



النمذجة الجيومكانية للجريان السيلي بوادي حوضين جنوب شرق الصحراء الشرقية

إعداد

د/ وهبه حامد حامد شلبي

أستاذ الجغرافيا المساعد بآداب بورسعيد

الإستشهاد المرجعي:

وهبه حامد حامد شلبي (٢٠٢٢). النمذجة الجيومكانية للجريان السيلي بوادي حوضين جنوب شرق الصحراء الشرقية: حولية كلية الآداب. جامعة بني سويف. عدد خاص (١) يناير ٢٠٢٢ ، ص ١١- ٧٤

المستخلص:

يستقبل وادي حوضين أكبر أودية الصحراء الشرقية التي تصب في البحر الأحمر كميات من مياه الأمطار العاصفة علي فترات غير منتظمة، تؤدي إلى جريانات سيلية بسبب تضاريسه المتباينة، فتؤثر على الأنشطة البشرية ببعض أحواضه الفرعية أو بهياكله الهندسية المشيدة بمروحته الفيضية. وتتناول هذه الورقة تقدير حجم الجريان المائي بحوضه وقد تم تطبيق نموذج حماية التربة الأمريكية على أقصى عاصفة مطرية أصابت المنطقة (٦٤مم)، بعد التعرف على الملامح التضاريسية للحوض وأنه يمر بمرحلة

الشيخوخة، ودراسة أحواضه الفرعية وحساب بعض خصائصها المورفومترية ومعاملاتها الهيدرولوجية، وتبين أن أكثر الأحواض خطورة أحواض دف وأ-٢ ونعام يستأثروا نسبة ٨٧% من مياه الحوض، وبها أعلى قمة تصريف، وتبعد مصباتها عن منفذ وادي حوضين على البحر الأحمر بنحو ١٢٥ كم، ويضيع أكثر من نصف هذه الكمية بالتسرب، وقدرت الكمية التصريفية النهائية عند مدينة الشلاتين والتي تنتهي إلي البحر بنحو ٦٩.١ مليون م^٣ بكمية تصريف بلغت ٨٨٠.٢٠١ م^٣/ث، لهذا تم اقتراح مجموعة من السدود التعويقية بشبكة التصريف تتناسب مع مخرجات الأحواض (الفرعية) الريفية في عدة مواقع طبوغرافية، لرفع مستوى الخزان الجوفي وزيادة التنمية بالحوض وحماية البنية التحتية لمدينة الشلاتين.

كلمات دالة:

وادي حوضين - الجريان السيلي - النمذجة الجيومكانية - الصحراء الشرقية

مقدمة

تعتبر السيول من أخطر الكوارث الطبيعية التي تحدث على فترات غير منتظمة في البيئات الجافة وشبه الجافة، وقد زاد تواتر سقوط الأمطار بشكل كبير في العقود الأخيرة بسبب تغير نمط استخدام الأراضي، وإزالة الغابات، وفقدان الأراضي الرطبة، والنمو السكاني، والتوسع الحضري، والعوامل المناخية المرتبطة بزيادة هطول الأمطار الفجائية الغزيرة في تلك البيئات، والتي تسبب جرياناً سيلياً في أحواض الأودية الجافة وما تجرفه من رواسب، وتؤثر تأثيراً خطيراً على الطرق والأنشطة البشرية بأحواضها والهياكل الهندسية المشيدة على مجاريها، ويعد إعداد خرائط أخطار السيول لتلك الأودية أداة فعالة في توصيف الخطر من حيث حجم التصريف وقمته المرتبط بمستوى الخطر في مناطق محددة تحتاج إلى إعطاء الأولوية لدراساتها، وتسد النقص في البيانات المتعلقة بالعمليات الهيدرولوجية الرئيسية لها، وذلك باستخدام أدوات وبرامج التقنية الحديثة.

وادي حوضين أكبر أحواض أودية إقليم البحر الأحمر (جنوب شرق مصر) وأحد البيئات الجافة التي تتعرض بشكل متقطع لأمطار مركزة يعقبها جريان سيلي بعدما تنتشع

ترتبه بالمياه بسبب التباين في منحدرات الحوض، مما يؤدي إلى تصريف مرتفع بشكل استثنائي عند منافذ الحوض كما حدث في أعوام : ١٩٦٦، ١٩٧٩، ١٩٩١، ١٩٩٤، ١٩٩٦، ١٩٩٧ وكلها حدثت في شهر نوفمبر أو شهر مايو، وأدت إلى هدم بعض المنازل وتشريد الأسر والوفيات وخسائر في الممتلكات وتخریب البنية التحتية لمدينة الشلاتين (الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء ١٩٩٧).

وأوضحت سجلات محطة رأس بناس- أقرب المحطات المناخية للحوض- بسقوط كميات من الأمطار المركزة على المنطقة في يوم واحد وعلى فترات متباعدة وعلى مدار أكثر من ٥٠ عاما مضت، لهذا استخدمت النمذجة الرياضية لدراسة خصائص الجريان السيلي على أقصى عاصفة مطرية أصابت المنطقة وتأثيرها على النشاط البشري، وذلك لأهمية الحوض بمساحته الكبيرة وجزء من محمية طبيعية، وكظهير لمدينة الشلاتين، وقد أولت الدولة اهتماما كبيرا بها منذ تسعينيات القرن الماضي كمنطقة قرب حدودية لزيادة عدد سكانها.

أهداف البحث

تستعرض هذه الدراسة الملامح العامة لوادي حوضين، ودراسة لخصائص الأحواض الفرعية بالحوض وتطبيق بعض المؤشرات عليها، وحساب الجريان السيلي لعاصفة مطرية محددة، والتنبؤ بوقت الذروة الهيدرولوجرافي بها لتحديد أي الأحواض الفرعية الأكثر تأثيرا بوادي حوضين وكيفية وضع سياسة للتعامل معها، وإنشاء هيدرولوجراف للحوض ككل. وتوفر نظم المعلومات الجغرافية أدوات لتحديد المطلوب، ويساعد إعداد خريطة الأخطار للأحواض على إجراء تقييم لها والشروع في اتخاذ التدابير المناسبة بشأنها لتحقيق الاستفادة القصوى من مياه السيول في تلك البيئة الجافة، وحماية للآثار المحتملة على النشاط البشري بالحوض، وعلى مدينة الشلاتين المشيدة بمروحة الفيضية.

أسلوب الدراسة

استخدمت النمذجة الرياضية لمحاكاة نظام الجريان المائي على شبكة تصريف وادي حوضين، لتقييم خصائصه اعتمادا على البيانات المناخية لمحطة رأس بناس، والبيانات الرقمية للقمر الصناعي Sentinel-2 بدقة 10م لعام 2020، ونموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة 10م (الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء)، والخريطة الجيولوجية الرقمية لجمهورية مصر العربية مقياس 1/250,000، (المساحة الجيولوجية)، والخرائط الطبوغرافية مقياس 1/50,000 (المساحة العسكرية) لوادي حوضين، وقاعدة البيانات الجغرافية لمدينة الشلاتين (وزارة الإسكان والتعمير).

وتم رسم شبكة التصريف للوادي المستخرجة من نموذج الارتفاع الرقمي، وقسمت أليا إلى أحواض فرعية للحصول على خصائصها المورفومترية، وتم تحديد مرحلة التعرية التي يمر بها الحوض بعامة وبعض الأحواض الفرعية ذات المساحات الكبيرة بخاصة وذات التأثير في مائية الوادي، وذلك باستخراج قيمة المنحني الهبومتري لها، ودراسة ملامح القطاعات الطولية لمجاريها الرئيسية وربطها بنوع التكوينات الصخرية والبنية، ثم طبق عليها نموذج الهيئة الأمريكية لحماية التربة (SCS- CN) لتحديد قيمة المنحني (CN) لها، ثم حسبت القيمة الإجمالية للجريان على أساس القيمة المركبة التي تم الحصول عليها من كل حوض فرعي.

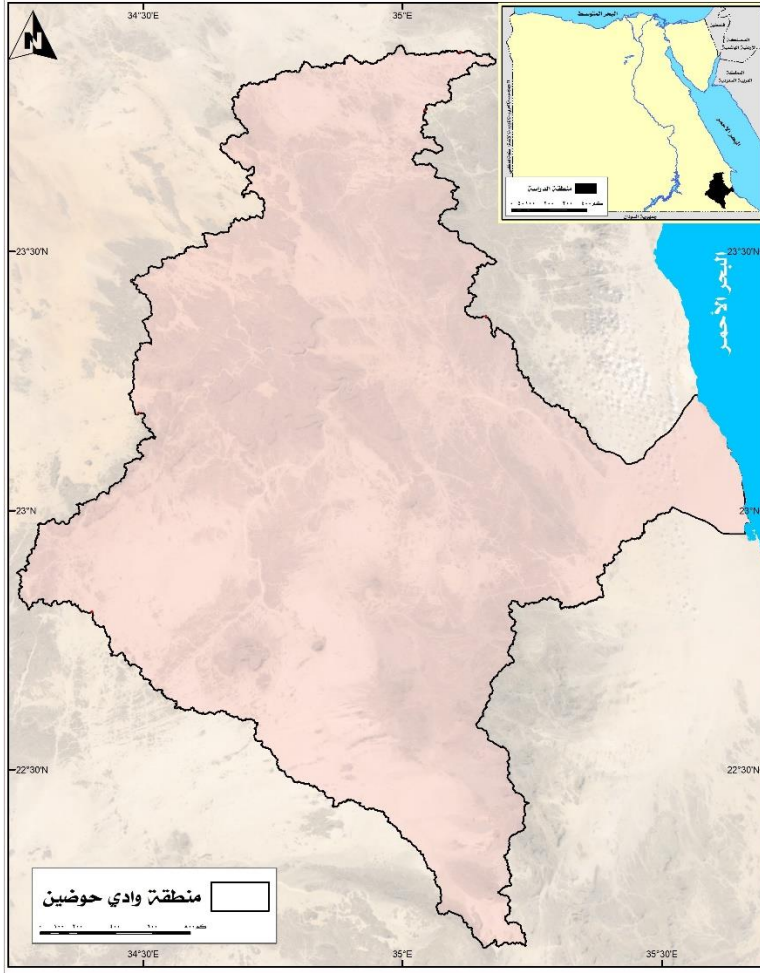
وتفيد نتائج هذه الدراسة في التخفيف من أخطار الجريان السيلي وما يحمله من رواسب على المروحة الفيضية المشيد بها مدينة الشلاتين إذا ما حدثت فترات عاصفة مطرية ضخمة أصابت منطقة الحوض، وكيفية الاستفادة القصوي من تلك المياه وتقادي خطرها.

الموقع والمساحة:

يقع وادي حوضين في أقصى الجنوب الشرقي للصحراء الشرقية وتتحدّر شبكة تصريفه من السلسلة الجبلية تجاه ساحل البحر الأحمر شرقاً، ويحده شمالاً خط تقسيم المياه مع وادي الرحبة، وجنوباً خط تقسيم المياه مع وادي الوداح، وغرباً خط تقسيم المياه لواديي خريطة والعلاقي. وينحصر الحوض فلكياً ما بين دائرتي عرض $24^{\circ} 09' 22''$ - $53^{\circ} 53' 53''$ 23° ش، بفارق عرضي $29^{\circ} 44' 01''$ بامتداد 194 كم، وبين خطي طول $40^{\circ} 15' 34''$ - $29^{\circ} 37' 35''$ شرقاً، بفارق طولي $49^{\circ} 21' 01''$ بامتداد 144 كم، وتبلغ مساحته 11910.7 كم² (شكل ١).

الدراسات السابقة:

تمت مجموعة من الدراسات المتعددة للأخطار الجيومورفولوجية للسيول لبعض الأودية الجافة بالصحراء الشرقية، نذكر منها دراسات لأودية تنتهي إلى نهر النيل، منها: نيرمين حنا ٢٠٠٩، وأسامة شعبان ٢٠١٢، هويدا توفيق ٢٠١٣، وصلاح قابيل ٢٠١٥، Ashour, 2002. EL Mustafa, 2009. Moawad, et al. 2016. Abo El-Nasr, et al. 2017. Elsadek, et al. 2018, 2019 and Abu El-Magd, et al. 2020



المصدر: بالاعتماد على صورة القمر الصناعي Sentinel-2 ونتائج تحليل نموذج الارتفاعات الرقمي.

(شكل ١) موقع وادي حوضين

ودراسات لأودية تنتهي لخليج السويس منها: أحمد صابر ٢٠٠٧، وولاء مجد ٢٠١٨،

ومجد خطاب ٢٠١٨، ونصر سالم ٢٠١٩. El Bastawesy, et al. 2017 and Ezz, 2017.

ودراسات لأودية تنتهي للبحر الأحمر منها: إبراهيم بكري ٢٠٠٥، ومحمود شطا

٢٠١٥، وأبو بكر شعبان ٢٠١٨، وسهام هاشم وآخرون ٢٠١٨، ومني الكيالي وآخرون ٢٠١٩، ٢٠٢٠.

دراسات عامة لخصائص الجريان: El Rakaiby, 1989. Azab, 2009. Zaid, 2009. Mahmoud, 2014. Abdel-Fattah, et al. 2015, 2017. Mashaly, et al. 2018. Mohamed, 2019 and El Bastawesy, et al. 2019

أولاً: الخصائص الطبيعية للحوض

١ - الخصائص الصخرية والبنوية:

تعود أقدم التكوينات الجيولوجية لوادي حوضين إلى الزمن الأركي تعلوها في بعض الأماكن رواسب أحدث منها، وتم استخدام الأسلوب الكمي النوعي المقترن بالتأثيرات التكتونية والجيولوجية في عرض خصائصها (جدول ١)، والتي كانت مسرحاً للعمليات الجيومورفولوجية للجريان المائي أثناء الفترات الرطبة، وقسمت صخور الحوض بأكمله على حسب النشأة إلى ثلاثة أقسام رئيسية (نارية ومتحولة ورسوبية) (صورة ١)، ودمجت أنواع الصخور النارية في عنصر واحد وكذلك الصخور المتحولة لكثرة الأنواع الصخرية (شكل ٢)، وفسرت عناصر كل نوع في التحليل بناء على بيانات جدول (١)، ويمكن عرضها كالتالي:

أ - الصخور النارية:

تعد الصخور النارية الأساس الصخري لتكوينات الحوض ومصدر الاشتقاق للصخور الرسوبية والمتحولة، وتظهر في صورة كتلية صماء تكتنفها التشققات والفوالق، وتنتشر بصورة أكبر في الجزء الجنوبي، وبلغت مساحتها مجتمعة ٣٤٥٩.١ كم^٢ بنسبة ٢٩.١% من مساحة الحوض، وتتألف من سبعة أنواع أكثرها شيوعاً الجرانيت الرمادي القديم الذي يمثل نسبة ١٧.٨% من مساحة الحوض، وبلغت مساحته ٢١١٩.٤ كم^٢، ويمثل نسبة ٦١.٣% من إجمالي الصخور النارية بالحوض، يليها الصخور البركانية بمساحة ٨٠٥.٥ كم^٢ بنسبة ٦.٨%، وهي طفوح صاحبت الحركات التكتونية الكبرى، (تكوين الأخدود الإفريقي) وتظهر في هيئة قواطع متوازية بعضها تحت سطحية وتتحكم في الكثير من مسارات الأودية، وتعمل

كسدود للمياه الجوفية (El-Ramly, et al, 1960)، وتنخفض المساحة في الأنواع الخمس الباقية (٤.٥% من مساحة الحوض) وتتراوح بين ٩.٥ كم^٢ بنسبة ٠.١% لصخور البازلت الأوفيني وبين ٣٦١.٨ كم^٢ بنسبة ٣% لصخور الأفيولايت والسرينتين.

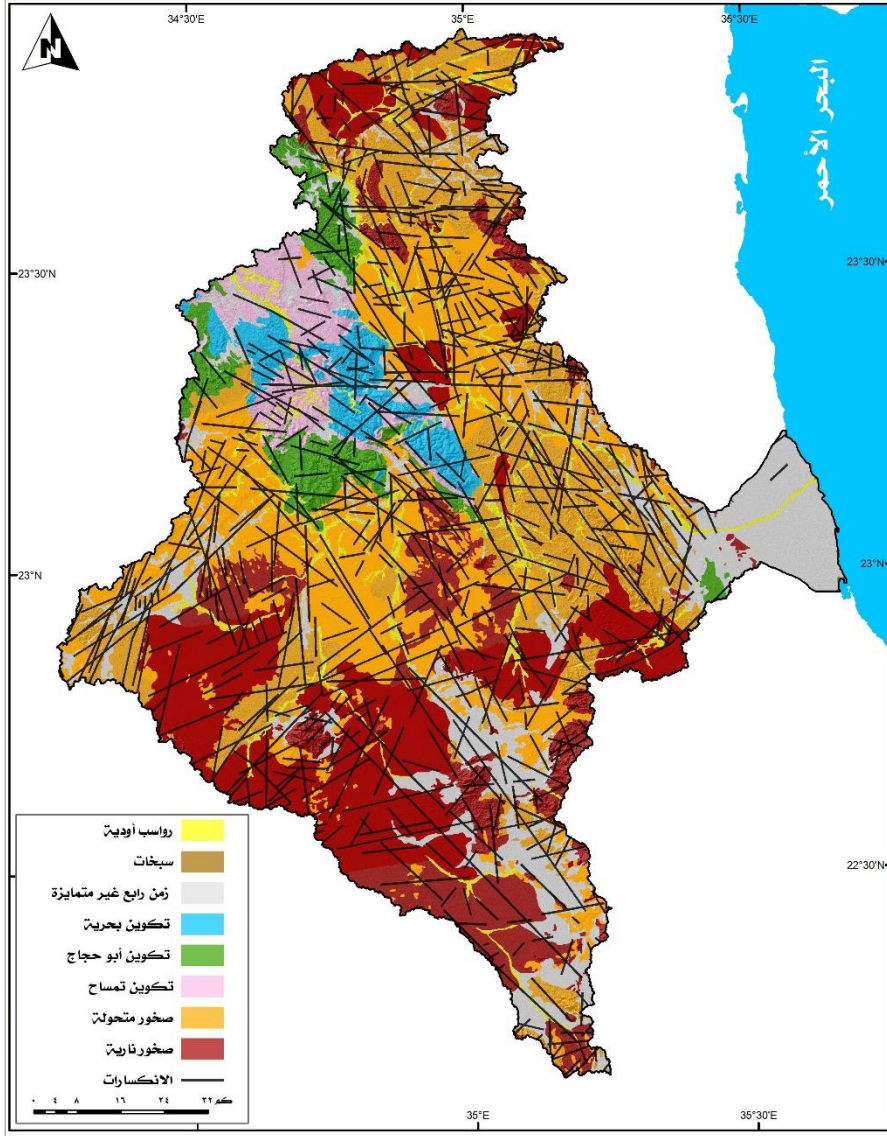
ب- الصخور المتحولة:

تستحوذ الصخور المتحولة على المساحة الأكبر من مساحة الحوض، وبلغت مساحتها ٤٦٩٩.٣ كم^٢ بنسبة ٣٩.٤% وتتمثل في تسعة أنواع صخرية، ونتجت تحت ظروف تحول في الماضي بسبب الحرارة المصاحبة للضغط والانبثاقات البركانية والحركات التكتونية الكبرى، التي حدثت في الزمنين الأول والثالث بدليل شيوع الصخور المتحولة من أصل رسوبي (الفيلاي ٢٠٠٥)، والبالغ مساحتها ١٩٢٢.٨ كم^٢ بنسبة ١٦.١% من إجمالي مساحة الحوض، وتمثل نسبة ٤٠.٩% من إجمالي مساحة الصخور المتحولة، يليها في المساحة (٧٦٧.٣٦ كم^٢) صخور الجابرو والديورايت بنسبة ٦.٤% وهي متحولة من أصل ناري، ثم الصخور غير المتميزة بمساحة بلغت ٦٤٥.٩٥ كم^٢ بنسبة ٥.٤%، وتستحوذ الأنواع الثلاثة على نسبة ٧١% من الصخور المتحولة. وتنخفض نسب الأنواع الستة الباقية (١١.٥% من مساحة الحوض) وتتراوح بين ٠.١% لصخور الجابرو والديورايت و ٣.٣% لصخور الأفيولايت والبركانية. وينتج عن انتشار الصخور النارية والمتحولة زيادة بالجريان السطحي بسبب قلة مساميتها.



