

## تقدير حجم الجريان السيلي وعلاقته بتغذية الخزان الجوفي لأحواض التصريف بمنطقة مرسى مطروح

حمدي نبيه عيد محمد (\*)

### تمهيد

تعد الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة ما من أهم مؤشرات التنمية المستدامة بها ؛ حيث يعتمد على وجودها قيام كافة الأنشطة الاقتصادية ، ويغذي منطقة الدراسة ثلاثة مصادر رئيسة للمياه تتمثل في المياه السطحية التي تصل المنطقة من نهر النيل عبر ترعة الحمام ، ومياه الأمطار والمياه الجوفية التي تغذيها مياه الأمطار في الأصل ومياه السيول التي تعد نتاج تجمع مياه الأمطار في أحواض التصريف بمنطقة الدراسة ، وتضم منطقة الدراسة ثمانية عشر حوضاً تصريفياً كما يوضحه شكل (١-١) تشغل مساحة تقدر بـ ٧١.١% من مساحة منطقة الدراسة

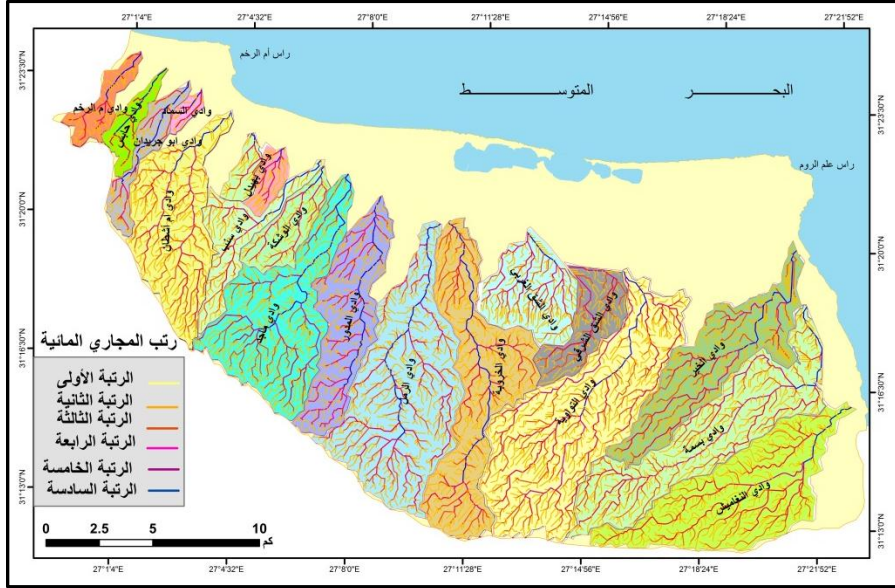
### موقع وحدود منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة على الساحل الشمالي الغربي لجمهورية مصر العربية إلى الغرب من مدينة الإسكندرية بحوالي ٢٩٨ كم ، يحدها شمالاً البحر المتوسط ، وتطل عليه بواجهة ساحلية يقدر طولها بحوالي ٤٠ كم فيما بين رأس علم الروم و الحافة الشمالية الغربية لهضبة عجيبة إلى الغرب من رأس أم الرخم ، كما تطل ناحية الشرق على خليجي علم الروم وأبو حشايفة بواجهة بحرية يصل طولها إلى ١٤.٨٥ كم تبدأ من رأس علم الروم شمالاً وتنتهي عند قرية ميامي السياحية عند مصب وادي النغاميش ، وتحدها من ناحية الجنوب بخط تقسيم مياه مجموعة الأودية الجافة التي تقطع سطح الهضبة

(\*) مدرس مساعد بقسم الجغرافيا بأداب سوهاج .

هذا البحث جزء من رسالة الدكتوراه الخاصة بالباحث بعنوان " المحددات الجيومورفولوجية وتأثيرها على التنمية المستدامة بمنطقة مرسى مطروح \_دراسة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد " تحت إشراف أ.د. كريم مصلح صالح \_ كلية الآداب جامعة سوهاج و أ.د. عبد الله علام عبده علام - كلية الآداب - جامعة كفر الشيخ .

المويسينية عند ارتفاع ١٥٠ متراً ، ومن الشرق تحد بخط تقسيم مياه وادي أم الرخم ، كما تمتد المنطقة فلكياً بين دائرتي عرض ٠° ٣١ ' ١٣ " \_ ٣٠° ٣١ ' ٢٤ " شمالاً ، وبين خطي طول ٤٠° ٢٦ ' ٥٩ " \_ ٣٠° ٢٢ ' ٢٢ " شرقاً ، وبذلك تشغل مساحة قدرها ٥٧٢.٦٩ كم٢ ، ويبلغ أقصى امتداد لها من الشمال إلى الجنوب ٢٤.٥ كم ، ويبلغ أقصى امتداد لها من الشرق إلى الغرب ٣٨.٥ كم ، كما يبلغ محيطها ١١٤.٨٤ كم .



المصدر: Landsat 8 from USGS  
شكل (١\_١) شبكة التصريف المائي بمنطقة الدراسة

## مناهج الدراسة وأساليبها

### أ) المناهج

تم دراسة المنطقة باتباع عدد من المناهج والأساليب ، لتحقيق أهداف الدراسة ومنها:-

**المنهج الإقليمي:** يبرز هذا المنهج دراسة الإطار الإقليمي وتحليل التوزيع الجغرافي للمقومات البيئية والظروف البشرية والخدمية

**المنهج التاريخي:** استفاد منه في الحصول على أقصى كمية مطر سقطت على أحواض التصريف بمنطقة الدراسة خلال الأعوام الماضية .

- (أ) **الأساليب**: تم استخدام العديد من الأساليب البحثية، وتشمل:
- **الأسلوب الكارتوجرافي**: من خلاله تم رسم الأشكال البيانية باستخدام برنامج Microsoft Excel 2016 ، ورسم الخرائط باستخدام برنامج Arc Map 10.2.2 .
  - **الأسلوب الإحصائي**: وذلك من خلال استخدام برنامج SPSS v.16.
  - **الأسلوب الكمي**: تم تحليل الأحواض تحليلاً مورفومترياً دقيقاً من خلال الخرائط ، والمرئيات الفضائية.

### الهدف من الدراسة

تهدف الدراسة إلى تقدير الميزانية المائية لأحواض التصريف بهدف الوقوف على مدى إسهام مياه السيول في عمليات التنمية بكافة قطاعاتها إذا ما تم حساده بالأساليب العلمية الحديثة ، ولتحقيق هذه الهدف تم تقسيم البحث إلى المحاور التالية .:

### أولاً: الخصائص الجيولوجية لأحواض التصريف

تعد الصخور الرسوبية الصخور السائدة بالمنطقة ، وترجع نشأتها إلى عصر الميوسين الأوسط وحتى عصر الهولوسين ، ويمكن دراسة التكوينات الجيولوجية على النحو التالي:

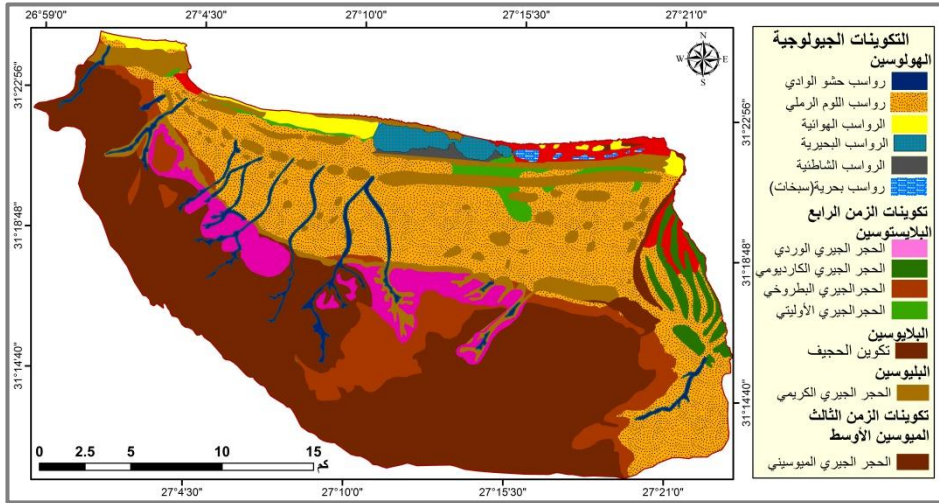
### (1) **تكوينات الزمن الثالث**

#### (أ) **تكوينات الميوسين الأوسط**

عبارة عن صخور جيرية تكونت في بيئة بحرية ضحلة يبلغ سمكها ٦٠ متر ، تمثل مادة البناء للهضبة الميوسينية وجوانب الأودية الجافة التي تقطع سطحها كما هو الحال في أودية أم أشطان و الوشكة وماجد والمدور والرمل والخروبة والتواوية والخير و رواشد كما هو بالشكل ( ١\_٢ ) . وتشكل هذه الصخور الأساس الصخري الذي تركز عليه التكوينات السطحية للساحل والمكونة من الحجر الجيري الأوليتي البليستوسيني والتكوينات اللومية الحديثة ، ويعد تكوين مارمريكا (مغرة) Moghra Formation ، الذي يتألف من المارل الجيري ذو اللون الأصفر أهم تكوينات

الميوسين الأوسط بمنطقة الدراسة ، ولعل أهم ما يميزه وجود عدد كثيف من أسطح الطباقية البنيوية بجانب العديد من الفواصل والشقوق الرأسية و المائلة

وقد أمكن تقسيمه بالمنطقة من الأقدم إلى الأحدث إلى عدة تكوينات ميزها الباحثون تبعاً لاختلاف نوع الحفريات السائدة في كل تكوين صخري وفقاً لاختلاف ألوان صخورها التي تشير إلى تنوع التركيب المعدني لكل من هذه التكوينات والتي تتمثل فيما يلي .:



المصدر : Elshazly 1964 . pp. 60 ، وخرائط مصر الجيولوجية كونكو كورال ١٩٨٦ م مقياس ١ : ٥٠٠.٠٠٠ لوحة الإسكندرية.

شكل (١-٢) التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة.

### ▪ الصخر الطيني (الصلصال)

نشأ من تراكم رواسب ميكانيكية دقيقة الحبيبات تحتوي على نسبة من الدقائق الناشئة من تحلل الصخور كيميائياً ، ويتركب الصلصال الأزرق من معدن الكاولين الذي يبدو بلون أبيض حين يخلو من الشوائب أو الحفريات (جوده حسنين جوده ، ١٩٨٦ ، ص١٤٠) ، وتنقسم تكوينات الصلصال بالمنطقة إلى ما يلي :

### ▪ الصلصال الأزرق Blue Clay

تعد أقدم طبقة منكشفة تتبع فترة الميوسين الأوسط بصفة خاصة وصخور المنطقة بصفة عامة ، و تظهر في أسفل التتابع الميوسيني في الأودية كبيرة

الحجم وبخاصة في الجزء الأوسط من وادي أم أشطان وماجد التي تتألف من الرمال الدقيقة الحبيبات والصلصال بالإضافة إلى كربونات الكالسيوم .

#### ▪ الصلصال الأصفر Yellow Clay :

تتكون هذه الطبقة من الرمل والجير والملح والجبس الغني بالحفريات بسمك يصل إلى سبعة أمتار ، وتظهر بوضوح في بعض جوانب الأودية الجافة الكبيرة وخاصة وادي الخروبة والرمل ، كما تتسم بهشاشتها في حالة انكشافها وتعرضها لعوامل النحت .

#### ▪ الصلصال الأخضر Green Clay :

تتألف من رمال الكوارتز والصلصال والجلايكونيت وتكثر فيها نسبة كربونات الكالسيوم بسمك يصل إلى حوالي خمسة أمتار ، وينتشر في كل أودية منطقة الدراسة تقريباً ، وهي تكوينات ذات لون أخضر يميل للصفرة وعند تأثره بعوامل التجوية يتحول لونه إلى اللون الأخضر الزيتوني ويتحول من الشكل المندمج إلى الشكل الصفائحي الهش فيكون أشبه إلى حد كبير بالصلصال الأزرق والرمادي على حد سواء ، ويظهر بوضوح في منطقة مرسى مطروح.

#### ▪ الصلصال الرمادي Grey Clay

تتألف هذه الطبقة من الصلصال والرمال ذات الحبيبات الدقيقة الحجم والجبس وكربونات الكالسيوم بسمك يصل إلى تسعة أمتار ( EL Shazly, 1964. M،M،p100 ) تتوزع في الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة وبخاصة في أعالي وادي الخروبة والرمل ، وحينما يتعرض لتأثير عمليات التجوية الكيميائية يصبح أكثر ليونة ويأخذ الشكل الصفائحي.

#### ▪ الحجر الجيري البوليزواني Polyzoan Limestone.

يبلغ متوسط سمكها حوالي +15م فوق وتحت سطح الأرض و تتألف من حبيبات كربونات الكالسيوم والكوارتز وبعض المفتتات الصدفية تتوزع في مناطق متفرقة من الهضبة الميوسينية مثل وادي الخروبة ووادي الرمل وادي أم أشطان ، ولعل أهم ما يميزها لونها الأبيض الباهت وشدة تأثرها بالتجوية حيث تتحول إلى بيكربونات الكالسيوم بفعل المياه الكربونية المحتوية على ثاني أكسيد الكربون فيتغير نسيجها ومظهرها .

### ▪ الحجر الجيري الجاستروبودي Gastropodal Limestone

تقع هذه الطبقة فوق طبقة الصلصال الرمادي مباشرة وتظهر في معظم جوانب الأودية الجافة في منطقة الدراسة ، وتتكون هذه الصخور أساساً من الكالسيت والدولوميت الذي يُعد من الشواهد الهامة ال مرتبطة بتكوين آبار البترول والمياه الجوفية ، حيث يعد هذا الحقل مصدراً رئيساً لاستخراج الغاز الطبيعي من حقول خالدة وبدر الدين وعجيبة ، بالإضافة إلى قليل من حبيبات الكوارتز وتمتاز بزيادة سمكها تدريجياً كلما اتجهنا نحو الأجزاء الغربية من منطقة الدراسة .

### ▪ الحجر الجيري البكتيني Pecten Limestone

تظهر على شكل طبقة في معظم جوانب الأودية الجافة بالمنطقة بمتوسط سمك حوالي ٢٠ متر ، وتتسم بكثرة الشقوق المختلفة الاتجاهات التي تغلغت مياه الأمطار عبرها فأدت إلى تحللها وانفصال كتل صخرية من الطبقات واستقرارها أسفل جانبي الوادي فكونت ما يعرف باسم المخروطات الإرسابية Talus ، كما يظهر هذا النوع على شكل حافة جرف بحري شديدة الانحدار قطعت بواسطة الأمواج في منطقة رأس علم الروم .

وقد أوضحت عمليات الحفر الجيولوجي Boring التي أجريت في إقليم السهل الساحلي بشمال منطقة الدراسة وجود صخور الميوسين الأوسط تحت التكوينات الجيولوجية الأحدث عمراً ، وتمتاز بتركز الحفريات بها سواء المجهرية أو التي ترى بالعين المجردة ، والتي تفيدنا في معرفة التاريخ الجيولوجي لمنطقة الدراسة ، وقد صنفتها الجيولوجيون إلى عدة آفاق ثانوية تبدأ من الأقدم إلى الأحدث من القنفاذ البحرية والحزازيات والمحارات والحفريات المشطية ، وتظهر هذه الحفريات بمنطقة الدراسة على جانبي الأودية الجافة بشمال منطقة الدراسة كما هو الحال في أودية الخروبة والرمل (Shata .1957.p.100) ، أما أفق الحجر الجيري ذو الطباقية المتقاطعة فيكثر وجوده في صخور الحجر الرملي والجيري ، ويتكون عندما تتحرك حبيبات الرواسب بالمياه أو الرياح لتكون روابي أو كتليات صغيره متحركة لها مستويات تطبق مائلة على الاتجاه العام للطبقات ، و التطبيق المتقاطع إما أن يوجد في مجموعة واحدة Coset كما أنه يوجد في مجموعات فوق بعضها البعض ، وعندما لا يزيد سمك الطبقة المتقاطعة المفردة عن عدة ملليمترات تستخدم اصطلاح الترقق المتقاطع (زكريا هميمي ، ٢٠٠٦ ، ص ٢٨).

## (أ) صخور البليوسين

تتواجد هذه المجموعة أسفل التكوينات الصخرية الأحدث عمراً و تنتشر بصورة نادرة في منطقة الدراسة إلا أنه يظهر بوضوح في المنطقة الشرقية من السهل الساحلي، وتنقسم هذا النوع من الصخور إلى قسمين رئيسين وهما: .

❖ **طبقة الحجر الرملي البني** : تتكون من الرمال والجير وتحتوي على كثير من الحفريات وبخاصة حفريات البليسيود *Pelecypods* ، ويبلغ متوسط سمك هذه الطبقة حوالي ١٧ متراً في بئر غيط رباح ومنطقة القصر.

### ❖ **طبقة الحجر الجيري الكريمي** .

تتكون من خليط من حبيبات كربونات الكالسيوم دقيقة الحجم والصلصال وقليل من بلورات الكوارتز بالإضافة إلى بعض شظايا الأصداف ، ويبلغ سمكها حوالي ٢٦ متراً .

### ❖ **تكوين الحجيف**

يعد أحدث تكوينات الزمن الثالث التي تنتمي لعصر البليوسين ، ويشغل نحو خمس مساحة منطقة الدراسة (١٩.٩٦ %) ، ويشغل القسم الأكبر من الهضبة الميوسينية جنوب منطقة الدراسة كما يوضحه الشكل (١\_٢) .

## (٣) **تكوينات الزمن الرابع**

لا تظهر على هيئة طبقات صخرية وإنما تبدو في شكل إرسابات مفككة وشبه متماسكة تغطي الطبقات الصخرية الأقدم عمراً ومن ثم أطلق عليها الباحثون اسم الإرسابات السطحية والتي تتسم بتعدد أنواعها تبعاً لحدوث ذبذبات مناخية وتغيرات في مستوى سطح البحر ، وبحسب العمر الجيولوجي وطبيعة التكوين الليثولوجي يمكن تقسيم هذه التكوينات إلى ما يلي : .

## (أ) **تكوينات البلايستوسين**

يندر وجودها بمنطقة الدراسة نظراً لندرة وجود تكوينات الميوسين الأوسط التي تشكل الركيزة الرئيسية التي تركز عليها مكونة بذلك أسطح عدم التوافق ، وتتألف حسب تقسيم الشاذلي ١٩٦٤م من التكوينات الثانوية الآتية : .

### Pink Limestone

### ▪ الحجر الجيري الوردي

يتوزع على الحافة الشمالية للهضبة الميوسينية ويعلو التكوينات التابعة للميوسين الأوسط مباشرة مشكلاً سطح عدم التوافق الذي يظهر بوضوح في المنطقة المحصورة بين وادي التواوية في الشرق ووادي الخروبة في الغرب وعلى طول الأراضي التي تشرف على حافة الهضبة الميوسينية إلى الغرب من وادي المدور حتى الحدود الغربية لمنطقة الدراسة ، كما يظهر أيضاً عند خطوط تقسيم المياه لبعض الأودية كوادي التواوية والخروبة وماجد وأم أشطان ، و يتألف هذا النوع من حبيبات جيرية وكوارتزية بالإضافة إلى حفريات الهليكس والفورامينيفرا ويتراوح سمكه بين مترين إلى سبعة أمتار (El Sanussi . 1986.p.17).

