

أما القطاع الثالث من الطريق والذي يمتد من مصب وادي كليبتاب وحتى الحدود الجنوبية للمنطقة بطول ١٦,٦ كم ، فيصنف على أنه أقل عرضة لخطر السيول نسبة إلى الأودية التي تتقاطع معه وهي (٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ،

ورحبه) تتميز بخطر ضعيف للسيول ٠ ولهذا يقترح عمل بـــرابخ للـــسيول عند تقاطعات الأودية مع الطريق تفادياً لأي خطر محتمل للجريان ٠

ب – بالنسبة لطريق أبرق:

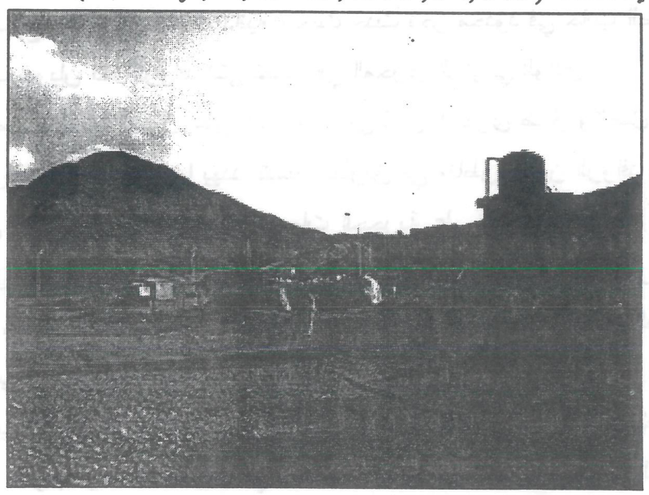
يعتبر هذا الطريق أكثر عرضة لأخطار الـــسيول مـــن الطريـــق الـــساحلي وبخاصة في قطاعة الذي يخترق وادي ماجح رافد رحبه ، وقد لوحظ ذلـــك بوضوح خلال الدراسة الميدانية ، حيث حدث نحر محدود في جانب الطريق بسب جريان أحد الروافد التي تصب في المجرى الرئيسي للوادي ٠

وتكمن خطورة السيول على هذا الجزء في كون المجرى ضيق وتتصل بـــه الروافد من الجانبين مما يهدد بتدمير الطريق في مناطق مقارن الروافد ولهذا فمن الضروري إقامة سدود التجمعات الحجرية على تلك الروافد للحد مـــن تدفق الجريان بالإضافة إلى إقامة الحواجز الخرسانية على جوانب الطريـــق في مناطق المقارن لحجز الجريان بما يحمله من حطام صخري من الممكن أن يدمر الطريق ٠ وبالنسبة لأجزاء الطريق بمجرى رحبه الرئيسي و وادي هنديه الأبيض ومعرفاي فيرى الباحث أنها آمنه نسبياً وذلك لاتساع قيعـــان تلك الأودية وامتداد الطريق في وسطها ، ولكن من الضروري إقامة السدود على مجاري الروافد الكبيرة التي تصب في تلك الأودية مثل وادي الـــشوم ، هنجردان رافدا معرفاي ، والروافد الكبيرة لوادي هنديه الأبيض حتى تتوفر الحماية الكاملة للطريق ٠

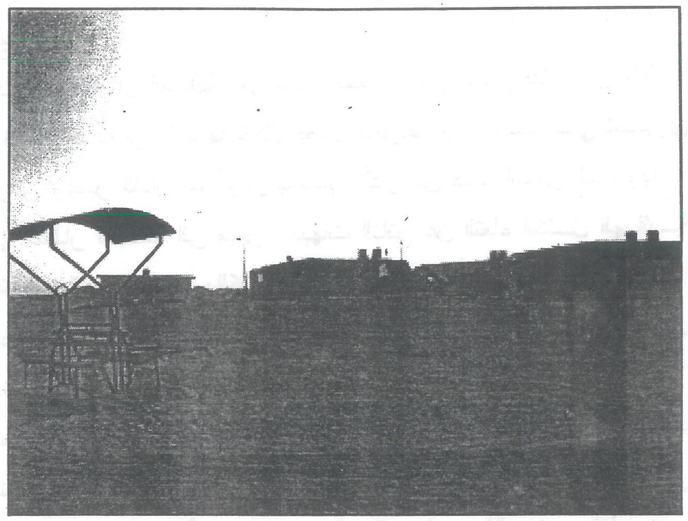
في ضوء ما سبق يتضح أن أنسب المواضع لإقامة تجمع عمراني بالمنطقـــة يقع فيما بين مصب واديي كليبتاب ، و رحبه حيث توجد أحـــواض ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ٠ ويرجع ذلك إلى اتساع السهل الساحلي في هذا الجزء ، بالإضافة إلى أن هذه الأحواض قليلة الخطورة للأسباب التي سبق توضيحها ٠