المصدر/ الدراسة الميدانية

صورة (١) متنوع من التكوين الصخري بوادي حوضين



المصدر/ الخريطة الجيولوجية الرقمية مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية ، مركز نظم المعلومات الجغرافية.

(شكل ٢) الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة

(جدول ١) التكوينات الجيولوجية لوادي حوضين

| الزمن/ العصر | التكوين | المساحة كم ^٢ | % |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------|
| الصخور الرسوبية | | | |
| الرابع/ الحديث والبليستوسين | رواسب الأودية | ٦٠٥.١٣ | ٥.١ |
| | السبخات | ١.٨٥ | ٠.٠ |
| | رواسب زمن رابع غير متميزة | ١٧٢٩.٦٧ | ١٤.٥ |
| الثالث/ الإليجوسين | البحرية | ٤٤١.٥٥ | ٣.٨ |
| الثاني/ الكريتاسي | أبو حجاج | ٥١٤.١١ | ٤.٣ |
| | تمساح | ٤٦٠.٠١ | ٣.٨ |
| جملة الصخور الرسوبية | | | |
| ٣١.٥ | | | |
| الصخور المتحولة | | | |
| الأول والثالث | غير متميزة | ٦٤٥.٩٥ | ٥.٤ |
| | جابرو وديورايت وغير متميزة | ١٣.٦٣ | ٠.١ |
| | بركانية متوسطة الحموضة | ٢٩٤.٤٤ | ٢.٥ |
| | جابرو وديورايت | ٧٦٧.٣٦ | ٦.٤ |
| | ذات معادن فاتحة | ٢٥٧.٠٢ | ٢.٢ |
| | ذات معادن داكنة | ٤٦.٥١ | ٠.٤ |
| | أفيولايت وبركاني | ٣٩٤.٢٧ | ٣.٣ |
| | أفيولايت وجابرو | ٣٥٧.٣٠ | ٣.٠ |
| | رسوبية | ١٩٢٢.٨٠ | ١٦.١ |
| | جملة الصخور المتحولة | | |
| ٣٩.٤ | | | |
| الصخور النارية | | | |
| الأركي | بركانية | ٨٠٥.٤٦ | ٦.٨ |
| | بازلت أولفيني | ٩.٥٢ | ٠.١ |
| | جابرو | ٨٩.٦١ | ٠.٨ |
| | جرانيت رمادي قديم | ٢١١٩.٣٧ | ١٧.٨ |
| | جرانيت وردي | ١٠.٠٠ | ٠.١ |
| | أفيولايت وسربنتين | ٣٦١.٨٢ | ٣.٠ |

| | | |
|------|---------|---------------------|
| ٠.٥ | ٦٣.٣٢ | مركبة |
| ٢٩.١ | ٣٤٥٩.١ | جملة الصخور النارية |
| ١.٠٠ | ١١٩١٠.٧ | الإجمالي |

المصدر/ الخريطة الجيولوجية الرقمية مقياس ١:٢٥٠.٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية، نظم المعلومات الجغرافية.

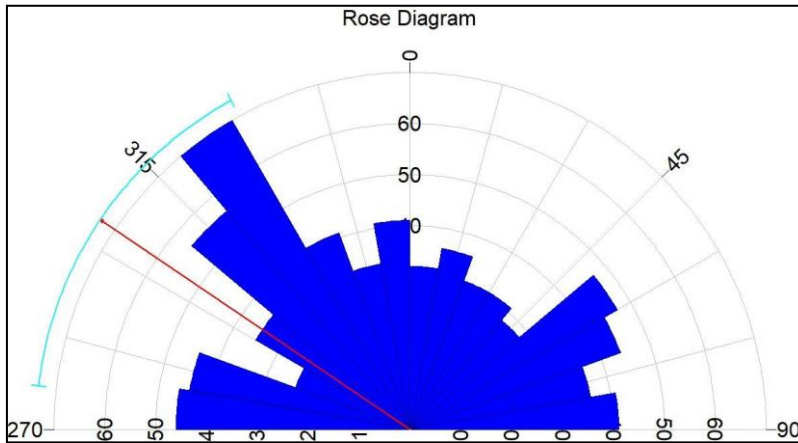
ج- الصخور الرسوبية:

تظهر الصخور الرسوبية علي هيئة لسان يمتد من شرق تكوينات الهضبة الجنوبية (العبادة) للصحراء الشرقية في أعالي المجري الرئيسي بالحوض حتي جنوب جبل عمريت، وتنتمي لزمانين مختلفين (الثاني والثالث)، وتوجد على ارتفاع أكثر من ٤٠٠م وهي: تكوينات العصر الكريتاسي من الزمن الثاني وتتمثل في تكوينين: أولهما تكوين تمساح ويتألف من الغرين والحجر الطيني والمتداخل معه رقائق من الحجر الرملي الناعم الكاوليني، وتظهر بأعالي الحوض شرق المجري الرئيسي بمساحة متصلة بلغت ٤٦٠ كم^٢ بنسبة ٣.٨%، ويعلوها تكوين أبو حجاج المنتمي لهذا العصر في صورة ثلاث عدسات منفصلة موزعة على أطراف التكوين السابق، وتبلغ مساحتها ١٤.١ كم^٢ بنسبة ٤.٣%، أما تكوينات عصر الإوليوسين من الزمن الثالث فتتمثل في تكوين بحرية، ويتألف من مارل وحجر طيني مرتكزة فوق تكوين تمساح في صورة عدم توافق (Ramly, et al, 1960)، وبلغت مساحتها ٤١.٥٥ كم^٢ بنسبة ٣.٨%.

وتنتشر رواسب الزمن الرابع الفتاتية غير المتميزة بصورة كبيرة في أرجاء الحوض، وتمثل ثالث التكوينات مساحة على مستوى الحوض وتبلغ ١٧٢٩.٧ كم^٢ بنسبة ١٤.٥% من إجمالي مساحة الحوض، وتمثل نسبة ٧٤% من تكوينات الزمن الرابع، تليها رواسب الأودية مختلفة الحجم وتتمثل في قيعان الأودية ومروحته الفيضية وبلغت مساحتها ٦٠٥.١ كم^٢ بنسبة ٥.١%، أما السبخات فمساحتها منخفضة جدا وتتمثل في الشريط الساحلي في صورة

منخفضات شريطية غير متصلة، ومغطاة برواسب ناعمة بنية اللون مختلطة بالمحتوي الملحي.

وتكتنف الانكسارات الطولية والمستعرضة مسطح الحوض، وتختلف في امتداداتها بين عدة أمتار إلى عدة كيلومترات، وأدت إلى تقسيم صخور الحوض في هيئة كتل صدعية أثرت على جيومورفولوجيته واتجاهات خطوط التصريف، وتزيد كثافتها في النصف الشمالي عن الجنوبي، وتشير نتائج برنامج (Rock Wear) أن عدد الانكسارات بلغ ١٣٤٢ انكسارا بطول ١١٥٤٢.٥ كم، وبلغ أطولها ٦٨.٣ كم، وأقلها ٠.٩ كم، والمتوسط العام للطول ٨.٦ كم، وبلغت الكثافة العامة لها ٠.٩٦ كم/كم^٢، وكانت محصلة الاتجاهات السائدة تجاه شمال الشمال الغربي (٣٢٥)° وتتفق مع اتجاه نوع الصدوع المعروفة باسم خليج السويس (شكل ٣). وتؤثر الفواصل على الواجهات المكشوفة وأنظمتها وخطوط الصدوع والشقوق علي عملية الجريان السيلي بسبب زيادة فقد المياه بالتسرب.



المصدر/ برنامج (Rock Wear)

(شكل ٣) وردة اتجاهات الانكسارات لوادي حوضين

٢ - ٢ - الخصائص التضاريسية

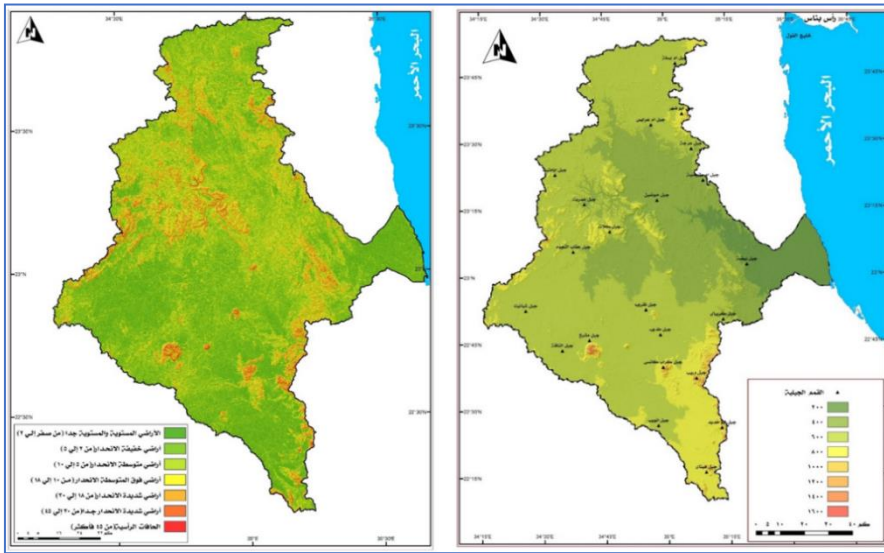
كان للضوابط التكتونية والتعرية المائية أثر كبير في تحديد المظهر التضاريسي لوادي حوضين، حيث أعطته الشكل المروحي العريض (شمالى - جنوبى)، وجاءت تضاريسه من نتاج مقترن من عمليات تكتونية نشطة في الماضى بعمليات تعرية نهريّة أعقبتها في الفترات الرطبة، وعملت التعرية النهريّة على تخديد وتخفيض سطح الحوض، لهذا يتصف نصفه الشمالى بكثرة تلاله المنفردة ومجاريه المتسعة وكثرة تشعبها، والجانب الغربى منه أكثر تضرسا بسبب كثرة الصخور الرسوبية، أما نصفه الجنوبى فتظهر التضاريس الوعرة عند خط تقسيم المياه (أعلى قمة ٤٧٩ م)، وتتميز بقية أجزائه بقلة تضرسها باستثناء بعض القمم الجبلية المتخلفة (صورة ٢) عن عملية النحت التفاضلى على سطحه مثل جبل مشبح (١٣٥٠ م) وجبل نقروب (١٠٨٠ م) وجبل كراب (١٠٢٩ م).



المصدر/ الدراسة الميدانية

(صورة ٢) التضرس عند خط تقسيم المياه بجنوب الحوض والكتل الجبلية المنفردة بوادي دف

وننتج عن هذا التفاعل على أسطح التكوينات الجيولوجية المتباينة شبكة تصريف ذات مظهر مميز تختلف في خصائصها من مكان لآخر باختلاف نوعية التكوينات الصخرية داخل الحوض، لهذا فإن التفسير الكمي للتفاعل بين العمليات التكتونية وعمليات التعرية النهرية في سياق التكوينات الجيولوجية للحوض خطوة مهمة للتعرف على التضاريس الناتجة، وذلك باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (شكل ٤).



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي، بدقة وضوح ١٠م.

(شكل ٤) تضاريس وانحدارات وادي حوضين

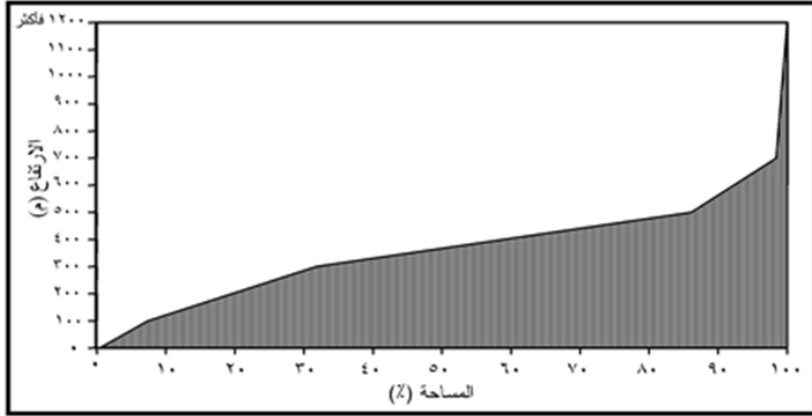
وقد تم تقسيم تضاريس الحوض إلى فئات بفواصل كنتوري ٢٠٠م، ولوحظ أن أكثر من نصف مساحة الحوض تقع في الفئة ٤٠٠-٦٠٠م (٥٤.٣%) بمساحة ٦٤٦٧.١ كم^٢ (جدول ٣)، تليها الفئة الأدنى (٢٠٠-٤٠٠م) بنسبة ٢٤.٤% بمساحة ٢٩١٤.٢ كم^٢، يليهما في المرتبة الثالثة الفئة الأعلى (٦٠٠-٨٠٠م) بمساحة ١٤٦١.١ كم^٢ بنسبة ١٢.٣%، وتشكل الفئات الثلاث نسبة ٩١% من مساحة الحوض، وتتمثل السهول الدنيا في الفئة الأقل من ٢٠٠م بمساحة ٨٧٩.٥ كم^٢ بنسبة ٧.٤%، وكلها فئة إرساب لأنها تضم المروحة وذراع

طولي ممتد داخل المجري الرئيسي، وتقل النسبة في الفئات الثلاث الأعلى (٨٠٠- أكثر من ١٢٠٠م) ارتفاعا (١.٦%) بمساحة ١٨٨.٨ كم^٢، وكان نصيب الجبال ٣٤.٩ كم^٢ بنسبة ٠.٣% فقط من إجمالي مساحة الحوض. وتوفر الفئات المساحية دلالة رقمية لرسم المنحني الهيسومتري للحوض (شكل ٥) وذلك لتحديد المرحلة التي يمر بها الحوض، وأشارت نتائجه أن الحوض في مرحلة الشيخوخة المبكرة ونسبته ٣٠٪، وقد قطعت عمليات النحت والتعرية مرحلة كبيرة من سطحه، ويرجع ذلك لوقوع الحوض ضمن الإقليم الثابت وتأثره بالانكسارات واقتصر الارتفاع المحلي على الكتل الفائزة أو الطفوح البركانية (آمال شاور ٢٠١١).

(جدول ٣) الخصائص التضاريسية لوادي حوضين

| فئات الارتفاع م | المساحة كم ^٢ | % |
|-----------------|-------------------------|------|
| ٢٠٠-٠ | ٨٧٩.٥ | ٧.٤ |
| ٤٠٠-٢٠٠ | ٢٩١٤.٢ | ٢٤.٤ |
| ٦٠٠-٤٠٠ | ٦٤٦٧.١ | ٥٤.٣ |
| ٨٠٠-٦٠٠ | ١٤٦١.١ | ١٢.٣ |
| ١٠٠٠-٨٠٠ | ١٥٣.٩ | ١.٣ |
| ١٢٠٠-١٠٠٠ | ٢٨.١ | ٠.٢٤ |
| ١٢٠٠- فأكثر | ٦.٨ | ٠.٠٦ |
| الإجمالي | ١١٩١٠.٧ | ١٠٠ |

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي



المصدر: اعتماداً على جدول (٣) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ٥) المنحني الهيسومتري لوادي حوضين

وتلعب منحدرات الحوض دوراً كبيراً في زيادة أو قلة الطاقة الكامنة لعملية الجريان السيلي تحت تأثير الجاذبية الأرضية، وتحدد درجة الانحدار نوعية حركة المواد من زحف إلى انزلاقات، فكلما زادت درجة الانحدار زادت حركة المياه وقل التسرب ونشأت عملية النحت ونقل المواد والعكس صحيح، وتمتاز منطقة الحوض بانحدارات متباينة من منطقة لأخرى واعتمد الباحث على طريقة (YOUNG) في تصنيف منحدرات الحوض، فمن خلال جدول (٤) يمكن عرض التالي:

تمثل الأراضي المستوية والمستوية جداً نسبة ١١.٢% من مساحة الحوض، حيث يزداد بها سمك المفتتات الصخرية والمواد الناعمة، مما يجعل الجريان السيلي بطيئاً جداً بسبب عامل الاستواء، ويسهم نسيج التربة وبنيتها في عمليات الفقد بواسطة التسرب وإعادة شحن الخزان الجوفي، وتوجد علاقة طردية بين حجم المفتتات وكمية ومعدل التسرب، وتؤدي أيضاً إلى تخلف برك بحرية على أسطحها مما يعرضها للتبخر تحت ظروف البيئة الجافة (جودة التركماني ٢٠١٩)، أما اختلاف خصائص المنحدرات بداية من الخفيفة وحتى فوق المتوسطة والمواد المتراكمة عليها ونسبتها تصل إلى ٧٩.١% من مساحة الحوض فتؤدي إلى

اختلاف حركة المياه طبقا لدرجة المنحدر، واختلاف عملية الفقد بالتسرب عبر المفتتات الصخرية في اتجاه منحدراتها التي تزيد في وجود الانكسارات والشقوق، ويلى ذلك عناصر المنحدرات ذات الدرجات الشديدة وحتى الجروف التي لا تسمح بتراكم المفتتات عليها ونسبتها تصل إلى ٩.٧% والتي تؤدي إلى زيادة فى سرعة الجريان، وفي عملية انجراف التربة ونواتج التجوية وتناقص معدلات التسرب المائي.

