

حولية كلية الآداب

سنوية محكمة علمية

تصدرها

كلية الآداب - جامعة بنى سويف

مايو ٢٠٢٠

عدد خاص



ISSN. Print: 2314 – 8160
ISSN. OnLine: 2314-8179

URL: <https://jbsu.journals.ekb.eg/>

مركز جامعة بني سويف للطباعة والنشر

هيئة التحرير

رئيس مجلس الإدارة	عميد الكلية	أ.د. جودة مبروك محمد
نائب رئيس مجلس الإدارة	وكيل الكلية لشئون الدراسات العليا	أ.د. رمضان عامر
رئيس التحرير	أستاذ علم المعلومات المساعد	أ.م.د. مها أحمد إبراهيم
نائب رئيس التحرير	أستاذ علم الأرشيف المساعد	أ.م.د. منال سيد محمد
مدير التحرير	مدرس المكتبات وعلم المعلومات.	د. حاتم أنور عبد الله
محرر الموقع الإلكتروني	مدرس مساعد. كلية الآداب	أ.محمد ربيع عبد الظاهر
مصمم الصفحة	مدرس مساعد. كلية الآداب	أ.طه محمد طه حسن
المحرر اللغوي (اللغة العربية)	مدرس مساعد. كلية الآداب.	أ.نورة سيد أبو المجد
المسئول الإداري		أ. منال محمود
المسئول المالي		أ. أحمد الشرقاوي
متابعة مالية		أ. عمر خلف

أعضاء هيئة التحرير:

- أ.د. جبريل بن حسن العريشي أستاذ علم المعلومات . جامعة الملك سعود عضواً
- أ.د. عيسى صالح الحمادي أستاذ اللغة العربية. الامارات العربية المتحدة عضواً
- أ.د. مجدى شفيق السيد صقر أستاذ الجغرافية البشرية .جامعة المنصورة عضواً

الهيئة الاستشارية الدولية:

- أ.د. نجاح قبلان حمد قبلان "أستاذ المكتبات والمعلومات. قسم المكتبات والمعلومات
كلية الآداب . جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن. المملكة العربية السعودية"
- أ.د. شريف الدين بن دوبة "أستاذ الفلسفة.كلية العلوم الاجتماعية والإنسانية. جامعة
الدكتور مولاي طاهر سعيدة الجزائر"
- أ.د. عبيد سرور العتيبي "أستاذ الجغرافيا الاقتصادية و رئيس قسم الجغرافيا بكلية
العلوم الاجتماعية. جامعة الكويت"
- أ.د. محمد بلعباسي "أستاذ الأدب الحديث والمعاصر .جامعة حسيبة بن بوعلى فى الشلف
الجزائر"
- أ.د. إبراهيم بن عبد الله بن عبدالرحمن الزعبيير "أستاذ الإدارة التربوية
والتخطيط فى كلية التربية بالمجمعة . المملكة العربية السعودية"
- أ.د. هند بنت عقيل بن محمد الميزر "أستاذ الخدمة الاجتماعية الإكلينيكية بقسم
الدراسات الاجتماعية . كلية الآداب. جامعة الملك سعود. المملكة العربية السعودية"
- أ.د.محمد مليانى "أستاذ النقد الحديث والمعاصر بجامعة وهران"

أ.د. فوزية محمد على مراد "أستاذ الدراسات الفلسفية . كلية الآداب . الجامعة الأسمرية الإسلامية"

أ.د. عبد الحسين رزوقي مجيد الجبوري "أستاذ علم النفس التربوي . قسم العلوم التربوية النفسية. جامعة بغداد "

أ.د. الهادي بووشمة "أستاذ مختص فى علم الاجتماع قسم علم الاجتماع بجامعة سيدى بلعباس"

أ.د. بلخيري مراد "أستاذ علم الاجتماع. جامعة قسنطينة ٢ ، عبد الحميد مهري"

أ.د. شناف خديجة "أستاذ علم الاجتماع جامعة عبد الحميد مهري قسنطينة ٢"

أ.د. ججيقة أحمد محمد قزوي "أستاذ علم النفس . جامعة الجزائر ٢"

أ.د. جمال عيسى شليحي بلبكاي "أستاذ علم النفس . جامعة منتوري قسنطينة، الجزائر"

أ.د. وليد عبد العزيز عمار بخوش "أستاذ علم النفس . جامعة العربي بن مهيدي بأب البواقي (الجزائر)"

أ.د. مها ابراهيم ال كلثم "أستاذ المناهج وطرق التدريس. فلسفة التربية كلية التربية بالمجمعة - جامعة المجمعة"

أ.د. على عبد كنو على "أستاذ فلسفة علوم قرآن. كلية العلوم الإسلامية . جامعة ديالى"

أ.د. كريمة خدوسي "أستاذ علم النفس المعرفى جامعة البويرة"

الهيئة الاستشارية المحلية:

- أ.د. أسامة السيد محمود على "أستاذ المكتبات و المعلومات. قسم المكتبات
والمعلومات . كلية الآداب . جامعة القاهرة "
- أ.د. إيناس حسين صادق احمد "أستاذ المكتبات و المعلومات. قسم المكتبات
والمعلومات . كلية الآداب . جامعة حلوان "
- أ.د. رباح فوزى محمد عبد اللطيف "أستاذ المكتبات والمعلومات بكلية الدراسات
الانسانية جامعة الأزهر "
- أ.د. سمير سعد حامد خطاب "أستاذ علم النفس الاجتماعى ورئيس قسم علم النفس -
كلية الآداب. جامعة جنوب الوادى "
- أ.د. محمود أحمد محمد خيال "استاذ علم النفس بكلية الاداب جامعة المنوفيه "
- أ.د. خالد عبد الرازق السيد النجار "أستاذ علم النفس المساعد. كلية الآداب -
جامعة القاهرة "
- أ.د. عائشة محمود محمد عبد العال "أستاذ التاريخ القديم والآثارو رئيس قسم
التاريخ. كلية البنات. عين شمس "



التحليل الهيدروجيولوجي لحوض وادي علم وأثره على السيول

"باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية"

إعداد

د. محمد إبراهيم محمد خطاب د. عمرو محمد صبري محسوب
مدرس الجغرافيا الطبيعية مدرس الجغرافيا الطبيعية
بكلية الآداب - جامعة القاهرة بكلية الآداب - جامعة عين شمس

الإستشهاد المرجعي:

محمد إبراهيم محمد خطاب وعمرو محمد صبري محسوب (٢٠٢٠). التحليل الهيدروجيولوجي لحوض وادي علم وأثره على السيول - باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. حوية كلية الآداب. جامعة بني سويف. عدد خاص مايو ٢٠٢٠.

مستخلص:

يعد حوض وادي علم من أحواض التصريف المهمة في صحراء مصر الشرقية، وكثيرًا ما جرت السيول في الحوض خلال العقود الأربعة الأخيرة، وترتب على بعضها العديد من الآثار التدميرية بوادي علم. ويتألف حوض وادي علم من تسعة أحواض فرعية تتراوح رتبة مجاريها الرئيسية بين الخامسة والثامنة. وقد تم دراسة استخدامات الأرض في الحوض، ومنها عمران مدينة مرسى علم، ومنجم السكري للذهب، والطرق وغيرها. وتركز الدراسة الحالية على دراسة الخصائص الجيولوجية والتضاريسية للحوض، ثم دراسة الخصائص المورفومترية

والهيدرولوجية للحوض وأحواضه الفرعية لما لها من تأثيرات على حدوث السيل وخطورته. واعتمادًا على هذه الخصائص تم تصنيف الأحواض الفرعية إلى ثلاث فئات تبعًا لدرجة خطورة السيل. وقد تم استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تحديد المناطق المعرضة لخطر الجريان السيلي مثل الكتلة المبينة لمدينة مرسى علم ومحطة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في قاع وادي علم وغيرها. وتعيد الدراسة الحالية تقييم التدابير الهندسية الوقائية الموجودة والمقترحة لمنطقة الدراسة، وتوصي الدراسة ببناء ثلاثة مخزات للسيول تمتد في المجرى الرئيسي لوادي علم في قطاعه الأدنى، وأيضًا بناء سد في مصب حوض وادي أم خريجة.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي علم - مرسى علم - السيول - وادي أم خريجة - وادي السكري - مخزات السيول.

Abstract:

Wadi Alam is one of the most important drainage basins in the Eastern Desert of Egypt. By the last four decades, flash floods frequently hit Wadi Alam and they caused large damage. Wadi Alam consists of nine sub-basins, with trunk streams of 5th to 8th order. A large area of Marsa Alam city including buildings, utilities and roads occupy the lower part of Wadi Alam as well as the Sukkari gold mine located inside the Sukkari sub-basin. The current study focuses on geological and terrain characteristics of the basin, Moreover morphometric and hydrological characteristics of the drainage sub-basins and their correlations with flash floods occurrence. In the term of flash flood hazard, the studied sub-basins are classified in three categories. GIS and remote sensing methods utilized to identify hazardous land uses such as Marsa Alam built-up area and solar power plant at the bottom of Wadi Alam. The current study reassesses the existing and proposed protective engineering measures in the study area, and it recommends constructing; three artificial canals which extends on certain part of the trunk stream of Wadi Alam and new dam on the outlet of Umm Kharijah sub-basin.

Key Words: Wadi Alam – Marsa Alam city - Wadi Umm Kharijah – Wadi Sukkari – Flash floods - Artificial canals.

مقدمة:

يعد حوض وادي علم من أحواض التصريف المهمة في صحراء مصر الشرقية؛ حيث يرتبط به عدة أنشطة بشرية، وقد حدثت العديد من الجريانات السيلية في الحوض خلال العقود الأربعة الأخيرة، وترتب على بعضها العديد من الآثار التدميرية على عمران مدينة مرسى علم وعلى الطرق الموجودة بالحوض. ومن الأهمية بمكان دراسة استخدامات الأرض في الحوض، ومنها عمران مدينة مرسى علم ومنجم السكري للذهب وشبكة الطرق ومحطة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وتحديد موقعها بالنسبة لقيعان الأودية والقنوات النشطة للسيول^(١)، وتتناول الدراسة الخصائص الجيولوجية والتضاريسية للحوض، ثم دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للحوض وأحواضه الفرعية، وتصنيف هذه الأحواض إلى عدة فئات تبعاً لدرجة خطورة سيولها، وأيضاً وضع مجموعة من الطرق لدرء خطر السيول.

ويقع حوض وادي علم في صحراء مصر الشرقية. وينبع من جبال البحر الأحمر في الغرب ويصب في البحر الأحمر عند مدينة مرسى علم في الشرق (شكل ١). ويمتد الحوض بين دائرتي عرض ٣٢° ٥٠' ٢٤" و ٢٥° ٥٧' ٩" شمالاً، وبين خطي طول ٣٨° ٣٣' ٣٤" و ١٠° ٥٥' ٣٤" شرقاً. وقد تم رسم حدود الحوض وشبكات التصريف من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥,٠٠٠ وصور محفوظة من برنامج جوجل إيرث بدقة مكانية مرتفعة. وتبلغ مساحته ٤١١,٥ كم^٢. وتتألف صخوره من الصخور النارية والمتحولة التي توجد في ٦٧,٣% من مساحة المنطقة، بينما تنكشف الصخور الرسوبية في ٢٣,٧% من مساحته. وتتنوع تضاريس الحوض بين مناطق سهلية وأخرى تلية، وتتراوح الارتفاعات به بين مستوى سطح البحر وحتى ارتفاع ١٢٠٢م، ويزداد ارتفاع سطح الحوض بالاتجاه صوب الغرب.

ويتألف حوض الدراسة من ٩ أحواض فرعية بالإضافة إلى حوض وادي علم الرئيسي (شكل ١). وتم تحديد هذه الأحواض اعتماداً على ضابطين، الأول ألا تقل رتبة المجرى الرئيسي للحوض الفرعي عن الرتبة الخامسة، والثاني أن يصب الحوض في وادي علم الرئيسي. وتتمثل الأحواض الفرعية في: أم خريجة والسكري والعلم وأبو النواظير وأم عبيد الله

الأرواح والممتلكات العامة والخاصة، ولذلك من الأهمية بمكان دراسة التحليل الهيدروجيوميورفولوجي^(٢) لمنطقة الدراسة، لما لها من تأثير كبير على تطور السيل، وأيضًا استخدام المرئيات الفضائية عالية الدقة المكانية في تحديد المناطق المعرضة لخطر السيول، ومن ضمن أهم مشكلات الدراسة وضع مجموعة من الطرق التي تساهم في درء خطر السيول، وأيضًا تحديد الأماكن الصالحة للتنمية بعيدًا عن قيعان الأودية والقنوات النشطة.

أهداف الدراسة:

- ١- دراسة الخصائص الهيدروجيوميورفولوجية للحوض.
- ٢- تصنيف الأحواض الفرعية إلى فئات تبعًا لدرجة خطورة السيول.
- ٣- توظيف المرئيات الفضائية لتحديد القنوات النشطة للسيول وعلاقتها بالاستخدامات البشرية في الحوض.
- ٤- وضع تصور لطرق درء أخطار السيول.

مناهج الدراسة وأساليبها:

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج من أهمها: الموضوعي والتطبيقي، كما اعتمدت الدراسة على عدة أساليب منها: الكمي والوصفي التحليلي والكارتوجرافي. وتم استخدام عدد من البرامج المتخصصة مثل برنامجي: Arc GIS 10.3 & Envi, 5.3.

مصادر الدراسة:

أ- الدراسات السابقة: حظي حوض وادي علم والأحواض المجاورة له بعدة دراسات من أهمها: دراسة (Moawad & Khidr, 2011) وقاما بدراسة ١٤ حوضًا تصريفياً في منطقة مرسى علم، وكان من ضمنها حوض وادي علم. ودراسة (Foody , Ghoneim & Arnell, 2004) وقاموا فيها بدراسة السيول في حوض وادي علم، وتم تقسيم الحوض إلى ٢٥ حوضًا فرعيًا، ودراسة (زايد، ٢٠٠٦) ومن ضمن ما درس أخطار السيول والتجوية الملحية في كل المراكز العمرانية بساحل البحر الأحمر. ودراسة (محمد، ٢٠١٢) واهتم فيها بأحواض التصريف التي يمر بها طريق ادفو - مرسى علم، واقترحت هذه الدراسة بناء أربعة سدود

على أحواض أم خريجة والسكري والعلم وأم جروف. ودراسة (العشماوي، ٢٠١٨) عن سيول حوض وادي علم، وقام بتقسيم الحوض إلى ٢٤ حوضاً فرعياً، وكان من ضمن ما درس تقدير كمية الجريان السيلي، ووضع مقترحات لدرء خطر السيول. أما عن الدراسة الحالية فتركز على التحليل الهيدروجيوميورفولوجي وأثره على السيول، وستختلف عن الدراسات السابقة في التقنيات المستخدمة، وفي مصادر البيانات، وفي أسس تقسيم الأحواض الفرعية، وفي الطريقة المستخدمة في تصنيف درجة خطورة الأحواض الفرعية، وأيضاً في تحديد القنوات النشطة للسيول وعلاقتها بالأنشطة البشرية، كما تختلف في بعض طرق درء خطر السيول بالحوض، وكل ذلك يندرج تحت مصطلح الهيدروجيوميورفولوجيا.

ب- الخرائط:

١- الخرائط الجيولوجية: لوحة جبل حماطة مقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠، وتم استخدامها كأساس مرجعي للتعرف على الوحدات الصخرية المستخرجة من التصنيف الموجه للمرئية الفضائية Sentinel-2، كما استخدمت مع نماذج الارتفاع الرقمية في رسم الصدوع.

٢- الخرائط الطبوغرافية: تم الاعتماد على ٩ خرائط مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠، ولوحة مرسى علم مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠. وخريطة UM RUS مقياس ١ : ١٠٠,٠٠٠، وخريطة مرسى علم، ١ : ٥٠,٠٠٠، وخريطة مدينة مرسى علم مقياس ١ : ١٠,٠٠٠.

ج- المرئيات الفضائية: تم الاعتماد على المرئية الفضائية Sentinel-2 بتاريخ ١٧ مارس ٢٠١٩ في إجراء في التصنيف الموجه لاستخلاص الوحدات الصخرية والتكوينات الجيولوجية، وذلك بعد إجراء عمليات التصحيح الرادايومتري، والتحسين المكاني لتصبح المرئية بدقة مكانية ١٠ م، كما تم التحسين الطيفي باستخدام طريقة تحليل المكونات الأساسية PCA، وتم قص حدود المنطقة وتطبيق التصنيف الموجه بطريقة المسافة الأصغر، كما استخدمت المرئية الفضائية Sentinel-2 بتاريخ ٢٤ نوفمبر ٢٠١٩ في تتبع سيل ١٤ نوفمبر ٢٠١٩.

د- صور محفوظة من برنامج جوجل إيرث عالية الدقة المكانية: تم حفظ صور منطقة الدراسة بصيغة Jpg من برنامج Google Earth Pro 2016، وتم استخدامها في رسم حدود حوض وادي علم والأحواض الفرعية، وفي رسم شبكات التصريف والمناطق العمرانية والطرق، وأيضًا في تتبع التغيرات العمرانية في الحوض، وقد ساعد ارتفاع الدقة المكانية لهذه الصور في تحديد قيعان الأودية والقنوات النشطة وعلاقتها بالأنشطة البشرية في الحوض.

ه- نموذج الارتفاع الرقمي Carto-5: تم إنتاجه من خلال رسم نقط المناسب وخطوط الكنتور (فاصل ١٠ و ٢٠م) الموجودة على الخرائط الطبوغرافية ١ : ٢٥,٠٠٠، وتم إنتاجه بطريقة الاستيفاء Topo to Raster وبدقة مكانية ٥ م، وتم تقييمه إحصائيًا وبالفحص البصري^(٣)، واتضح صلاحيته للاستخدام.

و- الدراسة الميدانية: تم إجراء ثلاث دراسات في الفترات من ٧ - ٩ يناير ٢٠١٧، وفي ٢٠ فبراير ٢٠١٨، ومن ٥-٧ فبراير ٢٠١٩. وقد تم خلال هذه الدراسات الميدانية استكمال خريطة استخدام الأرض في مدينة مرسى علم، ووضع أسماء المناطق السكنية، وتم ربط كل ذلك بقاع وادي علم الذي يقطع المدينة وكذلك بالقنوات النشطة لجريان السيول، وتم أيضًا تحديد الأماكن المعرضة لأخطار الجريان السيلي، بالإضافة إلى إجراء بعض المقابلات الشخصية مع المسؤولين والأهالي بهدف معرفة الآثار الناتجة عن الجريانات السيلية الحديثة.

عناصر البحث:

أولاً: استخدام الأرض في منطقة الدراسة.

ثانيًا: صخور وبنية منطقة الدراسة.

ثالثًا: الخصائص التضاريسية للمنطقة.

رابعًا: التحليل المورفومتري لأحواض تصريف المنطقة.

خامسًا: التحليل المورفومتري لشبكات تصريف المنطقة.

سادسًا: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض الدراسة.

سابعًا: تحليل خريطة درجات خطورة سيول أحواض الدراسة.

ثامناً: طرق درء خطر سيول حوض وادي علم.
النتائج والتوصيات.

أولاً: استخدام الأرض في منطقة الدراسة:

أ- مدينة مرسى علم:

ارتبطت نشأة مدينة مرسى علم بالتعدين؛ حيث ظهرت كمركز خدمة للبعثات التعدينية في المناطق القريبة منها^(٤). وقد كانت قبل عام ١٩٩٠ قرية صغيرة تابعة لقسم القصير، ثم تحولت إلى مدينة في عام ١٩٩٠. وتعد مرسى علم همزة الوصل بين شمال محافظة البحر الأحمر وجنوبها، بسبب موقعها الذي يتوسط المحافظة تقريباً فهي تبعد عن حلايب بنحو ٤٠٣ كم، وعن رأس غارب بنحو ٤٢٣ كم، وقد كان عمران المدينة حتى بداية التسعينيات من القرن الماضي عبارة عن مساكن أو أكشاك خشبية^(٥).

وأوضح تحليل المرئيات الفضائية للمدينة للفترة من ١٩٨٩ إلى ٢٠١٩ حدوث نمو عمراني كبير (شكل ٢)، وقد زادت مساحة الكتلة العمرانية للمدينة (في داخل حوض وادي علم) من ٠,٢٣ كم^٢ في عام ١٩٨٩ إلى ٠,٦ كم^٢ في عام ٢٠٠١، و١,٠٥ كم^٢ في عام ٢٠١٠، وبلغت ١,٧٣ كم^٢ في عام ٢٠١٩، أي أن مساحة المدينة داخل الحوض قد بلغت في عام ٢٠١٩ نحو ٧,٥ مرة قدر مساحتها في عام ١٩٨٩. ويرجع ذلك إلى تحول وظيفة المدينة إلى الوظيفة السياحية بالإضافة إلى الوظائف التعدينية والصناعية والصيد. وترتب على ذلك ارتفاع عدد السكان من ٦٠٠ نسمة في عام ١٩٦٦ إلى ١٩٤٦ نسمة في عام ١٩٩٦، وإلى ٤٨٨٣ نسمة في تعداد ٢٠١٧^(٦)؛ وترجع هذه الزيادة الأخيرة إلى الهجرة الداخلية من عدة محافظات خاصة جنوب الصعيد.

ويلاحظ من قراءة شكلي (٢ و ٣) أن بعض مناطق مدينة مرسى علم في داخل الحوض تم بناؤها فوق أراضي ما بين الأودية في داخل الحوض أو بين الحوض والأحواض المجاورة، وهناك مناطق بنيت فوق مدرجي ٣ و ٦ م على جانبي وادي علم. وتتمثل هذه المناطق في



صورة (١) جزء من مدينة مرسى علم وطريق مرسى علم- ادفو، ويلاحظ بناء جزء من المدينة فوق جوانب الوادي المرتفعة، مما يجعلها في منأى عن خطر السيول، ناظرًا صوب الشرق.