وتتمثل الوظيفة التي ينشأ من أجلها هذا التجمع العمرانـــي فـــي أن يكـــون امتداداً لقرية مرسى حميرة ، على أن يتواكب مع إقامة هذا التجمـــع إنـــشاء

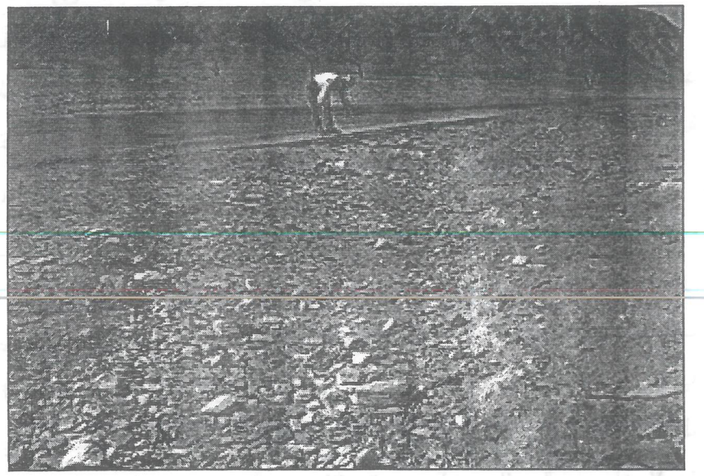
ميناء للصيد وتزويده بأسطول من المراكب المجهزة مع إقامة صناعات حفظ و تعليب الأسماك وتجهزها حتى يتوافر عنصر الجذب للسكان من أجل تعمير المنطقة ٠ ومن الممكن توفير الطاقة لهذا التجمع من خلال الطاقة الشمسية حيث تشير البيانات المناخية بمحطة رأس بناس إلى أن معدل سطوع الشمس بالمنطقة يصل إلى ٨٠ % طول العام مما يوفر مصدراً دائماً و نظيفاً للطاقة (El -Alfy ,Z ., et – al , 1999 , P ., 348) ٠



صورة رقم (١) مساكن قرية الجهلية بوادي ماجح ويلاحظ وجود القرية في منطقة حوضية تتجمع فيها الروافد ، ناظراً صوب الجنوب الغربي ٠



صورة رقم (٢) جانب من مساكن قرية مرسى حميرة ، ناظراً صوب الجنوب ٠



صورة رقم (٣) النحر المحدود في طريق أبرق بوادي ماجح نتيجة جريان أحد روافده ، ناظراً صوب الشمال الغربي ٠

الخلاصة :

أظهرت الدراسة أن المنطقة تعرضت لخمسة سيول خلال الفترة من ١٩٦٦ : ١٩٩٤ ، حدث أربعة منها خلال فصل الخريف و بالتحديد في شهري أكتوبر و نوفمبر اللذان يستأثران بالقسم الأكبر من كمية المطر السنوية ٠ وتنتمي أمطار المنطقة إلى مطر الجبهات الناتج عن التقاء الكتل الهوائية الدافئة القادمة من الجنوب بالكتل الهوائية الباردة القادمة من الشمال ، وعندما تصطدم الكتل الدافئة بجبال البحر الأحمر ترتفع لأعلى لتصطدم بالكتل الباردة مما يؤدي إلى حدوث العواصف الرعدية الممطرة ٠