### Cardium Limestone

### ▪ الحجر الجيري الكارديومي

سمي بهذا الاسم نظراً لانتشار حفريات الكارديوم Cardium به ، وتتألف هذه التكوينات من الحبيبات الكربونية مع الحبيبات البتروخية المتكلسة ذات النسيج الناعم وفتات أصداف الفورمينيفرا ، وهي ذات لون أبيض ناصع ، ويقدر سمكها بحوالي خمسة أمتار بإقليم الساحل ، يظهر هذا النوع على هيئة قديمة مقطعة توازي خط الساحل ، وتمتد من الشمال صوب الجنوب في الأجزاء الشرقية فقط من منطقة الدراسة ، وتتعاقب مع أشرطة أخرى من التكوينات اللومية أو الإرسابات البحرية ، ويبلغ سمكها حوالي خمسة أمتار ، وقد يغطي أحياناً بتكوينات الحجر الجيري الأوليتي بسمك واحد متر .

### Oolitic Limestone

### ▪ الحجر الجيري الأوليتي

يمكن التمييز هنا بين نوعين من الحجر الجيري الأوليتي وهما :-

### \* الحجر الجيري البويضي .

يتميز بعدم الطباقية وأن حبيباتها مصقولة مما يدل على أنها تكونت نتيجة تماسك واندماج حبيبات كثبان رملية ساحلية قديمة ، كما أوضحت نتائج آبار الحفر والتنقيب عن البترول أن قاعدة الرواسب الجيرية البويضية تقع تحت سطح البحر بحوالي ٤٣ متراً عندما انخفض سطح البحر إلى هذا المستوى في البليوستوسين الأعلى (محمد صفي الدين أبو العز ، ١٩٦٦ ، ص ٤٢٢) .



## \* الحجر الجيري البطروخي .

يتكون من حبيبات صغيرة كروية الشكل تشبه بطارخ السمك من كربونات الكالسيوم وحبيبات الكوارتز وفتات الأصداف وجلد الشوكيات والطحالب المتكلسة والفورميفيرا ويكون سلاسل التلال بمنطقة الدراسة ، ويأخذ اللون الأبيض الناصع في السلاسل الأحدث واللون البني الفاتح في السلاسل الأقدم نظراً لفعل عوامل التجوية (El Sannusi . 1986 . p.52) ، وقد تحتوى على أنوية دقيقة من الرمل يتراوح قطرها بين ٠.٠١ - ٢ مم ، ويعد مخزناً للمياه الجوفية غير العميقة والمتجددة (Misak .1974 .p.55).

وقد أظهرت نتائج الحفر والتنقيب عن البترول بالمنطقة أن هذه الرواسب تركز على طبقة الرواسب الجيرية البويفية المتشعبة بالمياه المالحة ، وتنتشر فوق حافة الهضبة الميوسينية في الجنوب ، أما على امتداد الساحل فتمتد هذه الرواسب فوق المستوى الحالي لسطح البحر في شكل مجموعة من السلاسل أعلاها وأقدمها يقع في الجنوب وأدناها وأحدثها يقع في الشمال ، وتحصر بينها مجموعة من المنخفضات التي تغطي قيعانها التكوينات الطفلية التي تتخللها بعض الآبار العذبة التي يمكن الحصول عليها في مستوى البحر تقريباً ، وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة معدلات الملوحة بهذه الآبار مع زيادة معدلات السحب .

يوجد هذا النوع في منطقة السهل الساحلي ، حيث يؤلف مادة بناء السلاسل التلالية التي تنتشر في المنطقة الساحلية (سلسلة الاستراحة\_ سلسلة جبل كريم \_ السلسلة الساحلية) وهي صخور هشة قابلة للذوبان تكثر بها الشقوق والفواصل ، وتنتشر في هذه الصخور جيوب من الطين والجبس الجيري والملح الصخري تتركز في الطبقات السفلية من هذه الصخور مما يساهم في زيادة معدلات تحلل وذوبان هذه الصخور الجيرية ، و يظهر هذا النوع في شكل سلسلة متصلة من مدينة مرسى مطروح وحتى رأس علم الروم وتبدو متقطعة إلى الغرب من المدينة كما تظهر في شكل كتبان رملية مفككة تشرف على البحر مباشرة ابتداءً من الساحل الغربي لمدينة مرسى مطروح وحتى رأس أم الرخم ، كما تبدو على هيئة جروف بحرية في عدة مناطق مثل منطقة طابية روميل شمال مدينة مرسى مطروح وشمال منطقة آبار عيلة كريم .

## (ب) تكوينات الهولوسين.

تتنوع رواسب الهولوسين الحديثة من مكان لآخر في المنطقة حسب الظروف والعوامل التي أدت إلى تكوينها، فعلى طول امتداد الساحل فيما بين رأس الطابية في الغرب ورأس علم الروم في الشرق تنتشر الرواسب الشاطئية Beach deposits والتي تكثر فيها الحصى والحصى المستدير الشكل ، ويتداخل معها بقايا وهياكل الأصداف البحرية ، أما على طول الساحل فيما بين حمام كيلو باترا في الشرق ورأس أم الرخم في الغرب فتنشر هنا رواسب الكثبان الجيرية Dunes deposits ، وتنسب هذه الإرسابات إلى أحدث فترة جيولوجية وبالتالي فهي رواسب مفككة غير مندمجة بعضها مع البعض الآخر نظراً لحداثة عمرها من ناحية وكونها في طور التكوين في الوقت الحاضر من ناحية أخرى .

يمكن تقسيمها حسب حجم مفتاتها وتركيبها المعدني والعوامل الطبيعية التي شاركت في وجودها إلى ما يلي .:

### ١. القشرة الجيرية

تغطي أسطح السلاسل الجيرية وسطح السهل الساحلي ، وتتكون نتيجة تأثر تكوينات الحجر الجيري بعمليات التجوية الكيميائية ، وتتكون من ٨١.٦% كربونات كالسيوم ، ٣.٦% كربونات ماغنسيوم ، ٨.٣% سليكات غير قابلة للإذابة ، بالإضافة لنسب محدودة من الكوارتز ، وبعض الأصداف والمواد الصلصالية الغير قابلة للإذابة ، بالإضافة إلى نسب محدودة من الكوارتز وبعض الأصداف الصلصالية والقشرة الجيرية متغيرة السمك واللون والصلابة ؛ حيث نجدها على سطح السلاسل الأقدم أكثر صلابة ويزداد سمكها ، وبالنسبة للون فإنه غالباً ما يكون بنياً مائلاً للاحمرار (محمد صبري محسوب ، ١٩٩٤ ، ص ١٨٤) .

### ٣. رواسب حشو الوادي (الرواسب الفيضية) Wadi filling

تتكون في بطون الأودية وتتألف من خليط من الإرسابات الحصوية والرملية الخشنة والرملية متوسطة الخشونة والناعمة الدقيقة التي تغطي قيعان بعض الأودية الجافة التي تقطع سطح الهضبة الميوسينية بسمك لا يتجاوز العشرة أمتار ، وتظهر في المنخفضات الطولية المنتشرة على سطح السهل

الساحلي المرتفع في شكل تجمعات من الطين الجيري المختلط بشظايا ومفتتات صخرية يصل سمكها إلى ١٢ م .

وتتسرب هذه الرواسب مياه الأمطار الشتوية وتنتهي الأودية الجافة المنحدرة من حافة الهضبة بمراوح فيضية مخروطية تقع رأسها عند مخارج تلك الأودية من حافة الهضبة وقاعدتها عند حضيضها ، وتتكون هذه المراوح من إرسابات رملية وطينية ، وقد تتشابك المراوح الفيضية لمجموعة من الأودية الجافة بالمنطقة مكونة سهل البهادا الرسوبي عند أقدم الحافة الميوسينية (El Sannusi . 1986 . p.46).

### ٣. الإرسابات الهوائية Aeolian Deposits

تتوزع هذه الإرسابات في مناطق متفرقة على طول ساحل المنطقة ،

\* **الرواسب الهوائية الحديثة** : وهي عبارة عن تجمعات رملية مفككة تغطي بعض أجزاء السلسلة الساحلية ودرجة أقل من ذلك في سلسلة جبل كريم "السلسلة الوسطى" ، وتشبه هذه الإرسابات إلى حد كبير تكوينات السلاسل التلالية فتتكون من حبيبات الرمال الأولية البيضاوية الشكل ذات اللون الأبيض الناصع (مدوح تهامي ، ١٩٨٥ ، ص ٥٥).

### \* الإرسابات الرملية الهوائية

تكون الإرسابات الرملية الهوائية الكثبان الساحلية بمنطقتي القصر وأم الرخم ، وتتكون من حبيبات الكربونات المستديرة البيضاوية غير المنتظمة وقليل من حبيبات الكوارتز شبه المستديرة وشبه الحادة وشظايا الأصداف ، وتعد هذه الإرسابات مكامن لمياه الأمطار الشتوية .

### ٤. الإرسابات الشاطئية Beach Deposits

تعد أحدث التكوينات الجيولوجية عمراً في المنطقة وتختلف من حيث الحجم من موضع لآخر ، ويقتصر ظهورها على طول قطاع ضيق بين خط الشاطئ والجروف الساحلية ، وبين منسوبي المد المنخفض والعالي ، وبذلك تتوزع تلك الرواسب في قطاعات ممتدة على ساحل البحر المتوسط ، وعلى طول سواحل بحيرتي مطروح الشرقية والغربية ، وتتميز بانحدارها المتدرج والبطئ وأحياناً ما تظهر في غاية الاستواء ، وأهم القطاعات التي تظهر بها تلك الرواسب

شواطئ الليدو والبوسيت وروميل ببحيرة مطروح الشرقية والشاطئ الشمالي للبحيرة الغربية مستمراً في شاطئ الغرام عبر القناة الملاحية (محمد صبري محسوب ، ١٩٩٤ ، ص ٨٨) ، وتتكون الرواسب الشاطئية من رواسب جيرية أوليتية مفككة يتراوح المحتوى الجيري بها بين ٨٠ \_ ٩٠% ، وحجم هذه الحبيبات الكربونية في حجم الحبيبات الكربونية في حجم حبيبات الرمال الناعمة وهي جيدة الاستدارة ومصقولة بفعل المياه ، ودلت الدراسات على احتوائها لبقايا كائنات بحرية من نوع الفقاريات التي تحتوي على أكاسيد الحديد ومعادن أخرى ، وتعكس خصائص نسيجها بأنها نشأت في بيئة بحرية مثالية ، و يمكن التمييز بين نوعين من هذه الإرسابات كما يلي .:

**\* الإرسابات الشاطئية الرملية :** وتتكون من الرمال المفككة التي تتكون أساساً من كربونات الكالسيوم على شكل حبيبات بطروخية ناصعة البياض مختطة بمفتتات الأصداف والقواقع ( Mousa . Hilmy Ali and Osama . 1978 . p.70) ، كما تحتوي أيضاً على حبيبات الكوارتز ولكن بنسب ضئيلة وتشاهد في مناطق متفرقة على طول خط الساحل وحول شواطئ البحيرات الساحلية الشمالية .

**\* الإرسابات الشاطئية الحصوية :** تتكون من حصى بحري وجماميد مستديرة وشبه مستديرة تأثرت بدرجة كبيرة بفعل مياه البحر ، تتوزع في مناطق متفرقة على طول خط الساحل وهي في الأصل رواسب مشتقة من السلسلة الساحلية بفعل نحت الأمواج .

#### ٥. الإرسابات البحرية (اللاجونات) Lacustrine Deposits

اللاجونات هي جزء من مياه البحر المعزول عن البحر بواسطة حواجز رملية أو حصوية تتصل بالبحر عن طريق فتحات ضيقة جداً ، فإذا زاد البحر عن كمية المياه المتدفقة من البحر عبر الفتحة الضيقة ترسبت مجموعة من الرواسب الملحية أهمها كلوريد الصوديوم ، كربونات الكالسيوم ، وتنتشر هذه الرواسب تحت السطح في منخفضات السهل الساحلي ، وتشكلت نتيجة لتقهقر البحر نحو الشمال (عمر إدريس ، ١٩٨٠ ، ص ٢٥) .

و تنتشر هذه الإرسابات في المنخفضين الطويلين الذين يفصلان بين سلسلة الاستراحة وسلسلة جبل كريم من ناحية ، وبين سلسلة جبل كريم

والسلسلة الساحلية من ناحية أخرى ، وتتكون هذه الرواسب من اللوم السلتي الذي تكثر فيه نسبة الطين ، ويلاحظ على هذا النوع من الإرسابات قلة سمكه بشكل عام إلا أنه قد يبلغ الخمسة أمتار في بعض المواضع ( EL p73.1964.Shazly).

وقد أوضح التحليل المعدني لهذه الرواسب احتوائها على الطين والصلصال ونسبة ضئيلة من حبيبات الكوارتز وبعض الحبيبات الصدفية ، كما تحوي نسب عالية من كلوريد الصوديوم وخاصة في المناطق التي تقع بالقرب من خط الساحل الحالي أو تلك التي تقترب من البحيرات الساحلية ( ممدوح تهامي ، ١٩٨٥ ، ص ٥٢).

## ٦. الرواسب البحرية (رواسب السبخات)

تنتشر رواسب السبخات في بعض المناطق المنخفضة وعلى جوانب السلاسل ، وتشكل فرشاة رقيقة مختلطة بالرمل المسفاة ، وتتميز رواسب السبخات بتفككها أو تماسكها تماسكاً طفيفاً ، وهي ذات لون بني كريمي ، ويتميز السطح العلوي لها بتماسكها نظراً لتأثير الأمطار الساقطة والنباتات وصعود المياه من أسفل بواسطة الخاصة الشعرية نتيجة لارتفاع معدلات التبخر خاصة في فصل الصيف (Misak .1979 .p.10) ، كما تتميز تلك الرواسب بحدائتها ، وغالباً ما تظهر القشور الملحية في بعض المواضع على هيئة زهرات وغطاء أبيض في معظم الأحيان وذلك بسبب اختلاط الأملاح بالمواد والشوائب الحديدية القليلة الموجودة في الصخور الجيرية فيميل لونها إلى الاحمرار (صفي الدين أبو العز ، ١٩٦٦ ، ص ٢٥٠) .

وتتكون رواسب السبخات من رمال أوليتية وقواقع ومواد صلصالية وحبيبات من الكوارتز ومواد عضوية ، وتوجد رواسب السبخات حول شواطئ البحيرة الغربية بمطروح ، وتتكون من رواسب رملية طميية إلى طميية طينية ، وغالباً ما تحتوي على طبقة رقيقة من المواد العضوية المتحللة تتبادل مع طبقات ملحية متبلورة خاصة في المناطق المنخفضة عن منسوب سطح الماء الأرضي .

وترتبط نشأة السبخات وتطورها ارتباطاً قوياً بالظروف التي مرت بها البحيرة ، وحتى الآن تتأثر بتذبذب منسوب الماء ؛ حيث تؤدي مياه المد إلى غمر مساحات واسعة منها ، وكثيراً ما تتوغل المياه داخل السبخة في شكل

قناة مائية ضحلة لايزيد عمقها عن بضعة سنتيمترات (محمد صبري محسوب ، ١٩٩٤ ، ص ١١٩).

## ٧. الرواسب فوق مصاطب الأودية Wadi Terrace Deposits

تتوزع فوق مصاطب الأودية النهرية المنتشرة على جوانب الأودية الجافة كبيرة الحجم والتي تقطع الهضبة الميوسينية كوادي أم أشطان والخروبة وماجد والرمل وهي عبارة عن كومات من الرواسب اللومية المقطعة والرمل الكلسية الحديدية وأحياناً تختلط بالجلاميد والحصى ، وحينما تنساب الأودية الجافة من حافة الهضبة الميوسينية إلى حوض رباح فإن الإرسابات الفيضية اللومية التي كانت تحملها المياه تترسب عند مخارج هذه الأودية سيما وادي رباح مكونة مراوح فيضية تأخذ نفس التركيب المعدني للرواسب المتجمعة فوق مصاطب الأودية ، إلا أن حبيباتها أكثر دقة ونعومة من الإرسابات اللومية فوق مصاطب الأودية الجافة ، وتلاحظ المراوح الفيضية بصفة خاصة عند مخارج الأودية الكبيرة مثل وادي الخروبة وماجد .

## ٨. الرواسب المتبقية "الموضعية" Residual Deposits

اشتقت هذه الرواسب من صخور النيوجين التي تكون مادة بناء الهضبة الميوسينية بفعل عمليات التجوية السائدة في الوقت الحاضر ، تتألف من الطفل الجيري الذي يختلف سمكه من موضع لآخر تبعاً لاختلاف شكل السطح ودرجة انحداره فيزداد السمك ليصل إلى ٥٠ سم في المناطق المقعرة تقعرأ خفيفاً ويقل في المناطق المستوية من الهضبة حتى أن سطح الهضبة يبدو منكشفاً لفعل عوامل التجوية والتعرية ، وتتوزع بشكل رئيس على سطح الهضبة وبخاصة في الأجزاء الجنوبية منها .

ثانياً : البنية والتركيب الجيولوجي .

### (أ) الالتواءات.

أوضح كل السنوسي عام ١٩٦٩م وحمام عام ١٩٨٦ م بأن التكوينات الجيولوجية في منطقة أم الرخم تأثرت بحدوث ثنية التوائية وحيدة الجانب Mono Olive يمتد محورها العام من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي في اتجاه البحر على شكل رؤوس أرضية شديدة الانحدار ( رأس علم الروم \_ رأس أم الرخم ) الأمر الذي جعلها عرضة للتعرية البحرية والتآكل بشكل مستمر ، ويعتقد أنهما المسئولان عن بروز هذين الرأسين.

- ويمكن تقسيم الطيات بمنطقة الدراسة بشكل عام إلى :-

1. **طيات سطحية** : وتتمثل فيما يلي :-

❖ **طية أم الرخم المحدبة** : يتجه محورها في الشمال الشرقي بميل قدره حوالي ست درجات ، وتشغل نطاقاً كبيراً من الهضبة الميوسينية ( . Taha 1973.p.135 ) ، وتعد هذه الطية المسئولة عن تكوين السيول بالجانب الغربي من المنطقة .

❖ **طية وادي الخروبة المقعرة syncline** : يمتد محورها فيما بين رأس علم الروم شرقاً ورأس أم الرخم غرباً . وترتبط هذه الطية بالتركيب المدفونة قبل الحقب الثالث (Hussein. 1994.p14) ، وتعد هذه الطية المسئولة عن تكوين أحواض تتجمع بها مياه الأمطار.

3. **طيات تحت سطحية** : وتتمثل في طية وادي أم أشطان المقعرة فيما بين رأس أم الرخم غرباً ورأس علم الروم شرقاً وطية أبو منجور البسيطة التفرع التي تشغل جزءاً من منطقة أم الرخم .

#### (ب) الصدوع والانكسارات Faults

إن عملية الكشف عن مواقع الفواصل الصخرية Joints والصدوع له أهمية كبيرة في أهمية التنبؤ بانسياب الماء الجوفي بصورة طبيعية إلى السطح ؛ حيث تظهر الينابيع في المناطق التي تكثر فيها المفاصل الصخرية والتي تسمح بانبثاق المياه ، وذلك عندما يتقاطع مستوى الماء Water Table مع السطح ، كذلك يحدث انبثاق للمياه الجوفية عند قاعدة المنحدر الصخري الشاهق ؛ حيث يقطع وجه المنحدر الصخري مستوى الماء الجوفي (محمد صبري محسوب ، ١٩٨٣ ، ص ٤٥) .

ويوضح الجدول (١-١) أطوال وأعداد الصدوع بمنطقة الدراسة ، ومنه يلاحظ أن النسبة الأكبر من أعداد وأطوال ، تليها بالترتيب الصدوع التي تتخذ اتجاهاً شمالياً \_ جنوبياً والصدوع التي تتخذ اتجاهاً شمالياً غربياً \_ جنوبياً شرقياً ثم الصدوع التي تتخذ اتجاهاً شرقياً غربياً ، ومن ثم فإن هناك علاقة طردية بين أطوال وأعداد الصدوع بالمنطقة .