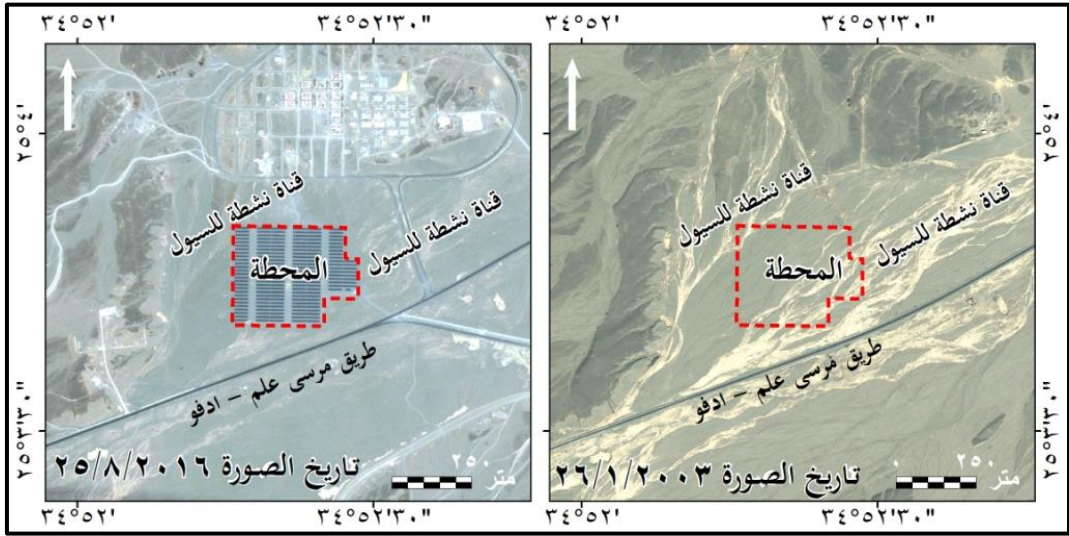
صورة (٢) جزء من عمران مدينة مرسى علم في قاع القناة النشطة لقاع وادي علم، ويظهر في الصورة بلوكات طريق مرسى علم ادفو، ناظرًا صوب الشرق.



صورة (٣) جزء من عمران مدينة مرسى علم في قاع القناة النشطة في مجرى وادي علم، ويظهر في الصورة مدرسة التعليم الأساسي، وبلوكات التوطين، ناظرًا صوب الغرب

ب- محطة مرسى علم المركزية لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية:

تم البدء في إنشاء المحطة في نهاية عام ٢٠١٥، وتم تشغيلها في أبريل ٢٠١٦. ويتم توليد الكهرباء بواسطة ألواح فوتوفلطية، وتبلغ قدرتها الانتاجية ٦ ميجاوات/السنة^(٨)، وقد لوحظ من الدراسة الميدانية ويلاحظ من قراءة شكل (٤) أن المحطة تقع بالكامل في قاع وادي علم، وأن مساحة كبيرة منها توجد في القناة النشطة للسليل، كما لوحظ أثناء الدراسة الميدانية عدم وجود أي وسائل لحمايتها من خطر السيول.



المصدر: صورتان محفوظتان من برنامج Google Earth Pro 2016 قبل إنشاء المحطة وبعد إنشاؤها، وتم ضبط الاحداثيات والإسقاط باستخدام برنامج Arc GIS 10.3.

شكل (٤) موقع محطة مرسى علم المركزية لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، ويلاحظ سوء اختيار موقعها فوق القنوات النشطة لسيول وادي علم

ج- الطرق:

١- الطريق الإقليمي الساحلي القديم: يمثل الطريق الرئيسي في محافظة البحر الأحمر، ويسير موازياً لساحل البحر من السويس شمالاً إلى حلايب جنوباً، ويمر بكل المدن الساحلية في المحافظة. ويبعد الطريق عن ساحل البحر الأحمر في منطقة الدراسة بمسافة تقل عن ٥,٥ كم. ويبلغ اتساعه ١٦ م مع وجود جزيرة في وسطه بعرض ٦ م، ويتعامد الطريق مع وادي

علم. وقد لوحظ أثناء الدراسات الميدانية عدم وجود أي وسائل لحمايته من خطر السيول، حيث يقترب مستوى الطريق من قاع وادي علم، ولا يوجد أسفل الطريق أي برباخ لعبور مياه السيول، وأصبح هذا الطريق طريقًا محليًا يخدم المدينة بعد إنشاء الطريق الإقليمي الجديد، والذي يعرف بالطريق الشرياني.

٢- **الطريق الإقليمي الجديد (الطريق الشرياني):** يقع إلى الغرب من الطريق الساحلي القديم بنحو ٤٠٠ م، ويبلغ اتساعه في منطقة الدراسة ٣٠ م، ويوجد في منتصفه جزيره باتساع ٧ م، وتم انشائه في عام ٢٠٠٠ ليصبح طريق إقليمي يربط المدينة بالمناطق الأخرى، وقد لوحظ أيضًا أثناء الدراسة الميدانية عدم وجود أي وسائل لحماية الطريق من خطر السيول؛ فالطريق يرتفع بضعة سنتيمترات عن أرضية الوادي، ولا توجد أسفله أي برباخ للسيول.

٣- **طريق مرسى علم - ادفو:** يمثل واحد من الطرق العرضية المهمة في الصحراء الشرقية، ويربط مدينة مرسى علم في الشرق بمدينة ادفو في الغرب، ويبلغ طوله ٢٢٨ كم، ويمتد في القطاعات الطولية للعديد من الأودية في الصحراء الشرقية، منها: وادي علم الرئيسي وأبو النواير بمنطقة الدراسة^(٩)، ويبلغ طول الطريق في حوض وادي علم ٣٤,٦ كم. ويبلغ اتساعه ٦ م، وتوجد له أكتاف ترابية بعرض ٣ م من كل جانب، والطريق ذو اتجاهين بدون وجود جزيرة في وسطه، وحركة المرور عليه في حدود ١٠٠ مركبة/اليوم^(١٠)، ويبلغ معدل تعرجه ١,١١، مما يدل على قلة تعرج الطريق الناتج عن قلة التنيات في القطاعات الطولية للأودية التي يمر بها. وقد تعرض هذا الطريق للهدم جزئيًا بواسطة الجريانات السيلية، وخاصة عند مناطق التقاء الروافد مع الأودية الرئيسية التي يمتد فيها الطريق، وكذلك في الجوانب المقعرة من الوادي، ولوحظ أثناء الدراسة الميدانية ارتفاع قطاعات طويلة من الطريق عن أرضية الوادي بنحو ١ - ١,٥ م، كما تم تكسية معظم جوانب الطريق بطبقة أسمنتية، وذلك للحفاظ على الطريق من السيول.

٤- **طرق داخلية:** بالإضافة إلى الطرق السابقة توجد بعض الطرق الداخلية في المدينة، والتي تربط أحياء ومناطق المدينة بعضها مع بعض، وتتعرض بعض قطاعاتها الموجودة في

قاع وادي علم لأخطار الجريان السيلي، ولعل من أكثرها تأثرًا الطريق الذي يقع غربي المدينة، ويصل شمالها بجنوبها، ويتقاطع مع طريق مرسى علم - ادفو.

د- منجم السكري للذهب:

يقع هذا المنجم في جبل السكري بحوض وادي السكري، وتقع حدود المنجم في حوضي السكري والعلم، وهما من الروافد الرئيسية لوادي علم، ويبعد المنجم عن المدينة بنحو ٣٠ كم، ويعد حاليًا المنجم الوحيد الذي يستخرج منه الذهب في مصر، ولمنطقة منجم السكري تاريخ تعديني طويل خلال كل المراحل التاريخية لمصر، بداية من عصر ما قبل الأسرات وحتى الوقت الحاضر^(١١). وقد بدأت أعمال التعدين الحالية في أواخر عام ٢٠٠٨^(١٢). ويتم تعدين الذهب سطحيًا وباطنيًا، وذلك من خلال منجم سطحي وثلاثة مناجم باطنية تقع جميعها في جبل السكري، بينما توجد المنشآت التعدينية في قاع وادي السكري الرئيسي (صورة ٤).



صورة (٤) جزء من المنشآت التعدينية لمنجم السكري للذهب، وتوجد في قاع وادي السكري الرئيسي، ناظرًا صوب الغرب

هـ- بعض الآثار السلبية الناتجة عن السيول السابقة:

تعرض وادي علم لعدة سيول منذ سبعينيات القرن الماضي، وقد بلغ إجمالي هذه السيول حتى ٢٠٠٦ سبعة سيول^(١٣)، وسجلت الدراسة الحالية حدوث سيلين في ٢٠١٦ و ٢٠١٩. وكان لبعض السيول عدة أضرار على الأرواح والمنشآت، وبالتالي يبلغ معدل تكرار السيول بالحوض سيل كل ٤,٤ سنة. ويعد سيل ٢٠ و ٢١ أكتوبر ١٩٩٠، من ضمن أخطر هذه السيول، وقد أدى إلى غرق مركز التعدين التابع لهيئة المساحة الجيولوجية بالمدينة^(١٤). كما حدث سيل آخر في أغسطس ١٩٩١ واستمر لمدة سبع ساعات، وبلغت جملة المياه المتجمعة في المدينة ٣٧ ألف م^٣. بالإضافة إلى ٢٠ ألف م^٣ من الرواسب. وتسبب السيل في انهيار بعض المنازل، والمنشآت العامة، وتلف بعض المعدات، والسيارات، والطرق الإسفلتية بالمدينة^(١٥).

ومن السيول التي حدثت وكان لها عدة آثار تدميرية: سيل ٢ نوفمبر ١٩٩٤، وبلغت كمية مياه الأمطار الساقطة على حوض وادي علم ١١,٣ مليون م^٣، وبلغت كمية المياه التي جرت في الوادي ٥,٨ مليون م^٣^(١٦)، كما حدث سيل في نوفمبر ١٩٩٦ ودخل السيل في المباني المجاورة لمحطة الركاب، والبنزينة ومستشفى تنظيم الأسرة، ومدرسة مرسى علم للتعليم الأساسي، وأدت إلى هدم جزء من سور المدرسة، وعانت المدينة من جراء هذا السيل لمدة أسبوعين^(١٧).

وحدث مؤخرًا سيل في أكتوبر ٢٠١٦ بعد العاصفة الممطرة التي أثرت على مساحات كبيرة من الصحراء الشرقية وسيناء في الفترة من ٢٦-٢٨ أكتوبر ٢٠١٦، وقام مجلس المدينة بعمل سد ترابي لتحويل الجريان السيلي إلى البحيرة الاصطناعية التي كانت في طور الإنشاء، وتقع بالقرب من مخرج الوادي الرئيسي من الحافة الجبلية^(١٨). ويعد سيل ١٤ نوفمبر ٢٠١٩ آخر السيول التي حدثت في الوادي حتى تاريخ نشر البحث، واعتمادًا على لون التربة من المرئية الفضائية Sentinel-2 بتاريخ ٢٤ نوفمبر ٢٠١٩، وجد أن الجريان السيلي كان مركزًا في حوضي العلم وأم خريجة ومنهما إلى الوادي الرئيسي.

ثانيًا: صخور وبنية منطقة الدراسة:

أ- الصخور:

١- الصخور النارية والمتحولة:

تعد الصخور النارية والمتحولة أقدم الصخور الموجودة في المنطقة، ويرجع عمرها إلى البروتروزويك الأعلى^(١٩). وتوجد في ٦٧,٣% من مساحة المنطقة (شكل ٥ وجدول ١). وتوجد أسفل الصخور الرسوبية في باقي المنطقة، وتتمثل في:

- **صخور السربنتين:** تمثل جزء من مجموعة الأوفيليت^(٢٠). وقد حدث تمزق في توزيع واستراتيجرافية هذه المجموعة أثناء حدوث التداخل الصحاري في تجمعات قوس جزيرة Arc Island^(٢١). وتتوزع صخور السربنتين في أجزاء من بعض التلال والجبال المتناثرة في الحوض، وتبلغ مساحتها ٣,١% من مساحة المنطقة.

- **البركانيات المتحولة:** تتميز بتركيب معدني يتراوح بين القلوي والمتوسط والحمضي، وهي عبارة عن بازلت متحول، وأنديزيت بازلي متحول، وشست بلاجيوكلاز-هورنبلند، وشست كلوريتي^(٢٢). وتمثل ٥٢,٢% من مساحة المنطقة، ويرتبط توزيعها وخاصة الحمضية إلى المتوسطة بأعلى الكتل الجبلية في المنطقة، وخاصة جبال حنجلية وأم خريجة وأم عروق والأسود.

- **الرسوبيات المتحولة:** هي رواسب رصيف قاري تحولت نتيجة لتعرضها لضغط وحرارة شديدين، وتضم هذه المجموعة أيضًا صخور بركانية الأصل ومفتتات ذات أصل ناري (الخريطة الجيولوجية حماطة، ١: ٥٠٠,٠٠٠). وتوجد في ٩,٧% من مساحة المنطقة، وترتبط بمناطق تضاريسية قليلة إلى متوسطة الارتفاع، وقد تعرضت للتحول بدرجات قليلة إلى متوسطة، ولذا تظهر في هيئة طبقات مائلة ومطوية.

- **صخور الجرانيت:** يوجد نوعان من الجرانيت في المنطقة، الأول: وهو الأقدم ويعرف بالجرانيت القديم، ويتراوح عمره بين ٦١٠-٥٨٠ مليون سنة، ويتزامن مع بداية الحركة الأفريقية البانية للجبال^(٢٣)، ويرتبط بقوس جزيري، ويتمثل النوع الثاني: في الجرانيت الحديث، ويتراوح عمره بين ٥٧٠-٥٨٠ مليون سنة، ويرتبط بنهاية الحركة الأفريقية البانية للجبال، وتابعة لنهاية مرحلة تكون قوس جزيري^(٢٤). وتوجد صخور الجرانيت في جبل السكري، وفي

جدول (١) أنواع الصخور وأزمنتها والمساحات في منطقة الدراسة

الزمن	الصخور والرواسب والتكوينات	المساحة	%	
الرابع	السبخات	٠,٢	٠,٠٥	
	رواسب بطون الأودية والمراوح الفيضية.	١٢٥,٥	٣٠,٥	
	رواسب المدرجات الرسوبية.	٥,١	١,٢	
الثالث	صخور جيرية ورملية وجبسية.	١,٣	٠,٣	
ما قبل الكامبري (البروتروزويك الأعلى)	الجرانيت	الحديث	٨,٧	٢,١
		القديم	٠,٨	٠,٢
	الرسوبيات المتحولة	٤٠	٩,٧	
	بركانيات متحولة حمضية إلى متوسطة ومفتتات متحولة عن أصل	٩٧,٦	٢٣,٧	
	البركانيات المتحولة القاعدية	١٠١	٢٤,٥٥	
	بركانيات متحولة غير مصنفة	١٥,٣	٣,٧	
السربنتين	١٢,٧	٣,١		
المناطق العمرانية				
الطرق				
الجملة				
		٤١١,٥	١٠٠	

المصدر: اعتمادًا على التصنيف الموجه للمرئية الفضائية Sentinel-2 بتاريخ ٢٠١٩/٣/١٧، وباستخدام برنامج Envi 5.3، وتم قياس المساحات آليًا باستخدام برنامج ArcGis 10.3.

٢- الصخور الرسوبية:

تظهر في نحو ٢٣,٧% من مساحة المنطقة، وترجع أعمارها إلى الزمنين الثالث والرابع، وبالنسبة لتكوينات الزمن الثالث فترجع إلى الميوسين والبلايوسين، وتظهر في السهل الساحلي، وتتنوع صخورها بين الحجر الرملي والجيري والجيري المرجاني والجيري الرملي والجبس والطفل والمارل والكونجولوميرات. وتميل كثير من طبقاتها صوب البحر الأحمر، مما يدل على تعرضها لحركات صدعية، كما تشير الخصائص الليثولوجية إلى تغير خصائص

بيئة الترسيب ومناخ المنطقة في أواخر الزمن الثالث، وأن هذه الصخور متنوعة الأصل بين بحرية وبحيرية وقارية^(٢٩).

وبالنسبة لرواسب الزمن الرابع فتمثل في: رواسب المدرجات الرسوبية ورواسب بطون الأودية والمراوح الفيضية والسبخات والبلجات. وبالنسبة لرواسب المدرجات فتظهر في ١,٢% من المساحة، وقد سجلت الدراسات الميدانية ثلاثة مدرجات رسوبية على ارتفاعات ٣ و٦ و٩م من قاع الوادي، وتتألف من رواسب من الكونجلوميرات والزلط والشيرت والحصى. وبالنسبة لرواسب بطون الأودية والمراوح الفيضية فتوجد في كل أجزاء الحوض، وتبلغ مساحتها ٣٠,٣% من جملة المساحة، وهي عبارة عن خليط من رواسب متنوعة الأحجام، وجميعها استحدثت من صخور ذات أصل ناري ومتحول. أما عن رواسب السبخات فتوجد على ساحل البحر الأحمر، وتبلغ مساحتها ٠,٢ كم^٢، ويوجد على أطرافها الشرقية بلجات رملية حصوية.

٢- الصدوع ونطاقات القص:

يوجد في منطقة الدراسة ٨٤ صدعًا، تبلغ جملة أطوالها ٢٣١,٨ كم، وتتراوح أطوالها بين ٠,٧٤ و ١٠,٢ كم، بمتوسط ٢,٨ كم وانحراف معياري ١,٨ كم، ويمتد بعضها خارج المنطقة، وتبلغ كثافة الصدوع صدعًا واحدًا / ٤,٩ كم^٢. وتتوزع الصدوع بين دسرية وعادية ومائلة^(٣٠)، هذا بالإضافة إلى وجود نطاق قص رئيسي يمثل امتدادًا لنطاق قص كردمان، والذي يمثل جزء من نطاق قص نجرص^(٣١)، وتأخذ الصدوع في المنطقة اتجاهات متعددة، ما بين الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، والشمالي الشرقي - الجنوبي الغربي، والشرقي - الغربي، والشمالي الجنوبي.

وقد أثرت الصدوع ونطاقات القص تأثيرًا كبيرًا في الخصائص التضاريسية والجيومورفولوجية للمنطقة؛ حيث كانت سببًا في ارتفاع العديد من الكتل الجبلية، وظهور العديد من الحافات الصدعية الواضحة، كما أثرت على استقامة العديد من الأودية، علاوة على شدة انحدار القطاعات الطولية للأودية، وشدة انحدار أسطح الأحواض، كما أثرت على

العديد من الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض وشبكات تصريف الدراسة، وما يترتب عليه من زيادة خطورة الجريانات السيلية، كما أثرت أيضًا في ميل الطبقات الرسوبية الصخرية في السهل الساحلي.

ثالثًا: الخصائص التضاريسية للمنطقة:

يتراوح ارتفاع سطح المنطقة بين مستوى سطح البحر عند مصب الحوض في البحر الأحمر شرقًا، وصولًا إلى ١٢٠٢ م عند قمة جبل حنجلية^(٣٢) في أقصى جنوب غرب المنطقة. وبناءً عليه يزداد ارتفاع سطح المنطقة بالاتجاه غربًا كما في شكل (١). ويمكن تقسيم الحوض إلى وحدتين تضاريسيتين، هما:

١- وحدة السهل الساحلي:

تم تحديد حدود السهل الساحلي اعتمادًا على الأسس الجيولوجية والجيومورفولوجية والتضاريسية^(٣٣)، وبناءً عليه يمتد السهل الساحلي بالمنطقة من خط ساحل البحر الأحمر شرقًا وحتى أقدم تلال البحر الأحمر غربًا. ويتراوح ارتفاعه بين ٠ - ٨٥ م، بمتوسط ٣٩,٦ م وانحراف معياري ١٧,٦ م. وتبلغ مساحة السهل الساحلي ١٤,٢ كم^٢ (٣,٦ % من جملة مساحة المنطقة). ويوجد به عدد من التلال الرسوبية التي تقل ارتفاعاتها عن ٧٠ م، ويقطع سطح السهل الساحلي قيعان أودية علم الرئيسي وشرقي العلم وخور النقع. وقد لوحظ من قراءة الصور المحفوظة من برنامج جوجل إيرث كثرة المجاري المضفرة والجزر الإرسابية في قيعان هذه الأودية، وقد نتجت جميعها عن النحت السيلي. وتتراوح ارتفاعات الجزر الإرسابية بين ١- ٣ م فوق قاع الوادي، كما توجد سبخات وبلاجات رملية وحصوية على ساحل البحر الأحمر.