تبين من خلال الدراسة أن تضاريس الأحواض و انحدار أسطحها وأشكالها وخصائص شبكة التصريف بالإضافة إلى نوع الصخر وندرة الغطاء النباتي من أهم العوامل ذات التأثير الواضح على الجريان ٠ فالصخور النارية و المتحولة تغطي نحو ثلاثة أرباع مساحة المنطقة مما يقلل الفاقد بالتسرب بالإضافة إلى الانحدار الشديد لأسطح غالبية الأحواض مما يساعد على سرعة الجريان و قلة الفاقد بالتبخر ٠

بلغ الحجم الكلي للفاقد بالتسرب٠,٢٨٩ مليون متر٣ ، وبلغ حجم الفاقد بالتبخر ٣,٠١ مليون متر٣ ، أي أن إجمالي الفاقد بأحواض المنطقة خلال العاصفة المطيرة الواحدة يقدر بحوالي ٣,٣ مليون متر٣ ٠

يعتبر سيل ٢٤ نوفمبر ١٩٦٦ هو أكبر سيل تعرضت له أودية المنطقة ، حيث سقط عليها ٦٤ مللم خلال يوم واحد ٠ ويقدر صافي الجريان بالأحواض خلال هذا السيل بحوالي ١٠٤,٧ مليون متر مكعب ، ويصنف هذا السيل ضمن الرتبة الأولى وهو من السيول عالية الخطورة ٠ ومن ناحية أخرى يعد سيل ٢ نوفمبر ١٩٩٤ هو أقل سيل تعرضت له المنطقة حيث لم تزد كمية الأمطار على ١٤ مللم في ذلك اليوم وبلغ صافي الجريان ٢٠,٧ مليون متر٣ ٠

يلاحظ من خلال دراسة بدء الجريـــان أن الأحـــواض شـــديدة الانحـــدار و التضرس سجلت أزمنة تركيـــز و أوقات تباطؤ قليلة وطول انسياب سطحي قصير ، كما تميزت مجاريها الرئيسية بشدة انحدارها ومن ثم سرعة الجريان العالية ٠ وقد سجلت أحواض أم مرخ ، الحيـــر ، أوديـــس ، الـــدراويب ، كتوداديب ، دجلاي ، بنت الكردم أقصر الأوقات لتركيـــــــــز الجريان و التباطؤ ، وتميزت مجاريها بشدة الانحدار وبالتالي تدفق الجريـــان بـــسرعة عالية ، وعلى النقيض سجل حـــــوض رحبه و أحواض ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ زمناً طويلاً لتركيز الجريان ، ووقتاً طويلاً للتباطؤ ، كما تميزت مجاريهـــا ببطء الانحـــــدار و بالتالي تدفق الجريان فيها بسرعة منخفضة ٠

تبين من دراسة تقدير حجم الجريان بالطرق الثلاثة (Ball , J ., 1937 & Finkel , H ., 1979 & Snyder,F ., 1938) أن كميـــة التـــصريف تتناسب طردياً مع مساحة الحوض حيث سجل حوض رحبـــه أكبـــر كميـــة تصريف عند تطبيق الطرق الثلاثة ، بينما سجل حوض الحير أقـــل كميـــة تصريف حيث أنه أصغر أحواض المنطقة ٠

تبين أن نوع الصخر من أهم العوامل المؤثرة على الوقت الـــذي يـــستغرقه الجريان (الوقت الأساسي) حيث سجل حـــوض (١٠) أطول وقت بواقع ٦١ ساعة ويرجع ذلك إلى الخصائص الليثولوجية للحوض حيـــث تغطيـــه الرواسب الفيضية عالية النفاذية ٠ وعلى الجانب الأخر سجل حوض سربياب أقصر وقت للجريان بواقع ٢,١٥ ساعة ويلاحـــظ أن العلاقـــة بـــين زمـــن الفيضان وانحدار سطح الحوض عكسية حيث يقل زمن الجريان بالأحواض الشديدة الانحدار و العكس بالنسبة للأحواض هينة الانحدار ٠

