



جامعة المنصورة

كلية التربية

قسم المواد الاجتماعية

جيومورفولوجية وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء باستخدام تطبيقات الجيوماتكس

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير لإعداد المعلم في الآداب
(تخصص الجغرافيا)

مقدمة من الطالب
علاء صلاح عثمان حسن

إشراف

أ.م.د/ محمد محمد عبدالعال إبراهيم

د/ جميل محمد العزب النجار

مدرس الجغرافيا الطبيعية بالقسم

٢٠٢٣ م

نموذج رقم (1):



صفحة المشرفين ومساعدتهم

نظام شؤون الدراسات العليا للبحوث - 9/7/2023 - 15:3 - 1.12 - م. مستخرج (العلامة) / رابعا على مجموعة عدد الطالب

إسم الباحث : علاء صلاح عثمان حسن

عنوان الرسالة : جيومورفولوجية وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء باستخدام تطبيقات الجيوماتكس

القسم : قسم المواد الاجتماعية

لجنة الإشراف:

| الاسم | الوظيفة | التخصص | التوقيع |
|--|-------------|---|---------|
| 1- أ.م.د. محمد محمد عبد العال إبراهيم مشرف رئيسي | أستاذ مساعد | الجغرافيا الطبيعية بقسم المواد الاجتماعية بالكلية . | د. محمد |
| 2- د. جميل محمد محمد عزب النجار مشرف مشارك | مدرس | الجغرافيا الطبيعية بقسم المواد الاجتماعية بالكلية . | د. جميل |

تاريخ التشكيل : 20/06/2023

تاريخ المناقشة : ٢٠٢٣/٧/١٥

تقدير الرسالة : ممتاز



وكيل الكلية لشؤون الدراسات العليا والبحوث

أ.د. علي عبد ربه حسين اسماعيل حماد

رئيس القسم

أ.د. علاء صلاح عثمان حسن

نموذج رقم (2):



صفحة السادة أعضاء لجنة المناقشة والحكم

نظام لشئون الدراسات العليا الموحدة للجامعة - 9/7/2023 - 15:3 - 1:12 م - مستخرج البيان / إدارة علي محمود عبد الطيف

إسم الباحث : علاء صلاح عثمان حسن

عنوان الرسالة : جيومورفولوجية وادى وسيط فى شبه جزيرة سيناء باستخدام تطبيقات الجيوماتكس

القسم : قسم المواد الاجتماعية

لجنة الإشراف:

| الاسم | الوظيفة | التخصص | التوقيع |
|--|-------------|---|---------|
| 1- أ.م.د./محمد محمد عبد العال ابراهيم مشرف رئيسى | أستاذ مساعد | الجغرافيا الطبيعية بقسم المواد الاجتماعية بالكلية | |
| 2- د./جميل محمد محمد عزب النجار مشرف مشارك | مدرس | الجغرافيا الطبيعية بقسم المواد الاجتماعية بالكلية | |

لجنة المناقشة والحكم :

| الاسم | الوظيفة | التخصص | التوقيع |
|---------------------------------------|-------------|--|---------|
| 1- أ.د./عاطف معتمد عبد الحميد محمد | أستاذ | الجغرافيا الطبيعية بقسم الجغرافيا بكلية الآداب - جامعة القاهرة | |
| 2- أ.م.د./عبد الحميد احمد احمد كليب | أستاذ مساعد | الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب - جامعة المنصورة | |
| 3- أ.م.د./محمد محمد عبد العال ابراهيم | أستاذ مساعد | الجغرافيا الطبيعية بقسم المواد الاجتماعية بالكلية | |

تاريخ التشكيل : 20/06/2023

تاريخ المناقشة : ٢٠٢٣/٧/١٥

تقدير الرسالة : ممتاز



وكيل الكلية لشئون الدراسات العليا والبحوث

أ.د. / على عبد ربه حسين اسماعيل حماد

رئيس القسم

| | |
|--|---|
| <p>المكتبة المركزية</p> <p>الرقم العام:</p> <p>التاريخ:</p> | <p>بيانات الرسالة</p> <p>الكلية: التربية</p> <p>القسم: المواد الاجتماعية</p> <p>الدرجة العلمية: ماجستير</p> <p>اسم الطالب: علاء صلاح عثمان حسن</p> <p>العنوان: جيومورفولوجية وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء باستخدام تطبيقات الجيوماتكس.</p> |
|--|---|

المستخلص

عنوان الرسالة:

جيومورفولوجية وادي وسيط في شبه جزيرة سيناء باستخدام تطبيقات الجيوماتكس
الغرض من البحث:

دراسة الخصائص الجيومورفولوجية لوادي وسيط في شبه جزيرة سيناء، وتحديد المقومات الطبيعية للتنمية وكيفية استغلالها.
المناهج والأساليب المستخدمة:

اعتمدت الدراسة على المنهج الأصولي، والمنهج الوصفي التحليلي، والمنهج الإقليمي. واستخدمت تقنيات الجيوماتكس.
النتائج:

توصلت الدراسة إلى عديد من النتائج، أهمها: تنوع الصخور والرواسب السطحية، وتشكلت بها الظواهرات الجيومورفولوجية متعددة العوامل والعمليات، ويتجمع بها ٤ مليون م^٣ من مياه السيول أثناء العواصف المطرية، وتتسم بوجود أنواع متباينة من الغطاءات النباتية، وغُثر فيها على رواسب تحمل خام الذهب في قطاعها الأعلى.
التوصيات:

توصي الدراسة بالاستغلال الأمثل لما يوجد في المنطقة من مقومات طبيعية من أجل تحقيق التنمية، مثل: الصخور، والرواسب السطحية، والغطاء النباتي، ومصادر المياه، ومصادر الطاقة. وتطبيق دراسات تفصيلية في تخصص الزراعة لتحديد خصائص الغطاء النباتي وأهميته الاقتصادية، وتخصص الجيولوجيا لتحديد الخامات المعدنية التي تحويها الصخور مثل خام الذهب بالرواسب الوديانية. وإنشاء محطة توليد طاقة كهربائية من الطاقة الحرارية الأرضية بنطاق عيون حمام فرعون.

رؤوس الموضوعات ذات الصلة:

وادي وسيط؛ الجيوماتكس؛ شبه جزيرة سيناء.

| Thesis Details | Central Library |
|--|--|
| College: Education Department: Social Studies Academic Degree: Master's Student Name: Alaa Salah Othman Hassan Title: Geomorphology of Waseiyit Valley in Sinai Peninsula Using Geomatics Applications. | General Number: Date: |

Abstract

Thesis Title:

Geomorphology of Waseiyit Valley in Sinai Peninsula Using Geomatics Applications

Research Purpose:

The purpose of this study is to examine the geomorphological characteristics of Wadi Wasit in the Sinai Peninsula and identify its natural Factors for development and utilization.

Methods Used:

The study employed the descriptive-analytical method, regional approach, and used Geomatics techniques were utilized.

Results:

The study yielded several important findings, including the following characteristics: diverse rocks and surface sediments, and the formation of multi-factor and multi-process geomorphological landforms. The study area experiences the accumulation of 4 million m³ of flood waters during rainfall storms. It has diverse vegetation cover and the discovery of gold-bearing deposits in its upper sector.

Recommendations:

The study recommends the optimal utilization of the region's natural resources for development, such as rocks, surface sediments, vegetation cover, water sources, and energy sources. It suggests conducting detailed studies in agricultural disciplines to determine the characteristics and economic importance of vegetation cover, as well as geological studies to identify mineral deposits within the rocks, such as searching for gold ore in the valley deposits. Furthermore, it proposes the establishment of a power station utilizing geothermal energy from the Hammam Pharaoh block.

Keywords:

Wadi Wasit, Geomatics, Sinai Peninsula.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ فَتَعَلَى اللَّهِ الْمَلِكُ الْحَقُّ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ إِلَيْكَ وَحْيُهُ ۚ
وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴾

(سورة طه: ١١٤)

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين، حمدًا يليق بجلال وجهه وعظيم سلطانه، وصلاةً وسلامًا على أشرف الخلق سيدنا محمد (صلى الله عليه وسلم). فحمدًا لله (تعالى) على توفيقه ومَنِّه وعونه لي،

وبعد...

يطيب لي أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ محمد محمد عبدالعال إبراهيم أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية التربية جامعة المنصورة على ما قدمه لي من جهد وعطاء طيلة فترة إشرافه على رسالتي هذه فجزاه الله عني خير الجزاء، وأتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الدكتور/ جميل محمد محمد النجار مدرس الجغرافيا الطبيعية بكلية التربية جامعة المنصورة، الذي لم يتوقف عطائه أثناء إشرافه على رسالتي وتوجيهه المستمر لي فجزاه الله عني خير الجزاء. والله أسأل أن يبارك لهما وفي علمهما.

كما وأتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ عاطف معتمد عبدالحميد أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب جامعة القاهرة، على ما قدمه لي من نصائح وتوجيهات علمية وميدانية، وقبوله مناقشة رسالتي. وأتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ عبدالحميد أحمد كليب أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بكلية الآداب جامعة المنصورة على تفضله بقبول مناقشة رسالتي؛ فجزاه الله عني خير الجزاء.

كما ويطيب لي أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى الأستاذ الدكتور/ محمد صبحي إبراهيم أستاذ الجغرافيا البشرية بكلية التربية جامعة المنصورة على ما قدمه لي من تضحيات وتوجيهات بداية من دخولي المجتمع الجامعي وحتى الآن؛ فجزاه الله عني خير الجزاء. والله أسأل أن يبارك له في أهله وعلمه.

كما وأتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أساتذتي الأفاضل الذين قدموا لي يد العون والمساعدة في هذا التخصص، وهم: الأستاذ الدكتور/ عزة أحمد عبدالله أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب جامعة بنها، والأستاذ الدكتور/ محمد مجدي تراب أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب فرع دمنهور جامعة الاسكندرية، والأستاذ الدكتور/ أشرف أبو الفتوح أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب جامعة السويس؛ فجزاهم الله عني خير الجزاء.

كما ويطيب لي أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى والدي وزوجتي وإخوتي على ما بذلوه من جهد وعناء وتضحية لأجلي؛ فجزاهم الله عني خير الجزاء.

وفي النهاية فإن هذا العمل بشري مُعرض للخطأ والصواب، فما كان من توفيق فمن الله (تعالى) وما كان من سهو أو خطأ فمني ومن الشيطان. والحمد لله رب العالمين.

الطالب

إهداء

إلى من كانا سبب نجاحي وسعادتي في حياتي

أبي وأمي

وإلى رفيقة دربي

زوجتي الحبيبة

الفهارس

أولاً: فهرس الموضوعات.

ثانياً: فهرس الجداول.

ثالثاً: فهرس الأشكال والخرائط.

رابعاً: فهرس الصور الفوتوغرافية والبانورامات.

أولاً: فهرس الموضوعات

| الموضوع | الصفحة |
|---|----------------|
| آية قرآنية | أ |
| شكر وتقدير | ب |
| إهداء | ج |
| الفهارس | د - ش |
| أولاً: فهرس الموضوعات | هـ |
| ثانياً: فهرس الجداول | ل |
| ثالثاً: فهرس الأشكال والخرائط | ن |
| رابعاً: فهرس الصور والبانورامات | ص |
| المقدمة | ت - ك ك |
| أولاً: منطقة الدراسة | ث |
| ثانياً: أسباب اختيار منطقة الدراسة وموضوعها | خ |
| ثالثاً: مشكلة الدراسة وتساولاتها | ذ |
| رابعاً: الدراسات السابقة | ذ |
| خامساً: أهداف الدراسة | ب ب |
| سادساً: مناهج الدراسة وأساليبها | ب ب |
| سابعاً: البرامج المستخدمة في الدراسة | ج ج |
| ثامناً: مصادر الدراسة | هـ هـ |
| تاسعاً: صعوبات الدراسة | ي ي |
| عاشراً: محتويات الدراسة | ك ك |
| الفصل الأول (جيولوجية وادي وسيط) | ٣٦-١ |
| تمهيد | ٢ |
| أولاً: التكوينات الجيولوجية | ٤ |
| ١- تكوينات الزمن الثاني | ٤ |
| أ- تكوينات عصر الكريتاسي | ٤ |
| • تكوين الجلالة | ٤ |
| • تكوين وطا | ٧ |
| • تكوين مطلة | ٩ |

| | |
|----|--|
| ١٠ | • تكوين ضوي |
| ١١ | • تكوين سدر |
| ١٢ | ٢- تكوينات الزمن الثالث |
| ١٢ | أ- تكوينات عصر الباليوسين |
| ١٢ | • تكوين إسنا |
| ١٣ | ب- تكوينات عصر الإيوسين |
| ١٣ | • تكوين عُجمة (الإيوسين الأسفل) |
| ١٣ | • تكوين دارات (الإيوسين الأسفل إلى الأوسط) |
| ١٤ | • تكوين سمالوط (الإيوسين الأوسط) |
| ١٧ | • تكوين خبوبة (الإيوسين الأوسط) |
| ١٧ | • تكوين تنكة (الإيوسين الأعلى) |
| ١٧ | • تكوين طيبة (الإيوسين الأعلى) |
| ٢٠ | ج- تكوينات عصر الميوسين |
| ٢٠ | • تكوين نُحْل (الميوسين الأسفل) |
| ٢١ | • تكوين أبو رديس (الميوسين الأسفل) |
| ٢٢ | ٣- رواسب الزمن الرابع |
| ٢٢ | أ- رواسب عصر البليستوسين |
| ٢٢ | • رواسب الفانجلوميرات |
| ٢٢ | • رواسب الحمادة |
| ٢٣ | ب- رواسب عصر الهولوسين |
| ٢٣ | • الرواسب الوديانية |
| ٢٣ | • رواسب السبخات |
| ٢٤ | ثانياً: التراكيب الجيولوجية |
| ٢٤ | ١- الصدوع |
| ٣٠ | ٢- الطيات |
| ٣١ | ٣- الفواصل |
| ٣٢ | ثالثاً: التطور الجيولوجي |
| ٣٢ | ١- الزمن الجيولوجي الثاني |
| ٣٤ | ٢- الزمن الجيولوجي الثالث |

| | |
|--------|---|
| ٣٥ | ٣- الزمن الجيولوجي الرابع |
| ٣٦ | خلاصة الفصل الأول |
| ٥٩-٣٧ | الفصل الثاني (الخصائص المناخية والطبوغرافية في وادي وسيط) |
| ٣٨ | تمهيد |
| ٣٨ | أولاً: الخصائص المناخية |
| ٣٨ | ١- نظم الضغط الجوي والكتل الهوائية |
| ٣٩ | ٢- الحرارة |
| ٤٣ | ٣- الرياح |
| ٤٥ | ٤- المطر |
| ٤٧ | ٥- الرطوبة النسبية |
| ٤٨ | ٦- التبخر |
| ٤٩ | ثانياً: الخصائص الطبوغرافية |
| ٤٩ | ١- الارتفاعات والوحدات المورفولوجية |
| ٥٢ | ٢- الانحدارات |
| ٥٢ | أ- درجات الانحدار (Slope) |
| ٥٥ | ب- اتجاهات الانحدار (Aspect) |
| ٥٧ | ٣- القطاعات الطبوغرافية |
| ٥٩ | خلاصة الفصل الثاني |
| ١٠٥-٦٠ | الفصل الثالث: التحليل المورفومتري لحوض وادي وسيط وشبكة تصريفه) |
| ٦١ | تمهيد |
| ٦١ | أولاً: التحليل المورفومتري للأحواض |
| ٦١ | ١- المتغيرات المساحية |
| ٦١ | أ- مساحة الأحواض |
| ٦٤ | ب- طول الأحواض |
| ٦٦ | ج- عرض الأحواض |
| ٦٧ | د- محيط الأحواض |
| ٦٨ | ٢- المتغيرات الشكلية |
| ٦٨ | أ- نسبة الاستطالة |
| ٧٠ | ب- نسبة الاستدارة |

| | |
|-----|---|
| ٧١ | ج- شكل الأحواض |
| ٧٣ | د- إندماج الأحواض |
| ٧٤ | هـ- انبعاث الأحواض |
| ٧٥ | ٣- المتغيرات التضاريسية |
| ٧٥ | أ- التضاريس الحوضية |
| ٧٧ | ب- نسبة التضرس |
| ٧٨ | ج- التضاريس النسبية |
| ٧٩ | د- التكامل الهبسومتري |
| ٨٢ | هـ- درجة الوعرة |
| ٨٣ | ثانيًا: التحليل المورفومتري لشبكات التصريف |
| ٨٣ | ١- رُتب المجاري |
| ٨٦ | ٢- أعداد المجاري |
| ٨٨ | ٣- أطوال المجاري |
| ٨٨ | ٤- معدل التشعب |
| ٩٠ | ٥- كثافة التصريف |
| ٩٢ | ٦- تكرارية المجاري |
| ٩٣ | ٧- بقاء المجاري |
| ٩٤ | ٨- النسيج الطبوغرافي |
| ٩٥ | ٩- نمط التصريف |
| ٩٧ | ثالثًا: التحليل العاملي للمتغيرات المورفومترية |
| ٩٧ | ١- العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية |
| ٩٧ | ٢- الدلالة الجيومورفولوجية للعلاقات الارتباطية |
| ٩٩ | ٣- درجات تشعب المتغيرات المورفومترية |
| ٩٩ | ٤- التباين الكلي المفسر للمتغيرات المورفومترية |
| ٩٩ | ٥- مصفوفة المكونات |
| ٩٩ | ٦- مصفوفة المكونات بعد التدوير |
| ٩٩ | ٧- تصنيف المتغيرات حسب العوامل وتسميتها |
| ١٠١ | رابعًا: التحليل العنقودي لأحواض التصريف |
| ١٠١ | ١- حساب مصفوفة التشابه بين المتغيرات المورفومترية |

| | |
|-----------|---|
| ١٠١ | ٢- تحديد مجموعات مورفومترية وفقًا لمصفوفة المسافات |
| ١٠٣ | ٣- تصنيف الأحواض إلى مجموعات |
| ١٠٥ | خُلاصة الفصل الثالث |
| ١٠٦ - ١٧١ | الفصل الرابع: (الظواهرات الجيومورفولوجية في وادي وسيط) |
| ١٠٧ | تمهيد |
| ١٠٨ | أولاً: الظواهرات البنيوية |
| ١٠٨ | ١- الحافات الصخرية |
| ١٠٨ | أ- الحافات الصدعية |
| ١١٤ | ب- حافات الكويستات |
| ١٢٠ | ٢- الأحواض البنيوية |
| ١٢٣ | ٣- الأودية الصدعية |
| ١٢٧ | ٤- الخوانق |
| ١٣٧ | ثانيًا: ظواهرات التجوية |
| ١٣٧ | ١- ظواهرات التجوية الميكانيكية |
| ١٣٧ | أ- الكُتل الصخرية |
| ١٣٧ | ب- التقلق الصخري |
| ١٣٧ | ج- التقشر الصخري |
| ١٣٨ | د- الانفراط الحُببي |
| ١٤٠ | ٢- ظواهرات التجوية الكيميائية |
| ١٤١ | أ- حفر الإذابة (Tafoni) |
| ١٤٢ | ب- الأرصفة الجيرية |
| ١٤٥ | ٣- ظواهرات التجوية البيولوجية |
| ١٤٧ | ثالثًا: ظواهرات النحت |
| ١٤٧ | ١- ظواهرات النحت النهري |
| ١٤٧ | أ- الأودية الجافة |
| ١٤٧ | ب- الجزر الصخرية |
| ١٤٨ | ج- المسيلات الجبلية |
| ١٥٠ | د- الحفر الوعائية |
| ١٥١ | هـ- التقويض السفلي |

| | |
|---------|---|
| ١٥٢ | ٢- ظاهرات النحت البحري |
| ١٥٢ | أ- الجروف والأرصفة البحرية |
| ١٥٤ | ب- الرؤوس والخلجان البحرية |
| ١٥٤ | ج- البُحيرات الساحلية |
| ١٥٥ | ٣- ظاهرات النحت الريحي |
| ١٥٧ | رابعًا: ظاهرات الإرساب |
| ١٥٧ | ١- ظاهرات الإرساب النهري |
| ١٥٧ | أ- المدرجات النهرية |
| ١٦٠ | ب- المراوح الفيضية |
| ١٦٧ | ٢- ظاهرات الإرساب البحري |
| ١٦٧ | أ- السبخات |
| ١٦٨ | ب- الشواطئ |
| ١٦٩ | ٣- ظاهرات الإرساب الريحي |
| ١٧٠ | ٤- هشيم المنحدرات |
| ١٧١ | خلاصة الفصل الرابع |
| ٢١٧-١٧٢ | الفصل الخامس: (الجيومورفولوجيا التطبيقية لوادى وسيط) |
| ١٧٣ | تمهيد |
| ١٧٣ | أولًا: المقومات الطبيعية المؤثرة في التنمية |
| ١٧٣ | ١- الصخور والرواسب السطحية |
| ١٧٣ | أ- أنواع الصخور |
| ١٧٤ | ب- الخامات المعدنية المرتبطة بالصخور |
| ١٨٠ | ٢- مصادر المياه |
| ١٨٠ | أ- المياه الجوفية |
| ١٨٥ | ب- المياه السطحية |
| ١٦٩ | ٣- الغطاء النباتي |
| ١٩٩ | ٤- الظاهرات الجيومورفولوجية |
| ٢٠٢ | ثانيًا: مجالات التنمية |
| ٢٠٢ | ١- التنمية التعدينية |
| ٢٠٢ | أ- أوجه الاستغلال الحالي |

| | |
|----------------|----------------------------------|
| ٢٠٦ | ب-مقترحات التنمية التعدينية |
| ٢٠٨ | ٢- التنمية الزراعية |
| ٢٠٨ | أ- أوجه التكيف والاستغلال الحالي |
| ٢١٠ | ب-مقترحات التنمية الزراعية |
| ٢١٤ | ٣- التنمية السياحية |
| ٢١٥ | ٤- التنمية العمرانية |
| ٢١٦ | ٥- مصادر الطاقة |
| ٢١٧ | خلاصة الفصل الخامس |
| الخاتمة | |
| ٢١٩ | أولاً: ملخص النتائج |
| ٢٢٠ | ثانياً: التوصيات |
| ٢٢١ | الملاحق |
| ٢٣٦ | المصادر والمراجع |
| ٢٣٧ | المصادر |
| ٢٣٩ | المراجع العربية |
| ٢٤٦ | المراجع الأجنبية |
| ١ | الملخص باللغة العربية |
| 2 | الملخص باللغة الإنجليزية |

ثانياً: فهرس الجداول

| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---------------------|--|--------|
| الفصل الأول | | |
| ١ | مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة | ٥ |
| ٢ | أعداد الصدوع وأطوالها في منطقة الدراسة | ٢٤ |
| الفصل الثاني | | |
| ٣ | المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للعناصر المناخية في منطقة الدراسة | ٤٠ |
| ٤ | فئات الارتفاعات ونسبها في منطقة الدراسة | ٥٢ |
| ٥ | درجات الانحدار ونسبها في منطقة الدراسة | ٥٣ |
| ٦ | اتجاهات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة | ٥٦ |
| الفصل الثالث | | |
| ٧ | المتغيرات المساحية لأحواض تصريف منطقة الدراسة | ٦٣ |
| ٨ | المتغيرات الشكلية لأحواض تصريف منطقة الدراسة | ٦٩ |
| ٩ | المتغيرات التضاريسية لأحواض تصريف منطقة الدراسة | ٧٦ |
| ١٠ | المساحة النسبية والارتفاع النسبي لحوض منطقة الدراسة | ٨٠ |
| ١١ | المتغيرات المورفومترية لشبكات تصريف أحواض منطقة الدراسة | ٨٤ |
| ١٢ | أعداد رُتب المجارى المائية وأطوالها لأحواض التصريف | ٨٧ |
| ١٣ | نسب التشعب في أحواض تصريف منطقة الدراسة | ٩٠ |
| ١٤ | مصفوفة العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض وشبكات تصريفها | ٩٨ |
| ١٥ | تصنيف المتغيرات المورفومترية حسب العوامل المورفومترية المؤثرة فيها | ١٠٠ |
| ١٦ | مصفوفة تشابه المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف | ١٠٢ |
| ١٧ | مجموعات أحواض التصريف | ١٠٣ |
| الفصل الرابع | | |
| ١٨ | الخصائص المورفومترية للحافات الصخرية في منطقة الدراسة | ١٠٨ |
| ١٩ | الخصائص المورفومترية للمروحة الفيضية الرئيسة | ١٦١ |
| ٢٠ | الخصائص الميكانيكية لرواسب المروحة الفيضية الرئيسة | ١٦٣ |
| ٢١ | الخصائص الكيميائية لرواسب المروحة الفيضية الرئيسة | ١٦٦ |
| ٢٢ | الخصائص المورفومترية لعدد من النباك | ١٧٠ |

| الفصل الخامس | | |
|--------------|--|-----|
| ٢٣ | مساحات أنواع الصخور ونسبها في منطقة الدراسة | ١٧٣ |
| ٢٤ | أنواع الصخور في منطقة الدراسة | ١٧٩ |
| ٢٥ | نسب المواد الصلبة المذابة بعيّنات المياه الجوفية | ١٨٤ |
| ٢٦ | طريقة حساب المتغيرات الهيدرولوجية | ١٨٨ |
| ٢٧ | المتغيرات الهيدرولوجية لأحواض التصريف | ١٨٩ |
| ٢٨ | درجات خطورة السيول في أحواض تصريف منطقة الدراسة | ١٩٠ |
| ٢٩ | إنتاج المحاجر المرخصة في جنوب سيناء عام ٢٠١٩ (ألف متر ^٣ /سنة) | ٢٠٥ |

ثالثاً: فهرس الأشكال والخرائط

| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---------------------|---|--------|
| المقدمة | | |
| ١ | موقع منطقة الدراسة | خ |
| ٢ | توزيع النقاط الشبكية المناخية | و و |
| ٣ | النقاط الشبكية المناخية في منطقة الدراسة | ح ح |
| ٤ | نموذج انتاج البيانات المناخية لمنطقة الدراسة | ط ط |
| ٥ | نموذج انتاج الخرائط المناخية لمنطقة الدراسة | ط ط |
| الفصل الأول | | |
| ٦ | توزيع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة | ٦ |
| ٧ | توزيع الصدوع والطيات في منطقة الدراسة | ٢٥ |
| ٨ | أعداد الصدوع واتجاهاتها في منطقة الدراسة | ٢٩ |
| ٩ | ثلاثي أبعاد الطية المقعرة "تال - وسيط" | ٣٠ |
| ١٠ | تطور توزيع اليابس والماء في منطقة الدراسة بداية من عصر الإيوسين | ٣٣ |
| الفصل الثاني | | |
| ١١ | المُعدّلات الشهرية لدرجة الحرارة | ٤١ |
| ١٢ | المُعدّلات الفصلية والسنوية لدرجات الحرارة العظمى | ٤٢ |
| ١٣ | المُعدّلات الفصلية والسنوية لدرجات الحرارة الصغرى | ٤٣ |
| ١٤ | المُعدّلات الشهرية لسرعة الرياح | ٤٤ |
| ١٥ | اتجاهات الرياح | ٤٥ |
| ١٦ | المُعدّلات الفصلية والسنوية للمطر | ٤٦ |
| ١٧ | المُعدّلات الفصلية والسنوية للرطوبة النسبية | ٤٧ |
| ١٨ | المُعدّلات الشهرية للتبخّر | ٤٨ |
| ١٩ | المثلثات غير المنتظمة | ٥٠ |
| ٢٠ | فئات الارتفاعات | ٥١ |
| ٢١ | درجات الانحدارات | ٥٣ |
| ٢٢ | اتجاهات الانحدارات | ٥٦ |
| ٢٣ | القطاعات الطبوغرافية | ٥٧ |
| ٢٤ | القطاع الطبوغرافي الأول | ٥٨ |
| ٢٥ | القطاع الطبوغرافي الثاني | ٥٨ |

الفصل الثالث

| | | |
|----|---|-----|
| ٢٦ | أحواض التصريف | ٦٢ |
| ٢٧ | توزيع فئات مساحات أحواض التصريف | ٦٤ |
| ٢٨ | توزيع فئات أطوال أحواض التصريف | ٦٥ |
| ٢٩ | توزيع فئات أقصى عرض أحواض التصريف | ٦٦ |
| ٣٠ | توزيع فئات محيط أحواض التصريف | ٦٧ |
| ٣١ | توزيع فئات نسبة استطالة أحواض التصريف | ٧٠ |
| ٣٢ | توزيع فئات نسبة استدارة أحواض التصريف | ٧١ |
| ٣٣ | توزيع فئات نسبة شكل أحواض التصريف | ٧٢ |
| ٣٤ | توزيع فئات اندماج أحواض التصريف | ٧٣ |
| ٣٥ | توزيع فئات انبعاث أحواض التصريف | ٧٤ |
| ٣٦ | توزيع فئات تضاريس أحواض التصريف | ٧٥ |
| ٣٧ | توزيع فئات نسبة تضرس أحواض التصريف | ٧٧ |
| ٣٨ | توزيع فئات التضاريس النسبية لأحواض التصريف | ٧٨ |
| ٣٩ | المنحنى الهيسومتري لحوض تصريف منطقة الدراسة | ٨٠ |
| ٤٠ | أشكال المنحنى الهيسومتري للأودية | ٨١ |
| ٤١ | قيَم التكامل الهيسومتري لأحواض التصريف | ٨١ |
| ٤٢ | توزيع فئات درجة الوعورة لأحواض التصريف | ٨٢ |
| ٤٣ | أعداد الرتب المائية لأحواض التصريف | ٨٣ |
| ٤٤ | توزيع رُتب المجاري المائية لأحواض التصريف | ٨٥ |
| ٤٥ | توزيع فئات أعداد المجاري المائية في أحواض التصريف | ٨٦ |
| ٤٦ | توزيع فئات أطوال المجاري المائية في أحواض التصريف | ٨٨ |
| ٤٧ | توزيع فئات نسبة التشعب في أحواض التصريف | ٨٩ |
| ٤٨ | توزيع فئات كثافة تصريف الأحواض | ٩١ |
| ٤٩ | توزيع فئات تكرارية المجاري المائية لأحواض التصريف | ٩٢ |
| ٥٠ | توزيع فئات بقاء المجاري المائية لأحواض التصريف | ٩٣ |
| ٥١ | توزيع فئات النسيج الطبوغرافي لأحواض التصريف | ٩٥ |
| ٥٢ | أنماط التصريف في منطقة الدراسة | ٩٦ |
| ٥٣ | عناقيد أحواض التصريف | ١٠١ |

| | | |
|---------------------|--|----|
| ١٠٤ | التوزيع العنقودي لأحواض التصريف | ٥٤ |
| الفصل الرابع | | |
| ١٠٧ | الظواهرات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة | ٥٥ |
| ١١٠ | مورفولوجية الحافة الصدعية الغربية في كتلة حمام فرعون | ٥٦ |
| ١١١ | الحافة الصدعية في أعالي الديرة | ٥٧ |
| ١١٢ | الحافة الصدعية بكتلة كرير | ٥٨ |
| ١١٣ | الخصائص المورفولوجية لحافة كرير | ٥٩ |
| ١١٥ | حافة كويستا حمام فرعون | ٦٠ |
| ١١٦ | حافات كويستات أبو اللصف الأوسط ووسط الديرة | ٦١ |
| ١٢١ | القطاع الطبوغرافي للحوض البُنوي في أعالي الديرة | ٦٢ |
| ١٢٤ | القطاع الطولي لمجرى وادي الدنيلي | ٦٣ |
| ١٢٦ | القطاع الطولي لمجرى وادي وسيط | ٦٤ |
| ١٢٦ | المنعطف الصدعي بمجرى وادي وسيط | ٦٥ |
| ١٣٢ | خانق القطاع الأدنى من وادي وسيط | ٦٦ |
| ١٣٦ | مصب وادي شرق الحمام | ٦٧ |
| ١٤٨ | الجزر الصخرية في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية | ٦٨ |
| ١٥٤ | الرؤوس والخلجان البحرية في منطقة الدراسة | ٦٩ |
| ١٦١ | الظواهرات الجيومورفولوجية في النطاق الغربي من منطقة الدراسة | ٧٠ |
| ١٦٤ | نسب حجم الرواسب في المروحة الفيضية الرئيسية | ٧١ |
| الفصل الخامس | | |
| ١٧٥ | مقومات التنمية في منطقة الدراسة | ٧٢ |
| ١٨١ | توزيع الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه الجوفية | ٧٣ |
| ١٨٥ | نسب المواد الصلبة المُذابة بالمياه الجوفية في منطقة الدراسة | ٧٤ |
| ١٨٧ | توزيع بيانات أقصى كمية مطر سقطت في اليوم الواحد(مم) في أحواض التصريف | ٧٥ |
| ١٩٢ | أخطار السيول في منطقة الدراسة | ٧٦ |
| ١٩٧ | توزيع الغطاء النباتي في منطقة الدراسة | ٧٧ |
| ٢٠٣ | المناجم والمحاجر في منطقة الدراسة | ٧٨ |
| ٢٠٧ | أنسب المناطق لإنشاء مجمعات صناعية تعدينية | ٧٩ |

| | | |
|-----|--|----|
| ٢٠٩ | تواجد العمران فوق الجزر الرملية في منطقة الدراسة | ٨٠ |
| ٢١١ | موقع السد المقترح في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٨١ |
| ٢١٢ | موقع السد المقترح في القطاع الأعلى من وادي وسيط | ٨٢ |
| ٢١٣ | موقع السد المقترح في القطاع الأوسط من وادي وسيط | ٨٣ |
| ٢١٣ | موقع السدود المقترحة في القطاع الأدنى من وادي وسيط | ٨٤ |
| ٢١٤ | القرى والمنتجعات السياحية | ٨٥ |

رابعاً: فهرس الصور والبانورامات

| الرقم | العنوان | الصفحة |
|---------------------|--|--------|
| الفصل الأول | | |
| ١ | التكوينات الجيولوجية في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٧ |
| ٢ | الحجر الجيري البني المائل للاصفرار بتكوين وطا في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٧ |
| ٣ | تكوين وطا في القطاع الأعلى من وادي الدريرة | ٨ |
| ٤ | طبقة مارل بتكوين وطا في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٨ |
| ٥ | تكوين مطلة بالقطاع الأدنى من وادي الدريرة | ٩ |
| ٦ | موقع محجر الرخام في تكوين مطلة في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ١٠ |
| ٧ | تكوين ضوي في القطاع الأدنى من وادي اللغب | ١١ |
| ٨ | تكوين سدر في واجهة حافة كيرير الصدعية | ١٢ |
| ٩ | تكوين عُجمة في القطاع الأعلى من وادي الدريرة | ١٣ |
| ١٠ | تكوين دارات في القطاع الأعلى من وادي الحمام | ١٤ |
| ١١ | تكوين سمالوط في القطاع الأدنى من وادي الدنيلي | ١٥ |
| ١٢ | تكوين سمالوط في القطاع الأعلى من وادي وسيط | ١٥ |
| ١٣ | الحجر الجيري الدولوميتي في تكوين سمالوط بالقطاع الأعلى من وادي وسيط | ١٦ |
| ١٤ | البنية المائلة في صخور تكوين سمالوط بالقطاع الأدنى من وادي وسيط | ١٦ |
| ١٥ | التكوينات الجيولوجية في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية | ١٨ |
| ١٦ | البنية المائلة لتكوين تنكة في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية | ١٩ |
| ١٧ | تكوين طيبة في القطاع الأدنى من وادي التلعة | ١٩ |
| ١٨ | تكوينات طيبة وتنكة في القطاع الأدنى من وادي التلعة | ٢٠ |
| ١٩ | تكوين نُخل في القطاع الأعلى من وادي أم بعثران | ٢١ |
| ٢٠ | تكوين أبو رديس في القطاع الأدنى من وادي الدنيلي | ٢٢ |
| ٢١ | الرواسب الوديانية في القطاع الأوسط من وادي وسيط | ٢٣ |
| ٢٢ | إزاحة الطبقات الكريتاسية في القطاع الأدنى من وادي أم صورة | ٢٦ |
| ٢٣ | الفواصل في منطقة الدراسة | ٣١ |
| الفصل الرابع | | |
| ٢٤ | تشكيل الحافة الصدعية في كتلة حمام فرعون | ١٠٩ |

| | | |
|----|---|-----|
| ٢٥ | التعرية والتراجع الخلفي في حافة حمام فرعون الصدعية | ١٠٩ |
| ٢٦ | الملامح الجيومورفولوجية للحافة الصدعية في أعالي الدريرة | ١١١ |
| ٢٧ | شاهد التراجع الخلفي لحافة كرير | ١١٣ |
| ٢٨ | وادي النقب بظهر كويستا حمام فرعون | ١١٥ |
| ٢٩ | الحد الجنوبي لحافة كويستا أبو اللصف الأوسط | ١١٧ |
| ٣٠ | العمليات الجيومورفولوجية الخارجية بحافة كويستا أبو اللصف الأوسط | ١١٧ |
| ٣١ | الملامح الجيومورفولوجية بواجهة حافة كويستا وسط الدريرة | ١١٩ |
| ٣٢ | بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بظهر كويستا وسط الدريرة | ١١٩ |
| ٣٣ | التتابع الطبقي لحافة الهيالة الصدعية | ١٢١ |
| ٣٤ | الحافات الصدعية الغربية للحوض البنيوي في أعالي الدريرة | ١٢٢ |
| ٣٥ | الغطاء النباتي في قاع الحوض البنيوي في أعالي الدريرة | ١٢٢ |
| ٣٦ | الحد الشمالي للحوض البنيوي في أعالي وسيط | ١٢٣ |
| ٣٧ | الحدود الجنوبية الشرقية للحوض البنيوي في أعالي وسيط | ١٢٣ |
| ٣٨ | وادي الدنيلي الصدعي | ١٢٥ |
| ٣٩ | نقطة تجديد في وادي الدنيلي | ١٢٥ |
| ٤٠ | المدخل الشمالي الشرقي بخانق الدريرة | ١٢٨ |
| ٤١ | المصب الكأسي بخانق الدريرة | ١٢٨ |
| ٤٢ | التقويض السُّفلي في الجانب الشمالي بخانق الدريرة | ١٢٩ |
| ٤٣ | أحد مصبات الروافد الخانقية بالجانب الجنوبي من خانق الدريرة | ١٢٩ |
| ٤٤ | التقاء الحافات الصدعية في خانق الدريرة | ١٣٠ |
| ٤٥ | المدرجات الصخرية في خانق الدريرة | ١٣٠ |
| ٤٦ | المدخل الشرقي لخانق وسيط | ١٣٢ |
| ٤٧ | وادي غرب النقب | ١٣٢ |
| ٤٨ | الظاهرات الجيومورفولوجية في مصب وادي غرب النقب | ١٣٣ |
| ٤٩ | المدرجات الصخرية في خانق وسيط | ١٣٣ |
| ٥٠ | المنعطفات النهرية في خانق وسيط | ١٣٤ |
| ٥١ | الكتل الجيرية في قاع خانق وسيط | ١٣٤ |
| ٥٢ | التقويض السُّفلي في خانق وسيط | ١٣٥ |
| ٥٣ | التفكك الكتلي بتكوين وطا بظهر كويستا وسط الدريرة | ١٣٨ |

| | | |
|-----|---|----|
| ١٣٩ | التفلق الصخري في القطاع الأدنى من وادي التلعة | ٥٤ |
| ١٣٩ | التقشر الصخري في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٥٥ |
| ١٤٠ | الانفراط الحُببي في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٥٦ |
| ١٤١ | التافوني في الصخور الرملية بتكوين نُحْل بالقطاع الأدنى بوادي وسيط | ٥٧ |
| ١٤٢ | الرصيف الجيري بتكوين مطلة بالسفح الشرقي لوادي أبو اللصف | ٥٨ |
| ١٤٣ | حزوز الرصيف الجيري في وادي أبو اللصف | ٥٩ |
| ١٤٣ | الرصيف الجيري بظهر كويستا وسط الدريرة | ٦٠ |
| ١٤٤ | الحفرة الوعائية بالرصيف الجيري في خانق وسيط | ٦١ |
| ١٤٤ | ظاهرة البوجاز بالرصيف الجيري في خانق وسيط | ٦٢ |
| ١٤٥ | ممر الإذابة بالرصيف الجيري في خانق وسيط | ٦٣ |
| ١٤٦ | التجوية البيولوجية الحيوانية في القطاع الأوسط من وادي وسيط | ٦٤ |
| ١٤٩ | الكتل الجيرية المتقطعة في القطاع الأدنى من وادي الحويش | ٦٥ |
| ١٤٩ | الكتل الرملية المتقطعة في القطاع الأوسط من وادي وسيط | ٦٦ |
| ١٤٩ | قارة رملية في القطاع الأوسط من وادي وسيط | ٦٧ |
| ١٥٠ | حفرة وعائية بجير سمالوط في القطاع الأدنى من وادي غرب النقب | ٦٨ |
| ١٥١ | حفرة وعائية بجير مطلة في القطاع الأوسط من وادي الدريرة | ٦٩ |
| ١٥١ | التقويض السفلي في القطاع الأدنى من وادي أبو الخطوط | ٧٠ |
| ١٥٢ | التقويض السفلي في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية | ٧١ |
| ١٥٣ | الجروف والأرصعة البحرية في منطقة عيون حمام فرعون | ٧٢ |
| ١٥٣ | التجوية الكيميائية بصخور الرصيف البحري | ٧٣ |
| ١٥٥ | إحدى البحيرات الساحلية | ٧٤ |
| ١٥٦ | عيش الغراب في القطاع الأعلى من وادي وسيط | ٧٥ |
| ١٥٨ | المصاطب النهرية بالفئة الأولى | ٧٦ |
| ١٥٩ | المصاطب النهرية بالفئة الثانية | ٧٧ |
| ١٥٩ | المصاطب النهرية بالفئة الثالثة | ٧٨ |
| ١٦٢ | المجرى الرئيس بالمروحة الفيضية | ٧٩ |
| ١٦٢ | أسطح الرواسب في المروحة الفيضية الرئيسة | ٨٠ |
| ١٦٧ | القشرة الملحية الرقيقة بسطح السبخة الساحلية في منطقة الدراسة | ٨١ |
| ١٦٨ | ظاهرة النباك بسطح السبخة الساحلية | ٨٢ |

| | | |
|---------------------|---|-----|
| ١٦٨ | أشكال الشواطئ في منطقة الدراسة | ٨٣ |
| ١٦٩ | عدد من النّباك في منطقة الدراسة | ٨٤ |
| الفصل الخامس | | |
| ١٧٨ | رواسب خام الذهب | ٨٥ |
| ١٨٣ | الآبار | ٨٦ |
| ١٨٣ | العين الرئيسة بالعيون الحارة في كتلة حمام فرعون | ٨٧ |
| ١٩٣ | طريق حمام فرعون في جنوب غرب وادي غرب الحمام | ٨٨ |
| ١٩٣ | طريق حمام فرعون في غرب وادي غرب الحمام | ٨٩ |
| ١٩٤ | طريق وادي وسيط القديم في مصب وادي لغب أم نعجة | ٩٠ |
| ١٩٤ | ردم الآبار القديمة في القطاع الأوسط من وادي الدريّة | ٩١ |
| ١٩٥ | أثر أخطار السيول على محجر الرواسب الوديانية في القطاع الأوسط من وادي وسيط | ٩٢ |
| ١٩٥ | أثر أخطار السيول على محجر الرواسب الوديانية في القطاع الأدنى من وادي وسيط | ٩٣ |
| ١٩٧ | أشجار السنط في القطاع الأدنى من وادي أم صورة | ٩٤ |
| ١٩٨ | نبات اللصف في القطاع الأدنى من خانق الدريّة | ٩٥ |
| ١٩٨ | نبات الرّتمة في القطاع الأدنى من وادي أبو الخطوط | ٩٦ |
| ١٩٩ | نبات البُرْبُيط في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية | ٩٧ |
| ٢٠١ | المنشآت العمرانية في حضيض كتلة حمام فرعون | ٩٨ |
| ٢٠٩ | مخزّات السيول | ٩٩ |
| ٢١٠ | الخزان الصناعي في القطاع الأدنى من وادي وسيط | ١٠٠ |
| ٢١٥ | تدهور نطاق شاطئ حمام فرعون | ١٠١ |

المقدمة

تأسس علم الجيومورفولوجيا على يد العالم الأمريكي وليم موريس دافيز عام ١٨٥٠م (أبو العينين، ١٩٩٥)، وهو علمٌ يهتم بدراسة أشكال سطح الأرض المختلفة من حيث العوامل والعمليات المؤثرة في تشكيلها (Marston, 1989)، ويرجع تفسير تلك العمليات إلى أفكار الجغرافيين القدامى بداية من الإغريق والرومان، الذين توصلوا إلى أن سبب نشأة الأشكال الأرضية تعرّض سطح الأرض لعمليات باطنية جيولوجية، وأخرى سطحية مناخية (Hugget, 2011).

ومن تلك الأشكال الأرضية حوض التصريف المائي الذي يتمثل في جميع الأراضي المحيطة بمجره، تجري فيها المياه السطحية أو الجوفية، ويحجز خط تقسيم المياه بينه وبين الأحواض المجاورة (الدليمي، ٢٠٠٠)، وتتقسم أحواض التصريف تبعاً لانسيابية المياه السطحية إلى: أحواض خارجية، وداخلية، وجوفية (تراب، ٢٠١١).

وتكمن أهمية الدراسات الجيومورفولوجية للأودية في المناطق الجافة وشبه الجافة في تحديد العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في نشأتها، والتوزيع الجغرافي لظواهرها، وإجراء التحليلات المورفومترية لأحواض التصريف وشبكاتها؛ للكشف عن نتائج تأثير الأشكال الجيومورفولوجية على النشاط البشري (أبو العينين، ١٩٩٥).

وهدفَت الدراسة الحالية إلى معرفة الخصائص الجيومورفولوجية لحوض وادي وسيط وشبكة تصريفه في شبه جزيرة سيناء؛ باستخدام الجيوماتكس، الذي يُعد أسلوباً متكامل مُتعدد التخصصات، مُختلف الأجهزة والتقنيات؛ لجمع المعلومات المكانية، وتخزينها، ومعالجتها، وتحليلها، وعرضها في صورة رقمية (داود، ٢٠١٤).

واستُخدم أسلوب الجيوماتكس في عديدٍ من الدراسات الجيومورفولوجية، مثل: دراسة (El Shewiy, 2022) عن مخاطر الكُثبان الرملية الطولية على التنمية الزراعية في منطقة بحيرات قناة السويس، ودراسة (Ikirri et al., 2022) عن دور الجيوماتكس في دراسة هيدرولوجية حوض وادي تاجوينيت بالمغرب، ودراسة (Waghmare, Panhalkar, 2022) عن التحليل المورفومتري لعدة أحواض في العراق، ودراسة (أبو حديد، ٢٠٢٠) عن دراسة جيومورفولوجية جزيرة أرمنت بالنيل في قطاع إسنا- نجع حمادي، ودراسة (دياب، ٢٠٢١) عن الخصائص الجغرافية الطبيعية لهضبة الجلالة البحرية، وغيرها. وتعتمد تلك الدراسات على الجيوماتكس؛ لإعطاء نتائج دقيقة، وتقليل الوقت والجهد الناتجين عن الأسلوب اليدوي التقليدي خاصة فيما يتعلق بالعمل الميداني.

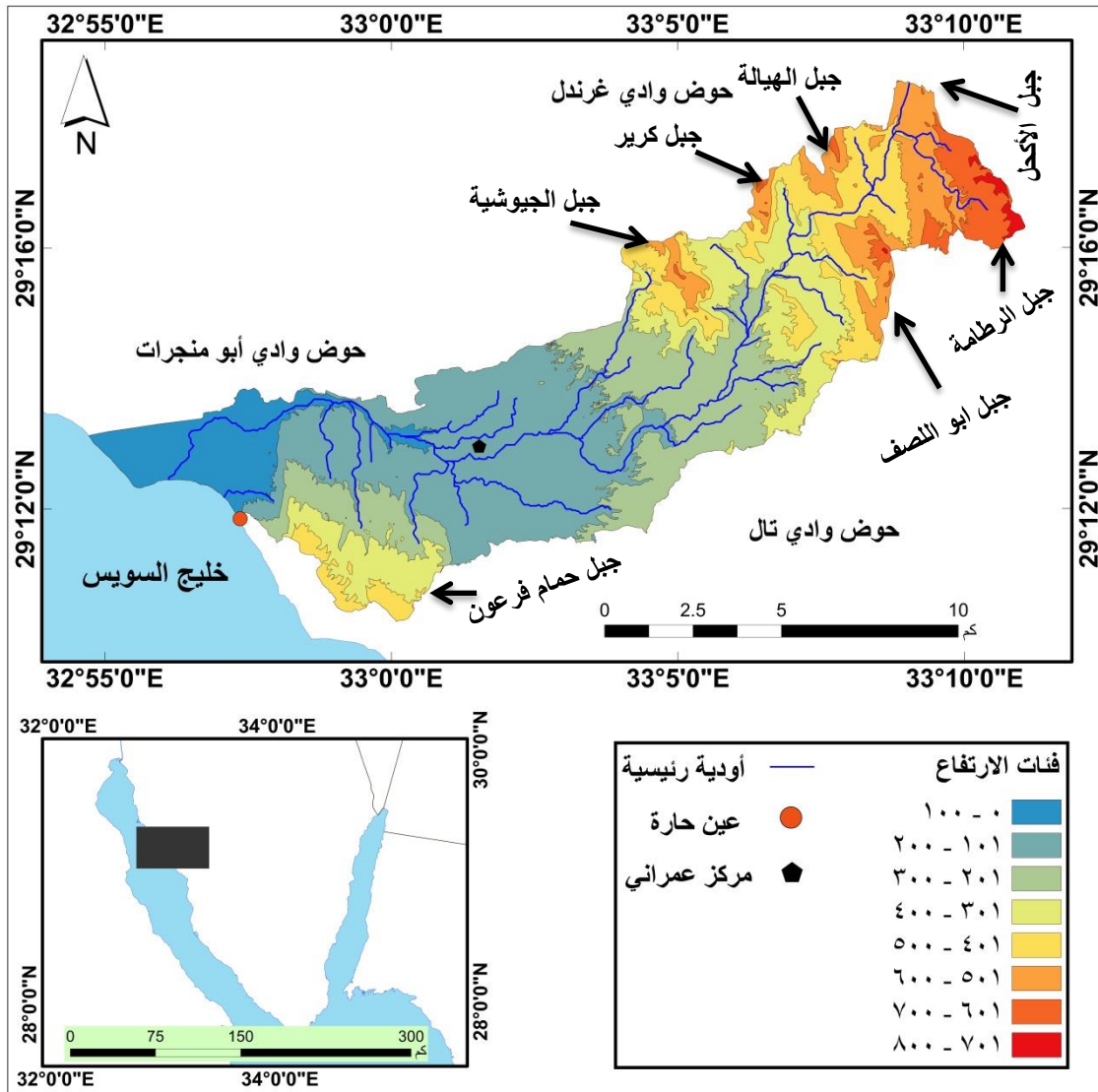
أولاً: منطقة الدراسة:

تنتهي منطقة الدراسة إلى غرب القطاع الأوسط في شبه جزيرة سيناء، الذي يمتد بين مدينة الطور جنوباً والسويس شمالاً، ويحده من الشرق حافات هضبتي العُجمة جنوباً والتيه شمالاً، وتتمثل السفوح الغربية لتلك الحافات في عدة أودية مُحددة جهة خليج السويس الصدعي، منها وادي وسيط الذي تُشرف حدوده الشرقية على بعض الكُتل الجبلية في المنحدر الغربي لهضبة التيه، مثل: جبل صاليا (١١٨م)، وجبل رأس وطأة (١٠٩٣م)، وجبل عنيزة (١٠٥٣م)، وجبل رأس أم مغرب (٩٣٠م)، وجبل حديب الجمال (٨٩٧م). ويقل ارتفاع تلك المرتفعات تدريجياً من الجنوب إلى الشمال؛ لتسامتها مع الانحدار العام لهضبة التيه.

ويحد منطقة الدراسة من الشمال والشمال الشرقي وادي غرندل، الذي ينبع من مرتفعات الحافة الغربية لهضبة التيه (جبل رأس وطأة، جبل عنيزة)، وتبدأ حدودها الشرقية بالاتجاه غرب جبل عنيزة لمسافة ١٨,٧ كم حتى جبل الرطامة (٨٨٢م)، ويظهر جبل الأكحل في شمال غرب الرطامة لمسافة ٨,٥ كم بالتسامت مع امتداد مُقَسِّم المياه الشرقي لمنطقة الدراسة، ويحدها من الجنوب وادي تال الذي ينبع من جبل رأس الحميطية (٨٨٢م) شرقاً، ويصب في خليج السويس غرباً، ويحدها وادي أبو منجرات من الشمال الغربي، الذي ينبع من جبل الجيوشية (٦٣٥م)، ويصب في خليج السويس، ويحدها من الغرب كتلة حمام فرعون الصدية (٤٩٤م)، التي تُشرف على الخليج مباشرة بواجهة جرفية في معظم نطاقاتها (الخرائط الطبوغرافية مُعددة المقاييس).

وتمتد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ١٧ ١٠ ٢٩° و ١٧ ٥٣, ١٨ ٢٩° شمالاً، وبين خطي طول ٤, ٩٠ ١١ ٣٣° و ٥٤ ٥٩ ٣٢° شرقاً، وتبلغ مساحتها ١٢٨ كم^٢. ويتمثل مُقَسِّم مياهها في عدة كُتل جبلية تُحيط بها، مثل: الأكحل وكُرير والجُوشية شمالاً، وأبو اللصف جنوباً، وحافة الأكحل - الرطامة شرقاً، وحمام فرعون غرباً (شكل رقم ١).

وتنتهي منطقة الدراسة إدارياً إلى محافظة جنوب سيناء، وتقع على بعد ٢٠ كم شمال مدينة أبو زنيمة، و ٤٠ كم جنوب مدينة رأس سدر، ويتركز سكانها في بطن الوادي بإجمالي ٦٣ نسمة (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد العام للسكان، محافظة جنوب سيناء، ٢٠١٧). وسُمِّي وادي وسيط بهذا الاسم؛ لأنه يتوسط طريق الرحلات التجارية قديماً فيما بين الطور جنوباً والسويس شمالاً، حيث كانت تتخذ القوافل مكاناً للراحة واستعادة نشاطهم لاستكمال الرحلة.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٢٥٠٠٠، نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، الصورة الجوية (ESRI)، الدراسة الميدانية.

(شكل رقم ١) موقع منطقة الدراسة

ثانياً: أسباب اختيار منطقة الدراسة وموضوعها:

تتمثل أسباب اختيار منطقة الدراسة، وموضوعها في الآتي:

١- لم تحظ المنطقة بدراسة جيومورفولوجية خاصة بها، مع وجودها ضمن دراسات سابقة في قطاع غرب وسط سيناء.

٢- توفر مصادر البيانات التي اعتمدت عليها الدراسة، مثل: الخرائط الجيولوجية، والخرائط الطبوغرافية، والمرئيات الفضائية، ونماذج الارتفاعات الرقمية، وقواعد البيانات المناخية الشبكية العالمية، وإمكانية التجول الميداني.

٣- وجود تقنيات الجيوماتكس التي ساعدت كثيرًا في معالجة البيانات وتحليلها وإخراجها، ووفّرت الوقت والجهد والتكلفة؛ خاصّة فيما يتعلق بالعمل الميداني.

ثالثًا: مشكلة الدراسة وتساؤلاتها:

- تتمثل مشكلة الدراسة في تساؤل رئيس، هو: ما هي الخصائص الجيومورفولوجية لوادي وسيط؟ ويندرج تحت هذا التساؤل عدة تساؤلات فرعية، هي:-
- ١- ما هي العوامل المؤثرة في نشأة وادي وسيط وتشكيله؟
 - ٢- ما هي المتغيرات المورفومترية المؤثرة في درجة تباين أحواض وادي وسيط وشبكات تصريفها؟
 - ٣- ما هي الظاهرات الجيومورفولوجية في وادي وسيط؟
 - ٤- هل توجد أخطار جيومورفولوجية في وادي وسيط؟
 - ٥- هل تحظى المنطقة بإمكانات طبيعية تنموية؟
 - ٦- كيف يُمكن الاعتماد على تطبيقات الجيوماتكس في دراسة المنطقة جيومورفولوجيًا؟

رابعًا: الدراسات السابقة:

تتعلق الدراسات السابقة بموضوع الدراسة ومكانها، وقُسمت إلى ما يلي:-

١- الدراسات الجغرافية:

- دراسة (العوضي، ١٩٩٣): عن جيومورفولوجية إقليم الساحل الشرقي لخليج السويس، هدفت إلى تحديد أهم الخصائص الجيومورفولوجية للإقليم، مثل: طبيعة العوامل والعمليات الجيومورفولوجية، والأشكال الناتجة عنهما، ودراسة الجوانب التطبيقية للجيومورفولوجيا في المنطقة. وكشفت الدراسة عن قلة السكان في المنطقة؛ مما ساعد على ضعف استغلال مواردها الطبيعية.
- دراسة (حجازي، ١٩٩٥): عن الجيومورفولوجيا البيئية وتقويم الأراضي لمنطقة شرق خليج السويس - سيناء - مصر. هدفت إلى دراسة أخطار السيول التي تؤثر على ثروات المنطقة ومنشأتها العمرانية. واعتمدت على صور الأقمار الصناعية الأمريكية لاندسات (TM)، وعولجت البيانات إلكترونياً. وأسفرت عن تحديد أحواض التصريف في المنطقة، ودرجات خطورة جريانها المائي السطحي.
- دراسة (النجار، ٢٠٠٣): عن جيومورفولوجية سهل المرخا جنوب غرب سيناء بتطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، هدفت إلى توضيح أهم الخصائص الطبيعية للمنطقة، وإبراز أهم الملامح الجيومورفولوجية، وإجراء دراسة مورفومترية لأحواض التصريف وشبكتها، ورسم خريطة الوحدات الجيومورفولوجية والجيولوجية؛ اعتمادًا على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، كما ركّزت الدراسة على تحديد أهم جوانب

الجيومورفولوجيا التطبيقية. ومن أهم نتائجها: تباين الأشكال الجيومورفولوجية بين ظاهرات نحت وأخرى إرساب، وتعد الجروف وأرصفة النحت البحري من أبرز الظاهرات البحرية، بينما الألسنة البحرية من أهم ظاهرات الإرساب البحري، والمراوح الفيضية من أبرز ظاهرات الإرساب القاري، كما أوضحت الدراسة عدم الاستغلال الاقتصادي للموارد بالرغم من غناها.

- **دراسة (مشاضي، ٢٠٠٥):** عن الأخطار الجيومورفولوجية على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين وادي لهامة شمالاً والخشبي جنوباً، هدفت إلى دراسة أهم الأخطار الجيومورفولوجية التي تتعرض لها المنطقة، وتحديد العوامل والعمليات المؤثرة فيها، ورسم خريطة لتلك الأخطار. وتبين من النتائج أن أكبر الأحواض من حيث كمية المياه الساقطة حوض وادي فيران، بينما أقلها حوض وادي الخشبي، وتتعرض المنطقة لخطر حركة المواد بأشكالها المختلفة، مثل: التساقط الصخري، والانزلاقات الصخرية، وزحف الهشيم، خاصة في المنحدرات شديدة الانحدار، وتكمن خطورتها في وقوع مراكز استقرار بشري بالقرب من تلك المنحدرات أو عند أقدامها.

- **دراسة (غلاب، ٢٠٠٦):** عن جيومورفولوجية منطقة جبل حمام فرعون، هدفت إلى توضيح الخصائص الجيومورفولوجية التي تتميز بها المنطقة، وتحديد العوامل المسؤولة عن تشكيلها، ودراسة الخصائص المورفومترية للمنحدرات، وتحديد الخصائص المورفولوجية للأحواض وشبكات تصريفها؛ للتعرف إلى مراحلها التطورية، وإنتاج خريطة جيومورفولوجية للمنطقة وبعض أجزائها. واستخدمت الدراسة تقنية نظم المعلومات الجغرافية. ومن أهم نتائجها: وجود دور كبير للعوامل الجيولوجية في تشكيل مورفولوجية المنطقة، وأن عمليات التجوية بنوعها إحدى العمليات الرئيسة المسؤولة عن تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية، وإنتاج خريطة للظاهرات الجيومورفولوجية البنيوية، وإنشاء اثنتي عشرة خريطة جيومورفولوجية تفصيلية لمواقع الدراسة الميدانية، كما تبين أن نشأة خط الساحل نشأة صدعية، وأن الشواطئ الحصوية سائدة على ساحل المنطقة.

- **دراسة (حسن، ٢٠٠٧):** عن جيومورفولوجية المراوح الفيضية بالساحل الشرقي لخليج السويس، هدفت إلى دراسة توزيع المراوح الفيضية، ورسم خريطة جيومورفولوجية لها، وتحليل بعض العلاقات المورفومترية للأودية التي تنتهي بمراوح فيضية، ورسم خريطة التطور الجيومورفولوجي للمراوح الفيضية، وإعطاء صورة واقعية عن الأخطار الجيومورفولوجية التي تتعرض لها المنطقة. واستخدمت الدراسة تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. ومن أهم نتائجها إنتاج خرائط جيومورفولوجية للمراوح الفيضية، ووجود عجز في الميزانية المائية؛ نتيجة ارتفاع معدلات التبخر بدرجة تفوق كمية الجريان السطحي، وزيادة معدلات التسرب خلال مسام التربة؛ بسبب خشونة سطح المراوح الفيضية.

- **دراسة (قاقة، ٢٠١٠):** عن المنحدرات الجبلية المطلّة على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس خليج السويس و رأس أبو زنيمة، هدفت إلى الدراسة الجيومورفولوجية للمنحدرات؛ من خلال دراسة الخصائص الجيولوجية والليثولوجية للتكوينات الصخرية، والخصائص المناخية والملايح التضاريسية، وإجراء التحليل الكارتوجرافي للخريطة الكنتورية، والقطاعات الطولية والعرضية للأودية، والتحليل المورفومتري للمنحدرات، وتحليل زوايا الانحدار ومعدلات التقوس، وأشكال المنحدرات والعوامل المؤثرة في تشكيلها وتطورها، وتحديد الأشكال الجيومورفولوجية المرتبطة بالمنحدرات. وكشفت الدراسة عن إمكانات التنمية المرتبطة بـجيومورفولوجية المنطقة.
- **دراسة (شليبي، ٢٠١٣):** عن الأشكال الجيومورفولوجية الناجمة عن النحت البحري على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس الكنيسة جنوباً ورأس مسلة شمالاً، هدفت إلى دراسة الظواهرات الجيومورفولوجية التي تشكلت بفعل عملية النحت البحري، باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. ومن أهم نتائجها: الكشف عن دور النحت البحري في تشكيل الجروف البحرية والرؤوس والخلجان البحرية، وأنّ منطقتي رأس الدهيسة ورأس سدر أكثر المناطق تعرضاً لخطورة النحت البحري، بينما قطاعات مناطق رأس مطارمة، ورأس ليجة، ورأس ملعب، وحمام فرعون، وأبو زنيمة، وأبورديس، وخليج البلاعيم، وأبوصيرة، والطور، ورأس راية قليلة الخطورة.
- **دراسة (أبو اليزيد، ٢٠١٦):** عن تقييم أخطار السيول في بعض أحواض شرق خليج السويس، هدفت للتعرف إلى الخصائص الهيدروجيومورفولوجية للمنطقة من خلال دراسة طبيعة المنطقة الجيولوجية، والمناخية، والتضاريسية، وخصائص التربة، والنبات الطبيعي، والنماذج الهيدرولوجية. واعتمدت على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد. ومن أهم نتائجها تقدير حجم الجريان السطحي، وتحديد درجات خطورة السيول، وإنتاج خريطة هيدروجيومورفولوجية للأحواض.
- **دراسة (إسماعيل، ٢٠١٧):** عن جيومورفولوجية الخلجان بالساحل الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس خليج السويس شمالاً وحتى رأس محمد جنوباً، هدفت إلى دراسة الخصائص الجيولوجية والتضاريسية والمناخية للخلجان البحرية، وتحديد العوامل المؤثرة في نشأتها، وتصنيفها من حيث عوامل النشأة، ودراسة الظواهرات الجيومورفولوجية التي تحويها تلك الخلجان. وكشفت الدراسة عن الاستفادة من الخلجان البحرية في تنمية القطاع السياحي.

٢- الدراسات غير الجغرافية:

- دراسة (Ball, 1916): عن الخصائص الجيولوجية والطبقية في غرب القطاع الأوسط من شبه جزيرة سيناء. هدفت إلى المسح الجيولوجي الحقلية للمنطقة. واعتمد الباحث على الميدان كمصدر أساسي للبيانات. وكشفت الدراسة عن الخصائص الجغرافية للمنطقة، المتمثلة في: الموقع والامتداد، والوحدات الجيولوجية والطبوغرافية، والهيدروجيا، والمناخ، والنبات، والحيوان، والمُنتجات المعدنية، والوديان، والسكان.
- دراسة (Moustafa, Abdeen, 1992): عن الخصائص البنيوية لكتلة حمام فرعون في شرق خليج السويس، هدفت إلى تفسير الاتجاهات المختلفة لحافات كتلة حمام فرعون من خلال تأثرها بالصدوع والطيات. ومن أهم نتائجها تأثر اتجاهات تلك الحافات بحركة تصدع قبل ترسيب تكوينات نُحْل ورديس، وحركة أخرى بعد ترسيب هذه التكوينات، خلال عصر الميوسين الأسفل.
- دراسة (سميط، ١٩٩٣): عن طباقية وأحافير بعض تتابعات السينومائي في وسط غرب سيناء - مصر. وهدفت إلى التعرف على المتكونات الصخرية المنكشفة، التابعة للعصر السينومائي، في المنطقة الممتدة بين وادي أبو جعدة شمالاً ووادي فيران جنوباً، بالإضافة إلى التعرف على المحتوى الأحفوري لهذه الصخور، والظروف البيئية التي كانت سائدة أثناء الترسيب، وكذلك استنباط التاريخ الجيولوجي للمنطقة في تلك الفترة. وأسفرت النتائج على انتماء هذه الصخور إلى تكويني الراحة وأبو جعدة، واحتواء المنطقة على ٦٩ نوعاً من الأحافير الكبيرة.
- دراسة (الشربيني، ١٩٩٥): عن التقييم التكويني للمتغيرات البتروفيزيكية لمكون الروديس بالمنطقة البحرية غرب طور بخلج السويس. هدفت إلى التنقيب عن الهيدروكربونات في منطقة الدراسة. واعتمدت على خرائط سُمْك التكوينات الجيولوجية، وخرائط الجيولوجيا التركيبية للمنطقة. وبينت نتائجها أن تكوين روديس يتميز بليثولوجية مركبة من صخور الحجر الرملي، والطِّفلة، والحجر الجيري، كما ويوجد تكوين روديس في بعض الأحيان فوق تكوينات الميوسين السفلي، وأيضاً يعلو الصخور الأقدم عمراً من الأيوسين حتى صخور القاعدة.
- دراسة (Moustafa, 1996): عن الوضع التركيبي والتطور التكتوني لشمال كتلة حمام فرعون في منطقة وادي وسيط - وادي وردان، هدفت إلى دراسة تطور العمليات التكتونية في المنطقة، ومن أهم نتائجها: تقسيم كتلة حمام فرعون إلى قطاعات تتجه إلى الشمال والشمال الغربي، ويُمثِّل القطاع الأوسط منها كتلة تكتونية كبيرة، بينما يُمثِّل القطاع الشرقي طية مقعرة كبيرة على جانب الرِّمية السُّفلية للصدع المقوس الذي يحد أخدود خليج السويس، كما وتعرّضت كُتلة حَمَام فرعون إلى سبع حركات أرضية خلال تطورها الجيولوجي.

- دراسة (Gawthorpe et al., 2003): عن بنية كتلة حمام فرعون الصدعية، هدفت إلى دراسة تطور إزاحات الصدوع العادية في كتلة حمام فرعون، واعتمدت على منهجية رسم الخرائط الهندسية لمناطق الصدوع والطيات المرتبطة بها، والطبقات الصخرية؛ باستخدام صور جوية عالية الدقة، وصور SPOT، وصور بانورامية ميدانية. ومن أهم نتائجها تقديم تأريخ للطبقات الصخرية.
- دراسة (الوصابي، ٢٠٠٤): عن دراسات ميكروبالينولوجية وطباقية على بعض تتابعات الكريتاسي العلوي - الثلاثي الأسفل في سيناء - مصر. هدفت إلى دراسة الوحدات الصخرية، والحدود الفاصلة بين الأعمار الجيولوجية، والوضع التصنيفي الدقيق، والخصائص البيئية لتتابع الكريتاسي العلوي - الإيوسين السفلي في منطقة الدراسة. وأظهرت النتائج تقسيم الوحدات الصخرية إلى خمس وحدات، مُرتبة من الأقدم إلى الأحدث، هي: تكوين سدر، داخلية، طروان، إسنا، طيبة وعجمة.
- دراسة (شاهين، ٢٠١١): عن الطباقية التحتائية لتتابعات الطباشيري العلوي - الباليوجين السفلي في غرب سيناء، مصر. هدفت إلى دراسة الحدود الفاصلة بين الأزمنة خلال تلك الفترة، واستنتاج بيئات الترسيب القديمة وأعماق الأحواض الترسيبية ودرجة حرارة المياه السطحية. وبينت النتائج تقسيم الطباقية الصخرية للمنطقة إلى تكوينات سدر وإسنا وطيبة، ووجود ١٧١ نوع من النانوبلانكتون الجيرية.
- دراسة (Abdel Zaher et al., 2011): عن تحديد أصل ينبوع حمام فرعون الحار، هدفت إلى إيضاح العلاقة بين تطور الطاقة الحرارية الأرضية والعوامل التكتونية النشطة، واعتمدت على نماذج الصفائح التكتونية لتحقيق أهدافها، وتُظهر النتائج أن مصدر الحرارة في الينابيع الحارة ناتج عن ارتفاع مستوى صخور القاعدة الساخنة بسبب الحركات التكتونية.
- دراسة (Zaid, 2013): عن نشأة الصخور الرملية التابعة لتكوين نُحُل في جنوب غرب سيناء، هدفت إلى فحص المعادن الكيميائية للصخور الرملية التابعة لعصر الميوسين الأدنى، المكتشف في الجزء الأوسط من صدع خليج السويس في غرب وسط سيناء؛ لتحديد منشأ ذلك التكوين، وظروفه التكتونية، وما طرأ عليه من تغيرات بسبب التجوية. وأوضحت النتائج أن الحجر الرملي في تكوين نُحُل مشتق من الصخور الجرانيتية والمتحولة باعتبارها المصدر الرئيس للصخور، وتأثر ذلك الحجر الرملي بعمليات التجوية بدرجة منخفضة إلى متوسطة.
- دراسة (البلاسي، ٢٠١٨): عن ترسيبية وطباقية تتابعية تكوين المظلة الكونياسي - السانتوني، غرب سيناء، مصر. هدفت إلى التعرف على بيئات ترسيب تكوين مظلة، ومعرفة التركيب الكيميائي لصخور الكربونات بذلك التكوين. واعتمدت الدراسة على العمل الحقل، والتحليل

المعملي لعينات الرواسب. وبينت النتائج أن تكوين مطلة يتكون من صخور الحجر الرملي، والطيني، والحيري، وصخور الدولوميت، والطفلة، وبعض صخور الحديد.

- دراسة (Abd El-Hafez et al., 2019): عن الخصائص المعدنية والجيوكيميائية لبعض رواسب العصر الميوسيني المبكر في جنوب غرب سيناء، هدفت إلى معرفة التكوينات الجيولوجية المنتمية لعصر الميوسين الأدنى، والمعادن المرتبطة به في قطاع سهل المرخا. ومن أهم نتائجها وجود تلك الرواسب في تكوين نُحْل الذي يعلوه رِديس، ويعد معدن الكاولين من أهم المعادن الطينية الموجودة في تكوين نُحْل، بينما المونتوموريلونيت هو المعدن الطيني الرئيس في تكوين رِديس.

- دراسة (Ali-Bik, Gabr, 2022): عن التحليل الطيفي والجيولوجي للصخور البازلتية الميوسينية المرتبطة بصدع خليج السويس في منطقة أبوزنيمة، هدفت إلى دراسة جيولوجية الصخور البازلتية المتدفقة في كتلة حمام فرعون. واعتمدت على بيانات الاستشعار عن بعد، والخرائط الجيولوجية، والتوثيق الحقلية. وكشفت عن تدفق صخور بازلتية قارية في أواخر عصر الأوليجوسين، واستمرت حتى أوائل عصر الميوسين على شكل حُم بُركانية. تبين من العرض السابق للدراسات السابقة ونتائجها، أهمية الدراسة الحالية واختلافها عن تلك الدراسات فيما يلي:

- ١- الدراسة الجيومورفولوجية التفصيلية لوادي وسيط.
- ٢- الاعتماد على تطبيقات الجيوماتكس في دراسة جيومورفولوجية الوادي؛ بهدف الوصول إلى نتائج دقيقة، وعلى مستوى مكاني تفصيلي.

خامساً: أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة الحالية إلى:

- ١- تفسير نشأة وادي وسيط، وظاهراته الجيومورفولوجية.
- ٢- تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض وادي وسيط وشبكات تصريفه.
- ٣- تحديد الأخطار الجيومورفولوجية التي توجد في وادي وسيط، ورسم خريطة لها.
- ٤- إنتاج خريطة جيومورفولوجية لوادي وسيط.
- ٥- تحديد المقومات الطبيعية التي تساهم في تحقيق التنمية في وادي وسيط.

سادساً: مناهج الدراسة وأساليبها:

اعتمدت الدراسة على عدة مناهج ، تتمثل في:

📖 **المنهج الأصولي:** اعتمد عليه لتفسير نشأة الظاهرات الجيومورفولوجية، وإرجاعها إلى العوامل والعمليات المؤثرة في تشكيلها.

❏ **المنهج الإقليمي:** باعتبار المنطقة إقليم جيومورفولوجي يختلف عن غيره من الأقاليم، ويحتوي على عديد من الخصائص الجيومورفولوجية، التي صُنِّفت إلى أقاليم وفقًا لتشابه كل إقليم في تلك الخصائص، واختلافه عن غيره في منطقة الدراسة.

❏ **المنهج الوصفي:** اعتمد عليه خلال الدراسة الميدانية؛ لملاحظة العمليات الجيومورفولوجية السائدة، وتفسير نشأة الظواهر الجيومورفولوجية.

واستُخدمت الأساليب الوصفية والكمية، والدمج بين تقنيات الجيوماتكس؛ لتبني منهجية تكامل البيانات. كما استُخدمت أدوات التحليل المكاني، مثل: التحليل الطبوغرافي، والهيدرولوجي. وأدوات التحليل الإحصائي، مثل: التحليل العاملي، والعنقودي. واستُخدمت الدراسة - أيضًا - النمذجة الطبوغرافية، والمناخية، والمورفومترية، والهيدرولوجية.

سابعاً: البرامج المستخدمة في الدراسة:

١ - برنامج Arcgis10.8:

يُعد من برامج نظم المعلومات الجغرافية، واعتمد عليه في إنشاء قاعدة بيانات جغرافية لمنطقة الدراسة، وتطبيق التحليلات الطبوغرافية والهيدرولوجية، وإخراج جميع أنواع الخرائط، وإنشاء نموذج المثلثات غير المنتظمة (TIN)؛ لإنتاج سطح طبوغرافي مُعتمد على بيانات الارتفاعات من الخرائط الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠)، بدقة ١٠ متر.

٢ - برنامج Envi 5.3:

هو أحد برامج الاستشعار عن بعد، واستُخدم في تحليل المرئية الفضائية Landsat8 (٢٠٢١/١٢/١٥)، ومُرِّت المعالجة بعدة خطوات متمثلة في: المعالجة الراديومترية والجوية والهندسية، ورفع الدقة المساحية للمرئية إلى ١٥ متر، وتطبيق التصنيف غير المُوجَّه للغطاء الأرضي قبل العمل الميداني؛ لمعرفة مواقع تلك التصنيفات كمعرفة مبدئية، وحُدِّدت بصمات طيفية بالمرئية؛ لتصنيفها بتوجيه الطالب بعد التأكد من تلك التصنيفات وتفسيرها في الميدان. ومن أهم نتائج ذلك التصنيف: التمييز بين رواسب المروحة الفيضانية والسبخات الساحلية، وفصل تكوين سدر (كريتاسي - باليوسين) عن بقية التكوينات الجيولوجية في واجهات الحافّات الصّدية في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، وفصل الصخور الرملية الميوسينية عن بقية التكوينات الجيولوجية في القطاع الأدنى من منطقة الدراسة، واستخراج مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) الذي ساعد على معرفة توزيع النبات الطبيعي، وحساب مساحته.

٣- برنامج PCI Geomatica 2016:

هو أحد برامج الاستشعار عن بعد، ويُستخدم لمعالجة المرئيات الفضائية وتحليلها، واعتمد عليه في الحصول على بيانات خطوط الصدوع من المرئية الفضائية Landsat 8 ، باستخدام أداة (Lineament Extraction). وأمكن التأكد من خطوط مستويات الصدوع بالمطابقة مع بيانات الخرائط الجيولوجية، والطبوغرافية، والصور الجوية.

٤- برنامج Rock works 17:

هو أحد برامج التطبيقات الجيولوجية، واعتمد عليه في معرفة زوايا اتجاهات خطوط الصدوع في المنطقة.

٥- برنامج Google Earth pro:

يُعد من أهم البرامج التي تتميز بدقة مكانية عالية، وساعد الطالب في الحصول على بيانات مورفومترية للظواهرات الجيومورفولوجية كبيرة الامتداد، مثل: الارتفاعات، والانحدارات. وتخزين جميع الطبقات الجيولوجية، والمورفومترية، والهيدرولوجية، وبعض الظواهرات البشرية فيه لاستخدامه أثناء العمل الميداني؛ حيث ساعد في تحديد المواقع، واستنباط الخصائص الجيولوجية والمورفولوجية.

٦- برنامج Surfer 16:

هو أحد البرامج المستخدمة في التطبيقات الجيولوجية والطبوغرافية، واستخدم في الحصول على نموذج ثلاثي الأبعاد للمنطقة؛ لإيضاح الملامح المورفولوجية والتضاريسية، مثل: الطية المقعرة بنطاق وادي تال - وسيط، من خلال إنشاء ملف شبكي للسطح الطبوغرافي بعد اشتقاق نقاط الارتفاعات من نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، وتطبيق أداة (3D Surface).

٧- برنامج Geo Rose:

اعتمد عليه في رسم ورده اتجاهات الصدوع والرياح؛ بإدخال البيانات إليه، وإنتاج الوردة، والتعديل على خصائصها الشكلية لضمان سلامة الإخراج.

٨- برنامج SPSS:

استخدم في إجراء التحليل العاملي للمتغيرات المورفومترية، والتحليل العنقودي لأحواض التصريف.

٩- برنامج Excel 2010:

اعتمد عليه في معالجة البيانات الإحصائية وجدولتها، وتطبيق المعادلات الرياضية المستخدمة في الدراسة.

١٠ - برنامج SigmaPlot:

اعتمد عليه في إنتاج الأشكال البيانية كافة؛ عن طريق إدخال البيانات للخط الأفقي (X)، والرأسي (Y)، واختيار نوع الشكل البياني المناسب للتعبير عن تلك البيانات.

١١ - برنامج SAS Planet 2019:

هو أحد برامج الحصول على الصور الجوية مرتفعة الدقة المكانية، والمختلفة المصادر. واعتمد عليه في الحصول على صورة جوية ذات دقة مكانية (٠,٦ × ٠,٦) متر، مصدرها (ESRI).

ثامناً: مصادر الدراسة:

١ - الخرائط:

أ - الخرائط الطبوغرافية:

خرائط إدارة المساحة العسكرية المصرية عام ١٩٩٨م، منها لوحات (رأس ملعب، جبل كير، جبل حديب الجمال، جبل تال، جبل أبو عديمات)، بمقياس (١ : ٢٥٠٠٠). ولوحات (جبل ضحّاك، أبو زنيمة، رأس ملعب)، بمقياس (١ : ٥٠٠٠٠). ولوحات (أبو زنيمة، زعفرانة)، بمقياس (١ : ١٠٠٠٠٠). ولوحة القاهرة، بمقياس (١ : ١٠٠٠٠٠٠). ولوحات (السويس، قلعة النخل) عام ١٩٩٥م، بمقياس (١ : ٢٥٠٠٠٠).

ب - الخرائط الجيولوجية:

الخريطة الجيولوجية لسيناء (لوحة رقم ٣)، الصادرة عن وزارة الصناعة والثروة المعدنية (المساحة الجيولوجية المصرية) عام ١٩٩٤م، بمقياس (١ : ٢٥٠٠٠٠). وخريطة جنوب سيناء، الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للبتروكوكورال عام ١٩٨٧م، بمقياس (١ : ٥٠٠٠٠٠).

٢ - المرئيات الفضائية والصور الجوية:

اعتمدت الدراسة على بيانات المرئية الفضائية التابعة للقمر الصناعي (Landsat 8) بدقة مكانية ٣٠ × ٣٠ متر، وتم تحميلها من موقع (Earth Explorer) التابع للولايات المتحدة الأمريكية، والصورة الجوية ذات دقة مكانية ٠,٦ × ٠,٦ متر، مصدرها (ESRI).

٣ - نماذج الارتفاعات الرقمية:

استُخدم نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM) بدقة مكانية ٣٠ × ٣٠ متر، وتم تحميله من موقع (Earth Explorer) التابع للولايات المتحدة الأمريكية؛ لتغطية منطقة الدراسة، واستُخدمه في التحليلات الهيدرولوجية. بالإضافة إلى نموذج الارتفاع الرقمي بدقة مكانية ١٠ × ١٠ متر، تم إنتاجه من نموذج المثلثات غير المنتظمة (TIN)؛ لتمثيل

سطح المنطقة بالاعتماد على بيانات الخرائط الطبوغرافية ١: ٢٥٠٠٠، واعتمد عليه في التحليلات الطبوغرافية.

٤- قواعد البيانات الشبكية المناخية العالمية:

اعتمدت الدراسة على تلك القواعد من أجل الحصول على بيانات مناخية تغطي منطقة الدراسة، تتمثل فيما يلي:

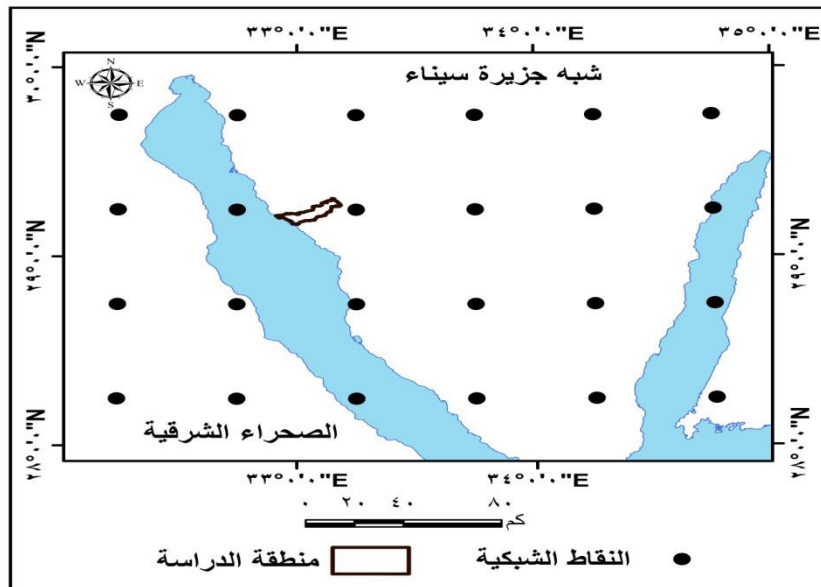
أ- (POWER):

تتوفر بيانات تلك القاعدة للمستخدمين من خلال موقع NASA للأرصاد الجوية السطحية والطاقة الشمسية (Zhang et al, 2008) ذات دقة مكانية (٠,٥ دائرة عرض \times ٠,٥ خط طول)، واعتمدت عليها الدراسة في الحصول على البيانات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى والصغرى، والمدى الحراري، وسرعة الرياح، والرطوبة النسبية؛ لإمكانية الاعتماد عليها في الدراسات المتعلقة بالمناخ (بدوي، ٢٠٢٠). وتم تحميل البيانات من الرابط التالي:

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>

وتمثلت تلك البيانات في ٢٤ نقطة شبكية تغطي منطقة الدراسة (شكل رقم ٢)، لفترة زمنية تمتد من يناير ١٩٨٤، وحتى ديسمبر ٢٠٢٠. واعتمدت عديد من الدراسات المناخية على بيانات قاعدة POWER، منها :

- Rockett, 2021.
- Dshmane et al., 2020.
- Chandler et al., 2015.
- Zhang et al., 2010.



المصدر: (POWER)

(شكل رقم ٢) توزيع النقاط الشبكية المناخية

ب- (climate Engine):

عبارة عن منصة إلكترونية بها عديد من البيانات المتعلقة بالدراسات المناخية والهيدرولوجية والبيئية، وتستمد بياناتها من قواعد بيانات الأقمار الصناعية، وتُمكن المستخدمين من معالجة بيانات المناخ والاستشعار عن بُعد، وتحميلها بصيغ ملفات متعددة، وتنتج خرائط مناخية، وأشكال بيانية تتضمن تطور خصائص العناصر المناخية خلال سلاسل زمنية. والبيانات بها غير مُحَوَّدة الدقة المكانية؛ بسبب اختلاف مصادرها (Huntington et al., 2017). واعتمدت عديد من الدراسات الجغرافية على بياناتها، منها:

- Puri, Puri, 2022.
- Sando et al., 2022.
- Marelign et al., 2020.

واعتمد على تلك المنصة في الحصول على البيانات اليومية لعنصري المطر والتبخر من قاعدة (ERA5) ذات الدقة المكانية (٠,١ دائرة عرض \times ٠,١ خط طول)، وتمثلت بياناتها في نقطتين من مجموعة النقاط الشبكية التي تم إنشائها في منطقة الدراسة (شكل رقم ٣)، وحُملت من الرابط التالي:

<https://app.climateengine.com/>

وتتنمي تلك القاعدة إلى المركز الأوروبي لتوقعات الطقس التابعة لخدمة (Copernicus) للتغير المناخي (Hersbach et al., 2020)، وأكدت عديد من الدراسات صلاحية الاعتماد على بياناتها، مثل: دراسة (Gualtieri, 2021)، عن مدى صلاحية الاعتماد على بيانات الرياح المُستمدة منها. واعتمدت عليها الدراسة الحالية في الحصول على البيانات الشهرية لاتجاه الرياح. وبيانات اتجاه الرياح في هذه القاعدة ليست صالحة للاستخدام مباشرة؛ حيث يُعَبَّر عنها ببيانات لمؤشرين يُطبَّق عليهما معادلة رياضية لاستنتاج درجات اتجاه الرياح، هما: (u-component of wind، v-component of wind)، تشير بيانات المؤشر (V) إلى حركة الهواء الأفقية الموازية للمحور السيني (X)، ويشير البيان الموجب لهذا المؤشر إلى الحركة الآتية من الغرب، بينما يشير البيان السالب إلى الحركة الآتية من الشرق. وتشير بيانات المؤشر (U) إلى حركة الهواء الأفقية الموازية للمحور الصادي (Y)، ويشير البيان الموجب لهذا المؤشر إلى الحركة الآتية من الجنوب، بينما يشير البيان السالب إلى الحركة الآتية من الشمال. وحُملت تلك المؤشرات من الرابط التالي:

<https://cds.climate.copernicus.eu/>

وتتمثل أهمية تطبيق المعادلات الرياضية لاتجاه الرياح على بيانات تلك المؤشرات في الحصول على قيمة زاوية اتجاه الرياح بالدرجات، ووُجدت تلك المعادلات في الموقع الإلكتروني الخاص بقاعدة البيانات المُعتمد عليها:

<https://confluence.ecmwf.int/>

وتوصلت تلك المعادلات إلى معادلة نهائية، هي:

$$\phi = \text{Mod}\left(180 + \frac{180}{\pi}\right) \times \text{atan2}(u, v); 360$$

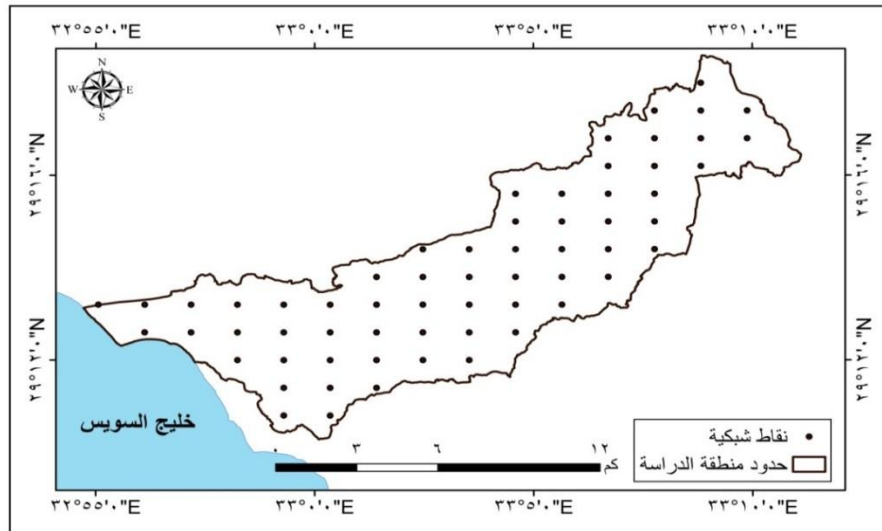
حيث إنَّ :

| | | | |
|--------|-----------------------|--|------------------------|
| ϕ | اتجاه الرياح بالدرجات | π | ٣,١٤ |
| U ,V | مؤشرات اتجاه الرياح | Mod | دالة إيجاد باقي القسمة |
| atan2 | | دالة إيجاد مقابل ظل الزاوية بالتقدير الدائري | |

وللتحقق من نتائج تطبيق تلك المعادلة قُورن بين نتائجها، ونتائج التحويلات الخاصة في أحد المواقع الإلكترونية المتخصصة لذلك النوع من التحويلات، وُجدت النتائج متطابقة، وذلك من خلال الرابط التالي:

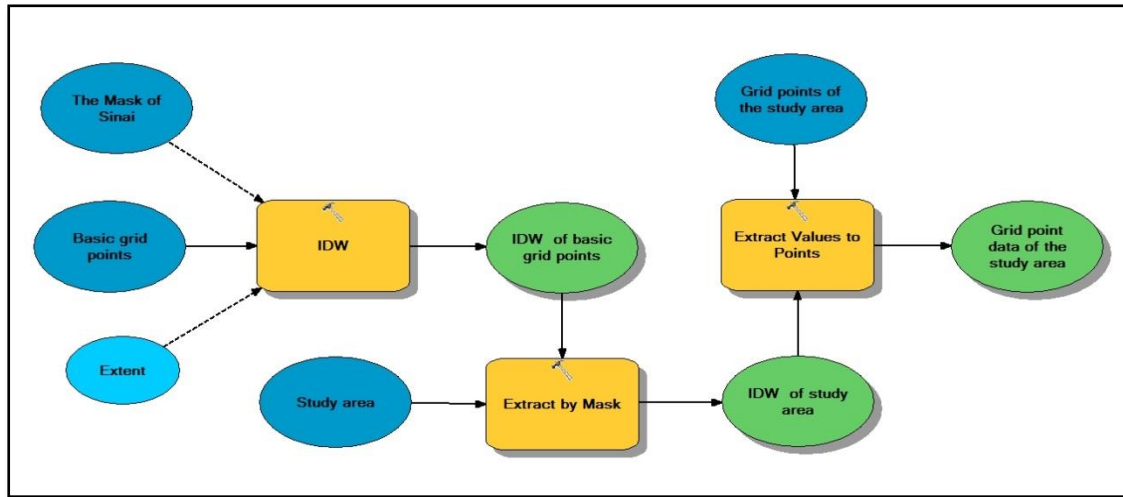
<https://www.cactus2000.de/uk/unit/masswin.shtml/>

وتمت عمليات معالجة البيانات المناخية وتحليلها من خلال بناء نموذج (Model Builder)، اعتمادًا على نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وإنشاء نقاط شبكية داخل حدود منطقة الدراسة؛ لاستنتاج البيانات المناخية من النماذج الناتجة (شكل رقم ٣). وتوضَّح الأشكال (٤، ٥) هذه النماذج.



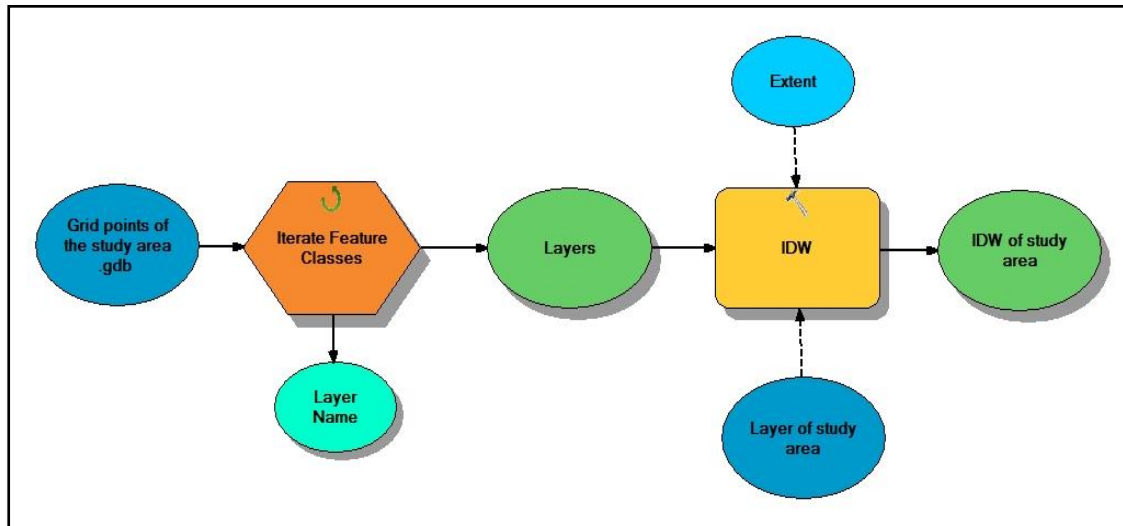
المصدر: استخدام برنامج Arcgis 10.8

(شكل رقم ٣) النقاط الشبكية المناخية في منطقة الدراسة



المصدر: (POWER - Climate Engine)

(شكل رقم ٤) نموذج انتاج البيانات المناخية لمنطقة الدراسة



المصدر: (Grid points data of the study area)

(شكل رقم ٥) نموذج انتاج الخرائط المناخية لمنطقة الدراسة

٥- العمل الميداني:

إنَّ العمل الميداني في الحقل الجيومورفولوجي يُعد الركيزة الأساسية التي استطاع الطالب من خلالها استكمال الدراسة الجيومورفولوجية، مع توافر الخرائط والبيانات الإحصائية والصور الجوية والمرئيات الفضائية. ونُقِّذت هذه المرحلة بعد الانتهاء من المراحل الأولى، المتمثلة في جمع الدراسات السابقة، وتحليل الخرائط، ووضع خطة واضحة لتنفيذها في الميدان. وتتمثل أهمية الميدان في: التأكد من النتائج التي تم التوصل إليها من العمل المكتبي، ودراسة الظواهرات الجيومورفولوجية الدقيقة التي يصعب ملاحظتها من الصور الجوية والمرئيات الفضائية.

أ- الأدوات المستخدمة في الميدان:

اعتمد على عدة أدوات وتطبيقات مساعدة في العمل الميداني، هي:

- تطبيق Google Earth pro.
- تطبيق GPS لتحديد المواقع.
- كاميرا تصوير فوتوغرافي.
- شريط قياس بطول ٥٠ متر.
- جهاز Abney level لقياس انحدارات بعض الظاهرات الدقيقة.
- بوصلة اتجاهات يدوية.
- جهاز لابتوب؛ لمراجعة ما أنجز في الميدان بعد العودة ليلاً.

ب- مراحل الدراسة الميدانية:

امتدت فترة الدراسة الميدانية عشرة أيام بداية من السبت الموافق (٢٠٢٢/٢/١١م)، وحتى الاثنين الموافق (٢٠٢٢/٢/٢٠م)، وبدأ العمل الساعة ٦ صباحاً، وحتى الخامسة مساءً، وانقسمت تلك الفترة إلى مرحلتين:

• مرحلة الدراسة الاستطلاعية:

استمرت ثلاثة أيام من السبت الموافق (٢٠٢٢/٢/١١م)، وحتى الاثنين الموافق (٢٠٢٢/٢/١٣م)، وتم التعرف من خلالها إلى الملامح الجغرافية العامة للمنطقة، وتحديد المواقع الفعلية للدراسة، وكيفية الوصول إليها.

• مرحلة الدراسة الميدانية:

استمرت سبعة أيام من الثلاثاء الموافق (٢٠٢٢/٢/١٤م)، وحتى الاثنين الموافق (٢٠٢٢/٢/٢٠م)، وتمت خلالها الدراسة الحقلية لخصائص التكوينات الجيولوجية، والخصائص البنيوية، والظواهر الجيومورفولوجية السائدة، وجوانب الجيومورفولوجيا التطبيقية المتاحة في المنطقة.

تاسعاً: صعوبات الدراسة:

عدم التمكن من التجول الميداني في نطاق المروحة الفيضية وخط الساحل؛ لدواعي أمنية، إلا في حدود ساعتين فقط بعد الاستئذان من قائد النقاط العسكرية الموجودة في النطاق الساحلي للمنطقة، والتقطت بعض الصور الفوتوغرافية للظواهرات في الوقت المسموح به.

عاشراً: محتويات الدراسة:

تحتوي الدراسة على مقدمة، وخمسة فصول، وخاتمة، كما يلي:

- ١- المقدمة، وتشمل: حدود منطقة الدراسة، أسباب اختيار منطقة الدراسة وموضوعها، مشكلة الدراسة وتساؤلاتها، الدراسات السابقة، أهداف الدراسة، مناهج الدراسة وأساليبها، البرامج المستخدمة في الدراسة، مصادر الدراسة، صعوبات الدراسة، محتويات الدراسة).
- ٢- الفصل الأول: جيولوجية وادي وسيط.
- ٣- الفصل الثاني: الخصائص المناخية والطبوغرافية في وادي وسيط.
- ٤- الفصل الثالث: التحليل المورفومتري لحوض وادي وسيط وشبكة تصريفه.
- ٥- الفصل الرابع: الظواهر الجيومورفولوجية في وادي وسيط.
- ٦- الفصل الخامس: الجيومورفولوجيا التطبيقية في وادي وسيط.
- ٧- الخاتمة، وتشمل: ملخص النتائج، التوصيات.