جدول (١\_١) اتجاهات وأطوال وأعداد الصدوع في منطقة الدراسة

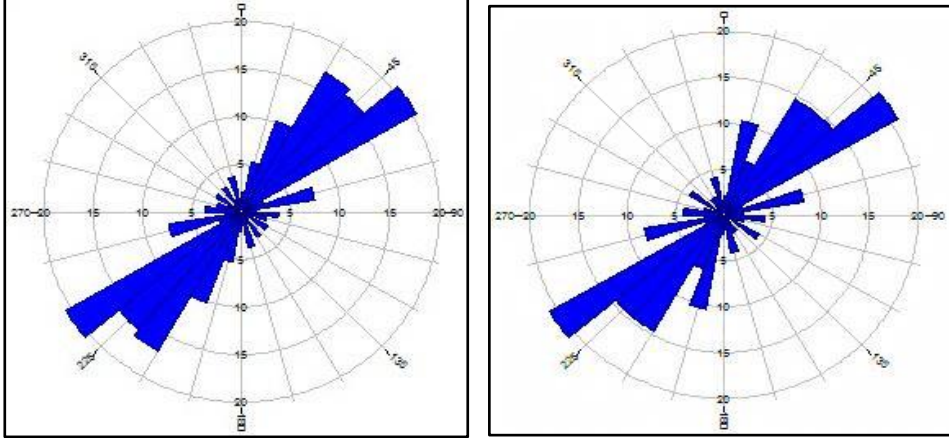
| الاتجاه                    | أطوال الصدوع بالمتر | % من إجمالي طول الصدوع | متوسط طول الصدع بالمترا | أعداد الصدوع ع | % من إجمالي أعداد الصدوع |
|----------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------|
| شمالي _ جنوبي              | ٢٢٦٠.٤١<br>٧        | ١٣.٩٧                  | ٢٥١١.٥<br>٧             | ٩              | ١٩.١٥                    |
| شمالي شرقي _ جنوبي<br>غربي | ١١٥٢٨٩.٢٤           | ٧١.٢٦                  | ٣٧١٩                    | ٣١             | ٦٥.٩٦                    |
| شمالي غربي _ جنوبي<br>شرقي | ١٥٦٩٧.١             | ٩.٧١                   | ٣٩٢٤.٢<br>٧٥            | ٤              | ٨.٥١                     |
| شرقي _ غربي                | ٨١٩٣.٢              | ٥.٠٦                   | ٢٧٣١.٠<br>٧             | ٣              | ٦.٣٨                     |
| الإجمالي                   | ١٦١٧٨٣.٧١           | %١٠٠                   | ٣٢٢١.٤<br>٨             | ٤٧             | %١٠٠                     |

المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على قياس أعداد الصدوع وأطوالها من الخريطة السابقة باستخدام برنامج Arc Gis 10.2.2 وبرنامج Rockwork 14 .

يعتقد (الشاذلي ، ١٩٦٨ ، ص ٤٠) أن خطوط الصدوع بمنطقة الدراسة تكونت في نهاية الأوليغوسين واستمر تكونها حتى أوائل عصر البليوسين ، ومن خلال رصد الصدوع السطحية تبين أن المنطقة تتسم بقلة الانكسارات بشكل عام ، إلا أن السنوسي (٩٤ - 1968.p.p.68 El Sanussi) قد أشار إلى أنه تم رصد انكسار عند منطقة وادي أم الرخم يأخذ اتجاهاً شرقياً غربياً ويمتد لمسافة ١.٥ كم جانبه الهابط نحو الشمال والقافز نحو الجنوب ، كما أشار حماد (15.p.1986 Hammad) إلى وجود انكسار آخر في رأس علم الروم ويأخذ اتجاهاً شمالياً غربياً جنوبياً شرقياً كما هو بالشكل (١\_٣) ، كما رجح (1969. El Sanussi) بأن مقدمات حافة الهضبة الميوسينية جنوب قرية القصر وسلسلة المطاريح تأثرت بحركة انكسارية أدت إلى بروز مقدمات الهضبة الميوسينية بشكل حائطي ممز فوق أرضية حوض رباح المستوية الامتداد البسيطة الانحدار ، إلا أن الدراسة التي قام بها الباحث في الحقل أي دليل على تأثر تكوينات منطقة الدراسة بحركات انكسارية ينجم عنها تكوين مقدمات حافة الهضبة الميوسينية ، ومن خلال الدراسات الجيوفيزيائية التي تخصص بالتنقيب عن البترول بالمنطقة تم رصد صدعين من النوع البسيط تم كشفهما في أحد الآبار بمنطقة شاطئ الأبيض بمنطقة أم الرخم (Taha . 1973 . p.135) .



وبين الشكل (٣\_١) الاتجاه السائد لأعداد وأطوال الصدوع بالمنطقة والتي يشكل الاتجاه الشمالي الشرقي \_ الجنوبي الغربي فيها النسبة السائدة لأعداد وأطوال الصدوع على حد سواء .



المصدر : من إعداد الطالب باستخدام برنامج RockWorks14

(أ) الاتجاه السائد لأعداد الصدوع (ب) الاتجاه السائد لأطوال الصدوع

شكل (٣\_١) الاتجاه السائد لأعداد وأطوال الصدوع بمنطقة الدراسة

وتبعاً لما سبق ذكره فإن معظم تكوين المنطقة من الحجر الجيري وهو حجر قابل لعمليات التعرية المختلفة سيما أن التركيب الجيولوجي لها اتسم بكثرة الشقوق والفواصل والطيات الأمر الذي ساعد على أن تشق الأودية مجار مائية لها على سطح المنطقة متخذة معظمها الاتجاه العام لاتجاهات الشقوق والفواصل والصدوع بالمنطقة.

### (ج) الشقوق والفواصل

تتميز المنطقة بكثرة الشقوق والفواصل نظراً لطبيعتها الجيرية ، ويمكن التمييز بين نوعين من الفواصل أولهما الفواصل المتماثلة الرأسية التي تتسم بانتظام الشكل الهندسي لاتجاه الفاصل وتساوي المسافات البينية بالفواصل ، وثانيهما الفواصل غير المتماثلة من حيث عدم انتظام الشكل الهندسي وتعدد الاتجاهات وعدم تساوي المسافات الفاصلة وكلاهما يؤثر بشكل كبير في تشقق الجروف البحرية كما هو الحال في جرف عجيبة التي و الحوائط الصخرية للعديد من أودية المنطقة كوادي أم أشطان ووادي الخروبة ووادي التواوية ووادي ماجد ووادي أم الرخم ، الأمر الذي أدى إلى انفصال وانهايار تلك الحوائط بفعل تزايد نشاط عمليات التجوية المختلفة ، كما ساعدت كثرة هذه

الشوق والفواصل السكان على حفر العديد من السواني في تلال الحجر الجيري لتخزين المياه عقب سقوط المطر وأغرته للقيام بحفر لاجونات اصطناعية تتوغل داخل اليبس في تلك السلاسل الجبلية المتاخمة للشاطئ واستغلالها كحمامات سباحة كما هو

### ثانياً : الخصائص المناخية.

قبل أن نعرض للخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة ينبغي أن نوضح أهم الخصائص المناخية المؤثرة في الميزانية المائية لهذه الأحواض بالمنطقة كما يلي :

#### (١) الأمطار Rainfall

ينتمي المطر في المنطقة إلى النوع الإعصاري الناتج عن مرور الانخفاضات الجوية ، وتعد الانخفاضات الشتوية أغزر مطراً من الانخفاضات الربيعية والخريفية ، وتتماثل الاتجاهات التي تهب منها الرياح في هذا الفصل مع تلك التي تسود خلال فصل الربيع ، وذلك بسبب التشابه الواضح في توزيع مناطق الضغط الجوي خلال هذين الفصلين (محمد صبري محسوب ، ١٩٩٢ ، ص ٢٠٢) ، ويوضح الجدول (١\_٢) الخصائص المناخية المؤثرة في الميزانية المائية بمنطقة الدراسة .

تقدير حجم الجريان السيلي وعلاقته بتغذية الخزان الجوفي لأحواض التصريف

جدول (١\_٢) الخصائص المناخية المؤثرة في الميزانية المائية .

| الشهر   | المطر (مم) | حالة المطر الشهري (-) | مطر أقصى كمية (مم) | اليوم           | والنتج التبخر (مم <sup>٣</sup> ) | درجة الحرارة (م) | درجة الحرارة (ف) | معدل سطوع الشمس (ساعة) | مدة السطوع النظري (ساعة) |
|---------|------------|-----------------------|--------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|------------------|------------------------|--------------------------|
| يناير   | ٣٣.٧       | ممطر                  | ٣٥.١               | ١/٠١/١١<br>١٩٨٩ | ٥.٦                              | ١٤.١٥            | ٥٧               | ٦.٩                    | ١٠.٤                     |
| فبراير  | ٢٤.٥       | ممطر                  | ٣٠.٤               | ١/٠٢/٠١<br>١٩٩٣ | ٥.٩                              | ١٤.٤٨            | ٥٨               | ٧.٥                    | ١٠.٩                     |
| مارس    | ١١         | انتقالي               | ١٤.٢               | ١/٠٣/١١<br>١٩٧٨ | ٥.٩                              | ١٦.٠٥            | ٦١               | ٩.٢                    | ١٢.٦                     |
| إبريل   | ٤.٢        | جاف                   | ١٦.٢               | ١/٠٤/٠١<br>١٩٨٠ | ٦.٧                              | ١٨.٧٣            | ٦٦               | ١٠.٥                   | ١٣.٤                     |
| مايو    | ٢          | جاف                   | ٦.٣                | ١/٠٥/١٨<br>١٩٧٦ | ٦.٢                              | ٢٢.٠٢            | ٧٢               | ١٠.٦                   | ١٣.٨                     |
| يونيه   | ٠.١        | جاف                   | ٠.١                | ١/٠٦/٠٢<br>١٩٩٠ | ٥.٨                              | ٢٤.٩٢            | ٧٧               | ١١.٥                   | ١٤                       |
| يوليه   | ٠          | جاف                   | ٠                  | -               | ٥.٥                              | ٢٦.٩             | ٨٠               | ١٢.٣                   | ١٤.١                     |
| أغسطس   | ٠          | جاف                   | ٠                  | -               | ٥.٥                              | ٢٧.٩٦            | ٨٢               | ١١.٩                   | ١٣.٩                     |
| سبتمبر  | ١٣         | انتقالي               | ٧٩                 | ١/٠٩/٠٧<br>١٩٨٦ | ٥.٩                              | ٢٦.٦٧            | ٨٠               | ١٠.٥                   | ١٢.٣                     |
| أكتوبر  | ٢٠.٧       | ممطر                  | ٧٠.٦               | ١/١٠/٢٧<br>١٩٨٩ | ٦                                | ٢٣.٤٧            | ٧٤               | ٩.٢                    | ١١.٥                     |
| نوفمبر  | ٢٦.٢       | ممطر                  | ٧٩                 | ١/١١/١٧<br>١٩٨٦ | ٥.٧                              | ١٩.٨٥            | ٦٨               | ٧.٨                    | ١٠.٤                     |
| ديسمبر  | ٣٨.٢       | ممطر                  | ٦٣.٨               | ١/٢/١٣<br>١٩٧٧  | ٥.١                              | ١٦.١٥            | ٦١               | ٦.٥                    | ١٠.٣                     |
| المتوسط | ١٤.٤<br>٧  |                       | ٣٢.٨<br>٩          | -               | ٥.٨<br>٢                         | ٢٠.٩٥            | ٦٩.٦<br>٧        | ٩.٥٣                   | ١٢.٣                     |

المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على بيانات مناخية خلال الفترة من ١٩٧٦ \_ ٢٠٠٥ م Climatological Normals for A.R.E.2011.P.23

وبتحليل بياناته يتضح تتباين كميات المطر الساقطة على منطقة الدراسة من فصل لآخر تبعاً لاختلاف المنخفضات الجوية التي تمر بها خلال هذه الفصول ، تجدر الإشارة هنا إلى أن المنطقة تتسم بكثرة العواصف الرعدية ، ويرجع ذلك إلى تعامد مسارات الانخفاضات الجوية والرياح المصاحبة لها على خط الساحل ، وتتسم العواصف الرعدية بالفجائية من حيث سقوط المطر ،

(١) حالة المطر الشهري = (متوسط المطر في الشهر / متوسط المطر في السنة) × ١٠٠ ، فإذا كان الناتج أكبر من ١٠% من المطر السنوي فإن الشهر يكون ممطراً وإذا تراوح الناتج بين (٥\_١٠%) كان الشهر انتقالياً وإذا قل عن ٥ يعد شهراً جافاً (محمود حامد محمد / ١٩٤٦ / ص ٣٣٢) .

وتكون هذه الأمطار عادة ذات تركيز شديد ، ولكنها لا تدوم سوى لفترة زمنية وجيزة ( محمد فوزي عطا ، ١٩٩٢ ، ص ١٤٨ ) ، ولكن على الرغم من ذلك فإنها قد لا تحدث سيولاً تتفاوت في قوتها من عاصفة لأخرى ، وتعد أشهر الشتاء أغزر الشهور من حيث كمية الأمطار التي تسقط خلالها حيث يبلغ متوسط كميات الأمطار الساقطة خلالها ٩٦.٤ مم ، يأتي شهر ديسمبر في مقدمتها (٣٨.٢مم) يليه شهر يناير(٣٣.٧مم) ، ثم شهر فبراير (٢٤.٥مم) ، فقد بلغت قيمة التركيز المطري أعلاها أثناء فصل الشتاء والخريف لتسجل(٦.٥مم /يوم) لكل فصل يليهما فصل الربيع (٦.١ مم /يوم) ، كما بلغت نسبتها ٧٢.٥% خلال الفترة من ٢٠ ديسمبر \_٤يناير (شحاته سيد أحمد ، ١٩٩٠ ، ص ١١٢) ، أي لمدة تصل إلى ثلاثة عشر يوماً ، وهذه المدة تقترب من المتوسط العام لعدد أيام تركيز الأمطار بمحطات المقارنة والبالغ سبعة عشر يوماً ، كما أن موسم تركيز المطر (كثافة المطر) يتأخر بالاتجاه شرقاً ، وربما يعود ذلك إلى أن الوقت الذي تبدأ فيه هذه المنطقة متأثرة بالانخفاضات الجوية يبدأ مبكراً في الغرب عنه في الشرق كما ذكر (محمد فوزي عطا ، ١٩٩٢ ، ص ١٦٥) ، بينما يحتل فصل الخريف المرتبة الثانية من حيث كميات الأمطار الساقطة خلاله على منطقة الدراسة ، حيث بلغت كمية الأمطار خلاله (٥٩.٩مم) ، وذلك بسبب كثرة المنخفضات الجوية التي تمر خلال هذا الفصل ، كما يأتي فصل الربيع في المرتبة الثالثة بعد فصلي الشتاء والخريف من حيث كميات سقوط الأمطار ؛ حيث سجلت متوسطات كمية المطر خلال أشهره (١٧.٢مم) ، حيث يمر بالمنطقة المنخفضات الخماسينية المصحوبة بالأمطار، بينما تكاد تنعدم كمية الأمطار الساقطة خلال أشهر الصيف ؛ حيث لم يسقط على المنطقة خلال أشهر الصيف قاطبة سوى ٠.١ مم يوم ٢ / ٦ / ١٩٩٠م ، نظراً لانعدام مرور الانخفاضات الجوية في هذا الفصل ، أما عن حالة المطر الشهري فإن خمسة أشهر تقع ضمن المناخ الممطر وخمسة أخرى ضمن المناخ الجاف وشهرين ضمن نطاق المناخ الانتقالي ، مما يدل على أن منطقة الدراسة تقع ضمن المناخ شبه الجاف .

#### \* التبخر والنتم Evaporation & Transportation

إن تحديد كمية المياه التي يمكن أن تعود من سطح التربة إلى الجو بواسطة التبخر والنتم أمراً في غاية الأهمية في تخطيط استخدام المياه

السطحية والجوفية في الأغراض الزراعية والمنزلية والصناعية وحتى توليد الطاقة الكهربائية وغيرها ، وخاصة تحديد مقدار حاجة النبات للمياه والتمييز بين أنواع الجفاف وقياس درجاته .

يعتمد الاتزان المائي في أحواض منطقة الدراسة على ما يسقط عليها من مياه على شكل أمطار وما يفقده بفعل التبخر والنتح ، ولأهمية معرفة مقدار الفقدان المائي في عملية تخطيط استعمال المياه للأغراض المختلفة في الحاضر والمستقبل حسب الميزانية المائية لهذه الأحواض ، ومن خلال الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة والتي سبق الإشارة إليها في الفصل الثاني يمكننا تطبيق بعض المعادلات لإلقاء الضوء على الوضع المائي بمنطقة الدراسة ، ومن هذه المعادلات ما يلي :

\* معادلة خوسلا (Khosla) :

وهي من أبسط الطرق المستخدمة لتقدير ما يتم فقده من المياه عن طريق التبخر والنتح ، حيث تم استخدام صيغة تبادلية لتحديد التبخر والنتح الممكن في حالة توفر رطوبة كافية في التربة لتمويل حاجة الغطاء النباتي بالمنطقة ، حسب المعادلة الحسابية التالية :

$$LM=(TM*32)/9.5$$

حيث LM = مقدار التبخر والنتح المحتمل بالبوصة .

TM = المعدل الشهري لدرجة الحرارة (ف) .

وقد تم تحويل معدلات التبخر والنتح الممكن من البوصات إلى ملليمترات وموازنة النتائج لكميات الأمطار الساقطة على أحواض المنطقة .

معادلة خروفا (Kharoufa) : تنسب إلى الباحث العراقي محمد نجيب خروفا الذي وضعها عام ١٩٩٤ م ، وقام بتطبيقها على عدة مناطق بالعراق ، وتنص على ما يلي :

$$Et = (P/3)*C1.13$$

حيث Et مقدار التبخر والنتح المحتمل (سم).

P = النسبة المئوية لعدد ساعات السطوع الشمسي بالنسبة للسنة .

C = المعدل الشهري لدرجة الحرارة (م) .

ويوضح الجدول (١-٣) نتائج تطبيق المعادلتين السابقتين ، وبتحليل بياناته تبين انخفاض كبير في كميات التبخر والنتح المحتمل في فصل الشتاء

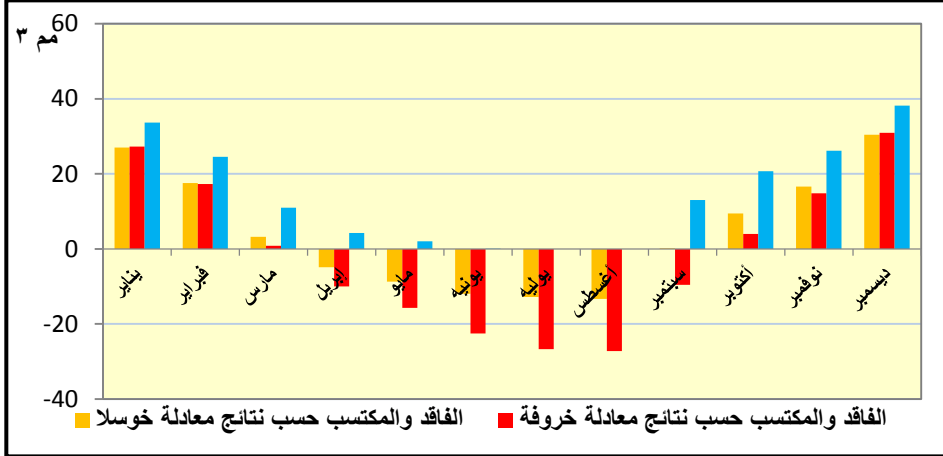
عند مقارنتها بمثيلاتها في فصل الصيف في منطقة الدراسة ، مما يزيد من فرصة فائض مائي بعد عملية التساقط Rainfall ؛ فعلى سبيل المثال تصل كميات الفاقد بالتبخر والنتح لأدنى قيمة لها في شهر يناير مما يعطي فائضاً من المياه قدر بـ ٢٧.٠١٦ مم ، وعلى الرغم من أن مقدار ما يتم فقده بالتبخر والنتح المحتمل أعلى في شهر ديسمبر عنه في شهر يناير إلا أن شهر ديسمبر يعطي فائضاً من المياه أكثر منه في شهر يناير ولعل ذلك يرجع إلى أن كميات الأمطار التي تسقط على المنطقة في شهر ديسمبر تفوق نظيرتها في شهر يناير ، ترتفع كميات الفاقد بالتبخر والنتح خلال فصلي الصيف والربيع بشكل أكبر من الفصول الأخرى ، ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة وندرة الأمطار الساقطة وزيادة عدد ساعات السطوع الفعلي بكل منهما .