تبين من خلال تصنيف أحواض المنطقة على حسب خطـــورة الجريـــان أن الأحـــــواض التي تنخفض نسبة تشعب مجاريها و ترتفع تكرارية مجاريها و كثافتها التصريفية تتميز بخطورة الجريان ، بينما تتميـــز الأحـــواض ذات

نسب التشعب المرتفعة وكثافة التصريف وتكرارية المجار المنخفضة بخطورة محدودة للجريان ٠

بناء على تصنيف الأحواض تبعاً لخطورة الجريان فقد اتضح أن هناك بعض أجزاء من الطريق الساحلي من الضروري حمايتها من أخطار السيول ٠

قائمة المراجع والمصادر :

أولاً المراجع العربية:

١ – إبراهيم زكريا الشامي (١٩٩٤) : التحكم في السيول و الاستفادة من مياهها ودرء أخطارها ، ندوة المياه في الوطن العربي ، الجلسة الأولى ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ٠

٢ – أحمد سالم صالح (١٩٨٥) : حوض وادي العريش : دراسة جيومورفولوجية ، رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ٠

٣ – أحمد سالم صالح (١٩٨٩) : الجريان السيلي في الصحاري " دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية " ، معهد البحوث والدراسات العربية ، العدد ٥١ ٠

٤ – أحمد سالم صالح (١٩٩٤) : السيول و التنمية في وادي فيران بسيناء "دراسة تطبيقية من منظور جيومورفولوجي" ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد السادس و العشرون ، القاهرة ، ص ص ٨١ : ١٢٤ ٠

٥ – أحمد سالم صالح (١٩٩٩) : العمل الميداني في قياس أشكال السطح " دراسة في الجيومورفولوجيا " ، دار عين للدراسات و البحوث الإنسانية و الاجتماعية ، القاهرة ٠

٦ – أحمد سالم صالح (١٩٩٩) : السيول في الصحاري " نظرياً وعملياً " دار الكتاب الحديث ، القاهرة ٠

٧ – أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا (١٩٩٢) : مشروع تطوير خطة الاستعداد لمجابهة ومنع وإدارة الكوارث ، تقرير رقم (١ ، ٢) عن دراسة مخاطر السيول وطرق مجابهتها ، القاهرة ٠

٨ – حامد حامد العصفوري (٢٠٠٢) : الأحوال المناخية في جنوب شرق مصر وأثرها على السيول " دراسة في المناخ التطبيقي " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ٠

٩ – حسن رمضان سلامة (١٩٨٢) : الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية ، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ٤٣.

١٠ – سمير سامي محمود (٢٠٠٠) : المخاطر البيئية في مصر من منظور جيومورفولوجي ، مجلة كلية الآداب ، جامعة القاهرة ، مجلد (٦٠) ، عدد (٤) ، أكتوبر ٢٠٠٠ .

١١ – طارق زكريا سالم (١٩٩٣) : مناخ سبه جزيرة سيناء والساحل الشرقي لمصر " دراسة في الجغرافيا المناخية " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الزقازيق .

١٢ – طارق زكريا سالم (٢٠٠٣) : الأمطار و السيول على سيناء و ساحل البحر الأحمر ، المجلة الجغرافية العربية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد ٤١ ، الجزء الأول ، ص ص ٣٠٥ : ٣٤٠ .

١٣ – طاهر محمود الدسوقي (١٩٩٤) : الظروف المناخية التي صاحبت سيول نوفمبر ١٩٩٤ ، ندوة المياه في الوطن العربي ، الجلسة الأولى ، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة .

١٤ – عواد حامد موسى (٢٠٠٠) : السيول في أودية خليج العقبة بمصر " دراسة جغرافية " ، رسالة دكتوراة غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة المنوفية .

١٥ – عبد الطيف مهنا (١٩٩٥) : السيول فوق الصحراء الشرقية وساحل البحر الأحمر ، ندوة تنمية محافظة البحر الأحمر من ٢٩ / ٥ / ١٩٩٥ إلى ٢ / ٦ / ١٩٩٥ .

