المحددات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة بحوض وادي حوضين

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

دكتور/ ضياء صبري عبد اللطيف إسماعيل
مدرس الجغرافية الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية
بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية
كلية الآداب - جامعة طنطا

بريد إلكتروني للباحث:
diaa.abdellatief@art.tanta.edu.eg
تليفون الباحث: ٠١٠٠٦٧٦٣١٧٠

بريد إلكتروني كلية الآداب:
dean_art@unv.tanta.edu.eg

Geomorphological Controls of sustainable development in the Wadi Hodein Basin Using geographic information systems and remote sensing

Dr. Diaa Sabry abdellatief Ismail
Lecturer of physical geography and geographic information systems
Department of Geography and Geographic Information Systems
Faculty of Arts - Tanta University

الملخص:

تتمثل أهمية موضوع البحث في دراسة إمكانية إقامة تنمية مستدامة بالمنطقة لتوفير كل ما تحتاجه الأجيال الحالية دون التعدي على فُرص حصول الأجيال القادمة على كافة متطلباتهم، وتتضح تلك التنمية في تحقيق أهداف اقتصادية واجتماعية بشكل مستمر، وتتركز الإشكالية في ضرورة أن يتصف الاستخدام الحالي لموارد البيئة بالموضوعية وعدم الإسراف للحفاظ على تلك الموارد للمستقبل حتى لا تتعرض تلك الموارد للتدهور والفناء، وقد تم دراسة المنطقة من عديد من الجوانب الطبيعية مثل الجوانب: الجيولوجية، والمورفومترية، والتضاريسية، والمناخية، والهيدرولوجية لتحديد المواضع المثالية للتنمية المستدامة، وتحديد درجات ملائمتها للمعايير المقترحة بما يتناسب مع المحددات الجيومورفولوجية للمنطقة، وقد تم تحديد مواضع الأخطار الجيومورفولوجية، ومدى تأثير تلك الأخطار على التنمية المستدامة بالمنطقة، والتي يتمثل أبرزها في الجريان السيلي وأماكن حدوثه، لتجنب مواضع تلك الأخطار ومراعاتها في خريطة التنمية المستدامة لمنطقة الدراسة، ورصد المحددات الجيومورفولوجية للتنمية في المنطقة بجانب المقومات الخاصة بها، وقد تم تقسيم المنطقة إلى مجموعة من الأقسام: المناطق الأنسب للتنمية، والمناطق المتوسطة للتنمية، والمناطق المستبعدة من التنمية، والمناطق المستبعدة جدا من التنمية.

الكلمات المفتاحية:

المحددات الجيومورفولوجية، التنمية المستدامة

Abstract:

The importance of the research topic is to study the possibility of establishing sustainable development in the region to provide everything that current generations need without infringing on the opportunities for future generations to obtain all their requirements. This development is evident in the continuous achievement of economic and social goals, and the problem centers on the need for the current use of environmental resources to be characterized by objectivity. And not to waste money in order to preserve these resources for the future so that these resources are not exposed to deterioration and extinction. The region has been studied from many natural aspects, such as: geological, morphometric, topographic, climatic, and hydrological aspects to determine the ideal locations for sustainable development, and determine the degrees of their suitability to the proposed standards in proportion to Geomorphological Controls of the region. The locations of geomorphological hazards have been identified, and the extent of the impact of these hazards on sustainable development in the region, the most prominent of which is torrential flow and the places of its occurrence, in order to avoid the locations of these hazards and take them into account in the sustainable development map of the study area, and to monitor the geomorphological determinants of development in the region along with the special components. In it, the region has been divided into a group of sections: areas most suitable for development, intermediate areas for development, areas excluded from development, and areas very excluded from development.

key words:

Geomorphological Controls - sustainable development

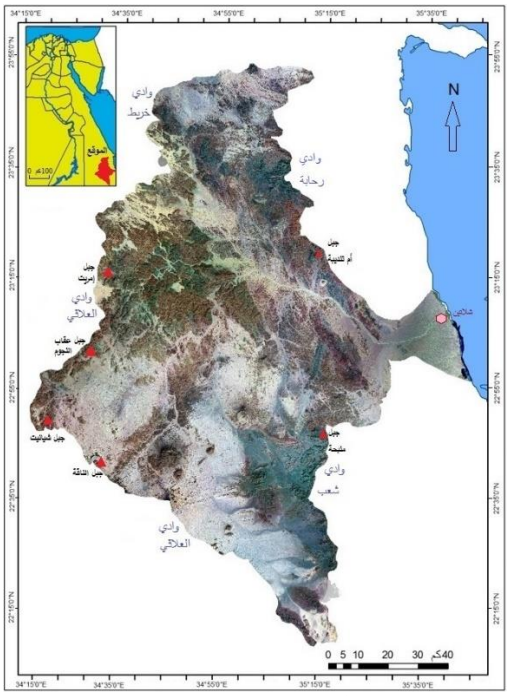
مقدمة:

تُمثل الدراسة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة دور مهم في تقييم الإمكانات الطبيعية، واقتراح السُبل المناسبة للتنمية المستدامة بحوض وادي حوضين الذي يمر بمنطقة السهل الساحلي للبحر الأحمر بهدف استغلال الموارد الطبيعية للمنطقة في الوقت الحالي، وتنمية المنطقة لاستغلالها اقتصاديًا وعمرانيًا واجتماعيًا لفترات زمنية مستقبلا، وتشتمل الدراسة على دراسة جيولوجية المنطقة، وطبيعة شكل سطح الأرض، والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيله، وتحليل طبوغرافية السطح (ارتفاعات وانحدارات السطح)، ودراسة مدى توفر المياه عن طريق تجمع مياه السيول بالمنطقة، ومدى استغلالها في عملية التوسع البشري، وأبرز السمات المناخية السائدة بالمنطقة، ومدى تأثيرها على طبيعة المنطقة، ودراسة خصائص التربة، وتركيبها الحجمي والمعدني، ومحاولة تحديد أنسب المناطق لاستغلالها مستقبلا في مختلف الأنشطة البشرية.

ويُعد استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية GIS وتقنيات الاستشعار عن بُعد RS وسيلة دقيقة في تقييم المحددات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة بحوض وادي حوضين من خلال الدقة المتوفرة بتلك الوسائل في تحليل الخصائص المورفومترية لمنطقة الدراسة، وخصائصه السطحية، والتضاريسية باستخدام المرئيات الفضائية والطرق الرياضية لقياس مدى تأثير المتغيرات الهيدرولوجية في دراسة الجريان السيلي بالحوض، وتحليل نتائجه للاستفادة المستقبلية من كافة المجالات.

موقع منطقة الدراسة:

يقع وادي حوضين في الركن الجنوبي الشرقي من الصحراء الشرقية، والتي تقع أراضيه ضمن الحدود الإدارية لمحافظة البحر الأحمر، حيث يُمثل أحد الأحواض التي تقع مصباتها على السهل الساحلي للبحر الأحمر، حيث يحده من الشمال والشمال الغربي حوض وادي خريط، ويحده حوض وادي العلاقي من الغرب والجنوب الغربي وجنوب منطقة الدراسة، وحوض وادي شعب من ناحية الجنوب الشرقي، وحوض وادي رحابه من الشمال الشرقي، وتمتد منطقة الدراسة فلكياً بين دائرة عرض ١٥ ً ١٠ ِ٢٢ شمالاً حيث خط تقسيم المياه الجنوبي للحوض والفاصل بينه وبين حوض وادي العلاقي، وبين دائرة عرض ٧ ً ٥٠ ِ٢٣ شمالاً، حيث خط تقسيم المياه الشمالي بين منطقة الدراسة وحوض وادي خريط، وبين خط طول ١ ً ١٠ ٣٤ شرقًا حيث أقصي امتداد لمنطقة الدراسة غربًا حيث خط تقسيم مياه الحوض مع حوض وادى العلاقي، وبين خط طول ٤ ً ٥٠ ِ٣٥شرقًا حيث مصب حوض وادي حوضين بالسهل الساحلي للبحر الأحمر، حيث تمتد منطقة الدراسة عرضيًا لما يزيد عن درجة ونصف عرضية، وتمتد منطقة الدراسة طوليًا لما يبلغ درجة ونصف طولية، ويصل أقصى ارتفاع بمنطقة الدراسة إلى نحو ١٤٥٠متر فوق متوسط منسوب سطح البحر حيث قمة جبل الحديد في أقصى جنوب شرق حوض وادي حوضين، أما أدنى منسوب للحوض فهو منسوب صفر عند مصب الحوض علي ساحل البحر الأحمر، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة نحو ١٢٤٠٢كم مربع. شكل (١).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على مرئية Land Sat 8 بدقة ٣٠ متر و١٥متر لعام ٢٠٢٢م.

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

أهمية الدراسة:

يُعد حوض وادي حوضين من الأحواض النشطة هيدرولوجياً، والذي قد يمثل خطورة على النشاط البشرى بمدينة شلاتين بمحافظة البحر الأحمر، وهى أكبر المدن جنوب محافظة البحر الأحمر، وتُعد منطقة الدراسة من المناطق المهمة من الناحية الاستراتيجية لجمهورية مصر العربية، والتي يتوجب علينا تنميتها واستغلالها بشكل أمثل لما في ذلك من أهمية استراتيجية بجانب أهميتها الاقتصادية كما يجب دراسة أخطار جريان مياه الحوض، وتقديم دراسة هيدرولوجية لتجنب أخطاره، وتطبيق نموذج هيدرولوجي لدراسة ورصد الأخطار المتعلقة بمنطقة الدراسة، كما تتمثل أهمية المنطقة -أيضًا- في الاستفادة من مياه الحوض في خطط التنمية المستقبلية بدلا من إهدارها، والتخطيط للاستفادة منها في الجوانب التنموية، وبخاصة في ظل الحديث عن مشاكل نقص المياه، الأمر الذي يجعل من الضروري استغلال الجريان السطحي عن طريق تخزينه أو توجيهه لتحقيق أكبر استفادة ممكنة.

مصادر البيانات وأدوات الدراسة:

تم الاعتماد على مصادر في تلك الدراسة يمكن عرضها كالآتي:

١- الخرائط الطبوغرافية للحوض والصادرة عن هيئة المساحة المصرية الجيولوجية بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠ لوحات برانيس (١٩٩٢م)، ومرسى شهاب (٢٠٠٢م)، وجبل حدايب (١٩٩٦م)، وقد تم الاستعانة بها لدراسة توزيع التكوينات الجيولوجية ومساحاتها، وأطوال واتجاهات الصدوع.

٢- الخرائط الطبوغرافية الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للمساحة بالتعاون مع الوكالة الفنلندية لعام (١٩٨٦) بمقياس رسم ١: ٥٠٠٠٠ (المشروع الفنلندي) بفاصل كنتوري بلغ ٢٠متر.

٣- مرئية فضائية نوع Land Sat 8 بدقة ٣٠ متر و١٥متر لعام ٢٠٢٢م، وتم الاستعانة بها لدراسة توزيع الظاهرات الجيومورفولوجية، وطبوغرافية سطح الأرض بالمنطقة.

٤- نموذج الارتفاع الرقمي SRTM DEM بدقة ١٢,٥ متر، لرسم الخريطة الكنتورية وتحديد مناسيب سطح الأرض.

واعتمدت الدراسة في تناولها للحوض - بجانب ما سبق- على البيانات المناخية لمحطة شلاتين للاستعانة بقيم العواصف المطرية الساقطة بالمنطقة لاستخدامها في برنامج WMS، ومعالجة وتحليل كل البيانات المتوفرة الخاصة بكميات الأمطار، واستخراج منحنيات كثافته، ومعالجة البيانات المكانية، واستخراج شبكة تصريف الحوض الرئيس والأحواض الفرعية، وحساب المعاملات الهيدرولوجية والمورفومترية لبناء النموذج الهيدرولوجي للحوض، والمنحنيات الخاصة بالتدفق المائي الناتج عن العاصفة المطرية، والاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3 لبناء قاعدة البيانات الخاصة بالحوض وإنتاج الخرائط، كما تم القيام بدراسة ميدانية لمنطقة الدراسة لأخذ البصمة الطيفية للتكوينات المختلفة والحصول على إحداثيات أهم ظاهرات المنطقة باستخدام جهاز GPS وتحديد أماكن أهم الظاهرات.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى ما يأتي:

- دراسة الأحواض الفرعية لحوض وادي حوضين وخصائصها المورفومترية وحساب معدلات الجريان السطحي لها.
- تحليل مستويات خطورة الأحواض الفرعية لحوض وادي حوضين.
- دراسة الخصائص الجيوهيدرولوجية وتحليل منحنيات الجريان بحوض منطقة الدراسة.
- وضع خريطة تنموية للحوض اعتمادًا على نتائج الدراسة.

أولا: الخصائص الجيولوجية لحوض وادي حوضين

تُساهم عديد من الخصائص الطبيعية في شكل الجريان السطحي للمياه في حوض وادي حوضين، ومنها الخصائص الجيولوجية، وخصائص السطح، والخصائص المناخية السائدة بعناصرها المختلفة، وبخاصة عنصر المطر في تحديد كميات التصريف بالأحواض الفرعية للحوض، ومعدلات جريان المياه، واتجاه الجريان، وزمن وصول المياه من المنبع إلى المصب، وتُعد الخصائص الجيولوجية من العوامل المهمة في جيومورفولوجية الحوض، ويتوقف عليها شكل القطاع الطولي للوادي إلى جانب أن تنوع الصخور بالحوض يؤدي إلى اختلاف درجات انحدار المجرى، وبالتالي سرعة جريان مياهه، وتؤثر الخصائص البنيوية على شكل الحوض التصريفي، وشكل المجاري المائية به وأنماطها، وفيما يأتي دراسة الخصائص الجيولوجية بالحوض:

١- <u>التكوينات الجيولوجية والرواسب السطحية:</u>

تتميز التكوينات الجيولوجية للحوض بالتنوع الواضح، حيث يتكون سطح منطقة الدراسة من صخور ورواسب تنتمي للأزمنة الجيولوجية جميعها فيما عدا الزمن الأول، وينعكس أثر ذلك على مورفولوجية الوادي بمنطقة الدراسة، ويوضح شكل (٢) وجدول (١) توزيع التكوينات الجيولوجية للحوض من الأقدم إلى الأحدث كالآتي:

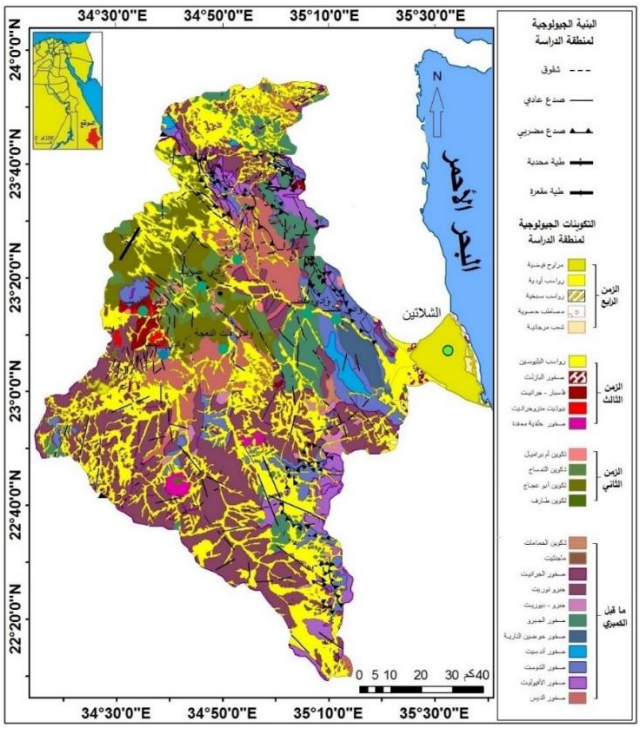
أ) تكوينات ما قبل الكمبري:

تشغل تكوينات ما قبل الكمبري المساحة الأكبر بالمنطقة حيث تبلغ نحو ٦٧٩٢,٠١كم٢ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة بنسبة تبلغ نحو ٥٤,٧٦٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويطلق عليها صخور الأساس، وهي عبارة عن صخور نارية ومتحولة تشغل القسم الأكبر من صخور الحوض، وتتمثل صخور زمن ما قبل الكمبري فيما يأتي:

- صخور النايس:

وهى صخور متحولة يمكن أن تنتج عن تحول إما صخور رسوبية أو صخور نارية، وتتميز صخور النايس بالتنوع الكبير في المكونات المعدنية تبعا لتنوع التركيب المعدني للصخر الأصلي المتحول عنه، وهو في الغالب يتكون من طبقات من الفلسبار والكوارتز، ولونها رمادي يميل إلى الأبيض (عماد

محمد إبراهيم ، ٢٠١٦، ص٣٥)، وتتصف تلك الصخور بشكل عام بكونها ناعمة إلى متوسطة الحبيبات (Ghoneim, M.F., et al, 2002, p.62)، ويشغل هذا التكوين مساحة تقدر بنحو ١٠٣٧,٥كم٢ بنسبة تبلغ نحو ٨,٣٧% من إجمالي مساحة المنطقة، وتتواجد في وسط الحوض حيث وادي دف وبالقرب من جبل حوضين وجبل أنقيب.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على الخرائط الجيولوجية لوحات (برانيس ومرسي شهاب وجبل حدايب) مقياس رسم١:٢٥٠٠٠٠.

شكل (٢) التكوينات والبنية الجيولوجية بحوض وادي حوضين

جدول (١) التكوينات الجيولوجية في حوض وادي حوضين

الزمن	Age	Formation	المساحة كم٢	المساحة الكلية	%
الرابع		مراوح فيضية	٣٥١,٧	٣٩١٠,٥٩	٣١,٥٣
		رواسب أودية	٣٥٤١		
		رواسب سبخية	٠,٩		
		حصي مصاطب	٠,٠٩		
		شاطيء مرجان قديم	١٦,٩		
الثالث	البليوسين	رواسب البليوسين	٩٨,٤	٣٦٠,٣	٢,٩٠٨
		صخور البازلت	١٧,٨		
		فلسبار - جرانيت	١٢١,٢		
		بيوتيت منزوجرانيت	٤١,٣		
		صخور حلقية معقدة	٨١,٦		
الثاني	الكريتاسي الأعلى	تكوين أم براميل	٣١,٦	١٣٣٩,١	١٠,٧٩٧
		تكوين التمساح	٣٣٧,٤		
		تكوين أبو عجاج	٩٦٣,٢		
		تكوين طارف	٦,٩		
ما قبل الكمبري		تكوين الحمامات	٢٤,٨	٦٧٩٢,٠١	٥٤,٧٦٥
		ماجنتيت	٠,٢		
		صخور الجرانيت	٢٩٦٣,٠١		
		جابرو نوريت	١٢,٧		
		جابرو- ديوريت	١٢٤,٣		
		صخور الجابرو	٨٠٦		
		صخور حوضين النارية	١٤٨,٨		
		صخور أنديزايت	١٠٧,٢		
		صخور الشيست	١٠٠٢,٣		
		صخور الأفيوليت	٥٦٥,٢		
		صخور النيس	١٠٣٧,٥		
إجمالي المساحة			١٢٤٠٢	١٢٤٠٠	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من الخرائط الجيولوجية لوحات (برانيس ومرسي شهاب وجبل حدايب) مقياس رسم١:٢٥٠٠٠٠.