جدول (١\_٣) مقدار الفاقد والمكتسب من مياه المطر حسب نتائج تطبيق معادلتى خوسلا وخروفة

| الشهور         | نتائج تطبيق معادلة خوسلا (Walton.1969) |                      | نتائج تطبيق معادلة خروفة (خروفة ١٩٩٤م)  |                      |
|----------------|--|----------------------|---|----------------------|
|                | مقدار التبخر والنتح المحتمل بالـ (مم)  | الفاقد والمكتسب (مم) | مقدار التبخر والنتح المحتمل بالـ (مم) ٢ | الفاقد والمكتسب (مم) |
| يناير          | ٦.٦٨٤                                  | ٢٧.٠١٦               | ٦.٤٦٨                                   | ٢٧.٢٣٢               |
| فبراير         | ٦.٩٥٢                                  | ١٧.٥٤٨               | ٧.٢٤٦                                   | ١٧.٢٥٤               |
| مارس           | ٧.٧٥٤                                  | ٣.٢٤٦                | ١٠.١٧٢                                  | ٠.٨٢٨                |
| إبريل          | ٩.٠٩١                                  | ٤.٨٩١-               | ١٤.٢١٢                                  | ١٠.٠١٢-              |
| مايو           | ١٠.٦٩٥                                 | ٨.٦٩٥-               | ١٧.٧٣٦                                  | ١٥.٧٣٦-              |
| يونيه          | ١٢.٠٣٢                                 | ١١.٩٣٢-              | ٢٢.٦٢٧                                  | ٢٢.٥٢٧-              |
| يوليه          | ١٢.٨٣٤                                 | ١٢.٨٣٤-              | ٢٦.٧٥١                                  | ٢٦.٧٥١-              |
| أغسطس          | ١٣.٣٦٩                                 | ١٣.٣٦٩-              | ٢٧.٢٢٥                                  | ٢٧.٢٢٥-              |
| سبتمبر         | ١٢.٨٣٤                                 | ٠.١٦٦                | ٢٢.٥٨٠                                  | ٩.٥٨٠-               |
| أكتوبر         | ١١.٢٣٠                                 | ٩.٤٧٠                | ١٦.٧٣٤                                  | ٣.٩٦٦                |
| نوفمبر         | ٩.٦٢٦                                  | ١٦.٥٧٤               | ١١.٣٩٢                                  | ١٤.٨٠٨               |
| ديسمبر         | ٧.٧٥٤                                  | ٣٠.٤٤٦               | ٧.٢٤٦                                   | ٣٠.٩٥٤               |
| المتوسط السنوي | ١٠.٠٧١                                 | ٤.٣٩٥                | ١٥.٨٦٦                                  | ١.٣٩٩-               |
| المجموع        | ١٢٠.٨٥٥                                | ٥٢.٧٤٥               | ١٩٠.٣٩٠                                 | ١٦.٧٩٠-              |

المصدر : من إعداد الطالب اعتماداً على البيانات المناخية لمحطة مرسى مطروح. و يوضح الشكل (١\_٤) أن قمة الفاقد من المياه بفعل التبخر والنتح يبدو جلياً خلال فصل الصيف ؛ حيث أظهرت نتائج تطبيق معادلة خروفة أن قيمة الفاقد

تزداد تدريجياً ابتداءً من شهر إبريل لتصل إلى قمته في شهر أغسطس يمثل قمة الفاقد من العمليتين ، بينما تبدأ فترة الفائض المائي من شهر أكتوبر لتصل إلى قمته في شهر ديسمبر ثم تتناقص تدريجياً حتى تصل لأدنى حد لها في شهر مارس وفيه تتفوق كمية الأمطار الساقطة على طاقة التبخر والنتح المحتمل بسبب انخفاض درجات الحرارة ، وقصر طول النهار وزيادة عدد الأيام الغائمة ، كما أن نتائج تطبيق معادلة خوسلا تكاد تتوافق تماماً مع ما توصل إليه خروفة .



المصدر : من إعداد الطالب .

شكل (١\_٤) الفاقد والمكتسب من عمليات التبخر والنتح خلال أشهر العام بمنطقة الدراسة ونخلص مما سبق أن نتائج تطبيق المعادلتين السابقتين أظهرت بأن كمية التبخر والنتح المحتملة تزيد على كمية الأمطار الساقطة في فصول الصيف ، الأمر الذي يؤدي إلى حصول عجز مائي وزيادة كمية الأمطار في أشهر الشتاء عن كمية التبخر والنتح المحتملة يؤدي إلى حدوث فائض مائي .

ومما سبق ذكره يمكن تقسيم السنة بمنطقة الدراسة إلى فصلين مائيين

كما يلي :

## (١) فصل الفائض المائي

تبدأ حدود هذا الفصل من أواخر الخريف (أكتوبر) وفصل الشتاء (نوفمبر \_ ديسمبر \_ يناير) وأوائل الربيع (مارس) ، ويرجع سبب حدوث فائض مائي به إلى انخفاض درجات الحرارة وقصر طول النهار وزيادة عدد الأيام الغائمة وزيادة كمية الأمطار الساقطة ، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى التوسع الزراعي الأفقي للمحاصيل الشتوية كالقمح والشعير اعتماداً على هذا الفائض إذا ما تم تكثيف جهود الحصاد المائي من خلال التحكم في مياه السيول بالسدود أو الخزانات أو الخنادق الأرضية .

**٣) فصل العجز المائي:** يبدأ هذا الفصل من أواخر فصل الربيع (مطلع شهر إبريل) حتى الثلث الأخير من فصل الخريف (نهاية شهر سبتمبر)، وفيه تتفوق طاقة التبخر والنتح المحتمل على كمية الأمطار الساقطة، وترتفع نسبة العجز المائي، ويرجع ذلك إلى ندرة الأمطار الساقطة على المنطقة خلال هذه الفترة وارتفاع درجات الحرارة وطول ساعات النهار وصفاء السماء وقلة الغيوم.

### ثالثاً: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف

تعد العوامل الهيدرولوجية انعكاساً لكل من العوامل المناخية وخصائص أحواض التصريف، كما أنها تعد من المؤثرات الرئيسية لتحديد الميزانية الهيدرولوجية لكل حوض تصريف، فضلاً عن استخدامها في تحديد درجات خطورة الأحواض، وعلى هذا فسوف يتم دراسة بعض المتغيرات الهيدرولوجية ذات الصلة المباشرة بعمليات الجريان السيلبي، وفيما يلي دراسة لبعض المتغيرات الهيدرولوجية ذات الصلة المباشرة بعملية الجريان السيلبي والتي تمثل في:

#### ١) زمن تركيز الأمطار في الحوض (ساعة)

يعرف بأنه الفترة الزمنية اللازمة للماء للانتقال من أبعد نقطة تقع على محيط الحوض إلى مخرج الحوض (محمود سعيد السلاوي، ١٩٨٩، ص ٢٨٣). وتعتمد دراسة زمن التركيز على عنصرين رئيسيين يمثلان طرفي المعادلة، وهما طول الحوض والفارق الرأسى، حيث تتأثر بهما سرعة المياه في المقام الأول، وتفيد دراسة زمن التركيز في معرفة الوقت الذى تقطعه المياه للوصول إلى المصب مما يفيد في إنشاء محطات إنذار مبكر، فضلاً عن تصنيف الأودية إلى درجات خطورة تبعاً لسرعة وصول المياه إلى مخرج الوادي، وجدير بالذكر أن العلاقة عكسية بين درجة خطورة الحوض وزمن التركيز، فكلما قل الزمن زادت الخطورة.

ومن خلال حساب زمن التركيز<sup>(١)</sup> تبين أن قيمه تتراوح بين ١٧ دقيقة بحوض وادي أبو جريدان وساعة و٢٣ دقيقة بحوض وادي النغاميش بمتوسط عام ٢٧ دقيقة (جدول ١-٤).

(٣) زمن التركيز =  $0.0013 \times \text{طول المجرى الرئيسي} \times 1.15$  الفرق بين أعلى وأدنى نقطة ٠.٣٨ .  
(Green et al., 2002, pp 76 - 77)

$$(T_c = L (1.10) / 770 H) O. 38$$

حيث  $T_c$  = زمن التركيز،  $L$  = طول المجرى الرئيسي بالأمتار،  $H$  = الفارق الرأسى.

(O . 38 . 1.10) = أس ثابت يعبر عن خصائص الحوض (U.S. Conservation

service . 1972 . p.6



جدول (1\_٤) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف

| اسم الحوض   | زمن التركيز (ساعة/ثيقة/ثانية) | سرعة الجريان (كم/س) | واحد سقطت في يوم أكبر كمية مطر (مم/٣) | مياه أمية كمية في يوم واحد (٣م) | كمية التصريف (م٣/ث) | كمية التصريف اليومي (م٣/يوم) | معدل التصريف (م٣/ثانية) | قمة الجريان (م٣/ث/كم) | زمن التصريف (ساعة) | المصب (كم) | طول المجرى من مركز ثقل الحوض حتى المصب (كم) | زمن التباطؤ (ساعة/ثيقة/ثانية) | الحوض (كم) | مركز ثقل الحوض (كم) |
|-------------|-------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|------------|---|-------------------------------|------------|---------------------|
| الغماميش    | ١.٢٣.٠٠                       | ١٠.٥٩               | ٧٩                                    | ١٩٧٦٨٤٠.٧٥                      | ٤٥.٥٣               | ٣٩٣٣٧١.٨٧                    | ٣٨.٨٠                   | ١.٢٣                  | ٨.٨٩               | ٦.٥٠       | ٤.٥٧.٠٠                                     | ٥.١٢                          |            |                     |
| بسمة        | ٠.٥٦.٠٠                       | ١٦.١٩               | ٧٩                                    | ٢٠١٥٤٠٨.٤١                      | ٥٣.٤٨               | ٤٦٢٠٧٥.٢٧                    | ٣٩.٤٨                   | ١.٤١                  | ٧.٥٢               | ٨.٣٥       | ٥.٤٨.٠٠                                     | ٥.٦٥                          |            |                     |
| الخبر       | ٠.٤٧.٠٠                       | ١٧.٦٣               | ٧٩                                    | ١٤٩٠٨٢٩.٥٧                      | ٩٣.٨٠               | ٨١٠٤٦٤.٠٥                    | ٣٠.٠٩                   | ٣.٣٥                  | ٢.٩٨               | ٦.٠٧       | ٤.٥٤.١٠                                     | ٤.٨٥                          |            |                     |
| التواوية    | ٠.٣٤.٠٠                       | ٢٦.٠٧               | ٧٩                                    | ٢٨٢٣٥٣١.٥٦                      | ١٠٧.٧١              | ٩٣٠٥٧٢.٣٧                    | ٥٣.٤٧                   | ٢.٠٣                  | ٦.٧٦               | ٨.٤٠       | ٥.٥٦.٠٣                                     | ٣.٠٠                          |            |                     |
| الشق الشرقي | ٠.١٠.٠٠                       | ٤١.٤٤               | ٧٩                                    | ٦٢١٣٢٩.٧٠                       | ٢٨.٠٩               | ٢٤٢٦٩٧.٨٠                    | ١٣.٦٩                   | ٢.٤١                  | ٤.١٤               | ٣.٠٦       | ٣.١٠.٠٥                                     | ٢.٢٥                          |            |                     |
| الشق الغربي | ٠.١٠.٠٠                       | ٣٢.٨٨               | ٧٩                                    | ٨٦٤٧٥٧.٦٤                       | ٥٥.٥٦               | ٤٨٠٠٠٧.٨٠                    | ١٨.٤٣                   | ٣.٤٢                  | ٢.٠٧               | ٣.٢٠       | ٣.١٢.٠٤                                     | ١.٥٠                          |            |                     |
| الخروبة     | ٠.١٦.٠٠                       | ٥٦.٣٣               | ٧٩                                    | ١٩٣٣٤٦٣.٧٠                      | ٥٢.٤٥               | ٤٥٣١٣٨.٥٣                    | ٣٨.٠٣                   | ١.٤٤                  | ٢.٩٣               | ٧.٩٤       | ٥.٣٩.٠٤                                     | ٤.٠٠                          |            |                     |
| الرمل       | ١.٠٥.٠٠                       | ١٣.١٠               | ٧٩                                    | ٢٥١٦٥٩١.٤٦                      | ٤٩.٥٥               | ٤٢٨٠٨٣.٥٣                    | ٤٨.٢١                   | ١.٠٥                  | ٨.٦٩               | ٧.٧٥       | ٥.٣٤.٠١                                     | ٥.٧٠                          |            |                     |
| المدور      | ٠.٤٦.٠٠                       | ١٦.٣٢               | ٧٩                                    | ١٢٦٢٣٧٠.١٦                      | ٣١.٤٥               | ٢٧١٧٠٥.٣١                    | ٢٥.٩١                   | ١.٣٣                  | ٧.٣٩               | ٥.٣٠       | ٤.١٧.٠٣                                     | ٥.٤٠                          |            |                     |
| ماجد        | ٠.٣٤.٠٠                       | ٢٠.٠٠               | ٧٩                                    | ١٨٦٧٣٤٧.٦٨                      | ٤٣.٨٣               | ٣٧٨٧٢٩.٦٧                    | ٣٦.٨٦                   | ١.٢٥                  | ٥.٦٧               | ٨.٤٠       | ٥.٣٩.٠٠                                     | ٣.٧٥                          |            |                     |
| الوشكة      | ٠.٣٧.٠٠                       | ٩.٥٨                | ٧٩                                    | ٤٧٠٦٢٨.٥٤                       | ١٧.٤١               | ١٥٠٤٠٨.٣٠                    | ١٠.٦٦                   | ١.٩٧                  | ٣.٨٩               | ٣.٣٧       | ٣.٠٨.٠٣                                     | ٤.٥٠                          |            |                     |
| بهيديل      | ٠.٣٢.٠٠                       | ٨.٩٣                | ٧٩                                    | ٦٥٦٩٣٩.٧٦                       | ٣٩.٩٠               | ٣٤٤٦٩٦.٥٨                    | ١٤.٣٩                   | ٣.٢٣                  | ٣.٦٦               | ٢.٧١       | ٢.٤٨.٠٠                                     | ٤.٥٠                          |            |                     |
| سنبل        | ٠.٣١.٠٠                       | ٢٠.٦٩               | ٧٩                                    | ٦١٥٧٧٦.٥٦                       | ١٥.٠٣               | ١٢٩٨٨٥.٤٩                    | ١٣.٥٨                   | ١.٣٠                  | ٣.٨٣               | ٥.٥٥       | ٤.١٩.٠١                                     | ٥.٨٠                          |            |                     |
| أم أسطوان   | ٠.٣١.٠٠                       | ٢٢.١٣               | ٧٩                                    | ١٥١٤٥٧٣.٥٤                      | ٣٩.٣٤               | ٣٣٩٨٥٩.٩٥                    | ٣٠.٥٣                   | ١.٣٨                  | ٩.٦٥               | ٥.٩٥       | ٤.٣١.٠١                                     | ٥.٠٠                          |            |                     |
| السماد      | ٠.٢٥.٠٠                       | ٦.١٠                | ٧٩                                    | ٨٦٩٧٧.٨٢                        | ١٩.٥٠               | ١٦٨٤٨٠.٠٠                    | ٢.٣٣                    | ١١.٩٤                 | ٢.٦٥               | ١.٣٩       | ١.٤٣.٠٥                                     | ٥.٣٠                          |            |                     |
| أبو جريدان  | ٠.١٧.٠٠                       | ٢٦.٦٢               | ٧٩                                    | ٣٧٦٠٧٩.٠١                       | ١٩.٥٠               | ١٦٨٤٨٠.٠٠                    | ٨.٧١                    | ٢.٧٦                  | ٣.٢٢               | ٣.٦٧       | ٣.٢١.٠٠                                     | ٥.٦٥                          |            |                     |
| حابس        | ٠.١٩.٠٠                       | ١٨.٧٧               | ٧٩                                    | ٣٤١٩٦١.٢٦                       | ١٩.٥٠               | ١٦٨٤٨٠.٠٠                    | ٨.٠٠                    | ٣.٠٤                  | ٢.١٢               | ٣.٤٦       | ٣.١٢.٠٤                                     | ٤.٩٥                          |            |                     |
| أم الرخم    | ٠.٢٢.٠٠                       | ١٦.٤٤               | ٧٩                                    | ٢٩٨٤٥٦.٨٦                       | ١٩.٥٠               | ١٦٨٤٨٠.٠٠                    | ٧.٠٨                    | ٣.٤٨                  | ٤.٠٦               | ٣.٤٣       | ٣.١٦.٠١                                     | ٥.٥٥                          |            |                     |
| متوسط       | ٠.٢٧.٠٠                       | ٢١.١٠               | -                                     | ١٢٠٧٤٣٦.٨٩                      | ٤١.٧٣               | ٣٦٠٥٣٤.٢٥                    | ٢٤.٣٥                   | ٢.٦٧                  | ٥.٠١               | ٥.٢٥       | ٤.١١.٠٢                                     | ٤.٥٨                          |            |                     |
| مجموع       | -                             | -                   | -                                     | ٢١٧٣٣٨٦٣.٩٩                     | ٧٥١.١١              | ٦٤٨٩٦١٦.٥٣                   | -                       | ٤٨.٠٢                 | -                  | -          | -   | -                             | -          | -                   |

المصدر : من إعداد الطالب .  
ملاحظة : تم تحويل الوحدات الزمنية من الجزء من الساعة إلى دقائق وثوان حتى تكون الصورة أكثر وضوحا.

وقد تم تقسيم الأحواض حسب تباين زمن التركيز بكل منها إلى ثلاث فئات (شكل ١\_٥) ، ومنه يتضح ان سبعة أحواض تصريفية يقل زمن تركيزها عن نصف الساعة وهي وادي الشق الشرقي و وادي الشق الغربي و وادي الخروبة و وادي ابو جريدان و وادي حابس و وادي م الرخم و وادي السماد ، بينما يتراوح زمن التركيز بين نصف الساعة لأقل من ساعة تسعة أحواض ، وهي وادي سنبل و وادي أم أشطان و وادي بهيدل و وادي ماجد و وادي التواوية و وادي الوشكة و وادي المدور و وادي الخير و وادي بسمة ، كما يزيد زمن التركيز عن الساعة الواحدة بحوضي وادي الرمل و وادي النغاميش .