الفصل الأول

(جيولوجية وادي وسيط)

تمهيد

أولاً: التكوينات الجيولوجية

ثانياً: التراكيب الجيولوجية

ثالثاً: التطور الجيولوجي

خلاصة الفصل الأول

الفصل الأول

جيولوجية وادي وسيط

تمهيد:

يبدل علماء الجيومورفولوجيا جهدًا كبيرًا في الكشف عن العلاقات بين الأشكال الأرضية والعمليات التي تؤثر فيها، فتلك الأشكال لها تاريخ طويل، وشكلها الحالي لا يرتبط بالعمليات الحالية دائمًا؛ بسبب تغير طبيعة العمليات الجيومورفولوجية ومعدّلها (Huggett, 2007). وترتبط تلك العمليات بعوامل خارجية مناخية، وأخرى باطنية جيولوجية، ولا يمكن فهم تطور الأشكال الأرضية إلا إذا تم الإلمام بدراسة تلك العوامل (أبو العينين، ١٩٦٦). وتُعد الخصائص الجيولوجية من أهم الأسس التي يقف عليها الباحث؛ لتفسير الظواهرات الجيومورفولوجية، ومعرفة أهميتها التطبيقية (النجار، ٢٠٠٣).

وتتنمي منطقة الدراسة إلى غرب القطاع الأوسط بشبه جزيرة سيناء، ويمتد هذا القطاع ما بين مدينة الطور جنوبًا والسويس شمالًا، ويحده من الشرق حافات هضبتي العُجمة جنوبًا والتيه شمالًا، وتتمثل سفوح تلك الحافات في عدة أودية منحدرّة جهة الغرب تصب في خليج السويس الصدعي، ومنها أودية معر وهبران التي تتبع روافدهما من الكتلة الجبلية لمرتفعات أم شومر (٢٥٨٦م) وكترين (٢٥٥٥م) ومدسوس (٢٠٢٣م) وموسى (٢١٣٣م)، ووادي فيران الذي تتبع روافده الشمالية من جبل ضلل (١٥٣٢م) والجنوبية من جبل طربوش (٢٠٩٣م) ويصب بالقرب من رأس شرائب، ووادي سدري الذي تتبع روافده الشمالية من الحافة الغربية لهضبة العُجمة والجنوبية من جبل ضلل ويصب جنوب رأس أبو رديس لمسافة ١٠ كم، ووادي الجرف الذي تتبع روافده من جبل رقبة (١٣٩٨م) وهو أحد الكتل الجبلية البارزة والمسامتة للحافة الغربية بهضبة العُجمة.

وتتمثل أودية منحدرات الحافة الغربية لهضبة التيه من الجنوب إلى الشمال في وادي نُخل الذي تتبع روافده من جبل نُخل (٦٧٤م) ويصب جنوب مدينة أبو زنيمة لمسافة ٤,٧ كم، ووادي مطلة الذي تتبع روافده من جبل مسبع سلامة (٥٢٢م) ويمر مجراه الرئيس بجبل المطلة (٣٧٤م)، ويصب جنوب مدينة أبو زنيمة، ووادي زارات الذي تتبع روافده من جبل الزراريط (٣٦٩م)، ووادي الطيبة الذي له ثلاثة روافد رئيسة متمثلة في وادي الحمر الذي ينبع من جبل رأس وطأة (١٠٩٣م) وجبل شوشة أبو النمرا (١٠١م)، ووادي أبو انسكر الذي تتبع روافده من جبل رأس أم قطفة (١٠٢٥م) وجبل العسيلة (٦٤٨م)، ووادي مسيغ ذو رافد أم أثلة الذي ينبع من جبل أبو عديمات (٧٩٦م) وجبل أم أثلة (٢٨٦م)، ورافد وادي أبو عديمات الذي ينبع من جبل عديمات، ويصب وادي الطيبة جنوب جبل تنكة (١٧٤م) بمدينة أبو زنيمة، ووادي تال الذي تتبع روافده من جبل رأس الحميطية (٨٤٧م) وجبل الرطامة (٨٨٢م) وينتهي بمجرى خانقي في كتلة تال

(٥٢٠م)، ووادي وسيط الذي تتبع روافده من جبل الرطامة والأكل (٦٢٠م) وينتهي بمجرى خانقي شمال كتلة حمام فرعون الصدية (٤٩٤م) ويصب عند رأس ملعب، ووادي أبو منجرات الذي ينبع من جبل الجيوشية (٤٧١م) ويصب شمال رأس ملعب لمسافة ١,٥ كم، ووادي غرندل الذي تتبع روافده من الحافة الغربية لهضبة التيه ومن الكتل الجبلية المتمثلة في مقسم المياه بينه وبين الأحواض المتاخمة له ويصب عند رأس لاجية ومن أهم روافده وادي وطا وأبو جعدة والسلفة والجرن، ووادي وردان الذي تتبع روافده من جبل ضحاك (٨٨٦م) وأم جرية (٨٠٦م) وأم حلوة (٥٣٨) والملبد (٥٤٥م) والرقبة (٥٠٠م) ومن أهم روافده وادي السيج وسماد وروض الراحة، ويصب وادي وردان عند رأس مطارمة، ووادي سدر النابع من جبل سن بيشر (٥١٨م) ويصب بمدينة رأس سدر، بالإضافة إلى مجموعة الأودية الشمالية التي تتبع من مرتفعات جبل الراحة (٥٤٤م) وتصب بخليج السويس مابين مدينة رأس سدر جنوبًا والسويس شمالًا.

ومن أهم السهول الساحلية بنطاق غرب سيناء سهل القاع فيما بين أقصى جنوب السهل الساحلي حتى الروافد الشمالية لوادي الأبيض، وسهل المرخا فيما بين وادي فيران جنوبًا ووردان شمالًا. ويتواجد عديد من الرؤوس البحرية من الجنوب إلى الشمال أهمها رأس جيهان وشرائب وأبورديس وأبو زينة وملعب ولاجية والمطارمة وسدر والدهيسة ومسلة. ومن أهم الكتل الجبلية الملاصقة لخليج السويس والتي تكاد تشرف عليه بواجهات جرفية جبل أبو حصوة (٥٦١م) شمال مدينة الطور، وجبل تال (٥٢٠م) وحمام فرعون (٤٩٤م) جنوب رأس ملعب. وتُشكل معظم أودية هذا النطاق مراوح فيضية متباينة في خصائصها الجيومورفولوجية (١).

وتتمثل الطرق الرئيسية الحالية بنطاق غرب سيناء في طريق رأس سدر - الطور الذي يبدأ من رأس خليج السويس ويتفرع إلى طريقين بشرق رأس مسلة شمال مدينة رأس سدر لمسافة ٢٧ كم، أحدهما مزدوج شرقًا والآخر فردي غربًا، ويستمر هكذا بطول الجانب الشرقي لخليج السويس حتى شمال شرق رأس محمد جنوب سيناء لمسافة ٢٦٠ كم، بالإضافة إلى تفرع طريق ثالث منه بالمجرى الرئيس لوادي فيران مخترقًا الكتل الجبلية حتى يصل إلى سانت كاترين، ومنه يصل شرقًا إلى طريق شرم الشيخ - دهب (٢).

وقسم الطالب دراسة ذلك الفصل إلى ما يأتي:

أولاً: التكوينات الجيولوجية

ثانيًا: التراكيب الجيولوجية

ثالثًا: التطور الجيولوجي

^١ - الخرائط الطبوغرافية بمقياس (١ : ٢٥٠٠٠)، (١ : ٥٠٠٠٠)، (١ : ١٠٠٠٠٠)، (١ : ٢٥٠٠٠٠)، (١ : ١٠٠٠٠٠٠).

^٢ - الخرائط الطبوغرافية السابقة، واستخدام برنامج Google Earth pro.

أولاً: التكوينات الجيولوجية

تُغطّي شبه جزيرة سيناء بتكوينات جيولوجية من العصر الكمبري بالزمن الجيولوجي الأول إلى العصر الحديث بالزمن الجيولوجي الرابع (Said, 1990). وتبين من التحليل الجيولوجي أن منطقة الدراسة تحتوي على تكوينات جيولوجية تشكّلت في الزمن الثاني والثالث والرابع بمساحات ٢٥,٦ كم^٢ (٢٠٪)، ٨٨,٤ كم^٢ (٦٩٪)، ١٤,١ كم^٢ (١١٪) على التوالي من إجمالي مساحة منطقة الدراسة (جدول رقم ١)، (شكل رقم ٦).

١- تكوينات الزمن الثاني:

أ- تكوينات عصر الكريتاسي:

يُعد عصر الكريتاسي آخر عصور الزمن الثاني وأحدثها، ومُنحت التكوينات الكريتاسية هذا الاسم؛ بسبب الوجود المتكرّر للطباشير في تكوينات الكريتاسي الأعلى (موريه، ١٩٨٧)، وهو عبارة عن صخر طباشيري رسوبي Cretaceous rock (Fabricius, 2007). وتتألف التكوينات الكريتاسية في مصر من صخور رملية سُفلية، وأخرى طباشيرية وصلصالية وطينية علوية (أبو العز، ١٩٦٦)، وتتواجد التكوينات الكريتاسية فوق الكربونات الجوراسية البحرية الضحلة؛ نتيجة لانخفاض مستوى سطح البحر (Said, 1990). وتتواجد التكوينات الكريتاسية في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، مُتمثلة في الآتي:

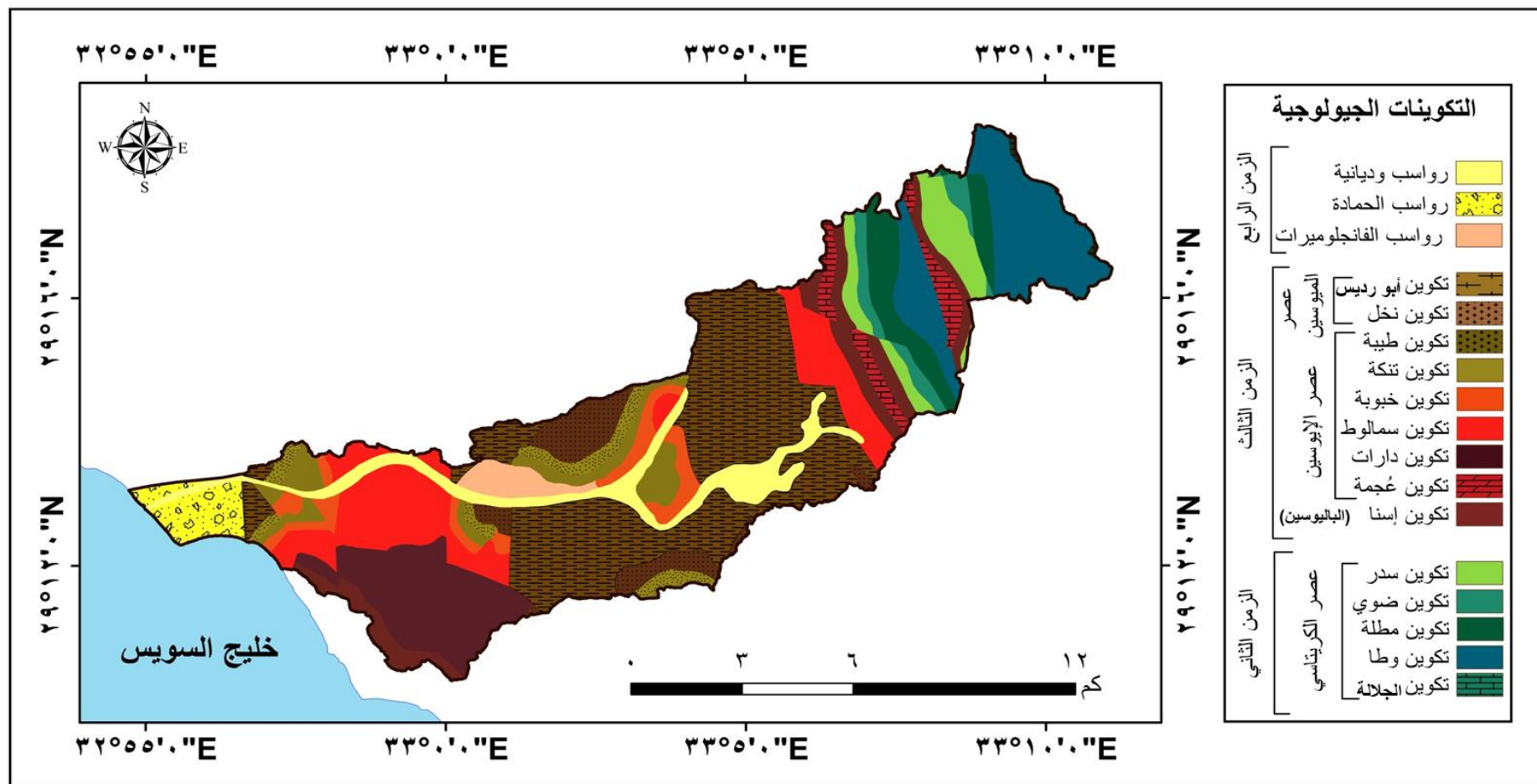
■ تكوين الجلالة:

يتألف من مارل وصلصال لونهما أصفر مائل للأخضر، ويتكون الجزء العلوي منه من الحجر الجيري (الخريطة الجيولوجية). ويمتد في نطاقات طولية الشكل على جوانب أودية وطا وغرندل خارج حدود منطقة الدراسة، ويمثل مساحة محدودة؛ حيث يظهر في نطاقين بأعلى الحافة الصدعية الممتدة بين جبلي الرطامة والأكهل شرق حوض وادي أبو الخطوط. ويشغل مساحة مقدارها ١٣٠ م^٢، بنسبة ٠,١٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

(جدول رقم ١) مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة

| م | الرمز | الزمن | العصر | التكوين | المساحة (كم ^٢) | النسبة (%) |
|-------------------------------|-------|-------|--------------------------|-----------------------|----------------------------|------------|
| ١ | QW | الأول | الهولوسين | رواسب وديانية سطحية | ٨.٣ | ٦.٥ |
| ٢ | Qh | | البلايستوسين | رواسب الحمادة النهرية | ٣.٦ | ٢.٨ |
| ٣ | Qfg | | البلايستوسين | رواسب الفانجلوميرات | ٢.٢ | ١.٧ |
| المجموع | | | | | ١٤ | ١١ |
| ٤ | Tmrd | ثاني | الميوسين الأسفل | أبو رديس | ٣٣ | ٢٦ |
| ٥ | Tmnk | | الميوسين الأسفل | نُخل | ٦ | ٤ |
| ٦ | Tety | | الإيوسين الأعلى | طيبة | ٣.٤ | ٢.٦ |
| ٧ | Tetk | | الإيوسين الأعلى | تنكة | ٥.٣ | ٤.١ |
| ٨ | Tekb | | الإيوسين الأوسط | خبوبة | ٤.٧ | ٣.٧ |
| ٩ | Tedr | | الإيوسين الأوسط | سمالوط | ١٤.٧ | ١١.٥ |
| ١٠ | Temn | | الإيوسين الأوسط - الأسفل | دارات | ١٠.٩ | ٨.٥ |
| ١١ | Telws | | الإيوسين الأسفل | عُجمة | ٣.٢ | ٢.٥ |
| ١٢ | Tpes | | الباليوسين | إسنا | ٧.٤ | ٥.٨ |
| المجموع | | | | | ٨٨ | ٦٩ |
| ١٣ | Ksd | ثالث | الكريتاسي - الباليوسين | سدر | ٤.٩ | ٣.٩ |
| ١٤ | Kdu | | الكريتاسي | ضوى | ٢.٦ | ٢.٠ |
| ١٥ | Kmt | | الكريتاسي | مظلة | ٥.٤ | ٤.٢ |
| ١٦ | Kwt | | الكريتاسي | وطا | ١٢.٦ | ٩.٩ |
| ١٧ | Kjll | | الكريتاسي | الجلالة | ٠.١ | ٠.١ |
| المجموع | | | | | ٢٥.٦ | ٢٠.١ |
| المجموع الكلي (منطقة الدراسة) | | | | | | |
| ١٢٨.٠ | | | | | | |
| ١٠٠.٠ | | | | | | |

المصدر: الخريطة الجيولوجية (مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠، المساحة الجيولوجية المصرية، عام ١٩٩٤م)

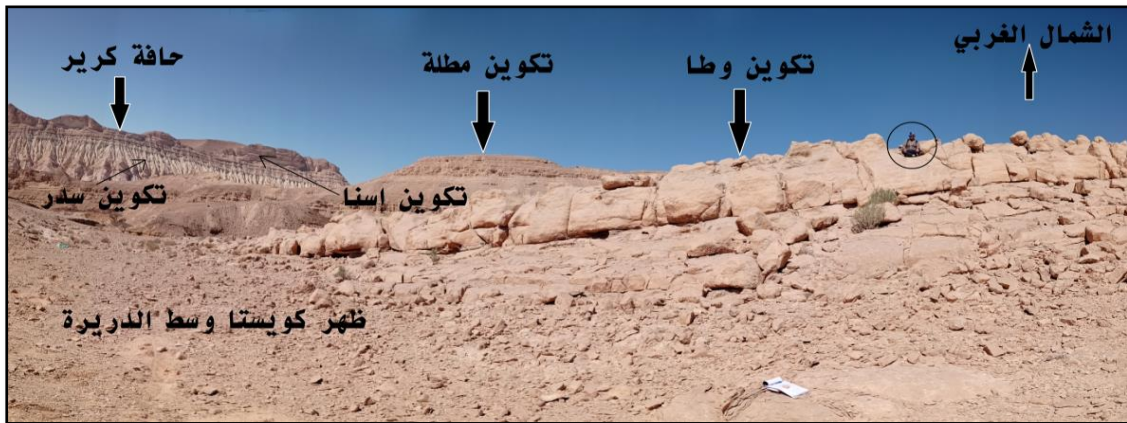


المصدر: الخريطة الجيولوجية (مقياس ١: ٢٥٠,٠٠٠، المساحة الجيولوجية المصرية، عام ١٩٩٤م)
(شكل رقم ٦) توزيع التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

تكوين وطأ:

يتألف من الحجر الجيري البني المائل للاصفرار، ويتخلله طبقات من الرمل والطين الصفحي Shale (الخريطة الجيولوجية)، ويمتد في نطاق كبير بسفح الحافة الغربية لهضبة التيه. ويوجد في نطاقين بارزين في منطقة الدراسة: الأول يشغل معظم مساحة حوض وادي أبو الخطوط ومنابع حوض وادي الدريرة، والثاني يتوزع في القطاع الأوسط لأحواض كلٍّ من وادي أبو اللصف والدريرة.

وتتميز صخور ذلك التكوين بعدة خصائص جيولوجية وجيومورفولوجية في منطقة الدراسة، هي: عملية التفكك الكتلي على طول فواصل الصخور (صورة بانورامية رقم ١)، واتسامه باللون البني المائل للاصفرار (صورة رقم ٢)، وعملية التقويض السفلي (صورة رقم ٣)، ووجود طبقة مارل (طين جيري) غير متماسكة، غنية بكميات الكالسيوم، ولونها يتدرج من الرمادي إلى الأزرق؛ بسبب احتمالية حدوث إرساب بحري فوق صخور تكوين وطأ في فترات الطغيان البحري (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨) (صورة رقم ٤). ويشغل التكوين مساحة قدرها ١٢,٦ كم^٢، بنسبة ٩,٨٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٣م

(صورة بانورامية رقم ١) التكوينات الجيولوجية في القطاع الأوسط من وادي الدريرة

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٣م

(صورة رقم ٢) الحجر الجيري البني المائل للاصفرار بتكوين وطأ في القطاع الأوسط من وادي الدريرة





المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٨ م
(صورة رقم ٣) تكوين وطا في القطاع الأعلى من وادي الدريّة



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٣ م
(صورة رقم ٤) طبقة مارل بتكوين وطا في القطاع الأوسط من وادي الدريّة

تكوين مطلة:

يتألف من الحجر الجيري، والدولوميت، والمارل، والحجر الرملي، وأحواض المحار (Said, 1990). ويتكون الدولوميت من معدن كربونات الكالسيوم والماغنسيوم (عطالله، ٢٠٠٩)، وهو حجر جيري تزداد فيه نسبة معدن الدولوميت عن ٩٠٪، وإذا تراوحت هذه النسبة ما بين ٥ - ١٠٪ يصبح حجرًا جيريًا ماغنسيوميًا، وما بين ٥٠ - ٩٠٪ يكون حجرًا جيريًا كلسيًا؛ بسبب ارتفاع نسبة الكالسيوم (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨). ويبلغ سمك تكوين مطلة ٦٢,٥ متر في جبل قليات، و١٦٣,٣ متر في وادي مطلة، وينقسم إلى ٣ وحدات صخرية، تشمل وحدة فتاتية سفلية ووحدة وسطى تتألف من الصخور الفتاتية والكربونات ووحدة فتاتية علوية (البلاسي، ٢٠١٨). ويظهر التكوين في امتدادين في منطقة الدراسة، هما:

الأول: يمتد فيما بين الحافة الغربية لجبل أبو اللصف، وحتى السفح الشرقي لحوض وادي اللغب.
الثاني: يُمثل نطاق كبير في صخور حافة أعالي الديرة الصدعية في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة.

وتُلاحظ البنية المائلة في طبقاته، وبعض التساقطات الصخرية في القطاع الأوسط من وادي الديرة (صورة رقم ٥)، ووجود صخر الرخام الأبيض نتيجة تحول معدن الكالسيت والدولوميت بفعل الحرارة وإعادة تبلور المعادن الأصلية المذكورة إلى بللورات أكبر حجمًا (عطالله، ٢٠٠٩) (صورة رقم ٦). ويوجد تكوين مطلة بمساحة قدرها ٥,٣ كم^٢، بنسبة ٤٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٤م

(صورة رقم ٥) تكوين مطلة في القطاع الأوسط من وادي الديرة



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٥ م

(صورة رقم ٦) موقع محجر الرخام في تكوين مطلة في القطاع الأوسط من وادي الدريرة

تكوين ضوي:

يتشكل من طبقات صخرية متبادلة ما بين فُتاتية وجيرية وفوسفاتية، ووجود طبقات سميكة من الشيرت chert (الخريطة الجيولوجية)، ويُطلق لفظ شيرت على الصخور الجيرية عالية السيليكا التي تحتوي على أكثر من ٩٥٪ من السيليكا (Hesse, 1988)، ويُعد السيليكا معدنًا فُتاتيًا متحرّرًا من الصخور النارية الأساسية التي تعرضت لعوامل التجوية، ثم نُقل بواسطة عوامل النقل كالمياه والهواء والجليد، وترسّب في أحواض الترسيب (عطالله، ٢٠٠٩). ويُعد الشيرت في الأساس صخرًا غير عضويًا (Mottana, 1986)، رُسب على هيئة طبقات سميكة في امتدادات واسعة في مياه البحار والمحيطات القديمة بكامل حمولته السليكية (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨). ويمتد تكوين ضوي بمحاذاة تكوين مطلة في غرب القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، آخذًا اتجاه شمالي - جنوبي، مارًا بأقدام سفوح أودية اللغب وأم صورة، ويتميز ببنيته المائلة (صورة رقم ٧). ويمثل ٢,٥ كم^٢، بنسبة ١,٩٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٣ م

(صورة رقم ٧) تكوين ضوي في القطاع الأدنى من وادي اللغب

تكوين سدر (الكريتاسي - الباليوسين):

يتألف من صخور طباشيرية بيضاء في وسط سيناء، ويتكون في بعض الأحيان من الفوسفات، وقد يرتبط ترسبه برفع تضاريس الوحدات البنيوية في أجزاء من سيناء خلال هذه الفترة (Said, 1990). ويعلوه طبقات مختلطة من الكربونات والحجر الطيني، التي ترسبت بداية من العصر الباليوسيني إلى الإيوسيني، وتتمثل في تكوينات إسنا وطيبة ودارات وتال وخبوبة (Zaid, 2013). ويبلغ سمكه ٤٤,٧ متر في قطاع جبل النزلات، و ٦ متر في قطاع وادي غرنند (شاهين، ٢٠١١).

ويتألف من الحجر الجيري الطباشيري ذي اللون الأبيض إلى الرمادي الباهت، مارلي عند نهايته. ويتألف المارل من الجير والطين، ويُقسّم بناءً على نسبة تلك المكونات إلى: المارل عندما تتعادل نسبة الطين مع الجير بالصخر (٤٠ - ٦٠٪)، والمارل الجيري عندما تكون نسبة الجير (٦٠ - ٨٠٪)، والمارل الطيني عندما تكون نسبة الطين (٦٠ - ٨٠٪). وكلما ازدادت نسبة الجير ازدادت صلابة الصخر (Gorog, 2007).

ويمتد تكوين سدر في القطاع الأعلى والأدنى من وادي الديرة، آخذاً اتجاه شمالي - جنوبي، ويشكّل نطاقاً كبيراً من واجهة حافة كيرير الصدعية، التي تُمثل أعالي السطح الغربي لوادي اللغب. ويمتد إلى وادي أم صورة جنوباً؛ ليشكّل نطاقاً كبيراً من أقدام سفوح حافة

مقسم المياه ما بين وادي أم صورة شرقاً ووسط غرباً. ويُمثل ٤,٩ كم^٢، بنسبة ٣,٨٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة (صورة بانورامية رقم ٨).



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٣ م.

(صورة بانورامية رقم ٨) تكوين سدر في واجهة حافة كريس الصدعية

٢- تكوينات الزمن الثالث:

أ- تكوينات عصر الباليوسين:

هو أقدم عصور الزمن الثالث وفترته من نهاية عصر الكريتاسي حتى بداية عصر الإيوسين، وصخوره تشبه صخور تكوينات الكريتاسي، وتتألف من المارل والحجر الطيني والجيري والرمل، وتوقفت تلك التكوينات في نهاية الكريتاسي، وبدأت تكوينات رملية خضراء وطبقات فحمية بُنيّة (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨)، لذلك أشهر الصخور التي ترسبت خلال ذلك العصر هو الصخر الزيتي الأسود (Smith et al., 2020). ومن تكويناته في منطقة الدراسة ما يلي:

تكوين إسنا:

عبارة عن وحدة رقيقة يمكن رسم خرائط لها بوضوح في منحدرات جبل عُجمة ونُخل ودارات بسمك ٣٥ متراً، ٥٩ متراً، ٣٨ متراً على التوالي (Said, 1990). ويتألف من الحجر الجيري المارلي ذو اللون الأصفر إلى الرمادي الغني بالأحافير، ويتألف من صخر طيني رمادي أخضر (Moustafa, 1992). وتتألف الأجزاء العلوية والسفلية فيه من الطين والطفلة، بينما الجزء الأوسط من الحجر الجيري (شاهين، ٢٠١١). ويظهر مرتبطاً بالوحدات العليا من الحافات الصخرية في منطقة الدراسة، مثل حافة كريس الصدعية (صورة بانورامية رقم ١). ويُمثل مساحة قدرها ٧,٤ كم^٢، بنسبة ٥,٧٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

ب- تكوينات عصر الإيوسين:

تُغطّي الصخور الإيوسينية مساحات كبيرة في شبه جزيرة سيناء بسمك ١٠٠٠ متر، وتتألف من الحجر الجيري والمارل والصلصال، وينقسم هذا العصر إلى إيوسين أسفل وأوسط وأعلى (أبو العز، ١٩٦٦). وتتألف تكويناته في منطقة الدراسة من الآتي:

تكوين عجمة (الإيوسين الأسفل):

يتألف من الحجر الجيري الطباشيري، وتحتوي أجزأه السفلى على راقات من الصوان الذي ينتمي إلى الصخور الرسوبية السيليكاتية (عطالله، ٢٠٠٩)، وتحتوي أجزأه العليا على راقات من الشيرت (الخريطة الجيولوجية). ويظهر في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة في نطاقات طولية تأخذ اتجاهًا شماليًا غربيًا - جنوبيًا شرقيًا، ويُشكّل الوحدة العليا من حافة أبو اللصف الصدعية الشرقية (صورة بانورامية رقم ٩)، ومقسم المياه بين حوض وادي الديرة شرقًا والدنيلي غربًا، وأم صورة شرقًا ووسط والجوئش غربًا. ويُمثل مساحة قدرها ٣,١ كم^٢، بنسبة ٢,٤٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٨م

(صورة بانورامية رقم ٩) التكوينات الجيولوجية في القطاع الأعلى من وادي الديرة

تكوين دارات (الإيوسين الأسفل - الأوسط):

يحتوي على الحجر الجيري الأبيض المائل إلى الرمادي، ويتخلله طبقات من المارل والصلصال (الخريطة الجيولوجية) (صورة رقم ١٠). ويتركز في بقعة واحدة تستحوذ على أكبر مساحة من جبل حمام فرعون، متأثرًا بصدع (شرقي - غربي) أدى إلى فصل صخوره عن صخور تكوين سمالوط الأحدث منه (إيوسين أوسط)، ويتوزع في قطاعات منابع أودية التلعة والنقب وغرب النقب والحمام. ويُمثل مساحة قدرها ١٠,٩ كم^٢، بنسبة ٨,٥٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٩م

(صورة رقم ١٠) تكوين دارات في القطاع الأعلى من وادي الحمام

تكوين سمالوط (الإيوسين الأوسط):

يتألف من الحجر الجيري الدولوميتي والأبيض المائل للاصفرار، ويتميز بطبقات غير سمكية، وبه راقات من الشيرت (الخريطة الجيولوجية). وتُلاحظ تلك الخصائص في أحد نقاط تجديد المجرى الرئيس في وادي الدنيلي بقطاعه الأدنى، التي يتراوح سمك طبقات الحجر الجيري فيها ما بين ٥ - ٦٠ سم، ويبلغ سمك طبقة الشيرت فيها ٥ سم (صورة رقم ١١)، وتظهر رقة التطبق بوضوح في أحد الكتل الصخرية المتقطعة أمام حافة وسيط الشرقية الصدعية (صورة رقم ١٢)، ويظهر الحجر الجيري الدولوميتي الأبيض المائل للاصفرار في الكتلة المتقطعة المذكورة نفسها (صورة رقم ١٣)، وتُلاحظ البنية المائلة لصخوره في بداية المدخل الشرقي لخانق وسيط (صورة رقم ١٤). ويُمثل مساحة قدرها ١٤,٧ كم^٢، بنسبة ١١,٤٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٢ م

(صورة رقم ١١) تكوين سمالوط في القطاع الأدنى من وادي الدبيلي



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٥ م

(صورة رقم ١٢) تكوين سمالوط في القطاع الأعلى من وادي وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٥ م

(صورة رقم ١٣) الحجر الجيري الدولوميتي في تكوين سمالوط بالقطاع الأعلى من وادي وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٧ م

(صورة رقم ١٤) البنية المائلة في تكوين سمالوط بالقطاع الأدنى من وادي وسيط

تكوين خبوبة (الإوسين الأوسط):

يتألف من الحجر الجيري المتداخل مع طبقات سميكة من المارل الجبسي والصلصال (الخريطة الجيولوجية)، ورُسبت طبقاته في فترة ما بين ترسيب تكوين سمالوط (إوسين أوسط) وتكوين تنكة (إوسين أعلى)، ويتميز بوجود المارل البني المائل للاصفرار (يوسف، ٢٠١٣) (صورة بانورامية رقم ١٥). ويوجد في القطاع الأوسط والأدنى من منطقة الدراسة؛ ولذلك يُلاحظ في القطاعات الدنيا من أحواض لغب أم نعجة والجيوشية ومكسر الرحا والتلعة والنقب ووسيط، متأثرًا بحركات إزاحة صدعية في نطاقاته. ويُمثل مساحة قدرها ٤,٧ كم^٢، بنسبة ٣,٦٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

تكوين تنكة (الإوسين الأعلى):

يتألف من الحجر الجيري الأبيض المائل للاصفرار، ومتداخل مع راقات من المارل ذي اللون البني الغامق، ويبلغ سمكه ٦٧ متر في وادي تال (جنوب منطقة الدراسة)، وتآكل تمامًا في الجزء الجنوبي من كتلة حمام فرعون في منطقة وادي نُخل (Moustafa, 1996). ويظهر في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية ببنية مائلة (صورة رقم ١٦)، ويوجد في منطقة الدراسة ملازمًا لتوزيع تكوينات خبوبة (إوسين أوسط) وطيبة (إوسين أعلى). ويُمثل مساحة قدرها ٥,٢ كم^٢، بنسبة ٤,١٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

تكوين طيبة (الإوسين الأعلى):

يتألف من طبقات متبادلة من الحجر الجيري والطيني الأحمر والصلصال، ويبلغ سمكه ٦٠ مترًا، وينكشف في أقصى الجزء الشمالي من كتلة حمام فرعون (Moustafa, 1996) في القطاع الأدنى من وادي التلعة (صورة رقم ١٧)، ويظهر في نطاق تكوين تنكة نفسه في منطقة الدراسة (صورة رقم ١٨)؛ فيوجد في القطاعات الدنيا بوادي وسيط وأم بعثران والتلعة والنقب وغرب الحمام. ويُمثل مساحة قدرها ٣,٣ كم^٢، بنسبة ٢,٦٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٧م

(صورة بانورمية رقم ١٥) التكوينات الجيولوجية في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٧ م
(صورة رقم ١٦) البنية المائلة لتكوين تنكة في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٧ م.
(صورة رقم ١٧) تكوين طيبة في القطاع الأدنى من وادي التلعة



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٧ م.

(صورة رقم ١٨) تكوينات طيبة وتنكة في القطاع الأدنى من وادي التلعة

ج- تكوينات عصر الميوسين:

تشكلت هذه التكوينات في منطقة الدراسة في عصر الميوسين الأسفل، ويشتمل على تكوين (نُخل) الذي يصل سمكه إلى ١٠٦ متر في وادي نُخل، وتكوين (أبو رديس) الذي يبلغ سمكه ٢٨٠ متر في جبل سربوط الجمل في القطاع الأوسط من وادي طيبة في منطقة أبو زنيمة (Moustafa, Abdeen, 1992). وفيما يلي عرض خصائص تلك التكوينات في منطقة الدراسة:

■ تكوين نُخل (الميوسين الأسفل):

يتألف من كنجلوميرات وحجر رملي، ويتكوّن في بعض الأماكن من حجر جييري، ويرتكز على قاعدة صخرية بازلتية (أوليغوسين - ميوسين) بسمك ١٤ متر في وادي نُخل، (Moustafa, Abdeen, 1992). ويظهر في أعلى طبقات التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة؛ حيث يوجد في القطاع الأعلى من أودية أم بعثران والحويش والصوانة ومكسر الرجا، وفي القطاع الأدنى من وادي التلعة. ويمثل مساحة قدرها ٥,٦ كم^٢، بنسبة ٤,٣٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة (صورة رقم ١٩).



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٧م

(صورة رقم ١٩) تكوين نُحْل في القطاع الأعلى من وادي أم بعثران

تكوين أبو رديس (الميوسين الأسفل):

يتألف من الحجر الطيني مع بعض الطبقات المتداخلة من الحجر الرملي والجيري، (Moustafa, Abdeen, 1992)، ويندر وجود صخور المتبخرات فيه، ويعلو في بعض الأحيان تكوينات الميوسين الأسفل، ويتراوح سُمكه ما بين ٩٤ مترًا ناحية الغرب إلى ٤٥٠ مترًا ناحية الشاطئ الشرقي لخليج السويس، وتتراوح نسبة المسامية له ما بين (١٤ - ٢٦٪) في المنطقة؛ مما يعكس قدرته على احتواء كمية غير قليلة من السوائل (الشربيني، ١٩٩٥).

ويغلب عليه صخور الحجر الرملي في منطقة الدراسة (صورة بانورامية رقم ٢٠)، ويستحوذ على نطاق كبير في القطاع الأوسط منها؛ حيث يوجد في أودية الدنيلي، والجوشية، ولغب أم نعجة، والجوش، ووسيط، والصوانة، ومكسر الرحا، وأم بعثران. ويُمثل مساحة قدرها ٣٣,٢ كم^٢، بنسبة ٢٥,٩٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها؛ وبالتالي فهو أكثر التكوينات الجيولوجية ظهورًا على السطح في منطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٢ م

(صورة بانورامية رقم ٢٠) تكوين أبو رديس في القطاع الأدنى من وادي الدبيلي

٣- رواسب الزمن الرابع:

تتمثل في الرواسب الفيضية والريحية والساحلية التي تغطي قيعان الأودية، وأجزاء من جوانبها، والمناطق المنخفضة، وسواحل المروحة الفيضية (الرشيدي، ١٩٩٤). وتنقسم إلى ما يلي:

أ- رواسب عصر البليستوسين:

يوجد منها في منطقة الدراسة نوعان، هما:

❏ رواسب الفانجلوميرات:

ترجع نشأتها إلى إحدى العمليات البنيوية التي أنتجت حوضاً مقعراً عميقاً، ملئ بـرواسب الرمل والحصى، وفي مرحلة تالية تعرضت تلك الرواسب منها إلى عمليات التعرية المائية، ونُقلت بعيداً إلى مناطق ترسيب المروحة الفيضية، وبقيت الفانجلوميرات على هيئة مدرج رسوبي بجوانب الوادي، يتراوح ارتفاعه ما بين قدمين إلى ١٠٠ قدم (Anstey, 1965). وتوجد الفانجلوميرات في القطاع الأدنى من وادي أم بعثران شمال طية تال - وسيط المقعرة . وتبلغ مساحتها ٢,٢ كم^٢، بنسبة ١,٧٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

❏ رواسب الحمادة:

هي كلمة عربية الأصل تُطلق على الأسطح الصخرية التي عرّتها الرياح والسيول من المواد الترابية والرملية الناعمة، وتمتد لمساحات كبيرة قد تصل إلى مئات الكيلومترات، وتكتسبها قشرة حامية شديدة التلاحم يبلغ سمكها بضعة سنتيمترات، ويختلف لونها ما بين الأبيض المائل للصفرة والرمادي القاتم، وترجع نشأة هذه القشرة إلى نشاط عمليات إذابة المياه للصخور الجيرية والجبس والأملاح (تراب، ٢٠١١). وتنتشر رواسب الحمادة في نطاق كبير يُحيط بـرواسب المروحة الفيضية الرئيسية، وعلى طول امتداد السهل الساحلي في منطقة الدراسة، بمساحة قدرها ٣,٥ كم^٢، بنسبة ٢,٧٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

ب- رواسب عصر الهولوسين:

تتقسم في منطقة الدراسة إلى نوعين، هما:

الرواسب الوديانية:

عبارة عن رواسب قارية تنتشر في بطون الأودية، وناتجة عن التعرية المائية لسفوحها، وتتكون من كنجلوميرات ومواد حصوية وناعمة، وتظهر واضحة في المجرى الرئيس في حوض وادي وسيط بقطاعه الأوسط؛ بسبب قلة انحدار مجراه، وزيادة اتساع جوانبه، وسيادة عملية الإرساب للمواد المعلقة بمياه السيول، وتعرضت تلك الرواسب لتوالي عمليات النحت المائي؛ مما نتج عنه تشكيل المدرجات الرسوبية على جانبي مجرى الوادي، وهنا تبرز ظاهرة النهر المُرسب (صورة بانورامية رقم ٢١). وتمثل تلك الرواسب مساحة قدرها ٨,٣ كم^٢، بنسبة ٦,٤٪ من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية ونسبها في منطقة الدراسة.

رواسب السبخات:

تتألف من رواسب غير متماسكة وغير متجانسة، وتتكون بشكل عام من رمل الكوارتز والطيني مع نسب صغيرة من الطين، ولها سطح قشري صلب نسبياً (Alshenawy et al., 2021). وتم التعرف على السبخات في منطقة الدراسة من خلال الصور الجوية، وتحليل المرئيات الفضائية، والدراسة الميدانية. وعُرضت دراستها في الفصل الرابع الخاص بالظواهرات الجيومورفولوجية.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٩ م

(صورة بانورامية رقم ٢١) الرواسب الوديانية في القطاع الأوسط من وادي وسيط

ثانيًا: التراكيب الجيولوجية

هي ماتم بناؤه بفعل القوى المختلفة داخل القشرة الأرضية، التي أدت إلى تشوه المعادن والصخور (Park, 2013). ويتضمن علم الجيولوجيا مجموعة مترابطة من التخصصات الفرعية؛ للبحث عن كيفية حدوث هذا التشوه، والكشف عن السياق التاريخي الذي حدث فيه من خلال التركيز على عمليات تفسيره، أهمها الصدع والطّي (Rey, 2014).

وتخترق منطقة الدراسة مجموعة من الصدوع العادية الموازية لاتجاه خليج السويس (جنوبي شرقي - شمالي غربي)؛ بسبب تعرض الصخور لقوى الشد خلال الزمن الجيولوجي الثالث (أبو العز، ١٩٦٦). وتعرضت كتلة حمام فرعون غرب منطقة الدراسة إلى سبع حركات أرضية، ورُفع الجزء الجنوبي منها خلال الحركة الثانية في عصر الأوليجوسين (Moustafa, 1996). وتتنخفض الكتلة بشكل تدريجي جهة الشرق، وتحدها الصدوع العادية من الشرق والغرب (Gawthorpe et al., 2003). وفيما يلي توضيح أثر العمليات الجيولوجية المؤثرة في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة:

١ - الصدوع:

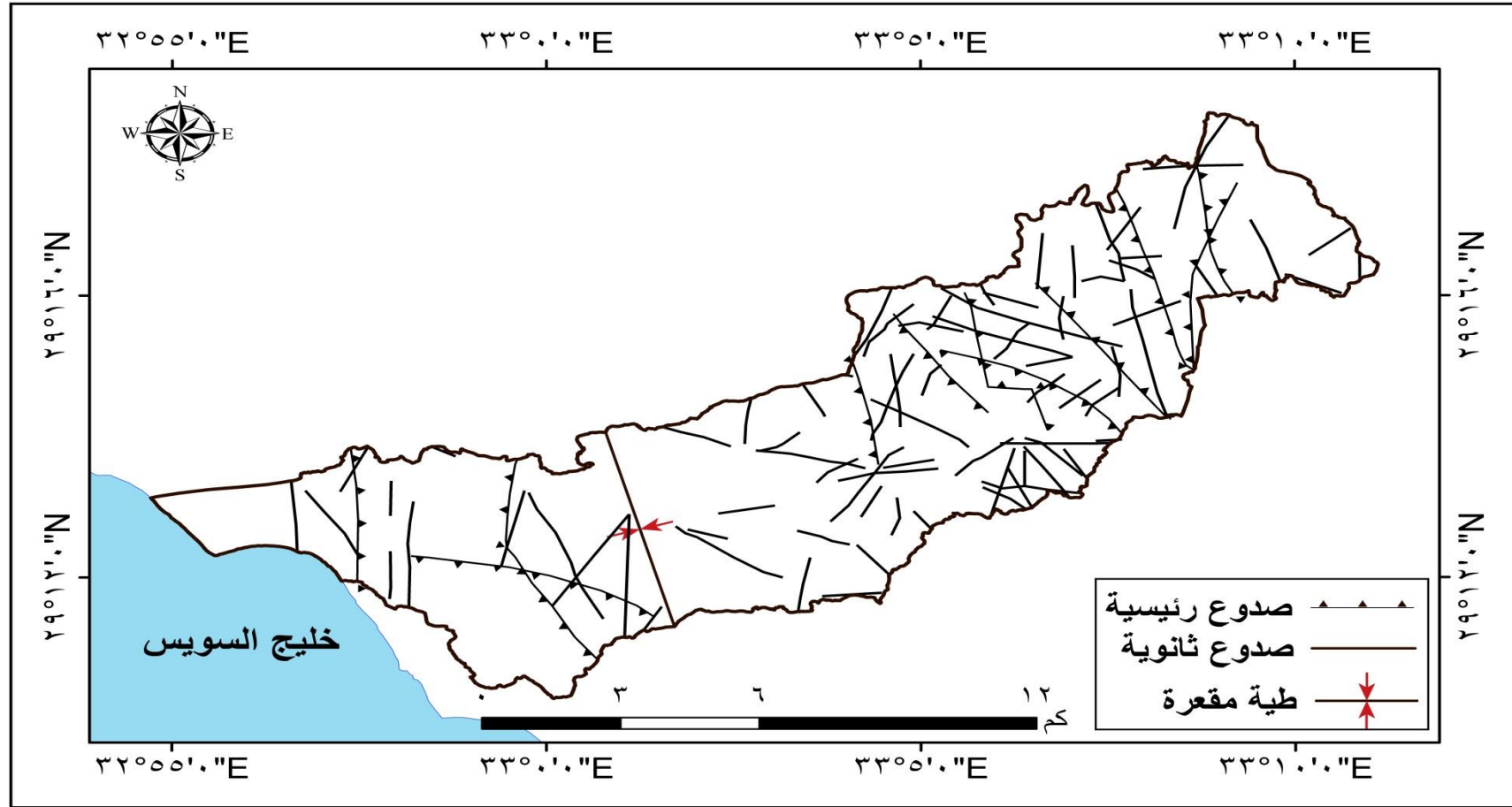
هي أسطح الكسر التي حدثت على طولها إزاحة ملحوظة للطبقات (Lisle, 2004)؛ حيث تتحرك الكتل الصخرية إلى الأسفل، أو الأعلى، أو أفقيًا، أو شبه أفقيًا، بموازاة مستوى الكسر (محمد، محمد، ٢٠٠٨)؛ بسبب تعرض طبقات الصخور لقوى الشد والضغط بدرجة أكبر مما تحتاجه الصخور إلى الطي أو الانثناء. وتنقسم الصدوع إلى قسمين رئيسيين، هما: الصدوع العادية، والمركبة؛ بسبب اختلاف درجات قوى الصدع (أبو راضي، ١٩٩٨).

ويُعد القطاع الأوسط في شبه جزيرة سيناء من أكثر المناطق اضطرابًا؛ بسبب تمزق الطبقات الصخرية بفعل الصدوع (Ball, 1916)، وهى من النوع العادي؛ بسبب تعرض الصخور لعملية الشد السطحي (أبو العز، ١٩٦٦). وبينت التحليلات الجيولوجية (٩٦) صدعًا أثر في مورفولوجية المنطقة (جدول رقم ٢)، (شكل رقم ٧).

(جدول رقم ٢) أعداد الصدوع وأطوالها في منطقة الدراسة

| الصدوع | العدد | النسبة % | إجمالي الأطوال (كم) | النسبة % |
|----------|-------|----------|---------------------|----------|
| رئيسية | ١١ | ١١.٥ | ٤٧.٢ | ٢١ |
| ثانوية | ٨٥ | ٨٨.٥ | ١٧٧.٥ | ٧٩ |
| الإجمالي | ٩٦ | ١٠٠ | ٢٢٤.٧ | ١٠٠ |

المصدر: الخرائط الجيولوجية، المرئية الفضائية Landsat 8



المصدر: الخرائط الجيولوجية، والمرئية الفضائية Landsat 8
(شكل رقم ٧) توزيع الصدوع والطيات في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٤م

(صورة بانورامية رقم ٢٢) إزاحة الطبقات الكريتاسية في القطاع الأدنى من وادي أم صورة

وتأثرت كتلة حمام فرعون بـ ٣٧٠ صدعًا عاديًا، أهمها ذلك الصدع الذي يمتد على الساحل الشرقي لخليج السويس من جنوبها إلى رأس لاجية (شمال مصب وادي غرندل)، بإزاحة قدرها ٤٨٠٠ مترًا، وتتراوح أكبر رمية صدعية داخل الكتلة نفسها ما بين ٨٠٠ - ٩٠٠ مترًا. وتسببت جميع الصدوع في تقسيم كتلة حمام فرعون إلى ثلاث كتل صدعية، هي: كتلة تتجه إلى الشمال الشرقي، وكتلة مركزية، وأخرى تتجه إلى الجنوب الغربي (Moustafa, 1996). وتأثرت منطقة الدراسة بصدوع رئيسية، بلغ عددها (١١) صدعًا، هي:

الصدع الأول:

يمتد بطول ٥,٥ كم، بزاوية مقدارها ٢٨٧° (شمالي غربي - جنوبي شرقي)، مؤثرًا في فصل تكوينات دارات وسمالوط في كتلة حمام فرعون.

الصدع الثاني:

يمتد بطول ٢,٧ كم، بزاوية مقدارها ٣٤٨° (شمالي - جنوبي)، مؤثرًا في الصخور الميوسينية التابعة لتكوين رديس في القطاع الأوسط لكل من: وادي الجيوشية، ولغب أم نعجة.

الصدع الثالث:

يبلغ طوله ٣,٣ كم، ويتخذ اتجاهًا شماليًا غربيًا - جنوبيًا شرقيًا، بزاوية مقدارها ٣٢٢°، ويؤثر في صخور تكوين رديس في القطاع الأعلى لكل من: وادي الجيوشية، ولغب أم نعجة، ووسيط.

الصدع الرابع:

يمتد في القطاع الأوسط من منطقة الدراسة بطول ٤ كم، بزاوية مقدارها ١٥٣° (جنوبي شرقي - شمالي غربي)، وأثر في ظهور تكويني سمالوط وأبو رديس وفصلهما، بالإضافة إلى هبوط خط سليل حوض وادي الدنيلي، الذي اتخذ مستوى ذلك الصدع مجرى له.

الصدع الخامس:

يوجد في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة بطول ٣,٤ كم، بزاوية مقدارها ١٦٦° (جنوبي شرقي - شمالي غربي)، وأثر في تشكيل حافة أعالي الديرة الصدعية، التي تمثل الحد الشرقي لحوض الديرة البنيوي.

الصدع السادس:

يبلغ طوله ٥ كم، بزاوية مقدارها ٣٤١° (شمالي غربي - جنوبي شرقي) في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، ويمتد في تكوينات عجمة الإيوسيني ووطا الكريتاسي، وساهم في تشكيل حافات كتلة أبو اللصف (٣ حافات)، وحافة كويستا وسط الديرة.

الصدع السابع:

يبدأ في الظهور من القطاع الأعلى بوادي الحويش، ثم القطاع الأعلى بوادي وسيط، وينتهي في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية، بطول ٤,٥ كم، بزاوية مقدارها ٢٩٩°.

(شمالي غربي - جنوبي شرقي)، في تكوينات عُجمة وإسنا وسمالوط وأبو رديس، وله دور واضح في تشكيل حافة الجيوشية الصدعية الميوسينية الرملية (السفح الغربي لحوض الدَّيْلِي).
▣ الصدع الثامن:

يمتد في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، بطول ٥ كم، بزاوية مقدارها ١١° (شمالي - جنوبي)، ويبدأ من القطاع الأدنى بوادي أبوالخطوط، ثم القطاع الأعلى من وادي الديرة، منتهياً عند قمة جبل أبو اللصف، في تكوينات وطا ومطلة وسدر وإسنا.
▣ الصدع التاسع:

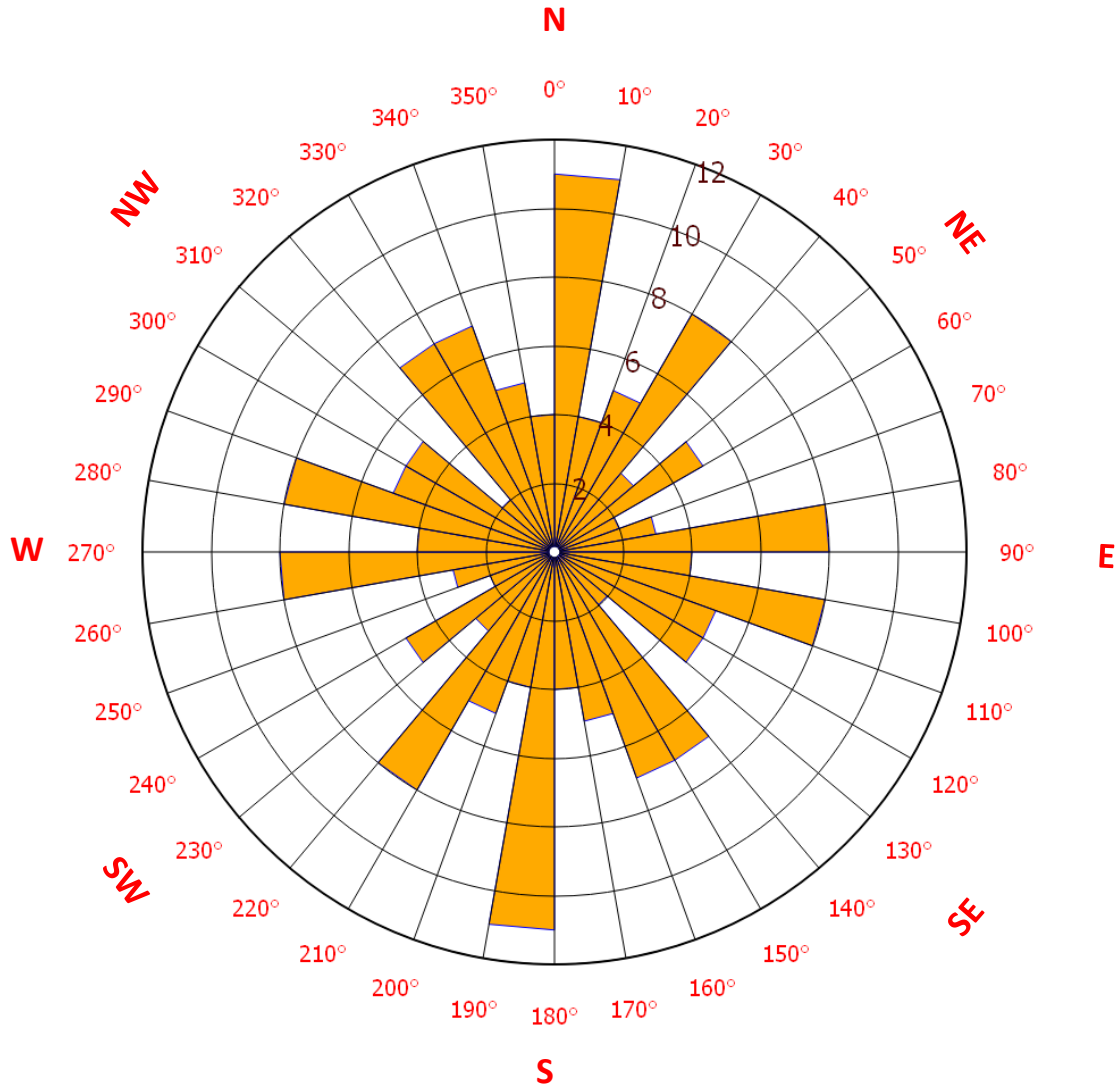
يخترق التكوينات الإيوسينية في القطاع الأدنى من منطقة الدراسة بطول ٣,٤ كم، بزاوية مقدارها ١٧٨° (شمالي - جنوبي)، ويتضح أثره في تشكيل الحافة الصدعية المُطلة على خليج السويس (شرق وادي غرب الحمام).
▣ الصدع العاشر:

يمتد بمحاذاة الحافة الصدعية الشرقية لكتلة حمام فرعون بطول ٥,٥ كم، بزاوية مقدارها ٣٤٢°، قاطعاً تكوينات دارات وسمالوط باتجاه (شمالي - جنوبي)، وله أثر في تشكيل الحافة المذكورة.

▣ الصدع الحادي عشر:
يمتد بمحاذاة حافة أعالي وسيط الصدعية (السفح الغربي لحوض أم صورة) بطول ٤,٥ كم، بزاوية مقدارها ١٤١° (جنوبي شرقي - شمالي غربي) في تكوينات ضوي وسدر وإسنا، مؤثراً في تشكيل خط سليل حوض وادي أم صورة؛ مما جعله وادياً صدعياً.

وبلغت الصدوع الثانوية (٨٥) صدعاً، بنسبة ٧٩٪ من إجمالي أطوال الصدوع في المنطقة، وهي صدوع ناتجة عن الصدوع الرئيسية، ومسئولة بشكل كبير عن تشقق المنطقة وتقطعها؛ فنجدها تسببت في وعورة المنطقة مابين ارتفاعات وانخفاضات مفاجئة، وتشكيل بعض الظواهر الجيومورفولوجية، مثل الكتل المنقطعة أمام الحافات الصخرية، وأهمها الصدع المُمتد بطول ٤,٢ كم، بزاوية مقدارها ٢٩١° في شرق القطاع الأوسط من منطقة الدراسة، وأحدث حركة إزاحة نتج عنها انزلاقاً أفقيّاً لصخور تكوينات (مطلة، ضوي، سدر، إسنا، عُجمة) لمسافة قدرها ٢٤٦ متراً (صورة بانورامية رقم ٢٢).

وتُعد الصدوع ذات الاتجاهات الشمالية هي الأكثر انتشارًا من حيث عددها؛ حيث بلغت (١٨) صدع، بينما الصدوع ذات الاتجاهات الجنوبية والجنوبية الشرقية والشرقية هي الأقل بمقدار (٩) صدوع لكل اتجاه (ملحق رقم ١)، (شكل رقم ٨).



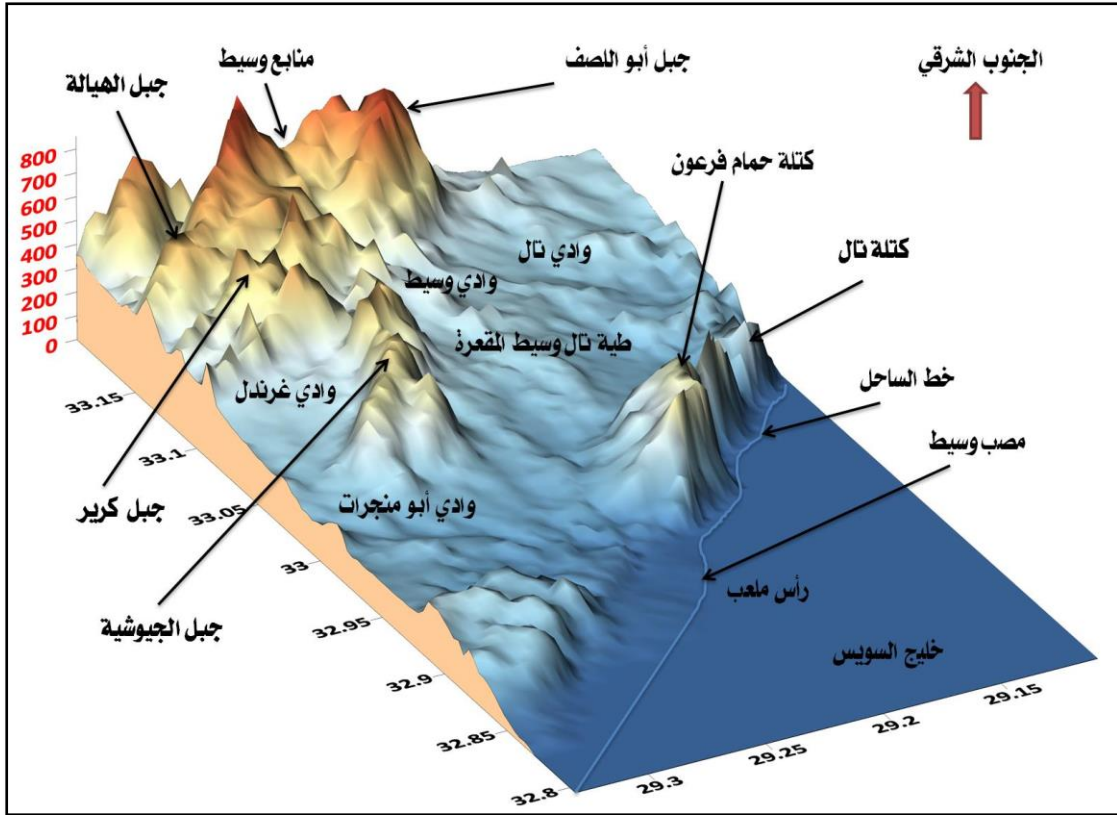
المصدر: قاعدة بيانات شكل رقم (٧)

(شكل رقم ٨) أعداد الصدوع واتجاهاتها في منطقة الدراسة

٢ - الطيات:

عبارة عن ثنيات حدثت في صخور القشرة الأرضية؛ بسبب قوى الضغط الجانبية التي تحدث بين حواف الصفائح التكتونية، مثل التجعدات التي تنشأ عند اصطدام صفيحة تكتونية قارية مع أخرى بحرية أو محيطية. وتتراوح أبعاد هذه الطيات بين عدة ملليمترات وعدة كيلومترات، وتتكون معظمها في الصخور الرسوبية (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨). ويرجع معظم الجيولوجيون الطيات إلى عصر الميوسين الأعلى، وتُمثل العامل الجيولوجي الثاني الذي شكل مورفولوجية منطقة الدراسة (النجار، ٢٠٠٤).

ومن خلال تحليل الخرائط الجيولوجية تبين وجود طية مقعرة نشأت بفعل سحب الرميات السُفلية للصدوع القريبة منها (Moustafa, 1996)، وتتقوس قطاعاتها إلى أسفل في اتجاه المستوى المحوري الذي يمثل قاع الطية (محسوب، ١٩٩٧)، وهي طية (تال - وسيط)، التي تمتد لمسافة ٥,٣ كم في منطقة الدراسة بشرق كتلة حمام فرعون الصدعية (شكل رقم ٩)، وشكلت مُنخفضًا استقبل كمية كبيرة من الرواسب الحديثة، هي: رواسب الفانجلوميرات البلايستوسينية في قطاعها الشمالي، والرواسب الوديانية الهولوسينية في قطاعها الأوسط والجنوبي. وشُيد فوق رواسبها طريق رأس سدر - الطور. واختفت معظم ملامحها المورفولوجية (يوسف، ٢٠١٣).



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)

(شكل رقم ٩) ثلاثي أبعاد الطية المقعرة "تال - وسيط"

٣ - الفواصل:

هي كسور في صخور القشرة الأرضية لا يصحبها تحرك الصخور على جانبي مستوى الكسر (محمد، محمد، ٢٠٠٨)، ولها دور كبير في التشكيل المورفولوجي للظواهرات، وتزداد أهميتها بسبب فعل التركيب المعدني للصخور، خاصةً فيما يتعلق بعمليات التجوية والنحت؛ حيث تعمل على فتح قنوات للمياه المتسربة، وتحديد مناطق ضعف جيولوجي داخل الصخر، تنشط من خلالها عمليات التجوية والتعرية (سلامة، ١٩٨٢).

وتبين من خلال الدراسة الميدانية أن المنطقة تتأثر بالفواصل في صخورها الجيرية والرملية (صورة رقم ٢٣)، وهي بمثابة عامل بنيوي أثر في نشاط عمليات التجوية الميكانيكية، مثل: التفكك الكتلي للصخور. وعمليات التجوية الكيميائية، مثل: الإذابة في الحجر الجيري، التي تتسبب في تشكيل الأرصفة الجيرية، وخُفر الإذابة، وغيرها.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٤ م

(صورة رقم ٢٣) الفواصل في منطقة الدراسة

ثالثاً: التطور الجيولوجي

يُعد المثلث الجنوبي من شبه جزيرة سيناء جزءاً من الكتلة العربية النوبية القديمة، التي يغلب عليها الطابع الجرانيتي، وارتفع هذا المثلث بين خليج العقبة شرقاً، وخليج السويس غرباً. وارتكزت الصخور الرسوبية فوق هذا المثلث من الزمن الجيولوجي الأول إلى الزمن الرابع (أبو العز، ١٩٦٦).

وتعرضت شبه جزيرة سيناء لعدة طغيانات بحرية من بحر تنش القديم من الاتجاه الشمالي والشمالي الغربي في فترات ما قبل الكامبري (أبو العز، ١٩٦٦). وفي العصر الكربوني غمر البحر منطقة غرب سيناء في الصحراء الشرقية حتى وادي عربة فيما بين هضبتي الجلالة البحرية والقبلية؛ مما يدل على أن سيناء ومنطقة وادي عربة كانتا منطقة واحدة، وحدث الانفصال لهما بسبب تكون خليج السويس (فتحي، ٢٠٠٠). وخلال عصري الكريتاسي والإيوسين شملت حركة الطغيانات البحرية معظم أجزاء شبه جزيرة سيناء (أبو العز، ١٩٦٦). ويوضح (شكل رقم ١٠) توزيع اليايس والماء عند أقصى غمر للبحر في مصر.

وتقع منطقة الدراسة في غرب القطاع الأوسط لشبه جزيرة سيناء، وتنتمي معظم صخور ذلك القطاع إلى الصخور الأركية والكربونية والكريتاسية والأيوسينية والميوسينية (Ball, 1916). ومن خلال دراسة الخرائط الجيولوجية وتحليلها لمنطقة الدراسة تبين أن صخورها تكونت بداية من عصر الكريتاسي في الزمن الجيولوجي الثاني إلى نهاية الزمن الرابع. وتم تتبع التطور الجيولوجي لصخور منطقة الدراسة كما يلي:

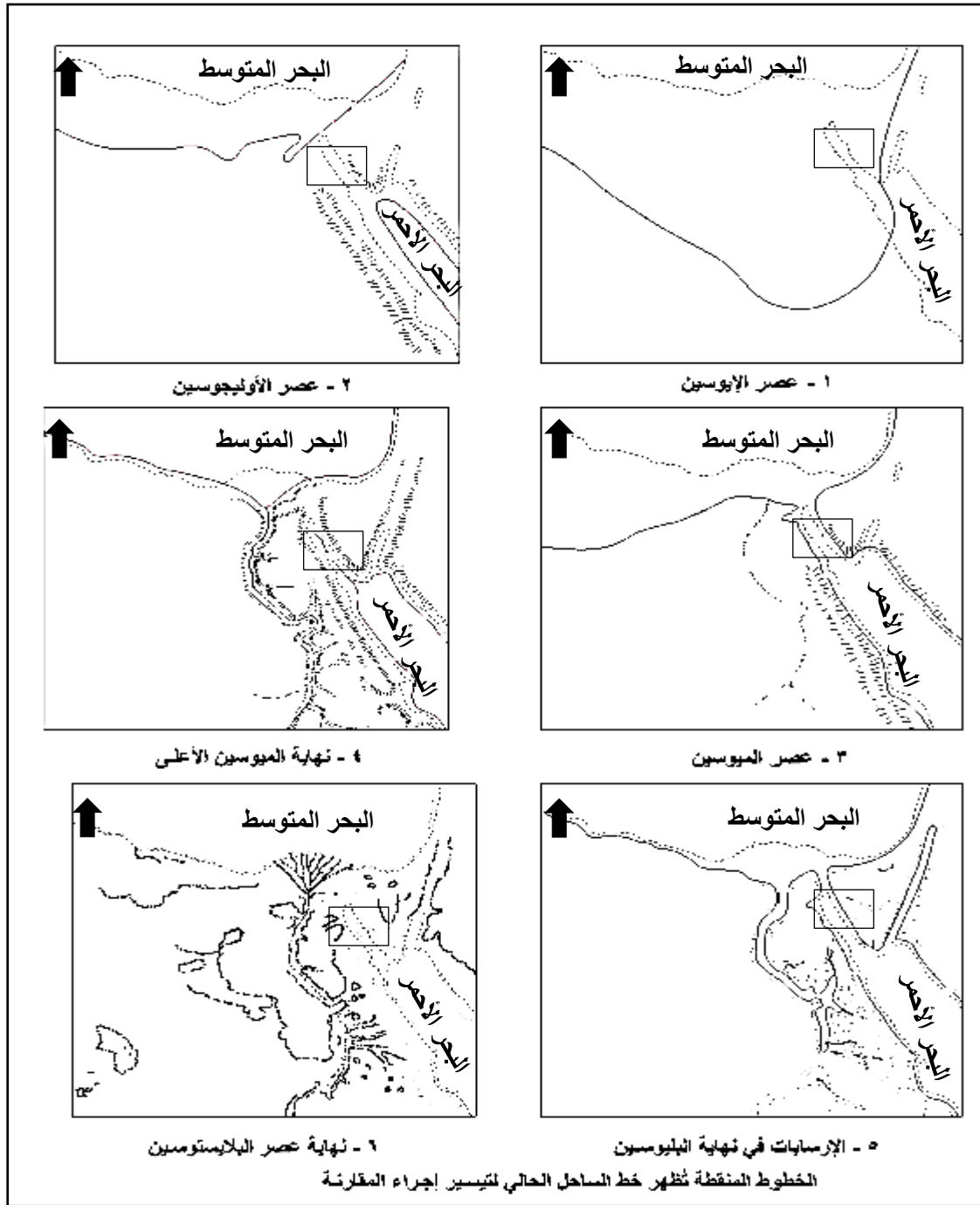
١- الزمن الجيولوجي الثاني:

أ- عصر الكريتاسي:

يُعد من أهم العصور المؤثرة في التاريخ الجيولوجي لمصر؛ حيث حدث فيه هبوط لأرض مصر، وتقدم البحر حتى دائرة عرض أسوان، وخلال ذلك التقدم تكونت الرواسب الشاطئية القارية المعروفة الآن بالحجر الرملي النوبي. وفي أواسط العصر الكريتاسي ازداد عمق البحر الطاعي مما أدى إلى ترسب طبقة من الحجر الجيري والصلصال، تزداد سمكها بالاتجاه شمالاً، وبانتهاء ذلك العصر تقهقرت المياه نحو الشمال حتى دائرة عرض القاهرة (فتحي، ٢٠٠٠)، تاركة رواسب شكلت أرضاً جافة تعرضت فيما بعد للتعرية المائية (بول، ٢٠٢٠).

وفي غرب القطاع الأوسط من سيناء نجد التكوينات الكريتاسية مكشوفة على السطح بشكل واضح في جرف هضبة التيه، وكوّن الكريتاسي الأدنى سمكاً كبيراً من الحجر الرملي النوبي الخالي من الحفريات، ويتموضع فوقه تكوينات الكريتاسي الأعلى على هيئة سلسلة من الأحجار الجيرية والطينية الغنية بالحفريات (Ball, 1916).

وإذا نظرنا إلى الحركات الباطنية التي أثرت في نشأة المنطقة نجد أهمها الحركات الصدعية التي أدت إلى تكوين أخدود خليج السويس، المُطل على منطقة الدراسة من الغرب، وبدأت هذه الحركات مع نهاية عصر الكريتاسي، وبلغت ذروتها ونتائجها خلال الزمن الثالث والرابع (رياض، عبدالرسول، ١٩٧٣). وتظهر تكوينات العصر الكريتاسي في الأجزاء الشرقية من منطقة الدراسة على هيئة صخور جيرية متأثرة بحركات بنيوية أثرت في شكلها المورفولوجي.



المصدر: (بول، ٢٠٢٠، ت: معتمد)

(شكل رقم ١٠) تطور توزيع اليابس والماء في منطقة الدراسة بداية من عصر الإيوسين

٢- الزمن الجيولوجي الثالث:

تشكّلت صخور ذلك الزمن في منطقة الدراسة خلال عصر الباليوسين والإيوسين والميوسين، وتمثلت صخورها في أكبر مساحة منكشفة على السطح من إجمالي مساحات التكوينات الجيولوجية.

أ- عصر الباليوسين:

استمر الغمر البحري الذي بدأ بنهاية الكريتاسي الأعلى، وغمر منطقة أخدود خليج السويس، وشمل القطاع الأدنى من منطقة الدراسة، ورُسب طفل إسنا في مياه هادئة على أعماق تتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ متر في أحواض بحرية؛ تشكلت بسبب ظهور الأقواس السورية التي وُجدت أثناء ذلك الترسيب. وحدثت حركات تكتونية محلية أثرت في حدوث تذبذب مستوى سطح البحر خلال الباليوسين (الرشيدي، ١٩٩٤). وتشتمل الصخور الباليوسينية في منطقة الدراسة على تكوين إسنا المتواجد في القطاع الأوسط من حوض وادي الديرة، والقطاع الأعلى من حوض أبي اللصف، والحافة الغربية لكتلة حمام فرعون.

أ- عصر الإيوسين:

تعرضت أرض مصر لحركة هبوط أدت إلى الطغيان البحري داخل العمق المصري، واستمر الوضع هكذا مدة طويلة، أدت إلى كبر حجم الإرسابات الإيوسينية؛ حيث وصل سمكها في بعض المناطق بمصر إلى ٧٠٠ متر مع تعرضها للتعرية بعد انكشافها في عصور تالية، ومع نهاية ذلك العصر تراجع البحر تدريجياً حتى انحسر تماماً عن أرض مصر (فتحي، ٢٠٠٠). ومزقت التعرية طبقات الإيوسين إلى كتل هضبية متفرقة في هضبة التيه (جودة، ٢٠٠٠)، وتوجد بشكل متناثر في منطقة الدراسة متمثلة في تكوينات: عُجمة، ودارات، وسمالوط، وخبوبة، وتكة، وطيبة، وهذه التكوينات ذات صخور جيرية متأثرة بعدد من الصدوع في نطاقاتها.

ج- عصر الميوسين:

تعرضت أرض مصر لحركة هبوط أدت إلى امتداد لسان من البحر في منطقة برزخ السويس، واتصل البحر المتوسط بالبحيرة المغلقة التي كانت تشغل موضع البحر الأحمر، وفي نهاية العصر حدثت حركة رفع أدت إلى انحسار البحر، وانفصال البحر الأحمر عن المتوسط، وتكونت منطقة برزخ السويس (فتحي، ٢٠٠٠)، وقد أثر ذلك العصر في تكوين الأشكال التي تُعد جزءاً من الارتفاع الإقليمي الذي يفصل بين الرفوف المستقرة وغير المستقرة في سيناء (Said, 1990).

واتضحت معالم أخدود خليج السويس خلال الميوسين الأدنى، حيث هبط بدرجة كافية لغمره بمياه البحر، وتم ترسيب كل من تكوين نُخل (مارل وحجر رملي، وكنجوميترات)، وتكوين أبو رديس (صلصال ومارل، وحجر رملي) في حوض ضحل ارتفع قاعه ببطء، وترسيب

الفانجلوميرات على هوامش جبل الجيوشية شمال منطقة الدراسة. وبحلول الميوسين الأعلى حدثت حركات تكتونية أدت إلى رفع القطاع الأدنى من منطقة الدراسة (الرشيدي، ١٩٩٤).

٣- الزمن الجيولوجي الرابع:

أ- عصر البليستوسين:

تميز بطابع مناخي خاص عن بقية العصور الجيولوجية؛ حيث اختلف المناخ بين العروض العليا والوسطى، فتعرضت العروض العليا لتعاقب فترات جليدية وغير جليدية، بينما تعرضت القطاعات الوسطى لتعاقب فترات مطيرة وجافة، واستمر هذا العصر لحوالي نصف مليون سنة (بول، ٢٠٢٠). ومن أهم تأثيراته في منطقة الدراسة تشكيل الفانجلوميرات والحمادة النهرية.

ب- عصر الهولوسين:

تعرض ذلك العصر لذبذبات مناخية في بدايته، واستمر لمدة ٢٠ ألف سنة منذ نهاية البلايستوسين (بول، ٢٠٢٠)، وتعاقبت فترات مناخية مختلفة بعد ذلك تتمثل في الآتي:

- فترة المناخ الأمثل ذو الدفء والرطوبة، وهي أطول فترة بالهولوسين.
- فترة مطيرة أكثر من الآن.
- فترة جفاف مع استمرار الحياه في الصحاري.
- فترة دافئة أدت إلى تقهقر الجليد في العروض العليا.
- فترة باردة في العروض العليا ومطيرة في العروض الوسطى، أدت إلى زيادة تصريف نهر النيل. وتحسنت الأحوال المناخية في أواخر هذا العصر، وتراجعت النطاقات المناخية مرة أخرى لمواقعها الحالية؛ ليدخل العالم في فترة دافئة مازالت مستمرة حتى الآن (محمد، ١٩٩٩).

ولتلك التغيرات المناخية خلال الزمن الرابع دور واضح في التشكيل الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة؛ حيث أثرت في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات النحت والإرساب، مثل: شبكة الأودية، والرواسب الوديانية بقيعائها، والمراوح الفيضية عند مصباتها.

خُلاصة الفصل الأول:

منطقة الدراسة تكتونية النشأة، مُتأثرة بالعمليات الجيومورفولوجية الباطنية خلال تطورها الجيولوجي. وتتألف من تكوينات جيولوجية، هي: جلالة ووطا ومطلة وضوي و سدر (الكريتاسي الأعلى)، إسنا (الباليوسين)، عُجمة (الإيوسين الأسفل)، دارات (الإيوسين الأوسط - الأسفل)، سمالوط وخبوبة (الإيوسين الأوسط)، تنكة وطيبة (الإيوسين الأعلى)، نُخل و أبو رديس (الميوسين الأسفل)، رواسب الفانجلوميرات ورواسب الحمادة النهرية (البلايستوسين)، رواسب وديانية سطحية (الهولوسين). وجميعها رسوبية (صخور جيرية ورملية، ورواسب سطحية). وتأثرت المنطقة بـ ٩٦ صدعًا عاديًا، وطية مقعرة تشكلت شرق كتلة حمام فرعون الصدعية الجيرية. وتُفسر هذه العوامل الجيولوجية نشأة أية ظاهرة جيومورفولوجية، مثل: ارتباط الحافات الصدعية بمستويات الصدوع، ونشاط عمليات التجوية على طول الفواصل، وحدوث عملية الإذابة في الحجر الجيري، وغيرها.

الفصل الثاني

(الخصائص المناخية والطبوغرافية في وادي وسيط)

تمهيد

أولاً: الخصائص المناخية

ثانياً: الخصائص الطبوغرافية

خلاصة الفصل الثاني

الفصل الثاني

الخصائص المناخية والطبوغرافية في وادي وسيط

تمهيد:

يُركز هذا الفصل على دراسة الخصائص المناخية والطبوغرافية في منطقة الدراسة؛ لاستكمال تفسير نشأة المنطقة، وما بها من ظاهرات جيومورفولوجية. وتُعد الخصائص المناخية بمثابة عوامل خارجية مؤثرة في أشكال سطح الأرض المختلفة، ويظهر دور المناخ في أثر التغيرات المناخية في العصور الجيولوجية على تشكيل ظاهرات النحت، مثل: شبكات التصريف، وظاهرات الإرساب، مثل: المراوح الفيضية، كما يظهر أثره - أيضًا - على نشاط عمليات التجوية والتعرية. وتتمثل الخصائص الطبوغرافية في دراسة الارتفاعات، والوحدات المورفولوجية، والانحدارات، والقطاعات الطبوغرافية.

أولاً: الخصائص المناخية

يختلف تأثير العناصر المناخية في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية من مكان إلى آخر باختلاف قيم تلك العناصر، ومن أهمها: أنظمة الضغط، والكتل الهوائية، والحرارة، والرياح، والمطر، والرطوبة النسبية، والتبخر.

ونجد أثر المناخ واضحاً في منطقة الدراسة؛ حيث أثرت العصور المطيرة قديماً في تشكيل شبكات الأودية المُرصعة المقطوعة بعمق، ويُشاهد أثر الرياح قوياً في نحت الصخور المكشوفة (Ball, 1916)، وتشير نتائج تحليل البيانات المناخية الحالية إلى أن مصر تتمتع بمناخ مداري شبه استوائي جاف قاحل (Embabi, 2018). ويوضح (جدول رقم ٣) المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للعناصر المناخية في منطقة الدراسة. وفيما يلي توضيح خصائص هذه العناصر:

١ - نظم الضغط الجوي والكتل الهوائية:

تتأثر منطقة الدراسة بنظم الضغط العالمية في مختلف فصول السنة؛ ففي فصل الشتاء يمتد لساناً من الضغط المرتفع الآزوري إلى الصحراء الكبرى الأفريقية مع وجود اتصال بنظام الضغط المرتفع الأوراسي بنظام الضغط المرتفع الآزوري، ومن ثم تتكون منطقة ضغط منخفض فوق البحر المتوسط ليصبح منطقة استقبال أعاصير، وعلى أثر تلك المنخفضات المرتفعة تهب على مصر رياح شرقية وغربية باردة. ويُعد شرقي البحر المتوسط نطاق تقابل هواء شديد البرودة من نظام الضغط المرتفع السيبيري مع هواء دافئ قادم من صحاري جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا، وينشأ عن ذلك الالتقاء جبهة باردة تتسبب في تساقط المطر وحدوث البرق والرعد على أراضي مصر الشمالية.

ويضطرب نظام الضغط الجوي من شهر إلى آخر خلال فصل الربيع؛ بسبب مرور المنخفضات الربيعية بالهامش الصحراوي الأفريقي المطل على البحر المتوسط، ومن أهم المنخفضات الجوية المنخفض الخماسيني الذي ينشأ فوق الصحراء الكبرى الأفريقية نتيجة النقاء كتل هوائية باردة من أوروبا مع منخفض السودان الموسمي، وينتج عن ذلك هبوب رياح حارة جنوبية وجنوبية شرقية على مصر مصحوبة بإثارة الغبار في الجو.

وأثناء فصل الصيف تستقر أحوال الجو، ويندر ظهور المنخفضات الجوية، وتتأثر مصر برياح شمالية وشمالية غربية بسبب غزو المرتفع الجوي الآزوري للبحر المتوسط، ولتلك الرياح الفضل في تلطيف درجة حرارة الجو. ويُعد فصل الخريف معتدلاً ومستقرًا في أحواله الجوية بشكل عام، ولكن يتصف بظهور عواصف رعدية على الدلتا ومصر الوسطى، يصحبها البرق وسقوط أمطار غزيرة.

وتتأثر منطقة الدراسة بالكتل الهوائية القطبية الباردة جدًا خلال فصل الشتاء، وتشتمل على كتل هوائية جافة تصل إلى مصر من يابس أوروبا وروسيا، وكتل هوائية رطبة بحرية من فوق شمال المحيط الأطلسي تتسبب في سقوط الأمطار شمال مصر. وتتأثر المنطقة بالكتل الهوائية المدارية القارية خاصة في فصل الربيع، وتهب من فوق الصحراء الكبرى الأفريقية من الغرب إلى الشرق على طول السواحل الأفريقية الشمالية، وتتسبب في سيادة الهواء الحار الجاف المترب في مقدمة المنخفضات الخماسينية.

وتتأثر المنطقة بالكتل الهوائية المدارية البحرية الآتية من النطاق المداري بالمحيط الأطلسي في أواخر الشتاء وأوائل الربيع، حيث تجذبها المنخفضات الجوية في مصر، لكنها لا تتسبب في سقوط أمطار؛ لأنها تقطع مسافة طويلة فوق سواحل شمال أفريقيا، وتفقد معظم ما تحمله من بخار ماء (جودة، ٢٠٠٠). وتتأثر المنطقة بالكتل الهوائية الإستوائية، التي تغزو غرب الهند والسودان وأواسط أفريقيا صيفًا، وتكون مُحملة ببخار الماء؛ نتيجة مرورها بالمحيطات. وتتسبب في تكوين السحب الركامية المُنزنية فوق مرتفعات جنوب سيناء، ومن ثم سقوط الأمطار الغزيرة، المصحوبة بالعواصف الرعدية وحدوث السيول (سلامة، ٢٠١٦).

٢ - الحرارة:

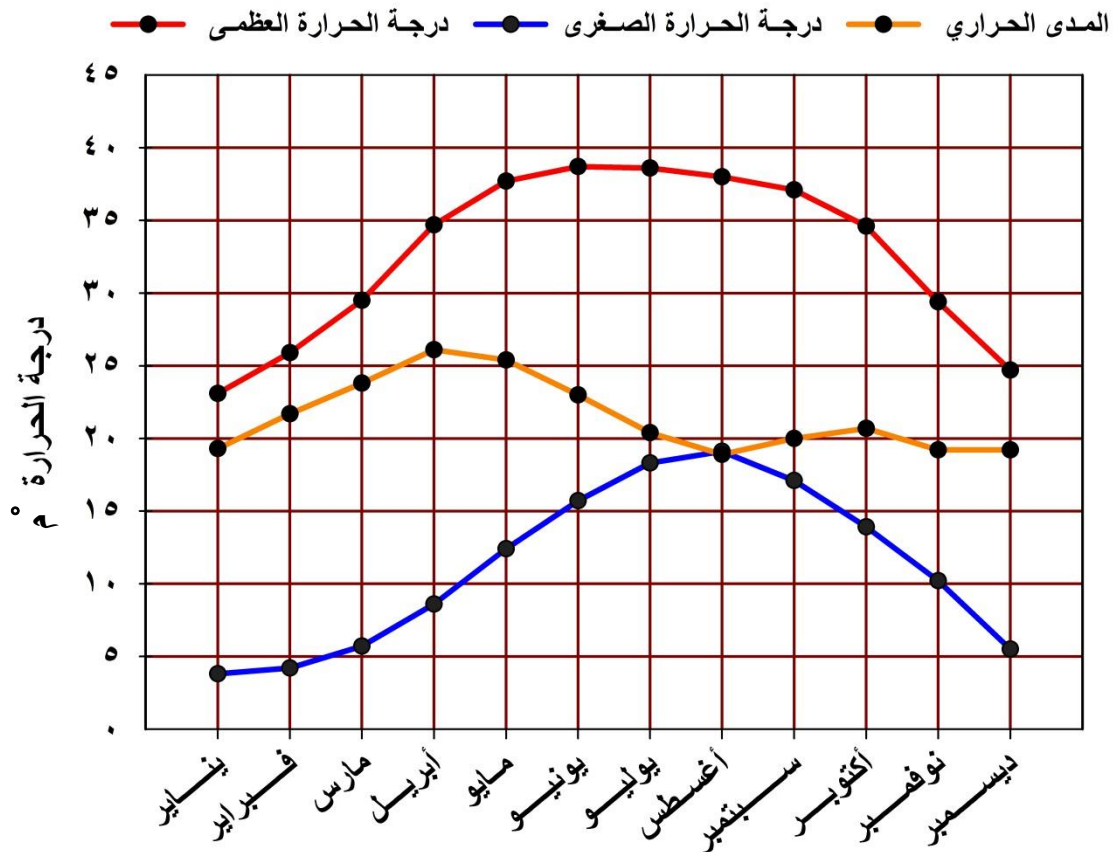
تؤثر درجة الحرارة في نشاط عمليات التجوية الميكانيكية عن طريق تمدد الصخور وانكماشها؛ بسبب عدم احتفاظ الصخور بالحرارة لمدة طويلة، ويحدث انفصال للحبيبات الصخرية؛ بسبب سخونة السطح الخارجي للصخر مع اختلاف قابلية المعادن المُكوّنة له على التمدد والانكماش (سليم، راضي، ١٩٨٥).

(جدول رقم ٣) المُعدّلات الشهرية والفصلية والسنوية للعناصر المناخية في منطقة الدراسة

| 1984 - 2020 م | | | | | | | | الفترة الزمنية |
|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|------------------|------------|---------------------|----------------|
| عناصر المناخ | درجة الحرارة العظمى (° م) | درجة الحرارة الصغرى (° م) | المدى الحراري (° م) | سرعة الرياح (كم/س) | اتجاه الرياح (°) | المطر (مم) | الرطوبة النسبية (%) | التبخر (مم) |
| يناير | ٢٣.١ | ٣.٨ | ١٩.٣ | ١٠.٩ | ٢٧٨.٠ | ٠.٢ | ٥٩.٨ | ١.٦ |
| فبراير | ٢٥.٩ | ٤.٢ | ٢١.٧ | ١١.٣ | ٢٨٩.٠ | ٠.٢ | ٥٤.٧ | ٢.٠ |
| مارس | ٢٩.٥ | ٥.٧ | ٢٣.٨ | ١٢.٤ | ٣٠٠.٣ | ٠.٢ | ٤٩.٣ | ٢.٩ |
| أبريل | ٣٤.٧ | ٨.٦ | ٢٦.١ | ١٢.٦ | ٢٠٨.٣ | ٠.٠ | ٤١.١ | ٤.٠ |
| مايو | ٣٧.٧ | ١٢.٤ | ٢٥.٤ | ١٣.٢ | ٢٠١.٠ | ٠.٠ | ٣٧.٥ | ٤.٨ |
| يونيو | ٣٨.٧ | ١٥.٧ | ٢٣.٠ | ١٤.٥ | ٣٤٥.٠ | ٠.٠ | ٣٨.٤ | ٥.٣ |
| يوليو | ٣٨.٦ | ١٨.٣ | ٢٠.٤ | ١٣.١ | ٣٣٥.٠ | ٠.٠ | ٣٩.٢ | ٣.٤ |
| أغسطس | ٣٨.٠ | ١٩.١ | ١٨.٩ | ١٣.٥ | ٣٢٩.٧ | ٠.٠ | ٤٣.١ | ٤.٨ |
| سبتمبر | ٣٧.١ | ١٧.١ | ٢٠.٠ | ١٤.٧ | ٢٤٧.٩ | ٠.٠ | ٤٩.٧ | ٤.١ |
| أكتوبر | ٣٤.٦ | ١٣.٩ | ٢٠.٧ | ١٢.٩ | ١٦٦.٩ | ٠.٠ | ٥٤.٠ | ٣.٠ |
| نوفمبر | ٢٩.٤ | ١٠.٢ | ١٩.٢ | ١١.٤ | ٢٦٦.٥ | ٠.١ | ٥٧.٢ | ٢.٠ |
| ديسمبر | ٢٤.٧ | ٥.٥ | ١٩.٢ | ١٠.٩ | ٢٧٩.٧ | ٠.٢ | ٥٩.٤ | ١.٦ |
| الشتاء | ٢٤.٥ | ٤.٥ | ٢٠.١ | ١١.٠ | ٢٨٢.٢ | ٠.٢ | ٥٧.٩ | ١.٧ |
| الربيع | ٣٤.٠ | ٨.٩ | ٢٥.١ | ١٢.٧ | ٢٣٦.٥ | ٠.١ | ٤٢.٦ | ٣.٠ |
| الصيف | ٣٨.٤ | ١٧.٧ | ٢٠.٨ | ١٣.٧ | ٣٣٦.٦ | ٠.٠ | ٤٠.٢ | ٤.٥ |
| الخريف | ٣٣.٧ | ١٣.٧ | ٢٠.٠ | ١٣.٠ | ٢٢٧.٠ | ٠.٠ | ٥٣.٦ | ٣.٩ |
| المعدل السنوي | ٣٢.٧ | ١١.٢ | ٢١.٥ | ١٢.٦ | ٢٧٠.٦ | ٠.١ | ٤٨.٦ | ٣.٣ |

المصدر: (ملاحق ٢ - ٨)

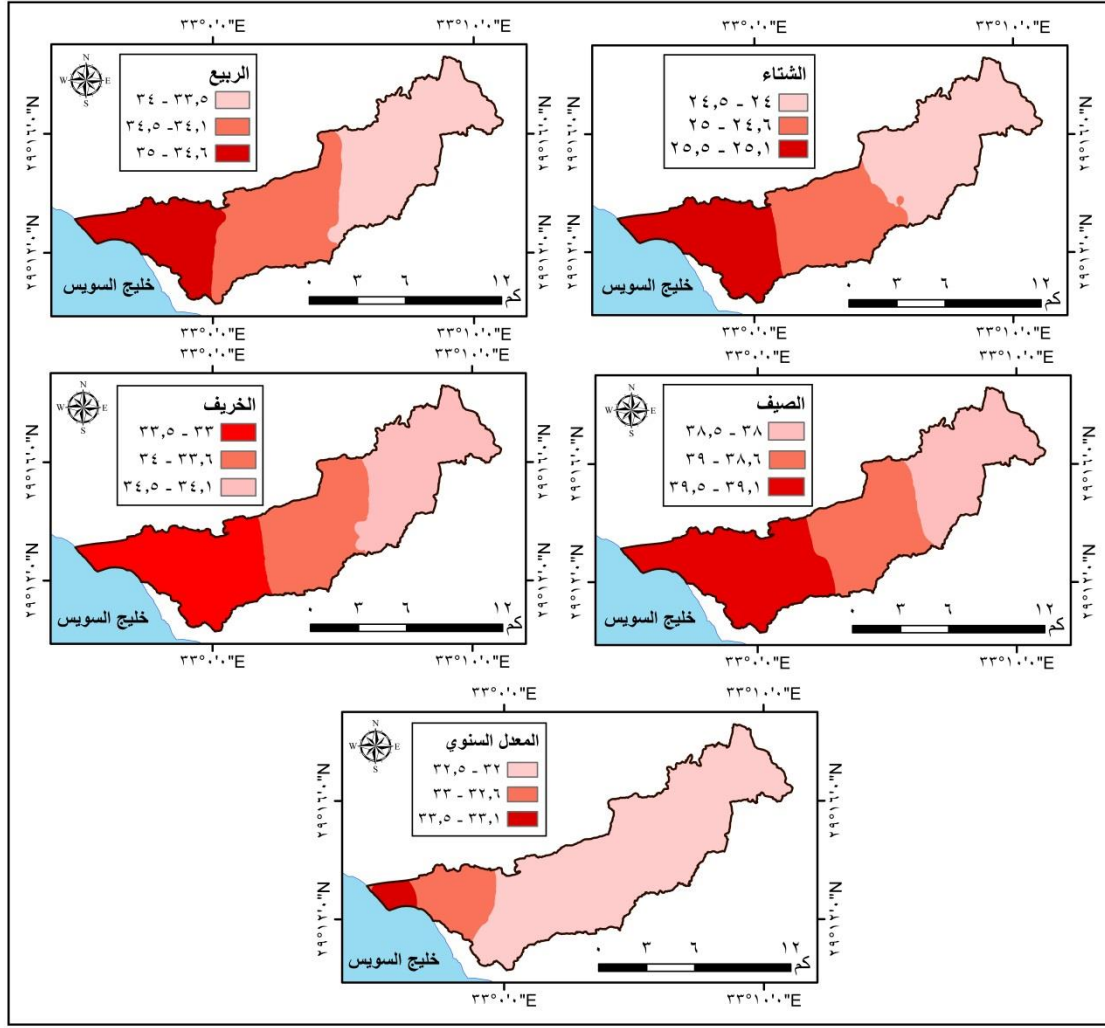
وبلغ المعدّل السنوي لدرجة الحرارة العظمى في منطقة الدراسة $32,7^{\circ}\text{م}$ ، وتتراوح المعدّلات الفصلية لها ما بين $24,5^{\circ}\text{م}$ في فصل الشتاء، و $38,4^{\circ}\text{م}$ في فصل الصيف. ويبين (شكل رقم ١١) أن شهر يونيو أعلى الشهور في درجة الحرارة العظمى بمقدار $38,7^{\circ}\text{م}$ ، بينما شهر يناير أقلّها بمقدار $23,1^{\circ}\text{م}$ ، ويتضح من خلال (شكل رقم ١٢) ازدياد درجة الحرارة العظمى في منطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب في جميع فصول السنة بسبب الارتفاع.



المصدر: جدول رقم (٣)

(شكل رقم ١١) المعدّلات الشهرية لدرجة الحرارة

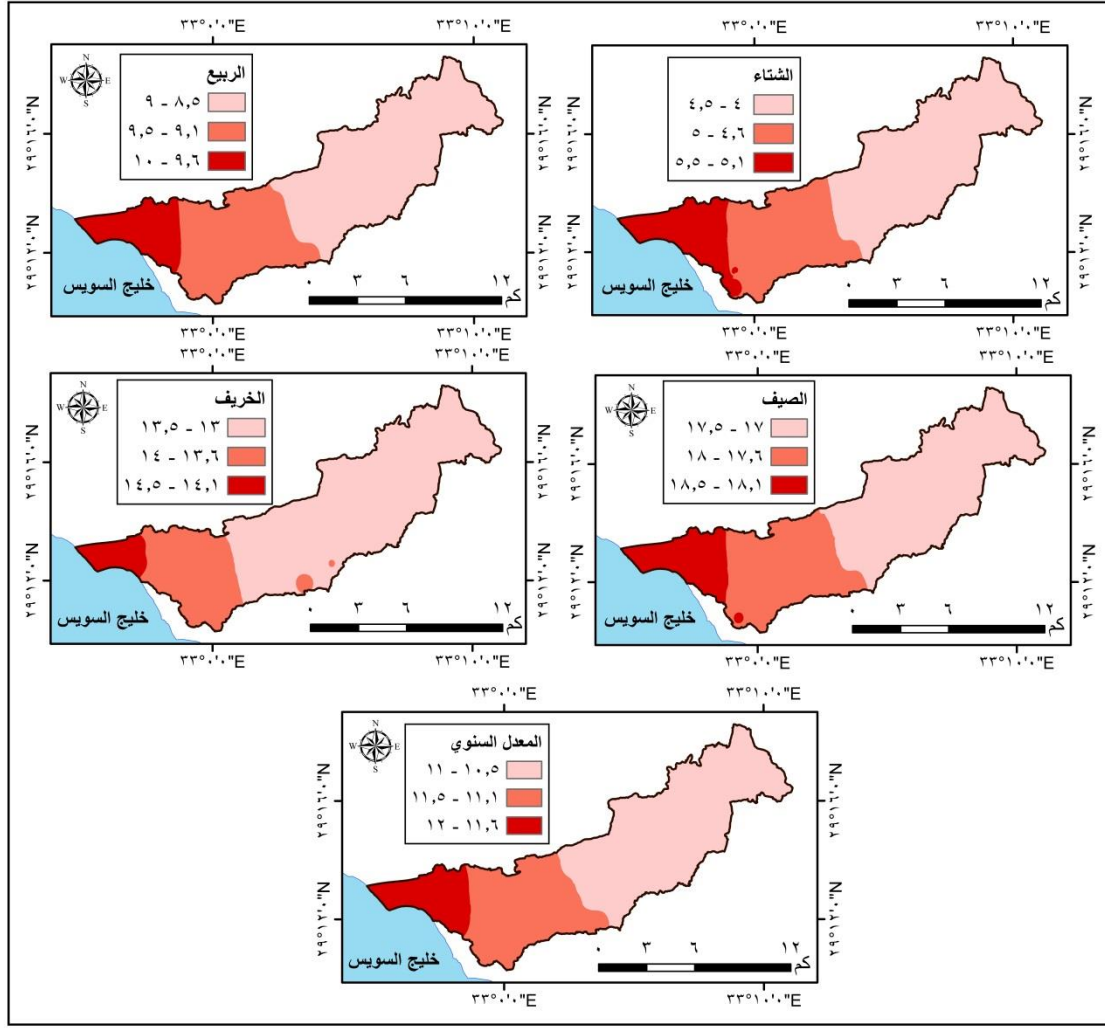
بلغ المعدّل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة $11,2^{\circ}\text{م}$ ، وبلغت أدنى قيمة لها خلال فصل الشتاء $4,5^{\circ}\text{م}$ ، وأقصى قيمة خلال فصل الصيف $17,8^{\circ}\text{م}$. وتتراوح المعدّلات الشهرية لدرجات الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة ما بين $3,8^{\circ}\text{م}$ في شهر يناير، و 19°م في شهر أغسطس. ويبين (شكل رقم ١٣) ازدياد درجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب في فصول السنة جميعها بسبب الارتفاع.



المصدر: جدول رقم (٣)

(شكل رقم ١٢) المُعدَّلات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة العظمى

يؤثر المدى الحراري في عمليات التجوية الميكانيكية، حيث توجد علاقة طردية بين عاملي المدى الحراري والتجوية، فكلما ازداد اتساع المدى الحراري ازداد نشاط عمليات التجوية الميكانيكية عن طريق تمدد معادن الصخور وانكماشها؛ حيث تتعرض الصخور المتجانسة معدنيًا إلى عملية التقشّر الصخري، بينما تتعرض الصخور المنخفضة في التجانس المعدني لعملية التقكك الكتلي (عبدالحسين، ٢٠١٢). ومنطقة الدراسة ذات مناخ صحراوي جاف تتسم باتساع المدى الحراري الذي يصل إلى أقصى قيمة في شهر أبريل بمقدار ٢٦°م، بينما بلغت أقل قيمة له في شهري نوفمبر وديسمبر بمقدار ١٩,٢°م.