- **صخور الأفيوليت:**

تتألف من صخور السربنتين بالإضافة إلى كربونات التلك، وبخاصة في منطقة حوض وادي النعام، وتضم تلك الصخور كل من الماغنسيت، والدولوميت، والكالسيت، وتحتوي على بعض حبيبات الزبرجد الزيتوني (Ghoneim, M.F., et al, 2002, p.63)، ويشغل هذا التكوين مساحة تقدر بنحو ٥٦٥,٢كم٢ بنسبة ٤,٥٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتتواجد في حوض وادي النعام، ومنطقة جبل أبو ضهر وجبل هندوسو، كما تظهر أيضا تلك التكوينات في حوض وادي قيقوع بالركن الجنوب الشرقي من المنطقة.

- **صخور الشيست:**

وهو صخر متحول بالضغط والحرارة معاً عن إما صخور نارية أو صخور رسوبية، ويتميز صخر الشيست بكونه متوسط الحبيبات يتكون من صفائح رقيقة متصلة متشابهة في تركيبها المعدني، وتتكون تلك الصفائح من معدن المايكا أو الهورنبلندا، وتحصر هذه المعادن فيما بينها بلورات من معدن الكوارتز، أي أنها صخور متحولة ناتجة عن تحول صخور رسوبية فتاتية مثل الطين أو عن تحول صخور نارية قاعدية أو عن تحول الطفل (عماد محمد إبراهيم، ٢٠١٦، ص٩٢)، وتبلغ مساحة تلك التكوينات نحو ١٠٠٢,٣كم٢ بنسبة ٨,٠٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتنتشر في أجزاء متفرقة من حوض وادي حوضين حيث تظهر في حوض وادي حوضين الفرعي، وفي الركن الجنوب الشرقي من الحوض الرئيس، وبعض الأجزاء المتفرقة من حوض النعام، وحوض أم عشوب.

- **صخور الأنديزايت:**

تتواجد صخور الأنديزايت في مناطق النشاط البركاني بمصاحبة صخر البازلت، ويتكون في الغالب من البلاجيوكلاز المتوسط بجانب البيروكسين والأمفيبول أو كليهما معا (عماد محمد إبراهيم، ٢٠١٦، ص٩٤)، وتبلغ مساحة تلك التكوينات نحو ١٠٧,٢كم٢ بنسبة ٠,٨٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويظهر هذا التكوين في جبل بيضا، وجبل خشب في حوض وادي حوضين الفرعي.

- **صخور حوضين النارية:**

وتتمثل في الصخور النارية بحوض وادي حوضين، وتبلغ مساحتها نحو ١٤٨,٨ كم٢بنسبة ١,٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتغطي منطقة محدودة المساحة من الحوض تتواجد في حوض وادي حوضين الفرعي حيث الركن الشرقي من المنطقة.

- **صخور الجابرو:**

تتميز صخور الجابرو بحبيبات خشنة ذات لون رمادي يميل إلى اللون الأخضر الغامق (Ghoneim, M.F., et al, 2002, p.65) وتبلغ مساحتها ٨٠٦كم٢ بنسبة ٦,٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتنتشر في مناطق شرق وشمال حوض وادي حوضين الرئيس في أحواض الأودية الفرعية (النعام وماضي وقيقوع وحوضين الفرعي).

- **صخور الجابرو- ديوريت:**

يوجد على هيئة أجسام جوفيه ضخمة أو على هيئة أوجه حدودية (Ghoneim, M.F., et al, 2002, p.65)، وتبلغ مساحتها نحو ١٢٤,٣كم٢ بنسبة قدرها ١٪ فقط من إجمالي مساحة المنطقة، وتتواجد في جنوب المنطقة في أماكن متفرقة من حوضى قيقوع وماضي.

- **صخور الجابرو- نوريت:**

عبارة عن صخور تمثل تدرج تام بين الجابرو العادي والديورايت، ويشغل مساحة نحو ١٢,٧كم٢ بنسبة قدرها ٠,١٠٪ فقط من إجمالي مساحة المنطقة، ويتواجد بمساحة صغيرة في غرب الحوض الرئيس في حوض وادي أم عشوب وحوض النعام شمال المنطقة.

- **صخور الجرانيت:**

صخور الجرانيت من الصخور الجوفية التي تعرف بالصخور البلوتونية، وقد تكونت على أعماق كبيرة من سطح القشرة الأرضية ثم تعرضت بعد ذلك لتأثير عمليات التجوية Hassan M.A. and Hashad A.H, 1990 , p.221)، ويتميز نسيج صخر الجرانيت بكونه خشن الحبيبات إلى متوسط الخشونة، وقد يظهر في بعض المواضع دقيق الحبيبات، وهو صخر حامضي جوفي يتكون من الكوارتز بنسبة تتراوح من ٢٠: ٤٠٪(محمد الحسين محمد، ٢٠٢٢، ص٣٧٩٣)، ويشغل مساحة تقدر بنحو ٢٩٦٣,٠١كم٢ بنسبة قدرها ٢٣,٨٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وهو اكثر الصخور انتشاراً بأجزاء الحوض، وبخاصة في الغرب والجنوب الغربي، وفي شمال منطقة الدراسة.

- **صخور الماجنتيت:**

يتألف الماجنيت على شكل بلورات تظهر في الصخور بصورة حبيبية (Ghoneim, M.F., et al, 2002, p.65)، ويشغل مساحة تقدر بنحو ٠,٢كم٢ بنسبة قدرها ٠,٠٠١٪ فقط من إجمالي مساحة المنطقة، وتظهر تلك المنطقة الصغيرة في حوض وادي أم عشوب.

- **مجموعة الحمامات:**

تتألف من رواسب فتاتية يضم الكنجلوميرايت وحجر طيني غريني وحجر رملي واردواز، وتأخذ ألوان تتراوح ما بين ألوان الأخضر والرمادي والوردي والبني الغامق، (Ghoneim, M.F., et al, 2002, p.66)وتبلغ مساحتها نحو ٢٤,٨ كم٢ بنسبة ٠,٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتتواجد في شرق المنطقة في حوض وادي ماضي.

ب) تكوينات الزمن الثاني:

وتتمثل في تكوينات العصر الكرتياسي، وتُعد صخوره من أقدم الصخور الرسوبية المكشوفة بالمنطقة، وترتكز فوق صخور القاعدة بأسطح عدم توافق، وتبلغ مساحة تلك التكوينات نحو ١٤٢٠,٧كم٢ بنسبة تبلغ نحو ١١,٤٦٪ من مساحة المنطقة، وتنقسم تكوينات الزمن الثاني بالمنطقة كما ذكرها (El-Naggar, Z.R. 1970. P.54) كما يأتي:

- **تكوين طارف:**

يتألف هذا التكوين من حجر رملي متوسط إلى خشن الحبيبات، ويشغل مساحة تُقدر بنحو ٦,٩ كم٢ أي ما يعادل ٠,٠٦٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ويتواجد بالركن الجنوب الغربي لمنطقة الدراسة بالقرب من جبل مشبح بحوض وادي قيقوع.

- **تكوين أبو عجاج:**

يتألف هذا التكوين من حجر رملي كتلي خشن الحبيبات، ويعلو صخور القاعدة بشكل غير متوافق، ويشغل مساحة تُقدر بنحو ٩٦٣,٢ كم٢ بنسبة ٧,٧٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويتواجد في حوض وادي عمريت، وجبل أبرق شمال غرب المنطقة.

- **تكوين التمساح:**

يتكون من طبقات سميكة من الحجر الرملي يتخللها طمي وتكوينات بحرية، ويشغل مساحة تُقدر بنحو ٣٣٧,٤ كم٢ بنسبة ٢,٧٢٪ من إجمالي مساحة الحوض، ويظهر هذا التكوين في حوض وادي عمريت في شمال غرب منطقة الدراسة.

- **تكوين أم براميل:**

يتألف هذا التكوين من حجر رملي متوسط إلى خشن الحبيبات، ويشغل مساحة تُقدر بنحو ٣١,٦كم٢ أي بنسبة ٠,٢٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويظهر في وسط الحوض الرئيس حيث حوض وادي عمريت، وحوض وادي حوضين الفرعي.

ج) تكوينات الزمن الثالث:

ينتشر في المنطقة تكوينات العصر الطباشيري العلوي، وتألف من حجر رملي خشن مع طبقة رقيقة من الحبيبات بلون أبيض يميل إلى الأصفر، وتتكون بعض تكوينات هذا الزمن من صخور الحجر الجيري التي تحتوي على المرجان والأصداف البحرية مما يدل على أنها ذات أصل بحري (Ball, 1939,p. 36 ,.J)، ويبلغ مساحة تلك التكوينات نحو ٢٧٨,٧كم٢ بنسبة ٢,٢٤٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وهي أقل الأزمنة من حيث المساحة ظهوراً في تكوينات السطحية لمنطقة الدراسة، وتتمثل في التكوينات الآتية:

- **صخور حلقية معقدة:**

وتتمثل في صخور حلقية تابعة لتكوينات الزمن الثالث، وتبلغ المساحة السطحية لهذه الصخور مساحة تُقدر بنحو ٨١,٦كم٢ بنسبة قدرها ٠,٦٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتتواجد في جنوب غرب المنطقة حيث منطقة جبل مشبح، وفي حوض وادي دف، وحوض وادي قيقوع.

- **تكوين البيوتيت منزوجرانيت:**

يشغل مساحة تُقدر بنحو ٤١,٣ كم٢ بنسبة قدرها ٠,٣٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويظهر هذا التكوين في حوض وادي عمريت، وفي شمال حوض وادي النعام.

- **فلسبار – جرانيت:**

يشغل مساحة تُقدر بنحو ١٢١,٢ كم٢ بنسبة قدرها ٠,٩٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويظهر بالقرب من جبل الناقة، وفي حوض وادي عمريت، وفي حوض وادي ماضي.

- **صخور البازلت:**

عبارة عن صخور بركانية تظهر على هيئة سدود وحافات وقد تظهر على شكل تدفقات صغيرة الحجم نسبياً، وهى ذات حبيبات ناعمة إلى متوسطة الحجم حيث ترتبط تلك الصخور بانبثاقات براكين البحر الأحمر وبخاصة عند عمليات التصدع (Hermina. M, 1989, p.268)، وتظهر علي شكل كتل صخرية صغيرة سوداء اللون جنوب حوض وادي حوضين، ويشغل هذا التكوين مساحة تُقدر بنحو ١٧,٨ كم٢ بنسبة قدرها ٠,١٤٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

- **رواسب البليوسين:**

يتكون من طين رمادي وحجر رملي وكنجلوميرات وبعض المنجنيز، ويشغل هذا التكوين مساحة تُقدر بنحو ٩٨,٤كم٢ بنسبة ٠,٧٩٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

د) رواسب الزمن الرابع:

تتواجد تلك الرواسب في قيعان الأودية كما تظهر على طول خط ساحل البحر الأحمر، وتتألف من رواسب مفككة من الحصى والرمال ومفتتات لبعض الصخور، وتغطي أغلب السهل الساحلي، والمراوح الفيضية لأحواض الأودية، وفي المصاطب الفيضية، وتبلغ مساحة تلك التكوينات نحو ٣٩١٠,٥٩ كم٢ بنسبة ٣١,٥٣٪ من مساحة المنطقة، وتتمثل في الرواسب الآتية:

- **رواسب الشواطئ المرجانية القديمة:**

وهي عبارة عن شواطئ مرتفعة مطلة علي البحر الأحمر في صورة شعاب مرجانية قديمة قد تختفي في أماكن عديدة تحت الرمال ورواسب الأودية (نعمات عبد المنعم عبد الغفار، ٢٠١١، ص٤٨)، وتبلغ مساحة تلك الرواسب نحو ١٦,٩كم٢ من مساحة المنطقة بنسبة ٠,١٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

- **رواسب حصي المصاطب:**

أصغر التكوينات الجيولوجية السطحية من حيث المساحة في منطقة الدراسة، وتبلغ مساحتها نحو ٠,٠٩ كم٢.

- **رواسب السبخات:**

تتواجد السبخات على امتداد ساحل البحر الأحمر، وتتلقى تلك السبخات تدفقات من مياه البحر عند فترات المد العالي للبحر الأحمر بالإضافة لمياه الأمطار التي تجري عبر مجاري أودية حوض وادي

حوضين، ويؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تبخر المياه، وتنمو بها بعض النباتات، والطحالب الموجودة في تلك البيئة، وتبلغ مساحة هذه الرواسب ٠,٩ كم٢ بنسبة ٠,٠٠٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

- رواسب الأودية:

تتألف تلك الرواسب من خليط من المفتتات السطحية المتنوعة، وتسرب مياه الأمطار للخزان الجوفي، وتنتشر فوق قيعان الأودية، وتظهر على شكل جلاميد كبيرة تتواجد عند المنابع العليا للأودية أما الرواسب الحصوية والرمال فتتواجد وتكثر بالقرب من المصـــب، وينتابها التشققات الطينية نظرًا لجفاف الرواسب الطينية وانكماشها (محمد عبد الحليم حلمي، ٢٠٠٥، ص٢٦)، وتبلغ مساحتها نحو ٣٥٤١كم٢ بنسبة ٢٨,٥٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتأتي في المركز الثاني من حيث المساحة في الحوض.

- رواسب المراوح الفيضية:

تتكون من خليط غير متجانس من أنواع مختلفة من الصخور، وتختلط بالحصي والطمي والرمال والجلاميد، وتختلف أحجام الرواسب فتكون صغيرة الحجم عند المصب نظرًا لطول المسافة التي قطعتها وصولًا لمنطقة المصب، وتبلغ مساحة تلك الرواسب نحو ٣٥١,٧ كم٢ أي بنسبة قدرها ٢,٨٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

٢- <u>البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة:</u>

تـــساهم البنية الجيولوجية في تفسير نـــشأة بعـــض الظاهرات الأرضية مثـــل الأودية الـــصدعية والحافـــات وغيرهـــا من الظاهرات الناتجة عن الحركات التكتونية، وتُعد تلك الظاهرات من أكثر الأماكن تأثرًا بعوامـــل التعريـــة وعمليات التجوية بالمنطقة لكونها منـــاطق ضـــعف تمـــارس فيها تلك العوامـــل والعمليات نشاطها في تغيير شكل ظاهرات منطقة الدراسة، وتُؤثر الظروف البنيوية -أيضًا- على جريان المياه في أحواض التصريف، حيث يؤدي توزيع الصدوع وبخاصة الصدوع الرئيسة على طبيعة شكل الحوض وانحدار سطحه، وبالتالي على شكل الروافد الثانوية وطبيعة اتصالها بالمجرى الرئيس (صلاح قابيل عبد القوى، ٢٠١٥، ص ٦٤)، وتُفيد البنية الجيولوجية في تفسير نشأة وتطور أشكال السطح وبخاصة في مجاري الأودية الانكسارية (سند الشربيني سند، ٢٠٠٥، ص٣٤)، وقد تعرضت المنطقة لعديد من الحركات التكتونية التي يغلب عليها اتجاه الشمال الغربي - الجنوب الشرقي (اتجاه البحر الأحمر وخليج السويس)، واتجاه الشمال الشرقي– الجنوب الغربي (اتجاه خليج العقبة)، ومما كان له أكبر الأثر في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية، وبخاصة في اتجاهات مجارى الأحواض بحوض وادي حوضين وروافده الفرعية، ويمكن توضيح الظاهرات البنيوية في حوض منطقة الدراسة كما يأتي:

أ) صدوع منطقة الدراسة:

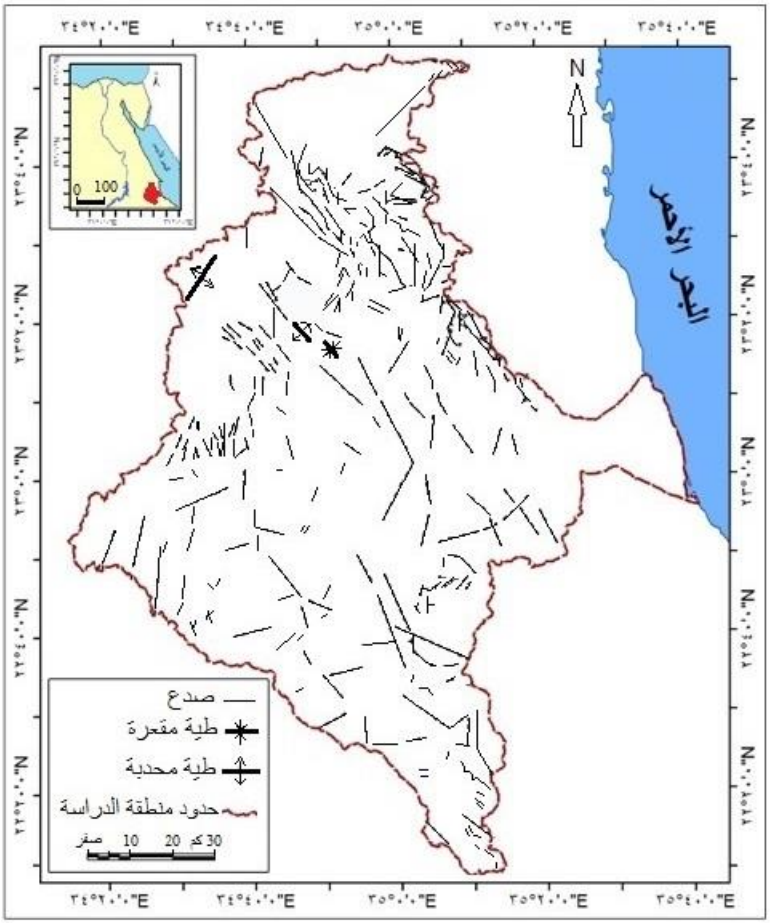
يتضح من دراسة جدول (٢) وشكل (٣) أن عدد الصدوع في الحوض يبلغ نحو ٥٤٦ صدعا، وتضم منطقة الدراسة مجموعة من الصدوع ذات الاتجاهات المختلفة، وقد بلغ طول صدوع منطقة الدراسة نحو ١٣١٨كم، وتُعد الصدوع **الشمالية الغربية – الجنوبية الشرقية** أكثر تلك الصدوع انتشارًا حيث تحتل المرتبة الأولى، ويبلغ عددها نحو ٢٤٩ صدعا بنسبة ٤٥,٦٪ من إجمالي عدد صدوع منطقة الدراسة، ويبلغ إجمالي أطوال صدوع هذا الاتجاه نحو ٦٩٠كم بنسبة ٥٢,٣٥٪ من إجمالي أطوال صدوع المنطقة، وتتواجد في المناطق الشمالية والشمالية الغربية وفي وسط وجنوب شرق منطقة الدراسة، وفي المرتبة الثانية يأتي اتجاه الصدوع **الشمالية الشرقية– الجنوبية الغربية**، ويبلغ عددها نحو ١٨٢ صدعا بنسبة ٣٣,٣٪ من إجمالي عدد صدوع منطقة الدراسة، ويبلغ إجمالي أطوال صدوع هذا الاتجاه نحو ٤٨٣كم بنسبة ٣٦,٦٪ من إجمالي أطوال صدوع المنطقة، وتتواجد في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة، وفي أقصى جنوب غربها، وفي المرتبة الثالثة يأتي اتجاه **الصدوع الشرقية– الغربية** ويبلغ عددها نحو ٧٥صدعا بنسبة ١٣,٧٪ من جملة أعداد الصدوع بالمنطقة، كما بلغ إجمالي أطوال صدوع هذا الاتجاه نحو ١١٠كم بنسبة ٨,٣٥٪ من إجمالي أطوال الصدوع بمنطقة الدراسة، وتتواجد في الركن الجنوبي من منطقة الدراسة ووسط حوض وادي حوضين، وفي المرتبة الرابعة والأخيرة يأتي اتجاه الصدوع **الشمالية– الجنوبية**، ويبلغ عددها نحو

٤٠صدعا بنسبة ٧,٣٪ من إجمالي عدد صدوع منطقة الدراسة، ويبلغ إجمالي أطوال صدوع هذا الاتجاه نحو ٣٥كم بنسبة ٢,٦٦٪ من إجمالي أطوال صدوع المنطقة، وتتواجد في جنوب وغرب منطقة الدراسة.