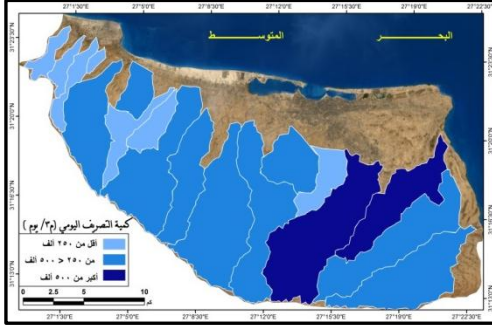
### ٣) سرعة سريان مياه السيول (كم/ساعة)

تفيد دراسة سرعة المياه داخل أحواض منطقة الدراسة في التعرف على المسافة التي تقطعها المياه من المنبع وحتى المصب وذلك من خلال الاعتماد على كل من طول الحوض وزمن تركيز الحوض ، ومن خلال حساب سرعة سريان مياه السيول بالمنطقة<sup>(٣)</sup> اتضح أن متوسط سرعة المياه بالمنطقة بلغت ٢١.١٠ كم / ساعة ، ويشغل حوض وادي السماد أقل قيمة لسرعة المياه في أحواض المنطقة ( ٦.١٠ كم ساعة ) بينما شغل حوض وادي الخروبة أعلى قيمة لسرعة المياه بين أحواض المنطقة ( ٥٦.٣٣ كم / ساعة ) (جدول ١\_٤) ، وبدراسة الشكل (١\_٦) يتضح أن أحواض السماد و بهيدل و الوشكة و النغاميش و الرمل تقل سرعة السريان بها عن ١٥ كم / ساعة ، بينما تمثل الأحواض التي تتراوح سرعتها بين ( ١٥ > ٣٠ كم / ساعة )، وتشمل هذه الفئة عشرة أحواض تشكل ٥٥.٥٦% من إجمالي الأحواض بالمنطقة ، وهذه الأحواض هي بسمة والمدور وأم الرخم والخير وحابس وماجد و سنبل وأم أشطان والتواوية وأبو جريدان وهي أحواض شديدة السرعة في حالة حدوث الجريان السيلي ، كما تمثل الأحواض التي تزيد سرعتها عن ٣٠ كم / ساعة ، وتشمل هذه الفئة ثلاثة أحواض ، تشكل ١٦.٦٧% من إجمالي الأحواض بالمنطقة ، وهذه الأحواض هي الشق الغربي والشق الشرقي والخروبة ، وتعد أشد أحواض المنطقة خطورة في حالة حدوث الجريان السيلي.

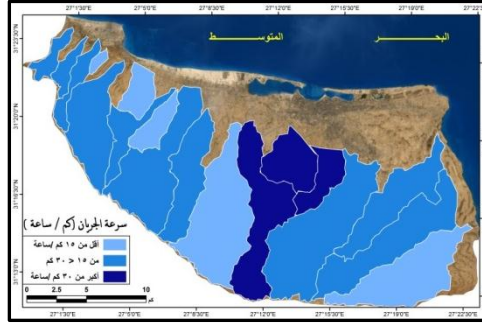
$$٣) \text{ س } = \text{ ف } / \text{ ن }$$

، حيث س = سرعة المياه      ف = المسافة ( طول الحوض )      ن = الزمن.

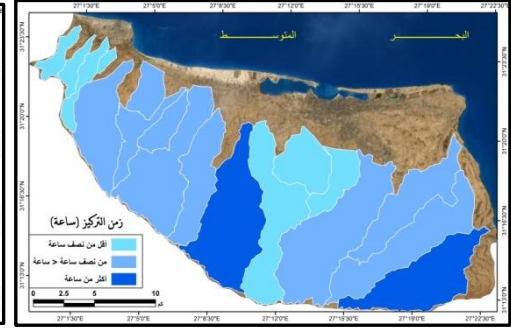
ومن ثم فإن سرعة المياه = طول الحوض / زمن التركيز ( محمود محمد خضر ، ١٩٩٧ ، ص ٣٨ ) .



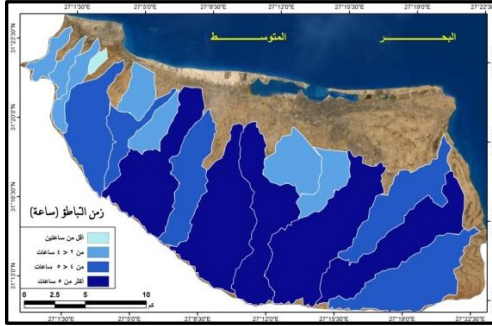
شكل (٧\_١) تصنيف الأحواض حسب كمية التصريف اليومي



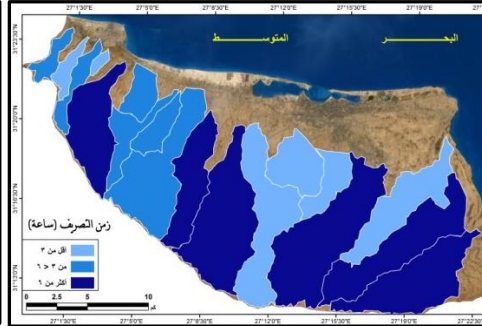
شكل (٦\_١) تصنيف أحواض التصريف حسب سرعة الجريان



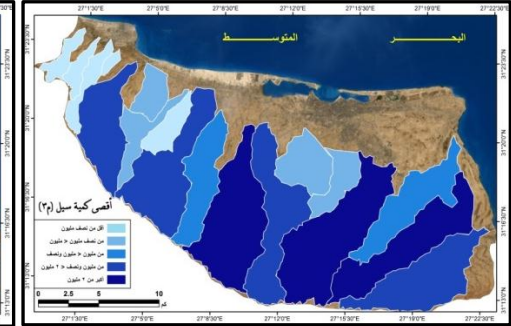
شكل (٥\_١) تصنيف أحواض التصريف حسب زمن التركيز



شكل (١٠\_١) تصنيف أحواض التصريف حسب زمن التباطؤ



شكل (٩\_١) تصنيف أحواض التصريف حسب زمن التصريف



شكل (٨\_١) تصنيف الأحواض حسب حجم الجريان السيلي

مصدر الأشكال : من إعداد الطالب اعتماداً على جدول (٤\_١)

### (٣) حجم الجريان السطحي (م٣)

اتبع الطالب هنا طريقتان بهدف تقدير حجم الجريان السطحي وأقصى كمية مياه جريان سيلى خلال يوم واحد و هاتان الطريقتان هما :

#### \* الطريقة الأولى : طريقة جون بول (١٩٧٣).

تهدف إلى تقدير أحجام السيول الجارية بكل من أحواض المنطقة ، واعتمدت على ما توفر لها من بيانات أقصى كمية مطر سقطت في يوم واحد ، وقد أمكن ذلك بإتباع المعادلة التالية : -

$$\text{حجم الجريان السطحي (م}^3\text{)} = ٧٥٠ \times \text{م (ك - ٨)}$$

حيث أن م = مساحة الحوض ، ك = أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد

( السيد الحسيني ، ١٩٨٧ ، ص ٢٥ ) .

كما يمكن تقدير معدل الجريان السطحي (م٣ / ث) من المعادلة التالية :-

$$\text{معدل التصريف م}^3\text{/ ث} = ١.٥ \times (\text{مساحة الحوض كم}^2 \times ٠.٩)$$

( Moglen et al.. 1998. p 858 ) .

#### \* الطريقة الثانية : طريقة سنايدر.

تعرف هذه الطريقة بطريقة تحليل منحني الوحدة الزمني للتصريف في الأحواض ، ويمكن الاستفادة من تطبيق هذه الطريقة هنا في تقدير كمية التصريف اليومي بأحواض المنطقة ، ومنها يمكن الاعتماد على المعادلات التالية :

تقدير كمية التصريف المائي في الحوض بالمتر المكعب في الثانية من المعادلة التالية :

$$QP = CP(\text{Delta} / TP)$$

QP = كمية التصريف المائي في الحوض بالمتر المكعب في الثانية .

CP = ثابت يقدر بحوالي ٢\_٦.٥ ويتوقف على خصائص الحوض .

Delta = مساحة الحوض .

TP = وقت التباطؤ.

تقدير كمية التصريف المائي اليومي (م٣/يوم) من العلاقة

$$QP * (360 * 24)$$

تقدير قمة الجريان (م٣ / ثانية / كم٢) من العلاقة  $qp = QP / \text{Delta}$

(Raghunath.1984.p.158-159)

وبتحليل نتائج الجدول (٤\_١) يتضح أن إجمالي كمية التصريف المائي بأحواض المنطقة بلغ (٤٨٩.٦١٦.٥٣ م<sup>٣</sup> / يوم ) ، بمتوسط عام (٣٦٠.٥٣٤.٢٥ م<sup>٣</sup> /يوم / حوض ) ، و تتباين هذه الكمية من حوض لآخر ؛ حيث بلغت أقصاها في حوض وادي التواوية (٩٣٠.٥٧٢.٣٧ م<sup>٣</sup> /يوم ) ، وأدناها في حوض وادي سنب ( ١٢٩٨٨٥.٤٩ م<sup>٣</sup> / يوم ) ، كما بلغ إجمالي كميات مياه الجريان السيلي بأحواض المنطقة ٢.١٧٣٣.٨٦٤ تقريباً بمتوسط ١٢٠٧٤٣٦.٨٩ م<sup>٣</sup>/حوض ، وتتباين هذه الكمية أيضاً من حوض لآخر ، حيث بلغت أقصاها في حوض وادي التواوية ٢٨٢٣٥٣١.٥٦ م<sup>٣</sup> ، ووصلت أدناها في حوض وادي السماد ( ٨٦٩٧٧.٨٢ م<sup>٣</sup> ) ، كما وصل إجمالي قمة الجريان بأحواض منطقة الدراسة ٤٨٠.٠٢ م<sup>٣</sup> / ثانية / كم<sup>٢</sup> ، وتتباين هذه القيمة من حوض لآخر حيث سجلت أقصى قيمة لها ( ١١.٩٤ م<sup>٣</sup> / ثانية / كم<sup>٢</sup> ) في حوض وادي السماد ، وأدناها في حوض وادي الرمل ( ١.٠٥ م<sup>٣</sup> / ثانية / كم<sup>٢</sup> ) ، بمتوسط عام ( ٢.٦٧ م<sup>٣</sup> / ثانية / كم<sup>٢</sup> /حوض ).  
و قد أمكن تقسيم أحواض منطقة الدراسة حسب تباين كمية التصريف المائي (شكل ٧\_١) إلى الفئات التالية:

**\* أحواض تزيد فيها كمية التصريف المائي عن ٥٠٠ ألف م<sup>٣</sup> / يوم.**

تضم هذه الفئة حوضي التواوية والخير وفيها تزيد كمية التصريف المائي عن ٨٠٠ ألف م<sup>٣</sup> /يوم ، ويرجع ذلك إلى كبر مساحة هذين الحوضين إذا ما قورنا بمعظم أحواض التصريف الأخرى ، فيعد حوض وادي التواوية أكبر أحواض التصريف بالمنطقة (٢ كم<sup>٣</sup> ٣٥.٢) وأكثرها من حيث كمية التصريف المائي (أكثر من ٩٠٠ ألف م<sup>٣</sup> /يوم ) (شكل) ، و أكثر الأحواض من حيث حجم الجريان السيلي ( ٢٨٢٣٥٣١.٥٦ م<sup>٣</sup> ) يليه وادي الرمل .

**\* أحواض تتراوح بها كمية التصريف المائي بين ٣٥٠ ألف م<sup>٣</sup> لأقل من ٥٠٠**

**ألف م<sup>٣</sup> /يوم.**

وتضم مجموعة أحواض الشق الغربي و بسمة و الخروب و الرمل و النغاميش و ماجد و بهيدل و أم أشطان و المدور ، ويعد حوض وادي الشق الغربي أكثر أحواض هذه المجموعة من حيث كمية التصريف المائي (٤٨٠٠٠٧.٨ ألف م<sup>٣</sup> /يوم) ، بينما يعد حوض وادي المدور أقلها

(٣١.٢٧١٧.٠٥م /يوم ) ، وتجدر الإشارة هنا إلى أن معظم أودية هذه الفئة متوسطة وكبيرة المساحة إلا أن مساحاتها وزمن التباطؤ بها يتباين من حوض لآخر مما كان له بالغ الأثر في تباين كمية التصريف وحجم الجريان السيلي ؛ حيث تحتل أحواض هذه الفئة المرتبة الثانية بين أحواض المنطقة من حيث حجم الجريان السيلي والتي تتراوح بين (٤١.٠٨.١٥٤م / ٣م / يوم في وادي بسمة )\_ (٧٦.٣٩.٦٥٦م / ٣م / يوم في وادي بهيدل ).

**\* أحواض تقلل بها كمية التصريف المائي عن ٢٥٠ ألف م<sup>٣</sup>/يوم.**

وتضم أحواض أودية الشق الشرقي و السماد و أبو جريدان و حابس و أم الرخم و الوشكة و سنبل ، ويعد حوض وادي الشق الشرقي أكثر أحواض هذه المجموعة من حيث كمية التصريف ( ٨.٢٦٩٧.٢٤م /٣يوم ) ، بينما يعد حوض وادي سنبل أقلها ( ٤٩.٨٨٥.٢٩٨م /٣يوم ) ، و تتميز أحواض هذه الفئة بصغر مساحتها وشدّة انحدارها ، مما أثر حتماً في كمية التصريف المائي ومن ثم في حجم الجريان السيلي ، حيث تحتل هذه المرتبة الثالثة بين أحواض التصريف بالمنطقة من حيث الجريان السيلي ؛ فتتراوح أقصى كمية مياه لسيل في يوم واحد بين ( ٧.٢٢١٣٢٩م /٣م ) في حوض وادي الشق الشرقي و( ٨٢.٦٩٧٧.٨٢م /٣م ) في حوض وادي السماد.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه كلما ارتفعت نفاذية الصخر كلما قل ذلك من فرصة الجريان السطحي ، في حين يحدث العكس إذا ما قلت هذه النفاذية، وقد ألمحت بعض الدراسات إلى أن الفاقد بالتسرب يعوق الجريان السطحي أكثر مما يفعل البحر ( كريم مصلح صالح ، ١٩٩٥ ، ص ٩ )، أما عن أقصى كمية مياه لسيل في يوم واحد فنجد أنها تتذبذب من حوض لآخر تبعاً ، إلا أنها تبلغ أقصاها في الأحواض كبيرة المساحة كحوض وادي التواوية والرمل وأم أشطان واجد والنغاميش وبسمة وتصل لأدنى قيمة لها بأحواض الأودية الواقعة غرب منطقة الدراسة. ، ويمكن تقسيم أحواض الأودية حسب حجم الجريان السيلي إلى خمس فئات كما يوضحها الشكل (١-٨) وهي كما يلي :

**\* الفئة الأولى : (أحواض يقلل حجم الجريان السيلي بها عن اقل من ٥٠٠ ألف م<sup>٣</sup>).**

وتشمل أحواض أودية السماد و أم الرخم وحابس و أبو جريدان و الوشكة ، وكلها أحواض صغيرة المساحة شديدة الانحدار ، سريعة الجريان ، تتسم بقصر مجاريها إذا ما قورنت بباقي أحواض أودية المنطقة .

**\* الفئة الثانية : أحواض يتراوح حجم الجريان السيلي بها بين ٥٠٠ ألف > مليون م<sup>٣</sup>**

وتشمل أحواض أودية سنبل والشق الشرقي وبهدل والشق الغربي ، وتعد هذه القيمة كبيرة إلى حد ما إلا أنها كانت من المحتمل أن تزيد عن هذا الحد تبعاً للخصائص المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف بها ، إلا أن صغر مساحتها شكل السبب الرئيس في قلة ضخامة حجم التصريف المائي بها.

**\* الفئة الثالثة : أحواض يتراوح حجم الجريان السيلي بها بين مليون > 1.٥ مليون م<sup>٣</sup>**

وتضم ثلاثة أحواض وهي المدور والخير وأم أشطان ، وهي أحواض كبيرة المساحة عن سابقتها ، ومن ثم فهي أكبر من ناحية حجم الجريان .

**\* الفئة الرابعة : ( أحواض يتراوح حجم الجريان السيلي بها بين من 1.٥ > ٣ مليون م<sup>٣</sup> )**

، وتشمل أحواض أودية ماجد والخروبة و النغاميش وبسمة ، و جدير بالذكر أن سبب ضخامة حجم الجريان السطحي بهذه الأحواض يرجع إلى كبر مساحتها من ناحية ، وكثرة عدد مجاريها وكثافتها التصريفية من ناحية أخرى

**\* الفئة الخامسة (أحواض يزيد حجم الجريان السيلي عن أكثر من ٣ مليون م<sup>٣</sup>)**

يمثلها حوضي الرمل والتواوية ، وفيهما ، ويعد هذان الحوضان أكثر أحواض المنطقة من حيث ضخامة حجم التصريف المائي .

**(٤) زمن التصريف**

يعرف زمن التصريف بأنه الفترة الزمنية اللازمة للحوض لتصريف كافة مياهه من المنبع وحتى مخرجه عند نقطة المصب ، ومن خلال حساب زمن التصريف<sup>(٤)</sup> على أحواض منطقة الدراسة تبين أن المتوسط العام لزمن تصريف الأحواض بلغ ٥.٠١ ساعة ، وقد حقق حوض وادي الشق الغربي أقل القيم لزمن التصريف حيث بلغ زمن تصريفه ٢.٠٧ ساعة فقط ، ويرجع ذلك

$$H) 0.38/ Td = (0.305 L)1.15 \cdot 0.305) 7700 ( \text{٤} )$$

(محمود سعيد السلاوي، ١٩٨٩، ص ١٠٢)

حيث  $Td$  = زمن تصريف الحوض،  $L$  = طول المجرى الرئيس بالمتر،  $H$  = الفارق الراسي بالمتر.

ونظراً لتكرار الرقم الثابت ٠.٣٠٥ فمن الممكن حذفه، وإعادة صياغة المعادلة على النحو التالي:-

$$Td = (L) 1.15 / 7700 (H) 0.38$$

إلى استدارة شكل الحوض وتشابك الرتب من بعضها البعض فضلاً عن انحداره مما يؤدي إلى قلة زمن التصريف به ، كما حقق وادي أم أشطان أعلى قيم لزمن التصريف إذ وصل زمن تصريفه إلى (٩.٦٥ ساعة) كما يوضحه جدول (٤\_١) ، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى كثرة عدد مجاريه (٢٧٠ مجرى ) ، مع انخفاض معدل الانحدار ( ٠.٢٩ م/كم ) وارتفاع معدل التفرع ( ٢.١١ ) ومعدل تكرار المجاري (٩.٤٩ مجرى / كم ) ، كما أن قيمة معدل النسيج الطبوغرافي مرتفع ( ٩.٣٧ ) ، فضلاً عن زيادة طول الانسياب السطحي ، كل هذه الأسباب جعلته قليل الخطورة في حالة حدوث الجريان السيلي ، ومن خلال تحليل الشكل (٩\_١) تبين أن أحواض أودية الشق الغربي وحابس والشق الشرقي والسماد والخروبة والخير يقل زمن تصريفها ثلاث ساعات وتعد هذه الأحواض أشد أحواض المنطقة خطورة تبعاً لهذا العامل ، كما أن أحواض أودية ابو جريدان و بهيدل و سنبل و الوشكة وأم الرخم و ماجد يتراوح زمن تصريفها بين ( ٣ > ٦ ساعات) ، تضم الأحواض التي يزيد فيها زمن التصريف عن ٦ ساعات أحواض أودية التواوية و المدور وبسمة والرمل والنغاميش وأم أشطان، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى كبر مساحات هذه الأحواض مع وجود قطاعات كثيرة من بطون أوديتها تشغلها رواسب رمليّة أو جيرية مفككة غير صماء مما يزيد من زمن تصريف مياه الحوض من المنبع حتى تصل إلى المصب .

#### (٥) زمن التباطؤ (ساعة)

يعني الوقت الفاصل بين بداية المطر وبداية تولد الجريان، وهو الوقت الذي ترتفع خلاله معدلات التسرب (أحمد سالم صالح ، ١٩٩٩ ، ص٣٥)، وترجع أهميته إلى التعرف على الوقت اللازم لبدايات الجريان السطحي لكل حوض ، بالإضافة إلى حساب فاقد التسرب خلال هذا الزمن مما يفيد في حساب جملة الفاقد بالتسرب في أحواض التصريف .