١٦ – ماجد لطفي الركايبي (١٩٩٣) : أحواض الصرف الأساسية في مصر ، هيئة المواد النووية ، هيئة الاستشعار من بعد ، القاهرة .

١٧ – كريم مصلح صالح (١٩٩١) : الحافة الجنوبية لهضبة الجلالة البحرية " دراسة جيومورفولوجية " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

١٨– محمد عبد الرحمن داوود (٢٠٠١) : دراسة للأمطار و السيول على البحر الأحمر وسيناء وتأثير التيار النفاث المنخفض الجنوبي على مصر ، نشرة بحوث الأرصاد الجوية ، الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، القاهرة ، العدد ١٦ ، ص ص ٦٤ : ٧٧ .

١٩ – محمود محمد خضر (١٩٩٧) : الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة عين شمس .

ثانياً المراجع الأجنبية : -

1 - Ashour , M .,(2002) : Flash Floods in Egypt (A case study of Durunka Village – Upper Egypt) , Bulletin of the Egyptian Geographicol Society , Vol., 75, PP., 101 : 114 .

2– Ball , J., (1912) : The Geography and Geology of the South Eastern Desert of Egypt , Geol. Survey , Cairo 394 Pp .

3 - Baird , A ., (1997) : Overland Flow Generation and Sediment Mobilisation by Water , In Thomas , D ., (1997) : { Editor} Arid Zone Geomorphology " Process , Form and Change in dry lands , John Wiley , & sons , Chichester , New York , PP., 165 : 184.

4 – Chorley, R., J . , (1969) :The Drainage Basin as The Fundamental Geomorphic Unit , In Chorley, R., J ., (1969) : { Editor} , Introduction to Fluvial Processes , Methuen & Co . Ltd ., Great Britain .

5– Chorley, R. , J ., (1972) : Introduction to Physical Hydrology , London .

6 - Cooke , R ., & Warren , A. , (1973) : Geomorphology in Desert , B . T . Batsford , Ltd . London .

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

8 - Eissa , M ., Abaas , A ., AbdEl-Aziz , A ., & El- Sharquawy , H ., (1999) : Utilizing Geographical Information System Technique in A Flood Assessment Model for Sinai Watersheds , The Egyptian Meteorological Authority , P . O . Pox 11784 , Cairo , 4 th Conference , Meteorology , Specialist Association Meteorology & Sustainable Development to 21 Century 7 : 9 March , Cairo , PP ., 368 : 377 .

9 - El- Alfy , Z ., Eissa , M ., Doweidar , H., & Atia , A ., (1999) : Meteorological , Geomorphological and Hydrogeological Data Integration in Marsa Alam Area Between Long 34́ 30́ : 35́ 00́ and Lat 25́ 00́ : 25́ 30́ , The Egyptian Meteorological Authority , P . O . Pox 11784 , Cairo , 4 th Conference , Meteorology , Specialist Association Meteorology & Sustainable Development to 21 Century 7 : 9 March , Cairo . PP., 348 : 366 .

10 - EL- Etr, H ., & Ashmawy , M ., (1995) : Flash Flood Vulnerability and Mitigation of The Red Sea Drainage Between Latitudes 24́ 41́ and 25́ 26́ N .Egypt , Proc . Inter . Geol. Surv. Egypt , Conf , 30 Years Cooper , PP ., 335 : 361 .

