التحليل المكاني للسهل الساحلي بين رأس أم سد ورأس الطنطور جنوب شرق سيناء: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية باستخدام تقنيات الجيوماتيكس

شيرين صبري السباعي*
Sherin.Sabry@arts.psu.edu.eg

ملخص

تزخر منطقة السهل الساحلي جنوب شرق سيناء بالعديد من الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليتي النحت والإرساب، والتي تخضع للعديد من العمليات والعوامل المسؤولة عن تشكيلها، والتي تم رصدها من تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية والدراسة الميدانية والتحليلات المعملية باستخدام تقنيات الجيوماتكس.

وتتعرض المنطقة للعديد من الأخطار، مثل: السيول، والانهيارات الصخرية، وتدهور مناطق الشعاب المرجانية، لذا تحرص الدولة دائما على الحد من الأخطار باتباع العديد من الطرق والوسائل العلمية الحديثة، نظرا لأن المنطقة من المناطق الواعدة في مجال التنمية السياحية والعمرانية.

الكلمات المفتاحية: جيومورفولوجيا، سيناء، سهل ساحلي، جيوماتكس، أخطار بيئية.

*مدرس الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية- كلية الآداب - جامعة بورسعيد

مقدمة:

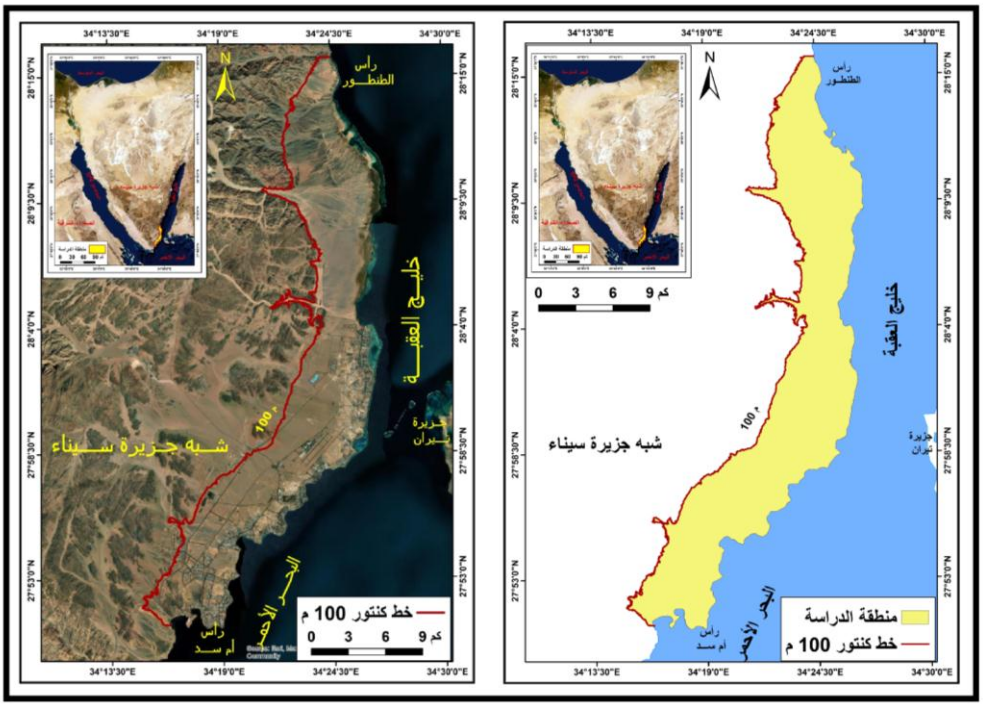
تعد دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن العمليات الطبيعية من الدراسات الرئيسة التي تعطي تحليل دقيق لنشأة وتطور الشكل الجيومورفولوجي للأرض. ويعد الجيوماتكس من أحدث التقنيات العلمية الحديثة التي تستخدم في دراسة الظاهرات والتغيرات التي طرأت عليها ورصد الأخطار البيئية الناتجة عنها، وذلك للحصول على العديد من البيانات لتحليلها ومعالجتها بشكل دقيق لاستخراج النتائج، حتى يمكن الاستفادة منها كقاعدة بيانات متكاملة.

وتتعدد الظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة السهل الساحلي جنوب شرق سيناء، نظرا للتباين في العمليات والعوامل التي أدت إلى تكوينها ودورها في إحداث التوازن البيئي بالمنطقة. كما تتعرض المنطقة لبعض الأخطار والتي من أهمها: الانهيارات الأرضية إلى جانب أخطار السيول والتي ينتج عنها تدمير لبعض الأجزاء من الطرق والمنشآت العمرانية بالمنطقة.

وتقع منطقة الدراسة جنوب شرق شبه جزيرة سيناء بين رأس أم سد جنوباً ورأس الطنطور شمالاً، حيث تمثل المنطقة الساحلية المحصورة بين خط الساحل وخط كنتور ١٠٠م (شكل١)، ويبلغ متوسط أقصى طول لها من الجنوب إلى الشمال ٤٦.٨كم، بينما يبلغ متوسط العرض من الغرب إلى الشرق ٩كم تقريبا، وتبلغ مساحة المنطقة ٢٥٤كم^{٢}، كما تمتد المنطقة احداثياً بين دائرتي عرض ٥٠″ ٥٠′ ٢٧° و٤٥″ ١٥′ ٢٨° شمالاً وبين خطي طول ٠٠″ ١٥′ ٣٤° و١٠″ ٢٧′ ٣٤° شرقاً.

الدراسات السابقة: يمكن حصر الدراسات السابقة التي تناولت موضوع ومنطقة الدراسة فيما يلي:

- دراسة (التركماني،١٩٨٧): عن إقليم ساحل منطقة خليج العقبة وتناولت الخصائص الجيولوجية التي ساهمت في نشأة المنطقة وأهم الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بنطاق السهل الساحلي.
- دراسة (سامي، ١٩٩٧): والتي تناولت الملامح التضاريسية العامة لمحميتي نبق وأبو جالوم على ساحل خليج العقبة، كما تناولت أهم الظاهرات الجيومورفولوجية بالمحميتين والعوامل والعمليات المؤثرة عليها.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠، عام١٩٩٦، Geographics,and the Gis User CommunEsri,Maxar,Earthstar

شكل ١: موقع منطقة الدراسة

- دراسة (البهنساوي،٢٠٠٣): وتناولت دراسة الخصائص الجيولوجية التي ساهمت في تطور هيئة سطح الأرض بالساحل الشرقي لسيناء، ودراسة النظام البيئي لكل من الأودية الجافة والسهل الساحلي، كما قدمت الدراسة استخدامات الأرض المختلفة والتقييم البيئي والتنمية المستدامة بالمنطقة.
- دراسة (الخطيب،٢٠٠٧): وتناولت الخصائص الطبيعية لمنطقة خليج العقبة ثم تناولت دراسة أحواض التصريف وأهم الأخطار الجيومورفولوجية بالمنطقة.
- دراسة (عبد الحميد،٢٠٢٠): وتناولت دراسة الخصائص الطبيعية لمحمية نبق جنوب سيناء والخصائص المورفومترية للأودية الجافة والمراوح الفيضية ثم تطرقت إلى دراسة الظاهرات الجيومورفولوجية والأخطار التي تتعرض لها المنطقة.
- دراسة (التهامي،٢٠٢٠): وتناولت دراسة الخصائص الطبيعية المؤثرة في نشأة وتكوين الرواسب بمحميتي نبق وأبو جالوم وخصائص هذه الرواسب في بيئة

الإرساب الفيضي والبحري والريحي وأخيراً النمذجة المكانية والتنمية المستدامة للمحميات الطبيعية.

يتبين مما سبق أن موضوع ومنطقة الدراسة لم يكن هدفًا أصيلًا لأي دراسة سابقة، ولكن تمت فيها الإشارة ضمن الدراسات الجيومورفولوجية السابقة.

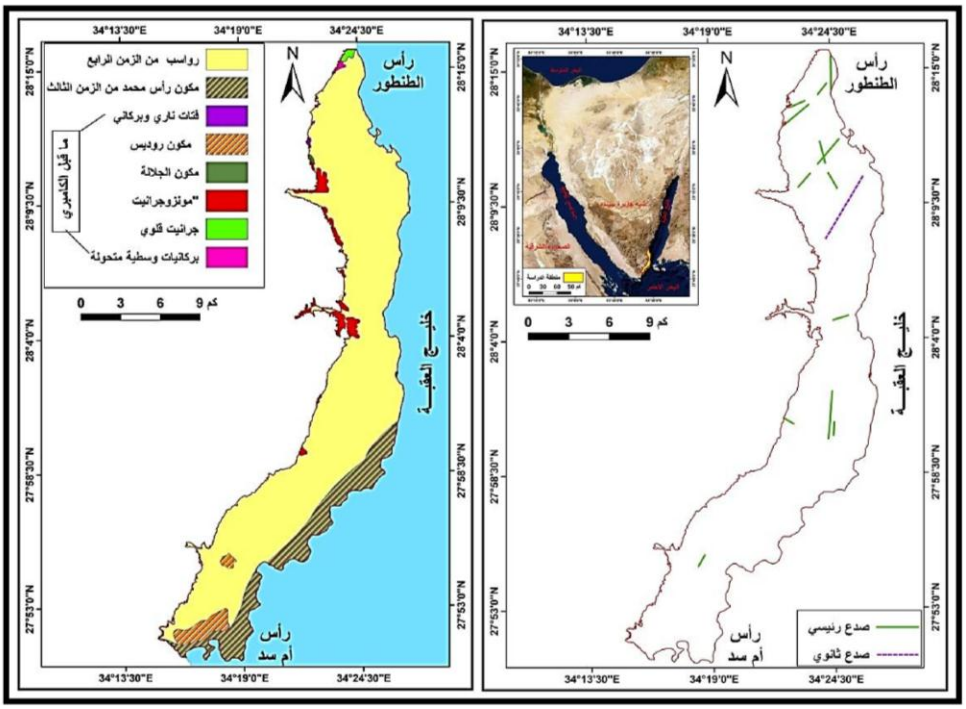
أهداف الدراسة: إلقاء الضوء على الظاهرات الطبيعية بمنطقة السهل الساحلي جنوب شرق سيناء ودراسة العمليات والعوامل الجيومورفولوجية التي ساهمت في نشأتها وتطورها وتغير شكلها الجيومورفولوجي، وعمل تحليل للرواسب التي تتكون منها، ورصد الأخطار التي تتعرض لها، وذلك من خلال تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية وبيانات الدراسات الميدانية، ومن ثم انتاج مجموعة من الخرائط الرقمية لتوزيع وتصنيف هذه الظاهرات باستخدام تقنيات الجيوماتكس.

ولتحقيق الهدف من الدراسة سيتم الاعتماد على المحاور التالية:

أولاً: التحليل المكاني للعوامل الطبيعية المؤثرة في نشأة الظاهرات الجيومورفولوجية.

١- الخصائص الجيولوجية:

تسهم الخصائص الجيولوجية بشكل كبير في معرفة الظروف التي أدت إلى نشأة المنطقة وتطورها والتعرف على أهم العوامل والعمليات التي أسهمت في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية المختلفة، ويتضح ذلك من تحليل الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة، حيث تبين أن المنطقة بنيويا تنتمي لمنطقة درع جنوب سيناء وتمثل جزءاً من الكتلة العربية النوبية القديمة والتي كانت متصلة بإفريقيا (شطا، ١٩٦٠، ص١٢٤)، وتتميز بأنها ذات نشأة صدعية في الأساس (شكل ٢)، حيث ترجع إلى الحركات الأرضية العنيفة (الهبوط – الرفع) التي أصابت المنطقة من جهة وطبيعة تكويناتها البركانية والمتحولة من جهة أخرى، كما تمثل شبه جزيرة سيناء ككل صفيحة قارية ثانوية بين الصفيحة الإفريقية وصفيحة شبه الجزيرة العربية، وقد تَشكل صدع البحر الأحمر وازداد عمقاً واتساعًا خلال فترة الأوليجوسين Oligocene Period نتيجة تباعد تلك الصفيحتين (البدوي،١٩٩٣، ص٩٥).



المصدر: الخريطة الجيولوجية لسيناء (هيئة المساحة الجيولوجية المصرية) لوحة رقم ١، مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ عام ١٩٩٤م، والخريطة الجيولوجية لمصر مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ عام ١٩٨٧

شكل ٢: الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة

جدول ١: مساحة التكوينات والرواسب الجيولوجية بمنطقة الدراسة

الزمن	العصر	التكوينات والرواسب الجيولوجية	المساحة (كم٢)	المساحة ٪
الزمن الرابع	الهولوسين والبلايستوسين	رواسب قارية/ رواسب هوائية (رملية)/ رواسب فيضية (أودية) / رواسب بحرية (شواطئ – سبخات- مستنقعات)	٢١١.٥	٨٣.٣
الزمن الثالث	إيوسين	مكون رأس محمد	٣٠.٦	١٢
الزمن الآركي	ما قبل الكامبري	قتات ناري وبركاني	٠.٢	٠.٠٨
		مكون روديس	٥.٤	٢.١٣
		مكون الجلالة	٠.١٧	٠.٠٧
		مونزوجرانيت	٥.٢	٢.٠٥
		جرانيت قلوي	٠.٦	٠.٢٤
		بركانيات وسطية متحولة	٠.٣٣	٠.١٣
إجمالي المساحة			٢٥٤	١٠٠

المصدر: اعتمادًا على شكل (٢) باستخدام برنامج Arc map 10.6.1

وتمثل مناطق الصدوع بيئة مناسبة لنشاط عوامل التعرية والتي ساهمت في تكون أخدود خليج العقبة كجزء ثانويًا من أخدود البحر الأحمر، حيث يتضح أن اتجاه الصدوع بالمنطقة يتماشى مع اتجاه خليج العقبة وهو الاتجاه الشمالي الشرقي – الجنوبي الغربي والشمالي – الجنوب، ويرجع ذلك إلى تأثر المنطقة بما تأثر به خليج العقبة خلال فترات جيولوجية مختلفة، كما أثرت مناطق الصدوع أيضا على شبكة الأودية الجافة المنتشرة بالمنطقة كما هو واضح في وادي كيد ووادي أم عدوي وهذه الأودية تنحدر تدريجيًا ناحية الشرق.

ويتضح من دراسة وتحليل (شكل٢) و (جدول١) أن التكوينات والرواسب الجيولوجية بالمنطقة يتراوح عمرها الجيولوجي بين الزمن الآركي والزمن الرابع، وفيما يلي دراستها من الأقدم إلى الأحدث كالتالي: تكوينات عصر ما قبل الكامبري والتي تغطي مساحة ١١.٩كم^{٢} بنسبة ٤.٧٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتتألف من رواسب نارية وبركانية وبركانيات متحولة وصخور قلوية كلسية متمثلة في الجرانيت القلوي والجرانيت الوردي والمنزوجرانيت والجرانيت الحديث والكونجلوميرات بالإضافة إلى صخور البازلت والنايس والكوارتز والسينيت والشست (صورة١)، مع ملاحظة أن صخور الجرانيت هي الأكثر انتشارًا، وتوجد هذه التكوينات شمال وشمال غرب وغرب وجنوب غرب المنطقة، وتظهر في وادي كيد ووادي أم عدوي، وتمثل القاعدة الأساسية التي ترتكز عليها الصخور الرسوبية.

المصدر: الدراسة الميدانية، عام ٢٠٢٠

صورة ١: بعض التكوينات والرواسب الجيولوجية بمنطقة الدراسة

أما تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث فتتمثل في مكون رأس محمد والذي يغطي مساحة ٣٠.٦كم٢ بنسبة ١٢٪ من مساحة المنطقة، وتعتمد رواسبه على نوع الصخور التي اشتقت منها، ويتألف من ركام السفوح بمناطق الجروف على خط الساحل شرق منطقة السهل الساحلي، بينما تغطي رواسب الزمن الرابع مساحة كبيرة من منطقة السهل الساحلي وهي أساس تكوين ونشأة الظاهرات الجيومورفولوجية المتمثلة في رواسب خط الساحل ورواسب الأودية والمراوح الفيضية والسبخات ومستنقعات المانجروف والنباك والفرشات الرملية وتغطي مساحة ٢١١.٥كم٢ بنسبة ٨٣.٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة، وتتكون من الجلاميد والحصى والحصباء والطين والطمي الكلسي والرمال الخشنة والرمال الناعمة وبعض الأملاح.

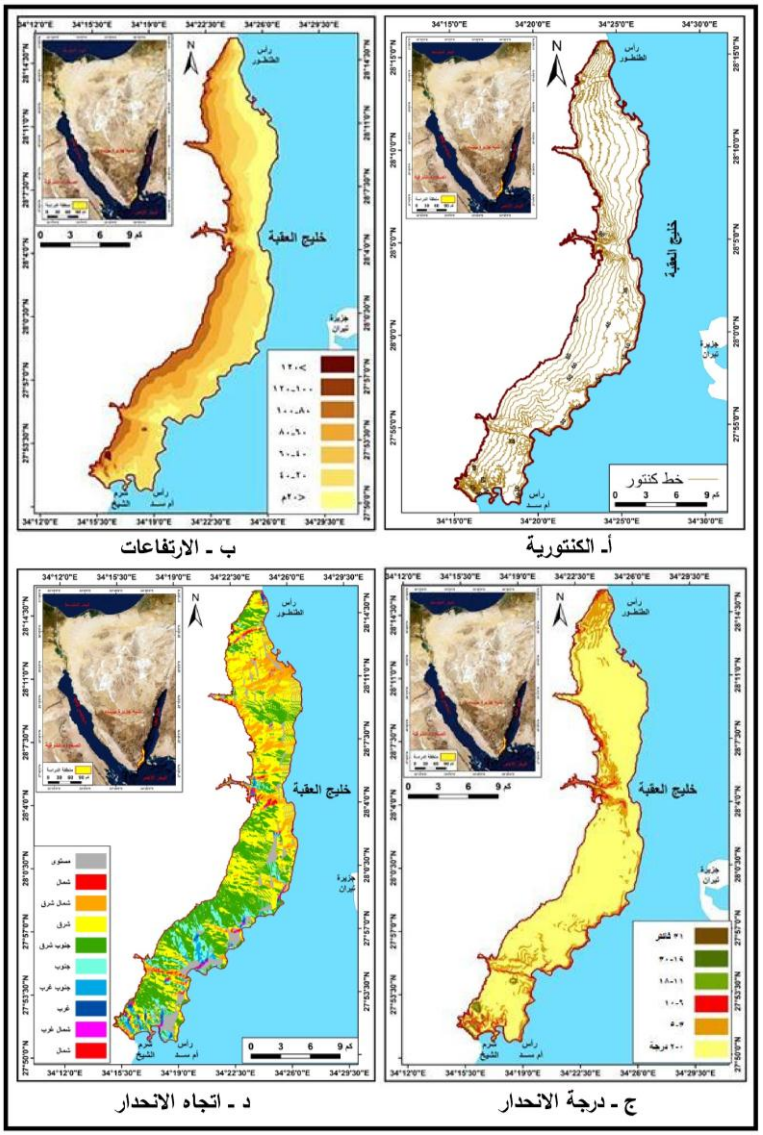
وتتألف الرواسب الرملية بالمنطقة من رمال ناعمة إلى متوسطة، وهي ناتجة عن ارسابات هوائية، بينما تتمثل الرواسب البحرية في رواسب الشواطئ التي تتألف من رمال خشنة وجلاميد وتظهر في شكل شريطي يمتد على طول خط الشاطئ، ورواسب الشعاب المرجانية والمستنقعات، بالإضافة إلى رواسب السبخات الساحلية والتي تتكون من رمال بحرية كلسيه تحتوي على مواد طفيلية وطينية وبعض الأملاح على السطح.

وتتمثل الإرسابات الفيضية في رواسب الأودية والمراوح الفيضية وتتألف من حصى ورمال وحصباء وجلاميد ونسبة قليلة من الطين، وتختلف في طبيعتها حسب طبيعة وخصائص الصخور التي اشتقت منها فتكثر كتل الجلاميد والحصى ذات الأصل الناري في قيعان الأودية التي تقطع مجاريها صخور نارية الأصل بينما تظهر في شكل خليط متنوع الأصول والأنواع (ناري ـ رسوبي ـ متحول) في تلك الأودية التي تمتد بمنابعها في تلك المصادر المتنوعة وفي الأجزاء الدنيا من أحواض التصريف أي في المراوح الفيضية والتي تبدو في أنماط فردية وقد تلتحم مروحة بمروحة أخرى أو أكثر بحيث تبدو كسهل رسوبي فيضي يرجع لعصر البلايستوسين (البهنساوي، ٢٠٠٣، ص٢١).

يتضح مما سبق تأثير الخصائص الجيولوجية في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة كظاهرة الأودية التي ارتبطت في نشأتها بمناطق الصدوع، وبظروف المطر في الفترات المطيرة للزمنين الثالث والرابع، كما يتضح تأثير كل نوع من أنواع الصخور على الرواسب الجيولوجية التي تتكون منها هذه الظاهرات، حيث تعد بمثابة المصدر الرئيسي للرواسب والمفتتات التي نحتت ونقلت وترسبت بواسطة مجموعة من العوامل كالعوامل البحرية والعوامل الهوائية والعوامل الفيضية.

٢- الخصائص التضاريسية:

تعد الخصائص التضاريسية من المؤثرات الرئيسة في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية التي يتكون منها السطح بمنطقة الدراسة، كما تفيد في معرفة الشكل التضاريسي للمنطقة، وفيما يلي توضيح لأهم هذه الخصائص والموضحة في شكل (٣) وجدول (٢) :



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس١:٥٠٠٠٠ عام ١٩٩٦، وخرائط الارتفاعات DEM الخاصة بمنطقة الدراسة

شكل ٣: الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة

جدول ٢: الخصائص التضاريسية بمنطقة الدراسة

الارتفاع			درجة الانحدار			اتجاه الانحدار		
الفئة بالمتر	المساحة		الفئة بالدرجات	المساحة		الاتجاهات	المساحة	
	كم٢	٪		كم٢	٪		كم٢	٪
أقل من ٢٠	٥٢.٠	٢٠.٥	صفر – ٢	٢٠٧	٨١.٥	مستوى	٢٤.٠	٩.٤
٢٠–٤٠	٧٢.٠	٢٨.٣	٣ – ٥	٣٧.٢	١٤.٦	شمال	٣.٥	١.٤
٤٠–٦٠	٥١.٠	٢٠.١	٦ – ١٠	٧.١	٢.٨	شمال شرق	٣٢.٠	١٢.٦
٦٠–٨٠	٤٢.٣	١٦.٧	١١ – ١٨	٢.٠	٠.٨	شرق	٨٨.٠	٣٤.٦
٨٠–١٠٠	٣٦.٠	١٤.١٢	١٩ – ٣٠	٠.٥	٠.٢	جنوب شرق	٨١.٠	٣١.٩
١٠٠–١٢٠	٠.٣٠	٠.١٢	٣١ فأكثر	٠.٢	٠.٠٨	جنوب	١٦.٠	٦.٣
١٢٠ فأكثر	٠.٤٠	٠.١٦	–	–	–	جنوب غرب	٥.٥	٢.٢
–	–	–	–	–	–	غرب	٢.٠	٠.٨
–	–	–	–	–	–	شمال غرب	٢.٠	٠.٨
الإجمالي	٢٥٤	١٠٠	الاجمالي	٢٥٤	١٠٠	الإجمالي	٢٥٤	١٠٠

المصدر: اعتمادًا على شكل (٣) باستخدام برنامج Arc map 10.6.1، درجات الانحدار طبقا لتصنيف (young,1972,p.173)

يتبين من تحليل (شكل٣) و (جدول٢) ما يلي:

أ- الارتفاعات:

- يبلغ المدى التضاريسي العام بمنطقة الدراسة ١٨٨م، وهو الفارق بين منسوب أعلى نقطة بنطاق المرتفعات (١٨٨م) بأحد التلال جنوب غرب المنطقة ومنسوب أدنى نقطة على خط الساحل (صفر) .
- تتدرج منطقة الدراسة في الارتفاع، حيث تتراوح بين صفر شرقًا على خط الساحل باستثناء مناطق الجروف التي يختفي عندها السهل الساحلي حتى خط كنتور ١٠٠م غربًا، مع وجود بعض المناطق في الجنوب والجنوب الغربي والشمال الغربي ترتفع لأكثر من١٢٠م وتضم مجموعة من الظاهرات التضاريسية المتمثلة في التلال.
- يشغل النطاق الذي يقل منسوبه عن ٢٠م نسبة ٢٠.٥٪ من إجمالي مساحة المنطقة وهو النطاق الموازي لخط الساحل، بينما يشغل النطاق المحصور بين ٢٠ و٤٠ م نسبة ٢٨.٣٪ من إجمالي مساحة المنطقة، ويعد من أكبر النطاقات من حيث

المساحة في المنطقة، ومن ثم تشغل المناطق ذات التضرس المحلي المنخفض والذي يقل عن٤٠م مساحة قدرها ٤٨.٨٪ من مساحة منطقة الدراسة، وينتشر بالأجزاء السهلية المحيطة بالمنطقة.

- تشغل مساحة المناطق التي يتراوح ارتفاعها بين ٤٠م و١٠٠م بنسبة ٥٠.٩٢٪ من إجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة وتمثل مناطق ذات تضرس متوسط وتنتشر وسط وغرب منطقة الدراسة.
- تمثل النقاط التي يزيد ارتفاعها نسبياً على١٠٠ م نسبة ٠.٢٨٪ فقط من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وهي المناطق الأكثر ارتفاعا وأشد تضرساً، متمثلة في بعض التلال شمال غرب وغرب وجنوب غرب المنطقة.

ب- درجة الانحدار:

- يتجه سطح منطقة الدراسة نحو الانحدار الخفيف جدًا، حيث شلغت المنطقة التي يقل فيها الانحدار عن ٢° مساحة٣٧.١٪ من إجمالي المساحة الكلية لمنطقة الدراسة، وهذه المناطق تمثل أكبر فئة من حيث المساحة، وتشير إلى انتشار الظاهرات الجيومورفولوجية قليلة الانحدار، وتتركز في معظم الأراضي المستوية والمتمثلة في: مناطق مصبات الأودية كالمراوح الفيضية وقيعان وبطون الأودية والسبخات والشواطئ الرملية.
- المناطق خفيفة الانحدار والتي يتراوح انحدارها بين ٣°و٥° تشغل مساحة قدرها ٣٧.٢كم٢ بنسبة ١٤.٦٢٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتنتشر في الشمال والجنوب وعلى الجانب الغربي من المنطقة.
- تشغل المناطق شديدة الانحدار والتي يزيد انحدارها على ١٨° مساحة قدرها ٠.٧كم٢ بنسبة ٠.٢٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتتمثل في جوانب المنحدرات وتنتشر جنوب وجنوب غرب المنطقة حيث تمتد سلسلة من التلال التي تقطعها مجموعة من الأودية الجافة.

ج- اتجاه الانحدار:

- احتلت المناطق التي يأخذ انحدارها اتجاه شمال شرقي وشرقي وجنوب شرقي أكبر مساحة من منطقة الدراسة والتي بلغت ٢٠١ كم٢ بنسبة ٧٩.١ ٪ من إجمالي مساحة المنطقة.