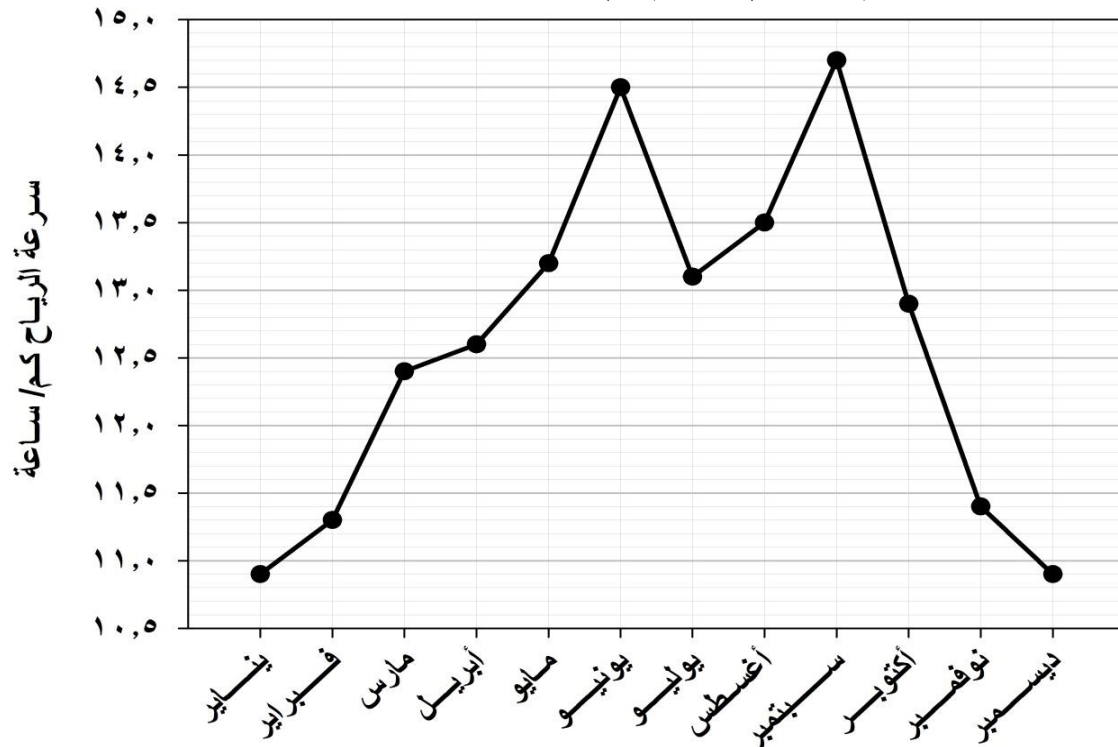
المصدر: جدول رقم (٣)

(شكل رقم ١٣) المُعدَّلات الفصلية والسنوية لدرجة الحرارة الصغرى

٣- الرياح:

تؤثر الرياح في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية؛ بسبب شدتها، وسرعتها، وما تحملها من مواد عالقة تؤثر في الأسطح الصخرية. ويتباين أثرها تبعاً للخصائص الليثولوجية، فكلما ازدادت صلابة الصخر قل أثرها، والعكس صحيح في الصخور اللينة (Binal, 2019). وللرياح دور كبير في عمليات النحت والنقل والإرساب؛ فنجد عدة ظواهر جيومورفولوجية في منطقة الدراسة تشكلت؛ بسبب تلك العمليات، مثل: ظاهرة عيش الغراب الناتجة عن بري الرياح في القطاع الأوسط من وادي وسيط الرئيس، وظاهرة النباك الناتجة عن الإرساب الريحي، المنتشرة بأسطح المروحة الفيضية الرئيسة والسبخات الساحلية.

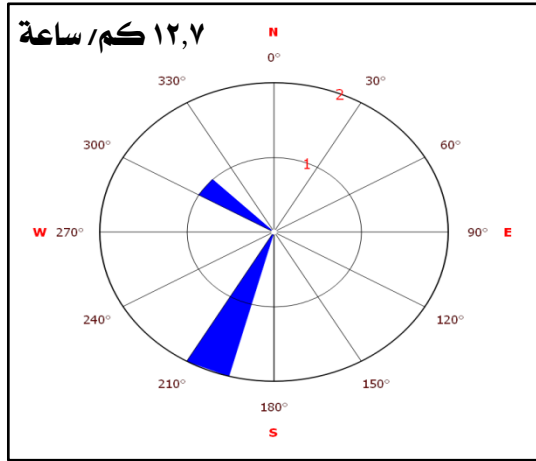
وبلغ المعدّل السنوي لسرعة الرياح في منطقة الدراسة ١٢,٦ كم/ ساعة، ويُعد شهر سبتمبر أعلى الشهور في قيمة سرعة الرياح بمقدار ١٤,٧ كم/ ساعة، بينما شهري ديسمبر ويناير هما الأقل بمقدار ١٠,٩ كم/ ساعة (شكل رقم ١٤).



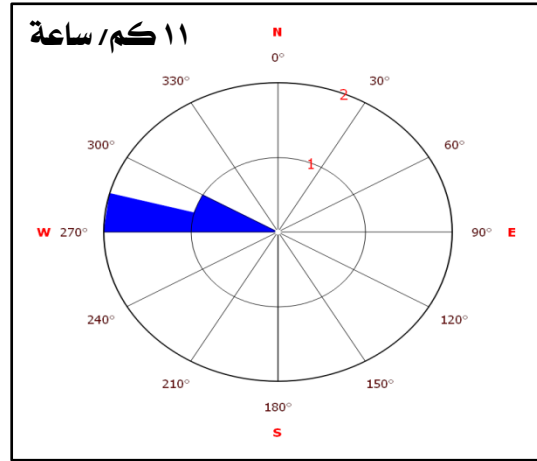
المصدر: جدول رقم (٣)

(شكل رقم ١٤) المعدّلات الشهرية لسرعة الرياح

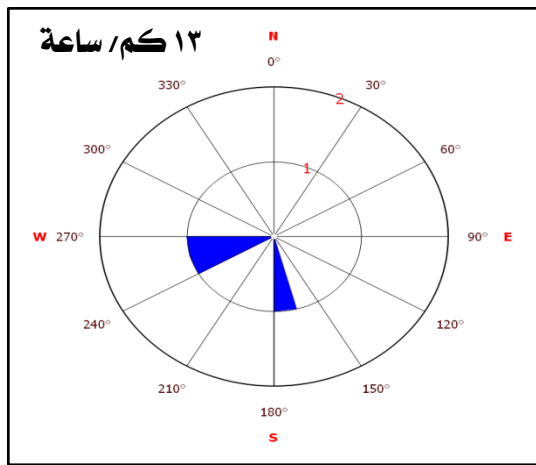
وتبين من خلال (جدول رقم ٣) أن المعدّل السنوي لاتجاه الرياح قد بلغ 270° (رياح غربية)، وبلغت زاوية اتجاهها 282° في فصل الشتاء (غربية)، و 236° في الربيع (جنوبية غربية)، و 336° في الصيف (شمالية غربية)، و 227° في الخريف (جنوبية غربية). ويتضح من (شكل رقم ١٥) اتجاهات الرياح الفصلية في منطقة الدراسة.



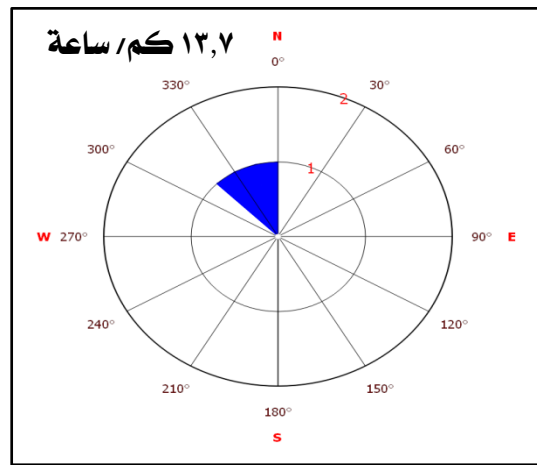
الربيع



الشتاء



الخريف



الصيف

المصدر: جدول رقم (٣)
(شكل رقم ١٥) اتجاهات الرياح

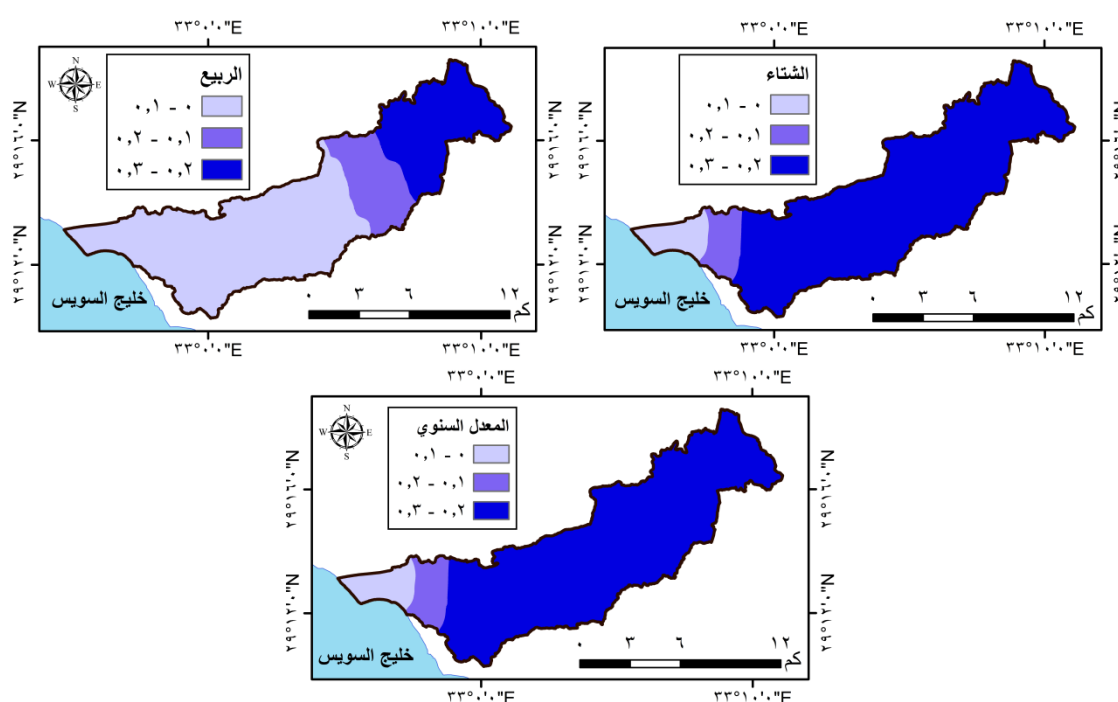
٤ - المطر:

يُعد المطر محركًا رئيسًا لعدد من العمليات الجيومورفولوجية السطحية على المنحدرات، مثل: عملية النحت المائي في نطاق المنحدر، وعملية الإرساب في نطاق البيدمونت. وينتج عن تلك العمليات ظاهرات جيومورفولوجية، مثل: المسيلات الجبلية، والمجري المائية، ومخاريط الإرساب (Dunkerley, 2020). فضلًا عن سيادة عملية الإذابة بالصخور الجيرية والرملية في منطقة الدراسة، والنتيجة عن اختلاط الماء بتلك الصخور، وتُشكّل تلك العملية عدة ظاهرات، مثل: الأرصفة الجيرية، وخُفر الإذابة.

ومن جانب آخر يتسبب المطر في حدوث أخطار على المراكز البشرية المُعرّضة لاتجاه الجريان المائي السطحي أثناء فترات العواصف المطرية والسيول، مما ينتج عنه تدفق الحطام على طول المنحدرات وقنوات المجاري المائية، وحدوث الانهيارات الأرضية والفيضانات

(Segadelli et al., 2020)، وبالتالي يتضح أثر المطر في تحليل الخصائص الهيدرولوجية لأحواض تصريف منطقة الدراسة؛ وذلك بتوفير مؤشر أقصى كمية مطر سقطت في اليوم خلال الفترة الزمنية المحددة.

وتبين من خلال بيانات المطر اليومية (ملحق رقم ٩) أن التساقط المطري في منطقة الدراسة نادرًا جدًا، ويسقط على هيئة سيول متركزة في عدة أيام خلال الفترة الزمنية للبيانات، وبالتالي تتسم معدلاته السنوية والفصلية والشهرية بالشح؛ حيث بلغ المعدل السنوي له ٠,١ ملم. وتصل المعدلات الشهرية إلى أعلى قيمها في شهور الشتاء بقيمة ٠,٢ ملم، وتزداد المعدلات الفصلية للمطر من الغرب إلى الشرق في فصلي الشتاء والربيع، وتتنعدم في فصلي الصيف والخريف (شكل رقم ١٦).

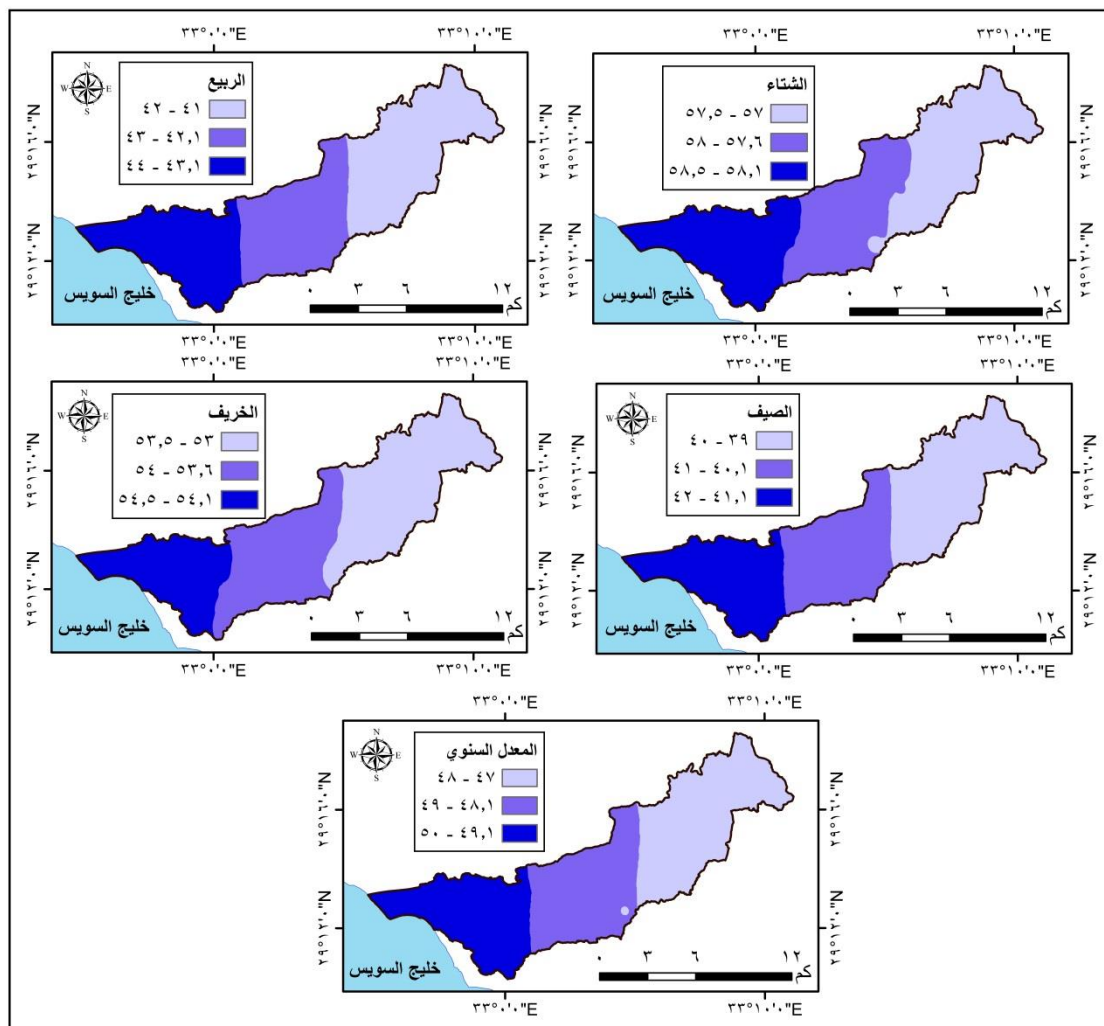


المصدر: جدول رقم (٣)

(شكل رقم ١٦) المعدلات الفصلية والسنوية للمطر

٥- الرطوبة النسبية:

بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة ٤٩٪، ويتراوح ما بين ٤٠٪ في فصل الصيف، و٥٨٪ في فصل الشتاء. وتقل الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة من الغرب إلى الشرق في فصول السنة جميعها (شكل رقم ١٧).

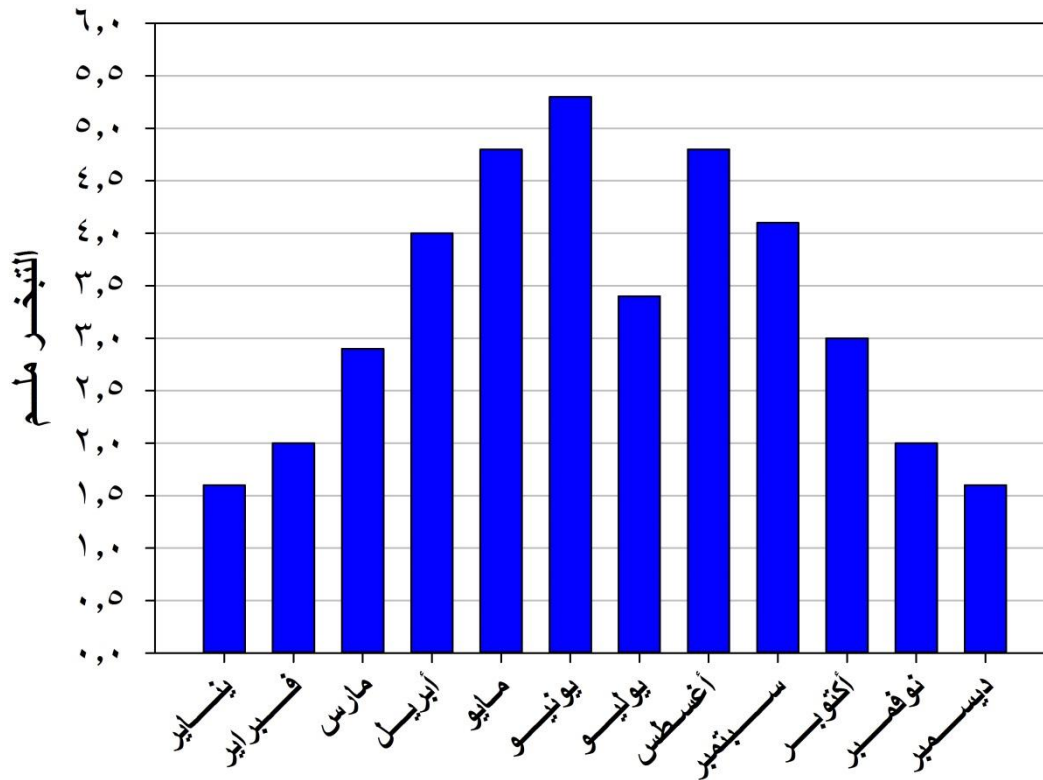


المصدر: جدول رقم (٣)

(شكل رقم ١٧) المعدلات الفصلية والسنوية للرطوبة النسبية

٦- التبخر:

يُعد التبخر من المتغيرات الهيدرولوجية الأساسية لحساب صافي الجريان المائي السطحي لأي حوض تصريف مائي. وقد بلغ المعدّل السنوي للتبخر في منطقة الدراسة ٣,٣ ملم، بينما تراوحت المعدّلات الفصلية ما بين ٤,٥ ملم في فصل الصيف، و١,٧ ملم في فصل الشتاء. وتتراوح المعدّلات الشهرية فيما بين ١,٦ ملم في شهري ديسمبر ويناير، و٥,٣ ملم في شهر يونيو (شكل رقم ١٨).



المصدر: جدول رقم (٣)
(شكل رقم ١٨) المعدّلات الشهرية للتبخر

ثانيًا: الخصائص الطبوغرافية

تتمثل الخصائص الطبوغرافية في دراسة الارتفاعات، والانحدارات، والقطاعات الطبوغرافية؛ لفهم الملامح المورفولوجية لمنطقة الدراسة. وتم الاعتماد على بيانات الارتفاع من الخرائط الطبوغرافية ذات مقياس ١: ٢٥٠٠٠؛ من أجل انتاج نموذج المثلثات غير المنتظمة (TIN) كونه أحد النماذج التي تُمثل البيانات ثلاثية الأبعاد (داوود، ٢٠١٤)، (شكل رقم ١٩). وقد ساعد ذلك النموذج على انتاج نموذج ارتفاع رقمي (DEM) ذي دقة مكانية ١٠ × ١٠ متر، حيث إن الفاصل الكنتوري في الخرائط الطبوغرافية المُعتمد عليها يُقدَّر بـ ٢٠ متر.

١ - الارتفاعات والوحدات المورفولوجية:

تتباين قيم الارتفاعات في منطقة الدراسة، وقُسمت إلى ثمان فئات (جدول رقم ٤)، (شكل رقم ٢٠)؛ لكل فئة سمة مورفولوجية تختلف عن الأخرى، كما يلي:

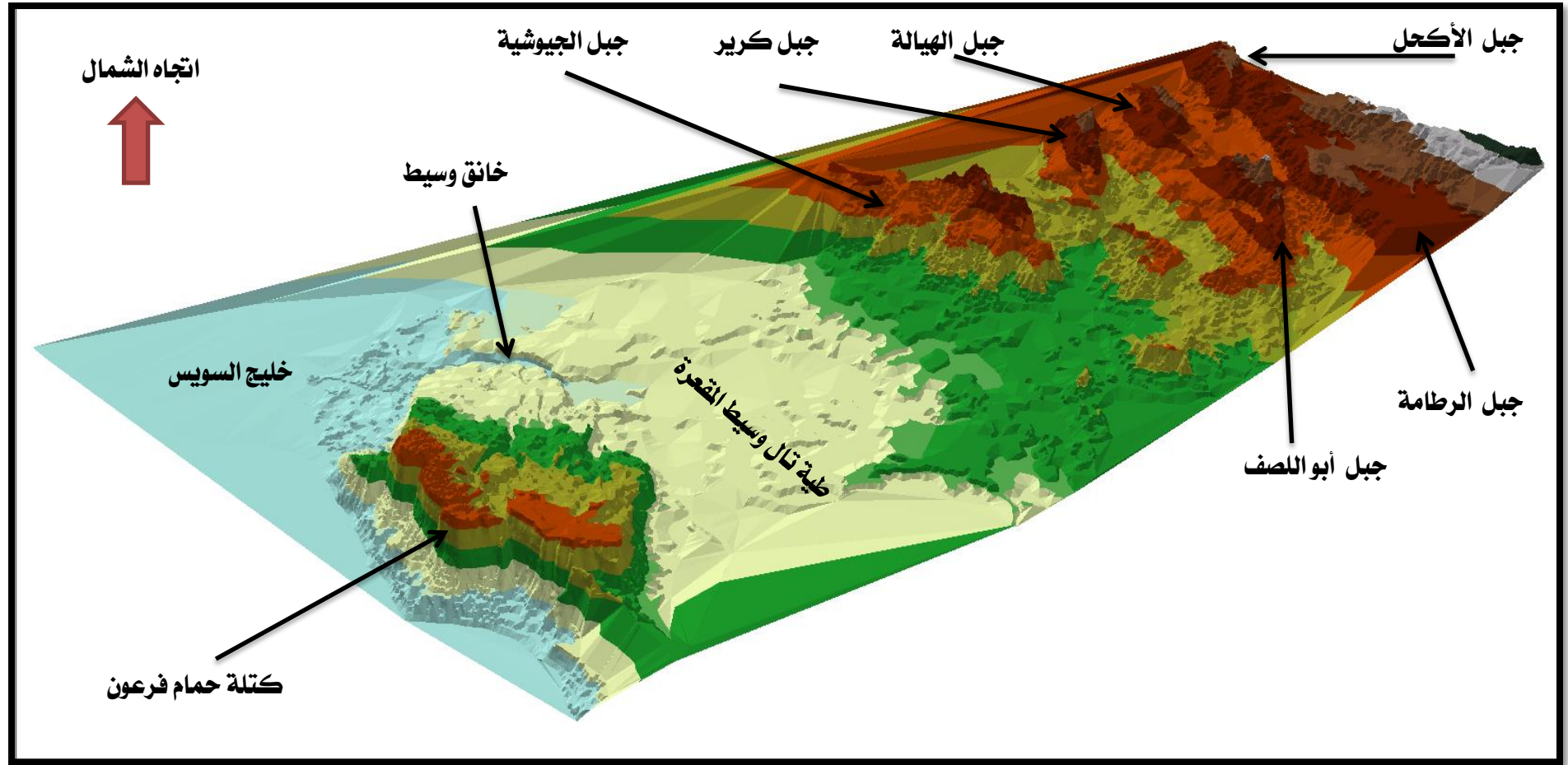
■ **الفئة الأولى (٠ - ١٠٠ متر):** تشغل مساحة قدرها ١١,٨ كم^٢، بنسبة ٩,٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتظهر فيها الظاهرات الجيومورفولوجية السائدة في الوحدة المورفولوجية للساحل الساحلي، مثل: المروحة الفيضية، والسبخات، والبحيرات الساحلية، والشواطئ، ومدق خانق وسيط شمال كتلة حمام فرعون الصدعية.

■ **الفئة الثانية (١٠١ - ٢٠٠ متر):** تشغل مساحة قدرها ٣٧,٦ كم^٢، بنسبة ٢٩,٤٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ويشغل معظمها نطاق طية تال - وسيط المقعرة في غرب القطاع الأوسط من منطقة الدراسة.

■ **الفئة الثالثة (٢٠١ - ٣٠٠ متر):** تشغل مساحة قدرها ٢٦,٧ كم^٢، بنسبة ٢٠,٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتسود بها بعض الكتل الصخرية المتقطعة المنعزلة عن الحافات الصخرية الأصلية.

■ **الفئة الرابعة (٣٠١ - ٤٠٠ متر):** تشغل مساحة قدرها ١٩,٢ كم^٢، بنسبة ١٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشمل جوانب بعض الأودية في شرق القطاع الأوسط من منطقة الدراسة، مثل: وادي أم صورة، واللغب، والدنيلي.

■ **الفئة الخامسة (٤٠١ - ٥٠٠ متر):** تشغل مساحة قدرها ١٦,٢ كم^٢، بنسبة ١٢,٧٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشمل الوحدات العليا من منحدرات واجهات بعض الحافات الصدعية في شمال المنطقة، مثل: حافة كرير، والجوشية، والهيالة. وبطن حوض أعالي الديرة البنيوي في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة.

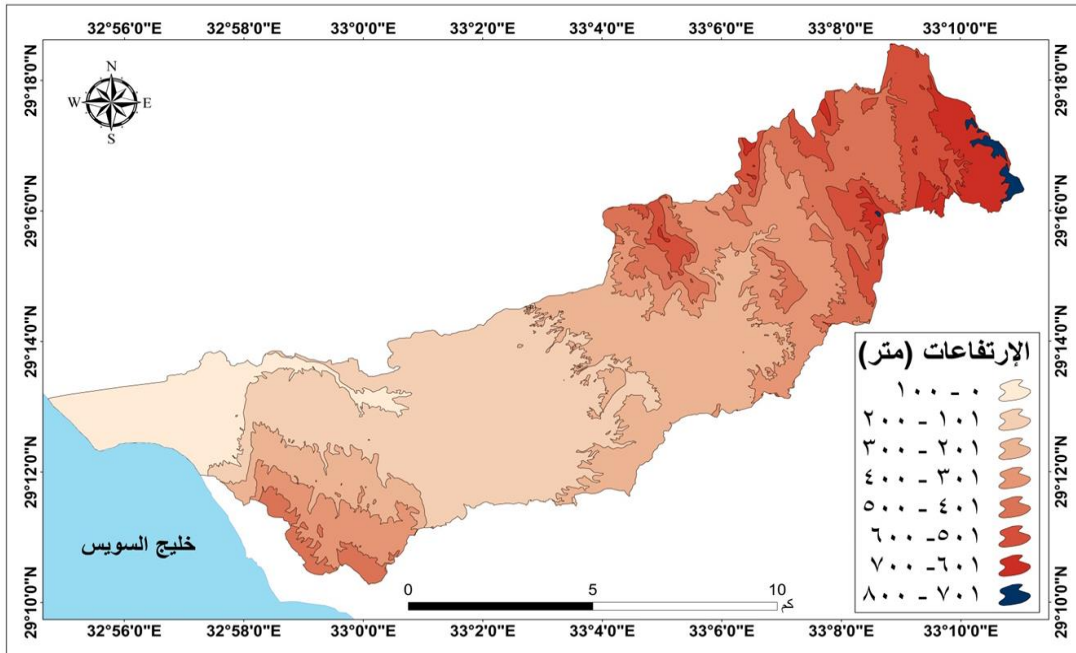


المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠
(شكل رقم ١٩) المثلثات غير المنتظمة

الفئة السادسة (٥٠١ - ٦٠٠): تشغل مساحة قدرها ١١ كم^٢، بنسبة ٨,٦٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشمل خط تقسيم المياه بين أحواض التصريف في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة.

الفئة السابعة (٦٠١ - ٧٠٠): تشغل مساحة قدرها ٤,٩ كم^٢، بنسبة ٣,٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشمل قمم جبل الهائلة، وكرير، والجوشية شمال المنطقة.

الفئة الثامنة (٧٠١ - ٨٠٠): تشغل مساحة قدرها ٠,٦ كم^٢، بنسبة ٠,٥٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشمل قمة جبل الرطامة، وأباللصف في جنوب شرق المنطقة. وتبين مما سبق أن منطقة الدراسة تحتوي على ثلاث وحدات مورفولوجية تشمل السهل الساحلي، والكُتل الجبلية الصّدية، والطيّة المقعرة "تال - وسيط".



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠

(شكل رقم ٢٠) فئات الارتفاعات

(جدول رقم ٤) فئات الارتفاعات ونسبها في منطقة الدراسة

| م | فئات الارتفاع (متر) | المساحة (كم ^٢) | النسبة % |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|----------|
| ١ | ١٠٠ - ٠ | ١١,٨ | ٩,٢ |
| ٢ | ٢٠٠ - ١٠١ | ٣٧,٦ | ٢٩,٤ |
| ٣ | ٣٠٠ - ٢٠١ | ٢٦,٧ | ٢٠,٨ |
| ٤ | ٤٠٠ - ٣٠١ | ١٩,٢ | ١٥ |
| ٥ | ٥٠٠ - ٤٠١ | ١٦,٢ | ١٢,٧ |
| ٦ | ٦٠٠ - ٥٠١ | ١١ | ٨,٦ |
| ٧ | ٧٠٠ - ٦٠١ | ٤,٩ | ٣,٨ |
| ٨ | ٨٠٠ - ٧٠١ | ٠,٦ | ٠,٥ |
| المجموع (منطقة الدراسة) | | ١٢٨ | ١٠٠ |

المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠.

٢ - الانحدارات:

هي أسطح تميل عن المستوى الأفقي، وتتمثل أهمية دراستها في التعرف إلى حركة المواد على السفوح، وخطورتها، واتجاهاتها، ووضع السُّبل المناسبة للوقاية من أخطارها (الدراجي، ٢٠٠٩)، فضلاً عن تفسير بعض الظواهرات الجيومورفولوجية بُناء على معيار درجة الانحدار كالتمييز بين الحافات الصخرية وحافات الكويستات من خلال درجة انحدار ميل الطبقات، وبين الحافات شديدة الانحدار والحافات الجرفية من خلال درجة انحدار واجهاتها، وللتفرقة بين انحدارات البيدمونت والبيدمينت.

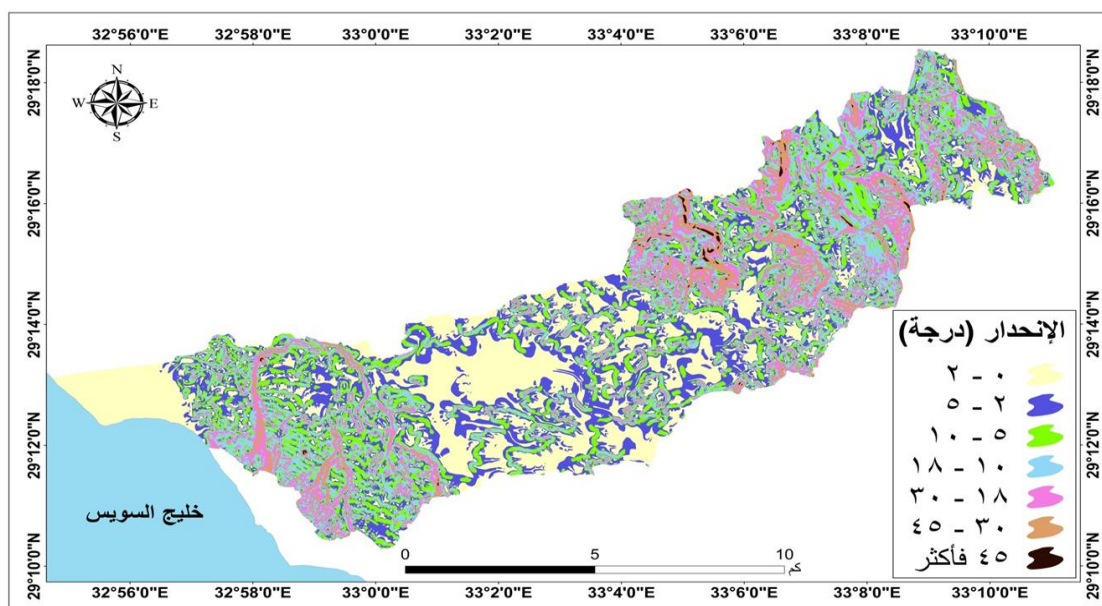
أ- درجات الانحدار (Slope):

لدراسة درجات الانحدار في الأسطح الطبوغرافية أهمية كبرى؛ فبواسطتها نتعرف إلى المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها تلك الأسطح، وكلما ازدادت درجة انحدارها دل ذلك على أنها لم تقطع شوطاً طويلاً في مرحلتها الجيومورفولوجية، وكلما قلَّت درجة انحدارها دل ذلك على أنها تقدمت في مرحلتها الجيومورفولوجية (محمود، ٢٠١٠). وصُنِّقت الانحدارات وفق تصنيف يانج (Young) إلى سبع فئات في منطقة الدراسة (جدول رقم ٥)، (شكل ٢١). وتتمثل خصائصها فيما يلي:

(جدول رقم ٥) درجات الانحدار ونسبها في منطقة الدراسة

| الفئات | الانحدار (درجة) | الوصف الجغرافي | المساحة (كم ^٢) | النسبة % |
|-------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|----------|
| ١ | ٠ - ٢ | مستوي | ٣٢,٧ | ٢٥,٧ |
| ٢ | ٢ - ٥ | بسيط | ٢٨,١ | ٢٢,١ |
| ٣ | ٥ - ١٠ | متوسط | ٢٣,٥ | ١٨,٤ |
| ٤ | ١٠ - ١٨ | شديد نسبياً | ٢١,٢ | ١٦,٦ |
| ٥ | ١٨ - ٣٠ | شديد | ١٦,٢ | ١٢,٧ |
| ٦ | ٣٠ - ٤٥ | شديد جداً | ٥,٤ | ٤,٢ |
| ٧ | ٤٥ فأكثر | جرفي | ٠,٣ | ٠,٢ |
| المجموع (منطقة الدراسة) | | | ١٢٨ | ١٠٠ |

المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠

(شكل رقم ٢١) درجات الانحدارات

■ **الفئة الأولى (٠-٢°):** تُعد أكثر الفئات انتشاراً؛ حيث تشغل مساحة قدرها ٣٢,٧ كم^٢، بنسبة ٢٥,٧٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، كما تمثل نطاق القطاع الأوسط في منطقة الدراسة، الذي يغلب عليه سمة الشخوخة وسيادة عمليات الإرساب، وتمثل - أيضاً - نطاق السهل الساحلي.

■ **الفئة الثانية (٢-٥°):** تشغل مساحة قدرها ٢٨,١ كم^٢، بنسبة ٢٢,١٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، وتُمثل عدة نطاقات في الكتل الجبلية، لكنها تعرضت للتعرية.

■ **الفئة الثالثة (٥-١٠°):** تشغل مساحة قدرها ٢٣,٥ كم^٢، بنسبة ١٨,٤٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، وتُمثل نطاق الانحدارات المتوسطة، وتنتشر في الكتل الجبلية المنعزلة، وفي الأجزاء الوسطى من واجهات الحافات الصخرية.

■ **الفئة الرابعة (١٠-١٨°):** تشغل مساحة قدرها ٢١,٢ كم^٢، بنسبة ١٦,٦٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، وتمثل مناطق الانحدارات الشديدة نسبياً، وتنتشر في عدة نطاقات من سفوح الأودية.

■ **الفئة الخامسة (١٨-٣٠°):** تشغل مساحة قدرها ١٦,٢ كم^٢، بنسبة ١٢,٧٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، وتمثل نطاق الانحدارات الشديدة من الحافات الصخرية.

■ **الفئة السادسة (٣٠-٤٥°):** تشغل مساحة قدرها ٥,٤ كم^٢، بنسبة ٤,٢٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها بمنطقة الدراسة، وتمثل مناطق الانحدارات الشديدة جداً، وتشمل القطاعات العليا من الحافات الصخرية والكويستات.

■ **الفئة السابعة (٤٥° فأكثر):** تشغل مساحة قدرها ٠,٣ كم^٢، بنسبة ٠,٢٪ من إجمالي مساحات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، وتمثل المناطق الجرفية في كتلة الجيوشية، وأبي اللصف الشرقي.

مما سبق يمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاثة نطاقات من حيث العلاقة بين درجة الانحدار والمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها قطاعاتها، كما يلي:

□ **نطاق مرحلة الشباب:**

يوجد بالقطاع الأعلى الشرقي في منطقة الدراسة، وتتراوح الانحدارات به ما بين الانحدارات الشديدة إلى الانحدارات الجرفية؛ ويساهم ذلك في سيادة عمليات النحت الرأسية للأودية وروافدها الثانوية، وتشكيل ظاهرات جيومورفولوجية تمثل تلك المرحلة، مثل نقاط التجديد في وادي الدَّيْلِي وأبي اللصف، ويغلب على أوديتها طابع الاستطالة الشديدة، والتضاريس المرتفعة.

□ نطاق مرحلة النضج:

يتمثل في قطاع كتلة حمام فرعون في غرب منطقة الدراسة؛ حيث تتوازن العمليات التكتونية مع عمليات التعرية.

□ نطاق مرحلة الشيخوخة:

يشمل القطاع الأوسط، وقطاع السهل الساحلي في منطقة الدراسة. وتقل فيه درجات الانحدار بداية من منبع وادي وسيط الرئيس حتى الالتقاء بأقدام السفوح الشرقية لجبل حمام فرعون في نطاق طية تال- وسيط المقعرة، كما تنتشر فيه عمليات الإرساب، ومن ثمّ ملاحظة ظاهرات جيومورفولوجية تتشكل نتيجة تلك العمليات، مثل: المصاطب النهرية على جانبي الأودية، والمراوح الفيضية والسبخات الساحلية في السهل الساحلي.

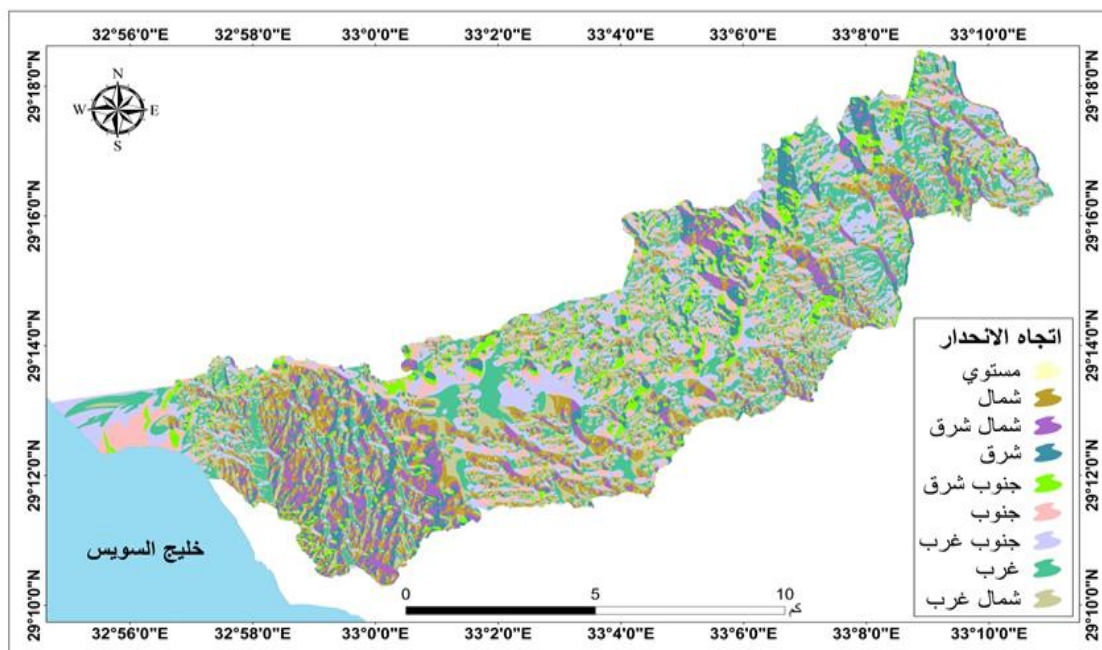
ب- اتجاهات الانحدار (Aspect):

تُفيد دراسة اتجاه انحدار الأسطح الطبوغرافية في التعرف إلى اتجاه الجريان المائي للمجاري المائية، وتحديد مناطق حدوث الأخطار الجيومورفولوجية، مثل: الانزلاقات الصخرية والسيول؛ مما يوفر قاعدة بيانات مهمة وأساسية لإقامة المشروعات الاقتصادية بمختلف أنواعها. وتتباين اتجاهات الانحدارات في منطقة الدراسة، وصُنِفَتْ إلى تسع فئات، وتُعد الانحدارات الغربية أعلى الاتجاهات انتشاراً؛ حيث تشمل مساحة قدرها ٢٣,٩ كم^٢، بنسبة ١٨,٨٪ من إجمالي مساحات اتجاهات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة، بينما الانحدارات المستوية هي الأقل انتشاراً فتمثل مساحة قدرها ٠,٨ كم^٢، بنسبة ٠,٦٪ من إجمالي مساحات اتجاهات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة (جدول رقم ٦)، (شكل رقم ٢٢).

(جدول رقم ٦) اتجاهات الانحدارات ونسبها في منطقة الدراسة

| م | اتجاه الانحدار (درجة) | الوصف الجغرافي | المساحة (كم ^٢) | النسبة % |
|---|-------------------------|----------------|----------------------------|----------|
| ١ | ١-٣٥٩ | مستوي | ٠,٨ | ٠,٦ |
| ٢ | ١ - ٢٢,٥ ، ٣٣٧,٥ - ٣٥٩ | شمال | ١٤,٩ | ١١,٧ |
| ٣ | ٢٢,٥ - ٦٧,٥ | شمال شرق | ١٣,٣ | ١٠,٥ |
| ٤ | ٦٧,٥ - ١١٢,٥ | شرق | ١٠,٨ | ٨,٥ |
| ٥ | ١١٢,٥ - ١٥٧,٥ | جنوب شرق | ١٠,٥ | ٨,٣ |
| ٦ | ١٥٧,٥ - ٢٠٢,٥ | جنوب | ١٥,٣ | ١٢,١ |
| ٧ | ٢٠٢,٥ - ٢٤٧,٥ | جنوب غرب | ٢١,٧ | ١٧,١ |
| ٨ | ٢٤٧,٥ - ٢٩٢,٥ | غرب | ٢٣,٩ | ١٨,٨ |
| ٩ | ٢٩٢,٥ - ٣٣٧,٥ | شمال غرب | ١٥,٩ | ١٢,٥ |
| | المجموع (منطقة الدراسة) | | | ١٠٠ |
| | | | ١٢٨ | |

المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠.

(شكل رقم ٢٢) اتجاهات الانحدارات

٣- القطاعات الطبوغرافية:

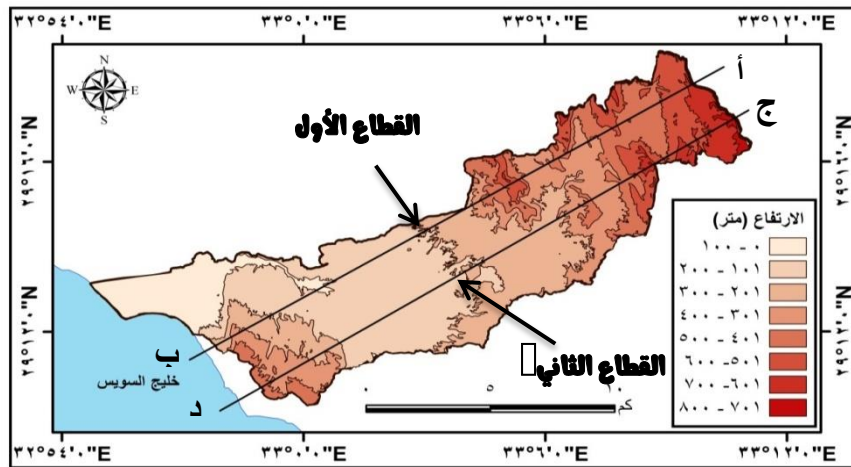
تُبين القطاعات الطبوغرافية أهم الملامح المورفولوجية لمنطقة الدراسة، وتمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي؛ تسامتًا مع الانحدار العام للمنطقة. ويوضح (شكل رقم ٢٣) امتداد هذه القطاعات، وهي كما يلي:

أ- القطاع الأول:

يتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي بمسافة ٢٤,٣ كم، ويبدأ من وادي وطا (أحد روافد وادي غرندل) الذي يحيط بمنطقة الدراسة من جهة الشمال والشمال الشرقي، ويُبين القطاع عدة كتل جيرية كريتاسية صدعية في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، تتمثل في كتلة الأكحل، والهيالة، وكريير. ويمر بالجزء الأوسط من منطقة الدراسة بداية من كتلة الجبوشية الرملية، ثم النطاق الشمالي من طية تال - وسيط المقعرة، الذي يحتوي على رواسب الفانجلوميرات والرواسب الوديانية. وينتهي بكتلة حمام فرعون الجيرية الصدعية في الجزء الأدنى من منطقة الدراسة (شكل رقم ٢٤).

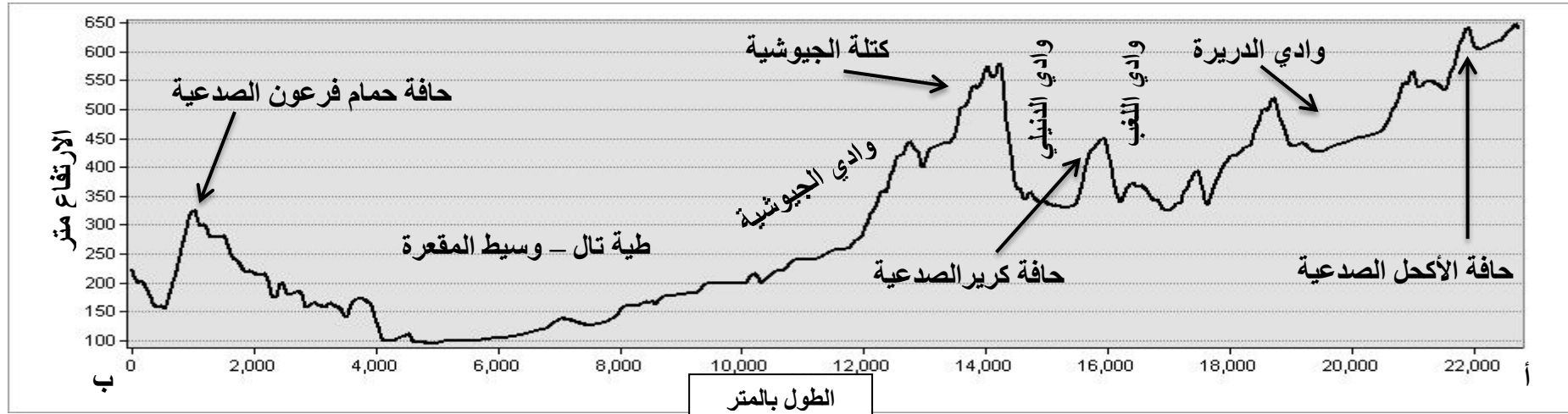
ب- القطاع الثاني:

يتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي بمسافة ٢٤,١ كم، ويبدأ من وادي أبي الخطوط في أقصى شرق منطقة الدراسة، ويضم عدة كتل جبلية جيرية صدعية بالقطاع الأعلى من منطقة الدراسة، وتشمل: كتلة الرطامة، وأعالي الديرة، وأبا اللصف، وأعالي وسيط. ويمر بالنطاق الجنوبي من طية تال - وسيط المقعرة، الذي يحتوي على رواسب رملية وحصوية. وينتهي بحافة كويستا كتلة حمام فرعون، التي تمتد في الجزء الأدنى من منطقة الدراسة (شكل رقم ٢٥). وتبين من خلال الربط بين الخصائص الجيولوجية والطبوغرافية أن العامل الرئيس المتحكم في مورفولوجية منطقة الدراسة هو العامل البنيوي.

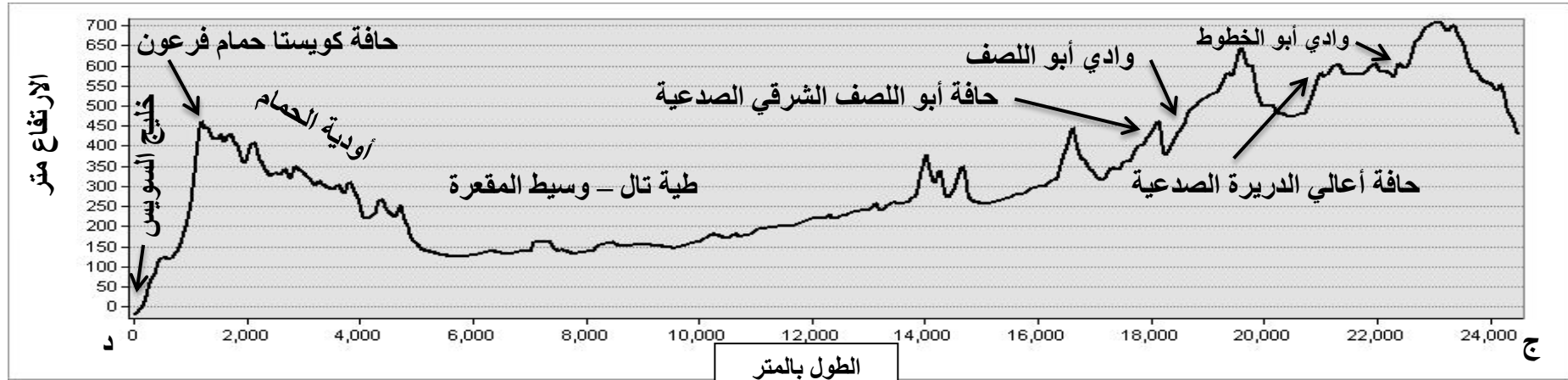


المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠

(شكل رقم ٢٣) القطاعات الطبوغرافية



(شكل رقم ٢٤) القطاع الطبوغرافي الأول



(شكل رقم ٢٥) القطاع الطبوغرافي الثاني

خُلاصة الفصل الثاني:

تقع منطقة الدراسة في النطاق الصحراوي الجاف؛ حيث بلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى فيها $32,7^{\circ}\text{م}$ ، ودرجة الحرارة الصغرى $11,2^{\circ}\text{م}$ ، والمدى الحراري $21,5^{\circ}\text{م}$ ، وسرعة الرياح $12,6$ كم/ساعة، واتجاهها $270,6^{\circ}$ ، والمطر $0,1$ ملم، والرطوبة النسبية $48,6\%$ ، والتبخر $3,3$ ملم. وتؤثر هذه الخصائص المناخية على هيدرولوجية المنطقة، وما بها من ظواهرات جيومورفولوجية مرتبطة بهذه الخصائص.

وتستحوذ فئة الارتفاعات ($101-200$ متر) على أعلى نسبة انتشار بقيمة $29,5\%$ من مساحة المنطقة، بينما فئة الارتفاعات ($701-800$ متر) هي الأقل بنسبة $0,5\%$. وتُعد فئة الانحدارات المستوية الأعلى انتشارًا بنسبة $25,7\%$ ، بينما الانحدارات الجرفية هي الأقل بنسبة $0,2\%$. وتُبين القطاعات الطبوغرافية احتواء المنطقة على عديد من الحافات الصخرية، الناتجة عن فعل العمليات البنيوية، خاصة في قطاعها الأعلى. وكان لرفع كُتلة حمام فرعون (غرب المنطقة) خلال تطورها الجيولوجي دورًا كبيرًا في مرور المنطقة بمرحلة النضج في قطاعها الأدنى؛ مما جعلها تختلف عن السمة المعروفة للقطاع الأدنى لأي وادي، والمتمثلة في مرحلة الشيخوخة، وسيادة عمليات الإرساب.

الفصل الثالث

(التحليل المورفومتري لحوض وادي وسيط وشبكة تصريفه)

تمهيد

أولاً: التحليل المورفومتري للأحواض

ثانياً: التحليل المورفومتري لشبكات التصريف

ثالثاً: التحليل العاملي للمتغيرات المورفومترية لأحواض وشبكات التصريف

رابعاً: التحليل العنقودي لأحواض التصريف في منطقة الدراسة

خلاصة الفصل الثالث

الفصل الثالث

التحليل المورفومتري لحوض وادي وسيط وشبكة تصريفه

تمهيد:

تُعد الدراسات المورفومترية للأودية الجافة من الدراسات المهمة التي تفيد في تفسير العديد من التساؤلات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية، لذلك يهتم الفصل بدراسة المتغيرات المورفومترية لحوض وادي وسيط وشبكة تصريفه، وبيان درجة تأثيرها في تباين مورفومترية الأحواض، وتصنيف الأحواض إلى فئات وفقاً لتشابه الخصائص المورفومترية لكل فئة.

وتنقسم دراسة ذلك الفصل إلى أربعة محاور رئيسية؛ المحور الأول: يهتم بدراسة التحليل المورفومتري لأحواض منطقة الدراسة (شكل رقم ٢٦)، ويشتمل على المتغيرات المساحية (المساحة - الطول - أقصى عرض - المحيط)، والمتغيرات الشكلية (نسبة الاستطالة - نسبة الاستدارة - معامل الشكل - معامل الاندماج - معامل الانبعاج)، والمتغيرات التضاريسية (تضاريس الحوض - نسبة التضرس - التضاريس النسبية - التكامل الهبسومتري - درجة الوعورة). بينما يمثل المحور الثاني في دراسة التحليل المورفومتري لشبكات تصريف أحواض منطقة الدراسة، ويشتمل على (رُتب المجاري - أعداد المجاري - أطوال المجاري - معدل التشعب - كثافة التصريف - تكرارية المجاري - بقاء المجاري - النسيج الطبوغرافي - نمط التصريف). ويهتم المحور الثالث بإجراء التحليل العاملي لجميع المتغيرات المورفومترية. ويتناول المحور الرابع التحليل العنقودي لأحواض منطقة الدراسة.

أولاً: التحليل المورفومتري للأحواض

١ - المتغيرات المساحية:

تم الحصول على بيانات تلك المتغيرات من طبقة الأحواض الناتجة عن التحليل الهيدرولوجي لنموذج الارتفاع الرقمي المعتمد عليه (جدول رقم ٧)، وتم عرضها كما يلي:

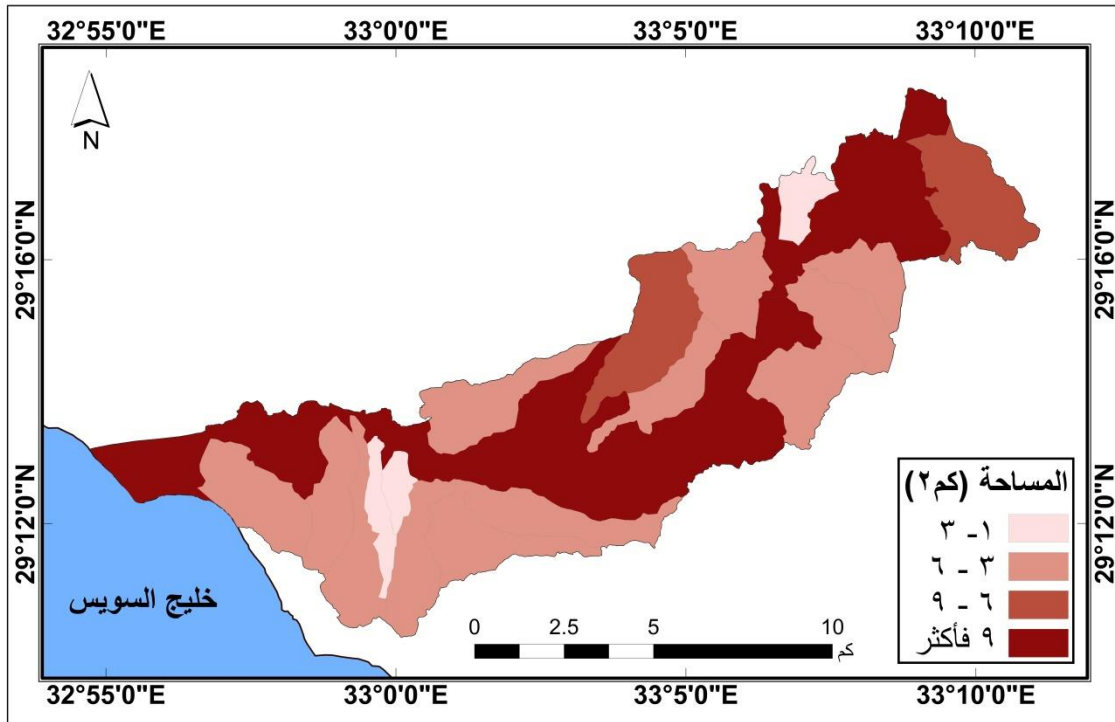
أ- مساحة الأحواض:

يُعد هذا المتغير الأساس الذي تُبنى عليه بقية المتغيرات؛ لأنه يُمثل السمة الهندسية الرئيسة لأي حوض تصريف، ويحدِّده مُقسِّم المياه الذي يفصل بين أحواض التصريف (Zavoianu, 2011). وبلغت مساحة حوض تصريف منطقة الدراسة ١٢٨ كم^٢، ويُعد حوض وادي النَّقْب أقل الأحواض مساحةً بمقدار ١,٥ كم^٢، وحوض وادي وسيط الرئيس أعلاها بمقدار ٣٧ كم^٢، وأمكن تقسيم مساحات الأحواض إلى أربع فئات (شكل رقم ٢٧).

(جدول رقم ٧) المتغيرات المساحية لأحواض تصريف منطقة الدراسة

| م | الحوض | المساحة (كم ²) | الطول (كم) | أقصى عرض (كم) | المحيط (كم) |
|----|----------------------|----------------------------|------------|---------------|-------------|
| ١ | حوض وادي النقب | ١.٥ | ٢.٤ | ١.٢ | ٦.٣ |
| ٢ | حوض وادي غرب النقب | ٢.٠ | ٤.٦ | ٠.٨ | ١٠.٣ |
| ٣ | حوض وادي اللغب | ٢.٢ | ٢.٥ | ١.٨ | ٧.٥ |
| ٤ | حوض وادي أبو اللصف | ٣.٣ | ٣.٣ | ٢.٩ | ٩.٧ |
| ٥ | حوض وادي لغب أم نعجة | ٤.٢ | ٥.١ | ٢.٠ | ١٣.٢ |
| ٦ | حوض وادي الحمام | ٤.٢ | ٤.٤ | ١.٧ | ١٠.٩ |
| ٧ | حوض وادي التلعة | ٤.٥ | ٤.٨ | ١.٦ | ١٢.٦ |
| ٨ | حوض وادي شرق الحمام | ٤.٥ | ٦.٠ | ٢.١ | ١٥.١ |
| ٩ | حوض وادي أم صورة | ٤.٥ | ٣.٨ | ١.٩ | ١٠.٣ |
| ١٠ | حوض وادي الدنيلي | ٤.٧ | ٣.٣ | ٢.٩ | ١٠.٩ |
| ١١ | حوض وادي الصوانة | ٥.١ | ٦.٢ | ١.٤ | ١٥.٣ |
| ١٢ | حوض وادي الجويش | ٥.٢ | ٣.٣ | ٣.١ | ١١.٢ |
| ١٣ | حوض وادي مكسّر الرحا | ٥.٢ | ٤.٧ | ٤.٧ | ١٦.٩ |
| ١٤ | حوض وادي أم بعثران | ٥.٦ | ٥.٨ | ٢.٩ | ١٤.٩ |
| ١٥ | حوض وادي غرب الحمام | ٥.٦ | ٢.٧ | ٤.٢ | ١٠.٩ |
| ١٦ | حوض وادي أبو الخطوط | ٧.١ | ٤.٦ | ٢.٩ | ١٤.٧ |
| ١٧ | حوض وادي الجيوشية | ٨.٨ | ٧.٠ | ٢.٥ | ١٨.٢ |
| ١٨ | حوض وادي الديرة | ١٣.١ | ٦.٥ | ٤.٢ | ٢٧.٦ |
| ١٩ | حوض وادي وسيط | ٣٦.٩ | ٢٠.٧ | ٥.٢ | ٨٠.١ |
| | المتوسط | ٦.٧ | ٥.٤ | ٢.٦ | ١٦.٧ |
| | منطقة الدراسة | ١٢٨.٠ | ٢٥.٦ | ٧.٩ | ٨٧.١ |

المصدر: جدول بيانات (شكل رقم ٢٦)



المصدر: بيانات (جدول رقم ٧)

(شكل رقم ٢٧) توزيع فئات مساحات أحواض التصريف

- **الفئة الأولى:** أحواض تراوحت مساحتها ما بين ١ - ٣ كم^٢، وتمثلت ٣,٤٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل في (٣) أحواض، هي: حوض وادي النقب، غرب النقب، اللغب.
 - **الفئة الثانية:** أحواض تراوحت مساحتها ما بين ٣ - ٦ كم^٢، وتمثلت ٤٤,٢٪ من مساحة منطقة الدراسة، وبلغ عددها (١٢) حوض، هي: حوض وادي أبو اللفف، لغب أم نعجة، الحمام، شرق الحمام، التلعة، أم صورة، الدَّيْلِي، الصوانة، الحويش، مكسر الرحا، أم بعثران، غرب الحمام.
 - **الفئة الثالثة:** أحواض تراوحت مساحتها ما بين ٦ - ٩ كم^٢، وتمثلت ١٢,٣٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتمثلت في حوض وادي أبي الخطوط، والحيوشية.
 - **الفئة الرابعة:** أحواض بلغت مساحتها ٩ كم^٢ فأكثر، وتمثلت ٣٩٪ من مساحة منطقة الدراسة، وشملت حوض وادي الديرة، ووسيط.
- ب- طول الأحواض:**

يُعد طول الحوض من المتغيرات المورفومترية المهمة التي يُعتمد عليها في حساب متغيرات مورفومترية أخرى سواء أكانت شكلية أم تضاريسية أم هيدرولوجية. ويُستخدم عديد من الطرق لإيجاد طول الحوض، واعتمدت الدراسة الحالية على قياس طول الحوض من خلال المسافة التي تنحصر بين نقطة المصب وأعلى نقطة في خط تقسيم مياه الحوض (جودة وآخرون، ١٩٩١).

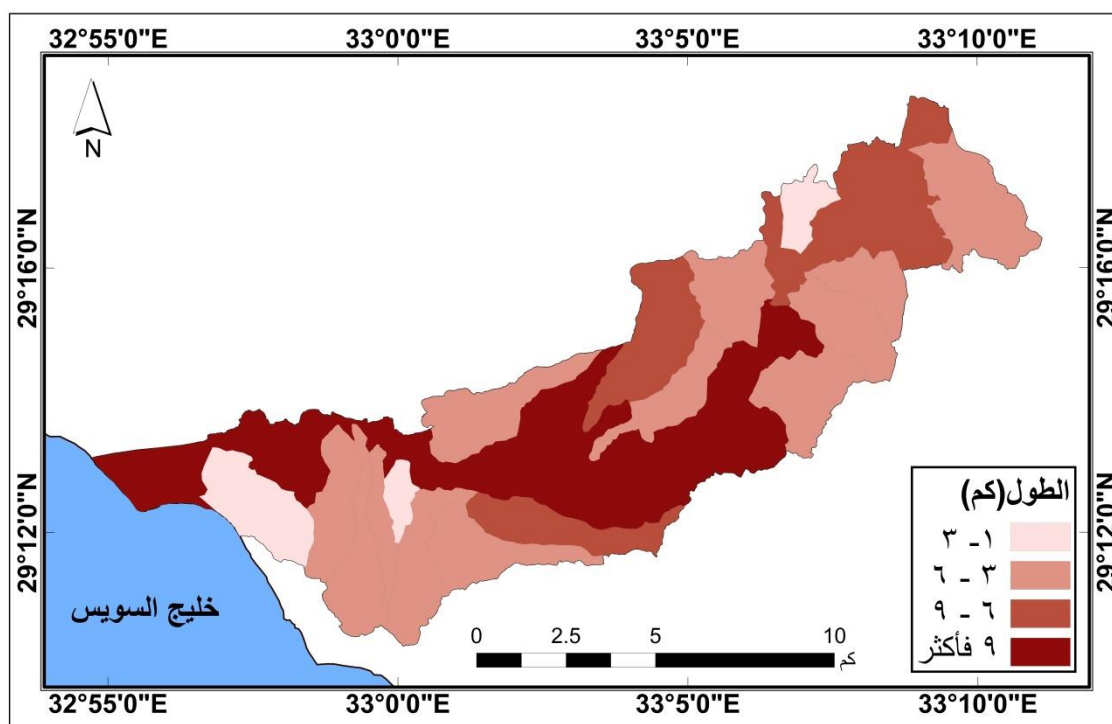
بلغ طول حوض تصريف منطقة الدراسة ٢٥,٥ كم، وتراوح أطوال الأحواض ما بين ٢,٤ كم في حوض وادي النقب، و ٢٠,٧ كم في حوض وادي وسيط، وبمتوسط ٥,٤ كم، وقُسمت أطوال الأحواض إلى أربع فئات كما يلي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوحت أطوالها ما بين ١ - ٣ كم، ومثّلت ١١٪ من إجمالي أطوال الأحواض في منطقة الدراسة، ومُثلّت في (٣) أحواض، هي: حوض وادي النقب، غرب النقب، اللغب.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوحت أطوالها ما بين ٣ - ٦ كم، ومثّلت ٥١٪ من إجمالي أطوال الأحواض في منطقة الدراسة، وبلغ عددها (١٢) حوض، هي: حوض وادي أبو اللصف، لغب أم نعجة، الحمام، شرق الحمام، التلعة، أم صورة، الدنيلي، الصوانة، الحويش، مكسر الرجا، أم بعثران، غرب الحمام.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوحت أطوالها ما بين ٦ - ٩ كم، ومثّلت ١٨٪ من إجمالي أطوال الأحواض في منطقة الدراسة، وبلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي أبو الخطوط، الجبوشية، الديرة.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغت أطوالها ٩ كم فأكثر، ومثّلت ٢٠٪ من إجمالي أطوال الأحواض في منطقة الدراسة، ويُمثّلها حوض وادي وسيط الرئيس (شكل رقم ٢٨).



المصدر: بيانات (جدول رقم ٧)

(شكل رقم ٢٨) توزيع فئات أطوال أحواض التصريف

ج- عرض الأحواض:

يُعتمد على ذلك المتغير في الكشف عن أشكال الأحواض خاصة عند قياس نسبة الطول إلى العرض، ويُستخدم عديدٌ من الطرق لقياسه. واعتمدت الدراسة الحالية على طريقة قياس أقصى عرض للأحواض؛ ليتلائم مع أقصى طول لها عند مقارنتهما لإيجاد النسبة بينهما (جودة وآخرون، ١٩٩١).

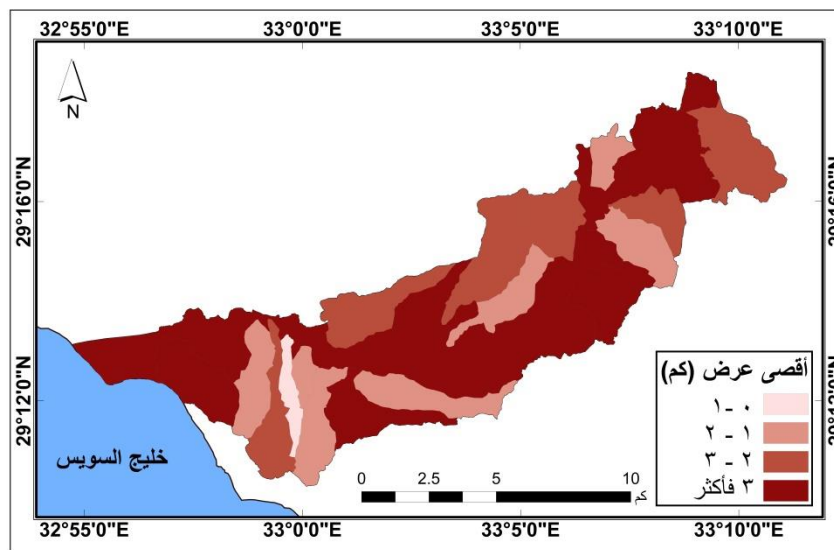
بلغ أقصى عرض حوض منطقة الدراسة ٧,٩ كم، وتراوح ما بين ٠,٨ كم في حوض وادي غرب النقب، و ٥,٢ كم في حوض وادي وسيط، وبمتوسط ٢,٦ كم، ويبين (شكل رقم ٢٩) توزيع فئات أقصى عرض أحواض تصريف منطقة الدراسة، كما يلي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض ترواح أقصى عرضها ما بين ٠ - ١ كم، ومثلت ١,٥٪ من إجمالي أقصى عرض الأحواض، ويُمثلها حوض وادي غرب النقب.

■ **الفئة الثانية:** أحواض ترواح أقصى عرضها ما بين ١ - ٢ كم، ومثلت ٢٣٪ من إجمالي أقصى عرض الأحواض، وبلغ عددها (٧) أحواض، هي: حوض وادي النقب، اللغب، لغب أم نعجة، الحمام، التلعة، أم صورة، الصوانة.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض ترواح أقصى عرضها ما بين ٢ - ٣ كم، ومثلت ٣٢٪ من إجمالي أقصى عرض الأحواض، وبلغ عددها (٦) أحواض، هي: حوض وادي أبو اللصف، شرق الحمام، الدنيلي، أم بعثران، أبو الخطوط، الجبوشية.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ أقصى عرض لها ٣ كم فأكثر، ومثلت ٤٣,٥٪ من إجمالي أقصى عرض الأحواض، وشملت (٥) أحواض، هي: حوض وادي الجبوش، مكسر الرحا، غرب الحمام، الدريزة، وسيط.



المصدر: بيانات (جدول رقم ٧)

(شكل رقم ٢٩) توزيع فئات أقصى عرض أحواض التصريف

د- محيط الأحواض:

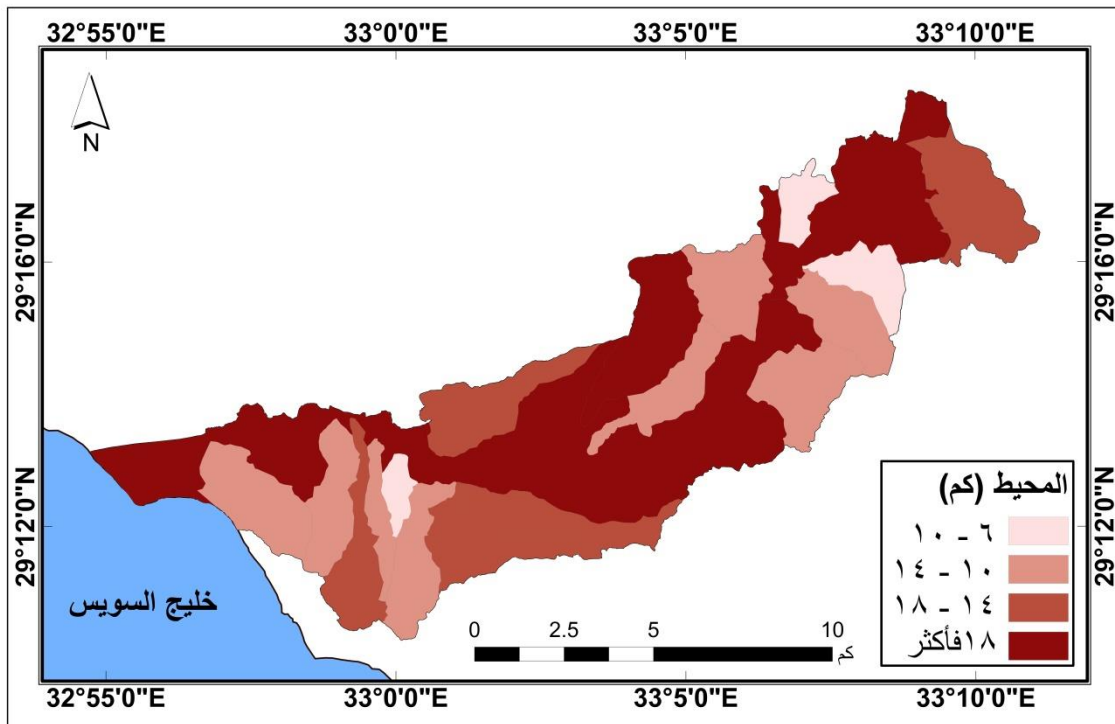
عبارة عن إجمالي طول الحدود الخارجية للحوض المائي (Shreedhara et al., 2020)، وتوجد علاقة وطيدة بين محيط الحوض ومورفولوجية مقسّم المياه بين الأحواض؛ فكلما ازداد المحيط ازداد تعرج مقسّم المياه (البحيثي، ٢٠١٨). وقد بلغ محيط حوض منطقة الدراسة ٨٧ كم، وتراوح ما بين ٦,٣ كم في حوض وادي النقب، و ٨٠ كم في حوض وادي وسيط، وبلغ متوسط أطوال الأحواض ١٦,٦ كم، وقُسّم ذلك المتغير إلى أربع فئات (شكل رقم ٣٠)، كما يلي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تتراوح محيطها ما بين ٦ - ١٠ كم، ومثّلت ٧٪ من إجمالي محيط الأحواض، وبلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي النقب، اللغب، أبو اللصف.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تتراوح محيطها ما بين ١٠ - ١٤ كم، ومثّلت ٢٨٪ من إجمالي محيط الأحواض، وبلغ عددها (٨) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، لغب أم نعجة، الحمام، التلعة، أم صورة، الدنيلي، الحويش، غرب الحمام.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تتراوح محيطها ما بين ١٤ - ١٨ كم، ومثّلت ٢٤٪ من إجمالي محيط الأحواض، وبلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي شرق الحمام، الصوانة، مكسر الرحا، أم بعثران، أبو الخطوط.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ محيطها ١٨ كم فأكثر، ومثّلت ٤١٪ من إجمالي محيط الأحواض، وبلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي الجبوشية، الديرة، وسيط.



المصدر: بيانات (جدول رقم ٧)

(شكل رقم ٣٠) توزيع فئات محيط أحواض التصريف

٢ - المتغيرات الشكليّة:

تؤثر تلك المتغيرات على كمية المياه المغذية للمجاري الرئيسة في الأحواض المائية، وتعكس العوامل والعمليات المؤثرة في نشأتها (الأمين، ٢٠١٨)، ويوضح (جدول رقم ٨) بيانات المتغيرات الشكلية لأحواض التصريف في منطقة الدراسة، وتتضح فيما يلي:

أ- نسبة الاستطالة:

عبارة عن النسبة بين قطر الدائرة التي لها مساحة الحوض نفسها، وأقصى طول للحوض (Shreedhara et al., 2020)، وتتراوح قيمتها ما بين (٠ - ١)، وترتفع نسبة استطالة الأحواض باقتراب قيمتها من الصفر؛ بسبب وجود عوامل تكتونية تؤثر في مورفولوجية الحوض، مثل: الانحدارات الشديدة، والتكوينات الصخرية الصلبة، ومرور الحوض بمرحلة الشباب. ويرتبط بتلك العوامل ظاهرات جيومورفولوجية، مثل: نقاط التجديد، وشكل الوادي على حرف V، (الدراجي، ٢٠٠٩). وتم حساب ذلك المتغير بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الاستطالة} = \text{قطر الدائرة المساوية لمساحة الحوض (كم)} \div \text{أقصى طول للحوض (كم)}$$

(جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٣١٦)

تراوحت نسبة استطالة أحواض منطقة الدراسة ما بين ٠,٣ في حوض وادي وسيط إلى ٠,٩ في حوض وادي غرب الحمام، ويوضح (شكل رقم ٣١) توزيع أحواض منطقة الدراسة وفقاً لذلك المتغير كما يلي:

الفئة الأولى: تراوحت نسبة استطالتها ما بين ٠,٣٠ - ٠,٤٥، وبلغت (٤) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، الصوانة، التلعة، وسيط. وهي الأقرب إلى الشكل المستطيلي.

الفئة الثانية: تراوحت نسبة استطالتها ما بين ٠,٤٥ - ٠,٦٠، وبلغت (٩) أحواض، هي: حوض وادي النقب، شرق الحمام، الحمام، غرب الحمام، مكسر الرحا، لغب أم نعجة، الجوشية، الديرة، أم صورة.

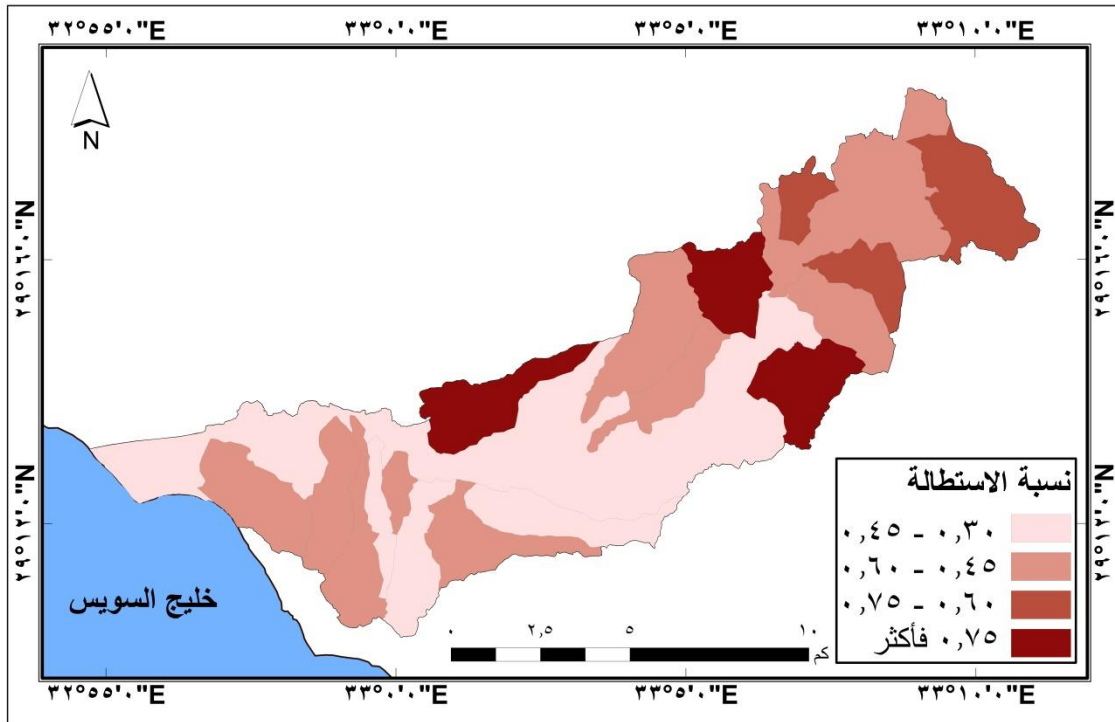
الفئة الثالثة: تراوحت نسبة استطالتها ما بين ٠,٦٠ - ٠,٧٥، وبلغت (٣) أحواض، هي: حوض وادي اللغب، أبو اللصف، أبو الخطوط.

الفئة الرابعة: بلغت نسبة استطالتها ٠,٧٥ فأكثر، وبلغت (٣) أحواض، هي: حوض وادي الجويش، الدبيلي، أم بعثران.

(جدول رقم ٨) المتغيرات الشكلية لأحواض تصريف منطقة الدراسة

| م | الحوض | نسبة الاستطالة | نسبة الاستدارة | معامل الشكل | معامل الاندماج | معامل الانبعاث |
|----|----------------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|
| ١ | حوض وادي النقب | ٠.٦ | ٠.٥ | ٠.٣ | ١.٥ | ١.٠ |
| ٢ | حوض وادي غرب النقب | ٠.٤ | ٠.٢ | ٠.١ | ٢.١ | ٢.٧ |
| ٣ | حوض وادي اللغب | ٠.٧ | ٠.٥ | ٠.٣ | ١.٤ | ٠.٧ |
| ٤ | حوض وادي أبو اللصف | ٠.٧ | ٠.٤ | ٠.٤ | ١.٥ | ٠.٧ |
| ٥ | حوض وادي لغب أم نعجة | ٠.٥ | ٠.٣ | ٠.٢ | ١.٨ | ١.٦ |
| ٦ | حوض وادي الحمام | ٠.٥ | ٠.٥ | ٠.٢ | ١.٥ | ١.١ |
| ٧ | حوض وادي شرق الحمام | ٠.٤ | ٠.٣ | ٠.١ | ٢.٠ | ٢.٠ |
| ٨ | حوض وادي التلعة | ٠.٥ | ٠.٤ | ٠.٢ | ١.٧ | ١.٣ |
| ٩ | حوض وادي أم صورة | ٠.٦ | ٠.٥ | ٠.٣ | ١.٤ | ٠.٨ |
| ١٠ | حوض وادي الدنيلي | ٠.٨ | ٠.٥ | ٠.٤ | ١.٤ | ٠.٦ |
| ١١ | حوض وادي الصوانة | ٠.٤ | ٠.٣ | ٠.١ | ١.٩ | ١.٩ |
| ١٢ | حوض وادي الجويش | ٠.٨ | ٠.٥ | ٠.٥ | ١.٤ | ٠.٥ |
| ١٣ | حوض وادي مكسر الرحا | ٠.٦ | ٠.٢ | ٠.٢ | ٢.١ | ١.١ |
| ١٥ | حوض وادي غرب الحمام | ١.٠ | ٠.٦ | ٠.٨ | ١.٣ | ٠.٣ |
| ١٤ | حوض وادي أم يعثران | ٠.٥ | ٠.٣ | ٠.٢ | ١.٨ | ١.٥ |
| ١٦ | حوض وادي أبو الخطوط | ٠.٧ | ٠.٤ | ٠.٣ | ١.٦ | ٠.٨ |
| ١٧ | حوض وادي الجبوشية | ٠.٥ | ٠.٣ | ٠.٢ | ١.٧ | ١.٤ |
| ١٨ | حوض وادي الدريرة | ٠.٦ | ٠.٢ | ٠.٣ | ٢.٢ | ٠.٨ |
| ١٩ | حوض وادي وسيط | ٠.٣ | ٠.١ | ٠.١ | ٣.٧ | ٢.٩ |
| | المتوسط | ٠.٦ | ٠.٤ | ٠.٣ | ١.٨ | ١.٢ |
| | منطقة الدراسة | ٠.٥ | ٠.٣ | ٠.٢ | ٢.٢ | ١.٣ |

المصدر: جدول بيانات (شكل رقم ٢٦)، وتطبيق المعادلات المورفومترية الخاصة بكل متغير



المصدر: بيانات (جدول رقم ٨)

(شكل رقم ٣١) توزيع فئات نسبة استطالة أحواض التصريف

ب- نسبة الاستدارة:

يشير ذلك المتغير إلى مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، وتتراوح قيمته ما بين (٠ - ١) (الحميري، ٢٠١٩)، وتقترب الأحواض من الشكل الدائري باقتراب قيمة نسبة استدارتها من الواحد، ويدل ارتفاع تلك القيمة على تقدم الحوض في دورته التُّحاتية (جودة وآخرون، ١٩٩١). وتم حساب بيانات ذلك المتغير من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الاستدارة} = 4 \times 3,14 \times \text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)} \div \text{المحيط}^2$$

(Shreedhara et al., 2020, P 789)

بلغت نسبة استدارة حوض منطقة الدراسة ٠,٣، وتراوح ما بين ٠,٥ في حوض وادي غرب الحمام، و ٠,١ في حوض وادي وسيط، ويبين (شكل رقم ٣٢) توزيع فئات الأحواض إلى أربع فئات وفقاً لذلك المتغير كما يلي:

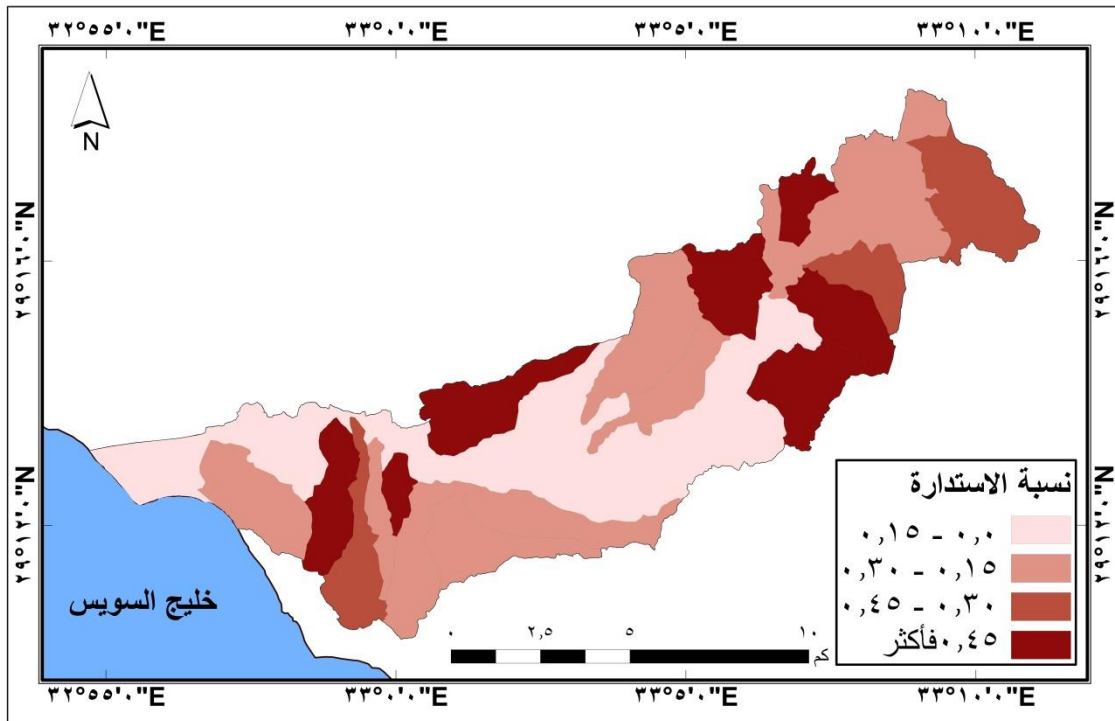
الفئة الأولى: أحواض تراوحت نسبة استدارتها ما بين ٠,٠ - ٠,١٥، وتمثلت في حوض وادي وسيط.

الفئة الثانية: أحواض تراوحت نسبة استدارتها ما بين ٠,١٥ - ٠,٣٠، وبلغ عددها (٨) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، لغب أم نعجة، الصوانة، مكسر الرحا، الدريّة، التلعة، الجيوشية، غرب الحمام.

الفئة الثالثة: أحواض تراوحت نسبة استدارتها ما بين ٠,٣٠ - ٠,٤٥، وبلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي أبي اللصف، أبو الخطوط، شرق الحمام.

الفئة الرابعة: أحواض بلغت نسبة استدارتها ٠,٤٥ فأكثر، وبلغ عددها (٧) أحواض، هي: حوض وادي النقب، اللغب، أم صورة، الدنيلي، الحويش، أم بعثران، الحمام. وهي الأقرب إلى الشكل الدائري.

وتصل نسبة الاستدارة إلى (١) عندما يكون الحوض دائرة كاملة، وتقل إلى (٠,٧) عندما يكون الحوض مربعًا، ويستمر في الانخفاض حتى يصل إلى المستطيل (Zavoianu, 2011)، وبالتالي تقترب الأحواض جميعها من الشكل المستطيلي عدا الفئة الرابعة، ومعنى ذلك أن معظم أحواض منطقة الدراسة مازالت في مرحلة الشباب، ولم تقطع شوطًا كبيرًا في دورتها التُّحّاتية.



المصدر: بيانات (جدول رقم ٨)

(شكل رقم ٣٢) توزيع فئات نسبة استدارة أحواض التصريف

ج- شكل الأحواض:

عبارة عن نسبة مساحة الحوض إلى مربع طولهِ (Chavare et al., 2013)، حيث يوضح مدى انتظام عرض الحوض على طول امتداده من منبعهِ إلى مصبه (محمد، ٢٠١٥)، وتتراوح قيمته ما بين (٠ - ١)، وتقترب قيم الأحواض المربعة من الواحد الصحيح، بينما تقترب قيم الأحواض المثلثة من الصفر (الدراجي، ٢٠٠٩)، وتم حساب ذلك المتغير من خلال المعادلة الآتية:

معامل الشكل = مساحة الحوض (كم²) ÷ مربع طول الحوض

(Alfa et al., 2019, p 51)

بلغت نسبة شكل حوض منطقة الدراسة ٠,٢، وتراوح ما بين ٠,١ في حوض وادي غرب النقب المُقْتَرَب من شكل المثلث، و ٠,٨ في حوض وادي غرب الحمام المُقْتَرَب من شكل المربع (شكل رقم ٣٣)، وتم تقسيم المنطقة إلى الفئات التالية:

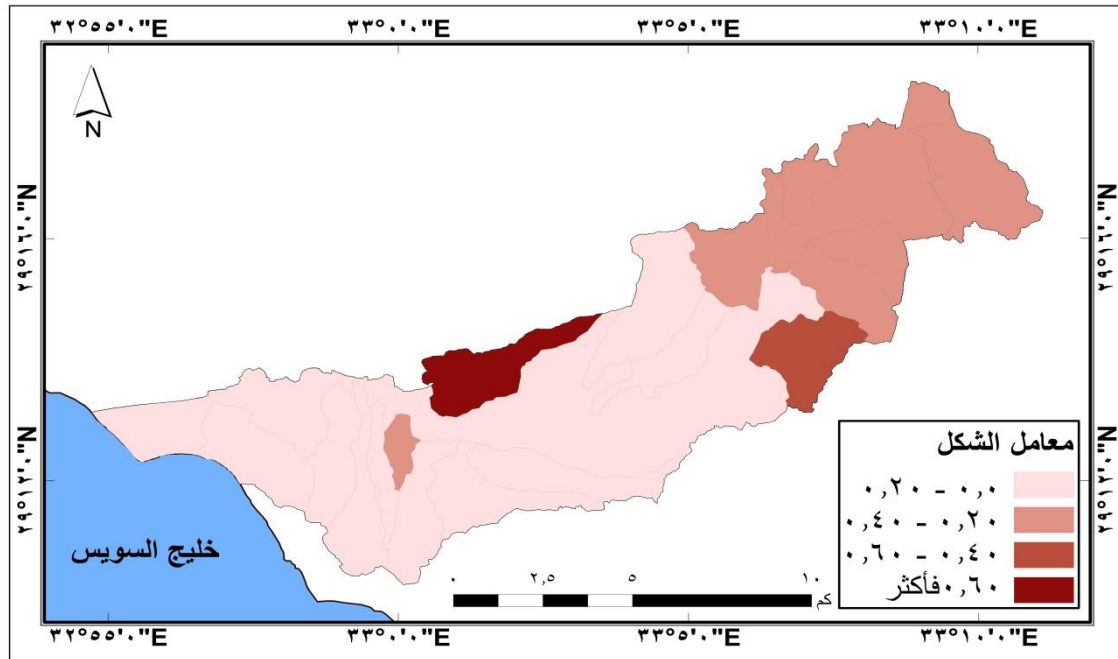
■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوح معامل شكلها ما بين ٠,٠ - ٠,٢، بلغ عددها (١٠) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، لغب أم نعجة، شرق الحمام، الحمام، غرب الحمام، التلعة، مكسر الرحا، الصوانة، الجوشية، وسيط.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوح معامل شكلها ما بين ٠,٢ - ٠,٤، بلغ عددها (٧) أحواض، هي: حوض وادي النقب، اللغب، أبو اللصف، الدبيلي، أم صورة، أبو الخطوط، الديرة.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوح معامل شكلها ما بين ٠,٤ - ٠,٦، تشتمل على حوض وادي الحويش.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ معامل شكلها ٠,٦ فأكثر، مثلها حوض وادي أم بعثران.

ويوضح معامل الشكل العلاقة بين عرض الأحواض وأطوالها، فكلما ازدادت نسبته ازداد عرض الأحواض عن طولها، واقتربها من شكل المربع، مثل: حوض وادي غرب الحمام، وكلما انخفضت نسبته ازداد طول الأحواض عن عرضها، واقتربت من شكل المثلث، مثل: حوض وادي غرب النقب.



المصدر: بيانات (جدول رقم ٨)

(شكل رقم ٣٣) توزيع فئات نسبة شكل أحواض التصريف

د- اندماج الأحواض:

يدل على مدى انسجام محيط الحوض مع مساحته، ومدى انتظام مُقَسِّم المياه، وتكون قيمته أكبر من الواحد الصحيح، وكلما اقتربت من الواحد الصحيح اقترب الحوض من الشكل الدائري (المغاري، ٢٠١٥)، وتم الحصول على بيانات ذلك المتغير من خلال تطبيق المعادلة التالية:

اندماج الحوض = محيط الحوض (كم^٢) ÷ محيط الدائرة التي تكافئ مساحتها مساحة الحوض (كم)
(جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٣٢٠)

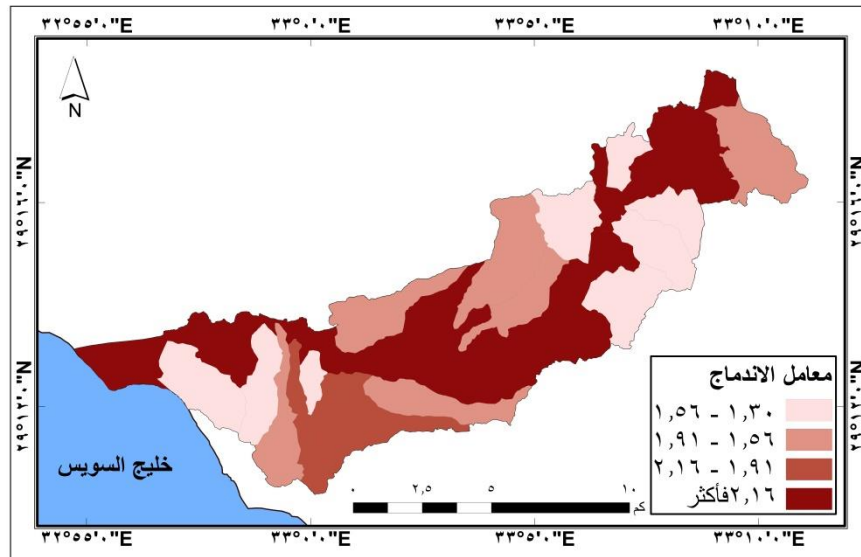
بلغت قيمة اندماج حوض منطقة الدراسة ٢,٢، وتراوح ما بين ١,٣ في حوض وادي غرب الحمام، و ٣,٧ في حوض وادي وسيط، ويبين (شكل رقم ٣٤) توزيع فئات معامل اندماج الأحواض كما يلي:

الفئة الأولى: أحواض تراوح معامل اندماجها ما بين ١,٣٠ - ١,٥٦، بلغ عددها (٨) أحواض، هي: حوض وادي النقب، اللغب، أبو اللصف، الحمام، أم صورة، الدَّيْلِي، الحويش، غرب الحمام.

الفئة الثانية: أحواض تراوح معامل اندماجها ما بين ١,٥٦ - ١,٩١، بلغ عددها (٦) أحواض، هي: حوض وادي لغب أم نعجة، أم بعثران، الصوانة، شرق الحمام، الجيوشية، أبو الخطوط.

الفئة الثالثة أحواض تراوح معامل اندماجها ما بين ١,٩١ - ٢,١٦، بلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، مكسر الرجا، التلعة.

الفئة الرابعة: أحواض بلغ معامل اندماجها ٢,١٦ فأكثر، مثَّلها حوض وادي وسيط، والديرية.



المصدر: بيانات (جدول رقم ٨)

(شكل رقم ٣٤) توزيع فئات اندماج أحواض التصريف

هـ - انبعاث الأحواض:

يكشف عن مدى قرب الحوض من الشكل الكُمثري (سلوم، ٢٠١٢)؛ بسبب عدم وجود أحواض مثالية دائرية الشكل، وبالتالي يعالج سلبيات معامل الاستدارة (جودة وآخرون، ١٩٩١)، وتشير القيم المنخفضة إلى تقدم الحوض في دورته الجيومورفولوجية، وتم حساب بيانات ذلك المتغير بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{انبعاث الحوض} = \text{مربع طول الحوض (كم)} \div 4 \times \text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}$$

(الحميري، ٢٠١٩، ص ٥٣٣)

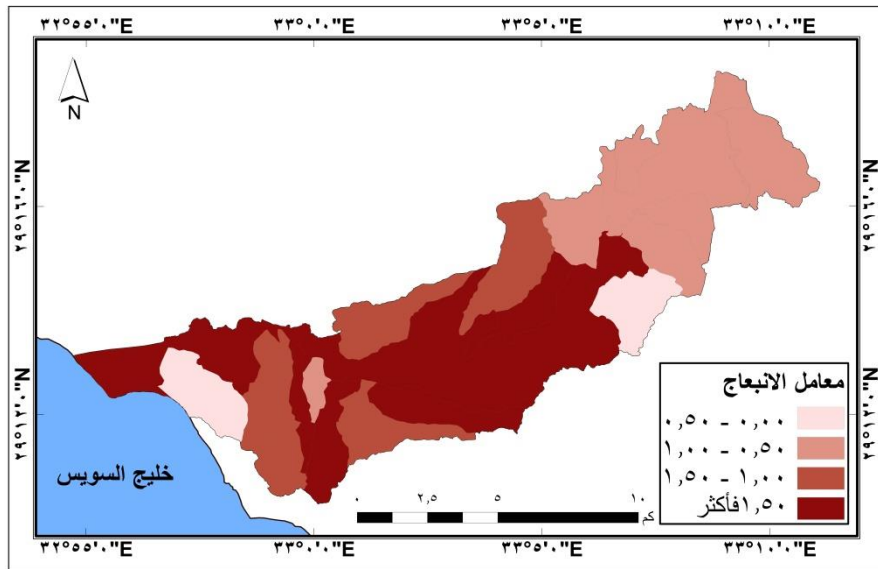
بلغت قيمة انبعاث حوض منطقة الدراسة ١,٣، وتراوح ما بين ٠,٣ في حوض وادي غرب الحمام، و ٢,٩ في حوض وادي وسيط. وقُسمت المنطقة إلى أربع فئات كما يلي:

الفئة الأولى: أحواض تراوح معامل انبعاثها ما بين ٠,٠ - ٠,٥، مثلها حوض وادي غرب الحمام، والحويش. وهي أكثر الأحواض تعرضًا للتعرية.