وتم حساب درجات الانحدار والتقوس آليًا من نموذج الارتفاع الرقمي Carto-5، ويلاحظ من قراءة شكل (٦-أ) وجدول (٢) أن درجات الانحدار تتراوح بين ٠-٤١°، بمتوسط ٢,٢°، وانحراف معياري ٢,٦°. وتمثل فئة الأراضي شبه المستوية السطح (من ٠-٢°) ٦٣ % من المساحة، بينما تمثل فئة الأراضي هينة الانحدار (من ٢-٥°) ٣٠,٢%، وبلغت فئة

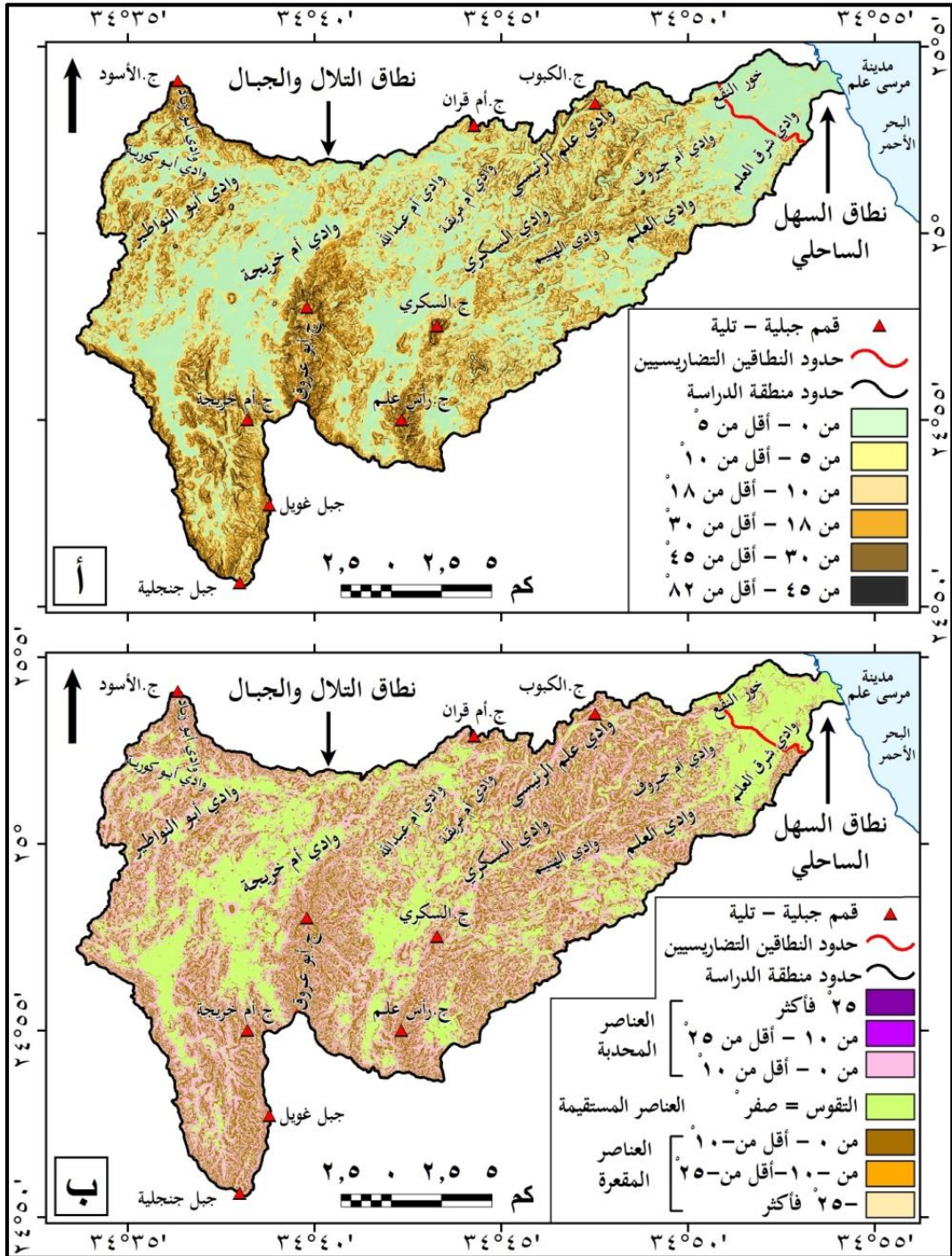
الأراضي ذات درجات الانحدار من ٥ - ١٠° نحو ٦,٨ %، مما يدل على قلة انحدار سطح السهل الساحلي.

وبالنسبة للتقوس فيلاحظ من قراءة شكل (٦-ب) وجدول (٣) وجود تنوع بسيط في زوايا التقوس؛ حيث تتراوح القيم بين -٩,٣ و ٩,١°، ويمكن وضع التقوس في ثلاث مجموعات رئيسية: الأولى المقعرة (٧ % من المساحة)، والثانية المحدبة (٩,٤ % من المساحة)، والثالثة المستقيمة (٨٣,٦ % من المساحة)، ويدل ذلك على سيادة المناطق شبه المستوية السطح، وتم حساب معامل الشكل العام للمنحدرات عن طريق معادلة (جملة العناصر المحدبة ÷ جملة العناصر المقعرة)^(٣٤)، وبلغ الناتج ٠,٧٤، مما يدل على أن المناطق المنحدرة بالسهل الساحلي يغلب عليها الشكل المقعر.

٢- وحدة تلال وجبال البحر الأحمر^(٣٥):

تبلغ مساحتها ٣٩٩,٤ كم^٢ (٩٦,٤%)، ويتراوح ارتفاعها بين ٥٤-١٢٠٢ م. وتتألف صخورها من الصخور النارية والمتحولة والرواسب الفيضية. ويوجد في هذه الوحدة العديد من الكتل التلية والجبلية، يقع بعضها بالكامل في داخل المنطقة، ويقع البعض الآخر على طول خط تقسيم المياه. وتتمثل الكتل الجبلية والتلية التي تحمل أسماء على الخرائط الطبوغرافية في: حنجلية (١٢٠٢ م)، وغويل (١٠٩٢ م)، والأسود (٩٧٦ م)، وأم خريجة (٨٥٣ م)، وأبو عروق (٨٢٢ م)، ورأس علم (٧٢٦ م)، والسكري (٦٢٩ م)، وأم قران (٣٨٨ م)، والكبوب (٢٦٤ م)، هذا بالإضافة إلى العديد من الكتل التي لا تأخذ مسميات.

وتتنوع أشكال قمم التلال والجبال بالمنطقة، حيث تظهر قمم الكتل الجبلية الرئيسية بامتداد طولي بانحراف ناحية الشمال الشرقي بسبب نطاقات القص، وتتراكم نواتج التجوية الميكانيكية الحرارية وحركة المواد على المنحدرات، كما يقطع الجبال والتلال العديد من المجاري التي تتمشى في معظمها مع الفواصل والصدوع، وتتسم قطاعاتها الطولية بشبه الاستقامة، وتتسم قطاعاتها العرضية باتخاذها شكل حرف V، ويتراكم فوق منحدرات التلال والجبال وخاصة فوق أقدامها ركامات هشيم تتراوح درجات انحدار سطحها بين ٥ - ٣٠°.



المصدر: اعتمادًا على نموذج Carto-5، وباستخدام برنامج Arc GIS 10.3.

شكل (٦) فئات الانحدار والتقوس في منطقة الدراسة

جدول (٢) الفئات الرئيسية لدرجات الانحدار في وحدتي الدراسة

التلال والجبال		السهل الساحلي		فئات درجات الانحدار
%	كم ^٢	%	كم ^٢	
١٦,١	٦٤,٤	٦٣,١	٩	الأراضي المستوية وشبه المستوية (٠-٥٢)
٢٠,٦	٨٢,٢	٣٠,٢	٤,٣	الأراضي هينة الانحدار (٢-٥٥)
١٨,٥	٧٤	٤,٩	٠,٧	الأراضي متوسطة الانحدار (٥-٥١٠)
١٦,٥	٦٥,٧	١,٢	٠,١٧	الأراضي فوق متوسطة الانحدار (١٠-٥١٨)
١٧,٧	٧٠,٩	٠,٥	٠,٠٨	الأراضي شديدة الانحدار (١٨-٥٣٠)
٩,٧	٣٨,٦	٠,٨	٠,٠١	الأراضي شديدة الانحدار جدا (٣٠-٥٤٥)
٠,٩	٣,٦	-	-	الحافات الرأسية وشبه الرأسية (٤٥-٥٧٥)
١٠٠	٣٩٩,٤	١٠٠	١٤,٢	الجملة

المصدر: إعتماًداً على نتائج درجات الانحدار المحسوبة آلياً من نموذج Carto-5، وباستخدام برنامج Arc GIS 10.3.

جدول (٣) فئات معدلات تقوس في وحدتي السهل الساحلي والتلال والجبال بالمنطقة أ- فئات تقوس السهل الساحلي

العناصر المستقيمة		العناصر المحدبة		العناصر المقعرة		فئات التقوس
١٣		جملة الفئات		جملة الفئات		
%	المساحة (كم ^٢)	%	المساحة (كم ^٢)	%	المساحة (كم ^٢)	
٧	٠,٩٩	٩,٤	١,٣	٧	٠,٩٩	صفر- >٥١٠ بسيط
ب- فئات تقوس التلال والجبال						
العناصر المستقيمة		العناصر المحدبة		العناصر المقعرة		فئات التقوس
٣٢,٥ % من الوحدة		١٢٩,٩ كم ^٢		١٣		
%	المساحة (كم ^٢)	%	المساحة (كم ^٢)	%	المساحة (كم ^٢)	
٦٧,٤	٢٦٩	٣٩	١٥٥,٩	٢٨,٤	١١٣,٤	صفر- >٥١٠ بسيط
٠,٠٣٢	٠,١٣	٠,٠٢	٠,١	٠,٠٠٨	٠,٠٣	١٠- >٥٢ متوسط
٠,٠٠٠	٠,٠٠١٤	٠,٠٠٠٣	٠,٠٠١	٠,٠٠٠١	٠,٠٠٠٣	٢٥- >٥٤ شديد
٠	٠,٠٠٠٠٥	-	-	٠	٠,٠٠٠٠٥	٤٥- >٥٩ شديد جدا
٦٧,٥	٢٦٩,١	٣٩	١٥٦	٢٨,٤	١١٣,٤	جملة التلال والجبال

المصدر: اعتماداً على الحساب الآلي لتقوس القطاع من نموذج الارتفاع الرقمي Catro-1، وباستخدام خوارزمية (Zevenbergen & Thorne) على برنامج Arc GIS 10.3.

ويلاحظ من قراءة شكل (٦-أ) وجدول (٢) أن درجات انحدار سطح هذه الوحدة تتراوح بين 0° - $81,2^{\circ}$ ، بمتوسط $12,4^{\circ}$ ، وانحراف معياري $11,6^{\circ}$. وتمثل فئة الأراضي شبه المستوية والهينة الانحدار (من 0° - 5°) $37,7\%$ من مساحة هذه الوحدة، وترتبط بمناطق بطون الأودية والمراوح الفيضية وأجزاء من أقدام وقمم التلال والجبال. بينما بلغت مساحة الأراضي المتوسطة وفوق المتوسطة

الانحدار (من 5° - 18°) 35% من مساحة الوحدة، وترتبط بالأجزاء السفلية من منحدرات المرتفعات، وفوق أجزاء من المراوح الفيضية وركامات الهشيم، أما الأراضي شديدة الانحدار وشديدة الانحدار جدًا والحافات الرأسية وشبه الرأسية (من 18° - $81,2^{\circ}$) فتمثل مجتمعة $28,3\%$ من مساحة الوحدة، وترتبط بمنحدرات الجبال والتلال، وبالحافات الصدعية، وبالقطاعات الطولية والعرضية للأودية خاصة ذات الرتب الدنيا.

أما عن التقوس فيلاحظ من قراءة شكل (٦-ب) وجدول (٣) تنوع زوايا التقوس في هذه الوحدة؛ حيث تتراوح القيم بين $3-65$ و $3,6^{\circ}$ و $43,6^{\circ}$ ، ويمكن وضع التقوس في ثلاث مجموعات، هي: المقعرة والمحدبة والمستقيمة، وتبلغ نسبة مساحتها $28,4$ و $39,1$ و $32,5\%$ من جملة مساحة الوحدة، وترتبط المنحدرات المستقيمة بالحافات الصدعية شديدة الانحدار وبقيعان الأودية الرئيسية، وتم حساب معامل الشكل العام للمنحدرات، وبلغ الناتج $1,38$ ، مما يدل على سيادة المنحدرات المحدبة.

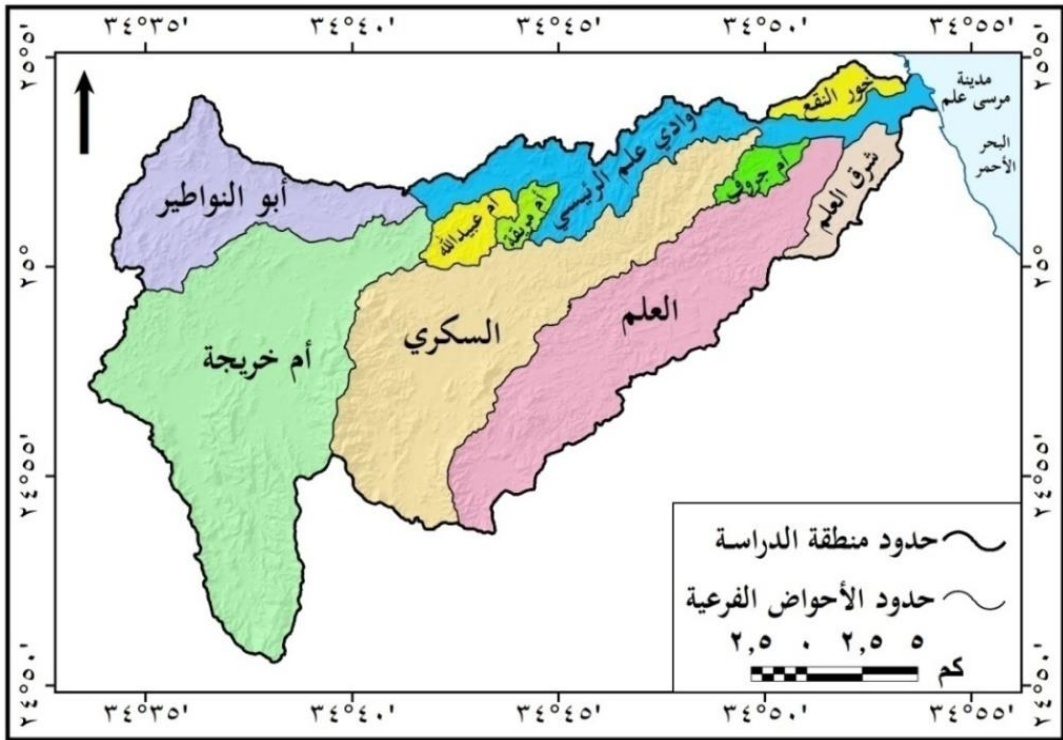
رابعاً: التحليل المورفومتري لأحواض تصريف المنطقة:

يتألف حوض وادي علم من ٩ أحواض فرعية بالإضافة إلى حوض وادي علم الرئيسي (شكل ٧)، وتبلغ رتبة المجرى الرئيسي لهذه الأحواض الرتبة الخامسة فأكثر تبعاً لتصنيف استريلر. وتصب هذه الأحواض في وادي علم الرئيسي. وقد تم رسم حدودها اعتماداً على الصور المحفوظة من برنامج جوجل إيرث والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥,٠٠٠، وتم الحصول على القياسات المختلفة آلياً باستخدام برنامج Arc GIS 10.3، وتلى ذلك حساب بعض

المعاملات المورفومترية (جدول ٤)، وذلك كما يلي:

أ- المساحة:

تبلغ مساحة حوض وادي علم ٤١١,٥ كم^٢، وهو بذلك من الأحواض متوسطة المساحة في الصحراء الشرقية. ويبلغ متوسط مساحة الأحواض الفرعية ٤١,٤ كم^٢، بانحراف معياري ٤٦ كم^٢، ونسبة اختلاف ١١١ %، ويدل ذلك على الاختلاف الواضح والكبير في المساحات. ويعد حوض وادي أم خريجة أكبرها مساحة ١٢٢,٩ كم^٢، وهو يقترب من ثلث مساحة الحوض (٢٩,٩%)، ويعد حوض خور النقع أصغرها مساحة ٦,٤ كم^٢ (١٥,٦%).



المصدر: إعتماًداً على رسم حدود الأحواض من الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١: ٢٥,٠٠٠، وصور محفوظة من برنامج Google Earth Pro.

شكل (٧) التوزيع المكاني للأحواض الفرعية في حوض وادي علم

ب- أبعاد الأحواض:

١- أطوال الأحواض:

تم قياس طول الحوض عن طريق قياس طول الخط المستقيم الممتد من نقطة المصب إلى أبعد نقطة تقع على خط تقسيم المياه^(٣٦). ويلاحظ من قراءة جدول (٤) أن طول حوض وادي علم يبلغ ٣٧,٤ كم. وتختلف أطوال الأحواض الفرعية؛ حيث تراوحت بين ٣,٦٥ - ٢٣,٢ كم، بمتوسط ١١,٧ كم وانحراف معياري ٨,٤ كم، وسجلت أحواض أم خريجة والسكري والعلم وأبو النواظير أطوال أكبر من المتوسط (من ١٢,٧-٢٣,٢ كم)، بينما سجلت باقي الأحواض أطوال أقل من المتوسط (من ٧,١-٣,٦٥ كم).

٢- عرض الأحواض:

تم حساب متوسط العرض عن طريق قسمة مساحة الحوض ÷ طوله^(٣٧)، وبناءً عليه ومن قراءة جدول (٤) يلاحظ أن متوسط عرض حوض وادي علم يبلغ ١١ كم. وتختلف الأحواض الفرعية في متوسط العرض بين ٠,٩ - ٥,٨ كم، وذلك في حوضي أم جروف وأم خريجة على التوالي. ويبلغ متوسط العرض ٢,٦ كم بانحراف معياري ١,٧ كم ونسبة اختلاف ٦٦,٢%، مما يدل على الاختلاف الكبير في متوسط عرض الأحواض الفرعية.

٣- محيط الأحواض:

يبلغ طول محيط حوض وادي علم ١٣٧,٦ كم، وتراوحت أطوال الأحواض الفرعية بين ١٠,٦ - ٦٨,٨ كم في حوضي أم مريقة والسكري على التوالي، ويبلغ متوسط الأطوال ٣٣,٧ كم بانحراف معياري ٢٤,٨ كم ونسبة اختلاف ٧٣,٦%، ويرجع هذا الاختلاف إلى تأثير الخصائص التضاريسية التي تمثل انعكاسًا لظروف البنية وخصائص الصخور. وتوجد علاقات ارتباط طردية قوية جدا أكثر من ٠,٩ بين أبعاد الأحواض ومساحتها.

ج- أشكال الأحواض:

لدراسة أشكال الأحواض المائية أهمية كبيرة؛ وذلك لما لها من دلالات تتعلق بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة فيها^(٣٨). كما تساعد في التعرف على كيفية تشكيل أحواض التصريف، وتعد وسيلة لتفسير وتوضيح التطور الجيومورفولوجي^(٣٩). ويؤثر شكل الحوض على خصائص تصريف المجاري، ويعد شكل حوض التصريف عاملاً مهماً في هيدرولوجية الحوض؛ حيث يؤثر على تجميع الجريان المائي وتصرفه^(٤٠). واعتماداً على جدول (٤) وشكل (٨) يمكن دراسة أشكال الأحواض كما يلي:

١- معدل الاستدارة:

تم حسابه عن طريق معادلة (مساحة الحوض ÷ مساحة دائرة بنفس طول محيط الحوض)^(٤١). وقد سجل حوض وادي علم معدل استدارة ٠,٢٧. مما يدل على ابتعاده عن شكل الدائرة. وتراوح معدل استدارة الأحواض الفرعية بين ٠,٢٦ و ٠,٥٦ وذلك في حوضي السكري وأم عبيد الله على التوالي، وبلغ المتوسط العام للأحواض الفرعية ٠,٣٨ بانحراف معياري ٠,١ ونسبة اختلاف ٢٦,١%، ويدل ذلك على ابتعاد جميع أشكال الأحواض الفرعية عن شكل الدائرة (شكل ٨)، وربما يرجع هذا الابتعاد في الأساس إلى مرورها بمرحلة الشباب، ومن ثم نشاط عمليات النحت الرأسي عن النحت الجانبي، هذا بالإضافة إلى شدة انحدار القطاعات الطولية للأودية وصلابة الصخور، وتأثر المنطقة بالصدوع ونطاقات القص.

٢- معدل الاستطالة:

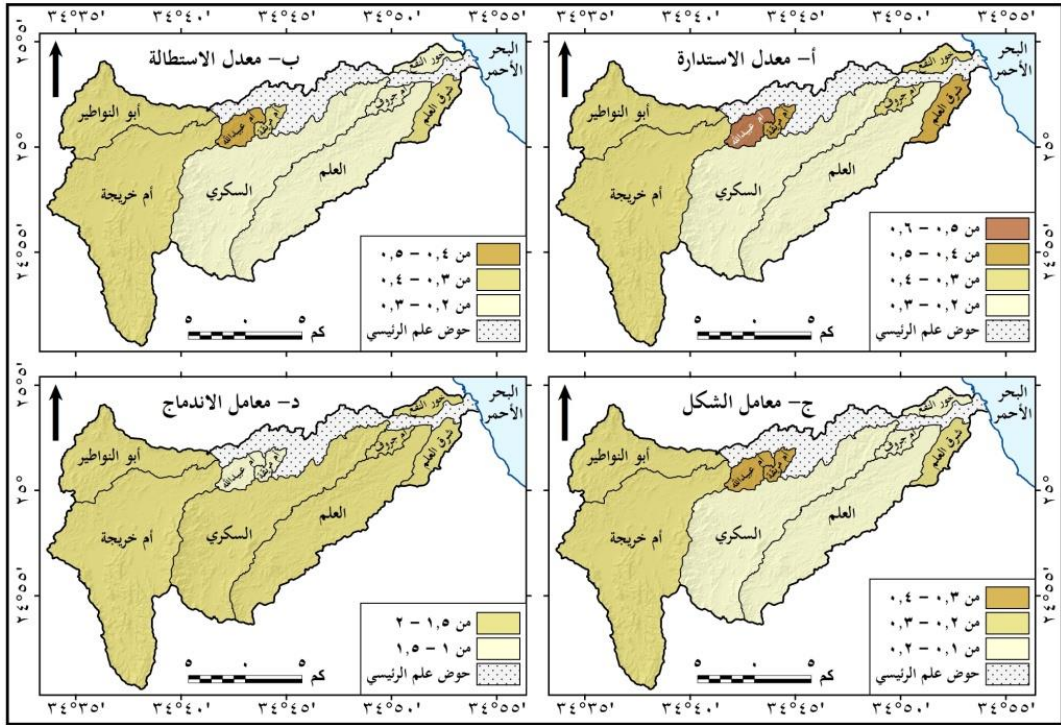
عبارة عن النسبة بين محيط دائرة بنفس مساحة الحوض وأقصى طول للحوض^(٤٢). وقد بلغ معدل استطالة حوض وادي علم ٠,٣٥، وبالتالي يميل الحوض إلى شكل المستطيل، وتراوح قيم معدلات الاستطالة في الأحواض الفرعية بين ٠,٢٤ في حوض وادي العلم و ٠,٤ في حوض وادي أم عبيد الله. وبلغ متوسط معدل استطالة الأحواض الفرعية ٠,٣١ بانحراف معياري ٠,٠٥ ونسبة اختلاف ١٦,١%، ويدل ذلك على التقارب الشديد في القيم، وعلى اقتراب أشكال معظم الأحواض الفرعية من شكل المستطيل، ويرجع ذلك أيضاً إلى المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها الأحواض، وشدة انحدار القطاعات الطولية.