- بلغت مساحة المناطق المستوية ٢٤ كم^{٢} بنسبة ٩.٤٪ من إجمالي مساحة المنطقة وتشغل بعض الأجزاء الوسطى والشرقية والجنوبية الشرقية من المنطقة،.
- المناطق التي يأخذ انحدارها الاتجاه الجنوبي بلغت مساحتها ١٦ كم^{٢} بنسبة ٦.٣٪ ، بينما بلغت مساحة المناطق التي يتجه انحدارها ناحية الشمال والشمال الغربي والغرب والجنوب الغربي ١٣ كم^{٢} بنسبة بلغت ٥.١٪ من إجمالي مساحة المنطقة.
- تتقارب خطوط الكنتور في بعض الأجزاء الشمالية الغربية والغربية والجنوبية الغربية من المنطقة، نظراً لوجود بعض المرتفعات كالتلال، بينما تتباعد خطوط الكنتور في المناطق هينة الانحدار والتي توجد وسط المنطقة وبالاتجاه شرقا نحو خط الساحل نظراً لوجود بعض المناطق المنخفضة المتمثلة في السبخات والفرشات الرملية.

يتضح مما سبق أن استواء السطح بالمنطقة ساعد على تكون العديد من الظاهرات كالشواطئ والسبخات ومسطحات المد والفرشات الرملية والمراوح الفيضية، كما تعكس درجات الانحدار واتجاهاتها ونسب التضرس شكل هذه الظاهرات؛ فمثلًا المراوح الفيضية بالمنطقة تنحدر تدريجيًا من المناطق الشديدة الانحدار (القمة) إلى المناطق هينة الانحدار (المصب).

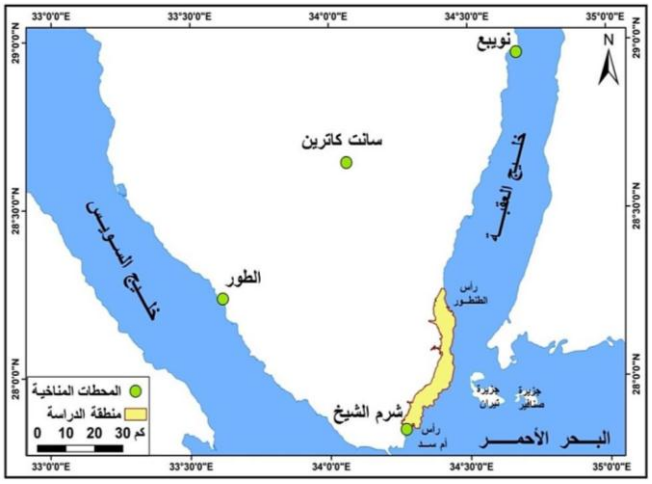
٣- الخصائص المناخية:

تساهم الخصائص المناخية في تشكيل ظاهرات السطح بمنطقة الدراسة، وحدوث تغيرات في ملامحها من خلال تعرضها لعمليات التجوية والتعرية، وتنتمي المنطقة لنطاق الإقليم الصحراوي الحار الجاف باستثناء المناطق السهلية الساحلية التي تطل على خليج العقبة والتي تقل فيها درجات الحرارة نسبيًا بسبب التأثير البحري.

وقد اعتمدت الدراسة على بيانات محطات: شرم الشيخ، وسانت كاترين، ونويبع، والطور خلال فترات زمنية مختلفة (شكل ٤)، وتم اختيار هذه المحطات لأنها الأقرب إلى منطقة الدراسة باستثناء محطة شرم الشيخ التي تقع بداخلها.

أ- درجة الحرارة:

تعد درجة الحرارة من العناصر المناخية المؤثرة في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة السهل الساحلي، وخاصة السبخات الملحية، إلى جانب تأثيرها الواضح على عمليات التجوية بالمنطقة. نظرًا للتباين في درجات الحرارة سواء بين المحطات أو الشهور (جدول ٣) و (شكل ٥).



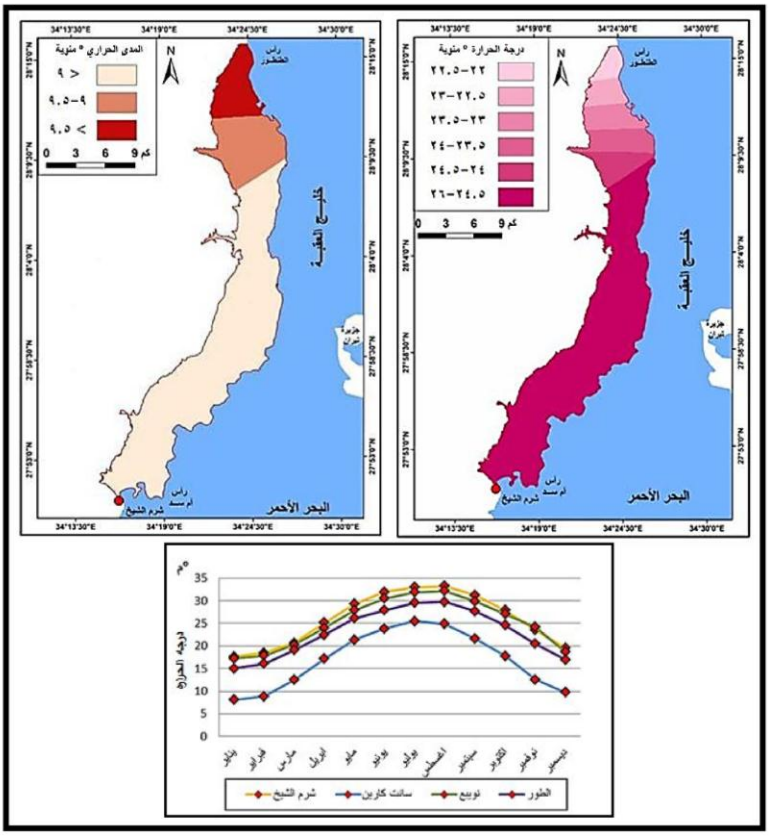
المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ ، الهيئة المصرية للمساحة عام ١٩٩٦.

شكل ٤: المحطات المناخية المحيطة بمنطقة الدراسة

جدول ٣: المتوسطات الفصلية والشهرية لدرجات الحرارة

الفصول	الشهور	المحطات المناخية							
		شرم الشيخ		سانت كاترين		نويبع		الطور	
		درجة الحرارة	المدى الحراري	درجة الحرارة	المدى الحراري	درجة الحرارة	المدى الحراري	درجة الحرارة	المدى الحراري
فصل الشتاء	ديسمبر	١٩.٦	٨.٢	٩.٨	١١.٢	١٨.٧	٧.٤	١٧	١٠.٤
	يناير	١٧.٧	٨.١	٨.١	١١	١٧.٣	٧.٦	١٥.١	١١.٨
	فبراير	١٨.٥	٩	٨.٩	١١.٢	١٧.٩	٨	١٦.١	١٠.٨
المتوسط الفصلي		١٨.٦	٨.٤	٨.٧	١١.١	١٨	٧.٦	١٦	١٠.٣
فصل الربيع	مارس	٢٠.٧	٩.٥	١٢.٥	١٢.٢	٢٠.٣	٨.٤	١٩.١	١٠.٣
	ابريل	٢٥.٢	١٠	١٧.٢	١٣.١	٢٤	٩	٢٢.٥	١٠.١
	مايو	٢٩.٣	٩.٦	٢١.٤	١٢.٨	٢٧.٩	١٠	٢٦.١	١٠.٣
المتوسط الفصلي		٢٥.١	٩.٧	١٧	١٢.٧	٢٤.١	٩.١	٢٢.٥	١٠.٢
فصل الصيف	يونيو	٣٢	١٠	٢٣.٩	١٣.٢	٣٠.٥	١٠.٦	٢٧.٩	٩.٢
	يوليو	٣٣	٩.٨	٢٥.٥	١٢.٨	٣١.٩	١١.٦	٢٩.٦	١٠.٨
	اغسطس	٣٣.٣	٩.٤	٢٤.٩	١٣	٣٢.٢	٩.٦	٢٩.٨	٩.٤
المتوسط الفصلي		٣٢.٨	٩.٧	٢٤.٨	١٣	٣١.٥	١٠.٦	٢٩.١	٩.٨
فصل الخريف	سبتمبر	٣١.٣	٨.٦	٢١.٧	١٠	٢٩.٩	٩.٢	٢٧.٧	٧.٥
	أكتوبر	٢٧.٩	٨.٢	١٧.٨	١٠.٤	٢٧.١	٧.٨	٢٤.٦	٩
	نوفمبر	٢٣.٥	٨	١٢.٦	٩.٢	٢٤.٢	٥.٦	٢٠.٥	١٠.٧
المتوسط الفصلي		٢٧.٦	٨.٢	١٧.٣	٩.٨	٢٧.١	٧.٥	٢٤.٢	٩.١
المتوسط السنوي		٢٦	٩.٠	١٦.٩	١١.٦	٢٤.٥	٨.٧	٢٢.٩	٩.٨

المصدر: الهيئة الأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، المدة بين ١٩٩٠ و٢٠٢٠م.



المصدر: اعتمادا على بيانات جدول(٣)، وبرنامج Arc map 10.6.1.

شكل ٥: متوسطات درجات الحرارة والمدى الحراري بمنطقة الدراسة

وقد تبين من تحليل جدول (٣) و شكل (٥) التالي:

- يتراوح المتوسط السنوي لدرجة الحرارة بين ١٦.٩°م بمحطة سانت كاترين و٢٦°م بمحطة شرم الشيخ، مما يدل على ارتفاع درجات الحرارة جنوب منطقة الدراسة لتأثرها بحرارة مياه المسطحات المائية المحيطة بها، وانخفاضها كلما اتجهنا نحو الداخل بالمناطق المرتفعة والتي سرعان ما تفقد حرارتها بسبب ارتفاع السطح.
- يعد فصل الشتاء أقل الفصول تسجيلاً لدرجة الحرارة بمحطات منطقة الدراسة، حيث سجل المتوسط الفصلي ١٨.٦°م بمحطة شرم الشيخ، و١٨°م بمحطة نويبع، و١٦°م بمحطة الطور، و٨.٧°م بمحطة سانت كاترين، ويعد شهر يناير أقل الشهور تسجيلا لدرجات الحرارة شتاءً.

- يتضح أن فصل الصيف أعلى الفصول تسجيلا لدرجات الحرارة بمعدل ٣٢.٨°م بمحطة شرم الشيخ، و٣١.٥°م بمحطة نويبع، و٢٩.١°م بمحطة الطور و٢٤.٨°م بمحطة سانت كاترين، ويرجع ذلك لزيادة عدد ساعات سطوع الاشعاع الشمسي الساقط على الأرض، إلى جانب احتفاظ مياه المسطحات المائية بحرارتها، بينما خلال فصلي الربيع والخريف تكاد أن تكون درجات الحرارة بهم متقاربة من بعضها بجميع المحطات المناخية.

ب- المدى الحراري:

يتسم المناخ الجاف باتساع قيم المدى الحراري اليومي والفصلي وهو الأمر الذي تشهده منطقة الدراسة نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي تنشط عمليات التجوية الميكانيكية والملحية في الصخور مما يؤدي إلى حدوث انهيارات صخرية بالمنطقة، ويتضح من تحليل جدول (٣) و شكل (٥) التالي:

- سجل المتوسط السنوي للمدى الحراري بمنطقة الدراسة ٨.٧°م بمحطة نويبع و٩°م بمحطة شرم الشيخ، بينما بلغ ٩.٨°م بمحطة الطور، و١١.٦°م بمحطة سانت كاترين، وهذا يدل على ارتفاع قيم المدى الحراري كلما اتجهنا نحو الداخل وخاصة بالمناطق المرتفعة البعيدة عن المؤثرات البحرية بينما تقل بالمناطق الساحلية الواقعة على خط الساحل.
- يتراوح المدى الحراري الشهري بين ٥.٦°م خلال شهر نوفمبر بمحطة نويبع و١٣.٢°م خلال شهر يونيو بمحطة سانت كاترين، وهذا دليل على أن المناطق الساحلية سجَّلت أعلى قيم للمدى الحراري بسبب تأثير البحر، بينما المناطق الداخلية سجلت أعلى قيم للمدى الحراري بسبب التأثيرات القارية.
- يقل المتوسط الفصلي للمدى الحراري خلال فصل الخريف حيث يتراوح بين ٧.٥°م بمحطة نويبع و٩.٨°م بمحطة سانت كاترين، ولكنه يزداد في فصلي الربيع والصيف، إذ سجل١٣°م و١٢.٧°م بمحطة سانت كاترين خلال فصلي الصيف والربيع على التوالي، و١٠.٦°م بمحطة نويبع صيفا و١٠.٢°م بمحطة الطور خلال فصل الربيع، بينما فصل الشتاء تكاد أن تقترب فيه قيم المدى الحراري من قيم فصل الخريف.

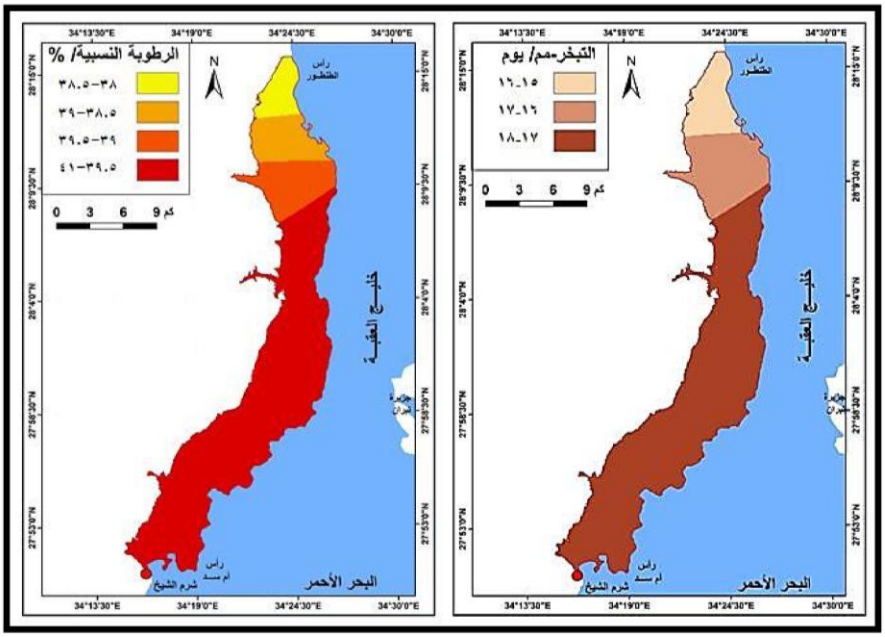
ج- التبخر والرطوبة:

يؤثر التبخر والرطوبة على الشكل الجيومورفولوجي للمنطقة، وخاصةً دورها الفعَّال في تكون السبخات وانتشار الرواسب الملحية على السطح، حيث تتوقف نسبة التبخر على نسبة الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة بالمنطقة، أي أنه كلما زادت درجة الحرارة زادت معدلات التبخر، كما أن لها دور مهم في تنظيم كمية الإشعاع الشمسي لامتصاصه جزءًا منه بعد تكثيفه (التركماني،٢٠٠٤، ص٢٢٣)، بينما تتزايد معدلات الرطوبة مع انخفاض درجات الحرارة. ويوضح جدول (٤) و شكل (٦) خصائص التبخر والرطوبة بمحطات الدراسة:

جدول ٤: التبخر والرطوبة بمحطات منطقة الدراسة

الفصول	المحطات	شرم الشيخ		سانت كاترين		نويبع		الطور	
	الشهور	تبخر	رطوبة	تبخر	رطوبة	تبخر	رطوبة	تبخر	رطوبة
فصل الشتاء	ديسمبر	١١.٨	٤٧	٦.٤	٤٠	٧	٥٠	٧.٢	٥٣
	يناير	١١٢	٤٥	٥.٨	٤٤	٧.٤	٤٤.٥	٧.٤	٥٣
	فبراير	١٣.٤	٤٢.٧	٦.٩	٣٩	٨.٨	٤٦	٨.٠	٥١
المتوسط الفصلي		١٢.٣	٤٤.٩	٦.٣	٤١	٧.٧	٤٦.٨	٧.٥	٥٢.٣
فصل الربيع	مارس	١٤.٦	٤١	٩.٣	٣٤	١٠.٠	٤٧.٠	٩.٨	٥٤
	ابريل	١٧.٥	٣٨.٥	١٣.٥	٢٧.٥	١٢.٤	٤٨.٢	١١.٢	٥٣.٨
	مايو	٢١.٢	٣٧.٢	١٥.٦	٢٧.٠	١٣.٩	٤٧	١٢.١	٥٧.٧
المتوسط الفصلي		١٧.٧	٣٨.٩	١٢.٨	٢٩.٥	١٢.١	٤٧.٤	١١	٥٥.١
فصل الصيف	يونيو	٢٦.٩	٣٣	١٨.٤	٢٧.٦	١٥.٥	٤٥	١٢.٦	٥٨
	يوليو	٢٥.١	٣٧	١٦.٨	٢٧	١٤.٣	٤٧	١٢.٢	٦١
	اغسطس	٢٢.٦	٣٨.٨	١٦.٠	٢٨.٥	١٣.٥	٥٠	١٢	٦٣
المتوسط الفصلي		٢٤.٨	٣٦.٢	١٧.١	٢٧.٦	١٤.٤	٤٧.٣	١٢.٢	٦٠.٦
فصل الخريف	سبتمبر	٢١.٤	٤١	١٣.٥	٣٢	١٢.٤	٥٣	١١	٦٤
	أكتوبر	١٦.٥	٤٦.٥	١٠.٧	٣٦	٩.٧	٥٤	٨.٤	٦٢.٥
	نوفمبر	١٣.١	٤٨	٧.٠	٣٨.٦	٨.٦	٤٩	٧.٦	٥٧
المتوسط الفصلي		١٧	٤٥.١	١٠.٤	٣٥.٥	١٠.٢	٥٢	٩	٦١.١
المتوسط السنوي		١٧.٩	٤١.٣	١١.٦	٣٣.٤	١١.١	٤٨.٣	٩.٩	٥٧.٣

المصدر: هيئة الأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، المدة بين ١٩٩٠ و٢٠٢٠م.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على البيانات المناخية بجدول (٤) بتطبيق وبرنامج ArcMap 10.6.1

شكل ٦: المتوسط السنوي للتبخر والرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة

ويتضح من تحليل جدول (٤) و شكل (٦) ما يلي:

- يتراوح المتوسط السنوي للرطوبة النسبية بين ٣٣.٤٪ بمحطة سانت كاترين و٥٧.٣٪ بمحطة الطور، بينما سجل المتوسط السنوي للتبخر ١٧.٩ مم/ يوم بمحطة شرم الشيخ، مما يدل على ارتفاع معدلات التبخر كلما اتجهنا جنوبًا نتيجة ارتفاع معدلات درجة الحرارة وقلة الرطوبة النسبية والتي بلغت ٤١.٣٪ مع اتساع المسطح المائي على ساحل خليج العقبة، بينما تقل معدلات التبخر بالاتجاه نحو الداخل بمحطة سانت كاترين لتصل إلى ١١.٦مم/يوم ويرجع ذلك لانخفاض درجات الحرارة مع زيادة معدلات الجفاف، كما تقل كلما اتجهنا نحو الشمال لتصل إلى ١١.١ مم/ يوم بمحطة نويبع و٩.٩مم/ يوم بمحطة الطور نتيجة لارتفاع معدلات الرطوبة النسبية والتي بلغت ٤٨.٣٪ بمحطة نويبع و٥٧.٣٪ بمحطة الطور.
- يعد فصل الشتاء من أقل الفصول تسجيلًا لمعدلات التبخر والتي تراوحت بين ٦.٣ مم/يوم بمحطة سانت كاترين و١٢.٣مم/ يوم بمحطة شرم الشيخ، وأعلى الفصول تسجيلًا لمعدلات الرطوبة النسبية وخاصةً بمحطتي سانت كاترين بنسبة بلغت٤١٪

ومحطة شرم الشيخ بنسبة ٤٤.٩٪، ويرجع ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وقلة هبوب الرياح مما كان له دور كبير في تكون البرك والمستنقعات المائية بالمنطقة.

- تزداد معدلات التبخر في فصل الربيع ولكن بشكل طفيف لتتراوح بين١١مم/يوم بمحطة الطور و١٧.٧مم/يوم بمحطة شرم الشيخ، أما بالنسبة للرطوبة النسبية فتتفاوت معدلاتها بين ٢٩.٥٪ بمحطة سانت كاترين و٥٥.١٪ بمحطة الطور، نتيجة هبوب رياح الخماسين الجافة على المنطقة.
- بلغت معدلات التبخر في فصل الصيف أقصاها حيث تراوحت بين ٢٤.٨مم/يوم بمحطة شرم الشيخ و١٢.٢مم/يوم بمحطة الطور، بينما سجلت معدلات الرطوبة النسبية خلال هذا الفصل ٢٧.٦٪ بمحطة سانت كاترين و٣٦.٢٪ بمحطة شرم الشيخ و٤٧.٣٪ بمحطة نويبع، ويرجع ذلك لارتفاع معدلات درجات الحرارة وزيادة كمية الإشعاع الشمسي إلى جانب هبوب الرياح.
- تنخفض معدلات التبخر في فصل الخريف بشكل تدريجي نتيجة انخفاض درجات الحرارة لتصل إلى١٧مم/يوم بمحطة شرم و٩.٩مم/يوم بمحطة الطور، بينما تتزايد الرطوبة النسبية لتتراوح بين ٦١.١٪ بمحطة الطور و٣٥.٥٪ بمحطة سانت كاترين.

يتضح مما سبق أنه مع ارتفاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر تتكون السبخات الملحية بالمنطقة، كما أن التغير في درجات الحرارة والرطوبة النسبية مع اتساع المدى الحراري ينتج عنها نشاط عملية التجوية، ويرجع ذلك إلى أن الاختلافات الحرارية مع تعاقب البلل والجفاف ينتج عنها عمليات تمدد وانكماش مما يؤدي في النهاية إلى تفتت وتفكك الصخور.

د- الرياح:

تسهم الرياح بشكل واضح في تكون بعض الظاهرات كالنباك والفرشات الرملية، لما تقوم به من عملية نحت ونقل وارساب للرواسب الرملية. ويوضح الجدولين (٦،٥) وشكل (٧) خصائص الرياح بمحطات منطقة الدراسة:

جدول ٥: سرعة الرياح بمحطات منطقة الدراسة

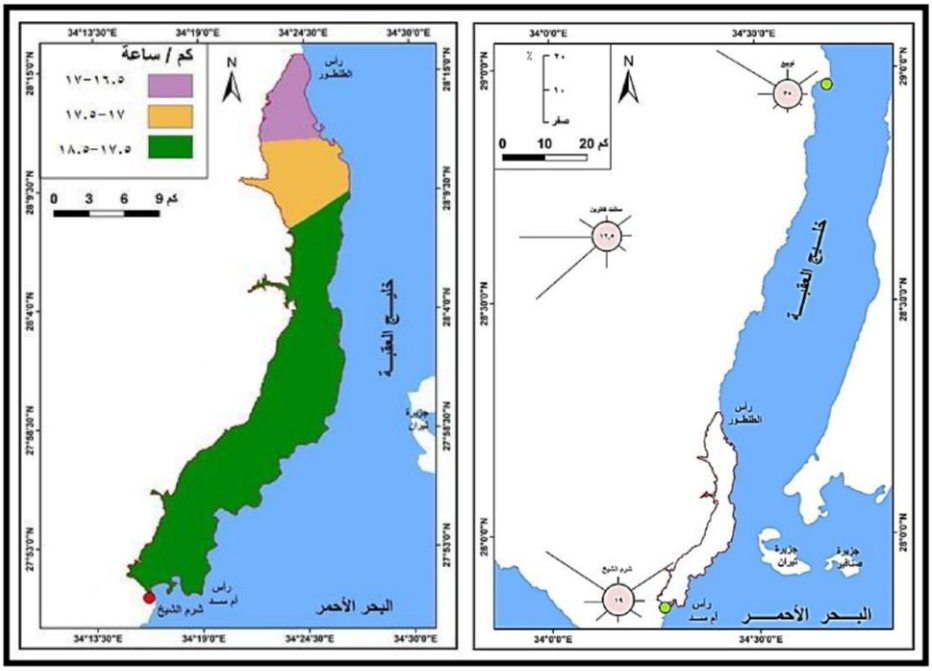
الفصول	الشهور	المحطات المناخية			
		شرم الشيخ	سانت كاترين	نويبع	الطور
فصل الشتاء	ديسمبر	١٥.٢	١٤	١٣	١٣.٥
	يناير	١٤.٩	١٤.٥	١٠.١	١٤.٢
	فبراير	١٥.٩	١٧	١٠.٥	١٧.٨
المتوسط الفصلي		١٥.٣	١٥.٢	١١.٢	١٥.٢
فصل الربيع	مارس	١٨	١٥.٨	١٢	١٥.٢
	ابريل	١٨.٤	١٦	١٣.٣	١٧
	مايو	٢٠.١	١٥	١٥	١٨.١
المتوسط الفصلي		١٨.٨	١٥.٦	١٣.٤	١٦.٧
فصل الصيف	يونيو	٢٢.٥	١٥.٥	١٤.٣	١٨.٥
	يوليو	١٩.١	١٤.٩	١٣.٩	١٦.١
	اغسطس	٢٠	١٣.٩	١٤	١٤.٥
المتوسط الفصلي		٢٠.٥	١٤.٨	١٤	١٦.٣
فصل الخريف	سبتمبر	٢١.٣	١٣.٤	١٤.٤	١٥.٧
	أكتوبر	١٨	١١.٦	١٣.١	١٣.٥
	نوفمبر	١٦.٥	١١	١٢	١٣.١
المتوسط الفصلي		١٨.٦	١٢	١٣.٢	١٤.١
المتوسط السنوي		١٨.٣	١٤.٤	١٢.٩	١٥.٥

المصدر: هيئة الأرصاد الجوية ، بيانات غير منشورة، المدة بين١٩٩٠ و ٢٠٢٠م.

جدول ٦: النسبة المئوية لحركة هبوب الرياح واتجاهاتها بالمحطات المناخية

المحطة	ش	ش ق	ق	ج ق	ج	ج غ	غ	ش غ	السكون
شرم الشيخ	٥.٧	٩.١	٢.٠	١.٨	٢.١	٤.٠	٨.٥	٣٠.٨	٣٥.٠
سانت كاترين	٤.٠	٢١.٠	٥.٢	٥.٥	٣.٨	٦.٠	٧.٢	٢٩.٩	١٩.٠
نويبع	٢.٥	٦.٨	٤.٠	٣.٥	٧.٠	٣٢.٥	٢٢.٩	٧.٥	١٢.٥
المتوسط	٤	١٢.٣	٣.٧	٣.٦	٤.٣	١٤.٢	١٢.٧	٢٢.٧	٢٢.٢

المصدر: هيئة الأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، المدة بين ١٩٩٠ و٢٠١٨م.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على جدولي (٥ و ٦) بتطبيق برنامج ArcMap 10.6.1.

شكل ٧: اتجاهات الرياح ومتوسط سرعتها بمحطات منطقة الدراسة

يتضح من تحليل (جدولي ٥،٦) و (شكل٧) الآتي:

- يختلف اتجاه الرياح من وقت إلى آخر ومن مكان إلى آخر بمنطقة الدراسة، حيث تمثل الرياح الشمالية الغربية أعلى نسبة والتي بلغت ٢٢.٧٪، ويرجع ذلك لتكوَّن المنخفضات الخماسينية والتي ينتج عنها في بعض الأحيان عواصف ترابية، يليها الرياح الجنوبية الغربية بنسبة ١٤.٢٪ ثم الرياح الغربية بنسبة ١٢.٧٪.
- تسود الرياح الشمالية الغربية بمحطتي نويبع وشرم الشيخ بنسبة ٣٠.٨٪، ٢٩.٩٪ على التوالي مما يدل على هبوبها بشكل ملحوظ على المناطق الساحلية، بينما تسود الرياح الجنوبية الغربية بمحطة سانت كاترين بنسبة ٢٢.٩٪.
- تحتل الرياح الشمالية الشرقية المرتبة الثانية في محطتي نويبع وشرم الشيخ بنسبة ٩.١٪ و٢١٪ على التوالي، بينما احتلت الرياح الغربية المرتبة الثانية بالنسبة لمحطة سانت كاترين بنسبة ٢٢.٩٪. ويتبين من ذلك أن المناطق الساحلية والسهلية تتعرض لهبوب الرياح بنسبة أكبر من المناطق الداخلية المرتفعة التي تعوق هبوب الرياح.

- يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح بمنطقة الدراسة ١٨.٣كم/ ساعة بمحطة شرم الشيخ و ١٥.٥ كم/ ساعة بمحطة الطور و١٤.٤ كم/ ساعة بمحطة سانت كاترين، و١٢.٩كم/ ساعة بمحطة نويبع.
- يسجل أقصى معدل لسرعة الرياح ٢٢.٥ كم/ ساعة خلال شهر يونيو بمحطة شرم الشيخ، بينما أدنى معدل لسرعة الرياح بلغ ١٠.١ كم/ساعة خلال شهر يناير بمحطة نويبع، وهذا يدل على أن سرعة الرياح تقل بالاتجاه نحو الشمال، ويرجع زيادة معدلات سرعة الرياح جنوب المنطقة إلى أنها تُعد من المناطق الساحلية المنبسطة، فعند هبوبها تقوم بعملية تذرية الرمال من بطون الأودية، وتعمل زيادة سرعتها على زيادة معدلات الجفاف، كما تقوم بنقل الرواسب الرملية المنتشرة بأحواض منطقة الدراسة وترسبها في مناطق أخرى، لتكون أهم الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن التعرية الرياحية وهي النباك وخاصة في شمال منطقة الدراسة (محمية نبق).

يتضح مما سبق أن الرياح تُعد من أهم العوامل التي أدت إلى نشأة وتوالد الأمواج وتحريكها وانتشارها على خط الساحل بالمنطقة، فحينما تصطدم الرياح بالمسطح المائي تبدأ في تحريك المياه، حيث توجد علاقة قوية بين سرعة الرياح من جهة وسرعة الأمواج وارتفاعها من جهة أخرى في نفس المنطقة، أي أنه كلما زادت سرعة الرياح وفترة هبوبها زادت سرعة وارتفاع الأمواج[١].

كما يتبين أن الرياح التي تهب على منطقة الدراسة من اتجاهات مختلفة كانت سبب في انتشار العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية نتيجة لما تقوم به من عمليات نحت ونقل وإرساب للرواسب، وهذه الظاهرات متمثلة في: الفرشات الرملية والنباك والموائد الصحراوية.

هـ- الأمطار:

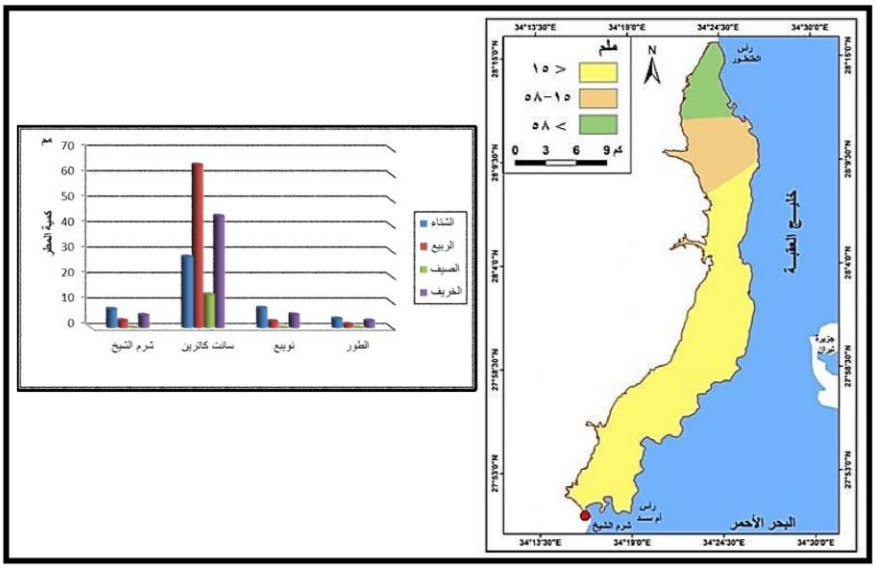
يتضح بتحليل (جدول٧) و (شكل٨) الآتي:

[١] رياح بسرعة ١٦كم/ ساعة تتولد عنها أمواج يزيد إرتفاعها على ٦٠سم، بينما إذا كانت سرعتها ٤٠كم/ساعة فإن ارتفاع الأمواج يصل الى ٤م (محسوب ، ١٩٩١ ، ص ص ١٩-٢٠)، كما أنه عندما تهب رياح بقوة منتظمة ولمدة من الزمن وفي الاتجاه نفسه تضغط على سطح المياه فتحركه (Woodroffe,2002,p.109).

جدول ٧: كمية المطر السنوي بمحطات منطقة الدراسة

الفصول	الشهور	المحطات المناخية			
		شرم الشيخ	سانت كاترين	نويبع	الطور
فصل الشتاء	ديسمبر	٢.٥	١٤.٦	٠.٨	٢.٠
	يناير	٣.١	٨.٦	٥.٥	١.٠
	فبراير	١.٨	٤.٧	١.٥	٠.٦
مجموع المطر شتاءً		٧.٤	٢٧.٩	٧.٨	٣.٦
فصل الربيع	مارس	٢.٣	١٧.٥	٠.٩	٠.٨
	ابريل	٠.٤	١١.٠	٠.٧	٠.٦
	مايو	٠.٢	٣٥.٥	١	٠.٠٣
مجموع المطر ربيعا		٢.٩	٦٤	٢.٦	١.٤٣
فصل الصيف	يونيو	صفر	صفر	صفر	صفر
	يوليو	صفر	٢.٦	صفر	صفر
	اغسطس	صفر	١٠.٥	صفر	صفر
مجموع المطر صيفا		صفر	١٣.١	صفر	صفر
فصل الخريف	سبتمبر	صفر	٠.٧	صفر	صفر
	أكتوبر	٢	٣٠.٧	٢.٥	٠.٣
	نوفمبر	٣	١٢.٥	٢.٧	٢.٥
مجموع المطر خريفا		٥	٤٣.٩	٥.٢	٢.٨
مجموع المطر السنوي		١٥.٣	١٤٨.٩	١٥.٦	٧.٨٣

المصدر: هيئة الأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، المدة بين ١٩٩٠ و٢٠٢٠م.



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على جدول (٧) بتطبيق برنامج ArcMap 10.6.1

شكل ٨: كمية الأمطار السنوية والفصلية بمنطقة الدراسة

- تتفاوت كمية الأمطار الساقطة على مدار العام بمنطقة الدراسة، حيث يبلغ مجموع المطر السنوي ٧.٨ ملم بمحطة الطور و١٥.٣ملم بمحطة شرم الشيخ و١٥.٦ملم بمحطة نويبع و١٤٨.٩ملم بمحطة سانت كاترين، وهذا يدل على أن كمية الأمطار تقل بالمحطات الساحلية وتزداد كلما اتجهنا نحو الداخل والسبب في ذلك هو تعرض المنطقة للمنخفضات الشتوية الباردة التي تصطدم بالمناطق المرتفعة وتسقط مطرًا.
- يعد فصل الشتاء أغزر فصول السنة سقوطًا للأمطار بجميع المحطات الساحلية بالمنطقة، حيث سجل ٧.٤ ملم بمحطة شرم الشيخ و٧.٨ ملم بمحطة نويبع و٣.٦ ملم بمحطة الطور، في حين تنخفض كمية الأمطار الساقطة عليهم خلال أشهر فصل الربيع، بينما يُعَد فصل الربيع أغزر الفصول في كمية الأمطار بالنسبة لمحطة سانت كاترين حيث سجل ٦٤ملم ويرجع ذلك لهبوب الرياح الشمالية الغربية من مناطق باردة.
- ينعدم سقوط الأمطار خلال فصل الصيف بجميع المحطات، باستثناء محطة سانت كاترين والتي سجلت كمية سقوط أمطار بلغت ١٣.١ملم ويرجع ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة صيفًا كلما اتجهنا نحو الداخل (شمال غرب المنطقة) نتيجة بعدها عن المؤثرات البحرية، إلى جانب هبوب الرياح الصيفية والتي تصطدم بالمرتفعات مما يساعد على سقوط الأمطار.
- ترتفع كمية الأمطار في فصل الخريف بشكل تدريجي لتسجل٥.٠ ملم بمحطة شرم الشيخ و٤.٩ ملم بمحطة سانت كاترين و٥.٢ ملم بمحطة نويبع و٢.٨ملم بمحطة الطور.

يتبين مما سبق أنَّ منطقة الدراسة تتسم بندرة سقوط الأمطار بشكل عام وتكاد أن تنعدم في بعض فصول السنة، كما أن الأمطار الساقطة من النوع الفجائي؛ ويرجع ذلك لوقوع المنطقة ضمن المناطق الصحراوية الجافة، وتسهم كمية الأمطار الساقطة في تكون كل من البرك والمستنقعات كما تساعد على نمو النباتات الطبيعية بالمنطقة.

٤- الخصائص البحرية :

تفيد الخصائص البحرية في التعرف على نوع الرواسب التي تجلبها التيارات البحرية السائد والأمواج وحركة المد والجزر، وما تنقله معها وما يتخلف عنها من حدوث عملية التعرية الساحلية، هذا إلى جانب دراسة الخصائص الكيميائية والطبيعية للمياه، وكل هذه

العوامل تعمل على إعادة توزيع الرواسب كما أنها المسئولة عن تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية بالمنطقة.

وفيما يلى توضيح تأثير كل عامل من هذه العوامل على خط الساحل:

أ- الأمواج :

تؤثر الأمواج على خط الساحل وإظهار ملامحه المورفولوجية، ويوجد نوعان واضحان من الأمواج، النوع الأول: يطلق عليه أمواج البحر وهي التي تتولَّد داخل منطقة تولد الأمواج في خليط مضطرب ومتباين الأبعاد، والنوع الثاني: ما يعرف بالأمواج المحيطية أو العادية (محسوب، ٢٠٠٢، ص١١٣).

ويتضح أن الرياح الشمالية والشمالية الشرقية التي تهب على منطقة الدراسة طول العام الى جانب عمليات المد والجزر هي المسئولة عن دفع الأمواج ناحية الساحل، إلا أن ضحالة المياه أمام خط الساحل تؤدي إلى تكسر الموجة وانحدار قمتها وهي التي تعرف بالأمواج المتكسرة Breakers لذا تقل قدرتها على عمليات النحت والترسيب وساعدها على ذلك قلة انحدار خط الشاطئ.

وبناء على بيانات هيئة الرصد البحري، ٢٠١٦: اتضح أن متوسط ارتفاع الأمواج أمام خط الساحل بمنطقة الدراسة يتراوح بين ٣٠سم و١٠٠سم ويرجع ذلك إلى ضيق خليج العقبة بالإضافة إلى وجود الشعاب المرجانية بالقرب من خط الساحل، مما يعمل على ضعفها وقلة ارتفاعها وقلة سرعتها وتكسرها بعيداً عن الساحل، لذا تصل إلى خط الساحل حاملة معها الرواسب والمفتتات من الحبيبات الرملية لترسبها على طول خط الساحل في شكل ظاهرات إرسابية ساحلية كالسبخات والشواطئ الرملية، بينما خلال فترات العواصف يزيد ارتفاع الأمواج ليصل إلى أكثر من ثلاثة أمتار مما يزيد من قدرتها على نحت وتآكل الأجزاء الضعيفة من الصخور في المناطق الجرفية الملاصقة لخط الساحل وظهور ما يعرف بالتجويف الناتج عن عملية التقويض السفلي أسفل الجرف (صورة ٢)، كما تؤثر الأمواج بشكل مباشر على هضة أم سد من خلال اصطدامها بالصخور واختراقها للشقوق والفواصل الموجودة في مقدمة الهضبة مما ينتج عنه تفتيت للصخور ناتج عن ضغط المياه والهواء بداخلها (Metwaly,2020,p.86)، ثم تقوم الأمواج بحمل ونقل ناتج عملية النحت من مفتتات الصخور وإرسابه في مناطق أخرى. لذا يتضح مما سبق أن الأمواج أمام سواحل المنطقة تمثل عامل إرساب أكثر من كونها عامل نحت نظراً لانتشار الأشكال الإرسابية.

المصدر: الدراسة الميدانية، عام ٢٠٢٢

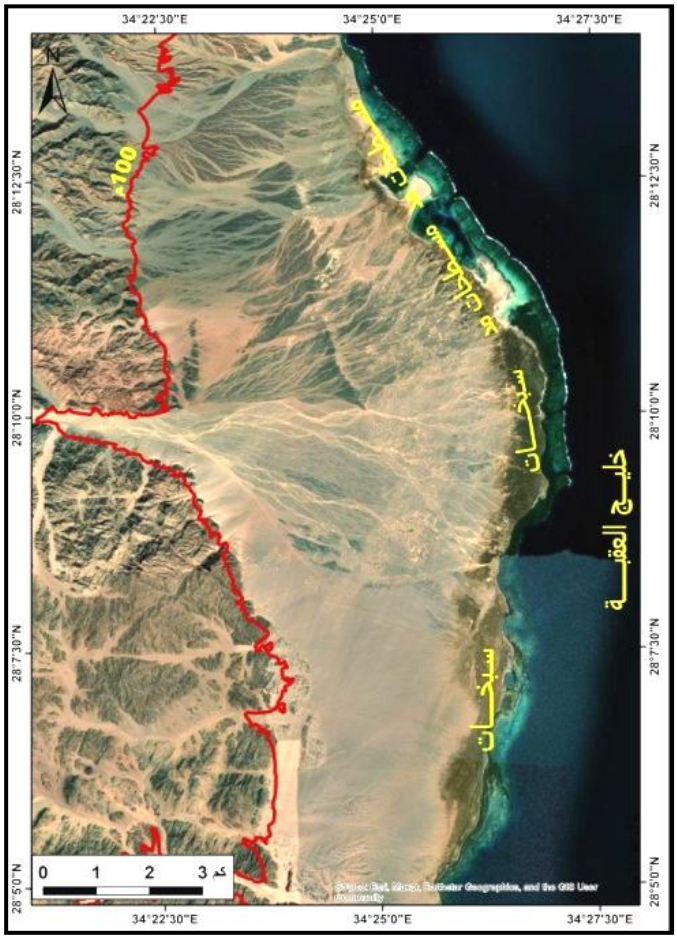
صورة ٢: دور الأمواج في تكون الفجوات بشاطئ خليج القرش

ب- المد والجزر:

تلعب حركة المد والجزر دورًا مهمًا في نشأة بعض الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية بمنطقة الدراسة كالسبخات والقنوات المدية ومسطحات المد، لما تقوم به من عمليات نقل ونحت وترسيب للمواد والحبيبات الرملية والحصوية، فالساحل بمنطقة الدراسة يدخل ضمن السواحل قليلة المد والجزر حيث صنفت السواحل المصرية ضمن السواحل قليلة المد (Bird,1968,p.94)، التي لا تتعدى بضعة سنتيمترات، ومن أكثر أنواع المد التي تؤثر على ساحل منطقة الدراسة هو المد النصف يومي والذي يبلغ معدله أقل من ١ متر وهو معدل صغير، ويعني ذلك حدوث مدان وجذران على الساحل خلال ٢٤ ساعة تقريباً.

وتعتبر حركة المد الجزر في خليج العقبة إمتداداً لنظيرتها التي تحدث في البحر الأحمر ففي الشمال عند مدخل كل من خليج العقبة والسويس يبلغ معدل المد والجزر ٦٠سم بينما في جنوب البحر الأحمر يبلغ المعدل ٩٠ سم (Madah, ,et al , 2015,P. 195)، كما تتأثر حركة المد والجزر بخصائص خليج العقبة من حيث الشكل والاتساع والعمق هذا بالإضافة الى تأثرها بسرعة الرياح واتجاهها.

وبالرغم من ضعف تيارات المد على الساحل بمنطقة الدراسة إلا أنها تؤثر تأثيراً مباشراً على الشاطئ الأمامي؛ حيث تُغمر المناطق المنخفضة بالمياه أثناء حدوث المد العالي ثم تنحسر عنها المياه مرة أخرى أثناء عملية الجزر مع بقاء كميات من المياه في الأجزاء المنخفضة التي تفقدها بالتبخر مكونة السبخات والقنوات المدية ومسطحات المد (شكل ٩).



المصدر: Google Earth Pro 2022

شكل ٩: تأثير المد والجزر على خط الساحل بمحمية نبق

ج- التيارات البحرية :

تسببها الحركة السطحية للمياه البحرية والتي تسير لمسافات طويلة ومجاورة لخط الشاطئ؛ لذا تعتبر من العوامل المهمة المؤثرة على تغيرات خط الساحل، ويسير التيار البحري بشكل طولي وموازٍ لخليج العقبة من الجنوب إلى الشمال، وتتأثر حركة التيارات البحرية باختلاف الخصائص الطبيعية والكيميائية للمياه المتمثلة في درجة الملوحة وكثافة ودرجة حرارة المياه، بالإضافة إلى سرعة الرياح والأمواج.

وعلى الرغم من ضعف التيارات البحرية السائدة بمنطقة الدراسة فإنها تعمل على جرف الرواسب الناعمة وإعادة توزيعها على طول امتداد خط الشاطئ ولهذا فتأثيرها مزدوج حيث تقوم بالنحت في مناطق والإرساب في مناطق أخرى من الساحل.

وتتراوح سرعة التيار البحري السطحي بمنطقة الدراسة بين ٧سم/ث و ٦٠سم/ث (معهد بحوث الشواطئ،٢٠١٦)، ؛ لذا يرتبط تأثير التيارات البحرية بسرعتها، حيث يمكن لتيار سرعته ٢٠سم/ث أن يحمل الحبيبات الرملية التي تتراوح أقطارها بين٦/١ مم و ٢مم، وتيار سرعته١٥سم/ث يحمل حبيبات أقطارها تتراوح بين ٤/١مم و ٢/١مم والأخير أكثر الأحجام قابلية للنقل (محسوب،١٩٩١، ص٨٠). وتأخذ هذه التيارات شكلاً دائريًا أو تأخذ شكل دوامات مائية (Biton&Gildor, 2011,P.4) ويرجع ذلك إلى ضيق الخليج ووجود الشعاب المرجانية التي تعمل على تكسر هذه التيارات قبل وصولها، وأحيانا أخرى تمنع وصولها، ومن ثم يمكن القول بأن دور التيارات البحرية في عملية تشكيل سواحل منطقة الدراسة محدود وخاصةً في عمليتي النحت والإرساب.

د- الخصائص الكيميائية والطبيعية للمياه:

تؤثر كل من درجة الحرارة والملوحة على كثافة المياه ومعدل لزوجتها، كما تؤثر على قدرتها على الحركة وحمل الرواسب ونقلها، حيث تتناسب درجة حرارة المياه تناسبًا عكسيًا مع كمية الرواسب المحمولة، فعندما تكون المياه باردة تكون لديها القدرة على حمل كمية من الرواسب أكثر من المياه الدفيئة كما أن عملية تلاحم رمال الشاطئ تتأثر بشكل مضطرد بمعدلات حرارة مياه البحر(محسوب، ١٩٩١، ص٨٧)، كما تعمل المياه الباردة على إذابة أكسيد الكربون من الهواء وبالتالي تؤدى إلى زيادة حامضية المياه، ومن هنا تزداد قدرتها على إذابة الصخور الجيرية (جودة، ١٩٩٨، ص٢٩٤) حيث تتراوح قيمة الأس الهيدروجيني للمياه في خليج العقبة بين ٨.٢ و ٩.٠ (المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد،٢٠١٦).

وقد أثر ارتفاع درجة حرارة المياه أمام سواحل المنطقة في كثير من العمليات الجيومورفولوجية كالتحام الرواسب، وإذابة صخور الحجر الجيري المرجاني، بالإضافة إلى تأثيرها على جميع الأحياء النباتية والحيوانية بالخليج وخاصةً تأثيرها على نمو حيوان المرجان الذى يُكون الأطر المرجانية والتي تمثل عامل حماية لأجزاء كبيرة من الساحل من عمليات التعرية.

وتوجد علاقة طردية بين نسبة ملوحة المياه وكثافتها فكلما زادت الملوحة زادت كثافة المياه، وتتميز مياه خليج العقبة بارتفاع نسبة ملوحتها التي تتراوح بين ٢٠٪ و٥٠٪ (هيئة الرصد البحري، ٢٠١٧)، أو بين ٣٦ جزء في الألف و٦١ جزء في الألف (جهاز شئون البيئة،٢٠١٧) لذا فأنها تتميز أيضا بارتفاع كثافتها. كما تؤثر نسبة الملوحة في عمليات التجوية والإذابة لصخور الشاطئ لكونها أحد أهم الخصائص الكيميائية لمياه البحار.

وتتراوح نسبة الأكسجين الذائب بين ٤.٦ و٧.٥ ملليجرام/لتر لذلك تتميز مياه خليج العقبة بارتفاع نسبة الأكسجين الذائب وهو ضروري لنمو الشعاب المرجانية ونبات المانجروف بالمنطقة، بينما تراوحت نسبة الكلوروفيل بين ٠.٥ و١٣ميكروجرام/لتر، وتراوحت نسبة المواد العالقة بين ١٣ و٢٥ملليجرام/لتر (هيئة الرصد البحري، ٢٠١٧).

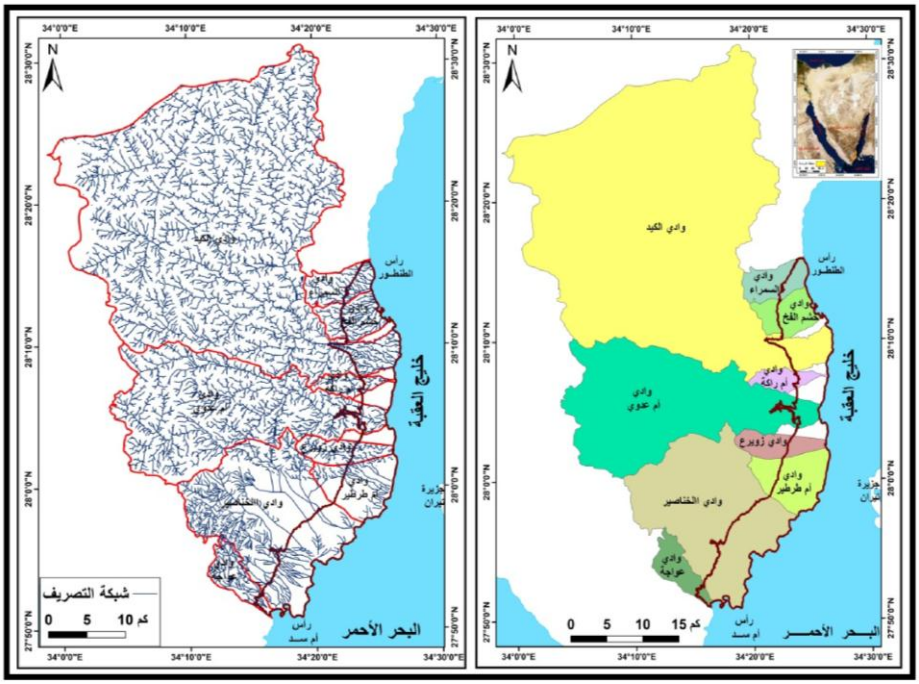
٥- السيول:

تعد السيول واحدة من أهم العوامل الطبيعية المؤثرة على منطقة الدراسة، حيث تعرضت المنطقة خلال العصور الجيولوجية المطيرة إلي سقوط أمطار غزيرة نتج عنها جريان سيلي بين مناطق المرتفعات، وبالتالي تكونت المجاري المائية نتيجة لعملية النحت بواسطة المياه الجارية، وكلما زادت سرعة المياه زادت قدرتها على عملية نحت وتعميق المجرى.

وتمتلك منطقة الدراسة نظاماً بيئياً فيضياً مميزاً مما يجعلها أكثر عرضة لحدوث السيول، حيث تعد الأودية الجافة من أبرز الظاهرات الجيوموفولوجية التي نتجت عن السيول بالمنطقة وخاصةً المناطق المتضرسة، وتقطع سطح المنطقة وتنبع من مناطق الجبال غرباً لتصب شرقاً في خليج العقبة.

وتؤثر السيول بشكل واضح على مورفولوجية المنطقة، ويرجع ذلك إلى تأثير كل من سرعة الجريان السيلي وكمية الرواسب التي يحملها السيل في نشأة وتكون بعض الظاهرات الجيومورفولوجية والتي ترتبط بالأودية، وذلك من خلال ما تقوم به المياه الجارية من عمليات النحت والإرساب، وأهم هذه الظاهرات المراوح الفيضية والتي تكونت نتيجة عمليات الإرساب بمصبات الأودية، وتستمد رواسبها من حوض التصريف الخاص بها، وهي عبارة عن خليط من الرواسب المفتتة المستمدة من مصادر صخرية مختلفة ترسبت بواسطة المجاري المائية، ومتمثلة في منطقة الدراسة في مروحة وادي كيد ومروحة وادي أم عدوي.

ويبلغ إجمالي مساحة أحواض التصريف التي تؤثر على المنطقة ١٩٨٥.٢كم٢، بعدد تسعة أحواض تصريف تقع على الجانب الشمالي الغربي والغربي والجنوبي الغربي من المنطقة وتضم من الجنوب إلى الشمال وادي عواجة، ووادي الخناصير، ووادي أم طرطير، ووادي زويرع، ووادي أم عدوي، ووادي أم راكة، ووادي الكيد، ووادي خشم الفخ، ووادي السمراء (شكل١٠)، وتتفاوت هذه الأحواض في حجمها ونمط تصريفها ومورفولوجيتها العامة، ويعد كل من حوض وادي كيد ووادي أم عدوي أهم أحواض هذه المجموعة لكبر مساحتهما وفيما يلي دراسة خصائصها التضاريسية والشكلية على النحو التالي:



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠، عام ١٩٩٦ بتطبيق برنامجArc Map 10.6.1

شكل١٠: أحواض التصريف المحيطة بمنطقة الدراسة وشبكة تصريفها

أ- أبعاد الأحواض:

تهدف دراسة الخصائص المورفومترية إلى معرفة وفهم أبعاد الأحواض من طول وعرض ومساحة وكثافة وتضاريس (جدول ٨)، حيث تفيد دراسة أبعاد الأحواض في معرفة مقدرة كل حوض في استيعاب كميات المياه الساقطة عليه إلى جانب مقدار الحمولة من الرواسب ودورها في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة.