الفئة الثانية: أحواض تراوح معامل انبعاثها ما بين ٠,٥ - ١، بلغ عددها (٧) أحواض، هي: حوض وادي اللغب، أبو اللصف، أم صورة، الدنيلي، النقب، أبو الخطوط، الدَّيرة.

الفئة الثالثة: أحواض تراوح معامل انبعاثها ما بين ١ - ١,٥، بلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي الحمام، شرق الحمام، مكسّر الرحا، أم بعثران، الجيوشية.

الفئة الرابعة: أحواض بلغ معامل انبعاثها ١,٥ فأكثر، بلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، لغب أم نعجة، التلعة، الصوانة، وسيط. وهي أقل الأحواض تعرضًا للتعرية (شكل رقم ٣٥).



المصدر: بيانات (جدول رقم ٨)

(شكل رقم ٣٥) توزيع فئات انبعاث أحواض التصريف

٣ - المتغيرات التضاريسية:

تشير تلك المتغيرات إلى العلاقات المتبادلة بين العمليات الجيومورفولوجية والأحواض، خاصة التعرية المائية (أبو راضي، عجوة، ٢٠١٩). ويوضح (جدول رقم ٩) بيانات تلك المتغيرات لأحواض تصريف منطقة الدراسة، وتتمثل فيما يلي:

أ- التضاريس الحوضية:

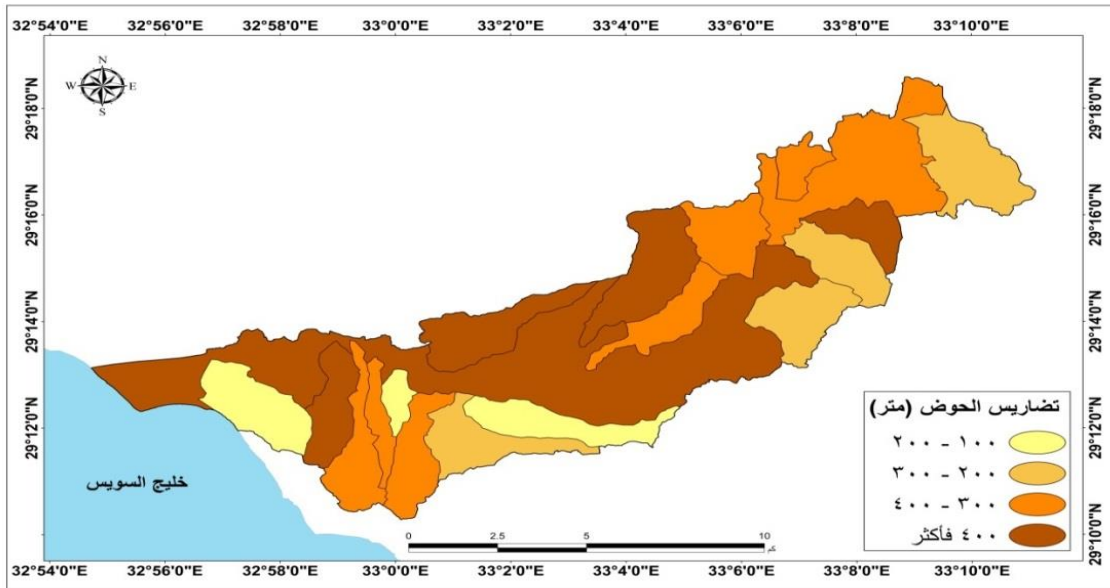
عبارة عن الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في حوض التصريف، وبلغت ٧٨٥ متر في منطقة الدراسة، وتراوح ما بين ١٢٣,٥ متر في حوض وادي الصوانة، و ٤٩٠ متر في حوض وادي الجوشية، ويبين (شكل رقم ٣٦) توزيع فئات الأحواض وفقاً لتضاريسها كما يلي:

الفئة الأولى: أحواض تراوحت تضاريسها ما بين ١٠٠ - ٢٠٠ متر، بلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي النقب، الصوانة، غرب الحمام. وتُعد أكثر الأحواض انبساطاً، وأقلها تضرراً وانحداراً ووعورةً.

الفئة الثانية: أحواض تراوحت تضاريسها ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ متر، بلغ عددها (٤) أحواض، هي: حوض وادي أم صورة، الحويش، مكسر الرحا، أبو الخطوط.

الفئة الثالثة: أحواض تراوحت تضاريسها ما بين ٣٠٠ - ٤٠٠ متر، بلغ عددها (٧) أحواض، هي: حوض وادي غرب النقب، اللغب، لغب أم نعجة، شرق الحمام، التلعة، الدنيلي، الدريّة.

الفئة الرابعة: أحواض بلغت تضاريسها ٤٠٠ متر فأكثر، بلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي أبو الصف، الحمام، أم بعثران، الجوشية، وسيط. وتُعد أكثر الأحواض تضرراً وانحداراً ووعورةً.



المصدر: بيانات (جدول رقم ٩)

(شكل رقم ٣٦) توزيع فئات تضاريس أحواض التصريف

(جدول رقم ٩) المتغيرات التضاريسية لأحواض تصريف منطقة الدراسة

| م | الحوض | متوسط الارتفاع | تضاريس الحوض | نسبة التضاريس | التضاريس النسبية | التكامل الهبسومتري | درجة الوعورة |
|----|----------------------|----------------|--------------|---------------|------------------|--------------------|--------------|
| ١ | حوض وادي النقب | ١٦٥.٢ | ١٩٢.١ | ٧٨.٨ | ٣.١ | ٠.٣٨ | ١.٣ |
| ٢ | حوض وادي غرب النقب | ٣٢٠.٩ | ٣٣٣.٣ | ٧٣.٠ | ٣.٢ | ٠.٧٣ | ٢.٠ |
| ٣ | حوض وادي اللب | ٤٦٦.٧ | ٣٣٦.٧ | ١٣٣.٧ | ٤.٥ | ٠.٥٣ | ٢.٩ |
| ٤ | حوض وادي أبو اللصف | ٥٠٩.٠ | ٤١١.٠ | ١٣٧.٦ | ٤.٣ | ٠.٤٧ | ٣.٣ |
| ٥ | حوض وادي لغب أم نعجة | ٢٣٦.٣ | ٣٧٥.٩ | ٧٣.٣ | ٢.٩ | ٠.٤١ | ٢.٨ |
| ٦ | حوض وادي الحمام | ٢٦١.٤ | ٤١٦.٦ | ٩٥.٨ | ٣.٨ | ٠.٣٠ | ٣.١ |
| ٧ | حوض وادي شرق الحمام | ٢٨٥.٧ | ٣٩٦.٠ | ٦٦.٥ | ٢.٦ | ٠.٥٢ | ٢.٤ |
| ٨ | حوض وادي التلعة | ٣١٥.٠ | ٣٣٧.١ | ٧٠.٦ | ٢.٧ | ٠.٦١ | ٢.٢ |
| ٩ | حوض وادي أم صورة | ٣٩٩.٧ | ٢٨٩.٥ | ٧٦.٢ | ٢.٨ | ٠.٣٦ | ٢.٤ |
| ١٠ | حوض وادي الدنيلي | ٣٧٨.٣ | ٣٢٩.٧ | ١٠١.٤ | ٣.٠ | ٠.٣٥ | ٢.٤ |
| ١١ | حوض وادي الصوانة | ١٧٥.٦ | ١٢٣.٥ | ١٩.٩ | ٠.٨ | ٠.٤٧ | ٠.٩ |
| ١٢ | حوض وادي الحويش | ٣٢٩.٣ | ٢٥٧.٩ | ٧٨.٤ | ٢.٣ | ٠.٣٢ | ١.٩ |
| ١٣ | حوض وادي مكسر الرحا | ١٧٠.٠ | ٢٤٣.٩ | ٥١.٩ | ١.٤ | ٠.٢٤ | ١.٨ |
| ١٤ | حوض وادي غرب الحمام | ١٤٣.١ | ١٤١.٨ | ٢٤.٦ | ١.٠ | ٠.٣١ | ١.١ |
| ١٥ | حوض وادي أم بعثران | ١١٦.٠ | ٤٧٧.٠ | ١٧٥.٥ | ٤.٤ | ٠.٢٤ | ٣.٦ |
| ١٦ | حوض وادي أبو الخطوط | ٦٢٢.٤ | ٢٩٢.٤ | ٦٣.٦ | ٢.٠ | ٠.٤٤ | ١.٩ |
| ١٧ | حوض وادي الجبوشية | ٣٤٦.٩ | ٤٩٠.٠ | ٧٠.٢ | ٢.٧ | ٠.٤٠ | ٣.٧ |
| ١٨ | حوض وادي الدبرية | ٤٨٤.٩ | ٣٨٧.٣ | ٥٩.٤ | ١.٤ | ٠.٥١ | ٣.٠ |
| ١٩ | حوض وادي وسيط | ١٦٤.٨ | ٤٨٣.٢ | ٢٣.٣ | ٠.٦ | ٠.٣٤ | ٣.٩ |
| | المتوسط | ٣١٠.١ | ٣٣٢.٤ | ٧٧.٦ | ٢.٦ | ٠.٤٢ | ٢.٥ |
| | منطقة الدراسة | ٢٨٣.١ | ٧٨٥.١ | ٣٠.٧ | ٠.٩ | ٠.٣٦ | ٥.٩ |

المصدر: جدول بيانات (شكل رقم ٢٦)، وتطبيق المعادلات المورفومترية الخاصة بكل متغير

ب- نسبة التضرس:

يعبر هذا المتغير عن العلاقة بين تضاريس الحوض وطوله، أى أنه يُشير إلى مدى ارتفاع وانخفاض الحوض (Farhan, 2017)، ويُستخدم في التعرف على العمليات الجيومورفولوجية التي تُؤثر في الأحواض، والمرحلة التي قطعتها في دورتها الجيومورفولوجية، وإظهار أثر العوامل الباطنية والاختلافات الليثولوجية وعلاقتها بعوامل التعرية (النجار، ٢٠٠٣)، وتم حساب بياناته من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضرس} = \text{تضاريس الحوض (م)} \div \text{طول الحوض (كم)}$$

(أبو راضي، عجوة، ٢٠١٩)

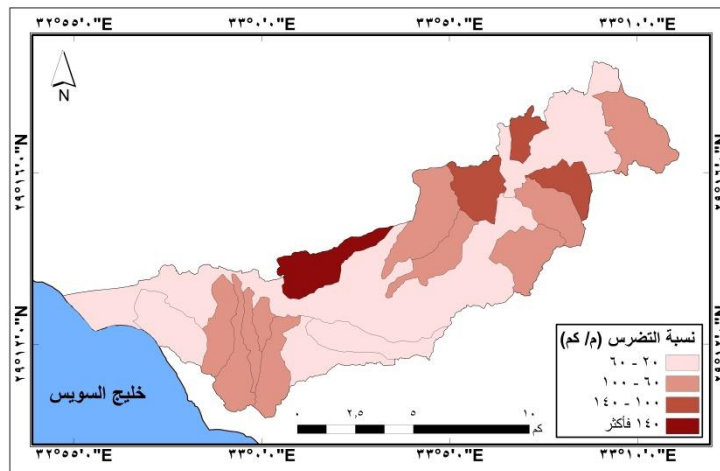
بلغت نسبة تضرس حوض منطقة الدراسة ٣٠,٧ م/كم، وتراوح ما بين ١٩,٨ م/كم في حوض وادي الصوانة، و ١٧٥,٥ م/كم في حوض وادي أم بعثران، وقُسمت الأحواض إلى أربع فئات، كما يلي:

الفئة الأولى: أحواض تراوحت نسبة تضرسها ما بين ٢٠ - ٦٠ م/كم، بلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي الصوانة، مكسر الرجا، غرب الحمام، الديرة، وسيط.

الفئة الثانية: أحواض تراوحت نسبة تضرسها ما بين ٦٠ - ١٠٠ م/كم، بلغ عددها (١٠) أحواض، هي: حوض وادي النقب، غرب النقب، لغب أم نعجة، الحمام، شرق الحمام، الطليعة، أم صورة، الجويش، أبو الخطوط، الجبوشية.

الفئة الثالثة: أحواض تراوحت نسبة تضرسها ما بين ١٠٠ - ٤٠ م/كم، بلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي اللغب، أبو اللصف، الدبيلي.

الفئة الرابعة: أحواض بلغت نسبة تضرسها ٤٠ م/كم فأكثر، مثلها حوض وادي أم بعثران (شكل رقم ٣٧).



المصدر: بيانات (جدول رقم ٩)

(شكل رقم ٣٧) توزيع فئات نسبة تضرس أحواض التصريف

ج- التضاريس النسبية:

يعبر ذلك المتغير عن العلاقة بين تضاريس الحوض، ومحيط الحوض في صورة نسبة مئوية تعبر عن درجة تضرس الحوض (عبدالحמיד، ٢٠٢٠)، وتدل القيم المرتفعة على شدة مقاومة الصخور لعوامل التعرية، وتم حساب ذلك المتغير من خلال المعادلة التالية:

$$\text{التضاريس النسبية} = \text{تضاريس الحوض (م)} \div \text{محيط الحوض (كم)}$$

(الحميري، ٢٠١٩، ص ٥٢٦)

وبلغ معامل التضاريس النسبية لحوض تصريف منطقة الدراسة ٠,٩٪، وتراوح ما بين ٠,٦٪ في حوض وادي وسيط إلى ٤,٥٪ في حوض وادي اللغب. وتم تصنيف المنطقة إلى أربع فئات كما يلي:

الفئة الأولى: أحواض تراوحت تضاريسها النسبية ما بين ٠ - ١٪، بلغ عددها (٣) أحواض،

هي: حوض وادي الصوانة، غرب الحمام، وسيط. وهي أقل الأحواض مقاومة لعوامل التعرية.

الفئة الثانية: أحواض تراوحت تضاريسها النسبية ما بين ١ - ٢٪، بلغ عددها (٣) أحواض،

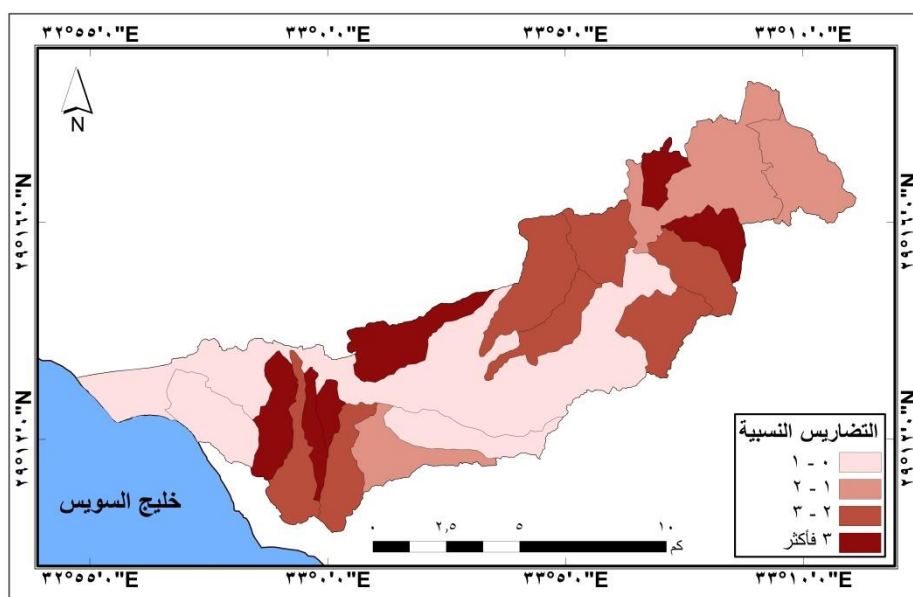
هي: حوض وادي مكسر الرجا، أبو الخطوط، الدريرة.

الفئة الثالثة: أحواض تراوحت تضاريسها النسبية ما بين ٢ - ٣٪، بلغ عددها (٦) أحواض،

هي: حوض وادي لغب أم نعجة، شرق الحمام، التلعة، أم صورة، الحويش، الجيوشية.

الفئة الرابعة: أحواض بلغت تضاريسها النسبية ٣٪ فأكثر، وبلغ عددها (٣) أحواض، هي:

حوض وادي النقب، غرب النقب، اللغب، أبو اللصف، الحمام، الدنيلي، أم بعثران. وهي أكثر الأحواض مقاومة لعوامل التعرية (شكل رقم ٣٨).



المصدر: بيانات (جدول رقم ٩)

(شكل رقم ٣٨) توزيع فئات التضاريس النسبية لأحواض التصريف

د - التكامل الهيسومتري:

يوضح هذا المتغير العلاقة بين المساحة الحوضية والتضاريس الحوضية؛ للتعرف إلى مراحل الدورات الجيومورفولوجية، ومراحل نمو المجاري المائية في الأحواض (العمرى، ٢٠١٩)، ويشير إلى كمية الكتل الصخرية التي ما زالت تنتظر دورها في عمليات التعرية (الصباحة، زيتون، ٢٠١٨).

واعتمد على المنحنى الهيسومتري النسبي؛ لرسم المنحنى الهيسومتري لحوض منطقة الدراسة من خلال حساب المساحة النسبية، والارتفاع النسبي لفئات الارتفاع (عبدالله، ٢٠١٠)، وصنّف (strahler) شكل المنحنيات الهيسومترية إلى: مرحلة الشباب إذا كان المنحنى محدبًا إلى أعلى، ومرحلة النضج إذا كان على شكل حرف S، ومرحلة الشيخوخة إذا كان صاعدًا مقعرًا (ابراهيم، ٢٠٢٠).

وبلغت قيمة التكامل الهيسومتري لحوض منطقة الدراسة ٠,٣٦، ومعنى ذلك أنه لا تزال ٣٦٪ من صخورها متبقية ومنتظرة دورها في عمليات التعرية. ويبين (شكل رقم ٣٩) أن القطاع الأعلى من منطقة الدراسة يمر بمرحلة الشباب، وأن القطاع الأوسط يمر بمرحلة الشيخوخة المتميزة بعملية الإرساب بسبب وجود طية تال - وسيط المقعرة، وأثر ذلك في زيادة اتساع المجرى وتشكيل المدرجات النهرية على جانبيه. بينما يمر القطاع الأدنى من منطقة الدراسة بمرحلة النضج والتوازن، وهنا تختلف تلك السمة عن المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها القطاعات الدنيا للأودية، التي تتميز بمرحلة الشيخوخة (شكل رقم ٤٠)، ويرجع ذلك إلى بروز كتلة حمام فرعون الصدعية الجيرية في القطاع الأدنى من منطقة الدراسة، والتي جددت من نشاط مجرى الوادي. ولتحديد المراحل الجيومورفولوجية التي تمر بها أحواض منطقة الدراسة طُبقت المعادلة التالية:

التكامل الهيسومتري = (متوسط الارتفاع (م) - أدنى ارتفاع (م)) ÷ (أقصى ارتفاع (م) - أدنى ارتفاع (م))
(الصباحة، ٢٠٠٨، ص ٢١٧)

وتتراوح قيم ذلك المتغير ما بين (٠-١)، وترتبط القيم المرتفعة ($\leq 0,55$) بالأحواض المائية التي تمر بمرحلة الشباب، وتسود فيها العمليات التكتونية، بينما ترتبط القيم المنخفضة ($\geq 0,35$) بالأحواض المائية التي تمر بمرحلة الشيخوخة، وتسود فيها عمليات التعرية. أما القيم المتوسطة (٠,٣٦ - ٠,٥٤) فتكون ذات توازن ديناميكي بين العمليات التكتونية وعمليات التعرية، وتُسمى بمرحلة النضج (الصباحة، ٢٠٠٨). ويوضح (شكل رقم ٤١) مدى تباين أحواض منطقة الدراسة في معدل التآكل والتعرية، وأمكن تقسيمها إلى ثلاث فئات كما يلي:

الفئة الأولى (أحواض تمر بمرحلة الشباب): ارتفعت فيها قيم التكامل الهيسومتري عن ٠,٥٥، وتمثلت في حوض غرب النقب، التلعة.

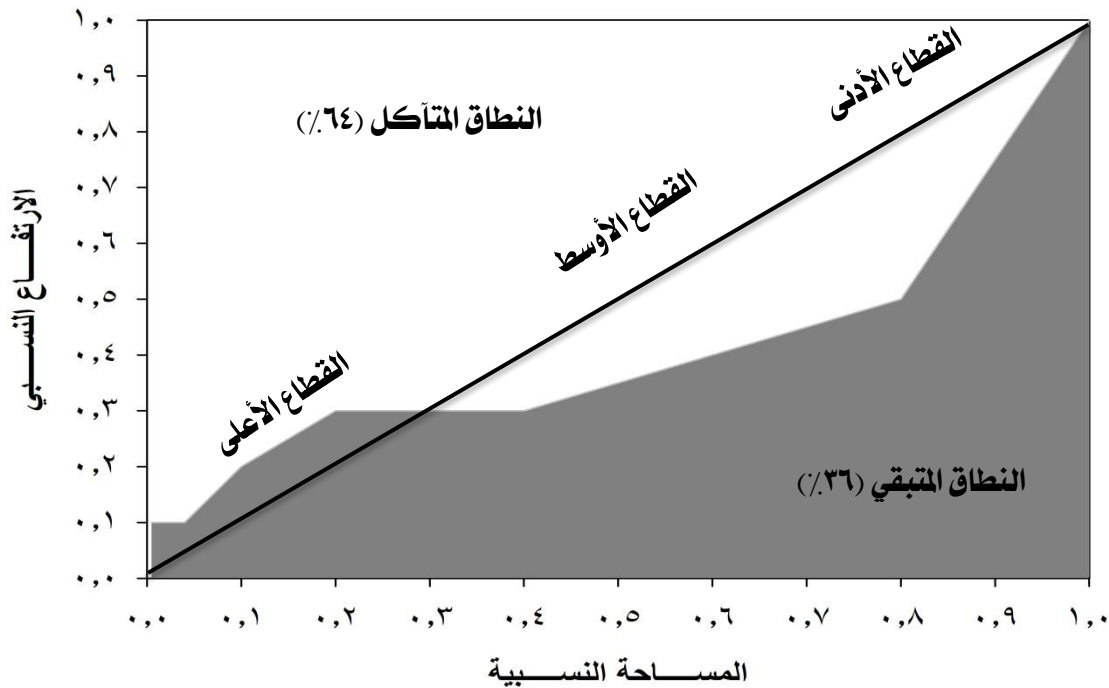
الفئة الثانية (أحواض تمر بمرحلة النضج): تراوحت فيها قيم التكامل الهبسومتري ما بين ٠,٣٦ - ٠,٥٤، وتمثّلت في حوض وادي النقب، اللغب، أبو اللصف، لغب أم نعجة، شرق الحمام، أم صورة، الصوانة، أبو الخطوط، الجيوشية، الدريّة.

الفئة الثالثة (أحواض تمر بمرحلة الشيخوخة): قلّت فيها قيم التكامل الهبسومتري عن ٠,٣٦، وتمثّلت في حوض وادي الحمام، الدنيلي، الجويش، مكسّر الرحا، غرب الحمام، أم بعثران، وسيط.

(جدول رقم ١٠) المساحة النسبية والارتفاع النسبي لحوض منطقة الدراسة

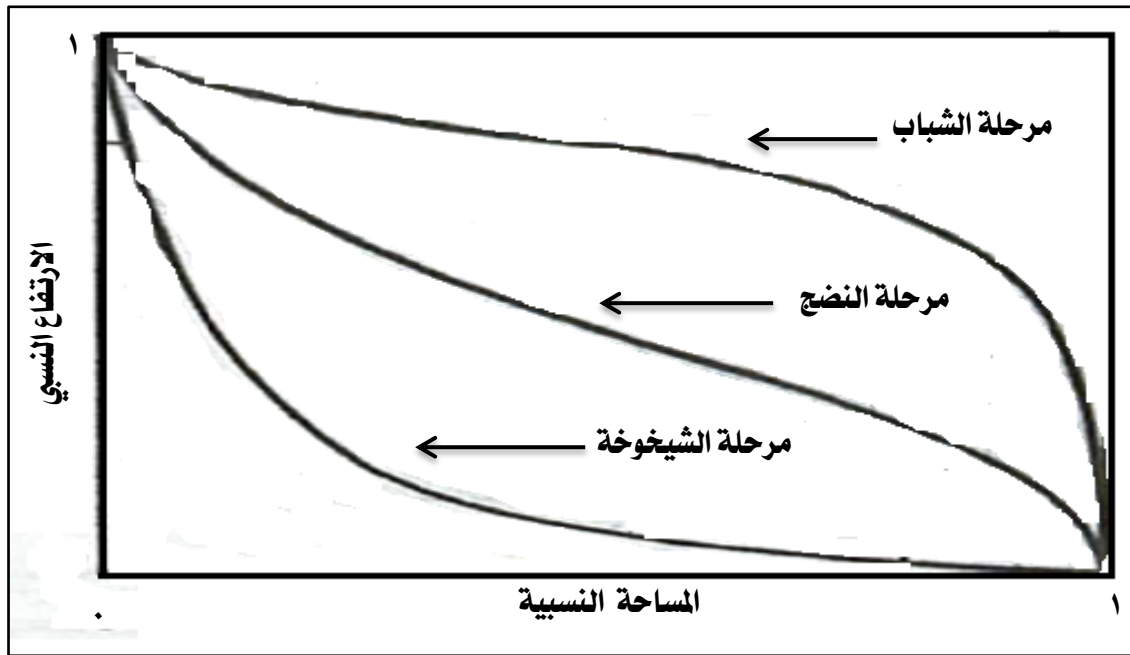
| م | فئات الإرتفاع م | المساحة (كم ^٢) | الارتفاع الكلي م | الفترة الكنتورية (فرق الارتفاع م) | الإرتفاع النسبي | المساحة الكلية | المساحة النسبية |
|-------------|-----------------|----------------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| ١ | ١٠٠ - ٠ | ١١٠.٨ | ١٠٠ | ١٠٠ | ١ | ١١٠.٨ | ١ |
| ٢ | ٢٠٠ - ١٠١ | ٣٧.٦ | ٢٠٠ | ١٠٠ | ٠.٥ | ٤٩.٤ | ٠.٨ |
| ٣ | ٣٠٠ - ٢٠١ | ٢٦.٧ | ٣٠٠ | ١٠٠ | ٠.٣ | ٧٦ | ٠.٤ |
| ٤ | ٤٠٠ - ٣٠١ | ١٩.٢ | ٤٠٠ | ١٠٠ | ٠.٣ | ٩٥.٢ | ٠.٢ |
| ٥ | ٥٠٠ - ٤٠١ | ١٦.٢ | ٥٠٠ | ١٠٠ | ٠.٢ | ١١١.٤ | ٠.١ |
| ٦ | ٦٠٠ - ٥٠١ | ١١ | ٦٠٠ | ١٠٠ | ٠.٢ | ١٢٢.٤ | ٠.١ |
| ٧ | ٧٠٠ - ٦٠١ | ٤.٩ | ٧٠٠ | ١٠٠ | ٠.١ | ١٢٧.٣ | ٠.٠٤ |
| ٨ | ٨٠٠ - ٧٠١ | ٠.٦ | ٧٨٥ | ٨٥ | ٠.١ | ١٢٨ | ٠.٠٠٥ |
| أقصى ارتفاع | | | ٧٨٥ | مساحة منطقة الدراسة الكلية | | ١٢٨ | |

المصدر: بيانات (جدول رقم ٩)

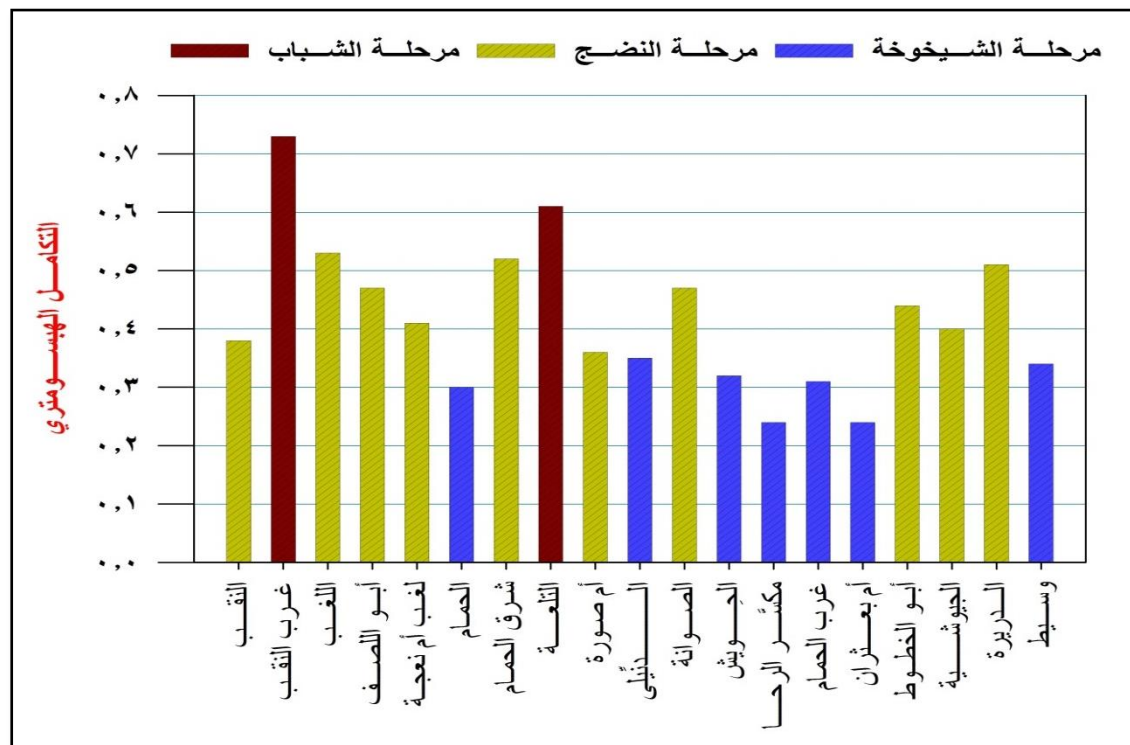


المصدر: (جدول رقم ١٠)

(شكل رقم ٣٩) المنحنى الهبسومتري لحوض تصريف منطقة الدراسة



المصدر: Strahler, 1957, p913
(شكل رقم ٤٠) أشكال المنحنى الهيسوميتري للأودية



المصدر: بيانات (جدول رقم ٩)
(شكل رقم ٤١) قيم التكامل الهيسوميتري لأحواض التصريف

هـ - درجة الوعورة:

تُعبّر درجة الوعورة عن مدى تضرس الأحواض وانحدار المجاري المائية؛ بالاعتماد على متغير كثافة التصريف. وبارتفاع تلك الدرجة تزداد شدة التضرس الحوضي، وسيادة التعرية المائية، ونقل الرواسب من المنابع إلى المصبّات (الخفاجي، ٢٠١٥). ويفيد ذلك المتغير في إبراز العلاقة الطردية بين تضاريس الحوض وكثافته التصريفية (موسى، أبوحامد، ٢٠١٦)، وتم حسابه بتطبيق المعادلة التالية:

$$\text{درجة الوعورة} = \text{كثافة التصريف} \times \text{تضاريس الحوض} \div 1000$$

(محمد، ٢٠١٥، ص ١٢)

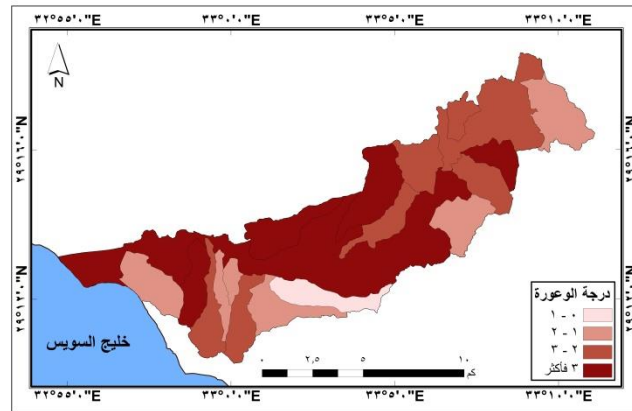
بلغت درجة وعورة حوض تصريف منطقة الدراسة ٥,٩، وتراوح ما بين ٠,٩ في حوض وادي الصوانة و ٣,٩ في حوض وادي وسيط، ومعنى ذلك أن حوض وادي وسيط أعلى الأحواض نقلاً للرواسب من منبعه إلى مصبه بالتعرية المائية، ويتضح ذلك في تكويناته البلايستوسينية والهولوسينية الحديثة المُنْتَشِرة في معظم نطاقاته، بينما حوض وادي الصوانة أقل الأحواض نقلاً للرواسب وتأثراً بالتعرية المائية، وقُسمت أحواض تصريف منطقة الدراسة إلى أربع فئات كما يلي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوحت درجة وعورتها ما بين ٠ - ١، ومثلها حوض وادي الصوانة.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوحت درجة وعورتها ما بين ١ - ٢، وبلغ عددها (٦) أحواض، هي: حوض وادي النقب، غرب النقب، الحويش، مكسر الرجا، غرب الحمام، أبو الخطوط.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوحت درجة وعورتها ما بين ٢ - ٣، وبلغ عددها (٦) أحواض، هي: حوض وادي اللغب، لغب أم نعجة، شرق الحمام، التلعة، أم صورة، الدبيلي.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغت درجة وعورتها ٣ فأكثر، وبلغ عددها (٦) أحواض، هي: حوض وادي أبوالصف، الحمام، أم بعثران، الجيوشية، الديرة، وسيط. وهي أكثر الأحواض نقلاً للرواسب من منابعها إلى مصباتها بالتعرية المائية (شكل رقم ٤٢).



المصدر: بيانات (جدول رقم ٩)

(شكل رقم ٤٢) توزيع فئات درجة الوعورة لأحواض التصريف

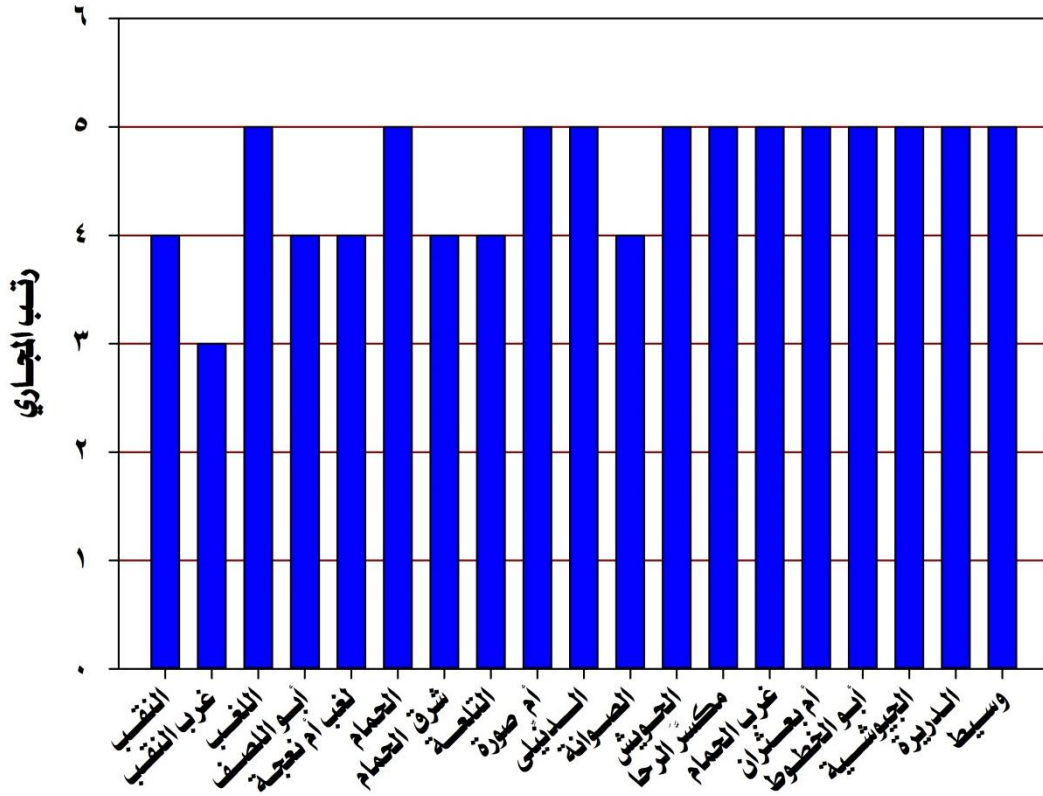
ثانيًا: التحليل المورفومتري لشبكات التصريف

توضح (الجدول ١١، ١٢) بيانات المتغيرات المورفومترية لشبكات تصريف أحواض منطقة

الدراسة، وهي:

١- رُتب المجاري:

يُستخدم هذا المتغير لتحديد الموقع التسلسلي للمجرى المائي في شبكة تصريف حوضه؛ فمجري الرتبة الأولى ليس لها روافد لأنها تستقبل المياه من أقصى ارتفاع للحوض، والرتبة الثانية هي التي تستقبل المياه من الأولى، وهكذا في باقي رتب الحوض. وتختلف طرق قياس رتب المجاري المائية، لكن الدراسة اتبعت طريقة سترالر Strahler لبساطة تطبيقها (جودة وآخرون، ١٩٩١). وتراوح عددها ما بين ٣-٥ رُتب في أحواض تصريف منطقة الدراسة، (أشكال ٤٣، ٤٤).



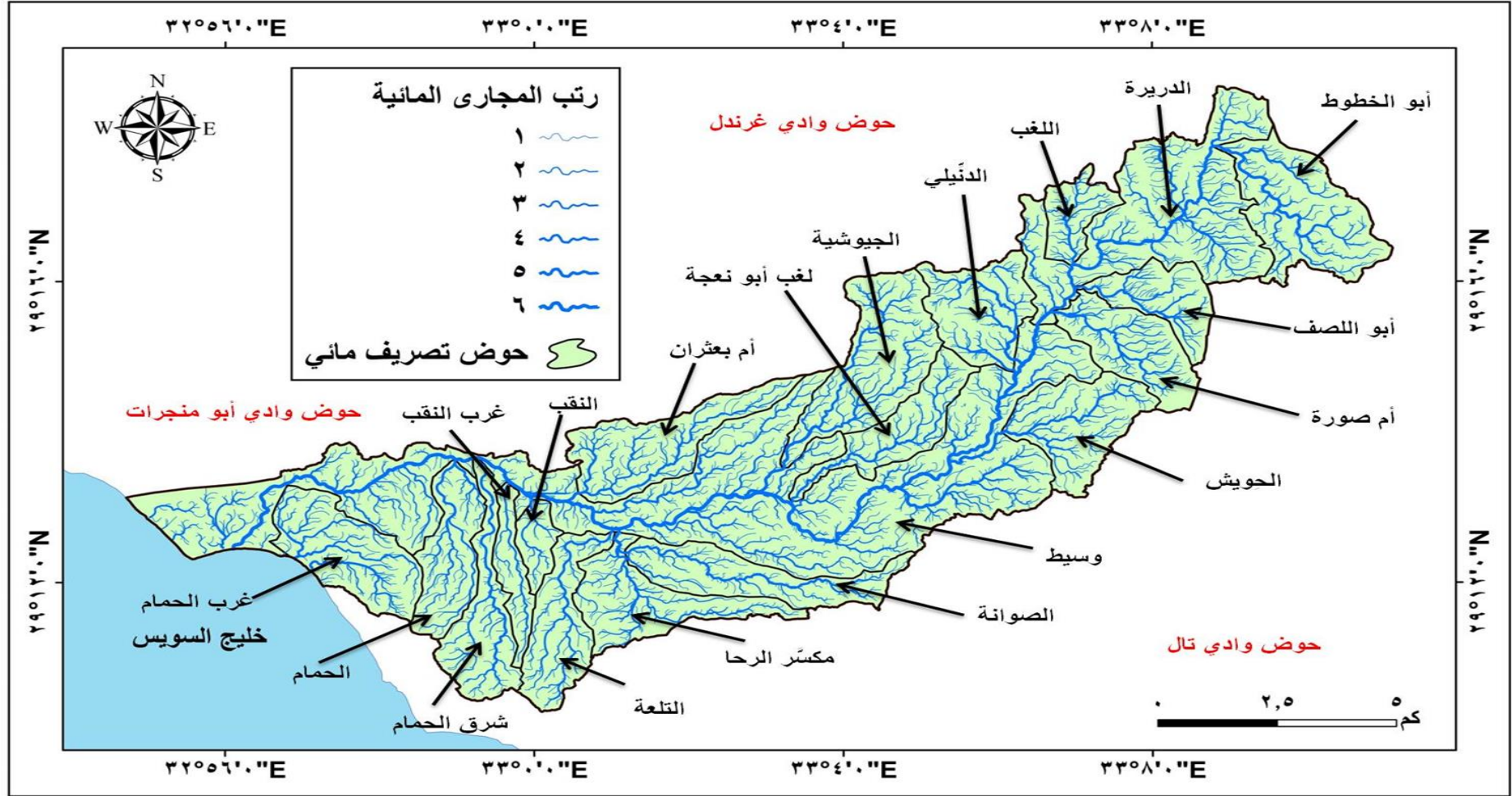
المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٤٣) أعداد الرتب المائية لأحواض التصريف

(جدول رقم ١١) المتغيرات المورفومترية لشبكات تصريف أحواض منطقة الدراسة

| م | الحوض | رتب المجاري | أعداد المجاري | أطوال المجاري (كم) | معدل التشعب | كثافة التصريف | تكرار المجاري | بقاء المجاري | النسيج الطبوغرافي |
|----|----------------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|
| ١ | حوض وادى النقب | ٤ | ٥٧ | ١٠.١ | ٣.٨ | ٦.٩ | ٣٩.٠ | ٠.١٥ | ٩.١ |
| ٢ | حوض وادى غرب النقب | ٣ | ٤٤ | ١١.٧ | ٦.٣ | ٦.٠ | ٢٢.٤ | ٠.١٧ | ٤.٣ |
| ٣ | حوض وادى اللغب | ٥ | ١٠.٣ | ١٨.٨ | ٤.٣ | ٨.٦ | ٤٧.٢ | ٠.١٢ | ١٣.٨ |
| ٤ | حوض وادى أبو لصف | ٤ | ١٣١ | ٢٦.٤ | ٤.٨ | ٨.٠ | ٣٩.٨ | ٠.١٢ | ١٣.٥ |
| ٥ | حوض وادى لغب أم نعبة | ٤ | ١٧٠ | ٣١.٤ | ٥.٣ | ٧.٥ | ٤٠.٨ | ٠.١٣ | ١٢.٩ |
| ٦ | حوض وادى الحمام | ٥ | ١٣٢ | ٣١.٨ | ٤.١ | ٧.٥ | ٣١.٣ | ٠.١٣ | ١٢.١ |
| ٧ | حوض وادى شرق الحمام | ٤ | ١٤٦ | ٢٧.٦ | ٥.١ | ٦.١ | ٣٢.٥ | ٠.١٦ | ٩.٧ |
| ٨ | حوض وادى التلعة | ٤ | ١٥٨ | ٢٨.٩ | ٥.٢ | ٦.٤ | ٣٥.١ | ٠.١٦ | ١٢.٥ |
| ٩ | حوض وادى أم صورة | ٥ | ١٨٧ | ٣٧.٩ | ٤.٢ | ٨.٤ | ٤١.٣ | ٠.١٢ | ١٨.١ |
| ١٠ | حوض وادى الدنبلى | ٥ | ١٧٤ | ٣٣.٦ | ٣.٤ | ٧.٢ | ٣٧.٣ | ٠.١٤ | ١٦.٠ |
| ١١ | حوض وادى الصوانة | ٤ | ١٧٥ | ٣٥.٩ | ٥.٤ | ٧.١ | ٣٤.٤ | ٠.١٤ | ١١.٤ |
| ١٢ | حوض وادى الجويش | ٥ | ٢٠.٥ | ٣٨.٦ | ٤.٤ | ٧.٥ | ٣٩.٨ | ٠.١٣ | ١٨.٤ |
| ١٣ | حوض وادى مكسر الرجا | ٥ | ١٩٥ | ٣٩.٠ | ٤.٣ | ٧.٥ | ٣٧.٤ | ٠.١٣ | ١١.٦ |
| ١٥ | حوض وادى غرب الحمام | ٥ | ٢١٤ | ٤٢.٨ | ٣.٨ | ٧.٦ | ٣٦.١ | ٠.١٣ | ١٣.٦ |
| ١٤ | حوض وادى أم بعثران | ٥ | ٢٠.٣ | ٤١.٨ | ٤.٧ | ٧.٤ | ٣٨.١ | ٠.١٣ | ١٩.٦ |
| ١٦ | حوض وادى أبو الخطوط | ٥ | ٢٥٩ | ٤٦.٦ | ٣.٥ | ٦.٦ | ٣٦.٧ | ٠.١٥ | ١٧.٦ |
| ١٧ | حوض وادى الجيوشية | ٥ | ٣١٣ | ٦٥.٨ | ٥.٠ | ٧.٥ | ٣٥.٨ | ٠.١٣ | ١٧.٢ |
| ١٨ | حوض وادى الديرة | ٥ | ٥٤٣ | ١٠١.٨ | ٤.٨ | ٧.٨ | ٤١.٦ | ٠.١٣ | ١٩.٧ |
| ١٩ | حوض وادى وسيط | ٥ | ١٣٦٥ | ٢٩٦.٨ | ٤.٤ | ٨.٠ | ٣٧.٠ | ٠.١٢ | ١٧.١ |
| | المتوسط | ٥ | ٢٥١ | ٥٠.٩ | ٤.٦ | ٧.٤ | ٣٧.٠ | ٠.١٤ | ١٤.١ |
| | منطقة الدراسة | ٦ | ٤٧٧٤ | ٩٦٧.٢ | ٦.٤ | ٧.٦ | ٣٧.٣ | ٠.١٣ | ٥٤.٨ |

المصدر: قاعدة بيانات (شكل رقم ٤٤)، وتطبيق المعادلات المورفومترية الخاصة بكل متغير



المصدر: الدراسة الميدانية، نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، الصورة الجوية (ESRI)، الدراسة الميدانية
(شكل رقم ٤٤) توزيع رُتب المجاري المائية لأحواض التصريف

٢- أعداد المجاري:

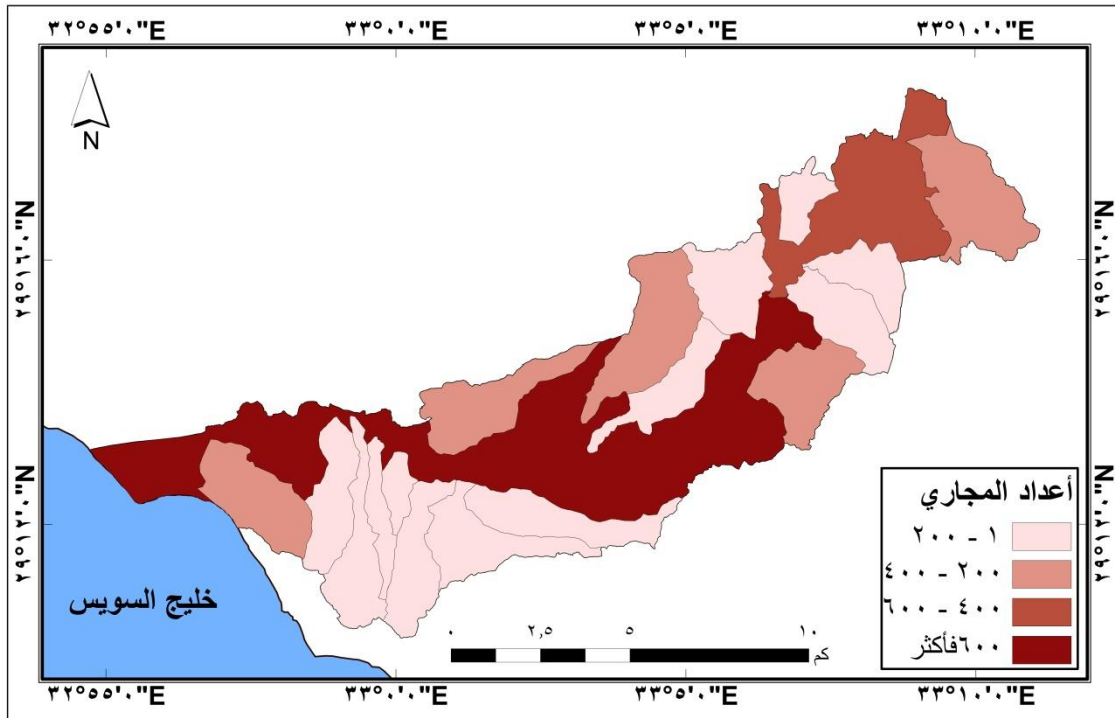
يتم حساب هذا المتغير من خلال إجمالي أعداد المجاري المائية في كل رتبة من رتب حوض التصريف (Sajadi et al., 2020)، وبلغ مجموع أعداد المجاري المائية في منطقة الدراسة ٤٧٧٤ مجرى، وتراوح ما بين ٤٤ مجرى في حوض وادي غرب النقب، و ١٣٦٥ مجرى في حوض وادي وسيط، ويبين (شكل رقم ٤٥) فئات ذلك المتغير لأحواض تصريف منطقة الدراسة، وهي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تتراوح أعداد مجاريها ما بين ١ - ٢٠٠ مجرى، وبلغ عددها (١٢) حوض، وهم: حوض وادي النقب، غرب النقب، اللغب، أبو الصنف، لغب أم نعجة، الحمام، شرق الحمام، التلعة، أم صورة، الدنيلي، الصوانة، مكسر الرّحا.

■ **الفئة الثانية:** أحواض يتراوح أعداد مجاريها ما بين ٢٠٠ - ٤٠٠ مجرى، وبلغ عددها (٥) أحواض، وهم: حوض وادي الحويش، غرب الحمام، أم بعثران، أبو الخطوط، الجبوشية.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض يتراوح أعداد مجاريها ما بين ٤٠٠ - ٦٠٠ مجرى، ومثلها حوض وادي الديرة.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض يبلغ أعداد مجاريها ٦٠٠ مجرى فأكثر، وتمثلت في حوض وادي وسيط.



المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٤٥) توزيع فئات أعداد المجاري المائية لأحواض التصريف

(جدول رقم ١٢) أعداد رُتب المجاري المائية وأطوالها لأحواض التصريف

| الحوض | رتب المجاري | أعداد المجاري | أطوال المجاري (كم) | الحوض | رتب المجاري | أعداد المجاري | أطوال المجاري (كم) |
|----------------------|-------------|---------------|---------------------------|------------------|-------------|---------------|----------------------|
| حوض النقب | ١ | ٤٥ | ٥.٤ | حوض الصوانة | ١ | ١٤٦ | ٢٠.٠ |
| | ٢ | ٩ | ٢.٥ | | ٢ | ٢٤ | ٧.٤ |
| | ٣ | ٢ | ١.٦ | | ٣ | ٤ | ٣.٠ |
| | ٤ | ١ | ٠.٥ | | ٤ | ١ | ٥.٥ |
| الإجمالي | | ٥٧ | ١٠.١ | الإجمالي | | ١٧٥ | ٣٥.٩ |
| حوض غرب النقب | ١ | ٣٨ | ٥.٥ | حوض الجويش | ١ | ١٦٢ | ٢١.١ |
| | ٢ | ٥ | ٢.٩ | | ٢ | ٣٢ | ١٠.٦ |
| | ٣ | ١ | ٣.٣ | | ٣ | ٨ | ٣.٢ |
| | | ٤٤ | ١١.٧ | | ٤ | ٢ | ٣.٢ |
| الإجمالي | | ٧٨ | ١٠.٨ | الإجمالي | | ١ | ٠.٥ |
| حوض اللقب | ٢ | ١٩ | ٥.١ | الإجمالي | | ٢٠.٥ | ٣٨.٦ |
| | ٣ | ٤ | ١.٣ | حوض مكسر الرّحما | ١ | ١٥٥ | ٢٠.٤ |
| | ٤ | ١ | ١.٦ | | ٢ | ٣٠ | ١٠.٤ |
| | ٥ | ١ | ٠.١ | | ٣ | ٧ | ٥.٩ |
| الإجمالي | | ١٠.٣ | ١٨.٨ | | ٤ | ٢ | ١.٦ |
| حوض أبو اللصف | ١ | ١٠.٤ | ١٦.٠ | الإجمالي | | ١ | ٠.٦ |
| | ٢ | ٢٠ | ٣.٩ | حوض أم بعثران | ١ | ١٦٣ | ٢١.٢ |
| | ٣ | ٦ | ٣.٨ | | ٢ | ٣٢ | ١١.٧ |
| | ٤ | ١ | ٢.٧ | | ٣ | ٥ | ٤.٥ |
| الإجمالي | | ١٣١ | ٢٦.٤ | | ٤ | ٢ | ٤.٢ |
| حوض لقب أم نعبة | ١ | ١٣٦ | ١٦.٣ | الإجمالي | | ١ | ٠.٢ |
| | ٢ | ٢٩ | ٨.٢ | حوض غرب الحمام | ١ | ١٦٦ | ٢٢.٥ |
| | ٣ | ٤ | ٣.٤ | | ٢ | ٣٦ | ٨.٩ |
| | ٤ | ١ | ٣.٥ | | ٣ | ٧ | ٨.٠ |
| الإجمالي | | ١٧٠ | ٣١.٤ | | ٤ | ٤ | ٣.٣ |
| حوض الحمام | ١ | ١٠.٧ | ١٥.٧ | حوض أبو الخطوط | ١ | ٢١٤ | ٤٢.٨ |
| | ٢ | ١٧ | ٧.٨ | | ٢ | ١٩٦ | ٢٤.٠ |
| | ٣ | ٥ | ٥.٣ | | ٣ | ٤٣ | ٩.٤ |
| | ٤ | ٢ | ٢.٩ | | ٤ | ١٤ | ٦.٩ |
| الإجمالي | | ٣١ | ٣١.٨ | الإجمالي | | ١ | ٢.٣ |
| حوض شرق الحمام | ١ | ١٢٢ | ١٢.٦ | حوض الدريّة | ١ | ١٩٦ | ٢٤.٠ |
| | ٢ | ١٩ | ٦.٣ | | ٢ | ٤٣ | ٩.٤ |
| | ٣ | ٤ | ٢.٧ | | ٣ | ١٤ | ٦.٩ |
| | ٤ | ١ | ٦.٠ | | ٤ | ٥ | ٢.٣ |
| الإجمالي | | ١٤٦ | ٢٧.٦ | الإجمالي | | ١ | ٣.٩ |
| حوض التلعة | ١ | ١٣١ | ١٧.٦ | حوض الجبوشية | ١ | ٢٥٢ | ٣٥.٤ |
| | ٢ | ٢٢ | ٧.٢ | | ٢ | ٤٩ | ١٥.٣ |
| | ٣ | ٤ | ٣.٩ | | ٣ | ٩ | ٧.٤ |
| | ٤ | ١ | ٠.٢ | | ٤ | ٢ | ٥.١ |
| الإجمالي | | ١٥٨ | ٢٨.٩ | الإجمالي | | ١ | ٢.٧ |
| حوض أم صورة | ١ | ١٣٥ | ٢١.١ | حوض وسط | ١ | ١٠٦١ | ١٣٩.٦ |
| | ٢ | ٣٨ | ٩.٨ | | ٢ | ٢٢٥ | ٥٩.٨ |
| | ٣ | ١١ | ٤.٠ | | ٣ | ٦٠ | ٣٢.٥ |
| | ٤ | ٢ | ٢.٦ | | ٤ | ١٣ | ٨.٣ |
| الإجمالي | | ١٨٧ | ٣٧.٩ | الإجمالي | | ١ | ٢٠.٧ |
| حوض الدنيلى | ١ | ١٣٢ | ١٨.٢ | حوض الدريّة | ١ | ١٠٦١ | ١٣٩.٦ |
| | ٢ | ٢٨ | ٧.٠ | | ٢ | ٢٢٥ | ٥٩.٨ |
| | ٣ | ٩ | ٣.٣ | | ٣ | ٦٠ | ٣٢.٥ |
| | ٤ | ٤ | ٤.٠ | | ٤ | ١٣ | ٨.٣ |
| الإجمالي | | ١٧٤ | ٣٣.٦ | الإجمالي | | ١ | ٢٠.٧ |
| إجمالي أعداد المجاري | | ٤٧٧٤ | إجمالي أطوال المجاري (كم) | | | ٩٦٧ | ٢٦٩.٨ |

المصدر: بيانات (جدول رقم ١١)، (شكل رقم ٤)

٣- أطوال المجاري:

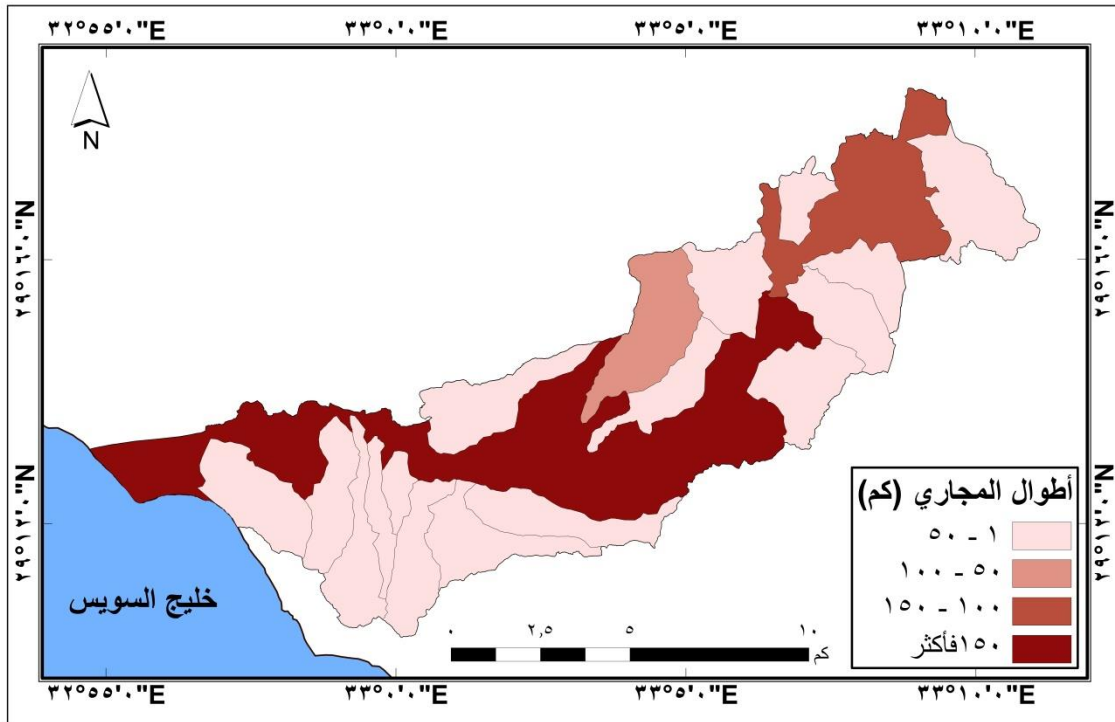
بلغ إجمالي أطوال المجاري المائية في منطقة الدراسة ٩٦٧ كم، وتراوح ما بين ١٠ كم في حوض وادي النقب، و ٢٩٧ كم في حوض وادي وسيط، ويوضح (شكل رقم ٤٦) توزيع فئات أطوال المجاري المائية في أحواض منطقة الدراسة، وهي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوح أطوال مجاريها ما بين ١ - ٥٠ كم، بلغ عددها (١٦) حوض، هي: حوض وادي النقب، غرب النقب، اللغب، أبو اللصف، لغب أم نعبة، الحمام، شرق الحمام، التلعة، أم صورة، الدبيلي، الصوانة، الجويش، مكسر الرجا، غرب الحمام، أم بعثران وأبو الخطوط.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوح أطوال مجاريها ما بين ٥٠ - ١٠٠ كم، مثلها حوض وادي الجوشية.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوح أطوال مجاريها ما بين ١٠٠ - ١٥٠ كم، مثلها حوض وادي الديرة.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ أطوال مجاريها ١٥٠ كم فأكثر، مثلها حوض وادي وسيط.



المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٤٦) توزيع فئات أطوال المجاري المائية لأحواض التصريف

٤- مُعدل التشعب:

يُقصد به نسبة عدد المجاري المائية في رتبة معينة إلى عدد المجاري في لرتبة التي تليها (Ozdemir, Bird, 2009)، ويُفيد هذا المُتغير في استكمال العلاقة بين رتب المجاري المائية وأعدادها. وتُشير القيم المنخفضة لنسبة التشعب إلى قلة التعقيد في أنماط التصريف، بينما تشير

القيم المرتفعة إلى زيادة التعقيد فيها (Magesh et al., 2013). ويتم حسابه من خلال متوسط الشعب للرتب داخل الحوض (جاري، عبدالحسين، ٢٠١١)، وفقاً للمعادلة التالية:

نسبة الشعب = عدد المجاري التابعة لرتبة معينة ÷ عدد المجاري التابعة للرتبة التي تليها
(Almasalmeh, 2019, p 159)

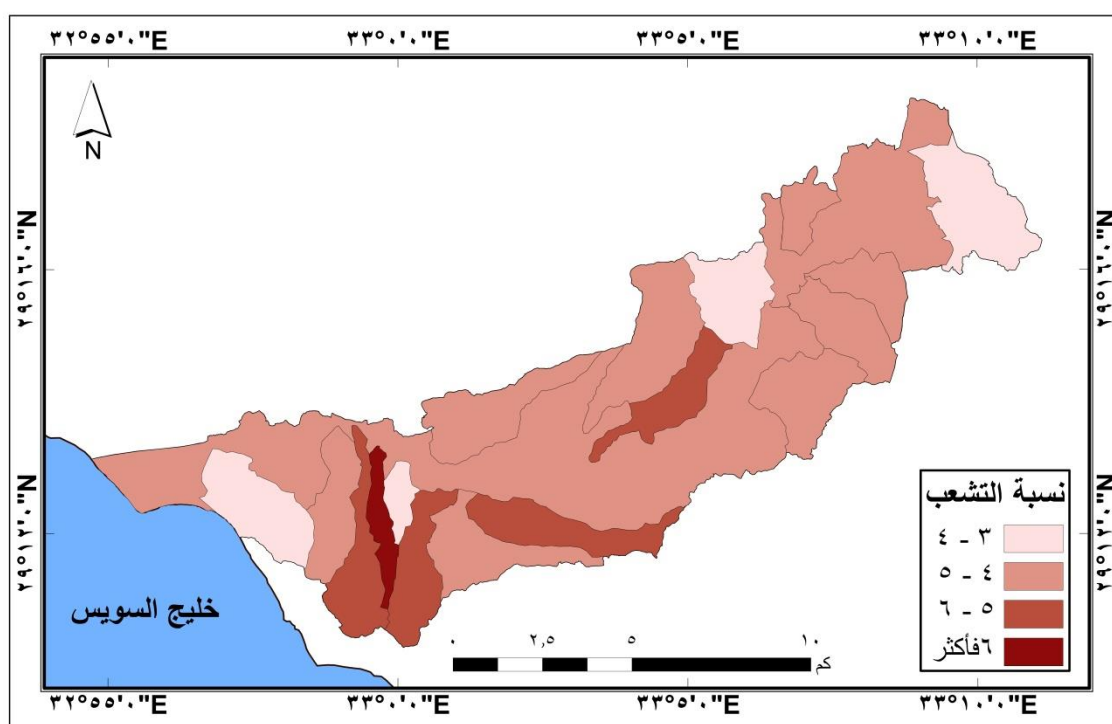
ويبين (جدول رقم ١٣)، و(شكل رقم ٤٧) نسب الشعب في أحواض تصريف منطقة الدراسة، وصنفت إلى أربع فئات، هي:

الفئة الأولى: أحواض تراوحت نسبة تشعبها ما بين ٣ - ٤، وبلغ عددها (٤) أحواض، هي: حوض وادي النقب، الدبيلي، غرب الحمام، أبو الخطوط.

الفئة الثانية: أحواض تراوحت نسبة تشعبها ما بين ٤ - ٥، وبلغ عددها (٩) أحواض، هي: حوض وادي اللغب، أبو اللصف، الحمام، أم صورة، الحويش، مكسر الرحا، أم بعثران، الدريرة، وسيط.

الفئة الثالثة: أحواض تراوحت نسبة تشعبها ما بين ٥ - ٦، وبلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي لغب أم نعجة، شرق الحمام، التلعة، الصوانة، الجيوشية.

الفئة الرابعة: أحواض بلغت نسبة تشعبها ٦ فأكثر، وشملت حوض وادي غرب النقب.



المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٤٧) توزيع فئات نسبة الشعب لأحواض التصريف

(جدول رقم ١٣) نسب تشعب أحواض تصريف منطقة الدراسة

| م | الحوض | رتبة 1/ رتبة 2 | رتبة 2/ رتبة 3 | رتبة 3/ رتبة 4 | رتبة 4/ رتبة 5 | رتبة 5/ رتبة 6 | المتوسط |
|------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| ١ | حوض النقب | ٥.٠ | ٤.٥ | ٢.٠ | ----- | ----- | ٣.٨ |
| ٢ | حوض غرب النقب | ٧.٦ | ٥.٠ | ----- | ----- | ----- | ٦.٣ |
| ٣ | حوض اللغب | ٤.١ | ٤.٨ | ٤.٠ | ١.٠ | ----- | ٤.٣ |
| ٤ | حوض أبو اللصف | ٥.٢ | ٣.٣ | ٦.٠ | ----- | ----- | ٤.٨ |
| ٥ | حوض لغب ام نعجة | ٤.٧ | ٧.٣ | ٤.٠ | ----- | ----- | ٥.٣ |
| ٦ | حوض الحمام | ٦.٣ | ٣.٤ | ٢.٥ | ٢.٠ | ----- | ٤.١ |
| ٧ | حوض شرق الحمام | ٦.٤ | ٤.٨ | ٤.٠ | ----- | ----- | ٥.١ |
| ٨ | حوض التلعة | ٦.٠ | ٥.٥ | ٤.٠ | ٠.٠ | ----- | ٥.٢ |
| ٩ | حوض أم صورة | ٣.٦ | ٣.٥ | ٥.٥ | ٢.٠ | ----- | ٤.٢ |
| ١٠ | حوض الدبيلي | ٤.٧ | ٣.١ | ٢.٣ | ٤.٠ | ----- | ٣.٤ |
| ١١ | حوض الصوانة | ٦.١ | ٦.٠ | ٤.٠ | ----- | ----- | ٥.٤ |
| ١٢ | حوض الحويش | ٥.١ | ٤.٠ | ٤.٠ | ٢.٠ | ----- | ٤.٤ |
| ١٣ | حوض مكسر الرحا | ٥.٢ | ٤.٣ | ٣.٥ | ٢.٠ | ----- | ٤.٣ |
| ١٤ | حوض أم بعثران | ٥.١ | ٦.٤ | ٢.٥ | ٢.٠ | ----- | ٤.٧ |
| ١٥ | حوض غرب الحمام | ٤.٦ | ٥.١ | ١.٨ | ٤.٠ | ----- | ٣.٨ |
| ١٦ | حوض أبو الخطوط | ٤.٦ | ٣.١ | ٢.٨ | ٥.٠ | ----- | ٣.٥ |
| ١٧ | حوض الجبوشية | ٥.١ | ٥.٤ | ٤.٥ | ٢.٠ | ----- | ٥.٠ |
| ١٨ | حوض الدريرة | ٤.٧ | ٤.١ | ٥.٥ | ٤.٠ | ----- | ٤.٨ |
| ١٩ | حوض وسيط | ٤.٧ | ٣.٨ | ٤.٦ | ٢.٦ | ٥.٠ | ٤.٤ |
| المتوسط العام | | ٥.٢ | ٤.٦ | ٣.٧ | ٢.٧ | ٥.٠ | ٤.٦ |
| الحوض الرئيس (منطقة الدراسة) | | ٤.٩ | ٤.١ | ٣.٨ | ٣.١ | ١٦.٠ | ٦.٤ |

المصدر: (جدول رقم ١١)

٥- كثافة التصريف:

يُفيد هذا المتغير في التعرف إلى مدى تأثر الحوض بخصائصه الليثولوجية، والطبوغرافية، والهيدرولوجية (سقا، ٢٠١١)، ولاستخراج كثافة تصريف أحواض منطقة الدراسة تم تطبيق المعادلة التالية:

$$\text{كثافة التصريف} = \text{مجموع أطوال المجاري (كم)} \div \text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}$$

(Shreedhara et al., 2020, p 789)

بلغت كثافة تصريف حوض منطقة الدراسة ٧,٦ كم/كم^٢، ويوضح (شكل رقم ٤٨) توزيع

فئات كثافة تصريف أحواض منطقة الدراسة، وهي:

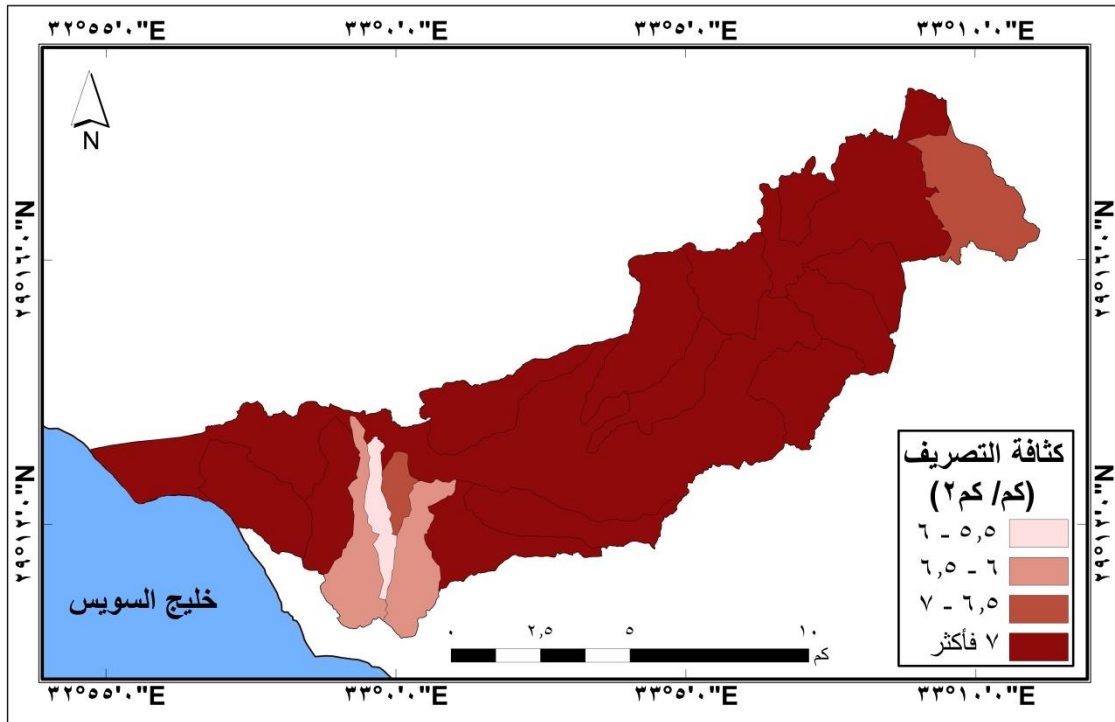
■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوحت كثافة تصريفها ما بين ٥,٥ - ٦ كم^٢/كم^٢، مثلها حوض وادي غرب النقب.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوحت كثافة تصريفها ما بين ٦ - ٦,٥ كم^٢/كم^٢، شملت حوض وادي شرق الحمام، والتلعة.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوحت كثافة تصريفها ما بين ٦,٥ - ٧ كم^٢/كم^٢، شملت حوض وادي النقب، وأبو الخطوط.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغت كثافة تصريفها ٧ كم^٢/كم^٢ فأكثر، بلغ عددها (١٤) حوض تصريف، هي: حوض وادي اللغب، أبو اللصف، لغب أم نعجة، الحمام، أم صورة، الدنيلي، الصوانة، الحويش، مكسر الرجا، غرب الحمام، أم بعثران، الجبوشية، الديرة، وسيط.

وتشير القيم المرتفعة لهذا المتغير إلى زيادة كمية المياه الجارية السطحية، (الحميري، ٢٠١٩)، وبالتالي نجد أن أحواض تصريف الفئة الرابعة هي أعلى الأحواض من حيث حجم المياه الجارية السطحية، بينما الفئة الأولى هي الأقل؛ بسبب تباين تأثير العوامل الليثولوجية والطبوغرافية والهيدرولوجية في كثافة تصريف الأحواض (Magesh, Chandrasekar, 2014).



المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٤٨) توزيع فئات كثافة تصريف الأحواض

٦- تكرارية المجاري:

يُوضح العلاقة بين أعداد المجاري ومساحة حوض التصريف؛ لإعطاء صورة واضحة عن مدى تقطُّع سطح الحوض بالمجاري، وحجم شبكة تصريفه. وتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

$$\text{تكرارية المجاري} = \text{مجموع أعداد المجاري بالحوض} \div \text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)}$$

(المشاط، الشرقاوى، ٢٠١٨، ص ٣، ١١)

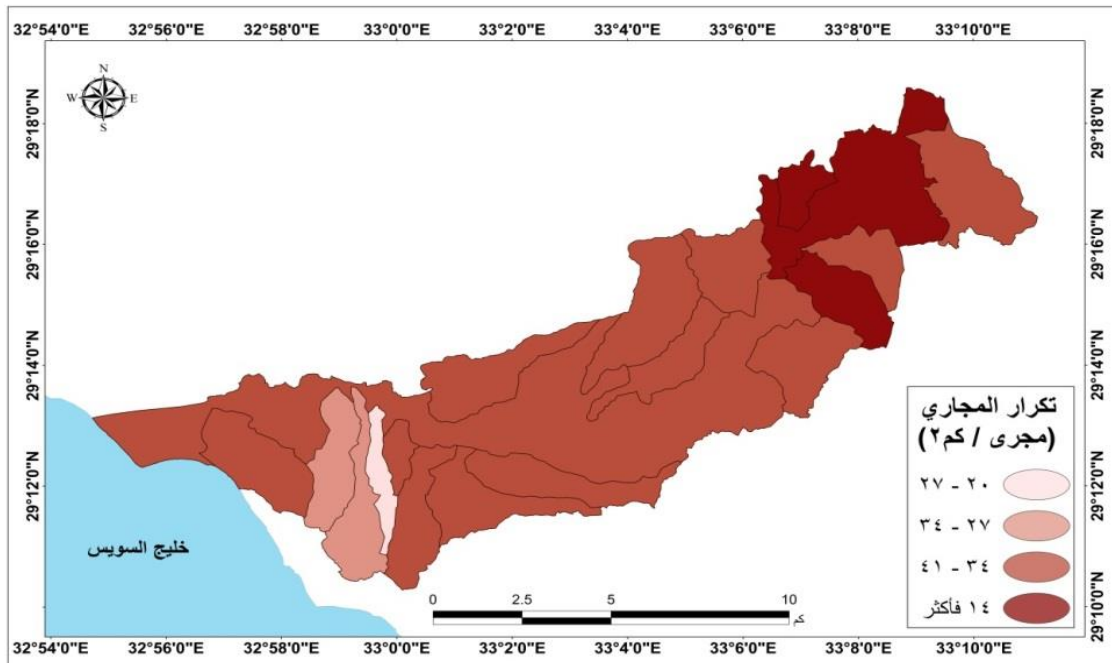
بلغ معدل تكرارية المجاري لحوض منطقة الدراسة ٣٧,٣ مجرى/كم^٢، وتم تقسيم الأحواض إلى أربع فئات كما يلي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوح معدل تكرارية مجاريها ما بين ٢٠ - ٢٧ مجرى/كم^٢، مثلها حوض وادي غرب النقب.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوح معدل تكرارية مجاريها ما بين ٢٧ - ٣٤ مجرى/كم^٢، شملت حوض وادي الحمام، وشرق الحمام.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوح معدل تكرارية مجاريها ما بين ٣٤ - ٤١ مجرى/كم^٢، بلغ عددها (١٤) حوض، هي: حوض وادي النقب، أبو اللصف، لغب أم نعجة، شرق الحمام، التلعة، الدنيلي، الصوانة، الحويش، مكسر الرجا، غرب الحمام، أم بعثران، أبو الخطوط، الجبوشية، وسيط.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ معدل تكرارية مجاريها ٤١ مجرى/كم^٢ فأكثر، بلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض وادي اللغب، أم صورة، الديرة (شكل رقم ٤٩).



المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٤٩) توزيع فئات تكرارية المجاري المائية لأحواض التصريف

٧- بقاء المجاري:

يُعبّر عن متوسط الوحدة المساحية التي تقوم بتغذية الوحدة الطولية في حوض التصريف (طالب وآخرون، ٢٠١٧)، وتدل القيمة المرتفعة على كِبَر مساحة الأحواض نسبة إلى أعداد المجاري المائية؛ مما يؤدي إلى قلة الكثافة التصريفية. وتم حسابه من خلال المعادلة التالية:

$$\text{بقاء المجاري} = \text{مساحة الحوض (كم}^2\text{)} \div \text{مجموع أطوال المجاري بالحوض (كم)}$$

(جودة وآخرون، ١٩٩١، ص ٣٤١)

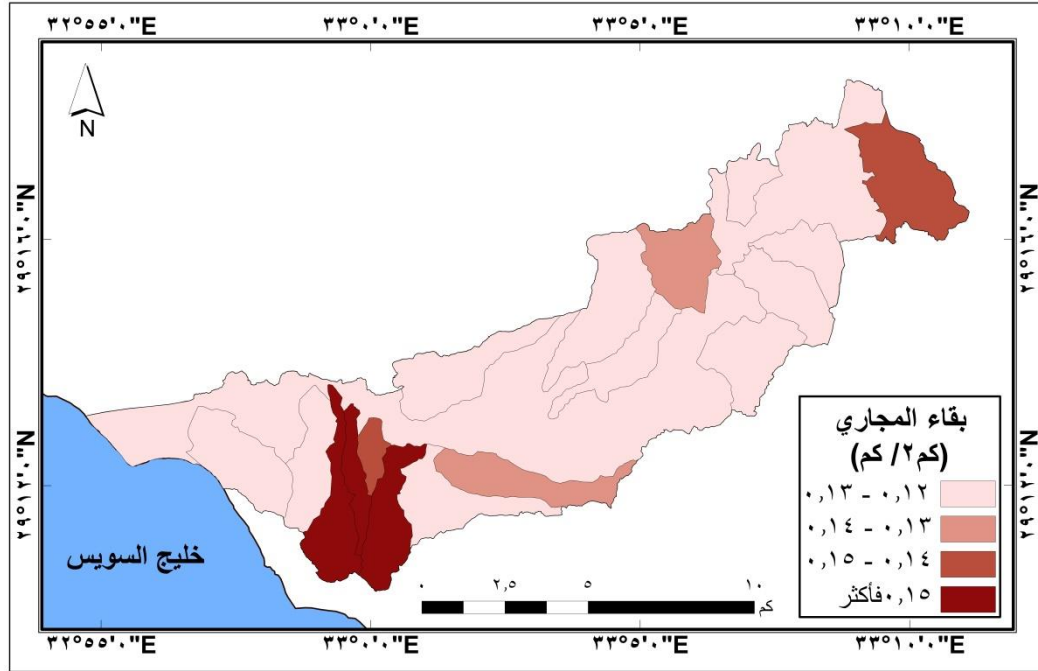
بلغت قيمة بقاء المجاري في حوض تصريف منطقة الدراسة ٠,١٣ كم^٢/كم، وصُنفت المنطقة إلى ٤ فئات تبعًا لذلك المتغير، وهي:

■ **الفئة الأولى:** أحواض تراوح مُعدل بقاء مجاريها ما بين ٠,١٢ - ٠,١٣ كم^٢/كم، بلغ عددها (١٢) حوض، هي: حوض وادي اللغب، الدريّة، أبو اللصف، أم صورة، الحويش، الجيوشية، لغب أم نعجة، أم بعثران، مكسر الرجا، الحمام، غرب الحمام، وسيط.

■ **الفئة الثانية:** أحواض تراوح معدل بقاء مجاريها ما بين ٠,١٣ - ٠,١٤ كم^٢/كم، شملت حوض وادي الصوانة، الدنيلي.

■ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوح معدل بقاء مجاريها ما بين ٠,١٣ - ٠,١٤ كم^٢/كم، شملت حوض وادي أبو الخطوط، النقب.

■ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ معدل بقاء مجاريها ٠,١٤ كم^٢/كم فأكثر، بلغ عددها (٣) أحواض، هي: حوض غرب النقب، شرق الحمام، التلعة (شكل رقم ٥٠).



المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٥٠) توزيع فئات بقاء المجاري المائية لأحواض التصريف

٨- النسيج الطبوغرافي:

يوضح العلاقة بين إجمالي أعداد المجاري في الحوض إلى محيطه، ويتأثر بعدد من العوامل الطبيعية، مثل: الأمطار، والغطاء النباتي، ونوعية الصخر، والتربة. وصنّف (سميث، ١٩٥٠) ذلك المتغير إلى خمسة أنواع مختلفة، هي: خشن جدًا (<٢)، خشن (٢ - ٤)، متوسط الخشونة (٤ - ٦)، ناعم (٦ - ٨)، دقيق جدًا (>٨) (Shreedhara et al., 2020). وتم حسابه بالمعادلة التالية:

النسيج الطبوغرافي = مجموع أعداد المجاري بالحوض ÷ محيط الحوض (كم)

(Pankaj, Kumar, 2009, P 159)

بلغ مُعدل النسيج الطبوغرافي لحوض تصريف منطقة الدراسة ٥٤,٨ مجرى/كم، وأمكن تصنيف الأحواض إلى أربع فئات، هي:

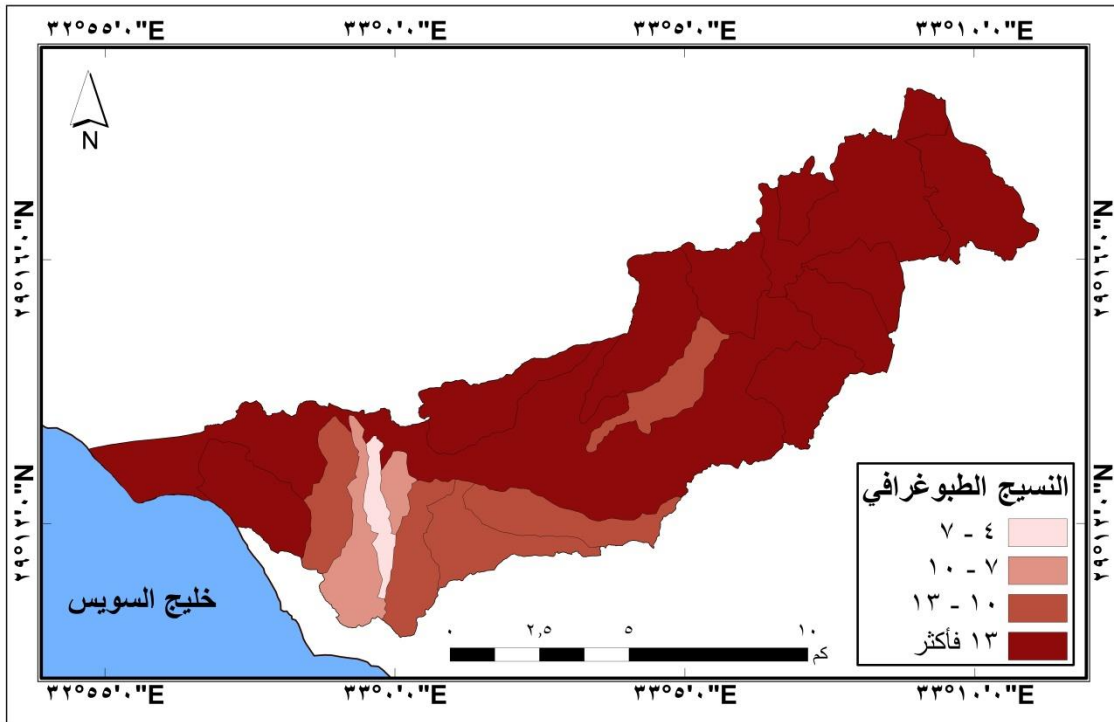
❏ **الفئة الأولى:** أحواض تراوح معدل نسيجها الطبوغرافي ما بين ٤ - ٧ مجرى/كم، مثلها حوض وادي غرب النقب.

❏ **الفئة الثانية:** أحواض تراوح معدل نسيجها الطبوغرافي ما بين ٧ - ١٠ مجرى/كم، تمثلت في حوض وادي النقب، وشرق الحمام.

❏ **الفئة الثالثة:** أحواض تراوح معدل نسيجها الطبوغرافي ما بين ١٠ - ١٣ مجرى/كم، بلغ عددها (٥) أحواض، هي: حوض وادي لغب أم نعجة، الحمام، التلعة، الصوانة، مكسر الرحا.

❏ **الفئة الرابعة:** أحواض بلغ معدل نسيجها الطبوغرافي ١٣ مجرى/كم فأكثر، بلغ عددها (١١) حوض، هي: حوض وادي اللغب، أبو اللصف، أم صورة، الدبيلي، الحويش، غرب الحمام، أم بعثران، أبو الخطوط، الجيوشية، الديرة، وسيط (شكل رقم ٥١).

وتبين من خلال التقسيم الفئوي للأحواض، وملاحظة تصنيف (سميث، ١٩٥٠) السابق ذكره أن جميع الأحواض تقع ضمن فئة النسيج الدقيق جدًا ما عدا حوض وادي غرب النقب الذي يقع ضمن فئة النسيج متوسط الخشونة، ومعنى ذلك أن ٩٨,٤ ٪ من مساحة منطقة الدراسة ذات نسيج طبوغرافي دقيق جدًا بسبب ارتفاع كثافة المجاري المائية.



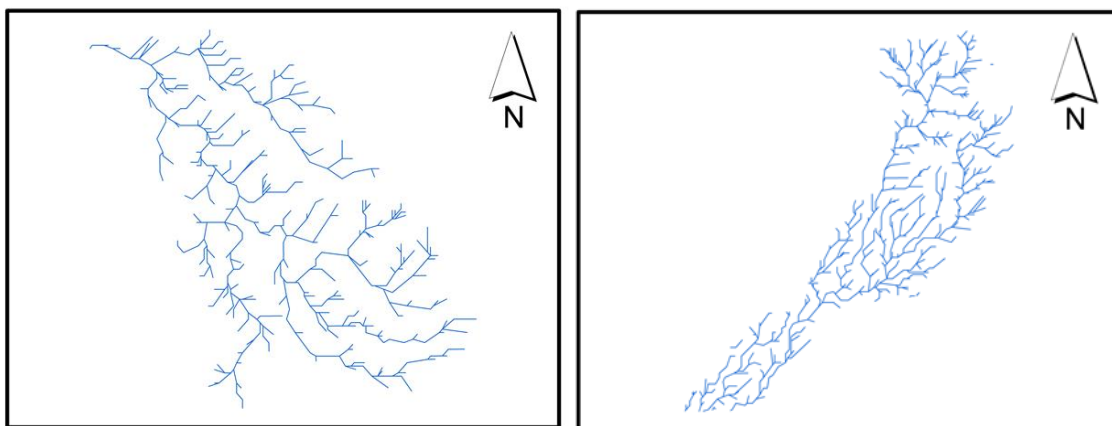
المصدر: (جدول رقم ١١)

(شكل رقم ٥١) توزيع فئات النسيج الطبوغرافي لأحواض التصريف

٩- نمط التصريف:

يختلف نمط تصريف الأحواض المائية من حوض إلى آخر؛ بسبب تباين تأثير العوامل الجيولوجية والمناخية والطبوغرافية، ولذلك نجد أنماطاً متعددة، مثل: نمط التصريف الشجري، والمتشابه، والمتعامد (المستطيلي)، والمركزي، والمتوازي، والشُعاعي، والمُشَوَّش (الدليمي، ٢٠٠٠).

وتبين من خلال الخصائص المورفومترية والمورفولوجية لشبكات تصريف أحواض منطقة الدراسة أن نمط التصريف الشائع هو النمط الشجري؛ بسبب تجانس التركيب الصخري والبُنى حيث تلتقي الروافد التي تتميز بقصرها وكثرتها بزوايا حادة، منها: حوض وادي أبو الخطوط والديرية في النطاق الشرقي، وحوض وادي الحويش في السفح الجنوبي الغربي من جبل أبو اللصف. كما ويوجد النمط المتوازي في عدة أحواض، مثل: حوض وادي أبو اللصف في السفح الغربي من جبل أبو اللصف، وحوض وادي الجيوشية في السفح الجنوبي الشرقي من جبل الجيوشية، وأحواض الحمام في السفح الشرقي من جبل حمام فرعون (شكل رقم ٥٢).



المصدر: (شكل رقم ٤٤)

(شكل رقم ٥٢) أنماط التصريف في منطقة الدراسة

ثالثاً: التحليل العاملي للمتغيرات المورفومترية

هو أحد طرق تصنيف المتغيرات المورفومترية؛ لتحديد نسبة تأثير تلك المتغيرات في تباين مورفومترية الأحواض وشبكاتها، ومر هذا التحليل بالخطوات التالية:

١ - العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية:

يوضح (جدول رقم ١٤) العلاقات الارتباطية بين (٢١) متغير مورفومتري لأحواض وشبكات تصنيف منطقة الدراسة، ومن أهمها ما يلي:

■ علاقة طردية قوية بين (مساحة الأحواض) وكل من: الطول، والمحيط، والاندماج، والتكامل الهيسومتري، وأعداد المجاري. وبين الاستطالة، والشكل. وبين (الاندماج) وكل من: الانبعاج، والتكامل الهيسومتري، وأعداد المجاري. وبين تضاريس الحوض ودرجة الوعورة، وبين نسبة التضرس والتضاريس النسبية، وبين التكامل الهيسومتري وأعداد المجاري، وبين كثافة التصريف وتكرار المجاري.

■ علاقة عكسية قوية بين الطول والاستدارة، وبين الاستطالة والانبعاج، وبين (الاستدارة) وكل من: الاندماج، والانبعاج. وبين الشكل والانبعاج، وبين التضاريس النسبية والتكامل الهيسومتري، وبين رُتب المجاري ومعدل التشعب، وبين كثافة التصريف وبقاء المجاري.

■ علاقة طردية متوسطة بين أقصى عرض والنسيج الطبوغرافي، وبين رتب المجاري وتكرار المجاري، وبين كثافة التصريف والنسيج الطبوغرافي.

■ علاقة عكسية متوسطة بين الطول والاستطالة، وبين (أقصى عرض) وكل من: التضاريس النسبية، وبقاء المجاري. وبين (الاستدارة) وكل من: أعداد المجاري، ومعدل التشعب. وبين الشكل والاندماج، وبين الانبعاج وتكرار المجاري، وبين التضاريس النسبية وأعداد المجاري.

٢ - الدلالة الجيومورفولوجية للعلاقات الارتباطية:

■ كلما ازدادت مساحة الأحواض ازدادت أطوالها، ومحيطها، وتعرُّج خط تقسيم المياه، وفترة المرحلة الجيومورفولوجية التي يمر بها الحوض.

■ يتميز الوادي بمرحلة الشباب ذات الانحدارات الشديدة، وسيادة النحت الرأسي في المجاري المائية؛ لازدياد نسبة استطالة الأحواض، ومعامل شكلها، ولانخفاض المعامل الهيسومتري لها.

■ يؤثر انخفاض قيم التكامل الهيسومتري، وارتفاع مُعامل الاستدارة في زيادة فترة المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها الأحواض.

■ ترتفع قيم الكثافة التصريفية للأحواض بزيادة أعداد مجاريها المائية بالنسبة لمساحتها، وتزداد رُتب المجاري المائية في الأحواض بزيادة أعداد مجاريها.

(جدول رقم ١٤) مصفوفة العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض وشبكات تصريفها

| | | خصائص مساحة | | | | خصائص شكلية | | | | خصائص تضاريسية | | | | خصائص شبكات التصريف | | | | | | | | |
|---------------------|--|-------------|--------|----------|--------|-------------|-----------|---------|----------|----------------|--------------|-------------|------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|
| | | المساحة | الطول | أقصى عرض | المحيط | الاستطالة | الاستدارة | الشكل | الاندماج | الانبعاج | تضاريس الحوض | نسبة التضرس | التضاريس النسبية | التكامل الهيسومتري | درجة الوعرة | رتب المجاري | أعداد المجاري | معدل التشعب | كثافة التصريف | تكرار المجاري | بقاء المجاري | التسيع الطبوغرافي |
| خصائص مساحة | المساحة | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | الطول | ٩.٥٧** | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | أقصى عرض | ٦.٣٩** | ٤.٧٧* | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | المحيط | ٩.٩١** | ٩.٧٩** | ٦.٠٣** | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| خصائص شكلية | الاستطالة | ٢.٩٥- | ٥.٣٨-* | ٠.٢٩٣ | ٣.٩١- | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | الاستدارة | ٥.٨٣-* | ٧.٢٥-* | ٢.٤٥- | ٦.٦٣-* | ٨.٠٦** | ١ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | الشكل | -٢.٢٤ | -٤.٦٢* | ٠.٣٤ | -٣.١٧- | ٩.٨٥** | ٧.٥٩** | ١ | | | | | | | | | | | | | | |
| | الاندماج | ٨.٧٦** | ٩.٤٣** | ٤.٦١* | ٩.٢٨** | ٦.٣١-* | ٨.٧٢-* | ٥.٥٤-* | ١ | | | | | | | | | | | | | |
| خصائص تضاريسية | الانبعاج | ٤.٨٢* | ٦.٩٤** | ١.٢٤- | ٥.٧١* | ٨.٩٢-* | ٨.١١-* | ٨.٠٨-* | ٧.٧٨** | ١ | | | | | | | | | | | | |
| | تضاريس الحوض | ٠.٣٩٦ | ٤.٥٨* | ٠.١٣٣ | ٠.٤ | ٤.٣٤- | ٤.٠٩- | ٤.٥٤- | ٠.٣٩٦ | ٠.٣٤٥ | ١ | | | | | | | | | | | |
| | نسبة التضرس | ٣.٩٧- | ٣.٧٨- | ٢.٥٩- | ٣.٩٨- | ٠.٠٧٥ | ٠.٣٠٥ | ٠.١٤- | ٣.٩٨- | ٢.٧٠- | ٠.٤٥ | ١ | | | | | | | | | | |
| | التضاريس النسبية | -٥.٣٤* | -٤.٧١* | ٥.٣٥-* | -٥.٢٣* | ٠.١٠- | ٣.٣٦٩ | ٠.٠٩٧- | -٤.٨٢* | ١.٨٩- | ٠.٤٠٤ | ٩.١٧** | ١ | | | | | | | | | |
| خصائص تضاريسية | التكامل الهيسومتري | ٨.٦٤** | ٧.٩٣** | ٦.٥٩** | ٨.٤٤** | ٠.٧٦- | ٤.٣٣- | ٠.٠٢٣ | ٧.١٥** | ٠.٣٣١ | ٠.٠٥١- | ٦.٦٠-* | ٨.١٥-* | ١ | | | | | | | | |
| | درجة الوعرة | ٠.٤٥١ | ٤.٧٣* | ٠.٢٣١ | ٠.٤٤٢ | ٣.٢٠- | ٣.٢٤- | ٣.٤٩- | ٠.٣٨ | ٠.٢٣ | ٩.٦٠** | ٤.٧٥* | ٠.٣٩٣ | ٠.٠٣١ | ١ | | | | | | | |
| | رتب المجاري | ٠.٣١٨ | ٠.١٣٥ | ٠.٦٢٠** | ٠.٢٣١ | ٤.٦٤* | ٠.٢٦ | ٠.٤٣٢ | ٠.٠٤٠- | -٤.٩٣* | ٠.١٣٤ | ٠.٠٦٤ | ١.٥١- | ٠.٣١٩ | ٠.٢٩١ | ١ | | | | | | |
| | أعداد المجاري | ٩.٩٨** | ٩.٤١** | ٦.٦٠** | ٩.٨٥** | ٢.٦١- | -٥.٦٨* | ١.٩٥- | ٨.٦٢** | ٠.٤٤٢ | ٠.٣٨٨ | ٣.٩٠- | -٥.٣٧* | ٨.٦٤** | ٠.٤٥٥ | ٠.٣٤٣ | ١ | | | | | |
| خصائص شبكات التصريف | معدل التشعب | ٠.٧٩- | ٠.١٢٣ | ٠.٣٧٥- | ٠ | -٦.٣٢* | -٥.٥٣* | -٥.٥٩١* | ٠.٢٧٤ | ٦.٣٥** | ٠.٢٠٨ | ٠.٠٥٩- | ٠.٠٥٨ | ٠.١٣٠- | ٠.٠٩٧ | -٧.٢١* | ٠.٠٩٥- | ١ | | | | |
| | كثافة التصريف | ٠.٢٦٦ | ٠.١٢٨ | ٠.٠٤ | ٠.٢١٥ | ٠.٣٥١ | ٠.٢٤٤ | ٠.٣١٤ | ٠.٠٠٢ | ٣.٦٣- | ٠.١٥ | ٠.٢٠٧ | ٠.٠٨٦ | ٠.٢٢٨ | ٠.٤١٥ | ٦.٢٤** | ٠.٣٠٥ | ٣.٤٥- | ١ | | | |
| | تكرار المجاري | ٠.٠٥٢ | ٠.٠٩٧- | ٠.٢٨٩ | ٠.٠٠٣ | ٠.٤٢ | ٠.٣١٥ | ٠.٣٤٤ | ٠.١٨٧- | -٥.٦٠* | ٠.١٣- | ٠.٢٧٤ | ٠.١٠٩ | ٠.٠٢٩ | ٠.١٩٩ | ٥.٤٢* | ٠.١٠٦ | ٤.٥٣- | ٧.٥١** | ١ | | |
| | بقاء المجاري | ٣.١٦- | ١.٩٢- | -٥.٠٤* | ٢.٦٦- | ٣.٢٦- | ١.٨٣- | ٢.٩٩- | ٠.٥١- | ٠.٣٣٣ | ١.٩٢- | ١.٨١- | ٠.١٨- | ٢.٩٥- | ٤.٤٦- | ٦.٦٩-* | ٣.٤٩- | ٠.٣٥١ | ٩.٦٥-* | ٦.٩٢-* | ١ | |
| خصائص شبكات التصريف | التسيع الطبوغرافي | ٠.٣٧٩ | ٠.٢٢ | ٥.٢٦* | ٠.٢٨٦ | ٠.٣٣ | ٠.١٣ | ٠.٢٨٨ | ٠.٠٢ | ٣.٩٠- | ٠.٣١ | ٠.١٧٨ | ١.٠٣- | ٠.٣٢٢ | ٠.٤٤٥ | ٧.٩٨** | ٠.٤١٣ | ٤.٥٠- | ٥.٦١* | ٦.٠٢** | ٦.١٧-* | ١ |
| | مستويات دلالة العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | العلاقة عند مستوى الدلالة (٠.٠١) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | العلاقة عند مستوى الدلالة (٠.٠٥) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

المصدر: جداول (٧، ٨، ٩، ١١)

٣- درجات تشبع المتغيرات المورفومترية:

يُقصد بها مدى تشبع العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية، وإذا ازدادت عن ٠,٥٠ يكون المتغير متشبعًا، ويدل على تأثر تلك المتغيرات بالعوامل المؤثرة في تشكيل الأحواض (الدليمي، الجابري، ٢٠١٨). وتزداد درجة تشبع المتغيرات المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة عن الدرجة المذكورة (ملحق رقم ١٠).