(جدول ٤) خصائص الانحدارات بوادي حوضين طبقا لتصنيف ينج

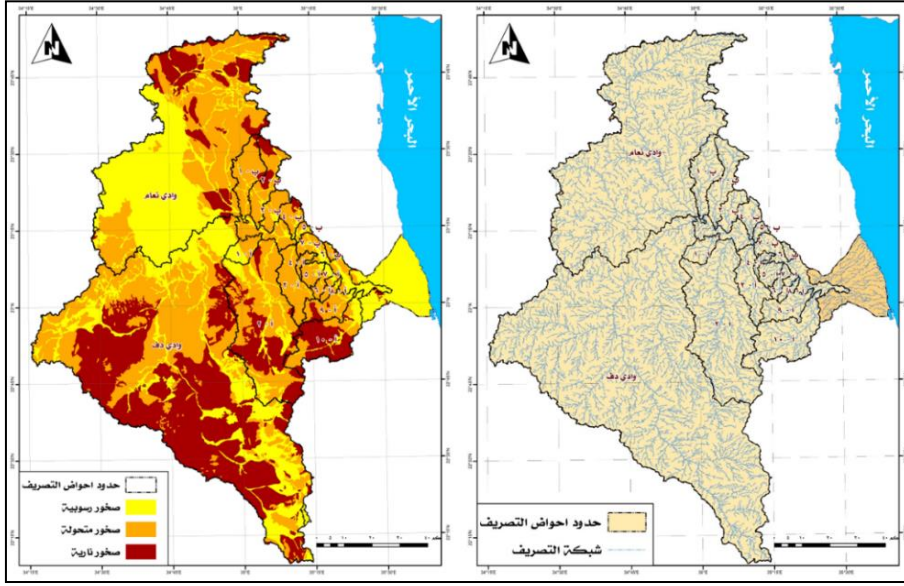
| العنصر | تصنيف الدرجة | المساحة كم ^٢ | % |
|--------------------------------|--------------|-------------------------|------|
| الأراضي المستوية والمستوية جدا | صفر - ٢ | ١٣٢٨.٨ | ١١.٢ |
| أراضي خفيفة الانحدار | ٢ - ٥ | ٤١٨١.١ | ٣٥.١ |
| أراضي متوسطة الانحدار | ٥ - ١٠ | ٣٤٠٥.٩ | ٢٨.٦ |
| أراضي فوق المتوسطة الانحدار | ١٠ - ١٨ | ١٨٤٢.٢ | ١٥.٤ |
| أراضي شديدة الانحدار | ١٨ - ٣٠ | ٩٣٨.٣ | ٧.٩ |
| أراضي شديدة الانحدار جدا | ٣٠ - ٤٥ | ٢٠٣.٣ | ١.٧ |
| الحافات الرأسية | أكبر من ٤٥ | ١١.١ | ٠.١ |
| المجموع | | ١١٩١٠.٧ | ١٠٠ |

المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي

أ- خصائص الأحواض الفرعية:

يضم وادي حوضين مجموعة من الأحواض الفرعية لها امتدادات طولية بلغت مساحتها ١١٥٧٨.١ كم^٢ وعددها ١٩ حوضا (شكل ٦)، وتنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين: الأولى جنوبية ونشأت في الصخور النارية والمتحولة وقليل جدا من الصخور الرسوبية، وعدد أحواضها ١١ حوضا بمساحة بلغت ٧٢٦٥.٤ كم^٢ بنسبة ٦١.١% من إجمالي مساحة الحوض (جدول ٥)، وأكبرها مساحة حوض وادي دف (٥٢٩٠.١ كم^٢ بنسبة ٤٥.٧% من مساحة وادي حوضين) وأصغرها حوض وادي أ-٧ (٤.٨ كم^٢ بنسبة ٠.١%)، وتتفاوت

متوسطات الارتفاع فيما بينها، وأعلىها وادي دف (٤٥٦.٣م) وأدناها وادي أ-٧ (١٢٩.٤م)، وتتميز معظم أحواضها بكبر مساحتها واستطالتها وكثرة روافدها وأطوالها وتشعبها، وبلغ انحدارها العام (٠.١°) باستثناء وادي أ-١، أ-٩ فيزيد الانحدار قليلا (٠.٢°) لوجود بعض الكتل الجبلية المتخلفة عن عمليات النحت المائي.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية الرقمية مقياس ١/٢٥٠٠٠٠٠

(شكل ٦) شبكة التصريف والجيولوجيا الأحواض بوادي حوضين

أما الأحواض الشمالية فعددها ثمانية أحواض منها حوض المجري الرئيسي لتماس بعض حدوده الشمالية بخط تقسيم المياه، حفرت في الصخور النارية والمتحولة والرسوبية وبلغت مساحتها ٤٢٩٨.٩ كم^٢ بنسبة ٣٦.١% من مساحة وادي حوضين، وأكبرها مساحة وادي نعمان (٣٢٥٠.٣ كم^٢ بنسبة ٢٨.١%) وهو الأعلى في متوسطات الارتفاع، وأصغرها مساحة حوض وادي ب-٦ (١٩.٨ كم^٢ بنسبة ٠.٢%)، وأقل المتوسطات في الارتفاع وادي ب-٧، وتقل مساحة أحواضها وأطوالها وروافدها وتشعبها بالمقارنة بنظيرتها الجنوبية وبلغ

انحدارها العام إلى (°٠.١) باستثناء وادي ب- ٤ وب- ٥ فيزيد الانحدار قليلا (°٠.٢) لوجود بعض الكتل الجبلية المتخلفة عن عمليات النحت المائي.

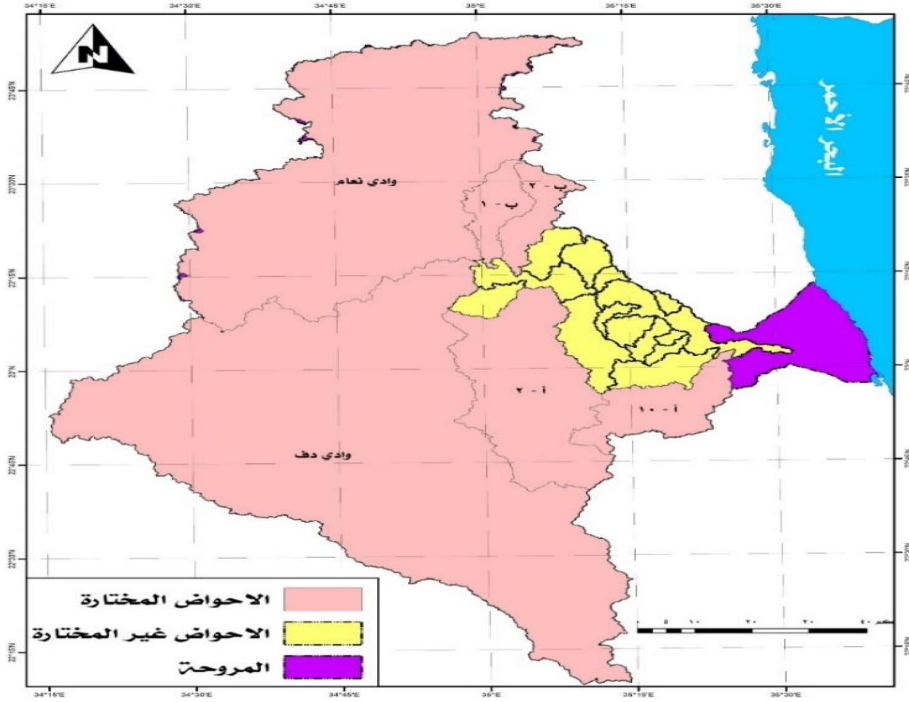
(جدول ٥) الخصائص المساحية للأحواض الفرعية لوادي حوضين

| الأحواض | العدد | المساحة كم ^٢ | % |
|----------|-------|-------------------------|------|
| الجنوبية | ١١ | ٧٢٧٩.٢ | ٦١.١ |
| الشمالية | ٨ | ٤٢٩٨.٩ | ٣٦.١ |
| المروحة | -- | ٣٣٢.٦ | ٢.٨ |
| المجموع | ١٩ | ١١٩١٠.٧ | ١٠٠ |

المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS (٥).

ويجمع وادي حوضين بين أكثر من نمط تصريف مثل الشجري والمتشابك والمستطيل. أما مروحته الفيضية البالغ مساحتها ٣٣٢.٦ كم^٢ بنسبة ٢.٨% من إجمالي مساحة الحوض فيغلب عليها نمط التصريف المجدول والمتشعب في رواسبها الفتاتية. وتتناسب أطوال محيطات الأحواض تناسباً طردياً طبقاً لمساحتها (جدول ٦).

(٥)WMS: برنامج متخصص في الدراسات الهيدرولوجية وكذلك اجراء النماذج الهيدروليكية لمحاكاة الجريان السيلي في أحواض التصريف.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي.

(شكل ٧) الأحواض المختارة

ب- خصائص القطاعات الطولية

يعتبر القطاع الطولي للمجري حساساً للغاية لأي اضطرابات تحدث في شبكة التصريف أثناء الجريان أو أي تغيرات في ليثولوجية الصخر الأساسي الذي يجري فوقه أو أي تغير مفاجئ في الارتفاع النسبي ناجم عن الاضطرابات التكتونية، ويعمل النهر على التوازن الديناميكي بين عمليتي النحت والرواسب المتاحة لنقلها أثناء تصريف مياهه، حتى يصل مجراه إلى التوازن الاستقرار ويكون قطاعه خطي متدرج يميل إلى التقعر (Hack 1973).

وتم استخراج القطاعات الطولية للمجري الرئيسية لأحواض الفرعية آلياً وربطها بالتكوين الجيولوجي والانكسارات، وتحديد مواقع درجة الانحدار القصوى على كل قطاع (نقط التقطع) للتعرف على سبب نشأتها (شكل ٨)، والتي تسبب عدم التوازن في الجريان على طول

القطاع، وتزيد من سرعة التدفق السيلي وعملية النحت، وقيمة مؤشر التعر ل كل قطاع، وتبين هذه التغييرات المشتقة من الملامح الطولية للقطاعات مرحلة تطورها. وتظهر القطاعات الطولية للأحواض الفرعية أن لها امتدادات طولية مختلفة، وتراوح أطوالها بين ١٠.١ - ٢٢٩.٨ كم، وتراوح أقصى انحدار بين ٢٠.٣ - ٧٩.٣ درجة، وانحصر المتوسط العام لانحدارات المجاري بين ٣.٥ - ٧.٣ درجة (جدول ٦).

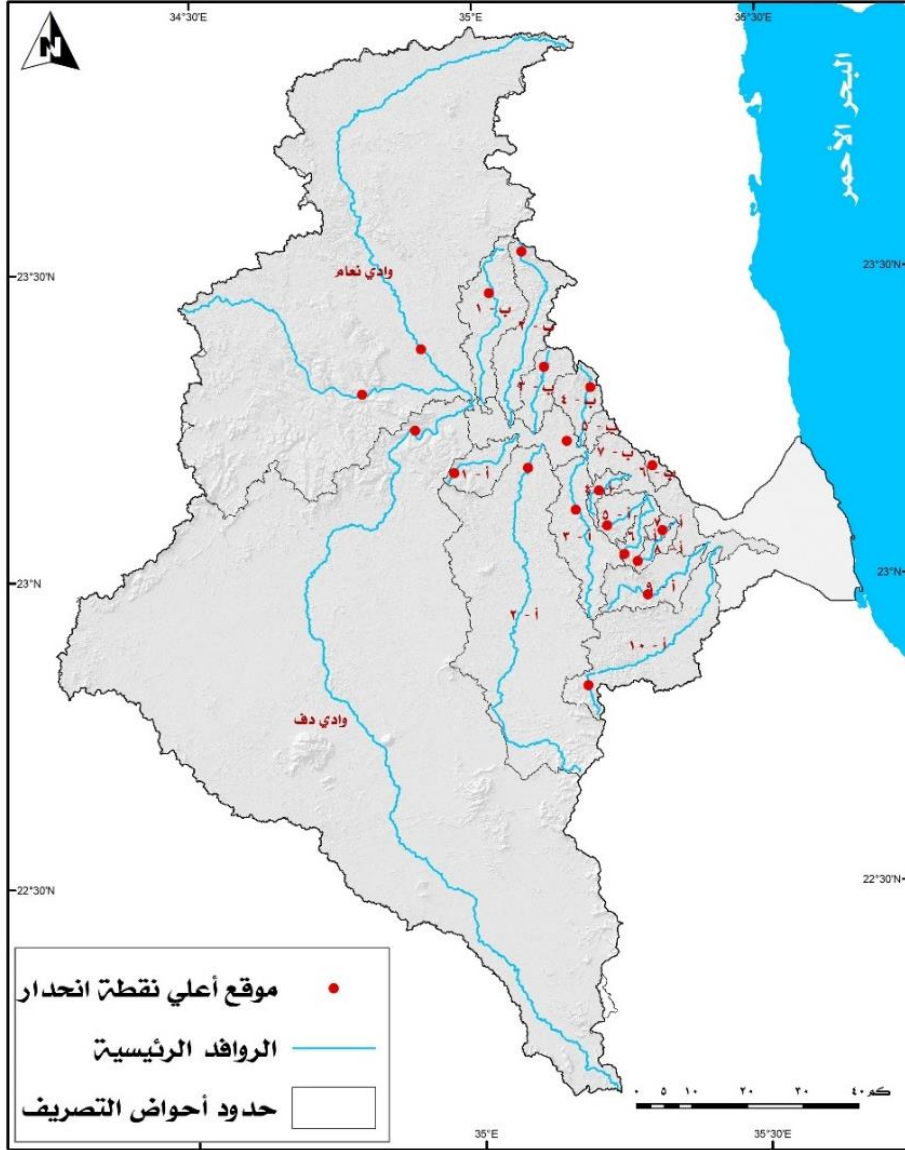
وأشار مؤشر التعر الخاص بالقطاعات الطولية للمجاري الرئيسية لمختلف الأحواض الفرعية أنه ينحصر في نطاق ضيق بين ٠.٤ - ٠.٦، وأن الأجزاء العليا لمعظم المجاري في الحوض تُظهر تععرا نسبيا، مما يشير إلى أن تضاريس الحوض مستقرة تكتونيا ولم تظهر عليها أية تغييرات شاذة على طول القطاعات، وقد لعبت تكوينات الأحواض التي تتألف معظمها من صخور نارية و متحولة مع نسبة قليلة جدًا من الصخور الرسوبية القديمة (الكريتاسية ٨.١% - والإليجوسينية ٣.٨%) والتي تنحصر بنسبة كبيرة في حوض نعام دورًا مساعدا لبعض القطاعات على تحقيق حالة متدرجة واضحة مع قليل من التعر، وأن معظمها في مرحلة التدهور النشط لتحقيق التوازن المستقر.

ونظرًا لأن قيم الانحدار لا تختلف اختلافاً كبيراً بين الأحواض الفرعية، وبذلك سيكون الاختلاف في عمليات النحت ليست شديدة بسبب استقرار الحوض، لذلك قمنا باستخراج قيم Hypsometric Integral (HI) للأحواض المختارة، حيث توضح هذه القيم المرحلة التي يمر بها الحوض، وهي قيمة إحصائية تعتمد على عملي الارتفاع والمساحة وتساعد في تحديد المرحلة العمرية للحوض، ومن ثم التعرف على الأحواض النشطة في الجريان السيلي داخل وادي حوضين.

وتتفاوت الأحواض فيما بينها في خصائصها الجيولوجية والمورفومترية، لهذا تم اختيار ستة أحواض ذات مساحات كبيرة، لما لها علاقة وثيقة بخصائص شبكة التصريف

وتأثير بيّن في مائة وادي حوضين، وتمثل الأحواض المختارة نسبة ٨٨.٥% من مساحة أحواض الوادي، وهي أحواض تبدأ روافدها العليا من أعالي الحوض شمالا أو جنوبا وتنتهي بالمجرى الرئيسي، وذلك لدراسة ملامح القطاع الطولي لمجاريها الرئيسية ومناقشة بعض المعاملات المورفومترية لها، وهي الأحواض الآتية: من جهة الجنوب: أحواض أودية دف وأ-٢، وأ-١٠، وبلغت مساحتها ٦٧٠٩.٦ كم^٢ وتمثل نسبة ٩٢.٢% من مساحة أحواض الجنوب. ومن جهة الشمال: أحواض وادي نعام وب-١، وب-٢، وبلغت مساحتها ٣٦٤٢.٥ كم^٢ وتمثل نسبة ٨٤.٧% من مساحة أحواض الشمال.

وسيتم دراسة الخصائص التفصيلية للقطاعات الطولية للأحواض المختارة من أجل تحديد دور الصخور السطحية في تطور القطاع الطولي، لذلك قام الباحث بتركيب القطاع الطولي على تكويناته الجيولوجية السطحية لاختلاف التنوع الصخري على طول القطاع ومرتبطة بالتوزيع المكاني للانكسارات، لتحديد الملامح الطولية للقطاع، ولتحديد أسباب التغير في الانحدار، ونظراً لأن قابلية النحت قد تتغير بشكل كبير على طول القطاع طبقاً للتنوع الصخري كحوض وادي نعام، ومن ثم فإن الاستجابة الشاملة لعملية النحت ستختلف من قطاع لقطاع، ويمكن عرضها على النحو التالي :



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي وبرمجيات ArcGIS.

(شكل ٨) المواضع الأكثر انحدارا على القطاعات الطولية

(جدول ٦) الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية وقطاعاتها

| مؤشر التغير | خصائص القطاعات الطولية | | | | | خصائص أحواض التصريف الفرعية | | | | | العرض | |
|-------------|------------------------|----------------|----------|--------|---------------|-----------------------------|----------------|------------------|-------|-----------|--------|--------|
| | أقصى انحدار | متوسط الانحدار | الطول كم | التضرس | الذي ارتفاع م | أعلى ارتفاع م | متوسط الانحدار | متوسط الارتفاع م | % | المحيط كم | | % |
| ٠,٥٤ | ٧٥,٤ | ٤,٨ | ٢٢٩,٨ | ٤٩٧,٥ | ٢١٣ | ٧١٠,٥ | ٤٥٦,٣ | ٢٢,٢ | ٧٤٦,٦ | ٤٥,٦ | ٥٢٩,١ | ف |
| ٠,٥٦ | ٦٢ | ٦,٨ | ٢١,٧ | ٤١٤,٣ | ١٨٩ | ٦٠٣,٣ | ٢٨١,٥ | ٢ | ٦٥,٧ | ٠,٧ | ٨٠,٩ | ١-أ |
| ٠,٥٦ | ٤٨,٩ | ٤,٦ | ٩٩,١ | ٧١٧,٠ | ١٧٥ | ٨٩٢ | ٤١٧,١ | ٩,١ | ٣٥٥,٤ | ٩,١ | ١٠٥٢,٧ | ٢-أ |
| ٠,٥٥ | ٣٣,٩ | ٤ | ٤١,٥ | ٢٧٠,٩ | ١٥٢,١ | ٤٢٣ | ٢٧٢,٣ | ٣,٩ | ١٣٠,٧ | ١,٦ | ١٨٧,٣ | ٣-أ |
| ٠,٥٣ | ٣٥,٨ | ٤,٩ | ١٩ | ٢٣٣,٠ | ١٢٧ | ٣٦٠ | ٢١٠,٧ | ١,٦ | ٥٢,٥ | ٠,٢ | ٢٦,٣ | ٤-أ |
| ٠,٦ | ٤٣,٩ | ٤,١ | ١٦,٤ | ٢٥٠,٢ | ١٢٥ | ٣٧٥,٢ | ٢٠٤,٦ | ١,٦ | ٥٤,٥ | ٠,٥ | ٥٧,١ | ٥-أ |
| ٠,٦ | ٧٢,١ | ٤,٤ | ٢١,٨ | ٣٨٨,٥ | ١٢٨ | ٥١٦,٥ | ٢٢٣ | ١,٩ | ٦٣,٦ | ٠,٤ | ٤٢,٨ | ٦-أ |
| ٠,٦ | ٢٠,٣ | ٣,٦ | ١٠,١ | ٥٢,٥ | ١٠١,٧ | ١٥٤,٢ | ١٢٩,٤ | ٠,٨ | ٢٥,٩ | ٠,١ | ١٤,٨ | ٧-أ |
| ٠,٦ | ٢٤ | ٣,٨ | ١٥,٤ | ١٦٦,٢ | ١٥٣,٩ | ٣٢٠,١ | ٢٠٩,٤ | ١,٣ | ٤٢,٦ | ٠,٢ | ٢٥,٩ | ٨-أ |
| ٠,٥ | ٢٧,٧ | ٣,٥ | ٣٥,٩ | ٣٢٨,٢ | ٨٠ | ٤٠٨,٢ | ٢١٨,٤ | ٣,١ | ١٠٣,٤ | ١,٢ | ١٣٤,٦ | ٩-أ |
| ٠,٥ | ٥٣ | ٣,٥ | ٦٠,٤ | ٥٩٢,٠ | ٧٢ | ٦٦٤ | ٢٧٣,٩ | ٥,٩ | ١٩٧,٨ | ٣,٢ | ٣٦٦,٨ | ١٠-أ |
| ٠,٥ | ٤١ | ٥,٧ | ١٤٤,٢ | ٤٥٣,٢ | ٢١٣ | ٦٦٦,٢ | ٣٩٩,٧ | ١٧,٤ | ٥٩٢ | ٢,٨ | ٣٢٥,٣ | نظام |
| ٠,٦ | ٧٨,١ | ٧,٣ | ٧٣,٨ | ٢٩٣,٦ | ٢١٩,٧ | ٥١٣,٢ | | | | | | نظام ١ |
| ٠,٥ | ٧٠,٣ | ٤,٢ | ٤٨,٢ | ٢٨٦ | ٢٠,٦ | ٤٩٢ | ٣٥٧,١ | ٤,١ | ١٣٦,٣ | ١,٧ | ١٩٩,٤ | ١-ب |
| ٠,٥ | ٣٢ | ٤,٣ | ٤٧,١ | ٤٥١,٢ | ١٩٠ | ٦٤١,٢ | ٣٣٢,١ | ٤,٤ | ١٤٦,٩ | ١,٧ | ١٩٢,٧ | ٢-ب |
| ٠,٥ | ٤٠ | ٣,٨ | ٢٤,٤ | ١٤٤,٦ | ١٨٢ | ٣٢٦,٦ | ٣٣٥,٣ | ٢,٢ | ٧٤,٦ | ٠,٧ | ٨٦,٧ | ٣-ب |
| ٠,٥ | ٣٢ | ٤,٨ | ٢٠,٩ | ٢٢٩ | ١٥١ | ٣٨٠ | ٢٤٣,١ | ١,٩ | ٦٣,٧ | ٠,٧ | ٧٥,٦ | ٤-ب |
| ٠,٤ | ٧٩,٣ | ٥,١ | ١٢,٤ | ٩٥ | ١٥٩ | ٢٥٤ | ١٩٦,١ | ١,١ | ٣٨,٣ | ٠,٢ | ٢٣,٩ | ٥-ب |
| ٠,٤٩ | ٤٥,٨ | ٤,٦ | ١٠,٨ | ٥٥ | ١٠٨ | ١٦٣ | ١٥٨ | ٠,٩ | ٣١,٩ | ٠,٢ | ١٩,٨ | ٦-ب |
| ٠,٥١ | ٧٠,٩ | ٤,٨ | ١٢٩,٧ | ٢١٣ | ٠ | ٢١٣ | ١٣٨,٧ | ١٤,٦ | ٤٨٩,٧ | ٣,٩ | ٤٥٠,٤ | ٧-ب |