جدول ٨: الخصائص المورفومترية والشكلية لأحواض وشبكات التصريف المؤثرة في منطقة الدراسة

الحوض	الطول كم	متوسط العرض كم	المساحة كم٢	التضاريس المحلية	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	كثافة التصريف(١)	معامل الشكل(٢)	قيمة الوعورة(٣)
السمراء	٩.٨	٤.٥	٣٦.٤	٦٥٨	٠.٠٦٧	٢.٢٦	٢.٣	٠.٣٧	١٥٤.٤
خشم الفخ	١٠.٠	٥.٠	٣٨.٦	٤٧٠	٠.٠٤٧	١.٤٩	٢.٥	٠.٣٨	١١٧.٥
الكيد	٥١.٠	٣٢.٢	١١٠٠.٠	٢٢٠٩	٠.٠٤٣	١.١٦	١.٩	٠.٤٢	٣٠.٢
أم راكة	١١.٠	٢.٦	٢٠.٠	٥٣٥	٠.٠٤٨	١.٩٨	٢.٣	٠.١٦	١١١.٨
أم عدوي	٣٥.٥	١٧.٠	٣٦٤.٤	١٨٤٦	٠.٠٥٢	١.٦	٢.١	٠.٢٨	١٠٩.٢
زويرع	١٢.٥	٢.٨	٣٢.٤	٤٧٨	٠.٠٣٨	١.٥٨	٢.٣	٠.٢٠	٨٧.٩
أم طرطير	١١.٠	٧.٣	٦٢.٢	٥٠١	٠.٠٤٥	١.٤٦	١.٣	٠.٥١	٥٩.٢
الخناصير	٢٣.٤	١٧.٠	٢٩٨.٠	١٣٢٠	٠.٠٥٦	١.٣٧	١.٨	٠.٥٤	١٠١.٥
عواجة	١١.٣	٤.٠	٣٣.٢	٨١٢	٠.٠٧٢	٢.٤٣	٣.٠	٠.٢٦	٢١٥.٥

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على خرائط Dem الخاصة بمنطقة الدراسة بتطبيق برنامج ArcGis10.6.1

يتضح من تحليل جدول (٨) الآتي:

- يعد حوض وادي كيد أكبر أحواض هذه الأودية؛ بمساحة ١١٠٠كم٢، يليه حوض وادي أم عدوي بمساحة ٣٦٤.١ كم٢، ثم حوض وادي الخناصير بمساحة ٢٩٨ كم٢، وهم أيضا من أكبر الأحواض طولاً وعرضاً، وهذا دليل على امتدادها بعيدا عن المناطق الصخرية الصلبة، وتعد من أقل الأحواض عرضة للجريان السيلي.
- تتميز باقي أحواض التصريف بالمنطقة بصغر مساحتها والتي تقل عن ٧٠كم٢، حيث تبين أن أصغر أودية هذه المجموعة هو وادي أم راكة بمساحة ٢٠كم٢، وتتبع من مناطق ذات صخور صلبة كصخور الجرانيت والبازلت، ويساعد صغر مساحتها على حدوث سيول بالمنطقة لوجود علاقة عكسية بين مساحة الحوض ومعدل الجريان السطحي أي أنه كلما قلت المساحة زاد معدل الجريان السطحي.

---

١ كثافة التصريف= مجموع أطوال شبكة التصريف كم/ مساحة حوض التصريف كم٢ (الدليمي،٢٠٠٥، صـ٢٧٤)

٢ معامل الشكل = مساحة الحوض / (طول الحوض x طول الحوض) (التهامي،٢٠٢٠، صـ٩٦)

٣ قيمة الوعورة = (كثافة التصريف x فرق الارتفاع) / طول الحوض (الدليمي،٢٠٠٥، صـ٢٧٠)

- تتراوح أطوال الأحواض بين ٩.٨كم بحوض وادي السمراء و ٥١كم بحوض وادي الكيد، بينما يتراوح عرض الأحواض بين ٢.٨كم بحوض وادي زويرع و ٣٢.٢كم بحوض وادي الكيد، ويرجع هذا التباين في الطول والعرض إلى ظروف النشأة الجيولوجية ونوع الصخور التي تخترقها الأودية ودرجة الانحدار إلى جانب الحركات التكتونية واختلاف الظروف المناخية، حيث يبلغ عرض الحوض أقصاه عند منطقة المنبع ثم يتناقص تدريجيًا باتجاه المصب ليصبح الحوض ضيقاً، كما أن تزايد عرض الحوض يرجع إلى نشاط عمليات النحت خاصةً في مناطق الصخور الضعيفة.

ب- الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف:

تهدف دراسة الخصائص التضاريسية إلى التعرف على نسبة التضرس[١] والتضاريس النسبية[٢] الخاصة بأحواض التصريف، حيث يتضح من تحليل جدول (٨) ما يلي:

- الأحواض التي يقل فيها التضرس المحلي عن ٥٠٠م، والتي تضم حوض وادي خشم الفخ ٤٧٠م، وحوض وادي زويرع ٤٧٨م، بينما الأحواض التي يتراوح بها التضرس المحلي بين ٥٠٠ و ١٠٠٠م، تضم أحواض وادي أم طرطير ٥٠١ م، ووادي أم راكة ٥٣٥ م، ووادي السمراء ٦٥٨م، ووادي عواجة ٨١٢ م.
- الأحواض التي يتراوح بها التضرس المحلي بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠م، وتتمثل في حوض وادي الخناصير ١٣٢٠م ، وحوض وادي أم عدوي ١٨٤٦م، بينما الأحواض التي يزيد بها التضرس المحلي على ٢٠٠٠م، تضم حوض واحد فقط وهو حوض وادي الكيد ٢٢٠٩م، مما يدل على أن أحواض التصريف تميل إلى التضرس المحلى المتوسط والشديد.
- تبين أن نسبة التضرس بالأحواض تراوحت بين ٠.٠٣٨ بحوض وادي زويرع و ٠.٠٧٢ بحوض وادي عواجة، فالأحواض التي تتراوح بها نسبة التضرس بين ٠.٠٤ و ٠.٠٥ تشمل أحواض وادي خشم الفخ ٠.٠٤٧، وحوض وادي الكيد٠.٠٤٣، وحوض وادي أم راكة ٠.٠٤٨، وحوض وادي أم طرطير ٠.٠٤٥، أما

---

[١] معدل التضرس= التضرس المحلي للحوض بالمتر(الفرق بين أعلى وأدنى منسوب) / طول الحوض بالكم (Schumm,1956,p.612)

[٢] التضاريس النسبية = (تضاريس الحوض بالمتر/ محيط الحوض بالكم) × ١٠٠ (عاشور وآخرون،١٩٩١، ص٣٢٤).

الأحواض التي يتراوح بها معدل التضرس بين ٠.٠٥ و ٠.٠٦ فتشمل حوض وادي أم عدوي ٠.٠٥٢، وحوض وادي الخناصير ٠.٠٥٦، بينما الأحواض التي يزيد بها معدل التضرس على ٠.٠٦فتشمل حوضي وادي السمراء ٠.٠٦٧، وحوض عواجة ٠.٠٧٢، وهي الأحواض الأكثر تعرضاً للسيول.

يتضح أن الأحواض التي تسودها صخور صلبة هي أكثر الأحواض تضرسًا وانحدارًا، مما يدل على وجود علاقة عكسية بين التضرس والإنحدار من جهة ومساحة الحوض وطوله من جهة أخرى، كما أن اختلاف الحركات التكتونية من انخفاض وارتفاع في بيئة المصب والمنبع تؤدي إلى زيادة نسبة التضرس.

- تتراوح النسب المئوية للتضاريس النسبية للأحواض بين١.١٦٪ بحوض وادي الكيد و٢.٤٣٪ بحوض وادي عواجه، فبالنسبة للأحواض التي تتراوح بها قيم التضرس النسبي بين ١.٢ و٢.٢٪ تتمثل في أحواض وادي الخناصير ١.٣٧٪، وحوض وادي أم طرطير ١.٤٦٪، وحوض وادي خشم الفخ ١.٤٩٪، وحوض وادي زويرع ١.٥٨٪، وحوض وادي أم عدوي ١.٦٪، وحوض وادي أم راكة ١.٩٨٪.
- الأحواض التي يزيد بها قيم التضرس النسبي على ٢.٢٪ تضم حوضي وادي السمراء ٢.٢٦٪، وحوض وادي عواجة ٢.٤٣٪، وتتميز بصغر أطوال محيطات أحواضها وارتفاع الفارق الرأسي وصغر مساحتها وهي أكثر الأحواض عرضة للسيول.

ج- خصائص شبكة التصريف المائي:

تبين من تحليل (جدول٨) و (شكل١٠) الآتي:

- بلغت كثافة التصريف بحوض وادي أم طرطير ١.٣ كم/كم^{٢}، وحوض وادي الكيد ١.٩ كم/كم^{٢}، في حين بلغت ٣كم/كم^{٢} بحوض وادي عواجة، و٢.٥ كم/كم^{٢} في حوض وادي خشم الفخ و٢.٣ كم/كم^{٢} في كل من أحواض أم راكة، السمراء، زويرع، وهذا يعني زيادة كثافة التصريف في الأحواض صغيرة المساحة غزيرة الأمطار حيث تحتفظ بكميات كبيرة من المياه المتساقطة مما يقلل من كمية الفاقد منها وهي المياه المتاحة للجريان السيلي.
- تزداد أعداد الأودية داخل الأحواض كبيرة المساحة، ويرجع ذلك لوجود شبكة من التصريف تتكون من مجموعة من الروافد بالإضافة للمجرى الرئيسي.

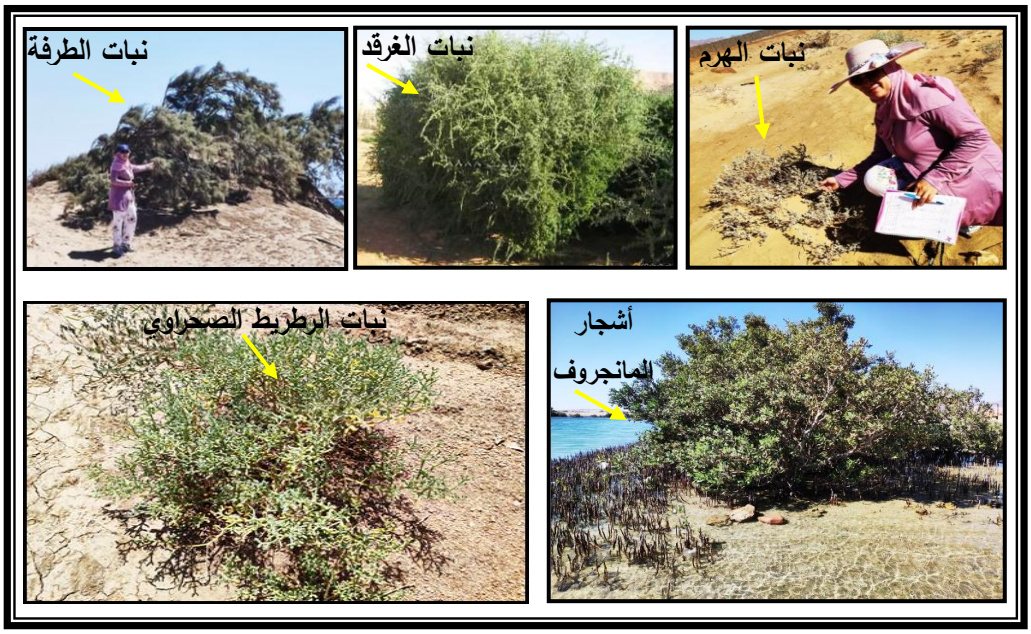
- يتراوح معامل الشكل للأحواض بين ٠.١٦ بحوض أم راكة إلى ٠.٥٤ بحوض الخناصير، حيث يوضح معامل شكل الحوض مدى انتظام عرض الحوض بالنسبة لطوله من منطقة المنبع حتى المصب.
- تتراوح قيمة الوعورة للأحواض بين ٣٠.٢ بحوض وادي الكيد و ٢١٥.٥ بحوض وادي عواجة، كما أنها سجلت ٥٩.٢ بحوض وادي أم طرطير و ١٥٤.٤ بحوض وادي السمراء أي أن قيمة الوعورة تزداد مع زيادة كثافة التصريف.
- أغلب أحواض التصريف ذات نسبة استدارة مرتفعة، حيث بلغت في حوض خشم الفخ ٠.٥ يليها الأحواض شبه المستديرة كحوض وادي الكيد بنسبة استدارة ٠.٤ وأخيرا أحواض منخفضة الاستدارة مثل حوضي أم راكة وأم عدوي بنسبة استدارة بلغت ٠.٣ ، كما تبين أن نسبة الاستطالة في حوض وادي كيد وحوض وادي خشم الفخ تزيد على ٠.٧، بينما الأحواض التي تتراوح فيها قيم الاستطالة بين ٠.٥و٠.٧ فتتمثل في أحواض سمراء وأم عدوي، أما الأحواض التي تقل فيها نسبة الاستطالة عن ٠.٥ فتتمثل في حوض أم راكة (التهامي، ٢٠٢٠، ص ص ٩٤-٩٥).

٦- النبات الطبيعي:

تزخر منطقة الدراسة بالعديد من الأنواع النباتية الطبيعية؛ ويساعد على نموها توافر بيئة رسوبية تحوي العناصر الغذائية المناسبة لنمو النبات. وهذه النباتات لها دور مهم ورئيسي في تغير الشكل الطبيعي للوسط المحيط بها، وتكون سبباً في نشأة بعض الظاهرات الجيومورفولوجية، والتي يمكن دراستها على النحو التالي (صورة٣):

- أشجار المانجروف (Aicennia Marina): من الأشجار الدائمة الخضرة والتي تتحمل درجة الملوحة الشديدة لذلك تنمو في مناطق المد والجزر قرب شواطئ البحار وتلعب دورًا مهمًا في حماية الشواطئ من عمليات التعرية الساحلية لأن جذورها تعمل على تثبيت التربة كما أنها تعمل كمصدات للرياح والعواصف الشديدة، وتقوم بعملية تنقية المياه من المعادن الثقيلة وتساعد على الحفاظ على بيئة الشعاب المرجانية وتحد من مشكلات التغيرات المناخية لكونها تمتص غاز ثاني أكسيد الكربون وتنتج غاز الأكسجين، وتنتشر على طول خط الساحل بمحمية نبق بمناطق (كريعان – الرويسية – الغرقانه – الشورى المنقطعة).

- نبات الغرقد (Nitraria): ينمو في المناطق الجافة وله القدرة على تحمل نقص المياه وملوحتها ويعد من النباتات الأكثر انتشارًا بالمنطقة ويعمل على تصيد الرمال أثناء هبوب الرياح مكونًا ظاهرة النباك.
- نبات الرطريط الصحراوي (Zygophyllum) ينمو في المناطق الجافة وشبه الجافة ويتحمل نسبة الملوحة ويعد من النباتات الزاحفة الناعمة الملمس وتتسم أوراقه بالاحتفاظ بالمياه ويصل ارتفاعه إلى٢٥ سم، ويلعب دورًا كبيرًا في تكون النباك على أسطح السبخات، كذلك نبات الهرم.



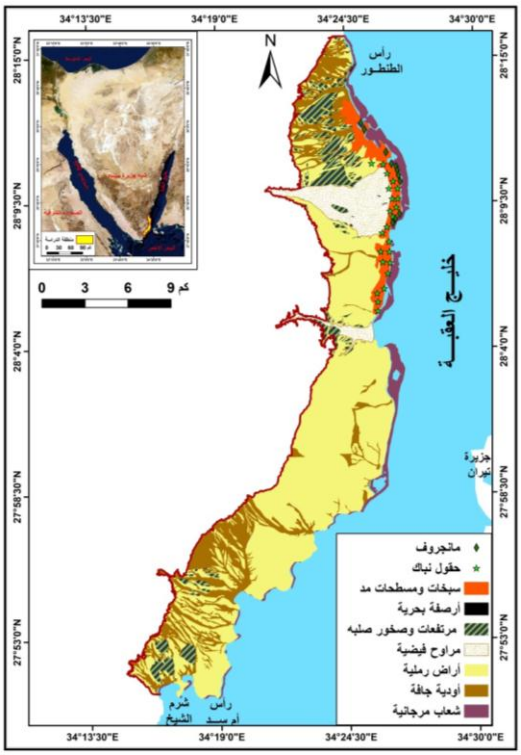
المصدر: الدراسة الميدانية، عام ٢٠٢٣

صورة ٣: النباتات الطبيعية المؤثرة على منطقة الدراسة

ثانياً: التحليل المكاني للظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة:

يتبين من تحليل المرئيات الفضائية والخرائط الطبوغرافية والدراسة الميدانية أن منطقة السهل الساحلي تزخر بالعديد من الظاهرات الجيومورفولوجية التي تكونت ونشأت وتطورت نتيجة للعديد من العمليات والعوامل الجيومورفولوجية المتمثلة في: العوامل الجيولوجية والظروف المناخية والتذبذب في منسوب سطح البحر، وعوامل التعرية البحرية والعوامل القارية، وما يتخلف عنها من ظاهرات نحت وإرساب (شكل ١١) و (جدول ٩).

ويوضح شكل (١٢) مقارنة بين المرئيات الفضائية خلال فترات زمنية مختلفة مع تطبيق تقنيات الجيوماتكس، حيث تبين أن المنطقة مازالت محتفظه بشكلها المورفولوجي، باستثناء بعض التغيرات الطفيفة التي طرأت عليها.



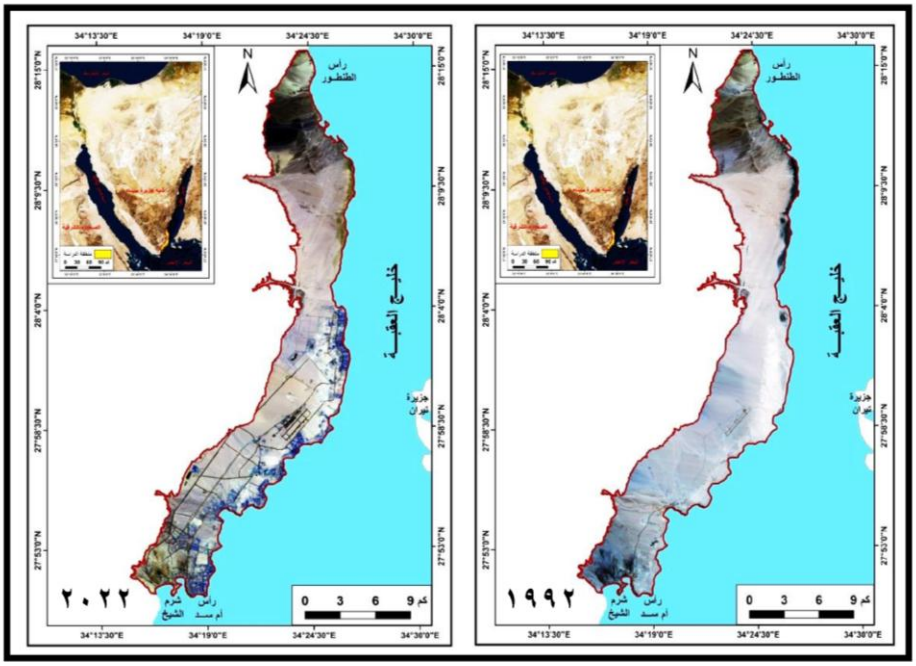
المصدر :الدراسة الميدانية والخرائط الطبوغرافية مقياس رسم١:٥٠٠٠٠ عام١٩٩٦، Google Earth pro2022

شكل ١١: الظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة

جدول٩: مساحة الظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة

الظاهرات	المساحة بالكم٢	٪ من إجمالي المساحة
سبخات ومسطحات مد	١٠.٦	٤.٢
مراوح فيضية	٢٢.٥	٨.٨
أودية جافة	٣٦.٠	١٤.٢
أراضي رملية	١٦٥.١	٦٥.٠
مرتفعات وصخور صلبة	١٩.٥	٧.٧
أرصفة بحرية	٠.٣	٠.١
إجمالي المساحة	٢٥٤	١٠٠

المصدر :اعتمادًا على شكل (١١) باستخدام برنامجِ Arc map 10.6.1



المصدر: المرئية الفضائية Land Sat ETM

شكل (١٢): تطور منطقة الدراسة خلال المدة بين ١٩٩٢و٢٠٢٢م

يتبين من تحليل الشكلين (١١ و١٢) و (جدول ٩) ما يلي:

- تناقصت مساحة السبخات من ٧.٦ كم^{٢} عام ١٩٩٢م إلى ٧ كم^{٢} عام ٢٠٢٢، مما يعني فقدان ٠.٦ كم^{٢} فقط من مساحتها، ويرجع ذلك إلى استغلالها في عمليات التوسع السياحي بمنطقة خليج القرش.
- زادت مساحة المراوح الفيضية من ٢١.٧ كم^{٢} عام ١٩٩٢ إلى ٢٢.٥ كم^{٢}عام ٢٠٢٢ بمعدل ٠.٨ كم^{٢}، ويرجع ذلك إلى زيادة كمية الرواسب الفيضية التي تلقيها الأودية عن طريق الجريان السيلي نتيجة تعرض المنطقة للسيول خلال تلك الفترة.
- اقتطاع مساحة ما يقرب من ٣٥كم^{٢} بنسبة ١٣.٧٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة من مساحة النطاقات الرملية البالغة ١٦٥.١كم^{٢}، وذلك لإنشاء مجموعة من القرى السياحية والمنتجعات والمتنزهات بالقرب من السواحل الشرقية والجنوبية الشرقية بالمنطقة، إلى جانب مد شبكة من طرق النقل والمواصلات.

وتصنف الظاهرات الجيومورفولوجية (جدول٩) و (شكل١٣) على النحو الآتي:

١- ظاهرات ناتجة عن تذبذب مستوى سطح البحر:

يتغير مستوى سطح البحر نتيجة لحدوث حركات تكتونية، أو نتيجة لتغيرات إيوستاتية ترتبط بتغيرات مناخية. وذلك خلال الأزمنة الجيولوجية الثالثة والرابعة، ويرتبط بتغير مستوى سطح البحر ظهور العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة والتي من أهمها: شكل خط الساحل الحالي، ظاهرة المدرجات البحرية، والشروم البحرية.

أ- خط الساحل:

يرتبط خط الساحل بالتغير في مستوى سطح البحر ويتأثر بعدة عوامل منها: الأمواج والتيارات الشاطئية وتتابع حركات المد والجزر وهبوب الرياح، كل هذه العوامل أدت إلى حدوث تغيير واضح في مورفولوجيته على النحو الآتي:

- يمتد خط الساحل بمنطقة الدراسة (شكل ١١) من رأس أم سد جنوباً حتى رأس الطنطور شمالاً، ويبلغ طوله ٧٥ كم .
- يتميز خط الساحل بالمنطقة بالانبساط وقلة الانحدار ووجود بعض التعرجات البسيطة في بعض أجزائه نتيجة النشأة الصدعية ودور التكوينات الجيولوجية، كذلك كان لوجود الشعاب والأطر المرجانية وبعض أشجار المانجروف أثر واضح في حماية الشاطئ من فعل الأمواج والتيارات البحرية، كما يتسم خط الساحل بوجود بعض الظاهرات الجيومورفولوجية كالشروم والجروف والمصاطب البحرية والرؤوس الصخرية البارزة التي تمثل امتدادًا صخريًا داخل البحر وتختلف في أبعادها وأشكالها، وينتشر على طوله بعض الرواسب البلايستوسينية في صورة مراوح فيضية عند مصبات الأودية كمروحة وادي كيد ومروحة وادي أم عدوي.
- يتميز الساحل بالمنطقة بأنه ساحل ضيق تطل عليه الجوانب الشرقية للمثلث الناري من ناحية الغرب والجنوب وتقطعه مجموعة من الأودية الجافة التي تصب في خليج العقبة ويتباين في اتساعه وملامحه تبعا لظروف النشأة والخصائص الجيومورفولوجية، ويتسع في مناطق ويكاد ينعدم في مناطق أخرى نظرًا لاقتراب الحافة من البحر ببعض مناطق خليج نعمة ومنطقة هضبة أم سد (صورة ٤).

أ ـ جرف ساحلي على البحر مباشرة ب ـ اقتراب حافة هضبة أم سيد من البحر

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢

صورة ٤: انعدام السهل الساحلي ببعض المواضع جنوب منطقة الدراسة

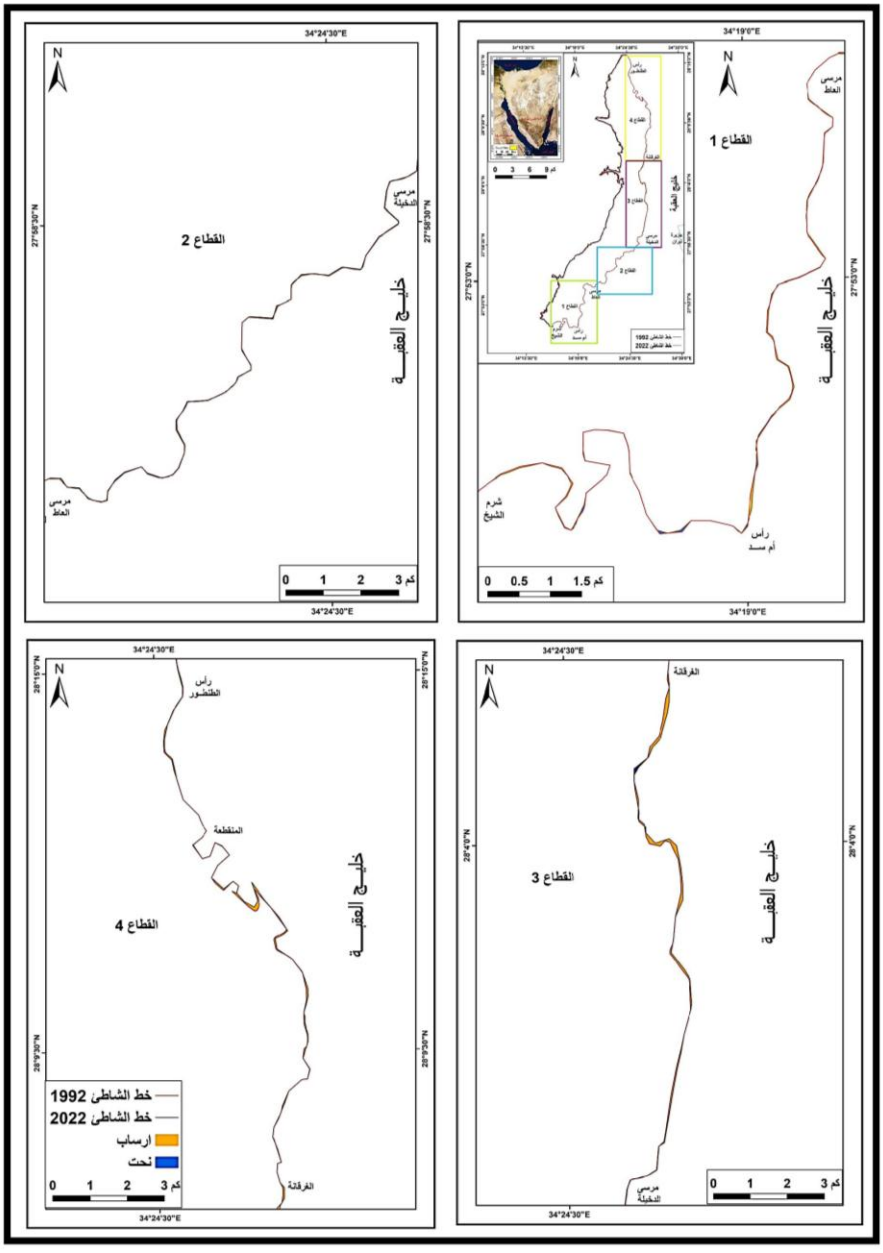
١- التغير في خط الساحل:

أمكن من مقارنة المرئيات الفضائية خلال الفترة بين عامي ١٩٩٢ و٢٠٢٢ رصد المناطق التي تعرضت للتغير الناتج عن التراجع نحو اليابس أو التقدم على حساب البحر داخل القطاعات الساحلية الأربعة الموضحة أدناه (شكل١٣).

يمتد القطاع الأول من شرم الشيخ إلى مرسى العاط بخليج نعمة بطول ١٨.٣ كم، والقطاع الثاني يمتد من مرسى العاط إلى مرسى الدخيلة بطول ١٨ كم، بينما القطاع الثالث يمتد بين مرسى الدخيلة إلى منطقة الغرقانة بطول ١٧.٢كم، والقطاع الرابع يمتد من منطقة الغرقانة إلى رأس الطنطور بطول ٢١.٥كم.