ومن خلال حساب زمن التباطؤ<sup>(٥)</sup> بأحواض التصريف كما يوضحه (جدول ٤\_١) تبين أن يتراوح بين ساعة وثلاث وأربعين دقيقة بحوض وادي حابس

$$^{\circ} \text{ زمن التباطؤ} = \text{هـ} ( \text{ل} \times \text{ل} \div \sqrt{\text{ر}} )^{0.28}$$

حيث أن ل = طول مجرى الحوض الرئيسي من المصب حتى مركز ثقل الحوض

ر = الانحدار التدريجي للحوض م / كم ، هـ = ثابت بمقدار يتراوح بين ١.٤ : ١.٧ ويتوقف على طبوغرافية وانحدار سطح الحوض (Linsley.et al .1975.p.56).



السماد ، و خمس ساعات وست وخمسين دقيقة وثلاث ثوان بحوض وادي التواوية ، بمتوسط عام قدره أربع ساعات وإحدى عشرة دقيقة وثانيتين ، وتبعاً لهذا التباين في قيم زمن التباطؤ ( شكل ١\_١٠ ) تم تقسيم المنطقة إلى أربع فئات رئيسة كما يلي :

**\* الفئة الأولى (أحواض يقل فيها زمن التباطؤ عن ساعتين)**

وتشمل حوض وادي السماد (ساعة ، ٤٣ دقيقة ، ٠.٠٣ ثوان ) ، ويرجع انخفاض زمن التباطؤ بها إلى صغر مساحات أحواض التصريف وانحداراتها الشديدة وارتفاع كثافة التصريف بها ، مما يشير إلى مدى ارتفاع خطورتها وفقاً لهذا العامل.

**\* الفئة الثانية (أحواض يتراوح فيها زمن التباطؤ بين ٣ > ٤ ساعات)**

وتشمل أحواض أودية الشق الشرقي و الشق الغربي و الوشكة و بهيدل و أبو جريدان و حابس و أم الرخم .

**\* الفئة الثالثة (أحواض يتراوح فيها زمن التباطؤ بين ٤ > ٥ ساعات)**

وتشمل أحواض أودية المدور و سنب و أم أشطان و الخير والنغاميش

**\* الفئة الرابعة (أحواض يزيد فيها زمن التصريف عن ٥ ساعات)**

وتبدأ من أقلها تسجيلاً لقيم زمن التباطؤ بحوض وادي الرمل (٥:٣٤:٠١) ثم وادي ماجد و الخروبة و بسمة و التواوية الذي يعد أكثرها تسجيلاً لقيم زمن التباطؤ (٥:٥:٠٣) ، ولعل ذلك يرجع إلى أن أحواض هذه الفئة أكبر أحواض المنطقة مساحة .

**(٦) مركز ثقل الحوض (كم)**

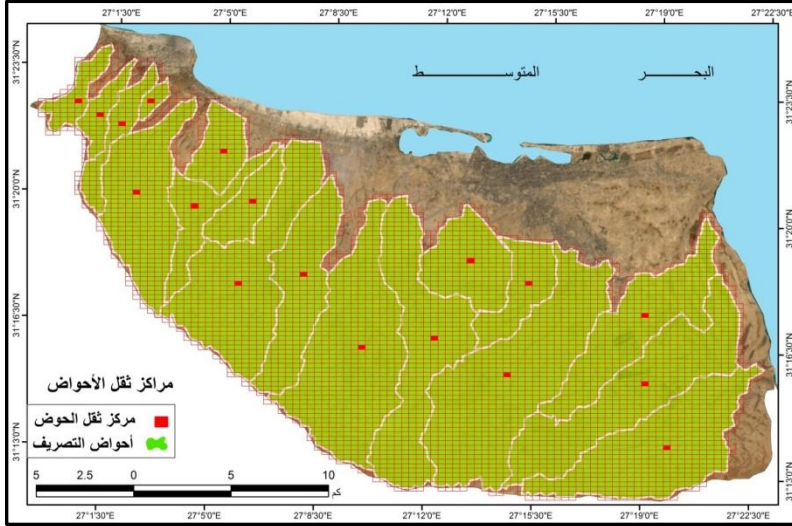
هو عبارة عن النقطة الرئيسية التي تتجمع فيها المياه من روافد الحوض في أسرع وقت ، وقد قام سنايدر (١٩٣٨) بحسابه عن طريق تقسيم حوض التصريف إلى شبكة من المربعات الصحيحة على المحورين الرأسي والأفقي ، وتجمع بمتوالية حسابية ثم تقسم على عددها سواء على المحور الرأسي والمحور الأفقي للحصول على المتوسط لكل منهما ثم يتم توقيع المتوسطين على المحورين في نقطة واحدة ، هذه النقطة هي مركز ثقل الحوض ، ومنها يقاس طول المجرى الرئيس حتى المصب من الخريطة مباشرة للحصول على

قيمة مركز ثقل الحوض (Raghunath.1984.p.159) ، ويوضحها الشكل (١١-١).

ومن دراسة الجدول (٤-١) يتضح أن مركز ثقل الأحواض بمنطقة الدراسة تتراوح بين ١.٥ كم بحوض وادي الشق الغربي و (٥.٨٠) بحوض وادي سنبل ، بمتوسط عام قدره (٤.٥٨ كم) ، أي أن هناك أحد عشر حوضاً يزيد مركز ثقل أحواضها عن المتوسط العام وهي الخير وحابس وأم أشطان والنغاميش والسماذ والمدور وأم الرخم وبسمة وأبو جريدان والرمل وسنبل ، أما باقي الأحواض فيقل فيها مركز ثقل الحوض عن المتوسط العام مما يدل على تشتت هذه القيم عن المتوسط العام ، كما تبين أن مركز ثقل الحوض يقل عن نصف طول المجرى الرئيس في الحوض بجميع أحواض منطقة الدراسة ، وربما يرجع ذلك إلى شكل الحوض ومساحته وطوله ، وقد ينعكس ذلك على مدى تجمع مياه الأمطار في الحوض عند نقطة المركز ، فقد تستغرق مسافة كبيرة من المنبع ، وكذلك وقت أطول حتى تصل إلى مركز ثقل الحوض ، وهذا الأمر يخفف من خطورة السيول بها .

وقد أمكن تقسيم أحواض المنطقة حسب مركز ثقل الحوض بكل منها إلى الفئات التالية :

- \* **الفئة الأولى ( أحواض يقل بها مركز ثقل الحوض عن ٤ كم ) :** وتضم أحواض أودية الشق الغربي والشق والشرقي و التواوية و ماجد .
- \* **الفئة الثانية (أحواض يتراوح مركز ثقل الحوض بها بين ٤ > ٥ كم) :** ويمثلها أحواض أودية الخروبة و الوشكة و بهيدل والخير وحابس .
- \* **الفئة الثالثة (أحواض يزيد بها مركز ثقل الحوض عن ٥ كم) :** تضم أحواض أودية أم أشطان و النغاميش والسماذ والمدور وأم الرخم وبسمة وأبو جريدان والرمل و سنبل .



المصدر: من إعداد الطالب باستخدام برنامج Arc map 10.2.2  
شكل (١\_١١) مراكز نقل الأحواض بمنطقة الدراسة

#### رابعاً: الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف.

يقصد بالميزانية الهيدرولوجية تحديد القيمة الفعلية للتبخر والتسرب قبل وأثناء الجريان لمعرفة جملة ما تبقى من إجمالي المياه المتساقطة (صافي الجريان) والتي يصنف على أساسها درجة خطورة الأحواض، وسوف يتم دراسة الميزانية الهيدرولوجية من خلال ما يلي :

#### (١) أحجام المياه الساقطة على الأحواض:

تختلف كمية المياه الساقطة على أحواض التصريف من حوض لآخر حسب مساحة كل حوض ، ومن خلال حساب أحجام المياه الساقطة<sup>(٦)</sup> على الأحواض يتضح أن إجمالي الأمطار الساقطة على أحواض منطقة الدراسة بلغ (٥٥٠٩٩.٩٤ ألف م<sup>٣</sup>) بمتوسط ( ٣٠٦١.١١ ألف م<sup>٣</sup> ) للحوض الواحد ، وتتباين هذه القيمة من حوض لآخر؛ حيث سجل حوض وادي التواوية أقصى قيمة لحجم المياه الساقطة ؛ حيث بلغت ( ٧١٥٨.٢٥ ألف م<sup>٣</sup> ) ، بينما سجل حوض وادي السماد أقل قيمة ٢٢٠.٥١ ألف م<sup>٣</sup> (جدول ١\_٤) ، كما تبين أن الأحواض التي يزيد إجمالي الأمطار الساقطة عليها عن ٥ مليون م<sup>٣</sup>، تشمل

<sup>(٦)</sup> أحجام المياه الساقطة = مساحة الحوض x أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد. وذلك مع افتراض أن العاصفة الممطرة تغطي جميع أجزاء الحوض، وقد تم رصد الموجة التي حدثت خلال الفترة من ٣- ٦ نوفمبر ٢٠١٥م، حيث بلغت أقصى كمية للمطر في منطقة الدراسة ١٣٥ مم<sup>٣</sup>.

أحواض أودية التواوية والرمل وبسمة والنغاميش ، كما أن أحواض أودية الخروبة وماجد و أم أشطان والخير والمدور والشق الغربي و بهيدل والشق الشرقي و سنبل و الوشكة تقل أحجام المياه الساقطة عن ٥ مليون م<sup>٣</sup> ، بينما تقل هذه القيمة عن مليون م<sup>٣</sup> بأحواض أبو جريدان وحابس وأم الرخم و السماد .

### (٣) أحجام الفواقد (التبخر .التسرب)

تؤثر أحجام الفواقد عن طريق التبخر والتسرب على بدء عملية الجريان، الذي يمثل في هذه الحالة الفائض من المطر بعد هاتين العمليتين، كما يمتد تأثيرهما إلى ما بعد توالد وبدء الجريان ، حيث يؤثران على إمكانية واستمرار الجريان في الروافد ووصوله إلى الوادي الرئيسي أو انقطاعه وعدم استمراره ( أحمد سالم صالح ، ١٩٩٩ ، ص ٢٧ ) .

### ❖ فاقد التبخر Evaporation Losses

تعد الصحاري أكثر المناطق التي تتزايد فيها معدلات التبخر، ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة خلال فصل الصيف ، مما يؤدي إلى زيادة جفاف الهواء ، ومن ثم القدرة على زيادة معدلات التبخر ، كما أن هناك عوامل قد تحد وتقلل من كمية التبخر وهي قصر فترات التساقط ودرجة تركيز المطر ، وصغر المساحات التي تسقط عليها الأمطار ، مما يقلل من كمية الفاقد أثناء فترة السقوط ( أحمد سالم ، ١٩٩٩ ، ص ٢٧ ) ، هذا بالإضافة إلى وجود عوامل أخرى تشترك مع بعضها وتؤثر في معدل التبخر وذلك بعد حدوث الجريان السطحي ، حيث يأتي الإشعاع الشمسي في مقدمة هذه العوامل وخاصة وهو المصدر الأساسي في عمليات التبخر حيث أن ٨٠% من المعدل اليومي للتبخر يتم فيما بين الساعة السادسة صباحاً والخامسة مساءً ، في حين أن التساقط والجريان السيلبي لا يتأثر في أثناء الليل نظراً لانخفاض معدلات التبخر ، كذلك سرعة الرياح حيث تتناسب طردياً مع معدل التبخر ، ثم تأتي درجة الحرارة كأحد العوامل الأساسية ؛ حيث كلما ارتفعت درجة الحرارة ساعد ذلك على زيادة التبخر ومن ثم كان التأثير الفعلي للمطر قليل والعكس ( عبد المجيد فايد ، ١٩٩٤ ، ص ٣٢٧ ) ، هذا بالإضافة إلى التضاريس ودرجة الانحدار ، حيث يزداد التبخر في المناطق المنخفضة ، ويقل في المناطق المرتفعة ، كذلك يزداد التبخر مع قلة انحدار الحوض وذلك لأنها تعطي الفرصة لمياه السيول لكي تتعرض لأطول فترة مكنة للإشعاع الشمسي والعكس ، وبالتالي فإن كمية الأمطار التي تسقط في معظمها على الأجزاء المرتفعة

لأحواض تقل عن طريق التبخر (محمود أحمد حجاب ، ٢٠١١ ، ص ص ٧١ ، ٧٢) .

وبدراسة معدلات التبخر<sup>(٧)</sup> بمنطقة الدراسة تبين أن متوسط التبخر في منطقة الدراسة بلغ ( ٦.٦م٣ ) ، كما بلغ مجموع ما تبخر من أسطح الأحواض المدروسة خلال زمن التصريف بلغ ( ٦٨٥.١٠ م٣ ) ، وتختلف هذه القيمة من حوض لآخر ؛ حيث سجلت أعلى قيمة لها في حوض وادي الرمل (١١٢.٩٤ م٣) ، كما بلغت أدنى قيمة لها في حوض وادي السماد (٣١.١٩ م٣) بمتوسط عام بلغ ٣٨.٠٦ م٣ للحوض الواحد في معدلات الفاقد بالتبخر ، وبتحليل الشكل (١\_١٢) يتضح أن مجموعة الأحواض التي تقل جملة التبخر بها عن ٣٥٠ م٣ تضم اثني عشر حوضاً تمثلها أحواض المدور و الخروبة و الخير و الشق الشرقي و بهيدل و سنبل و الوشكة و الشق الغربي و أم الرخم و أبو جريدان و حابس و السماد ، وتصل نسبة الفاقد بالتبخر في هذه المجموعة إلى ٢٥.٤٦% من جملة الفوائد بأحواض منطقة الدراسة ، ويرجع هذا إلى صغر مساحات أحواض هذه الفئة وسرعة تصريفها مما لا يتيح الفرصة لعملية التبخر ، كما تتراوح جملة الفوائد بالتبخر بها بين ( ٥٠ > ١٠٠ م٣) كما تضم خمسة أحواض ، وهي من الأكبر إلى الأقل قيمة في جملة الفاقد بالتبخر أحواض أودية التواوية و النغاميش و بسمة و أم أشطان و ماجد ، وتصل نسبة الفاقد بالتبخر في هذه الفئة إلى ٥٨.٠٦% من جملة الفوائد بالتبخر في أحواض المنطقة ، ويرجع ذلك إلى كبر مساحات هذه الأحواض وارتفاع قيم زمن التباطؤ ، بينما تزيد جملة الفاقد بالتبخر عن ١٠٠ م٣ بحوض وادي الرمل ، وقد بلغت نسبة الفوائد فيه نحو ١٦.٤٩% من جملة الفوائد بالتبخر في أحواض المنطقة ، ويرجع ارتفاع هذه النسبة إلى اتساع مساحته وطول زمن التصريف ، مما يدل على وجود علاقة طردية قوية بين مساحات الأحواض و الفاقد بالتبخر.

<sup>(٧)</sup> تم حساب جملة التبخر من سطح الأحواض اعتماداً على المتوسط العام للتبخر اليومي في محطة مرسى مطروح وذلك من خلال المعادلة التالية: \_

إجمالي التبخر اليومي = متوسط التبخر في محطات الأرصاد x مساحة الحوض  
ثم حساب إجمالي التبخر في الساعة عن طريق ما يلي :

إجمالي التبخر في الساعة = إجمالي التبخر اليومي / ٢٤

ثم يتم حساب جملة الفاقد بالتبخر خلال زمن تصريف الحوض وهي (الفترة الزمنية اللازمة لتصريف كافة المياه من المنبع وحتى المصب) من خلال المعادلة التالية :  
جملة التبخر خلال زمن تصريف الحوض = إجمالي التبخر في الساعة x زمن تصريف الحوض (ساعة).

## ❖ فاقد التسرب Infiltration Losses

يلعب التسرب دوراً مهماً في عملية الجريان السطحي للمياه ( وهي حركة الماء خلال سطح التربة ) كما أن هناك حد أعلى لامتصاص التربة للمياه ، وهذا الحد يسمى بطاقة التسرب ( Infiltration Capacity )، وكلما كانت شدة المطر تزيد عن قابلية التربة لامتصاص المياه الساقطة فإن ماء المطر الزائد عن طاقة التسرب يتجمع فوق سطح التربة ويجري على السطح ، كما أن هناك مجموعة من العوامل التي تشترك مع بعضها وتؤثر معاً في حجم التسرب ، حيث تأتي المسامية في مقدمة هذه العوامل حيث يقل ويزداد حجم التسرب حسب نوعية الرواسب التي تغطي قيعان الأودية ، كذلك شكل وانحدار السطح حيث يؤثر بشكل مباشر في زيادة أو نقص معدلات التسرب ، حيث يزداد التسرب مع قلة الانحدار ، هذا بالإضافة إلى عمق ونوع الطبقة السطحية التي تغطي قيعان الأودية ، وقد وضعت بعض المعادلات لتقدير حجم التسرب في الأحواض<sup>(٨)</sup> ويمكن تقديره كما يلي :

## ❖ التسرب خلال زمن التباطؤ

يعد التسرب الأولي الذي يحدث مع بداية تساقط المطر ويستمر حتى تبدأ المياه المتسربة في الظهور على سطح الحوض من العوامل المهمة التي يتوقف عليها حجم المياه المتسربة وسرعة بداية تولد الجريان ، ومن خلال تقدير التسرب خلال زمن التباطؤ<sup>(٩)</sup> تبين أن مجموعة الأودية التي تقل فيها كمية التسرب خلال زمن التباطؤ عن ١٠ م ٣ أحواض السماد و أم الرخم و حابس و أبو جريدان و الوشكة و بهيدل و الشق الشرقي و سنب و الشق الغربي والمدور ، بينما تضم مجموعة الأودية التي تتراوح فيها كمية التسرب

<sup>٨</sup> هي معادلات استنتجت من خلال التجربة لحساب قيم التسرب تبعاً لنوع الصخر الأصلي في كل منطقة ومنها المعادلة التي أوردها (Wilson. E. M. (1980. P. 172)

$$X=M \times O \times D$$

حيث X = مقدار التسرب ، M = مساحة الحوض ، O = زمن تصرف الحوض (ساعة)  
D = مقدار ثابت يعبر عن نوع الصخر الأصلي (١٥٨.و. ٣م / ساعة).  
و بالتالي فمعرفة فواقد التسرب يجب حساب كل من التسرب خلال زمن التباطؤ . وحساب قيم التسرب الثابتة.

<sup>٩</sup> التسرب خلال زمن التباطؤ = مساحة الحوض x زمن التباطؤ x ٠.٠٨ مم / دقيقة  
(Wanielista et al..1997.p 175)

خلال زمن التباطؤ بين ( ١٠ > ٢٠ م ) أحواض أودية أم أشطان و الخير و النغاميش وماجد والخروبة وبسمة ، كما تضم مجموعة الأودية التي تزيد فيها كمية التسرب خلال زمن التباطؤ عن ٣م٢٠ حوضي الرمل و التواوية ، ولعل السبب في ذلك يرجع إلى كبر مساحتهما وتفكك الرواسب التي تغطي قيعانهما.