جدول (٤) الخصائص المورفومترية لأحواض تصريف وادي علم

متوسط درجة انحدار الحوض	قيمة الوعورة	نسبة التضرس	التضاريس القسوى	معامل الاندماج	معامل الشكل	معامل الاستدارة	معامل الاستطالة	محيط الحوض (كم)	متوسط العرض (كم)	طول الحوض (كم)	المساحة (كم ^٢)	الحوض
١٥.١	٥.٤	٠.٠٣٤	٨٩٥	١.٦	٠.٢٨	٠.٣٧	٠.٣٤	٦٤.٤	٥.٨	٢١	١٢٢.٩	أم خريجة
١٦	٥.٥	٠.٠٣٩	٨٠٨	٢.٠	٠.١٨	٠.٢٦	٠.٢٧	٦٨.٧	٤.٢	٢٢.٨	٩٦.١	المسكوي
١٣.٩	٥.٥٢	٠.٠٢٧	٧١١	١.٩	٠.١٤	٠.٢٧	٠.٢٤	٥٩.٥	٣.٣	٢٣.٢	٧٧.١	العلم
١٣	٥.٢	٠.٠٤١	٦٦٧	١.٨	٠.٢٧	٠.٣١	٠.٣٣	٤١.٣	٣.٤	١٢.٧	٤٢.٧	أبو الرواطير
٩.٩	١.٢	٠.٠٣٢	١٥٤	١.٣	٠.٤٠	٠.٥٦	٠.٤٠	١٣.١	١.٧	٤.٤	٧.٧	أم عبيد الله
١٤	٠.٩	٠.٠٠٤	١٤٣	١.٥	٠.٣١	٠.٤٦	٠.٣٥	١٠.٦	١.١	٣.٧	٤.١	أم مريقة
١٠.٧	٢.٩	٠.٠٣٦	٢١٠	١.٨	٠.١٨	٠.٣٢	٠.٢٧	١٢.٧	٠.٩	٤.٨	٤.١	أم جروف
٦.٦	١.٣	٠.٠٢٩	٢٢٠	١.٥	٠.٢٣	٠.٤٣	٠.٣٠	١٨.٢	١.٦	٧.١	١١.٥	شرق العلم
٤.٨	١.١	٠.٠٢٥	١٥٥	١.٦	٠.٢٠	٠.٣٩	٠.٢٨	١٤.٤	١.١	٥.٧	٦.٤	خور التقع
٣.٨	٢.١	٠.٠٥٦	٣٩٦	٥.٢	٠.١	٠.١	٠.٥٥	٢٤.٨	١.٧	٨.٤	٤.٦	الانحداف المعجزي
١٢	٣.٢	٠.٠٣٣	٥١٦.٤	١.٧	٥.٢	٠.٣٨	٠.٣١	٣٣.٧	٢.٦	١١.٧	٤١.٤	المتوسط
٣٣.٤	٦٦.٢	١٢.٩	٧٤.٧	١٢.٧	٣٢.٧	٢٦.١	١٢.١	٧٣.٦	٦٦.٢	٧١.٨	١١١.١	نسبة الانحداف
١٢.٤	٢.٦٧	٠.٠٥٢	٣٨٤	٣.٣	٠.٥٨	٠.٥٩	٠.١٨	٧١.٨	١.٨	٢٢	٣٨.٨	علم الرئيسي
١٤	٨.٣	٠.٠٢٤	١٢٠.٢	١.٩	٠.٢٩	٠.٢٧	٠.٣٥	١٣٧.٦	١١	٣٧.٤	٤١١.٥	حوض وادي علم

المصدر: تم قياس المساحة والأبعاد آتياً بواسطة برنامج Arc GIS 10.3، وتم استخدام بيانات القياس في حساب المعاملات المورفومترية من خلال تطبيق المعادلات الواردة في متن البحث.



المصدر: إتمادًا على تطبيق المعادلات الواردة في متن البحث.

شكل (٨) معاملات شكل أحواض منطقة الدراسة

٣- معامل الشكل:

يتم حسابه عن طريق قسمة مساحة الحوض ÷ مربع طول الحوض. ويصبح شكل الحوض مربعًا إذا بلغ المعامل ١، بينما يكون الحوض تام الاستدارة إذا بلغت القيمة ٢٧٣.١، بينما يدل انخفاض القيم على زيادة استطالة الحوض^(٤٣). وقد سجل حوض وادي علم معامل شكل ٠,٢٩، مما يدل على استطالة الحوض وابتعاده عن شكلي المربع والدائرة، وقد تراوحت قيم معامل الشكل في الأحواض الفرعية بين ٠,١٤ و ٠,٤، وذلك في حوضي العلم وأم عبيد الله على التوالي، بمتوسط ٠,٢ وانحراف معياري ٠,١ ونسبة اختلاف ٣٢,٧%، مما يؤكد نتيجة معدل الاستطالة من اقتراب أشكال الأحواض الفرعية من الاستطالة عن شكلي المربع والدائرة، كما هو واضح في شكل (٨).

٤- معامل الاندماج:

يوضح مدى تجانس شكل محيط الحوض مع مساحته، ودرجة انتظام وتعرج خطوط

تقسيم المياه، ومدى تباعد خطوط تقسيم المياه عن مركز الحوض^(٤٤). وتم حسابه بالمعادلة: (معامل الاندماج = $0,282 \times$ محيط الحوض \div الجذر التربيعي لمساحة الحوض)^(٤٥). وبناءً عليه بلغ معامل اندماج حوض وادي علم ١,٩، وتراوحت القيم في الأحواض الفرعية بين ١,٣ و ١,٩، بمتوسط ١,٧ وانحراف معياري ٠,٢ ونسبة اختلاف ١٢,٧%، وتدل هذه القيم على اقتراب شكل حوض وادي علم والأحواض الفرعية من شكل المستطيل. كما تدل على أن الأحواض تتميز بطول خط تقسيم مياهها بالنسبة إلى مساحتها الحوضية، وبالتالي ارتفاع نسبة تعرج خط تقسيم المياه، وقلّة درجة انتظام شكل الحوض، ومن ثم لم تقطع هذه الأحواض شوطاً كبيراً في مراحل تطورها التحتية^(٤٦)

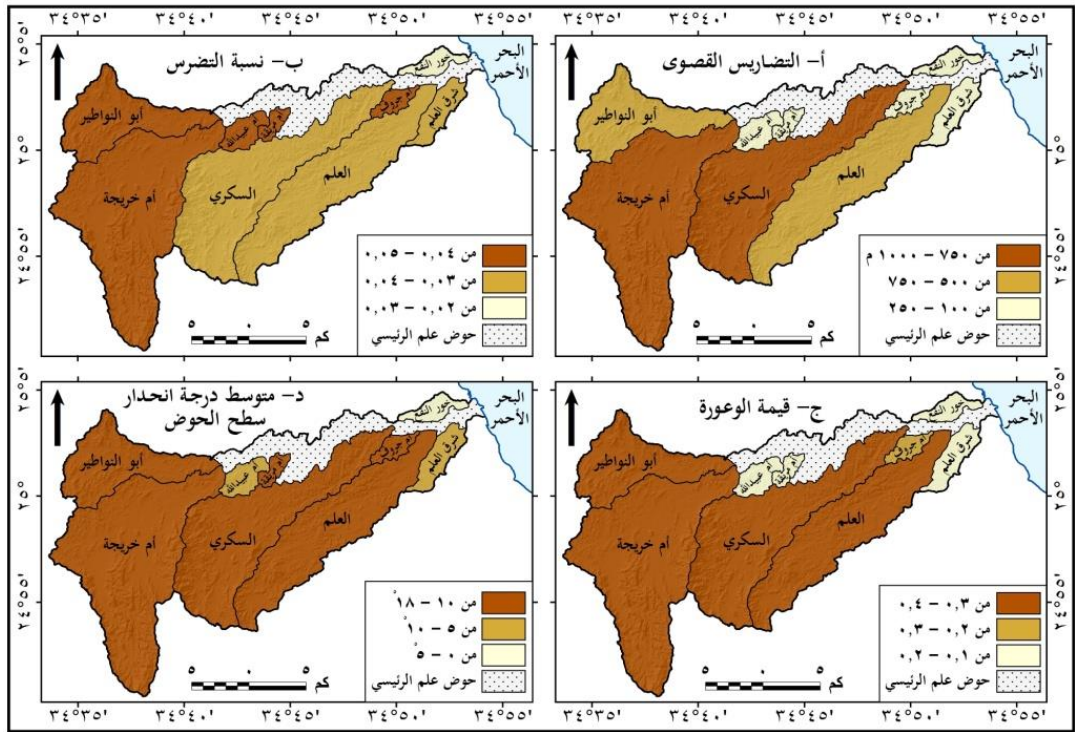
د- تضرس الأحواض:

يلقي تضرس الأحواض الضوء على المرحلة العمرية التي قطعها الأنظمة النهرية، وكذلك على العوامل التي ساهمت في نشأتها وتطورها^(٤٧)، وتوجد العديد من المعاملات التي تستخدم لدراسة تضرس أحواض التصريف، ومن قراءة جدول (٤) وشكل (٩) يمكن دراسة أهم هذه المعاملات كما يلي:

١- التضاريس القصوى:

عبارة عن الفارق في الارتفاع بين منسوب نقطة المصب ومنسوب أعلى نقطة على محيط الحوض^(٤٨). وبلغت التضاريس القصوى لحوض وادي علم ١٢٠٢م، وتختلف الأحواض الفرعية في التضاريس القصوى؛ حيث يبلغ متوسطها ٥١٦م، بانحراف معياري ١٥٥ م، ونسبة اختلاف ٧٤,٧%. ويعد حوض وادي أم خريجة أكثر الأحواض في التضاريس القصوى؛ حيث سجل قيمة ٨٩٥ م، بينما سجل حوض وادي شرق العلم أقل قيمة (١٥٥م). ويدل ما سبق على الاختلاف الكبير في قيم التضاريس القصوى لأحواض المنطقة؛ ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها موقع الحوض بالنسبة لحوض وادي علم، فالارتفاعات تزداد في الحوض بالاتجاه صوب الغرب وتقل بالاتجاه شرقاً، ولذا كانت الأحواض التي تقع منابعها

في غربي الحوض أكثر في تضاريسها القصوى من الأحواض التي تقع منابعها في الأجزاء الوسطى والشرقية من الحوض. وعامة تعد القيم السابقة مؤشر على شدة خطورة سيول معظم أحواض الدراسة، حيث توجد علاقة ارتباط طردية قوية بين التضاريس القصوى وكميات المواد المنقولة (٤٩).



المصدر: إتماداً على تطبيق المعادلات الواردة في متن البحث.

شكل (٨) معاملات تضرس أحواض الدراسة

٢- نسبة التضرس:

تم حسابه عن طريق معادلة: (التضاريس القصوى ÷ طول الخط الموازي للمجرى الرئيسي للحوض) (٥٠). وتتميز هذه المعادلة بأنها أدخلت طول الحوض مع التضاريس القصوى؛ لما لذلك من تأثير كبير في قوة الجريانات السيلية، وبلغت نسبة التضرس في حوض وادي علم ٠,٠٢٤، وتقاربت الأحواض الفرعية في القيم؛ حيث تراوحت بين ٠,٠٢٥ و ٠,٠٤١، وذلك في حوضي خور النقع وأبو النواطير على التوالي، بمتوسط ٠,٠٣٣، وانحراف معياري ٠,٠٠٦، ونسبة اختلاف ١٦,٩ %، وتؤكد كل هذه القيم على أن معظم

أحواض الدراسة تمر بمرحلة الشباب، وأن الاختلافات بينها بسيطة.

٣- قيمة الوعورة:

توضح درجة تقطع سطح الحوض بفعل النحت المائي، ولكن ما يعيبه أنه لا يضع في الاعتبار تراجع المنحدرات والتقطع الناتج عن الصدوع، وأيضًا لا يضع في الاعتبار شكل الحوض ودرجات انحدار جوانب الأودية، واتساع القطاعات العرضية^(٥١). ويتم حسابه عن طريق معادلة: (التضاريس القصوى x الكثافة التصريفية)^(٥٢). وبناء عليه بلغت قيمة الوعورة في حوض وادي علم ٨,٣، وتراوحت القيم في الأحواض الفرعية بين ٠,٩ و ٥,٥٢ وذلك في حوضي أم مريقة والعلم على التوالي، بمتوسط عام ٣,٢ وانحراف معياري ٢,١ ونسبة اختلاف ٦٦,٢%، وسجلت أحواض: العلم والسكري وأم خريجة وأبو النواظير قيم أعلى من المتوسط، بينما سجلت باقي الأحواض قيم أقل من المتوسط، وتتمثل الأسباب الرئيسية لهذه الاختلافات في اختلاف قيم كل من التضاريس القصوى والكثافة التصريفية إلى مساحة الأحواض، هذا بالإضافة إلى تأثير الخصائص الصخرية. وتوجد علاقات ارتباطية قوية جدا بين قيمة الوعورة وكل من: التضاريس القصوى وأعداد المجاري وأطوال المجاري (٠,٩٦ و ٠,٩٢ و ٠,٩١ على التوالي)، بينما سجلت علاقة ارتباطية قوية مع المساحة (٠,٨٦).

٤- متوسط درجة انحدار سطح الأحواض:

تم حسابه اعتمادًا على درجات الانحدار المحسوبة آليًا من نموذج الارتفاع الرقمي Carto-5 بدقة ٥ م، وبلغ متوسط درجة انحدار سطح حوض وادي علم ١٤°، وتراوحت المتوسطات في الأحواض الفرعية بين ٤,٨° و ١٦° وذلك في حوضي خور النقع والسكري على التوالي، وبلغ متوسط انحدار سطح الأحواض ١٢° بانحراف معياري ٣,٨° ونسبة الاختلاف ٣٣,٤%. وبناءً عليه يقع حوض وادي علم وأحواض السكري وأم خريجة وأم مريقة والعلم وأبو النواظير وأم جروف ضمن فئة الأراضي فوق المتوسطة الانحدار تبعًا لتصنيف ينج، بينما يقع حوضي أم عبيدالله وشرق العلم ضمن فئة الأراضي المتوسطة الانحدار، ويقع

حوض وادي خور النقع ضمن الأراضي الهينة الانحدار، وترجع هذه الاختلافات في الأساس إلى اختلافات تضاريسية وليثولوجية وبنائية، وبالتالي توجد اختلافات كبيرة في قدرة الأحواض الفرعية على النحت والنقل والإرساب، وهي في معظمها أحواض ذات قدرة وكفاءة عالية.

وبناءً عليه تتسم أحواض الدراسة بشدة تضرسها مع وجود اختلافات بسيطة فيما بينها، وتتسم في معظمها بأنها تمر بمرحلة الشباب، ويلاحظ من تحليل نماذج الارتفاع الرقمية والمرئيات الفضائية والدراسات الميدانية أنها أحواض ذات انحدارات شديدة في القطاعات الطولية والعرضية، وقد انعكست كل الخصائص السابقة على قوة السيول التي تحدث في الأحواض.

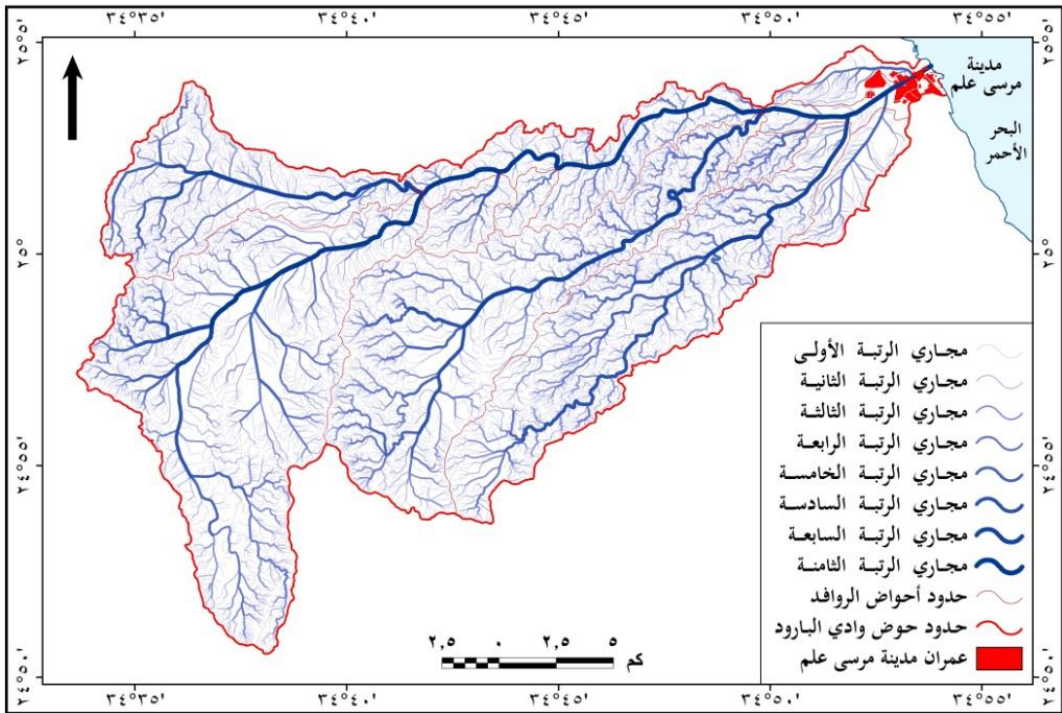
خامساً: التحليل المورفومتري لشبكات تصريف المنطقة:

تم رسم شبكات تصريف أحواض الدراسة من صور محفوظة من برنامج جوجل إيرث والخرائط الطبوغرافية ١: ٢٥,٠٠٠، وتم ترتيب المجاري بطريقة استريلر، وتلى ذلك الحصول على العديد من البيانات بطريقة آلية، وتم وضع النتائج في جدول (٥)، وعرضت في الشكلين (٩ و ١٠)، وبناءً عليه يمكن القيام بالتحليل المورفومتري كما يلي:

أ- أعداد المجاري:

بلغت جملة أعداد المجاري في حوض وادي علم ٩٨٧١ مجرى، تتراوح رتبها بين الرتبتين الأولى والثامنة تبعاً لتصنيف استريلر (شكل ٩). ويبلغ متوسط أعداد المجاري في أحواض التصريف الفرعية ٩٨٥ مجرى، بانحراف معياري ١٠٣٠ مجرى، ونسبة اختلاف ١٠٤,٦%. ويدل ذلك على وجود اختلافات كبيرة في أعداد المجاري داخل أحواض المنطقة. ويوجد في أحواض السكري والعلم وأم خريجة وأبو النواطير ٢٤١٣ و ٢٢٨٢ و ٢١٩١ و ١١٠٣ مجرى على التوالي، بنسبة ٨٠,١% من جملة أعداد المجاري، بينما سجلت أحواض أم جروف وأم عبيد الله وشرق العلم وخور النقع وأم مريقة أعداداً تتراوح بين ٨٢ - ٣٠٠ مجرى فقط.

يرجع الاختلاف بين الأحواض إلى عدة أسباب يأتي على رأسها عامل المساحة؛ حيث سجلت علاقة ارتباط طردية قوية جدًا (٠,٩٦) بين أعداد المجاري ومساحة الأحواض، وتجدر الإشارة إلى أن عامل المساحة ليس العامل الوحيد المؤثر في أعداد المجاري؛ فمثلا تبلغ مساحة حوض شرق العلم نحو ثلاثة أمثال مساحة حوض أم جروف، وبالرغم من ذلك يوجد به أكثر من نصف أعداد المجاري الموجودة بحوض أم جروف، ويدل ذلك على وجود عوامل أخرى مؤثرة في أعداد المجاري بالإضافة إلى عامل المساحة، واتضح من فحص المرئيات الفضائية والخريطة الجيولوجية أن هذه العوامل تتمثل في الخصائص التضاريسية ونوع الصخور وكثافة الصدوع والفواصل، وما لها من تأثيرات على أنماط التصريف وشكل الأحواض.



المصدر: اعتمادًا على رسم المجاري من صور محفوظة من برنامج جوجل إيرث وتم الترتيب تبعًا لطريقة استريلر.

شكل (٩) شبكات تصريف أحواض منطقة الدراسة تبعًا لتصنيف استريلر

ب- رتب المجاري:

تتراوح رتب مجاري الدراسة بين الرتبتين الأولى والثامنة (شكل ٩)، وقد سجل المجري الرئيسي لحوض وادي علم الرتبة الثامنة، وتوجد اختلافات كبيرة في رتبة المجاري الرئيسية للأحواض الفرعية؛ حيث سجل حوض أم خريجة الرتبة الثامنة، وسجلت أحواض السكري والعلم وأبو النواطير الرتبة السابعة، وسجل حوض أم عبيد الله الرتبة السادسة، وسجلت باقي الأحواض الرتبة الخامسة. ويعزى الاختلاف في رتب المجاري الرئيسية إلى تأثير المساحة من جهة والخصائص الجيولوجية والتضاريسية بالإضافة إلى أنماط شبكات التصريف من جهة أخرى.

بلغ عدد مجاري الرتبة الأولى ٧٦٥٨ مجري، والرتبة الثانية ١٦٣٦ مجري، وهما يمثلان معاً ٩٤,٢ % من جملة عدد المجاري في الحوض، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج جميع دراسات الأودية الجافة في مصر^(٥٣). بينما مثلت مجاري الرتب من الثالثة إلى الثامنة ٥,٨ % من جملة أعداد المجاري. ويشير^(٥٤) عقل (١٩٩٨) إلى أن زيادة أعداد مجاري الرتب الدنيا له تأثير كبير على زيادة خطورة الجريان السيلي؛ وأرجع ذلك إلى أن شبكات تصريف الرتب الأدنى أعلى كفاءة في تجميع وتصريف المياه عن الرتب الأعلى.