ويلاحظ من تحليل (شكل١٣) ما يلي:

- تتباين معدلات النحت والإرساب على طول خط الشاطئ، ويتم تحديد هذا التغير عن طريق مقدار تقدم خط الشاطئ الناتج عن عملية الإرساب أو نتيجة تراجعه بواسطة عمليات النحت.
- معظم النطاقات شهدت تقدما لخط الشاطئ عام ٢٠٢٢، بالإضافة إلى بعض النطاقات الصغيرة التي تعرضت لعمليات تراجع مما يدل على سيادة عمليات الارساب بالمنطقة.
- بلغت مساحة نطاقات النحت ٠.٢ كم^{٢}، حيث تراوح مقدار التراجع بين ١و ٢٠ متر بمعدل سنوي تراوح بين ٠.٠٣ و ٠.٧ م/ سنة.



المصدر : اعداد الباحثة من خلال المرئيات الفضائية المعالجة باستخدام برنامج Arc Map 10.6.1

شكل (١٣) مواضع النحت والارساب بخط الشاطيء بمنطقة الدراسة خلال عامي (١٩٩٢-٢٠٢٢)

- أكثر المناطق تعرضًا لعمليات النحت هي مناطق الشواطئ الرملية التي لا يمتد من أمامها شعاب مرجانية لحمايتها من عمليات النحت كبعض شواطئ خليج نبق، بالإضافة إلى مناطق الرؤوس الأرضية التي تمتد داخل البحر، ويرجع ذلك لنشاط العمليات البحرية المتمثلة في الأمواج والتيارات البحرية خاصة في فصل الشتاء؛ نتيجة تعرض الشاطئ للرياح القوية العاصفة والتي تعمل على تولُّد أمواج قوية، هذه الأمواج قادرة على القيام بعمليات النحت بخط الشاطئ والرؤوس الأرضية، أما نطاقات النحت بمناطق الجروف الساحلية فترجع إلى الإنهيارات الصخرية التي تتعرض لها الجروف بسبب عمليات التجوية والتعرية، وقد ترجع أيضا إلى التداخلات البشرية بالمنطقة عن طريق إزالة أجزاء منها لإنشاء القرى والمنتجعات السياحية.
- بلغ إجمالي مساحة نطاقات الإرساب ١كم^{٢}، بمقدار تقدم تراوح بين ٢ و١١٠متر أي بمعدل سنوي تراوح بين ٠.٠٦ و٣.٦ م/سنة، مما يدل على تفوق المساحات التي تعرضت لعمليات الإرساب بالمنطقة، ويرجع ذلك إلى أن معظم الأمواج بالمنطقة أمواج بناءة، إلى جانب ما تجلبه الأودية من رواسب تلقيها على الشاطئ أثناء الجريان السيلي، بالإضافة إلى الدور الرئيسي التي تقوم به الشعاب المرجانية الممتدة أمام خط الساحل في بناء الشواطئ، وهذا واضح بمناطق السبخات ومستنقعات المانجروف بمحمية نبق.
- تتميز مناطق الخلجان والشروم بأن معدلات الإرساب بها أكثر من معدلات النحت، ويرجع ذلك لسكون المياه بها وهدوء حركة الأمواج والتيارات البحرية.

ب- المدرجات النهرية River terraces:

تعد المدرجات النهرية من أهم الظاهرات الدالة على حدوث تغير في مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية المختلفة وخاصةً خلال عصر البلايوستوسين، وأخذت شكلها الحالي نتيجة لعمليات التعرية الناتجة عن الجريان السيلي، وهي عبارة عن مصاطب عالية تنحدر تدريجيًا باتجاه البحر وتوجد على جوانب الأودية الجافة (صورة ٥)، وتظهر شمال منطقة الدراسة على جوانب مجرى وادي السمراء، ويتراوح منسوبها بين٢و٤ متر، بينما يتراوح انحدار واجهتها بين١٠°و٦٠°، وتتكون من الحجر الرملي الجيري المرجاني وبعض الرواسب المفككة من الحصى والرمال الخشنة والمتوسطة.

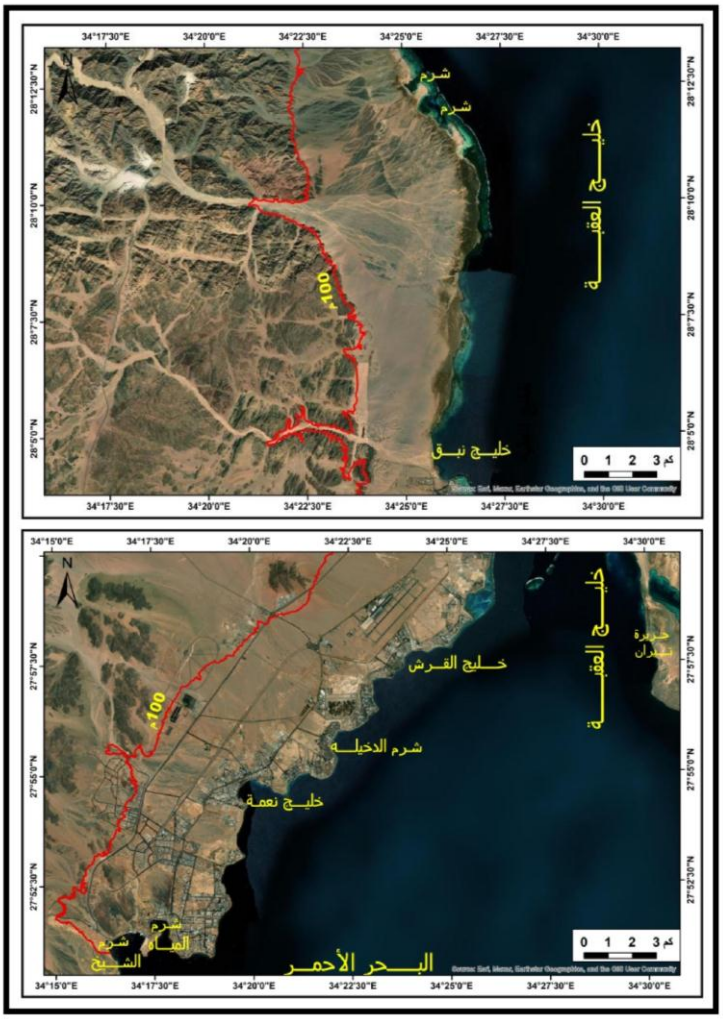
المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢

صورة ٥: مدرج نهري على جانب مجرى وادي السمراء شمال المنطقة

ج- الشروم والخلجان الصغيرة:

الشروم إحدى الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية التي تشكَّلت نتيجة حدوث غمر بحري للسواحل المنخفضة، وهى عبارة عن خلجان صغيرة ضيقة أو أذرع بحرية طولية تمتد داخل اليابس عند مصبات الأودية الغارقة، حيث تُعد كل واحدة منها نهاية لأحد الأودية مما يتيح الفرصة لمياه المد أن تطغى على جزء كبير منها، وتبدو جوانبها شديدة الإنحدار، وأطلق عليها (البارودى،١٩٩٠) اسم الفتحات الساحلية Coastal Inlets على الساحل الشرقي من البحر الأحمر.

ويقطع خط الساحل بالمنطقة بعض الشروم والخلجان الصغيرة (شكل ١٤)، وإن كانت الشروم تختلف عن الخلجان في أنها تتميز بضيق مداخلها وصغر مساحتها فمنها ما هو صغير غير واضح المعالم ومنها ما هو مثلث الشكل كشرم الدخيلة ومنها ما هو قوسي الشكل كشرم المياه وشرم الشيخ جنوب المنطقة بالقرب من مصب وادي عواجة، أما الخلجان الصغيرة فتتمثل في خليج نبق وخليج القرش وخليج نعمة.



المصدر: Google earth pro, 2022

شكل ١٤: بعض الشروم والخلجان بمنطقة الدراسة

والشروم البحرية نشأت في المناطق السهلية والساحلية سواء المرتفعة أو المنخفضة منها، وتعد من الظاهرات قليلة الانتشار والامتداد بالمنطقة، نتيجة امتداد الشعاب المرجانية أمام خط الساحل، وارتبطت في نشأتها بمجموعة من العوامل التي تتمثل في الصدوع والانكسارات والتعرية المائية وتذبذب مستوى سطح البحر، إلى جانب التغيرات الجيولوجية خلال عصري الأيوسين والبلايوسين، وتتابع التطور الجيومورفولوجي للشروم خلال الزمن الرابع (عصر الهولوسين) نتيجة لارتفاع منسوب سطح البحر حيث غمرت المياه الأجزاء

المنخفضة التي شكلتها مجاري الأودية عند المصبات مكونه ظاهرة الشروم، وتتكون الشروم بين النتوءات أو الرؤوس الأرضية، وترتبط بالشروم بعض الظاهرات الجيومورفولوجية كالجروف البحرية والشواطئ والسبخات الساحلي

وبالنسبة للخصائص المورفومترية للشروم بمنطقة الدراسة تم حسابها من المرئيات الفضائية حيث اتضح أن: الشروم تشغل مساحة ٣.٥كم^{٢}، ويتراوح طولها بين ٦٠٠م و١٣٠٠م بمتوسط٨٠٠م، بينما يتراوح متوسط عرضها بين ٥٠٠ و١٢٠٠متر بمتوسط ٩٠٠م، أما بالنسبة للخلجان فسجلت مساحة ٣.٨كم^{٢}، ويتراوح طولها بين ٤٠٠م و١٥٠٠م بمتوسط٧٨٠م، بينما يتراوح متوسط عرضها بين ٩٠٠ و١٥٠٠م بمتوسط ١٣٠٠متر.

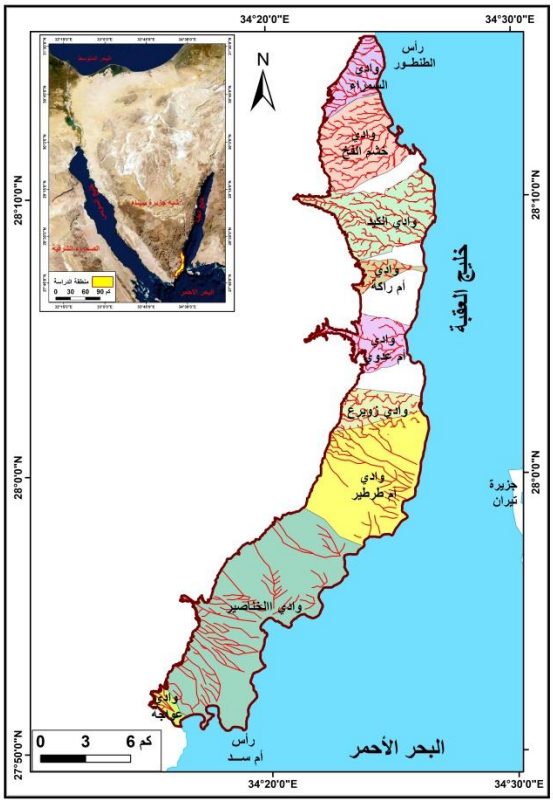
٢- ظاهرات ناتجة عن عمليات النحت بفعل الجريان السطحي:

أ- الأودية:

تعد الأودية أحد الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن عمليات النحت بواسطة الجريان السيلي داخل المنطقة (شكل١٥) و (صورة ٦)، ومن العوامل التي ساعدت على نشأتها وتطورها وجود العديد من الصدوع بين مناطق المرتفعات إلى جانب عوامل التعرية المائية، وبالرغم من وقوع المنطقة ضمن الإقليم الصحراوي الحار الجاف إلا أن حدوث الفترات المطيرة خلال بعض العصور الجيولوجية السابقة أدت إلى حفر أعداد هائلة من نظم التصريف المائي (الحسيني، ١٩٩٨، ص٣٥٩)، ويبلغ مساحتها داخل منطقة الدراسة ٣٦كم^{٢} بنسبة ١٤.٢٪ من إجمالي مساحة المنطقة (جدول١٠)، وتنحدر تدريجيًا من الغرب إلى الشرق.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢.

صورة ٦: مجرى وادي السمراء شمال المنطقة بالاتجاه شرقا ناحية المصب



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠,٠٠٠ بتطبيق برنامج Arc Map 10.6.1

شكل ١٥: الأحواض وشبكات التصريف داخل منطقة الدراسة

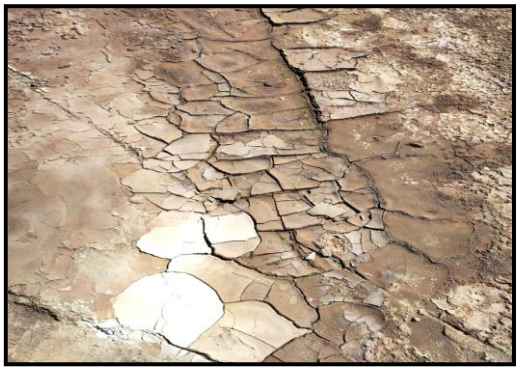
جدول ١٠: الخصائص المورفومترية والشكلية لأحواض وشبكات التصريف بمنطقة الدراسة

الحوض	الطول كم	العرض كم	المساحة كم٢	االتضرس المحلي	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	معامل الشكل	كثافة التصريف	قيمة الوعورة
السمراء	٣.٨	٣.٤	١٠.٩	٩٧.٠	٠.٠٢٥	٠.٥٣	٠.٧٥	٣.٤	٨٦.٨
خشم الفخ	٥.٥	٥.٢	٢٥.٧	١٠٥.٠	٠.٠١٩	٠.٤٧	٠.٨٥	٢.٨	٥٣.٤
الكيد	٩.٣	٤.٤	٢٨.٣	١١٣.٠	٠.٠١٢	٠.٤٠	٠.٣٣	٣.٠	٣٦.٤
أم راكة	٤.٣	١.٠	٥.٠	١٠٣.٠	٠.٠٢٤	٠.٦٨	٠.٢٧	٢.٦	٦٢.٣
أم عدوي	٦.٥	٣.٤	١١.٨	١٢١.٠	٠.٠١٩	٠.٣٩	٠.٢٨	٢.٥	٤٦.٥
زويرع	٥.٢	٢.٢	١٠.٤	٨٦.٥	٠.٠١٧	٠.٥٧	٠.٣٨	٢.٤	٣٩.٩
أم طرطير	٦.٥	٧.٥	٤٧.٩	٨٩.٠	٠.٠١٤	٠.٣١	١.١٠	١.٢	١٦.٤
الخناصير	٧.٢	١٥.٥	٨٣.٦	١١٠.٠	٠.٠١٥	٠.١٩	١.٦٠	١.٤	٢١.٤
عواجة	٢.٦	١.١	٢.٨	٨٧.٠	٠.٣٣	١.٠٦	٠.٤١	٢.٤	٨٠.٤

المصدر: اعداد الباحثة اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠ عام ١٩٩٦، وخرائط Dem الخاصة بمنطقة الدراسة بتطبيق برنامج ArcGis10.6.1

وتتأثر أشكال الأودية بدرجة صلابة الصخر فتبدو في صورة خانقية تمتلئ قيعانها بالكتل الصخرية والجلاميد وذلك في المناطق التي تتكون من صخور صلبة، بينما في المناطق ذات الصخور الأقل صلابة تتسع الأودية وتملأ بطونها التكوينات الجرانيتية الخشنة (محسوب، ١٩٩٨، ص ٣٦٣).

وتتكون قيعان الأودية من رواسب طينية ورملية وحصوية وجلاميد ترجع إلى الزمن الثالث والرابع، بينما جوانبها تتكون من جروف شديدة الانحدار، وقد ساعد التباين في الظروف المناخية على تكون تشققات من طين وصلصال عند نهاية مصبات الأودية (صورة ٧)، وخطوط تصريف الأودية تأخذ اتجاه غربي ـ شرقي وشمالي غربي ـ جنوبي شرقي.



المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢

صورة ٧: تشققات طينية عند مصب وادي كيد داخل محمية نبق

١-الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف داخل منطقة الدراسة:

يتضح من تحليل (جدول١٠) الآتي:

- يعد حوض وادي الخناصير أكبر الأحواض؛ بمساحة ٨٣.٦كم^{٢}، بينما يعد حوض وادي عواجة ووادي أم راكة أصغر هذه الأودية بمساحة ٢.٨ و ٥ كم^{٢}على التوالي، وتعد الأحواض صغيرة المساحة هي الأكثر انحداراً وأكثر عرضة للجريان السيلي.
- تتباين الأحواض في الطول والعرض حيث تتراوح أطوالها بين ٢.٦كم بحوض وادي عواجة و٩.٣كم بحوض وادي الكيد، بينما يتراوح عرضها بين ١كم بحوض وادي أم راكة و١٥.٥كم بحوض وادي الخناصير، مما يدل على أن الأحواض صغيرة المساحة هي الأقل طولًا وعرضًا عكس الأحواض كبيرة المساحة الأكثر طولاً وعرضاً.

٢- الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف داخل المنطقة:

يتضح من تحليل (جدول١٠) ما يلي:

- الأحواض التي يزيد فيها التضرس المحلي على١٠٠م، تضم أحواض وادي خشم الفخ، والكيد، وأم راكة، وأم عدوي، والخناصير، بينما الأحواض التي يقل بها التضرس المحلي عن١٠٠م، تضم أحواض وادي السمراء، وزويرع، وأم طرطير، وعواجه، مما يدل على أن الأحواض تميل بشكل عام إلى التضرس المحلي الخفيف.
- تتراوح نسبة التضرس بأحواض منطقة الدراسة بين ٠.٠١٢ بحوض وادي الكيد و٠.٣٣ بحوض وادي عواجة، بينما تتراوح النسب المئوية للتضاريس النسبية لأحواض منطقة الدراسة بين ٠.١٩٪ بحوض وادي الخناصير و١.٠٦٪ بحوض وادي عواجه، مما يدل على أن الأحواض الصغيرة المساحة داخل منطقة الدراسة هي الأكثر تضرساً.

٣- خصائص شبكة التصريف المائي:

تبين من تحليل (جدول١٠) و (شكل١٥) الآتي:

- تتراوح كثافة التصريف بأحواض منطقة الدراسة بين ١.٢ كم/ كم^{٢}بحوض أم طرطير و ٣.٤ كم/ كم^{٢}بحوض السمراء، مما يدل على أن الأحواض صغيرة المساحة هي الأكثر كثافة في التصريف لأنها أقل عرضة لعمليات التبخر.
- يتراوح معامل الشكل للأحواض بين ٠,٢٧ بحوض أم راكة إلى ١.٦ بحوض الخناصير، بينما تتراوح قيمة الوعورة للأحواض بين ١٦.٤ بحوض وادي أم طرطيرو٨٦.٨ بحوض وادي السمراء، أي أن الأحواض عالية الكثافة في التصريف هي الأكثر وعورة.

٣- ظاهرات ناتجة عن عمليات النحت البحري

أ- الأرصفة البحرية:

عبارة عن مسطحات صخرية شبه مستويه تنحدر انحدارًا خفيفًا تجاه البحر بمناطق الشواطئ، ويبلغ متوسط انحدار أسطحها ٤° (صورة ٨)، وتكونت نتيجة لانخفاض منسوب سطح البحر ونشاط عمليات النحت في مناطق الصخور الضعيفة بفعل الأمواج والتيارات

البحرية والرياح، وتظهر أجزاء بسيطة منها إلى الشمال من محمية نبق وتتكون من رواسب فيضية وبحرية كالحجر الجيري المرجاني والحصى والجلاميد والرمال المتوسطة والخشنة.

ويتضح من تحليل المرئيات الفضائية والدراسة الميدانية أن: الأرصفة البحرية تشغل مساحة ٠.٣ كم٢بنسبة ٠.١٪ من إجمالي مساحة المنطقة ويتراوح ارتفاعها بين ٣٠ سم و١٠٠سم، واتساع سطحها بين١و٤م.

المصدر: الدراسة الميدانية ٢٠٢٣

صورة ٨: بقايا من الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة

ب- الجروف البحرية:

تعد من الملامح المورفولوجية التي تميز خط الساحل، وتتكون من صخور نارية صلبة صدعية النشأة، وهي عبارة عن حافات صخرية تشرف على البحر وتنحدر بدرجات متفاوتة نحو مياه عميقة دون أي ظهور لرصيف الشاطئ، ومن العوامل التي ساهمت في تشكيلها عامل الأمواج خاصة أثناء هبوب العواصف البحرية إلى جانب عمليات الإذابة، كما أن تطورها يختلف باختلاف الظروف المناخية وبالتالي تزداد درجة انحدارها نحو البحر والتي تتراوح بين ٤٠°و٩٠°.

ويرتبط بها بعض الظاهرات الجيومورفولوجية الأخرى المتمثلة في: الفجوات التي تتكون عند أقدام الجروف بسبب عملية التقويض السفلي الناتجة عن الضغط الهيدروليكي للمياه على قواعد الجروف ويبلغ ارتفاعها ٧٠ سم، وظاهرة الأقواس البحرية الناتجة عن نحت الأمواج للسان الصخري، والقواعد الصخرية وهي عبارة عن كتل صخرية منعزلة تتكون عن انهيار الأجزاء العليا من الأقواس البحرية (صورة٩).

وتتألف الجروف من رواسب الحجر الجيري المرجاني والطفل والجبس وبعض الأصداف البحرية، هذا بالإضافة إلى الجروف الدقيقة (الحافات) الناتجة عن النحت بفعل الأمواج في الرواسب والحبيبات على الساحل الغربي من خليج العقبة ويتراوح ارتفاعها بين ٣ سم و ٢٥سم، وتظهر متتالية على هيئة درجات السلم.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢

صورة(٩): الجروف الساحلية والظاهرات المرتبطة بها بمنطقة خليج القرش

٤- ظاهرات ناتجة عن عمليات النحت الهوائي

أ- الموائد الصحراوية:

تعد أحد الأشكال الجيومورفولوجية التي تتشكل بالمنطقة، وهي عبارة عن كتل صخرية صحراوية تتخذ شكل الفطر أو شكل المائدة المرتكزة على عمود (صورة١٠)، وتتشكل نتيجة تعرضها لعمليات النحت بواسطة سفي الرمال فيما يعرف بعملية البري، حيث تعمل الرياح على نحت الطبقات السفلية اللينة للصخر والتي تتآكل بشكل أسرع من الطبقات العليا الصلبة التي تقاوم عمليات النحت. وينشأ عن هذا عمود متفاوت الأقطار؛ ففي الطبقات الصلبة يكون ذو قطر واسع بينما في الطبقات اللينة يكون صغير القطر (الحسيني، ١٩٩٨،

ص٣٩٤)، ويتراوح ارتفاعها بين ٢ و٤.٥ متر، وتنتشر بمناطق المرتفعات جنوب وجنوب غرب المنطقة.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢

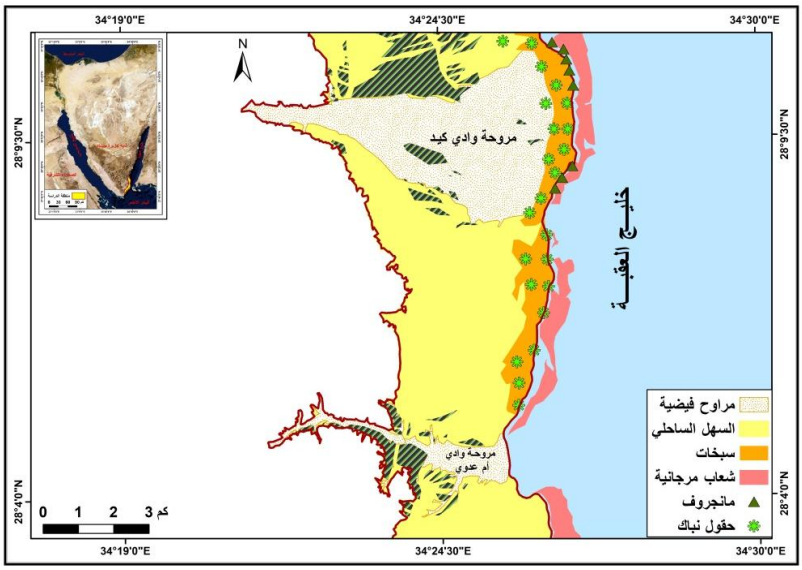
صورة (١٠): مائدة صحراوية جنوب منطقة الدراسة

٥- ظاهرات ناتجة عن الإرساب الفيضي:

أ- المراوح الفيضية:

تعد من الملامح الجيومورفولوجية الإرسابية التي تنشأ وتتكون في البيئات الجافة وشبه الجافة عند مصبات الأودية، وعادة توصف المروحة بأنها عبارة عن شكل إرسابي يأخذ الهيئة المروحية وتبدو من أعلى إلى أسفل على هيئة مخروط. وتتسم المراوح بأن قطاعها الطولي يتميز بالتقعر، بينما القطاع العرضي يتميز بالتحدب نظرًا لتراكم الرواسب في منتصف المروحة أمام محور المجرى الذي تنقل عبره الرواسب إلى جسم المروحة (التركماني،٢٠١١، ص ص ١٢٩-١٣١).

وتعد مروحة وادي كيد ووادي أم عدوي من أهم الظاهرات التي تميز منطقة الدراسة ببيئة الأودية الجافة وهي عبارة عن عدد من المراوح الفيضية الملتحمة فيما يعرف بالبهادا (شكل١٦)، وتبلغ مساحتهما ٢٢.٥ كم^{٢} بنسبة ٨.٨٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ويبلغ متوسط طولها ٨كم ومتوسط عرضها٤.٥كم، حيث أن الأحواض كبيرة المساحة ينتج عنها مراوح كبيرة المساحة، كما أنها تنحدر تدريجيًا من الغرب إلى الشرق بانحدار يتراوح بين ٢°و١٠° في شكل مثلث رأسه في الغرب وقاعدته في الشرق على خط الساحل.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠ عام ١٩٩٦، والمرئيات الفضائية عام ٢٠٢٢.

شكل ١٦: الخصائص المورفولوجية للمراوح الفيضية بمنطقة الدراسة

ونشأت المراوح خلال عصر البلايستوسين نتيجة تراكم الرواسب التي جلبتها الأودية من المناطق الجبلية بواسطة الجريان السيلي، حيث تبدأ المراوح في الظهور في شكلها الأول ثم تتطور خلال فترات زمنية مختلفة لذا فهي نتاج لعمليات نحت في المناطق الجبلية المرتفعة وعمليات إرساب في مناطق السهل الساحلي.