11 ´- El- Shamy , I .,(1992) : Recent Recharge and Flash Flooding opportunities in The Eastern Desert , Egypt , Annals of Geol. Surv. Vol. XVIII, PP., 323:334 .
12 - Ezzat,S.,(1989) : Recent Coastal Sabkhas from the Red Sea : A Model of Sabkhaization , Egypt , Jour. Geol. 33 , 1 – 2 , PP., 87 : 120
13 – Horton , R ., (1945) : Erosional Development of Streams : Quantitative Physiographic Factors , in Dury , G ., (1970) : { Editor } Rivers and River Terraces , Macmillan & Co . Ltd ., London , PP., 117 : 165 .
14 – Kinghton , D ., (1984) : Fluvial Forms and Processes , Edward Arnold , London
15 - Kirkby , M .,(1969) : Infiltration Through flow and Overland Flow , In Chorley , J ., (1969) , Introduction to Fluvial Processes ,Methuen & Co .Ltd .Great Britain, PP., 85 : 97 .
16 – Leopold , L ., & Miller , J .,(1956) : Ephemeral Streams Hydraulic Factors and their Relation to the Drainage Network , U .S . Geol. Surv. Prof . Paper , 282 , A : 1 – 37 .
17 – Morisawa , M .,(1962) : Quantitative Geomorphology of Some Watershed in the Appalachian Plateau , Geol. Soc . Amer . Bull ., Vol . 73 , PP., 1025 : 1046 .
18 – Morisawa , M ., (1968) : Streams : " Their Dynamic and Morphology " , New York .
19 – Morisawa , M ., (1985) : Rivers , Longman , London .
20 - Moursy , F ., Hafez , Y ., & Eissa , M ., (1999) : Study of Flash Floods over Egypt , The Egyptian Meteorological Authority , P . O . Pox 11784 , Cairo , 4 th Conference , Meteorology , Specialist Association Meteorology & Sustainable Development to 21 Century 7 : 9 March , Cairo . PP ., 320 : 347 .
21 – Raghunath , H ., (1984) : Hydrology Principles " Analysis and Design" , John Wiley , & Sons , New York .
22 – Schumm , S . , (1956) : The Evaluation of Drainage Systems and Slopes In Badlands at Perth Amboy , New Jersey , Geol . Soc . Amer .Bull. Vol . 67, PP . 597 : 646 .
23 – Schumm , S ., (1977): The Fluvial System , John Wily & Sons , New York .

ثالثاً المصادر : -

١ – الهيئة المصرية العامة للمساحة المدنيـــة ، الخريطـــة الطبوغرافيـــة مقيـــاس ١ : ٢٥٠٠٠٠ لوحة برنيس لسنة ٢٠٠٤ ٢ – الهيئة المصرية العامة للمـــساحة المدنيـــة ، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ ، لوحات شلاتين ، جبل أنبط ، جبل أم تنديب

، شرق جبل معرفاي ، جبل معرفاي ، وادي بيتان ، وادي خشب ،.وادي خداع ، شـــرق وادي خداع ٠

٣ – إدارة المساحة العسكرية ، الصور الجوية مقياس ١ : ٤٠٠٠٠ مشروع ١٧ لـــسنة ١٩٥٦ :–

رقـم خـط الطيران	أرقام الصور		رقـم خـط الطيران	أرقام الصور	
	من	إلى		من	إلى
٧	٥	١٨	١٢	٣	١٦
٨	٣	١٧	١٣	٢	١٤
٩	٣	١٥	١٤	٧	١٧
١٠	٢	١٥	١٥	٨	١٨
١١	٤	١٨	١٦	٤	١٣

٤ – إدارة المساحة الجيولوجية و الثروة المعدنية ، الخريطة الجيولوجيـــة مقيـــاس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لوحة برنيس ، ١٩٩٢

٥ – الهيئة المصرية العامة للأرصاد الجوية ، قسم المناخ ، بيانات المتوسطات الـــشهرية و الفصلية والسنوية لعناصر المناخ بمحطتي رأس بناس وحلايب / شلاتين ٠

٦ – برامج الحاسب الآلي : –

A – Arc View 3.2 a , with Spatial Analysis , 3D ., X – Tools and Arab View .

B – Arc map 9.1 .

C – Erdas Imagine 8.5 .

D – SPSS . V., 9 .

E – MS Excel , Office , XP.

7 – Climatological Normals for the Arab Republic of Egypt Up to 1975 , Ministry of Civil , Aviation – Meteorological Authority , Cairo .

8 – Egyptian General Petroleum Corporation – Conoco Coral , 1987, Geological Map – Berenice NF 36 1 : 500000 , Berlin .

9 – Varstappen , H., & Van Zuidam , R ., (1975) : The I T C System of Geomorphological , 2nd Edition , Netherland . .