جدول (٢) أعداد واتجاهات الصدوع بمنطقة الدراسة

اتجاه الصدوع	العدد	النسبة (%)	الطول (كم)	النسبة (%)
شمال غرب – جنوب شرق	٢٤٩	٤٥,٦	٦٩٠	٥٢,٣٥
شمال شرق – جنوب غرب	١٨٢	٣٣,٣٣	٤٨٣	٣٦,٦٤
شمال – جنوب	٤٠	٧,٣٣	٣٥	٢,٦٦
شرق - غرب	٧٥	١٣,٧٤	١١٠	٨,٣٥
المجموع	٥٤٦	% ١٠٠	١٣١٨	% ١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من الخرائط الجيولوجية لوحات (برانيس ومرسى شهاب وجبل حدايب) مقياس رسم١:٢٥٠٠٠٠.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على الخرائط الجيولوجية لوحات (برانيس ومرسي شهاب وجبل حدايب) مقياس رسم١:٢٥٠٠٠٠.

شكل (٣) البنية الجيولوجية بمنطقة الدراسة

بلغت الكثافة التركيبية للمنطقة نحو ٠,١١ كم/ كم٢، وتتباين الكثافة التركيبية من مكان لآخر بمنطقة الدراسة، حيث تزداد كثافة الصدوع شمال وشمال غرب منطقة الدراسة حيث المنابع العُليا لحوض وادي النعام، حيث تتسم غالبيتها باتجاه الصدوع الشمالية الغربية- الجنوبية الشرقية، ويليها جنوب شرق المنطقة، وتتسم في غالبيتها باتجاه الصدوع الشمالية الغربية – الجنوبية الشرقية.

ب) طيات منطقة الدراسة:

قامت الطيات بدور في تشكيل مورفولوجية منطقة الدراسة، ولكنه أقل بكثير من دور الصدوع، والطيات حركة أرضية عبارة عن تموجات تحدث بالقشرة الأرضية مثل حركات الطي التي قد تحدث للصخور قبل انكسارها تحت تأثير عمليات الشد والضغط، والطيات أقل كثافةً وتأثيرًا من الصدوع بالمنطقة، وتظهر هذه الالتواءات في حوض وادي عمريت غرب منطقة الدراسة في منطقة تتميز بوجود تكوينات رسوبية حيث يتواجد تكوين أبو عجاج التابع لعصر الكريتاسي (الزمن الثاني)، وعددها ثلاثة طيات فقط، وتتصف محاور تلك الطيات باتجاه الشمال الغربي- الجنوب الشرقي، وتبلغ جملة أطوالها نحو ١٩,٣كم منها طيتين محدبتين (١٢,٥كم و٥,٤كم) وطية مقعرة (١,٤كم).

ثانيًا: الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة

تُعد عناصر المناخ من أهم عوامل التشكيل الخارجية لسطح الحوض، والتي تساعد علي تغير شكل سطح المنطقة، وتتمثل أهم عناصر المناخ المؤثرة في درجة الحرارة والرياح والأمطار، وتلك العناصر تُساعد في نشاط عوامل التعرية وعمليات التجوية، وتقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الإقليم الجاف، والذي يتميز بصيف حار وشتاء معتدل كما أن الأمطار تحدث في الغالب بشكل متقطع، ورغم ندرتها من الممكن أن تسقط بشكل غزير في مدة قليلة للغاية نتيجة لحدوث العواصف المطرية العرضية مما يؤدى إلى هطول أمطار غزيرة في فصلي الربيع والخريف بعيدًا عن فصل الشتاء، وسيتم دراسة عناصر المناخ في المنطقة علي النحو الآتي:

١- درجات الحرارة:

تُعد درجة الحرارة من أهم العناصر المناخية، والتي تؤثر على باقي العناصر المناخية، حيث تتحكم في الضغط الجوي وحركة الرياح وسرعتها، وعلى الرطوبة النسبية والتبخر وعلى الأمطار وكميات سقوطها.

جدول (٣) درجات الحرارة العُظمى والصُغرى والمتوسط الشهري والمدى الحراري لمنطقة الدراسة

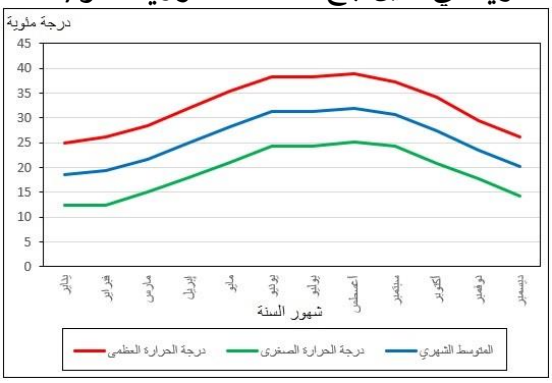
الشهر	درجة الحرارة العظمى	درجة الحرارة الصغرى	المتوسط الشهري	المدى الحراري
يناير	٢٤,٩	١٢,٤	١٨,٦٥	١٢,٥
فبراير	٢٦,٢	١٢,٤	١٩,٣	١٣,٨
مارس	٢٨,٥	١٥	٢١,٧٥	١٣,٥
إبريل	٣٢	١٨	٢٥	١٤
مايو	٣٥,٥	٢١,١	٢٨,٣	١٤,٤
يونيو	٣٨,٤	٢٤,٣	٣١,٣٥	١٤,١
يوليو	٣٨,٤	٢٤,٣	٣١,٣٥	١٤,١
أغسطس	٣٨,٩	٢٥,١	٣٢	١٣,٨
سبتمبر	٣٧,٢	٢٤,٣	٣٠,٧٥	١٢,٩
أكتوبر	٣٤,٢	٢٠,٨	٢٧,٥	١٣,٤
نوفمبر	٢٩,٥	١٧,٧	٢٣,٦	١١,٨
ديسمبر	٢٦,١	١٤,٢	٢٠,١٥	١١,٩
المتوسط	٣٢,٤٨	١٩,١٣	٢٥,٨	١٣,٣٥

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، لمحطة رأس بناس للمدة ما بين ١٩٨٠: ٢٠٢٢م.

يتضح من دراسة الجدول (٣) والشكل (٤) اللذان يوضحان المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة العُظمى والصُغرى والمتوسط الشهري والمدى الحراري لمحطة رأس بناس ما يأتي:

- بلغ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة العُظمي بمنطقة الدراسة نحو (٣٢,٤٨) درجة، وقد بلغ أعلي قيمة له خلال شهر أغسطس حيث بلغ نحو (٣٨,٩) درجة، في حين بلغ أدنى قيمة له في شهر يناير حيث بلغ نحو (٢٤,٩) درجة.
- سجل المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الصُغرى بمنطقة الدراسة نحو (١٩,١) درجة، وقد بلغ أعلي قيمة له في منطقة الدراسة خلال شهر أغسطس حيث بلغ نحو (٢٥,١) درجة، في حين بلغ أدنى قيمة له في شهرى يناير وفبراير حيث بلغا نحو (١٢,٤) درجة.

- بلغ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة بمنطقة الدراسة نحو (٢٥,٨) درجة وقد سجل شهر أغسطس أعلي متوسط شهري فقد بلغ (٣٢) درجة مئوية بينما سجل شهر يناير أقل قيمة للمتوسط الشهري بلغت نحو (١٨,٦) درجة مئوية.
- يتضح انخفاض قيم المدى الحراري بمنطقة الدراسة، حيث بلغ متوسط المدى الحراري بمنطقة الدراسة نحو (١٣,٣٥) درجة، كنتيجة لأثر المنطقة الساحلية للبحر الأحمر المجاورة في تقليل المدي الحراري لها خلال شهور السنة، وقد سجل شهر مايو أعلي قيمة للمدي الحراري خلال شهور السنة بقيمة بلغت (١٤,٤) درجة مئوية، في حين بلغ المدى الحراري نحو (١١,٨) درجة مئوية في شهر نوفمبر.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٣).

شكل (٤) معدلات الحرارة العُظمى والصُغرى والمعدل الشهري لمنطقة الدراسة

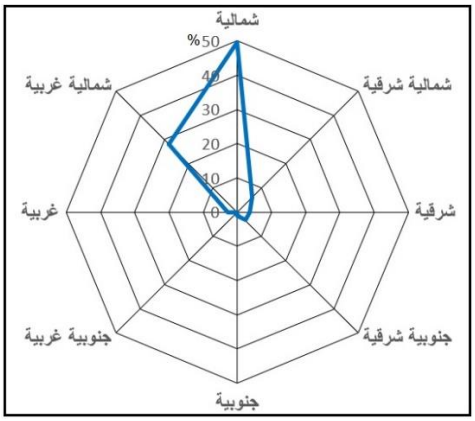
٢- الرياح:

تسود الرياح الشمالية بشكل كبير على منطقة الدراسة حيث يبلغ متوسطها الشهري نحو (٤٩,٧٪) من نسب هبوب الرياح بالمنطقة طوال العام، حيث تأتي في المركز الأول بالنسبة لباقي الاتجاهات، وتبلغ أعلى قيمة لها في منطقة الدراسة خلال شهر يونيو بنسبة (٦٣,٤٪) نظرًا لاستقرار الجو وعدم مرور المنخفضات، في حين تبلغ أدنى قيمة لها في شهر يناير بنسبة (٣٨,٦٪)، ويرجع انخفاض نسبتها في هذا الشهر نظرًا لمرور المنخفضات الشتوية على شمال الأراضي المصرية مما يؤدي إلى تغيير اتجاه الرياح الشمالية السائدة، وتأتي الرياح الشمالية الغربية في المركز الثاني حيث بلغ المتوسط الشهري لها نحو (٢٨,٢٪) ويليها اتجاه الرياح الشمالية الشرقية بنسبة (٦,٢٪)، وبذلك يبلغ مجموع الرياح الشماليات (الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية) نحو (٨٤,١٪) وهذ دليل على سيادة الشماليات بمنطقة الدراسة في حين تُسجل الرياح الجنوبية الغربية أقل نسبة في متوسطها الشهري بنحو (٠,٢٪) فقط، نظرًا لانعدام تأثير المنخفضات الشتوية على منطقة الدراسة. جدول (٤) وشكل (٥).

جدول (٤) اتجاهات الرياح ونسبة هبوبها على منطقة الدراسة

الاتجاه	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
شمالية	٣٨,٦	٤٢,٦	٤٦,٨	٤٨,٣	٥٤,٢	٦٣,٤	٥١,٥	٥٤,١	٦٢	٥٠,٨	٤٤	٤٠,٣	٤٩,٧
شمالية شرقية	٥,١	٥,٤	٦,٨	٦,٣	٥,٢	٤,٤	١٠	٩,٢	٤	٦,٧	٦,٧	٥,١	٦,٢
شرقية	٣,٦	٤	٤,٣	٦,١	٤,٤	١,٨	٤,٩	٣,٣	٠,٨	٣,٦	٤,١	٣,٢	٣,٧
جنوبية شرقية	٢,٢	٣,٩	٥,١	٩,٢	٥,٣	١,٧	٢,٨	١,٦	٠,٣	٢,٥	٢,٢	٢,٢	٣,٣
جنوبية	٠,٨	٢	١,٩	٢,٥	١,٧	٠,٥	١,٢	٠,٧	٠,٣	٠,٨	٠,٦	٠,٧	١,١
جنوبية غربية	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٣	٠,٢	٠,٢	٠,١	٠,١	٠,٢	٠,٢	٠,٤	٠,٢
غربية	٤,٦	٤,٢	٣,٢	١,٧	١,٥	١,٥	٢	١,٩	١,٩	٢,١	٣,٣	٤,٥	٢,٧
شمالية غربية	٤٠,٦	٣٢,٩	٢٤	٢٠,١	٢٢,٣	٢٢,٨	٢٠,٢	٢٢,٥	٢٨,١	٢٩,٣	٣٥,٣	٤٠,٤	٢٨,٢
سكون	٤,٣	٤,٧	٧,٦	٥,٥	٥,١	٣,٧	٧,٢	٦,٦	٢,٥	٤	٣,٦	٣,٢	٤,٨

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، لمحطة رأس بناس للمدة ما بين ١٩٨٠: ٢٠٢٢م.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٤).

شكل (٥) المتوسط الشهري لنسب هبوب الرياح بمختلف الاتجاهات بمنطقة الدراسة

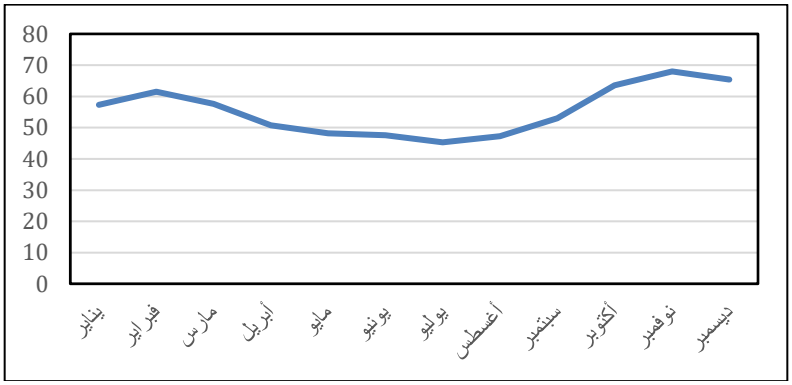
٣- الرطوبة النسبية:

تسهم الرطوبة النسبية بشكل كبير في نشاط عمليات التجوية الكيميائية نتيجة لتفاعل أو تأثر مكونات الصخر المعدنية ببخار الماء أو أحد العناصر الجوية الأخرى، فتتحول مكونات الصخر الأصلية أو بعضها إلى أنواع جديدة تختلف عن مادة الصخر الأصلية، وتتم تلك العملية في مكان الصخر ودون حدوث حركة تُذكر، وقد بلغ المتوسط السنوي للرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة نحو ٥٥,٤٥٪ ويتضح ارتفاعه نظرًا لأن منطقة الدراسة تُجاور البحر الأحمر، وتَقِل الرطوبة النسبية بفصل الصيف لتسجل في شهر يوليو ٤٥,٣٪ بينما تصل لأعلى نسبة لها في شهر أكتوبر ٦٨٪. جدول (٥) وشكل (٦).

جدول (٥) معدلات الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط السنوي
الرطوبة النسبية %	٥٧,٣	٦١,٥	٥٧,٦	٥٠,٧	٤٨,٢	٤٧,٦	٤٥,٣	٤٧,٣	٥٣	٦٣,٥	٦٨	٦٥,٤	٥٥,٤٥

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، لمحطة رأس بناس للمدة ما بين ١٩٨٠: ٢٠٢٢م.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٥).

شكل (٦) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة (بالملليمتر)

٤- الأمطار:

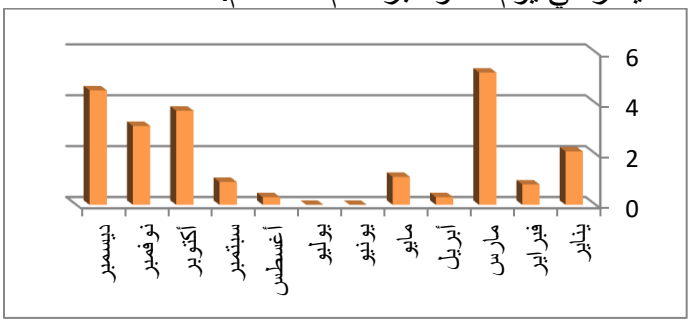
تعد الأمطار من أكبر العناصر المناخية القادرة على القيام بعمليات تشكيل جيومورفولوجى بالأحواض الجافة عامةً، وبمنطقة الدراسة خاصةً، وفي بعض الأوقات تسقط الأمطار على حوض وادي حوضين على شكل تساقط شديد ومكثف في مدة زمنية قليلة، وقد تسقط كمية أمطار بكميات كبيرة في يوم واحد أكثر من كل كميات الأمطار التي سقطت في أعوام سابقة كاملة.

جدول (٧) المعدلات الشهرية لسقوط الأمطار بمنطقة الدراسة (بالملليمتر)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م. سنوي
الدرجة	٢,١	٠,٨	٥,٢	٠,٣	١,١	صفر	صفر	٠,٣	٠,٩	٣,٧	٣,١	٤,٥	١,٨٣

المصدر: بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، بمنطقة الدراسة للمدة ما بين ١٩٨٠: ٢٠٢٣م.

ويلاحظ من جدول (٧) أن أكبر معدلات شهرية للأمطار في منطقة الدراسة تسقط في شهر مارس بنحو ٥,٢ ملليمتر نظرًا لحدوث العواصف المطرية التي تحدث في فصل الربيع مما قد يتسبب في حدوث سيول، يليه شهر ديسمبر بنحو ٤,٥ملليمتر، ثم شهر أكتوبر بنحو ٣,٧ ملليمتر، أي أن شهري مارس وأكتوبر يمثلان معًا كمية تقدر بنحو ٨,٩ ملليمتر بنسبة ٤٠,٥٪ من كمية الأمطار الساقطة على منطقة الدراسة نظرًا لحدوث العواصف المطرية الإعصارية التي تحدث في فصلى الربيع والخريف مقارنة بالأمطار الشتوية القليلة التي تحدث في فصل الشتاء نظرًا لبُعد تأثير المنخفضات الشتوية عن منطقة الدراسة، كما أن أكبر كميات الأمطار التي سُجلت في يوم واحد لم تكن في فصل الشتاء أيضًا، ولكنها سقطت إما في فصل الخريف أو في فصل الربيع حيث يُسجل سقوط ٣٥ ملليمتر في يوم ٢٨ ديسمبر عام ٢٠١٠م، يليها سقوط ٣٠ ملليمتر في يوم ٢ نوفمبر عام ٢٠١٨م.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٧).

شكل (٧) المعدلات الشهرية لسقوط الأمطار بمنطقة الدراسة (بالملليمتر)

ثالثًا: الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة

تهدف دراسة الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة في التعرف على السمات التضاريسية العامة للمنطقة، ومعرفة العوامل التي أدت لتكوين الحوض، وتحديد المرحلة الجيومورفولوجية التي وصل إليها الحوض في دورته التحاتية، حيث تمثل الخصائص التضاريسية محصلة نشاط عمليات التعرية المختلفة، والتوصل لأثر الاختلافات الليثولوجية والبنيوية على شكل وتضرس الحوض التصريفي.