#### ❖ قيم التسرب الثابتة :

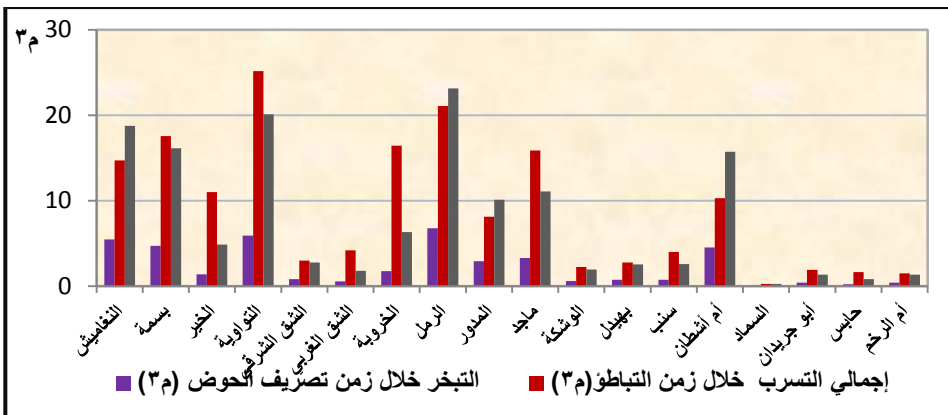
ترجع أهمية التسرب الثابت إلى تحديد مقدار ما يتسرب داخل الصخر الأصلي الذي يقع أسفل الرواسب السطحية التي تغطي منحدرات الأحواض وقيعانها . وتختلف قيم التسرب الثابتة من حوض لآخر تبعاً لاختلاف نوع الصخر ومساحته وسرعة المياه به وانحداره وطوله وغير ذلك من العوامل الأخرى ، ومن خلال تقدير قيم التسرب الثابتة<sup>(١٠)</sup> كما يوضحها جدول (١\_٥) تبين الأحواض التي تقل قيم التسرب فيها عن ٠.١ م٣ تضم أحواض أودية السمد وحابس وأم الرخم وأبو جريدان والشق الغربي والشق الشرقي والخير ، بينما تضم الأحواض التي تتراوح قيم التسرب فيها بين ( ٠.١ > ٣م٠.٤ ) وتشمل أحواض الخروبة وأم أشطان وبسمة و النغاميش و الوشكة و التواوية ، كما تتمثل مجموعة الأحواض التي تزيد قيم التسرب فيها عن ٣م٠.٤ في أحواض سنب وبهيدل والمدور وماجد والرمل .

#### ❖ جملة الفاقد :

جملة الفاقد هي المحصلة النهائية لإجمالي التبخر أثناء الجريان . والتسرب خلال زمن التباطؤ . و إجمالي القيم الثابتة للتسرب . وعلى أساس هذا القدر يتحدد فائض الجريان بالسالب او الموجب ، ويوضح الشكل (١\_١٢) الفواقد من أحواض التصريف بالتبخر والتسرب وقيم التسرب الثابتة.

**(٣) أحجام صافي الجريان في أحواض التصريف:** يقصد به جملة ما تبقى من مياه بعد خصم إجمالي فاقد المطر من (التبخر والتسرب) ، والتي على أساسها يتم تحديد العجز أو الزيادة في فائض الجريان والذي يسمح بحدوث السيول .

<sup>١٠</sup> ( قيم التسرب الثابتة = مساحة الحوض x زمن تصرف الحوض x ث  
ث = ثابت يعبر عن نوع الصخر الأصلي ( ٣م٠.١٥٨ / ساعة لصخور الحجر الجيري ) و  
( ٣م٠.١٥٨ / ساعة لصخور الحجر الرملي ) ( محمود محمد خضر . ١٩٩٧ . ص ٤١٠ ) .



المصدر : من إعداد الطالب

شكل (١٢\_١) إجمالي قيم الفوائد بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

ومن خلال حساب أحجام صافي الجريان<sup>(١١)</sup> جدول (٥\_١) فقد بلغ المجموع الكلي لصافي الجريان بأحواض التصريف ( ٥٤٢١٨.٦٤ ألف م<sup>٣</sup> ) بمتوسط عام بلغ ٣٠١٢.١٤٧ ألف م<sup>٣</sup> للحوض الواحد ، كما تبين أن الأحواض كبيرة المساحة كثيفة الشبكة المائية قليلة الانحدار (التواوية و الرمل وبسمة و النغاميش والخروبة وماجد والخير وأم أشطان) هي التي تحظى بنصيب وافر من صافي الجريان بعد عمليات التبخر والتسرب التي ترتفع بها معدلاتهما أيضاً ، على العكس من الأحواض صغيرة المساحة قصيرة المجاري شديدة الانحدار سريعة الجريان (أبو جريدان و حابس وأم الرخم والسماد). وقد أسفرت نتائج تقدير الميزانية الهيدرولوجية لأحواض تصريف منطقة الدراسة عن وجود صافي جريان قدر بـ ٥٤٢١٨.٦٤ ألف م<sup>٣</sup> ، أي أن هذه الكمية تسهم بنحو ٢٨٠.٠٠٧ لتر / فرد إذا ما تم تخزينها على الوجه الأمثل ، إلا أن قدراً ضخماً من هذه المياه تهدر بشكل كبير نظراً لعدم وجود آليات حديثة بالمنطقة لحصاد هذه المياه ؛ حيث تعد طريقة السدود والخزانات السطحية هي الطريقة الوحيدة لتجميع هذه المياه ، وقد أدت هذه الكمية إلى حدوث سيول السيول تتذبذب كميات المياه الناجمة عنها من حوض لآخر إلا أنها تبلغ أقصاها في الأحواض كبيرة المساحة ، وقد اتضح ذلك من خلال المقارنة بين كمية التصريف اليومي وأقصى كمية مياه نتجت عن جريان سيولي في يوم واحد بالمنطقة ، ويوضحها الشكل (١٣\_١) ، حيث يوضح الشكل مدى التفاوت بين كل من كميات التصريف اليومي (م<sup>٣</sup>/يوم) وأقصى كمية مياه لسيل في يوم واحد ، الأمر الذي يتطلب وضع كافة التجهيزات للاستفادة من كل قطرة مياه تنتج عن الجريان السيلي.

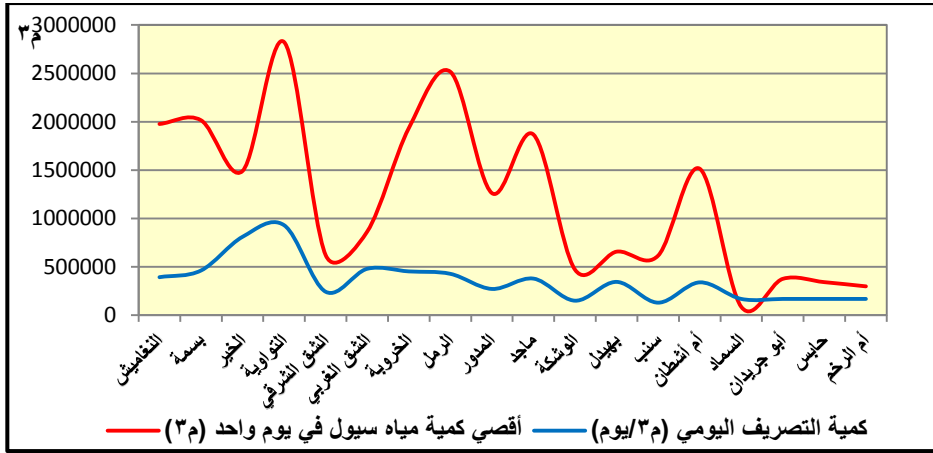
( ١١ ) صافي الجريان = إجمالي التساقط - إجمالي الفوائد.



جدول (١\_١٤) الميزانية الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

| اسم الحوض   | زمن التصريف (ساعة) | أحجام المياه المساقطة (ألف م <sup>٣</sup> ) | إجمالي التبخر اليومي (م <sup>٣</sup> ) | إجمالي التبخر في الساعة | زمن تصريف الحوض (م <sup>٣</sup> ) | التبخر خلال زمن التباطؤ (م <sup>٣</sup> ) | إجمالي التسرب خلال زمن التسرب | قيم التسرب الثابتة (م <sup>٣</sup> ) | جملة الفاقد (م <sup>٣</sup> ) | أحجام صافي الجريان (ألف م <sup>٣</sup> ) |
|-------------|--------------------|---|--|-------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| النعاميش    | ٠.٥٣               | ٥٠١١.٧١                                     | ٢١٦.٠٦                                 | ٩.٠٠                    | ٨٠.٠٦                             | ١٥.٧٤                                     | ١٨.٧٧                         | ١١٤.٥٧                               | ٤٨٩٧.١٤                       |  |
| بسمة        | ٠.٤٥               | ٥١٠٩.٤٩                                     | ٢٢٠.٢٨                                 | ٩.١٨                    | ٦٨.٩٨                             | ١٣.٩٣                                     | ١٦.١٥                         | ٩٩.٠٦                                | ٥٠١٠.٤٣                       |  |
| الخدير      | ٠.١٨               | ٣٧٧٩.٥٧                                     | ١٦٢.٩٤                                 | ٦.٧٩                    | ٢٠.٢٠                             | ٤.٣٥                                      | ٤.٨٧                          | ٢٩.٤٢                                | ٣٧٥٠.١٥                       |  |
| التواوية    | ٠.٤١               | ٧١٥٨.٢٥                                     | ٣٠٨.٦٠                                 | ١٢.٨٦                   | ٨٦.٩٧                             | ١٣.٥٧                                     | ٢٠.١١                         | ١٢٠.٦٥                               | ٧٠٣٧.٦                        |  |
| الشق الشرقي | ٠.٢٥               | ١٥٧٥.٢٠                                     | ٦٧.٩١                                  | ٢.٨٣                    | ١١.٧٢                             | ٢.٥٢                                      | ٢.٧٧                          | ١٧.٠١                                | ١٥٥٨.١٩                       |  |
| الشق الغربي | ٠.١٢               | ٢١٩٢.٣٤                                     | ٩٤.٥١                                  | ٣.٩٤                    | ٨.١٥                              | ٢.٤٧                                      | ١.٨٠                          | ١٢.٤٢                                | ٢١٧٩.٩٢                       |  |
| الخروية     | ٠.١٨               | ٤٩٠١.٧٤                                     | ٢١١.٣٢                                 | ٨.٨٠                    | ٢٥.٨١                             | ١٣.٠٧                                     | ٦.٣١                          | ٤٥.١٩                                | ٤٨٥٦.٥٥                       |  |
| الرمل       | ٠.٥٢               | ٦٣٨٠.٠٩                                     | ٢٧٥.٠٥                                 | ١١.٤٦                   | ٩٩.٥٣                             | ٢٣.٤٤                                     | ٢٣.١٥                         | ١٤٦.١٢                               | ٦٢٣٣.٩٧                       |  |
| المدور      | ٠.٤٤               | ٣٢٠٠.٣٨                                     | ١٣٧.٩٧                                 | ٥.٧٥                    | ٤٢.٤٨                             | ٩.٢٩                                      | ١٠.١١                         | ٦١.٨٨                                | ٣١٣٨.٥                        |  |
| ماجد        | ٠.٣٤               | ٤٧٣٤.١٢                                     | ٢٠٤.٠٩                                 | ٨.٥٠                    | ٤٨.٢٢                             | ١٤.٥٩                                     | ١١.٠٨                         | ٧٣.٨٩                                | ٤٦٦٠.٢٣                       |  |
| الوشكة      | ٠.٢٣               | ١١٩٣.١٤                                     | ٥١.٤٤                                  | ٢.١٤                    | ٨.٣٤                              | ٢.٣٣                                      | ١.٩٥                          | ١٢.٦٢                                | ١١٨٠.٥٢                       |  |
| بهيدل       | ٠.٢٢               | ١٦٦٥.٤٨                                     | ٧١.٨٠                                  | ٢.٩٩                    | ١٠.٩٦                             | ١.٩٨                                      | ٢.٥٣                          | ١٥.٤٧                                | ١٦٥٠.٠١                       |  |
| سنب         | ٠.٢٣               | ١٥٦١.١٢                                     | ٦٧.٣٠                                  | ٢.٨٠                    | ١٠.٧٤                             | ٤.٦٣                                      | ٢.٥٦                          | ١٧.٩٣                                | ١٥٤٣.١٩                       |  |
| أم أشطان    | ٠.٥٨               | ٣٨٣٩.٧٦                                     | ١٦٥.٥٤                                 | ٦.٩٠                    | ٦٦.٥٥                             | ١٠.٦٩                                     | ١٥.٧٣                         | ٩٢.٩٧                                | ٣٧٤٦.٧٩                       |  |
| السماد      | ٠.١٦               | ٢٢٠.٥١                                      | ٩.٥١                                   | ٠.٤٠                    | ١.٠٥                              | ٠.٢٣                                      | ٠.٢٦                          | ١.٥٤                                 | ٢١٨.٩٧                        |  |
| أبو جريدان  | ٠.١٩               | ٩٥٣.٤٤                                      | ٤١.١٠                                  | ١.٧١                    | ٥.٥٢                              | ١.٠٦                                      | ١.٣٤                          | ٧.٩٢                                 | ٩٤٥.٥٢                        |  |
| حابس        | ٠.١٣               | ٨٦٦.٩٤                                      | ٣٧.٣٧                                  | ١.٥٦                    | ٣.٣٠                              | ٠.٨٥                                      | ٠.٨١                          | ٤.٩٦                                 | ٨٦١.٩٨                        |  |
| أم الرخم    | ٠.٢٤               | ٧٥٦.٦٥                                      | ٣٢.٦٢                                  | ١.٣٦                    | ٥.٥١                              | ٠.٨٣                                      | ١.٣٣                          | ٧.٦٧                                 | ٧٤٨.٩٨                        |  |
| المتوسط     | ٠.٣٠               | ٣٠٦١.١١                                     | ١٣١.٩٧                                 | ٥.٥٠                    | ٣٣.٥٦                             | ٧.٥٣                                      | ٧.٨٧                          | ٤٨.٩٦                                | ٣٠١٢.١٤٧                      |  |
| المجموع     |                    | ٥٥٠٩٩.٩٤                                    | ٢٣٧٥.٤٢                                | ٩٨.٩٨                   | ٦٠٤.١٠                            | ١٣٥.٥٨                                    | ١٤١.٦٢                        | ٨٨١.٢٩                               | ٥٤٢١٨.٦٤                      |  |

المصدر : من إعداد الطالب .



المصدر : من إعداد الطالب .

شكل (١-٣) كمية التصريف اليومي وأقصى كمية مياه سيول في يوم واحد بمنطقة الدراسة (٣م). ويتضح من الشكل السابق أن أقصى كمية مياه نتجت عن جريان سيولي كانت في الأحواض كبيرة المساحة كحوض وادي التواوية والخير والرمل والخروبة ، وبلغت أدناه في أحواض الأودية الواقعة غرب منطقة الدراسة ، وهي أحواض صغيرة المساحة قصيرة الأطوال سريعة الجريان .

#### خامسا : علاقة حجم الجريان السيلبي بتغذية الخزان الجوفي.

يعتمد التقييم الهيدرولوجي لأحواض شبكات التصريف على بعض المعاملات الجيومورفومترية، التي تعتمد بدورها على الظروف الجيولوجية و الجيومورفولوجية بمنطقة الحوض (ابراهيم الشامي، ١٩٩٢، ص ٦٤)؛ فهناك أودية ذات احتمالات سيول عالية؛ فتكون فرصة وجود المياه الجوفية قليلة، وأودية ذات احتمالات سيول ضعيفة؛ فتكون فرصة وجود المياه الجوفية كبيرة.

**(١) نسبة التفرق (Rb) :** يقصد بها نسبة مجموع الروافد لرتبة ما  $Nu$  إلى تلك التابعة للرتبة التالية الأعلى  $(Nu+1)$  ، ويمكن حسابها من العلاقة  $(Rb = Nu/ Nu+1)$  ، فإذا كانت قيمة  $Rb$  عالية ، كان الحوض ذا سريان سطحي بطئ ؛ مما يعطي فرصة أكبر لتسرب المياه إلى ما تحت السطح ؛ و بالتالي يعطي فرصة لتغذية الخزانات الجوفية ومن جهة أخرى تكون فرصة حدوث السيول منخفضة والعكس بالعكس ، (ابراهيم الشامي ، مرجع سابق ، ص ٦٤).

**(٢) التكرارية النهرية (F) :** هي النسبة بين مجموع كل الروافد من جميع الرتب إلى مساحة الحوض الكلية ، ويمكن حسابها من العلاقة  $(F = ENU/A)$  ؛ حيث تمثل  $A$  مساحة الحوض؛ فإذا كانت قيمة  $F$  عالية دل هذا على وجود عدد كبير من الروافد تزيد من تجميع المياه كسريان سطحي

تقدير حجم الجريان السيلي وعلاقته بتغذية الخزان الجوفي لأحواض التصريف

إلى خارج الحوض ، ويزيد من فرصة حدوث السيول والعكس بالعكس ، وإذا كانت قيمة F منخفضة ؛ دل هذا على وجود عدد قليل من الروافد ، وعلى وجود مساحات كبيرة تحتفظ بمياه الأمطار داخل حدود الحوض ؛ مما يقلل من فرصة حدوث السيول ، ويزيد من فرصة التسرب الرأسي لتغذية المياه الجوفية ، (ابراهيم الشامي ، مرجع سابق ، ص ٦٤).

**(٣) كثافة التصريف (D) :** هي النسبة بين مجموع أطوال كل الروافد بين جميع الرتب إلى مساحة الحوض الكلية ، ويمكن حسابها من العلاقة  $(D=EL / A)$  ، فإذا كانت قيمة (D) عالية؛ دل ذلك على احتمالية حدوث سيول عالية ، والعكس بالعكس، وهي في الغالب تشبه معدل المعامل السابق (F) (ابراهيم الشامي ، مرجع سابق ، ص ٦٥) ، ويوضح الجدول (٦\_١) نتائج تطبيق أسس التقييم الهيدرولوجي لأحواض شبكات التصريف.

جدول (٦\_١) نتائج تطبيق أسس التقييم الهيدرولوجي لأحواض شبكات التصريف

| الأحواض           | نسبة التفوق (Rb) | ENU   | التكرارية النهرية (F) | EL     | كثافة التصريف (D) (كم/كم <sup>٢</sup> ) |
|-------------------|------------------|-------|-----------------------|--------|---|
| النگاميش          | ١.٨٣             | ٧.٣٢  | ٠.٢٠                  | ١٢٩.١٩ | ٣.٤٨                                    |
| بسمه              | ١.٣٧             | ٥.٤٩  | ٠.١٥                  | ١٤٠.٠٤ | ٣.٧٠                                    |
| الخير             | ١.٩٣             | ٧.٧٣  | ٠.٢٨                  | ١٠٩.٣٠ | ٣.٩٠                                    |
| التواوية          | ٢.٥٨             | ١٠.٣٠ | ٠.١٩                  | ٢٠٨.٤٤ | ٣.٩٣                                    |
| الشق الشرقي       | ٥.٥٢             | ٢٢.٠٧ | ١.٨٩                  | ٤٦.٩٠  | ٤.٠٢                                    |
| الشق الغربي       | ١.٥٦             | ٦.٢٥  | ٠.٣٩                  | ٦٨.٨٥  | ٤.٢٤                                    |
| الخروبة           | ٢.٤١             | ٩.٦٥  | ٠.٢٧                  | ١٢٧.٩٧ | ٣.٥٢                                    |
| الرمل             | ١.٩٨             | ٧.٩١  | ٠.١٧                  | ١٦١.٠٩ | ٣.٤١                                    |
| المدور            | ١.٣٢             | ٥.٢٦  | ٠.٢٢                  | ٨٠.١٧  | ٣.٣٨                                    |
| ماجد              | ١.٨٢             | ٧.٢٧  | ٠.٢١                  | ١٢١.٨١ | ٣.٤٧                                    |
| الوشكة            | ١.٤٨             | ٥.٩٣  | ٠.٦٧                  | ٣٠.٦٧  | ٣.٤٧                                    |
| بهيدل             | ٢.٠٥             | ٨.٢١  | ٠.٦٧                  | ٤٥.٦٥  | ٣.٧٠                                    |
| سنب               | ٢.٣٩             | ٩.٥٦  | ٠.٨٣                  | ٣٨.٩٦  | ٣.٣٧                                    |
| أم أشطان          | ٢.١١             | ٨.٤٥  | ٠.٣٠                  | ١٠٥.٢٢ | ٣.٧٠                                    |
| السماد            | ٠.٣٦             | ١.٤٣  | ٠.٨٧                  | ٦.٥٩   | ٤.٠٣                                    |
| أبو جريدان        | ٠.٨٨             | ٣.٥١  | ٠.٥٠                  | ٢٦.٦٠  | ٣.٧٧                                    |
| حابس              | ٠.٩١             | ٣.٦٥  | ٠.٥٧                  | ٢٠.٤٣  | ٣.١٨                                    |
| أم الرخم          | ٢.٧٢             | ١٠.٨٦ | ١.٩٤                  | ١٦.٥٩  | ٢.٩٦                                    |
| الانحراف المعياري | ١٠.٠٨٦           | -     | ٠.٥٣٩                 | -      | ٠.٣٢٥                                   |
| التباين           | ١.١٨             | -     | ٠.٢٩١                 | -      | ٠.١٠٦                                   |
| المدى             | ٥.١٦             | -     | ١.٧٩                  | -      | ١.٢٨                                    |

المصدر : من إعداد الطالب.