المصدر: -بلا اعتماد على النموذج الرقمي رقعة ١٠م وتظم المعلومات الجغرافية

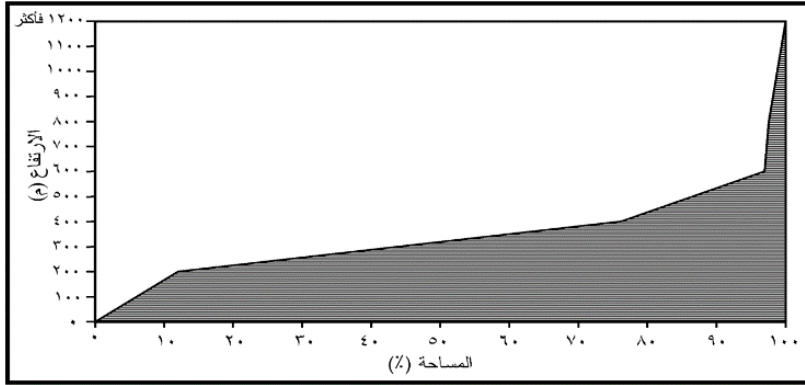
- أحواض الجنوب

وادي دف: أهم الأحواض الفرعية من جهة الجنوب وتبلغ مساحته ٥٢٩٠.١ كم^٢ بنسبة ٤٥.٦% من إجمالي مساحة وادي حوضين، وبلغ طول محيطه ٧٤٦.٦ كم بنسبة ٢٢.٢% من أطوال محيطات الأحواض الفرعية، ومتوسط ارتفاعه ٤٥٦.٣ م، وانحداره العام (٠.١ درجة)، وتتسع مجارية وتبدو ضحلة وتختفي جوانبها ويغلب عليها الاستقامة فوق مركب الصخور النارية والمتحولة والتي توجد في نسبه ٧٦.٩% مساحة حوضه، وتتحدد جوانب مجراه في قسمه الأدنى لجريانه في هذه الشقة فوق الصخور الرسوبية الطينية ويشد انحداره، ويغلب عليه الانعطاف قبل التقائه بالمجري الرئيسي للحوض، وأشارت قيمة المنحني الهبومتري (٠.٢٨) لحوضه أنه في مرحلة الشيخوخة المتقدمة عن إجمالي الحوض لقطعه مرحلة كبيرة من دورة التعرية (شكل ٩)، وتمثل فئة الارتفاع (٤٠٠ - ٦٠٠ م) النسبة الأكبر من مساحته وتبلغ ٦٤.٢%، وتزيد عن النسبة العامة لهذه الفئة في وادي حوضين، ويعد من الأحواض المستقرة.

(جدول ٧) الخصائص المساحية (كم^٢) لأحواض الجنوب المختارة

| وادي أ - ١٠ | | وادي ب - ٢ | | وادي دف | | فئة الارتفاع م |
|-------------|-------|------------|------|---------|-------|----------------|
| المساحة | % | المساحة | % | المساحة | % | |
| ٥٦.٧ | ١٥.٤٦ | ٢.٩ | ٠.٣ | ٦٣٧.٢ | ١٢ | ٤٠٠ - ٢٠٠ |
| ١٩٣.٨ | ٥٢.٨٢ | ٤٧٨.٥ | ٤٥.٤ | ٣٣٩٠.٦ | ٦٤.١٩ | ٦٠٠ - ٤٠٠ |
| ١٠٠.٩ | ٢٧.٥١ | ٤٥٢.١ | ٤٣.٠ | ١١٠١.٨ | ٢٠.٨ | ٨٠٠ - ٦٠٠ |
| ١٣.٤ | ٣.٦٦ | ٨٩.٩ | ٨.٥ | ١١٩.٨ | ٢.٣ | ١٠٠٠ - ٨٠٠ |
| ١.٩ | ٠.٥٣ | ٢٤.٨ | ٢.٤ | ٣٣.٧ | ٠.٦ | ١٢٠٠ - ١٠٠٠ |
| ٠.١ | ٠.٠٢ | ٣.٤ | ٠.٣ | ٦.١ | ٠.١ | ١٤٠٠ - ١٢٠٠ |
| -- | -- | ٠.٩ | ٠.١ | ٠.٩ | ٠.٠١ | ١٤٠٠ فأكثر |
| ٣٦٦.٨ | ١٠٠ | ١٠٥٢.٧ | ١٠٠ | ٥٢٩٠.١ | ١٠٠ | المجموع |

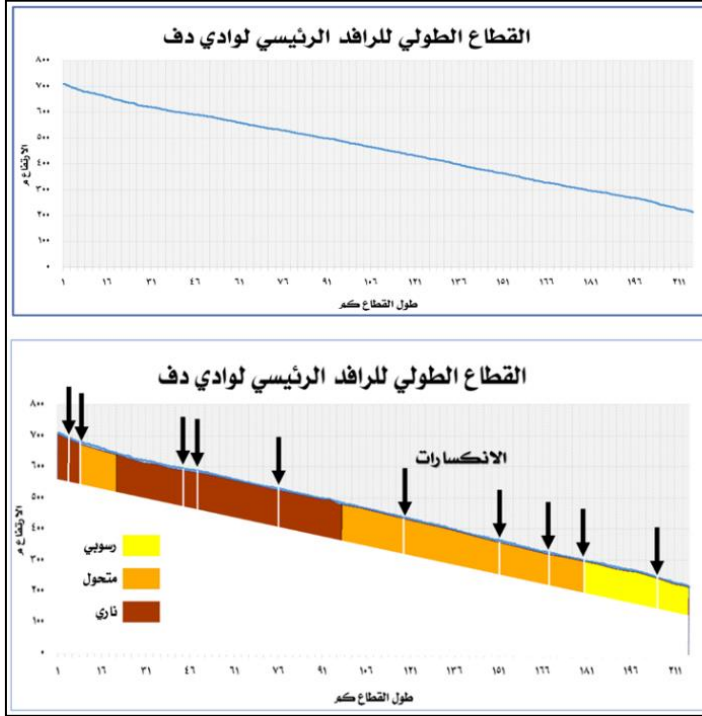
المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS



المصدر: اعتماداً على جدول (٧) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ٩) المنحني الهيسومري لوادي دف

وينحدر رافده الرئيسي من الجنوب تجاه الشمال من ارتفاع ٧١٠.٥م، وينتهي بالمجري الرئيسي عند ارتفاع ٢١٣م، وتبعد هذه النقطة عن مصب وادي حوضين بنحو ١٢٥كم، بفارق تضاريسي ٤٩٧.٥م، وبلغ طول قطاعه الطولي ٢٢٩.٨كم، ومتوسط الانحدار على طول القطاع ٤.٨ درجة، ويقطع مساره ١١ انكسارا (شكل ١٠) اثنان منها مرتبطة بتكوين الزمن الثالث (أبو حجاج والبحرية) في قسمه الأدنى، وثلاثة مرتبطة بالصخور المتحولة، وأربعة مرتبطة بالصخور النارية، واثنان مرتبطتان بالتغير الصخري، وتؤثر الانكسارات العرضية على طول القطاع في وجود عدة تغيرات في الانحدار، ويصل الانحدار الأعلى الذي بلغت درجته ٧٥.٤ درجة ويقع على ارتفاع ٢٧١.٥م، وبلغ مؤشر التفرع للقطاع ٠.٥٤.

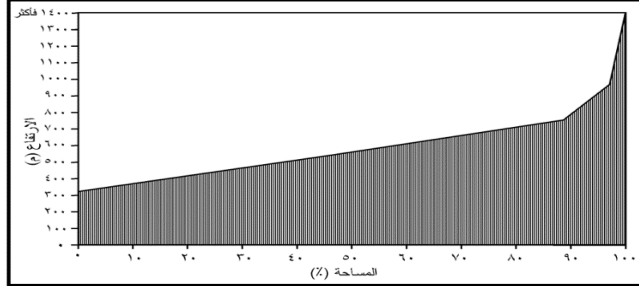


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠ وبرمجيات ArcGIS.

(شكل ١٠) خصائص القطاع الطولي لوادي دف

وادي أ- ٢: تبلغ مساحته ١٠٥٢.٧ كم^٢ بنسبة ٩.١% من إجمالي مساحة وادي حوضين، وطول محيطه ٣٠٥.٤ كم بنسبة ٩.١% من أطوال محيطات الأحواض الفرعية، وتتفق حدوده الشمالية مع خط تقسيم المياه لوادي دف، ومتوسط ارتفاعه ١٧٠.١ م، وانحداره العام (٠.١ درجة)، وتتسع مجاريه وتبدو واضحة المعالم عن نظيره الشمالي، وتختفي الصخور الرسوبية القديمة من سطحه، وتسود الصخور المتحولة على الصخور النارية. وأشارت قيمة المنحني الهبسومتري (٠.٤١) لحوضه أنه مازال في مرحلة النضج (شكل ١١) وبذلك تأخر عن وادي دف في مرحلة التعرية، وتنخفض نسبة الفئة (٤٠٠ - ٦٠٠ م) الأكثر سيادة إلى

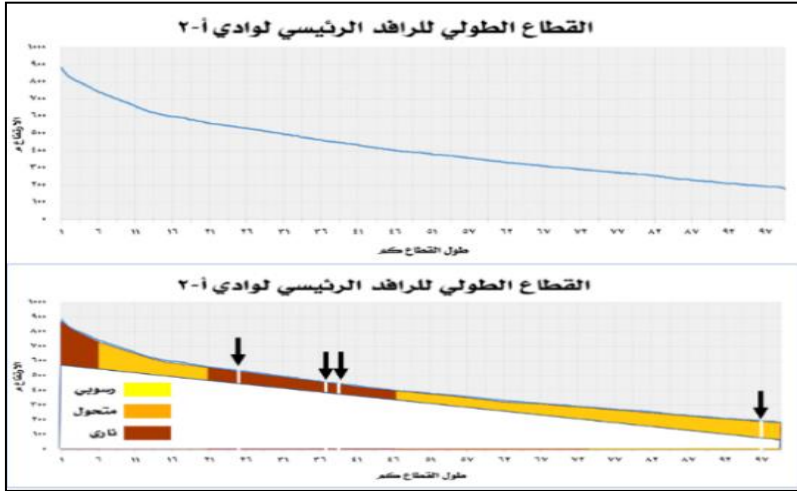
٤٥.٤% من مساحته، وتقل عن النسبة العامة لوادي حوضين، وما زالت الفئة الأعلى (٦٠٠ - ٨٠٠م) تمثل نسبة ٤٣% من مساحته، وبهذا يعد من الأحواض النشطة.



المصدر: اعتماداً على جدول (٧) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ١١) المنحني الهيسومتري لوادي أ- ٢

وينحدر رافده الرئيسي من الجنوب تجاه الشمال من ارتفاع ٨٩٢م، وينتهي بالمجري الرئيسي عند ارتفاع ١٧٥م، ويبعد عن مصب وادي حوضين بـ ١٠٠.١كم، بفارق تضاريسي ٧١٧م، ويبلغ طول قطاعه الطولي ٩٩.١كم، بمتوسط انحداره ٤.٦ درجة، ويقطع مساره أربعة انكسارات (شكل ١٢) ثلاثة مرتبطة بالصخور النارية، وانكسار واحد مرتبط بالصخور المتحولة، ويسجل الانكسار الأدنى أعلى درجة انحدار (٤٨.٩ درجة) عند ارتفاع ٢١٤م، وتعد نقطة تجديد تشكلت وارتبطت بنقطة التجديد الرئيسية بالمجري الرئيسي (ب- ٧) ذات الانحدار الشديد (٧٠.٦ درجة) عند ارتفاع ١٧١م مع بدايات انخفاض مستوي سطح البحر بعد ارتفاعه إلى ١٨٠م في بداية عصر البلايوسين، وبلغ مؤشر تقعره ٠.٥٦.

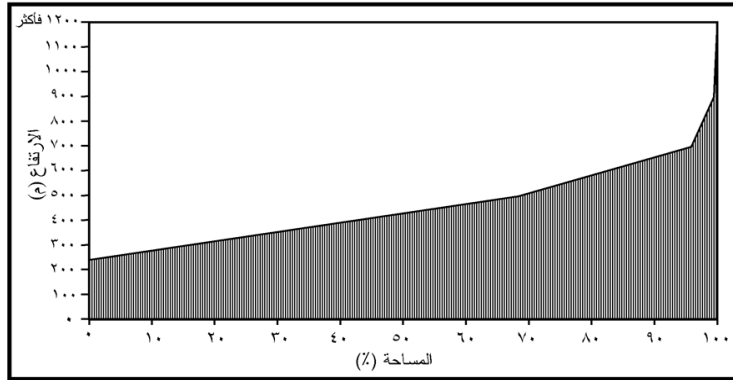


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠

وبرمجيات Arc gis.

(شكل ١٢) خصائص القطاع الطولي لوادي أ- ٢

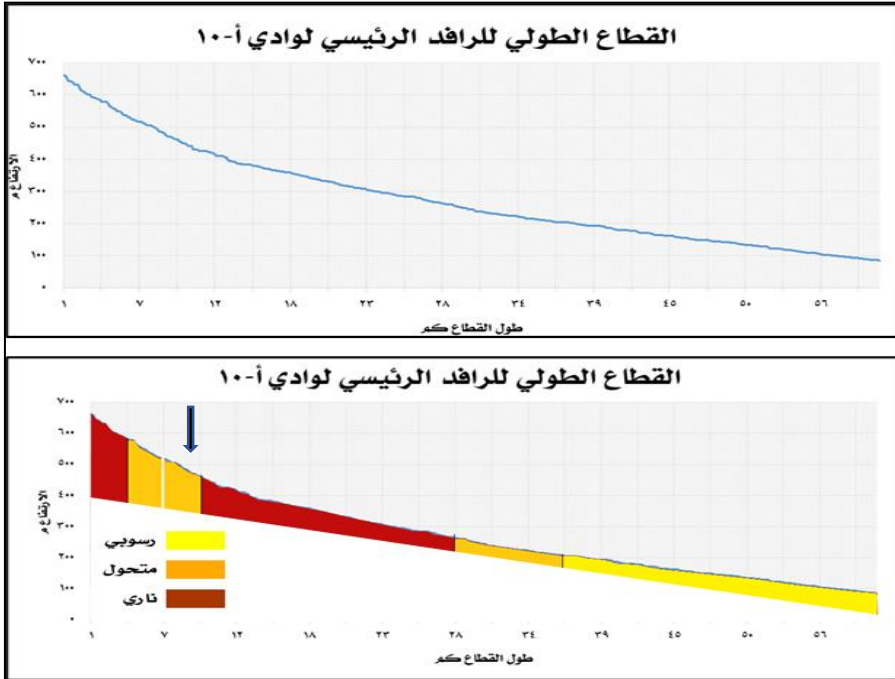
وادي أ- ١٠: بلغت مساحته ٣٦٦.٨ كم^٢ بنسبة ٣.٢% من إجمالي مساحة وادي حوضين، وبلغ طول محيطه ١٩٧.٨ كم بنسبة ٥.٩% من أطوال محيطات الأحواض الفرعية، ومتوسط ارتفاعه ٢٧٣.٩ م، وبلغ انحداره العام (٠.١ درجة)، وتبدو مجاريه أكثر وضوحاً ويشد انحدارها في ثلثه الأدنى لجريانه فوق الصخور الرسوبية المؤلفة لمؤخرة المروحة، وأشارت قيمة المنحني الهيسومتري (٠.٣٨) أنه نهاية مرحلة النضج (شكل ١٣) ومتقدم قليلاً عن وادي أ- ٢، وتمثل فئة الارتفاع (٤٠٠ - ٦٠٠ م) نسبة ٥٢.٨٢% من مساحته لارتباط معظمها بالصخور الرسوبية الرباعية، وتقل عن النسبة العامة لوادي حوضين، وما زالت الفئة الأعلى (٦٠٠ - ٨٠٠ م) تمثل نسبة ٢٧.٥١% وترتبط بمركب الصخور النارية والمتحولة، ويعد من الأحواض النشطة.



المصدر: اعتماداً على جدول (٧) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ١٣) المنحني الهيسومتري لوادي أ- ١٠

وينحدر رافده الرئيسي من الجنوب تجاه الشمال من ارتفاع ٦٦٤م، وينتهي بالمجري الرئيسي عند ارتفاع ٧٢م، ويبعد عن مصب وادي حوضين بـ ٢٥.٢كم، بفارق تضاريسي ٥٩٢م، وبلغ طول قطاعه الطولي ٦٠.٤كم، وبلغ متوسط الانحدار على طول القطاع ٣.٥ درجة (شكل ١٤)، ويقطع مساره أحد الانكسارات في قسمه الأعلى ومرتبط بالصخور المتحولة، ويصل أعلى انحدار ٥٣ درجة عند ارتفاع ٤٧٣.٦م، بسبب التغير الليثولوجي بين الصخور المتحولة والنارية، وبلغ مؤشر تقعره ٠.٥، وهذا الحوض كان قائماً بذاته ومصبه منفصلاً عن وادي حوضين ولم ينضم لمساحته إلا بعد انحسار البحر في فترة الميلازي (٦٠-٦٥م) (وهبه شلبي ٢٠١٩)، وقد عاني مصبه من عدة تغيرات شأنه شأن الوادي الأكبر أثناء انحسار البحر المتكرر فيما قبل الانضمام.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠

وبرمجيات Arcgis.