قد تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥م لدراسة الخصائص التضاريسية لحوض وادي حوضين مثل كل من: معدل التضرس، والتضاريس النسبية، ومناسيب سطح المنطقة، وفئات درجات انحدار سطح أحواض واتجاهات الانحدار بالمنطقة، وفيما يأتي عرض لتلك الخصائص:

أ) معدل تضرس منطقة الدراسة:

تُشير قيم معدل تضرس الحوض إلى الفارق بين منسوب أعلى نقطة ومنسوب أقل نقطة في الحوض التصريفي مقسومًا على قيمة طول الحوض، ويُشير ارتفاع نسبة التضرس إلى سرعة الجريان بجانب تأثيرها على احتمالية أكبر لنقل حمولة منقولة عبارة عن رواسب ومفتتات، ويصل متوسط نسبة التضرس بحوض وادي حوضين ككل إلى نحو ١٠متر/كم، وقد تباين هذا المعدل في الأحواض الفرعية السبعة داخل الحوض نظرًا لاختلاف التضاريس وتباينها من حوض لآخر، حيث يتباين معدل التضرس حيث يبلغ أقصاه في حوض وادي أم عشوب فقد بلغ ١٥,٣متر/كم نظرًا للفارق الواضح بين أعلى منسوب وأقل منسوب بالحوض، ووجود قمم جبلية مثل جبال (عقاب النجوم والناقة وشيانيت)، وأدنى قيمة لمعدل التضرس في حوض وادي قيقوع لنحو ٨,٦متر/كم.

جدول (٨) معدل التضرس في الأحواض الفرعية بمنطقة الدراسة

المتغير	حوض النعام	حوض عمريت	حوض ماضي	حوض دف	حوض أم عشوب	حوض قيقوع	حوضين الفرعي	حوضين الرئيسي
معدل التضرس م/كم	٩,٨	١٢,٧	١٢,٩	١٠,٧	١٥,٣	٨,٦	١٤,٤	١٠
التضاريس النسبية	١,٥٨	٢,٣	٢,٨٧	١,٨٣	٣,١	٢,٠٧	٢,٣٨	١,٣٨

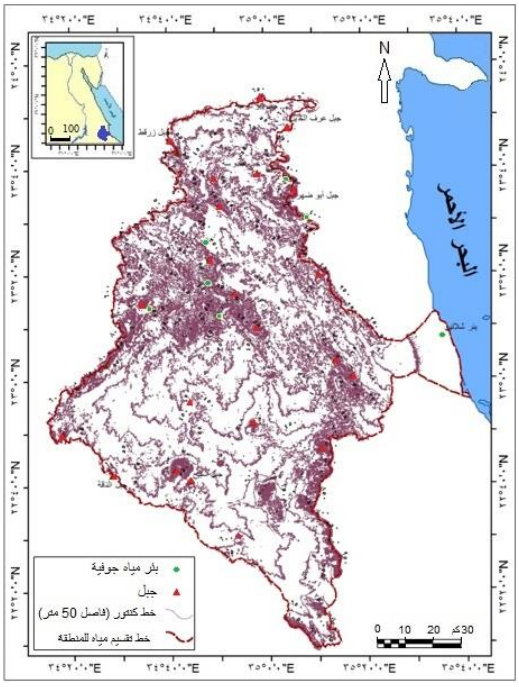
المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM للمنطقة بدقة ١٢,٥م.

ب) التضاريس النسبية لمنطقة الدراسة:

توضح التضاريس النسبية العلاقة بين قيمة التضاريس القصوى بالحوض ومحيط الحوض التصريفي حيث القيم المنخفضة للتضاريس النسبية تُشير لنشاط عوامل التعرية بالحوض وضعف مقاومة الصخور أما القيم المرتفعة فتشير لمقاومة سطح الحوض لعوامل التعرية وبالتالي زيادة أعداد مجاري الرتبة الأولى، ويتضح أن متوسط قيمة التضاريس النسبية لحوض وادي حوضين بشكل عام بلغ نحو ١,٣٨متر/كم، في حين تباينت قيم التضاريس النسبية بالأحواض الفرعية حيث بلغت أعلى تضاريس نسبية في حوض أم عشوب بنحو ٣,١متر/كم، وذلك نظرًا لانخفاض قيمة محيط الحوض وصِغر مساحته مقارنةً بالفارق بين أعلى وأدنى منسوب بالحوض، وقد سجلت التضاريس النسبية لحوض وادي النعام نحو ١,٥٨متر/كم، وذلك نظرًا لارتفاع قيمة محيط الحوض نظرًا لاتساع مساحته. جدول (٨).

ج) مناسيب سطح المنطقة:

تبدأ مناسيب منطقة الدراسة من منسوب صفر عند مصب الحوض الرئيس علي ساحل البحر الأحمر، ويصل لأقصى ارتفاع بمنطقة الدراسة إلى ١٤٥٠متر فوق متوسط منسوب سطح البحر عند قمة جبل الحديد في أقصى جنوب شرق منطقة الدراسة، أي أن قيمة التضرس المحلي لمنطقة الدراسة تبلغ نحو ١٤٥٠مترا، ويرجع ارتفاع تلك القيمة نظرًا لأن أعلى منسوب يمثل أحد القمم الجبلية التابعة لسلاسل جبال البحر الأحمر أما أدنى منسوب فيُمثله متوسط منسوب سطح البحر، ومن دراسة نموذج الارتفاع الرقمي للمنطقة DEM بدقة ١٢,٥متر تم رسم خريطة السطح لمنطقة الدراسة لتمثيل خطوط الكنتور بفاصل كنتوري ٥٠ متر شكل (٨)، ومن تحليل جدول (٩) وشكل (٩) يمكن تقسيم المنطقة لثلاث فئات رئيسة كالآتي:



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM للمنطقة بدقة ١٢,٥م.

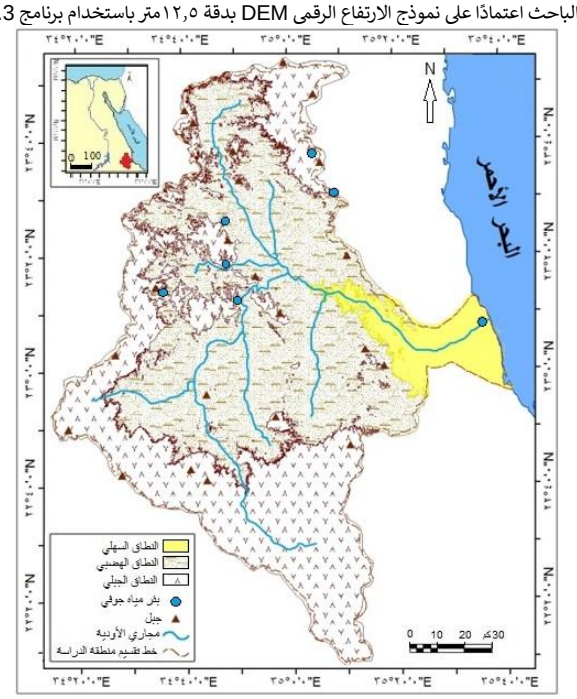
شكل (٨) الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة

- **أراضي سهلية منخفضة (النطاق السهلي):** وتضم الأراضي التي يقل ارتفاعها عن ٢٠٠متر فوق متوسط منسوب سطح البحر، وهي كل مساحة السهل الساحلي التي تنتشر بالجزء الشرقي للحوض حيث مصب حوض وادي حوضين علي ساحل البحر الأحمر، وتقع بها مدينة شلاتين وهي فئة المناسيب الأقل ارتفاعًا بالمنطقة، وتبلغ مساحتها ٩١٠كم٢ بنسبة ٧,٣٤٪ فقط من مساحة المنطقة.
- **أراضي متوسطة الارتفاع (النطاق الهضبي):** وتضم الأراضي التي يتراوح منسوبها بين (٢٠٠: ٦٠٠) متر فوق متوسط منسوب سطح البحر، وتقع إلى الغرب من نطاق السهل الساحلي السابق، وتنتشر هذه الفئة بجنوب حوض وادي النعام، وفي حوض وادي دف، وحوض وادي ماضي، وتتمثل في هضبة الحجر الرملي (هضبة العبابدة) الذي يقع حوض وادي حوضين في الطرف الشرقي منها، ويتقطع سطحها بمجاري الأودية التي تنبع من المناطق الجبلية المتاخمة لها من ناحية الغرب، وتتألف من تكوينات بركانية ورسوبية يتخللها بعض القمم الجبلية، وتبلغ مساحة هذا النطاق نحو ٦٤٧٢كم٢ بنسبة ٥٢,١٩٪ من مساحة المنطقة.
- **أراضي مرتفعة (النطاق الجبلي):** وتضم الأراضي التي يزيد منسوبها عن ارتفاع ٦٠٠متر فوق متوسط منسوب سطح البحر، وتشتمل على أعلى منسوب لمنطقة الدراسة، وهو منسوب ١٤٥٠متر فوق متوسط منسوب سطح البحر حيث قمة جبل الحديد في أقصي جنوب شرق المنطقة، وتشغل تلك الفئة مساحة تبلغ نحو ٥٠٢٠كم٢ بنسبة ٤٠,٤٧٪ فقط من مساحة المنطقة.

جدول (٩) مساحات فئات مناسيب السطح بمنطقة الدراسة

فئات المنسوب بالمتر	المساحة كم٢	% من مساحة المنطقة
أقل من ٢٠٠ متر	٩١٠	٧,٣٤
من ٢٠٠ إلى أقل من ٦٠٠ متر	٦٤٧٢	٥٢,١٩
من ٦٠٠ متر فأكثر	٥٠٢٠	٤٠,٤٧
الإجمالي	١٢٤٠٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM للمنطقة بدقة ١٢,٥م.

شكل (٩) النطاقات التضاريسية بمنطقة الدراسة

د) انحدار سطح منطقة الدراسة:

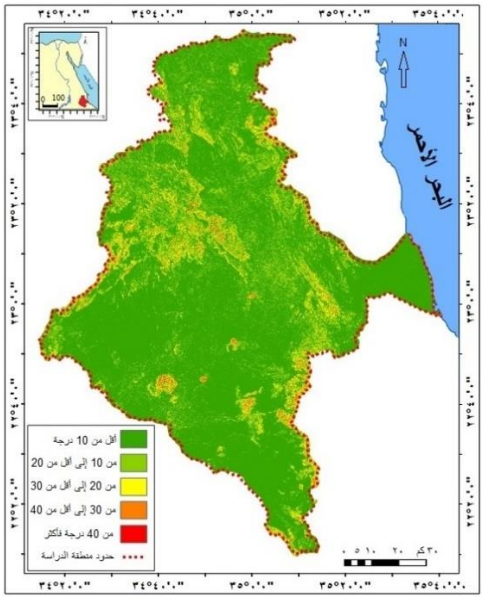
يساهم انحدار سطح أرض المنطقة في تحديد كل من اتجاه جريان المياه بالأودية وسرعتها، وإمكانية تحديد زمن وصول المياه إلى مصب الحوض، ويؤثر الانحدار من خلال عاملين مؤثرين: درجة الانحدار، واتجاه الانحدار، وفيما يأتي عرض لهذين العاملين:

- **درجة الانحدار:** يتضح من خلال جدول (١٠) وشكل (١٠) توزيع درجات انحدار سطح منطقة الدراسة، حيث يتضح تفاوت درجات الانحدار في المنطقة من مكان لآخر، ويمكن تقسيمها إلى الفئات الآتية:
  - **مناطق الانحدار البسيط:** تتسم أجزاء كبيرة من المنطقة بالانحدار الهين، وهي أكبر فئات الانحدار مساحةً، وبخاصة مناطق السهل الساحلي شرق منطقة الدراسة، وغيرها من الأماكن المنشرة في منطقة الدراسة، وتُسجل درجة انحدار سطح تلك المناطق أقل من ١٠درجات، وتتمثل في الجزء الأدنى من حوض وادي حوضين حيث يتميز بقلة الارتفاع والانحدار الهين للسطح، وتشغل تلك المساحات نحو ٩١٩٥,٣كم٢ بنسبة ٧٤,١٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة.
  - **مناطق متوسطة الانحدار:** تنحدر تلك المناطق فيما بين (١٠: ٢٠) درجة، وهي ثاني أكبر فئات الانحدار مساحةً، وتتركز تلك المناطق متوسطة الانحدار إلى الغرب من المناطق شبه المستوية، وتنتشر في الأجزاء الشمالية والشمالية الغربية من الشبكة التصريفية للحوض، وتشغل مساحة تبلغ نحو ٢١٩٤,٩١كم٢ بنسبة ١٧,٧٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.
  - **مناطق شديدة الانحدار:** تتمثل في جوانب تلال وجبال المنطقة، وهي مناطق يتراوح انحدارها بين (٢٠-٣٠) درجة، وتتمثل في مقدمات منابع الأودية، وتتسم تكويناتها الصخرية بالصلابة، وتشغل مساحة تبلغ نحو ٧٦٦,٣كم٢ بنسبة ٦,١٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.
  - **مناطق شديدة الانحدار جدًا:** تتواجد بالمناطق الأجزاء العليا من الأحواض الفرعية، ويتراوح انحدارها بين (٣٠-٤٠) درجة، وتتواجد بأعالي جوانب الأودية والمنحدرات حيث روافد وادي حوضين، وتشغل مساحة تبلغ ٢٠٦,٧كم٢ بنسبة ١,٦٧٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.
  - **مناطق الحافات والجروف:** تتواجد تلك المناطق أعلى الأجزاء العليا للروافد عند أعلى مناسيب المنطقة، ويزيد انحدارها عن (٤٠) درجة، وتتواجد بقمم التلال والجبال وتشغل مساحة تبلغ ٣٨,٨كم٢ بنسبة ٠,٣١٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

جدول (١٠) مساحات فئات الانحدار بمنطقة الدراسة

فئات الانحدار	نوع الانحدار	المساحة كم٢	% من مساحة المنطقة
مناطق أقل من ١٠ درجة	انحدار بسيط	٩١٩٥,٣	٧٤,١٤
من ١٠ إلى أقل من ٢٠ درجة	متوسط الانحدار	٢١٩٤,٩	١٧,٧
من ٢٠ إلى أقل من ٣٠ درجة	شديد الانحدار	٧٦٦,٣	٦,١٨
من ٣٠ إلى أقل من ٤٠ درجة	شديد جدا	٢٠٦,٧	١,٦٧
مناطق من ٤٠ درجة فأكثر	حافات وجروف	٣٨,٨	٠,٣١
الإجمالي		١٢٤٠٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM للمنطقة بدقة ١٢,٥م.

شكل (١٠) فئات انحدار سطح منطقة الدراسة

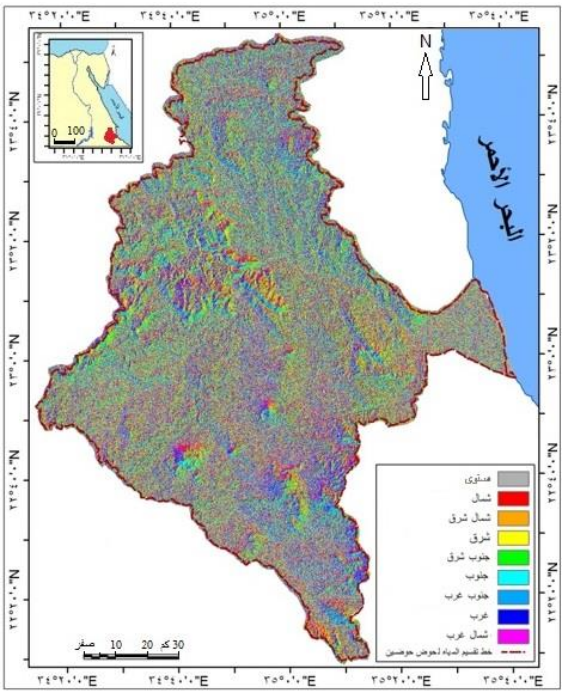
- **اتجاه الانحدار:** تتباين اتجاهات انحدار سطح منطقة الدراسة بسبب نشاط عوامل التعرية وعمليات التجوية التي أثرت على اتجاهات السطح، واختلاف الخصائص الجيولوجية، ويتضح من خلال جدول (١١) وشكل (١١) توزيع اتجاهات انحدار سطح المنطقة، ويتضح اختلاف اتجاهات الانحدار من مكان لآخر كما يأتي:

- يغلب على سطح المنطقة اتجاهات (شمال شرق- شمال- شرق)، وتأتي في المرتبة الأولي بنسب (١٩,١٪- ١٦٪- ١٤,٥٪) على الترتيب، حيث تشغل مساحة تبلغ ٦١٥٢كم٢ بنسبة تبلغ ٤٩,٦٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويتضح أن هذه الاتجاهات أثرت على اتجاهات شبكة التصريف بمنطقة الدراسة ناحية السهل الساحلي حيث مصب المجرى الرئيس لحوض وادي حوضين.
- تأتي في المرتبة الثانية بالنسبة لاتجاهات انحدار المنطقة اتجاه الجنوبيات (جنوب- جنوب غرب– جنوب شرق) تمثل نسب (١٠,٣٩٪- ٨,٤٦٪- ٨,٣٥٪) على الترتيب تشغل مساحة تبلغ ٣٦١٣كم٢ بنسبة تبلغ ٢٧,٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة.
- تأتي في المرتبة الثالثة والأخيرة بالنسبة لاتجاهات انحدار المنطقة الاتجاهات الآتية (شمال غرب- غرب- مستوي) حيث تمثل نسب (١٢,٣٣٪- ١٠,٠٤- ٠,٨٣) على الترتيب، وتشغل مساحة ٢٨٧٧كم٢ بنسبة تبلغ ٢٣,٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

جدول (١١) مساحات اتجاهات الانحدار بالمنطقة ونسبتها

اتجاه الانحدار	المساحة كم٢	%
مستوى	١٠٣	٠,٨٣
شمال	١٩٨٤	١٦
شمال شرق	٢٣٦٥	١٩,١
شرق	١٨٠٣	١٤,٥
جنوب شرق	١٠٣٥	٨,٣٥
جنوب	١٢٨٩	١٠,٣٩
جنوب غرب	١٠٤٩	٨,٤٦
غرب	١٢٤٥	١٠,٠٤
شمال غرب	١٥٢٩	١٢,٣٣
الإجمالي	١٢٤٠٢كم٢	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على قياسات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM للمنطقة بدقة ١٢,٥م.

شكل (١١) فئات اتجاهات انحدار سطح منطقة الدراسة

رابعًا: خصائص التربة بمنطقة الدراسة

تتأثر التربة بالظروف المناخية الجافة للمنطقة حيث الجفاف الواضح، وتباينات درجات الحرارة الفصلية واليومية، مما يؤدي لنشاط عمليات التجوية الميكانيكية، بجانب ندرة الأمطار وضعف الغطاء النباتي، إلا أنه في بعض الأوقات تتعرض منطقة الدراسة إلى سيول تنتج عن عواصف مطرية قوية تحدث في مدة زمنية قصيرة المدي تُساعد على تفتيت الصخور، وتُؤدي إلى نقل كمية كبيرة من المفتتات إلى الأراضي المنخفضة حيث منطقة المصب، لذلك تنتشر في المنطقة التربة المكونة من الحصي والرمال حيث مكونات المراوح الفيضية عند مصب الحوض، والتربة من أهم العوامل المؤثرة في طبيعة الجريان السطحي، ويتم أخذ نوع التربة في الاعتبار عند دراسة الجريان السطحي، حيث تُعد التربة من أهم مكونات النمذجة الهيدرولوجية، ولحساب كميات المياه الجارية الفعلية يجب تحديد كمية الفاقد بالتسرب من خلال التربة، ولاستخدام نموذج (SCS) لتحديد منحني الجريان (CN) يجب تحديد المجموعات الهيدرولوجية للتربة، وتحديد مدي تأثير نسيج التربة علي الجريان السطحي (دلي خلف حميد الجبوري، ٢٠١٦، ص٣٠٦).