٤- التباين الكلي المفسر للمتغيرات المورفومترية:

تم حساب التباين الكلي للمتغيرات المورفومترية بالاعتماد على التدوير المتعامد حسب طريقة Varimax (الدليمي، الجابري، ٢٠١٨)، واتضح من (الملحق رقم ١١) وجود ثلاثة عوامل مؤثرة في الخصائص المورفومترية يمكن أن تُفسر ٨٥,٣٪ من تباين الخصائص المورفومترية لأحواض منطقة الدراسة، وتؤثر عوامل أخرى في تفسير تباين الأحواض بنسبة ١٤,٧٪ (٣).
٥- مصفوفة المكونات:

تعبّر عن العلاقات الارتباطية بين الثلاثة عوامل المحددة سابقًا، والمتغيرات المورفومترية للأحواض (الدليمي، الجابري، ٢٠١٨)، (ملحق رقم ١٢).
٦- مصفوفة المكونات بعد التدوير:

تعبّر عن العلاقات الارتباطية بين الثلاثة عوامل المحددة سابقًا، والمتغيرات المورفومترية بعد تدويرها (ملحق رقم ١٣).
٧- تصنيف المتغيرات حسب العوامل وتسميتها:

صُنفت المتغيرات التي لها قيم مرتفعة في العلاقات الارتباطية العاملية أكبر من ٠,٥٠ بغض النظر عن الإشارة، ثم دُمجت للحصول على اسم مناسب لكل مجموعة (الدليمي، الجابري، ٢٠١٨)، ويوضح (جدول رقم ١٥) ذلك التصنيف.
وتبين أن بعض المتغيرات المورفومترية المتعلقة بالخصائص المساحية والشكلية ودورة التعرية الجيومورفولوجية_ مسئولة عن تفسير التباينات المورفولوجية للأحواض بنسبة ٤٠,٧٪، بينما بعض المتغيرات المتعلقة بالخصائص الشكلية والشبكية مسئولة بنسبة ٢٧,٨٪، والمتغيرات التضاريسية مسئولة بنسبة ١٦,٦٪.

^٢ - الجذر الكامن عبارة عن مربع معامل الارتباط بين المتغير والمتغيرات الأخرى، وتعد المتغيرات ذات الجذور الكامنة الأكبر من الواحد الصحيح هي الأقوى في التأثير على تباينات الخصائص المورفومترية للأحواض، بينما تغيد عملية التدوير في إعادة توزيع الجذر الكامن والتباين أو التشبعات (أبو فايد، ٢٠١٦).

(جدول رقم ١٥) تصنيف المتغيرات المورفومترية حسب العوامل المورفومترية المؤثرة فيها

| العوامل المؤثرة | المتغيرات المورفومترية | العلاقات العملية | التسمية | الجزور الكامنة | نسبة التباين | نسبة التباين التكراري |
|-----------------|------------------------|------------------|---|----------------|--------------|-----------------------|
| العامل الأول | المحيط | ٠.٩٨ | متغيرات مساحية وشكلية ودورة التعرية الجيومورفولوجية | ٨.٩٥ | ٤٠.٧٠ | ٤٠.٧٠ |
| | المساحة | ٠.٩٧ | | | | |
| | اطوال المجاري | ٠.٩٦ | | | | |
| | اعداد المجاري | ٠.٩٦ | | | | |
| | الطول | ٠.٩٦ | | | | |
| | معامل الاندماج | ٠.٩٣ | | | | |
| | التكامل الهيسومتري | ٠.٩٠ | | | | |
| | أقصى عرض | ٠.٦٣ | | | | |
| | معامل الانبعاج | ٠.٥٨ | | | | |
| | نسبة التضرس | -٠.٥٤ | | | | |
| | التضاريس النسبية | -٠.٦٦ | | | | |
| العامل الثاني | نسبة الاستدارة | ٠.٥٣ | متغيرات شكلية وشكلية | ٦.١٤ | ٢٧.٨٩ | ٦٨.٦٠ |
| | أقصى عرض | ٠.٥٦ | | | | |
| | رتب المجاري | ٠.٨٥ | | | | |
| | بقاء المجارى | -٠.٧٩ | | | | |
| | كثافة التصريف | ٠.٧٨ | | | | |
| | تكرار المجارى | ٠.٧٦ | | | | |
| | التسيج الطبوغرافى | ٠.٧٦ | | | | |
| | نسبة الاستطالة | ٠.٧٥ | | | | |
| | معدل التشعب | -٠.٧٤ | | | | |
| | معامل الانبعاج | -٠.٧٤ | | | | |
| | معامل الشكل | ٠.٧٠ | | | | |
| العامل الثالث | درجة الوعورة | ٠.٨٩ | متغيرات تضاريسية | ٣.٦٧ | ١٦.٦٨ | ٨٥.٢٨ |
| | تضاريس الحوض | ٠.٨٧ | | | | |
| | نسبة التضرس | ٠.٧٣ | | | | |
| | التضاريس النسبية | ٠.٧٠ | | | | |

المصدر: (جدول رقم ١٤)، والملاحق (١٠، ١١، ١٢، ١٣)

رابعاً: التحليل العنقودي لأحواض التصريف

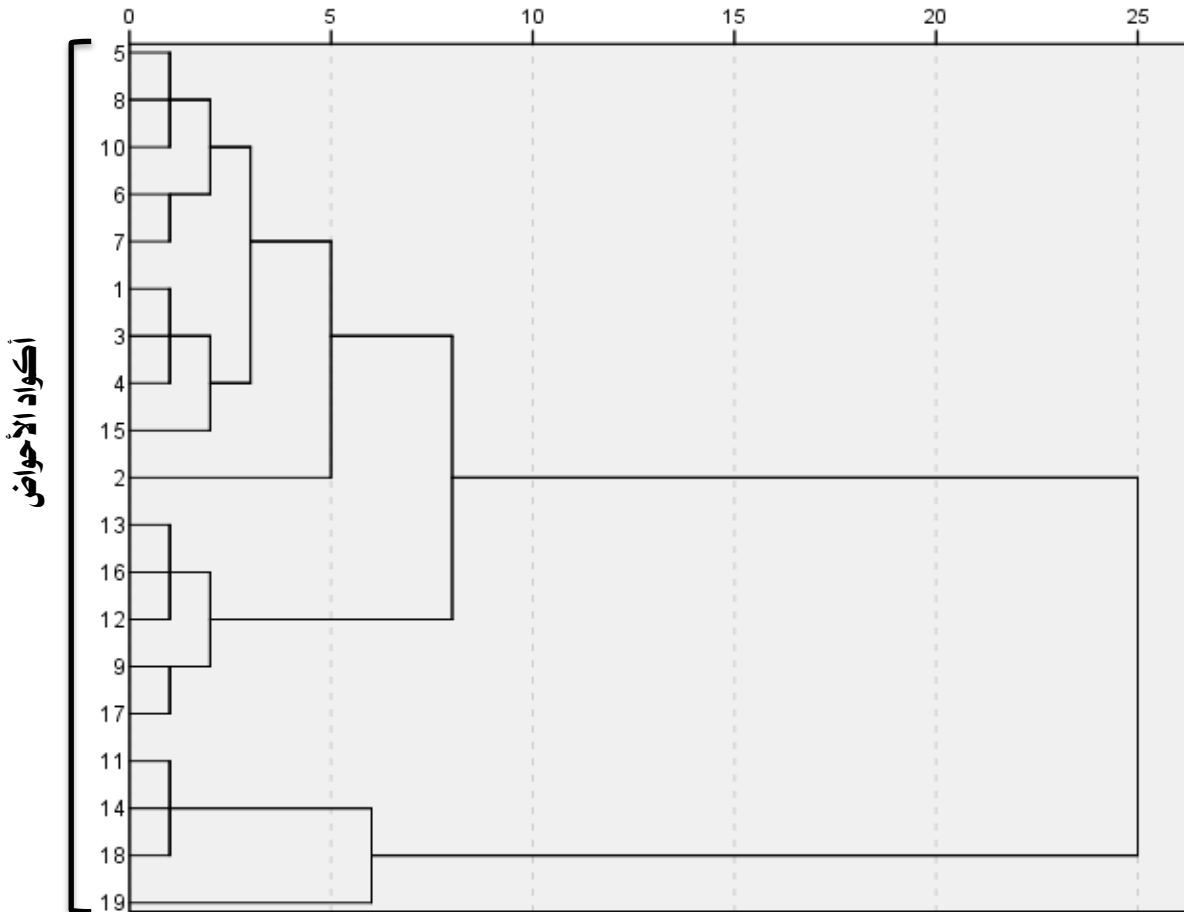
تتمثل أهمية تطبيق هذا التحليل في تصنيف أحواض التصريف إلى عدة مجموعات وفقاً لبيانات متغيراتها المورفومترية؛ حيث تتميز كل مجموعة بخصائص مورفومترية متشابهة فيما بينها، ومختلفة عن المجموعات الأخرى. وتم ذلك بتطبيق الخطوات الآتية:

١- حساب مصفوفة التشابه بين المتغيرات المورفومترية:

توضح تلك المصفوفة درجة التشابه والارتباط بين أحواض التصريف بناءً على بيانات (٢١) متغير مورفومتري (جدول رقم ١٦).

٢- تحديد مجموعات مورفومترية وفقاً لمصفوفة المسافات:

تم تحديد تلك المجموعات في ثلاث مراحل متتالية، وكل مرحلة يمثلها عنقود يضم مجموعة أحواض متقاربة في خصائصها المورفومترية (شكل رقم ٥٣).



المصدر: (جدول رقم ١٥)

(شكل رقم ٥٣) عناقيد أحواض التصريف

(جدول رقم ١٦) مصفوفة تشابه المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف

| الكود | الحوض | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ | ١١ | ١٢ | ١٣ | ١٤ | ١٥ | ١٦ | ١٧ | ١٨ | ١٩ |
|-------|-------------|-------|-----------|-------|-----------|-------------|--------|------------|--------|---------|---------|---------|--------|------------|------------|-----------|------------|----------|---------|------|
| | | النقب | غرب النقب | اللغب | أبو اللصف | لغب أم نعجة | الحمام | شرق الحمام | التلعة | أم صورة | الدنبلي | الصوانة | الحويش | مكسر الرحا | غرب الحمام | أم بعثران | أبو الخطوط | الجبوشية | الدريرة | وسيط |
| ١ | النقب | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ٢ | غرب النقب | ٠.٩٦٩ | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ٣ | اللغب | ٠.٩٩٨ | ٠.٩٧٣ | ١ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ٤ | أبو اللصف | ٠.٩٩٣ | ٠.٩٧٩ | ٠.٩٩٧ | ١ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ٥ | لغب أم نعجة | ٠.٩٦٣ | ٠.٩٥٣ | ٠.٩٧٠ | ٠.٩٨٢ | ١ | | | | | | | | | | | | | | |
| ٦ | الحمام | ٠.٩٧٩ | ٠.٩٨٣ | ٠.٩٨٦ | ٠.٩٩٥ | ٠.٩٩١ | ١ | | | | | | | | | | | | | |
| ٧ | شرق الحمام | ٠.٩٦٥ | ٠.٩٧١ | ٠.٩٧٣ | ٠.٩٨٦ | ٠.٩٩٧ | ٠.٩٩٧ | ١ | | | | | | | | | | | | |
| ٨ | التلعة | ٠.٩٦٣ | ٠.٩٤٩ | ٠.٩٧٠ | ٠.٩٨٢ | ١.٠٠٠ | ٠.٩٩٠ | ٠.٩٩٥ | ١ | | | | | | | | | | | |
| ٩ | أم صورة | ٠.٩٣٨ | ٠.٨٩٥ | ٠.٩٤٦ | ٠.٩٥٦ | ٠.٩٨٦ | ٠.٩٦٠ | ٠.٩٧٠ | ٠.٩٨٩ | ١ | | | | | | | | | | |
| ١٠ | الدنبلي | ٠.٩٦٨ | ٠.٩٣٣ | ٠.٩٧٥ | ٠.٩٨٢ | ٠.٩٩٣ | ٠.٩٨٢ | ٠.٩٨٤ | ٠.٩٩٥ | ٠.٩٩٤ | ١ | | | | | | | | | |
| ١١ | الصوانة | ٠.٧١٥ | ٠.٦٢٧ | ٠.٧٢٣ | ٠.٧٤٢ | ٠.٨٣٣ | ٠.٧٥٦ | ٠.٧٩١ | ٠.٨٤٠ | ٠.٩٠٥ | ٠.٨٥٤ | ١ | | | | | | | | |
| ١٢ | الحويش | ٠.٩٠٧ | ٠.٨٤٤ | ٠.٩١٥ | ٠.٩٢٥ | ٠.٩٦٤ | ٠.٩٢٧ | ٠.٩٤٠ | ٠.٩٦٨ | ٠.٩٩٤ | ٠.٩٨٠ | ٠.٩٣٩ | ١ | | | | | | | |
| ١٣ | مكسر الرحا | ٠.٨٩ | ٠.٨٣٩ | ٠.٨٩٨ | ٠.٩١٣ | ٠.٩٦٤ | ٠.٩٢٣ | ٠.٩٤١ | ٠.٩٦٧ | ٠.٩٩٢ | ٠.٩٧٣ | ٠.٩٤٩ | ٠.٩٩٧ | ١ | | | | | | |
| ١٤ | غرب الحمام | ٠.٦٩٧ | ٠.٦٠٦ | ٠.٧٠٧ | ٠.٧٢٦ | ٠.٨١٨ | ٠.٧٣٩ | ٠.٧٧٤ | ٠.٨٢٥ | ٠.٨٩٤ | ٠.٨٤٢ | ٠.٩٩٩ | ٠.٩٣٢ | ٠.٩٤١ | ١ | | | | | |
| ١٥ | أم بعثران | ٠.٩٨٤ | ٠.٩٥٥ | ٠.٩٩١ | ٠.٩٩٥ | ٠.٩٨٦ | ٠.٩٨٩ | ٠.٩٨٢ | ٠.٩٨٨ | ٠.٩٧٦ | ٠.٩٩٤ | ٠.٧٩٥ | ٠.٩٥٤ | ٠.٩٤٢ | ٠.٧٨١ | ١ | | | | |
| ١٦ | أبو الخطوط | ٠.٨٦٦ | ٠.٨٠٩ | ٠.٨٧٦ | ٠.٨٩٢ | ٠.٩٤٩ | ٠.٩٠٢ | ٠.٩٢٣ | ٠.٩٥٣ | ٠.٩٨٥ | ٠.٩٦١ | ٠.٩٦٢ | ٠.٩٩٥ | ٠.٩٩٨ | ٠.٩٥٦ | ٠.٩٢٧ | ١ | | | |
| ١٧ | الجبوشية | ٠.٩١١ | ٠.٨٩٠ | ٠.٩٢٢ | ٠.٩٤١ | ٠.٩٨٥ | ٠.٩٥٦ | ٠.٩٧٢ | ٠.٩٨٧ | ٠.٩٩٣ | ٠.٩٨٣ | ٠.٩٠٨ | ٠.٩٨٦ | ٠.٩٩١ | ٠.٨٩٧ | ٠.٩٦٠ | ٠.٩٨٥ | ١ | | |
| ١٨ | الدريرة | ٠.٧١٣ | ٠.٦٣٧ | ٠.٧٢٧ | ٠.٧٥٠ | ٠.٨٣٩ | ٠.٧٦٥ | ٠.٧٩٩ | ٠.٨٤٦ | ٠.٩٠٨ | ٠.٨٦١ | ٠.٩٩٥ | ٠.٩٤٢ | ٠.٩٥٢ | ٠.٩٩٦ | ٠.٨٠٤ | ٠.٩٦٧ | ٠.٩١٧ | ١ | |
| ١٩ | وسيط | ٠.٤٧٣ | ٠.٣٧٥ | ٠.٤٩٠ | ٠.٥١٧ | ٠.٦٣٦ | ٠.٥٣٥ | ٠.٥٨١ | ٠.٦٤٥ | ٠.٧٤٠ | ٠.٦٦٨ | ٠.٩٤٨ | ٠.٧٩٩ | ٠.٨١٤ | ٠.٩٥٧ | ٠.٥٩٢ | ٠.٨٤٤ | ٠.٧٥٥ | ٠.٩٥٣ | ١ |

المصدر: جداول (٧، ٨، ٩، ١١)

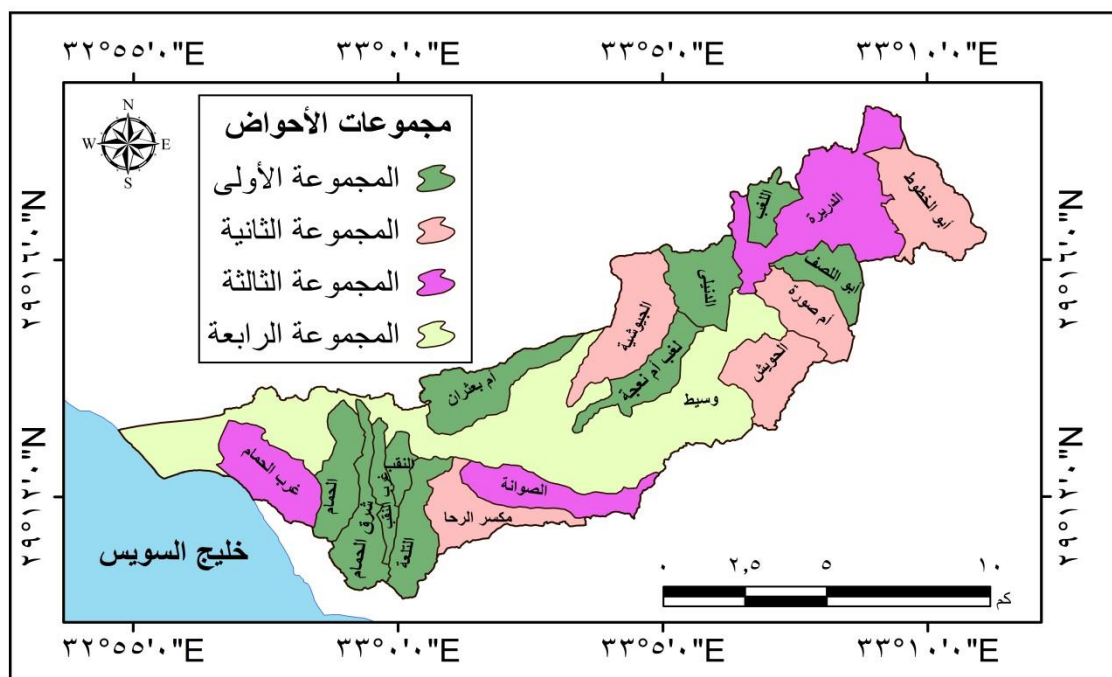
٣- تصنيف الأحواض إلى مجموعات:

- تم تصنيف أحواض التصريف في منطقة الدراسة إلى (٤) مجموعات (جدول رقم ١٧)، ويبين (شكل رقم ٥٤) التوزيع الجغرافي لتلك المجموعات وفقاً لتشابه بيانات متغيراتها المورفومترية، وهي:
- المجموعة الأولى: بلغ عددها (١٠) أحواض، مثَّلت ٢٨,٦٪ من مساحة منطقة الدراسة.
 - المجموعة الثانية: بلغ عددها (٥) أحواض، مثَّلت ٢٤٪ من مساحة منطقة الدراسة.
 - المجموعة الثالثة: بلغ عددها (٣) أحواض، مثَّلت ١٨,٦٪ من مساحة منطقة الدراسة.
 - المجموعة الرابعة: شملها حوض واحد، مثَّلت ٢٨,٨٪ من مساحة منطقة الدراسة.

(جدول رقم ١٧) مجموعات أحواض التصريف

| الكود | الحوض | المجموعة | المساحة كم ^٢ | النسبة % |
|-------|-------------|----------|-------------------------|----------|
| ١ | النقب | ١ | ٣٦.٧ | ٢٨.٦ |
| ٢ | غرب النقب | ١ | | |
| ٣ | اللغب | ١ | | |
| ٤ | أبو اللصف | ١ | | |
| ٥ | لغب أم نعجة | ١ | | |
| ٦ | الحمام | ١ | | |
| ٧ | شرق الحمام | ١ | | |
| ٨ | التلعة | ١ | | |
| ١٠ | الدنيلي | ١ | | |
| ١٥ | أم بعثران | ١ | | |
| ٩ | أم صورة | ٢ | ٣٠.٨ | ٢٤.٠ |
| ١٢ | الجويش | ٢ | | |
| ١٣ | مكسر الرحا | ٢ | | |
| ١٦ | أبو الخطوط | ٢ | | |
| ١٧ | الجبوشية | ٢ | | |
| ١١ | الصوانة | ٣ | ٢٣.٨ | ١٨.٦ |
| ١٤ | غرب الحمام | ٣ | | |
| ١٨ | الديرية | ٣ | | |
| ١٩ | وسيط | ٤ | ٣٦.٩ | ٢٨.٨ |

المصدر: (جدول رقم ١٦)



المصدر: المصدر: (جدول رقم ١٧)

(شكل رقم ٥٤) التوزيع العنقودي لأحواض التصريف

خُلاصة الفصل الثالث:

بلغت مساحة منطقة الدراسة ١٢٨ كم^٢، وتحتوي على ٦ رُتب مائية بإجمالي ٤٧٧٤ مجرى، وتضم ١٩ حوض تصريف ثانوي، تختلف في خصائصها المورفومترية (المساحية والشكلية والتضاريسية والشبكية). وبين التحليل العاملي للخصائص المورفومترية للأحواض أن الخصائص المساحية والشكلية ودورة التعرية الجيومورفولوجية مسئولة عن تفسير التباينات المورفولوجية للأحواض بنسبة ٤٠,٧٪، وبعض المتغيرات المتعلقة بالخصائص الشكلية والشبكية مسئولة بنسبة ٢٧,٨٪، والمتغيرات التضاريسية مسئولة بنسبة ١٦,٦٪.

وساعد التحليل العنقودي في تصنيف أحواض التصريف إلى ٤ مجموعات وفقًا لتشابه لكل مجموعة في بيانات متغيراتها المورفومترية، هي: (النقب، غرب النقب، اللغب، أبو اللصف، لغب أم نعبة، الحمام، شرق الحمام، التلعة، الدنيلي، أم بعثران)، (أم صورة، الحويش، مكسر الرّحّا، أبو الخطوط، الجيوشية)، (الصوانة، غرب الحمام، الدريرة)، (وسيط).

الفصل الرابع

(الظواهرات الجيومورفولوجية في وادي وسيط)

تمهيد

أولاً: الظواهرات البنيوية

ثانياً: ظواهرات التجوية

ثالثاً: ظواهرات النحت

رابعاً: ظواهرات الإرساب

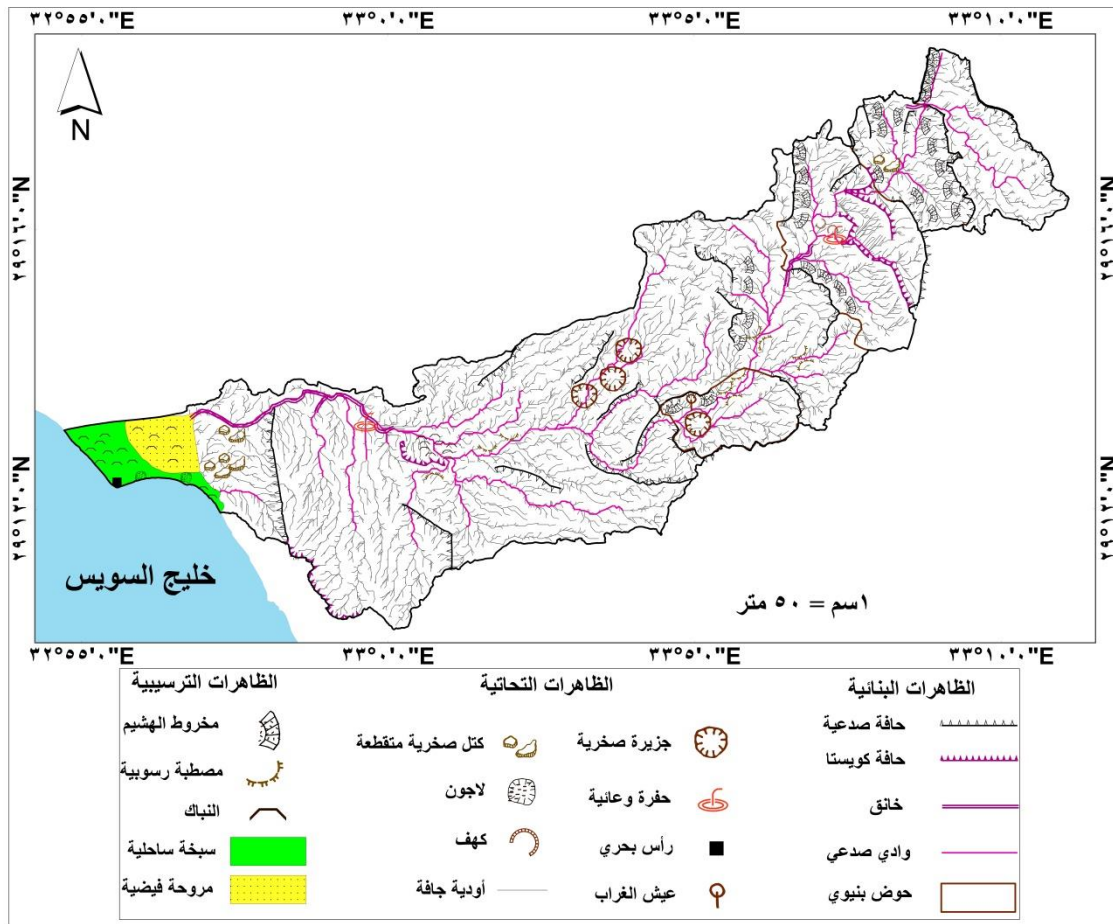
خلاصة الفصل الرابع

الفصل الرابع

الظواهر الجيومورفولوجية في وادي وسيط

تمهيد:

يتناول هذا الفصل دراسة الظواهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة من خلال الربط بين العوامل والعمليات الجيومورفولوجية وما نتج عنهما من ظواهر، وإنتاج خريطة مورفولوجية توضح أهم الظواهر السائدة (شكل رقم ٥٥)، وتبعاً لذلك قُسمت الدراسة لظواهر ناتجة عن العوامل والعمليات الباطنية الجيولوجية (الظواهر البنيوية)، وأخرى عن العوامل والعمليات الخارجية (ظواهر التجوية - ظواهر النحت - ظواهر الإرساب).



المصدر: الخرائط الطبوغرافية (١ : ٢٥٠٠٠)، المرئية الفضائية (Landsat 8)، الصورة الجوية (ESRI)، الدراسة الميدانية.

(شكل رقم ٥٥) الظواهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

أولاً: المظاهر البنوية

تتشكل هذه المظاهر بسبب اختلاف التركيب الصخري ما بين طبقات صلبة وأخرى لينّة، والنظام البنائي الطبقي ما بين طبقات أفقية وأخرى مائلة، فضلاً عن تأثير عمليات الصدع والطي التي لها دور كبير في التشكيل المورفولوجي. وتعرضت منطقة الدراسة لسبع حركات أرضية خلال تطورها الجيولوجي؛ مما أحدث تشوهاً في سطحها، وبروز مظاهر جيومورفولوجية مرتبطة بعمليات تلك الحركات، هي: الحافات الصخرية، والأحواض البنوية، والأودية الصدعية، والخنادق. وفيما يلي توضيح لتلك المظاهر:

١ - الحافات الصخرية:

هي أسطح شديدة الانحدار نتيجة الصدوع، أو التعرية، أو حدوث عمليات التقويض للطبقات اللينة نتيجة التباين الصخري (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨). ومن أنواع هذه الحافات في منطقة الدراسة: الحافات الصدعية، وحافات الكويستات (جدول رقم ١٨).

جدول رقم (١٨) الخصائص المورفومترية للحافات الصخرية في منطقة الدراسة

| م | الحافة | الطول (كم) | أقصى ارتفاع (م) | أقل ارتفاع (م) | درجة الانحدار ° | الاتجاه | الصخر السائد |
|-------------------------|-----------------------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|
| أولاً: الحافات الصدعية | | | | | | | |
| ١ | حمام فرعون الغربية | ٤.١ | ٤٦٩ | ٧٨ | ٢١ | شمالي - جنوبي | حجر جيري إيوسيني |
| ٢ | أعالي الدريزة | ٤.٨ | ٦٣٦ | ٤٩٣ | ٢٦.٢ | شمالي - جنوبي | حجر جيري كريتاسي |
| ٣ | كرير | ٢.٣ | ٦٨٦ | ٤٢٤ | ٢٧ | شمالي - جنوبي | حجر جيري باليوسيني |
| ثانياً: حافات الكويستات | | | | | | | |
| ٤ | حمام فرعون الجنوبية الغربية | ٣.٨ | ٤٩٥ | ٤١٤ | الواجهة | شمالي غربي - جنوبي شرقي | حجر جيري باليوسيني + طفوح بازلتية |
| | | | | | الظهر | | |
| ٥ | وسط الدريزة | ١.٢ | ٥٣٨ | ٤٠٩ | ٢٢.٧ | شمالي - غربي | حجر جيري كريتاسي |
| ٦ | أبو اللصف الأوسط | ٢ | ٥٨٣ | ٤١٠ | ١٨.٢ | شمالي غربي - جنوبي | حجر جيري كريتاسي |

المصدر: قاعدة بيانات (شكل رقم ٥٥)

أ - الحافات الصدعية:

تُعد من المظاهر الجيومورفولوجية البنوية، التي ترتبط في توزيعها وامتدادها بامتداد مستوى الصدع، الذي أدى إلى بروزها في الطبقات المائلة (Stewart, Hancock, 1990)؛ بسبب قوى الشد التي تعرضت لها تلك الطبقات نتيجة عدم قدرتها على الانثناء، فتحدثت إزاحة رأسية أو جانبية، ينتج عنها رميات صخرية علوية وأخرى سفلية تمثل تلك الحافات، ويكثر وجود هذه الظاهرة في منطقة الدراسة، منها مايلي:

الحافة الغربية بكتلة حمام فرعون:

تمتد هذه الحافة بطول ٤ كم من الشمال إلى الجنوب، وتشكلت بسبب صدع أحدث إزاحة شبه رأسية بمقدار ٢٠٠ متر. وتتألف من صخور جيرية تابعة لعصر الإيوسين، ويتراوح ارتفاعها ما بين (٧٨ - ٤٦٩ م)، وتبلغ درجة انحدارها (٢١°). وساعدت الصدوع والصخور الجيرية الإيوسينية المتباينة على نشاط عمليات التعرية المختلفة على طول امتداد واجهتها؛ مما أدى إلى تشكيل الكتل المتقطعة والمسيلات المائية (صورة بانورامية رقم ٢٤)، وحدث تراجع خلفي في عدة نطاقات منها بسبب النحت الرأسي للمسيلات، ونشاط عملية التساقط الصخري (صورة رقم ٢٥). وتعرضت كتلة حمام فرعون إلى سبع عمليات باطنية خلال تطورها الجيولوجي، ومن نتائج ذلك تشكيل خانق وسيط الذي أثر في قطع امتداد الحافة شمالاً (شكل رقم ٥٦).



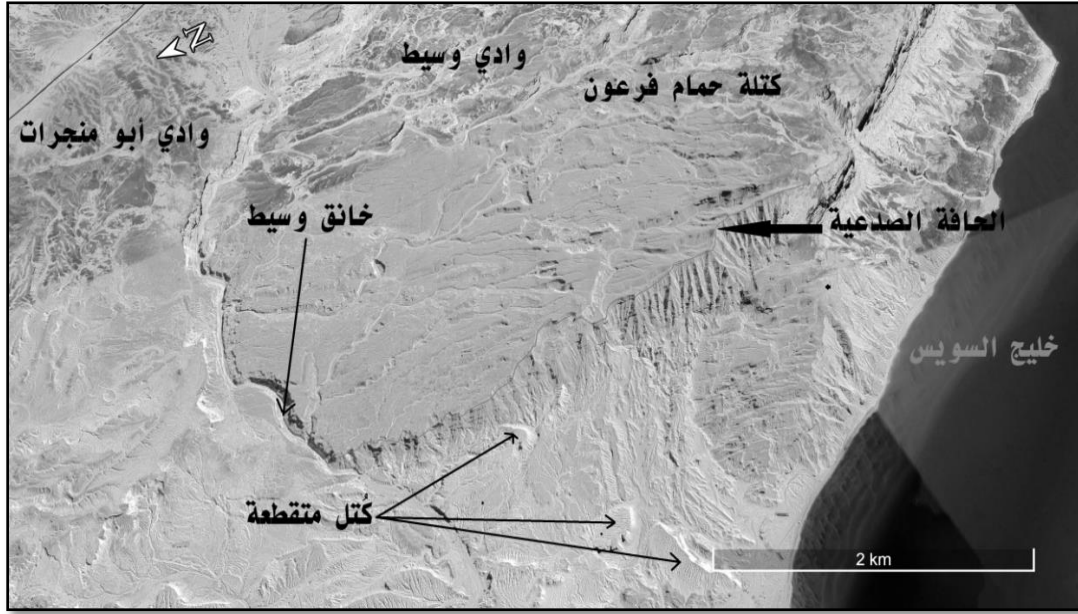
المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة بانورامية رقم ٢٤) تشكيل الحافة الصدعية في كتلة حمام فرعون



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٢٥) التعرية والتراجع الخلفي في حافة حمام فرعون الصدعية



المصدر: Google Earth pro ، الدراسة الميدانية

(شكل رقم ٥٦) مورفولوجية الحافة الصدعية الغربية في كثلة حمام فرعون

حافة أعالي الدريرة:

تتألف من طبقات جيرية كريتاسية، وتنتمي الوحدة السفلى منها إلى تكوين مطلة، بينما تنتمي العليا إلى تكوين وطا، وتمتد لمسافة ٥ كم باتجاه شمالي - جنوبي، وبمحاذاة مستويات الصدوع التي تحيط بها (شكل رقم ٥٧)، وتفصل بين وادي أبي الخطوط شرقاً والدريرة غرباً، ويتراوح ارتفاعها ما بين (٦٣٦ - ٤٩٣ متر)، وتنحدر بمقدار ٢٦°.

وثُعد من أكثر الحافات التي تعرضت للتعرية؛ مما أدى إلى اختلاف مورفولوجيتها عما كانت عليه، ويتضح ذلك في تعرج امتدادها، وبروز الكتل المتقطعة أمام أقدامها؛ بسبب عملية النحت المائي الرأسى، وسيادة عمليات حركة المواد على منحدراتها، التي بدورها شكّلت مستويات لمخاريط الهشيم عند أقدامها (صورة بانورامية رقم ٢٦).

إحداها علوية تتمثل في الهائلة، وأخرى سفلية تتمثل في كرير؛ بسبب تشابه الخصائص الليثولوجية والبنوية لهما، وكشف الصخور الجيرية الكريتاسية (الأقدم) بينهما، والتي تتمثل في تكوينات (وطا - مطلة - ضوي) باتجاه شرقي - غربي، وقد يكون هذا الاتجاه دليلاً على أن الإزاحة المؤثرة في حافة كرير اتجهت غرباً.

وتُعد حافة كرير مقسم مياه بين وادي اللغب شرقاً، والحوض الأدنى من الديرة غرباً. وتمتد لمسافة ٢,٣ كم، ويتراوح ارتفاعها ما بين (٤٢٤-٦٨٦ متر) باتجاه شمالي - جنوبي، وتبلغ درجة انحدارها ٢٧°. وتتميز الحافة بشدة التقطع بالمسيلات المائية، ووجود مخاريط الهشيم عند أقدامها على طول امتدادها (شكل رقم ٥٩)، بالإضافة إلى شواهد التراجع الخلفي الناتجة عن تأثير عمليات التعرية (صورة رقم ٢٧).



المصدر: الخرائط الجيولوجية، الصورة الجوية (ESRI)
(شكل رقم ٥٨) الحافة الصدعية بكتلة كرير



المصدر: Google Earth pro ، الدراسة الميدانية
(شكل رقم ٥٩) الخصائص المورفولوجية لحافة كيرير



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣)
(صورة رقم ٢٧) شاهد التراجع الخلفي لحافة كيرير

وأمكن مما سبق تحديد الخصائص الجيومورفولوجية للحافات الصدعية في منطقة الدراسة، كما يلي:

- الامتداد الطولي الذي يغلب على شكلها؛ بسبب التأثير بالصدوع واتجاهاتها.
- وجود التكوينات الجيولوجية الأقدم في الوحدات السفلية منها، تعلوها التكوينات الأحدث.
- منها حافات وحيدة الميل، مثل: الأكحل، وكريير، والجيوشية الشرقية. وأخرى فقارية، مثل: أبو اللصف الشرقي، ولغب أم نعجة، والهيالة.
- تتقطع واجهاتها بالروافد ذات الرتب الأولى؛ بسبب عمليات النحت المائي الرأسي، مما أحدث تراجعاً خلفياً لها بدرجات متباينة.
- تُعد حافة الأكحل (شمال شرق منطقة الدراسة) أقدم الحافات من حيث تكويناتها الجيولوجية الصخرية، بينما حافتي لغب أم نعجة، والجيوشية الشرقية هما الأحدث.
- تعرضت معظم الحافات لمحاور صدوع تتوازي مع اتجاه محور أخدود خليج السويس.

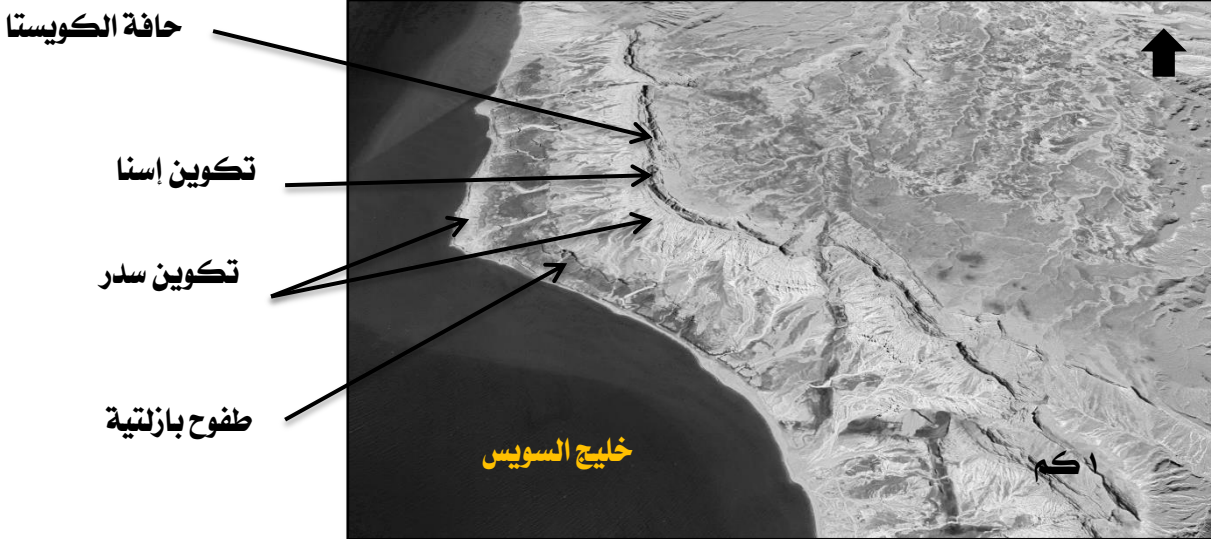
ب- حافات الكويستات:

تنشأ نتيجة التباين في التركيب الصخري بالطبقات المائلة، وتتكون من اتجاهين متضادين أحدهما: ذو انحدار شديد، يمثل واجهة حافة الكويستا، ويتجه في عكس اتجاه ميل طبقاتها (تراب، ٢٠١١). بينما الاتجاه الآخر: ذو انحدار تدريجي يقل عن ١٠ درجات، ويميل في اتجاه ميل الطبقات، ويمثل ظهر حافة الكويستا (أبو العينين، ١٩٦٦). وقد نتج عن تضافر عوامل البناء والتعرية عديد من حافات الكويستات في منطقة الدراسة، منها مايلي:

■ حافة كويستا حمام فرعون:

تمتد لمسافة ٤ كم باتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي، وتُشرف على خليج السويس بانحدار شديد جداً يبلغ ٢٣°. وتتألف طبقاتها من صخور جيرية باليوسينية، متدرجة من اللون الأصفر إلى الرمادي، مرتكزة فوق صخور جيرية طباشيرية كريتاسية ذات اللون الأبيض إلى الرمادي الباهت، ويظهر بين الصخور الأخيرة طفح بازليتي، يمتد لمسافة ٣,٥ كم على هيئة تداخل ناري أفقي بمحاذاة سطح الطبقات. ويوجد بواجهة الحافة عديد من المسيلات المائية التي تشكلت بفعل التعرية النهرية (شكل رقم ٦٠).

وينحدر ميل ظهر الكويستا انحداراً تدريجياً بمقدار ٣,٥°، بمسافة ٤,٥ كم جهة الشمال الشرقي داخل منطقة الدراسة، ويتألف من تتابع طبقي لتكوينات إسنا ودارات وسمالوط. ويُلاحظ وجود الصخور الصلبة (الأقدم) بقمة الكويستا، وتقل الصلابة بالاتجاه أسفل منحدر الظهر؛ بسبب تأثير هذه الكويستا بحركات الرفع التكتونية التي شكلت كتلة حمام فرعون، وأنها قد تُمثل الجناح الغربي للطية المقعرة " تال - وسيط".



المصدر: الخريطة الجيولوجية مقياس ١:٢٥٠,٠٠٠، Google Earth pro

(شكل رقم ٦٠) حافة كويستا حمام فرعون

وتوجد عدة أودية جافة تالية تجري فوق سطح ظهر الكويستا، توافق ميل مضرب الطبقات (صورة رقم ٢٨)، وتتمثل في أودية التلعة والنقب والنقب وغرب النقب وشرق الحمام والحمام، التي تصب في خانق وسيط شمال كتلة حمام فرعون، وترتفع فيها قيم متغير الاستطالة؛ بسبب تضرسها وزيادة معدلات النحت الرأسى لمجاريها.



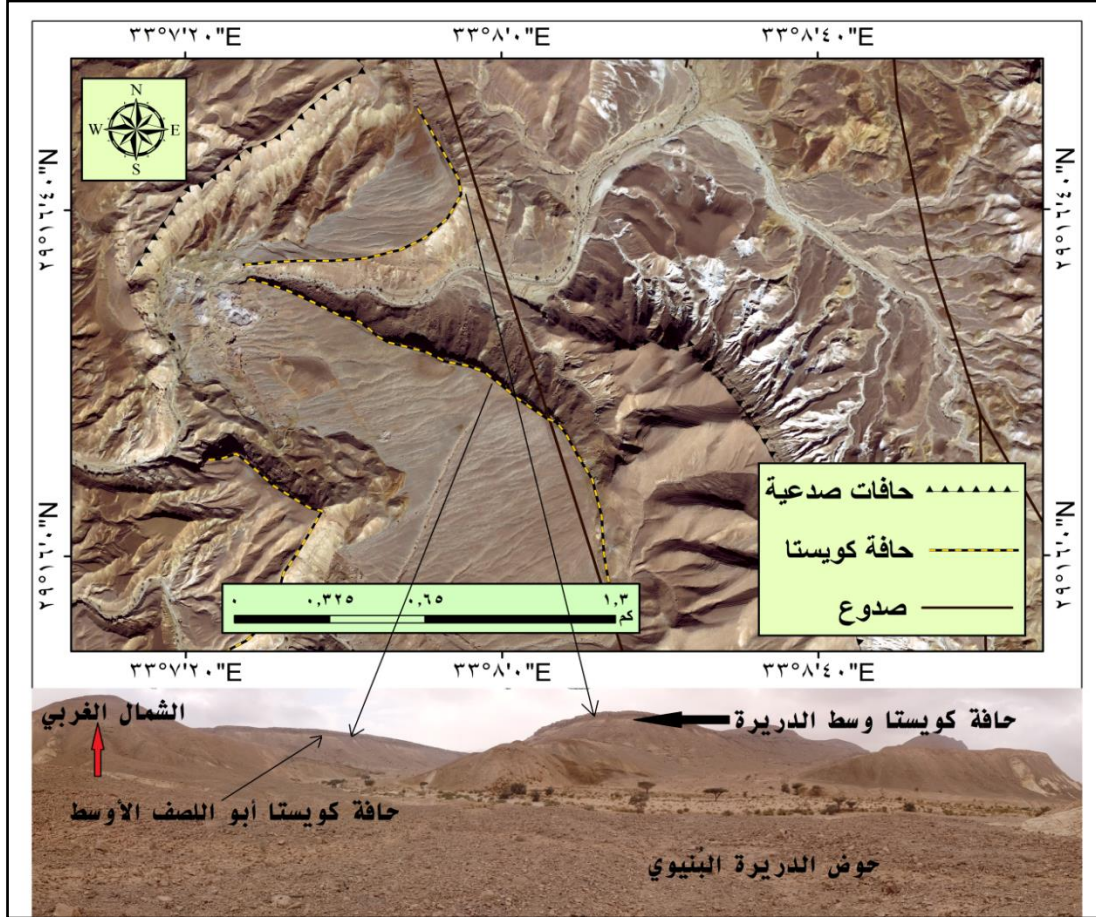
المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٢٨) وادي النقب بظهر كويستا حمام فرعون

حافة كويستا أبو اللصف الأوسط:

عبارة عن ذراع جبلي مُمتد من القطاع الأوسط لجبل أبو اللصف في جنوب شرق منطقة الدراسة، وتتألف من صخور جيرية كريتاسية تنتمي إلى تكوين وطاء، وارتبطت في نشأتها بالصدوع المشكّلة للحافات بنطاقها، واستمرار النحت المائي للمجرى الرئيس بوادي الدريرة بالاتجاه غرباً (شكل رقم ٦١).

وتمتد لمسافة ٢ كم، ويتراوح ارتفاعها ما بين (٤١٠-٥٨٣ متر)، وتبلغ درجة انحدار واجهتها ١٨°، ويحد نطاقها الجنوبي رافد مائي خانقي شديد الانحدار يفصلها عن الحافة الصدعية الشرقية بجبل أبي اللصف وينتمي إلى روافد الرتبة الثالثة في شبكة تصريف وادي الدريرة ويبلغ طوله الحقيقي ٩٣٥ متر (صورة رقم ٢٩). وتعرضت حافة هذه الكويستا إلى عمليات التجوية الميكانيكية على طول الفواصل؛ مما أدى إلى حدوث عملية التساقط الصخري لكتل صخرية جيرية مختلفة الأحجام، متأثرة بعمليات الإذابة والتفلق الصخري (صورة رقم ٣٠).



المصدر: الخرائطة الجيولوجية، الصورة الجوية (ESRI)، الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨)

(شكل رقم ٦١) حافات كويستات أبو اللصف الأوسط ووسط الدريرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨ م)
(صورة رقم ٢٩) الحد الجنوبي لحافة كويستا أبو اللصف الأوسط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨ م)
(صورة رقم ٣٠) العمليات الجيومورفولوجية الخارجية في حافة كويستا أبو اللصف الأوسط

وينحدر ظهر كويستا أبو اللصف الأوسط بمقدار ٦° داخل وادي أبو اللصف والديرية بقطاعهما الأوسط، ويتألف من الصخور الجيرية البنية المائلة للاصفرار، التابعة لتكوين وطا الكريتاسي، ويجري به عدة روافد مائية أصلية تتبع اتجاه ميل الطبقات، وتنتمي إلى الرتب المائية الأولى والثانية والثالثة، والتي تتعامد على المجاري الرئيسة في الأودية سابقة الذكر.

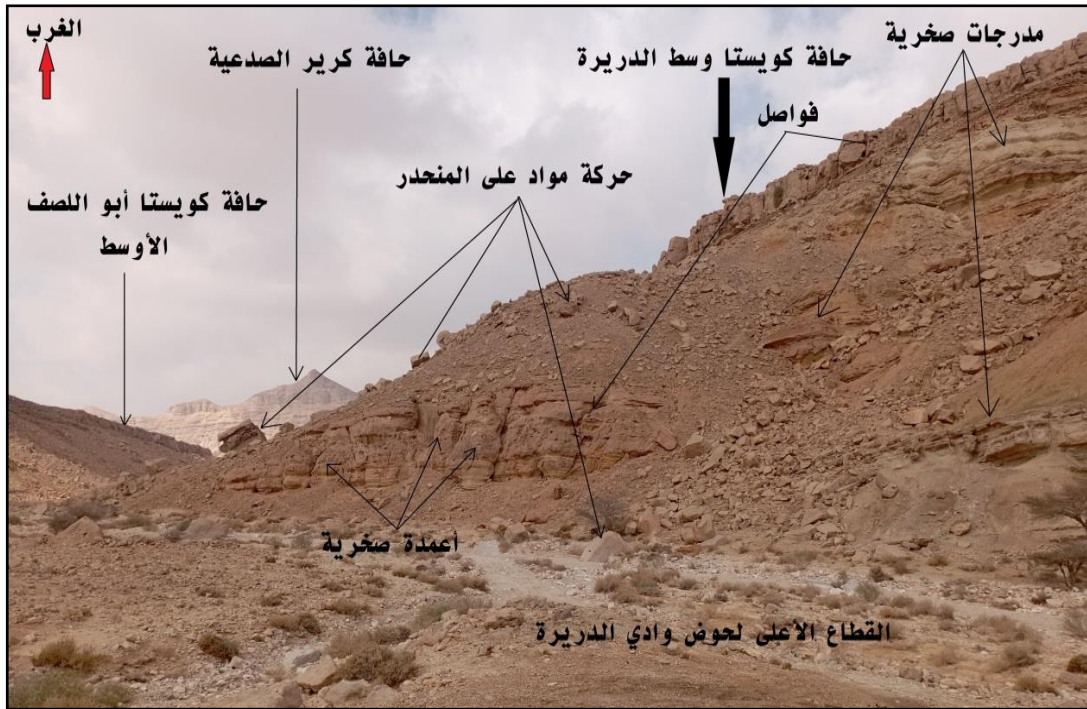
❏ حافة كويستا وسط الديرية:

تمتد بالقطاع الأوسط من حوض وادي الديرية لمسافة ١,٢ كم، وتتألف واجهتها من صخور تكوين وطا (كريتاسي أعلى)، بانحدار يبلغ ٢١°، ويتراوح ارتفاعها ما بين (٥٣٨ - ٤٠٩ متر). وتتشابه مع حافة كويستا أبو اللصف الأوسط في نوعية الصخر والامتداد؛ وقد يدل ذلك على تشابه ظروف التشكيل الجيومورفولوجي لكليتهما من ناحية العوامل والعمليات والفترة الزمنية.

وتتعرض واجهتها لنشاط عمليات التجوية الميكانيكية على طول الفواصل، التي تتسبب في إضعاف تماسك الصخور، ومن ثم نشاط عمليات حركة المواد على المنحدر مثل التساقط الصخري. ويوجد بها ظاهرة المدرجات الصخرية، الناتجة عن تعرض الطبقات اللينة لعمليات التجوية المتغيرة، ومقاومة الطبقات الصلبة؛ لتشكل هذه المدرجات. بالإضافة إلى ظاهرة الأعمدة الصخرية، الناتجة عن التفكك الكتلي للصخور على طول الفواصل (صورة رقم ٣١).

وينحدر ظهرها جهة الشمال الغربي بمقدار ٧,١°، ويتألف من صخور الواجهة نفسها، وتجري به مجموعة روافد أصلية تتبع اتجاه ميل طبقات الكويستا وتنتمي إلى الرتب الأولى والثانية والثالثة بشبكة تصريف وادي الديرية، وتتعامد على المجرى الرئيس لوادي الديرية ذي الرتبة الخامسة. ويتأثر سطح ظهر الكويستا بنشاط عملية الإذابة، التي شكلت عديدًا من الظاهرات الجيومورفولوجية، مثل: حفر الإذابة (صورة رقم ٣٢).

ومن خلال دراسة الكويستات في منطقة الدراسة تبين أنها ذات نشأة بنيوية في الأساس، إضافة إلى دور عوامل التعرية الأخرى، التي أثرت في اتجاه حافاتهما، وتشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بها.



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨ م)

(صورة رقم ٣١) الملامح الجيومورفولوجية بواجهة حافة كويستا وسط الدريرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣ م)

(صورة رقم ٣٢) بعض الظواهرات الجيومورفولوجية بظهر كويستا وسط الدريرة

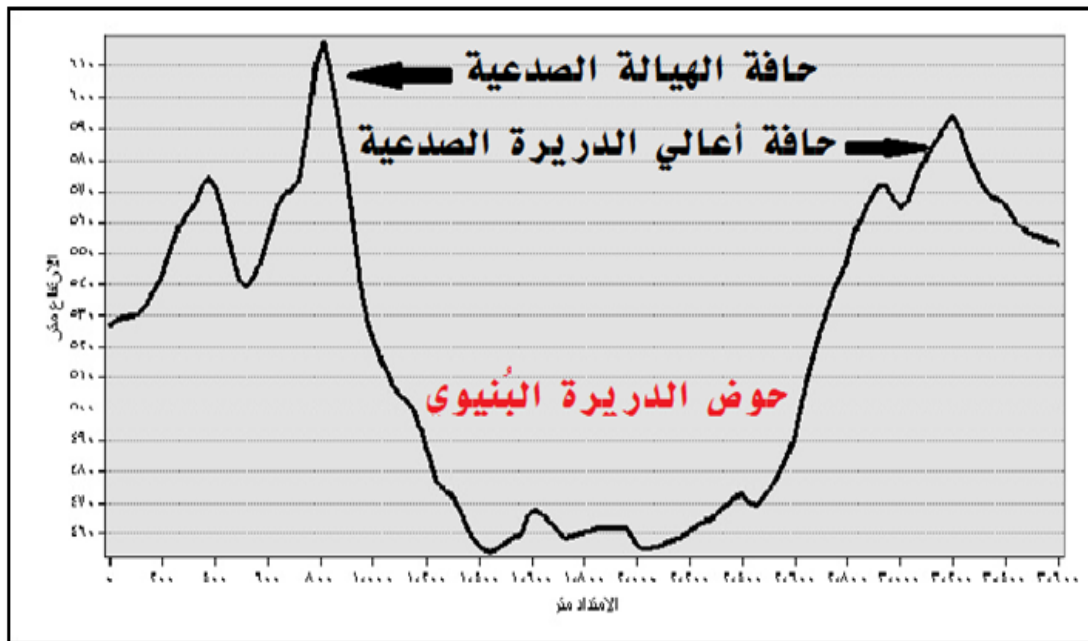
٢ - الأحواض البنيوية:

عبارة عن منخفضات تشكلت نتيجة العمليات البنيوية المحيطة بها (Buiter, Pfiffner, 2003)؛ وذلك بسبب إزاحات صدعية شكلت حافات صخرية تحيط بها (عطالله، ٢٠٠٩). ومنها في منطقة الدراسة مايلي:

الحوض البنيوي في أعالي الدريّة:

يوجد في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة (شكل رقم ٦٢)، بمساحة قدرها ٧,٥ كم^٢، بنسبة ٦٪ من مساحة منطقة الدراسة. وتشكل نتيجة رميات صدعية عكسية، شكلت حافات صدعية تُحيط به، فيحده من الشرق حافة أعالي الدريّة الصدعية الجيرية الكريتاسية (صورة رقم ٣٣). ومن الشمال الغربي حافة الهيالة، التي تمتد لمسافة ٨٨٥ م باتجاه شمالي-جنوبي، وتتألف من صخور جيرية طباشيرية تابعة لتكوين سدر الكريتاسي، الذي يعلوه صخور الحجر الجيري المارلي بتكوين إسنا الباليوسيني. وتتسم واجهة هذه الحافة بالتقطع بالمسيّلات المائية، وتشكيل مخروطات الهشيم الجيرية عند أقدامها (صورة بانورامية رقم ٣٤).

ويحده من الجنوب الغربي حافة أبو اللصف الصدعية الشرقية لمسافة ٣,٥ كم، باتجاه شمالي-جنوبي، وتتألف من صخور تكوينات حافة الهيالة نفسها سابقة الذكر. بينما يحده من الغرب حافات كويستات وسط الدريّة وأبي اللصف الأوسط، ويُلاحظ امتداد هاتين الحافتين على طول امتداد الصدوع المؤثرة فيهما شرقاً وغرباً، ويقطعهما المجرى الرئيس لوادي الدريّة، وقد يُعد هذا دليلاً على اتصالهما قبل ذلك؛ بسبب التشابه الليثولوجي والبنيوي. ويحد الحوض من الشمال حافة مقسم المياه بين منطقة الدراسة جنوباً وحوض وادي غرنديل شمالاً، ومن الجنوب حافة مقسم المياه بين منطقة الدراسة شمالاً وحوض وادي تال جنوباً. وتنتشر النباتات في قاع الحوض نتيجة تراكم المياه أثناء السيول (صورة بانورامية رقم ٣٥).



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)
(شكل رقم ٦٢) القطاع الطبوغرافي للحوض البنيوي في أعالي الدريزة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨ م)
(صورة رقم ٣٣) التتابع الطبقي لحافة الهضبة الصدعية



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣م)

(صورة بانورامية رقم ٣٤) الحافات الصدعية الغربية للحوض البنيوي في أعالي الدريرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨م)

(صورة بانورامية رقم ٣٥) الغطاء النباتي في قاع الحوض البنيوي في أعالي الدريرة

الحوض البنيوي في أعالي وسيط:

يوجد في أقصى شرق القطاع الأوسط لمنطقة الدراسة، في الحوض الأعلى من وادي وسيط بمساحة قدرها ٥,٥ كم^٢، بنسبة ٤٪ من مساحة منطقة الدراسة، ويبلغ طوله ٢ كم، وعرضه ٣,٥ كم. وتتألف جميع الحافات الصدعية المحيطة به من الصخور الرملية والجيرية، التابعة لتكوين أبو رديس الميوسيني. ويحده من الشمال حافة مقسم المياه بين وادي لغب أم نعجة شمالاً ووسيط جنوباً، التي تمتد من الشرق إلى الغرب بطول ١,٥ كم، وتعرضت لعملية انثناء طبقي مُقعر طفيف في جزئها الغربي، وتظهر عليها شدة التقطع الرأسي بفعل المسيلات المائية على طول الفواصل بين الصخور، وتشكيل مخاريط الهشيم الرملية عند أقدامها (صورة بانورامية رقم ٣٦).

ويحده من الجنوب الشرقي حافة صدعية بطول ١,٧ كم، والتي تُعد من أكثر الحافات الرملية تعرضاً لعملية التراجع الخلفي؛ بسبب تأثيرها بعوامل التعرية المختلفة،

التي تسببت في تآكلها وتراجعها، تاركة بعض الكتل الصخرية الرملية المتبقية (صورة بانورامية رقم ٣٧).

ويحد الحوض البنيوي في أعالي وسيط من الشرق حافة مقسم المياه بين وادي الحويش شرقاً ووسيط غرباً، بطول ٨,١ كم (شمالي - جنوبي). ويحده من الجنوب مقسم المياه بين منطقة الدراسة شمالاً، ووادي تال جنوباً. وتسود عملية النحت المائي في منحدراته، وتراكم ارساباتها الرملية الناعمة في قاعه.



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥م)

(صورة بانورامية رقم ٣٦) الحد الشمالي للحوض البنيوي في أعالي وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥م)

(صورة بانورامية رقم ٣٧) الحدود الجنوبية الشرقية للحوض البنيوي في أعالي وسيط

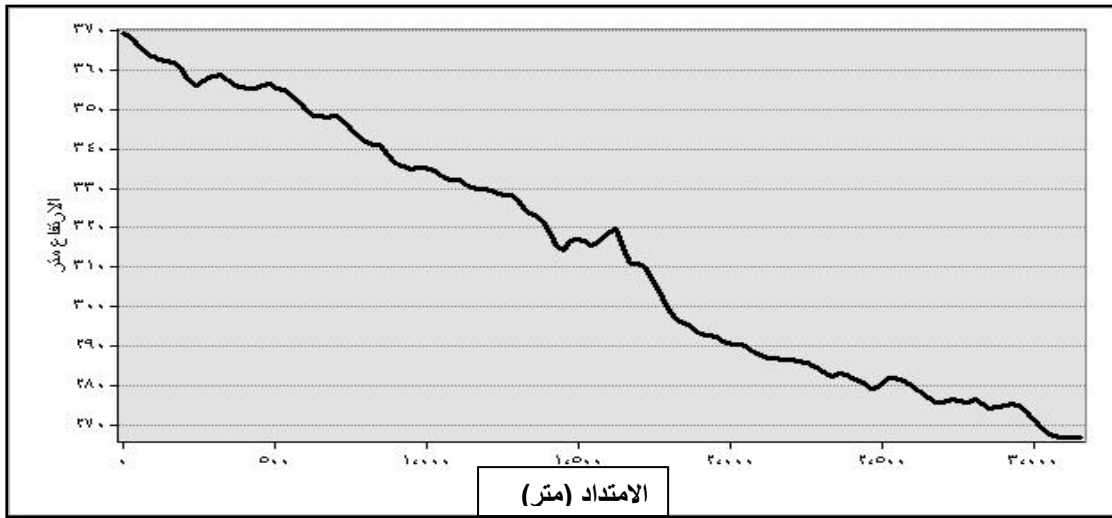
٣- الأودية الصدعية:

عبارة عن أودية اتخذت مستوى الصدع مجرى لها (Zhang et al., 2004)، وبالتالي تُعد مُوجَّهة في جريانها بالصدوع. وتبين من خلال دمج خطوط الصدوع مع شبكات التصريف في منطقة الدراسة أن المجاري الرئيسة متأثرة في نشأتها بإزاحات الصدوع، وتتمثل في الرتب الرابعة والخامسة والسادسة، بإجمالي أطوال حقيقية تبلغ ١٠٦ كم، ومنها ما يلي:

أ- وادي الدنيلي:

سُمى وادي الدنيلي بهذا الاسم؛ لأن بدو المنطقة قديماً كانوا يتجولون به كعاداتهم مثل التجول في باقي الأودية، وكانت تعترضهم نقاط التجديد المتتابعة في مجراه، وعند العودة يساعدون بعضهم بعضاً بقول: (دنيلي)، أي تدنى إليّ (الدراسة الميدانية). ويمتد في شمال منطقة الدراسة بطول ٣ كم (شمالي - جنوبي)، ويُمثل الرتبة الرابعة في شبكة تصريفه، ويشق مجراه على طول مستوى الصدع، الذي شكّل حافات سفوحه الشرقية والغربية، وينحدر خط سليله بمقدار ٦° (شكل رقم ٦٣).

ويتمثل سفحه الغربي في حافة لغب أم نعجة ذات الصخور الجيرية والرملية التابعة لتكوين رديس الميوسيني، التي تتقطع بشدة بفعل الميكلات المائية. بينما يتمثل سفحه الشرقي في حافة مقسم المياه بين وادي الدرية شرقاً والدنيلي غرباً، التي تتألف من الحجر الجيري الدولوميتي التابع لتكوين سمالوط الإيوسيني (صورة بانورامية رقم ٣٨). ويكثر تواجد نقاط التجديد في مجراه، منها أحد النقاط بارتفاع ٢ متر، مع نشاط عملية التقويض السفلي أدناها (صورة رقم ٣٩).



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)

(شكل رقم ٦٣) القطاع الطولي لمجرى وادي الدنيلي



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣ م)
(صورة بانورامية رقم ٣٨) وادي الدنيلي الصدعي



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣ م)
(صورة رقم ٣٩) نقطة تجديد في وادي الدنيلي

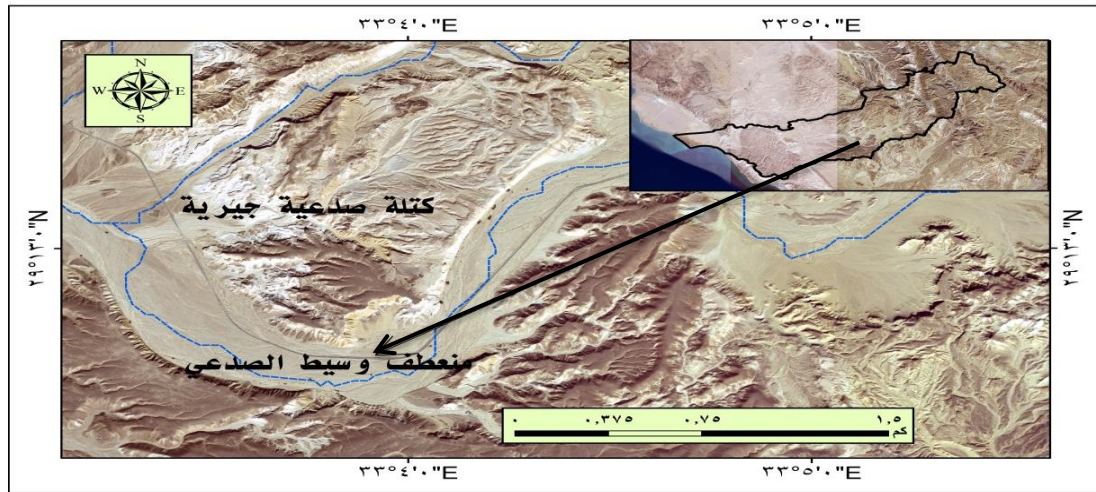
ب- وادي وسيط الرئيس:

سُمي وادي وسيط بهذا الاسم؛ لأنه يتوسط مسافة طريق التجارة الممتد بين مدينة الطور جنوبًا، ورأس خليج السويس شمالًا، ويلجأ إليه التجار للراحة وسقي الإبل من بئر وسيط (الدراسة الميدانية). ويجري على طول مستويات الصدوع التي شكلت حافات سفوحه، ويمتد مجراه الرئيس بطول حقيقي يبلغ ٢٣,٥ كم من الشرق إلى الغرب بالترتبة السادسة (شكل رقم ٦٤). ويمر بمرحلة الشيخوخة في قطاعه الأوسط؛ بسبب سيادة عمليات الإرساب، واتساع مجراه. وتشكلت منعطفاته بالتوجيه الصدعي على طول امتداده، وتتخذ أشكال الزوايا القائمة (شكل رقم ٦٥)، بالإضافة إلى تشكيل خانق بقطاعه الأدنى في الصخور الجيرية التابعة لتكوين سمالوط الإيوسيني؛ بسبب حركات الرفع التي تعرضت لها كتلة حمام فرعون الجيرية، التي أدت إلى مروره بمرحلة النضج في قطاعه الأدنى.



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)

(شكل رقم ٦٤) القطاع الطولي لمجرى وادي وسيط



المصدر: نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)، الخرائط الجيولوجية، الصورة الجوية (ESRI)

(شكل رقم ٦٥) المنعطف الصدعي بمجرى وادي وسيط

٤- الخوانق:

عبارة عن امتدادات ضيقة ذات جوانب شديدة الانحدار، تنشأ في مناطق الضعف الجيولوجي ذات الأسطح الصخرية الصلبة؛ بسبب استعادة المجرى لنشاطه، وتوالي عمليات النحت الرأسى (تراب، ٢٠١١). وتوجد الخوانق بمنطقة الدراسة في بعض القطاعات الدنيا من الأودية الرئيسية، منها ما يلي:

أ- خانق القطاع الأدنى في وادي الدريّة:

يوجد في القطاع الأدنى من وادي الدريّة، ونشأ بسبب الإزاحة الأفقية التي تعرضت لها الطبقات الصخرية في هذا النطاق (صخور جيرية كريتاسية وباليوسينية وإيوسينية). وهيات هذه الحركة نطاق ضعف جيولوجي، اتخذ مجرى الخانق سبيلاً؛ لاستمرار عملية النحت الرأسى. ويمتد بطول ١,٥ كم، باتجاه شمالي شرقي - جنوبي غربي، وتمتد الحافات الصدعية الجيرية الحائطية على جوانبه من بدايته لنهايتها.

ويبدأ الخانق باتساع ١٠ متر من الشرق، في النطاق الجنوبي لحافة كرير الصدعية (صورة رقم ٤٠). وتوجد به بعض المصببات الكأسية للروافد المائية، التي تشكلت بسبب تغير مستوى القاعدة المحلي لتلك المصببات (صورة رقم ٤١). ويضيق الخانق قبل الالتقاء مع مجرى وادي أم صورة جنوباً (٤ متر)، وفي هذا النطاق لوحظ نشاط عملية الإذابة، التي شكلت أسقف معلقة بارتفاع ١٧٠ سم؛ نتيجة التقويض السُفلي للجوانب الحائطية المتعامدة على اتجاه الجريان (صورة بانورامية رقم ٤٢). ويوجد رافد خانقي طباشيري يصب في الخانق من جهة الجنوب، به نقطة تجديد بارتفاع ١٨٠ سم، وبركة غطس بقطر ٢ متر (صورة رقم ٤٣). وبعد ذلك يتسع حتى يصل إلى ٤٣ مترًا بالالتقاء مع مصب وادي أم صورة.

ويضيق مرة أخرى في نقطة التقاء أقصى جنوب حافة كرير الصدعية، مع أقصى غرب حافة وسيط الشرقية الصدعية (٧ متر)، في صخور الحجر الجيري المارلي (تكوين إسنا الباليوسيني)، ويُلاحظ أفقية بنية صخور حافة كرير، وميل طفيف في بنية صخور حافة وسيط. وتحددهما الفواصل، التي نشطت من خلالها عمليات التجوية؛ التي أدت إلى حدوث بعض التساقطات الصخرية، والانفراطات الخبيبية (صورة رقم ٤٤). وتسود ظاهرة المدرجات الصخرية في هذا النطاق من الخانق، والتي تظهر ككتل صخرية بارزة بين المسيلات المائية في صخور إسنا (صورة رقم ٤٥). وينتهي الخانق باتساع يزيد عن ١٠٠ متر في منابع وادي وسيط.



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)
(صورة رقم ٤٠) المدخل الشمالي الشرقي بخانق الديرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)
(صورة رقم ٤١) المصب الكاسي بخانق الديرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)

(صورة بانورامية رقم ٤٢) التقويض السفلي في الجانب الشمالي بخانق الدريرة



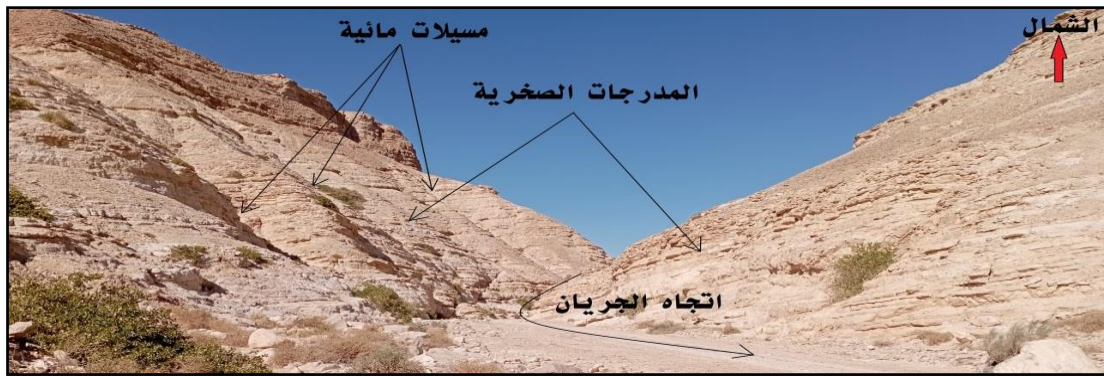
المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)

(صورة رقم ٤٣) أحد مصبات الروافد الخانقية بالجانب الجنوبي من خانق الدريرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)

(صورة رقم ٤٤) التقاء الحافات الصدعية في خانق الديرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)

(صورة رقم ٤٥) المدرجات الصخرية في خانق الديرة

ب- خانق القطاع الأدنى في وادي وسيط:

نشأ بسبب تعرض القطاع الأدنى من وادي وسيط إلى عمليات باطنية نتج عنها رفع كتلة حمام فرعون الجيرية، التي تسببت في تغير مستوى قاعدة الوادي بعد وصوله للركود واتساع مجراه، الذي بلغ ١,٣ كم في قطاعه الأوسط، واستعادة نشاطه باستمرار عملية النحت الرأسية. ويمتد الخانق بطول ٦,٥ كم باتجاه شرقي- غربي، يرتبط بالترتبة السادسة التي تمثل المجرى الرئيس لوادي وسيط.

ويشق مجراه في صخور الحجر الجيري الدولوميتي (تكوين سمالوط الإيوسيني)، لمسافة ٢,٥ كم من بدايته شرقاً، وحتى تعامده على امتداد الحافة الصدعية الغربية لكتلة حمام فرعون الجيرية غرباً. ويمتد لمسافة ٤ كم في الصخور الجيرية الإيوسينية المتمثلة في تكوينات خبوبة وتكة وطيبة، والصخور الرملية التابعة لتكوين رديس الميوسيني، إلى أن ينتهي غرباً بعنق المروحة الفيضية الرئيسة (شكل رقم ٦٦). ويبلغ متوسط اتساعه ٩,٥ متر.

ويبدأ الخانق من الشرق باتساع ٤١ مترًا في نقطة التقائه مع مصب وادي النقب (صورة بانورامية رقم ٤٦)، ويتميز بكثرة الأودية ذات المصببات المعلقة الكأسية، المنحدرة من كتلة حمام فرعون باتجاه (جنوبي - شمالي) مثل وادي غرب النقب، الذي يتميز بالآتي:

يشق مجراه في الصخور الجيرية البيضاء المائلة للرمادي (تكوين دارات في الإيوسين).
 شدة انحدار سفوحه، ومروره بمرحلة الشباب.
 تشابه رواسب مجراه الحالي مع الرواسب المتناثرة على مدرجات سفوحه (صورة رقم ٤٧).

وجود ظاهرات جيومورفولوجية ناتجة عن عملية الإذابة، مثل: حفر الإذابة، وممرات الإذابة الناتجة عن اتساع الضلوع الكارستية (صورة رقم ٤٨).

ولوحظ في الخانق عديد من الظاهرات الجيومورفولوجية، هي:

المدرجات الصخرية المتماثلة على الجانبين، التي تعرض معظمها لعمليات التجوية بفعل الإذابة (صورة رقم ٤٩).

يوجد به تسعة منعطفات نهريّة، تُشكل منحدراتها المحدبة بيئة إرساب، بينما المقعرة المقابلة تُشكل بيئة نحت (صورة رقم ٥٠).

وجود بعض الكتل الصخرية الجيرية مختلفة الأحجام، المنتشرة بقاعه، التي لم يستطع النهر تعريتها (صورة رقم ٥١).

انتشار عملية التقويض السُفلي المتماثل لأسفل جوانب الخانق، بارتفاع ١٣٠ سم، وعمق ١٥٠ سم (صورة رقم ٥٢)، وقد يُعد ذلك دليلًا على بقاء المياه عند ذلك المستوى لفترة زمنية كافية، ربما نشطت خلالها عملية الإذابة، التي تسببت في التقويض السفلي للجوانب؛ بسبب وجود عقبة صخرية يحاول النهر اختراقها.

يصب فيه مجموعة من الأودية المضربية التي تتعامد على اتجاه ميل الطبقات الصخرية بكتلة حمام فرعون، مثل: وادي شرق الحمام بمساحة ٤,٥ كم^٢، وبطول مثالي ٦ كم، وله ٤ رتب مائية بإجمالي ١٤٦ مجرى، وتظهر به مستويات التعميق الرأسي بوضوح في رتبته الرابعة الرئيسة، التي يبلغ أدنى اتساع لها ٩٠ سم، وأحدث مجراه الرئيس تراجعًا خلفيًا مقداره ٢٥٥ متر، وتعطيه هذه الخصائص شكلًا مورفولوجيًا رائعًا (شكل رقم ٦٧).



المصدر: (شكل رقم ٥٥)، Google Earth pro
(شكل رقم ٦٦) خانيق القطاع الأدنى من وادي وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧ م)
(صورة بانورامية رقم ٤٦) المدخل الشرقي لخانيق وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧ م)
(صورة رقم ٤٧) وادي غرب النقب



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٤٨) الظواهرات الجيومورفولوجية في مصب وادي غرب النقب



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٤٩) المدرجات الصخرية في خانق وسيط



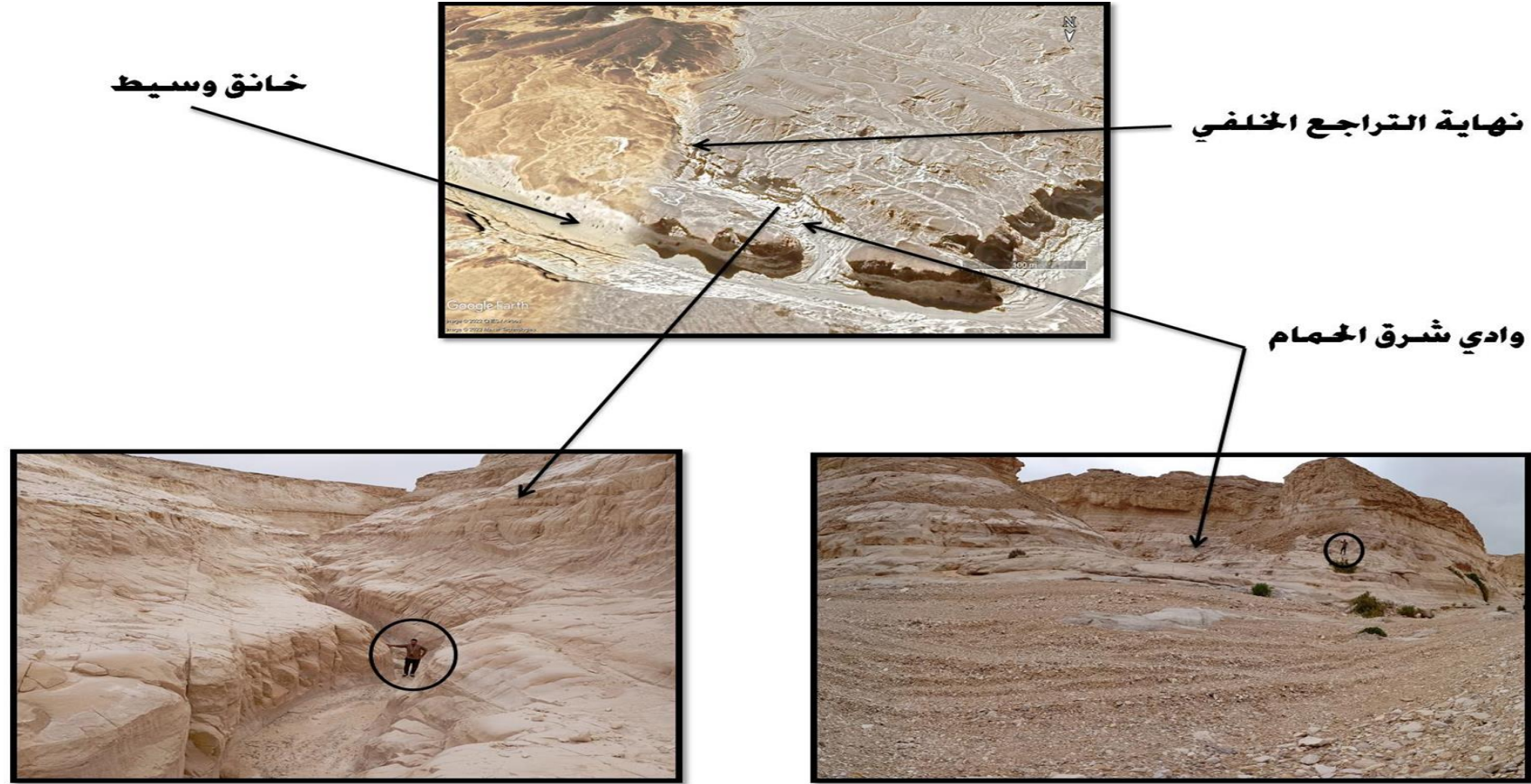
المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)
(صورة رقم ٥٠) المنعطفات النهرية في خانق وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)
(صورة رقم ٥١) الكتل الجيرية في قاع خانق وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧)
(صورة رقم ٥٢) التقويض السُفلي في خانق وسيط



المصدر: Google Earth pro، الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(شكل رقم ٦٧) مصب وادي شرق الحمام

ثانيًا: ظاهرات التجوية

تتباين صخور سطح الأرض في قابليتها للتغيير والتشكيل عن طريق عمليات التجوية المختلفة، حيث يتفاعل الغلاف المائي والهوائي والحيوي مع الغلاف الصخري؛ لإنتاج غلاف صخري متجوي بمواد متبقية وعناصر كيميائية مُذابة. وحدد (هانز جيني) خمسة عوامل أساسية مؤثرة في تجوية الصخور، تتمثل في: المناخ، والصخور، والأنشطة البيولوجية، والتضاريس، والزمن (Carroll, 2012).

ودراسة مناخ منطقة الدراسة مهمة للربط بين عناصره ونشاط عمليات التجوية، بمساعدة الدور البنيوي، الذي يقدم السبيل لممارسة التجوية نشاطها، مثل الفواصل التي تنتشر في الصخور. وتبين من خلال الدراسة الميدانية ملاحظة عدة عمليات للتجوية، تشكلت بسببها ظاهرات جيومورفولوجية، نجلها فيما يلي:

١ - ظاهرات التجوية الميكانيكية:

تتسبب التجوية الميكانيكية في حدوث حالة وهن وإضعاف للصخر، واختلاف لشكله، دون حدوث تغير في خصائصه الكيميائية. ومن أهم عواملها وجود مدى حراري كبير، يؤدي إلى تعاقب عمليات تمدد الصخور وانكماشها، وتشكيل ظاهرات جيومورفولوجية، منها ما يلي:

أ - الكتل الصخرية:

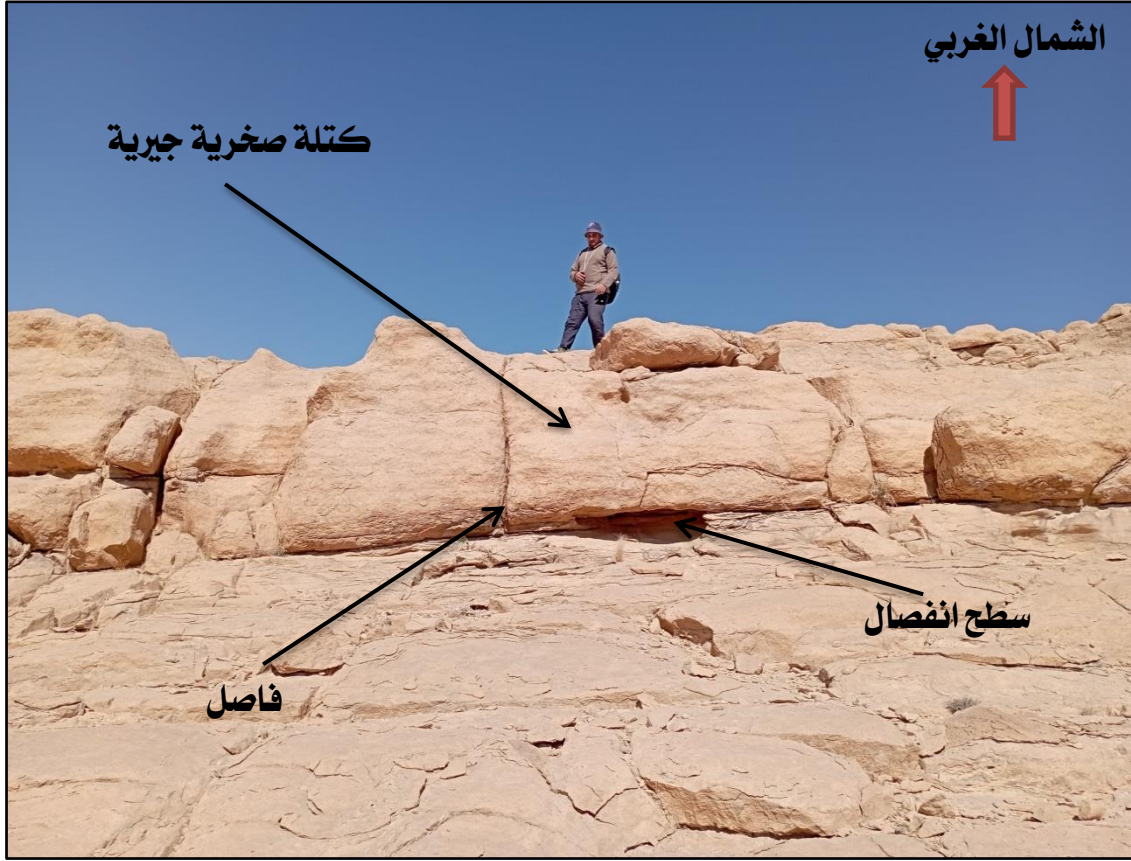
تتشكل بسبب عملية التفكك الكتلي على طول الفواصل وأسطح الانفصال في الصخور، وتوسع عوامل التجوية تلك الفواصل والأسطح؛ لتُقسّم الصخور إلى كتل صخرية، تتأثر حوافها بعد ذلك؛ فتتحول من شكلها الهندسي العشوائي إلى حواف كروية ملساء (تراب، ٢٠١١). وتنتشر هذه الظاهرة في منطقة الدراسة خاصة في صخور الحجر الجيري (صورة رقم ٥٣).

ب - التفلق الصخري:

تتشكل بسبب نشاط الحرارة المرتفعة كعامل سخونة، ومياه المطر كعامل برودة، وبتتابع تلك العمليات (تسخين - تبريد) يحدث تفلّق للكتل الصخرية إلى كتل أصغر حجمًا (محسوب، راضي، ١٩٨٥)، وتنتشر هذه الظاهرة في منطقة الدراسة في الكتل الصخرية الجيرية المتساقطة أسفل المنحدرات، والمنقولة في بطون الأودية (صورة رقم ٥٤).

ج - التقشر الصخري:

تنشأ بسبب تعرض السطح الخارجي للصخر إلى قلة الضغط عليه، وفتح الفراغات البينية بين الطبقات الخارجية لسطح الصخر بالحرارة (Goudie, 2004)؛ وينتج عن ذلك حدوث تقشر للسطح الخارجي للصخر بشكل يُشبه البصلة، التي تبدو كروية أو بيضاوية الشكل؛ بسبب نشاط عملية التقشر على طول الفواصل ذات النظم المنحنية (تراب، ٢٠١١)، (صورة رقم ٥٥).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣م)

(صورة رقم ٥٣) التفكك الكتلي بتكوين وطا بظهر كويستا وسط الدريرة

د - الانفراط الحُببي:

تنشأ بسبب تعرض الأسطح الخارجية للصخور ذات النسيج الخشن لعملية التفكك الحُببي؛ بسبب تأثر الصخر بعمليات التجوية. وتعكس هذه الحُببيات المنقرطة خصائص الصخر الأساس (Hall, André, 2003). وتنتشر هذه الظاهرة في أنواع الصخور كافة في منطقة الدراسة، مثل تأثر الوحدات العليا من الحافات الصخرية بعمليات التجوية؛ مما ينتج عنها انفصال الحُببيات الصخر الأساس وانفراطها في اتجاه ميل المنحدرات، وتراكمها عند أي عائق صخري بارز (صورة رقم ٥٦).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٥٤) التفلق الصخري في القطاع الأدنى من وادي التلعة



المصدر: الدراسة الميدانية: (٢٠٢٢/٢/١٣م)

(صورة رقم ٥٥) التقشر الصخري في القطاع الأوسط من وادي الدريّة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٢م)

(صورة رقم ٥٦) الانفراط الحبيبي في القطاع الأوسط من وادي الدريّة

٢- ظاهرات التجوية الكيميائية:

تحدث التجوية الكيميائية تغيرات ناتجة عن تفاعل أحد عناصر الغلاف الجوي مع الصخور، وتُعد من بين أهم العمليات التي تساهم في تكوين الرواسب (Eynatten et al., 2003). وتوجد عمليات مصاحبة للتجوية الكيميائية، مثل: انهيار بنية مادة الصخر، وإطلاق العناصر المكونة مثل الجزيئات، وإعادة تشكيل بقايا التجوية من خلال التفاعل مع عناصر الغلاف الجوي، الذي يكون معادن جديدة؛ لإعادة حالة التوازن البيئي (Fookes et al, 1988). وينشط هذا النوع من التجوية بفعل عمليات سائدة، مثل: الإذابة، والتميؤ، والأكسدة، والكربنة (تراب، ٢٠١١).

ولوحظ أثناء الدراسة الميدانية وجود عدة ظاهرات جيومورفولوجية ناتجة عن نشاط عملية الإذابة؛ بسبب تركيز المياه في مناطق الضعف الجيولوجي بالصخور (فواصل - أسطح انفصال). وتبدأ المياه في إذابة المواد القابلة للذوبان معها، مثل: الملح الصخري، والحجر الجيري، والدولوميتي والطباشيري، وجميع الصخور الكربونية؛ لإمكانية ذوبان كربونات الكالسيوم في الماء (تراب، ٢٠١١). وإذا ربطنا بين عملية الإذابة، والصخر المتأثر بها في منطقة الدراسة فسنجد أن ظاهراتها تشبه ظاهرات الكارست الجيرية؛ لأن معظم الظاهرات مرتبطة بالصخور الجيرية. وتتمثل هذه الظاهرات في الآتي:

أ- حفر الإذابة (Tafoni):

تتشكل في البيئات الصحراوية والساحلية، بفعل المياه والتبخر والملح، أي بعملية التجوية الملحية، التي تتسبب في تفكك سطح الصخر (Huinink et al., 2004). وهي عبارة عن كهفات كروية مجوفة بالداخل، تشبه خوزة الجندي، وتتسم بالتقوس الداخلي (تراب، ٢٠١١). وتنتشر في منطقة الدراسة في الأحجار الجيرية والرملية (صورة رقم ٥٧).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٥٧) التافوني في الصخور الرملية بتكوين نُحْل بالقطاع الأدنى من وادي وسيط

ب- الأرصفة الجيرية:

عبارة عن أسطح جيرية متقطعة بالشقوق، شبه خالية من النباتات والتربة، مكشوفة كلياً أو جزئياً على سطح الأرض، تشققت بسبب عمليات النحت المختلفة. وقدم (Willis, 2011) تصنيفاً يعتمد على معيار التنوع الجغرافي لشكلها، ولا يشير إلى التنوع البيولوجي بها، وينقسم إلى: رصيف مُتكتل: بالصخور الجيرية المتماسكة، التي تتحدد بالشقوق، مع وجود بعض الظواهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بها. ورصيف مُمزق: غير واضح المعالم (Wilson, Valverde, 2013). وتتعدد أماكن الأسطح الجيرية المكشوفة في منطقة الدراسة، منها:

█ نطاق أقدام سفوح المجاري المائية في القطاع الأدنى من وادي أبو اللصف بصخور تكوين مطلة، التي تم انكشافها بفعل عمليات النحت المائي، ويظهر بها بعض الرواسب الجيرية الخشنة، وتخلو من الغطاءات النباتية، وتبلغ درجة انحدارها ١٤° (صورة رقم ٥٨)، وتقسمها الشقوق إلى أشكال هندسية، بلغ متوسط أطوالها ٢,٧ متر، وتراوح اتساعها ما بين ١٥ - ٩٠ سم (صورة رقم ٥٩).

█ نطاق الانحدارات المتوسطة (٧°) بالصخور الجيرية، التابعة لتكوين وطا الكريتاسي، حيث تتكشف الأسطح الجيرية بفعل مياه الأمطار، وتحددها الشقوق الضيقة، وتقسمها إلى أشكالاً هندسية شبه متماثلة، مع وجود بعض النباتات العشبية (صورة رقم ٦٠).

█ نطاق الطبقات الأفقية ذات الانحدار المستوي (٠-٢°)، في قاع خانق وسيط (نطاقه الغربي)، ويظهر به ظاهرات جيومورفولوجية ناتجة عن عملية الإذابة في الحجر الجيري الدولوميتي (تكوين سمالوط)، منها: الخُفر الوعائية صغيرة الحجم، ذات قطر ٢٥ سم (صورة رقم ٦١). وعندما تزداد الإذابة تتسع هذه الحفرة لتشكل ظاهرة البوجاز (صورة رقم ٦٢)، وهي عبارة عن فجوة تتسع باستمرار بسبب نشاط عملية الإذابة (Watsonh, 1970)، وتشير إلى تقطع السطح الجيري بالشقوق بسبب عدم انتظام فعل الإذابة (تراب، ٢٠١١). ويتطور عملية الإذابة في الرصيف وزيادة اتساع الفجوات والتحامها تتشكل ظاهرة ممرات الإذابة، التي يبلغ قطر أصغرها حجماً أقل من ١ متر، ويصل قطر المتوسطة منها إلى ١٠٠ متر، ويزداد قطر الكبيرة منها عن ١٠٠ متر (Matron, Vetési-Foith, 2021). وفي الرصيف الحالي توجد ممرات صغيرة الحجم يبلغ متوسط عرضها ٥٠ سم (صورة رقم ٦٣).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣م)

(صورة رقم ٥٨) الرصيف الجيري بتكوين مطلة بالسفوح الشرقي لوادي أبو اللصف



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣ م)
 (صورة رقم ٥٩) حوز الرصيف الجيري في وادي أبو اللصف



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣ م)
 (صورة رقم ٦٠) الرصيف الجيري بظهر كويستا وسط الدريرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩)
 (صورة رقم ٦١) الحفرة الوعائية بالرصيف الجيري في خانق وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩)
 (صورة رقم ٦٢) ظاهرة البوغاز بالرصيف الجيري في خانق وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٦٣) ممر الإذابة بالرصيف الجيري في خانق وسيط

وتبين مما سبق أثر عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية على إضعاف الصخور في نطاقات الوحدات العليا من الانحدارات، ومناطق البيدمونت، والصخور المتساقطة.

٣. ظواهر التجوية البيولوجية:

تتمثل في دور فعل الكائنات الحية (إنسان - نبات - حيوان) في التأثير على الأشكال الجيومورفولوجية، وأهم هذه العمليات تلك المرتبطة بالإنسان كعامل جيومورفولوجي؛ حيث إن أغلب بيئات العالم الطبيعية تأثرت بالإنسان الذي له دور في العمليات الجيومورفولوجية (النحت - الإرساب - الجريان السطحي) من خلال أنشطته المختلفة، مثل: الزراعة والتعدين والرعي وقطع الأخشاب وبناء المدن وإنشاء السدود (كليو، ١٩٨٥). ويتضح دور الإنسان بمنطقة الدراسة في ممارسة التحجير، وإنشاء الطرق، وبناء القرى السياحية.

ويتمثل دور الحيوان في حفر فجوات الاختباء خاصة في رواسب المصاطب النهرية (صورة رقم ٦٤)، والنبات بشق الصخور والنمو من خلالها مثلما الحال في جوانب الخوانق بمنطقة الدراسة.



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٦م)
(صورة رقم ٦٤) التجوية البيولوجية الحيوانية في القطاع الأوسط من وادي وسيط

ثالثاً: ظاهرات النحت

تُعد عمليات النحت أحد العمليات الجيومورفولوجية التي تشكل عديد من الظاهرات الجيومورفولوجية، وتنقسم إلى ظاهرات ناتجة عن النحت المائي (نهري - بحري)، وأخرى عن النحت الريحي. وتتمثل في منطقة الدراسة فيما يلي:

١ - ظاهرات النحت النهري:

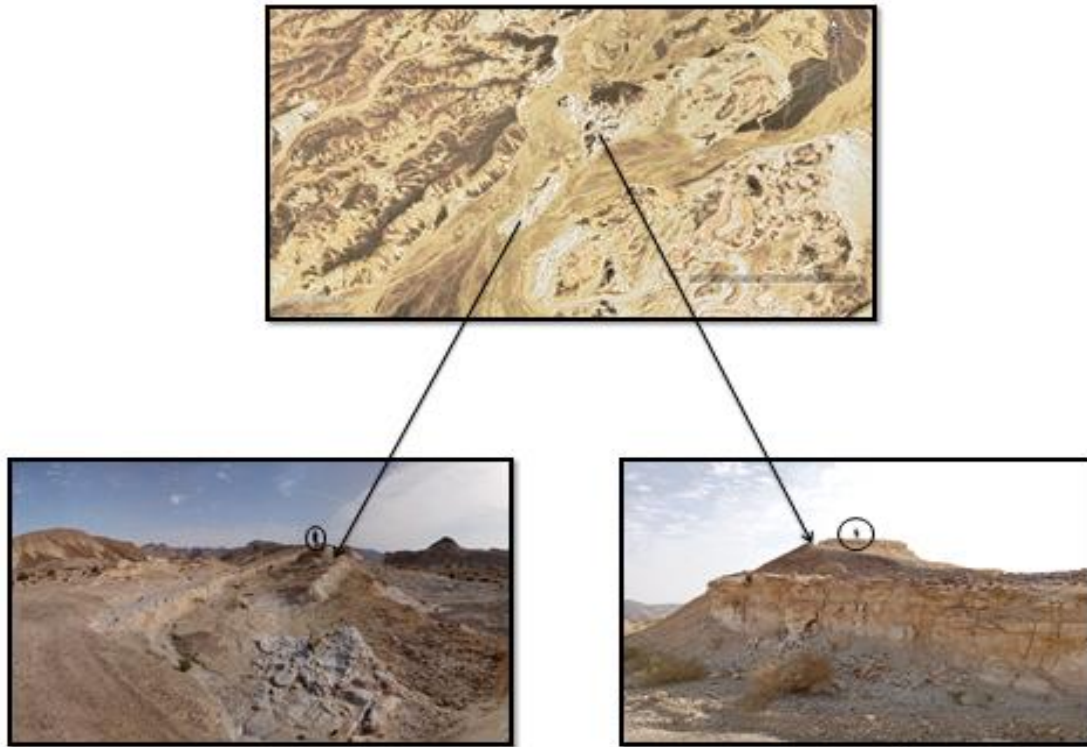
أ- الأودية الجافة:

نشأت بسبب النحت النهري في العصور المطيرة، وتأثير العمليات البنيوية في توجيه مجاريها الرئيسية، وتُشكل هذه الأودية شبكة تصريف مترابطة، تتكون من (٦) رتب مائية، تبدأ رتبها الأولى بخطوط تقسيم المياه بين الأحواض (٩ حوض تصريف)، بإجمالي (٤٧٧٤ مجرى) في منطقة الدراسة. ويوجد في منطقة الدراسة أودية تمر بمرحلة الشباب، هي: غرب النقب، التلعة. وأودية تمر بمرحلة النضج، هي: الديرة، الجوشية، أبو الخطوط، الصوانة، أم صورة، شرق الحمام، لغب أم نعجة، أبو اللصف، اللغب، النقب. وأودية تمر بمرحلة الشيخوخة، هي: وسيط، أم بعثران، غرب الحمام، مكسر الرجا، الحويش، الدنيلي، الحمام.