(شكل ١٤) خصائص القطاع الطولي لوادي أ-١٠

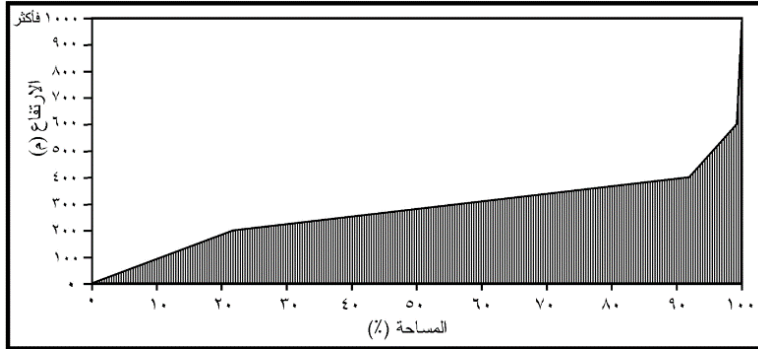
- أحواض الشمال

وادي نعام: أهم الأحواض الفرعية من جهة الشمال وبلغت مساحته ٣٢٥٠.٣ كم^٢ بنسبة ٢٨.١% من إجمالي مساحة الوادي، وبلغ طول محيطه ٥٩٢.٠ كم بنسبة ١٧.٤%، وتمثل مساحة الصخور الرسوبية نسبة ٤٨.٤% من حوضه ويتركز معظمها بالقسم الغربي يليها الصخور المتحولة، ومتوسط ارتفاعه ٣٩٩.٧ م، وبلغ انحداره العام (٠.١ درجة)، وتبدو مجاريه أكثر وضوحاً وأشد انحدارها في غربه عن شرقه لسيادة الصخور الرسوبية في الغرب، وأشارت قيمة المنحني الهبومتري (٠.٢٨) أنه في مرحلة الشيخوخة (شكل ١٥) ويتفق مع نظيره الجنوبي وادي دف في مرحلة التعرية، وتمثل فئة الارتفاع (٤٠٠ - ٦٠٠ م) النسبة الأكبر في المساحة وتبلغ ٧٢.١% وهي تزيد بكثير عن النسبة العامة لوادي حوضين، ويليها

الفئة الأدنى بنسبة ٢١.٥%، وربما يرجع ذلك إلى كثرة الصخور الرسوبية المؤلفة لسطحه، ويعد من الأحواض المستقرة.

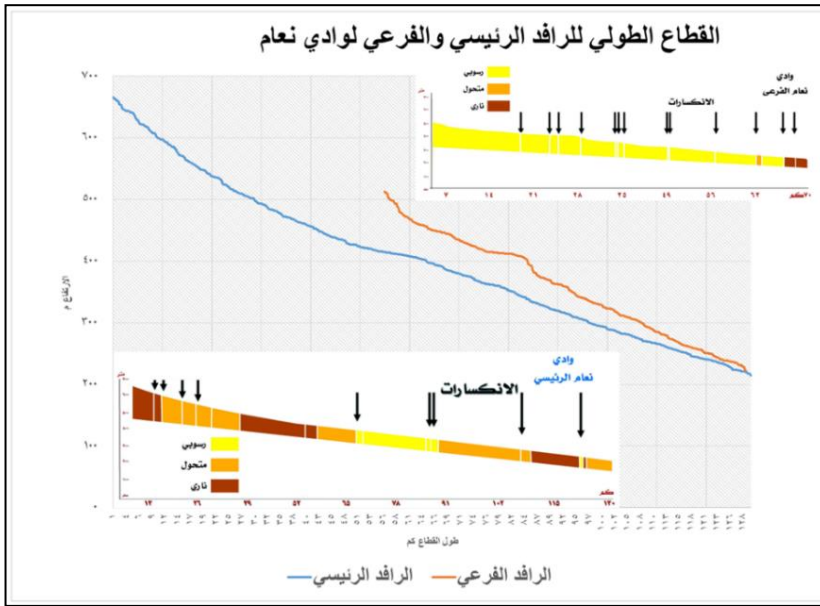
وللوادي رافدان أحدهما الرافد الرئيسي (نعام) وينحدر من جهة الشمال من ارتفاع ٦٦٦.٢م تجاه الجنوب ثم يغير اتجاهه تجاه جنوب الجنوب الشرقي إلى أن يلتقي مصبه بالمجري الرئيسي عند ارتفاع ٢١٣م (شكل ١٦)، ويبعد عن مصب وادي حوضين بنحو ١٢٥كم، بفارق تضاريسي ٤٥٣.٢م، وبلغ طوله ٤٤.٢كم ومتوسط انحداره العام ٥.٧درجة، وتسود الصخور النارية معظم قطاعه تليها الصخور الرسوبية، ويقطع مساره ١١ انكسارا. وأشدها انحدارا الانكسار الليثولوجي الناري الرسوبي عند ارتفاع ٢٥٨م، وبلغت درجة انحداره ٤١درجة، وبلغ مؤشر تقعره ٠.٥.

أما رافده الثاني (نعام ١) فينحدر من الغرب تجاه الشرق من ارتفاع ٥١٣.٢م ويلتقي مصبه بمجري نعام الرئيسي عند ارتفاع ٢١٩.٧م، بفارق تضاريسي ٢٩٣.٥م، وبلغ طوله ٧٣.٨كم ومتوسط انحداره العام ٧.٣درجة وهو أعلى متوسطات الانحدار بعامة، ويسود قطاعه الصخور الرسوبية باستثناء جزء صغير من الصخور النارية في قسمه الأدنى، ويقطع مساره ١٣ انكسارا. وتظهر بعض نقاط التغير البارزة للانكسار وهي مؤشر للحركة الرأسية للانكسار الرابع من اتجاه المنبع عند ارتفاع ٤٢١م، وبلغت درجة انحداره ٧٨.١درجة، ومؤشر تقعر قطاعه ٠.٦، ويعد هذا الحوض أشد خطورة من حوض مجراه الرئيسي لارتفاع خصائص الانحدار (شكل ١٤).



المصدر: اعتماداً على جدول (٨) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ١٥) المنحني الهيسومتري لوادي نعام



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠ وبرمجيات .ArcGIS

(شكل ١٦) خصائص القطاع الطولي لوادي نعام

وادي ب- ١: تبلغ مساحته ١٩٩.٤ كم^٢ بنسبة ١.٧% من إجمالي مساحة وادي حوضين، وبلغ طول محيطه ١٣٦.٣ كم بنسبة ٤.١% من أطوال محيطات الأحواض الفرعية، ومتوسط ارتفاعه ٣٥٧.١ م، ويتميز حوضه بقلة انحداره (٠.١ درجة)، وتتسع مجارية

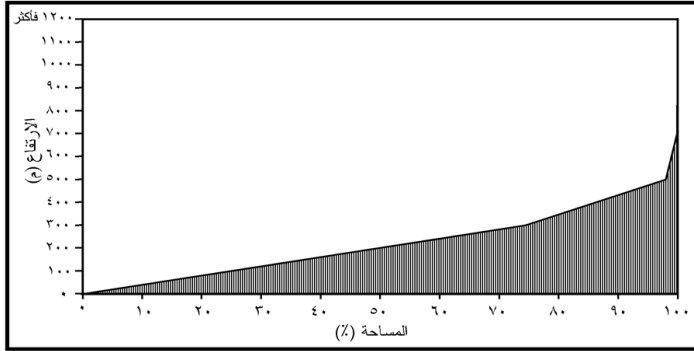
وتبدو ضحلة جدا وتختفي جوانبها ويغلب عليه الاستقامة فوق مركب الصخور المتحولة والتي تمثل نسبة ١٠٠% من حوضه، وأشارت قيمة المنحني الهيسومتري (٠.١٤) لحوضه أنه في مرحلة الشيخوخة المتأخرة جدا (شكل ١٧)، وقطع مرحلة كبيرة من دورة التعرية، وتمثل فئة الارتفاع (٤٠٠ - ٦٠٠م) نسبة صغيرة من مساحته البالغة ٢٣.٤%، أما النسبة الأكبر فتقع في الفئة الأدنى (٢٠٠ - ٤٠٠م) بنسبة ٧٤.٦%، ويعد من الأحواض المستقرة.

(جدول ٨) الخصائص المساحية (كم^٢) لأحواض الشمال المختارة

| وادي ب- ٢ | | وادي ب- ١ | | وادي نعمان | | فئة الارتفاع م |
|-----------|---------|-----------|---------|------------|---------|----------------|
| % | المساحة | % | المساحة | % | المساحة | |
| ٠.١ | ٠.٢ | ٧٤.٦ | ١٤٨.٧ | ٢١.٥ | ٦٩٨.٥ | ٤٠٠ - ٢٠٠ |
| ٠.١ | ٠.٢ | ٢٣.٤ | ٤٦.٨ | ٧٢.١ | ٢٣٤٣.٣ | ٦٠٠ - ٤٠٠ |
| ٦٢.٢ | ١١٩.٨ | ١.٨ | ٣.٧ | ٥.٨ | ١٨٧.٨ | ٨٠٠ - ٦٠٠ |
| ٣٣.٥ | ٦٤.٦ | ٠.١ | ٠.١ | ٠.٤ | ١٤.١ | ١٠٠٠ - ٨٠٠ |
| ٤.١ | ٠.٨ | ٠.١ | ٠.١ | ٠.٢ | ٦.٦ | ١٢٠٠ - ١٠٠٠ |
| ١٠٠ | ١٩٢.٧ | ١٠٠ | ١٩٩.٤ | ١٠٠ | ٣٢٥٠.٣ | المجموع |

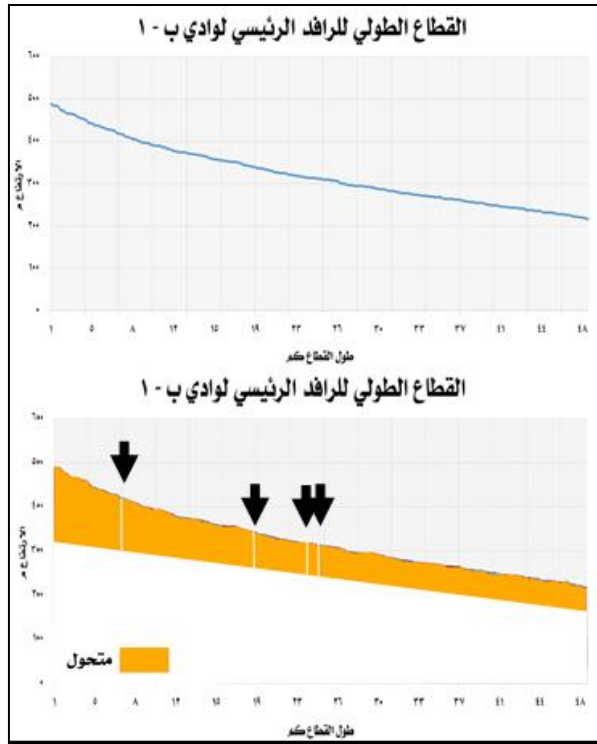
المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي وبرمجيات ArcGIS.

وينحدر رافده الرئيسي من الشمال تجاه الجنوب من ارتفاع ٤٩٢م، وينتهي بالمجري الرئيسي عند ارتفاع ٢٠٦م، والتي تبعد عن مصب وادي حوضين بـ ١٠٥كم، بفارق تضاريسي ٢٨٦م، وبلغ طول قطاعه الطولي ٤٨.٢كم، ومتوسط الانحدار على طول القطاع ٤.٨ درجة، ويقطع مساره أربعة انكسارات، أعلاها انحدارا الانكسار الثاني من أعلي وبلغت درجته ٧٠.٣ درجة ويقع عند ارتفاع ٣١٢م، وبلغ مؤشر تقعر قطاعه ٠.٥.



المصدر: اعتماداً على جدول (٨) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ١٧) المنحني الهيسومتري لوادي ب - ١

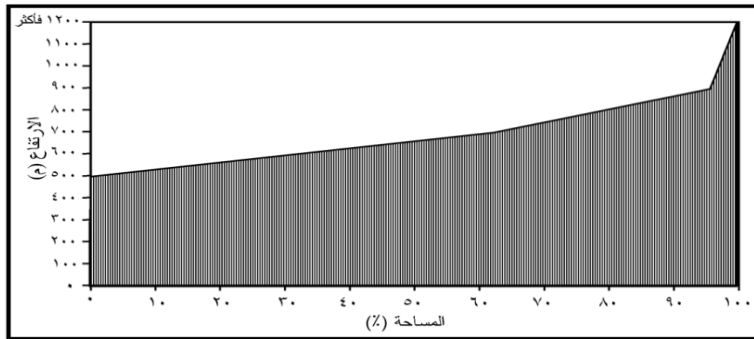


المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠

وبرمجيات ArcGIS.

(شكل ١٨) خصائص القطاع الطولي لوادي ب - ١

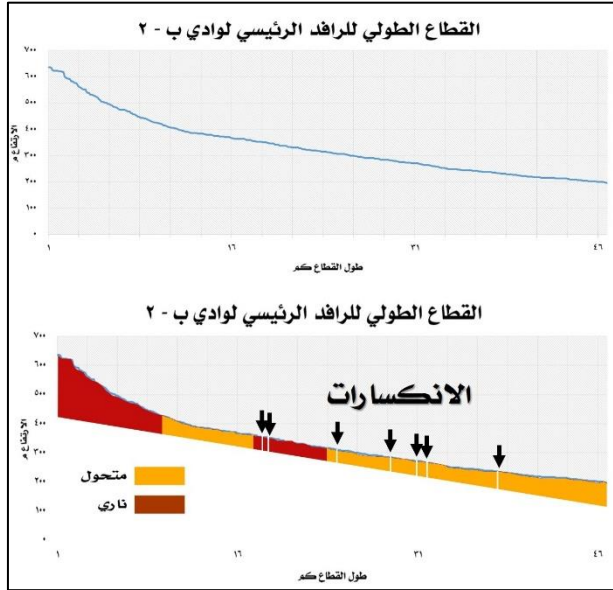
وادي ب- ٢: تبلغ مساحته ١٩٢.٧ كم^٢ بنسبة ١.٧% من إجمالي مساحة وادي حوضين، وطول محيطه ٤٦.٩ كم بنسبة ٤.٤% من أطوال محيطات الأحواض الفرعية، ومتوسط ارتفاعه ٣٢٢.١ م، ويتميز حوضه بقلة انحداره (٠.١ درجة)، وتتحدد مجاريه وتبدو واضحة فوق مركب الصخور النارية والمتحولة والأخيرة سائدة على الأولي، وأشارت قيمة المنحني الهيسومتري (٠.٥٧) لحوضه أنه في بداية مرحلة نضجه (شكل ١٩)، وتمثل فئة الارتفاع (٦٠٠ - ٨٠٠ م) النسبة الأكبر من مساحته وبلغت ٦٢.٢% وهي شاذة عن باقي الأحواض السابقة، تليها الفئة الأعلى (٨٠٠ - ١٠٠٠ م) بنسبة ٣٣.٥%، وهو من الأحواض الخطرة.



المصدر: اعتماداً على جدول (٨) باستخدام برنامج Auto Cad Civil 3D

(شكل ١٩) المنحني الهيسومتري لوادي ب- ٢

وينحدر رافده الرئيسي من الشمال تجاه الجنوب من ارتفاع ٦٤١.٢ م، وينتهي بالمجري الرئيسي عند ارتفاع ١٩٠ م (شكل ٢٠)، والتي تبعد عن مصب وادي حوضين بـ ٩٩.٣ كم، وبلغ طول قطاعه الطولي ٤٧.١ كم، بفارق تضاريسي ٤٥١.٢ م، وبلغ متوسط الانحدار على طول القطاع ٤.٣ درجة، ويقطع مساره سبع انكسارات، ويتألف حوضه من صخور نارية ومتحولة، وبلغ أعلى انحدار في الجزء الأعلى لقطاعه ودرجته ٣٢ درجة ويقع عند ارتفاع ٦٢١.٣ م.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي والخريطة الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠

وبرمجيات ArcGIS.

(شكل ٢٠) خصائص القطاع الطولي لوادي ب- ٢

وتشير هذه التحليلات إلى وجود استجابة غير متجانسة لعمليات التعرية فيما بين الأحواض الفرعية مما يعني أن تشكيل هذا الأحواض لم يكن موحدًا من قبل، وهذا أمر كان متوقعًا في ضوء العمليات التكتونية التي شكلت تضاريس الحوض، ومن المحتمل أيضًا أن تكون الصخور المتباينة على طول القطاعات قد حالت دون تحقيق حالة توازن شامل في جميع أنحاء الحوض، وأما عن ظهور بعض الانحدارات المحلية في مقاطع منفصلة على طول القطاعات واختلاف مؤشر التفرع فقد يكون بسبب مقاومة الصخور المختلفة، ومن ثم إلى اختلاف معدلات النحت بالأحواض الفرعية، لذلك فإن تحليل اقتران القطاع الطولي للمجاري الرئيسية للأحواض الفرعية بالتكوين الجيولوجي والانكسارات مع الدلالة الرقمية للمنحني الهيسومتري الذي حدد المرحلة التي يمر بها الحوض الفرعي، كشفت عن المشهد العام لعمليات النحت في الماضي، وأن وادي حوضين قد استجاب بطريقة تفصيلية متباينة

لتلك العمليات قد يكون بسبب متغيرات محلية. وحددت المعلومات المستخرجة من (DEM) ديناميات المواقع المحتملة التي قد يحدث بها استجابة نوعية لعملية الجريان أثناء فترات رجوع العواصف، ويمكن الربط الكمي لهذه النتائج بالمصفوفة الرياضية التي سيتم استخراجها من نموذج محاكاة الجريان، والتي من شأنها الحصول على مزيد من المعلومات عن إقليم الحوض وتحديد المنهجية القابلة للتطبيق لتحقيق الاستفادة من السيول.

٣- الخصائص المناخية

أظهرت السجلات المناخية لمحطة رأس بناس الساحلية في الفترة الزمنية من ١٩٦٦-٢٠١٨م بأن المنطقة تقع ضمن المناخ الجاف ويمر بها مدار السرطان، وبلغت متوسطات درجة الحرارة لأبرد الشهور (يناير) ٢٠.١° مئوية وأعلى الشهور (يوليو) ٣٢.١° مئوية. وتنخفض رطوبة الهواء في فصل الصيف إلى ٣٨% وترتفع إلى ٥٤% في فصل الشتاء بمتوسط سنوي ٤٣%. ويزيد التبخر في شهر يونيه إلى ٢٨م/يوم ويقل في شهر ديسمبر إلى ٨.٣م/يوم بمتوسط سنوي ٦.٨م/يوم (بيانات محطة رأس بناس).

أما المطر المركز فمختلف زمانيا ومكانيا وهو شديد التفاوت وينتج غالبا عن العواصف المطرية وبتوسطه السنوي ١٧.٤م، وأغزر الشهور مطرًا شهر نوفمبر، ويرجع ذلك إلى تأثير قوة المنخفض السوداني في أواخر فصل الصيف وخلال فصل الشتاء على معظم أجزاء الصحراء الشرقية (طارق زكريا ٢٠٠٣)، وقد يمر عدة أعوام دون أن تسقط قطرة مطر واحدة على المنطقة، لكن هناك بعض الاستثناءات تحدث في تلك المناطق الجافة حيث تصيبها عواصف مطرية غير منتظمة، كما أشارت سجلات محطة رأس بناس بسقوط كميات مطرية مركزة في يوم واحد (جدول ٩)، وأكثر الشهور مطرًا شهر نوفمبر.