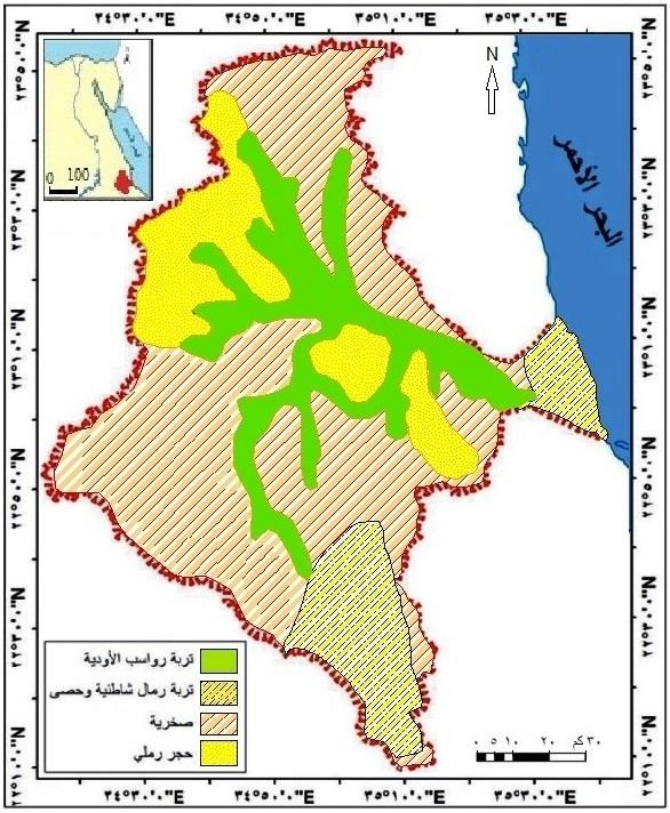
جدول (١٢) أنواع التربة في منطقة الدراسة

نوع التربة	المساحة كم٢	النسبة %	المجموعة الهيدرولوجية للتربة
تربة صخرية	٦٦١٧	٥٣,٣٥	D
تربة رواسب الأودية	٢٢٢٠	١٧,٩	D
تربة حجر رملي	١٩٩٥	١٦,٠٩	B
تربة رمال شاطئية	١٥٧٠	١٢,٦٦	A
المجموع	١٢٤٠٢	% ١٠٠	-

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على خريطة التربة لمصر مقياس ١:٤٠٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

يوجد في منطقة الدراسة أربعة أنوع من التربة وهي كالآتي:

- سطح الحجر الرملي: تتألف في أغلبها من حجر رملي وكثير من حصي السهول الصحراوية، ويكثر بها وجود التلال، وتتواجد في شمال غرب منطقة الدراسة حيث حوض وادي عمريت، وكذلك في وسط منطقة الدراسة في حوض وادي ماضي وحوض وادي دف، وتمتد بمساحة قدرها ١٩٩٥كم٢ بنسبة ١٦,٠٩٪ من المساحة الكلية للمنطقة.
- تربة رواسب الأودية: هي تربة غرينية يكثر بها الحصى والرمال، وتتواجد في مجاري الأودية بمنطقة الدراسة، وتبلغ مساحتها نحو٢٢٢٠كم٢ بنسبة ١٧,٩٪ من مساحة المنطقة.
- تربة السهل الساحلي: تتألف من تربة رملية مفككة بها بعض الحصى، وتظهر في شرق منطقة الدراسة حيث السهل الساحلي للبحر الأحمر، وتتواجد-أيضًا- في أقصي جنوب المنطقة حيث حوض وادي قيقوع، وتبلغ مساحتها١٥٧٠كم٢بنسبة قدرها ١٢,٦٦٪ من مساحة المنطقة.
- السطح الصخري: تتألف من الأسطح الصخرية المضرسة، وتتكون من صخور ما قبل الكمبري، وهي عبارة عن صخور نارية ومتحولة تتصف بكونها صخور ملساء غير منفذة تنتشر في حوض وادي النعام شمال المنطقة، وفي حوض وادي ماضي شرق المنطقة، كما تتواجد في حوض وادي دف وفي حوض وادي أم عشوب، وهي أكثر الأسطح انتشارا في المنطقة حيث تغطي مساحة تُقدر بنحو ٦٦١٧كم٢ بنسبة قدرها ٥٣,٣٥٪ من المساحة الكلية للمنطقة. شكل (١٢).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على خريطة التربة لمصر مقياس ١:٤٠٠٠٠٠٠ باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٢) أنواع التربة بمنطقة الدراسة

خامسًا: الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة

تعد الدراسة المورفومترية للأحواض التصريفية ذات أهمية كبرى في الدارسات الجيومورفولوجية، وبخاصة لدراسة خطورة الجريان السيلي في شبكات التصريف، حيث توضح العلاقة بين عوامل التشكيل بأي منطقة والظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن تلك العوامل، ويتم دراسة الخصائص المورفومترية

للأحواض اعتمادًا على الأساليب الإحصائية الكمية الخاصة بدراسة خصائص أحواض التصريف وشبكاتها، وتحليل العلاقات بين روافد الأحواض من ناحية وخصائصها من ناحية أخرى، وعلى سبيل المثال: أطوال الأحواض، ومساحات الأحواض، وانحدار السطح وغيرها، وفيما يأتي عرض للخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة:

١- الخصائص المساحية والشكلية لأحواض منطقة الدراسة:

تتمثل الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة فيما يأتي:

أ) مساحة أحواض منطقة الدراسة:

تؤثر المساحة الحوضية في الفترة اللازمة لامتلاء الحوض بالمياه، حيث يبدأ بعدها الجريان السيلي من منبع الحوض إلى المصب (محمد عبد العزيز عزب، ٢٠٠٧، ص٨٣)، وهناك علاقة طردية بين مساحة الحوض من ناحية، والفترة الزمنية اللازمة لجريان مياه السيل من ناحية أخرى، فكلما زادت مساحة الحوض زادت بالتالي الفترة الزمنية وتقل سرعة الجريان ويزيد الفاقد بالتسريب والتبخر.

يتضح من دراسة جدول (١٣) وشكل (١٣) أن مساحة منطقة الدراسة (حوض وادي حوضين الرئيس) بلغت نحو ١٢٤٠٢كم٢، وهي عبارة عن سبعة أحواض فرعية، يبلغ متوسط مساحة الأحواض الفرعية نحو ١٧٧١,٧١كم٢، وأكبر تلك الأحواض في المساحة هو حوض وادي حوضين الفرعي الذي تبلغ مساحته نحو ٢٧٨٣,٩كم٢ تمثل نسبة ٢٢,٤٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، في حين تبلغ مساحة أصغر الأحواض وهو حوض وادي أم عشوب نحو ٩٢١,٤كم٢ تمثل نسبة ٧,٤٣٪ فقط من إجمالي مساحة منطقة الدراسة. شكل (١٤).

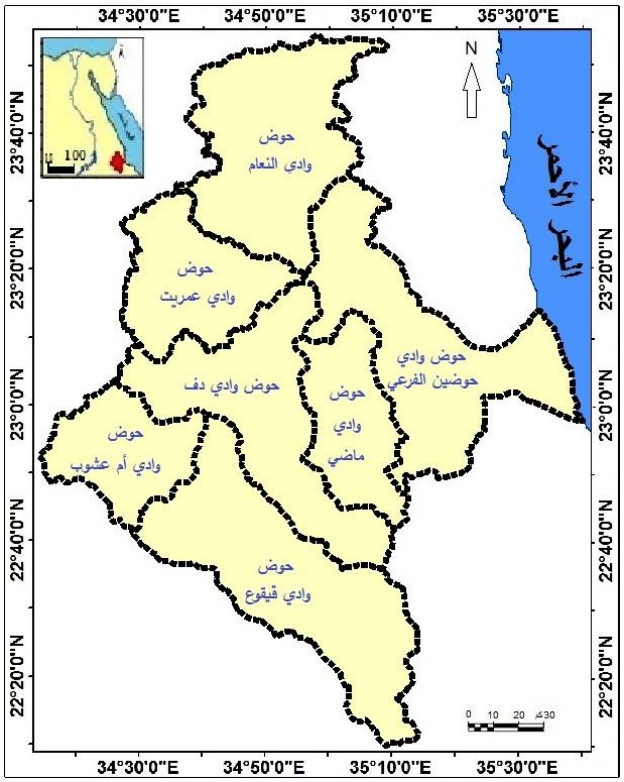
جدول (١٣) الخصائص المساحية والشكلية لحوض وادي حوضين الرئيس وخصائص شبكة تصريفه وأحواضه الفرعية

المتغير	حوض وادي النعام	حوض وادي عمريت	حوض وادي ماضي	حوض وادي دف	حوض وادي أم عشوب	حوض وادي قيقوع	حوض وادي حوضين الفرعي	المتوسط	حوضين الرئيس
مساحة الحوض(كم٢)	٢٠٥٥,٤	١٢٠٠,٧	٩٨٤,٢	٢٠٨٥,٦	٩٢١,٤	٢٣٧٠,٩	٢٧٨٣,٨	١٧٧١,٧١	١٢٤٠٢
طول الحوض (كم)	٦٥,٧	٥١,٦	٥٨,١	٧٨,٢	٤٥,٧	١٠٤,٤	٨٠,٦	٦٩,١٩	١٤٥
محيط الحوض (كم)	٤٠٦,٧	٢٨٥	٢٦١,٦	٤٥٦	٢٢٥,٨	٤٣٣,٦	٤٨٨,٦	٣٦٥,٣٣	١٠٥٣
معامل الاستدارة	٠,١٥	٠,١٨	٠,١٨	٠,١٣	٠,٢٢	٠,١٦	٠,١٤	٠,١٧	٠,١٤
معامل الشكل	٠,٤٧	٠,٤٥	٠,٢٩	٠,٣٤	٠,٤٤	٠,٢١	٠,٤٣	٠,٣٨	٠,٥٩
أعدد المجاري	٤٦٥٣	٢٥٨٤	٢٠٩٧	٤٤٢١	٢١٥١	٥٣٦٤	٥٨٥٣	٣٨٧٤,٧	٢٧١٢٣
أطوال المجاري (كم)	٤٠٢٩	٢١٧١	١٩٨٧	٤٠٨٢	١٩٠٠	٤٨٩٦	٤٥٨٣	٣٣٧٨,٣	٢٣٦٤٨
كثافة التصريف (كم/كم٢)	١,٩٥	١,٨٠	٢,٠١	٢,٠٦	٢,٠٦	٢,٠٦	١,٦٤	١,٩٤	١,٩
معدل التكرار النهري (مجرى/كم٢)	٢,٢٦	٢,١٥	٢,١٣	٢,٣٣	٢,٣٣	٢,٢٦	٢,١٠	٢,١٨	٢,١٨

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر وقياسات باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

ب)أطوال أحواض منطقة الدراسة:

يمثل الطول الحوضي أحد الخصائص المورفومترية المهمة التي تفيد في حساب متغيرات أخرى تتعلق بشكل الحوض وخصائصه التضاريسية، حيث تحدد قيمة طول الحوض بعض العوامل الهيدرولوجية الأخرى مثل زمن التركيز وزمن التباطؤ، وقد بلغ طول حوض وادي حوضين الرئيس نحو ١٤٥كم، وقد بلغ متوسط أطوال الأحواض الفرعية بالمنطقة نحو (٦٩,١٩كم)، وقد بلغ أكبرها طولا حوض وادي قيقوع إذ بلغ (١٠٤,٤كم) في حين بلغ أقصرها هو حوض وادي أم عشوب بنحو (٤٥,٧كم) فقط. جدول (١٣) وشكل (١٤).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٣) الأحواض الفرعية لحوض وادي حوضين

ج) محيط أحواض منطقة الدراسة:

يمثل المحيط الحوضي طول الخط الذي يحد الحوض التصريفي وهو خط تقسيم المياه المحيط بالحوض، ويفيد حساب قيمة محيط الحوض في الاستدلال على معاملات مورفومترية ترتبط بخصائص الأحواض الشكلية والتضاريسية، وقد بلغ محيط حوض وادي حوضين الرئيس نحو ١٠٥٣كم، وبلغت قيمة متوسط محيط الأحواض الفرعية بمنطقة الدراسة نحو (٣٦٥,٣٣كم)، حيث تبلغ قيمة أكبر محيط حوض في منطقة الدراسة في حوض وادي حوضين الفرعي نحو (٤٨٨,٦كم)، في حين يُعد محيط حوض وادي أم عشوب الذي يبلغ نحو (٢٢٥,٨كم) أقصر محيط حوض بمنطقة الدراسة. جدول (١٣) وشكل (١٤).

د) معامل الاستدارة[١] لأحواض منطقة الدراسة:

يتضح من دراسة معامل الاستدارة أن حوض وادي حوضين الرئيس منخفض الاستدارة حيث بلغت نسبته ٠,١٤، ويبلغ متوسط معامل الاستدارة بالأحواض الفرعية بالمنطقة نحو ٠,١٧، ويبلغ أعلى قيمة لمعامل الاستدارة بحوض وادي أم عشوب قيمة ٠,٢٢، في حين تقل قيمة معامل الاستدارة في حوض وادي دف بنحو ٠,١٣، وبصفة عامة تنخفض قيم معامل الاستدارة بجميع الأحواض الفرعية بمنطقة الدراسة مما يُشير إلى بعدها عن الشكل المستدير، ويرجع السبب في ذلك لانتشار الصخور النارية بالحوض، وإتباع الروافد المائية لمسارات الصدوع الكثيفة بالأحواض. جدول (١٣) وشكل (١٤).

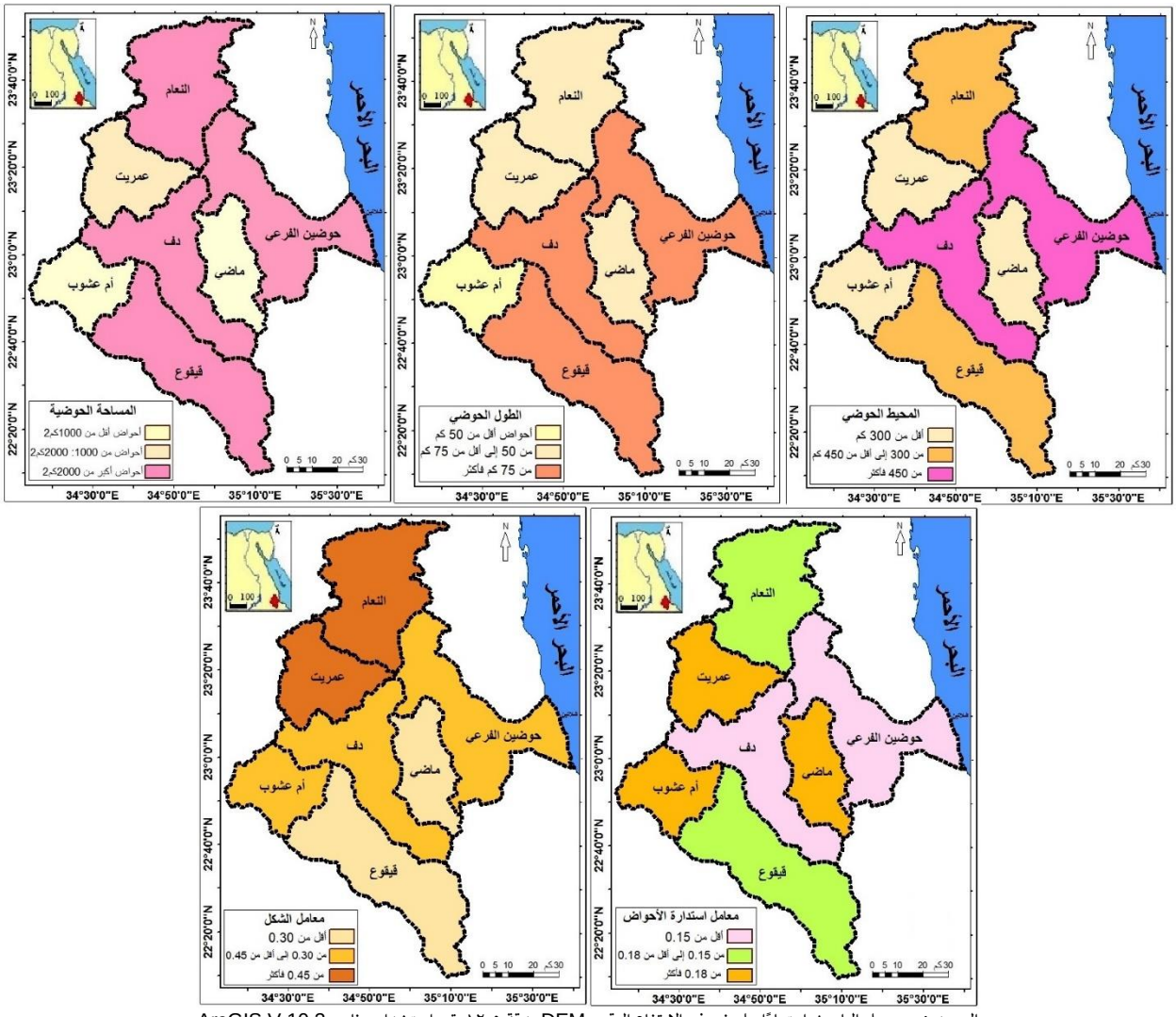
ه) معامل الشكل[٢] لأحواض منطقة الدراسة:

---

١ معامل الاستدارة = مساحة الحوض بالكم٢/ مساحة الدائرة التي لها نفس محيط الحوض (Gregory, K.J., and Walling, D.E, 1973 , p51)

٢ معامل الشكل = $\frac{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}{\text{مربع طول الحوض (كم)}}$ حيث أن A = مساحة الحوض، L = طول الحوض (Horton, 1932, p.353)

يُشير انخفاض قيم هذا المعامل لانخفاض مساحة الحوض بالنسبة لقيمة مربع طول الحوض، وقُرب شكل الحوض من شكل المثلث، وفي حالة ارتفاع قيمة هذا المعامل تشير إلى قرب شكل الحوض من شكل المربع، ويتضح من جدول (١٣) أن معامل الشكل بالنسبة لحوض وادي حوضين الرئيس بلغ ٠,٥٩، وأن متوسط معامل الشكل للأحواض الفرعية لمنطقة الدراسة بلغ نحو ٠,٣٨، وقد بلغ أعلى معامل شكل لحوض وادى النعام حيث بلغ ٠,٤٧ مما يشير إلى تناسق الحوض، في حين بلغ أدنى معامل شكل لحوض وادى قيقوع نحو ٠,٢١، مما يُشير إلى عدم التناسق بين أجزاء الحوض، واقتراب شكله من شكل المثلث. جدول (١٣) وشكل (١٤).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٤) الخصائص المساحية والشكلية لأحواض منطقة الدراسة

٢- خصائص شبكات التصريف لأحواض منطقة الدراسة:

تُساعد دراسة الخصائص المورفومترية لأي شبكة تصريف مائية في تحليل الخصائص المورفولوجية لتلك الشبكة، وتحديد مدى تطورها عن طريق التحليل المورفومتري الرقمي، والاستفادة من

ذلك في إقامة عدد من المشاريع في أحواض الأودية (معراج نواب مرزا وآخرون، ٢٠٠٥، ص ٢٢٩)، وسيتم تناول بعض خصائص شبكة التصريف بالدراسة مثل: أعداد المجاري، وأطوال المجاري، وكثافة شبكة التصريف، ومعدل تكرار المجاري، وفيما يأتي عرض لتلك الخصائص:

أ) رُتب المجاري وأعدادها بأحواض منطقة الدراسة:

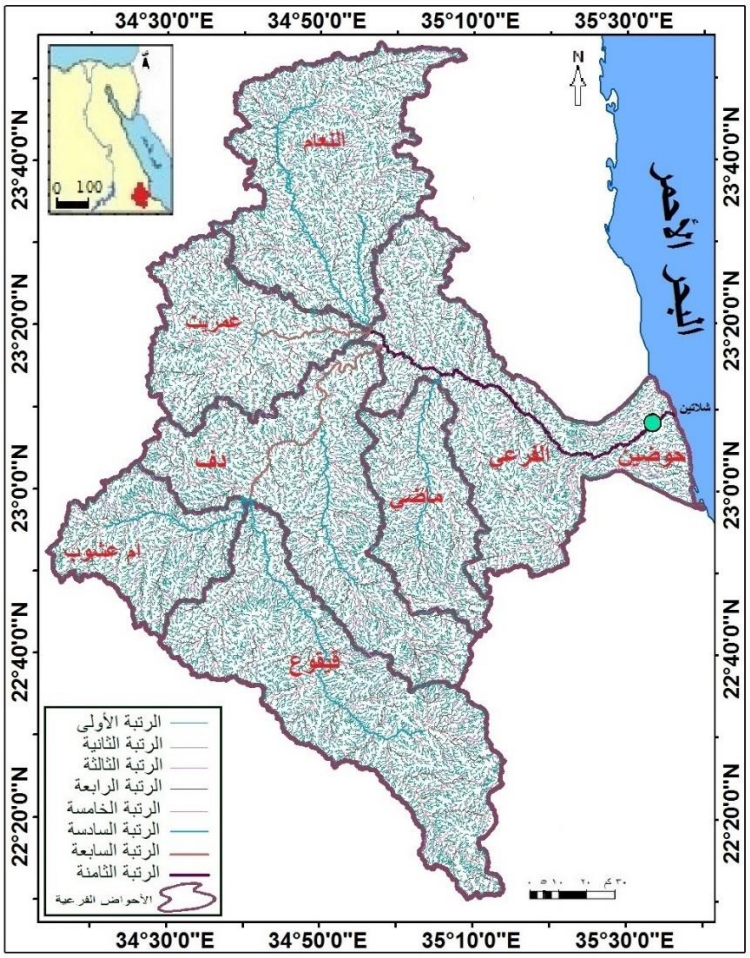
بلغ حوض وادي حوضين الرتبة الثامنة حيث إنه من الأحواض كبيرة المساحة فعامل المساحة له دور كبير في زيادة رتبة المجاري المائية داخل الحوض الواحد، وتزيد احتمالية حدوث جريان سيلى كبير في أحواض الأودية كبيرة المساحة، والتي تصل إلى رتبة عالية، ويبلغ عدد مجاري شبكة حوض وادي حوضين إلى عدد ٢٧١٢٣ مجرى. جدول (١٤).