وتحتوي منطقة الدراسة على عدة أنواع من المجاري بناء على معيار اتجاه ميل الطبقات، هي: أودية أصلية تتبع اتجاه ميل الطبقات، مثل وادي غرب الحمام. وأودية مضربية عمودية على اتجاه مضرب ميل الطبقات مثل الأودية التي تصب في خانق وسيط من جهة الجنوب، التي تجري فوق كتلة حمام فرعون الجيرية.

ب- الجزر الصخرية:

هي كتل صخرية انعزلت عن ما يحيط بها من كتل متاخمة بسبب النحت النهري، وظلت تعترض المجرى بسبب صلابتها صخورها (Apostolopoulos et al., 2014). ومنها جزيرتين متاليتين في القطاع الأدنى من وادي الجوشية، إحداها تتخذ الشكل الدائري، والأخرى الشكل الطولي، ويتكونا من الصخور الجيرية الإيوسينية (تكوين سمالوط - خبوبة) (شكل رقم ٦٨). بالإضافة إلى الجزيرة الصخرية التي تتألف من الصخور الرملية التابعة لتكوين أبو رديس الميوسيني في القطاع الأعلى من وادي وسيط الرئيس (شكل رقم ٥٥).



المصدر: Google Earth pro ، الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(شكل رقم ٦٨) الجزر الصخرية في القطاع الأدنى من وادي الجبوشية

ج- المصيلات الجبلية:

تشكلت بفعل الأمطار، ونشاط عملية النحت الرأسى، وشدة انحدار السطح. ولذلك يعتمد تشكيلها على كمية المياه، وانحدار السطح، وطبيعة الغطاء النباتي، ومعدل نفاذية التربة (تراب، ٢٠١١). وتنتشر في منطقة الدراسة بواجهات الحافات الصدعية؛ حيث تتسبب في نحتها بشدة (الرتب المائية الأولى للأحواض). ويظهر شدة التقطع في حافات الصخور الرملية أكثر من الجيرية؛ بسبب شدة صلابة الثانية عن الأولى.

وتنشط عملية النحت المائي الرأسى على نظم الفواصل بالصخور؛ لتساهم في تشكيل عدة ظاهرات جيومورفولوجية، منها: الكُتل المنقطعة أمام الحافات الصخرية، والتي تتخذ الأشكال القبابية والمخروطية والمزدوجة في الصخور الجيرية (صورة بانورامية رقم ٦٥)، وأخرى طولية في الصخور الرملية (تكوين أبو رديس الميوسيني) (صورة بانورامية رقم ٦٦). وظاهرة القارة التي تمثل أجزاءً من الحافات الصخرية الرملية، وتكون متصلة بجوار بعضها، تفصلها الفواصل، وتظهر كبروزات بين المصيلات المائية، وأحياناً تنفصل على هيئة كتل منعزلة، وتتراكم تحت أقدامها مستويات مخاريط الإرساب الرملية (صورة رقم ٦٧).



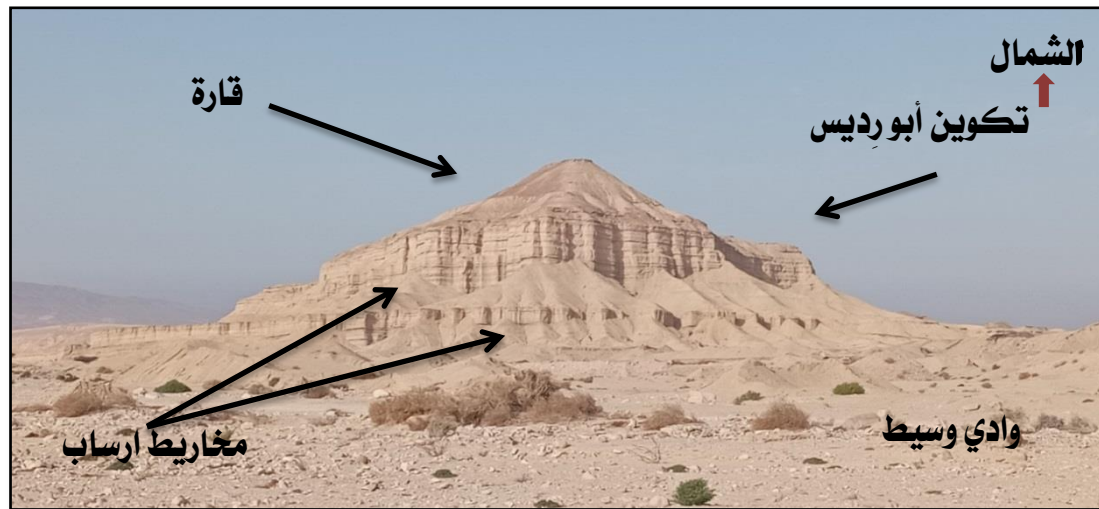
المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥م)

(صورة بانورامية رقم ٦٥) الكتل الجيرية المتقطعة في القطاع الأدنى من وادي الحويش



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)

(صورة بانورامية رقم ٦٦) الكتل الرملية المتقطعة في القطاع الأوسط من وادي وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٦٧) قارة رملية في القطاع الأوسط من وادي وسيط

د - الحفر الوعائية:

هي إحدى أشكال النحت النهري في المجاري المائية ذات المياه المضطربة سريعة الجريان، وتتكون نتيجة تحرك المواد كالحصى مختلف الأحجام مع الحركة الدورانية للدوامات المائية مما يؤدي إلى حت وברי صخور قاع النهر (كليو، ٢٠٠١). وهي عبارة عن منخفض ببيضاوي أو مستدير على هيئة مخاريط مقلوبة في الحجر الجيري، وتكون نصف كروية من قاعدتها حتى حافاتهما، وتختلف في أحجامها نتيجة تعرضها للدوامات المائية، وتحتوي على جوانب شديدة الانحدار تُشكل زوايا من (٧٠-٩٠°)، ويقترّب ارتفاعها من عرضها، ويمكن أن تحتوي بداخلها على حفر أصغر حجماً، أو تلتحم مع غيرها لتشكل حفراً أكبر (Siew et al., 2005).

ويوجد في منطقة الدراسة نماذج مثالية لها، منها: حُفر كبيرة: منتشرة في قيعان الأودية ذات الصخور الجيرية، ويُلاحظ بها أثر الدوامات المائية، ووجود مستويات لحفرها، وبعض الرواسب في قاعها، ويبلغ قطرها ثلاثة أمتار (صورة رقم ٦٨). وحُفر صغيرة: منتشرة في الصخور الجيرية في سفوح بعض الأودية، يبلغ قطرها ٢٠ سم، ويوجد بها مياه متجمعة من الأمطار. وقد يرجع نشأة تلك الحُفر الأصغر حجماً إلى عملية الإذابة نتيجة ركود المياه فيها (صورة رقم ٦٩).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٦٨) حفرة وعائية بجير سمالوط في القطاع الأدنى من وادي غرب النقب



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)

(صورة رقم ٦٩) حفرة وعائية بجير مطلة في القطاع الأوسط من وادي الديرة

هـ- التقويض السفلي:

عبارة عن تآكل الأجزاء السفلى من الحافات الصخرية نتيجة النحت النهري الجانبي، ومن أمثلتها في منطقة الدراسة: تقويض الحجر الجيري بتكوين ضوي (كريتاسي أعلى)، بارتفاع ٦٠ سم، وعمق ١٠٠ سم، وباستمرار عملية النحت تتعرض بعض أجزاء السقف للتساقط (صورة رقم ٧٠). وتقويض الحجر الجيري بتكوين خبوبة (إيوسين أوسط)، بارتفاع ٢ متر، وعمق ٣٠ سم (صورة رقم ٧١).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨م)

(صورة رقم ٧٠) التقويض السفلي في القطاع الأدنى من وادي أبو الخطوط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٧١) التقويض السفلي في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية

٢- ظاهرات النحت البحري:

يمتد خط الساحل في منطقة الدراسة لمسافة ٥ كم من عيون حمام فرعون جنوبًا، حتى الحدود الشمالية للمروحة الفيضية الرئيسة شمالًا. وتأثر في نشأته بحركات الرفع، وإزاحات الصدوع التي تعرضت لها كتلة حمام فرعون خلال تطورها الجيولوجي. ويمتاز بعدد من الظاهرات الجيومورفولوجية؛ نتيجة تأثير الأمواج، وحركتي المد والجزر. وهي كما يلي:

أ- الجروف والأرصفة البحرية:

■ الجروف البحرية:

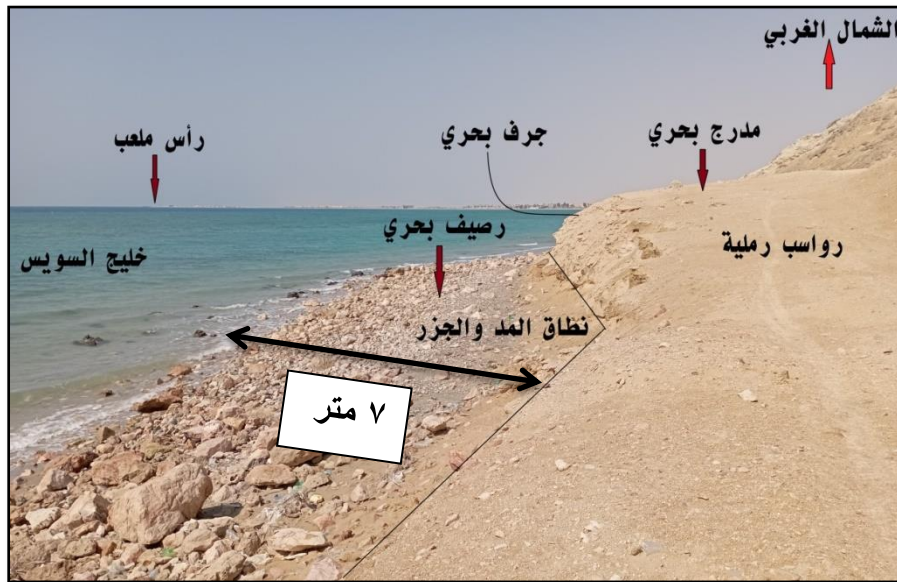
تظهر على هيئة حافات شديدة الانحدار، تتشكل بسبب التباين الليثولوجي للصخور؛ حيث تقاوم الصخور الصلبة فعل التعرية، بينما تتعرض اللينة للتآكل (أبو العينين، ١٩٦٦). وتوجد في جنوب عيون حمام فرعون بمنطقة الدراسة على هيئة جروف مستقرة لا تتأثر بعمليات النحت البحري، وتقويض أسافلها (غلاب، ٢٠٠٦).

ويوجد الجرف البحري داخل حدود المنطقة بمتوسط ارتفاع ٢ متر، وبطول ٥٠٠ متر، ويتقدم مصطبة بحرية تغطيها الرواسب الرملية الناعمة، الناتجة عن النحت النهري للروافد المائية النابعة من كتلة حمام فرعون الجيرية. وتتألف صخور الجرف أساسًا من الحجر الجيري الطباشيري التابع لتكوين سدر (كريتاسي - باليوسين).

■ الأرصفة البحرية:

ترتبط الأرصفة البحرية بالجروف، وهي عبارة عن أسطح تتموضع بين الجرف وخط الساحل؛ بسبب نحت الأمواج التي أحدثت تراجعًا خلفيًا للجرف، مع حركات المد والجزر التي

أثرت في ظهور الرصيف (Blanco-Chao et al., 2007). ويمتد الرصيف البحري في منطقة الدراسة بطول ٨٦ متر، وبأقصى عرض ٧ متر، ومتوسط انحدار الجزء المكتشف ٩°، والجزء المغمور ١٦° (النجار، ٢٠٠٣) (صورة رقم ٧٢). ويتألف الرصيف من صخور مختلفة الأحجام والأشكال متأثرة بعمليات التجوية الكيميائية؛ مما أدى إلى تميزها بالألوان القاتمة، وتشكيل الحُفر الدقيقة بها، الناتجة عن نشاط عملية الإذابة (صورة رقم ٧٣).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٧٢) الجروف والأرصفة البحرية في منطقة عيون حمام فرعون



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٧٣) التجوية الكيميائية بصخور الرصيف البحري

ب- الرؤوس والخلجان البحرية:

تتشأ الرؤوس والخلجان البحرية نتيجة تضافر عوامل البنية مع النحت البحري؛ من خلال تواجد بعض التراكيب الجيولوجية الخطية المؤثرة في تحديد اتجاه خط الساحل وتموجاته، فضلاً عن ضحالة الشواطئ (تراب، ٢٠١١). ويتأثير الصدوع على خط الساحل، وضحالة الشواطئ في المنطقة؛ تشكل خليج حمام فرعون على هيئة قوس يمتد لمسافة ٣ كم من الجنوب إلى الشمال ثم الشمال الغربي ثم الغرب، وتشكلت رأس ملعب في أقصى غرب الخليج (شكل رقم ٦٩).



المصدر: الخرائط الجيولوجية، الصورة الجوية (ESRI)، الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(شكل رقم ٦٩) الرؤوس والخلجان البحرية في منطقة الدراسة

ج- البحيرات الساحلية:

يُطلق عليها مصطلح لاجون Lagoon، وهي عبارة عن مسطحات مائية موازية لخط الساحل، وتتفصل عن المسطح المائي الأكبر بواسطة حاجز رسوبي تشكّل بالعمليات البحرية، وتتصل به عن طريق مدخل أو أكثر، ونادراً ما تتجاوز أعماقها بضعة أمتار، وتشكلت نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر خلال عصر الهولوسين،

وتتمثل أهميتها الاقتصادية في كونها بيئة مثالية لتربية الأحياء المائية (Kjerfve,1994). وتستمد مياهها من البحر عن طريق طغيان مياهه سطحيًا أو بالتسرب باطنياً (تراب، ٢٠١١)، وأيضًا يساعد التقاء الأمواج مع خط الساحل بزوايا مائلة على تشكيلها (النجار، ٢٠٠٣).

ويوجد في منطقة الدراسة بحيرتان تتوزعان في نطاق الرواسب البحرية، وتتراوح قيم انحدارات جوانبهما بين ٩-١٥ ° (النجار، ٢٠٠٣)، وتمتد بأشكال طولية ونجمية بمحاذاة خط ساحل خليج حمام فرعون، ويفصلهما عن مياه الخليج حاجز رملي (صورة رقم ٧٤).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٧٤) إحدى البحيرات الساحلية

٣- ظاهرات النحت الريحي:

يُعد عنصر الرياح أحد العوامل المناخية المساهمة في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بنشاط عمليات النحت والإرساب الريحي، وبالرغم من أن منطقة الدراسة متأثرة بنشاط العوامل والعمليات التكتونية والنهرية والبحرية بشكل كبير، إلا أنها تأثرت أيضًا بعامل الرياح.

ومن الظاهرات التي لوحظت ميدانيًا نتيجة النحت الريحي ظاهرة عيش الغراب **Mushroom**، التي تنشأ في الطبقات الأفقية، وهي عبارة عن كتلة صخرية ترتكز على عمود صخري ذو قطر محدود بالنسبة للكتلة الصخرية؛ بسبب نشاط

عملية البري في الأجزاء القريبة لمستوى الرياح، بينما تظل الأجزاء العليا بعيدة عن أثرها (تراب، ٢٠١١). وأمكن رصدها في القطاع الأعلى من وادي وسيط بصخور الحجر الرملي (تكوين رديس الميوسيني)، بارتفاع ٧,٦ متر، ويُلاحظ نشاط البري بقطاعها الأدنى والأوسط (صورة رقم ٧٥). وتُعد هذه الظاهرة مثال رائع لعملية التجوية المتغيرة.

ولهذه الظاهرة السبب في تسمية وادي الديرة بهذا الاسم؛ حيث يُطلق سكان المنطقة على القطاع الممتد من الحد الشرقي للمنطقة حتى الحافة الشرقية لكتلة حمام فرعون غربًا بلفظ (الديرة)، وما بعد ذلك جهة الغرب فهو (وسيط)، وبناءً على ذلك تقع ظاهرة عيش الغراب في منطقة الديرة، وجاء لفظ الديرة من لفظ (دِرة)، الذي يُطلق على ظاهرة عيش الغراب، وفيما بعد أُطلق على المكان، وتداوله وتطوره أُطلق على الوادي كاملاً بلفظ (الديرة).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥)

(صورة رقم ٧٥) عيش الغراب في القطاع الأعلى من وادي وسيط

رابعاً: ظاهرات الإرساب

تتعدد ظاهرات الإرساب في منطقة الدراسة، هي: ظاهرات الإرساب المائي النهري والبحري، والريحي، ورواسب بيدمونت المنحدرات المتمثلة في مخاريط الهشيم. ويتضح ذلك فيما يلي:

١ - ظاهرات الإرساب النهري:

أ - المدرجات النهرية:

عبارة عن مصاطب نهرية تمتد على طول جوانب الأودية؛ بسبب العوامل التكتونية والمناخية (Delcaillau et al., 2014). وتشكلت مصاطب نهرية في منطقة الدراسة؛ نتيجة تتابع الفترات (المطيرة والجافة)، وعلاقتها بمستوى سطح البحر في العروض الوسطى (منطقة الدراسة). وفي المقابل تتابعت فترات جليدية، وأخرى دفيئة في العروض المعتدلة. وحدث ما يلي:

- تزامنت فترات التجمد في العروض المعتدلة مع فترات المطر في العروض الوسطى، التي تؤثر في نشاط عملية النحت الرأسي للأودية وتعميقها؛ مما أدى إلى ظهور المصاطب على جوانبها.
- ذاب الجليد بحلول الفترات الدفيئة في العروض المعتدلة؛ مما ساعد على ارتفاع منسوب سطح البحر، الذي قلّل من عمليات النحت، ونشطت عمليات الإرساب على جوانب الأودية في العروض الوسطى؛ وبالتالي تشكلت المدرجات النهرية بتتابع عمليات النحت والإرساب النهري (أبو العينين، ١٩٦٦).

وتبين من خلال الدراسة الميدانية وجود عدة مصاطب نهرية على جوانب الأودية يتراوح ارتفاعها بين (٤,٠ - ٦ متر)، وقُسمت إلى الفئات التالية:

■ الفئة الأولى (≥ 2 متر):

- مصطبة في القطاع الأدنى من وادي الحويش، يتراوح ارتفاعها ما بين ٤٠ - ٩٠ سم، وتُعد أقل المصاطب ارتفاعاً في منطقة الدراسة، وتتألف من الرواسب الناعمة والحصوية، وتبدو على هيئة قطاع رسوبي واحد.
- مصطبة بارتفاع ١,٦ م في الجانب الجنوبي من وادي وسيط بقطاعه الأوسط، يظهر بها التتابع الرسوبي ما بين رواسب ناعمة وأخرى حصوية، وتتأثر وحدتها السفلية الناعمة بتقويض السيول (صورة رقم ٧٦).

■ الفئة الثانية (≥ 4 متر):

- مصطبة على جانبي وادي وسيط بارتفاع ٣ متر في قطاعه الأوسط، يظهر بها أثر التجوية الميكانيكية في رواسبها على طول الفواصل.

- مصطبة بارتفاع ٣,٦ متر في القطاع الأدنى من وادي وسيط (شرق مدخل خانق وسيط)، يتضح بها أثر النحت المائي في الوحدات الرسوبية الناعمة السفلية والوسطى.

- مصطبة على جانبي القطاع الأدنى من وادي الجويش بارتفاع ٣,٩ متر، ويعد هذا القطاع متماثل الجوانب؛ لتشابه الظروف الجيولوجية والمناخية في كلا الجانبين (صورة رقم ٧٧).

الفئة الثالثة (≥ ٦ متر):

تُعد من أقدم المصاطب النهرية في منطقة الدراسة، منها مصطبة في الجانب الشمالي من القطاع الأعلى بوادي وسيط (أقصى غرب خانق القطاع الأدنى من وادي الديرة)، بارتفاع ٦ متر، وتوجد مصطبة أسفلها (أحدث منها) بارتفاع ١٢٠ سم، وعرض ٦,٦ متر. وتُشكل هاتان المصطبتان مدرج رسوبي يغلب عليه المكونات الحصوية مختلفة الأحجام، والتي يتراوح قطرها بين (٢م - ٤ سم). بالإضافة إلى بعض الكتل الصخرية الجيرية التابعة لتكوين سمالوط (إيوسين أوسط)، التي تم ترسيبها بسبب عدم قدرة الوادي على حملها إلى مناطق أبعد (صورة رقم ٧٨).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥م)

(صورة رقم ٧٦) المصاطب النهرية بالفئة الأولى



المصدر: الدراسة الميدانية (١٥، ٢٠٢٢/٢/١٧ م)
(صورة رقم ٧٧) المصاطب النهرية بالفئة الثانية



المصدر: الدراسة الميدانية (١٥، ٢٠٢٢/٢/١٥ م)
(صورة رقم ٧٨) المصاطب النهرية بالفئة الثالثة

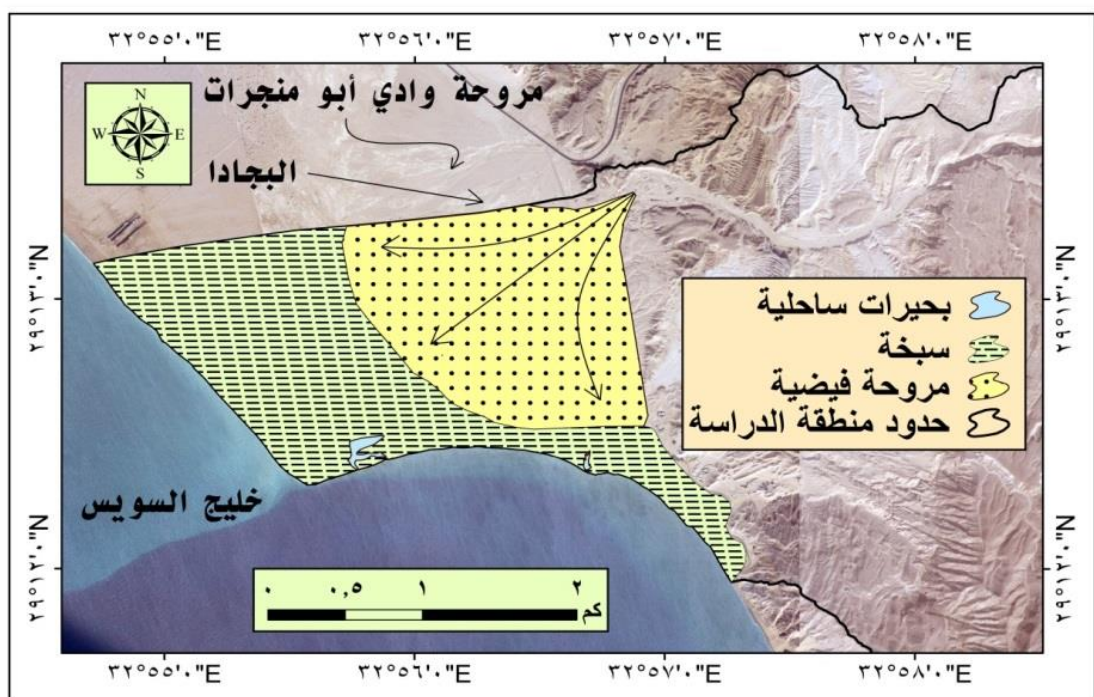
ب- المراوح الفيضية:

عبارة عن شكل شبه مخروطي يتكون عندما تُثقل المواد بالمياه من خلال الأودية الخانقية إلى المنخفضات، ويؤثر في ذلك العوامل المناخية والهيدرولوجية والتكتونية والليثولوجية، وسيادة عملية الترسيب (Williams et al., 2006). وترسم المروحة نصف دائرة تحيط بالمجرى الخانقي الجبلي؛ حيث تقل قدرة الجريان السيلي على الحمل فتتساقط حمولته على سطوح قواعد المرتفعات (تراب، ٢٠١١).

وعادة تترسب المواد الخشنة (الحصى - الصخور) في قمة المروحة، ثم الرمل في المنتصف، وأخيرًا الطمي والطين في القاعدة. ويمتاز توزيع الرواسب بعدم التجانس؛ بسبب تغيرات تيارات نقل الرواسب بمرور الوقت (Zhu et al., 2017). وأوضح ثورنبري بأن عندما تصل المراوح الفيضية إلى مرحلة النضج يكبر حجمها، وتلتحم مع بعضها مكونة نطاق البجادا (أبو العينين، ١٩٦٦). وتتبين الخصائص الجيومورفولوجية للمروحة الرئيسة لمنطقة الدراسة فيما يلي:

الخصائص المورفومترية:

تبلغ مساحتها ٢,٣ كم^٢، وهي بذلك من المراوح كبيرة المساحة (يوسف، ٢٠١٣)، ويبلغ أقصى طول لها ١,٩ كم، وأقصى عرض ٢,٣ كم، وتتحدر بانحدار طفيف جدًا يبلغ ٠,٦°، ويقترب شكلها من المثلث (معامل شكل ٠,٦٦). وتبلغ نسبة مساحة المروحة إلى مساحة حوض التصريف ١,٨٪، وهي نسبة ضئيلة لا تتناسب مع مساحة الحوض؛ وقد يرجع ذلك إلى القاء رواسب الوادي في نطاق الطية المقعرة التي تقع شرق كتلة حمام فرعون، واتساع عرض الوادي واتسامه بمرحلة الشيخوخة، وعدم قدرته على حمل الرواسب إلى نطاقات أبعد (شكل رقم ٧٠)، (جدول رقم ١٩).



المصدر: الخرائط الجيولوجية، الصورة الجوية (ESRI)، المرئية الفضائية Landsat 8، الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(شكل رقم ٧٠) المظاهر الجيومورفولوجية في النطاق الغربي من منطقة الدراسة

(جدول رقم ١٩) الخصائص المورفومترية للمروحة الفيضية الرئيسية

| | | | |
|-------|------------------------------------|-----|----------------------------|
| ١.٥ | متوسط العرض (كم) | ٢.٤ | المساحة (كم ²) |
| ٠.٦ | درجة الانحدار | ١.٩ | أقصى طول (كم) |
| ٠.٦٦ | معامل الشكل | ٢.٣ | أقصى عرض (كم) |
| ١٢٨.٠ | مساحة حوض التصريف | ١.٣ | متوسط الطول (كم) |
| ١.٨ | نسبة مساحة المروحة إلى حوض التصريف | | |

المصدر: جدول بيانات (شكل رقم ٧٠)، نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM)

الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالمروحة الفيضية:

□ المجاري المائية:

تجري على سطح المروحة بداية من عنقها الشرقي حتى أطراف قاعدتها الغربية المقوسة، وتنقسم إلى: مجاري رئيسة ضحلة، أهمها المجرى الرئيس ذو الرتبة السادسة، الممتد لمسافة ١ كم من قمة المروحة إلى قاعدتها، ويصل اتساعه إلى ٦٠ متر، وتوجد بجوانبه مصطبة بارتفاع ١,٦ متر، يتألف قطاعها الرأسي من طبقة مواد خشنة حصوية مختلطة بالرواسب الطينية والرملية الناعمة، ويتخللها طبقة رملية بسمك ٤٠ سم (صورة رقم ٧٩). ومجاري مضمرة متشعبة، تنتشر في النطاق الأوسط من المروحة.

□ أسطح الرواسب:

تنقسم إلى: أسطح حصوية خشنة قديمة تبقى بعيدة عن تأثير الجريان السيلي، وتنتشر في الأجزاء البعيدة عن المجاري المائية الرئيسة في المروحة. وأسطح ناعمة حديثة نشطة تتألف من الرواسب الدقيقة الأقل حجمًا من الأسطح القديمة، وينتشر بها الظواهر المرتبطة بالمروحة مثل الحواجز الإرسابية والمجاري الرئيسة (يوسف، ٢٠١٣)، (صورة رقم ٨٠).

□ النباك:

تُعد ظاهرة النباك من أهم أشكال الإرساب الهوائي المنتشرة فوق سطح المروحة الفيضية الرئيسة في منطقة الدراسة، والتي تشكلت في فترات الجفاف.



المصدر: الدراسة الميدانية (١٩ / ٢٠٢٢/٢م)

(صورة رقم ٧٩) المجرى الرئيس بالمروحة الفيضية



المصدر: الدراسة الميدانية (١٩ / ٢٠٢٢/٢م)

(صورة رقم ٨٠) أسطح الرواسب في المروحة الفيضية الرئيسة

❏ خصائص الرواسب:

تتألف الرواسب السطحية للمروحة الفيضية من الجلاميد والحصى والرمال والطين، وتنتمي إلى الصخور الرسوبية الموجودة في المنطقة، التي تم نقلها إلى نطاق المروحة من المنبع إلى المصب. وتتألف منطقة قيعان المجاري في رأس المروحة من الرواسب الخشنة المختلطة بالجلاميد الصخرية والصوان، وتتمثل فيها بقايا المصاطب النهرية الدالة على عمليات النحت الرأسي والتعميق (صورة رقم ٧٩). وتقل خشونة هذه الرواسب في القطاع الأوسط من سطح المروحة؛ حيث تسود الرواسب الرملية الخشنة والمتوسطة، المختلطة مع الحصى. وتتألف رواسب القطاع الأدنى للمروحة من الفرشات الرملية المختلطة بالطين، ويُعد ذلك النطاق بداية تكوين السبخة الساحلية؛ بسبب ارتفاع مستوى المياه الجوفية فيه، وانخفاض مستوى السطح حوله (حسن، ٢٠٠٧).

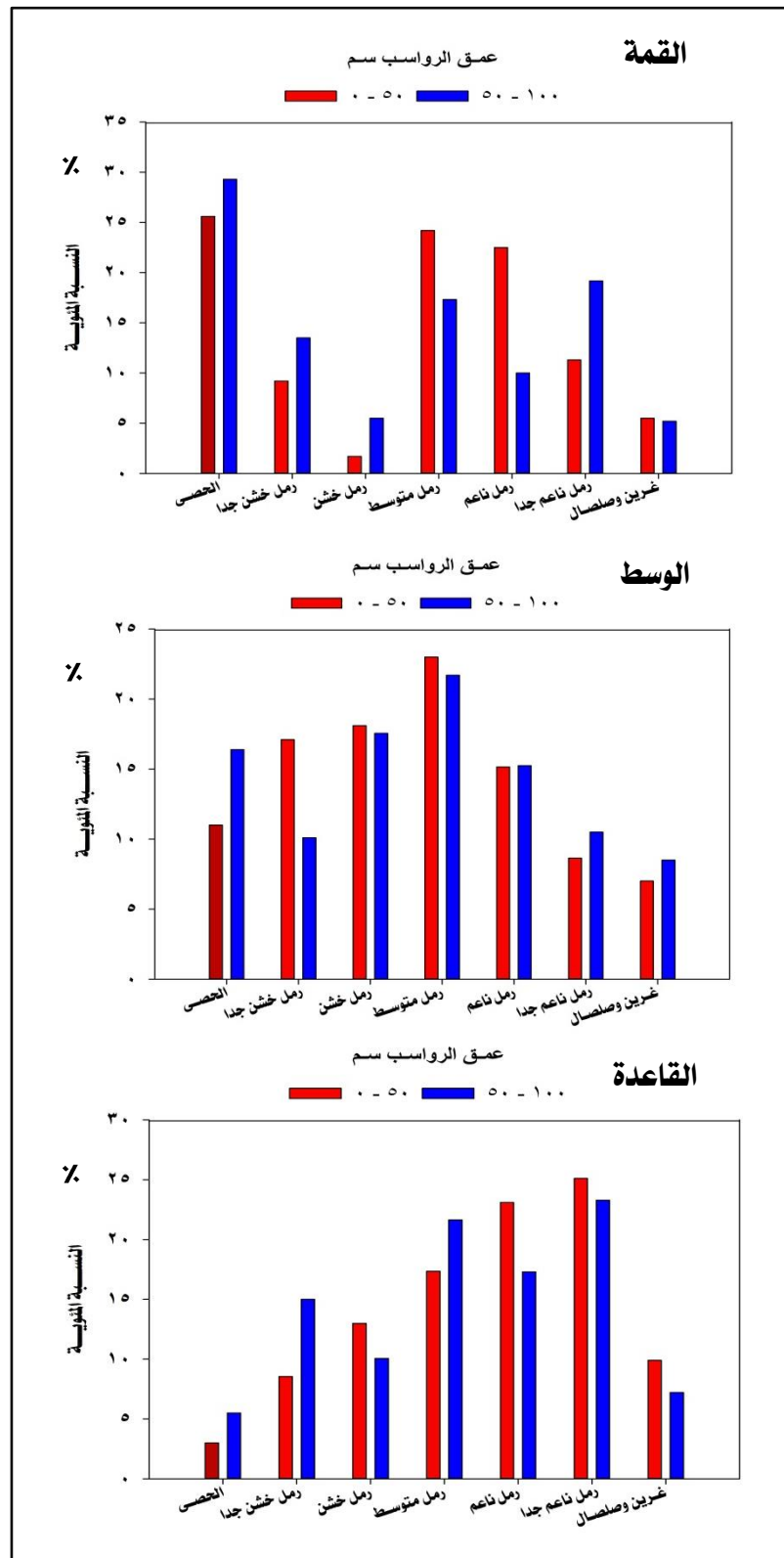
❑ الخصائص الميكانيكية:

توجد أعلى نسب للرواسب الحصوية في قمة المروحة بمقدار ٢٥,٦٪ (عمق صفر - ٥٠ سم)، و ٢٩,٣٪ (عمق ٥٠-١٠٠ سم) من إجمالي نسبة الرواسب، بينما أقل نسبة في قاعدة المروحة بمقدار ٣٪ (عمق صفر - ٥٠ سم)، و ٥,٥٪ (عمق ٥٠-١٠٠ سم). ويعود ذلك إلى تركيز الرواسب الثقيلة الخشنة في قمة المروحة؛ لعدم قدرة عوامل التعرية على نقلها إلى نطاق أبعد، ودليل ذلك ارتفاع نسبة الرواسب الناعمة جدًا في قاعدة المروحة بمقدار ٢٥,١١٪ (عمق صفر - ٥٠ سم)، و ٢٣,٢٩٪ (عمق ٥٠-١٠٠ سم). وتُعد نسبة الرواسب الطينية في قاعدة المروحة أعلى النسب بمقدار ٩,٩٪ (عمق صفر - ٥٠ سم)، و ٧,٢٪ (عمق ٥٠-١٠٠ سم). وتزداد نسبة الرواسب الناعمة بالاتجاه ناحية القاعدة، بينما تزداد نسب الرواسب الحصوية الخشنة بالاتجاه ناحية القمة (جدول رقم ٢٠)، (شكل رقم ٧١).

(جدول رقم ٢٠) الخصائص الميكانيكية لرواسب المروحة الفيضية الرئيسية (%)

| موقع العينة | عمق الرواسب (سنتيمتر) | الحصى | رمل خشن جدا | رمل خشن | رمل متوسط | رمل ناعم | رمل ناعم جدا | غيرين وصلصال |
|-------------|-----------------------|-------|-------------|---------|-----------|----------|--------------|--------------|
| القمة | 50 - 0 | ٢٥.٦ | ٩.٢ | ١.٧ | ٢٤.٢ | ٢٢.٥ | ١١.٣ | ٥.٥ |
| | 100 - 50 | ٢٩.٣ | ١٣.٥ | ٥.٥ | ١٧.٣ | ١٠.٠ | ١٩.٢ | ٥.٢ |
| الوسط | 50 - 0 | ١١.٠ | ١٧.١ | ١٨.١ | ٢٣.٠ | ١٥.٢ | ٨.٦ | ٧.٠ |
| | 100 - 50 | ١٦.٤ | ١٠.١ | ١٧.٦ | ٢١.٧ | ١٥.٣ | ١٠.٥ | ٨.٥ |
| القاعدة | 50 - 0 | ٣.٠ | ٨.٥ | ١٣.٠ | ١٧.٤ | ٢٣.١ | ٢٥.١ | ٩.٩ |
| | 100 - 50 | ٥.٥ | ١٥.٠ | ١٠.١ | ٢١.٧ | ١٧.٣ | ٢٣.٣ | ٧.٢ |
| المتوسط | | ١٥.١ | ١٢.٢ | ١١.٠ | ٢٠.٩ | ١٧.٢ | ١٦.٣ | ٧.٢ |

المصدر: (حسن، ٢٠٠٧، ص ١٥٧)



المصدر: (جدول رقم ٢٠)

(شكل رقم ٧١) نسب حجم الرواسب في المروحة الفيضية الرئيسية

□ الخصائص الكيميائية:

يشير رمز PH إلى رقم الحموضة أو القلوية لمحتوى التربة المشبع بالمياه، وتُعد القيمة الأقل من ٧ حامضية، والأكثر من ٧ قاعدية، والتي تساوي ٧ متعادلة. ويعبر رقم التوصيل الكهربائي عن درجة الملوحة بالتربة، فإذا قلت النسبة عن (٤ ملليموز/سم / ٢٥ م°) تُعد تربة غير ملحية، وإذا تراوحت ما بين (٤-٨ ملليموز/سم / ٢٥ م°) تكون متوسطة الملوحة، وإذا ازدادت عن (١٢ ملليموز/سم / ٢٥ م°) تكون شديدة الملوحة (حسن، ٢٠٠٧).

ويتبين من خلال (جدول رقم ٢١) أن رواسب المروحة الفيضية تميل إلى القاعدية، وتزداد قاعدتها في قمته عن وسطها، وتتدرج رواسب القمة بعمق (صفر-٥٠ سم) تحت التصنيف غير الملحي، بينما رواسب عمق (٥٠-١٠٠ سم) تحت التصنيف متوسط الملوحة. بينما تُعد رواسب وسط المروحة شديدة الملوحة؛ وبالتالي تزداد نسبة ملوحة الرواسب بالاقتراب من القاعدة بسبب تأثير مياه الخليج.

وتراوحت نسبة كربونات الكالسيوم ما بين (٤٦,١ - ٦٣,٨ ملليمكافئ/ لتر)، وتصل إلى أعلى نسبة في وسط المروحة بعمق (٥٠-١٠٠). ويتواجد الجبس بمقدار (٤ ملليمكافئ/ لتر) بعمق (٥٠-١٠٠) في قمة المروحة، ولا توجد له أي نسب تُذكر في بقية أجزاء المروحة.

▣ التطور الجيومورفولوجي:

أثرت العوامل التكتونية التي تعرضت لها كتلة حمام فرعون في توجيه خطوط التصريف، وتحديد امتداد جناحي المروحة. وأثرت العوامل الدينامية الهيدرولوجية خلال البلايستوسين في تقطيع الصخور، وشق شبكات التصريف في المنطقة. ومرت المروحة الفيضية الرئيسة بخمس فترات ترسيبية، يتواجد أقدمها عمرًا في نطاق قاعدتها وأحدثها في قمته؛ بسبب وجود مجاري النحت الدينامية. وتمر المروحة بمرحلة الشباب؛ بسبب عدم وصولها إلى البحر، ولا يرتبط بها تكوين شعاب مرجانية (حسن، ٢٠٠٧).

(جدول رقم ٢١) الخصائص الكيميائية لرواسب المروحة الفيضية الرئيسية

| الخصائص الكيميائية ملليمكافئ/ لتر | | | | | | | | | التوصيل الكهربائي ملليموز/ سم | PH | عمق الرواسب (سنتيمتر) | موقع العينة |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|--------|------------|----------|--------|---------|---------|-------------------------------|-----|-----------------------|-------------|
| الجبس | كربونات الكالسيوم | الكبريتات | الكلور | البكربونات | بوتاسيوم | صوديوم | مغنسيوم | كالسيوم | | | | |
| ٠.٠٠ | ٤٦.١٠ | ٠.١٠ | ٠.٥٠ | ٠.٠١ | ٠.١٠ | ٠.١٣ | ٠.٦٣ | ٠.٧٧ | ٢.١ | ٧.٤ | 50 - 0 | القمة |
| ٤.٠٠ | ٥٤.٤٠ | ٠.٣٠ | ٠.٣٠ | ٠.٠٢ | ٠.٠٢ | ٠.١٥ | ٠.١٩ | ٠.٧٦ | ٤.٢ | ٧.٣ | 100 - 50 | |
| ٠.٠٠ | ٥٥.٨٠ | ٢.٦٠ | ٦.٤٠ | ٠.١٠ | ٠.٠٣ | ٢.٩٣ | ١.٥٩ | ١.٩٨ | ٢٨.٣ | ٧.٢ | 50 - 0 | الوسط |
| ٠.٠٠ | ٦٣.٢٠ | ١.٤٠ | ١.٢٠ | ٠.١٠ | ٠.٠١ | ١.١١ | ٠.٣٥ | ١.٠٨ | ١٣.٢ | ٧.٢ | 100 - 50 | |

المصدر: النجار، ٢٠٠٣، ص ١٧٢

٢- ظاهرات الإرساب البحري:

أ- السبخات:

عبارة عن أسطح منخفضة مستوية، تعرضت لمعدلات عالية من التبخر، تاركة قشرة ملحية صلبة، ويُعد المد والجزر من أكبر العمليات المؤثرة في تشكيلها. ومن أهم المعادن التي تتألف منها: الأرجوانايت، والكالسيت، والجبس، والدولومايت (المهيدب، ٢٠٠٣). وتشكلت بفعل الإرساب البحري على اليابس المجاور أثناء فترات ارتفاع مستوى سطح البحر، الذي أعقبها عملية التبخر في العصور الجيولوجية الحديثة بالزمن الرابع (Mohamedzein, AlRawas, 2011). وتبين من خلال تحليل الخرائط الجيولوجية، والصور الجوية، والمرئيات الفضائية، والدراسة الميدانية، ما يأتي:

تكونت سبخة منطقة الدراسة في عصر الهولوسين، وتمتد في نطاق كبير من السهل الساحلي بمساحة ٢,٧ كم^٢، وبها بحيرات ساحلية ذات مستوى مائي شبه دائم طوال العام؛ بسبب وقوعها تحت مستوى سطح البحر.

للقنوات المد الساحلية دور كبير في تشكيلها أثناء فترات المد وارتفاع مستوى سطح البحر. توجد قشرة ملحية رقيقة في معظم نطاقاتها تدل على حدوث عملية التبخر أثناء فترات الجفاف (صورة بانورامية رقم ٨١).

ينتشر فوق سطحها ظاهرة النباك، المتمثلة في نباتات جذبت الرواسب الرملية أثناء فترات الجفاف (صورة بانورامية رقم ٨٢).

يبلغ ارتفاع جوانبها ٢ متر، وارتفاع قاعها ١,٥ متر، ودرجة انحدار جوانبها ٢°، وتصل نسبة الطين والغرين بها إلى ٤٠٪، وكربونات الكالسيوم ٥٠٪، وباقي النسبة متمثلة في تكوينات ملحية أخرى. ويتألف قطاعها السطحي من الرواسب الرملية الناعمة والجبس، بمتوسط سُمْك ٢٥ سم (النجار، ٢٠٠٣).



المصدر: الدراسة الميدانية (١٩ / ٢٠٢٢/٢)

(صورة بانورامية رقم ٨١) القشرة الملحية الرقيقة بسطح السبخة الساحلية



المصدر: الدراسة الميدانية (١٩ / ٢٠٢٢/٢ م)

(صورة بانورامية رقم ٨٢) ظاهرة النباك بسطح السبخة الساحلية

ب- الشواطئ:

تبين من خلال الدراسة الميدانية وجود نمطين من الشواطئ، الناتجة عن نحت وإرساب المواد من الكتل الصخرية القريبة من الساحل، هما:

الشواطئ الرملية:

تتمثل في المناطق السهلية المحصورة بين أعلى مد وأدنى جزر، وتتألف من الإرسابات الرملية الدقيقة التي لا يتعدى حجم حبيباتها عن ١ مم (تراب، ٢٠١١). وتمتد في منطقة الدراسة على طول خط الساحل على هيئة حواجز رملية فاصلة بين البحيرات الساحلية وسطح البحر، وبمحاذاة خط ساحل خليج حمام فرعون.

الشواطئ الحصوية:

تتوقف حركة عملية الإرساب الحصوي على قوة واتجاه الأمواج، كما تسهم تيارات المد والجزر في تحريك الحصى وإرسابه على الشاطئ (تراب، ٢٠١١). وتشكلت في منطقة الدراسة نتيجة نحت الوحدات السفلية لجروف كتلة حمام فرعون الجيرية، وإرساب المواد الناتجة في المناطق القريبة منها؛ مكونة شواطئ حصوية بمتوسط اتساع ١٠ متر (صورة رقم ٨٣).



المصدر: الدراسة الميدانية (١٩ / ٢٠٢٢/٢ م)

(صورة رقم ٨٣) أشكال الشواطئ في منطقة الدراسة

٣- ظاهرات الإرساب الريحي:

اتضح من خلال الدراسة الميدانية أن منطقة الدراسة لا يوجد بها ظاهرات ناتجة عن الإرساب الريحي سوى ظاهرة النباك، التي تتشكل بسبب اعتراض العقبات النباتية لطريق الرياح المحملة بالرمال، فتتراكم الرمال حولها (حجاب، ٢٠٠٦). وتتمثل خصائصها في منطقة الدراسة فيما يلي:

■ تتوزع في نطاق منطقة بئر وسيط (شمال شرق كتلة حمام فرعون الجيرية)، وعلى أسطح كلٍ من: المروحة الفيضية الرئيسية، والسبخات الساحلية.

■ يبلغ متوسط أطوالها ٥,٦ متر، ومتوسط عرضها ٣,٣ متر، ومتوسط ارتفاع الكثيب الرملي من القاعدة إلى القمة ١,٦ متر، ومتوسط ارتفاع النبات كاملاً ٢,٤ متر، وتتحدر جوانبها بانحدار شديد بمتوسط ٢٩° (جدول رقم ٢٢).

■ تملأ رواسبها طبقة أملاح رقيقة شبه متماسكة؛ بسبب وقوعها في نطاق تجمع المياه في بئر وسيط، أو بنطاق السبخات الساحلية. وتتبخّر هذه المياه بحلول الجفاف (صورة رقم ٨٤).



المصدر: الدراسة الميدانية (١٧/ ٢٠٢٢/٢م)

(صورة رقم ٨٤) عدد من النباك في منطقة الدراسة

جدول رقم (٢٢) الخصائص المورفومترية لعدد من النباك

| رقم النبكة | الطول (م) | العرض (م) | ارتفاع الكثيب (م) | ارتفاع النبات (م) | متوسط انحدار الجوانب ° |
|---------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------|------------------------|
| ١ | ٣.٧ | ٢.٠ | ١.٣ | ١.٩ | ٣٤.٠ |
| ٢ | ١٢.٤ | ٦.١ | ٢.٧ | ٤.٠ | ٢٧.٠ |
| ٣ | ٢.٢ | ١.٧ | ٠.٩ | ١.٨ | ٣٢.٠ |
| ٤ | ٤.١ | ٣.٣ | ١.٣ | ٢.٠ | ٢٣.٠ |
| المتوسط العام | ٥.٦ | ٣.٣ | ١.٦ | ٢.٤ | ٢٩.٠ |

المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

٤ - هشيم المنحدرات:

تُعد من الظواهر الجيومورفولوجية الناتجة عن ضعف الصخور وتراكمها في الأجزاء الوسطى من المنحدرات، أو عند حضيضها على هيئة مخاريط هشيم (دسوقي، صابر، ٢٠١٩). وتتأثر هذه الظاهرة في بداية تكوينها بالتجوية على طول الفواصل ونطاقات الضعف الجيولوجية في الوحدات العليا من الحافات الصخرية، وبعد ذلك تتحرك على المنحدر ببطء، ثم تتراكم فوق أي قاعدة صخرية فيه (الوسط، أو البيدمونت). ويتساقط الأمطار في فترات لاحقة تتكون مادة لاحمة تتوغل في الفراغات البينية للرواسب المتراكمة، تعمل على التحامها وظهورها على هيئة قُمع مقلوب.

ولوحظ بدراسة الحافات الصخرية ميدانياً ارتباط هذه الظاهرة بأقدامها (البيدمونت)، خاصة بمنحدرات الحافات الجيرية، مع ظهور مستويات ارساب لها بمنحدرات الحافات الرملية؛ بسبب سرعة استجابة الحجر الرملي لعمليات تشكيلها أكثر من الحجر الجيري؛ ولذلك تمتاز مخاريط ارساب الصخور الجيرية بالصلاية مقارنة بنظيرتها الرملية.

خُلاصة الفصل الرابع:

يتبين من خلال دراسة الفصل الحالي أن منطقة الدراسة تكتونية النشأة، وللعوامل التكتونية دور رئيس في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بها، والتي تتمثل في: الحافات الصخرية، والأحواض البنيوية، والأودية الصدعية، والخنادق. وللعوامل والعمليات الخارجية دور في ظهور عدة ظاهرات جيومورفولوجية مرتبطة بالظاهرات البنيوية، تتمثل في: (ظاهرات ناتجة عن التجوية)، هي: الكتل الصخرية، والتفلق الصخري، والتقشر الصخري، والانفراط الحُببي، وحفر الإذابة، والأرصفة الجيرية. و(ظاهرات ناتجة عن عمليات النحت)، هي: الأودية الجافة، والمسيلات الجبلية، والجروف والأرصفة البحرية، والرؤوس والخلجان البحرية، والبحيرات الساحلية، والحفر الوعائية، والتقويض السفلي. و(ظاهرات ناتجة عن عمليات الإرساب)، هي: المصاطب النهرية، والمراوح الفيضية، والسبخات الساحلية، والشواطئ، والنباك، وهشيم المنحدرات.

الفصل الخامس

(الجيومورفولوجيا التطبيقية في وادى وسيط)

تمهيد

أولاً: المقومات الطبيعية المؤثرة في التنمية

ثانياً: مجالات التنمية

خلاصة الفصل الخامس

الفصل الخامس

الجيومورفولوجيا التطبيقية في وادي وسيط

تمهيد:

يُركز هذا الفصل على دراسة المقومات الطبيعية الأساسية المؤثرة في التنمية، والتي يمكن استغلالها، وتحديد مجالات التنمية المرتبطة بها في منطقة الدراسة (شكل رقم ٧٢).

أولاً: المقومات الطبيعية المؤثرة في التنمية

تحتوي منطقة الدراسة على عديد من المقومات الطبيعية المؤثرة في التنمية، هي: الصخور والرواسب السطحية، ومصادر المياه، والغطاء النباتي، والظواهر الجيومورفولوجية.

١- الصخور والرواسب السطحية:

أ- أنواع الصخور:

يوجد في منطقة الدراسة صخور رسوبية تكونت في العصر الكريتاسي الأعلى بالزمن الجيولوجي الثاني، وعصور الباليوسين والإيوسين والميوسين بالزمن الثالث، وعصري البلايستوسين والهولوسين بالزمن الرابع. وبذلك يوجد نوعين أساسيين من الصخور، هما: صخور الحجر الرملي، والحجر الجيري. بالإضافة إلى الرواسب السطحية (جدول رقم ٢٣).

(جدول رقم ٢٣) مساحات أنواع الصخور ونسبها في منطقة الدراسة

| نوعية الصخر | الزمن الجيولوجي | العصر الجيولوجي | المساحة (كم ^٢) | النسبة % |
|-----------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------|
| الحجر الجيري | الثاني | كريتاسي أعلى - إيوسين أعلى | ٧٥.٥ | ٥٨.٨ |
| الحجر الرملي | الثالث | ميوسين أسفل | ٣٨.٤ | ٣٠.٢ |
| الرواسب السطحية | الرابع | بلايستوسين - هولوسين | ١٤.١ | ١١.٠ |
| منطقة الدراسة | | | ١٢٨ | ١٠٠ |

المصدر: قاعدة بيانات (شكل رقم ٦)

وتستحوذ صخور الحجر الجيري على أعلى مساحة في منطقة الدراسة بمقدار ٧٥,٥ كم^٢، بنسبة ٥٨,٩٪، يليها صخور الحجر الرملي بمقدار ٣٨,٧ كم^٢، بنسبة ٣٠,٢٪، ثم الرواسب السطحية بمقدار ١٤,١ كم^٢، بنسبة ١١٪.

وتوجد صخور الحجر الجيري في أقصى شرق منطقة الدراسة حتى القطاع الأدنى من وادي الديرة، وفي القطاع الأعلى من وادي وسيط، والقطاع الأوسط من أودية لغب أم نجعة والجوشية، وفي كتلة حمام فرعون غرب منطقة الدراسة.

وتتركز صخور الحجر الرملي في القطاع الأوسط من منطقة الدراسة، وفي نطاق غُناق المروحة الفيضية الرئيسية. بينما تنتشر الرواسب السطحية في قيعان الأودية، مثل: وادي وسيط (رواسب وديانية)، ووادي أم بعثران (رواسب الفانجلوميرات). وفي القطاع الأدنى من منطقة الدراسة (رواسب المروحة الفيضية - رواسب السبخات الساحلية).

ب- الخامات المعدنية المرتبطة بالصخور:

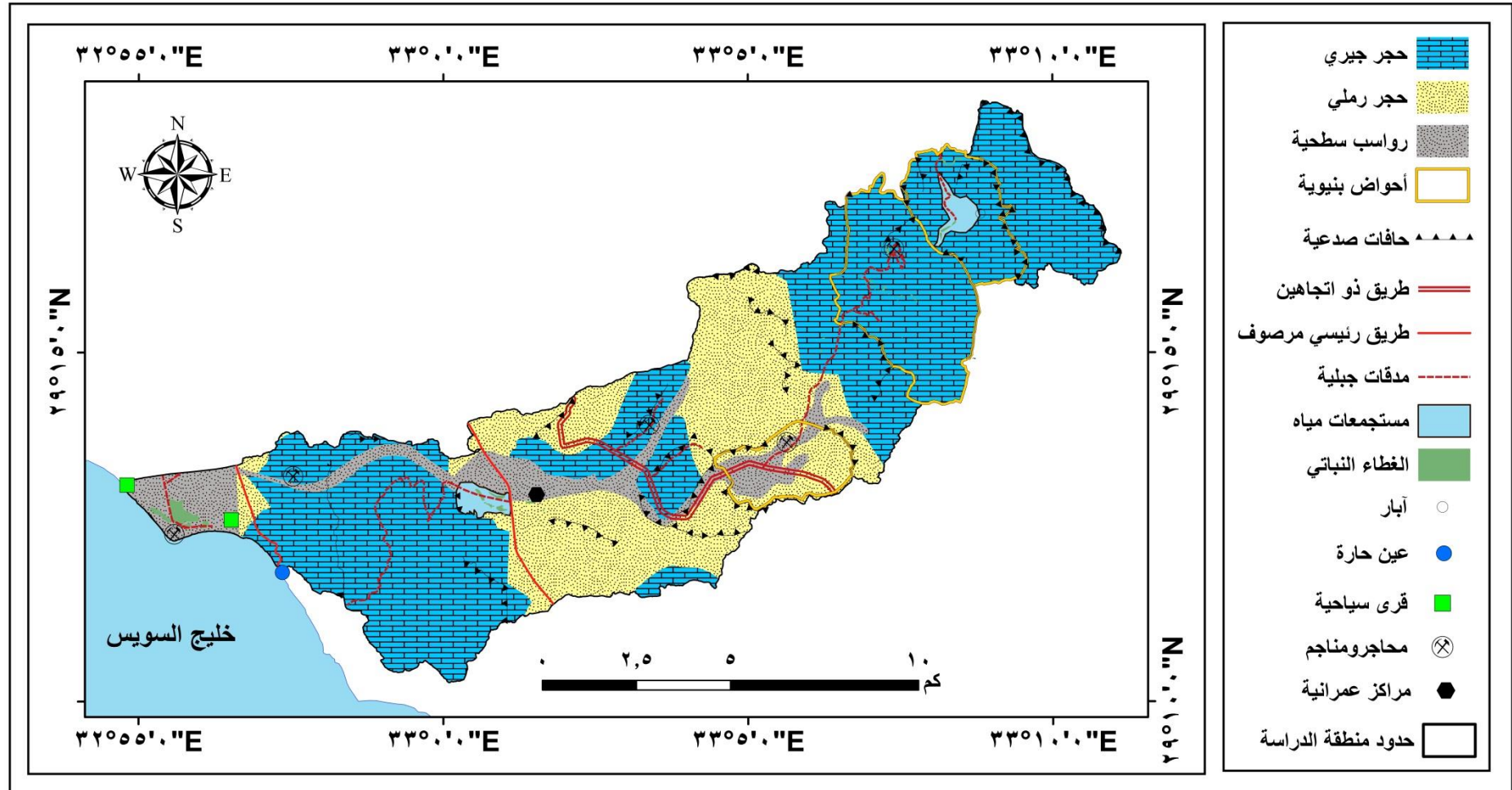
تتكون الخامات المعدنية في الطبيعة نتيجة اتحاد العناصر الكيميائية واختلاطها بمكونات الصخور، وتصطبغ معها بعض الشوائب، منها ما تكون عديمة القيمة الاقتصادية، ومنها ذات قيمة اقتصادية مثل شوائب البريت المستخدمة في تصنيع حمض الكبريتيك (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨). وتم التعرف على الخامات المعدنية في منطقة الدراسة من خلال تحديد أنواع الصخور وخصائصها، التي يحويها كل تكوين جيولوجي (جدول رقم ٢٤)، وهي كما يلي:

▣ الخامات المرتبطة بصخور الحجر الجيري:

□ الحجر الجيري الدولوميتي:

عبارة عن صخر رسوبي يحتوي على أكثر من ٩٠٪ من معدن الدولوميت، ويتشكل بالقرب من ترسبات الصخور الجيرية الأصلية، ولا يمكن الحصول عليه خاليًا من الشوائب في الطبيعة. ويستخدم في مقاومة الحرارة، وصناعة الزجاج والأسمنت، وإنتاج الورق والمطاط والبلاستيك، ويُعد مادة خام مهمة في صناعة الحراريات؛ لأنه يحتوي على كمية كبيرة من أكسيد الماغنسيوم (Jakić et al., 2016). ويوجد بصورة واضحة في رواسب الكربونات المتحولة، التي يمكن أن يُعاد تبلورها لتشكل الرخام الدولوميتي (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨).

وتم ترسيب الحجر الجيري الدولوميتي في منطقة الدراسة خلال عصري الكريتاسي الأعلى (تكوين مطلة)، والإيوسين الأوسط (تكوين سمالوط)، ويتواجد في قطاعات ذات اتجاه شمالي - جنوبي في القطاع الأعلى والأدنى من المنطقة. ويرتبط بالحجر الجيري الدولوميتي الرخام، الناتج عن تعرض معادن الكالسيت والدولوميت إلى عملية التحول الحراري والإقليمي، وإعادة تبلور بللورات المعدن الأصلي وتحولها إلى بللورات أكبر حجمًا. ويمتاز الرخام النقي باللون الأبيض، ويتغير لونه بوجود الشوائب (عطالله، ٢٠٠٩).



□ الحجر الجيري السيليكاتي:

يُعرف بمصطلح (الشيرت Chert)، ويحتوي على نسبة عالية من السيليكا، ويوجد في منطقة الدراسة بين طبقات الحجر الجيري بالكريتاسي الأعلى (تكوين ضوي)، وفي الوحدات العليا من تكوينات الإيوسين الأسفل (تكوين عُجمة)، وراقات رقيقة بالإيوسين الأوسط (تكوين سمالوط)، ويوجد في نطاق امتداد الحجر الجيري الدولوميتي نفسه.

وتتمثل أهميته في صناعة الطوب المستخدم في إنشاء المباني، ويتم الحصول على الطوب من الحجر الجيري السيليكاتي عن طريق خلطه بالماء والرمل بنسب معينة، ثم ضغطه بقوة ضغط محددة؛ لتشكيل شكل الطوب وحجمه، وبعد ذلك يتم تعقيقه لفترة زمنية محددة، بدرجة حرارة وضغط محددين؛ للوصول لدرجة التصلب المناسبة. ويتميز الحجر الجيري السيليكاتي بأنه يوفر عزلاً صوتياً وحرارياً بشكل جيد، ويقاوم الحرائق بسبب السيليكات التي يحويها (Deffo et al., 2017).

□ الحجر الجيري الطباشيري:

عبارة عن حجر جبسي ناعم الملمس، مسامي هش، لونه أبيض، وهو على درجة عالية من النقاء؛ إذ يحتوي على ٩٠٪ من كربونات الكالسيوم التي توجد على هيئة حبيبات دقيقة جدًا من الكالسييت، وتكون متشابكة بشكل منظم، وتتراوح أقطارها من (٠,٢٥ - ٠,١) ميكرون، ولا تُرى إلا بالمجهر الإلكتروني. ويُستخدم الطباشير في صناعة الأسمنت، ومساحيق السنفرة والتلميع، وأصابع الطباشير البيضاء والملونة المستخدمة في الكتابة والرسم، وفي صناعة المخصبات (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨).

ويتواجد الحجر الجيري الطباشيري في منطقة الدراسة بنطاقات تكوين سدر، الذي ترسب بين عصري الكريتاسي الأعلى، والبالويسين. ويوجد في الوحدات الوسطى والسفلية ببعض الحافات الصاعدة في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، مثل: حافة كرير، والهيالة. بالإضافة إلى وجوده في الوحدات الوسطى بنطاقات تكوين عُجمة (الإيوسين الأسفل)، الذي يمتد موازيًا لنطاق امتداد طباشير سدر، باتجاه (شمالي - جنوبي).

□ الحجر الجيري المارلي:

يحتوي المارل (Marl) على كمية متغيرة من الطين ومعادن الكربونات، وترسب مع الحجر الجيري من بيئات ترسيبية متنوعة، وهو عبارة عن رواسب طينية جيرية بحرية (عميقة - ضحلة) (Rehman et al., 2019). ويستخدم الحجر الجيري المارلي كأساس في معظم المباني والطرق (Shaqour et al., 2008).

ويوجد المارل على نطاق واسع في منطقة الدراسة، ويختلف في خصائصه من نطاق لآخر، وترسب خلال فترات زمنية مختلفة؛ حيث يوجد مع صخور الكريتاسي الأعلى (تكوينات: الجلالة - مطلة - سدر)، ومع صخور الإيوسين الأسفل إلى الأوسط (تكوين دارات)، ومارل جبسي مع صخور الإيوسين الأوسط (تكوين خبوبة)، ومارل بني غامق في صخور الإيوسين الأعلى (تكوين تنكة)، واختلاطه مع الصخور الجيرية في الوحدات العليا بالحافات الصاعدة في القطاع الأعلى من منطقة الدراسة، مثل: حافة كرير، والهباله، ووسيط الشرقية، وأبو الصف الشرقية، متمثلاً في تكوين إسنا (الباليوسين).

❏ الخامات المرتبطة بصخور الحجر الرملي:

الحجر الرملي صخر رسوبي نشأ نتيجة تماسك وتلاحم حبيبات الرمل، ويتركب معدنيًا من الكوارتز والفلسبار والفتات الصخري، وأكبر نسبة يحويها هو معدن الكوارتز؛ لأنه أكثر المعادن ثباتًا في خصائصه الفيزيائية والكيميائية تحت ظروف الترسيب. وينقسم الحجر الرملي إلى ثلاث مجموعات رئيسية، هي: المجموعة الترايبية الناتجة من مصدر غير بيئة ترسيب الرمل؛ بسبب التجوية والنحت. والمجموعة الجيرية الناتجة من بيئة الترسيب الرملي، وتتألف من فتات كربونات الكالسيوم، وعقد جيرية. والمجموعة الفتاتية النارية الناتجة عن المقذوفات البركانية، وهي أقل المجموعات انتشارًا (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨).

ويوجد في منطقة الدراسة النوع الترابي المتأثر بعوامل التجوية والنحت، والمترسب في كلٍ من حوض أعالي وسيط البنيوي، ونطاق الطية المقعرة "تال - وسيط". بالإضافة إلى النوع الجيري على هيئة طبقات تتخلل طبقات الحجر الجيري مثلما الحال في تكوين وطا (كريتاسي أعلى)، وفي تكوينات أبو رديس وتُخل (ميوسين أسفل).

❏ الخامات المرتبطة بالرواسب السطحية:

تتواجد في كلٍ من:

❑ بطون الأودية (رواسب وديانية)، مثل: الرواسب الرملية، والزلط، والحصى. وتُستخدم في مواد البناء، ويُستخدم بعض أنواع من الزلط في أعمال تزيين المباني والطرق (يوسف، ٢٠١٣). وخام الذهب الذي لوحظ أثناء الدراسة الميدانية اختلاطه بالرواسب الوديانية في حوض الدريرة البنيوي بالقطاع الأعلى من منطقة الدراسة (صورة رقم ٨٥).

❑ رواسب المروحة الفيضية الرئيسية، التي تحتوي على خام الرمل متوسط الخشونة.

❑ رواسب السبخة الساحلية، التي تحتوي على نسب عالية من الطين والغرين، وكربونات الكالسيوم، ورواسب رملية ناعمة، وجبس.

□ رواسب الفانجلوميرات البلايستوسينية في القطاع الأدنى من وادي أم بعثران، والتي تحتوي على رواسب رملية وحصوية.



المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٢/٢/١٨ م
(صورة رقم ٨٥) رواسب خام الذهب

(جدول رقم ٢٤) أنواع الصخور في منطقة الدراسة

| التكوين الجيولوجي | الزمن | العصر | نوعية الصخر | أفضل المناطق انكشافاً على السطح | المساحة (كم ²) |
|-----------------------|--------|----------------------|--|--|----------------------------|
| رواسب السبخات | الرابع | الهولوسين | رواسب سطحية | ما بين المروحة الفيضية شرقاً وخط الساحل غرباً | ٢.٧ |
| الرواسب الوديانية | الرابع | الهولوسين | رواسب سطحية | القطاع الأوسط بوادي وسيط | ٨.٣ |
| رواسب الحمادة النهرية | الرابع | البلايستوسين | رواسب سطحية | المتاخمات الشمالية والجنوبية للمروحة الفيضية الرئيسية | ٣.٦ |
| رواسب الفانجلوميرات | الرابع | البلايستوسين | رواسب سطحية | القطاع الأدنى بوادي أم بعثران | ٢.٢ |
| رديس | الثالث | ميوسين أسفل | الحجر الرملي + مارل | القطاع الأعلى والأوسط بوادي وسيط | ٣٣.٣ |
| نخل | الثالث | ميوسين أسفل | الحجر الرملي + كنجولوميرات | القطاع الأعلى بوادي أم بعثران | ٥.٦ |
| طيبة | الثالث | إيوسين أعلى | الحجر الجيري +الصلصال | القطاع الأدنى بوادي الطليعة | ٣.٤ |
| تنكة | الثالث | إيوسين أعلى | الحجر الجيري +المارل البني الغامق | وادي لغب منعجة | ٥.٣ |
| خبوبة | الثالث | إيوسين أوسط | الحجر الجيري + المارل الجبسي + الصلصال | وادي الجيوشية | ٤.٧ |
| سمالوط | الثالث | إيوسين أوسط | الحجر الجيري الدولوميتي + الشيرت | نطاقات امتدادات خوانق وادي الدبرية ووسيط | ١٤.٧ |
| دارات | الثالث | إيوسين أسفل إلى أوسط | الحجر الجيري + المارل +الصلصال | القطاعات العليا والوسطى لأودية حمام فرعون الشرقية | ١١.٠ |
| عجمة | الثالث | إيوسين أسفل | الحجر الجيري الطباشيري+الصوان+الشيرت | وادي أم صورة والدنيلي | ٣.٢ |
| إسنا | الثالث | الباليوسين | الحجر الجيري المارلي | الوحدات الغلوية للحافات الصدية بالقطاع الأعلى والأدنى بمنطقة الدراسة | ٧.٤ |
| سدر | الثاني | كريتاسي أعلى | الحجر الجيري الطباشيري +المارل | واجهات الحافات الصدية بالقطاع الأعلى بمنطقة الدراسة | ٥.٠ |
| ضوي | الثاني | كريتاسي أعلى | الحجر الجيري + الفوسفات + الشيرت | القطاع الأدنى بوادي اللغب | ٢.٦ |
| مظلة | الثاني | كريتاسي أعلى | الحجر الجيري + الدولوميت + المارل | منابع وادي الدبرية + القطاع الأدنى بوادي أبو اللصف | ٥.٤ |
| وطأ | الثاني | كريتاسي أعلى | الحجر الجيري +الحجر الرملي | القطاع الأدنى لوادي الدبرية + حوض وادي أبو الخطوط | ١٢.٦ |
| الجلالة | الثاني | كريتاسي أعلى | الحجر الجيري + المارل +الصلصال | حافة الأكحل الصدية بوادي وطأ (أحد الروافد الشمالية بوادي غرندل) | ٠.١ |
| منطقة الدراسة | | | | | ١٢٨ |

المصدر: الخريطة الجيولوجية مقياس ١ : ٢٥٠.٠٠٠، الدراسة الميدانية

٢- مصادر المياه:

تُعد المياه من الموارد الطبيعية الأساسية للحياة، وتعد منطقة الدراسة صحراوية جافة مفتقرة للتواجد المستمر للمياه التي تتواجد على هيئة مياه جوفية أو سطحية، كما يلي:

أ- المياه الجوفية:

ازداد استغلال المياه الجوفية في شبه جزيرة سيناء؛ بسبب زيادة مساحة الزراعة المروية، والسياحة، والصناعة، والسكان. وتعد عملية الإدارة المستدامة لمستجمعات المياه ضرورية للحصول على مياه الشرب في المناطق الجافة، وتتطلب معرفة تفصيلية عن مصادر التغذية. وتكونت المياه الجوفية في منطقة الدراسة عن طريق اختلاط المياه الجوفية المخزونة قديماً في ظروف مناخية أكثر برودة من الآن مع المياه الجوفية المخزونة حديثاً (El-Fiky, 2010).

▣ الطبقات الحاملة للمياه الجوفية:

ترتبط الطبقات الحاملة للمياه الجوفية بالطبقات الصخرية الجيولوجية في منطقة الدراسة (شكل رقم ٧٣)، وهي كما يلي:

▣ المياه الجوفية في رواسب الزمن الرابع:

توجد بطبقات الرواسب الحديثة في نطاقات الرواسب الوديانية، ونطاق رواسب المروحة الفيضية والسبخات بالقرب من الساحل. وتتألف رواسبها من الحصى والطين والحجر الرملي الكلسي، ويمثل خليج السويس منطقة التصريف الطبيعي لهذه الطبقة، التي تُعد خزان جوفي عالي الانتاجية، ويتم استخدام مياهه بشكل أساسي في الري (El-Fiky, 2010).

▣ المياه الجوفية في طبقات الزمن الثالث:

• صخور الميوسين:

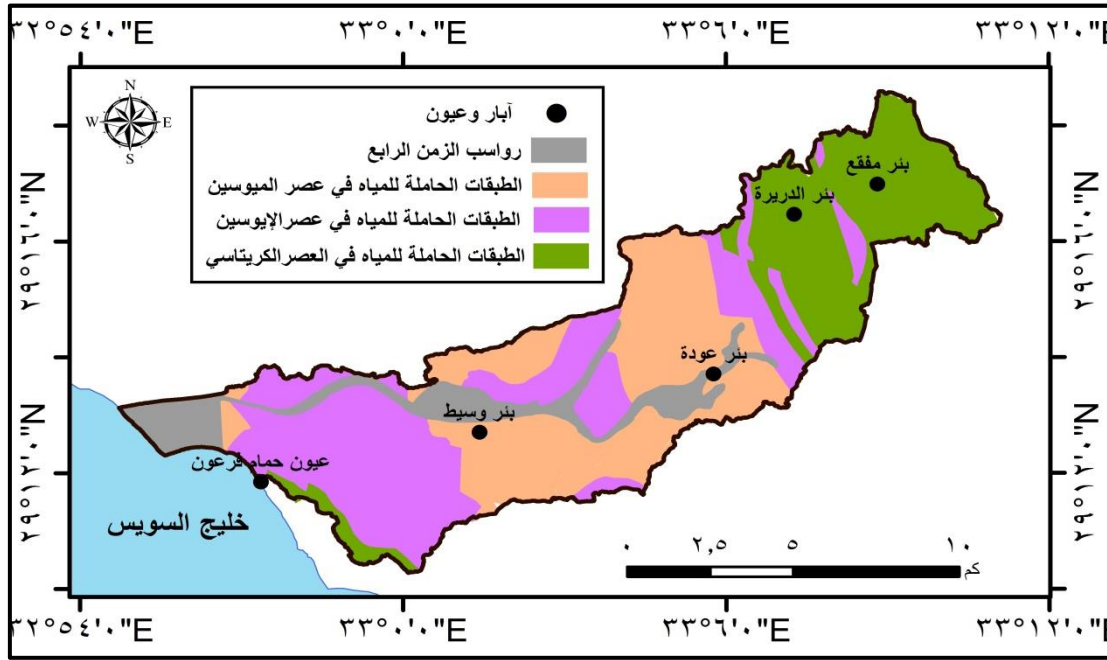
تتنتمي المياه في صخور الإيوسين إلى تكويني نخل وريديس، وتقل ملوحتها نسبياً عن ملوحة المياه الجوفية التابعة لرواسب الزمن الرابع (يوسف، ٢٠١٣).

• صخور الإيوسين:

تتواجد في الطبقات الصخرية الجيرية التابعة لتكوينات عُجمة ودارات وسمالوط وخبوبة وتنتكة وطيبة، وساعدت تشققات الحجر الجيري على وجود مسامية مرتفعة، أثرت في عملية تسرب المياه بفعل الأمطار، وتغذية خزائنها الجوفي، وغسلها عبر التشققات؛ مما أدى إلى ارتفاع درجة ملوحتها (يوسف، ٢٠١٣).

□ المياه الجوفية في طبقات الزمن الثاني:

يقع هذا الخزان الجوفي في الأجزاء العليا من منطقة الدراسة بتكوينات الجلالة ووطا ومطلة وضوي وسدر (الكريتاسي الأعلى)، ويعد الخزان الأهم والأكثر إنتاجية في نطاق حافة التيه الغربية، ويتغذى باستمرار من خلال تسرب هطول الأمطار؛ بسبب الطبيعة المتصدعة للحجر الجيري (El-Fiky, 2010).



المصدر: الخريطة الجيولوجية مقياس ١: ٢٥٠,٠٠٠

(شكل رقم ٧٣) توزيع الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه الجوفية

□ عمق المياه الجوفية:

يعتمد مستوى عمق المياه الجوفية على الخصائص الهيدرولوجية والطبوغرافية والليثولوجية للمنطقة، وقسم إلى ثلاثة مستويات، كما يلي:

□ مستوى ١٥ متر:

يتواجد في الطبقات الحاملة للمياه الجوفية بالرواسب السطحية (Elewa, Qaddah, 2011)، وأحياناً تتدفق المياه منه في مناطق الضعف التي شكلتها البنية الجيولوجية (يوسف، ٢٠١٣)، ويرتبط به جميع الآبار في منطقة الدراسة (صورة رقم ٨٦)، كما يلي:

• بئر وسيط:

يوجد في شرق كتلة حمام فرعون بالقرب من مصب وادي الصوانة، وتتدفق مياهه على السطح، مع وجود طبقة أملاح رقيقة تدل على عملية التبخر.

• **بئر عودة:**

يوجد في القطاع الأعلى من وادي وسيط الرئيس بالقرب من مصب وادي الحويش، ويصل مستوى عمق المياه فيه إلى ١٠ متر، ويستخدم البدو محرك لضخ المياه منه؛ لتجميعها في حوض صناعي لسقي الإبل، وللاستخدامات البشرية غير الشرب.

• **بئر الدريرة:**

يوجد في القطاع الأوسط من وادي الدريرة، واختفت معالمه عدة مرات بسبب تأثير السيول، وخُفر لآخر مرة مع تركيب غطاء حديدي له بقطر ٦٠ سم، ويبلغ مستوى عمق المياه فيه ٢ متر. وينتشر في نطاقه غطاءات نباتية متنوعة ما بين أشجار السنط والنخيل والنباتات الرعوية والطبية.

• **بئر مفع:**

يوجد في القطاع الأعلى من وادي الدريرة (غرب بيدمونت حافة أعالي الدريرة الصدية)، وسمي بهذا الاسم لأن أصله عين ماء تفجرت منها المياه، وأطلق عليه البدو لفظ مفع نسبة لهذه السمة، ويبلغ قطره ٣ متر، وعمق مستوى مياهه ٣,٥ متر، ويعتمد عليه البدو في سقي الإبل والماشية.

□ **مستوى ١٦-٤٥ متر:**

يوجد في طبقات عصور الزمن الثالث (Elewa, Qaddah, 2011) في الميوسين والإيوسين، بالقطاع الأوسط والأدنى في منطقة الدراسة.

□ **مستوى ١٢٠ متر:**

يوجد في الطبقات الحاملة للصخور التابعة للكريتاسي الأعلى بالزمن الجيولوجي الثاني (Japan international cooperation agency, 1999)، في صخور القطاع الأعلى من منطقة الدراسة.

وتتنمي عيون حمام فرعون إلى ذلك المستوى العميق (صورة رقم ٨٧)، وهي عبارة عن مجموعة عيون مائية ساخنة تتبع من صخور الحجر الجيري الدولوميتي الإيوسيني المتصدع، وتبلغ درجة حرارة مياهها ٧٠ درجة مئوية؛ مما أدى إلى تسخين المياه الجوفية بها (Abdelzaher et al., 2011). ويبلغ عددها ١٢ عين تقع عند حضيض المنحدر الغربي من جبل حمام فرعون، وموزعة بطول ١,٥ كم على امتداد مستوى صدع ذو اتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي، وتتراوح درجة ملوحتها بين ١١٠٠٠ - ١٥٠٠٠ جزء/ مليون، ويُقدر تصريفها بحوالي ٨٨٠ م^٣/ اليوم، وتتألف معظم تكويناتها المعدنية من كلوريد الصوديوم والكبريتات؛ لذلك يفوح منها رائحة غاز كبريتيد الأيدروجين (النجار، ٢٠٠٣).



المصدر: الدراسة الميدانية
(صورة رقم ٨٦) الآبار

المصدر: الدراسة الميدانية
٢٠٢٢/٢/١٩
(صورة رقم ٨٧) العين الرئيسة
بالعيون الحارة في كتلة حمام
فرعون.



❏ صلاحية استخدام المياه الجوفية:

يُعد مؤشر جودة المياه الجوفية، ومعرفة نسبة المواد الصلبة الذائبة بها_ من أهم المؤشرات المُعتمد عليها في تحديد مدى صلاحية المياه للاستخدام (Elewa, Qaddah, 2011). ويوضح (جدول رقم ٢٥)، و(شكل رقم ٧٤) هذه النسب بعينات المياه الجوفية في المنطقة الممتدة فيما بين رأس سدر شمالاً وأبو زنيمة جنوباً على الساحل الشرقي لخليج السويس، والتي تتموضع فيها منطقة الدراسة. وقُسمت إلى ما يلي:

❑ نسبة المواد الصلبة المذابة في خزان رواسب الزمن الرابع:

تتراوح بين ٢٧٣٩ - ٧٠٤٠ مجم/ لتر، مما يشير إلى أنها مياه قليلة الملوحة؛ بسبب طبيعة الرواسب الغرينية الغنية بالمعادن القابلة للذوبان، واختلاط هذه المياه بالمياه المالحة الجوفية الساحلية.

❑ نسبة المواد الصلبة المذابة في خزان صخور الميوسين الأسفل:

تتراوح بين ٧٥٥ - ٢٢٤٠ مجم/ لتر، وتختلف المياه الجوفية فيها من عذبة إلى معتدلة الملوحة، لكنها تتميز بنسبة ملوحة أقل من الموجودة في خزان الزمن الرابع.

❑ نسبة المواد الصلبة المذابة في خزان صخور الكريتاسي الأعلى - الإيوسين:

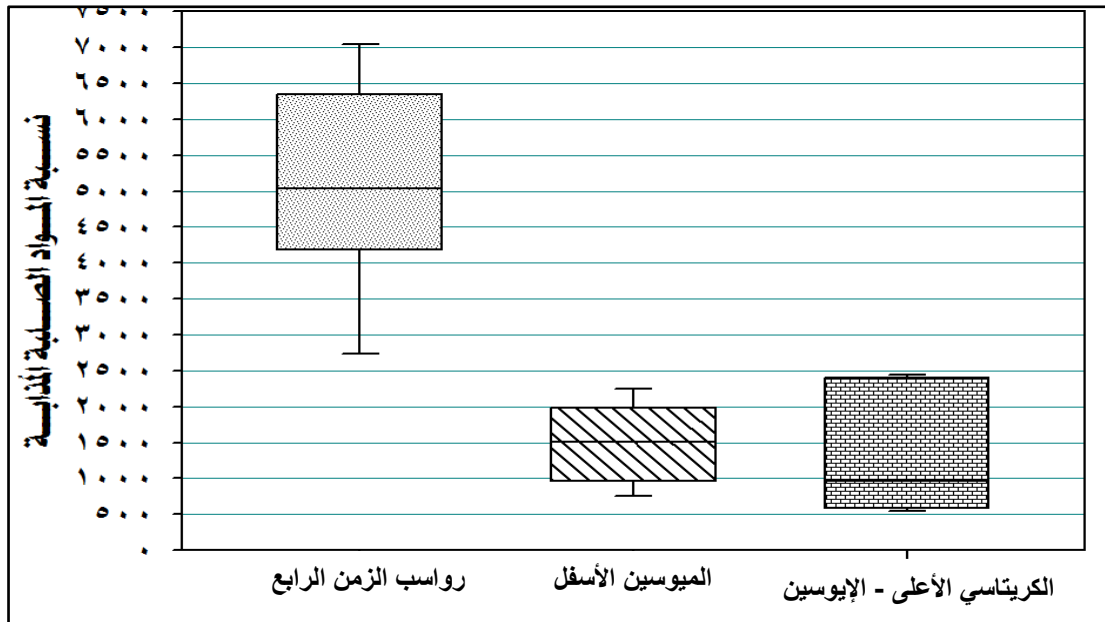
تتراوح بين ٥٣٨ - ٢٤٤٥ مجم/ لتر، وتختلف من عذبة إلى معتدلة الملوحة (El-Fiky, 2009).

(جدول رقم ٢٥) نسب المواد الصلبة المذابة بعينات المياه الجوفية

| الصخور | رواسب الزمن الرابع | الميوسين الأسفل | الكريتاسي الأعلى - الإيوسين |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|
| نسبة المواد الصلبة المذابة (مجم/لتر) | ٤٢٣٧ | ٩٦٦ | ٢٣٤٩ |
| | ٤١٩٢ | ١٩٨٤ | ٢٤٤٥ |
| | ٥٠٤٣ | ١٦٦٤ | ٥٣٨ |
| | ٢٧٣٩ | ٧٥٥ | ٩٦٠ |
| | ٦٣٤٢ | ١٣٧٦ | ٦٤٠ |
| | ٧٠٤٠ | ١٥٠٤ | ----- |
| | ٥٣٧٦ | ٢٢٤٠ | ----- |

المصدر: (El-Fiky, 2009, p91)

وأغلب المياه الجوفية في منطقة الدراسة غير صالحة للشرب، لكنها تصلح للاستخدام الحيواني، بينما تصلح المياه التابعة لعصر الكريتاسي لري جميع أنواع النباتات، ويُمكن استخدام المياه التابعة لكل من عصر الإيوسين والزمن الرابع في ري النباتات التي تتحمل الملوحة الشديدة، لكن الإفراط في استخدامها يؤدي إلى موت النباتات (يوسف، ٢٠١٣).



المصدر: (جدول رقم ٢٥)

(شكل رقم ٧٤) نسب المواد الصلبة المذابة في المياه الجوفية

ب- المياه السطحية:

تتمثل المياه الجارية السطحية في السيول، وتُعد من الموارد الطبيعية التي يجب استغلالها في البيئات الجافة. وتهدف دراسة المياه السطحية إلى تحديد درجات خطورة الجريان السيلي وأثرها على الظواهر البشرية، ووضع بعض المقترحات للحد من تلك الأخطار، وحساب صافي الجريان المائي السطحي؛ لاستغلال حمولتها المائية في مجالات التنمية المختلفة. ويُعتمد في ذلك على نتائج العمل الميداني، والتحليلات المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة وشبكات تصريفها.

وتتمثل المتغيرات الهيدرولوجية المُعتمد عليها في كلٍّ من: (زمن تباطؤ الجريان المائي) الذي يعبر عن الفترة الزمنية المنحصرة بين بداية التساقط وبداية الجريان السطحي. و(زمن التركيز) الذي يستغرقه الجريان بداية من أول نقطة للجريان وحتى أبعد نقطة بالحوض. و(زمن التصريف) الذي يستغرقه الحوض طوال فترة حمولته المائية وجريانها، حتى يلقي بها خارجه (صابر، ٢٠١٦)، و(سرعة المياه في الأحواض) التي تُعد من المعايير الهيدرولوجية المهمة في تحديد درجات خطورة السيل؛ حيث العلاقة بينهما طردية (أبو راضي، عجوة، ٢٠١٩). و(التسرب خلال زمن التباطؤ وزمن التصريف). و(التبخر خلال زمن التصريف) (جداول: ٢٦، ٢٧).

واعتمد على بيانات المطر اليومية؛ لتحديد أقصى كمية مطر سقطت في اليوم الواحد (ملحق رقم ٩)، واستخدم أسلوب النمذجة لاشتقاق تلك البيانات للنقاط الشبكية في منطقة الدراسة، وبالطريقة نفسها حددت معدلات التبخر لكل حوض من أحواض التصريف. ويوضح (شكل رقم ٧٥) توزيع بيانات أقصى كمية مطر سقطت في اليوم الواحد في منطقة الدراسة. وبلغت قيمة المعدل السنوي للتبخر ٣,٣ ملم في جميع الأحواض.

❏ صافي الجريان السطحي:

عبارة عن الحجم المائي النهائي الناتج عن السيول أثناء العواصف المطرية بعد حذف قيم التبخر والتسرب، وبلغ ٤,٣ مليون متر^٣ في منطقة الدراسة (جدول رقم ٢٧)، ويُعد حوض وادي وسيط الرئيس أكبر الأحواض من حيث جملة الفواقد؛ بسبب اتساع قاعه وامتلائه بالرواسب الرملية والحصوية، خاصة في نطاق الطية المقعرة "تال - وسيط". وتساعد هذه الرواسب على تسرب مياه المطر عبر مسامات التربة؛ مما ينعكس على صافي جريانه بالرغم من كبر مساحته (المركز الأول).

بينما يُعد وادي النقب أقل الأحواض من حيث إجمالي الفواقد وصافي الجريان؛ بسبب صغر مساحته (المركز الأخير). وتتشابه القيم الهيدرولوجية في بقية الأحواض؛ بسبب تشابهها في خصائصها الليثولوجية والطبوغرافية والمورفومترية.

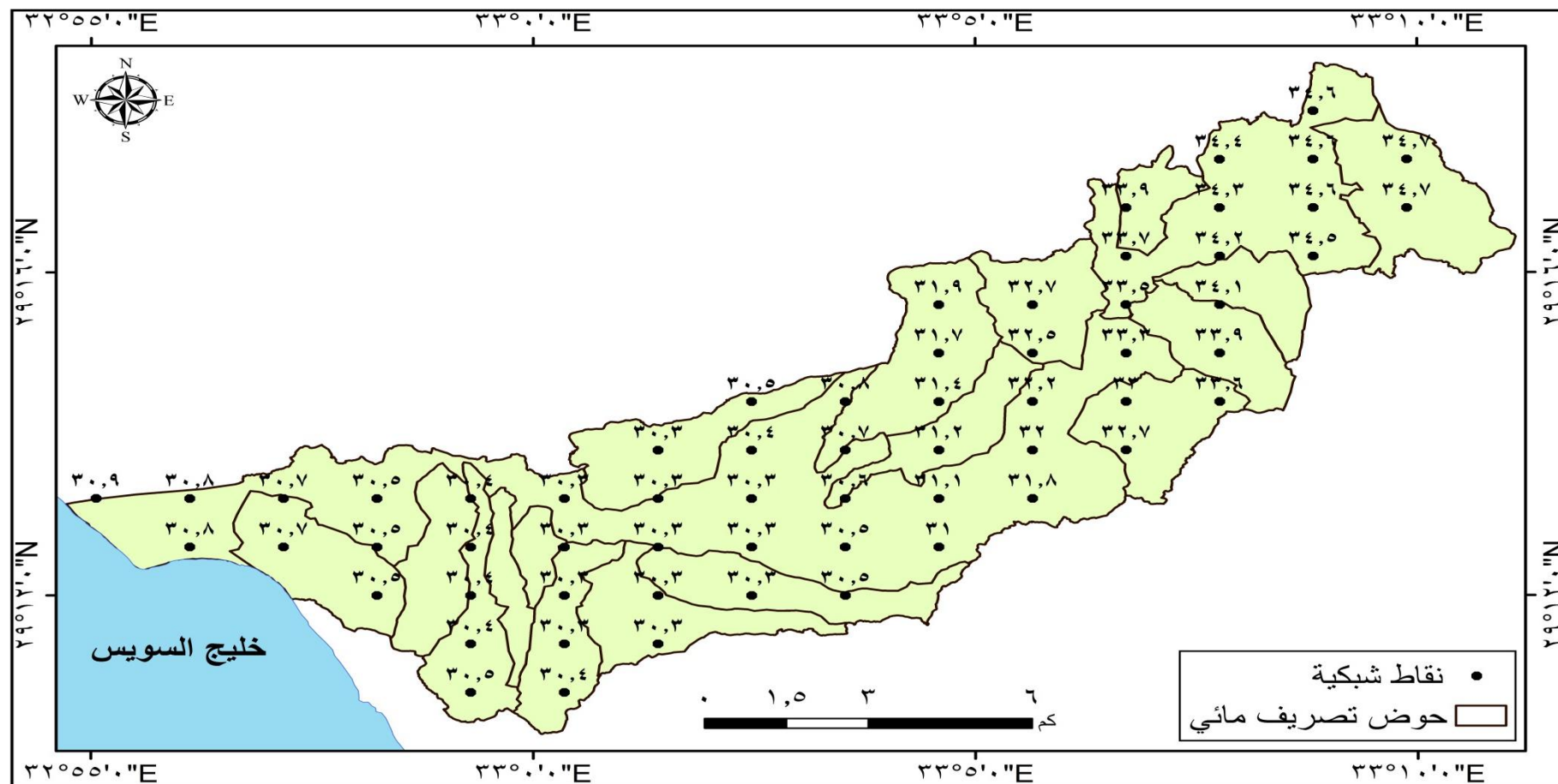
❏ درجات خطورة السيول:

اعتمد على طريقة الترتيب النسبي (Relative ranking method) للمتغيرات المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض؛ لتحديد درجات خطورة السيول بأحواض تصريف منطقة الدراسة (Adnan et al., 2019)، وتتراوح قيم الخطورة بين (١-٥)، حيث تتدرج من منخفضة جداً بقيمة (١)، وعالية للغاية بقيمة (٥) (Musaed et al., 2022). وذلك بتطبيق النموذج التالي:

$$y_n = (y_2 - y_1)(x_n - x_{\max}) / (x_{\min} - x_{\max}) + y_1$$

| | | | | | |
|-------|-----------------------|-------|----------------------|------------|------------------------------------|
| y_n | الترتيب النسبي للحوض | y_1 | أقل قيمة للترتيب = ١ | x_{\min} | أقل قيمة للمتغير بين جميع الأحواض |
| y_2 | أعلى قيمة للترتيب = ٥ | x_n | قيمة المتغير للحوض | x_{\max} | أعلى قيمة للمتغير بين جميع الأحواض |

(Adnan et al., 2019, p434)



المصدر: (ملحق رقم ٩)

(شكل رقم ٧٥) توزيع بيانات أقصى كمية مطر سقطت في اليوم الواحد (مم) في أحواض التصريف

جدول رقم (٢٦) طريقة حساب المتغيرات الهيدرولوجية

| المعامل الهيدرولوجي | طريقة التطبيق | المصدر |
|--|---|-----------------------------|
| زمن التباطؤ (ساعة) | $TI = KI(A)^{0.3} \div (sa \div Dd)$ | صابر، ٢٠١٦، ص ٦٩. |
| زمن التركيز (ساعة) | $TC = (L)^{1.15} \div 7700 H^{0.38}$ | أبو راضي، عجوة، ٢٠١٩ ص ٢٥. |
| زمن التصريف (ساعة) | $Td = (0.305 L)^{1.15} \div 7700(0.305H)^{0.38}$ | صابر، ٢٠١٦، ص ٦٩. |
| سرعة المياه (كم /ساعة) | $VW = L \div TC$ | أبو راضي، عجوة، ٢٠١٩ ص ٢٦. |
| كمية المياه المتوقع سقوطها (متر ^٣) | أكبر كمية مطر سقطت خلال اليوم (مم) × مساحة حوض التصريف (م ^٢) | مشاضي، ٢٠٠٥، ص ١٥٥. |
| التسرب خلال زمن التباطؤ (متر ^٣) | مساحة الحوض (كم ^٢) × زمن التباطؤ × ٠,٢٥ | الفيتوري، لشهب، ٢٠٢١، ص ٤٣٧ |
| التسرب خلال زمن التصريف (متر ^٣) | مساحة الحوض (كم ^٢) × زمن تصريف الحوض × ث | عبد الحميد، ٢٠١٩، ص ٨٨ |
| التبخر خلال زمن التصريف (متر ^٣) | إجمالي التبخر في الساعة × زمن تصريف الحوض إجمالي التبخر في الساعة = إجمالي التبخر اليومي / ٢٤ إجمالي التبخر اليومي = متوسط التبخر في منطقة الدراسة × مساحة الحوض (كم ^٢) | عبد الحميد، ٢٠١٩، ص ٨٨ |
| صافي الجريان المائي (متر ^٣) | كمية المياه المتوقع سقوطها - جملة الفواقد (التسرب، التبخر) | سليمان، ٢٠١١، ص ٣٨٢ |

A = مساحة الحوض، sa = متوسط انحدار سطح الحوض (%)، Dd = كثافة التصريف، KI = معامل ثابت (٠.٤ للسطوح الجيرية، ٠.٢٥ للسطوح الرملية والحصوية)،
TC = زمن التركيز، L = طول المجرى الرئيسي (م)، H = الفارق الرأسى بين أعلى وأدنى نقطة (م)، Td = زمن التصريف، VW = سرعة المياه (كم/ساعة)، ث = ثابت
مرتبط بنوع الصخر (٠.٠١٥٨ م^٣/س بالحجر الجيري، ٠.١٥٨ م^٣/س بالحجر الرملي).