ويصيب منطقة الحوض نوعان من العواصف الأولى الانقلابية ويصاحبها أمطار غزيرة ذات أقطار صغيرة تغطي أجزاء من الحوض، والثانية الجبهية وهي ذات امتداد أوسع

فى المساحة وتغطي الحوض بكامله، ويختلف الجريان بالحوض باختلاف قوة وموقع العاصفة، والمشكلة لو كانت العاصفة أقرب لمنطقة المصب تؤدي إلى قصر رحلة الجريان ويكون الدمار أشد على مدينة شلاتين، أما إذا كانت العاصفة في أعالي الحوض فيضيع معظمها خلال رحلة الجريان عن طريقي التسرب والتبخر.

(جدول ٩) أكبر كمية أمطار سقطت في يوم واحد

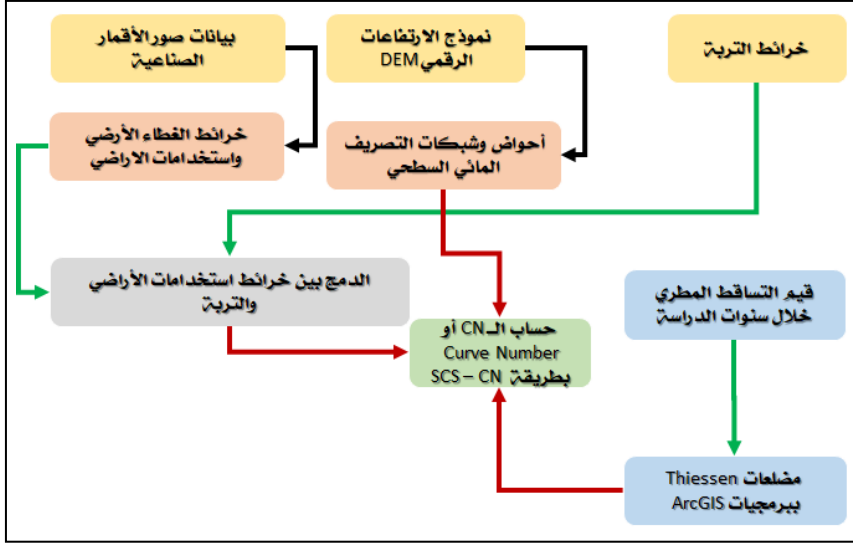
| التاريخ | الكمية مم | التاريخ | الكمية مم |
|------------|-----------|------------|-----------|
| ١٩٦٦/١١/٢٤ | ٦٤ | ١٩٩٤/١١/٣ | ٥٠ |
| ١٩٦٨/٤/١٦ | ١٢.٢ | ١٩٩٦/١١/٢٣ | ١٠.١ |
| ١٩٦٨ /٥/٢٤ | ١٦ | ١٩٩٧/٤/٢٧ | ١٦.٢ |
| ١٩٧٩/١١/٣٠ | ١١.٩ | ٢٠١٢/١١/٢٤ | ١٠.٠١ |
| ١٩٨٦/١١/٦ | ١٤.٢١ | ٢٠١٦/١١/١ | ١٠.٩٨ |
| ١٩٩١/١١/١٣ | ٤٨ | ٢٠١٨/١١/٥ | ١٤.٤٤ |

المصدر/ بيانات غير منشورة للفترة ١٩٦٦-٢٠١٨ هيئة الأرصاد الجوية (محطة رأس بناس).
وبلغت أقصى كمية مطر سقطت في يوم واحد خلال فترة التسجيل على مدار أكثر ٥٠ عاما ٦٤مم، وتعد أهم حدث مناخي شهدتها منطقة الدراسة من منظور هيدرولوجي في الفترة الماضية والتي سيطبق عليها نمذجة الجريان السيلي.

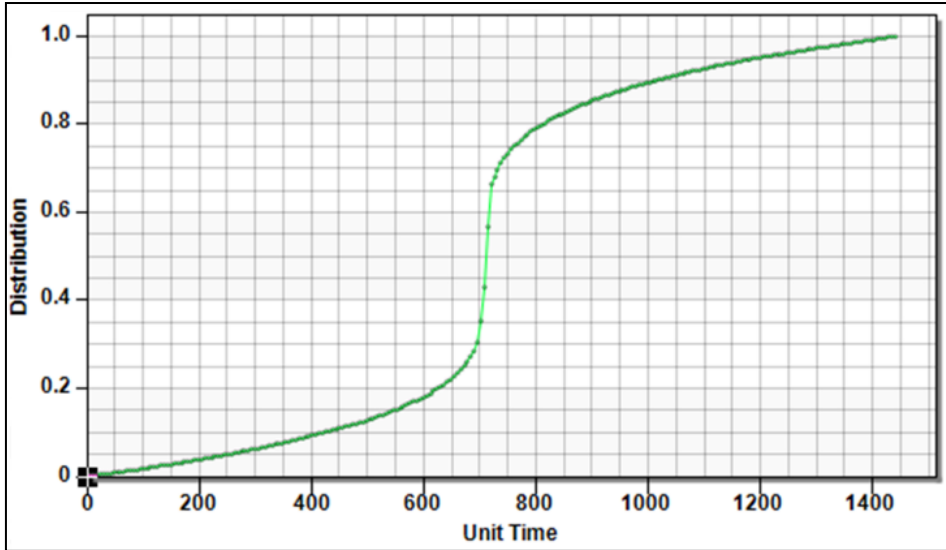
ثانيا: خصائص الجريان السيلي

تهدف نمذجة الجريان السيلي إلى عمل محاكاة لعملية الجريان المائي للأحواض الفرعية لوادي حوضين (شكل ٢١) لعاصفة مطرية محددة (٦٤مم - ١٩٦٦) بافتراض أنها غطت الحوض بكامله، ولعدم معرفة المدة الزمنية التي استغرقتها العاصفة المطرية في سقوطها فقد تم تحديد سقوطها في البرنامج على مدار ٢٤ ساعة (شكل ٢٢)، واستخدم نموذج حماية التربة الأمريكية (SCS-CN) لمعالجة محاكاة الجريان السيلي، وهو أفضل النماذج الرياضية لاعتماده على العديد من المتغيرات المورفومترية والهيدرولوجية وطبيعية استخدامات

الأرض، والنموذج له مخرجات عديدة سنناقش منها قيمة المنحني، وزمن التأخير، وزمن التركيز، وعمق الجريان، وحجم التصريف (جدول ١٠)، ويمكن عرضها كالتالي:



(شكل ٢١) آلية الحصول على قيمة المنحني



المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS

(شكل ٢٢) منحني العاصفة المطرية

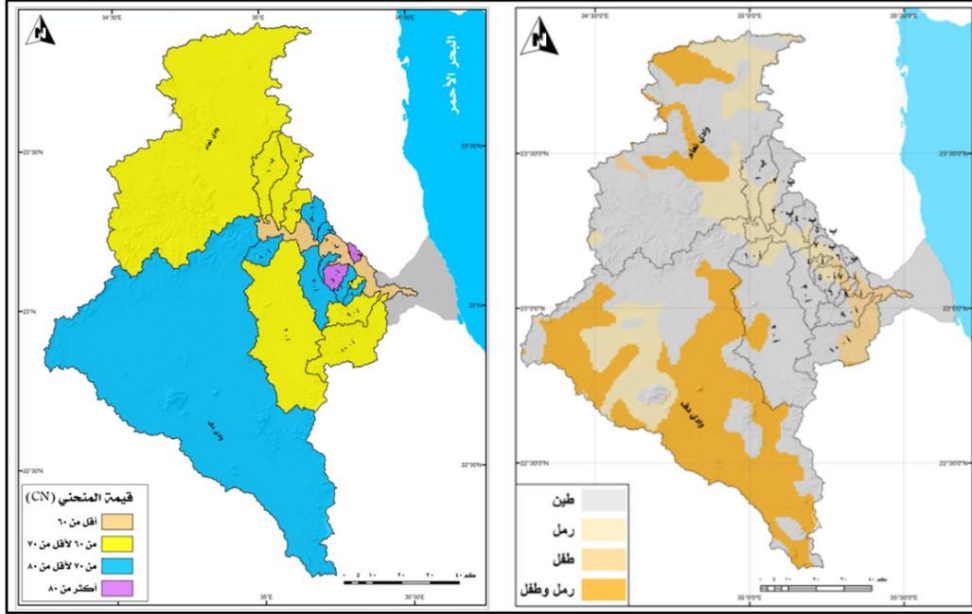
(جدول ١٠) هيدرولوجية الأحواض الفرعية بوادي حوضين

| حجم التصريف مليون/ ٣م | زمن التركيز/ ساعة (Tc) | زمن التأخير/ ساعة (Tp) | قمة التصريف م ^٣ /ثانية (Qp) | عمق الجريان (مم) | قيمة المنحني (CN) | الحوض |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---------------------|----------------------|-----------|
| ٩٠,٥ | ٣٧,٤ | ٢٢,٤ | ١٠٩٠,٦ | ١٧,١ | ٨٠ | وادي دف |
| ١,٣ | ٤,٩ | ٢,٩ | ٨٢,٣ | ١٦,٣ | ٧٩ | ١ - أ |
| ٨,٣ | ١٢,٥ | ٧,٥ | ١٥٣,٤ | ٧,٩ | ٦٧ | ٢ - أ |
| ٢,٥ | ٦,٨ | ٤,١ | ١٢٩ | ١٣,٦ | ٧٣ | ٣ - أ |
| ٠,٤ | ٤,٢ | ٢,٥ | ٢٠,١ | ١٣,٦ | ٧٣ | ٤ - أ |
| ١,١ | ٧,٣ | ٤,٤ | ٦٦,٧ | ١٩,٢ | ٨٩ | ٥ - أ |
| ٠,٧ | ٤,٦ | ٢,٨ | ٤٢,١ | ١٦ | ٧٨ | ٦ - أ |
| ٠,١ | ٣,٩ | ٢,٣ | ٦,٦ | ٦,٢ | ٦٥ | ٧ - أ |
| ٠,٣ | ٤,٢ | ٢,٥ | ١٥,٨ | ١١,٥ | ٧١ | ٨ - أ |
| ١,١ | ٧,١ | ٤,٣ | ٤٢,١ | ٧,٩ | ٦٧ | ٩ - أ |
| ٢,٩ | ١١,٦ | ٧ | ١١١,٢ | ٨ | ٦٨ | ١٠ - أ |
| ٢٣,١ | ٢٨,٤ | ١٧,١ | ٣٥٤,٣ | ٧,١ | ٦٦,١ | وادي نعام |
| ١,٣ | ٤,٣ | ٢,٦ | ٣٢,٥ | ٦,٨ | ٦٦ | ١ - ب |
| ١,٣ | ١١,٥ | ٦,٩ | ٢٩,١ | ٦,٨ | ٦٦ | ٢ - ب |
| ١,٠ | ٤ | ٢,٤ | ٤٩,٩ | ١١,٣ | ٧٠ | ٣ - ب |
| ١,٢ | ٢,٩ | ١,٧ | ٨٧,٩ | ١٥,٩ | ٧٨ | ٤ - ب |
| ٠,٣ | ٢,٤ | ١,٤ | ٢٠ | ١٣,٧ | ٧٤ | ٥ - ب |
| ٠,٤ | ١,٩ | ١,١ | ٢٩ | ١٧,٨ | ٨١ | ٦ - ب |
| ٢,٤ | ٣٠,١ | ١٨ | ٥٤,٥ | ٥,٣ | ٥٩ | ٧ - ب |

المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS

١ - قيمة المنحني (CN)

تعتمد قيمة المنحني على نوع تربة الحوض (شكل ٢٣) التي تعد أحد المدخلات المهمة التي تتحكم في معدل تسرب المياه عبر مسامها، حيث إن طاقة تسريب المياه ليست ثابتة أثناء المطر، وتبدأ بقيم أولية مرتفعة ثم تتناقص إلى أن تصل إلى قيمة ثابتة وتصبح الفرصة مواتية لتولد الجريان (أحمد سالم ١٩٨٩). وصنفت هيئة حماية التربة الأمريكية التربة إلى أربع مجموعات هيدرولوجية Hydrologic Soil Group (HSG) حسب سرعة انتقال المياه خلالها (USDA, 1986)، ولم يتحقق منها في تربة الوادي سوى ثلاث فقط (شكل ٢٣) وهي:



المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

(شكل ٢٣) تصنيف التربة وقيمة المنحني لوادي حوضين

أ-مجموعة A: تتكون من تربة عميقة جافة تحتوي على الرمال أو الحصى، ونفاذيتها عالية (٨م/ساعة) وينشأ بها جريان سيلي منخفض، ومن أنواعها التربة الرملية والتربة الرملية اللومية. وتستحوذ تربة الوادي على النوعين: أحدهما التربة الرملية الخشنة التي تتركز بمساحات كبيرة في حوضي نعام ودف وبعض الأحواض الصغيرة وحوض المجري الرئيسي، وتبلغ مساحتها ١٩٢٢.٩ كم^٢ بنسبة ١٦.١% من إجمالي تربة الحوض (جدول ١١). والأخرى التربة الرملية الطفلية متوسطة الخشونة والتي تسود بوادي دف وبعض أجزاء من حوض وادي نعام وبلغت مساحتها ٣٤٧٩ كم^٢، بنسبة ٢٩.٢%.

ب-مجموعة B: تتكون من التربة اللومية والطميبية اللومية العميقة إلى متوسطة العمق، وهي خليط من الحصى والمفتتات الصخرية، وقوامها ناعم إلى خشن، ويتراوح معدل التسرب بها بين (٤-٨م/ساعة). وتستأثر هذه المجموعة بنوع واحد فقط، وهي التربة الطفلية

متوسطة الخشونة التي تتركز في منفذ وادي حوضين عند قمة مروحة الفيضية، وفي أعلى حوض وادي نعام بمساحة صغيرة، وبلغت مساحتها ٣٧٥.٥ كم^٢ بنسبة ٣.١%.

(جدول ١١) تصنيف التربة بوادي حوضين

| نوع التربة | الحجم | التصنيف | المساحة كم ^٢ | % |
|-----------------|---------------|---------|-------------------------|------|
| رملية | خشنة | A | ١٩٢٢.٩ | ١٦.١ |
| رملية طفلية | متوسط الخشونة | | ٣٤٧٩ | ٢٩.٢ |
| طفلية | متوسط الخشونة | B | ٣٧٥.٥ | ٣.٢ |
| طينية طفلية | متوسط الخشونة | D | ٥٨٠٠.٧ | ٤٨.٧ |
| تكوينات المروحة | | | | |
| الجملة | | | | |
| ٣٣٢.٦ | | | | |
| ٢.٨ | | | | |
| ١١٩١٠.٧ | | | | |
| ١٠٠ | | | | |

المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

ج-مجموعة D: تتكون من التربة الصلصالية الضحلة الموجودة فوق الصخور الصماء، ويحدث بها جريان سيلبي عالٍ ؛ لأن معدل التسرب فيها منخفض جداً، شأنها شأن الأسطح الصخرية العارية التي يصل معدل التسرب فيها إلى أقل من ١.٣م/ساعة. وتسود هذه المجموعة في التربة الطينية الطفلية متوسطة الخشونة القابلة للانتفاش المنتشرة بأرضية الحوض، وبلغت مساحتها ٥٨٣٠.٧ كم^٢ بنسبة ٤٨.٧%.

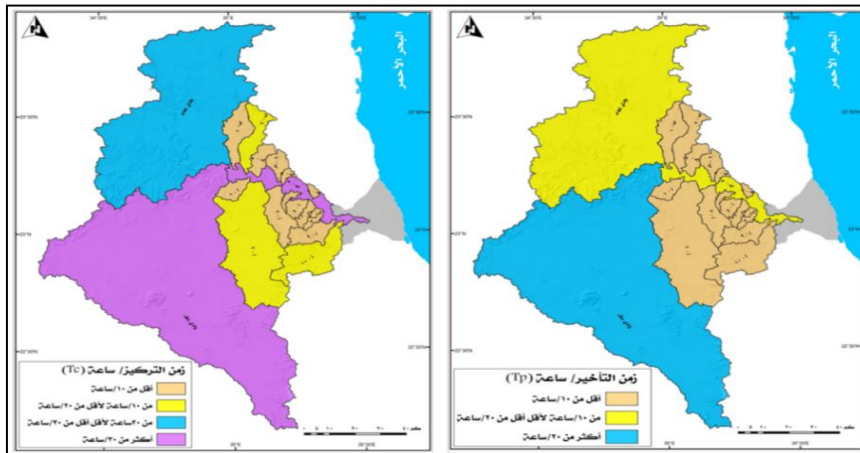
وتختلف نتائج قيمة المنحنى باختلاف الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لكل حوض فرعي، وتم تقسيمها إلى فئات طبقاً لقيمة المنحنى (شكل ٢٣)، وكلما ارتفعت قيمة المنحنى دل هذا على قلة نفاذية المياه عبر المسام والعكس صحيح، ويمكن عرضها كالتالي:

تتمثل الفئة الدنيا لقيمة المنحنى (أقل من ٦٠) في حوض المجرى الرئيسي، وتسود فيه التكوينات الرملية شديدة النفاذية، أما الفئة الثانية (٦٠-٧٠) فتتمثل في ثمانية أحواض مناصفة بين أحواض الشمال وأحواض الجنوب، وتستحوذ الفئة الثالثة على ثمانية أحواض،

اثنان منها تختص بأحواض الشمال والباقي لأحواض الجنوب، وتأتي الفئة الأخيرة (أكثر ٨٠) بحوضين صغيرين المساحة أحدهما لأودية الجنوب (أ- ٥) والآخر لأودية الشمال (ب- ٦).

٢- زمن التأخير

يتوقف طول أو قصر زمن التأخير على عدة متغيرات هي: جيومورفولوجية الحوض ونفاذية تربته ورطوبتها وكمية الأمطار الساقطة وكثافتها وشكل الحوض وخصائصه والنباتات الطبيعية وكثافتها. ويقصد به الفترة الزمنية بين تولد الجريان ووصوله إلى المجاري بالحوض، وتقل القيم لهذا المعامل وتتقارب في الأحواض صغيرة المساحة، وترتفع في الأحواض كبيرة المساحة، وصنفت النتائج إلى ثلاث فئات (شكل ٢٤): الفئة الأولى وهي الأكثر انتشارًا وتشمل ١٦ حوضًا وزمن التأخير فيها يقل عن ١٠ ساعة لانخفاض المساحة الحوضية، وأعلىها وادي أ-٢ بزمن تأخير ٧.٥ ساعة، وأدناها وادي ب-٦ بزمن تأخير ١.١ ساعة، والفئة الوسطي (أقل من ٢٠ ساعة) وتشمل حوضين أعلىها حوض المجري الرئيسي (ب-٧) بزمن تأخير (١٨ ساعة)، وأدناها وادي نعام بزمن تأخير ١٧.١ ساعة، وجاء وادي دف منفردا بزمن تأخير ٢٢.٤ ساعة لزيادة مساحته الحوضية واستطالته.



المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

(شكل ٢٤) زمن التأخير وزمن التركيز للأحواض الفرعية

٣- زمن التركيز:

يقصد بزمن التركيز دخول الجريان السطحي السابق إلى مجاري الأودية، وأيضا الفترة الزمنية اللازمة لانتقال تلك المياه إلى منفذ الحوض، ومن خصائص زمن التركيز للسيول بالمناطق الجافة أن الفترة الزمنية لها تتراوح بين عدة ساعات ويوم كامل أو تزيد قليلا ولها قمة حادة. ويظهر تقارب في قيم زمن التركيز في الأحواض صغيرة المساحة، وتباين في الأحواض كبيرة المساحة ولزيادة استطالتها، مما انعكس على قيم معدل التصريف بها. وصنفت النتائج إلى أربع فئات (شكل ٢٤):

الفئة الأولى وتشمل الأحواض الصغيرة (١٣ حوضا) بزمن تركيز أقل من ١٠/ساعة، وأعلىها وادي أ-٥ بزمن تركيز ٧.٣/ساعة، وأدناها وادي ب-٦ بزمن تركيز ١.٩/ساعة.