ج- أطوال المجاري:

تم قياس أطوال المجاري آلياً باستخدام برنامج Arc GIS 10.3، وبلغت جملة أطوال المجاري ٢٨٥٧,٥ كم، بمتوسط ٢٨٧,٦ كم وانحراف معياري ٢٢٩,٥ كم، وتوجد اختلافات كبيرة في أطوال المجاري بالأحواض الفرعية؛ حيث بلغت نسبة الاختلاف بينها ١٠٤,١ %، وتراوحت جملة أطوال المجاري في الأحواض الفرعية بين ٢٧,١ كم في حوض وادي أم مريقة، و٧٤٠,٣ كم في حوض وادي أم خريجة. وتؤثر أطوال المجاري في كمية الفاقد المائي بالجريان، وكذلك في كثافة التصريف، وينعكس كل ذلك على سرعة الجريان المائي وزمن التباطؤ.

جدول (٥) الخصائص المورفومترية لشبكات تصريف منطقة الدراسة

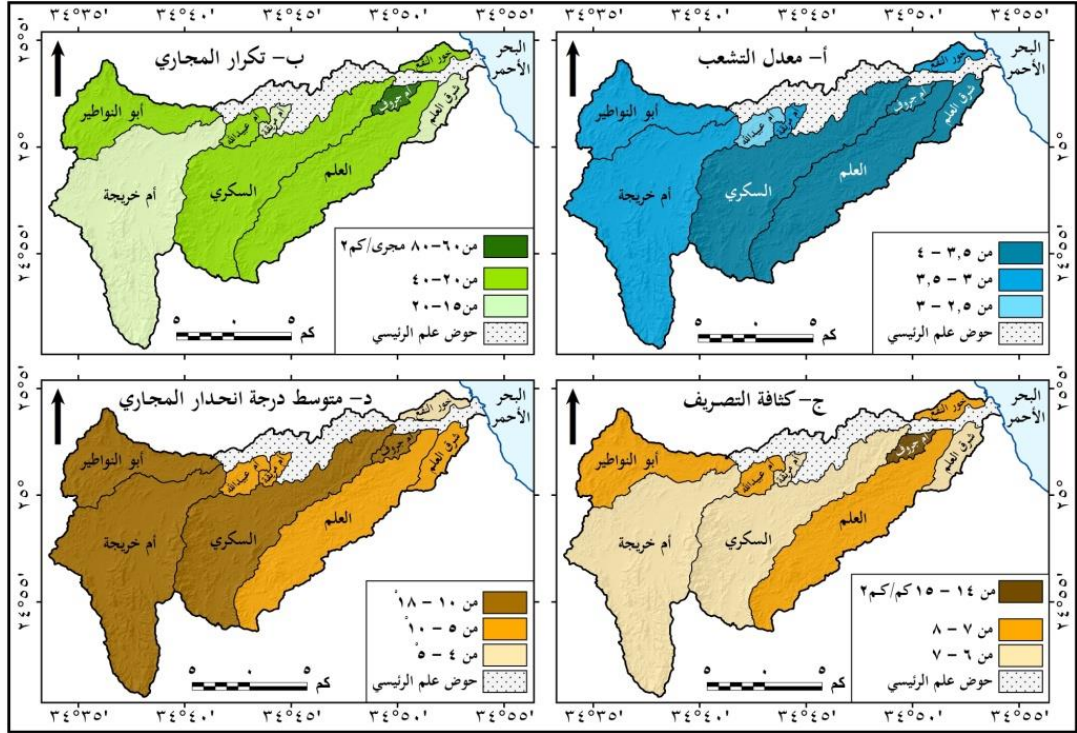
متوسط درجة انحدار المجاري	كثافة التصريف	تكرار المجاري	متوسط نسبة التشعب	إجمالي أطوال المجاري (كم)	إجمالي أعداد المجاري (مجرى)	الحوض
١٣	٦	١٧,٨	٣,٠٢	٧٤٠,٣	٢١٩١	أم خريجة
١٤	٦,٨	٢٥,١	٣,٦٥	٦٥٤,٤	٢٤١٣	السكري
٩	٧,٨	٣٠	٣,٥٩	٥٩٨,٧	٢٢٨٢	العلم
١٣,٢	٧,٩	٢٥,٨	٣,٢٧	٣٣٥,٨	١١٠٣	أبو النواظير
٧,٧	٧,٦	٢٤,٨	٢,٩٢	٥٨,٨	١٩١	أم عبيد الله
٩	٦,٦	١٩,٩	٣,٣٢	٢٧,١	٨٢	أم مريقة
١٠,٨	١٤	٧٢,٥	٣,٩٨	٥٨	٣٠٠	أم جروف
٥,٨	٦,١	١٥	٣,٥	٧٠,٢	١٧١	شرق العلم
٤	٧	٢٠,٧	٣,٢٦	٤٥,٣	١٣٣	خور النقع
٩,٣	٢,٤	١٧,٣	٠,٣٥	٢٩٩,٥	١٠٣٠,٤	الانحراف المعياري
٩,٦	٨	٢٧,٩	٣,٤	٢٨٧,٦	٩٨٥,١	المتوسط
٩٦,٦	٣١	٦٢,١	١٠	١٠٤,١	١٠٤,٦	نسبة الاختلاف
١٠	٦,٩	٢٦	٤,٨	٢٦٩,١	١٠٠٦	علم الرئيسي
١١,٧	٦,٩	٢٤	٣,٨٧	٢٨٥٧,٥	٩٨٧١	حوض وادي علم

المصدر: تم قياس الأبعاد آلياً بواسطة برنامج Arc GIS 10.3، وتم حساب المعاملات من خلال تطبيق المعادلات الواردة في البحث.

د- معدل التشعب:

عبارة عن النسبة بين عدد المجاري المائية في رتبة ما إلى عدد المجاري المائية في الرتبة الأعلى منها مباشرة^(٥٥). ويعد هذا المعدل من المقاييس المهمة بسبب تحكمه في معدل التصريف، وهناك علاقة قوية بين زمن التصريف ومعدل التشعب، وبالتالي كلما قل معدل التشعب زاد خطر الجريان السيلي^(٥٦). وبناءً عليه بلغ متوسط معدل التشعب في حوض وادي علم ٣,٨٧، وهذا المتوسط أقل من المسجل في أحواض منطقة الغردقة ٤,٥١^(٥٧) وفي

أحواض غرب خليج السويس ٤,٥١^(٥٨) ، وأيضًا من المسجل في أحواض منطقة سفاجا - القصير (٤,٤١ - ٥,٧٤)^(٥٩)، كما أنه أقل من المسجل في حوض وادي البارود ٤,٢^(٦٠) .
ويبلغ متوسط معدل تشعب الأحواض الفرعية ٣,٤ بانحراف معياري ٠,٣٥ ونسبة اختلاف ١٠%، ويدل ذلك على قلة الاختلافات ووجود تجانس بين الأحواض الفرعية في معدلات التشعب.



المصدر: اعتمادًا على تطبيق المعادلات الواردة في متن البحث.

شكل (١٠) الخصائص المورفومترية لشبكات تصريف منطقة الدراسة

هـ- تكرار المجاري:

تم حسابه عن طريق معادلة: (أعداد المجاري ÷ مساحة الحوض)^(٦١) ، وبلغت قيمته في حوض وادي علم ٢٤ مجرى/كم^٢، وتراوحت القيم في الأحواض الفرعية بين ١٥-٧٢,٥ مجرى/كم^٢، وذلك في حوضي شرق العلم وأم جروف على التوالي، بمتوسط ٢٧,٩ مجرى/كم^٢، وانحراف معياري ١٧,٣ مجرى/كم^٢، ونسبة اختلاف ٦٢,١%. وتعد هذه القيم أعلى من مثيلتها في أحواض الغردقة ٧,٦٨^(٦٢)، وتقترب من مثيلتها في أحواض غربي

خليج السويس ٢٧,٥^(٦٣)، كما تقترب من المسجلة في حوض وادي البارود ٣٣,٣^(٦٤)، ويرجع ذلك في الأساس إلى عدة أسباب منها: ارتفاع دقة المصدر الذي تم رسم المجاري منه، وبالتالي إمكانية حصر معظم المجاري الموجودة في المنطقة، علاوة على التأثير الكبير للبنية الجيولوجية في كثرة مجاري المنطقة؛ حيث تعرضت المنطقة لحركات أرضية قوية، وبها نطاقات قص، علاوة على وجود عدد كبير من الفواصل. ويدل ارتفاع قيم تكرار المجاري على زيادة قوة الجريان السيلي بالمنطقة، ويعد حوض أم جروف أكثر الأحواض في قوة الجريان السيلي، بمعدل تكرار ٧٢,٥ مجرى/كم^٢، يليه أحواض العلم وأبو النواير والسكري وأم عبيد الله بتكرار مجاري ٣٠ و ٢٥,٨ و ٢٥,١ و ٢٤,٨ على التوالي، أما أحواض خور النقع وأم مريقية وأم خريجة وشرق العلم فتتراوح القيم بهم بين ١٥ و ٢٠,٧ مجرى/كم^٢.

و - كثافة التصريف:

بلغت كثافة التصريف في حوض وادي علم ٦,٩ كم/كم^٢، وتراوحت كثافة التصريف في الأحواض الفرعية بين ٦ - ١٤ كم/كم^٢ وذلك في حوضي أم جروف وأم خريجة على التوالي، بمتوسط عام ٨ كم/كم^٢، وانحراف معياري ٢,٤ كم/كم^٢، وبهذا تقع الأحواض الفرعية ضمن فئتي التصريف المنخفضة والمتوسطة تبعاً لتصنيف موريساوا (1985)^(٦٥)، ويرجع ذلك في الأساس إلى شدة صلابة الصخور، وشدة انحدار سطح الأحواض. وقد أكد ليوبولد وزملائه (1964)^(٦٦) على أن انخفاض الكثافة التصريفية يرتبط ارتباطاً كبيراً بانخفاض معدل نفاذية الصخور؛ حيث أن صخور المنطقة في معظمها صخور نارية ومتحولة وهي صخور غير منفذة للمياه، كما أن صخور الحجر الجيري في حوضي شرقي العلم وخور النقع صخور متوسطة النفاذية، هذا علاوة على التأثير الكبير لصلابة الصخور في انخفاض كثافة التصريف^(٦٧)، كما أثرت ظروف الجفاف الشديد الذي تعيشه المنطقة أيضاً في انخفاض كثافة التصريف^(٦٨).

ز- انحدار المجاري:

تعد دراسة انحدار المجاري من الموضوعات المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية؛ ذلك لكونها تعكس المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها المجاري، كما تلقي الضوء على العوامل المؤثرة في حفر المجاري، علاوة على تأثير الانحدار في العديد من العمليات الهيدروولوجية.

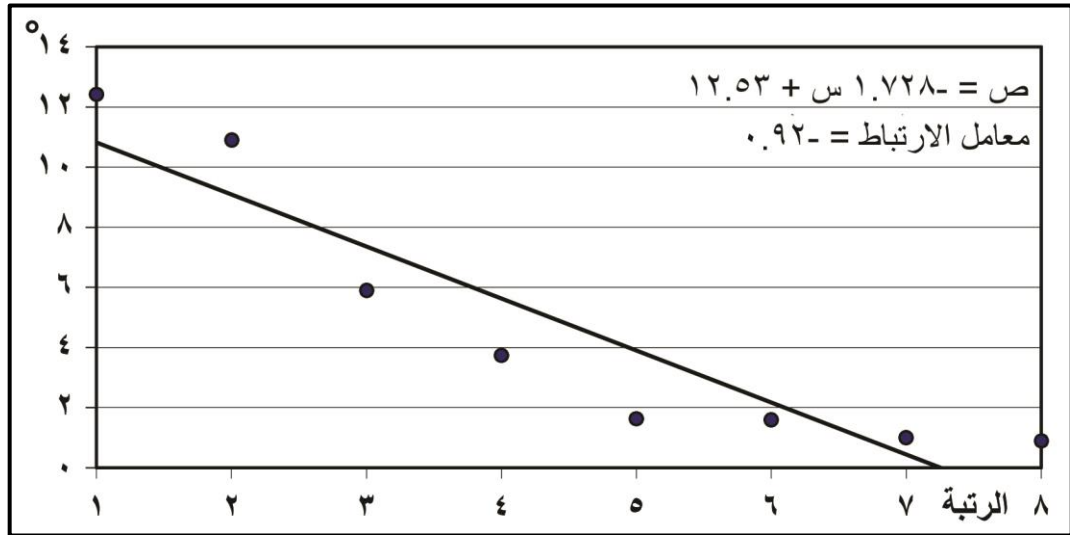
وقد تم حساب درجة انحدار جميع المجاري المائية في أحواض الدراسة بطريقة آلية باستخدام طبقتي المجاري المائية ونموذج الارتفاع الرقمي Carto-5، وتم حساب درجة الانحدار عن طريق معادلة: (الفصل الرأسي بين منبع المجرى ومصبه ÷ طول المجرى، ثم ضرب الناتج × ٦٠) ^(٦٩)، وبناءً عليه تراوحت درجات انحدار المجاري في المنطقة بين ١ - ٨٤,٤° بمتوسط ١١,٧° وانحراف معياري ١٢,٣° ونسبة اختلاف ١٠٥,١%. ويدل ذلك على وجود اختلافات كبيرة في درجات انحدار المجاري بمنطقة الدراسة.

وقد سجلت ٣% من أعداد المجاري درجات انحدار أعلى من ٤٥°، بينما سجلت ٥,٢% درجات انحدار بين ٣٠ - ٤٥°، وسجلت ١٢,٥% درجات انحدار من ١٨ - ٣٠°، وسجلت ٢١,٢% من أعداد المجاري درجات انحدار بين ١٠ - ١٨°، وسجلت ٤٠,٦% من أعداد المجاري درجات انحدار تراوحت بين ٢ - ١٠°، وسجلت ١٧,٧% من أعداد المجاري درجات انحدار أقل من ٢°، ويدل ما سبق على وجود اختلافات كبيرة في درجات انحدار المجاري، وعلى شدة انحدار مجاري المنطقة، وبالتالي زيادة قدرتها على النحت والنقل، ويؤكد على مرور معظم الأودية بمرحلة الشباب.

وبلغ متوسط درجة انحدار المجاري في الأحواض الفرعية ٩,٦° بانحراف معياري ٩,٣° ونسبة اختلاف ٩٦,٦%، وسجلت أحواض السكري وأم خريجة وأبو النواظير وأم جروف قيم من ١٠ - ١٤°، وسجلت أحواض العلم وأم خريجة وأم عبيد الله قيم من ٧,٧ - ١٠°، وسجل حوضي شرق العلم وخور النقع قيم من ٤ - ٥,٨°، وتدل هذه القيم على شدة انحدار درجات الانحدار في حوض الدراسة، خاصة إذا تمت مقارنة هذه النتائج مع

الأحواض الفرعية لوادي العريش (من ٠,٣ - ١,٠٢^٥) (٧٠)، وأحواض تصريف شرق سوهاج (من ١,٤٧ - ٧,٨^٥) (٧١)، بينما تقل هذه القيم عن المسجلة في الأحواض الفرعية بوادي البارود (من ٥,١ - ٢٣^٥) (٧٢).

ويلاحظ من قراءة شكل (١١) اختلاف متوسطات درجات انحدار الرتب في حوض الدراسة؛ حيث سجلت الرتبتان الأولى والثانية أعلى قيم ١٢,٤ و ١٠,٩^٥ على التوالي، وجاءت بعدهما الرتبة الثالثة بمتوسط ٥,٩^٥ ثم الرتبة الرابعة بمتوسط ٣,٧^٥، واقتربت قيم الرتبتين الخامسة والسادسة من ١,٦^٥، واقتربت أيضًا قيم الرتبتين السابعة والثامنة من ١^٥. وبناءً عليه توجد علاقة ارتباط عكسية قوية بلغت -٠,٩٢ بين الرتبة ومتوسط درجة انحدارها في حوض وادي علم؛ حيث يزيد الانحدار في الرتب المجاري الأقل رتبة، بينما يقل في المجاري الأعلى رتبة، وهو ما يتفق مع قانون هورتن^(٧٣) الخاص بانحدارات المجاري؛ حيث أكد على وجود متوالية هندسية عكسية بين قلة الرتبة وارتفاع متوسط درجة انحدارها.



المصدر: اعتمادًا على بيانات متوسط درجة انحدار المجاري تبعًا للرتبة، وباستخدام درجات الانحدار المحسوبة من نموذج الارتفاع الرقمي Carto-5 وبرنامج Arc GIS 10.3.

شكل (١١) العلاقة بين متوسط درجات انحدار المجاري والرتبة

سادساً: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض الدراسة:

أ- زمن التركيز:

يقصد به الفترة الزمنية التي تستغرقها المياه لكي تتحرك من أبعد نقطة في الحوض إلى المصب، وتم حسابه عن طريق معادلة (Kirpichcer, 1940)^(٧٤) عن:

$$T_c = 0.06628 L^{0.77} / Y^{-0.385}$$

حيث أن: T_c = زمن التركيز بالساعة، و L = طول المجرى الرئيسي من المنبع إلى المصب (كم)، و Y = معدل الانحدار بين أعلى وأقل ارتفاع في الحوض (متر/كم)^(٧٥).

ويلاحظ من قراءة جدول (٦) وشكل (١٢) أن زمن التركيز بلغ في حوض وادي علم ٤,٦ ساعة، وتراوحت قيمه بالأحواض الفرعية بين ٤٨,٨ دقيقة في حوض وادي أم عبيدالله، و٣,٢٦ ساعة في حوض وادي أم خريجة، بمتوسط ١,٨ ساعة وانحراف معياري ١,١ ساعة، وبلغت نسبة الاختلاف ٥٨%، ويدل ما سبق على قصر الفترة الزمنية التي يستغرقها الجريان السطحي للتحرك من أبعد نقطة على محيط الحوض إلى المصب، ولعل ذلك يرتبط بقصر أطوال الأحواض، وأيضاً شدة انحدار القطاعات الطولية للمجري الرئيسي، وبالتالي شدة خطورة سيول الحوض، وصعوبة اتخاذ التدابير المناسبة لمواجهة السيل.

٢- زمن التباطؤ:

يعرف زمن التباطؤ بأنه الفترة الزمنية الفاصلة بين بداية هطول الأمطار وبدء الجريان في التوالد^(٧٦)، وتم حسابه من معادلة (Linsley, et al., 1949)^(٧٧)، وقد تم استخدام هذه المعادلة نظراً لأنها تضم متغيرات ترتبط بمركز ثقل الحوض، ومتوسط درجة انحدار سطح الحوض، علاوة على استخدام قيم ثابتة تتغير بتغير تضاريس الحوض، وهذه المعادلة هي:

$$T_p = C_t (L L_{ca} / \sqrt{S})^n$$

حيث أن: T_p = زمن التباطؤ بالساعة، و S انحدار سطح الحوض، و L طول المجرى الرئيسي من المصب إلى المنبع، و L_{ca} طول المجرى الرئيسي من مصب الحوض إلى مركز ثقل الحوض، وعندما تكون قيم L و L_{ca} بالميل تصبح قيمة $n = 0,38$ ، وقيمة C_t ١,٢ للمناطق

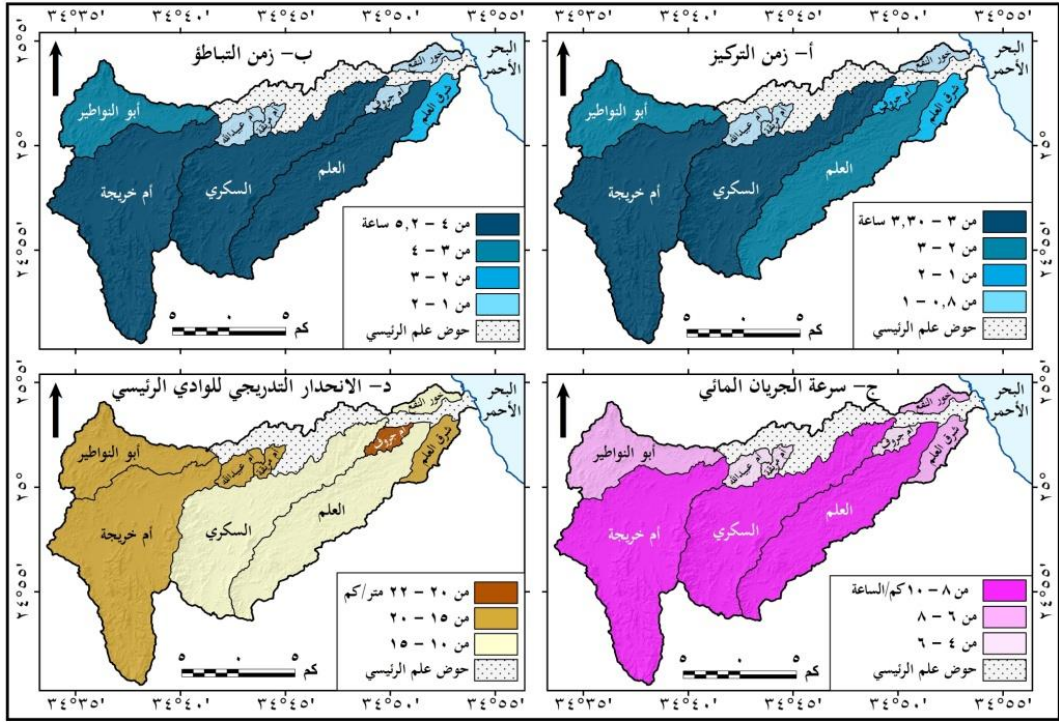
الجبليّة. وقد تم تحديد مركز ثقل الأحواض الفرعية آلياً باستخدام برنامج Arc GIS 10.3، وتلى ذلك القياس الآلي لطول المجرى الرئيسي حتى النقطة القريبة من نقطة مركز ثقل الحوض، وتم تطبيق المعادلة السابقة.