وبناءً على ما سبق ذكره يمكن تقسيم أحواض المنطقة حسب الأسس السالف الإشارة إليها إلى خمس فئات كما يوضحها الجدول (٧\_١) .

جدول (٧\_١) احتمالات تواجد المياه الجوفية حسب قيم التكرارية النهرية (F)

| احتمالات تواجد المياه الجوفية حسب قيم (F) | طبيعة السطحي | احتمالية حدوث جريان سيلبي <sup>(١)</sup> |              |  |                         |   | الأحواض     |
|---|--------------|--|--------------|--|-------------------------|---|-------------|
|   |              | الاحتمالية                               | الرتبة مجموع | حساب التكرارية النهرية (F) حسب كثافة التصريف (D) | نسب التفرق حسب قيم (Rb) |   |             |
| قوي جداً                                  | متوسط        | ضعيف جداً                                | ٧            | ١  | ٣                       | ٣ | النگاميش    |
| قوي جداً                                  | سريع         | متوسطة                                   | ٩            | ١  | ٤                       | ٤ | بسمة        |
| قوي جداً                                  | متوسط        | ضعيف                                     | ٨            | ١  | ٤                       | ٣ | الخير       |
| قوي جداً                                  | بطئ          | ضعيف جداً                                | ٧            | ١  | ٤                       | ٢ | التواوية    |
| ضعيف جداً                                 | بطئ جداً     | قوي                                      | ١١           | ٥  | ٥                       | ١ | الشق الشرقي |
| قوي                                       | سريع         | قوي                                      | ١١           | ٢  | ٥                       | ٤ | الشق الغربي |
| قوي جداً                                  | بطئ          | ضعيف جداً                                | ٦            | ١  | ٣                       | ٢ | الخروبة     |
| قوي جداً                                  | متوسط        | ضعيف جداً                                | ٧            | ١  | ٣                       | ٣ | الرمل       |
| قوي جداً                                  | سريع         | ضعيف                                     | ٨            | ١  | ٣                       | ٤ | المدور      |
| قوي جداً                                  | متوسط        | ضعيف جداً                                | ٧            | ١  | ٣                       | ٣ | ماجد        |
| متوسطة                                    | سريع         | قوي                                      | ١٠           | ٣  | ٣                       | ٤ | الوشكة      |
| متوسطة                                    | متوسط        | قوي                                      | ١٠           | ٣  | ٤                       | ٣ | بهيدل       |
| ضعيف                                      | بطئ          | متوسطة                                   | ٩            | ٤  | ٣                       | ٢ | سنب         |
| قوي                                       | متوسط        | متوسطة                                   | ٩            | ٢  | ٤                       | ٣ | أم أشطان    |
| ضعيف                                      | سريع جداً    | قوي جداً                                 | ١٤           | ٤  | ٥                       | ٥ | السماد      |
| متوسطة                                    | سريع جداً    | قوي جداً                                 | ١٢           | ٣  | ٤                       | ٥ | أبو جريدان  |
| متوسطة                                    | سريع جداً    | قوي                                      | ١٠           | ٣  | ٢                       | ٥ | حابس        |
| ضعيف جداً                                 | بطئ          | ضعيف                                     | ٨            | ٥  | ١                       | ٢ | أم الرخم    |

المصدر : من إعداد الطالب بناءً على بيانات الجدول السابق.

ويتضح من تحليل بيانات الجدول السابق ما يلي .:

#### \* الفئة الأولى (احتمالية تواجد المياه الجوفية قوي جداً).

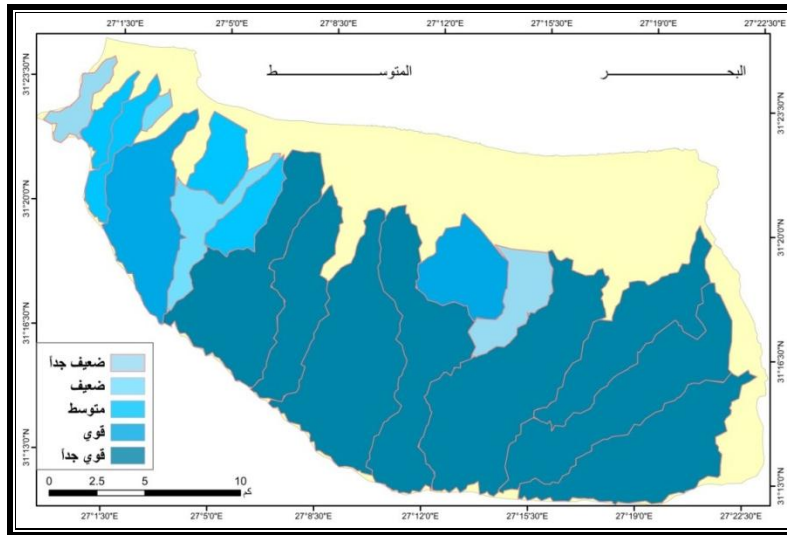
تضم هذه الفئة ثمانية أودية تشكل نحو ٤٤.٤٤% من إجمالي عدد الأحواض بالمنطقة ، وتتمثل في أودية النغاميش و بسمة والخير والتواوية والخروبة والرمل والمدور وماجد (شكل ١\_١٤) ، وربما يفسر ذلك طبيعة وعمق الرواسب التي تغطي قيعان تلك الأودية والتي أثرت بشكل كبير في زيادة

(١) منخفضة جداً (أقل من ٨) منخفضة (٨ > ٩) متوسطة (٩ > ١٠) مرتفعة (١٠ > ١٢) ، مرتفعة جداً (من ١٢ فأكثر).

معدلات النفاذية وتسرب المياه الناجمة عن السريان السطحي ، فضلاً عن قلة انحدارات أسطح هذه الأودية مع كبر مساحاتها عن غيرها ، واكتناف العديد من الصدوع والثنيات لمعظم مجاري تلك الأودية في معظم قطاعاتها ، والتي لعبت دوراً بارزاً في زيادة فرص التسرب الرأسي إلى الطبقات الحاوية للمياه الجوفية ، وهذه الأحواض تكون فيها احتمالية حدوث جريان سيلي منخفضة جداً كما هو الحال في أحواض أودية النغميش و التواوية والخروبة والرمل وماجد ، أو ضعيفة كوادبي الخير والمدور أو متوسطة كوادبي بسمة ومن ثم تعد هذه الأودية أقل أودية المنطقة خطورة من حيث الجريان السيلي .

#### \* الفئة الثانية (احتمالية تواجد المياه الجوفية قوي)

تضم حوضي الشق الغربي وأم أشطان بما يعادل ١١.١١% من إجمالي أحواض المنطقة ، وبهذين الحوضين تتباين طبيعة السريان السطحي واحتمالية حدوث سريان سيلي ، فتكون احتمالية حدوث جريان سيلي بحوض الشق الغربي قوي والسريان السطحي سريع ، بينما يكون السريان السطحي متوسط وكذلك احتمالية حدوث جريان سيلي ، ويرجع ذلك إلى طبيعة خصائص كل من الحوضين وتباينها عن الآخر .



المصدر: من إعداد الطالب

شكل (١\_٤) احتماليات وجود مياه جوفية بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

#### \* الفئة الثالثة (احتمالية تواجد المياه الجوفية متوسط):

تضم أحواض أودية الوشكة وبهيدل وحابس وأبو جريدان ، وتشكل هذه الأحواض ٢٢.٢٢% من إجمالي الأحواض بالمنطقة ، وفيها تكون احتمالية

حدوث الجريان السيلي قوية (الوشكة وبهيدل وحابس) ، وقوية جداً (أبو جريدان ) ، وتتباين طبيعة السريان السطحي في كل منها ؛ حيث تصبح سريعة جداً في حوضي حابس وأبو جريان نظراً لشدة انحدارهما وقصر مجاري كل منهما لكونهما يقطعان حافة الهضبة الميوسينية في أجزائها الغربية ، بينما يكون سريعاً في حوض وادي الوشكة ومتوسط في حوض وادي بهيدل ، ومن ثم تتباين درجة خطورة كل من هذه الأحواض .

#### \* الفئة الرابعة (احتمالية تواجد المياه الجوفية ضعيف)

تضم حوضي السماد وسنب ، و تتميز مجاري الأودية التي تجري بهما بأنها قصيرة شديدة الانحدار سريعة الجريان بحوض وادي السماد وبطينة في حوض وادي سنب ، إلا أن احتمالية حدوث جريان سطحي بكل منهما قوي جداً .

#### \* الفئة الخامسة (احتمال تواجد المياه الجوفية ضعيف جداً)

- تضم هذه الفئة حوضي الشق الشرقي وأم الرخم .  
ومن خلال دراسة نتائج التحليل الإحصائي تبين ما يلي .:
- أن أكثر العوامل تأثيراً في زيادة احتمالية وجود مياه جوفية بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة هي مساحة الأحواض و تكرارية المجاري ومجموع أطوالها ومحيط الأحواض وتضاريسها النسبية وأطوال الأحواض وسرعة سريان المياه ومعدل التشعب ودرجة الوعورة وعرض الأحواض ومعدل انحدارها .
  - احتمال وجود المياه الجوفية بأحواض التصريف بالمنطقة يرتبط بزيادة حجم التصريف المائي به وزيادة مساحته وحجم الجريان المائي وعدد أطوال ورتب المجاري ، كما تتزايد احتمالات وجودها أيضاً مع تزايد محيطات الأحواض ودرجة الوعورة بها ، وكذلك مع زيادة كل من زمن التركيز وزمن التباطؤ وزمن التصريف بالأحواض .
  - كلما زاد معامل استدارة الأحواض قلت احتمالية وجود مياه جوفية بها ، حيث تزداد سرعة الجريان السيلي بها .
  - لا يؤثر كل من سرعة الجريان المائي والاتسياب السطحي والكثافة التصريفية في احتمالية وجود المياه الجوفية في الأحواض بشكل كبير ، حيث أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود علاقات ارتباطية ضعيفة ، أي

أنه ليس بالضروري أن تقل سرعة السريان المائي وأن تزيد الكثافة التصريفية حتى تزداد احتمالية وجود المياه الجوفية فقد تكون سرعة السريان المائي بالحوض كبيرة ومع ذلك تزداد احتمالية وجود المياه الجوفية ، وقد يرجع ذلك إلى أن المواد التي تغطي قيعان تلك الأودية عالية النفاذية كما هو الحال في أحواض بسمة والمدور والشق الغربي ، أو قد تكون الكثافة التصريفية متوسطة ومع ذلك تكون احتمالات وجود المياه الجوفية قوية جداً كأحواض أودية النغاميش والخروبة والرمل والمدور وماجد و الوشكة ، وهذه الأودية تتميز بالعديد من الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية التي بدورها تزيد من احتمالية وجود المياه الجوفية بها .

- توجد علاقة عكسية قوية بين كل من احتمالية وجود المياه الجوفية وتكرارية المجاري (F) ودرجة انحدار الأحواض ونسبة تضرسها بلغت على الترتيب (-0.912) ، (-0.562) ، (-0.408) ، ومن ثم تقل احتمالات وجود المياه الجوفية بالأحواض التي ترتفع بها قيم هذه المعاملات (جدول ٨\_١).

جدول (٨\_١) العلاقات الارتباطية بين احتمالية وجود المياه الجوفية وخصائص الأحواض

| العامل              | الارتباط | العامل                | الارتباط | العامل              | الارتباط |
|---------------------|----------|-----------------------|----------|---------------------|----------|
| حجم التصريف         | ٠.٨٣٤    | عرض الحوض             | ٠.٦٢٧    | سرعة الجريان        | ٠.٠٣٨    |
| المساحة             | ٠.٨٢٨    | زمن التركيز           | ٠.٥٧     | معامل الاستطالة     | ٠.٠٢٨-   |
| حجم الجريان         | ٠.٨٢٨    | زمن التباطؤ           | ٠.٥٣٨    | معامل الاستدارة     | ٠.١٣٨-   |
| عدد المجاري         | ٠.٨١٨    | زمن التصريف           | ٠.٤٩٣    | التشعب المرجح       | ٠.٣١٨-   |
| مجموع أطوال المجاري | ٠.٨١٦    | عدد الرتب             | ٠.٤١١    | نسبة التفرق (Rb)    | ٠.٣١٨-   |
| محيط الحوض          | ٠.٧٩٨    | سرعة السريان المائي   | ٠.٠٩١    | نسبة التضرس         | ٠.٤٠٨-   |
| طول الحوض           | ٠.٧٨٤    | الانسياب السطحي       | ٠.٠٨٧    | درجة الانحدار       | ٠.٥٦٢-   |
| درجة الوعورة        | ٠.٧١١    | الكثافة التصريفية (D) | ٠.٠٨٤    | تكرارية المجاري (F) | ٠.٩١٢-   |

المصدر : من عمل الطالب باستخدام برنامج Spss

## ❖ الخاتمة

تبين من دراسة الميزانية الهيدرولوجية أن المنطقة تعاني من العجز المائي مثلها مثل باقي النطاقات الجافة وشبه الجافة ، كما يسقط المطر بشكل فجائي على شكل رخات متوالية ، مما أدى إلى تعرض المنطقة إلى حدوث سيول أثناء موسم سقوط المطر ، كما توصلت الدراسة إلى تباين احتمالات وجود مياه جوفية حسب التكرارية النهرية بأحواض منطقة الدراسة فتبين أن ٤٤.٤٤% من هذه الأحواض تكون احتمالات وجود مياه جوفية قوية جداً و ١١.١١% تكون احتمالات وجود المياه الجوفية بها قوية و ١٦.٦٧% تكون احتمالات وجود مياه جوفية بها متوسطة ، أما الباقي (٢٧.٧٨%) فإنها تكون ضعيفة وضعيفة جداً وهذه تشكلها مجموعة الأودية الواقعة في القسم الغربي من منطقة الدراسة ، وهذا يعني أن ٧٢.٢٢% من أحواض المنطقة ستسهم مستقبلياً في إقامة مشروعات تنمية مستدامة اعتماداً على مخزون المياه الجوفية بها .

## ❖ المراجع

### ❖ أولاً: المراجع باللغة العربية .

- ١) أحمد سالم صالح ( ١٩٩٩ ) السيول في الصحارى نظرياً و عملياً ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة .
- ٢) أحمد سالم صالح (١٩٩٩) السيول في الصحاري نظرياً وعملياً ، دار الكتاب الحديث ، القاهرة .
- ٣) جودة حسنين جودة ومحمود محمد عاشور وآخرون (١٩٩١) وسائل التحليل الجيومورفولوجي ، القاهرة.
- ٤) حسن رمضان سلامة (١٩٨٣) مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية ، نشرة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد ٥٣ .
- ٥) سعيد محمود النجار (٢٠٠٥) الأخطار الجيومورفولوجية على ساحل مريوط فيما بين رأس علم الروم ورأس أبو لاهو ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة المنوفية .
- ٦) السيد الحسيني ( ١٩٨٧ ) موارد المياه في شبه جزيرة سيناء ، نشرة رقم ١٠٠ ، قسم الجغرافيا ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، جامعة الكويت .
- ٧) شحاته سيد أحمد ( ١٩٩٠ ) المطر في مصر ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .



- ٨) طه محمد جاد (١٩٧٧) بعض ضوابط مائية السطح بين النظرة التفصيلية والنظرة العامة ، مجلة معهد البحوث والدراسات العربية ، العدد الثامن .
- ٩) علي مصطفى كامل مرغني (٢٠٠١) العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في الساحل الشمالي الغربي بمصر بين وادي مندور ووادي هاش الشرقي ، قسم الجغرافيا، كلية الآداب ، جامعة بنها .
- ١٠) عواد حامد موسى (٢٠٠٤) أخطار السيول في أحواض التصريف بمنطقة مرسى مطروح " دراسة جيومورفولوجية " ، مجلة الخدمة للاستشارات البحثية ، شعبة البحوث الجغرافية ، سلسلة الجغرافيا والتنمية ، جامعة المنوفية .
- ١١) عواد حامد موسى (٢٠٠٧) تقدير حجم الجريان السطحي في أحواض التصريف بمنطقة مرسى مطروح " دراسة جيومورفولوجية " ، مجلة الخدمة للاستشارات البحثية ، شعبة البحوث الجغرافية ، سلسلة الجغرافيا والتنمية ، جامعة المنوفية .
- ١٢) محمد فوزي عطا (١٩٩٢) مناخ الساحل الشمالي الغربي في مصر وآثاره الجغرافية ، دراسة في الجغرافيا المناخية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .
- ١٣) محمود أحمد حجاب (٢٠١١) الجريان السيلي في محافظة سوهاج ، مجلة كلية الآداب ، جامعة سوهاج ،
- ١٤) محمود سعيد السلاوي (١٩٨٩) هيدرولوجية المياه السطحية ، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان ، طرابلس ، ليبيا .
- ١٥) 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 ، القاهرة .
- ١٦) ممدوح تهامي عقل (١٩٨٥) منطقة مرسى مطروح 'دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .
- ثانياً المراجع باللغة الأجنبية.

1. El Sanussi ,M,Y,(1968) The Geology of Water and Soil Resources of Umm El Rakhm area .M.Sc. Thesis ,Geol ,Dep .Fac .sci. Cairo Univ.

2. EL Shazly .M.M (1964) Geology and Pedology and Hydrology of Mersa Matrouh area .PH.D. Thesis ,Fac.sci,Cairo University .
3. Gardiner,V.,(1975) Drainage basin morphometry , British Geomorphological Research Group .Technical Bulletin ,No 14.
4. Horton,R., (1945) Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins, Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology, Geol. Soc. America Bull.,56.
5. Hussein ,G.H.G (1994) ,Geophysical studies to Delineate the Geological and Hydrological conditions in the area between Ras Alam El Rum \_ Ras Abu Laho \_Northwestern coast Egypt ,Ph.D thesis Geophysics Dept., Fac.Sci., Ain Shams Univ.
6. Miller ,V.C.,(1953) A quantitative geomorphic study of Drainage basin characteristics in in the clinch mountain area .California, office Naval Research project No 389\_082.3.Columbia Univ .Dept.Geol and Geog ,Bronch Newyork .
7. Morisawa ,M.E.,(1958) Measurement of Drainage basin outline form jour .Geol ., 66(5).
8. Morisawa, M.,(1968 ) Streams - Their Dynamics and Morphology, McGrow-Hill Book Co..NewYork.
9. Schumm'S., (1959) Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badland at Perth Amboy, New Jersey, Geol. Soc. America Bull., No.67.
- 10.Shata ,A., (1957) Geology & Geomorphology of wadi El\_ kharruba area .Pub 1.Inst .Desert ,Egypt No 10.Cairo.
- 11.Strahler ,A.N., (1964) quantitative Geomorphology of drainage basin and channels net works ,Handbook of applied Hydrology ,PP.439\_ 476.
- 12.Taha,A., (1973) Geology of Water supplies of Matrouh \_Barrani area Ph.D. Thesis ,Fac .Sci., Alex .Univ.
- 13.Ward,A., (1967) Principles of Hydrology,McGraw-Hill Publishing Co Ltd., London.