(جدول رقم ٢٧) المتغيرات الهيدرولوجية لأحواض التصريف

| م | أحواض التصريف | مساحة الحوض (م2) | زمن التباطؤ (ساعة) | زمن التركيز (ساعة) | زمن التصريف (ساعة) | الطول الحوضي (م) | سرعة المياه (كم/ساعة) | أقصى كمية مطر سقطت في اليوم (مم) | كمية المياه المتوقع سقوطها (م3) | التسرب خلال زمن التباطؤ (م3/س) | التسرب خلال زمن التصريف (م3/س) | التبخر خلال زمن التصريف (م3/س) | إجمالي الفوائد (م3) | صافي الجريان (م3) |
|---------------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| ١ | حوض وادي النقب | ١٥٠٠٠٠ | ٠.٤ | ٠.١ | ١.٣ | ٢٤٠٠ | ٢٤ | ٣٠.٣٣ | ٤٥٤٩٥ | ٠.٢ | ٠.٠٣ | ٠.٣ | ٠.٤ | ٤٥٤٩٥ |
| ٢ | حوض وادي غرب النقب | ٢٠٠٠٠٠ | ٠.٤ | ٠.٢ | ٤.٩ | ٤٦٠٠ | ٢٣ | ٣٠.٣٧ | ٦٠٧٤٠ | ٠.٢ | ٠.١٥ | ١.٣ | ١.٧ | ٦٠٧٣٨ |
| ٣ | حوض وادي اللغب | ٢٢٠٠٠٠ | ٠.٣ | ٠.١ | ٦.٩ | ٢٥٠٠ | ٢٥ | ٣٤.٠٠ | ٧٤٨٠٠ | ٠.٢ | ٠.٢٤ | ٢.١ | ٢.٥ | ٧٤٧٩٨ |
| ٤ | حوض وادي أبو اللصف | ٣٣٠٠٠٠ | ٠.٣ | ٠.١ | ١١.٨ | ٣٣٠٠ | ٣٣ | ٣٤.٢٢ | ١١٢٩٢٦ | ٠.٢ | ٠.٦١ | ٥.٤ | ٦.٢ | ١١٢٩٢٠ |
| ٥ | حوض وادي لغب منعجة | ٤٢٠٠٠٠ | ٠.٤ | ٠.٣ | ٢٨.٦ | ٥١٠٠ | ١٧ | ٣١.٤٦ | ١٣٢١٣٢ | ٠.٤ | ١.٨٩ | ١٦.٥ | ١٨.٨ | ١٣٢١١٣ |
| ٦ | حوض وادي الحمام | ٤٢٠٠٠٠ | ٠.٥ | ٠.٢ | ١١.٣ | ٤٤٠٠ | ٢٢ | ٣٠.٤٥ | ١٢٧٨٩٠ | ٠.٥ | ٠.٧٥ | ٦.٥ | ٧.٨ | ١٢٧٨٨٢ |
| ٧ | حوض وادي شرق الحمام | ٤٥٠٠٠٠ | ٠.٦ | ٠.٣ | ١٩.٥ | ٦٠٠٠ | ٢٠ | ٣٠.٤٣ | ١٣٦٩٣٥ | ٠.٧ | ١.٣٩ | ١٢.١ | ١٤.١ | ١٣٦٩٢١ |
| ٨ | حوض وادي التلعة | ٤٥٠٠٠٠ | ٠.٦ | ٠.٢ | ١٦.٤ | ٤٨٠٠ | ٢٤ | ٣٠.٣٥ | ١٣٦٥٧٥ | ٠.٧ | ١.١٧ | ١٠.١ | ١٢.٠ | ١٣٦٥٦٣ |
| ٩ | حوض وادي أم صورة | ٤٥٠٠٠٠ | ٠.٧ | ٠.٢ | ١٥.٢ | ٣٨٠٠ | ١٩ | ٣٣.٨٨ | ١٥٢٤٦٠ | ٠.٨ | ١.٠٩ | ٩.٤ | ١١.٣ | ١٥٢٤٤٩ |
| ١٠ | حوض وادي الدنيلي | ٤٧٠٠٠٠ | ٠.٥ | ٠.٢ | ١٥.٦ | ٣٣٠٠ | ١٧ | ٣٢.٨٢ | ١٥٤٢٥٤ | ٠.٦ | ١.١٥ | ١٠.١ | ١١.٨ | ١٥٤٢٤٢ |
| ١١ | حوض وادي الصوانة | ٥١٠٠٠٠ | ١.٤ | ٠.٥ | ٤٣.٣ | ٦٢٠٠ | ١٢ | ٣٠.٤٥ | ١٥٥٢٩٥ | ١.٨ | ٣.٤٩ | ٣٠.٤ | ٣٥.٦ | ١٥٥٢٥٩ |
| ١٢ | حوض وادي الحويش | ٥٢٠٠٠٠ | ٠.٦ | ٠.٢ | ١٠.١ | ٣٣٠٠ | ١٧ | ٣٣.٠٠ | ١٧١٦٠٠ | ٠.٨ | ٠.٨٢ | ٧.٢ | ٨.٨ | ١٧١٥٩١ |
| ١٣ | حوض وادي مكسر الرجا | ٥٢٠٠٠٠ | ٠.٦ | ٠.٣ | ٥.٧ | ٤٧٠٠ | ١٦ | ٣٠.٣٢ | ١٥٧٦٦٤ | ٠.٨ | ٠.٤٧ | ٤.١ | ٥.٣ | ١٥٧٦٥٩ |
| ١٤ | حوض وادي غرب الحمام | ٥٦٠٠٠٠ | ٠.٣ | ٠.٢ | ٦.٩ | ٢٧٠٠ | ١٤ | ٣٠.٦٠ | ١٧١٣٦٠ | ٠.٤ | ٠.٦١ | ٥.٣ | ٦.٣ | ١٧١٣٥٤ |
| ١٥ | حوض وادي أم بغيران | ٥٦٠٠٠٠ | ١.٣ | ٠.٣ | ١٤.٤ | ٥٨٠٠ | ١٩ | ٣٠.٣٩ | ١٧٠١٨٤ | ١.٨ | ١.٢٨ | ١١.١ | ١٤.٢ | ١٧٠١٧٠ |
| ١٦ | حوض وادي أبو الخطوط | ٧١٠٠٠٠ | ٠.٨ | ٠.٢ | ١٤.٨ | ٤٦٠٠ | ٢٣ | ٣٤.٦٣ | ٢٤٥٨٧٣ | ١.٤ | ١.٦٥ | ١٤.٤ | ١٧.٥ | ٢٤٥٨٥٥ |
| ١٧ | حوض وادي الجبوشية | ٨٨٠٠٠٠ | ٠.٥ | ٠.٣ | ١٥.٦ | ٧٠٠٠ | ٢٣ | ٣١.٥٥ | ٢٧٧٦٤٠ | ١.١ | ٢.١٦ | ١٨.٩ | ٢٢.١ | ٢٧٧٦١٨ |
| ١٨ | حوض وادي الدريرة | ١٣١٠٠٠٠ | ١.١ | ٠.٣ | ٤٦.١ | ٦٥٠٠ | ٢٢ | ٣٤.٣٣ | ٤٤٩٧٢٣ | ٣.٦ | ٩.٥١ | ٨٣.٠ | ٩٦.٢ | ٤٤٩٦٢٧ |
| ١٩ | حوض وادي وسيط | ٣٦٩٠٠٠٠ | ٢.٥ | ١.١ | ١٣٥.٥ | ٢٠٧٠٠ | ١٩ | ٣١.٠٠ | ١١٤٣٩٠٠ | ٢٣.١ | ٧٩.٠٠ | ٦٨٧.٥ | ٧٨٩.٦ | ١١٤٣١١٠ |
| المتوسط العام | | ٦٧٤٧٣٦٨ | ٠.٧ | ٠.٣ | ٢٢.٣ | ٥٣٥٣ | ٢٠ | ٣١.٨٢ | ٢١٤٧٠١ | ٢.١ | ٥.٦٦ | ٤٩.٢ | ٥٧.٠ | ٢١٤٥٤٦ |
| الإجمالي | | | | | | | | | | | | | ١١٣٩ | ٤٢٩٠٩٠٩ |

المصدر: (ملحق رقم ٩)، تطبيق معادلات (جدول رقم ٢٦)، تطبيق نموذج (شكل رقم ٥)

وبلغ عدد المتغيرات المُدخلة لهذا النموذج (٣٠) متغير، وتنقسم إلى (١٥) متغير مورفومتري للأحواض، و (٨) متغيرات مورفومترية لشبكات التصريف، و (٧) متغيرات هيدرولوجية لأحواض وشبكات التصريف (جداول: ٧، ٨، ٩، ١١، ٢٧). ويوضح (جدول رقم ٢٨) درجات خطورة السيول في أحواض تصريف منطقة الدراسة.

(جدول رقم ٢٨) درجات خطورة السيول في أحواض التصريف

| م | الحوض | الترتيب النسبي لإجمالي المتغيرات | الدرجة | الخطورة |
|----|----------------------|----------------------------------|--------|--------------|
| ١ | حوض وادي النقب | ٢١٨ | ١ | منخفضة جدا |
| ٢ | حوض وادي غرب النقب | ٢٠٨ | ١ | منخفضة جدا |
| ٣ | حوض وادي اللغب | ١٨٣ | ٣ | متوسطة |
| ٤ | حوض وادي أبو لصف | ١٨٣ | ٣ | متوسطة |
| ٥ | حوض وادي لغب أم نعجة | ٢٠٢ | ٢ | منخفضة |
| ٦ | حوض وادي الحمام | ٢٠٦ | ٢ | منخفضة |
| ٧ | حوض وادي التلعة | ٢٠٥ | ٢ | منخفضة |
| ٨ | حوض وادي شرق الحمام | ٢٠٨ | ٢ | منخفضة |
| ٩ | حوض وادي أم صورة | ١٩٩ | ٢ | منخفضة |
| ١٠ | حوض وادي الدنيلي | ٢٠٥ | ٢ | منخفضة |
| ١١ | حوض وادي الصوانة | ٢٢٤ | ١ | منخفضة جدا |
| ١٢ | حوض وادي الحويش | ٢٠٨ | ٢ | منخفضة |
| ١٣ | حوض وادي مكسر الرحا | ٢٢٥ | ١ | منخفضة جدا |
| ١٤ | حوض وادي أم بعثران | ١٩٦ | ٢ | منخفضة |
| ١٥ | حوض وادي غرب الحمام | ٢٣٢ | ١ | منخفضة جدا |
| ١٦ | حوض وادي أبو الخطوط | ٢٠٣ | ٢ | منخفضة |
| ١٧ | حوض وادي الجيوشية | ١٩٩ | ٣ | متوسطة |
| ١٨ | حوض وادي الدريرة | ١٨٥ | ٣ | متوسطة |
| ١٩ | حوض وادي وسيط | ١٥١ | ٥ | عالية للغاية |

المصدر: (جداول: ٧، ٨، ٩، ١١، ٢٧)، تطبيق (Relative ranking method)

❏ توزيع فئات درجات خطورة السيول:

فُسمت أحواض التصريف إلى أربع فئات وفقاً لدرجات خطورة السيول، وأثرها على الأنشطة البشرية (شكل رقم ٧٦)، وتتمثل فيما يلي:

❑ الفئة الأولى (خطورة منخفضة جداً):

يبلغ عددها (٥) أحواض، هم: حوض وادي النقب، وغرب النقب، والصوانة، ومكسر الرّحا، وغرب الحمام. وتمثل ١٥٪ من مساحة منطقة الدراسة. ولا يوجد أي أثر للخطورة بهذه الفئة، لكن لوحظ أثناء الدراسة الميدانية تأثر طريق حمام فرعون، وتدمير بنيته التحتية في جنوب غرب وادي غرب الحمام (صورة رقم ٨٨)، وقد يعود ذلك إلى تأثيره بالسبخة الرملية الساحلية، وارتفاع مستوى المياه فيها، ودليل ذلك عدم تأثر ذلك الطريق بأي خطر من السيول في غرب وشمال غرب الوادي المذكور؛ بسبب بعده نسبياً عن تأثير السبخات الساحلية في ذلك النطاق (صورة رقم ٨٩).

❑ الفئة الثانية (خطورة منخفضة):

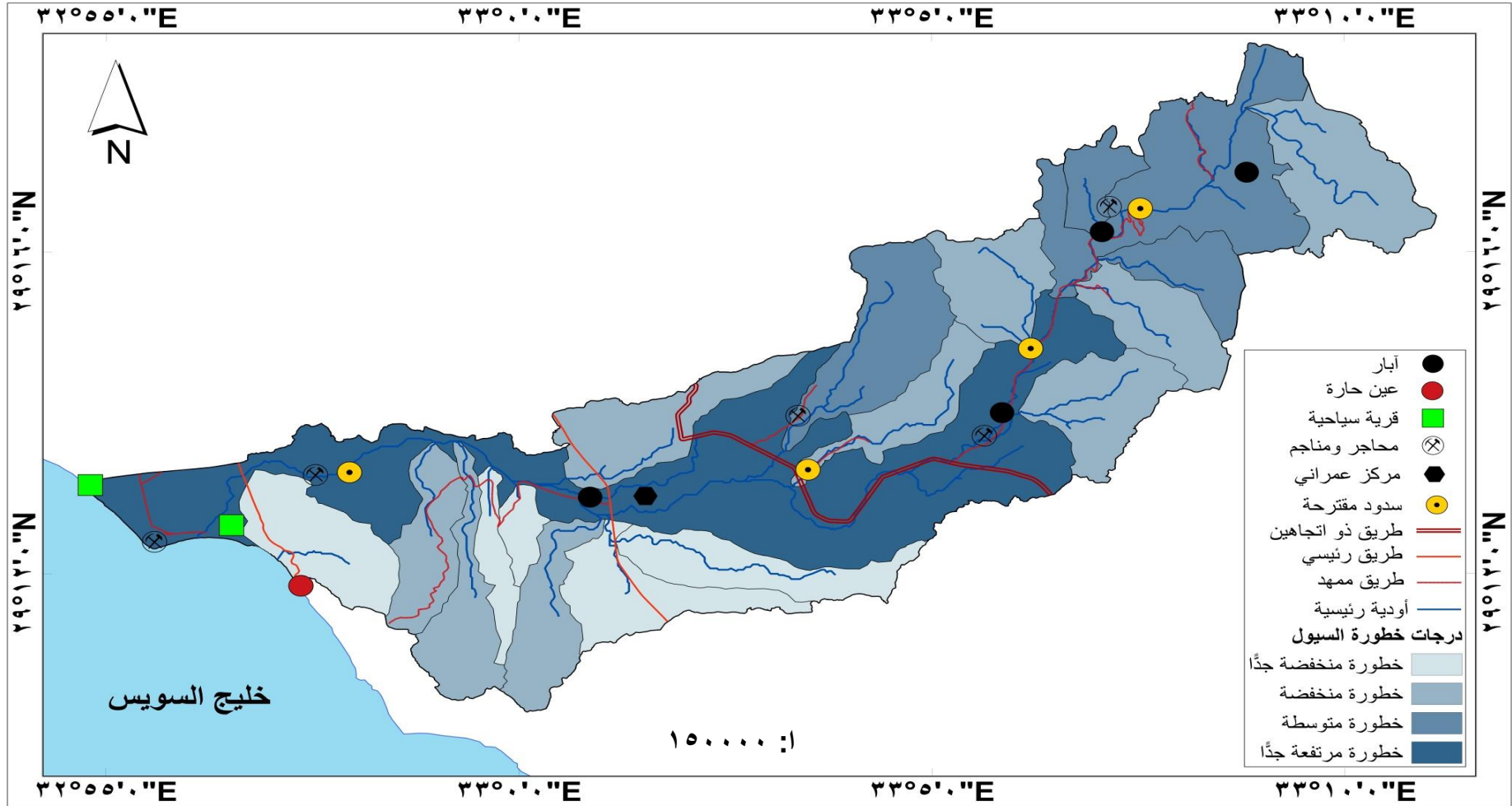
يبلغ عددها (٩) أحواض، هم: حوض وادي لغب أم نعجة، والحمام، والتلعة، وشرق الحمام، وأم صورة، والدنيلي، والحويش، وأم بعثران، وأبو الخطوط. وتمثل ٣٥٪ من مساحة منطقة الدراسة. ويُعد تأثير وادي لغب أم نعجة واضحاً على طريق وادي وسيط القديم، الذي كان ممتداً في المنطقة قبل إنشاء الطريق المزدوج في القطاع الأوسط من منطقة الدراسة (صورة رقم ٩٠).

❑ الفئة الثالثة (خطورة متوسطة):

يبلغ عددها (٤) أحواض، هم: حوض وادي اللغب، وأبو اللصف، والجوشية، والديرية. وتمثل ٢١٪ من مساحة منطقة الدراسة. وتأثير هذه الفئة واضحاً في وادي الديرية من خلال ردم الآبار؛ نتيجة الجريان السيلي وما يحمله من مواد عالقة تترسب فيها (صورة بانورامية رقم ٩١)، وأيضاً تسبب وادي أبو اللصف في حدوث حالتين وفاة من البدو؛ بسبب سرعة الجريان السيلي فيه (الدراسة الميدانية).

❑ الفئة الرابعة (خطورة عالية جداً):

تتمثل في حوض وادي وسيط الرئيس بنسبة ٢٨٪ من مساحة المنطقة، وتتأثر محاجر الرواسب الوديانية بهذه الخطورة، مثل: محاجر القطاع الأوسط والأدنى من وادي وسيط (صور: ٩٢، ٩٣). كما ويتأثر المركز العمراني في بطن الوادي نفسه بهذه الأخطار؛ مما أدى إلى إقامة المساكن فوق الجزر الرملية التي تتموضع بين المجاري المائية.



المصدر: قاعدة بيانات (شكل رقم ٧٢)، (جدول رقم ٢٨)، الدراسة الميدانية
 (شكل رقم ٧٦) أخطار السيول في منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٨٨) طريق حمام فرعون في جنوب غرب وادي غرب الحمام



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٨٩) طريق حمام فرعون في غرب وادي غرب الحمام



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥م)

(صورة رقم ٩٠) طريق وادي وسيط القديم في مصب وادي لغب أم نعجة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥م)

(صورة بانورامية رقم ٩١) ردم الآبار القديمة في القطاع الأوسط من وادي الدريرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)
 (صورة رقم ٩٢) أثر أخطار السيول على محجر الرواسب الوديانية في القطاع الأوسط من وادي وسيط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)
 (صورة رقم ٩٣) أثر أخطار السيول على محجر الرواسب الوديانية في القطاع الأدنى من وادي وسيط

٣- الغطاء النباتي:

للغطاء النباتي تأثير كبير على عمليات تبادل الطاقة السطحية، ويعمل كحلقة وصل بين الأرض والغلاف الجوي، ويؤثر على المناخ المحلي والإقليمي والتوازن الهيدرولوجي على السطح، وبالتالي لديناميات الغطاء النباتي أهمية أساسية في التغيير العالمي للنظم الإيكولوجية الأرضية (Yan et al., 2017).

ومنطقة الدراسة مفتقرة لكثافة الغطاء النباتي؛ لأنها منطقة قاحلة تقع في النطاق الصحراوي الجاف. وتبين من خلال الدراسة الميدانية أنها تحتوي على غطاء نباتي مبعثر في أرجائها، حيث يوجد في قيعان الأودية وجوانبها، ومناطق تجمع مياه السيول، ونطاق كبير من رواسب السبخة الساحلية والمروحة الفيضية (شكل رقم ٧٧).

وتمت الاستفادة من تقنية الاستشعار عن بعد في الحصول على مساحة الغطاء النباتي في المنطقة، من خلال حساب مؤشر الغطاء النباتي (NDVI)، وهو اختصار لـ (The Normalized Difference Vegetation Index)، ويُعتمد في حسابه على التفاعل بين الكلوروفيل الموجودة في النباتات مع الإشعاع الكهرومغناطيسي، ويُستخدم في دراسات مراقبة الجفاف، والتنبؤ بالإنتاج الزراعي، وفي مناطق الحرائق الخطيرة. وتتراوح قيمته بين (١ - ، ١)، فما بين (١ - ٠) يمثل مناطق نباتية، وما بين (١ - ٠) يمثل أي غطاء أرضي لا يحتوي على الكلوروفيل، وبالتالي لا يمثل غطاء نباتي (بارود، ٢٠١٩). وبلغت نسبة المناطق ذات الغطاءات النباتية في منطقة الدراسة اعتمادًا على هذا المؤشر (٤٦٩ م^٢) ٠,٦٪ من مساحتها.

ومن خلال الدراسة الميدانية أمكن تحديد عديد من النباتات الطبيعية، والتعرف على أهميتها التنموية في المجال الطبي والرعي، منها:

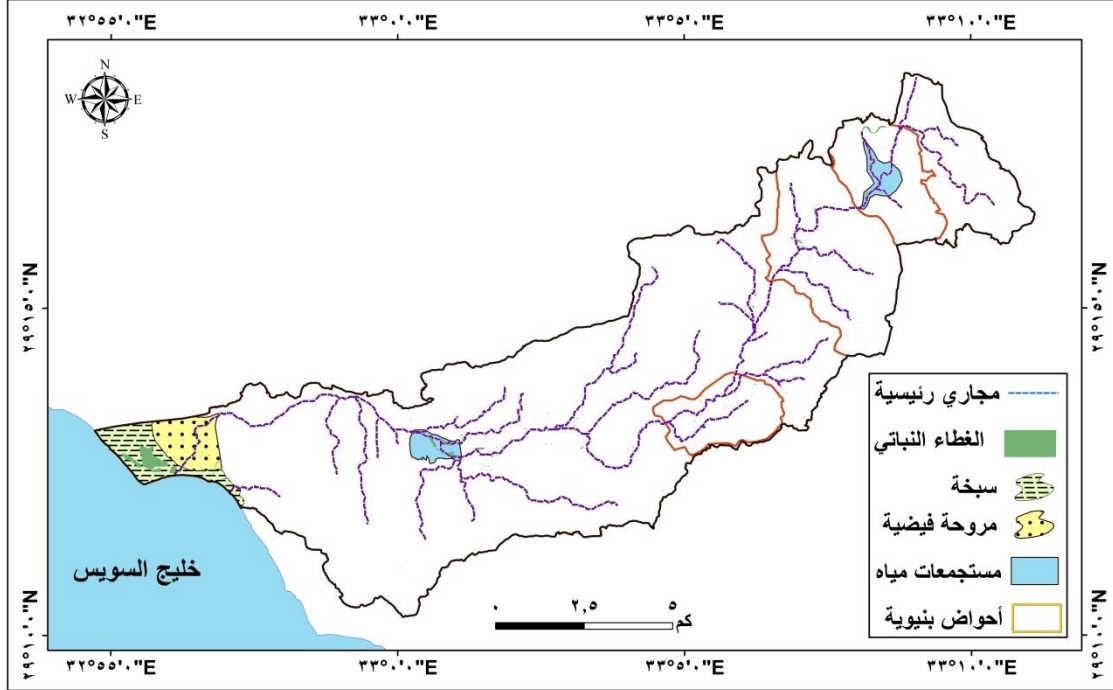
■ **أشجار السنط:** تنتشر في نطاقات متعددة خاصة في القطاعات الدنيا من الأودية، ويُستفاد منها في علاج آلام القولون عن طريق خلط المادة الصمغية الموجودة به بالماء وشربه، أو خلطه بالسكر دون ماء ويُؤكل (صورة رقم ٩٤).

■ **نبات اللصف:** الذي أُطلق على اسم وادي أبو اللصف بسبب كثرة نبات اللصف به، ويتواجد في الأجزاء الدنيا من جوانب الأودية كنبات مُعلق (صورة رقم ٩٥). ويستخدم لعمل المخللات، وعلاج الروماتيزم، وعضة الثعبان، والأورام (يوسف، ٢٠١٣)، وله أهمية كبيرة في علاج التهابات الصدر والحلق. ويقوم البدو بتقطيع أجزاء منه إلى قطع صغيرة، ثم وضعها في الماء مع الملح والدقيق والجبن لمدة يومين أو ثلاثة أيام، وبعد ذلك يُصقَى ويُشرب السائل الناتج.

■ **نبات الرتمة:** الذي ينتشر بقيعان الأودية، ويُستخدم لعلاج الجروح (صورة رقم ٩٦).

▣ نبات البُرْبُيط (القلو): ينتشر في معظم قيعان الأودية، ويتميز بشدة اخضراره، ويُعد مصدر غذاء أساسي لرعي الإبل (صورة رقم ٩٧).

بالإضافة إلى نباتات أخرى تفيد في علاج كثير من الأمراض، مثل: نبات السِّموة لعلاج الغثيان ونزلات البرد والقيء، ونبات الشيح لعلاج القولون واستُخدم قديمًا لإخفاء أثر الحسد والسحر، ونبات القاصوم لعلاج السعال ورمد العين، وغيرها.



المصدر: قاعدة بيانات (شكل رقم ٧٢)، المرئية الفضائية Landsat 8، الدراسة الميدانية

(شكل رقم ٧٧) توزيع الغطاء النباتي



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٣)

(صورة رقم ٩٤) أشجار السنط في القطاع الأدنى من وادي أم صورة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٤م)
(صورة رقم ٩٥) نبات اللصف في القطاع الأدنى من خانق الديرة



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٨م)
(صورة رقم ٩٦) نبات الرّثمة في القطاع الأدنى من وادي أبو الخطوط



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة رقم ٩٧) نبات الثربيط في القطاع الأدنى من وادي الجيوشية

٤ - الظاهرات الجيومورفولوجية:

توجد علاقة مباشرة بين الظاهرات الجيومورفولوجية ومجالات التنمية المختلفة في منطقة الدراسة، كما يلي:

أ- الظاهرات البنيوية:

❏ **الأحواض البنيوية:** لها دور رئيسي في تكوين مناطق تجمع مياه السيول عبر المجاري المائية وروافدها الثانوية، وقد ساعدت هذه المنخفضات على وجود غطاءات نباتية ذات أهمية رعوية، ووجود دوافع لإقامة السدود؛ للحفاظ على المياه واستخدامها لإقامة مجمعات صناعية. وأفضل أماكن هذه المجمعات في قاع الحوض البنيوي بأعالي الدريّة، ونطاق بئر وسيط.

❏ **الخوانق:** تحتوي على عديد من الظاهرات ذات المظهر الرائع، الناتجة عن عمليات النحت والإذابة، مثل: الأودية الكأسيّة، والأسقف المعلقة، والمدرجات الصخرية، وغيرها. والتي تُعد من مصادر الجذب السياحي (رحلات السفاري).

❏ **الحافات الصدمية:** منها قمة الحافة الغربية بكتلة حمام فرعون، والتي تُعد مكانًا مثاليًا لممارسة هوايات الغطس في مياه الخليج، كما فعلها العالم جون بول مع فريق عمله أثناء دراسته الميدانية الجيولوجية لغرب القطاع الأوسط في شبه جزيرة سيناء (Ball, 1916).

ب- ظاهرات التجوية:

- الأعمدة الصخرية، والنقش الصخري، وفتحات التافوني (تنمية سياحية بيئية).
- التفلق الصخري (تنمية تعدينية محجربة).

ج- ظاهرات النحت:

- الأودية الجافة، والمسيلات الجبلية (تنمية مائية وزراعية).
- كشف عملية النحت المائي عن الصخور الجيرية والرملية؛ مما يفتح مجالاً لدراساتها جيولوجياً، وتحديد أهميتها التعدينية.
- ظاهرة الكتل المتبقية بأشكالها المورفولوجية الرائعة، مثل: التلال المخروطية والقبابية والنهود الصحراوية. وظاهرة عيش الغراب (تنمية سياحية بيئية).
- الرؤوس البحرية التي تتميز بتكوينات جيولوجية أصلب (تنمية عمرانية، وإقامة القرى والمنتجات السياحية).
- البحيرات الساحلية (بيئات طبيعية لتربية الأحياء المائية بكافة أشكالها).
- الحفر الوعائية كبيرة الحجم (مستجمعات مياه طبيعية أثناء السيول).

د- ظاهرات الإرساب:

- المروحة الفيضية الرئيسية: أشارت دراسة (النجار، ٢٠٠٤) إلى صلاحية قطاعها الأوسط في التنمية الزراعية، والذي يتألف من الطمي والرمل والحصى بنسبة تساعد على وجود النشاط الزراعي.

- السبخات الساحلية: تُعيق مجالات التنمية بشكل عام؛ بسبب شدة ملوحتها، وانسيابية تربتها، وضعفها. ولا يوجد أي نشاط بشري مقام عليها سوى قريتين سياحيتين، ومنجم جبس رأس ملعب في أطرافها، وبعض المنشآت العمرانية المتدهورة في السبخة الساحلية الرملية بحضيض كتلة حمام فرعون (صورة رقم ٩٨). ومن أنواع تلك السبخات في منطقة الدراسة ما يلي:

- السبخة الرملية: توجد في نطاق ساحل حمام فرعون. وأثبتت دراسة (Mohamedzein, Al-Rawas, 2011) فعالية خلط الأسمنت بالتربة السبخية الرملية؛ لتكون قادرة على حمل الأساسات للمنشآت العمرانية، وبالتالي استعادة التنمية العمرانية والسياحية في نطاق عيون حمام فرعون.

- السبخة الملحية: توجد على طول امتداد خليج رأس ملعب، وترتفع فيها نسبة الملوحة، وتتعرض باستمرار للخاصية الشعرية، وارتفاع ماء الخليج. وأوصت دراسة (القبائلي، ٢٠١٤) بالابتعاد عنها في عمليات البناء، وصيانة المراكز العمرانية بها، باستخدام مواد البناء المناسبة، مثل: الأسمنت الألوميني، والأسمنت المقاوم للكبريت (السويتتر). وطلاء المواد الحديدية بالدهانات

العازلة (الأبوكسي)؛ لحمايتها من الصدأ. وعدم زيادة المبنى عن طابقين لتجنب عمليات الهبوط الأرضي الناتجة عن ثقل تلك المباني بتربتها.

المصاطب النهرية: تفيد في الدراسات الجيولوجية المناخية، وقد تحتوي على دلائل وجود الإنسان بالعصور القديمة؛ مما ينتج عن ذلك تنمية أثرية سياحية، وتحتاج إلى دراسات تفصيلية توضح ذلك.

هشيم المنحدرات (مخروطات الإرساب): لها أهمية سياحية بسبب مناظرها ومستوياتها المورفولوجية الرائعة. وتُعد مصدر للحصول على الرمل الأصفر، المُستخدم في عمليات البناء مباشرة دون الحاجة إلى تحجير، خاصة المخروطات الموجودة ببيدمونت الحافات الرملية في القطاعات الوسطى من منطقة الدراسة (تكوين أبو رديس الميوسيني).

تعد الشواطئ الرملية والحصوية والنباك والرواسب الفيضية في بطون الأودية مصادر مهمة لتحجير خامات البناء، مثل: الزلط، والحصى، والرمل.



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صورة رقم ٩٨) المنشآت العمرانية في حضيض كتلة حمام فرعون

ثانيًا: مجالات التنمية

١- التنمية التعدينية:

أ- أوجه الاستغلال الحالي:

استغلال الثروة المعدنية محدود في منطقة الدراسة، ويتمثل في محجر رخام، وثلاثة محاجر رواسب وديانية، ومنجم جبس (شكل رقم ٧٨).

محجر رخام الديرة:

يوجد في القطاع الأدنى من وادي الديرة بمساحة ٣٠٨ م^٢ في صخور الحجر الجيري الدولوميتي (تكوين مطلة الكريتاسي). ويبلغ عدد محاجر الرخام في محافظة جنوب سيناء ٨٢ محجرًا (٦١ في قسم رأس سدر، ٢١ في أبو زنيمة)، تتوزع على (٤٠ شركة، ٤٢ فرد)، تنتج ٣٦ ألف م^٣/سنة (٢٧ في قسم رأس سدر، ٩ في قسم أبو زنيمة) (جدول رقم ٢٩)، ويُقدر الاحتياطي المؤكد منه بقيمة ٨٥ ألف م^٣، والمُحتمل بقيمة ٢٣٠ ألف م^٣ (مُقبلة، ٢٠٢١). ولا يوجد أي أثر لتواجد الأدوات المستخدمة في التحجير سوى غرفة سكن مهجورة (الدراسة الميدانية: ٢٠٢٢/٢/١٤ م).

محاجر الرواسب الوديانية:

وُجد من خلال الدراسة الميدانية دلائل لعملية تحجير الرواسب الوديانية لاستخلاص خامات الرمل والزلط والحصى، عن طريق عملية التصفية باستخدام المناخل (يوسف، ٢٠١٣). وتوجد هذه المحاجر في القطاع الأعلى من وادي وسيط (شمال غرب مصب وادي الجويش)، وفي القطاعات الدنيا من أودية الجيوشية ووسيط. ويبلغ عدد محاجر الرواسب الوديانية في محافظة جنوب سيناء ٢١ محجرًا (١٨ أفراد، ٣ شركات)، منهم ٣ محاجر تنتمي لقسم أبو زنيمة. وبلغت الكمية الإجمالية لإنتاج السِن الطبيعي من هذه الرواسب ٣١٣ ألف م^٣، منها ٣٦ ألف م^٣ من إنتاج قسم أبو زنيمة بواسطة عدة شركات منها شركة سيناء للمنجنيز. ويُصدر الجزء الأكبر من إجمالي الإنتاج عبر ميناء أبو زنيمة أو دمياط إلى عديد من الدول، مثل: تركيا، إيطاليا، اليونان. وتُستخدم النسبة المتبقية محليًا لمصانع الزجاج والسيراميك في العاشر من رمضان والسادس من أكتوبر (مُقبلة، ٢٠٢١). ولا توجد أي أدوات في محاجر منطقة الدراسة تدل على استمرارية التحجير (الدراسة الميدانية: ٢٠٢٢/٢/١٩ م).



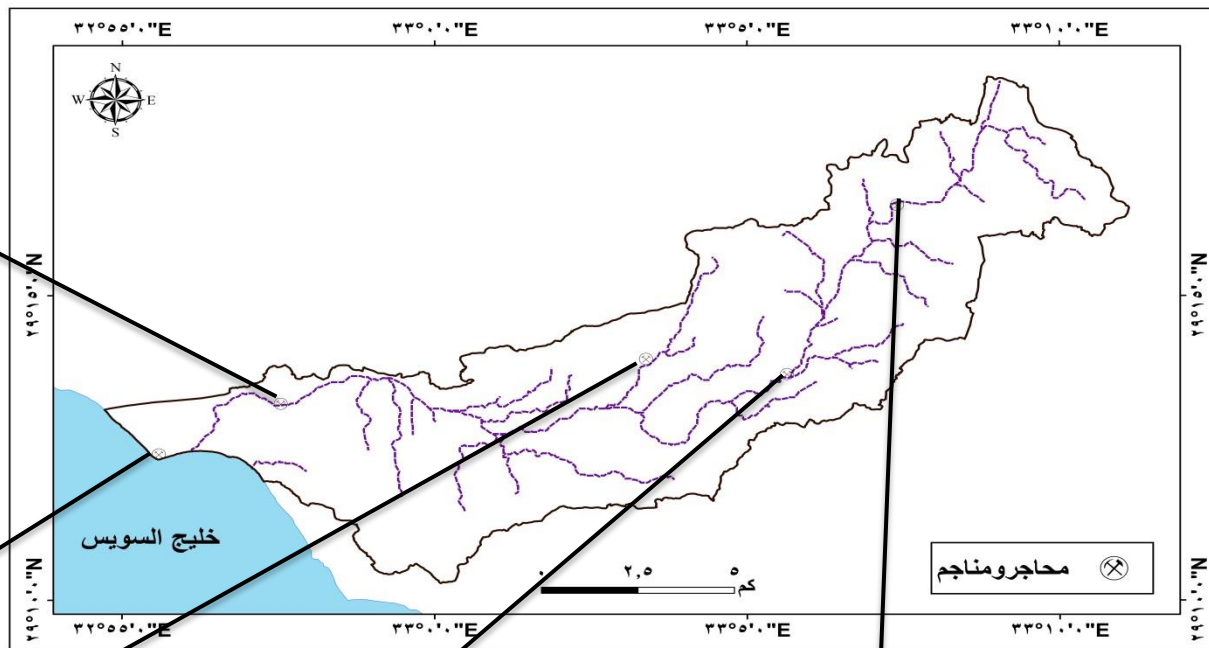
محجر رواسب أدنى وسيط



منجم جبس رأس ملعب



محجر رواسب الجيوشية



محجر رواسب أعالي وسيط



محجر رخام الدريرة

مصدر الشكل: الدراسة الميدانية ١٧، ٢٠٢٢/٢/١٩ م

(شكل رقم ٧٨) المناجم والمحاجر في منطقة الدراسة

■ منجم جبس رأس ملعب:

يتشكل الجبس بشكل طبيعي، ويتألف أساسًا من كبريتات الكالسيوم مع الماء، ويحتوي الجبس الجاف الخالي من الرطوبة على ٢١٪ من المياه (Thomas, 2002)، ويُعد الجبس صخر رسوبي، ترسب معدنه نتيجة تبخر مياه البحيرات والبحار المغلقة (عطالله، ٢٠٠٩)، ولونه أبيض شفاف، ويتميز أحيانًا بصبغة صفراء أو حمراء؛ بسبب وجود بعض الشوائب. ويُستخدم في عمل التماثيل، وطلاء الجدران الداخلية والخارجية للمباني، ويُستخدم أنقى أنواعه في جراحة العظام، ويُفيد في إصلاح وتحسين التربة من حيث النفاذية، ويدخل في صناعة الأسمدة، وتدخل بعض أنواعه في صناعة الزينة (الرفاعي وآخرون، ١٩٩٨).

ويقع منجم الجبس برأس ملعب (أقصى غرب منطقة الدراسة) على بعد ٤٠ كم جنوب مدينة رأس سدر، و ٢٠ كم شمال مدينة أبو زنيمة، وينتمي إلى شركة سيناء للمنجنيز، ومن مشكلاته البيئية انبعاث الجسيمات؛ بسبب عدم تركيب معدات تحكم في تلك الانبعاثات (Sims, El Miniawy, 2003).

وتتنمي وحدة جبس رأس ملعب إلى العصر الميوسيني الأوسط إلى الأعلى، منذ ٥ مليون سنة، ويُمثل أحدث عمليات إعادة تبلور الرواسب الجبسية في منطقة خليج السويس (Abdel-Monem et al., 2010). ونظرًا للنشأة التكتونية لخليج السويس فإن التفسير الأرجح لتكوين جبس رأس ملعب هو اختلاط مياه الخليج مع المياه الجوفية غير البحرية، وإذابة رواسب الجبس بها. كما وتشكلت رواسب الجبس الميوسينية في حوض فرعي مغلق، انفصل عن حوض خليج السويس خلال فترات انخفاض مستوى سطح البحر أو التصدع النشط (Attia et al., 1995).

ويبلغ إجمالي محاجر الجبس المرخصة في محافظة جنوب سيناء ١٦ محجرًا (٨ في قسم رأس سدر، ٨ في قسم أبو زنيمة)، وتنتج هذه المحاجر ٥٢٨ ألف م^٣/سنة، ويعود معظمها إلى شركات (جدول رقم ٢٩)، ومنها شركة سيناء للمنجنيز في مدينة أبو زنيمة، التي تنتج الجبس بالقرب من ساحل خليج السويس من رأس مطارمة شمالًا وحتى حدود أبو زنيمة جنوبًا (يوسف، ٢٠١٣)، ومنها منطقة جبس رأس ملعب، التي يُقدّر احتياطي الجبس فيها نحو ٦١ مليون طن (مُقبلة، ٢٠٢١).

ويتبين مما سبق أن معظم الأنشطة التعدينية في منطقة الدراسة غير مستمرة، وبها عدة مشكلات تتمثل في الآتي:

■ توقف المحاجر عن العمل أثناء فترة الحصول على ترخيص جديد بكامل إجراءاته الإدارية والمالية، وإسناد الأمر إلى جهاز المشروعات الوطنية منذ أكتوبر ٢٠٢٠، ومن ثم جهل كل ما يتعلق بأمور التحجير في منطقة الدراسة.

❑ إصدار القانون الجديد للثروة المعدنية رقم ١٩٨ لسنة ٢٠١٤، الذي أدى إلى ارتفاع رسوم التحجير وتعددتها، وهي: ٦٠٠٠ جنيه (معينة)، قيمة ايجار سنوي وفقاً لنوع المحجر (٤٦٠ ألف جنيه عن محجر رخام - ٢٥٠ ألف جنيه عن محجر جبس - ٢٨٠ ألف جنيه عن محجر رواسب وديان)، ٣٠ ألف جنيه/ سنة (تأمين)، ١٩٪ (رسوم إتاقه) على الكمية المنتجة، دون الأخذ في الاعتبار وجود نسبة غبار وأتربة مترسبة ليس لها علاقة بالخام.

❑ وجود رسوم إضافية غير السابقة، تشمل: ١٢٠٠ جنيه (رسوم الميزان) عن كل سيارة، وكارثة الطريق بصرف النظر عن نوع الخام.

❑ ظهور محاجر غير مرخصة بسبب ارتفاع الرسوم مما يضيع حق الدولة، ويتضح ذلك في انخفاض المحاجر إلى ١١٤ محجراً في جنوب سيناء عام ٢٠٢٠.

❑ افتقار مناطق الاستغلال التعديني للبنية التحتية، وبالتالي يوفرها المرخص على نفقته الخاصة. صعوبة الحصول على بيانات كمية خاصة بمحاجر منطقة الدراسة، من مصادرها الأساسية، مثل: هيئة المساحة الجيولوجية، والجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، وتحولت هذه الجهات من مسئولية توفير تلك البيانات إلى مسئولية إشراف فقط (مُقبل، ٢٠٢١).

(جدول رقم ٢٩) إنتاج المحاجر المرخصة في جنوب سيناء عام ٢٠١٩ (ألف متر^٣/ سنة)

| القسم | الرخام | الجرانيت | الجبس | رمل الزجاج | الدولوميت | السن الطبيعي | الطفلة |
|---------------|--------|----------|-------|------------|-----------|--------------|--------|
| الطور | - | - | - | - | - | ١٣ | - |
| أبو رديس | - | - | - | - | - | ١٠ | - |
| رأس سدر | ٢٧ | | ٤٨٠ | - | ٢٤ | ٩٦ | - |
| سانت كاترين | | ٣ | | - | | ١٢ | - |
| نوبيع | - | - | - | - | - | - | - |
| طابا | - | - | - | - | - | ١٩ | - |
| ذهب | - | - | - | - | - | ١٩ | - |
| أول شرم الشيخ | - | - | - | - | - | - | - |
| ثان شرم الشيخ | - | ١٠ | - | - | - | ١٠٨ | - |
| أبو زنيمة | ٩ | - | ٤٨ | ٢٨٨ | - | ٣٦ | ٦٠ |
| الإجمالي | ٣٦ | ١٤ | ٥٢٨ | ٢٨٨ | ٢٤ | ٣١٣ | ٦٠ |

المصدر: (مُقبل، ٢٠٢١، ص ٤٤٩)، نقلاً عن: (محافظة جنوب سيناء، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، إدارة الإحصاء، ٢٠١٩، بيان غير منشور).

ب- مقترحات التنمية التعدينية:

تقيد دراسة طبيعة الصخور في الجوانب التعدينية والصناعية، وتمتلك المنطقة مقومات مفيدة في هذه الجوانب. ومن أجل الاستفادة منها اقترحت الدراسة مناطق ملائمة لإنشاء مجمعات صناعية تعدينية في ضوء معايير أساسية متمثلة في: القرب من مواقع المحاجر والمناجم والخامات المعدنية، والقرب من شبكة الطرق الرئيسية والداخلية، وتوزيع أنواع الصخور والرواسب السطحية، والبعد عن المراكز العمرانية، والبعد عن مناطق الانحدارات الشديدة.

واعتمد على تحليل الملائمة المكانية Spatial Suitability (داود، ٢٠١٢)؛ لاختيار أنسب المواقع لإنشاء مجمع صناعي داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية، وتم إنشاء قاعدة بيانات للمعايير المحددة، ومعرفة فئات القرب والبعد عن مواضع المعايير، وإعادة تصنيفها إلى فئات، وإعطاء كل فئة داخل كل معيار قيمة ملائمة تتراوح من (١-٩)؛ لأنه لا يوجد موقع ملائم بنسبة ١٠٠٪. وهناك قيمة وزن نسبي للمعايير من حيث أولوية الأهمية أثناء التحليل، وحددت تلك القيمة بتطبيق أداة (Weighted Overlay)، وتم انتاج نموذج الملائمة المكانية لإنشاء مجمع صناعي تعديني في منطقة الدراسة (شكل رقم ٧٩)، وصنّف ذلك النموذج إلى ثلاث فئات وفقاً لدرجة الملائمة المكانية لكل فئة، كما يلي:

■ مناطق درجة ملائمتها منخفضة:

تشمل مساحة قدرها ٢٠ كم ٢، بنسبة ٢٦٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتتركز في نطاقات الانحدارات الشديدة، وتوزيع امتداد الحافات الصدعية والخنادق والمنعطفات الصدعية، ويصعب الوصول إليها واستغلالها؛ بسبب بعدها عن الطرق، وعن مواضع تواجد المحاجر والمناجم.

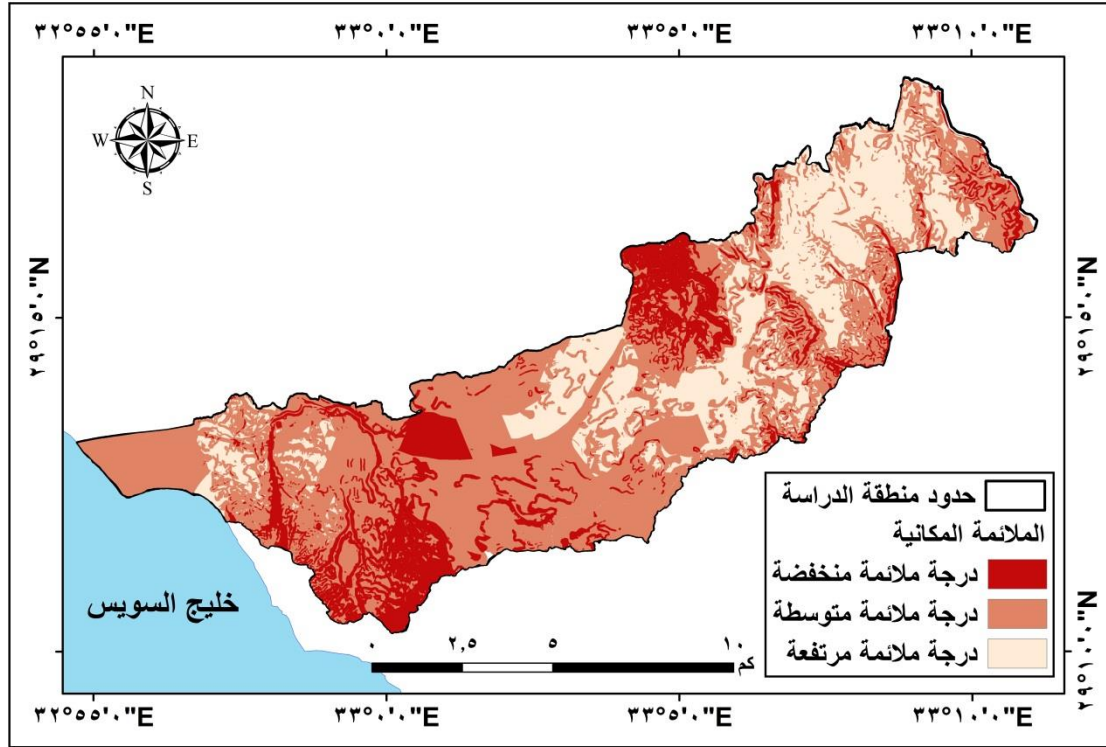
■ مناطق درجة ملائمتها متوسطة:

تشمل مساحة قدرها ٥٤ كم ٢، بنسبة ٦٩٪ من مساحة منطقة الدراسة، ومن أهم مواقعها: القطاع الأوسط في منطقة الدراسة، الذي يُعد مناسب لاستغلال الصخور الجيرية والرملية والرواسب السطحية. ونطاق المروحة الفيضية والرواسب السبخية الساحلية، الذي يُعد مناسب للاستغلال السياحي أكثر من الصناعي؛ بسبب توافر مقومات السياحة، مثل: الشواطئ، والقرى السياحية. لكنه يحتاج إلى توفير بنية تحتية أساسية خاصة أن الرواسب السبخية تستحوذ على معظم أرجائه؛ مما يعوق الاستغلال الأمثل له.

■ مناطق درجة ملائمتها مرتفعة:

تمثل مساحة قدرها ٢٥ كم ٢، بنسبة ٣٢٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتأتي في المرتبة الأولى من حيث درجة ملائمتها لإنشاء مجمعات صناعية. ويرتبط توزيعها بامتداد سهول البيدمينت ذات الانحدارات الخفيفة، وبامتداد المجاري الرئيسية في وادي الديرة ووسيط، ونطاقات الكتل المتقطعة أمام بيدمونت الحافات الصدعية سواء كانت ملتصقة بها أو منعزلة عنها، وفي بطون

الأحواض البنيوية (أعالي الدريرة، أعالي وسيط)؛ حيث تسود الأراضي الواسعة المستوية. ومن الممكن الوصول إلى هذه المناطق بالطرق الرئيسة والمدقات الجبلية، وتفيد في إنشاء مجمعات صناعية؛ لتحجير الصخور الجيرية بكافة أنواعها. وينتمي النطاق الساحلي الذي تشرف عليه عيون حمام فرعون الحارة إلى هذه الفئة، وأفضل ما يناسبه من جوانب التنمية هي التنمية السياحية الترفيهية والعلاجية.



المصدر: قاعدة بيانات (شكل رقم ٧٢)

(شكل رقم ٧٩) أنسب المناطق لإنشاء مجمعات صناعية تعدينية

وفيما يلي مقترحات أخرى بشأن التنمية التعدينية:

- مد فترة الترخيص لأكثر من سنة (٥ سنوات على سبيل المثال) حتى يستطيع مالك المحجر أن يقوم بالتحجير ويستفيد من المرافق التي أنشأها على نفقته لخدمة محجره، ولعدم إيقاف المحجر عن العمل بسبب فترة اجراءات الترخيص الجديد.
- تخفيض كافة الرسوم، وتوحيدها، وتحديد لها وفقاً لنوع الخام وصافي استخراجه، مع ترك مجال لربح المالك من محجره بشكل مُرضي ومُجزي، دون ضياع حق الدولة؛ مما يقلل من المحاجر غير المرخصة، واستمرار عملية التحجير.
- إنشاء بنية تحتية تخدم مناطق الاستغلال التعديني، ذات العائد المُجزي.

□ تيسير الحصول على بيانات المحاجر والتعدين لجميع الباحثين، وتوفيرها بمواقع مصادرها الرسمية (٤).

٢ - التنمية الزراعية:

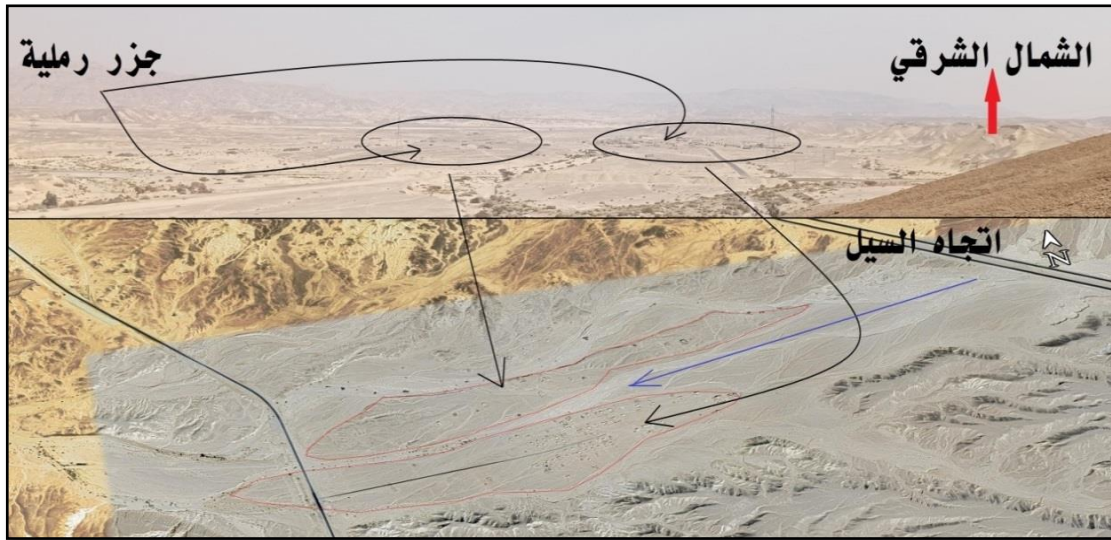
تبين من خلال الدراسة الميدانية عدم وجود أي نشاط زراعي في المنطقة؛ بسبب طبيعتها الجافة، وعدم توافر المياه بشكل مستمر، وفيما يلي عرض أهم جوانب التنمية الزراعية في منطقة الدراسة:

أ - أوجه التكيف والاستغلال الحالي:

يتركز السكان في بطن وادي وسيط بقطاعه الأوسط في قرية وسيط، ويعملون بالرعي والأنشطة المرتبطة بالجبل، مثل: صيد الوبران (حيوان بري يشبه الفأر) وأكلها لتقوية الجسم والمناعة، والاستفادة من النباتات العشبية في الرعي، والنباتات الطبية في التداوي من بعض الأمراض، ولدى بعضهم خبرة في استخراج خامات الذهب من الرواسب الوديانية خاصة بالقطاع الأعلى من منطقة الدراسة في قاع الحوض البنيوي بأعالي وادي الدريرة. وتُستخدم الآبار في سقي الإبل والأغنام، والاستخدامات البشرية الأخرى غير الشرب، ويحصل السكان على الغذاء من المدن القريبة خاصة مدينة أبو زنيمة التي تقع على بُعد ٢٠ كم جنوب المنطقة.

وبالنسبة لأشكال التكيف والاستغلال للمياه السطحية (السيول) فتتمثل في: تواجد العمران بقرية وسيط في القطاع الأوسط من الوادي فوق الجزر الرملية؛ تفادياً لخطر السيول (شكل رقم ٨٠)، وإنشاء مخزرات السيول لحماية طريق رأس سدر الطور من السيول (صورة رقم ٩٩)، وبناء الخزانات الصناعية لتجميع مياه السيول مثلما الحال في منطقة تجميع المياه في القطاع الأدنى من وادي وسيط (صورة بانورامية رقم ١٠٠).

٤ - انظر: مقترحات التنمية التعدينية في دراسة (مُقبل، ٢٠٢١).



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧)، Google Earth Pro

(شكل رقم ٨٠) تواجد العمران فوق الجزر الرملية



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٥)

(صورة رقم ٩٩) مخرات السيول



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٧م)

(صورة بانورامية رقم ١٠٠) الخزان الصناعي في القطاع الأدنى من وادي وسيط

ب- مقترحات التنمية الزراعية:

تمتلك منطقة الدراسة مصادر للمياه الجوفية متمثلة في أربعة آبار، وعيون مائية حارة، و٤,٣ مليون متر^٣ من المياه السطحية، وتُعد هذه الخصائص الهيدرولوجية ثروة اقتصادية تنموية إذا تم استغلالها وتنميتها على الوجه الأمثل، وفيما يلي عدة مقترحات من أجل التنمية الزراعية:

■ تنمية الآبار:

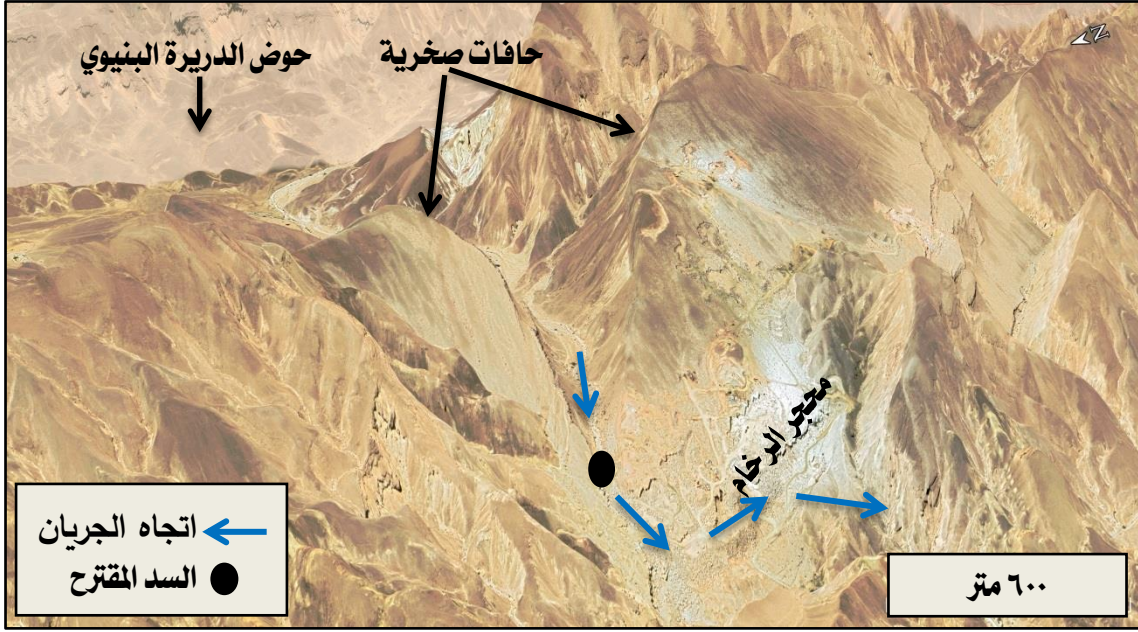
تتعدد طرق تنمية الآبار، وتنقسم إلى طرق ميكانيكية وكيميائية. وتتمثل الطرق الميكانيكية في: طريقة الجرذل، وطريقة الغسيل الداخلي والخارجي، والتنمية بواسطة المكبس المطاطي، والتنمية بواسطة أداة النفث، والضخ بمعدلات عالية. بينما تتمثل الطرق الكيميائية في: زيادة انتاجية الآبار باستخدام مواد كيميائية كالأحماض وغيرها من أجل تشتيت المواد الدقيقة العالقة مثل الطين ومن ثم زيادة المسامية، وطريقة تنمية الحجر الجيري والدولوميت المعتمدة على الأحماض في عمليات إصلاح الآبار، وطريقة التفجير والاضطراب الكيميائي باستخدام الثلج الجاف وخليط من الحمض الضعيف مع حمض الكربونيك، وطريقة تفجير الآبار خاصة الموجودة بالصخور الجيرية الكثيفة، حيث تتسبب في حدوث الشقوق والانكسارات؛ لزيادة النفاذية والتوصيل الهيدروليكي من نطاق الانتاج إلى نطاق البئر، باستخدام الجيلاتين المتفجر (خوجلي وآخرون، ٢٠١٤). ومن الممكن اختيار الطريقة المناسبة لطبيعة الآبار بالمنطقة.

❏ إنشاء السدود:

قدمت الدراسة عدة مواقع لإنشاء السدود، اعتمادًا على نتائج التحليلات المورفومترية والهيدرولوجية والدراسة الميدانية؛ لحماية مناطق المحاجر والطرق والعمران، والاستفادة من المياه المُجمَّعة. ومنها ما يلي:

❏ سد القطاع الأوسط من وادي الديرة:

اقترحت الدراسة إنشاء هذا السد لحماية نطاق محجر الرخام في وادي الديرة من أخطار السيول، وتجميع ٦٩٥,٥ ألف م^٣ من مياه السيول في الحوض البنيوي بأعالي الديرة للاستفادة منها في الأنشطة التعدينية، والزراعية، والرعية بعد ذلك (شكل رقم ٨١).



المصدر: Google Earth pro، الدراسة الميدانية

(شكل رقم ٨١) موقع السد المقترح في القطاع الأوسط من وادي الديرة

❏ سد القطاع الأعلى من وادي وسيط:

اقترحت الدراسة إقامة هذا السد عند مصب وادي الديلي؛ لتقليل خطر سرعة المياه، وحماية محجر الرواسب الوديانية والطريق المزدوج في نطاق القطاع الأعلى من وادي وسيط، وتجميع ١٥٤,٣ ألف م^٣ من مياه السيول للاستفادة منها في المجالات التنموية المتاحة (شكل رقم ٨٢).

❏ سد القطاع الأوسط من وادي وسيط:

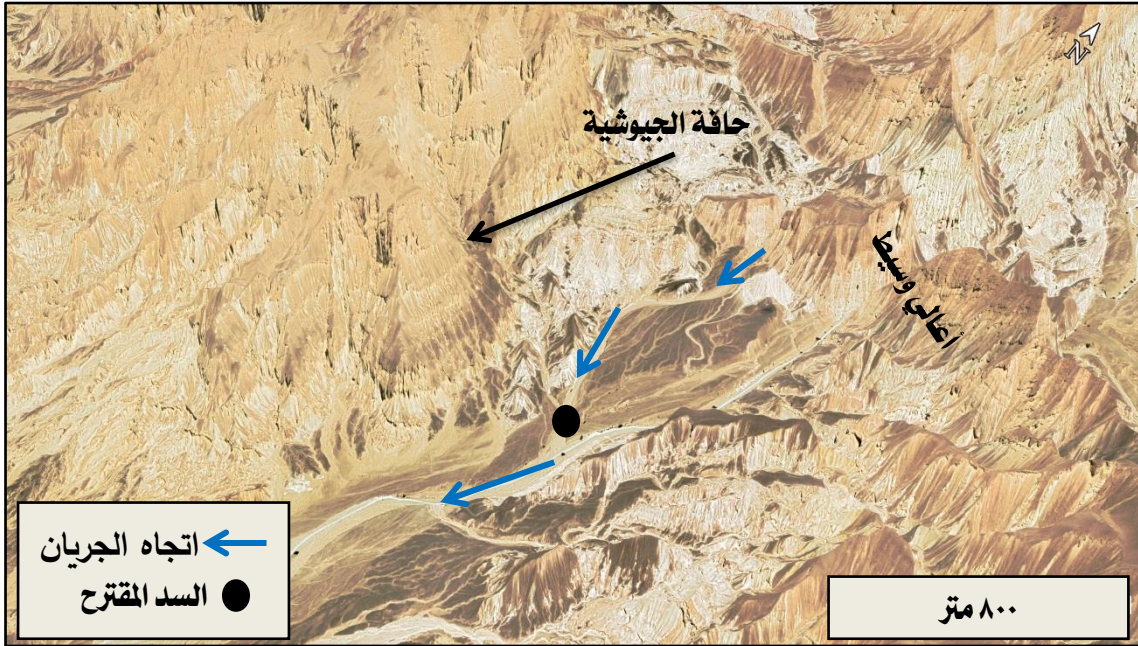
اقترحت الدراسة إقامة هذا السد في مصب وادي لغب أم نعجة؛ لحماية طريق رأس سدر - الطور، والمركز العمراني في قرية وسيط، وتجميع ١٣٢,٢ ألف م^٣ من مياه السيول للاستفادة منها في المجالات التعدينية والرعية (شكل رقم ٨٣).

□ سدود القطاع الأدنى من وادي وسيط:

اقترحت الدراسة إقامة سد في غرب خانق وسيط بنهاية امتداد الحافة الصدعية الغربية بكتلة حمام فرعون الجيرية؛ لتجميع ١,٧ مليون م^٣ من مياه السيول، الناتجة عن أودية النقب وغرب النقب والتلعة والحمام وشرق الحمام ووسيط الرئيس، بالإضافة إلى الاستفادة منها في التنمية الزراعية والرعوية، وحماية منجم الرواسب الوديانية بأقصى غرب خانق وسيط، والقرى السياحية الساحلية، وطريق حمام فرعون، وتهيئة المروحة الفيضية لتصبح مكانًا آمنًا للتنمية العمرانية فيما بعد (شكل رقم ٨٤).

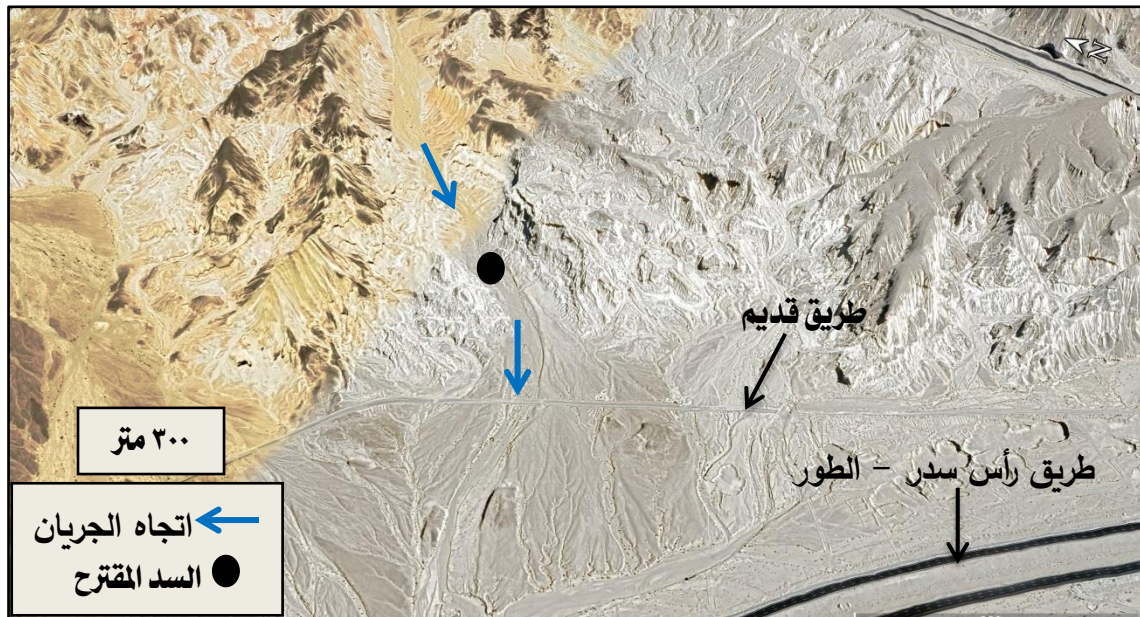
▣ تحديد مناطق زراعية ورعوية:

اقترحت الدراسة مناطق مناسبة للرعي والزراعة، تتمثل في مناطق مستجمعات مياه السيول، وتوجد في حوض الديرة البنيوي ومنطقة بئر وسيط (شكل رقم ٧٢)؛ لتحقيق التنمية الزراعية والرعوية بعد إنشاء السدود المقترحة، وتخزين المياه الجارية خلفها، وحماية الظاهرات البشرية الموجودة، مثل: الطرق، والمحاجر، والعمران.



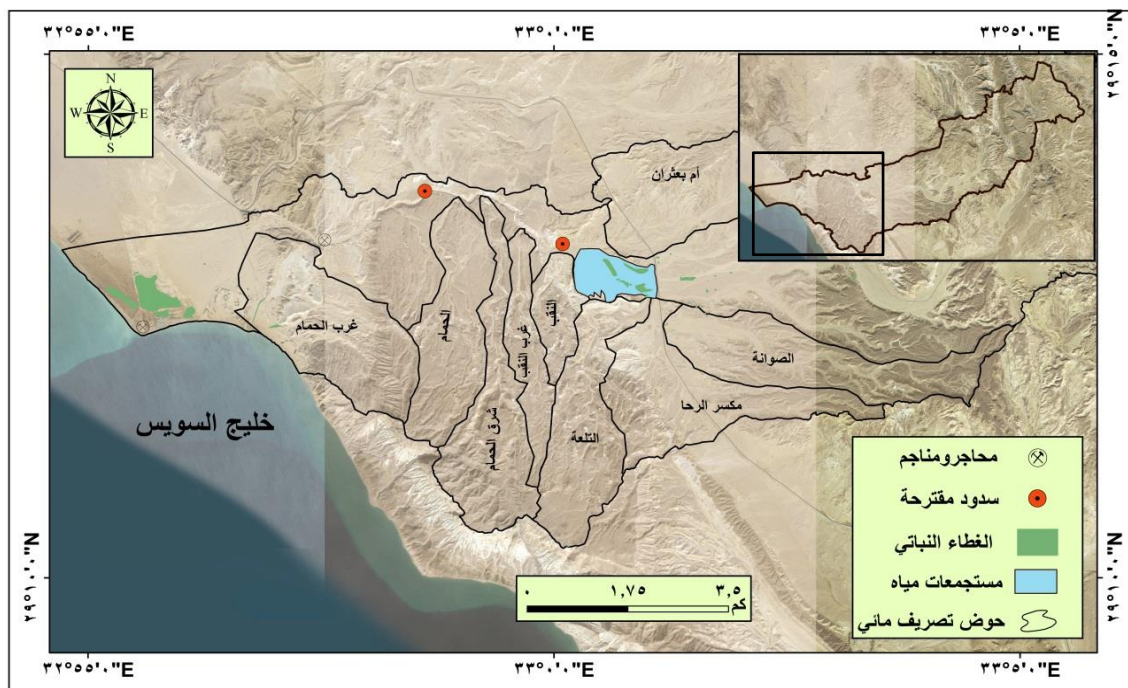
المصدر: Google Earth pro ، الدراسة الميدانية

(شكل رقم ٨٢) موقع السد المقترح في القطاع الأعلى من وادي وسيط



المصدر: Google Earth pro ، الدراسة الميدانية

(شكل رقم ٨٣) موقع السد المقترح في القطاع الأوسط من وادي وسيط



المصدر: الصورة الجوية، الدراسة الميدانية

(شكل رقم ٨٤) موقع السدود المقترحة في القطاع الأدنى من وادي وسيط

٣- التنمية السياحية:

يُقصد بها التكامل بين المقومات الطبيعية الموجودة في المنطقة مع المرافق العامة الأساسية لإقامة الاستثمارات السياحية (يوسف، ٢٠١٣)، وعلى الرغم من ندرة الاهتمام بالسياحة في المنطقة إلا أنها تمتلك عدة مقومات متمثلة في الآتي:

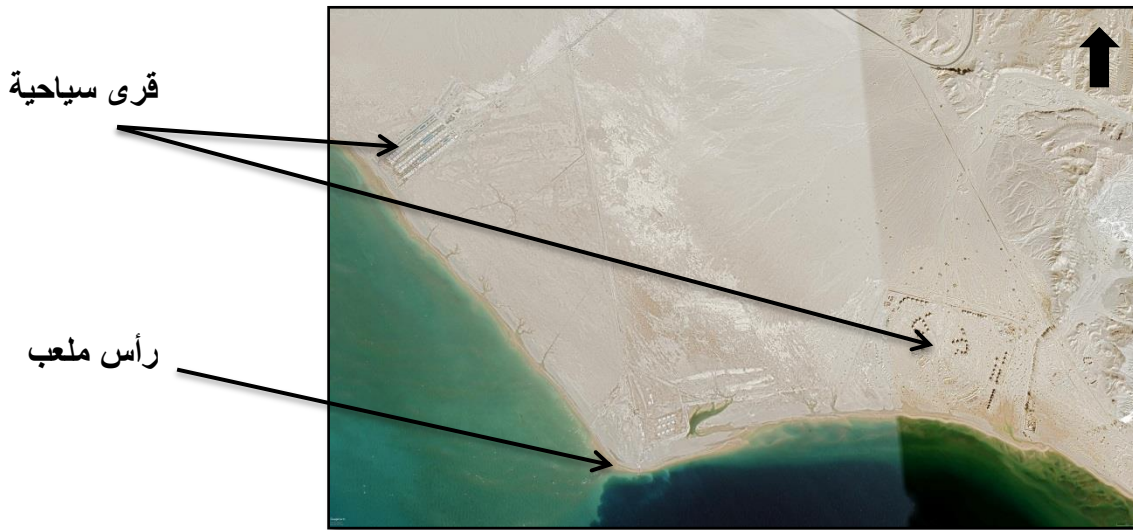
تُعد منطقة حمام فرعون من أفضل الأماكن للسياحة العلاجية والترفيهية، إلا أنها شبه مهجورة الآن (٢٠٢٢/٢/١٩م)، (صور رقم ١٠١).

القرى والمنتجعات السياحية المُقامة على الشاطئ (شكل رقم ٨٥).

الظواهرات الجيومورفولوجية ذات المظهر المورفولوجي الجذاب، التي تُعد من مقومات الجذب السياحي؛ لتنشيط السياحة البيئية، مثل: الخوانق، والحفر الوعائية، ومخروطات الهشيم.

وجود الطرق الرئيسية والجبلية التي تساعد على قيام رحلات السفاري (شكل رقم ٧٢).

وتقترح الدراسة إعادة تأسيس البنية التحتية لمنطقة حمام فرعون لاستعادة نشاطها السياحي.



المصدر: Google Earth Pro

(شكل رقم ٨٥) القرى والمنتجعات السياحية



المصدر: الدراسة الميدانية (٢٠٢٢/٢/١٩م)

(صور رقم ١٠١) تدهور نطاق شاطئ حمام فرعون

٤ - التنمية العمرانية:

يتركز العمران في قرية وسيط (شكل رقم ٥-٨)، ويبلغ عدد السكان ٦٣ فرد، منهم ٣١ ذكور و ٣٢ إناث، ومن بينهم أسرة (٥ أفراد) تسكن بإيجار قديم، و ١٨ أسرة (٥٨ فرد) بنظام التمليك، ولكل مسكن مطابخ ودورات مياه خاصة. وتُعد شبكة الكهرباء العامة هي مصدر الكهرباء لديهم. وتخدم الشبكة العامة للصرف الصحي أسرة واحدة، وباقي الأسر تعتمد على الترنش، وتوجد صنابير المياه داخل المساكن ماعدا أسرة واحدة تعتمد على الآبار. ويعتمد الجميع على اسطوانات الغاز في الطهي (الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التعداد العام للسكان، محافظة جنوب سيناء، ٢٠١٧).

وتُعد أخطار السيول من أخطر المشكلات البيئية التي يتعرض لها السكان؛ بسبب تواجدهم في طريق السيل، ولذلك اقترحت الدراسة منطقة للتنمية العمرانية بمساحة ٢,٤ كم^٢، وتتمثل في نطاق المروحة الفيضية الرئيسية لمنطقة الدراسة، ومن الممكن نقل السكان إليها بعد اتخاذ الإجراءات التالية:

- ❑ إنشاء سد القطاع الأدنى بوادي وسيط؛ لحماية المنطقة المقترحة من وصول السيول، والاستفادة من صافي الجريان المائي لأودية غرب النقب، والحمام، وشرق الحمام.
- ❑ إزالة الغطاءات النباتية المتمثلة في ظاهرة النباك، والمنتشرة بكثرة بسطح المروحة الفيضية.
- ❑ تأسيس بنية تحتية تشمل على خطوط كهرباء، ومياه، وصرف صحي، وطرق.
- ❑ إعادة تشغيل المحاجر المتوقفة في المنطقة لتوفير فرص عمل للسكان.
- ❑ إعادة تأهيل منطقة حمام فرعون للجذب السياحي وإحياء المنطقة.

٥- مصادر الطاقة:

تتولد الطاقة الحرارية الأرضية من النشاط الإشعاعي لعناصر البوتاسيوم واليورانيوم والثوريوم في باطن الأرض؛ حيث تنطلق الحرارة منها، وتظهر بالمواضع التي تتسرب منها الحرارة الأرضية إلى الهواء عن طريق وسيط حامل مثل: المياه الدافئة التي تنبثق من الينابيع المعدنية، أو من خلال الغازات الساخنة أو الثورات البركانية (شاوهان، سريفاستافا، ٢٠١٢). وتُعد عيون حمام فرعون من مصادر توليد الطاقة الحرارية الأرضية خاصة التكهفات الكبيرة بها، ويمكن استغلالها في توليد الطاقة الكهربائية.

خُلاصة الفصل الخامس:

تتاول الفصل دراسة الجوانب التطبيقية للجيومورفولوجيا في منطقة الدراسة، من خلال تحديد المقومات الطبيعية المؤثرة في جوانب التنمية المختلفة، والتي تمثلت في الصخور والمياه والغطاء النباتي والظواهرات الجيومورفولوجية. وذلك من خلال الاستفادة من الخصائص الجيولوجية، والمورفومترية، والهيدرولوجية، والمورفولوجية للمنطقة. وقدمت الدراسة مقترحات متعلقة بكل جانب من جوانب التنمية المختلفة، والمتمثلة في: التنمية التعدينية، والزراعية، والسياحية، والعمرانية، ومصادر الطاقة.

ومن أهم نتائج الفصل: احتواء المنطقة على عديد من الصخور ذات القيمة الاقتصادية في عمليات التحجير، ووجود رواسب لخام الذهب في الرواسب الوديانية بالقطاع الأعلى من المنطقة (وادي الدريرة)، والتي تحتاج إلى دراسات جيولوجية تفصيلية لمعرفة مدى تركيز الخام والاستغلال الأمثل له في حالة وجوده بكميات ذات انعكاس اقتصادي مُربح. ويتجمع في المنطقة ٤,٣ مليون م^٣ من مياه السيول أثناء العواصف المطرية، والتي لابد من استغلالها أفضل استغلال خاصة أن المنطقة صحراوية جافة وبها تجمعات سكانية ذات احتياج لهذه المياه. كما وأن المنطقة بها أشكال جيومورفولوجية جذابة تفيد في نشاط السياحة، مثل: الخوانق، ومخاريط الإرساب، وعيش الغراب، وظواهرات الإذابة، والعيون الحارة، والشواطئ الرملية، والبحيرات الساحلية.

الخاتمة

أولاً: ملخص النتائج

ثانياً: التوصيات

الخاتمة

أولاً: ملخص النتائج:

تتألف منطقة الدراسة من صخور رسوبية ترجع إلى العصر الكريتاسي الأعلى بالزمن الجيولوجي الثاني، وحتى عصر الهولوسين بالزمن الجيولوجي الرابع، وتنتمي لنيثولوجيا إلى الصخور الجيرية، والرملية، والرواسب السطحية. وتأثرت في نشأتها بالعمليات التكتونية خلال تطورها الجيولوجي، وتنوعت تلك العمليات ما بين الصدع والطي، والتي لها دوراً كبيراً في التشكيل المورفولوجي لسطح المنطقة.

تأثرت المنطقة بالعوامل والعمليات الخارجية المناخية، فنتج عن الفترات المطيرة بالعصور الجيولوجية تشكيل شبكة تصريف مائي؛ بسبب النحت النهري، وتشكيل المروحة الفيضية؛ بسبب الإرساب النهري. وأثر تغير مستوى سطح البحر في تشكيل عدة ظاهرات ساحلية مثل: السبخات الساحلية. وقد بلغ المعدل السنوي للمدى الحراري $21,5^{\circ}\text{C}$ ، وله دور في نشاط عمليات التجوية الميكانيكية. وأثرت الرياح في تشكيل عدة ظاهرات جيومورفولوجية بسبب سرعتها واختلاف اتجاهاتها، مثل: ظاهرة عيش الغراب، والنباك. ولعنصري المطر والتبخر أهمية في تحديد صافي الجريان المائي في منطقة الدراسة.

تحتوي المنطقة على ثلاث وحدات مورفولوجية، هي: وحدة السهل الساحلي بأقصى الغرب، ووحدة الكتل الجبلية الصدمية بأقصى الشرق، ووحدة طية تال وسيط المقعرة بالقطاع الأوسط. وتمتد المنطقة بمرحلة الشباب في قطاعها الأعلى، وبمرحلة النضج في قطاعها الأدنى، وبمرحلة الشيخوخة في قطاعها الأوسط؛ بسبب العمليات التكتونية.

تبلغ مساحة المنطقة 128 كم^2 ، وتحتوي على (19) حوض تصريف ثانوي، بإجمالي 4774 مجرى مائي، وللمتغيرات المورفومترية المرتبطة بالخصائص المساحية والشكلية ودورة التعرية الجيومورفولوجية أهمية في تفسير مدى التباين المورفولوجي للأحواض، وقُسمت المنطقة إلى أربع مجموعات من حيث مدى التشابه المورفومتري والمورفولوجي في كل مجموعة.

تشكّلت بالمنطقة ظاهرات بنيوية، مثل: الحافات الصدمية، وحافات الكويستات، والأحواض البنيوية، والأودية الصدمية، والخوانق. وظاهرات ناتجة عن التجوية، مثل: الكتل الصخرية، والتفلق الصخري، والتفشر الصخري، والانفراط الحُببي، وحفر الإذابة، والأرصفة الجيرية. وظاهرات ناتجة عن عمليات النحت، مثل: الأودية الجافة، والمسيلات الجبلية، والجروف والأرصفة البحرية، والرؤوس والخلجان البحرية، والبحيرات الساحلية، والحفر الوعائية، والتقويض السفلي. وظاهرات ناتجة عن عمليات الإرساب، مثل: المصاطب النهرية، والمراوح الفيضية، والسبخات الساحلية، والشواطئ، والنباك، وهشيم المنحدرات.

﴿ يتوافر بالمنطقة عدة مقومات طبيعية تساعد في تحقيق التنمية، مثل: الخامات المعدنية في الصخور الجيرية والرملية، والرواسب السطحية، والطبقات الحاملة للمياه الجوفية في رواسب الزمن الرابع وصخور الميوسين والإيوسين والكريتاسي الأعلى، والمياه السطحية الناتجة عن السيول والتي تُقدَّر بـ ٤,٣ مليون م^٣، والغطاء النباتي بأهميته الطبية والغذائية، والظواهر الجيومورفولوجية بكافة أنواعها. وتوجد بالمنطقة مجالات للتنمية التعدينية، والسياحية، والعمرانية، والزراعية. وتتعرض الظواهر البشرية بالمنطقة إلى أخطار السيول كأحد الأخطار الجيومورفولوجية السائدة في المناطق الجافة الجبلية الصحراوية.

ثانياً: التوصيات:

﴿ الاستغلال الأمثل لما تملكه المنطقة من صخور جيرية ورملية ورواسب سطحية وتفعيل استثمارية المحاجر الموجودة نظراً لوقوف جميع أعمال التحجير بها حالياً.

﴿ إقامة مجمعات صناعية قائمة على الموارد الطبيعية للمنطقة بالمناطق ذات الملائمة المكانية المرتفعة.

﴿ الاستفادة من الآبار الموجودة بالمنطقة في التنمية الزراعية.

﴿ العمل على الترويج السياحي المناسب لما تملكه المنطقة من مقومات مثل عيون حمام فرعون وأشكال السطح ذات المظهر الجيومورفولوجي الرائع.

﴿ إنشاء سدود بالمناطق المقترحة للحماية من أخطارها والاستفادة من مياهها.

﴿ الاستغلال المناسب للنباتات الطبيعية بالمنطقة في المجالات العلاجية والرعية.

﴿ إقامة مزارع أسماك بالبحيرات الساحلية.

﴿ الاستفادة من المياه المتجمعة بالأحواض البنيوية في الأنشطة الزراعية والصناعية.

﴿ إعادة تمهيد الطرق الداخلية أو رصفها لسهولة التنقل والوصول إلى مناطق الموارد الطبيعية لتسهيل عمليات الاستغلال الأمثل لها.

﴿ تحتاج المنطقة إلى دراسات تفصيلية بتخصصات الزراعة لتحديد خصائص الغطاء النباتي وأهميته الاقتصادية، وتخصص الجيولوجيا لتحديد الخامات المعدنية التي تحويها الصخور مثل البحث عن خام الذهب بالرواسب الوديانية.

﴿ إنشاء محطة توليد طاقة كهربائية من الطاقة الحرارية الأرضية بعيون حمام فرعون.

الملاحق

(ملحق رقم ١) أطوال الصدوع واتجاهاتها في منطقة الدراسة

| م | الطول كم | الاتجاه (درجة) | X1 | X2 | Y1 | Y2 |
|----|----------|----------------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1 | 0.04 | 35 | 499014.9 | 499038.8 | 3233253.5 | 3233288.2 |
| 2 | 0.17 | 355 | 494493.9 | 494479.8 | 3232512.7 | 3232686.0 |
| 3 | 0.18 | 104 | 506457.4 | 506635.2 | 3235463.7 | 3235418.1 |
| 4 | 0.56 | 296 | 498038.6 | 497536.4 | 3233325.0 | 3233567.8 |
| 5 | 0.57 | 86 | 511885.8 | 512454.4 | 3233730.9 | 3233767.6 |
| 6 | 0.62 | 332 | 509687.1 | 509394.6 | 3237289.0 | 3237830.2 |
| 7 | 0.64 | 321 | 508344.3 | 507943.0 | 3231399.1 | 3231892.0 |
| 8 | 0.70 | 360 | 517597.5 | 517591.4 | 3237950.3 | 3238651.2 |
| 9 | 0.72 | 212 | 502496.0 | 502111.0 | 3229387.5 | 3228776.3 |
| 10 | 0.90 | 105 | 503055.0 | 503925.0 | 3231405.0 | 3231165.0 |
| 11 | 0.91 | 2 | 500095.0 | 500134.7 | 3231186.0 | 3232095.5 |
| 12 | 0.92 | 330 | 514519.4 | 514057.0 | 3237522.7 | 3238315.6 |
| 13 | 0.92 | 1 | 496628.8 | 496641.5 | 3231763.9 | 3232684.6 |
| 14 | 0.93 | 209 | 507255.0 | 506805.0 | 3232545.0 | 3231735.0 |
| 15 | 0.93 | 327 | 511694.6 | 511192.1 | 3232739.7 | 3233521.8 |
| 16 | 0.93 | 180 | 510345.0 | 510345.0 | 3233475.0 | 3232545.0 |
| 17 | 0.93 | 86 | 512385.0 | 513315.0 | 3238515.0 | 3238575.0 |
| 18 | 0.94 | 207 | 508545.0 | 508125.0 | 3235725.0 | 3234915.0 |
| 19 | 0.96 | 90 | 511575.0 | 512505.0 | 3237915.0 | 3237915.0 |
| 20 | 0.99 | 60 | 504645.0 | 505485.0 | 3233475.0 | 3233955.0 |
| 21 | 0.99 | 152 | 505562.7 | 506029.0 | 3235228.7 | 3234365.6 |
| 22 | 1.03 | 187 | 507585.0 | 507465.0 | 3232245.0 | 3231255.0 |
| 23 | 1.03 | 257 | 511382.0 | 510375.0 | 3235926.3 | 3235695.0 |
| 24 | 1.05 | 211 | 508761.3 | 508231.2 | 3237537.7 | 3236650.8 |
| 25 | 1.06 | 138 | 506714.3 | 507420.6 | 3231004.8 | 3230219.1 |
| 26 | 1.06 | 224 | 512385.0 | 511665.0 | 3235125.0 | 3234375.0 |
| 27 | 1.10 | 301 | 510376.7 | 509439.4 | 3231939.8 | 3232513.9 |
| 28 | 1.11 | 47 | 510405.0 | 511215.0 | 3234735.0 | 3235485.0 |
| 29 | 1.11 | 47 | 510405.0 | 511215.0 | 3234735.0 | 3235485.0 |
| 30 | 1.11 | 55 | 505845.0 | 506745.0 | 3232635.0 | 3233265.0 |
| 31 | 1.12 | 116 | 512170.5 | 513173.8 | 3238462.4 | 3237967.1 |
| 32 | 1.13 | 230 | 511995.0 | 511125.0 | 3235335.0 | 3234615.0 |
| 33 | 1.13 | 259 | 508395.0 | 507285.0 | 3233235.0 | 3233025.0 |
| 34 | 1.15 | 232 | 517400.4 | 516492.7 | 3239306.7 | 3238598.4 |
| 35 | 1.15 | 360 | 511185.0 | 511185.0 | 3236385.0 | 3237525.0 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|-----|------|----|
| 3234585.0 | 3235335.0 | 511095.0 | 511995.0 | 230 | 1.17 | 36 |
| 3233041.6 | 3231975.6 | 509970.4 | 510511.7 | 333 | 1.20 | 37 |
| 3234838.3 | 3233649.6 | 504429.7 | 504292.9 | 7 | 1.20 | 38 |
| 3231375.0 | 3231015.0 | 505425.0 | 506565.0 | 288 | 1.20 | 39 |
| 3230807.6 | 3230685.9 | 504647.0 | 504239.5 | 73 | 1.21 | 40 |
| 3231825.0 | 3232035.0 | 503715.0 | 504945.0 | 260 | 1.25 | 41 |
| 3236835.0 | 3235875.0 | 510465.0 | 509685.0 | 39 | 1.25 | 42 |
| 3230839.5 | 3229585.4 | 496624.2 | 496608.4 | 1 | 1.26 | 43 |
| 3237615.0 | 3237225.0 | 509445.0 | 510645.0 | 288 | 1.26 | 44 |
| 3232815.0 | 3233685.0 | 511605.0 | 510675.0 | 133 | 1.27 | 45 |
| 3229657.9 | 3229747.9 | 505966.8 | 507256.8 | 266 | 1.29 | 46 |
| 3233562.6 | 3232396.3 | 496135.5 | 495538.3 | 27 | 1.31 | 47 |
| 3238101.4 | 3237604.5 | 515972.5 | 517206.0 | 292 | 1.33 | 48 |
| 3234885.0 | 3236205.0 | 512385.0 | 512235.0 | 174 | 1.34 | 49 |
| 3238731.3 | 3239858.4 | 512125.9 | 512856.2 | 213 | 1.34 | 50 |
| 3237477.1 | 3238858.3 | 511427.4 | 511379.8 | 178 | 1.38 | 51 |
| 3236595.0 | 3236745.0 | 509025.0 | 507615.0 | 96 | 1.45 | 52 |
| 3230674.9 | 3229243.9 | 505709.2 | 505446.1 | 10 | 1.46 | 53 |
| 3237705.0 | 3239175.0 | 510615.0 | 510735.0 | 185 | 1.47 | 54 |
| 3232413.5 | 3231207.0 | 494770.9 | 495681.1 | 323 | 1.51 | 55 |
| 3234086.4 | 3233585.3 | 502541.2 | 503992.1 | 289 | 1.54 | 56 |
| 3236761.9 | 3237397.8 | 512255.5 | 513729.3 | 247 | 1.61 | 57 |
| 3233805.0 | 3232815.0 | 510105.0 | 508845.0 | 52 | 1.61 | 58 |
| 3230499.9 | 3229204.3 | 502165.2 | 503135.7 | 323 | 1.62 | 59 |
| 3233581.3 | 3232280.1 | 510327.6 | 511296.1 | 323 | 1.62 | 60 |
| 3232815.0 | 3233805.0 | 511605.0 | 510345.0 | 128 | 1.63 | 61 |
| 3232512.7 | 3230838.9 | 494493.9 | 494610.6 | 356 | 1.68 | 62 |
| 3239530.6 | 3237875.4 | 515228.2 | 515878.7 | 339 | 1.78 | 63 |
| 3231820.0 | 3233538.2 | 509627.8 | 510129.2 | 196 | 1.79 | 64 |
| 3237315.0 | 3235935.0 | 507945.0 | 506865.0 | 38 | 1.80 | 65 |
| 3236006.4 | 3234093.4 | 507447.7 | 507654.0 | 354 | 1.93 | 66 |
| 3237731.0 | 3235933.3 | 507471.4 | 506644.4 | 25 | 1.99 | 67 |
| 3232425.7 | 3230441.3 | 499526.7 | 499024.0 | 14 | 2.05 | 68 |
| 3232365.0 | 3232665.0 | 511485.0 | 509415.0 | 98 | 2.12 | 69 |
| 3239963.5 | 3237915.0 | 511880.4 | 512505.0 | 343 | 2.16 | 70 |
| 3232685.7 | 3233003.2 | 506309.8 | 508479.4 | 262 | 2.20 | 71 |
| 3240852.2 | 3241010.9 | 512902.5 | 515114.4 | 266 | 2.23 | 72 |

| | | | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|-----|------|----|
| 3233677.8 | 3233669.4 | 512226.9 | 509815.7 | 90 | 2.41 | 73 |
| 3233479.4 | 3233013.8 | 504531.8 | 506902.5 | 281 | 2.42 | 74 |
| 3233736.2 | 3236014.3 | 507027.0 | 507947.7 | 202 | 2.47 | 75 |
| 3233559.4 | 3234816.7 | 509142.7 | 507015.5 | 121 | 2.48 | 76 |
| 3233565.0 | 3231615.0 | 507735.0 | 506145.0 | 39 | 2.55 | 77 |
| 3231492.4 | 3230151.0 | 502796.2 | 505113.9 | 300 | 2.70 | 78 |
| 3235819.3 | 3233108.3 | 506619.9 | 507182.8 | 348 | 2.77 | 79 |
| 3229358.2 | 3232140.7 | 497025.4 | 497123.3 | 182 | 2.79 | 80 |
| 3231435.0 | 3231495.0 | 500565.0 | 503355.0 | 269 | 2.81 | 81 |
| 3229400.7 | 3231808.4 | 500128.0 | 501794.9 | 215 | 2.93 | 82 |
| 3236997.0 | 3235926.3 | 508351.4 | 511382.0 | 289 | 3.22 | 83 |
| 3231808.4 | 3228581.8 | 501794.9 | 501692.7 | 2 | 3.23 | 84 |
| 3237064.6 | 3234467.5 | 507504.4 | 509561.9 | 322 | 3.32 | 85 |
| 3237704.5 | 3234315.3 | 512646.2 | 513444.2 | 347 | 3.49 | 86 |
| 3237593.2 | 3240945.2 | 514853.3 | 514018.5 | 166 | 3.49 | 87 |
| 3238942.8 | 3241959.0 | 512991.1 | 514779.7 | 211 | 3.52 | 88 |
| 3237571.8 | 3236206.2 | 509132.4 | 512433.7 | 292 | 3.59 | 89 |
| 3229063.6 | 3232375.1 | 501233.9 | 499616.3 | 154 | 3.70 | 90 |
| 3234315.3 | 3237868.8 | 513444.2 | 510578.6 | 141 | 4.57 | 91 |
| 3236111.9 | 3233921.0 | 508520.3 | 512454.7 | 299 | 4.61 | 92 |
| 3234006.7 | 3237622.3 | 510848.7 | 509045.0 | 153 | 4.62 | 93 |
| 3240498.5 | 3235589.9 | 514948.0 | 514003.7 | 11 | 5.10 | 94 |
| 3240360.3 | 3235589.9 | 512316.1 | 514003.7 | 341 | 5.11 | 95 |
| 3230710.4 | 3229116.1 | 497072.1 | 502335.4 | 287 | 5.57 | 96 |

المصدر: الخرائط الجيولوجية، والمرئية الفضائية 8 Landsat. واستخدام برنامج Arcgis10.8،

Rock works 17

(ملحق رقم ٢) معدلات درجة الحرارة العظمى ($^{\circ}\text{C}$) بالنقاط الشبكية (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| م | LAT | LON | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المعدل السنوي |
|----|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|
| ١ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٢٤.١ | ٢٧.٣ | ٣١.٦ | ٣٧.٠ | ٣٩.٦ | ٤٠.٤ | ٤٠.٠ | ٣٩.٣ | ٣٨.٣ | ٣٥.٩ | ٢٩.٨ | ٢٥.٣ | ٢٥.٦ | ٣٦.١ | ٣٩.٩ | ٣٤.٧ | ٣٤.٠ |
| ٢ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٢٤.٨ | ٢٧.٧ | ٣١.٥ | ٣٦.٦ | ٣٩.٣ | ٣٩.٩ | ٣٩.٦ | ٣٨.٩ | ٣٨.١ | ٣٥.٨ | ٣٠.٣ | ٢٦.٠ | ٢٦.٢ | ٣٥.٨ | ٣٩.٥ | ٣٤.٧ | ٣٤.١ |
| ٣ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ٢٥.٣ | ٢٧.٦ | ٣٠.٩ | ٣٥.٥ | ٣٨.٥ | ٣٩.٢ | ٣٩.٠ | ٣٨.٤ | ٣٧.٧ | ٣٥.١ | ٣٠.٥ | ٢٦.٤ | ٢٦.٤ | ٣٥.٠ | ٣٨.٩ | ٣٤.٤ | ٣٣.٧ |
| ٤ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٣.٤ | ٢٥.٦ | ٢٨.٧ | ٣٣.٢ | ٣٦.٧ | ٣٨.٢ | ٣٨.٤ | ٣٨.٢ | ٣٧.٠ | ٣٤.٠ | ٢٨.٩ | ٢٤.٨ | ٢٤.٦ | ٣٢.٩ | ٣٨.٣ | ٣٣.٣ | ٣٢.٣ |
| ٥ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٥.٠ | ٢٧.٢ | ٣٠.١ | ٣٤.٦ | ٣٨.٤ | ٤٠.٢ | ٤٠.٦ | ٤٠.٥ | ٣٩.٣ | ٣٦.٣ | ٣٠.٦ | ٢٦.٥ | ٢٦.٢ | ٣٤.٣ | ٤٠.٤ | ٣٥.٤ | ٣٤.١ |
| ٦ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ٢٥.٣ | ٢٧.٤ | ٣٠.٢ | ٣٤.٧ | ٣٨.٧ | ٤٠.٤ | ٤٠.٨ | ٤٠.٨ | ٣٩.٩ | ٣٦.٨ | ٣١.١ | ٢٧.٠ | ٢٦.٥ | ٣٤.٥ | ٤٠.٧ | ٣٥.٩ | ٣٤.٤ |
| ٧ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٢٣.٩ | ٢٧.١ | ٣١.٣ | ٣٦.٦ | ٣٩.١ | ٣٩.٧ | ٣٩.٤ | ٣٨.٥ | ٣٧.٥ | ٣٥.٣ | ٢٩.٧ | ٢٥.٢ | ٢٥.٢ | ٣٥.٧ | ٣٩.٢ | ٣٤.١ | ٣٣.٦ |
| ٨ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٢٤.٠ | ٢٦.٧ | ٣٠.٣ | ٣٥.٢ | ٣٧.٩ | ٣٨.٦ | ٣٨.٣ | ٣٧.٦ | ٣٦.٩ | ٣٤.٦ | ٢٩.٦ | ٢٥.٥ | ٢٥.٤ | ٣٤.٥ | ٣٨.٢ | ٣٣.٧ | ٣٢.٩ |
| ٩ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ٢٣.٤ | ٢٥.٧ | ٢٨.٨ | ٣٣.٥ | ٣٦.٧ | ٣٧.٧ | ٣٧.٦ | ٣٧.٢ | ٣٦.٥ | ٣٣.٨ | ٢٩.٩ | ٢٥.٠ | ٢٤.٧ | ٣٣.٠ | ٣٧.٥ | ٣٣.٤ | ٣٢.٢ |
| ١٠ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٤.٨ | ٢٦.٢ | ٢٨.٣ | ٣٣.٤ | ٣٦.٨ | ٣٨.٣ | ٣٨.٦ | ٣٨.١ | ٣٧.١ | ٣٣.٨ | ٢٩.١ | ٢٣.٥ | ٢٣.٥ | ٣٢.٨ | ٣٨.٦ | ٣٣.٤ | ٣٢.١ |
| ١١ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٣.٩ | ٢٦.٨ | ٢٩.٩ | ٣٤.٨ | ٣٨.٣ | ٣٩.٨ | ٤٠.٢ | ٤٠.٠ | ٣٨.٧ | ٣٥.٦ | ٢٧.٨ | ٢٥.٢ | ٢٥.٣ | ٣٤.٣ | ٤٠.٠ | ٣٤.٠ | ٣٣.٤ |
| ١٢ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٢٤.٣ | ٢٦.٩ | ٣٠.١ | ٣٤.٩ | ٣٨.٥ | ٤٠.٠ | ٤٠.٤ | ٤٠.٢ | ٣٩.٢ | ٣٦.٠ | ٢٩.٥ | ٢٥.٧ | ٢٥.٦ | ٣٤.٥ | ٤٠.٢ | ٣٤.٩ | ٣٣.٨ |
| ١٣ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٢٣.٤ | ٢٦.٤ | ٣٠.٥ | ٣٥.٨ | ٣٨.٣ | ٣٩.٠ | ٣٨.٨ | ٣٧.٨ | ٣٦.٨ | ٣٤.٥ | ٣٠.٠ | ٢٤.٩ | ٢٤.٩ | ٣٤.٩ | ٣٨.٥ | ٣٣.٠ | ٣٣.٠ |
| ١٤ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٢٣.٣ | ٢٦.١ | ٢٩.٨ | ٣٥.٠ | ٣٧.٧ | ٣٨.٥ | ٣٨.٤ | ٣٧.٦ | ٣٦.٨ | ٣٤.٥ | ٢٩.٤ | ٢٥.٠ | ٢٤.٨ | ٣٤.٢ | ٣٨.٢ | ٣٣.٥ | ٣٢.٧ |
| ١٥ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ٢٢.٩ | ٢٥.٧ | ٢٩.٣ | ٣٤.٥ | ٣٧.٧ | ٣٨.٨ | ٣٨.٨ | ٣٧.٤ | ٣٦.٤ | ٣٤.٧ | ٢٩.٤ | ٢٤.٦ | ٢٤.٤ | ٣٣.٨ | ٣٨.٦ | ٣٣.٨ | ٣٢.٧ |
| ١٦ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٢.٢ | ٢٥.٠ | ٢٨.٩ | ٣٣.٩ | ٣٧.٠ | ٣٨.٠ | ٣٨.٣ | ٣٧.٨ | ٣٦.٧ | ٣٤.٠ | ٢٩.٢ | ٢٣.٦ | ٢٣.٦ | ٣٣.٣ | ٣٨.٠ | ٣٣.٣ | ٣٢.١ |
| ١٧ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٣.٢ | ٢٦.٣ | ٢٩.٩ | ٣٤.٩ | ٣٧.٩ | ٣٨.٩ | ٣٩.٢ | ٣٨.٧ | ٣٧.٦ | ٣٤.٩ | ٢٩.٦ | ٢٨.٠ | ٢٤.٤ | ٣٤.٢ | ٣٨.٩ | ٣٣.٥ | ٣٢.٨ |
| ١٨ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ٢٣.٧ | ٢٦.٥ | ٢٩.٩ | ٣٤.٩ | ٣٨.١ | ٣٩.٢ | ٣٩.٢ | ٣٩.٢ | ٣٨.٢ | ٣٥.٤ | ٢٨.٧ | ٢٤.٩ | ٢٤.٩ | ٣٤.٣ | ٣٩.٣ | ٣٤.١ | ٣٣.٢ |
| ١٩ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٢٣.٤ | ٢٦.٦ | ٣٠.٧ | ٣٦.٢ | ٣٨.٨ | ٣٩.٦ | ٣٩.٥ | ٣٨.٥ | ٣٧.٣ | ٣٤.٧ | ٢٩.٢ | ٢٥.٠ | ٢٥.٠ | ٣٥.٢ | ٣٩.٢ | ٣٣.٨ | ٣٣.٣ |
| ٢٠ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٢٣.٠ | ٢٦.٠ | ٣٠.٠ | ٣٥.٥ | ٣٨.٢ | ٣٩.٠ | ٣٩.٠ | ٣٨.٠ | ٣٧.١ | ٣٤.٦ | ٢٩.٧ | ٢٤.٧ | ٢٤.٦ | ٣٤.٦ | ٣٨.٧ | ٣٣.٨ | ٣٢.٩ |
| ٢١ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ٢٢.٥ | ٢٥.٦ | ٢٩.٦ | ٣٥.٢ | ٣٨.٢ | ٣٨.٩ | ٣٨.٨ | ٣٧.٩ | ٣٧.٠ | ٣٤.٦ | ٢٩.٤ | ٢٤.١ | ٢٤.١ | ٣٤.٣ | ٣٨.٥ | ٣٣.٧ | ٣٢.٦ |
| ٢٢ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٣.٠ | ٢٦.١ | ٣٠.٤ | ٣٥.٥ | ٣٨.٢ | ٣٨.٨ | ٣٨.٧ | ٣٧.٩ | ٣٦.٩ | ٣٤.٨ | ٢٩.٠ | ٢٤.٦ | ٢٤.٦ | ٣٤.٧ | ٣٨.٤ | ٣٣.٦ | ٣٢.٨ |
| ٢٣ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٣.٦ | ٢٦.٧ | ٣٠.٦ | ٣٥.٩ | ٣٨.٥ | ٣٩.١ | ٣٩.١ | ٣٨.٣ | ٣٧.٦ | ٣٥.٣ | ٢٩.٠ | ٢٤.٨ | ٢٤.٠ | ٣٥.٠ | ٣٨.٨ | ٣٤.٠ | ٣٣.٢ |
| ٢٤ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٢٣.٩ | ٢٦.٩ | ٣٠.٧ | ٣٦.٠ | ٣٨.٩ | ٣٩.٦ | ٣٩.٨ | ٣٩.٣ | ٣٨.٥ | ٣٥.٨ | ٢٩.١ | ٢٥.١ | ٢٥.٣ | ٣٥.٢ | ٣٩.٥ | ٣٤.٥ | ٣٣.٦ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية POWER