الفئة الثانية وتشمل ٣ أحواض بزمن تركيز أقل من ٢٠/ساعة، وأعلىها حوض (أ)-٢ بزمن تركيز ١٢.٥/ساعة، وأدناها وادي ب-٣ بزمن تركيز ١١.٥/ساعة.

الفئة الثالثة (أقل من ٣٠ ساعة) وانفرد بها حوض وادي نعم بزمن تركيز ٢٨.٤ ساعة.

الفئة الرابعة والأخيرة (أكثر من ٣٠ ساعة) وتتمثل بحوضين أعلىها وادي دف بزمن تركيز (٣٧.٤ ساعة)، وأدناها وادي ب-٧ بزمن تركيز ٣٠.١/ساعة.

٤- الجريان:

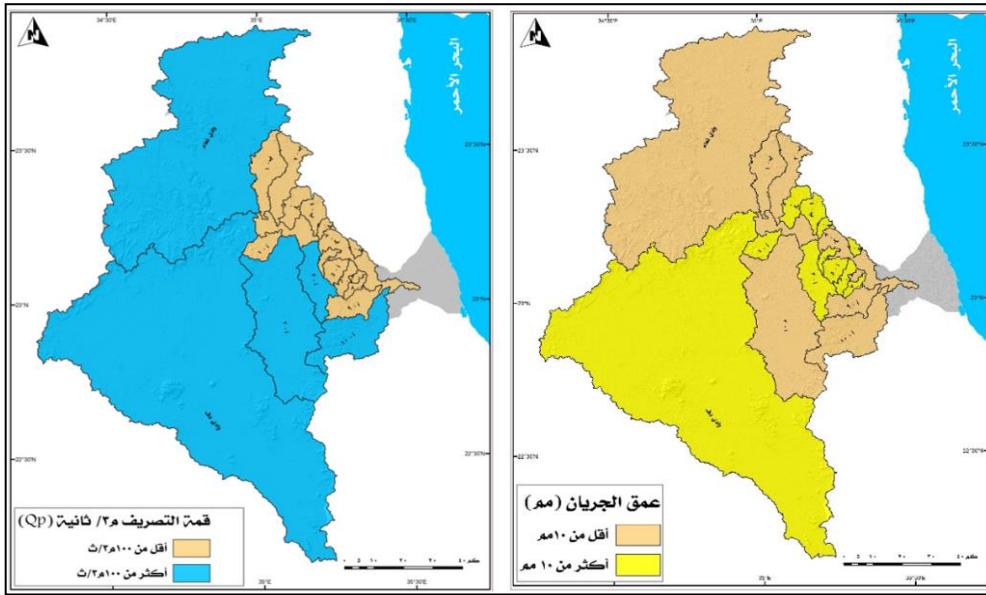
يتوقف الجريان على مجموعة من العوامل المؤثرة مثل التشبع التام للتربة وملء المنخفضات بالمياه، ويتوقف هذا على مدى غزارة المطر واستمراريته، وهو من العوامل المؤثرة التي تؤدي إلى الجريان السطحي الذي يتجمع فوق السطح كفائض، والحد الأدنى اللازم لبدء عملية الجريان هو تركيز سقوط المطر (١مم/دقيقة، وألا يقل كميات المطر الساقطة

عن ١٠م خلال الرخة الواحدة (أحمد سالم ١٩٩٩)، مع عدم إهمال عملية التسرب الباطني خلال مسام الصخور، لأن زيادة الفاقد بالتسرب يقلل من عملية الجريان السيلي أكثر من عملية التبخر لقلة زمن الحدث (كريم مصلح ١٩٩٥). ويغطي الجريان السطحي المساحات المحصورة بين خط تقسيم المياه وبدايات المجارى، ويتراوح عمق الجريان بين ٠.٣-١٩.٢م.

وقد تم تصنيف المخرجات إلى فئتين:

الفئة الدنيا: (أقل من ١٠م) استحوذت على ثمانية أحواض مناصفة بين أحواض الشمال والجنوب (شكل ٢٥)، وأعلى قيمة لوادي أ- ١٠ (٨ م) وأدنى قيمة لوادي ب- ٧ (٠.٣م).

الفئة العليا: (١٠.١ - ٢٠م) جاءت بأحد عشر حوضاً، وأعلى قيمة لوادي أ- ٥ (١٩.٢ م) وأدنى قيمة لوادي ب- ٣ (١.٣م) منها ستة أودية للجنوب وخمسة للشمال.



المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

(شكل ٢٥) عمق الجريان وقمة التصريف للأحواض الفرعية

٥ - قمة التصريف:

تحتسب قمة التصريف بالمتري المكعب في الثانية وتختلف من حوض لحوض تبعاً للظروف المختلفة، وتتميز القمة بزيادة كبيرة في سرعة الجريان ولفترة زمنية محدودة جداً، وقسمت إلى فئتين (شكل ٢٥):

الأولى: (أقل من ١٠٠ م^٣/ث) وتشمل أربعة عشر حوضاً بالتساوي بين أودية الشمال والجنوب، أعلاها وادي ب-٤ بقمة تصريف (٨٧.٩ م^٣/ث)، وأدناها وادي أ-٧ بقمة تصريف (٦٠.٦ م^٣/ث).

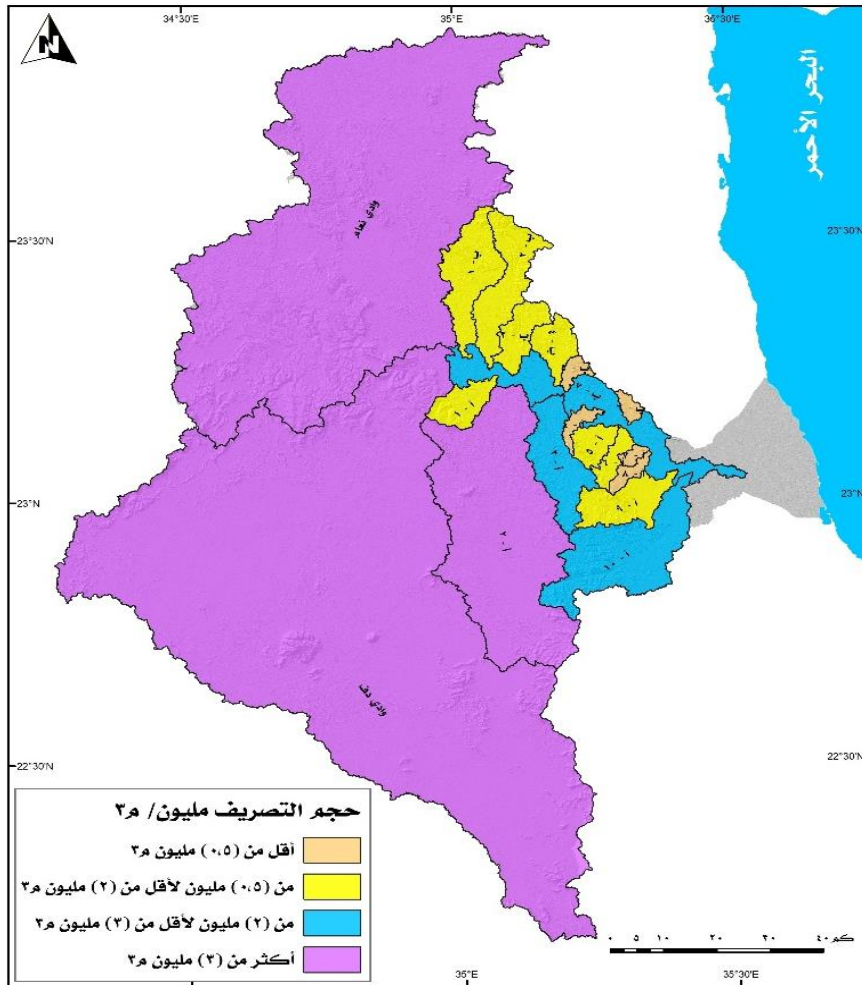
الثانية: (أعلى من ١٠٠ م^٣/ث) كان نصيبها خمسة أحواض، أعلاها وادي دف بقمة تصريف (١٠٩٠.٦ م^٣/ث)، وأدناها وادي أ-١٠ بقمة تصريف (١١٠.٢ م^٣/ث).

٦ - حجم التصريف:

يمثل حجم التصريف القيمة الإجمالية لكميات المياه الخارجة من منفذ الحوض الفرعي بعد عملية التسرب والتشبع التام للتربة لمجري الحوض الرئيسي (ب-٧)، وهو بمثابة مستوي قاعدة لها، وتدخل تلك الكمية التصريفية بقمم تصريفها في أوقات زمنية متباينة وفقاً لزمناً تركيزها، وتم تصنيف المخرجات إلى أربع فئات وبيانها كالتالي (شكل ٢٦):

- **الفئة الأولى (أقل من ١ مليون م^٣):** استحوذت تلك الفئة على ستة أحواض منها أربعة للجنوب، وتراوح مساحتها بين ١٤.٧ - ٤٢.٨ كم^٢، وتراوح حجم تصريفها بين ٠.١ - ٠.٧ مليون م^٣.
- **الفئة الثانية (١ - ٢ مليون م^٣):** استأثرت بسبعة أحواض منها أربعة أحواض للشمال، وتراوح مساحتها بين ٥٧ - ٩٩.٤ كم^٢، وتراوح حجم تصريفها بين ١ - ١.٣ مليون م^٣.

- الفئة الثالثة (٢.١ - ٣ مليون م^٣): تضم ثلاثة أحواض منها حوضين للجنوب، وتراوحت مساحتها بين ٤٥٠.٤ - ٣٦٦.٧ كم^٢، وتراوح حجم تصريفها بين ٢.٤ - ٢.٩ مليون م^٣.
- الفئة الرابعة (أكثر من ٣ مليون م^٣): تشمل ثلاثة أحواض منها حوضين للجنوب، وتراوحت مساحتها بين ١٠٥٢.٧ - ٥٢٩٠.١ كم^٢، وتراوح حجم تصريفها بين ٨.٣ - ٩٠.٥ مليون م^٣.

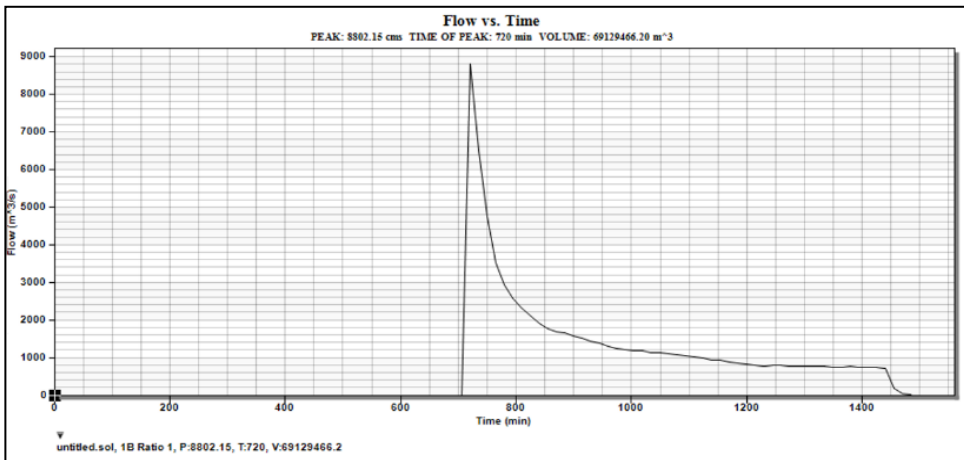


المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

(شكل ٢٦) حجم التصريف للأحواض الفرعية

٧- القيمة التجمعية للحوض:

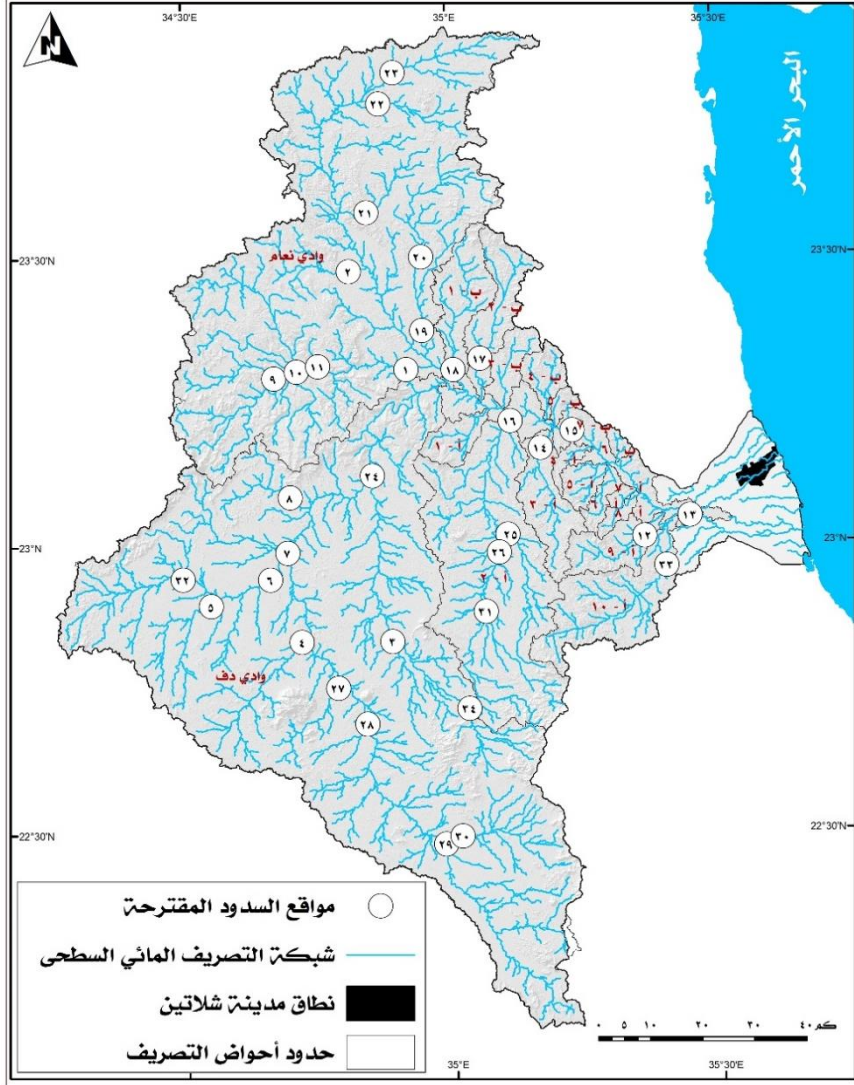
بلغت متوسطات القيمة المجمعة للأحواض الفرعية لقيمة المنحني ٧٢.١، ولعمق الجريان ١.٦م، ولقمة التصريف ١٢٧.٢م^٣/ث، ولزمن التأخير ٦ساعات، ولزمن التركيز ١٠ ساعات، والقيمة المجمعة لحجم التصريف ٤٠.١ مليونم^٣/ث، وأشارت نتائج الهيدروجراف (شكل ٢٧) على الحوض كله، أن قمة التصريف بلغت ١٨٠.٢م^٣/ث، وأعلى عمق للجريان اقترب من ٣م خلف المروحة بزمن تركيز ١٢ ساعة، وبلغ حجم التصريف الكلي ٦٩.١ مليونم^٣/ث بنسبة ٤٩.٣% من إجمالي القيمة المجمعة للأحواض، ويرجع ذلك أن معظم المياه تأتي من أودية دف وأ-٢ ونعام والتي بلغت ١٢١.٩ مليونم^٣ بنسبة ٨٧% من إجمالي تصريف الحوض، وتبعد مصباتها جميعا عن مصب الوادي على البحر الأحمر بنحو ١٢٥ كم، وبما أن حوض المجري الرئيسي البالغ مساحته ٤٥٠ كم^٢ وبه أكبر تجمع للرواسب الرملية المسامية والتي أشار البرنامج من قبل أن قيمة المنحني له بلغت ٥٩، ومع طول الرحلة كانت الفرصة مهيأة لتسرب نصف كمية المياه الخارجة من الأحواض الفرعية وبلغت نسبتها ٥٠.٦%.



المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS

(شكل ٢٧) هيدروجراف الجريان المائي لوادي حوضين

وقد لوحظ من نتائج المعاملات الهيدرولوجية للأحواض الفرعية أنها مختلفة باختلاف خصائصها، وأن أودية الجنوب أقل تضرسا وأكثر استطالة من أودية الشمال، لهذا نقترح مجموعة من السدود التعويقية (شكل ٢٨) التي تتناسب مع مخرجات الأحواض التصريفية في عدة مواقع طبوغرافية محددة تناسب إقامة هذه السدود لتخزين المياه وزيادة شحن الخزان الجوفي وتنمية المساحات الشاسعة من التربة في أودية الجنوب، والحماية من جريان المياه لأودية الشمال، والعمل على تطهيرها من كميات الرواسب المتجمعة أمامها بعد عدة سيول متعاقبة، حتى لا تقل السعة التخزينية لها وتؤدي إلى عبور المياه من فوق السد وانتهياره.



المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

(شكل ٢٨) السدود المقترحة على وادي حوضين

وبلغ عدد السدود المقترحة ٣٤ سدا (ملحق ١) منها ١٨ سدا على أودية الجنوب وسدان على المجري الرئيسي و١٤ سدا لأودية الشمال. وقد لوحظ أن عمران مدينة الشلاتين شمال المجري الرئيسي، وتكمن الخطورة في طمس مجاري التصريف على المروحة بهياكلها الهندسية لأنها تتفرع من المجري الرئيسي شرق المدينة.

ونستنتج من هذه الدراسة أن أخطار الجريان السيلي لوادي حوضين ليست عالية في ظل الكميات المرصودة، ويرجع ذلك لعدة متغيرات نوجزها في التالي:

- ١- اتساع مساحة الحوض المترامية.
- ٢- طول المسافة التي يقطعها السيل منذ لحظة تولده وحتى وصوله للمصب.
- ٣- اتساع مروحته الفيضية طولاً وعرضاً.
- ٤- تشعب المجري الرئيسي إلى عدد كبير من المجاري علي مروحته الفيضية.
- ٥- يمثل الفاقد علي الحوض كله بالتسرب ٢٨.٤٦م، ولهذا لن يحدث جريان إلا إذا كانت كمية المطر الساقطة أعلى من القيمة المذكورة.
- ٦- ابتعاد عمران المدينة عن المجري الرئيسي (صورة٣).



(صورة ٣) بعض الهياكل الهندسية بمروحة وادي حوضين

الخاتمة

يقع وادي حوضين في أقصى الجنوب الشرقي للصحراء الشرقية في بيئة جافة، وتبلغ مساحته ١٩١٠.٧ كم^٢ ويعد أكبر الأحواض الجافة بإقليم البحر الأحمر، وتتألف مكوناته من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة والأخيرة تمثل نسبة ٣٩.٤% من مساحته، وتكتنفه مجموعة من الانكسارات الطولية والعرضية، ويمر الحوض حاليا بمرحلة الشيخوخة المبكرة، وتضاريسه نتاج مقترن من عمليات تكتونية كانت نشطة في الماضي بعمليات تعرية نهرية أعقبتها في الفترات الرطبة، وتمثل فئة الارتفاع ٤٠٠-٦٠٠ م النسبة الأكبر من مساحته (٥٤.٣%)، وتسود النسبة الأكبر (٧٩.١%) فيه من الانحدارات الخفيفة فوق المتوسطة، ويجمع وادي حوضين بأكثر من نمط تصريفي مثل الشجري والمتشابك والمستطيل.