ومن العوامل التي أدت إلى تشكيلها قلة وجود الغطاء النباتي في مناطق الترسيب وزيادة كمية الجريان السطحي وتباين خصائص السطح والعوامل المناخية إلى جانب العمليات التكتونية التي أصابت المنطقة ونوع الصخور الذي أثر على نوع الرواسب التي تتكون منها المروحة، حيث تكونت المراوح بمنطقة الدراسة بمناطق صخور الجرانيت البروفيري والنيس، كما ينتشر على سطحها بعض الظاهرات الجيومورفولوجية كالصخور الصلبة، والقنوات المضفرة، والسبخات الساحلية، والنباك، إلى جانب وجود المدرجات الفيضية وهي عبارة عن طبقات رسوبية تنتج عن عمليات النحت بفعل الجريان السيلي، وتظهر بسبخات مروحة وادي كيد بمنطقة الدراسة بارتفاع ٨٠سم وتتكون من طبقة ملحية صلبة في الأسفل يبلغ ارتفاعها ٢٥سم تعلوها طبقة بارتفاع ٥٥سم من رواسب طينية ورملية (صورة١١).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة (١١): مدرج فيضي ناتج عن الجريان السيلي بمروحة وادي كيد

ويتبين من التحليل الميكانيكي (جدولي١١ و١٢) و(شكلي ١٧و١٨) ما يلي:

جدول ١١: التحليل الميكانيكي للرواسب الرملية بمنطقة الدراسة

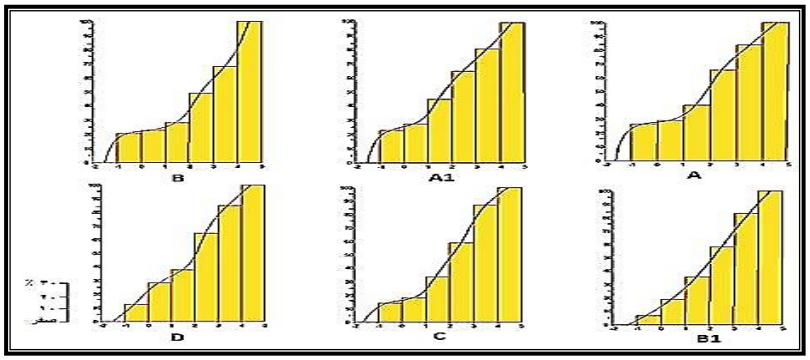
العينة	سمك الطبقة/سم	حصى	رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جدا	اجمالي نسبة الرمال	غرين/ سلت
A	٢٠-٠	٢٦.٥	٢.٥	١١.١	٢٥.٥	١٨.٢	١٤.٧	٧٢.٠	١.٥
A1	٤٠-٢٠	٢٣.٨	٤.٥	١٧.٣	٢٠.١	١٥.٥	١٦.٨	٧٤.٢	٢.٠
B	٢٠-٠	٢٠.٧	٢.٣	٥.٤	٢٠.٥	١٨.٨	١٢.٠	٥٩.٠	٢٠.٣
B1	٤٠-٢٠	٦.٩	١٢.١	١٦.٥	٢٢.٨	٢٥.١	١٦.٥	٩٣.٠	٠.١
C	٢٠-٠	١٤.٢	٣.٧	١٥.٨	٢٥.١	٢٨.٢	١٣.٠	٨٥.٨	٠.٠
D	٢٠-٠	١٢.٨	١٥.٦	٩.٦	٢٦.٧	٢٠.٣	١٥.٠	٨٧.٢	٠.٠

المصدر: اعتمادا على نتائج التحليل الميكانيكي للعينات التي أجرتها الباحثة بمعامل كلية الزراعة– جامعة المنصورة

جدول١٢: معدلات الفاي (Ø) لعينات رواسب المراوح الفيضية

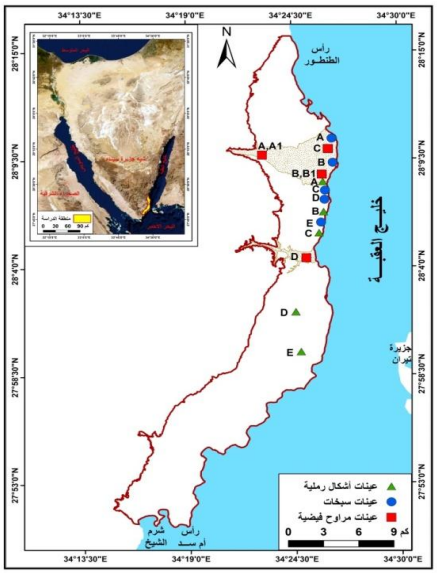
العينة	سمك الطبقة/سم	٥Ø	١٦Ø	٢٥Ø	٥٠Ø	٧٥Ø	٨٤Ø	٩٥Ø
A	٢٠-٠	١.٦٥-	١.٤-	٠.٦-	١.٧٩	٢.٩	٣.٥٩	٤.٢
A1	٤٠-٢٠	١.٥٩-	١.٢١-	٠.١-	١.٥١	٣.١	٣.٦٠	٤.١
B	٢٠-٠	١.٥-	١.١-	٠.٩	٢.٤	٣.٧	٤.٠٥	٤.٣
B1	٤٠-٢٠	٠.٩-	٠.١	٠.٩	٢.٠	٣.١	٣.٥٥	٤.١
C	٤٠-٢٠	١.٢٥-	٠.١-	١.٢	٢.٢٥	٣.١	٣.٥٠	٤.٢
D	٢٠-٠	١.٠-	٠.٣-	٠.٣	٢.١	٢.٩	٣.٥٠	٤.٢

المصدر: اعتمادا على نتائج التحليل الميكانيكي للعينات بجدول (١١)



المصدر: اعتمادًا على بيانات جدول (١١).

شكل (١٧): المدرج التكراري والمنحنى التراكمي لمكونات الرواسب الفيضية



المصدر: الدراسة الميدانية بتطبيق برنامج Arc Map 10.6.1

شكل (١٨): مواضع أخذ العينات بمنطقة الدراسة

- تتكون رواسب المراوح الفيضية من الرمال الخشنة والمتوسطة والناعمة والحصى، بالإضافة إلى نسبة قليلة من الغرين؛ ويرجع ذلك إلى وجود مصدر للرمال متمثل في الرمال التي تجلبها الأودية خلال فترات الجريان السيلي.
- تمثل الرمال النسبة الأكثر انتشارًا بالنسبة لمكونات الرواسب بالمنطقة، حيث تتراوح نسبتها بين ٥٩ و٩٣٪ من إجمالي وزن العينة، وتراوحت نسبة الحصى بين ٦.٩ و ٢٦.٥٪ وهي نسبة ليست بقليلة بالنسبة لوزن العينات مما يدل على نشاط عمليات

التجوية بالصخور داخل المروحة، كما أن نسبة الرمال ترتفع بالاتجاه ناحية المصب عند قاعدة المروحة بينما ترتفع نسبة الحصى عند قمة المروحة الفيضية، أما نسبة الغرين والصلصال فتراوحت بين ٠١ و ٢٠.٣٪.

ويتضح من تحليل جدول (١٣) الذي يشير إلى نتائج التحليل الإحصائي للرواسب ما يلي:

جدول١٣: التحليل الاحصائي لعينات الرواسب الفيضية بمنطقة الدراسة

العينة	سمك الطبقة سم	متوسط الحجم	التصنيف	معامل التصنيف	التصنيف	معامل الالتواء	التصنيف	معامل التفلطح	التصنيف
A	٢٠-٠	١.٣٢	متوسط	٢.١٠	ردئ جدا	-٦.٤	سالب جدا	٨.٣	شديد التدبب
A1	٤٠-٢٠	١.٣	متوسط	٢.٠٦	ردئ جدا	-٢.٩	سالب جدا	٧.٤	شديد التدبب
B	٢٠-٠	١.٧٨	متوسط	٢.٢٠	ردئ جدا	-١٠.٥	سالب جدا	٦.٦	شديد التدبب
B1	٤٠-٢٠	١.٩	متوسط	١.٦٠	ردئ	-٢.٧	سالب جدا	٤.٥	شديد التدبب
C	٢٠-٠	١.٨٨	متوسط	١.٧٢	ردئ	-٦.٢	سالب جدا	٤.٢	شديد التدبب
D	٢٠-٠	١.٧٦	متوسط	١.٧٣	ردئ	-٤.٥	سالب جدا	٥.٥	شديد التدبب

المصدر: اعتمادا على نتائج التحليل الميكانيكي وقيم الفاي.

- تتراوح قيم الحجم الحبيبي المتوسط بين١.٣ و ١.٩ أي أن معظم الرواسب متوسطة الخشونة.
- تراوحت قيم التصنيف بين١.٦Ø و٢.٢ Ø، أي بين قيم رديئة في التصنيف ذات أصل بحري إلى قيم رديئة جدًا في التصنيف في معظم العينات ذات أصل فيضي، مما يدل على أن أصل المادة ليس واحد.
- تتراوح قيم الالتواء برواسب التربة بين -٢.٩Ø و١٠.٥Ø أي أن قيم الالتواء بجميع العينات سالبة جدًا (متوسطة وشديد الخشونة).
- قيم معامل التفلطح للرواسب تتراوح بين ٤.٢Ø و٨.٣Ø، أي أن التفلطح بجميع العينات شديد التدبب.
- يتضح أن أغلب طبقات الرواسب تتكون من نسيج رملي حصوي عالي النفاذية، مما كان له تأثير كبير على سرعة الجريان السيلي داخل الأودية.

يتضح من التحليل الكيميائي للرواسب (جدول١٤) ما يلي:

جدول١٤: التحليل الكيميائي للرواسب الفيضية بمنطقة الدراسة

العينة	سمك الطبقة سم	درجة الملوحة	التصنيف	PH	التصنيف	المادة العضوية	التصنيف
A	٢٠-٠	٠.٣٦٧	غير مالح	٨.٧	مرتفع	٠.١٥	منخفضة
A1	٤٠-٢٠	٠.١٥٣	غير مالح	٨.٩	مرتفع	٠.٠٢	منخفضة
B	٢٠-٠	١.٥١	غير مالح	٨.٥	مرتفع	٠.٢٣	منخفضة
B1	٤٠-٢٠	٠.٤٢١	غير مالح	٨.٤	متوسط	٠.٠١	منخفضة
C	٤٠-٢٠	٩.٨	عالي	٨.٢	متوسط	٠.٧٥	منخفضة
D	٢٠-٠	٤.٩	متوسط	٨.١	متوسط	٠.٣٣	منخفضة

المصدر: اعتمادا على نتائج تحليل العينات التي أجرتها الباحثة بمعامل كلية الزراعة– جامعة المنصورة

١- درجة الملوحة

تعد درجة الملوحة مقياس لنسبة المعادن والأملاح، حيث تبين أن نسبة الأملاح تتراوح بين ٠.١٥٣ و ٩.٨ ملليموز، مما يعني أن هذه النسبة تتراوح بين رواسب غير ملحية في معظم العينات ويرجع ذلك إلى تعرضها للغسل بواسطة الجريان السيلي إلى جانب ارتفاع منسوبها عن منسوب سطح البحر، ورواسب عالية الملوحة بعينة واحدة فقط عند قاعدة المروحة على خط الساحل ويرجع ذلك لقربها من مياه خليج العقبة المالحة.

٢- الأس الهيدروجيني PH

تتراوح قيم الأس الهيدروجيني بين ٨.١ و٨.٩ أي ما بين رواسب متوسطة القلوية إلى عالية القلوية، وهذه النسبة تؤثر سلباً على نمو النبات الطبيعية بالمروحة الفيضية.

٣- المادة العضوية

تكاد أن تكون منخفضة بجميع العينات حيث تراوحت نسبتها بين٠.٠١ و ٠.٧٥٪، وتنخفض نسبتها كلما ابتعدنا عن المناطق التي تنتشر بها النباتات الطبيعية أو التي تغمرها المياه المحملة برواسب لكائنات حية ميتة.

٦- ظاهرات ناتجة عن الإرساب البحري

أ- الشواطئ:

تعد من الظواهر الجيومورفولوجية المهمة بالمنطقة وهي عبارة عن أشكال أرسبتها العوامل البحرية بمنطقة الدراسة، ويقصد بها المنطقة السهلية قليلة الانحدار فيما يتراوح بين صفر و ٥°، ويتكون سطحها من رواسب رملية أو حصوية أو صخرية على طول إمتدادهابين أدنى منسوب تصله مياه الجزر، وأعلى نقطة من الساحل تصل إليها أمواج العواصف (محسوب، ١٩٩٢، ص ١٢٩)، وينقسم الشاطئ بصفة عامة إلى قسمين: هما الشاطئ الأمامي: ويمتد من أدنى منسوب لمياه الجزر وبين أعلى منسوب يصل إليه المد، أي معرض للغمر البحري بشكل دوري أو دائم. والشاطئ الخلفي: ويمتد من الخط الممتد عند حضيض أقرب جرف للبحر وأبعد نقطة تصلها موجة المد على الساحل أي يبعد تماما عن مياه البحر.

وتظهر الشواطئ الإرسابية بأجزاء متفرقة على طول خط الساحل بمنطقة الدراسة، وتحوي أشكال مورفولوجية كالنباك والفرشات الرملية، وتتنوع ما بين: شواطئ رملية توجد بشكل متفرق على طول امتداد خط الساحل وتحتوي على رواسب رملية تلقيها الأمواج مختلطة ببعض الأصداف وتظهر بمنطقة الغرقانة داخل محمية نبق، وشواطئ حصوية تظهر عند حواف المراوح الفيضية للأودية التي تصب بخليج العقبة بمناطق الرويسية والغرقانة، كما توجد على جوانب الرؤوس البحرية الأرضية، وغالباً ما تتكون رواسبها من الكونجلوميرات والجلاميد والحصى والحصباء وبعض الأصداف البحرية، وشواطئ صخرية تتكون في نطاق المد والجزر من مواد التحمت مع بعضها بواسطة مواد جيرية لاحمه ككربونات الكالسيوم والكالسيت، وأغلب تكويناتها من الحجر الجيري المرجاني، وتظهر في محمية نبق شمال منطقة الدراسة وفي شواطئ خليج نعمة وخليج القرش (صورة١٢).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢

صورة ١٢: أنواع الشواطئ بمنطقة الدراسة

ب- الشعاب المرجانية:

تعد الشعاب المرجانية أحد أهم الظاهرات الناتجة عن عمليات الإرساب البحري، حيث يعد خليج العقبة من البيئات البحرية التي تتميز بتنوعها البيولوجي، وتعد موطن مناسب لنمو حيوان المرجان الذي يمثل الهيكل الأساسي لنمو هذه الشعاب، ويرجع ذلك لضحولة المياه وارتفاع درجة حرارتها وارتفاع نسبة الملوحة وصفاء ونقاء المياه التي تسمح بنفاذ ضوء الشمس اللازم للقيام بعملية البناء الضوئي، هذا إلى جانب توافر الأكسجين الذائب.

وتمتد الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة بطول خط الشاطئ وتظهر بشكل شبه متصل ابتداء من رأس الطنطور شمالًا حتى جنوب محمية نبق ثم تظهر بعد ذلك بشكل متقطع بمناطق متفرقة من خط الساحل بإجمالي طول بلغ ٤٧.٣ كم، وتتكون نتيجة ترسيب الكائنات البحرية الدقيقة، وهي عبارة عن صخور جيرية ذات أصل عضوي حيث تحصل هذه الكائنات على كربونات الكالسيوم من ماء البحر لتعيد ترسيبه بعد ذلك في صورة تراكيب هيكلية غير منتظمة تنمو حولها وخلالها الطحالب الدقيقة، والكائنات النباتية (فرج، ٢٠٠٥، ص ١).

ويعد ساحل خليج العقبة من المناطق الأكثر تنوعا من حيث أنماط الشعاب المرجانية، وتنقسم الشعاب المرجانية بالمنطقة إلى شعاب مرجانية صلبة تتكون من الحجر الجير المتصلب وشعاب مرجانية لينه تنخفض بها نسبة الجير.

ويمكن أن نميز بين نمطين من الشعاب المرجانية وهما الأطر المرجانية، والتي تنمو رأسياً وأفقياً في مياه البحار الضحلة، وغالباً ما تكون ملاصقة لخط الشاطئ (محسوب، ١٩٩١، ص ٢٣٢)، وتغمرها المياه في فترات المد وتظهر أثناء حدوث الجزر، ثم الحواجز المرجانية الأكثر صلابة والتي تمتد موازية لخط الساحل وتعمل كحاجز لصد الأمواج والتيارات البحرية وحماية الساحل من عمليات النحت والتآكل ويرجع ذلك لتكسر الأمواج عليها وبالتالي تقل وتضعف طاقتها. لذا؛ تعد من الأسباب الرئيسة التي تساعد في بناء الشواطئ بمنطقة الدراسة، كما أن لألوان الشعاب المرجانية الزاهية ومظهرها الطبيعي الجذاب جعلها بيئة مناسبة لجذب السياحة وممارسة عمليات الغطس بها.

ج- مستنقعات المانجروف:

تعد من التجمعات النباتية الرسوبية التي تنتشر في البيئات الساحلية، وهي من النباتات التي تنمو على السواحل قليلة التعرج وهينة الانحدار وتتحمل درجة الملوحة والحرارة العالية، وتضم محمية نبق بمنطقة الدراسة أكبر تجمع للمانجروف (صورة١٣) بمساحة

٠.٥كم٢(جهار شئون البيئة، ٢٠٢٢)، ومن العوامل التي أثرت على نشأة وتطور مستنقعات المانجروف كل من الأمواج والتيارات البحرية وحركة المد والجزر، كل هذه العوامل تقوم بإعادة توزيع الرواسب من الطين بتربة المانجروف، إلى جانب توافر الأكسجين الذائب والمواد العضوية، وهي من العناصر اللازمة لنمو النبات.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة (١٣): مستنقعات المانجروف بمحمية نبق شمال منطقة الدراسة

د- الرؤوس البحرية:

تمتد على شكل أقواس أو نتوءات صخرية داخل البحر وتتمثل في التكوينات الصخرية الصلبة التي قاومت عمليات الحت البحري أو التعرية البحرية الناتجة عن فعل الأمواج والتيارات البحرية وقد تتحول هذه الرؤوس إلى حواجز صخرية تحجز رواسب الأمواج والتيارات البحرية على طول امتدادها كما قد تسهم في نشأة الألسنة البحرية، مما يعزل المناطق الخليجية عن التراكم الرسوبي ويحافظ على عمق مياه الخليج وصلاحيته لرسو السفن (سلامة،٢٠١٣، ص ٣٣٣).

تتألف من رواسب بليستوسينية وميوسينية وتتباين في تكوينها الصخري بين صخور رملية وحصوية وجرانيتية صلبة، وتتمثل في كل من رأس أم سد ورأس الطنطور وبعض الرؤوس الأرضية التي تمتد طوليا داخل خليج العقبة لمسافات قصيرة بمتوسط٨٠٠ م (صورة١٤).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ١٤: الرؤوس البحرية بمنطقة شرم الشيخ جنوب المنطقة

هـ- المسننات الشاطئية

تعد من الملاح الساحلية سريعة النشأة والتطور، وتتكون في شكل حافات من رواسب شاطئيه من أحجام مختلفة يفصل بينها أحواض دائرية صغيرة تمثل كل منها مجالات لتقدم الأمواج وتراجعها (محسوب، ٢٠٠٢،ص١٢١)، وتتجه رؤوسها نحو البحر وتظهر بقرية الصيادين ومنطقة الغرقانة داخل محمية نبق كما هو موضح (صورة ١٥). ويتراوح امتدادها داخل البحر بين ٠.٥ و ١.٥ متر، ويتوقف حجمها وامتدادها على حجم الرواسب التي تحملها الأمواج باتجاه خط الساحل، وتتألف رواسبها من الرمال الخشنة والحصى والزلط.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ١٥: المسننات الشاطئية بقرية الصيادية بمحمية نبق شمال منطقة الدراسة

و- السبخات:

تمثل السبخات ملمحاً جيومورفولوجياً مهماً من ملامح سطح الأرض بنطاق السهل الساحلي، لدورها المؤثر والفعال في عمليات التنمية. وتعرف بأنها الأراضي الضحلة والمسطحة التي تكون عادة قريبة من مستوى سطح البحر أو مستوى الماء الجوفي ومغطاة

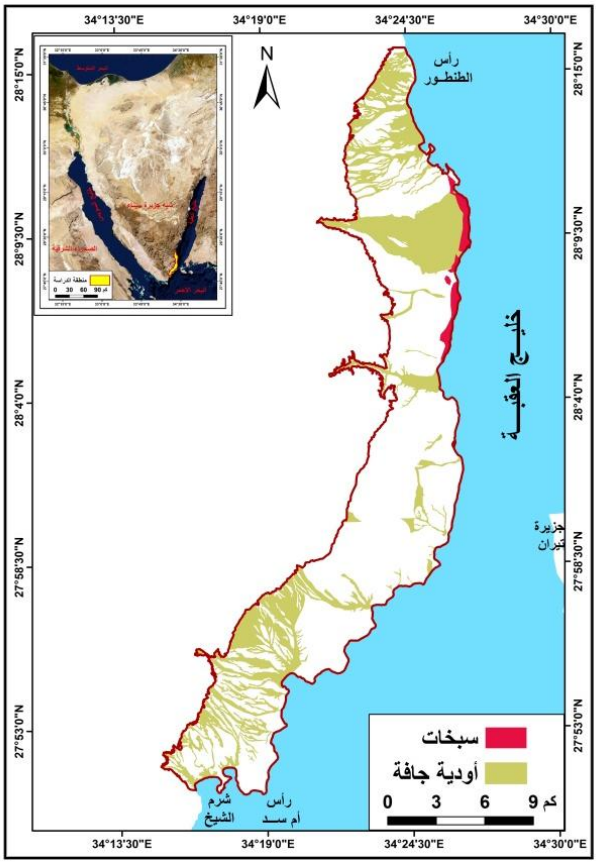
بقشرة ملحية تتوقف سماكتها على موقع السبخة ومعدل التبخر(كليو، ٢٠٠٦، ص٣)، وهي تلك الأراضي التي تحتوي رواسبها على نسب مرتفعة من الأملاح لقربها من مستوى الماء الباطني ومستوى سطح البحر.

ويتضح من تحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية والدراسة الميدانية أن سبخات منطقة الدراسة سبخات ساحلية رطبة مستوية السطح قليلة المنسوب وموازية لخط الساحل وملاصقة لخط المد العالي نتجت عن عمليات ترسيب بحري وتنتشر كلما اتجهنا شمال شرق منطقة السهل الساحلي عند هوامش المراوح الفيضية كما هو واضح (شكل١٩)، وتبلغ مساحتها ٧كم^{٢}بنسبة ٢.٧٪ من مساحة منطقة الدراسة، وتمتد من الشمال إلى الجنوب ويغلب عليها الشكل الطولي، كما يتضح أنه أثناء فترات حدوث المد العالي من وقت لآخر بخليج العقبة تتجمع المياه في المناطق المنخفضة والقريبة من خط الساحل، ونتيجة ارتفاع درجة الحرارة وزيادة معدلات التبخر خاصةً في فصل الصيف مع سيادة ظروف الجفاف الشديد تبدأ الأملاح بالظهور على الأسطح، وتتميز السبخات بالمنطقة بوجود نسبة عالية من الأملاح؛ كأملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم، كما أن سطحها شبه مستوي وتنمو بها بعض النباتات المحبة للملوحة.

وترجع نشأة وتطور السبخات بمنطقة الدراسة إلى الآتي:

- استواء السطح وتدني منسوبه، لذا فإن لمياه خليج العقبة تأثيراً في نشأة هذه السبخات، ويتمثل هذا التأثير في حركة المياه المتمثلة في الأمواج، والتيارات البحرية، ومياه المد.
- أسهمت الظروف المناخية في نشأة السبخات، عن طريق نمو البلورات الملحية وتراكمها على أسطح السبخات والتي يزداد سمكها من وقت إلى آخر فتتكون القشرة الملحية.
- تغمر مياه خليج العقبة خلال فترات المد المناطق المنخفضة الملاصقة لخط الساحل، ثم تتشبع بالمياه وتتعرض بعد ذلك للتبخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة ومن ثم تتكون السبخات.
- المياه المتسربة بين الرواسب الشاطئية والمحملة بالأملاح والتي توجد في الطبقات تحت سطحية من التربة وتصعد إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية مكونه السبخة.

وتتعرض السبخات بمنطقة الدراسة للإطماء بالرواسب الفيضية التي تلقيها الأودية وتفترش سطحها وتظهر على هيئة مراوح فيضية، لذلك فمساحتها محدودة وشبه ثابتة.



المصدر: المرئية الفضائية land Sat ETM سنة ٢٠٢٢،2022 Google Earth pro .

شكل ١٩: التوزيع الجغرافي للسبخات بمنطقة الدراسة

الظاهرات الجيومورفولوجيه المصاحبة للسبخات

١- قنوات المد:

تكونت في المناطق المنخفضة نتيجة حركات المد والجزر البحرية، وهي عبارة عن قنوات تتحرك خلالها مياه الخليج المدية وينتج عنها السبخات الساحلية، حيث تمتد داخلها لعدة أمتار وتتكون من رواسب ناعمة في القاع وخشنة على الجوانب حيث تنحدر جوانبها بشدة، ويتراوح عرضها بين ٥٠ سم و٢٠٠سم، ومتوسط عمقها بين٤ و١٠سم، وتظهر بسبخات حوض وادي كيد بمحمية نبق (صورة١٦).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ١٦: قنوات مدية بسبخات محمية نبق

٢- مسطحات المد:

تعد مسطحات المد إحدى ظاهرات الإرساب البحري بالمنطقة، وهي عبارة عن أراض منخفضة شبه مستويه تغمرها مياه الخليج أثناء حدوث المد العالي وتظهر بوضوح أثناء حدوث الجزر، وأسطحها شبه مستوية وتتكون على الأطر المرجانية، وتبلغ مساحتها ٣.٦ كم^{٢} بنسبة ١.٤٪ من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وتشبه البرك المتسعة الضحلة ويوجد على سطحها بعض الطحالب والنباتات البحرية كالمانجروف، وتنتشر بمناطق السبخات على شكل شريط طولي ملاصق لخط الساحل بمناطق نخلة التل والرويسية والمنقطعة داخل محمية نبق (صورة ١٧).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة (١٧): مسطحات المد بمنطقة رويسيةالمانجروف بمحمية نبق

٣- التجعدات الدقيقة (التنهدات):

تعد واحدة من أهم الأشكال الدقيقة الأكثر انتشاراً على أسطح السبخات، وتأخذ الشكل التقبيي أو الحبيبي أو المستدير. وتتكون هذه التنهدات فوق أسطح القشور الملحية نتيجة الجفاف الناتج عن ارتفاع درجات الحرارة وتبخر المياه، مع ارتفاع نسبة المتبخرات من رواسب الصوديوم، والجبس، والانهيدرايت، والتي تمتص الرطوبة من الهواء وتحتفظ بها في تربتها، مما يؤدي إلى انتفاخ الطبقة السطحية للسبخة في شكل تنهدات، ويتراوح ارتفاعها على سطح السبخة بين ٠.٥ و٣سم، وتظهر بكل السبخات بمنطقة الدراسة (صورة ١٨).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ١٨: التنهدات بسبخات منطقة الدراسة

٤- التشققات الطينية:

تظهر على أسطح السبخات التي ترتفع بها نسبة الطين والجير أو الرمال الناعمة، حيث تعمل التربة الطينية اللزجة المتماسكة في بعض المناطق على عدم تسرب المياه إلى أسفل، لذا فهي مرتبطة بارتفاع نسبة الرطوبة داخل رواسب السبخة، وتبدأ هذه التشققات في الظهور على أسطح السبخات خلال فترات الجفاف إلى جانب زيادة كمية الإشعاع الشمسي وارتفاع معدلات تبخر المياه، حيث تتكمش التكوينات الطينية وتظهر الشقوق ويتوقف عمقها واتساعها على نسبة الطين الموجودة داخل رواسب السبخة، وتتراوح أطوال أضلاعها بين ٨سم و٣٠سم، بينما عرضها يتراوح بين٥ و١٥سم، ويتراوح ارتفاع الحواف (العمق) بين٣ و٥سم، مما يعني أنه كلما زاد سمك الرواسب زادت التشققات عمقاً (صورة١٩)، وتظهر بوضوح بسبخات محمية نبق.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ١٩: التشققات الطينية بسبخات مروحة كيد بمنطقة الدراسة

٥- البرك الملحية:

هي تلك الأراضي الضحلة صغيرة المساحة والخالية من النبات الطبيعي والتي تغمرها المياه خلال فترات المد العالي والأمواج العالية (صورة ٢٠)، وتعد من أكثر الأشكال ارتباطاً بالسبخات الساحلية ومسطحات المد، وتتكون بالمنطقة نتيجة انسداد مجرى القنوات المدية وبالتالي ارتفاع منسوب المياه بها، أو تتكون بسبب انهيار جوانب القنوات المدية نتيجة تفكك الرواسب (محسوب،١٩٩٨،ص٣٧٢)، وتتراوح أعماقها بمنطقة الدراسة بين ٤٠سم و١٠٠سم.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٠: البرك بمنطقة الغرقانة بمحمية نبق

٦- النباك:

تنتشر النباك على أسطح سبخات منطقة الدراسة؛ فمنها ما هو وليد النشأة، ومنها ما هو ناضج، ومنها ما هو متدهور نتيجة ارتفاع نسبة الأملاح بالسبخة؛ وتتفاوت في ارتفاعها

وامتدادها وشكلها، ويساعد على تكونها استواء السطح ووجود النبات الطبيعي مع ارتفاع منسوب الماء الباطني إلى جانب هبوب رياح محملة بالرمال (صورة ٢١).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢١: النباك على أسطح السبخات بمنطقة الدراسة

٧- التموجات الرملية:

تعد واحدة من الظاهرات الساحلية التي تنتشر على أسطح السبخات وتتكون نتيجة عدة عوامل وهي: حركة المد والجزر والتيارات البحرية إلى جانب عامل الرياح، وتتسم بالشكل الطولي المتوازي المدبب (صورة ٢٢) ويصل طولها إلى بضعة من الأمتار وارتفاعها يتراوح بين١ و ٢ سم.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٢: التموجات الرملية على أسطح السبخات بمحمية نبق

أ- الخصائص الطبيعية والمعدنية لرواسب السبخات:

تم أخذ خمس عينات من رواسب السبخات، على أعماق تراوحت بين ١٥ و ٢٠ سم، لعمل تحليل ميكانيكي ومعدني للرواسب، جداول (١٥ إلى ١٩) و (شكل ٢٠).