وبالتطبيق على حوض وادي علم الرئيسي نجد أنه قد بلغ ٧,٨ ساعة، وتراوحت القيم في الأحواض الفرعية بين ١,٣ - ٥,٢ ساعة في حوضي أم مريقة والسكري على التوالي، بمتوسط ٣ ساعات، وانحراف معياري ١,٦ ساعة، ونسبة اختلاف ٥٤,٤ %، وسجلت أحواض السكري وأم خريجة والعلم وأبو النواطير زمن تباطؤ أعلى من المتوسط، بينما سجلت باقي الأحواض زمن تباطؤ أقل من المتوسط، وعامة تدل هذه القيم على قصر الفترة الزمنية الفاصلة بين سقوط المطر وبدء تولد الجريان السطحي، مما يجعل هناك صعوبة في مواجهة السيل في الحوض.

جدول (٦) التحليل الكمي للخصائص الهيدرولوجية لأحواض تصريف الدراسة

الحوض	زمن التركيز (ساعة)	زمن التباطؤ (ساعة)	سرعة الجريان المائي (كم/الساعة)	الانحدار التدريجي للوادي الرئيسي (م/كم)
أم خريجة	٣,٣	٤,٩	٨,٥	١٨,٦
السكري	٣,١	٥,٢	٨,٨	١٢,٩
العلم	٣	٤,٨	٩,٢	١٤,١
أبو النواطير	٢,٤	٣,٥	٧,١	١٧,١
أم عبيد الله	٠,٨	١,٤	٥,٤	١٨,٣
أم مريقة	٠,٨	١,٣	٦	٢٠
أم جروف	١	١,٧	٥,٩	٢١,٨
شرق العلم	١,٢	٢,٢	٧	١٩,٥
خور النقع	٠,٩	١,٩	٦,٧	١٣,٢
الانحراف المعياري	١,٨	٣	٧,٢	١٧,٣
المتوسط	١,١	١,٦	١,٤	٣,٢
نسبة الاختلاف	٥٨,٢	٥٤,٤	١٩,٢	١٨,٥
علم الرئيسي	٢,٢	٤,٧	١١,١	١٣,٨
حوض وادي علم	٤,٦	٧,٨	١٠,٨	١٥

المصدر: اعتماداً على تطبيق المعادلات الواردة في متن البحث.



المصدر: إعتماًداً على تطبيق المعادلات الواردة في متن البحث.

شكل (١٢) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة

٣- سرعة الجريان المائي:

تعد من المعاملات الهيدرولوجية المهمة للغاية؛ فكلما ارتفعت سرعة جريان المياه في الحوض، كلما دل ذلك على ارتفاع قدرته وكفاءته على النحت ونقل المياه والرواسب، وكلما ارتفعت درجة خطورة سيوله. وتم حساب سرعة الجريان عن طريق معادلة: (طول الحوض ÷ زمن التركيز)^(٧٨)، وتم تطبيق ذلك على أحواض الدراسة، وبلغت قيمة سرعة الجريان في حوض وادي علم ١٠,٨ كم/الساعة، وتراوحت القيم بين ٥,٤-٩,٢ كم/الساعة في حوضي أم عبيد الله والعلم على التوالي، وبلغ المتوسط في الأحواض الفرعية ١,٤ كم/الساعة بانحراف معياري ٧,٢ كم/الساعة ونسبة اختلاف ١٩,٢ كم/الساعة، وتدل هذه القيم على سرعة الجريان السطحي، وبالتالي ارتفاع قدرة وكفاءة المجاري المائية على نقل الرواسب، وقدرتها أيضاً على النحت والنقل.

٤- الانحدار التدريجي للوادي الرئيسي:

عبارة عن الانحدار التدريجي للمجرى الرئيسي من المنبع وحتى المصب، ويمكن الحصول عليه من معادلة (Benson, 1959) ^(٧٩):

الانحدار التدريجي للوادي الرئيسي = ع ٨٥ % - ع ١٠ % المجرى ÷ ل ٧٥ %.
حيث أن:

- ع ٨٥ % هي نقطة ارتفاع منسوب المجرى عند ٨٥ % من مجراه من المصب.
- ع ١٠ % هي نقطة ارتفاع منسوب المجرى عند ١٠ % من مصبه.
- ل ٧٥ % هي عبارة عن ٧٥ من طول المجرى.

وقد تم الحساب الآلي لهذه المعادلة باستخدام برنامج Arc GIS 10.3 وطبقتي المجرى الرئيسي ونموذج الارتفاع الرقمي Carto-5، ويلاحظ من قراءة جدول (٦) وشكل (١٢) أن متوسط معدل انحدار مجرى وادي علم يبلغ ١٥ متر/كم، وتراوحت القيم في الأحواض الفرعية بين ١٣,٢ و ٢١,٨ متر/كم في حوضي خور النقع وأم جروف على التوالي، بمتوسط ١٧,٣ متر/كم، وانحراف معياري ٣,٢ متر/كم، ونسبة اختلاف ١٨,٥ %، ويدل ذلك على قلة الاختلاف بين أحواض الدراسة، وبالفعل سجلت خمسة أحواض قيم أعلى من المتوسط، بينما سجلت أربعة أحواض قيم أقل من المتوسط. وتدل جميع هذه القيم على شدة انحدار المجاري الرئيسية لأودية الدراسة، وما لذلك من تأثير على ارتفاع معدل التصريف، وارتفاع قدرة الأودية على النحت والنقل، وزيادة سرعة الجريان المائي، ولكل ذلك انعكاسه على شدة خطورة السيول في هذه أحواض الدراسة.

سابعاً: تحليل خريطة درجات خطورة سيول أحواض الدراسة:

يتم تحديد درجات خطورة سيول أحواض التصريف اعتماداً على العديد من المعاملات المورفومترية والهيدرولوجية، والتي سبق دراستها في البحث، وتختلف وحدات قياس هذه

المعاملات بعضها عن بعض، ولكي يتم استخدامها في تحديد خطورة الأحواض لابد أن يتم ضبطها عن طريق تحويلها إلى درجات معيارية؛ حيث لا يمكن جمع قيم وحدات قياس مختلفة، ولذلك يجب توحيد قيم هذه المعاملات في قيم ذات وحدات قياس مناسبة، فيما يعرف بعملية التطبيع أو المعيارية، وتتراوح القيم التي يأخذها كل معامل بين ٠ - ١^(٨٠).

ولتحديد درجة خطورة الأحواض الفرعية اعتمادًا على المعاملات المورفومترية والهيدرولوجية، يتم وضع هذه المعاملات في مجموعتين، تضم الأولى المعاملات التي لها علاقة ارتباط طردية بين ارتفاع قيمتها وارتفاع درجة خطورة السيل، بينما تضم المجموعة الثانية المعاملات التي لها علاقة ارتباط عكسية بين ارتفاع قيمتها وانخفاض درجة خطورة السيل^(٨١). وقد تم في الدراسة الحالية تحليل ٢٠ معاملاً مورفومترياً وهيدرولوجياً، وتم تطبيق واحدة من المعادلتين التاليتين، بحيث تطبق المعادلة الأولى مع المجموعة الأولى من المعاملات، بينما تطبق المعادلة الثانية مع المجموعة الثانية^(٨٢):

$$(١) \text{ معادلة } x' = x - \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

$$(٢) \text{ معادلة } x' = 1 - \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

حيث أن:

$$x' = \text{الدرجة المعيارية للمعامل المورفومتري.}$$

$$x = \text{المعامل المورفومتري للحوض الفرعي.}$$

$$(x) = \text{أقل قيمة مسجلة للمعامل المورفومتري في الأحواض الفرعية.}$$

$$\max(x) = \text{أكبر قيمة مسجلة للمعامل المورفومتري في الأحواض الفرعية.}$$

وقد تم تطبيق المعادلة الأولى مع معاملات: المساحة ومعدل الاستدارة ومعامل الاندماج والتضاريس القصى ونسبة التضرس وقيمة والوعورة ومتوسط درجة انحدار سطح الحوض واجمالي عدد المجاري واجمالي أطوال المجاري وكثافة التصريف وتكرار المجاري ومتوسط درجة انحدار المجاري ورتبة المجرى الرئيسي وسرعة الجريان المائي والانحدار التدريجي، بينما تم تطبيق المعادلة الثانية مع معاملات الاستطالة ومعامل الشكل ومتوسط

نسبة التشعب وزمن التركيز وزمن التباطؤ. ويتم بعد ذلك تجميع جميع القيم المستخرجة من المعادلتين (١ و ٢) بطريقة حسابية لكل حوض فرعي، ثم تحديد درجات خطورة الأحواض الفرعية. فكلما ارتفعت القيم المسجلة في الحوض كلما كانت السيول التي تجري به على درجة عالية من الخطورة والعكس صحيح^(٨٣).

وبناءً على ما سبق، تم تطبيق المعادلات على المعاملات المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض الدراسة، وتم تجميع القيم المعيارية لكل حوض كما هو واضح في جدول (٧) وشكل (١٣)، ويتضح من قراءتهما أن القيم تراوحت بين ٦,٦ - ١٢,١ وذلك في حوضي خور النقع وأم خريجة على التوالي، بمتوسط ٩,١، وانحراف معياري ٢,١، ونسبة اختلاف ٢٢,٩%. ويمكن وضع الأحواض في ثلاث فئات تبعاً لدرجة خطورة السيول التي تحدث بها، وهذه الفئات هي:

- أحواض مرتفعة الخطورة (من ١٠,٥ - ١٢,٤٥): تضم ثلاثة أحواض هي: من الأعلى خطورة إلى الأقل: أم خريجة والسكري والعلم.
- أحواض متوسطة الخطورة (من ٨,٥٥ - ١٠,٥): تضم حوضي أبو النواطير وأم جروف.
- أحواض منخفضة الخطورة (من ٦,٦ - ٨,٥٥): تضم أربعة أحواض، هي: أم مريقة وشرق العلم وأم عبيدالله وخور النقع.

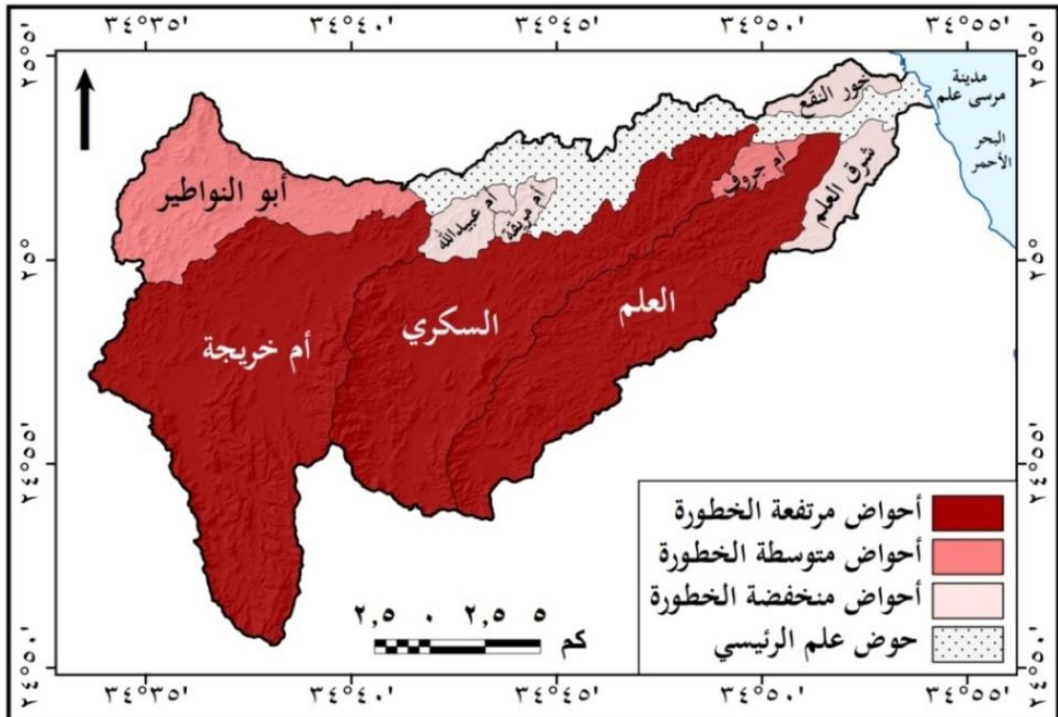
ثامناً: طرق درء خطر سيول حوض وادي علم:

سيشمل هذا الموضوع عرض لطرق الحماية المقامة بالفعل والمقترحة، ويليها عرض وجهة نظر البحث في هذه الطرق في ضوء استخدام الأرض في حوض الدراسة، وذلك على النحو التالي:

جدول (٧) الدرجة المعيارية لخطورة أحواض الدراسة تبعًا للمعاملات المورفومترية والهيدرولوجية

الحوض	المجموع التراكمي	فئة الخطورة
أم خريجة	١٢,٥	مرتفعة الخطورة
السكري	١١,٦	مرتفعة الخطورة
العلم	١٠,٦	مرتفعة الخطورة
أبو النواظير	١٠,١	متوسطة الخطورة
أم جروف	٩,٩	متوسطة الخطورة
أم مريقة	٧,٨	منخفضة الخطورة
شرق العلم	٧	منخفضة الخطورة
أم عبيد الله	٦,٧	منخفضة الخطورة
خور النقع	٦,٦	منخفضة الخطورة
الانحراف المعياري	٢,٢	
المتوسط	١٠,٢٦	
نسبة الاختلاف %	٢٤	

المصدر: اعتمادًا على المعادلات الواردة بالمتن.



المصدر: اعتمادًا على نتائج التصنيف الموضح بالتفصيل في متن البحث.

شكل (١٣) التوزيع المكاني لدرجات خطورة السيول في أحواض الدراسة

أ- طرق درء خطر السيول المقامة حالياً والمقترحة:

١- قام معهد بحوث الموارد المائية التابع لوزارة الموارد المائية والري في عام ٢٠١٣ بتقديم دراسة بعنوان: حماية منطقة الشيخ الشاذلي وضواحي مدينة مرسى علم من أخطار السيول، وتم في هذه الدراسة حساب صافي الجريان السيلي في الحوض اعتماداً على تطبيق النموذج الهيدرولوجي SCS-CN، وذلك اعتماداً على بيانات أكبر كمية مطر سقطت في محطات أرصاد القصير ورأس بناس وقنا، وتم حساب حجم الجريان السيلي على فترات رجوع ٢٥ و ٥٠ و ١٠٠ سنة، وبلغ حجم الجريان السيلي في حوض وادي علم ٩,٦ و ١٥ و ٢٠,٩ مليون م^٣ على التوالي^(٨٤). وقام المعهد بوضع المقترح التالي لدرء خطر السيول عن مدينة مرسى علم (شكل ١٤ - أ):

١-١- إنشاء ثلاث بحيرات اصطناعية (أحواض تخزين) بالقرب من مصب وادي علم، وتأخذ أسماء أ، ب، ج^(٨٥)، ويلاحظ من قراءة شكل (١٤) أن البحيرات الثلاث تقع في قاع وادي علم الرئيسي. ويلاحظ أن البحيرة (أ) ستجمع بها مياه أحواض: أم خريجة والسكري وأبو النواظير وأم عبيد الله وأم مريقة، بينما البحيرة (ب) ستجمع بها مياه حوض وادي العلم، بالإضافة إلى المياه التي ستفيض عن البحيرة (أ) وستصرف إلى البحيرة (ب) من خلال مفيض يربط بينهما، وتقع البحيرتان جنوب طريق مرسى علم - ادفو، بينما ستجمع في البحيرة (ج) المياه التي ستفيض من البحيرتين (أ، ب)، علاوة على المياه التي ستجري في أجزاء أخرى من الحوض، مثل حوض شرق العلم، وعدد من الروافد بالوادي الرئيسي، وتقع هذه البحيرة شمال طريق مرسى علم - ادفو.

١-٢- بناء حاجزين ترابييين عند الجوانب الشمالية والشرقية للبحيرتين (أ، ب) كما هو واضح في شكل (١٤ - أ). وسيتم إنشائهما من ناتج حفر البحيرتين، وعلى مسافة نحو ٥ م من جوانب البحيرة، ويتم تغطيتهما بالدبش والأسمنت من جهة المياه، ويكون بالحاجز مفيض يسمح بمرور مياه السيل الفائضة خلف البحيرة^(٨٦).

١-٣- إنشاء حاجز توجيه ترابي مدعم بدبش وأسمنت من الجانبين في داخل المنطقة العمرانية بوادي علم الرئيسي، وذلك لتوجيه الجزء المتبقي من مياه سيول الروافد إلى مصب الوادي في البحر الأحمر، وتجنب وصولها إلى المناطق العمرانية. ويبلغ طول هذا الحاجز ١٣٥٠ م، ويتراوح عرض قاعدته ١٢,٥ م وقمته ٢ م، ويبلغ ارتفاعه ٣,٥ م، ويبدأ الحاجز من البحيرة (ج) ^(٨٧).

١-٤- تبلغ السعة التخزينية للبحيرتين (أ، ب) والحواجز الترابية المرتبطة بهما ٠,٤٣٦ مليون م^٣ و ٢,٠٥١ مليون م^٣ على التوالي، بينما تبلغ السعة التخزينية للبحيرة الثالثة ٠,٠٩٤ مليون م^٣. وبهذا تبلغ جملة السعة التخزينية نحو ٢,٦ مليون م^٣، وبناءً عليه فإن كمية المياه الزائدة على الطاقة الاستيعابية للبحيرات سوف تصل إلى حاجز التوجيه ويتم توجيهها إلى البحر الأحمر ^(٨٨).

وقد اتضح من الدراسة الميدانية أنه حتى الآن تم تنفيذ البحيرة الاصطناعية (أ) والحاجز الترابي المرتبط بها كما في الصورة (٥)، وقد تم إنشاء البحيرة بالمواصفات الواردة في تقرير معهد بحوث الموارد المائية. ولم يتم البدء في إنشاء البحيرتين (ب، ج)، كما لم يتم إنشاء حاجز التوجيه الترابي في داخل المدينة.

٢- توجد أعمال حماية لأخطار السيول في منجم السكري، فنظرًا لوجود بعض المنشآت التعدينية في قاع وادي السكري الرئيسي، قامت شركة السكري لتعدين الذهب بتنفيذ العديد من التدابير لحماية المنجم من أخطار السيول، وتتمثل هذه التدابير في حفر قنوات لتحويل مياه السيول عن منشآت المنجم وخاصة عن حفرة التعدين السطحي، كما توجد أيضًا مضخات لرفع مياه الأمطار والسيول القليلة التي قد تدخل إلى الحفرة، وأن هذه المياه سوف تستخدم في المنجم سواء في عملية المعالجة في المصنع وأيضًا في قمع غبار الطرق نتيجة لحركة المعدات الموجودة بالمنجم ^(٨٩). وقد لوحظ من قراءة صورة محفوظة من برنامج جوجل إيرث ومرئية Sentinel-2 وجود ١٢ سدًا ركاميًا على بعض الأودية التي تنتهي لبعض المنشآت التعدينية، وكان منها ثلاثة سدود على وادي السكري الرئيسي (شكل ١٤- ب)، وتم حساب

جملة مساحة حوض تصريف هذه السدود مجتمعة فبلغت ٥٩ كم^٢ أي ٦١,٣ % من مساحة حوض وادي السكري، وتقع هذه المنطقة في القطاعين الأوسط والأعلى من الحوض، وهو ما سيقبل بصورة كبيرة من حجم السيول التي ستتجه من حوض وادي السكري إلى وادي علم الرئيسي.

٣- يوجد سد ركامي في وادي خور النقع، ويقع هذا السد على مسافة ٤٦٠ م من الطريق الإقليمي الجديد (الشرياني)، ويبلغ طوله نحو ١٢٠ م، وعرضه نحو ٨ م وارتفاعه ٤ م، ويوجد أسفله بربخ عبارة عن ماسورتين يبلغ قطر الواحدة نحو ٣٠ سم، وقد لوحظ عدم اكتمال هذا السد، فهو يبدأ من الجانب الشمالي للوادي وينتهي قبل الوصول إلى الجانب الجنوبي.