ويبلغ عدد مجارى الرتبة الأولى نحو ٢١٥٢٧ مجرى بنسبة ٧٩,٣٧٪ من إجمالي عدد المجاري بالمنطقة، وتمثل مجارى الرتبة الثانية عدد ٤٢٤٥ مجرى بنسبة ١٥,٦٥٪ من إجمالي عدد مجاري المنطقة، وبذلك تحتل مجاري الرتبة الأولى والثانية معًا نسبة تبلغ نحو ٩٥,٠٢٪ من إجمالي عدد المجاري في المنطقة، ويعود ارتفاع عدد مجاري الرتبة الأولى والثانية بالمنطقة نتيجة لحدوث عواصف مطيرة شديدة تسقط بسببها الأمطار بغزارة في المناطق الجافة، ومنها منطقة الدراسة على شكل زخات قوية مفاجئة وسريعة مما يؤدي إلى زيادة عدد مجاري الرتبتين الأولى والثانية، وزيادة عمليات التعرية، وزيادة حجم المفتتات، وخلو سطح الأرض من النبات الطبيعي، وتمثل مجارى الرتبة الثالثة عدد ١٠٦٣ مجرى بنسبة ٣,٩٢٪ من إجمالي عدد المجاري بالمنطقة، وتمثل مجارى الرتبة الرابعة عدد ٢٢٣ مجرى بنسبة ٠,٨٢٪ من إجمالي عدد المجاري بالمنطقة، وتمثل مجارى الرتبة الخامسة ٥٤مجرى بنسبة ٠,١٩٩٪ من إجمالي عدد المجاري في المنطقة، وتمثل الرتبة السادسة عدد ٧ مجاري بنسبة ٠,٠٢٦٪ من إجمالي عدد المجاري في المنطقة، وتمثل الرتبة السابعة عدد ٣ مجاري بنسبة ٠,٠١١٪ من إجمالي عدد المجاري في المنطقة، وتمثل الرتبة الثامنة والأخيرة مجرى واحد فقط بنسبة ٠,٠٠٤٪ من إجمالي عدد المجاري في المنطقة. شكل (١٥).

جدول (١٤) أعداد المجاري وأطوالها بشبكة التصريف لحوض وادي حوضين

رتبة المجرى	عدد المجاري	%	أطوال المجاري كم	%
الرتبة الأولى	٢١٥٢٧	٧٩,٣٧	١١٨٩٨	٥٠,٣١
الرتبة الثانية	٤٢٤٥	١٥,٦٥	٦١٨٤	٢٦,١٥
الرتبة الثالثة	١٠٦٣	٣,٩٢	٣١٥٩,٥	١٣,٣٦
الرتبة الرابعة	٢٢٣	٠,٨٢	١٠٧٣,٤	٤,٥٤
الرتبة الخامسة	٥٤	٠,١٩٩	٧٥٨,٣	٣,٢١
الرتبة السادسة	٧	٠,٠٢٦	٣٦٣,٨	١,٥٤
الرتبة السابعة	٣	٠,٠١١	١٠٦	٠,٤٥
الرتبة الثامنة	١	٠,٠٠٤	١٠٥	٠,٤٤
المجموع	٢٧١٢٣	١٠٠٪	٢٣٦٤٨	١٠٠٪

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر وقياسات ببرنامج ArcGIS V.10.3.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٥) رُتب مجاري أودية حوض وادي حوضين وأحواضه الفرعية

ب) أطوال المجاري بأحواض منطقة الدراسة:

تُساعد دراسة أطوال المجاري المائية لشبكة التصريف في دراسة العلاقة بين عوامل النحت المؤثرة من ناحية والتكوينات الجيولوجية وبنية المنطقة من ناحية أخرى، فاذا زاد مجموع أطوال مجاري الأودية فإنه يؤدي لاستيعاب كمية كبيرة من المياه الجارية، ويُؤدي لزيادة حجم التصريف المائي بالحوض، وبالتالي زيادة درجة خطورة الحوض (صلاح قابيل عبد القوى، ٢٠١٥، ص١٤٨).

يتضح أن مجموع أطوال مجاري شبكة التصريف بحوض وادي حوضين الرئيس بلغت نحو ٢٣٦٤٨كم، ويبلغ متوسط مجموع أطوال مجاري الأودية بالأحواض الفرعية بالمنطقة نحو ٣٣٧٨,٣كم، وقد تباين مجموع أطوال المجاري للأحواض الفرعية نظرًا لتباين مساحات تلك الأحواض، وبالتالي تباينت أعداد مجاريها، واختلاف أطوال تلك المجاري، حيث بلغ مجموع أطوال مجاري الأودية أقصاه بحوض وادي قيقوع نحو ٤٨٩٦كم بنسبة ٢٠,٧٪ من إجمالي أطوال أودية منطقة الدراسة نظرًا لاتساع مساحة حوض وادي قيقوع، في حين يبلغ عدد مجاري الأودية أدناه في حوض وادي أم عشوب نحو ١٩٠٠كم فقط بنسبة ٨,٠٤٪ من إجمالي أطوال أودية منطقة الدراسة نظرًا لصغر مساحة حوض وادي أم عشوب، وتبلغ نسبة أطوال الرتبة الأولى نحو ٥٠,٣١٪ من إجمالي أطوال أودية منطقة الدراسة في حين تبلغ أطوال الرتبة الثانية نحو ٢٦,١٥٪ من إجمالي أطوال أودية منطقة الدراسة، أي أن إجمالي أطوال الرتبتين الأولى والثانية معا تبلغ ٧٦,٤٦٪ من إجمالي أطوال أودية منطقة الدراسة. جدول (١٤) وشكل (١٦).

ج) كثافة التصريف بأحواض منطقة الدراسة:

توضح كثافة التصريف المائي أثر عمليات التعرية بمجاري أودية أحواض المنطقة حيث تشير لمدى قُرب المسافة بين مجارى الأودية بعضها البعض، وإلى أعداد وأطوال شبكات التصريف، وتُساعد في التعرف على مدى تضرس سطح الأحواض، وتقطع هذا السطح بالمجاري المائية، وقد أمكن الحصول على قيم الكثافة التصريفية للأحواض بمنطقة الدراسة من خلال معادلة الكثافة التصريفية[٣] كما يتضح من جدول (١٣) أن معدل كثافة التصريف لحوض وادي حوضين الرئيس بلغ ١,٩كم/كم٢، وقد بلغ متوسط كثافة التصريف للأحواض الفرعية بمنطقة الدراسة نحو ١,٩٤كم/كم٢، وقد تباينت قيم كثافة التصريف بين حوض وآخر، حيث بلغ معدل الكثافة التصريفية نفس القيمة في أحواض أودية دف وأم عشوب وقيقوع بنحو ٢,٠٦ كم/كم٢، نظرًا لكونها من فئة الأحواض كبيرة المساحة، والتي تزيد أعداد مجاريها، وبالتالي أطوال تلك المجاري، في حين بلغت الكثافة التصريفية أدنى قيمة لها في حوض وادي حوضين الفرعي ١,٦٤ كم/كم٢، وذلك نتيجة لأن هذا الحوض الفرعي يُمثل الجزء الأدنى من حوض وادي حوضين الرئيس حيث يتصف الجزء الأدنى للأحواض بانخفاض أعداد المجاري، وانخفاض أطوالها مما أثر على قيمة الكثافة التصريفية بالحوض. شكل (١٦).

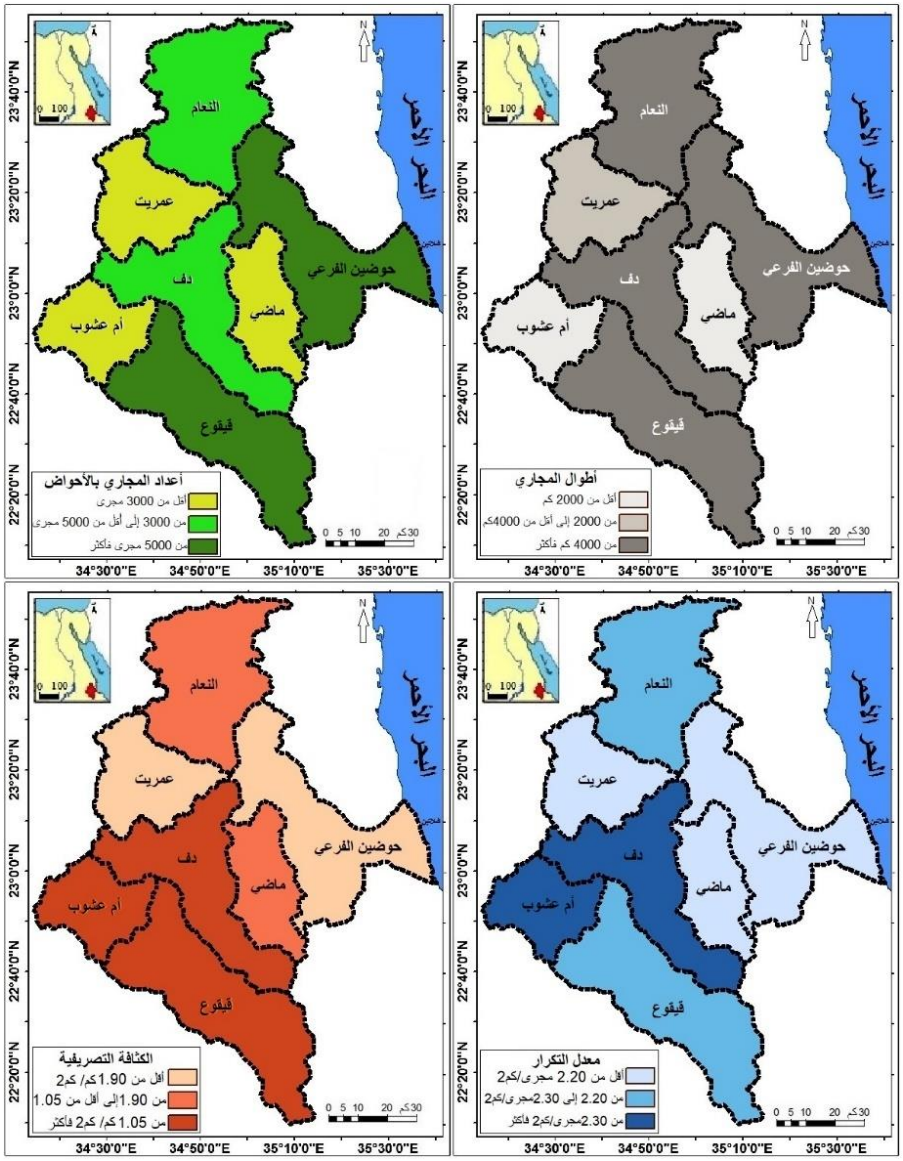
د) معدل تكرار المجاري بأحواض منطقة الدراسة:

تُشير القيم المرتفعة لمعدل تكرار المجاري المائية إلى كثرة المجاري المائية بالأحواض، مما يزيد من إمكانية تصريف مياه الحوض إلى خارجه، ويزيد من احتمالية حدوث جريان سيلي بمجاريه، أما إذا انخفضت قيمة هذا المعدل تقل فرص حدوث سيول بالحوض (صابر أمين الدسوقي، ٢٠٠٣، ص ص ٦-٧)، ويُشير معدل تكرار المجاري إلى مدى تقدم عمليات النحت والتسوية في الحوض التصريفي (سعد سعيد أبو راس الغامدي، ٢٠٠٤، ص ٣٦)، وقد تم حساب معدل تكرار المجاري[٤] ومن دراسة جدول (١٣) يتضح أن متوسط تكرار المجاري بحوض وادي حوضين الرئيس بلغ ٢,١٨مجرى/كم٢، وقد بلغ أعلى معدل تكرار المجاري في حوض وادي أم عشوب نحو ٢,٣٣مجرى/كم٢، نظرًا لاتساع مساحة الحوض وبالتالي زيادة أعداد المجاري، في حين بلغ أدنى معدل لتكرار المجاري في حوض وادي حوضين الفرعي٢,١٠مجرى/كم٢ حيث يتواجد حوض وادي حوضين الفرعي في الجزء الأدنى من حوض وادي حوضين الرئيس حيث تنخفض قيمة معدل التكرار في الجزء الأدنى من الأحواض لانخفاض أعداد المجاري بها مما أثر على قيمة معدل تكرار المجاري في هذا الحوض. شكل (١٦).

---

٣ كثافة التصريف = $\frac{\text{مجموع أطوال المجارى (كم)}}{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}$ (Horton, R, 1945. P.239)

٤ معادلة تكرار المجاري = $\frac{\text{مجموع أعداد المجارى}}{\text{مساحة الحوض (كم٢)}}$ (Horton, R, 1945. P.285)



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٦) خصائص شبكات التصريف لأحواض منطقة الدراسة

سادسًا: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة

تُعد الخصائص الهيدرولوجية نتاج تفاعل بين الخصائص المختلفة للأحواض التصريفية كما تُساهم في تحديد درجة خطورة الجريان السيلي لتلك الأحواض، وتُمكنا من دراسة إمكانية استغلال الفائض المائي من تلك الأحواض لتحقيق تنمية مستدامة بالمنطقة، وتعد الخصائص الهيدرولوجية من أهم الانعكاسات الخاصة بالعوامل المناخية وخصائص الأحواض التصريفية كما أنها من المحددات الرئيسة لتحديد خطورة الجريان السيلي بالأحواض (أسامة حسين شعبان عبده، ٢٠٠٥، ص١٣٢)، وسيتم تناول أهم المتغيرات الهيدرولوجية للأحواض التصريفية بمنطقة الدراسة كالآتي:

١- زمن التباطؤ:

يعرف زمن التباطؤ بأنه الزمن الذي تقطعه المياه منذ بداية سقوط الأمطار حتى حدوث جريان سطحي ويقاس بالساعات (Salil Sahu, et al, 2020,p. 3440)، وتزيد قيمة زمن التباطؤ في

الأسطح منخفضة الانحدار أو شبه المستوية بسبب ضعف أثر الجاذبية الأرضية على تلك الأسطح، مما يؤدي لزيادة الفاقد بالتسرب والتبخر، في حين تؤدي انحدارات الأسطح الشديدة لانخفاض قيمة الفاقد وقِصر زمن التباطؤ، وبالتالي زيادة سرعة التصريف المائي وزيادة حجمه.

يتضح من دراسة جدول (١٥)، وشكل (١٧)، وبعد حساب زمن التباطؤ[٥]يتضح أن متوسطه بأحواض المنطقة بلغ نحو ١٢,٥ساعة، ويتراوح زمن التباطؤ بين أقل قيمة له حيث بلغت ٩,٢ ساعة لحوض وادي ماضي، وهو أسرع حوض في توليد الجريان، ويرجع ذلك لصغر مساحة الحوض، في حين بلغ زمن التباطؤ أكبر قيمة له بنحو ١٩,٦ساعة في حوض وادي قيقوع نظرًا لكِبر مساحة وادي قيقوع، والتباين الكبير في كثافة التصريف.

جدول (١٥) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

الوادي	زمن التباطؤ (ساعة)	زمن التركيز (ساعة)	سرعة الجريان (كم/ ساعة)	إجمالي كمية التصريف (م٣)	أقصي كمية تصريف (سم٣/ث)
حوض النعام	١٢	٢١	٣,١	٧٥٩١٠٢٤,٥	١٢٠,٤
حوض عمريت	٩,٨	١٦,٣	٣,٣	٦٦٤٣٩٤,٣	١٣,٣
حوض ماضي	٩,٢	١٥,١	٣,٢	٣٦٣٥٣٨	٧٨,١
حوض دف	١٢,٦	٢٠,٩	٣,٧	٧٧٠٢٦٤٦	١٢٢,٧
حوض أم عشوب	٩,٩	١٦,٤	٢,٦	٣٤٠١٧٧٣	٦٧,٩
حوض قيقوع	١٩,٦	٣٢,٦	٣,٢	٤٢٣٧٢٠,٢	٤٣,٨
حوضين الفرعي	١٤,٤	٢٤	٣,٣	٣٣١٧٨٢٨,٤	٤٦,١
المتوسط العام	١٢,٥	٢٠,٩	٣,٢	٣٣٥٢١٣٢,٠٦	٧٠,٣٣

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على استخدام برنامج WMS.

٢- زمن التركيز:

وهو المدة الزمنية اللازمة لحركة مياه الأمطار الساقطة على الحوض من أبعد نقطة على محيط الحوض إلى مصب الحوض، ويتضح من دراسة جدول (١٥) وشكل (١٧) وبعد حساب معادلة زمن التركيز[٦] أن متوسط زمن التركيز لأحواض المنطقة بلغ نحو ٢٠,٩ساعة، وكلما انخفضت قيمة معامل التركيز دل على ارتفاع درجة خطورة الأحواض، ويبلغ زمن التركيز أقل قيمة له في حوض وادى ماضي بنحو ١٥,١ساعة فقط، ويرجع ذلك لصغر مساحة الحوض وقلة طول الحوض في حين يبلغ زمن التركيز أكبر قيمة له في حوض وادى قيقوع بنحو ٣٢,٦ساعة، ونظرًا لارتفاع الفارق بين أعلى وأدنى منسوب بالحوض.