جدول ١٥: الخصائص الميكانيكية لرواسب السبخات

العينة	سمك الطبقة/سم	حصى	رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	ناعم	ناعم جدا	غرين
A	١٥-٠	٧.٢	٤.١	١١.٦	٢٢.٩	٣٣.٧	٢٠.٤	٠.١
B	١٥-٠	١٢.٥	١١.٨	٨.٢	١٤.٥	٢٢.١	٢٨.٥	٢.٤
C	١٥-٠	٢٠.٢	٢١.٠	٢٦.٢	١٧.١	٨.٦	٤.٦	٢.٣
D	٢٠-٠	١٧.٥	١١.٢	١٦.٤	١٩.١	٥.٣	١٠.٣	٢٠.٢
E	٢٠-٠	٠.٥	٤.٢	١٧.١	٢٨.٣	٢٨.٩	٢٠.٩	٠.١

المصدر: اعتمادا على نتائج التحليل المعملي للعينات بمعامل كلية الزراعة- جامعة المنصورة.

جدول ١٦: معدلات الفاي للخائص الميكانيكية للرواسب

العينة	سمك الطبقة بالسم	٥Ø	١٦Ø	٢٥Ø	٥٠Ø	٧٥Ø	٨٤Ø	٩٥Ø
A	١٥-٠	٠.٩-	١	١.٦	٢.٦	٣.٣	٣.٦٩	٤.٢
B	١٥-٠	١.١-	٠.٢-	٠.٦	٢.٦	٣.٧	٣.٩	٤.٣
C	١٥-٠	١.٣-	٠.٨-	٠.٤-	٠.٦	١.٧	٢.٢	٣.٤
D	٢٠-٠	١.٥-	٠.٨-	٠.١	١.٥	٣.٩	٤.٢	٤.٤
E	٢٠-٠	٠.٦	١.٤	١.٧	٢.٧	٣.٦	٤	٤.٥٥

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على نتائج التحليل المعملي للعينات بجدول (١٥)

جدول ١٧: الخصائص الحجمية لرواسب السبخات

العينة	سمك الطبقة	متوسط حجم	التصنيف	معامل التصنيف	التصنيف	معامل الالتواء	التصنيف	معامل التفلطح	التصنيف
A	١٥-٠	٢.٤	ناعم	١.٤	ردئ	٥.١-	سالب جدا	٣.٥	شديد التدبب
B	١٥-٠	٢.١	ناعم	١.٨	ردئ	٨.٤-	سالب جدا	٦.٨	شديد التدبب
C	١٥-٠	٠.٦	خشن	١.٥	ردئ	٢.٤	موجب جدا	٤	شديد التدبب
D	٢٠-٠	١.٦	متوسط	٢.١	ردئ جدا	٠.٧	موجب جدا	٩.١	شديد التدبب
E	٢٠-٠	٢.٦	ناعم	١.٢	ردئ	٠.٦-	سالب جدا	٣.٠٧	شديد التدبب

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على نتائج التحليل المعملي للعينات بجدولي (١٥)، (١٦).

جدول ١٨: التحليل الكيميائي لرواسب تربة السبخات بمنطقة الدراسة

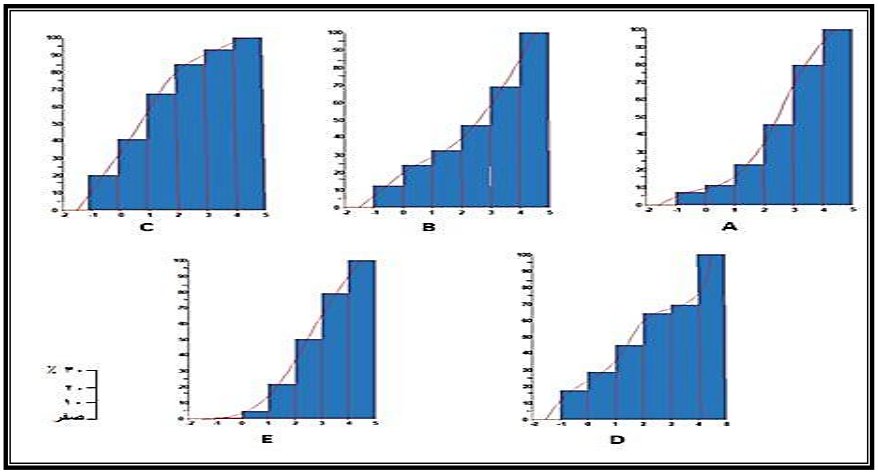
العينة	سمك الطبقة سم	درجة الملوحة	التصنيف	PH	التصنيف	المادة العضوية	التصنيف
A	٢٠-٠	٥.٢	عالي الملوحة	٨.٣	مرتفع	٣.٢	مرتفع
B	٢٠-.	١٢.٥	عالي ملوحة	٨.٥	مرتفع	٥.٨	مرتفع جدا
C	٢٠-٠	٣٤.٨	مرتفع الملوحة جدا	٨.٨	مرتفع	٦.٢	مرتفع جدا

المصدر: اعتمادا على نتائج تحليل العينات التي أجرتها الباحثة

جدول١٩: التحليل المعدني لرواسب السبخات

المعدن	الرمز	العينة الأولى (A)	العينة الثانية(B)
نحاس	Cu	٢٨.٥	٢٩
كوبالت	Co	١٧.٧	١٦.٢
منجنيز	Mn	٣٠٠	٣٣٠
زنك	Zn	٤٥.٣	٥٥.٨
بوتاسيوم	K	٢١٠٠	٢٣٠٠
كالسيوم	Ca	٥٦٠٠٠	٥٨٠٠٠
ماغنسيوم	Mg	٩٠٠٠	١٠٢٠٠
باريوم	Ba	٦٥	٦٦.٥
سيليكون	Si	١٥٠٠٠	١٨٠٠٠
المونيوم	Al	١٢٣٠٠	١٥٠٠٠
صوديوم	Na	١٠٠٠٠	١١٢٠٠
حديد	Fe	٢٥٠٠	٤٧٠٠

المصدر :اعتمادا على نتائج تحليل العينات التي أجرتها الباحثة



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات جدول (١٥).

شكل (٢٠): المدرج التكراري والمنحنى التراكمي للرواسب السبخية

وتبين من تحليل بيانات الجداول (١٥ إلى ١٩) و (شكل ٢٠) ما يلى :

- تتكون جميع عينات الرواسب من الحصى والرمال، بالإضافة إلى وجود نسبة من الغرين؛ وتحتل الرمال المركز الأول بين هذه المكونات ويرجع ذلك إلى قرب السبخات من مصادر الرمال والمتمثلة في رمال الشاطئ والرمال المنقولة من المناطق المرتفعة.
- تتراوح نسبة الحصى بين ٠.٥ و٢٠.٢٪ من إجمالي وزن العينة، وتتراوح نسبة

الرمال الخشنة والخشنة جداً بين ٤.١ و ٢٦.٢ ٪ ، بينما تتراوح نسبة الرمال المتوسطة بين ١٤.٥و٢٨.٣٪ أما بالنسبة للرمال الناعمة والناعمة جداً فتراوحت نسبتها بين ٤.٦ و٣٣.٧٪، في حين تراوحت نسبة الغرين بين ٠.١و٢٠.٢٪ من إجمالي الوزن الكلي للعينة، مما يدل على تفاوت نسبة أحجام الرمال بين العينات وتباين شكلها ما بين كروي ومستدير وشبه مستدير، ويرجع ذلك إلى تنوع مصادر الترسيب من إرسابات بحرية بواسطة الأمواج والمد والجزر بالإضافة إلى الإرسابات الهوائية بواسطة الرياح والإرسابات الفيضية بواسطة الجريان السيلي.

- تتباين نسبة الملوحة بعينات مناطق السبخات بين ٥.٢ و ٣٤.٨ ملليموز، أي بين رواسب مرتفعة الملوحة ومرتفعة الملوحة جدًا، ويرجع ذلك لقربها من خط الساحل وتشبعها بمياه خليج العقبة المالحة، ومع ارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر سرعان ما تتكون الرواسب الملحية على الأسطح وهي من السمات المميزة لمناطق السبخات.
- تتفاوت قيم الأس الهيدروجيني بين ٨.٣ و ٨.٨، مما يعني أن جميع الرواسب عالية القلوية، وهذه النسبة تؤثر سلباً على نمو بعض النباتات الطبيعية بالمنطقة.
- تتراوح نسبة المادة العضوية بتربة السبخات بين ٣.٢٪ و٦.٢٪، أي بين نسب مرتفعة إلى مرتفعة جدًا، ويعزى ذلك إلى وجود بقايا لكائنات حية نباتية وحيوانية ميتة، إلى جانب ارتفاع نسبة الملوحة والتي تعمل على حفظ المادة العضوية في التربة وبطئ عملية تحللها.
- تتميز الرواسب بعينات مناطق السبخات باحتواءها على معادن: النحاس، والكوبالت، والمنجنيز، والزنك، والصوديوم، والكالسيوم، والبوتاسيوم، الماغنسيوم، والألمونيوم، والحديد، والباريوم، والسيليكون، والتي اشتقت من الصخور النارية والمتحولة والرسوبية، وهذا يدل على تشبع الرواسب بنسب عالية من الكلوريدات والكبريتات.
- يعد عنصر الكالسيوم من أكثر العناصر المكونة لجميع طبقات الرواسب، حيث تراوحت نسبته بين٥٦٠٠٠ و ٥٨٠٠٠ملليجرام /كجم ، وهذا يبرهن على انتشار معدن الكالسيت الناتج عن عمليات إذابة الصخور بفعل الجريان السيلي والأمطار الساقطة.

- تتراوح نسبة عنصر السيليكون بين١٥٠٠٠ و١٨٠٠٠ ملليجرام/كجم، مما يدل على وجود معدن الكوارتز بسبخات المنطقة نتيجة قربها من مصادر رملية متمثلة في الرواسب القارية التي تلقيها المجاري المائية أو التي تنقلها الرياح إلى جانب قربها من رمال الشاطئ.
- يدل وجود عنصر الصوديوم بمعدلات تراوحت بين ١٠٠٠٠ و١١٢٠٠ملليجرام/كجم، على انتشار معدن الهاليت وتراكم طبقات من الأملاح في التربة، ويرجع ذلك إلى حدوث عمليات تبخر للمياه المشبعة بالأملاح.
- سجل عنصر الألمونيوم نسبة تراوحت بين١٢٣٠٠ و ١٥٠٠٠ ملليجرام /كجم، وهذا دليل على انتشار معدن الفلسبار، بينما عنصر الحديد تراوحت تركيزاته بين٢٥٠٠ و٤٧٠٠ ملليجرام /كجم، مما يدل على وجود صخور الجرانيت بالمنطقة.
- وجود عنصر الماغنسيوم بتركيزات تراوحت بين ٩٠٠٠ و ١٠٢٠٠ ملليجرام /كجم، دليل على ارتفاع نسبة الأملاح في التربة، بينما تراوح عنصر البوتاسيوم بين ٢١٠٠ و٢٣٠٠ ملليجرام/كجم دليل على وجود نسبة من الطين بين رواسب السبخات.

٧- ظاهرات ناتجة عن الإرساب الهوائي:

تعد الرياح من العوامل المناخية الرئيسة المشكلة لسطح الأرض لما لها من تأثير مباشر على تكوين بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة خاصةً الأشكال الرملية، ويرجع ذلك إلى ما تقوم به من عملية تذرية، ونحت، ونقل، وإرساب، للرواسب الرملية كنتيجة لاختلاف اتجاهاتها وسرعتها من مكان لآخر، ومن وقت لآخر، ومن الأشكال الرملية الناتجة عن عملية الإرساب الريحى بالمنطقة النباك، والفرشات الرملية.

وتنتشر الأشكال الرملية بمناطق متفرقة من منطقة الدراسة كالنطاق الشمالي من السهل الساحلي وعلى أسطح المراوح الفيضية وقيعان الأودية وبالقرب من مصبات الأودية، وتبلغ مساحة النطاق الرملي بمنطقة الدراسة نحو١٦٥.١كم^{٢} بنسبة ٦٥ ٪ من إجمالي مساحة المنطقة. وفيما يلى عرض لأهم الأشكال الرملية بمنطقة الدراسة:

١- النباك:

عبارة عن كثبان رملية وليدة يندر أن يتجاوز ارتفاعها ثلاثة أمتار وقد يقل عن نصف متر، وتتشكل عندما تعترض حركة الريح المحملة بالرمال عائق أو عقبة ما تتمثل في أغلب

الأحيان بأحد النباتات السائدة في البيئة المدروسة، وغالباً ما تتخذ شكل المثلث المتساوى الساقين حيث يشير رأسه إلى اتجاه منصرف الريح وقاعدته المواجهه لمهب الريح (كليو، والشيخ ، ١٩٨٦، ص ص ١٦،٩).

وترجع أهميتها في كونها تلعب دور رئيس في إحداث التوازن الطبيعي في الشواطئ الرسوبية (Navarro,2015,p.155)، وترتبط في تطورها بوجود النبات الطبيعي الذي يعترض هبوب الرياح المحملة بالرمال، ويتراوح ارتفاع النباك بمنطقة الدراسة بين عدة سنتيمترات ومترين، وقد يزيد على مترين في بعض المناطق مثل نباك منطقة الرويسية ونخلة التل وأم كرعان بمحمية نبق (صورة ٢٣).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٣: النباك في محمية نبق شمال منطقة الدراسة

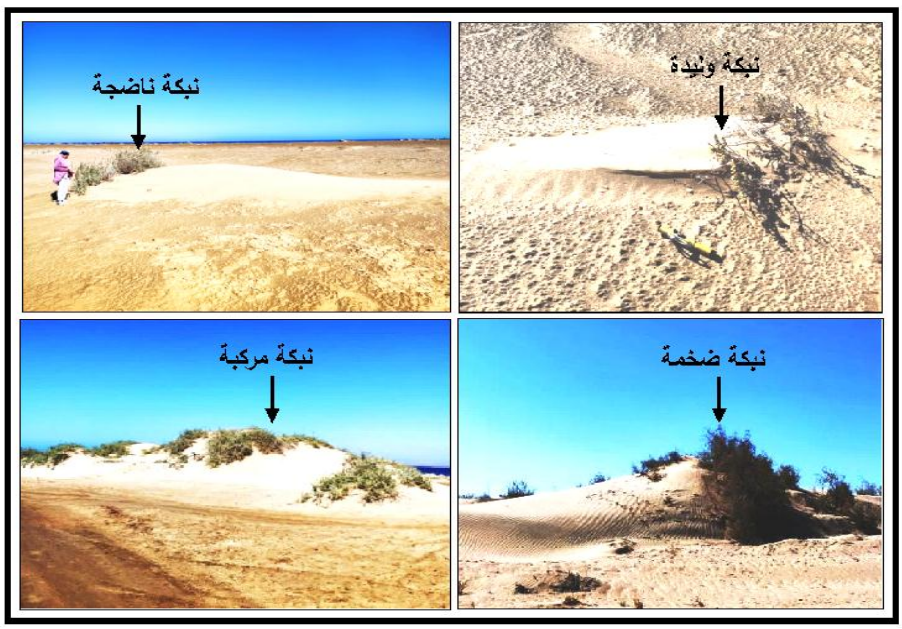
وتختلف في أشكالها وأحجامها بمنطقة الدراسة طبقا لاتجاه الرياح السائد، وفي بعض الأحيان تتعرض النباك للتدهور والإنهيار قبل أن تصل إلى حالة النضج نتيجة ممارسة حرفة الرعي ومرور العربات عليها من قبل البدو القائمين بالمنطقة، أو كنتيجة لانخفاض منسوب الماء الأرضي فتجف النباتات وتموت، ولكن مع سقوط الأمطار يزداد نمو النبات، وهذا يعني أن تطور النباك مرتبط بشكل كبير بدورة حياة النباتات الطبيعية التي تكونت حوله.

وتنتشر النباك بالنطاق الشمالي والأوسط من الشريط السهلي الساحلي وعلى أسطح السبخات والمراوح الفيضية وعند قيعان الأودية وبالقرب من مصبات الأودية كوادي كيد وأم عدوي، نتيجة وجود النباتات الطبيعية كالغرقد والرطريط الصحراوي والهرم وتوافر كميات

مناسبة من الرطوبة والمياه إلى جانب وجود مصدر للرمال متمثلا في رمال الشاطئ ورمال الأودية والمرتفعات.

وتبين من تحليل القياسات المورفومترية للنباك ما يلي:

- تمر النباك بعدة مراحل خلال تطورها (صورة ٢٤) وهي: مرحلة الطفولة والتي تبدأ بنمو نبات صغير في المناطق الرطبة من أسطح الفرشات الرملية والسبخات وتعرف أيضا بالنباك الوليدة، ويتراوح ارتفاعها بين ١٠و٢٥سم، بينما تتراوح درجة انحدار جوانبها بين ٤°و١٠°. يأتي بعد ذلك مرحلة الشباب والنضج حيث يستمر نمو النباتات مع هبوب الرياح المحملة بالرمال فتأخذ النبكة الشكل البيضاوي، ويتراوح ارتفاعها بين٢٥ و١٠٠سم، بينما درجات انحدار جوانبها تتراوح بين١٢°و٢٢°، وفي بعض الأحيان يصل ارتفاعها إلى أكثر من مترين وتعرف بالنباك الضخمة، أما في مرحلة الشيخوخة فتبدأ النباتات في الموت والتدهور ويرجع ذلك لعدم توافر المياه مع ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع نسبة الملوحة بشكل لا يتحمله النبات فتتدهور النبكة وتختفي بالرواسب الرملية تدريجياً وتصبح جزء من الفرشات رملية.



المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٤: مراحل تطور النباك بمنطقة الدراسة

ويتضح من تحليل (جدول٢٠) والقياسات المورفومترية للنباك (صورة ٢٥) والدراسة الميدانية مايلي:

جدول٢٠: قياسات مورفومترية لبعض النباك بمنطقة الدراسة

م	الطول.م	متوسط العرض.م	ارتفاع النبكة م	ارتفاع النبات. م	انحدار الوجهº	انحدار الظهرº
١	١٢.٥	٧.٥٠	١.٥٠	٠.٤٨	٢٢	١٧
٢	١٣.٣	٦.٠٠	٢.٤٠	١.٥٠	٢١	١٦
٣	٦.٦	٢.٦٠	١.٦٠	٠.٤٥	٢٢	١٧
٤	٣.٢	١.٣٥	٠.٥٠	٠.٣٠	٢٠	١٤
٥	٥.٢	٣.١٠	١.٢٠	٠.٣٦	١٩	١٢
٦	٩.٥	٣.٠٠	١.٣٥	٠.٥٠	٢٤	١٥
٧	١.٥	٠.٧٠	٠.٣٥	٠.١٥	١٨	١٥
٨	٢.٥	١.٨٠	٠.٧٥	٠.٤٢	١٨	١٣
٩	٤.٤	٢.٠٠	٠.٧٥	٠.٤٥	٢٢	١٥
١٠	١١.٠	٥.٩٠	٣.٠٠	١.٩٠	٢٥	١٧

المصدر: قياسات ميدانية عام٢٠٢٣.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٥: التباين في الخصائص المورفومترية للنباك بمنطقة الدراسة

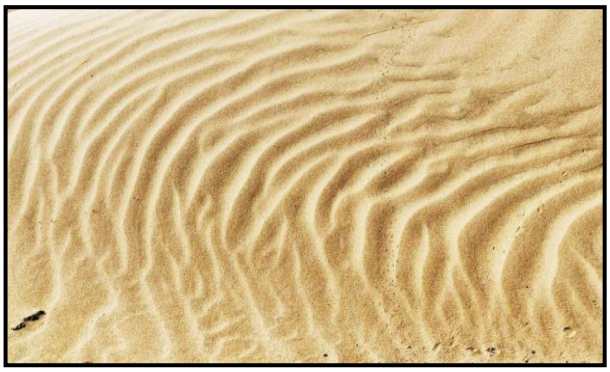
- وجود تفاوت في حجم وارتفاع النباك حيث تراوحت أطوال النباك بمنطقة الدراسة بين ١.٥٠و١٣.٣٠م، وعرضها يتراوح بين ١.٣٥و٧.٥م، وارتفاعها يتراوح بين ٠.٣٥و٣م، ويصل ارتفاع النبات بها من ٠.١٥ و١.٩٠م.
- تتراوح درجة انحدار الوجه بين ١٨°و٢٥°، بينما درجة انحدار الظهر تتراوح بين ١٢°و١٧°.

٢- الفرشات الرملية:

يطلق مصطلح فرشة رمليةعلى تلك المساحات الكبيرة المستوية التي تغطي بطبقة رقيقة من الرمال (خضر، ٢٠٠٥، ص١٥٥)، وهي عبارة عن رواسب ريحية ترتبط في نشأتها بهبوب رياح عالية السرعة محملة بكميات كبيرة من الرمال. وتنتشر الفرشات الرملية بمنطقة الدراسة في مساحات كبيرة ومتفرقة من السهل الساحلي وتظهر بين مناطق المرتفعات، وتتسم باستوائها النسبي وقلة انحدارها وتتكون من رواسب رملية ناعمة ومتوسطة تختلط أحياناً ببعض الحصى والرمل الخشن.

ومن العوامل المساهمة في تكون الفرشات الرملية بالمنطقة: سطح مستو إلى شبه مستو، مع عدم وجود غطاء نباتي، ووجود مصدر للرمال إلى جانب هبوب رياح قوية عالية السرعة حيث تقوم الرياح بعملية نحت ونقل الرواسب الرملية من مناطق المرتفعات والشواطئ وترسيها في المناطق المنخفضة.

ومن أهم الظاهرات الجيومورفولوجية التي تنمو على سطحها ظاهرة النباك وظاهرة التموجات الرملية أو ما يعرف بنيم الرمال وتعد أحد الأشكال الرملية التي تنتشر على أسطح النباك والفرشات الرملية، وهي عبارة عن أسطح رملية متموجة تمتد في شكل عمودي تقريباً مع اتجاه الرياح (صورة ٢٦)، ويرتبط وجودها ارتباطاً قوياً بسرعة واتجاه الرياح مع توافر مصدر للرمال، حيث توجد علاقة قوية بين سرعة الرياح وبين ظهور التموجات الرملية بالإضافة إلى أن طول الموجة يتوقف علي حجم حبيبات الرمال (عبد الله، ٢٠٠٢، ص ٢٩)، ويتراوح ارتفاعها بمنطقة الدراسة بين ٠.٣ و١٠سم ومنها ما هو منتظم الشكل ومنها ما هو غير منتظم الشكل.



المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٦: تموجات رملية بمناطق الفرشات الرملية بمنطقة الدراسة

٣- التحليل الحجمي للرواسب الرملية

قامت الباحثة بتحليل (٥) عينات تم جمعها خلال الدراسة الميدانية من مناطق متفرقة بمنطقة الدراسة، (جداول ٢١ و٢٢ و٢٣) و (شكل٢١):

جدول ٢١: التحليل الميكانيكي للرواسب الرملية بمنطقة الدراسة

العينة	سمك الطبقة سم	حصى	رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	ناعم	ناعم جدا	غرين
A	٢٠-٠	٠.١	١	٨.٨	٧٥.٥	١٢	٢.٥	٠.١
B	٢٠-٠	١.٢	٥.٤	٣٠	٤٧	١٦.٢	٠.١	٠.١
C	٢٠-٠	٣.٤	٢	٣٨	٥١	٠.١	٥.٥	٠
D	٢٠-٠	٢.٤	٣.١	٤٥	٤٥.٨	٠.٢	٣.٥	٠
F	٢٠-٠	٣.٧	٤.٥	٨	٢٥.٢	٣٧.١	٢٠.٩	٠.٦

المصدر: اعتمادا على نتائج التحليل المعملي للعينات

جدول ٢٢: معدلات الفاي طبقا لنتائج التحليل الميكانيكي للعينات

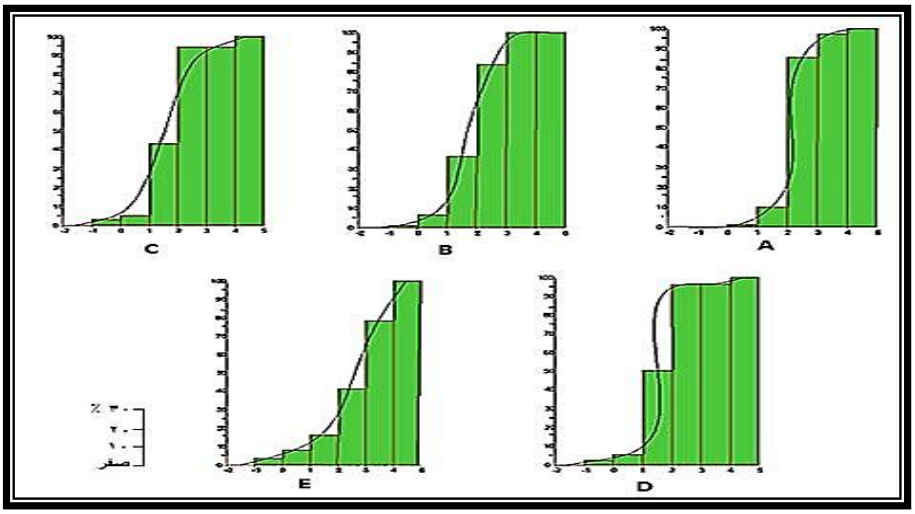
العينة	سمك الطبقة/سم	٥Ø	١٦Ø	٢٥Ø	٥٠Ø	٧٥Ø	٨٤Ø	٩٥Ø
A	٢٠-٠	١	١.٨	٢.٠٨	٢.١٥	٢.٢٠	٢.٥٠	٣.٠
B	٢٠-٠	٠.٤	١.١٥	١.٤٠	٢.١٠	٢.٤	٢.٦٥	٣.٢
C	٢٠-٠	٠.٢-	٠.٦٥	١.٠٠	١.٦٠	٢.١٥	٢.٥٠	٣.٥
D	٢٠-٠	٠.٥٩	١.٥	١.٧٠	١.٦٥	١.٥٠	١.٦٩	٢.٤
E	٢٠-٠	٠.٢١-	١.٢٥	١.٨٥	٢.٥٥	٣.٢٨	٣.٦٥	٤.٢

المصدر: اعتمادا على نتائج تحليل العينات التي أجرتها الباحثة بجدول (٢١)

جدول ٢٣: الخصائص الحجمية للرواسب الرملية

العينة	سمك الطبقة سم	متوسط حجم الحبيبات	معامل التصنيف	معامل الالتواء	معامل التفلطح
A	٢٠-٠	٢.١	٠.٤٧	٠.٣-	٠.٠٩
B	٢٠-٠	١.٩	٠.٧٩	١.١٤-	١.١
C	٢٠-٠	١.٥٨	١	٠.١٣	١.٧
D	٢٠-٠	١.٦	٠.٣٢	٠.٢٨-	٠.١٤-
F	٢٠-٠	٢.٤	١.٢	٢.٧-	٢.٦

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على نتائج تحليل العينات بجدولي (٢١) ، (٢٢)



المصدر: اعتمادًا على جدول (٢١).