(ملحق رقم ٣) معدلات درجة الحرارة الصغرى ($^{\circ}\text{C}$) بالنقاط الشبكية (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| م | LAT | LON | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المعدل السنوي |
|----|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|
| ١ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٠.٩ | ١.٥ | ٣.٦ | ٦.٨ | ١١.٢ | ١٤.٩ | ١٧.٤ | ١٧.٩ | ١٥.٣ | ١١.٧ | ٧.٠ | ٢.٦ | ١.٧ | ٧.٢ | ١٦.٧ | ١١.٣ | ٩.٢ |
| ٢ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٣.٩ | ٤.٣ | ٦.٣ | ٩.٣ | ١٣.٣ | ١٦.٧ | ١٩.٢ | ١٩.٩ | ١٧.٧ | ١٤.٤ | ٩.٨ | ٥.٦ | ٤.٦ | ٩.٦ | ١٨.٦ | ١٤.٠ | ١١.٧ |
| ٣ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ٧.٦ | ٧.٨ | ٩.٦ | ١٢.٥ | ١٦.٣ | ١٩.٤ | ٢١.٨ | ٢٢.٦ | ٢٠.٧ | ١٧.٦ | ١٣.٣ | ٩.٣ | ٨.٢ | ١٢.٨ | ٢١.٣ | ١٧.٢ | ١٤.٩ |
| ٤ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٥.٠ | ٥.٤ | ٦.٩ | ١٠.١ | ١٤.٥ | ١٧.٩ | ٢٠.٤ | ٢٠.٩ | ١٨.٨ | ١٥.٢ | ١٠.٨ | ٦.٨ | ٥.٧ | ١٠.٥ | ١٩.٨ | ١٤.٩ | ١٢.٧ |
| ٥ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٦.٩ | ٧.٢ | ٨.٩ | ١٢.١ | ١٦.٠ | ١٩.٥ | ٢٢.٠ | ٢٢.٦ | ٢٠.٥ | ١٧.١ | ١٢.٦ | ٨.٧ | ٧.٦ | ١٢.٣ | ٢١.٤ | ١٦.٧ | ١٤.٥ |
| ٦ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ٨.١ | ٨.٣ | ١٠.٢ | ١٣.٣ | ١٧.٣ | ٢٠.٨ | ٢٣.٣ | ٢٣.٨ | ٢١.٩ | ١٨.٣ | ١٣.٨ | ٩.٩ | ٨.٨ | ١٣.٦ | ٢٢.٦ | ١٨.٠ | ١٥.٨ |
| ٧ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٢.٥ | ٣.٠ | ٤.٩ | ٧.٨ | ١٢.٠ | ١٥.٤ | ١٨.٠ | ١٨.٦ | ١٦.٣ | ١٢.٩ | ٨.٥ | ٤.٣ | ٣.٢ | ٨.٢ | ١٧.٣ | ١٢.٦ | ١٠.٣ |
| ٨ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٥.٨ | ٦.١ | ٧.٧ | ١٠.٥ | ١٤.٢ | ١٧.٤ | ٢٠.٠ | ٢٠.٨ | ١٨.٨ | ١٥.٧ | ١١.٥ | ٧.٦ | ٦.٥ | ١٠.٨ | ١٩.٤ | ١٥.٣ | ١٣.٠ |
| ٩ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ٧.٥ | ٧.٣ | ٩.٠ | ١١.٨ | ١٥.٣ | ١٨.٤ | ٢٠.٩ | ٢١.٧ | ٢٠.٠ | ١٦.٩ | ١٢.٩ | ٧.١ | ٩.٠ | ٨.٠ | ٢٠.٤ | ١٤.٧ | ١٣.٧ |
| ١٠ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٠.٥- | ٠.١- | ١.٦ | ٤.٩ | ٩.٤ | ١٣.٣ | ١٥.٨ | ١٦.٣ | ١٤.٢ | ١٠.٢ | ١٢.٩ | ١.٢ | ٠.٢ | ٥.٣ | ١٥.١ | ١٢.٤ | ٨.٣ |
| ١١ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ١.٣ | ١.٦ | ٣.٦ | ٦.٩ | ١١.٠ | ١٤.٦ | ١٧.٣ | ١٧.٩ | ١٥.٨ | ١٢.٠ | ٥.٣ | ٢.٩ | ١.٩ | ٧.٢ | ١٦.٦ | ١١.١ | ٩.٢ |
| ١٢ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٣.١ | ٣.٥ | ٥.٥ | ٨.٨ | ١٢.٩ | ١٦.٦ | ١٩.١ | ١٩.٨ | ١٧.٨ | ١٣.٩ | ٧.١ | ٤.٩ | ٣.٨ | ٩.١ | ١٨.٥ | ١٢.٩ | ١١.١ |
| ١٣ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٤.١ | ٤.٥ | ٦.٠ | ٨.٧ | ١٢.٦ | ١٥.٩ | ١٨.٦ | ١٩.٣ | ١٧.٢ | ١٤.٠ | ٩.٠ | ٥.٩ | ٤.٨ | ٩.١ | ١٧.٩ | ١٣.٤ | ١١.٣ |
| ١٤ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٥.٤ | ٥.٧ | ٧.١ | ٩.٩ | ١٣.٦ | ١٦.٨ | ١٩.٤ | ٢٠.٢ | ١٨.٣ | ١٥.٢ | ٩.٨ | ٧.٢ | ٦.١ | ١٠.٢ | ١٨.٨ | ١٤.٤ | ١٢.٤ |
| ١٥ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ٣.٤ | ٣.٨ | ٥.٤ | ٨.٤ | ١٢.١ | ١٥.٥ | ١٨.٠ | ١٨.٨ | ١٦.٨ | ١٣.٦ | ١١.٠ | ٥.١ | ٤.١ | ٨.٧ | ١٧.٤ | ١٣.٨ | ١١.٠ |
| ١٦ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٠.٧- | ٠.١- | ١.٥ | ٤.٦ | ٨.٥ | ١٢.٠ | ١٤.٥ | ١٥.٣ | ١٣.٤ | ٩.٩ | ٩.١ | ٠.٩ | ٠.٠ | ٤.٩ | ١٣.٩ | ١٠.٨ | ٧.٤ |
| ١٧ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٠.٧- | ٠.٣- | ١.٧ | ٤.٨ | ٨.٧ | ١٢.٢ | ١٤.٩ | ١٥.٦ | ١٣.٩ | ١٠.٠ | ٥.٠ | ٠.٩ | ٠.٠ | ٥.١ | ١٤.٢ | ٩.٦ | ٧.٢ |
| ١٨ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ١.٠ | ١.٤ | ٣.٤ | ٦.٥ | ١٠.٤ | ١٣.٩ | ١٦.٥ | ١٧.٣ | ١٥.٥ | ١١.٦ | ٥.٠ | ٢.٦ | ١.٧ | ٦.٧ | ١٥.٩ | ١٠.٧ | ٨.٧ |
| ١٩ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٤.١ | ٤.٥ | ٥.٨ | ٨.٦ | ١٢.٣ | ١٥.٧ | ١٨.٥ | ١٩.٣ | ١٧.١ | ١٣.٩ | ٦.٧ | ٥.٩ | ٤.٨ | ٨.٩ | ١٧.٨ | ١٢.٦ | ١١.٠ |
| ٢٠ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٣.٩ | ٤.٣ | ٥.٧ | ٨.٥ | ١٢.١ | ١٥.٤ | ١٨.٢ | ١٩.٠ | ١٧.١ | ١٣.٩ | ٩.٧ | ٥.٧ | ٤.٦ | ٨.٨ | ١٧.٦ | ١٣.٥ | ١١.١ |
| ٢١ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ١.١ | ١.٦ | ٣.٣ | ٦.٣ | ١٠.٠ | ١٣.٤ | ١٦.١ | ١٦.٨ | ١٤.٩ | ١١.٥ | ٩.٥ | ٢.٨ | ١.٩ | ٦.٥ | ١٥.٤ | ١٢.٠ | ٨.٩ |
| ٢٢ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٠.٤ | ١.٠ | ٢.٧ | ٥.٧ | ٩.٥ | ١٢.٨ | ١٥.٦ | ١٦.٥ | ١٤.٥ | ١١.٠ | ٦.٨ | ١.٩ | ١.١ | ٥.٩ | ١٤.٩ | ١٠.٨ | ٨.٢ |
| ٢٣ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٠.٢- | ٠.٥ | ٢.٣ | ٥.٣ | ٩.٢ | ١٢.٥ | ١٥.٣ | ١٦.١ | ١٤.٤ | ١٠.٧ | ٦.٠ | ١.٤ | ٠.٥ | ٥.٦ | ١٤.٧ | ١٠.٣ | ٧.٨ |
| ٢٤ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٠.٥ | ١.٠ | ٣.٠ | ٦.١ | ٩.٩ | ١٣.٣ | ١٦.١ | ١٦.٩ | ١٥.١ | ١١.٤ | ٥.٤ | ٢.١ | ١.٢ | ٦.٣ | ١٥.٤ | ١٠.٦ | ٨.٤ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية POWER

(ملحق رقم ٤) معدلات المدى الحراري (°م) بالنقاط الشبكية (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| م | LAT | LON | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المعدل السنوي |
|----|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|
| ١ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٢٣.٢ | ٢٥.٨ | ٢٨.٠ | ٣٠.٢ | ٢٨.٤ | ٢٥.٥ | ٢٢.٦ | ٢١.٤ | ٢٣.٠ | ٢٤.٢ | ٢٢.٨ | ٢٢.٦ | ٢٣.٩ | ٢٨.٩ | ٢٣.٢ | ٢٣.٣ | ٢٤.٨ |
| ٢ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٢١.٠ | ٢٣.٤ | ٢٥.٢ | ٢٧.٣ | ٢٦.٠ | ٢٣.٢ | ٢٠.٤ | ١٩.٠ | ٢٠.٤ | ٢١.٤ | ٢٠.٤ | ٢٠.٤ | ٢٠.٤ | ٢١.٦ | ٢٦.٢ | ٢٠.٩ | ٢٠.٧ |
| ٣ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ١٧.٧ | ١٩.٨ | ٢١.٢ | ٢٣.٠ | ٢٢.٣ | ١٩.٨ | ١٧.١ | ١٥.٨ | ١٧.٠ | ١٧.٥ | ١٧.٢ | ١٧.١ | ١٨.٢ | ٢٢.٢ | ١٧.٦ | ١٧.٢ | ١٨.٨ |
| ٤ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ١٨.٣ | ٢٠.٢ | ٢١.٨ | ٢٣.٠ | ٢٢.٢ | ٢٠.٣ | ١٨.٠ | ١٧.٣ | ١٨.٢ | ١٨.٩ | ١٨.١ | ١٧.٩ | ١٨.٨ | ٢٢.٣ | ١٨.٥ | ١٨.٤ | ١٩.٥ |
| ٥ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ١٨.٠ | ٢٠.٠ | ٢١.٢ | ٢٢.٥ | ٢٢.٤ | ٢٠.٧ | ١٨.٥ | ١٧.٩ | ١٨.٩ | ١٩.٢ | ١٨.٠ | ١٧.٨ | ١٨.٦ | ٢٢.٠ | ١٩.٠ | ١٨.٧ | ١٩.٦ |
| ٦ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ١٧.٢ | ١٩.٠ | ٢٠.٠ | ٢١.٤ | ٢١.٤ | ١٩.٦ | ١٧.٥ | ١٧.٠ | ١٨.٠ | ١٨.٥ | ١٧.٣ | ١٧.١ | ١٧.٨ | ٢٠.٩ | ١٨.٠ | ١٧.٩ | ١٨.٧ |
| ٧ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٢١.٤ | ٢٤.١ | ٢٦.٤ | ٢٨.٨ | ٢٧.١ | ٢٤.٣ | ٢١.٤ | ١٩.٩ | ٢١.٢ | ٢٢.٣ | ٢١.٢ | ٢١.٠ | ٢٢.١ | ٢٧.٥ | ٢١.٩ | ٢١.٦ | ٢٣.٣ |
| ٨ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٢٠.٦ | ٢٢.٦ | ٢٤.٨ | ٢٦.٧ | ٢٣.٧ | ٢١.٢ | ١٨.٤ | ١٦.٨ | ١٨.١ | ١٨.٩ | ١٨.٠ | ١٧.٩ | ١٨.٩ | ٢٣.٧ | ١٨.٨ | ١٨.٣ | ١٩.٩ |
| ٩ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ١٦.١ | ١٨.٢ | ١٩.٨ | ٢١.٨ | ٢١.٤ | ١٩.٣ | ١٦.٦ | ١٥.٤ | ١٦.٦ | ١٦.٩ | ١٦.٩ | ١٦.٠ | ١٦.٨ | ٢١.٠ | ١٧.١ | ١٨.٨ | ١٨.٤ |
| ١٠ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٢.٧ | ٢٤.٨ | ٢٦.٨ | ٢٨.٤ | ٢٧.٤ | ٢٥.٠ | ٢٣.٠ | ٢٢.٣ | ٢٢.٩ | ٢٣.٦ | ١٦.٣ | ١٦.٣ | ٢٢.٣ | ٢٧.٥ | ٢٣.٥ | ٢٠.٩ | ٢٣.٨ |
| ١١ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٢.٧ | ٢٥.١ | ٢٦.٣ | ٢٧.٩ | ٢٧.٣ | ٢٥.٢ | ٢٣.٠ | ٢٢.١ | ٢٢.٩ | ٢٣.٥ | ٢٢.٥ | ٢٢.٢ | ٢٣.٣ | ٢٧.٢ | ٢٣.٤ | ٢٣.٠ | ٢٤.٢ |
| ١٢ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٢١.٢ | ٢٣.٤ | ٢٤.٥ | ٢٦.٠ | ٢٥.٦ | ٢٣.٥ | ٢١.٣ | ٢٠.٥ | ٢١.٤ | ٢٢.٢ | ٢٢.٤ | ٢٠.٨ | ٢١.٨ | ٢٥.٤ | ٢١.٧ | ٢٢.٠ | ٢٢.٧ |
| ١٣ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ١٩.٣ | ٢٢.٠ | ٢٤.٥ | ٢٧.١ | ٢٥.٦ | ٢٣.١ | ٢٠.٣ | ١٨.٥ | ١٩.٦ | ٢٠.٥ | ٢١.٠ | ١٩.٠ | ٢٠.١ | ٢٥.٧ | ٢٠.٦ | ٢٠.٤ | ٢١.٧ |
| ١٤ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ١٧.٩ | ٢٠.٤ | ٢٢.٧ | ٢٥.١ | ٢٤.١ | ٢١.٨ | ١٩.٠ | ١٧.٣ | ١٨.٥ | ١٩.٣ | ١٩.٥ | ١٧.٨ | ١٨.٧ | ٢٤.٠ | ١٩.٤ | ١٩.١ | ٢٠.٣ |
| ١٥ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ١٩.٥ | ٢١.٩ | ٢٣.٨ | ٢٦.١ | ٢٥.٦ | ٢٣.٤ | ٢٠.٨ | ١٩.٤ | ٢٠.٥ | ٢١.٢ | ١٨.٤ | ١٩.٥ | ٢٠.٣ | ٢٥.٢ | ٢١.٢ | ٢٠.٠ | ٢١.٧ |
| ١٦ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٢.٨ | ٢٥.٢ | ٢٧.٣ | ٢٩.٣ | ٢٨.٥ | ٢٦.٠ | ٢٣.٨ | ٢٢.٥ | ٢٣.٣ | ٢٤.٢ | ٢٠.١ | ٢٢.٧ | ٢٣.٦ | ٢٨.٤ | ٢٤.١ | ٢٢.٥ | ٢٤.٦ |
| ١٧ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٤.٠ | ٢٦.٦ | ٢٨.١ | ٣٠.٢ | ٢٩.٢ | ٢٦.٨ | ٢٤.٣ | ٢٣.٠ | ٢٣.٨ | ٢٤.٩ | ٢٣.٠ | ٢٣.٥ | ٢٤.٧ | ٢٩.٢ | ٢٤.٧ | ٢٣.٩ | ٢٥.٦ |
| ١٨ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ٢٢.٧ | ٢٥.١ | ٢٦.٦ | ٢٨.٤ | ٢٧.٧ | ٢٥.٤ | ٢٣.٠ | ٢٢.٠ | ٢٢.٨ | ٢٣.٧ | ٢٣.٧ | ٢٢.٣ | ٢٣.٤ | ٢٧.٦ | ٢٣.٤ | ٢٣.٤ | ٢٤.٤ |
| ١٩ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ١٩.٣ | ٢٢.٠ | ٢٤.٩ | ٢٧.٦ | ٢٦.٥ | ٢٣.٩ | ٢١.١ | ١٩.٢ | ٢٠.٢ | ٢٠.٢ | ٢٢.٦ | ١٩.٢ | ٢٠.٢ | ٢٦.٣ | ٢١.٤ | ٢١.٢ | ٢٢.٣ |
| ٢٠ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ١٩.١ | ٢١.٧ | ٢٤.٣ | ٢٧.٠ | ٢٦.١ | ٢٣.٦ | ٢٠.٨ | ١٩.٠ | ٢٠.٠ | ٢٠.٧ | ٢٠.٠ | ١٩.٠ | ٢٠.٠ | ٢٥.٨ | ٢١.١ | ٢٠.٢ | ٢١.٨ |
| ٢١ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ٢١.٤ | ٢٣.٩ | ٢٦.٣ | ٢٨.٩ | ٢٨.١ | ٢٥.٥ | ٢٢.٧ | ٢١.٢ | ٢٢.١ | ٢٣.٠ | ٢٠.٠ | ٢١.٣ | ٢٧.٨ | ٢٢.٢ | ٢٣.١ | ٢١.٧ | ٢٣.٧ |
| ٢٢ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٢٢.٦ | ٢٥.٠ | ٢٧.٧ | ٢٩.٩ | ٢٨.٧ | ٢٦.٠ | ٢٣.١ | ٢١.٤ | ٢٢.٤ | ٢٣.٨ | ٢٢.٢ | ٢٢.٢ | ٢٣.٤ | ٢٨.٨ | ٢٣.٥ | ٢٢.٨ | ٢٤.٦ |
| ٢٣ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٢٣.٨ | ٢٦.٢ | ٢٨.٣ | ٣٠.٦ | ٢٩.٤ | ٢٦.٥ | ٢٣.٨ | ٢٢.٢ | ٢٣.٢ | ٢٤.٦ | ٢٣.٠ | ٢٣.٥ | ٢٤.٥ | ٢٩.٤ | ٢٤.٢ | ٢٣.٦ | ٢٥.٤ |
| ٢٤ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٢٣.٤ | ٢٥.٨ | ٢٧.٧ | ٢٩.٩ | ٢٩.٠ | ٢٦.٣ | ٢٣.٧ | ٢٢.٤ | ٢٣.٤ | ٢٤.٥ | ٢٣.٧ | ٢٣.٠ | ٢٤.١ | ٢٨.٩ | ٢٤.١ | ٢٣.٩ | ٢٥.٢ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية POWER

(ملحق رقم ٥) معدلات سرعة الرياح (كم / ساعة) بالنقاط الشبكية (١٩٨٤ - ٢٠٢٠)

| م | LAT | LON | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المعدل السنوي |
|----|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|
| ١ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ١٠.٣ | ١٠.٩ | ١١.٩ | ١٢.٢ | ١٣.٢ | ١٤.٨ | ١٣.٢ | ١٣.٢ | ١٤.٠ | ١١.٧ | ١٠.٣ | ١٠.٣ | ١٠.٥ | ١٢.٤ | ١٣.٧ | ١٢.٠ | ١٢.٢ |
| ٢ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ١٢.١ | ١٢.٦ | ١٣.٧ | ١٣.٨ | ١٤.٩ | ١٧.٢ | ١٥.٦ | ١٦.١ | ١٧.١ | ١٤.٢ | ١٢.٢ | ١٢.١ | ١٢.٣ | ١٤.١ | ١٦.٣ | ١٤.٥ | ١٤.٣ |
| ٣ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ١٣.٤ | ١٣.٩ | ١٥.٢ | ١٥.٢ | ١٦.٤ | ١٩.١ | ١٧.٨ | ١٨.٧ | ١٩.٥ | ١٦.٣ | ١٣.٧ | ١٣.٤ | ١٣.٦ | ١٥.٦ | ١٨.٥ | ١٦.٥ | ١٦.٠ |
| ٤ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ١١.٥ | ١٢.٢ | ١٢.٨ | ١٢.٦ | ١٣.١ | ١٤.٨ | ١٣.٩ | ١٤.٤ | ١٤.٠ | ١١.٧ | ١٠.٧ | ١١.١ | ١١.٦ | ١٢.٨ | ١٤.٤ | ١٢.١ | ١٢.٧ |
| ٥ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ١٢.٢ | ١٢.٨ | ١٣.٣ | ١٢.٩ | ١٣.٤ | ١٥.٠ | ١٣.١ | ١٣.٧ | ١٤.٦ | ١٢.٧ | ١٢.١ | ١٢.٢ | ١٢.٤ | ١٣.٢ | ١٣.٩ | ١٣.١ | ١٣.٢ |
| ٦ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ١٢.١ | ١٢.٥ | ١٣.١ | ١٢.٦ | ١٣.٠ | ١٤.٩ | ١٢.٧ | ١٣.٤ | ١٤.٣ | ١٢.١ | ١٢.٠ | ١٢.٣ | ١٢.٣ | ١٢.٩ | ١٣.٧ | ١٢.٨ | ١٢.٩ |
| ٧ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ١٠.٦ | ١١.٠ | ١٢.٠ | ١٢.٢ | ١٣.١ | ١٤.٤ | ١٣.٠ | ١٣.١ | ١٤.١ | ١٢.٣ | ١٠.٧ | ١٠.٦ | ١٠.٧ | ١٢.٥ | ١٣.٥ | ١٢.٤ | ١٢.٣ |
| ٨ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ١٢.٤ | ١٢.٩ | ١٣.٤ | ١٣.٣ | ١٤.٠ | ١٥.٩ | ١٤.٥ | ١٥.١ | ١٦.٤ | ١٤.٢ | ١٢.٣ | ١٢.٢ | ١٢.٣ | ١٤.٣ | ١٥.٢ | ١٤.٣ | ١٣.٨ |
| ٩ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ١٢.٦ | ١٢.٩ | ١٣.٩ | ١٣.٨ | ١٤.٤ | ١٦.٥ | ١٥.٢ | ١٦.٠ | ١٧.٠ | ١٤.٦ | ١٠.٣ | ١٢.٧ | ١٢.٧ | ١٤.٠ | ١٥.٩ | ١٤.٠ | ١٤.١ |
| ١٠ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٩.٦ | ١٠.٣ | ١١.٠ | ١١.٢ | ١١.٩ | ١٣.٢ | ١١.٧ | ١١.٦ | ١١.٧ | ٩.٨ | ١٢.٩ | ٩.٣ | ٩.٧ | ١١.٤ | ١٢.٢ | ١١.٥ | ١١.٢ |
| ١١ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ١٠.٨ | ١١.٦ | ١٢.٨ | ١٢.٨ | ١٣.٨ | ١٥.٨ | ١٣.٧ | ١٤.٢ | ١٤.٩ | ١٢.١ | ٩.١ | ١٠.٧ | ١١.١ | ١٣.١ | ١٤.٦ | ١٢.٠ | ١٢.٧ |
| ١٢ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ١١.٠ | ١١.٥ | ١٢.٥ | ١٢.٥ | ١٣.١ | ١٥.٢ | ١٣.٣ | ١٣.٨ | ١٤.٢ | ١١.٥ | ١٠.٩ | ١١.٠ | ١١.٢ | ١٢.٧ | ١٤.١ | ١٢.٢ | ١٢.٥ |
| ١٣ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ١٠.٨ | ١١.١ | ١١.٩ | ١٢.١ | ١٢.٧ | ١٣.٦ | ١٢.٤ | ١٢.٥ | ١٣.٨ | ١٢.٥ | ١١.٠ | ١٠.٨ | ١٠.٩ | ١٢.٢ | ١٢.٩ | ١٢.٤ | ١٢.١ |
| ١٤ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ١١.٦ | ١١.٦ | ١٢.٦ | ١٢.٦ | ١٣.٣ | ١٤.٥ | ١٣.٣ | ١٣.٨ | ١٥.٢ | ١٣.٦ | ١٠.٩ | ١١.٥ | ١١.٥ | ١٢.٨ | ١٣.٩ | ١٣.٣ | ١٢.٩ |
| ١٥ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ١٠.٧ | ١١.١ | ١٢.٥ | ١٢.٧ | ١٣.٤ | ١٤.٨ | ١٣.٢ | ١٣.٨ | ١٥.٠ | ١٣.١ | ١١.٨ | ١٠.٨ | ١٠.٩ | ١٢.٩ | ١٣.٩ | ١٣.٣ | ١٢.٧ |
| ١٦ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٩.٩ | ١٠.٥ | ١١.٢ | ١١.٢ | ١١.٦ | ١٢.٦ | ١١.١ | ١١.١ | ١١.٧ | ١٠.٠ | ١١.٤ | ٩.٦ | ٩.٦ | ١١.٣ | ١١.٦ | ١١.٠ | ١١.٠ |
| ١٧ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ١٠.١ | ١٠.٨ | ١١.٩ | ١٢.٧ | ١٤.٣ | ١٤.٣ | ١٢.٩ | ١٣.٣ | ١٣.٦ | ١١.١ | ٩.٣ | ٩.٦ | ٩.٦ | ١٠.٢ | ١٢.٢ | ١١.٣ | ١١.٨ |
| ١٨ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ١٠.٠ | ١٠.٦ | ١١.٥ | ١٢.٠ | ١٣.٦ | ١٢.٤ | ١٢.٧ | ١٢.٧ | ١٢.٧ | ١٠.٣ | ٩.٦ | ٩.٧ | ٩.٧ | ١٠.١ | ١٢.٩ | ١٠.٩ | ١١.٤ |
| ١٩ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ١٠.٠ | ١٠.٢ | ١١.٠ | ١١.٢ | ١١.٧ | ١٢.٢ | ١١.٢ | ١١.٠ | ١١.٩ | ١١.٠ | ٩.٧ | ٩.٩ | ٩.٩ | ١٠.٠ | ١١.٥ | ١٠.٩ | ١٠.٩ |
| ٢٠ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ١٠.٤ | ١٠.٧ | ١١.٨ | ١٢.٠ | ١٢.٤ | ١٣.٠ | ١١.٨ | ١٢.٠ | ١٣.١ | ١٢.١ | ٩.٩ | ١٠.٣ | ١٠.٥ | ١٢.١ | ١٢.٢ | ١١.٧ | ١١.٦ |
| ٢١ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ١٠.١ | ١٠.٧ | ١١.٩ | ١٢.٢ | ١٢.٧ | ١٣.١ | ١١.٦ | ١١.٨ | ١٣.١ | ١١.٨ | ١٠.٧ | ١٠.٠ | ١٠.٣ | ١٢.٣ | ١٢.٢ | ١١.٩ | ١١.٧ |
| ٢٢ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٩.٦ | ١٠.١ | ١٠.٦ | ١٠.٦ | ١٠.٩ | ١١.٤ | ١٠.٣ | ١٠.٣ | ١٠.٨ | ٩.٦ | ١٠.٤ | ٩.٠ | ٩.٠ | ١٠.٧ | ١٠.٧ | ١٠.٣ | ١٠.٣ |
| ٢٣ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٩.٣ | ١٠.٠ | ١٠.٨ | ١٠.٩ | ١١.٤ | ١٢.٤ | ١١.٥ | ١١.٦ | ١١.٨ | ١٠.٠ | ٨.٨ | ٨.٧ | ٩.٣ | ١١.٠ | ١١.٨ | ١٠.٢ | ١٠.٦ |
| ٢٤ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٨.٩ | ٩.٥ | ١٠.٣ | ١٠.٤ | ١٠.٩ | ١١.٩ | ١١.٢ | ١١.٣ | ١١.٢ | ٩.٤ | ٨.٨ | ٨.٥ | ٩.٠ | ١٠.٥ | ١١.٥ | ٩.٨ | ١٠.٢ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية POWER

(ملحق رقم ٦) معدلات الرطوبة النسبية(%) بالنقاط الشبكية (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| م | LAT | LON | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المعدل السنوي |
|----|-------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|
| ١ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٥٧.٣ | ٤٩.١ | ٤٠.٩ | ٣١.٥ | ٢٨.٣ | ٢٩.٠ | ٢٩.٩ | ٣٣.٤ | ٤٠.٥ | ٤٦.٩ | ٥٢.٤ | ٥٨.١ | ٥٤.٨ | ٣٣.٦ | ٣٠.٨ | ٤٦.٦ | ٤١.٤ |
| ٢ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٥٦.٦ | ٥٠.٢ | ٤٤.١ | ٣٦.٠ | ٣٣.٠ | ٣٣.٨ | ٣٤.٦ | ٣٨.١ | ٤٤.٧ | ٥٠.١ | ٥٣.٥ | ٥٧.٢ | ٥٤.٧ | ٣٧.٧ | ٣٥.٥ | ٤٩.٤ | ٤٤.٣ |
| ٣ | ٢٨.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٥٥.٠ | ٥٠.٧ | ٤٦.٦ | ٤٠.١ | ٣٧.٣ | ٣٧.٩ | ٣٩.٠ | ٤١.٩ | ٤٦.٨ | ٥١.٢ | ٥٢.٨ | ٥٥.٠ | ٥٣.٥ | ٤١.٣ | ٣٩.٦ | ٥٠.٣ | ٤٦.٢ |
| ٤ | ٢٨.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٥٢.٩ | ٤٨.١ | ٤١.٩ | ٣٤.٥ | ٣١.٦ | ٣١.٢ | ٣٢.٨ | ٣٥.٢ | ٣٨.٨ | ٤٣.٨ | ٤٧.٩ | ٥٢.٥ | ٥١.١ | ٣٦.٠ | ٣٣.١ | ٤٣.٥ | ٤٠.٩ |
| ٥ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٥١.٢ | ٤٦.٩ | ٤٢.٠ | ٣٤.٩ | ٣١.٦ | ٣٠.٨ | ٣٢.٠ | ٣٤.٣ | ٣٨.٢ | ٤٢.٩ | ٤٧.٠ | ٥١.١ | ٤٩.٧ | ٣٦.١ | ٣٢.٤ | ٤٢.٧ | ٤٠.٢ |
| ٦ | ٢٨.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ٤٩.٤ | ٤٥.٧ | ٤١.٦ | ٣٥.٧ | ٣٢.٥ | ٣١.٥ | ٣٣.٤ | ٣٥.٤ | ٣٨.٢ | ٤٢.٢ | ٤٥.٨ | ٤٩.٠ | ٤٨.١ | ٣٦.٦ | ٣٣.٤ | ٤٢.١ | ٤٠.٠ |
| ٧ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٥٩.٥ | ٥٢.٥ | ٤٥.٨ | ٣٧.٠ | ٣٣.٧ | ٣٤.٦ | ٣٥.٤ | ٣٩.٢ | ٤٦.٥ | ٥٢.٤ | ٥٥.٩ | ٦٠.٢ | ٥٧.٤ | ٣٨.٩ | ٣٦.٤ | ٥١.٦ | ٤٦.١ |
| ٨ | ٢٨.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٥٨.٧ | ٥٣.٨ | ٤٩.١ | ٤١.٨ | ٣٨.٩ | ٣٩.٨ | ٤٠.٧ | ٤٤.٢ | ٥٠.٣ | ٥٤.٨ | ٥٦.٣ | ٥٩.٠ | ٥٧.١ | ٤٣.٣ | ٤١.٥ | ٥٣.٨ | ٤٨.٩ |
| ٩ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ٥٦.٨ | ٥٣.١ | ٤٨.٩ | ٤٢.٣ | ٣٩.٥ | ٤٠.٠ | ٤١.٣ | ٤٣.٩ | ٤٨.٤ | ٥٢.٢ | ٥٢.٢ | ٥٦.٤ | ٥٥.٤ | ٤٣.٥ | ٤١.٧ | ٥٠.٩ | ٤٧.٩ |
| ١٠ | ٢٨.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٥٤.٩ | ٤٨.٤ | ٤٠.٢ | ٣٠.٦ | ٢٧.٢ | ٢٧.٢ | ٢٨.٢ | ٣١.٣ | ٣٦.٤ | ٤٢.١ | ٥٣.٦ | ٥٤.٦ | ٥٢.٦ | ٣٢.٧ | ٢٨.٩ | ٤٤.٠ | ٣٩.٦ |
| ١١ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٥٥.٢ | ٤٩.٠ | ٤٢.٢ | ٣٣.٠ | ٢٩.٣ | ٢٩.٦ | ٢٩.٩ | ٣٣.٦ | ٣٩.٧ | ٤٤.٦ | ٤٧.٩ | ٥٥.٠ | ٥٣.١ | ٣٤.٨ | ٣١.٠ | ٤٤.١ | ٤٠.٨ |
| ١٢ | ٢٨.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٥٢.٥ | ٤٧.٣ | ٤١.٥ | ٣٣.٤ | ٣٠.٠ | ٣٠.٢ | ٣١.١ | ٣٤.٣ | ٣٨.٨ | ٤٣.٠ | ٤٩.٢ | ٥١.٩ | ٥٠.٦ | ٣٥.٠ | ٣١.٨ | ٤٣.٧ | ٤٠.٣ |
| ١٣ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٢٥ | ٦١.٩ | ٥٦.٣ | ٥١.٢ | ٤٣.١ | ٣٩.٨ | ٤٠.٤ | ٤١.٢ | ٤٥.١ | ٥٢.٠ | ٥٧.٣ | ٤٧.١ | ٦٢.٥ | ٦٠.٢ | ٤٤.٧ | ٤٢.٣ | ٥٢.١ | ٤٩.٨ |
| ١٤ | ٢٩.٢٥ | ٣٢.٧٥ | ٦٠.٦ | ٥٥.٩ | ٥١.٤ | ٤٣.٩ | ٤٠.٨ | ٤١.٦ | ٤٢.٤ | ٤٦.٢ | ٥٢.٥ | ٥٦.٧ | ٥٩.٢ | ٦٠.٥ | ٥٩.٠ | ٤٥.٣ | ٤٣.٤ | ٥٦.٢ | ٥١.٠ |
| ١٥ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٢٥ | ٥٩.٢ | ٥٣.٩ | ٤٨.٠ | ٣٩.٥ | ٣٥.٧ | ٣٦.٦ | ٣٧.٥ | ٤١.٤ | ٤٨.٠ | ٥٢.٢ | ٥٧.٦ | ٥٨.٤ | ٥٧.١ | ٤١.١ | ٣٨.٥ | ٥٢.٦ | ٤٧.٣ |
| ١٦ | ٢٩.٢٥ | ٣٣.٧٥ | ٦٠.٥ | ٥٤.٣ | ٤٧.٤ | ٣٧.٧ | ٣٣.٨ | ٣٤.٩ | ٣٥.٣ | ٤٠.٠ | ٤٧.٤ | ٥٢.٠ | ٥٣.٨ | ٦٠.١ | ٥٨.٣ | ٣٩.٦ | ٣٦.٧ | ٥١.١ | ٤٦.٤ |
| ١٧ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٢٥ | ٦٠.٤ | ٥٤.٢ | ٤٧.٩ | ٣٨.٢ | ٣٤.٤ | ٣٥.٧ | ٣٦.٠ | ٤١.١ | ٤٨.٧ | ٥٢.٧ | ٥٤.٥ | ٦٠.٢ | ٥٨.٣ | ٤٠.٢ | ٣٧.٦ | ٥٢.٠ | ٤٧.٠ |
| ١٨ | ٢٩.٢٥ | ٣٤.٧٥ | ٥٧.٧ | ٥٢.٣ | ٤٦.٣ | ٣٧.٤ | ٣٣.٧ | ٣٤.٨ | ٣٥.٥ | ٣٩.٩ | ٤٥.٧ | ٤٩.١ | ٥٤.٨ | ٥٦.٨ | ٥٥.٦ | ٣٩.١ | ٣٦.٨ | ٤٩.٩ | ٤٥.٣ |
| ١٩ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٢٥ | ٦٣.٥ | ٥٨.٧ | ٥٤.٣ | ٤٦.٤ | ٤٢.٨ | ٤٣.٠ | ٤٣.٧ | ٤٧.٧ | ٥٤.٥ | ٥٩.٨ | ٥١.٦ | ٦٤.٠ | ٦٢.١ | ٤٧.٨ | ٤٤.٨ | ٥٥.٣ | ٥٢.٥ |
| ٢٠ | ٢٩.٧٥ | ٣٢.٧٥ | ٦٣.٢ | ٥٨.٥ | ٥٤.١ | ٤٦.٢ | ٤٢.٨ | ٤٣.٥ | ٤٤.٣ | ٤٨.٧ | ٥٥.٥ | ٥٩.٨ | ٦١.٣ | ٦٣.٢ | ٦١.٧ | ٤٧.٧ | ٤٥.٥ | ٥٨.٩ | ٥٣.٤ |
| ٢١ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٢٥ | ٦٣.٦ | ٥٨.٠ | ٥٢.٤ | ٤٣.٤ | ٣٩.٤ | ٤٠.٥ | ٤١.٥ | ٤٦.٥ | ٥٤.٤ | ٥٨.٧ | ٦٠.٢ | ٦٣.٠ | ٦١.٥ | ٤٥.١ | ٤٢.٨ | ٥٧.٨ | ٥١.٨ |
| ٢٢ | ٢٩.٧٥ | ٣٣.٧٥ | ٦٣.٣ | ٥٨.٠ | ٥٢.٩ | ٤٤.١ | ٤٠.٣ | ٤١.٦ | ٤٢.٠ | ٤٧.٦ | ٥٥.٦ | ٥٨.٩ | ٥٩.٤ | ٦٢.٨ | ٦١.٤ | ٤٥.٨ | ٤٣.٧ | ٥٨.٠ | ٥٢.٢ |
| ٢٣ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٢٥ | ٦٣.٦ | ٥٨.٢ | ٥٢.٨ | ٤٣.٧ | ٤٠.٠ | ٤١.٨ | ٤٢.٥ | ٤٨.١ | ٥٥.٥ | ٥٨.٧ | ٥٨.٩ | ٦٢.٩ | ٦١.٦ | ٤٥.٥ | ٤٤.١ | ٥٧.٧ | ٥٢.٢ |
| ٢٤ | ٢٩.٧٥ | ٣٤.٧٥ | ٦١.٣ | ٥٦.٤ | ٥٠.٦ | ٤١.٢ | ٣٧.٢ | ٣٨.٩ | ٣٩.٨ | ٤٤.٩ | ٥١.٠ | ٥٣.٨ | ٥٨.٤ | ٥٩.٦ | ٥٩.١ | ٤٣.٠ | ٤١.٢ | ٥٤.٤ | ٤٩.٤ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية POWER

(ملحق رقم ٧) معدلات اتجاه الرياح (°) في منطقة الدراسة (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| الشهور والفصول | القيمة بالدرجات | الاتجاه | الشهور والفصول | القيمة بالدرجات | الاتجاه |
|----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|
| ديسمبر | ٢٧٩,٧ | غرب | يونيو | ٣٤٤,٩٨ | شمال شمال غرب |
| يناير | ٢٧٧,٦٨ | غرب | يوليو | ٣٣٤,٩٧ | شمال شمال غرب |
| فبراير | ٢٨٩,١٧ | غرب | أغسطس | ٣٢٩,٧٣ | شمال غرب |
| الشتاء | ٢٨٢,١٨ | غرب | الصيف | ٣٣٦,٥٦ | شمال شمال غرب |
| مارس | ٣٠٠,٢٥ | غرب شمال غرب | سبتمبر | ٢٤٧,٩١ | غرب جنوب غرب |
| أبريل | ٢٠٨,٣ | جنوب جنوب غرب | أكتوبر | ١٦٦,٨٥ | جنوب جنوب شرق |
| مايو | ٢٠١,٠٣ | جنوب جنوب غرب | نوفمبر | ٢٦٦,٥١ | غرب |
| الربيع | ٢٣٦,٥٣ | جنوب غرب | الخريف | ٢٢٧,٠٩ | جنوب غرب |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية ERA5

(ملحق رقم ٨) معدلات التبخر والمطر (ملم) في منطقة الدراسة (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| النقطة الشبكية | X | Y | العنصر | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المعدل السنوي |
|----------------|-------|-------|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------------|
| ١ | ٢٩.٢٩ | ٣٣.١٦ | البحر | ١.٦ | ٢.١ | ٣.١ | ٤.٣ | ٥.٣ | ٥.٩ | ٠.٠ | ٥.٤ | ٤.٦ | ٣.٢ | ٢.١ | ١.٦ | ١.٨ | ٣.٢ | ٣.٧ | ٤.٤ | ٣.٣ |
| ٢ | ٢٩.٢١ | ٣٣.٠٢ | | ١.٦ | ٢.١ | ٣.٠ | ٤.٠ | ٤.٨ | ٥.٢ | ٥.١ | ٤.٨ | ٤.١ | ٣.٠ | ٢.١ | ١.٦ | ١.٨ | ٣.١ | ٥.٠ | ٣.٩ | ٣.٤ |
| ٣ | ٢٩.٢٢ | ٣٢.٩٢ | | ١.٣ | ١.٧ | ٢.٤ | ٣.٢ | ٣.٨ | ٤.٢ | ٤.١ | ٣.٨ | ٣.٣ | ٢.٤ | ١.٧ | ١.٣ | ١.٤ | ٢.٥ | ٤.١ | ٣.٢ | ٢.٨ |
| ١ | ٢٩.٢٩ | ٣٣.١٦ | المطر | ٠.٣ | ٠.٣ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.١ | ٠.٣ | ٠.٢ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.١ |
| ٢ | ٢٩.٢١ | ٣٣.٠٢ | | ٠.٢ | ٠.٢ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.١ | ٠.٢ | ٠.٢ | ٠.١ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.١ |
| ٣ | ٢٩.٢٢ | ٣٢.٩٢ | | ٠.٠ | ٠.١ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٢ | ٠.٠ | ٠.١ | ٠.١ | ٠.٠ | ٠.٠ | ٠.٠ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية ERA5

(ملحق رقم ٩) أقصى كمية مطر سقطت في منطقة الدراسة في اليوم (ملم) (١٩٨٤-٢٠٢٠)

| | | | | | | | | | | |
|----------------|---|--------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| النقطة الأولى | X | ٢٩.٢٩ | القيمة | ٢٢.٩٤ | ٢٩.٣٣ | ٢٤.٤٩ | ٢٠.٨٢ | ٢٣ | ٣٠.٢٢ | ٣٤.٦٧ |
| | Y | ٣٣.١٦ | التاريخ | ١٩٨٨/١٢/٢٤ | ١٩٩١/٠٣/٢٢ | ٢٠٠٠/١٢/٠٩ | ٢٠٠٢/٠١/١٠ | ٢٠١٨/١٢/٠٦ | ٢٠٢٠/٠٣/١٢ | ٢٠٢٠/٠٣/١٣ |
| النقطة الثانية | X | ٢٩.٢١ | القيمة | ٢١.١٩ | ٢٠.٦٥ | ١٦.٤٨ | ١٧.٦ | ١٥.١٥ | ٣٠.٢٦ | ٢٦.٩٦ |
| | Y | ٣٣.٠٢٤ | التاريخ | ١٩٨٨/١٢/٢٤ | ١٩٩١/٠٣/٢٢ | ٢٠٠٠/١٢/٠٩ | ٢٠١٠/٠١/١٧ | ٢٠١٩/٠٢/٠٦ | ٢٠٢٠/٠٣/١٢ | ٢٠٢٠/٠٣/١٣ |

المصدر: قاعدة البيانات المناخية الشبكية ERA5

(ملحق رقم ١٠) درجات تشبع المتغيرات المورفومترية في أحواض منطقة الدراسة

| Extraction استخلاص | Initial مبدئي | المتغير المورفومتري |
|--------------------|---------------|---------------------|
| ٠.٩٦٩ | ١.٠٠٠ | المساحة |
| ٠.٩٧٤ | ١.٠٠٠ | الطول |
| ٠.٧٢٤ | ١.٠٠٠ | أقصى عرض |
| ٠.٩٧٦ | ١.٠٠٠ | المحيط |
| ٠.٨٩٦ | ١.٠٠٠ | نسبة الاستطالة |
| ٠.٨٤٢ | ١.٠٠٠ | نسبة الاستدارة |
| ٠.٨٣٦ | ١.٠٠٠ | معامل الشكل |
| ٠.٩٦٣ | ١.٠٠٠ | معامل الاندماج |
| ٠.٩٣٦ | ١.٠٠٠ | معامل الانبعاج |
| ٠.٨٥٤ | ١.٠٠٠ | تضاريس الحوض |
| ٠.٨٥٨ | ١.٠٠٠ | نسبة التضرس |
| ٠.٩٢٦ | ١.٠٠٠ | التضاريس النسبية |
| ٠.٩٤٥ | ١.٠٠٠ | التكامل الهيسومتري |
| ٠.٩٤٠ | ١.٠٠٠ | درجة الوعورة |
| ٠.٧٨٠ | ١.٠٠٠ | رتب المجاري |
| ٠.٩٧١ | ١.٠٠٠ | اعداد المجاري |
| ٠.٩٦٨ | ١.٠٠٠ | اطوال المجاري |
| ٠.٦١١ | ١.٠٠٠ | معدل التشعب |
| ٠.٧١٩ | ١.٠٠٠ | كثافة التصريف |
| ٠.٦١٤ | ١.٠٠٠ | تكرار المجارى |
| ٠.٧٥٢ | ١.٠٠٠ | بقاء المجارى |
| ٠.٧٠٥ | ١.٠٠٠ | النسيج الطبوغرافى |

المصدر: (جدول رقم ١٤)

(ملحق رقم ١١) التباين الكلي للمتغيرات المورفومترية

| المتغيرات المورفومترية | الجنور الكامنة المبينة | | | مجموع مربعات المتغيرات المستخلصة | | | مجموع مربعات المتغيرات المستخلصة بعد التدوير | | |
|--|------------------------|--------------|-----------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------|--|--------------|-----------------------|
| | الجنور الكامنة | نسبة التباين | نسبة التباين التكراري | الجنور الكامنة | نسبة التباين | نسبة التباين التكراري | الجنور الكامنة | نسبة التباين | نسبة التباين التكراري |
| المساحة | ٩.١١٥ | ٤١.٤٣١ | ٤١.٤٣١ | ٩.١١٥ | ٤١.٤٣١ | ٤١.٤٣١ | ٨.٩٥٥ | ٤٠.٧٠٣ | ٤٠.٧٠٣ |
| الطول | ٦.١٤٤ | ٢٧.٩٢٩ | ٦٩.٣٦٠ | ٦.١٤٤ | ٢٧.٩٢٩ | ٦٩.٣٦٠ | ٦.١٣٦ | ٢٧.٨٩٣ | ٦٨.٥٩٥ |
| أقصى عرض | ٣.٥٠٢ | ١٥.٩١٧ | ٨٥.٢٧٧ | ٣.٥٠٢ | ١٥.٩١٧ | ٨٥.٢٧٧ | ٣.٦٧٠ | ١٦.٦٨٢ | ٨٥.٢٧٧ |
| المحيط | ٠.٩٧٠ | ٤.٤٠٨ | ٨٩.٦٨٦ | | | | | | |
| نسبة الاستطالة | ٠.٥٩٠ | ٢.٦٨٣ | ٩٢.٣٦٩ | | | | | | |
| نسبة الاستدارة | ٠.٥٧١ | ٢.٥٩٤ | ٩٤.٩٦٣ | | | | | | |
| معامل الشكل | ٠.٣٩٣ | ١.٧٨٦ | ٩٦.٧٤٩ | | | | | | |
| معامل الاندماج | ٠.٣٤٤ | ١.٥٦٣ | ٩٨.٣١٢ | | | | | | |
| معامل الانبعاث | ٠.٢٠٤ | ٠.٩٢٦ | ٩٩.٢٣٩ | | | | | | |
| تضاريس الحوض | ٠.٠٦٨ | ٠.٣٠٨ | ٩٩.٥٤٧ | | | | | | |
| نسبة التضرس | ٠.٠٤٤ | ٠.٢٠١ | ٩٩.٧٤٨ | | | | | | |
| التضاريس النسبية | ٠.٠٣٠ | ٠.١٣٨ | ٩٩.٨٨٧ | | | | | | |
| التكامل الهيسومتري | ٠.٠١٦ | ٠.٠٧٤ | ٩٩.٩٦١ | | | | | | |
| درجة الوعورة | ٠.٠٠٤ | ٠.٠٢٠ | ٩٩.٩٨١ | | | | | | |
| رتب المجاري | ٠.٠٠٢ | ٠.٠١١ | ٩٩.٩٩١ | | | | | | |
| اعداد المجاري | ٠.٠٠١ | ٠.٠٠٥ | ٩٩.٩٩٧ | | | | | | |
| اطوال المجاري | ٠.٠٠١ | ٠.٠٠٣ | ١٠٠.٠٠٠ | | | | | | |
| معدل التشعب | ٠.٠٠٠ | ٠.٠٠٠ | ١٠٠.٠٠٠ | | | | | | |
| كثافة التصريف | ٠.٠٠٠ | ٠.٠٠٠ | ١٠٠.٠٠٠ | | | | | | |
| تكرار المجاري | ٠.٠٠٠ | ٠.٠٠٠ | ١٠٠.٠٠٠ | | | | | | |
| بقاء المجاري | ٠.٠٠٠ | ٠.٠٠٠ | ١٠٠.٠٠٠ | | | | | | |
| النسيج الطبوغرافي | ٠.٠٠٠ | ٠.٠٠٠ | ١٠٠.٠٠٠ | | | | | | |
| Extraction Method: Principal Component Analysis. | | | | | | | | | |

المصدر: (ملحق رقم ١٠)

(ملحق رقم ١٢) مصفوفة العلاقات الارتباطية للمكونات

| العوامل المؤثرة | | | المتغيرات المورفومترية |
|-----------------|-------|-------|------------------------|
| ٣ | ٢ | ١ | |
| | | ٠.٩٨ | المحيط |
| | | ٠.٩٨ | الطول |
| | ٠.١٧ | ٠.٩٧ | المساحة |
| | ٠.١٩ | ٠.٩٦ | اطوال المجاري |
| | ٠.٢١ | ٠.٩٦ | اعداد المجاري |
| | ٠.٢٤ | ٠.٩٥ | معامل الاندماج |
| -٠.٤٦ | ٠.٢٤ | ٠.٨٢ | التكامل الهيسوميتري |
| | ٠.٥٢ | -٠.٧٥ | نسبة الاستدارة |
| | ٠.٨٦ | ٠.٢٠ | رتب المجاري |
| -٠.٢٩ | -٠.٧٨ | -٠.٢٥ | بقاء المجارى |
| ٠.٣١ | ٠.٧٧ | ٠.١٨ | كثافة التصريف |
| ٠.٢٤ | ٠.٧٦ | ٠.٢٨ | النسيج الطبوغرافى |
| -٠.٣١ | ٠.٧٥ | -٠.٤٨ | نسبة الاستطالة |
| ٠.١٨ | -٠.٧٥ | ٠.١١ | معدل التشعب |
| ٠.٢٣ | ٠.٧٥ | | تكرار المجارى |
| | -٠.٧٣ | ٠.٦٣ | معامل الانبعاج |
| -٠.٣٩ | ٠.٧٢ | -٠.٤١ | معامل الشكل |
| -٠.٢٠ | ٠.٥٩ | ٠.٥٨ | أقصى عرض |
| ٠.٨٣ | ٠.١٥ | ٠.٤٧ | درجة الوعورة |
| ٠.٨٢ | ٠.١٣ | -٠.٤١ | نسبة التضررس |
| ٠.٨١ | | ٠.٤٤ | تضاريس الحوض |
| ٠.٨٠ | | -٠.٥٤ | التضاريس النسبية |

المصدر: (ملحق رقم ١١)

(ملحق رقم ١٣) مصفوفة المكونات بعد التدوير

| المتغيرات المورفومترية | | | العوامل المؤثرة |
|---------------------------|-------|-------|--------------------|
| ١ | ٢ | ٣ | |
| ٠.٩٨ | | ٠.١٣ | المحيط |
| ٠.٩٧ | ٠.١٤ | ٠.١١ | المساحة |
| ٠.٩٦ | ٠.١٦ | ٠.١٢ | اطوال المجاري |
| ٠.٩٦ | ٠.١٨ | ٠.١١ | اعداد المجاري |
| ٠.٩٦ | | ٠.٢٠ | الطول |
| ٠.٩٣ | -٠.٢٧ | ٠.١٦ | معامل الاندماج |
| ٠.٩٠ | ٠.١٩ | -٠.٣٢ | التكامل الهيسومتري |
| -٠.٧١ | ٠.٥٣ | -٠.٢٣ | نسبة الاستدارة |
| ٠.٦٣ | ٠.٥٦ | -٠.١٣ | أقصى عرض |
| ٠.٢٢ | ٠.٨٥ | | رتب المجاري |
| -٠.٢٣ | -٠.٧٩ | -٠.٢٩ | بقاء المجارى |
| ٠.١٦ | ٠.٧٨ | ٠.٢٩ | كثافة التصريف |
| | ٠.٧٦ | ٠.١٨ | تكرار المجارى |
| ٠.٢٦ | ٠.٧٦ | ٠.٢٤ | النسيج الطبوغرافى |
| -٠.٣٩ | ٠.٧٥ | -٠.٤٣ | نسبة الاستطالة |
| | -٠.٧٤ | ٠.٢٤ | معدل التشعب |
| ٠.٥٨ | -٠.٧٤ | ٠.٢٣ | معامل الانبعاج |
| -٠.٣١ | ٠.٧٠ | -٠.٤٩ | معامل الشكل |
| ٠.٣٣ | ٠.١٩ | ٠.٨٩ | درجة الوعورة |
| ٠.٣٠ | | ٠.٨٧ | تضاريس الحوض |
| -٠.٥٤ | ٠.١٩ | ٠.٧٣ | نسبة التضرس |
| -٠.٦٦ | | ٠.٧٠ | التضاريس النسبية |

المصدر: (ملحق رقم ١٢)

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر

ثانياً: المراجع العربية

ثالثاً: المراجع الأجنبية

أولاً: المصادر:

١. الخرائط الطبوغرافية:

خرائط إدارة المساحة العسكرية المصرية عام ١٩٩٨م، لوحات (رأس ملعب، جبل كير، جبل حديد الجمال، جبل تال، جبل أبو عديمات) بمقياس (١: ٢٥٠٠٠).
ولوحات (جبل ضحّاك، أبو زنيمه، رأس ملعب) بمقياس (١: ٥٠٠٠٠).
ولوحات (أبو زنيمه، زعفرانة)، بمقياس (١: ١٠٠٠٠٠). ولوحة القاهرة بمقياس (١: ١٠٠٠٠٠٠).
ولوحات (السويس، قلعة النخل) عام ١٩٩٥م بمقياس (١: ٢٥٠٠٠٠).

٢. الخرائط الجيولوجية:

الخريطة الجيولوجية لسيناء (لوحة رقم ٣)، الصادرة عن وزارة الصناعة والثروة المعدنية (المساحة الجيولوجية المصرية) عام ١٩٩٤م بمقياس (١: ٢٥٠٠٠٠). وخريطة جنوب سيناء الصادرة عن الهيئة المصرية العامة للبتروكوكورال عام ١٩٨٧م بمقياس (١: ٥٠٠٠٠٠).

٣. المرئيات الفضائية والصور الجوية:

اعتمدت الدراسة على بيانات المرئية الفضائية التابعة للقمر الصناعي (Landsat 8) بدقة مكانية ٣٠ × ٣٠ متر، وتم تحميلها من موقع (Earth Explorer) التابع للولايات المتحدة الأمريكية. والصورة الجوية ذات دقة مكانية ٠,٦ × ٠,٦ متر، مصدرها (ESRI).

٤. نماذج الارتفاعات الرقمية:

استُخدم نموذج الارتفاع الرقمي (SRTM) بدقة مكانية ٣٠ × ٣٠ متر، وتم تحميله من موقع (Earth Explorer) التابع للولايات المتحدة الأمريكية؛ لتغطية منطقة الدراسة، واستُخدمه في التحليلات الهيدرولوجية. بالإضافة إلى نموذج الارتفاع الرقمي بدقة مكانية ١٠ × ١٠ متر، تم إنتاجه من نموذج المثلثات غير المنتظمة (TIN)؛ لتمثيل سطح المنطقة بالاعتماد على بيانات الخرائط الطبوغرافية ١: ٢٥٠٠٠، واعتمد عليه في التحليلات الطبوغرافية.

٥. قواعد البيانات الشبكية المناخية العالمية:

اعتمدت الدراسة على تلك القواعد من أجل الحصول على بيانات مناخية تغطي منطقة الدراسة، تتمثل فيما يلي:

❖ (POWER):

تتوفر بيانات تلك القاعدة للمستخدمين من خلال موقع NASA للأرصاد الجوية السطحية والطاقة الشمسية ذات دقة مكانية (٠,٥ دائرة عرض × ٠,٥ خط طول). وتم الحصول على بياناتها من الرابط التالي:

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>

❖ (Climate Engine):

عبارة عن منصة إلكترونية بها عديد من البيانات المتعلقة بالدراسات المناخية والهيدرولوجية والبيئية، وتستمد بياناتها من قواعد بيانات الأقمار الصناعية، وتُمكن المستخدمين من معالجة بيانات المناخ والاستشعار عن بُعد. واعتمد على تلك المنصة في الحصول على البيانات اليومية لعنصري المطر والتبخر من قاعدة (ERA5) ذات الدقة المكانية (٠,١ دائرة عرض × ٠,١ خط طول). وتم الحصول على بياناتها من الرابط التالي:

<https://app.climateengine.com/>

٦. العمل الميداني:

إنَّ العمل الميداني في الحقل الجيومورفولوجي يُعد الركيزة الأساسية التي استطاع الطالب من خلالها استكمال الدراسة الجيومورفولوجية، مع توافر الخرائط والبيانات الإحصائية والصور الجوية والمرئيات الفضائية. ونُقِّذت هذه المرحلة بعد الانتهاء من المراحل الأولى، المتمثلة في جمع الدراسات السابقة، وتحليل الخرائط، ووضع خطة واضحة لتنفيذها في الميدان. وتتمثل أهمية الميدان في: التأكد من النتائج التي تم التوصل إليها من العمل المكتبي، ودراسة الظواهر الجيومورفولوجية الدقيقة التي يصعب ملاحظتها من الصور الجوية والمرئيات الفضائية.

ثانيًا: المراجع العربية:

١. إبراهيم، جنان رحمان (٢٠٢٠). التحليل الهيسومتري والتكامل الهيسومتري لأعلى حوض نهر الزاب الكبير، مجلة الجامعة العراقية. ٣ (٤٧)، ٤٢٨ - ٤٣٦.
٢. أبو العز، محمد صفي الدين (١٩٦٦). مورفولوجية الأراضي المصرية. القاهرة: دار الغريب للطباعة والنشر والتوزيع.
٣. أبو العيين، حسن سيد أحمد (١٩٦٦). أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض. الإسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية.
٤. ----- (١٩٩٥). أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض. الإسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية.
٥. أبو اليزيد، سعاد محمد (٢٠١٦). تقييم أخطار السيول في بعض أحواض شرق خليج السويس: دراسة هيدروجيومورفولوجية باستخدام النماذج الهيدرولوجية والاستشعار عن بعد (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
٦. أبو حديد، أحمد عبدالفتاح حسين (٢٠٢٠) جزيرة أرمنت: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام تقنيات الجيوماتكس. مجلة كلية الآداب للانسانيات والعلوم الاجتماعية. ١٢ (١)، ١٩٤٥ - ١٦٥٨.
٧. أبو راضي، فتحي عبدالعزيز (١٩٩٨). مورفولوجية سطح الأرض. بيروت: دار المعرفة الجامعية.
٨. -----، عجوة، وليد محمد علي محمود (٢٠١٩). التحليل المكاني لأخطار السيول وتأثيرها على التنمية المتواصلة بمنطقة رأس غارب على الساحل الغربي لخليج السويس "مصر". المجلة الجغرافية العربية، ٥٠ (٧٤)، ١ - ٣٨.
٩. أبو فايد، أحمد (٢٠١٦). التحليل العاملي: مفهومه، أهدافه، شروطه، أنواعه، خطواته، مثال تطبيقي لكيفية استخراج التحليل العاملي بنظام SPSS. غزة: جامعة الأزهر.
١٠. اسماعيل، مجدي موسى أحمد (٢٠١٧). جيومورفولوجية الخلجان بالساحل الشرقي لخليج السويس (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
١١. البحيثي، نواف بن حامد (٢٠١٨). تحليل المعطيات المورفومترية لأحواض التصريف بمدينة حفر الباطن شمال شرق المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية، ٢ (٣)، ٣٢ - ٦٤.
١٢. البلاسي، أحمد إبراهيم رمضان (٢٠١٨). تربية وطباقية تتابعية لمتكون المطلة الكونياسي - السانتوني، غرب سيناء، مصر (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية العلوم، جامعة المنصورة.

١٣. الحميري، محمد عباس جابر (٢٠١٩). التمثيل الخرائطي للخصائص المورفومترية لحوض وادي فؤاد جنوب غرب بحيرة الرزازة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. مجلة الآداب، (١٢٩)، ٥٠٧ - ٥٤٨.
١٤. الخفاجي، سرحان نعيم (٢٠١٥). الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي قرين الثماد في بادية العراق الجنوبية - بادية نجف. مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية، ١٦ (٢٦)، ١ - ٣٦.
١٥. الدراجي، سعد عجيل مبارك (٢٠٠٩). الجيومورفولوجيا التطبيقية. بغداد: دار الحداثة للطباعة والنشر.
١٦. الدسوقي، صابر أمين، صابر، أحمد إبراهيم محمد صابر (٢٠١٩). طرق دراسة هشيم المنحدرات. المجلة المصرية للتغير البيئي. ١١ (٢)، ٧-١٦.
١٧. -----، حجاب، محمود (٢٠١٦). طرق دراسة الكثبان الصاعدة. المجلة المصرية للتغير البيئي. ٩ (١)، ٧-١٥.
١٨. الدليمي، خلف حسن (٢٠٠٠). الجيومورفولوجيا التطبيقية. عمان: دار الأهلية للنشر والتوزيع.
١٩. -----، الجابري، علي خليل خلف (٢٠١٨). استخدام الجيوماتكس في دراسة الخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة. عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع.
٢٠. الرشيد، عويس أحمد (١٩٩٤). حوض وادي غرنل دراسة جيومورفولوجية (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة عين شمس.
٢١. الرفاعي، إبراهيم عبدالمجيد، محفوظ، سعيد عبدالحמיד، الحمد، رشيد حمد، الشراقوي، محمد عبدالحמיד (تحرير) (١٩٩٨). الموسوعة الجيولوجية. الكويت: مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.
٢٢. الشربيني، أميرة ماهر السعيد (١٩٩٥). التقييم التكويني للمتغيرات البتروفيزيكية لمتكون الروديس بالمنطقة البحرية غرب الطور بخليج السويس (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية العلوم، جامعة المنصورة.
٢٣. الصبابة، نوح محمد علي، زيتون، محمد عبدالكريم (٢٠١٨). تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة (حوض وادي العرب: دراسة حالة). مجلة كلية الآداب - جامعة القاهرة، ٧٨ (٣)، ٢١١-٢٥٢.
٢٤. العمري، عبدالمحسن صالح (٢٠١٩). تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة كريتر عدن باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية. ندوة عدن بوابة اليمن الحضارية، ٤٠٥ - ٤١٣.

٢٥. العوضي، حمدينة عبدالقادر السيد (١٩٩٣). اقليم الساحل الشرقي لخليج السويس دراسة جيومورفولوجية (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٢٦. القبائلي، محمد سالم عبدالكريم (٢٠١٨). أثر السبخات على الأنشطة البشرية بمنطقة الزويتينة ليبيا. مجلة العلوم والدراسات الإنسانية، (٤٩)، ١-١٤.
٢٧. المشاط، هند عبدالرحمن، الشرقاوي، محمد محمود (٢٠١٨). أخطار السيول بحوض وادي الأديرع بمنطقة حائل دراسة تطبيقية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. ورقة مقدمة إلى الملتقى الوطني الحادي عشر لنظم المعلومات الجغرافية بجامعة الإمام عبدالرحمن بن فيصل، الدمام، المملكة العربية السعودية.
٢٨. المغاري، باسم عبدالرحمن خليل (٢٠١٥). الخصائص المورفومترية لحوض وادي الحسي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة غزة.
٢٩. المهيدب، عبدالله إبراهيم (٢٠٠٣). التربة السبخة في المملكة العربية السعودية: خواصها وطرق معالجتها. مجلة جامعة الملك عبدالعزيز العلوم الهندسية. ١٤ (٢)، ٣٢-٥٣.
٣٠. النجار، جميل محمد العزب (٢٠٠٣). جيومورفولوجية سهل المرخا جنوب غرب سيناء دراسة في تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
٣١. الوصابي، خالد أحمد أحمد سعد (٢٠٠٤). دراسات ميكروبالينتولوجية وطباقية على بعض تتابعات الكريتاسي العلوي - الثلاثي الأسفل في سيناء - مصر (رسالة دكتوراه غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة المنصورة.
٣٢. بارود، خميس فاخر (٢٠١٩). تطبيقات الاستشعار عن بعد في برامج نظم المعلومات الجغرافية. غزة: كلية الآداب الجامعة الإسلامية.
٣٣. بحيري، صلاح الدين (١٩٧٨). *مبادئ الجغرافية الطبيعية*. دمشق: دار الفكر.
٣٤. بدوي، هشام داود صدقي (٢٠٢٠). تقييم كفاءة قاعدة البيانات المناخية العالمية في رصد بيانات درجة الحرارة السطحية في مصر. *مجلة البحث العلمي في الآداب (العلوم الاجتماعية والإنسانية)*، (٢١)، ٩٣-١٣٥.
٣٥. بول، جون (٢٠٢٠). *مساهمات في جغرافية مصر*. (ترجمة عاطف معتمد، ماجد فتحي). القاهرة: بيت الجغرافيا.
٣٦. تراب، محمد مجدي (تحرير) (٢٠١١). *الموسوعة الجيومورفولوجية*، الاسكندرية.

٣٧. جاري، طلال مريوش، عبدالحسين، ضياء الدين (٢٠١١). مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال شرق محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية. مجلة كلية التربية / واسط، ١ (١٠)، ٣٢٩ - ٣٤٦.
٣٨. جودة، حسنين جودة (٢٠٠٠). جغرافية مصر الطبيعية وخريطة المعمور المصري فى المستقبل. الاسكندرية: دار المعرفة الجامعية.
٣٩. -----، عاشور، محمود محمد، دسوقي، صابر أمين، تراب، محمد مجدي، مرغني، علي مصطفى كامل، مصطفى، محمد رمضان (١٩٩١). وسائل التحليل الجيومورفولوجي. ط١، بدون ناشر.
٤٠. حجاب، محمود أحمد محمود (٢٠٠٦). جيومورفولوجية النباك على ساحل البحر الأحمر فيما بين القصير ومرسي علم. مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية. (١٤)، ١٧٦-٢٤٩.
٤١. حجازي، محمد نجيب محمد (١٩٩٥). الجيومورفولوجيا البيئية وتقويم الأراضي لمنطقة شرق خليج السويس- سيناء- مصر (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية العلوم، جامعة المنصورة.
٤٢. حسن، ابراهيم محمد محمد (٢٠٠٧). جيومورفولوجية المراوح الفيضية بالساحل الشرقى لخليج السويس (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
٤٣. حسين، علي عبد الحسين (٢٠١٢). أثر اتساع المدى الحراري في تشكيل بعض المظاهر الجيومورفولوجية في الهضبة الغربية العراقية: دراسة في علم الجيومورفولوجيا المناخية. مجلة كلية الآداب - جامعة الكوفة، ٥ (١٣)، ٢٣٤ - ٢٧٣.
٤٤. خوجلي، صفاء كمال إبراهيم، الأمين، عائشة علي عبد الرحمن، محمد، ميادة الهميم عبد العزيز، مشرف، عبد الوهاب الطيب (٢٠١٤). تنمية آبار المياه الجوفية. جامعة السودان العلوم والتكنولوجيا.
٤٥. داود، جمعة محمد (٢٠١٢). أسس التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.
٤٦. ----- (٢٠١٤). الجيوماتكس علم المعلوماتية الأرضية. مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.
٤٧. ----- (٢٠١٤). مبادئ علم نظم المعلومات الجغرافية. مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.
٤٨. دياب، صلاح محمد صلاح (٢٠٢١). الخصائص الجغرافية الطبيعية لهضبة الجلالة البحرية باستخدام تقنيات الجيوماتكس. مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، (٣٢)، ٣٥٢-٥٠٤.

٤٩. رياض، محمد، عبدالرسول، كوثر (١٩٧٣). *أفريقيا دراسة لمقومات القارة*. القاهرة: مؤسسة هنداوي للتعليم والثقافة.
٥٠. سلامة، حسن رمضان (١٩٨٢). الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية. *مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية*، (٤٣)، ٣٤-٥.
٥١. سلامة، زينب حسانين رزق محمد (٢٠١٦). *المناخ وأثاره البيئية في جنوبي سيناء "دراسة في المناخ التطبيقي"* (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
٥٢. سلوم، غزوان (٢٠١٢). *حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية)*. *مجلة جامعة دمشق*، ٢٨ (١)، ٣٧٣ - ٤٣٨.
٥٣. سليمان، محمد فؤاد عبدالعزيز (٢٠١١). *الضوابط الهيدروجيومورفولوجية لسيل ٢٠١٠ بحوض وادي العريش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية*. *مجلة بحوث الشرق الأوسط*، (٢٩)، ٣٦٩ - ٤١٣.
٥٤. سميط، أحمد محمد عبداللطيف (١٩٩٣). *طباقية وأحافير بعض تتابعات السينومائي في وسط غرب سيناء - مصر* (رسالة ماجستير غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة المنصورة.
٥٥. شاهين، صفاء محمد محمود عبدالله (٢٠١١). *الطباقية التحتاتية لتتابعات الطباشيري العلوي - الباليوجين السفلي في غرب سيناء، مصر* (رسالة دكتوراه غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة المنصورة.
٥٦. شاوهان، سريفاستافا (٢٠١٢). *مصادر الطاقة غير التقليدية*. القاهرة: الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية.
٥٧. شرف، عبدالعزيز طريح (١٩٩٣). *الجغرافيا الطبيعية أشكال سطح الأرض*. الإسكندرية: مؤسسة الثقافة الجامعية.
٥٨. شلبي، محمد الامام نبوي (٢٠٠٦). *هيدروولوجية الوديان في سيناء* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الهندسة، جامعة عين شمس.
٥٩. شلبي، منال سمير (٢٠١٣). *الأشكال الجيومورفولوجية الناجمة عن النحت البحري على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس الكنيسة جنوباً ورأس مسلة شمالاً باستخدام نظم المعلومات الجغرافية*. (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، جامعة بنها.
٦٠. صابر، أحمد إبراهيم محمد (٢٠١٦). *المحددات الهيدروجيومورفولوجية للتنمية الزراعية شمال سهل القاع*. *مجلة بحوث الشرق الأوسط*، ١٨، ١-٧٧.
٦١. طالب، جزا توفيق، محمد، خليل كريم، محمد، علي قادر (٢٠١٧). *حوض بازان: دراسة هيدرومورفومترية تطبيقية*. *مجلة جامعة كرميان*، ٤ (٤)، ١٨٠-٢٠٨.
٦٢. عامر، مصطفى (١٩٥٠). *قواعد الجغرافيا العامة*. القاهرة: المطبعة الأميرية.

٦٣. عبدالحميد، أحمد كمال أحمد (٢٠١٩). التحليل الهيدرولوجي لأحواض التصريف المؤثرة على بحيرة سد النهضة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والنمذجة الهيدرولوجية. *المجلة العربية للدراسات الجغرافية*. ٢ (٣)، ٦١-٩٢.
٦٤. عبدالحميد، مروة فؤاد محمد (٢٠٢٠). محمية نبق بجنوب سيناء "دراسة جيومورفولوجية" باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. (رسالة دكتوراه غير منشورة). كلية الآداب، جامعة المنصورة.
٦٥. عبدالله، أحمد حسن (٢٠١١). دراسة المعاملات المورفومترية للجزء الأدنى من حوض الزاب باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية. *مجلة ديالى للعلوم*، ٧ (٢)، ١٢٧-١٥٥.
٦٦. عطالله، ميشيل كامل (٢٠٠٩). *أساسيات الجيولوجيا*. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
٦٧. غلاب، مرفت عبداللطيف أحمد فراج (٢٠٠٦). *منطقة جبل حمام فرعون فيما بين وادي أبو محريق وطيبة الساحل الشرقي لخليج السويس دراسة جيومورفولوجية* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، الإسكندرية.
٦٨. فتحي، محمد فريد (٢٠٠٠). *في جغرافية مصر*. الاسكندرية: دار المعرفة الجامعية.
٦٩. الفيتوري، علي محمد، لشهب، سعد رجب (٢٠٢١). الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوضي وادي درنة ووادي مرقص (شمال شرق ليبيا)، دراسة تطبيقية مقارنة. *مجلة جامعة سرت للعلوم الانسانية*، ٢ (٢)، ٤١٧-٤٤٠.
٧٠. قاقا، أحمد محمد أحمد (٢٠١٠). *المنحدرات الجبلية المطلة على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين رأس خليج السويس و رأس أبو زنيمة* (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
٧١. كليو، عبدالحميد أحمد (١٩٨٥). الإنسان كعامل جيومورفولوجي دوره في العمليات الجيومورفولوجية النهرية. نشرة قسم الجغرافيا والجمعية الجغرافية الكويتية، ٨٠ (١)، ٦٥-٦٥.
٧٢. ----- (٢٠٠١). الحفر الوعائية في جزر أسوان الصخرية دراسة جيومورفولوجية. نشرة قسم الجغرافيا والجمعية الجغرافية الكويتية، ٢٥٠ (١)، ٨٨-٨٨.
٧٣. محسوب، محمد صبرى (١٩٩٦). *الجغرافيا الطبيعية أسس ومفاهيم حديثة*. القاهرة: دار الفكر العربي.
٧٤. ----- (١٩٩٧). *جيومورفولوجية الأشكال الأرضية*. القاهرة: دار الفكر العربي.
٧٥. -----، راضي، محمود دياب (١٩٨٥). *العمليات الجيومورفولوجية*. القاهرة : دار الثقافة للنشر والتوزيع.
٧٦. محمد، الزين أحمد الزين، محمد عبدالقادر حرسى (٢٠٠٨). *الخرائط الجيولوجية لطالب البكالوريوس*. الخرطوم: دار السداد للطباعة.

٧٧. محمد، عوض عبدالواحد عوض (٢٠١٥). الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف في منطقة المخلي جنوب الجبل الأخضر بليبيا. *مجلة البحث العلمي في الآداب، (٦)*، ٢٤-١.
٧٨. محمد، محمد الفتحي بكير (١٩٩٩). *الجغرافيا التاريخية دراسة أصولية تطبيقية*. الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.
٧٩. محمود، سمير سامي (٢٠١٠). منحدرات منطقة جنوب شرق القاهرة: دراسة جيومورفولوجية. *مجلة كلية الآداب - جامعة القاهرة، ٧٠ (٢)*، ٣٠٩-٣٩٣.
٨٠. مشاضي، هاني كمال إبراهيم (٢٠٠٥). الأخطار الجيومورفولوجية على الجانب الشرقي لخليج السويس فيما بين وادي لهاطة شمالاً والخشبي جنوباً. (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الآداب، جامعة المنيا.
٨١. مقبلة، بهاء فؤاد مبروك سليمان (٢٠٢١). التحليل المكاني لتوزيع محاجر جنوب سيناء "باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. *المجلة الجغرافية العربية. ٥٢ (٧٨)*، ٤٠٧-٤٦٤.
٨٢. موريه، ليون (١٩٨٧). *الوجيز في الجيولوجيا*. دمشق: طلاس للدراسات والترجمة والنشر.
٨٣. موسى، رامي نبيل، أبو حماد، أحمد حماد (٢٠١٦). التحليل المورفومتري لأحواض التصريف النهري باستخدام إحصاءات المتغيرات المتعددة ونظم المعلومات الجغرافية "حوض عمان الزرقاء كحالة دراسية". *المجلة الدولية للمياه والبيئة، ٥ (١)*، ١٩ - ٣١.
٨٤. يوسف، فاطمة إبراهيم على (٢٠١٣). منطقة أبو زنيمة - غرب سيناء، دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (رسالة ماجستير غير منشورة). كلية الدراسات الانسانية، جامعة القاهرة.
٨٥. -----، عبدالحميد، عاطف معتمد (٢٠٢٢). الجيومورفولوجية التطبيقية والتنمية المستدامة لمنطقة أبو زنيمة- غرب سيناء، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. *مجلة كلية الآداب جامعة الفيوم، ١٤ (٢)*، ٧٣١-٧٨٤.

1. Attia, O. E., Lowenstein, T. K., and Wali, A. M. (1995). Middle Miocene gypsum, Gulf of Suez; marine or nonmarine?. *Journal of Sedimentary Research*, 65(4a), 614-626.
2. Abd El-Hafez. N, Mousa. A, El-Haririz. T, Abd El-Moghny.M, and Sharaka.H (2019).Mineralogical and Geochemical Studies on Some Early Miocene Sediments of Southwestern Sinai, Egypt. *Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences*.10 (2). 64-74.
3. Abdel-Monem, A. A., Abdel-Razek, Y. A., Hassan, G. M., Eissa, H. M., Rasheed, N. M., and Morsy, M. (2010). ESR studies and dating of Egyptian gypsum at Ras Mala'ab, Sinai, Egypt. *Radiation Effects & Defects in Solids: Incorporating Plasma Science & Plasma Technology*, 165(1), 39-45.
4. Abdelzaher, M., Nishijima, J., El-Qady, G., Aboud, E., Masoud, O., Soliman, M., and Ehara, S. (2011). Gravity and magnetotelluric investigations to elicit the origin of Hammam Faraun hot spring, Sinai Peninsula, Egypt. *Acta Geophysica*, 59(3), 633-656.
5. Adnan, M. S. G., Dewan, A., Zannat, K. E., and Abdullah, A. Y. M. (2019). The use of watershed geomorphic data in flash flood susceptibility zoning: a case study of the Karnaphuli and Sangu river basins of Bangladesh. *Natural Hazards*, 99(1), 425-448.
6. Alfa, M. I., Ajibike, M. A., Adie, D. B., and Mudiare, O. J. (2019). Hydrologic and morphometric analysis of Ofu River Sub-Basin using remote sensing and Geographic Information System. *Nigerian Journal of Technological Development*, 16(2), 49-55.
7. Ali-Bik, M. W., and Gabr, S. S. (2022). Spectral analyses, geology and petrology of the Gulf of Suez rift-related Oligo-Miocene basalts at Abu Zenima area, west central Sinai, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 25(1), 85-96.
8. Almasalmeh, O , and Eizeldin, M. (2019). *Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology and its Hydrological Implications Using GIS: Case Study of Billi Drainage Basin. International Water Technology Journal*, (9), 141-165.
9. Alshenawy, A. O., Hamid, W. M., and Alnuaim, A. M. (2021). A review on the characteristics of sabkha soils in the Arabian Gulf Region. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(19) , 1-15.

10. Anstey, R. L. (1965). *Physical characteristics of alluvial fans*. USA: Army Natick labs manatick.
11. Apostolopoulos, G., and Pavlopoulos, K., Goiran, J. P., and Fouache, E. (2014). Was the Piraeus peninsula (Greece) a rocky island? Detection of pre-Holocene rocky relief with borehole data and resistivity tomography analysis. *Journal of archaeological science*,(42), 412-421.
12. Ball, J. (1916). *The geography and geology of west-central Sinai*. Cairo, Egypt: Government Press.
13. Barron, T. (1907). *The topography and geology of the Peninsula of Sinai (Western Portion)*. National Print Department.
14. Binal, A. (2019). The effect of wind pressure on surface erosion of soft rocks in arid regions. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(3), 1565-1574.
15. Blanco-Chao, R., and Pérez-Alberti, A., Trenhaile, A. S., Costa-Casais, M., and Valcárcel-Díaz, M. (2007). Shore platform abrasion in a para-periglacial environment, Galicia, northwestern Spain. *Geomorphology*, 83(1-2), 136-151.
16. Buitert, S. J., and Adrian Pfiffner, O. (2003). Numerical models of the inversion of half-graben basins. *Tectonics*, (22), 1-11.
17. Carroll, D. (2012). *Rock weathering*. New York: Springer Science , Business Media.
18. Chandler, W. S., Stackhouse Jr, P. W., Barnett, A. J., Hoell, J. M., Westberg, D. J., and Ross, A. I. (2015). Enhancing the NASA prediction of worldwide energy resource web data delivery system with geographic information system (GIS) capabilities. No. NF 1676L-20865.
19. Chavare, S., and Shinde, S. D. (2013). Morphometric analysis of Urmodi basin, Maharashtra using geo-spatial techniques. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 4(1), 224-231.
20. Deffo, L. R. D., Mutuku, R. N., and Nyombi, T. (2017). Strength performance of silicate limestone compressed Bricks. *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 8(6), 53-58.
21. Deshmane, M. K. S., Yadav, M. A. A., Ingawale, M. S. M., and Kamble, M. A. S. (2020). Wind data Estimation of Kolhapur district using Improved Hybrid Optimization by Genetic Algorithms (iHOGA) and NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (NASA Power). *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 7(3), 2530-2538.

22. Dunkerley, D. (2020). Rainfall intensity in geomorphology: Challenges and opportunities. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment . sagepub journals* 45(4), 488–513
23. El Shewiy, S. S. E. S. (2022). Geomatic Monitoring Applications to Geomorphological Changes of longitudinal Dunes and their Hazards to Agricultural Development in Suez Canal Lakes Region. *Journal of Sustainable Development in Social and Environmental Sciences*, 1(1), 15-32.
24. Elewa, H. H., and Qaddah, A. A. (2011). Groundwater potentiality mapping in the Sinai Peninsula, Egypt, using remote sensing and GIS-watershed-based modeling. *Hydrogeology Journal*, 19(3), 613-628.
25. El-Fiky, A. A. (2010). Hydrogeochemical characteristics and evolution of groundwater at the Ras Sudr-Abu Zenima area, Southwest Sinai, Egypt. *JKAU: Earth Sci*, 21(1), 79-109.
26. Embabi, N. S. (2018). *Landscapes and landforms of Egypt*. Switzerland :Springer International Publishing.
27. Fabricius, I. L. (2007). Chalk: composition, diagenesis and physical properties. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, (55), 97-128.
28. Farhan, Y. (2017). *Applied Morphometry and Watershed Management Using RS, GIS and Multivariate Statistics (Case Studies)*. USA: Scientific Research Publishing, Inc.
29. Fookes, P. G., Gourley, C. S., and Ohikere, C. (1988). Rock weathering in engineering time. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 21(1), 33-57.
30. Gawthorpe, R. L., Jackson, C. A. L., Young, M. J., Sharp, I. R., Moustafa, A. R., and Leppard, C. W. (2003). Normal fault growth, displacement localisation and the evolution of normal fault populations: the Hammam Faraun fault block, Suez rift, Egypt. *Journal of Structural Geology*, 25(6), 883-895.
31. Görög, P. (2007). Characterization and mechanical properties of the Eocene Buda Marl. *Central European Geology*, 50(3), 241-258.
32. Goudie, A. G.(Ed.). (2004). *Encyclopedia of geomorphology*. London.
33. Gualtieri, G. (2021). Reliability of ERA5 Reanalysis Data for Wind Resource Assessment: A Comparison against Tall Towers. *Energies*, 14(14), 1-21.

34. Gutierrez ,O. J. G.(2006). *Timing and dynamics of river terraces formation in moderate uplifted ranges: the example of Venezuela and Albania* (degree of Doctor). Universty of Grenoble.
35. Hall, K., and André, M. F. (2003). Rock thermal data at the grain scale: applicability to granular disintegration in cold environments, *Earth Surface Processes and Landforms. The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 28(8), 823-836.
36. Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., and Thépaut, J. N. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999-2049.
37. Hesse, R. (1988). Diagenesis 13. Origin of chert: Diagenesis of biogenic siliceous sediments. *Geoscience Canada*, 15(3), 171-192.
38. Huggett, R. J. (2007). *Fundamentals of geomorphology* . London, England: Routledge.
39. Huggett, R. J. (2011). *Fundamentals of Geomorphology*. New York: Routledge.
40. Huinink, H. P., Pel, L., and Kopinga, K. (2004). Simulating the growth of tafoni, *Earth Surface Processes and Landforms. The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 29(10), 1225-1233.
41. Huntington, J. L., Hegewisch, K. C., Daudert, B., Morton, C. G., Abatzoglou, J. T., McEvoy, D. J., and Erickson, T. (2017). Climate engine: Cloud computing and visualization of climate and remote sensing data for advanced natural resource monitoring and process understanding. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 98(11), 2397-2410.
42. Ikirri, M., Faik, F., Boutaleb, S., Abioui, M., Wanaim, A., Touab, A., ... and Echogdali, F. Z. (2022). Contribution of Geomatics to the Hydrological Study of an Ungauged Basin (Taguenit Wadi Watershed, Lakhssas, Morocco). In *Soil-Water, Agriculture, and Climate Change* (pp. 345-366). Springer, Cham.
43. Jakić, J., Labor, M., and Martinac, V. (2016). Characterization of dolomitic lime as the base reagent for precipitation of Mg (OH) ₂ from seawater. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, 30(3), 373-379.
44. Japan international cooperation agency (1999). *South Sinai groundwater resources study in the arab republic of Egypt . Summary of*

- Hydrogeology and groundwater resources evaluation* (No.2). Retrived from <https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11497450.pdf>.
45. Kjerfve, B. (1994). Coastal lagoons. *In Elsevier oceanography series*, (60), 1-8.
 46. Lisle, R. J. (2004). *Geological structures and maps*. Oxford, UK: Elsevier Butterworth-Heinemann.
 47. Magesh, N. S., and Chandrasekar, N. (2014). GIS model-based morphometric evaluation of Tamiraparani subbasin, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(1), 131-141.
 48. Magesh, N. S., Jitheshlal, K. V., Chandrasekar, N., and Jini, K. V. (2013). Geographical information system-based morphometric analysis of Bharathapuzha river basin, Kerala, India. *Applied Water Science*, 3(2), 467-477.
 49. Marelign, M. A., and Mekonen, D. T.(2022) Estimating and mapping woodland biomass and carbon using Landsat 8 vegetation index: A case study in Dirmaga Watershed, Ethiopia. *Computational Ecology and Software*. 12(2), 67-79.
 50. Marston, R. A. (1989) *Geomorphology in America*. USA: Merrill Publishing Company.
 51. Márton, V., and Vetési-Foith, S. (2021). Geodiversity of surface karst features of geographical zones. *Acta Carsologica*, (50), 231-239.
 52. Mohamedzein, Y. E. A., and Al-Rawas, A. A. (2011). Cement-stabilization of sabkha soils from Al-Auzayba, Sultanate of Oman. *Geotechnical and Geological Engineering*, 29(6), 999-1008.
 53. Mohamedzein, Y. E. A., and Al-Rawas, A. A. (2011). Cement-stabilization of sabkha soils from Al-Auzayba, Sultanate of Oman. *Geotechnical and Geological Engineering*, 29(6), 999-1008.
 54. Mottana, A. (1986). *Blueschist-facies metamorphism of manganiferous cherts: A review of the alpine occurrences*. USA: Geological Society of America.
 55. Moustafa, A. R. (1996). Structural setting and tectonic evolution of the northern Hammam Faraun Block (Wadi Wasit-Wadi Wardan area), eastern side of the Suez rift. *Kuwait Journal of Science and Engineering*, (23), 105-131.

56. Moustafa, A. R., Abdeen, M. M. (1992). Structural setting of the Hammam Faraun block, eastern side of the Suez rift. *Journal University of Kuwait science*, (19), 291-291.
57. Musaed, H., El-Kenawy, A., and El Alfy, M. (2022). Morphometric, Meteorological, and Hydrologic Characteristics Integration for Rainwater Harvesting Potential Assessment in Southeast Beni Suef (Egypt). *Sustainability*, 14(21), 14183.
58. Ozdemir, H., and Bird, D. (2009). Evaluation of morphometric parameters of drainage networks derived from topographic maps and DEM in point of floods. *Environmental geology*, 56(7), 1405-1415.
59. Pankaj, A., and Kumar, P. (2009). GIS-based morphometric analysis of five major sub-watersheds of Song River, Dehradun District, Uttarakhand with special reference to landslide incidences. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(1), 157-166.
60. Park, R. G. (2013). *Foundation of structural geology*. London , New York : Routledge.
61. Puri, P., and Puri, V. (2022). The “First climate change famine” from 2017–2022?-An analysis of the economics and geography of great SUD drought of Madagascar (1901–2021). *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 12(3), 100-113.
62. Rehman, S. U., Mehmood, K., Ullah, M. F., Ahsan, N., Rehman, F., Mahmood, T., and Ahmed, M. (2019). Sedimentology of Marl and Marly Limestone Sequence of Upper Cretaceous Kawagarh Formation from Northern Kalachitta Range, Attock Hazara Fold and Thrust Belt, Pakistan. *Open Journal of Geology*, (9),1-14.
63. Rey, P. F. (2014). *Introduction to Structural Geology*. Published Sep, 8.
64. Rockett, P. (2021). *Phenotypic and Genetic Analyses of Heat Tolerance in Holsteins using NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER) Weather Data*. Doctoral dissertation, University of Guelph.
65. Said, R. (1990). *The geology of Egypt*. Netherlands: Egyptian General Petroleum Corporation, Conoco Hurghada Incorporated and Repsol Exploracion, SA.
66. Sajadi, P., Singh, A., Mukherjee, S., Sang, Y. F., Chapi, K., and Salari, M. (2020). Drainage network extraction and morphometric analysis in an Iranian basin using integrating factor analysis and geospatial techniques. *Geocarto International*, 1-30.

67. Sando, R., Jaeger, K. L., Farmer, W. H., Barnhart, T. B., McShane, R. R., Welborn, T. L., and Shallcross, A. (2022). Predictions and drivers of sub-reach-scale annual streamflow permanence for the upper Missouri River basin: 1989–2018. *Journal of Hydrology*. Volume 17, 2-22.
68. Segadelli, S., Grazzini, F., Adorni, M., De Nardo, M. T., Fornasiero, A., Chelli, A., and Cantonati, M. (2020). Predicting extreme-precipitation effects on the geomorphology of small mountain catchments: Towards an improved understanding of the consequences for freshwater biodiversity and ecosystems. *Water*, 12(1), 1 – 20.
69. Shaqour, F. M., Jarrar, G., Hencher, S, and Kuisi, M. (2008). Geotechnical and mineralogical characteristics of marl deposits in Jordan. *Environmental geology*, 55(8), 1777-1783
70. Shreedhara, V., Shankar, K., and Haji, M.(2020) A Morphometric Analysis of Wonji Drainage Basins around Central Rift Valley, Ethiopia, using Geospatial Tools .*International Journal of Science and Research (IJSR)*.8 (9), 787- 794.
71. Siew, E. F., Ireland-Hay, T., Stephens, G. T., Chen, J. J., and Taylor, M. P. (2005). A study of the fundamentals of pothole formation. *Light Metals*, 763-769.
72. Sims, D., and El Miniawy, H. (2003). *South Sinai Development Profile*. Unpublished report for the South Sinai Environmental Action Plan under the auspices of the Egyptian Environmental Affairs Agency, Support for Environmental Assessment and Management Programme.
73. Smith, V., Warny, S., Jarzen, D. M., Demchuk, T., Vajda, V., and Gulick, S. P. (2020). Paleocene–Eocene palynomorphs from the Chicxulub impact crater, Mexico. Part 2: angiosperm pollen. *Palynology*, 44(3), 489-519.
74. Srtahler, A.N.(1957).Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology.Transactions, *American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
75. Stewart, I. S., and Hancock, P. L. (1990). What is a fault scarp?. *Episodes Journal of International Geoscience*, 13(4), 256-263.
76. Thomas, G. (2002). Thermal properties of gypsum plasterboard at high temperatures. *Fire and materials*, 26(1), 37- 45.
77. von Eynatten, H., Barceló-Vidal, C., and Pawlowsky-Glahn, V. (2003). Modelling compositional change: the example of chemical weathering of granitoid rocks. *Mathematical Geology*, 35(3), 231-251.

78. Waghmare, P. T., and Panhalkar, S. S. (2022). Site Suitability Analysis for Identifying Water Conservation Structures Using Geoinformatics of Eastern Part of Satara District of Maharashtra, India. In Remote Sensing and Geographic Information Systems for Policy Decision Support. Springer, Singapore. 89-111.
79. Watsonh, M. (1970). *A glossary of karst terminology*. US Geol: Surv., Water-Supply Pap.
80. Williams, R. M., Zimbelman, J. R., and Johnston, A. K. (2006). Aspects of alluvial fan shape indicative of formation process: A case study in southwestern California with application to Mojave Crater fans on Mars. *Geophysical research letters*, (33), 1-4.
81. Wilson, S., and Valverde, F. F. (2013). National survey of limestone pavement and associated habitats in Ireland. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht.
82. Yan, L., He, R., Kašanin-Grubin, M., Luo, G., Peng, H., and Qiu, J. (2017). The dynamic change of vegetation cover and associated driving forces in Nanxiong Basin, China. *Sustainability*, 9(3), 1-15.
83. Zaid, S. (2013). Genesis of the Nukhul sandstones, west central Sinai, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(1) , 375-392.
84. Zavoianu, I. (2011). *Morphometry of drainage basins*. New York: Elsevier.
85. Zhang, K., Liu, K., and Yang, J. (2004). Asymmetrical valleys created by the geomorphic response of rivers to strike-slip fault. *Quaternary Research*, 62(3), 310-315.
86. Zhang, T., Chandler, W. S., Hoell, J. M., Westberg, D., Whitlock, C. H., and Stackhouse, P. W. (2008). A global perspective on renewable energy resources: NASA's prediction of worldwide energy resources (power) project. In *Proceedings of ISES World Congress 2007*. Vol. I–Vol. V, 2636-2640.
87. Zhang, T., Stackhouse Jr, P. W., Chandler, W., Hoell, J. M., Westberg, D., and Whitlock, C. H. (2010). A global assessment of solar energy resources: NASA's Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER) project. In *AGU Fall Meeting Abstracts*. Vol. 2010, U23A-0017.
88. Zhu, L., Gong, H., Dai, Z., Guo, G., and Teatini, P. (2017). Modeling 3-D permeability distribution in alluvial fans using facies architecture

and geophysical acquisitions. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(2), 721-731.

المُلخص

أولاً: الملخص باللغة العربية

ثانياً: الملخص باللغة الإنجليزية

أولاً: الملخص باللغة العربية

تُعد الدراسات الجيومورفولوجية مهمة؛ لفهم ما يحويه الإقليم من ظواهرات جغرافية طبيعية، وكيفية الاستغلال الأمثل لتلك الظواهرات في جوانب التنمية المختلفة. وتهدف الدراسة إلى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية لوادي وسيط على الساحل الشرقي لخليج السويس بمساحة قدرها ٢٨ كم^٢. واعتمدت الدراسة على المنهج الأصولي، والإقليمي، والوصفي، واستخدام تطبيقات الجيوماتكس في عمليات معالجة البيانات، وتحليلها، وإخراجها؛ من خلال الدمج بين مصادرها المتعددة، وهي: الخرائط الجيولوجية، والخرائط الطبوغرافية، ونماذج الارتفاعات الرقمية، والمرئيات الفضائية، والعمل الميداني، وقواعد البيانات المناخية الشبكية العالمية. ومن أهم النتائج التي توصلت إليها الدراسة: بناء قاعدة بيانات جيومورفولوجية تحوي الخصائص الجيولوجية، والمناخية، والطبوغرافية، والمورفومترية، والمورفولوجية، والهيدرولوجية، وإنتاج خريطة جيومورفولوجية توضح أهم الظواهرات السائدة في منطقة الدراسة. وتُعد هذه الدراسة مهمة؛ للاستفادة منها عند القيام بتطبيق أي مشروع تنموي في منطقة الدراسة.

ثانيًا: الملخص باللغة الإنجليزية

Geomorphological studies are important to understand the geographic natural landforms in any region as well as use these in development. The current study aims to determine the geomorphological characteristics of Wadi Wasit on the eastern coast of the Gulf of Suez, with an area of 128 km². This study depends on the regional, and descriptive approach in addition to use geomatics applications for processing and analyzing data by integrating its multiple sources. Its sources include geological maps, topographic maps, digital elevation models, satellite data, fieldwork, and global climate databases. The most important results of the study: creating a geomorphological database containing geological, climatic, topographical, morphometric, morphological, and hydrological, characteristics, furthermore producing a geomorphological map showing the most important landforms in the study area. This study is important to take advantage of it when implementing any development project in the study area.



Mansoura University
Faculty of Education
Social Studies Department

Geomorphology of Waseiyit Valley in Sinai Peninsula Using Geomatics Applications

Thesis for Master's Degree in Teacher Preparation in Arts
(Geography)

Submitted by

Alaa Salah Othman Hassan

Under the Supervision of

Ass.prof.

Mohamed Mohamed Abdelaal Ibrahim
Assistant Professor in Physical Geography

Dr.

Gamil Mohamed Mohamed Elnagar
Doctor in Physical Geography

2023