٣- سرعة جريان المياه:

تحديد سرعة المياه من أهم المؤشرات الخاصة بتقييم مدى خطورة الجريان السيلي في الأحواض بالمنطقة فكلما زادت سرعة المياه بأودية الحوض كلما زادت خطورة تلك الأودية والعكس صحيح، وتم الاعتماد عند حساب سرعة المياه[٧] على قانون سرعة الجسم المتحرك، وذلك من خلال تحديد المسافة

---

[٥] معادلة زمن التباطؤ = $tl = k1(\frac{A^{0.3}}{Sa \div Dd})$ (Cooke, et al, 1982, p239)

TL= زمن التباطؤ (بالدقيقة)، K1 = معامل ثابت مقداره (٠,٤ للسطوح الصخرية شديدة الانحدار و ٠,٢٥ للسطوح الرملية والحصوية)، A0.3 = مساحة حوض التصريف (كم٢)، SA = متوسط انحدار حوض التصريف، Dd = كثافة التصريف

[٦] معادلة زمن التركيز = $tc = (0.00013) \times (L^{1.15}) \div (H^{0.38})$ (Cooke, et al, 1982, p242)

TC= زمن التركيز بالساعة، 0.00013 = معامل ثابت، L = طول المجرى الرئيس(م)، H = الفارق الراسي أعلى وأدنى نقطة بالمصب، (0.38- 1.15) = (أسس ثابتة تُشير إلى خصائص الحوض مثل النبات الطبيعي والمفتتات وخشونة السطح)

[٧] معادلة سرعة المياه = $time(T) = (\frac{Distance(L)}{Velocity(LT)})$ (Cooke, et al, 1982, p242)

حيث T= الزمن، وL = المسافة الى يقطعها الجسم، وLT = سرعة الجسم، وبالتالي يمكن حساب سرعة المياه من خلال قسمة طول الحوض على زمن التركيز لتصبح المعادلة بهذا الشكل: $time(T) = (\frac{(L)}{(tc)})$

T= سرعة المياه (م٣/ساعة) L = طول الحوض (بالكيلومتر) LT = زمن تركيز الحوض (بالساعة)

التي تقطعها المياه في زمن محدد، ويتضح من دراسة جدول (١٥) وشكل (١٧) أن متوسط سرعة المياه بأحواض المنطقة بلغ نحو ٣,٢كم/ الساعة، وقد بلغت أعلى سرعة مياه بالمنطقة بحوض وادى دف نحو ٣,٧ كم/ الساعة، في حين بلغت سرعة المياه أبطأها في حوض وادي أم عشوب الذي بلغت سرعة مياهه نحو ٢,٦كم/ الساعة، حيث يتضح أثر كل من عامل المساحة الحوضية وطول الحوض من أهم العوامل المؤثرة في تحديد سرعة مياه بالحوض بالإضافة الى تأثير زمن تركيز المياه في الأحواض.

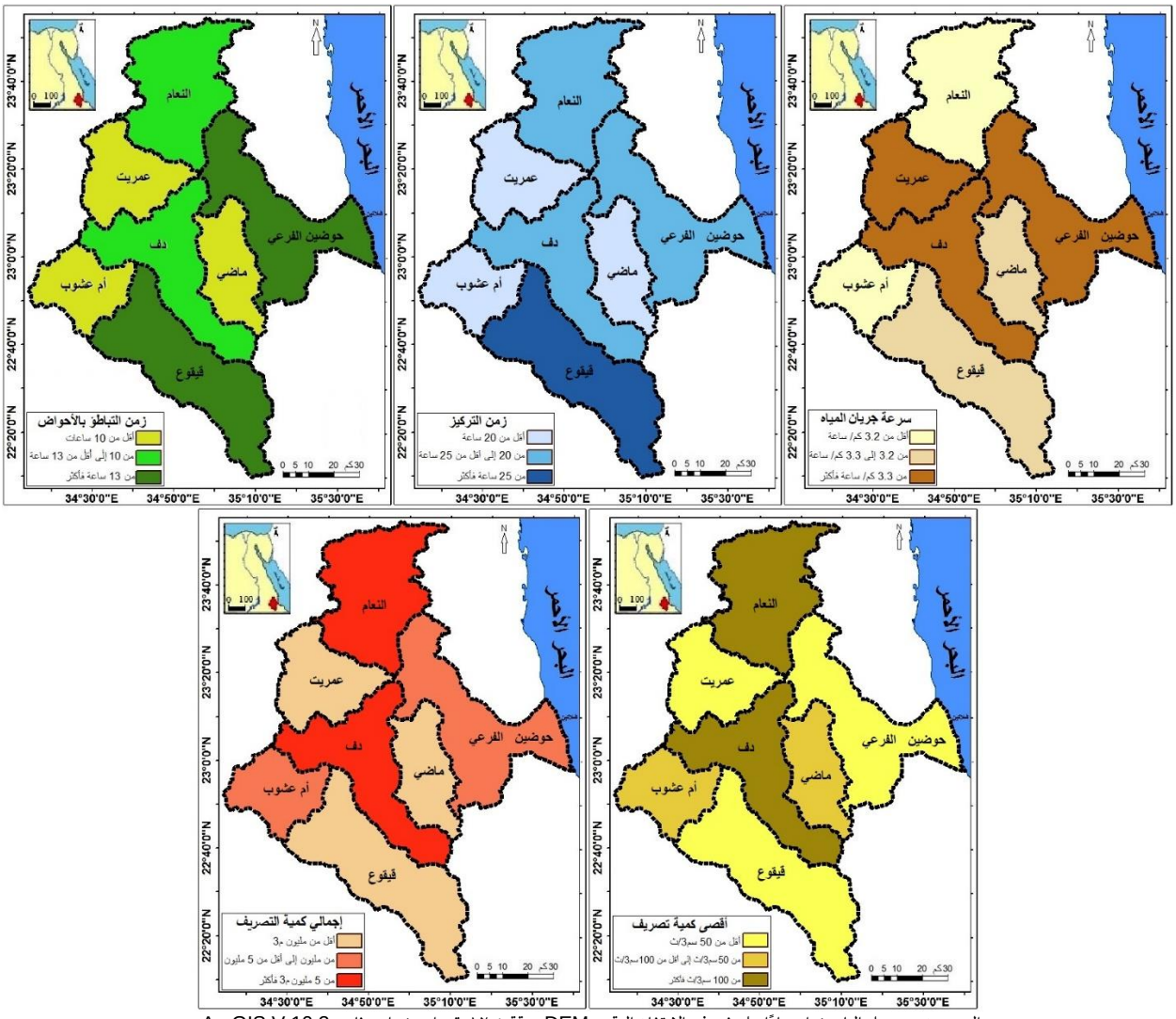
٤- إجمالي كمية التصريف:

تُفيد دراسة معدل التصريف في تحديد كمية المياه التي يصرفها الحوض أثناء حدوث عاصفة مطرية فوق سطح أراضيه، وقد وضح بعد حساب معدل التصريف[٨] ومن جدول (١٥) وشكل (١٧) أن معدل التصريف بأحواض المنطقة بلغ نحو ٣٣٥٢١٣٢,٠٦ م٣، حيث يبلغ حوض وادى دف أعلى معدل تصريف بالمنطقة فقد بلغ نحو ٧٧٠٢٦٤٦ م٣، ويعود ذلك لكبر مساحة الحوض الواضحة، وبالتالي زيادة احتمالية استقبال كميات أكبر من الأمطار الساقطة نظرًا لاتساع مساحته، أما أقل كمية تصريف ففي حوض وادي ماضي ويبلغ معدل تصريف المياه به نحو ٣٦٣٥٣٨ م٣ نظرًا لصِغر مساحته، حيث يتزايد معدل التصريف بزيادة المساحة الحوضية، وكلما زادت المساحة الحوضية زاد معدل التصريف بالحوض، ويقل معدل التصريف المائي كلما انخفضت المساحة الحوضية.

٥- أقصي كمية تصريف:

بلغ المتوسط العام لأقصى كمية تصريف لأحواض المنطقة نحو ٧٠,٣٣ سم٣/ الثانية، حيث بلغت أكبر كمية في حوض دف حيث بلغت ١٢٢,٧سم٣/ث ويحدث هذا نظرًا لأنه يسجل أكبر إجمالي كمية تصريف في أحواض التصريف الفرعية للمنطقة، بينما تبلغ أقل كمية للتصريف في حوض وادي عمريت بنحو ١٣,٣سم٣/ث، نظرًا لأنه أقل إجمالي كمية تصريف في أحواض المنطقة الفرعية. جدول (١٥) وشكل (١٧).

٨ معادلة معدل التصريف $D = 1.5 \times (A)^{0.9}$ (مركز التنمية والتخطيط ١٩٨٨، ص ٧٧). حيث إن D= معدل التصريف (م٣/ ثانية)، و 1.5 = معامل ثابت، و A = مساحة الحوض (كم٢)



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٧) الخصائص الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة

سابعًا: درجة خطورة أحواض منطقة الدراسة

تؤثر عديد من الخصائص على تصنيف خطورة أحواض منطقة الدراسة مثل الخصائص المورفومترية والخصائص الهيدرولوجية، بجانب دور الخصائص المناخية المؤثرة، وبخاصة خصائص العواصف المطرية التي تتعرض لها أحواض التصريف بالمنطقة، ويتم أخذ أهم الظروف الطبيعية مثل (خصائص العاصفة المطرية، ونوع التربة، وأهم التكوينات الجيولوجية) في الحسبان لدراسة خصائص الأحواض التصريفية، وسيتم تصنيف الأحواض التصريفية على حسب خطورتها اعتمادًا على تصنيف كل من: الخصائص الشكلية للأحواض، وخصائص شبكات التصريف للأحواض، والخصائص الهيدرولوجية للأحواض حيث تم تقسيم متغيرات كل تلك الخصائص السابقة إلى فئات علي حسب خطورتها إلى ثلاث فئات فقط، وإعطاء لكل فئة قيمة تحدد درجة تأثيرها علي خطورة الحوض، ثم تصنيف أحواض منطقة الدراسة إلى درجات خطورة بناء علي عملية جمع درجات المتغيرات الخاصة بالحوض، وقد تم الاعتماد علي التصنيف إلى فئات متساوية، وتم تحديد الفترة كالاتي:

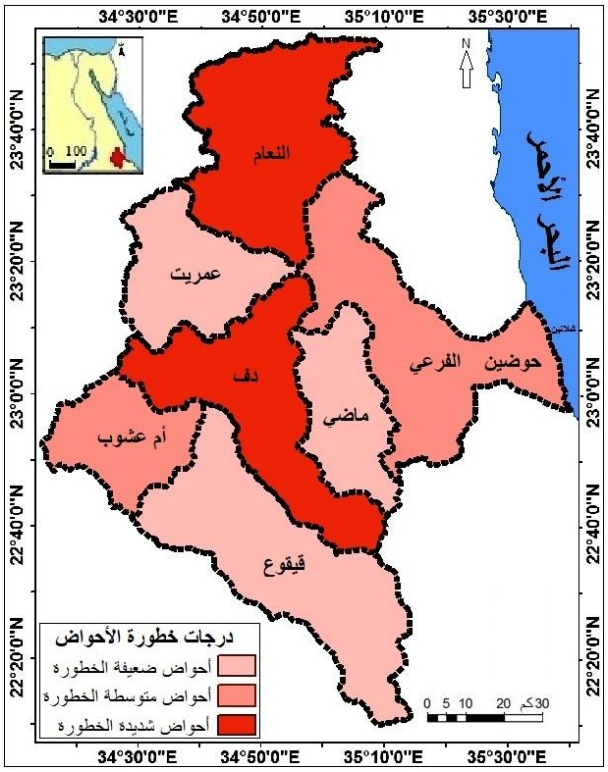
جدول (١٦) درجات خطورة أحواض التصريف حسب الخصائص الشكلية والهيدرولوجية وخصائص الشبكات

المتغير	حوض وادي النعام	حوض وادي عمريت	حوض وادي ماضي	حوض وادي دف	حوض وادي أم عشوب	حوض وادي قيقوع	حوض وادي حوضين الفرعي
مساحة الحوضية	٣	١	١	٣	١	٣	٣
طول الحوضي	٢	٣	٣	٢	٣	١	٣
المحيط الحوضي	٢	١	١	٣	١	٣	٣
معامل الاستدارة	٢	٢	٢	١	٣	٢	١
معامل الشكل	٣	٣	١	٢	٢	١	٢
أعداد المجاري	٣	١	١	٢	١	٣	٣
أطوال المجاري	٣	١	١	٣	١	٣	٣
كثافة التصريف	٣	٢	٣	٣	٣	٣	١
معدل التكرار النهري	٣	١	١	١	٣	٣	١
زمن التباطؤ	١	٣	٣	١	٣	١	٣
زمن التركيز	٣	٣	٣	٣	٣	١	٢
سرعة المياه	٣	١	٢	٣	٢	١	١
إجمالي التصريف	٣	١	١	٣	٢	١	٢
أقصي كمية تصريف	٣	١	٢	٣	٢	١	١
المجموع	٣٧	٢٤	٢٥	٣٣	٣٠	٢٧	٢٩

المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

يتضح من الجدول (١٦) والشكل (١٨) أنه يمكن تصنيف أحواض منطقة الدراسة تبعًا لدرجات خطورتها كما يأتي:

- **أحواض ضعيفة الخطورة:** وتتمثل في أحواض أودية (عمريت- ماضي- قيقوع)، حيث إنها أقل الأحواض من حيث درجة الخطورة الحوضية، وذلك نظرًا لانخفاض أبعادها الشكلية مثل المساحة الحوضية والعرض الحوضي والمحيط الحوضي ومعامل الاستدارة ومعامل الشكل بجانب قِلة أعداد مجاريها.
- **أحواض متوسطة الخطورة:** وتضم حوض وادي أم عشوب وحوض وادي حوضين الفرعي، وهما ذات درجات خطورة متوسطة نظرًا لتوسط قِيم متغيراتها.
- **أحواض شديدة الخطورة:** تتمثل في حوض وادي دف وحوض وادي النعام، حيث يمثلان أشد أحواض المنطقة خطورة نظرًا لارتفاع أبعادها الشكلية وخاصة المساحة الحوضية، وزيادة أطوال مجاريها، وارتفاع كثافتها التصريفية، وزيادة سرعة مياه مجاريها، وارتفاع كل من قيمة زمن التركيز، وارتفاع إجمالي التصريف، وزيادة قيمة أقصى تصريف لمجاريها.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3.

شكل (١٨) درجات الخطورة لأحواض منطقة الدراسة

ثامنًا: المحددات والمقومات الجيومورفولوجية المؤثرة على التنمية بالمنطقة

تتعدد المحددات والمقومات الجيومورفولوجية المؤثرة على التنمية بالمنطقة كالآتي:

١) المحددات الجيومورفولوجية على التنمية بالمنطقة:

تؤثر المحددات الجيومورفولوجية على التنمية بالمنطقة ويمكن تناولها كما يأتي:

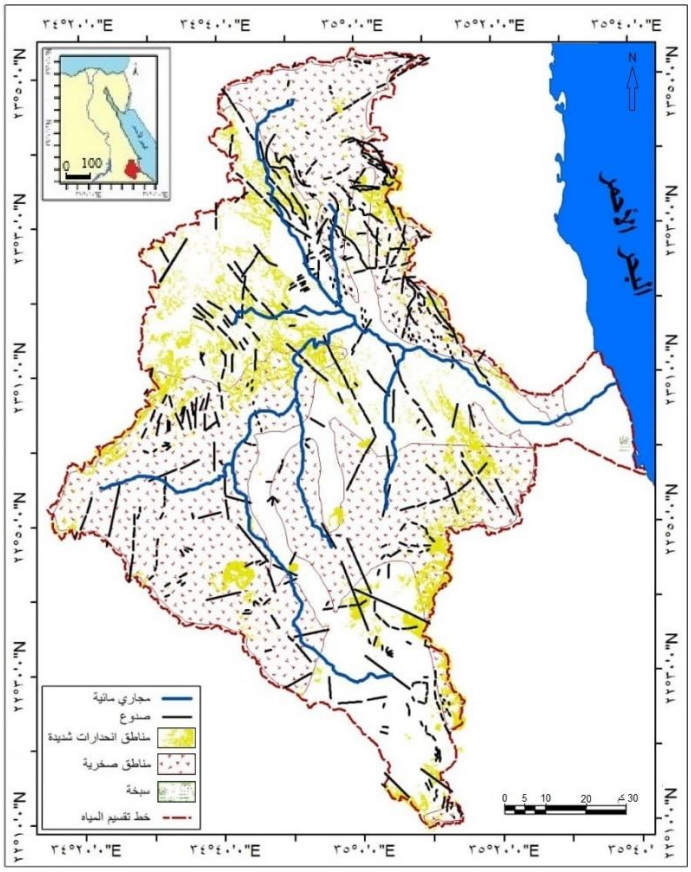
أ- **الأودية:** تتواجد بالمنطقة عدد من الأودية تختلف في درجات انحدارها، وسرعة جريان المياه في مجاريها وقت حدوث سيول، وتمثل تلك الأودية محددات رئيسة للتنمية بالمنطقة يتم أخذها في الاعتبار لتنفيذ الإجراءات الخاصة بأخطار السيول، حيث يجب ترك حرم لمجاري الأودية لا يقل عن مسافة ٥٠ متر. شكل (١٩).

ب-**مشاكل جيولوجية:** وأبرزها وجود الصدوع الذي بلغ عددها بالمنطقة نحو ٥٤٦ صدعا ذات اتجاهات مختلفة، بطول بلغ نحو ١٣١٨كم مما قد تُعيق العمليات الإنشائية الحديثة بالمنطقة.

ج- **الأسطح الصخرية:** وهي المناطق التي تتألف من صخور نارية ومتحولة، وهى صخور ملساء غير منفذة ذات أسطح مضرسة، وهي أكثر الأسطح انتشارا بالمنطقة تغطي مساحة بنحو ٦٦١٧كم٢ بنسبة ٥٣,٣٥٪ من مساحة المنطقة.

د- **السبخات:** تواجدها يمنع إقامة المنشآت في بعض الأماكن، ويفضل بناء المنشآت (عند الاضطرار) شمال السبخة وليس في جنوبها؛ لسيادة الرياح الشمالية بأنواعها في المنطقة مما يجعل تأثير السبخة السلبي يزداد بالاتجاه ناحية الجنوب.

هـ-**مناطق شديدة الانحدار وشديدة الارتفاع**: وتتمثل في جوانب التلال والجبال العديدة بالمنطقة، وتشغل مساحة تبلغ ٧٦٦,٣كم٢ بنسبة ٦,١٨٪ من إجمالي مساحة المنطقة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢,٥متر واستخدام برنامج ArcGIS V.10.3، والدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة.

شكل (١٩) المحددات الجيومورفولوجية للتنمية بمنطقة الدراسة

٢) المقومات الجيومورفولوجية المؤثرة على التنمية بالمنطقة:

تُعد المقومات الجيومورفولوجية من أهم دوافع التنمية، وسيتم تناولها كما يأتي:

أ- **المناطق السهلية:** يرتبط إقامة المنشآت في الغالب بالأراضي السهلية، وتتواجد تلك المناطق في الغالب عند مصب وادي حوضين وبالقرب من المجري الرئيس للأحواض الفرعية بالمنطقة.