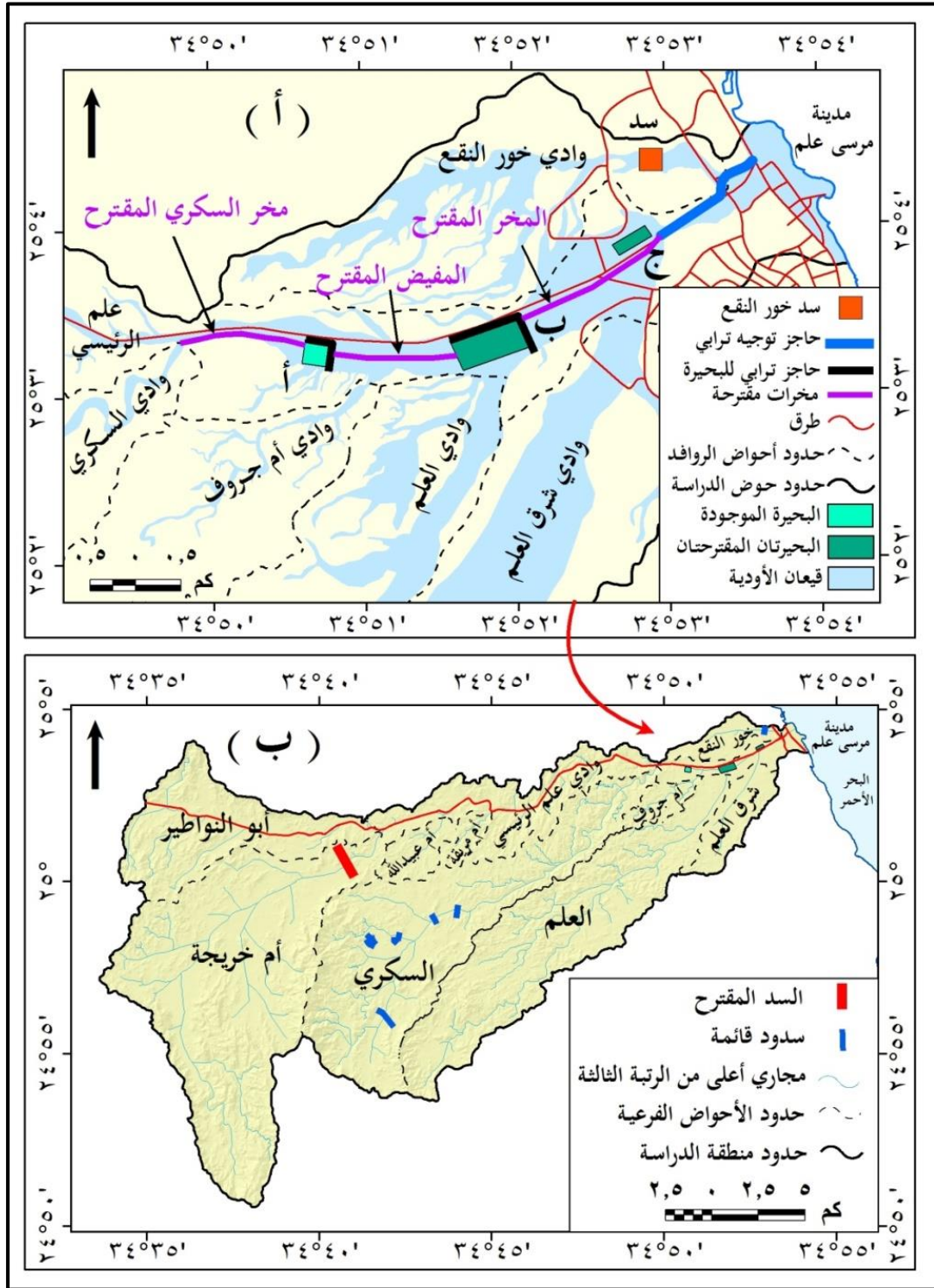
٤- توجد تغطية لمعظم جوانب طريق مرسى علم - ادفو بطبقة من الأسمنت، ويتراوح ارتفاع الطريق بين ١ - ١,٥ م (صورة ٦)، وعلى الرغم من ذلك تتعرض قطاعات طويلة من الطريق للنحر بفعل الجريانات السيلية.

ب- رؤية البحث حول طرق الحماية من خطر السيول في حوض وادي علم:

أوضح تحليل الصورة المحفوظة من برنامج جوجل إيرث بتاريخ ٢٦ يناير ٢٠٠٣، أن مواقع البحيرات تم اختيارها بعناية شديدة، حيث تقع في القنوات النشطة التي جرت بها السيول السابقة، ويظهر ذلك من خلال لون الرواسب في قاع وادي علم، والذي يمكن من خلاله تحديد القنوات النشطة، كما هو واضح في شكل (١٥). وتجدر الإشارة إلى أن دراسة حماية مدينة مرسى علم تمت في عام ٢٠١٣، وقد حدث نمو عمراني في المدينة بعد ذلك التاريخ، دون مراعاة لمواقع البحيرات، كما أن مسار حاجز التوجيه المقترح تم توسعه جزء من طريق مرسى علم - ادفو على حسابها، وتم مد طريق داخلي يصل بين الطريق الشرياني والطريق الساحلي في جزء من مساره، مما يتطلب معه ضرورة مراجعة التقرير وتعديله.

وبناءً عليه ترى الدراسة ضرورة تنفيذ ما يلي لاستكمال الحماية من خطر السيول

في الحوض:



المصدر: ١- تقرير معهد بحوث الموارد المائية، ٢٠١٣، ص ٥٤، ٢- صور محفوظة من برنامج جوجل إيرث في تواريخ متعددة، ٣- مقترحات الدراسة الحالية.

شكل (١٤) بعض المقترحات لحماية منطقة الدراسة من أخطار السيول



صورة (٥) البحيرة رقم (أ)، ويظهر بها الحاجز الترابي الموجود في الجانبين الشمالي والشرقي، ناظرًا صوب الشرق.



صورة رقم (٦) جزء من طريق مرسى علم - ادفو، ويلاحظ ارتفاع جسر الطريق عن قاع وادي علم بنحو ١,٥ م، كما يلاحظ تكسية الطريق، ناظرًا صوب الشمال.

١- ضرورة الأسراع في إنشاء البحيرة الاصطناعية (ب) وحاجزها الترابي عند مصب وادي العلم أحد أهم الأحواض الفرعية وأكثرها خطورة؛ خاصة وأن هذه البحيرة وحاجزها قادرين على استيعاب ٢,٠٥ مليون م^٣، مما يجعلها أهم البحيرات الثلاث، بينما البحيرة (أ) وحاجزها الترابي والذي تم الانتهاء منهما في مارس ٢٠١٧ قادرين على استيعاب ٠,٤٣٦ مليون م^٣، وهي كمية أقل بكثير من تقديرات حجم السيول التي يجلبها وادي علم، ولن تستطيع درء خطر الجريان السيلي عن المدينة، ولابد أن يتم ربط البحيرتين (أ، ب) بمفيض كما هو واضح في شكل (١٤- أ، ب)، فالوضع الحالي لن يحمي المدينة من خطر السيول، وسيعمل هذا المفيض على نقل المياه الزائدة عن الطاقة الاستيعابية للبحيرة (أ) إلى البحيرة (ب)؛ حيث تعمل البحيرة (ب) كخزان إضافي بعد امتلاء البحيرة (أ)، كما سيعمل هذا المفيض على توجيه السيل بعيداً عن طريق مرسى علم - ادفو.

٢- إن الموقع المقترح للبحيرة (ج) أصبح غير مناسب في ضوء النمو العمراني الحديث في المدينة، حيث حدث نمو عمراني إلى الغرب من الموقع المقترح للبحيرة، وتمثل هذا النمو في الحي الحضري ومحطة الطاقة الشمسية والطريق الغربي للمدينة، والذي يصل شمال المدينة بجنوبها، وهذا الطريق عمودي على وادي علم الرئيسي، ومن ثم لا يمكن إنشاء هذه البحيرة في هذا الموقع كما هو واضح في شكل (١٤ - أ).

٣- بالنسبة للحاجز الترابي المقترح تنفيذه في داخل المدينة، فهو يبدأ من البحيرة (ج)، وقد حدث نمو عمراني للمنطقة المقترحة لهذه البحيرة، وبالتالي ترى الدراسة إما أن يبدأ هذا الحاجز من البحيرة (ب) أو يتم استبداله بمخر سيل بطول ٣,٥ كم، يبدأ من بحيرة (ب) وينتهي إلى البحر الأحمر بعيداً عن الكتلة السكنية في قاع الوادي.

٤- ضرورة رفع منسوب الطرق المتعامدة على وادي علم الرئيسي، وتقوية جوانبها، وإنشاء بوابخ من أنفاق خرسانية أسفل هذه الطرق، وفوق المخر المقترح في النقطة السابقة.

٥- إنشاء حاجز من الخرسانة المسلحة حول محطة مرسى علم المركزية لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية (صورة ٧)، خاصة من جهتي الجنوب والغرب، بحيث يعمل هذا السور على

حماية المحطة من الجريانات السيلية المستقبلية.

٦- إنشاء سد ركامي في مخرج وادي أم خريجة قبيل تقاطعه مع طريق مرسى علم - ادفو بنحو ١,٤ كم، ويبلغ عرض الوادي عند هذا الموضع ٢٠٥ م، ويتسم هذا الموضع بقربه من طريق مرسى علم - ادفو، بما يساعد على سهولة إنشاء السد وسهولة صيانته، كما تتسم المنطقة الواقعة أمام السد بالاتساع الواضح وشبه استواء السطح، وكبر المساحة، كما يحددها من الجانبين حوائط مرتفعة، بما سيساعد على حجز كميات كبيرة من المياه، وتحتاج هذه المنطقة إلى رفع مساحي دقيق لتحديد ارتفاع السد، ومن الأهمية بمكان تكسية السد بطبقة من الدبش والأسمنت.

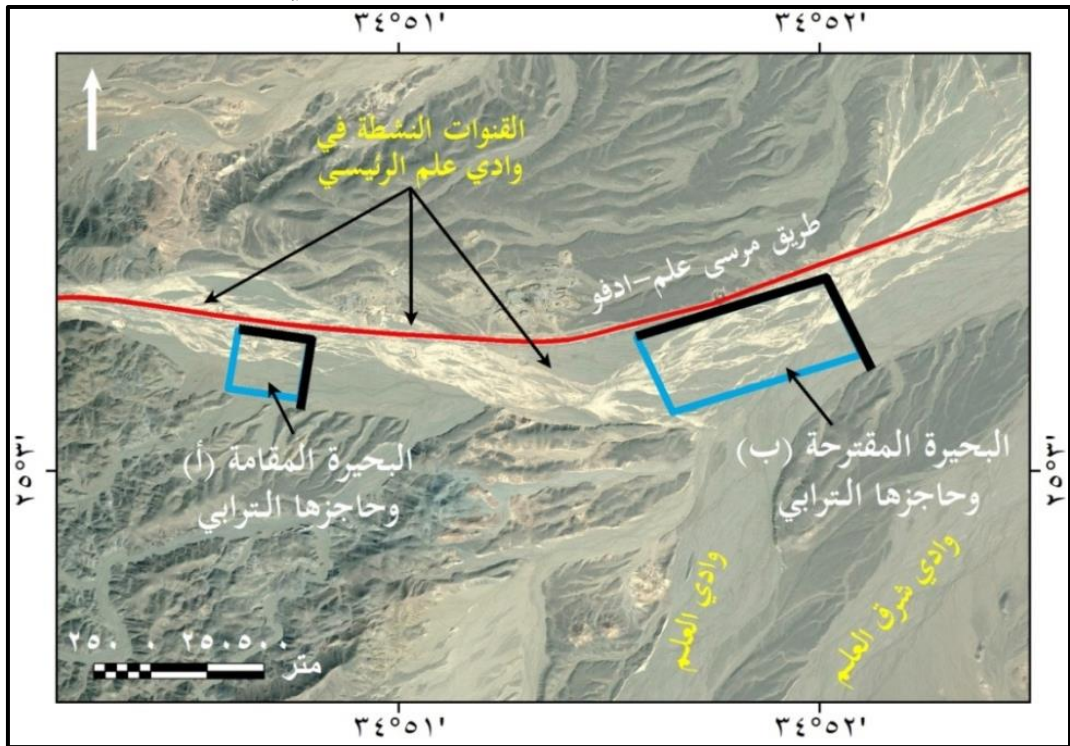
٧- تقوية الجانب الجنوبي من طريق مرسى علم - ادفو في القطاع الممتد من مصب وادي السكري وحتى البحيرة (أ)، وإنشاء مخر سيل بطول ١,٥ كم، وذلك لنقل سيول وادي السكري إلى البحيرة (أ)، بما يساعد على حماية هذا القطاع من خطر الجريان السيلي.

٨- تكملة السد الركامي الموجود على وادي خور النقع، ولا بد من اتخاذ إجراء إزاء البرايخ الموجودة أسفله، فإما أن يتم مد مخر سيل خلف السد، وإما أن يتم غلق البرايخ، وتقوية جوانب السد بدبش والخرسانة المسلحة.

ويتضح مما سبق أن المقترحات السابقة ستكون قادرة بدرجة كبيرة على حماية مدينة مرسى علم وطريق مرسى علم - ادفو من خطر السيول، وقد روعي أن تكون المقترحات قليلة العدد والتكلفة المادية حتى يمكن تنفيذها، كما روعي أن تكون بالقرب من طريق مرسى علم - ادفو.



صورة (٧) محطة مرسى علم المركزية لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، ويلاحظ آثار آخر الجريانات السيلية بالقرب من المحطة والمتمثل في تركيز النبات الطبيعي واللون الفاتح لرواسب السيل، ناظرًا صوب الشمال الشرقي



المصدر: اعتمادًا على: ١- تقرير معهد بحوث الموارد المائية، ٢٠١٣، ص ٥٤، ٢- صورة محفوظة من برنامج جوجل إيرث بتاريخ ٢٦ يناير ٢٠٠٣.

شكل (١٥) موقع البحيرتان (أ ، ب)، ويلاحظ أن موقعهما تم اختياره بعناية شديدة في مناطق القنوات النشطة للسيول في قاع وادي علم الرئيسي

النتائج والتوصيات:

أ- النتائج:

من العرض السابق يمكن الخروج بعدة نتائج تتمثل في:

- ١- توجد العديد من الأنشطة البشرية في داخل حوض وادي علم، وحتى عام ٢٠١٦ لم يكن هناك وسائل لحماية مدينة مرسى علم من خطر السيول فيما عدا سد ركامي في وادي خور النقع، وهذا السد غير مكتمل حتى الآن.
- ٢- حدث خلال العقود الأربعة الأخيرة نمو عمراني كبير لمدينة مرسى علم، وامتد جزء من هذا النمو فوق جوانب الوادي وأراضي ما بين الأودية، بينما يوجد جزء آخر في قاع الوادي الرئيسي.
- ٣- تم في عام ٢٠١٦ الانتهاء من بناء محطة مرسى علم المركزية لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وتقع مساحة كبيرة من المحطة فوق القناة النشطة للسيول.
- ٤- أدى تعدين الذهب في منجم السكري إلى بناء ١٢ سدًا ركامياً في حوض وادي السكري، منها ثلاثة سدود على الوادي الرئيسي، وتساعد هذه السدود في تقليل حجم الجريان السيلي من وادي السكري إلى وادي علم الرئيسي.
- ٥- خلصت دراسة الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمورفومترية والهيدرولوجية إلى أن سيول حوض وادي علم متوسطة إلى عالية الخطورة، وتختلف الأحواض الفرعية بعضها عن بعض.
- ٦- بلغ متوسط زمن التركيز، وزمن التباطؤ، وسرعة تدفق مياه السيول، والانحدار التدريجي للمجرى الرئيسي ١,١ ساعة و١,٦ ساعة و١,٤ كم/الساعة، و٣,٢ م/كم على التوالي، وتختلف هذه القيم بين الأحواض الفرعية، وسجل حوض وادي علم قيماً بلغت: ٤,٦ ساعة و٧,٨ ساعة و١٠,٨ كم/الساعة، و١٥ م/كم على التوالي.

٧- تختلف أحواض الدراسة في درجة خطورة سيولها، حيث تعد أحواض أم خريجة والسكري والعلم أعلاها خطورة، بينما يعد حوضي أبو النواير وأم جروف من فئة متوسطة الخطورة، وتعد أحواض أم مريقة وشرق العلم وأم عبيدالله وخور النقع أحواض منخفضة الخطورة.

٨- إن وسائل الحماية الموجودة حاليًا في الحوض غير كافية لدرء خطر السيول عن الأنشطة البشرية وخاصة مدينة مرسى علم، فلا توجد إلا بحيرة اصطناعية واحدة عند مخرج وادي علم الرئيسي قبل اتصاله بوادي العلم، وقد تم الانتهاء منها في عام ٢٠١٨، وهذه البحيرة غير كافية لدرء خطر السيول عند مدينة مرسى علم؛ حيث تبلغ طاقتها الاستيعابية ٤٣٦,٠ مليون م^٣، كما أنها لا تحجز سيول حوض وادي العلم.

ب- التوصيات:

١- حظر البناء في قاع وادي علم، وأن يراعي النمو العمراني المستقبلي والتنمية الابتعاد عن القنوات النشطة للسيول، في ضوء الخريطة الواردة في هذا البحث.

٢- يجب سرعة البدء في إنشاء البحيرة (ب) وحاجزها الترابي.

٣- يمكن البدء في تنفيذ مقترحات الدراسة الحالية، وتتمثل أهمها في إنشاء سور من الخرسانة المسلحة عند محطة الطاقة الكهربائية، وإنشاء مخر سيل من مصب وادي السكري وحتى البحيرة (أ)، وإنشاء مفيض يربط بين البحيرتين (أ، ب)، وإنشاء مخر سيل من البحيرة (ب) إلى البحر الأحمر.

٤- ضرورة انشاء سد في حوض وادي أم خريجة في الموضع المحدد في الدراسة؛ وذلك لتقليل حجم السيول المتجهة إلى طريق مرسى علم - ادفو.

٥- ضرورة إنشاء أنفاق أسفل الطرق المتقاطعة مع قاع ومجرى وادي علم الرئيسي وخاصة الطريق الشرياني والطريق الغربي الذي يربط شمال المدينة بجنوبها.

٦- التوسع في استخدام المرئيات الفضائية في دراسات السيول، حيث يوجد سجل تاريخي طويل يساعد في تحديد المجاري النشطة للسيول، وبالتالي إمكانية تحديد أماكن إنشاء البحيرات الاصطناعية والمخزات بدقة عالية.

قائمة المصادر والمراجع:

أولاً: المصادر:

أ- المصادر الإحصائية والتقارير:

- ١- أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، ١٩٩٢، مشروع تطوير خطة الاستعداد لمجابهة ومنع وإدارة الكوارث في مصر، تقرير مقدم عن دراسة السيول وطرق مجابتهها، القاهرة.
- ٢- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد العام للسكان والإسكان والمنشآت، أعوام ١٩٦٦ و١٩٩٦ و٢٠١٧. محافظة البحر الأحمر.
- ٣- معهد بحوث الموارد المائية والري (٢٠١٣). حماية منطقة الشيخ الشاذلي وضواحي مدينة مرسى علم (وادي علم) من أخطار السيول محافظة البحر الأحمر.
- ٤- وزارة الإسكان والمجتمعات العمرانية، الهيئة العامة للتخطيط العمراني. محافظة البحر الأحمر (١٩٩٦).
- المخطط الهيكلي لمدينة مرسى علم حتى عام ٢٠٢٠. التقرير النهائي.
- ٥- وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية. الهيئة العامة للتخطيط العمراني. الدراسات العمرانية (١٩٩٨). المخطط العام لمدينة مرسى علم
- ٦- وزارة الصناعة والثروة المعدنية. الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية (٢٠١٤). سيول نوفمبر ١٩٩٤. ٨٣ ص.

ب- الخرائط:

١- الخرائط الطبوغرافية:

- إدارة المساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥,٠٠٠، لوحات مرسى علم ووادي السكري ووادي أم خريجة والجبل الأسود والعجلة الحمراء وجبل نجرص وجبل السكري ووادي أم تنضبة وجبل الظباري، عام ٢٠٠٤.
- إدارة المساحة العسكرية، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠، لوحة مرسى علم، ١٩٨٥.
- الهيئة المصرية العامة للمساحة، لوحة UM RUS مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠، عام ١٩٢٨.
- الهيئة المصرية العامة للمساحة والوكالة الدولية الفنلندية للتنمية، الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠,٠٠٠، لوحة مرسى علم، ١٩٨٩.
- الهيئة المصرية العامة للمساحة، لوحة القصير ومرسى علم، مقياس ١: ١٠,٠٠٠، عام ٢٠٠١.

٢- الخرائط الجيولوجية: الهيئة المصرية العامة للبتترول وشركة كونكو كورال. لوحة جبل حماطة مقياس ١: ٥٠٠,٠٠٠، ١٩٨٧.

ج- المرئيات الفضائية:

Sentinel-2: 13 Bands, T36RWQ, 17-3-2019 & 2-11-2016. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

ثانياً: المراجع العربية:

- ١- أبو العز، محمد صفي الدين (١٩٩٩). مورفولوجية الأراضي المصرية. القاهرة: دار غريب للطباعة والنشر والتوزيع.
- ٢- حجاب، محمود أحمد (٢٠٠٤). جيومورفولوجية السهل الساحلي والإقليم الجبلي فيما بين رأس بكر ورأس الدب: غرب خليج السويس (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة جنوب الوادي. كلية الآداب بسوهاج. قسم الجغرافيا.
- ٣- خضر، محمود محمد (١٩٩٨). الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة عين شمس. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ٤- خطاب، محمد إبراهيم (٢٠١٣). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في دراسة جيومورفولوجية الأودية شرق سوهاج بين وادي أبو شيخ ووادي قصب (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة القاهرة. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ٥- خطاب، محمد إبراهيم (٢٠١٩). التحليل الجغرافي لسيل ٢٧ أكتوبر ٢٠١٦ في حوض وادي البارود صحراء مصر الشرقية دراسة هيدروجيوميورفولوجية باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. المجلة العلمية بكلية الآداب جامعة طنطا. العدد ٣٤. اصدار خاص.
- ٦- خليل، عماد محمد (٢٠١٨). السياحة الجيولوجية في مصر. المؤلف. كلية العلوم. جامعة الزقازيق.
- ٧- دردير، أحمد عاطف (١٩٩٥). السيول في مصر: منشأها وطبيعتها ومخاطرها. مجلة أسبوط للدراسات البيئية. مركز الدراسات والبحوث البيئية جامعة أسبوط. العدد الثامن. صص ١٢٩ - ١٣٥.
- ٨- زايد، أحمد عبد الله (٢٠٠٦). المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران على ساحل البحر الأحمر في مصر: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية (رسالة ماجستير غير منشورة). قسم الجغرافيا. كلية الآداب. جامعة القاهرة.