ويضم مجموعة من الأحواض الفرعية التي تختلف في خصائصها فيما بينها وعددها ١٩ حوضا، وتنقسم إلى قسمين شمالية وأهمها وادي نعام وجنوبية وأهمها وادي دف والشمالية أكثر تضرسا من الجنوبية، والأخيرة أكبر مساحة من الأولى، وتراوح أطوال مجاريها الرئيسية بين ١٠.١ - ٢٢٩.٨ كم، وتراوح أقصى انحدار لها بين ٢٠.٣ - ٧٩.٣ درجة، وانحصر المتوسط العام لانحدارات المجاري بين ٣.٥ - ٧.٣ درجة، وتظهر الأجزاء العليا لمعظم القنوات في الحوض تقعرا نسبيا ينحصر في نطاق ضيق (٠.٤ - ٠.٦)، وأظهر المنحني الهيسومتري تفاوتات في المراحل العمرية بين الأحواض مما يشير أن التعرية لم تكن موحدة من قبل.

وأظهرت المتغيرات الهيدرولوجية للأحواض أن هناك اختلافا فيما بينها طبقا لخصائص كل حوض، فتراوحت قيمة المنحني بين ٥٩ - ٨٩، ويرجع ذلك لخصائص التربة بالأحواض، وتراوح عمق الجريان بين ٥.٣ - ٩.٢ م، وتراوحت الفترة الزمنية بين توالد الجريان (زمن التأخير) ووصوله إلى المجاري بالحوض بين أقل من ١٠ ساعة في الأحواض

الصغيرة وأكثر من ٢٠ ساعة في الأحواض الكبيرة، واختلفت الفترة الزمنية (زمن التركيز) لانتقال المياه إلى منفذ الحوض، وتراوح بين أقل من ١٠ ساعة في الأحواض الصغيرة وأكثر من ٣٠ ساعة في الأحواض الكبيرة، وجاءت قمة التصريف انعكاسا للمساحة وتراوح بين ٦٠.٦ م^٣/ث-١٠٩٠.٦ م^٣/ث، وبلغت القيمة المجمعة لحجم التصريف الخارجة من الأحواض ٤٠.١ مليون م^٣/م، أما الكمية المحسوبة من البرنامج الخارجة من المنفذ الرئيسي ٦٩.١ مليون م^٣/م، وهي تمثل نسبة ٤٩.٣% من حجم تصريف الأحواض.

ولهذا اقترحنا إقامة مجموعة من السدود التعويقية التي تتناسب مع مخرجات الأحواض التصريفية في عدة مواقع طبوغرافية لتفادي خطرهما من الجريان، ولتخزين المياه وزيادة شحن الخزان الجوفي لتنمية المساحات الشاسعة من التربة في أودية الجنوب، والحماية من الجريان السيلي لأودية الشمال.

التوصيات

- ١- تنفيذ مجموعة السدود المقترحة في أودية الجنوب للتنمية.
- ٢- تنفيذ مجموعة أودية الشمال للحماية من الجريان السيلي لزيادة تضرسه.
- ٣- تشييد العمران الجديد بعيدا عن مجاري الأودية الفرعية.
- ٤- النزول بمستوى الطرق العابرة للمجاري لقاع المجري.

(ملحق ١) الإحداثيات الفلكية لمواقع السدود المقترحة بوادي حوضين

| م | دوائر العرض | خطوط الطول | م | خطوط الطول | دوائر العرض |
|----|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|
| ١ | ٢٣° ١٨' ١٤,٣٨١" N | ٣٤° ٥٥' ٧,٧٠٧" E | ١٨ | ٣٥° ٥٥' ٧,٧٠٧" E | ٢٣° ١٨' ١٤,٣٨١" N |
| ٢ | ٢٣° ٢٨' ٢٨,٩٩٥" N | ٣٤° ٤٨' ٤٦,٥١٧" E | ١٩ | ٣٤° ٤٨' ٤٦,٥١٧" E | ٢٣° ٢٨' ٢٨,٩٩٥" N |
| ٣ | ٢٢° ٤٩' ٥٥,٣٠٣" N | ٣٤° ٥٣' ١٦,٧٧٦" E | ٢٠ | ٣٤° ٥٣' ١٦,٧٧٦" E | ٢٢° ٤٩' ٥٥,٣٠٣" N |
| ٤ | ٢٢° ٤٩' ٥٥,٣٠٣" N | ٣٤° ٤٣' ٣,٤٤٦" E | ٢١ | ٣٤° ٤٣' ٣,٤٤٦" E | ٢٢° ٤٩' ٥٥,٣٠٣" N |
| ٥ | ٢٢° ٥٣' ٤٤,٨٧٣" N | ٣٤° ٣٢' ٥٣,٥٤٣" E | ٢٢ | ٣٤° ٣٢' ٥٣,٥٤٣" E | ٢٢° ٥٣' ٤٤,٨٧٣" N |
| ٦ | ٢٢° ٥٦' ٢٧,٦٢٨" N | ٣٤° ٣٩' ٣٤,٤٣٥" E | ٢٣ | ٣٤° ٣٩' ٣٤,٤٣٥" E | ٢٢° ٥٦' ٢٧,٦٢٨" N |
| ٧ | ٢٢° ٥٩' ١٣,٨١٠" N | ٣٤° ٤١' ٣٤,٣٥٩" E | ٢٤ | ٣٤° ٤١' ٣٤,٣٥٩" E | ٢٢° ٥٩' ١٣,٨١٠" N |
| ٨ | ٢٣° ٥٩' ٨٧,٩٧٩" N | ٣٤° ٤١' ٥٤,٩١٨" E | ٢٥ | ٣٤° ٤١' ٥٤,٩١٨" E | ٢٣° ٥٩' ٨٧,٩٧٩" N |
| ٩ | ٢٣° ١٧' ٢٥,١٢٦" N | ٣٤° ٤٠' ١٠,٤١٢" E | ٢٦ | ٣٤° ٤٠' ١٠,٤١٢" E | ٢٣° ١٧' ٢٥,١٢٦" N |
| ١٠ | ٢٣° ١٨' ٦,٢٤٣" N | ٣٤° ٤٢' ٤٤,٦٠١" E | ٢٧ | ٣٤° ٤٢' ٤٤,٦٠١" E | ٢٣° ١٨' ٦,٢٤٣" N |
| ١١ | ٢٣° ١٨' ٣٧,٠٨١" N | ٣٤° ٤٥' ١٠,٢٢٤" E | ٢٨ | ٣٤° ٤٥' ١٠,٢٢٤" E | ٢٣° ١٨' ٣٧,٠٨١" N |
| ١٢ | ٢٣° ٠' ٣٨,٦١٤" N | ٣٥° ٢١' ٤٩,٥٦٠" E | ٢٩ | ٣٥° ٢١' ٤٩,٥٦٠" E | ٢٣° ٠' ٣٨,٦١٤" N |
| ١٣ | ٢٣° ٢' ٤٣,٦٧٨" N | ٣٥° ٢٦' ٥٦,٢٢٥" E | ٣٠ | ٣٥° ٢٦' ٥٦,٢٢٥" E | ٢٣° ٢' ٤٣,٦٧٨" N |
| ١٤ | ٢٣° ٩' ٥٥,٤٠٨" N | ٣٥° ١٠' ١٢,٢٨٣" E | ٣١ | ٣٥° ١٠' ١٢,٢٨٣" E | ٢٣° ٩' ٥٥,٤٠٨" N |
| ١٥ | ٢٣° ١١' ٤٣,٢٤٠" N | ٣٥° ١٣' ٤٨,١٤٧" E | ٣٢ | ٣٥° ١٣' ٤٨,١٤٧" E | ٢٣° ١١' ٤٣,٢٤٠" N |
| ١٦ | ٢٣° ١٢' ٤٦,٧٢٩" N | ٣٥° ٦' ٤٨,٤١٠" E | ٣٣ | ٣٥° ٦' ٤٨,٤١٠" E | ٢٣° ١٢' ٤٦,٧٢٩" N |
| ١٧ | ٢٣° ١٩' ١٧,٤٤١" N | ٣٥° ٣' ٢٩,٦٧٨" E | ٣٤ | ٣٥° ٣' ٢٩,٦٧٨" E | ٢٣° ١٩' ١٧,٤٤١" N |

المصدر: بالاعتماد علي برمجيات WMS وبرمجيات ArcGIS

مراجع عربية وأجنبية

١. إبراهيم سيد صابر بكري ٢٠٠٥: السيول وأخطارها علي ساحل البحر الأحمر فيما بين وادي الأسيد وفالق الوعر: دراسة جيومورفولوجية تطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٢. أبو بكر شعبان حجاج فراج ٢٠١٨: سيول وادي علم بالصحراء الشرقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة القاهرة.
٣. أحمد إبراهيم صابر ٢٠٠٧: الآثار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه في المنطقة الممتدة من الصف إلى العين السخنة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة بنها.
٤. أحمد سالم صالح ١٩٩٩: السيول في الصحاري نظرياً وعملياً، دار الكتاب الحديث، القاهرة.

٥. أسامة حسين شعبان ٢٠١٢م: أخطار السيول على منطقة شرق مدينة المنيا: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة، العدد ٧٢ الجزء الأول.
٦. آمال اسماعيل شاور ٢٠١١م: جغرافية مصر الطبيعية. دار الغيطاني للنشر والتوزيع، بورسعيد.
٧. جودة التركماني ٢٠١٩م: الأراضي الجافة وشبه الجافة. دار الثقافة العربية، القاهرة.
٨. سهام محمد هاشم وشريف سيد صابر ومحمد غريب المالكي ومحمود حسانين ٢٠١٨م: كيفية إدارة الكارثة تطبيق أخطار السيول وطرق الوقاية منطقة سفاجا. مجلة العلوم البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية - جامعة عين شمس، المجلد الثالث والأربعون، الجزء الأول.
٩. صبحي عبد الحميد عبد الجواد ٢٠١٢م: الأخطار الجيومورفولوجية في المنطقة بين مرسى علم وشلاتين البحر الأحمر، مصر "دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة حلوان.
١٠. صلاح قابيل عبد القوى هاشم ٢٠١٥م: أخطار الجريان السيلي بالجانب الشرقي لوادي النيل بين وادي غرار جنوباً والرشراش شمالاً، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب جامعة المنيا.
١١. طارق زكريا ٢٠٠٣م: الأمطار والسيول على سيناء وساحل البحر الأحمر، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٤١.
١٢. عصام بن يحي الفيلالي ٢٠٠٥م: مقدمة في الصخور المتحولة. مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

١٣. كريم مصلح صالح ١٩٩٥: جيومورفولوجية الحافة الجبلية والمنطقة الساحلية فيما بين رأس الزعفرانة ورأس أبو بكر الصحراء الشرقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
١٤. محمد ابراهيم محمد خطاب ٢٠١٨: قياس وتقدير الامطار لدراسة السيول في الأودية الجافة بالتطبيق على سيول شمالي الصحراء الشرقية وسيناء، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة قناة السويس العدد ٢٧.
١٥. محمود السيد شطا ٢٠١٥: الخصائص والأخطار الجيومورفوهيدرولوجية وتأثيراتها في حوض وادي البارود شمال منطقة سفاجا، مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة قناة السويس، العدد ١٤.
١٦. مني عبد الرحيم الكيالي وصبحي عبد الحميد عبد الجواد ٢٠١٩: اخطار السيول باستخدام النمذجة المكانية، حوض وادي غدير، البحر الأحمر، المؤتمر الجغرافي الدولي الثاني، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، كلية الآداب، جامعة المنوفية.
١٧. مني عبد الرحيم الكيالي وصبحي عبد الحميد عبد الجواد ٢٠٢٠: النمذجة الهيدرولوجية ثنائية الأبعاد للجريان السيلي، حوض وادي الجمال، البحر الأحمر، باستخدام تطبيقات الجيوماتكس، المجلة العربية للدراسات الجغرافية، المجلد الثالث، العدد الرابع.
١٨. نصر الدين محمود سالم ٢٠١٩: شبكة التصريف في منطقة رأس غارب والأخطار الجيومورفولوجية المرتبطة بها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ.
١٩. نيرمين نتعي زهير حنا الله، ٢٠٠٩: مشكلات السيول في محافظة بني سويف، مجلة كلية التربية، جامعة عين شمس المجلد ١٥، العدد ٣.

٢٠. هويدا توفيق أحمد حسن ٢٠١٣: الأخطار الجيومورفولوجية المرتبطة بالسيول وتأثيرها على المناطق الأثرية بمحافظة أسيوط، مجلة الشرق الأوسط، جامعة عين شمس، العدد ٣٣.
٢١. الهيئة القومية للاستشعار عن البعد وعلوم الفضاء ١٩٩٧: السيول ووسائل مجابهة مخاطرها على مدن ساحل البحر الأحمر، وزارة البحث العلمي، أغسطس ١٩٩٧.
٢٢. ولاء محمد عبد العظيم عبد الرحيم ٢٠١٨: الأخطار الجيومورفولوجية للسيول على الساحل الغربي لخليج السويس، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب جامعة بنها.
٢٣. وهبه شلي ٢٠١٩: أثر التغيرات المناخية على الألسنة البحرية بمصب وادي عربية (دراسة جيومورفولوجية)، المجلة المصرية للتغير البيئي، المجلد ١١، العدد ٢، أكتوبر ٢٠١٩.

24. Abdel Fattah, M., Kantoush, S., and Sumi, T., 2015: Integrated Management of Flash Flood in Wadi System of Egypt: Disaster Prevention and Water Harvesting, Annuals of Disas, Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 58 B

25. Abdel-Fattah, M., Saber, M., Kantoush, S., Khalil, M., Sumi, T., and Sefelnasr, A., 2017: A Hydrological and Geomorphometric Approach to Understanding the Generation of Wadi Flash Floods, J., Water, Vol., 9, 553; doi:10.3390/w9070553

26. Abo El-Nasr, M., Saqr, A., Ismail, L., Abotaleb, A., and Hamdy, M., 2017: Risk Mitigation and optimization use of runoff water in Wadi Alassuity, East Desert of Egypt, J. Environ. Sci. Institute of Environmental Studies and Research, Ain Shams Univ. Vol. 40, No.3.

27. Abu El-Magd, S., Amer, R., and Embaby, A., 2020: Multi-criteria decision-making for the analysis of flash floods: A case study of Awlad Toq-Sherq, Southeast Sohag, Egypt, Journal of African Earth Sciences, Vol., 162.



28. Ashour, M.M., 2002: Flash Floods in Egypt: A Case Study of Durunka Village Upper Egypt, pp.101-114.
29. Azab, M., 2009: Flood hazard between Marsa Alam- Ras Banās, Fourth Environmental Conference, Fac., Sci., Zagazig University.
30. El Bastawesy, M., and Abu El Ella, E., 2017: Quantitative estimates of flash flood discharge into wastewater disposal sites in Wadi Al Saaf, the Eastern Desert of Egypt, Journal of African Earth Sciences, Vol., 136.
31. El Bastawesy, M., Attwa, M., Abdel Hafeez, T., and Ahmed Gad, 2019: Flash floods and groundwater evaluation for the non-gauged dryland catchment using remote sensing, GIS and DC resistivity data: A case study from the Eastern Desert of Egypt, Journal of African Earth Sciences, Vol., 152.
32. EL Mustafa, A., and EL-Koly, K., 2009: Assessment of flash floods flowing to Nile mainstream between Aswan and Assiut, Fourth Environmental Conference, Fac., Sci., Zagazig University.
33. El Rakaiby, M. L. , 1989: "Drainage basins and Flash Flood Hazard in selected parts of Egypt " , Egy. J. Geol. Vol. 33, pp. (307: 323)
34. Elsadek, W., Ibrahim, M., and Mahmod, W., 2018: Flash Flood Risk Estimation of Wadi Qena Watershed, Egypt Using GIS Based Morphometric Analysis, J., Applied Environmental Research, Vol., 40, No. 1.
35. Elsadek, W., Ibrahim, M., and Mahmod, W., 2019: Runoff hazard analysis of Wadi Qena Watershed, Egypt based on GIS and remote sensing approach, Alexandria Engineering Journal, Vol., 58, Issue 1 <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.02.001>
36. Ezz, H., 2017: The Utilization of GIS in Revealing the Reasons behind Flooding Ras Gharib City, Egypt, International Journal of Engineering Research in Africa, Vol., 31.

37. Hack, J. T. 1973: Stream profile analysis and stream-gradient index; J. Res. U.S. Geol. Surv. 1 421–429.
38. Mahmoud, S. H., 2014: Investigation of rainfall–runoff modeling for Egypt by using remote sensing and GIS integration, J., Catena, 120, <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2014.04.011>
39. Mashaly, J., and Ghoneim, E., 2018: Flash Flood Hazard Using Optical, Radar, and Stereo-Pair Derived DEM: Eastern Desert, Egypt, J., Remote Sens, Vol.,10; doi:10.3390/ rs10081204
40. Moawad, B., , Abdel Aziz, A., and Mamtimin, B., 2016: Flash floods in the Sahara: a case study for the 28 January 2013 flood in Qena, Egypt, j. Geomatics, Natural Hazards and Risk, Vol., 7 Issue1. <https://doi.org/10.1080/19475705.2014.885467>
41. Mohamed, S., 2019: Application of satellite image processing and GIS-Spatial modeling for mapping urban areas prone to flash floods in Qena governorate, Egypt, Journal of African Earth Sciences, Vol., 158.
42. Wobus C W, Crosby B T and Whipple K X 2006a: Hanging valleys in fluvial systems: Controls on occurrence and implications for landscape evolution; J. Geophys. Res. Earth Surf. 111.
43. Wobus C W, Whipple K X, Kirby E, Snyder N, Johnson J, Spyropolou K, Crosby B and Sheehan D 2006b: Tectonics from topography: Procedures, promise, and pitfalls; Geol. Soc. Am. Spec. Paper 398 55–74.
44. Zaid, S., 2009: Potential of flash flooding of the drainage basins of Quseir area and risk evaluation, Fourth Environmental Conference, Fac., Sci., Zagazig University.

Abstract:

This paper discusses and analyzes estimating the volume of water flow in the Wadi Hawdayn basin in the Eastern Desert. The American soil protection model was applied to the maximum rainstorm that hit the region (64 mm). After identifying the topographic features of the basin and that it is going through an aging stage, and studying its subsidiary basins and calculating some of its morphometric features and their hydrological parameters, it is noticed that the most dangerous basins are the Daf, A-2 and Naam basins, which account for 87% of the basin water, and have the highest drainage peak, and their estuaries are 125 km away from the Wadi Hudain on the Red Sea, and more than half of this amount is lost by leakage. The final drainage amount was estimated at the city of Shalateen, which ends up to the sea at about 69.1 million / m³ with a drainage peak of 8802.1 m³ / s. Consequently, groups of blocking dams with the drainage network have been recommended with the outputs of (subsidiary) tributary basins in several topographic sites in order to raise the level of the aquifer, increase the development of the basin and to protect the infrastructure city of Shalateen.

Descriptors:

Wadi Hawdayn- hydrological -Eastern Desert- Geospatial modelling



**Geospatial modelling of the corrantial
flow in Hawdayn Valley in the south-east
of the eastern desert**

dr Wahba Hamed Hamed Shalaby

**Professor-Assistant, Faculty of Arts,
Port Said University**