ب-**الطرق**: تُعد الطرق من أهم محاور التنمية في أي منطقة، وتؤثر الضوابط الجيومورفولوجية بشكل كبير في مد شبكة الطرق، وتتمثل تلك الضوابط في كل من: تضرس السطح، ودرجة انحداره واتجاهه حيث تطل منطقة الدراسة على الطريق الرئيس المحاذي للبحر الأحمر، كما تتواجد عديد من الدروب والمدقات التي تمتد عرضيًا للتواصل بين السهل الساحلي ووادي النيل.

ج- **آبار المياه الجوفية**: يتواجد بمنطقة الدراسة عدد من آبار المياه الجوفية، وبخاصة عند مصب وادي حوضين، ويتميز معظمها بتوفر المياه نظرًا لتغذيتها المستمرة بمياه السيول التي تنتج عن سقوط أمطار غزيرة في بعض السنوات حيث يتواجد بالقرب من مصب وادي حوضين مشروع المزارع المتكاملة بمنطقة وادي حوضين الذي يعتمد على توافر الآبار، ويوجد عند شلاتين بعض الآبار والينابيع صالحة الاستخدام مثل عيون أبرق وعيون أبو سعفه الشهيرتان كما تنمو النباتات نموا طبيعيًا، ويتأثر نموها بكميات المياه الناتجة عن سقوط الأمطار وجريان السيول.

د- **مشاريع التنمية بمنطقة الدراسة**: قامت محافظة البحر الأحمر بإنشاء أنشطة تنموية تابعة للجهاز التنفيذي لمشروعات التنمية الشاملة بوزارة الزراعة واستصلاح الأراضي بهدف إقامة مجتمع متكامل اعتمادًا على مياه المنطقة التي تتمثل في وجود الآبار، وذلك لإنتاج القمح والشعير ومختلف أنواع الدواجن، وتدار تلك المزارع باستخدام محطات طاقة شمسية بجانب وجود محطة تحلية مياه، وعدد ٦ أحواض مزارع سمكية من خلال معالجة الأثر البيئي للمياه المالحة، وإقامة مصنع ثلج، وإنشاء عدد ٦٨ صوبة زراعية صورة (١)، وتبلغ مساحة زراعة الخضراوات في الأراضي المكشوفة نحو ٥٠ فدانا صورة (٢)، ومجفف شمسي لتجفيف للنباتات الطبية والعطرية مثل المورينجا وغيرها، ووحدة لتعبئة وتغليف النباتات الطبية، وإنشاء مزرعة لتربية الأبل بعدد ٥٠ رأس كمرحلة أولى، وتوفير العلف الأخضر من نباتات القطف الذي ينمو على المياه المالحة بالمنطقة، وقد حصد هذا المشروع المركز الأول بمسابقة المشروعات الخضراء الذكية لعام ٢٠٢٣م فئة المشروعات كبيرة الحجم، التي تنظمها وزارة التنمية المحلية، حيث ينتج مختلف الخضراوات دون استخدام أى أسمدة أو مبيدات. كما يوجد بالمنطقة سوق قديم للإبل فريد من نوعه بجانب مجموعة من الخدمات الخاصة بالطريق السريع الرئيس الذي يربط بين مصر والسودان، والتي تعمل كمزود خدمة للمناطق النائية، وذلك للاستفادة من أقرب مكان ممكن من بئر شلاتين الذي يقع في منتصف المجرى الرئيس لحوض وادي حوضين.

هـ- **بحيرات المياه العذبة**: قامت الدولة بحفر عدة بحيرات في منطقة حوض وادي حوضين لاحتجاز مياه الأمطار واستغلالها في الزراعة والرعي، وتبلغ مساحتها التخزينية ١٦ مليون متر مكعب من المياه، وقد بلغت تكلفة الحفر نحو ١٥٥ مليون جنيه. صورة (٣).

صورة (١) صوبة زراعية بحوض وادي حوضين غرب مدينة شلاتين

صورة (٢) جزء من زراعات الخضروات المكشوفة بحوض وادي حوضين

صورة (٣) بحيرة المياه العذبة غرب شلاتين اتجاه النظر صوب الغرب

و- **تواجد خام الذهب**: أثبتت الأبحاث الجيولوجية الحديثة تواجد خام الذهب في منطقة الدراسة، وأظهرت الدراسات الميدانية الجيولوجية أن ظهور معدن الذهب بشكل أساس من خلال عروق الكوارتز التي تتواجد في مناطق ضيقة شديدة الانحدار يتميز انحدارها في مناطق العينات باتجاهات (جنوب غرب وشمال شرق وشمال غرب) في بعض مناطق الصدوع والالتواءات بحوض وادي حوضين (**Mohamed Abd El-Wahed et al, 2021, p.31**)، وقد ثُبت من الدراسات الحديثة تواجد خام الذهب بالمنطقة، ولكن بكميات قليلة تحتاج إلى شركات كبرى حتي تتمكن من استخلاصه من عروق الكوارتز المتواجدة بمنطقة الدراسة.

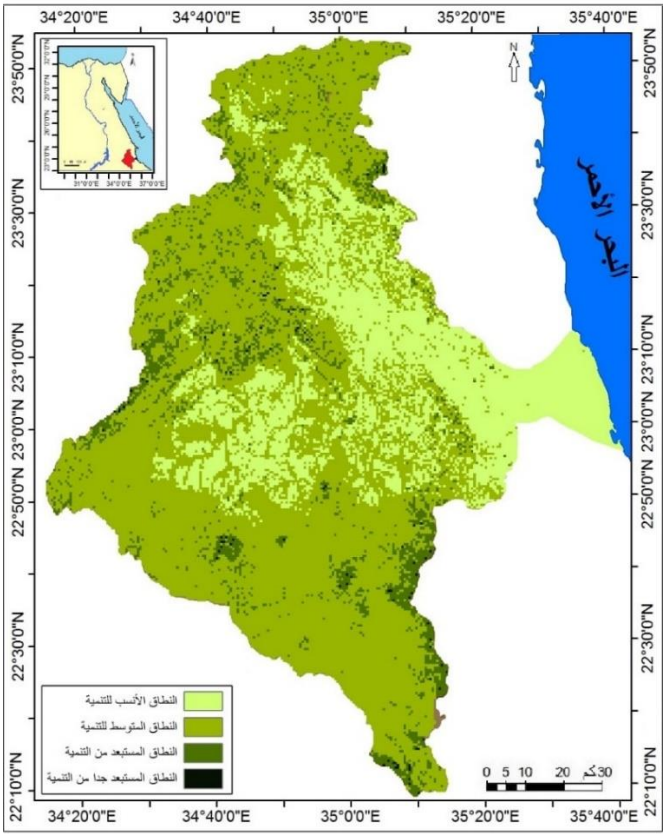
٣) المناطق الصالحة للتنمية بمنطقة الدراسة ونوع التنمية المقترح:

بعد دراسة محددات ومقومات التنمية بمنطقة الدراسة تم تصميم نموذج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد لتحديد درجات التنمية يقوم على معالجة بيانات المحددات والمقومات المدروسة بالمنطقة، وقد أسفر النموذج عن تصميم خريطة تصنيف لدرجات التنمية بمنطقة الدراسة شكل (٢٠).

وقد تم تقسيم درجات التنمية بالمنطقة الدراسة لعدة أقسام لاستغلالها مستقبلًا والأخذ بها عند تطوير المنطقة وهي كالآتي:

- **النطاق الأنسب للتنمية:** وتتسم بكونها صالحة لكثير من الأنشطة الاقتصادية، وصالحة أيضًا للاستخدام العُمراني حيث تتوفر بها المياه نظرًا لوجود الآبار بجانب توافر مياه السيول التي يتم حجزها، واستغلالها، والتوسع في المشاريع المقامة بالفعل، والتابعة للجهاز التنفيذي لمشروعات التنمية الشاملة بوزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، وذلك بالتوسع في زراعة محاصيل القمح والشعير والخضراوات وتربية الدواجن ومزارع الأسماك كما تتمتع تلك المنطقة باستواء السطح حيث تشغل مناطق المجرى الرئيس لوادي حوضين، والمناطق المتسعة المجاورة على جانبيه، والتربة الصالحة للزراعة، كما تتميز بقربها من ساحل البحر الأحمر ومجاورة الطريق الرئيس السريع للساحل وبالتالي القرب من الخدمات المنقولة للمنطقة، بالإضافة إلى إمكانية استخلاص معدن الذهب من عروق الكوارتز المتواجدة بهذه المنطقة، ويشغل هذا النطاق مساحة تقدر بنحو ٤٩٢٣,٥٩كم٢ تُمثل نحو ٣٩,٧٪ من مساحة منطقة الدراسة، ويتمثل في الأحواض الثانوية لأودية (حوضين الفرعي ودف وماضي وجزء من جنوب حوض وادي النعام).

- **النطاق المتوسط للتنمية:** وتتمثل في المناطق التي تتواجد إلى الغرب من النطاق السابق، حيث تظهر فيه مقدمات المرتفعات، ويزيد معها الارتفاع مع زيادة درجات انحدار السطح، وهي صالحة للاستثمار العمراني بالمنطقة، وهي تتمتع برؤية أفضل للمناطق الساحلية فمن الممكن إقامة منتجعات سياحة بيئية عليها، ويشغل هذا النطاق مساحة تقدر بنحو ٦٠٢٣,٦٥كم٢ تُمثل نحو ٤٨,٥٧ % من مساحة منطقة الدراسة، ويتمثل في الأحواض الثانوية (قيقوع وأم عشوب وعمريت وشمال وادي النعام).
- **النطاق المستبعد من التنمية:** وهي المناطق المضرسة بمنطقة الدراسة، والتي يكتنفها الصدوع، وتتميز بالسطح شديد التضرس، وتتواجد على شكل بُقع متناثرة في داخل أراضي النطاق السابق، ويشغل هذا النطاق مساحة تقدر بنحو ٩١٨,٩٩كم٢ تُمثل نحو ٧,٤١٪ من مساحة منطقة الدراسة.
- **النطاق المستبعد جدًا من التنمية:** وهي قمم مرتفعات منطقة الدراسة، ويشغل هذا النطاق مساحة تقدر بنحو ٥٣٥,٧٧كم٢ تُمثل نحو ٤,٣٢٪ من مساحة منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث بعد تصميم نموذج لمعالجة بيانات المحددات والمقومات الجيومورفولوجية باستخدام برنامج ArcGIS V.10.3 بجانب الدراسة الميدانية لمنطقة الدراسة.

شكل (٢٠) درجات التنمية بمنطقة الدراسة وفقًا للمحددات والمقومات الجيومورفولوجية

النتائج والتوصيات:

تتصف منطقة الدراسة بتنوع خصائصها الطبيعية: الموقع والتكوين الجيولوجي والسطح والمناخ، مما جعل المنطقة ملائمة بملامحها الجيومورفولوجية وإمكاناتها الطبيعية للتنمية المتنوعة، ولاستغلالها بمختلف الأنشطة الاقتصادية.

يتسم حوض وادي حوضين بكثرة كمية الأمطار الساقطة عليه في بعض السنوت وبخاصة التي تسقط خلال فصلي الخريف والربيع مما يترتب عليه جريان سطحي بمجاري الوادي الرئيسة مما يوفر المياه لاحتياجات إقليم شلاتين ويحافظ على التغذية الدورية لآبار المنطقة وإمكانية استغلال تلك المياه في التوسع في الأنشطة الزراعية.

تُعد بعض الأحواض الفرعية بداخل حوض وادي حوضين وبخاصة حوضي وادي النعام ووادي دف من الأحواض ذات الخطورة العالية هيدرولوجيًا، والتي تزيد خطورتهما مع سقوط أمطار غزيرة في بعض السنوات، ويتعاون عاملى نوع التربة ودرجة الانحدار في تحديد درجة خطورة الحوض التصريفي لما لهما من تأثير واضح على زيادة كمية الجريان وارتفاع سرعة المياه.

يوصي البحث بالنقاط الآتية:

- التوسع في مساحة المجتمعات العمرانية بالمنطقة بما يتلاءم مع استواء السطح، والانحدار الهين، وبخاصة عن مصب حوض وادي حوضين مع أخذ التدابير اللازمة لتجنب أخطار جريان السيول بعمل مخرات للسيول، وصيانة المخرات بصفة دورية حتى لا تتسبب في زيادة خطورة الجريان السيلي.
- دراسة إمكانية استغلال خام الذهب التي أثبتت الدراسات الحديثة وجوده بالمنطقة في عروق الكوارتز، وبخاصة مع الشركات الكبرى التي من الممكن أن تستخرجه باستغلال إمكانياتها الكبرى نظرًا لتواجد الخام بنسبة استخلاص ليست بالكبيرة.
- التوسع في النشاط الزراعي الخاص بمشاريع التنمية التابعة لمحافظة البحر الأحمر والتي بدأت من عام ٢٠١٩م نظرًا لأنها أثبتت كفاءة إنتاجية عالية في محاصيل عدة مثل القمح والشعير بجانب تربية الدواجن، وإقامة مزارع سمكية جديدة مما يوفر فرص عمل جديدة لشباب المنطقة، ويمهد لتنمية متكاملة بالمنطقة.
- دراسة إمكانية إقامة كوبري أعلى المجرى الرئيس لحوض وادي حوضين نظرًا لكميات المياه الكبيرة التي تصل في بعض السنوات لمصب الوادي حتى نتجنب الأثر السلبي الذي من الممكن أن يحدث عند مصب هذا الحوض كبير المساحة عندما تصل مياه السيول لمنطقة المصب محملة بكميات كبيرة من الرواسب.
- زيادة الوعى لدى المواطنين بعدم البناء في المناطق المهددة بجريان السيول، وضرورة الابتعاد قدر الإمكان عن البناء فوق السبخات الساحلية، وبخاصة عند أطرافها الجنوبية، نظرًا لاتساع مساحتها نحو الجنوب، وأخذ الموافقات اللازمة عند البناء من الجهات المسؤولة حتى لو كانت تلك الأماكن لم تتعرض من قبل لخطر السيول، ودراسة الاستفادة من المناطق الساحلية متدرجة الارتفاع لإنشاء قرى سياحية مما يساعد على ظهور نمط المنتجعات الجبلية بالمنطقة.

المراجع

١. أسامة حسين شعبان عبده، (٢٠٠٥): الأخطار الجيمورفولوجية بالجانب الشرقي لوادي النيل بمحافظة سوهاج (دراسة في الجيمورفولوجيا التطبيقية) - رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة المنيا.

٢. دلي خلف حميد الجبوري، (٢٠١٦): التحليل المكاني لتقدير حجم الجريان السطحي باستخدام (CN) SCS لحوض (وادي المر الجنوبي) شمال العراق، مجلة آداب الفراهيدي، كلية الآداب جامعة تكريت، مجلد ٨، عدد ٢٥، صفحات 318– 296.

٣. سعد سعيد أبو راس الغامدي (٢٠٠٤م): استخلاص شبكة التصريف باستعمال المعالجة الآلية لبيانات الأقمار الصناعية، دراسة على منطقة جبال نعمان، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، المجلد ١٦، العدد ٢.

٤. سند الشربيني سند، (٢٠٠٥م): المنطقة الساحلية فيما بين رأس غارب شمالا ورأس دب جنوبا: دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراة غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة طنطا.

٥. سها أبو الفتوح عيسى، (٢٠١٥م): منحدرات الجانب الغربي للبحر الأحمر فيما بين مرسى علم شمالاً، وراس بناس جنوباً، صحراء مصر الشرقية: دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٦. صابر آمين الدسوقي، (٢٠٠٣م): جيومورفولوجية منطقة جنوب شرق الكريمات، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الثاني والأربعون.

٧. صلاح قابيل عبد القوي هاشم، (٢٠١٥م): أخطار الجريان السيلي بالجانب الشرقي لوادي النيل بين وادي غراب جنوباً والرشراش شمالاً "دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا- كلية الآداب، جامعة المنيا.

٨. عماد محمد إبراهيم، (٢٠١٦): أساسيات الجيولوجيا البيئية، كلية العلوم - جامعة الزقازيق.

٩. محمد الحسين محمد، (٢٠٢٢): السمات الجيومورفولوجية لأشكال تضاريس الجرانيت في أسوان، مجلة كلية الآداب- جامعة الفيوم، مجلد ١٤، العدد١ (الإنسانيات)، الصفحة 3875-3789.

١٠. محمد خميس الزوكة، (٢٠٠٤م): التخطيط الإقليمي وأبعاده الجغرافية، الطبعة الخامسة، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

١١. محمد عبد الحليم حلمي عبد الفتاح نور الدين، (٢٠٠٥م): المنطقة بين مرسي مبارك شمالا ومرسي علم جنوبا بالصحراء الشرقية: دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراة غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة طنطا.

١٢. محمد عبد العزيز عزب، (٢٠٠٧م): دراسة تطبيقية لسيول وادي قصب باستخدام التقنيات الكارتوجرافية الحديثة، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٥٠، القاهرة.

١٣. معراج نواب مرزا ومحمد سعيد البارودي (٢٠٠٥م): السمات المورفولوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، عدد خاص بمناسبة اختيار مكة عاصمة الثقافة الإسلامية. ص 175-264.

١٤. نعمات عبد المنعم عبد الغفار عفيفي، (٢٠١١م): تأثير أشكال سطح الأرض على تنمية الموارد المائية بمنطقة برنيس بالصحراء الشرقية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة عين شمس.

15. Ball, J., (1939): Contributions to The Geography of Egypt, Survey of Egypt, Cairo

16. Cooke, R., and Doornkamp, J., (1982): Geomorphology in nvironmental Management, Clarendon Press, Oxford.

17. El-Naggar, Z.R. (1970) On a Proposed Lithostratigraphic Subdivision for the Late Cretaceous-Early Paleogene Succession in the Nile Valley Egypt. 7th Arab Petroleum Congress Kuwait, 64, 50.

18. Ghoneim, M.F.; Lebda, E,M,; Nasr,B.B.; and Kheder;M.Z. 2002: Geology and tectonic evolution of the area around Wadi Aris, southern Eastern Desert, Egypt. 6th inter. Con. GAWA, Cairo Unn.. Feb.2002 p. 45-66

19. Gregory, K.J. and Walling, D.E. (1973): Drainage basinform and process. London : Edward Arnold.

20. Hassan M.A. and Hashad A.H. (1990) Precambrian of Egypt. In: Said, R., Ed., The Geology of Egypt, Rotterdam, Balkama, 201-245.

21. Hermina, M. (1989) The Surrounding of Kharga, Dakhla and Farafra Oasis. In Said, Ed., The Geology of Egypt, Balkena, Rotterdam, 259-292.

22. Horton,(1932): Drainage Basin Characteristics Eos Transactions American Geophysical Union.

23. Mohamed Abd El-Wahed et al., (2021): Shear-Related Gold Ores in the Wadi Hodein Shear Belt, South Eastern Desert of Egypt: Analysis of Remote Sensing, Field and Structural Data. Minerals, 11, 474. https://doi.org/10.3390. MDPI, Basel, Switzerland.

24. Salil Sahu, S. K. Pyasi, R. V. Galkate and R. N. Shrivastava, (2020): Rainfall-Runoff Modelling using HEC-HMS Model for Shipra River Basin in Madhya Pradesh, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences ISSN, 2319-7706 Volume 9. Number 8.pp. 3440-3449.