- ٩- سامي، سمير (١٩٩٣). جيومورفولوجية منطقة الغردقة فيما بين جبل نقارة جنوبا وأبو شعر القبلي شمالا (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة القاهرة. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ١٠- سلامة، حسن رمضان (١٩٨٢). الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية. بورية علمية محكمة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية. العدد ٤٣. ص ص ٥-٣١.
- ١١- صالح، أحمد سالم (١٩٨٥). حوض وادي العريش: دراسة جيومورفولوجية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة القاهرة. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ١٢- صالح، كريم مصلح (١٩٩٥). جيومورفولوجية الحافة الجبلية والمنطقة الساحلية فيما بين رأس الزعفرانة ورأس أبو بكر (رسالة دكتوراه غير منشورة). قسم الجغرافيا. كلية الآداب. جامعة عين شمس.
- ١٣- عاشور، محمود محمد وتراب، محمد مجدي (١٩٩١). التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف المائي. في: جودة، حسنين جودة وآخرون (محررون) وسائل التحليل الجيومورفولوجي. ص ص ٢٦٧-٣٧٦. المؤلف.
- ١٤- عبد الحكيم، محمد صبحي والليثي، ماهر عبد الحميد (١٩٩٦). علم الخرائط. القاهرة: مكتبة الانجلو المصرية.
- ١٥- عبده، أسامة حسين شعبان (٢٠٠٥). الأخطار الجيومورفولوجية بالجانب الشرقي لوادي النيل بمحافظة سوهاج دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة المنيا. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ١٦- العشماوي، أبو بكر شعبان (٢٠١٨). سيول حوض وادي علم بالصحراء الشرقية دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة القاهرة. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ١٧- عقل، ممدوح تهامي (١٩٩٨). أخطار السيول في منطقة شرم الشيخ دراسة جيومورفولوجية. مجلة بحوث كلية الآداب. جامعة المنوفية. العدد (٢٠). ص ص ١-٤٤.
- ١٨- علي، متولى عبد الصمد (٢٠٠١). حوض وادي وتير شرق سيناء: دراسة جيومورفولوجية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة القاهرة. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.
- ١٩- محمد، منصور عبد العاطي سعد (٢٠١٢). أخطار السيول على طريق ادفو - مرسى علم دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة بنها. كلية الآداب. قسم الجغرافيا.

- ٢٠- مشرف، محمد عبدالغني (٢٠١٣). المعجم الجيولوجي المصور. هيئة المساحة الجيولوجية السعودية.
- ٢١- موسى، عواد حامد (٢٠٠٠). السيول في أودية خليج العقبة بمصر دراسة جغرافية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة المنوفية. كلية الآداب. قسم الجغرافية.
- ٢٢- موسى، عواد حامد (٢٠١٦). السيول في منطقة القصير دراسة جيومورفولوجية. مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية. جامعة المنوفية. قسم الجغرافية. العدد (٢٣). ٧٥ ص.
- ٢٣- موسى، عواد حامد (٢٠١٧). تقدير الجريان السطحي في حوض وادي الجرافي الأعلى باستخدام نموذج سنايدر دراسة جيومورفولوجية. المؤتمر الجغرافي الدولي الأول لمركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية جامعة المنوفية. من ٩ - ١١ ديسمبر. الجزء الأول. ص ص ٣١٧ - ٣٦٦.
- ٢٤- هميمي، زكريا (٢٠٠٦). أصول الجيولوجيا البنائية. القاهرة: هبة النيل العربية للنشر والتوزيع.

ثالثاً: المراجع الأجنبية:

- 1- Abdel-fattah, M., Saber, M., Kantoush, S., Khalil, M., Sumi, T. & Sefelnasr, A. (2017). A Hydrological and Geomorphometric Approach to Understanding the Generation of Wadi Flash Floods. *Water. vol. 9. 553; doi:10.3390/w9070553.*
- 2- Abdelwahed, M., Harraz, H. & El Behairy, M. (2016). Transpressional Imbricate Thrust Zones Controlling Gold Mineralization in the Central Eastern Desert of Egypt. *Ore Geology Reviews. doi:10.1016/j.oregeorev.2016.03.022*
- 3- Alrikabi, A., Elmewafey, M., Beshr, A., & Elnaggar, A. (2015). Using GIS based Morphometry Estimation of Flood Hazard Impacts on Desert Roads in South Sinai, Egypt. *International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol 6. Issue 7. July. PP. 1593 – 1599.*
- 4- Ashmawy, M., Abd el-wahed, M., Kamh, S. & AbdalAzim (2014). Drainage Morphometry and its Influence on Runoff of EL-Kouf Watershed NE Libya: A Remote Sensing and GIS Approach. 2nd Scientific Conf. for Environment and Sustainable Development in Arid and Semi-Arid Regions. Ajdabiya. Libya. 14-16 January. 15 P.
- 5- Babar, M. (2005). Hydrogeomorphology: Fundamentals Applications and Techniques. New Delhi. Vedams eBooks Ltd. 274 P.
- 6- Badawy, M. (2008). Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Geomorphological Studies: Safaga - El-Quseir Area, Red Sea Coast, Egypt as an Example (Unpublished Ph. D.). University of Mainz.
- 7- Bajabaa, S., Masoud M., & Al-Amri, N. (2013). Flash flood hazard mapping based on quantitative hydrology, geomorphology and GIS Techniques - case study of Wadi Al Lith, Saudi Arabia. *Arab Journal of Geosciences. DOI 10.1007/s12517-013-0941-2.*

- 8- Botros, N., (2004). A New Classification of the Gold Deposits of Egypt. The Journal of African Earth Sciences. *Ore Geology Review. Vol. 4. No 2.* PP. 1-35.
- 9- Centamin Annual Report Plc, Oct 2009, 417 P.
- 10- Doornkamp, J., & King, C., (1971). Numerical Analysis in Geomorphology: An Introduction, London: Edward Arnold.
- 11- El-Akaad, S. & Dardir, A. (1966). Geology of The Red Sea Coast between Ras Shagra and Mersa Alam with Short Note on Results of Exploratory work at Gebel El-Rusas Lead Zinc deposits. *Paper No.35. Geological Survey. Cairo.*
- 12- El-Bassyony, A., (1969). Report on Geology of Red Sea Coast between Quseir and Ras Shagra. Geological Survey of Egypt. (Unpublished report).
- 13- Fairbridge, R.W., (1968): Encyclopedia of Geomorphology, Reinhold Book Corporation, New York.
- 14- Foody, G.M., Ghoneim, E. M., Arnell, N. W. (2004). Predicting locations sensitive to Flash Flooding in an Arid Environment. *Journal of Hydrology. Vol. 292, PP. 48 – 58.*
- 15- Gregory, K. J. (1979). Hydrogeomorphology: how applied should we become. *Progress in Physical Geography. March. PP. 84 – 101.*
- 16- Gregory, K.J., & Walling, D.E. (1979). Drainage Basin: Form and Process a geomorphological Approach. London: Edward.
- 17- Helmy, H., Kaindl, R., Fritz, H., & Loizenbauer, J., 2004. The Sukari Gold Mine, Eastern Desert—Egypt: Structural Setting, Mineralogy and Fluid Inclusion Study. *Mineralium Deposita. Vol. 39. PP. 495 – 511.*
- 18- Hingray, et al., 2015, P. 364.
- 19- Horton, R. (1945). Erosional Development of Streams and their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *Geological Society of America Bulletin. Vol. (56). PP.275-370.*
- 20- Huggett, R.J. (2007). Fundamentals of Geomorphology. London: Routledge.
- 21- Hutchinson, M., & Gallant, J. (2000). Digital Elevation Models. In Wilson, P., & Gallant, J. (Eds.). Terrain Analysis: Principles and Applications. (PP.29-50). New York: John Wiley & Sons Inc.
- 22- Khalil, S. Mesbah, M., Soliman, F., & Abd El-Khalek, I. (2015). Geological Evolution of Sukari Gold Mines Area- Eastern Desert, Egypt. *Journal of Petroleum and Mining Engineering. Vol. 17. PP. 29 – 38.*
- 23- Leopold, L.B., Wolman, M.G., & Miller, J.P. (1964). Fluvial Processes in Geomorphology. London: Freeman & CO.
- 24- Lo, C., & Yeung, A. (2007). Concepts and Techniques in Geographic Information Systems. (2nd edn.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.

- 25- Mishra, S. K. & Singh, V. P. (2003). Soil Conservation Service Curve Number Methodology. Springer-Science+Business Media. B. V.
- 26- Moawad, B.M. & Khidr, M.M. (2011). A GIS & RS based approach for Modeling Ungauged Small-Scale Catchments in Mersa Alam. *Bulletin de la Societe de Geographie D'Egypte, Tome, Vol. 84. PP. 117-140.*
- 27- Morisawa, M. (1958). Measurement of Drainage-Basin Outline Form. *The Journal of Geology. Vol. (66), No. 5 September. PP. 587-591.*
- 28- Omran, A., Schroder, D., El-Rayes, A., & Geriexh, M. (2011). Flood Hazard Assessment in Wadi Dahab, Egypt Based on Basin Morphometry Using GIS Techniques. GI_Forum Symposium and Exhibit Applied Geoinformatics. Salzburg. Austria, Wichman. PP. 1-11.
- 29- Raghunath, H. M. (2006). Hydrology Principles Analysis Design. New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers.
- 30- Scheidegger, A. (1973). Hydrogeomorphology. Journal of Hydrology. Vol. 20. PP. 193-215.
- 31- Schumm, S.A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Bulletin of the Geological Society of America. Vol. (67). PP.597-646.*
- 32- Shi, Q. (2014). Flood Hazard Assessment along the Western Regions of Saudi Arabia using GIS-based Morphometry and Remote Sensing Techniques. (Unpublished Msc). University of Mainz. King Abdullah University of Science and Technology.
- 33- Sidle, R., & Onda, Y. (2004). Hydrogeomorphology: overview of an emerging science. Hydrological Processes. Vol 18. PP. 597 – 602.
- 34- Strahler, A. (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks, in Chow, V. (ed.), Applied Hydrology "A Compendium of Water-Resources Technology. (PP. 39-76). New York: McGraw-Hill Book Company.
- 35- Strahler, A. (1971). Physical Geography. (3rd edn.). New York: John Wiley and Sons.
- 36- Sukari Gold Project - Technical Report 30 June 2015. Mineral Resource and Mineral Reserve Estimate for the Sukari Gold Project. Egypt. 206 P.
- 37- Vogel, R. (2011). Hydromorphology. Journal of Water Resources Planning and Management. Vol. 137 (2). PP. 147-149.
- 38- Young, A. (1972). Slopes. Edinbruch: Oliver & Boyed.
- 39- Zavoianu, I. (1978). Morphometry of Drainage Basins. Amsterdam: Elsevier.

رابعاً: البرامج المتخصصة:

- ENVI 5.3 - Arc GIS 10.3 - Google Earth Pro 2016.

هوامش البحث:

(١) يقصد بالقنوات النشطة تلك المجاري التي تجري فيها مياه السيل، وقد تشغل كل قاع الوادي أو أجزاء منه، ويمكن تحديدها من المرئيات الفضائية ذات الدقة المكانية المرتفعة مثل الصور المحفوظة من برنامج جوجل إيرث وصورة Sentinel-2.

(٢) يربط الهيدروجيوميورفولوجيا بين العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية (Sidle & Onda, 2004, P. 597)، ويعد (Scheidegger, 1973, P. 193) أول من استخدم هذا المصطلح، وأشار إلى أنه يهتم بدراسة التأثيرات الناتجة عن المياه السطحية والباطنية (Gregory, 1979, P. 84)، وعلى الرغم من ظهور هذا المصطلح منذ نحو خمسة عقود إلا أنه وحتى الآن لا يوجد له تعريف واحد؛ ويرجع ذلك إلى وقوعه في اهتمام العديد من التخصصات منها الجيومورفولوجيا والهيدرولوجيا والجيولوجيا والتربة والبيئة وغيرها (Vogel, 2011, P. 147)، وقد قدمت دراسة (Babar, 2005) عرضاً لبعض الموضوعات التي تدخل في الاهتمام الهيدروجيوميورفولوجيا، ومنها: أنماط شبكات التصريف والخصائص المورفومترية لأحواض التصريف، والخصائص الهيدرولوجية للصخور، والخرائط الهيدروجيوميورفولوجية، والهيدروجيوميورفولوجيا والبيئة البشرية إلى غير ذلك من الموضوعات. وقد قدم في العقود الأخيرة العديد من الأبحاث العلمية التي تهتم بالهيدروجيوميورفولوجيا، ومن أهمها تلك التي تتناول العلاقة بين الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض وشبكات التصريف وأثرها على الجريانات السيلية والاستخدامات البشرية، ومنها على سبيل المثال (Omran et al, 2011; Bajabaa et al., 2013; Ashmawy et al., 2014; Shi, 2014; Abdel-fattah, et al., 2017).

(٣) يتم التقييم الإحصائي عن طريق حساب بعض المؤشرات الإحصائية مثل جذر متوسط مربع خطأ الارتفاع RMSE، ومتوسط خطأ الارتفاع، والانحراف المعياري (خطاب، ٢٠١٣، ص ٣٣). وقد تم حساب هذه المؤشرات باستخدام ٤١٥٢ نقطة منسوب، وبلغت قيم RMSE ومتوسط خطأ الارتفاع، والانحراف المعياري ٥,٧٥ و ١,٧٦ و ٥,٤٨ م على التوالي. بينما يتم الفحص البصري عن طريق استخدام مجموعة من أدوات عرض نماذج الارتفاع الرقمية كخرائط ظلال التضاريس والمجسمات وغيرها (Hutchinson & Gallant, 2000, Lo & Yeung, 2007, PP.345, 346). ويهدف ذلك معرفة إلى أي مدى يمثل النموذج المنتج سطح الأرض الحقيقي في ضوء البيانات المتاحة؟ وما مدى دقة النموذج؟ وهل توجد

بالنموذج بعض الأخطاء الناتجة عن عملية الاستيفاء كالحفر والقمم والحافات الزائفة وغيرها؟ (خطاب، ٢٠١٣، ص ٣٣).

(٤) وجد من قراءة خريطة UM RUS مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠، عام ١٩٢٨ عدم وجود أي عمران في منطقة المدينة.

(٥) المخطط الهيكلي لمدينة مرسى علم حتى عام ٢٠٢٠، ١٩٩٦، ص ٥٨.

(٦) التعدادات السكانية لسنوات ١٩٦٦ و ١٩٩٦ و ٢٠١٧.

(٧) المخطط الهيكلي لمدينة مرسى علم حتى عام ٢٠٢٠، ١٩٩٦، ص ٩٤-٩٧.

(٨) [http:// www.nrea.gov.eg/Technology/PhotovoltaicCell](http://www.nrea.gov.eg/Technology/PhotovoltaicCell)

(٩) اتضح من قراءة الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ١٠٠,٠٠٠ لعام ١٩٢٨ لوحة Um RUS أن هذا الطريق كان يصل في بادئ الأمر بين الطريق الساحلي للبحر الأحمر عند مرسى علم ومنجم السكري للذهب.

(١٠) وزارة الاسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، ١٩٩٨، ص ٨٨.

(١١) Khalil, et al., 2015, P. 29.

(١٢) Centamin Annual Report Plc, Oct 2009, P. 30.

(١٣) زايد، ٢٠٠٦، ص ٧٠.

(١٤) دردير، ١٩٩٥، ص ١٣٥.

(١٥) أكاديمية البحث العلمي، ١٩٩٢، ص ٣٧.

(١٦) وزارة الصناعة والثروة المعدنية، ١٩٩٤، ص ١٨.

(١٧) مقابلة مع أ. أحمد حامد مدرس أول جغرافيا في مدرسة مرسى علم الثانوية.

(١٨) مقابلة مع اللواء عاطف وجدي رئيس مجلس مدينة مرسى علم.

(١٩) Helmy, et al., 2014, P. 496.

(٢٠) الأوفيوليت: تتابع لرواسب بحرية عميقة تتألف من حمم وسائدية بازلتية وجابرو ومتداخلات نارية قلوية وسربنتايت مجتمعة معًا. وما يوجد من المجموعة الأوفيوليتية على اليابس ما هو إلا شرائح أو قطع من أرضية بحر قديم حجزت في تصادم ألواح تكتونية، وقد ترتبط أيضًا بتباعد الألواح التكتونية وبيئة بحرية قاعية (مشرف، ص ١٣٥٦، ١٣٥٧).

- (٢١) Abdelwahed, et al., 2016, P. 4.
- (٢٢) Abdelwahed, et al., 2016, P. 6.
- (٢٣) يطلق مصطلح الحركة الأفريقية Pan-African على مجموعة من الحركات البانية للجبال التي أدت إلى تلاحم رسائخ قارة أفريقية من خلال تكون مجموعة من السلاسل الجبلية في فترة البرتروزويك الحديث، وأدت هذه الحركات إلى تجمع قارة أفريقيا، وتم ذلك خلال الفترة من ١٢٠٠ - ٤٥٠ مليون سنة (Botros, 2004, P. 4).
- (٢٤) خليل، ٢٠١٨، ص ص ١٥١، ١٥٢.
- (٢٥) أحد أنواع الصدوع المعكوسة، وفيه يتحرك الحائط المعلق لأعلى بالنسبة لحائط القدم، وتقل فيه زاوية ميل مستوى الصدع عن ٣٠° وربما تصل أحيانا إلى ٤٥° (هميمي، ٢٠٠٦، ص ٢٧٥).
- (٢٦) تعرف أيضاً باسم الفرشة الدسرية المنقولة، ويقصد بها تلك الفرشة أو الكتلة التي تتحرك من مكانها الذي تكونت فيه لمسافات طويلة بفعل عملية الدسر (هميمي، ٢٠٠٦، ص ٢٧٦).
- (٢٧) Helmy, et al., 2014, P. 496.
- (٢٨) Botros, 2004, PP. 7, 8 & Abdelwahed, et al., 2016, P. 4.
- (٢٩) El- Akaad & Dardir, 1966, PP.5-20, 32.
- (٣٠) Helmy, et al., 2014, PP.409-501.
- (٣١) Abdelwahed, et al., 2016, P. 8.
- (٣٢) يبلغ ارتفاع أعلى قمة في جبل حنجلية ١٢٤١ م، وتقع خارج منطقة الدراسة (الخرائط الطبوغرافية، ١ : ٢٥,٠٠٠).
- (٣٣) Fairbridge, 1968, PP.144, 145.
- (٣٤) Doornkamp & King, 1971, P.138.
- (٣٥) تم ضم التلال والجبال معاً في نطاق واحد لتداخلهما الشديد.
- (٣٦) Zavoianu, 1978, P. 99.
- (٣٧) Zavoianu, 1978, P. 101.

- (٣٨) سلامة، ١٩٨٢، ص ٥.
- (٣٩) عاشور وتراب، ١٩٩١، ص ٣١٥.
- (٤٠) Morisawa, 1958, P. 587.
- (٤١) Gregory and Walling, 1973, P.51.
- (٤٢) Schumm, 1956, P.612.
- (٤٣) Zavoianu, 1978, P.103.
- (٤٤) عاشور وتراب، ١٩٩١، ص ص ٢١٩، ٢٢٠.
- (٤٥) Zavoianu, 1978, P.104.
- (٤٦) عاشور وتراب، ١٩٩١، ص ٢٢٠.
- (٤٧) حجاب، ٢٠٠٤، ص ١٣٣.
- (٤٨) Strahler, 1964, P. 66.
- (٤٩) موسى، ٢٠٠٠، ص ٨٤.
- (٥٠) Schumm, 1956, P. 612.
- (٥١) خضر، ١٩٩٧، ص ٢٥٣.
- (٥٢) Strahler, 1964, P. 67.
- (٥٣) من هذه الدراسات على سبيل المثال لا الحصر: (صالح، ١٩٨٥، ص ٩٥، وصالح، ١٩٩٥، ص ١٧٣، وعلي، ٢٠٠١، ص ١٣٧).
- (٥٤) عقل، ١٩٩٨، ص ١٧.
- (٥٥) Leopold, Miller & Wolman, 1964, PP.137, 138.
- (٥٦) عاشور وتراب، ١٩٩١، ص ٣٣٥.
- (٥٧) سامي، ١٩٩٣، ص ٦٦.
- (٥٨) حجاب، ٢٠٠٤، ص ١٦٣.
- (٥٩) Badaway, 2008, P.175.
- (٦٠) خطاب، ٢٠١٩، ص ٢٢.

- (٦١) .Horton, 1945, P. 285
- (٦٢) سامي، ١٩٩٣، ص٧٢.
- (٦٣) حجاب، ٢٠٠٤، ص١٦٧.
- (٦٤) خطاب، ٢٠١٩، ص٢٢.
- (٦٥) .Morrisawa, 1985, P.140
- (٦٦) .Leopold, Miller & Wolman, 1964, P. 101
- (٦٧) .Strahler, 1971, P.491
- (٦٨) .Hugget, 2007, P. 230
- (٦٩) عبدالحكيم والليثي، ١٩٩٦، ص٢٣٩.
- (٧٠) صالح، ١٩٨٥، ص١١٦.
- (٧١) خطاب، ٢٠١٣، ص٢١٨.
- (٧٢) خطاب، ٢٠١٩، ص٢٤.
- (٧٣) .Horton, 1945, P. 295
- (٧٤) .Hingray, et al., 2015, P. 364
- (٧٥) .Mishra & Singh, 2003, P. 62
- (٧٦) موسى، ٢٠١٧، ص٣٣٩.
- (٧٧) .Raghunath, 2006, P.151
- (٧٨) عبده، ٢٠٠٥، ص٣٦.
- (٧٩) موسى، ٢٠١٦، ص٣٧.
- (٨٠) .Alrikabi, 2015, P. 1596
- (٨١) .Shi, 2014, P. 36
- (٨٢) .Shi, 2014, PP. 36, 37
- (٨٣) .Omran, et al., 2011, P. 9



- (٨٤) معهد بحوث الموارد المائية، ص ص ١٩-٢٤.
- (٨٥) معهد بحوث الموارد المائية، ٢٠١٣، ص ص ٤٨، ٥٤.
- (٨٦) معهد بحوث الموارد المائية، ٢٠١٣، ص ٥٤.
- (٨٧) معهد بحوث الموارد المائية، ٢٠١٣، ص ص ٥٥-٥٧.
- (٨٨) معهد بحوث الموارد المائية، ٢٠١٣، ص ص ٥٥، ٥٨.
- (٨٩) .Sukari Gold Project- Technical Report, 2015, PP. 153, 154

Annual of the Faculty of Arts

A Refereed Academic Annual

Published by

the Faculty of Arts – Beni Suef University

Special issue

May 2020