شكل ٢١: المدرج التكراري والمنحنى التراكمي لمكونات الرواسب

ويتضح من تحليل (جداول٢١ و٢٢ و٢٣) و (شكل ٢٤) ما يلي:

- يتراوح حجم حبيبات الرمال بين الحصى والرمل الناعم جداً.
- نسبة الرمال هي الأكثر انتشارًا بين مكونات الرواسب وخاصة الرمال المتوسطة؛ حيث تراوحت نسبتها بين ٢٥.٢٪ و٧٥.٥٪، يليها الرمال الخشنة بنسبة تراوحت بين ٨٪ و٣٠٪، ثم الرمال الناعمة بنسبة تراوحت بين ٠.١٪ و ٣٧.١٪ من إجمالي وزن العينة، كما تبين أن نسبة الغرين كانت ضئيلة جدًا بالنسبة لوزن العينات، حيث لم تتجاوز ٠.٦٪.

- تتراوح قيم الحجم الحبيبي المتوسط بين ١.٥٨ Ø و ٢.٤ Ø أي بين الرمل المتوسط الخشونة والرمل الناعم. مما يعني بأن كل العينات نسيجها رملي عالي النفاذية، ويرجع ذلك إلى وجود مصدر للرمال متمثل في رمال الشاطئ ورمال المرتفعات.
- تتراوح قيم التصنيف بين٠.٣٢ Ø و١.٢ Ø أي بين التصنيف الجيد والتصنيف الرديء في رواسب العينات، مما يدل على أن أصل المادة متعدد المصادر.
- تتراوح قيم الالتواء برواسب العينات بين -٢.٧ Ø و٠.١٣ Ø، أي ما بين التواء سالب جدًا (شديد الخشونة) والتواء موجب (ناعم)، وهذا يدل على وجود رواسب ذات أصول بحرية وفيضية.
- تتراوح قيم معامل التفلطح للرواسب بين -٠.١٤ Ø و٢.٦Ø، أي بين تفرطح مرتفع جدًا إلى شديد التدبب، لذا فإن هذه القيم تعكس تباين مواد الأصل المكونة للرواسب.

٤- التحليل المعدني:

تُظهر نتائج التحليل المعدني عدد (٦) عناصر معدنية في عينتين من الرواسب (جدول٢٤).

جدول ٢٤: التحليل المعدني للرواسب الرملية

المعدن	الرمز	العينة الأولى ملليجرام/كجم	العينة الثانية ملليجرام/كجم
منجنيز	Mn	١٩٠	١٨٨.٥
بوتاسيوم	K	٨٣٩	١٧٥٠
كالسيوم	Ca	١٨٠٠٠	١٢٠٠٠
ماغنسيوم	Mg	٦٠٠٠	٦٥٠٠
حديد	Fe	٢٥٠٨٧	٢٠٨٨٠
المونيوم	Al	٢٠١٣٣.٥	٣٣١.٤

المصدر: اعتمادا على نتائج تحليل العينات التي أجرتها الباحثة

يتضح من تحليل جدول (٢٤) ما يلي:

- تتسم الرواسب بعينات منطقة الدراسة بغناها بمعادن الكالسيوم، والماغنسيوم والبوتاسيوم، والمنجنيز، والحديد، والألمونيوم، ويعد عنصر الحديد أكثر العناصر انتشاراً بنسب تركيز تراوحت بين ٢٥٠٨٧ ملليجرام/كجم و٢٠٨٨٠ ملليجرام/كجم، وهذا دليل على انتشار صخور المونزوجرانيت بالمنطقة، بينما تراوح تركيز عنصر الكالسيوم بين ١٨٠٠٠ و ١٢٠٠٠ ملليجرام/كجم.

- تراوح تركيز عنصر الألمونيوم بين ٢٠١٣٣.٥ و ٣٣١.٤ ملليجرام/كجم، ويدل ارتفاع نسبته على انتشار معدن الفلسبار بالمنطقة، أما عنصر الماغنسيوم فتراوحت تركيزاته بين ٦٥٠٠و ٦٠٠٠ ملليجرام/كجم، بينما تراوحت تركيزات عنصر البوتاسيوم بين ١٧٥٠و ٨٣٩ ملليجرام/كجم، وتراوح تركيز عنصر المنجنيز بين١٩٠ و١٨٨.٥ ملليجرام/كجم.

ثالثاً: الأخطار البيئية بالمنطقة:

تتمثل الأخطار البيئية بمنطقة الدراسة في حدوث مشكلات تهدد المجتمعات البشرية، مما يسبب تدهورًا في النظام البيئي، وهذه الأخطار إما ناتجة عن الأخطار التي تسببها البيئة الطبيعية دون تدخل من الإنسان، وإما ناتجة عن تداخلات بشرية، وتتمثل في الآتي:-

أ- أخطار السيول:

يعد الجريان السيلي من الأخطار الطبيعية التي تحدث بمناطق الأودية الجافة؛ وتتمثل خطورة السيول هنا في أنها تحدث فجأة وتحمل معها وفرة من المفتتات التي تصل إلى حجم الجلاميد أحياناً، ثم تغير قنوات تصريفها من وقت لآخر على جسم المروحة (Cooke&Doornkamp,1974,p.180)، كما أنها تعد أحد أشكال النحت المائي بالمنطقة، مما يؤدي إلى حدوث أضرار خطيرة على الطرق والمنشآت العمرانية القريبة منها، وعلى بيئة الشعاب المرجانية بسبب تجمع المياه الناتجة عن السيل فوقها فتمنع من وصول أشعة الشمس إليها وتقلل من نسبة الملوحة بالإضافة إلى ما تحمله من معادن ذائبة تضر الشعاب.

وتتوقف السيول بمنطقة الدراسة على كمية الأمطار الساقطة ونسبة التبخر ونوع الرواسب التي تتكون منها الأودية ودرجة تشبعها بالمياه، ويتضح من دراسة الخصائص المناخية السابق ذكرها لمنطقة الدراسة تباين كميات الأمطار الساقطة من فصل لآخر، حيث تعد شهور فصل الشتاء أغزر الشهور في كمية الأمطار وهذه الكمية لا تُحدث سيولاً، وبالرغم من ذلك فإن المنطقة تعرضت للسيول خلال فترات زمنية مختلفة.

ويتضح أن أكبر كمية من الأمطار الساقطة خلال اليوم الواحد واستمرت لساعات طويلة وأثرت على المنطقة بلغت ٥٩ ملم بمحطة شرم الشيخ، و٣٤.٧ ملم بمحطة نويبع، و٣٥.٣ ملم بمحطة طابا، و ٣٧.١ ملم بمحطة سانت كاترين (التهامي ٢٠٢٠، ص ٢٧٠).

١- الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المحيطة بمنطقة الدرسة:

ترجع أهمية دراسة الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف إلى تحديد أكثر الأماكن عرضة للسيول وكيفية تأثيرها على عمليات التنمية المستدامة بالمنطقة.

يتضح من تحليل جدول (٢٥) ما يلي:

- يتراوح زمن التركيز بالأحواض الصغيرة بمنطقة الدراسة بين ١٩ دقيقة بحوض وادي أم راكة و٤٢ دقيقة بحوض وادي السمراء، بينما يتراوح في الأحواض كبيرة المساحة بين ١.١٨ساعة بحوض وادي أم عدوي و١.٥٠ ساعة بحوض وادي الكيد، مما يدل على أنه كلما صغرت المساحة قلت الفترة الزمنية اللازمة لانتقال المياه من المنبع حتى المصب والعكس صحيح، بينما تتراوح سرعة الجريان السيلي في الأحواض الصغيرة بين ٥٧.٨ كم/ ساعة بحوض وادي أم راكة و٤٤.٦ كم/ ساعة بحوض وادي زوبرع وفي الأودية كبيرة تراوحت بين ٣٠.٠٨ كم/ ساعة في حوض وادي أم عدوي و٣٤كم/ ساعة بحوض وادي كيد، مما يدل على وجود علاقة عكسية بين سرعة الجريان ومساحة الأحواض فكلما زادت سرعة الجريان في الأحواض صغيرة المساحة زادت قدرة التيار المائي على نحت كميات كبيرة من الرواسب مما ينتج عنه سيول مدمرة لذا فإن الأحواض صغيرة المساحة هي الأكثر خطرًا.
- تراوح حجم الفاقد من التبخر والتسرب بمنطقة الدراسة بين ١٩٨.٨م^{٣} بحوض وادي الكيد و٧.٧م^{٣} بحوض وادي أم راكة، ويرجع ذلك إلى أن منطقة الدراسة من المناطق الصحراوية الجافة التي تتزايد فيها معدلات التبخر بمتوسط سنوي ١٢.٦مم/ يوم جدول (٤) السابق ذكره، بسبب ارتفاع درجات الحرارة صيفاً إلى جانب زيادة كمية الإشعاع الشمسي، كما يتضح أن كمية الفاقد بالتبخر تقل في الأحواض صغيرة المساحة شديدة الانحدار مما يجعلها أكثر عرضة للجريان السيلي، بينما تختلف قيم التسرب من حوض لآخر تبعاً لطبيعة الرواسب ودرجة المسامية وسرعة المياه الجارية ودرجة الانحدار، فيزداد التسرب مع زيادة المسامية وزيادة عمق التربة وقلة الانحدار، وكلما زادت كمية الأمطار الساقطة عن طاقة التسرب أدي ذلك إلى تجمع وجريان المياه على سطح التربة.
- بلغ إجمالي صافي الجريان بمنطقة الدراسة ٨٠٨٦٠.٧ ألف م^{٣} بمتوسط عام ٨٩٨٤.٥ ألف م^{٣} للحوض الواحد، حيث تراوحت قيمة صافي الجريان بين

٤٤٩٠١.٢ ألف م^{٣} بحوض وادي كيد و٨١٢.٣ ألف م^{٣} بحوض وادي أم راكة، مما يعني أن جملة ما تبقي من المياه الساقطة تزداد في الأحواض كبيرة المساحة هينة الانحدار، أما الأحواض صغيرة المساحة شديدة الانحدار سريعة الجريان تحوي نسبة أقل من صافي الجريان.

جدول ٢٥: الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف المحيطة بالمنطقة

الحوض	زمن التركيز ساعة	سرعة الجريان السيلي[١] كم/ساعة	إجمالي المياه الساقطة[٢] (ألف م^{٣})	إجمالي الفاقد من المياه[٣] (م^{٣})	صافي الجريان[٤] (ألف م^{٣})
السمراء	٠.٤٢	٢٣.٣	١٤٩٢.٤	١٣.٩	١٤٧٨.٥
خشم الفخ	٠.٤٠	٢٥	١٥٨٢.٦	١٨.٢	١٥٦٤.٤
الكيد	١.٥٠	٣٤	٤٥١٠٠	١٩٨.٨	٤٤٩٠١.٢
أم راكة	٠.١٩	٥٧.٨	٨٢٠	٧.٧	٨١٢.٣
أم عدوي	١.١٨	٣٠.٠٨	١٤٩٤٠.٤	١٣٠.٦	١٤٨٠٩.٨
زويرع	٠.٢٨	٤٤.٦	١٣٢٨.٤	٨.٢	١٣٢٠.٢
أم طرطير	٠.٤٥	٢٤.٤	٢٥٥٠.٢	٦٤.٨	٢٤٨٥.٤
الخناصير	٠.٥٩	٣٩.٦	١٢٢١٨	٧٧.١	١٢١٤٠.٩
عواجة	٠.٣٥	٣٢.٣	١٣٦١.١	١٣.١	١٣٤٨

المصدر: اعداد الباحثة اعتمادا على خرائط Dem الخاصة بمنطقة الدراسة بتطبيق برنامج ArcMap10.6.1.

٢- درجة الخطورة

اعتمدت الدراسة في تحديد معايير درجات خطورة أحواض التصريف اعتماداً على تصنيف (Saber & Hassan, 2023)، حيث تقوم فكرتها على أن مكمن الخطر يمكن تمثيله على شكل مثلث أضلاعه الثلاثة تتكون من: الإنسان وما يتعلق به، وسرعة الجريان السيلي، وصافي الجريان. والتي يمكن توضيحها على النحو التالي بمنطقة الدراسة:

---

[١] سرعة المياه = المسافة (طول الحوض) / زمن التركيز (خضر،١٩٩٧، صـ٣٨)

زمن التركيز = X٠.٠٠١٣ طول المجرى الرئيسي بالمتر (١.١٠) ×الفارق الرأسي (الفارق بين أعلى وأنى نقطة)X ٠.٣٨

(Green etal,2002,pp.76-77)

Tc= L(1.10/770H)0.38

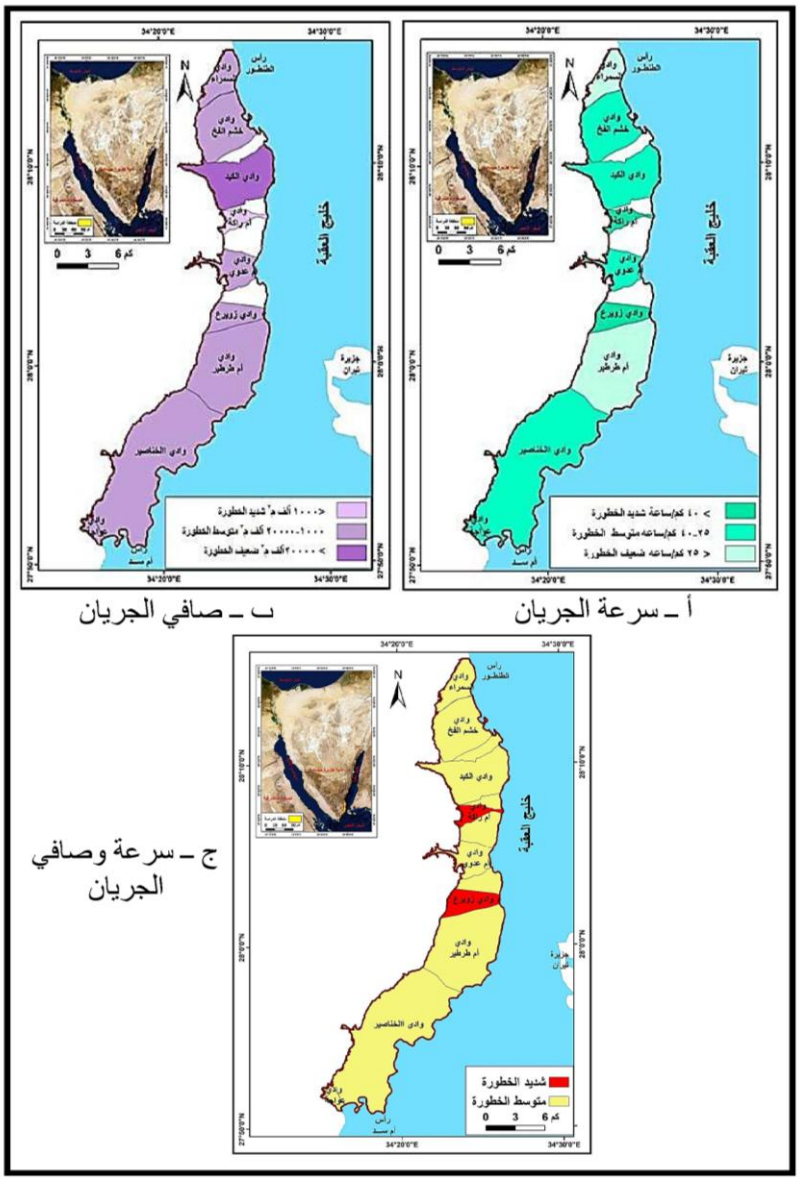
Tc= زمن التركيز ،L = طول المجرى الرئيسي، H= الفارق الرأسي (٠.٣٨ و ١.١٠) = أس ثابت يعبر عن خصائص الحوض (Green etal,2002,pp.76-77)

[٢] اجمالي المياه الساقطة = مساحة الحوض × أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد (قدرت بـ ٤١مم^{٣})

[٣] جملة الفاقد من المياه= اجمالي التبخر والتسرب اثناء الجريان (صالح،١٩٩٩،صـ٢٧)

[٤] صافي الجريان = إجمالي التساقط – إجمالي الفواقد

تبين من تحليل (جدول ٢٥) و (شكل ٢٢) أن أكثر المناطق عرضة لأخطار السيول هي أحواض وادي أم راكة، ووادي زويرع، وهي الأحواض الأكثر سرعة في الجريان والأقل في صافي الجريان، بينما باقي الأحواض تعد من الأحواض متوسطة الخطورة.



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على نتائج جدول(٢٥) بتطبيق برنامجي, Arc Map 10.6.1WMS 11.1

شكل ٢٢: درجة خطورة السيول طبقا لسرعة وصافي الجريان بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

ب- الانهيارت الصخرية:

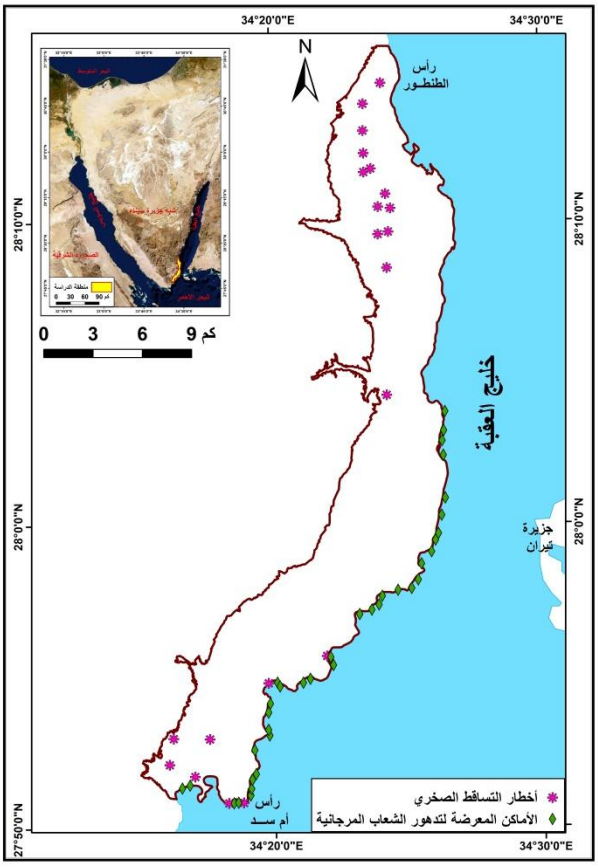
تحدث بمناطق الجروف الساحلية الواقعة على خط الساحل والملاصقه له والتي ينعدم فيها وجود سهل ساحلي نتيجة لفعل عملية التجوية الميكانيكية والكيميائية إلى جانب التجوية الملحية والتي تعمل على تراكم البللورات الملحية بين الشقوق والفواصل في الصخر فيضعفها ويجعلها أكثر عرضة للانزلاق (صورة ٢٧).

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صوره ٢٧: الانهيارات الصخرية بمنطقة الدراسة

وتساعد عمليات النحت البحري والإذابة في قواعد الجروف الساحلية على انزلاق الأجزاء العليا من الجرف، وينتج عن عمليات التجوية أيضا وجود فواصل بشكل أفقي أو رأسي بالطبقات العليا الضعيفة من الجرف نتيجة التغير في درجات الحرارة وتعاقب البلل

والجفاف فتتساقط الكتل الصخرية مهددة مناطق الشعاب المرجانية الساحلية وشواطئ القرى السياحية بمناطق خليج القرش وخليج نعمة وهضبة أم سد (شكل٢٣).



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على نتائج الدراسة الميدانية بتطبيق برنامج Arc Map 10.6.1

شكل ٢٣: أخطار التساقط الصخري ومناطق تدهور الشعاب المرجانية بمنطقة الدراسة

بينما يحدث تساقط صخري بفعل الجاذبية الأرضية بمناطق التلال شديدة الانحدار، نتيجة تعرضها لعمليات تمدد وانكماش (تجوية ميكانيكية) بسبب التغير في درجات الحرارة، مما يؤدي في النهاية إلى تفكك الصخور وحدوث التساقط بالقرب من الطرق ومناطق الأسواق.

٣- أخطار ناتجة عن التداخلات البشرية

- تلوث المياه بالنفط ببعض مناطق الشروم والخلجان والمحميات بمنطقة الدراسة، هذا التلوث ناتج عن تسرب مخلفات السفن واليخوت ومراكب الصيد (صورة ٢٨)، مما يؤدي إلى حدوث تغير في نوعية المياه الطبيعية بسبب إضافة بعض المواد الضارة فيها، فتصبح غير صالحة لحياة الكائنات الحية البحرية.

أ ـ مارينا اليخوت بشرم الشيخ ب ـ قرية الصيادين بمحمية نبق

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٨: اليخوت ومراكب الصيد كمصدر لتلوث المياه بمنطقة الدراسة

- تدهور الشعاب المرجانية نتيجة التداخلات البشرية، حيث تبين حدوث اندثار لبعض مناطق الشعاب المرجانية الساحلية بمنطقة الشواطئ السياحية بشرم الشيخ ناتج عن بعض الممارسات البشرية الخاطئة من ناحية ومن التلوث بالنفط من ناحية أخرى (شكل ٢٣).

٤- سبل مواجهة الأخطار للحد منها بمنطقة الدراسة:-

- عمل وسائل حماية متمثلة في التكسية الحجرية لجوانب الأودية بمنطقة الغرقانة حتى يمكنها مقاومة الجريان السيلي وحتى لا تتعرض للانهيار (صورة ٢٩)، كما تم عمل مخرات للسيول الفجائية أسفل الطرق المشيدة على مجاري الأودية، وإنشاء مجموعة من السدود والجسور المقاومة للسيول، وعمل خزانات (بحيرات صناعية) عند مصبات الأودية وبين المناطق المرتفعة وبجوار الطرق تستوعب كمية مياه تقدر

بنحو ٧ مليون م^{3} أثناء حدوث السيل، لإعادة استغلالها مرة أخرى (وزارة المياه والري، محافظة جنوب سيناء، ٢٠٢٢م).

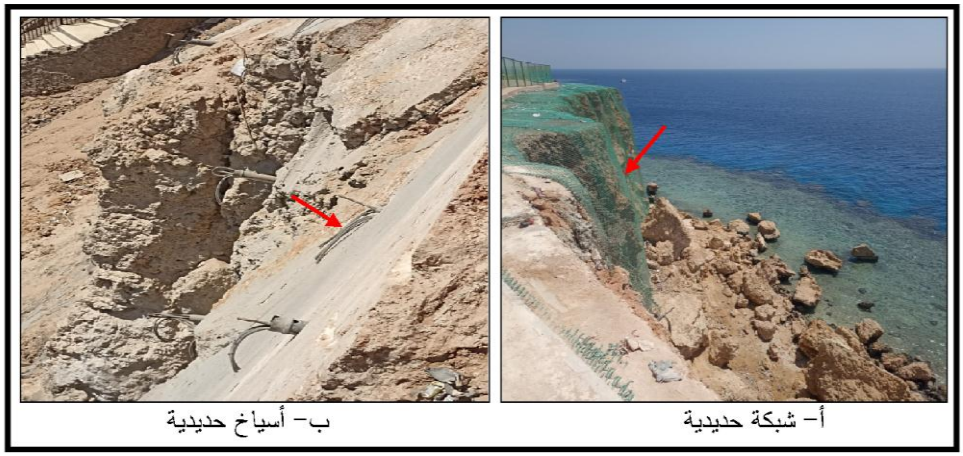
المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٢٩: وسائل الحماية من أخطار السيول بمنطقة الدراسة

- المعالجة البيولوجية لمناطق المياه الملوثة من خليج العقبة، والغرض منها هو تقييم مؤشرات التلوث وتحديد مصادرها لحمايتها من التلوث، وذلك للحفاظ على الثروة السمكية والتنوع الحيوي (المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد، ٢٠٢٠). إلى جانب إدارة عملية الصيد بشكل سليم للحد من عمليات التلوث الناتجة عن سفن الصيد.
- حماية بيئة الشعاب المرجانية عن طريق الحفاظ على الشواطئ ومياه البحر من التلوث الناتج عن المخلفات البشرية، ومنع الصيد بأماكن الشعاب إلى جانب إعادة تأهيل مساكن الشعاب المرجانية والحد من الممارسات البشرية التي تؤثر عليها

(جهاز شئون البيئة، إدارة حماية الشواطئ والمياه، ٢٠٢٠م)، ويرجع ذلك لدورها المهم في الحفاظ على النظام البيئي، وحياة أغلب الكائنات الحية البحرية، إلى جانب فوائدها الاقتصادية والبيئيّة.

- ترميم هضبة أم سد وبعض مناطق الجروف الساحلية للحفاظ عليها من الانهيار والتساقط، وذلك عن طريق وضع شبكات حديدية لمقاومة عمليات النحت، إلى جانب عمل تسوية رأسية (كحت) لحافة الهضبة ثم إدخال مواسير بها أسياخ حديدية لتثبيت الصخور وحمايتها من الانهيار (صورة ٣٠) (محافظة جنوب سيناء، المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء، ٢٠٢٠).



المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٣٠: وسائل حماية الجروف والحافات الساحلية من التساقط

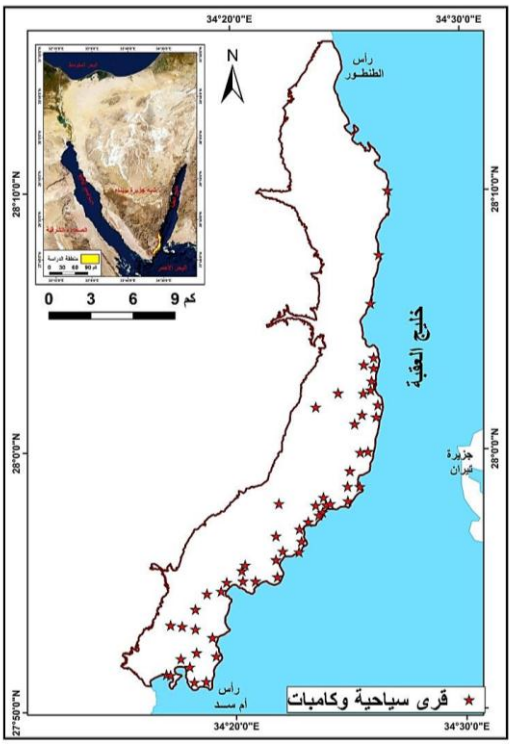
رابعاً: التنمية المستدامة بمنطقة الدراسة:

تتعدد الموارد الطبيعية بمنطقة الدراسة؛ لذا تسعى الدولة لإقامة المشاريع التنموية عن طريق استغلال تلك الموارد، وتعد التنمية المستدامة عملية تطوير وتخطيط متكامل لمنطقة الدراسة من خلال ترشيد استخدام موارد البيئة الطبيعية، لكي تلبي احتياجات المجتمع في الوقت الحاضر ويستفيد منها الأجيال القادمة في المستقبل، وهذه الاستدامة تحتاج إلى صيانة للنظام الأيكولوجي بما يحقق قدرة النظام على البقاء (Baily,1996,p.6). وتتمثل التنمية بمنطقة الدراسة في الآتي:

١- التنمية السياحية المستدامة:

تتوفر العديد من المقومات الطبيعية التي تعطيها طبيعة ساحرة وخلابة، وكلما تنوعت الظاهرات الجيومورفولوجية زادت عملية الجذب السياحي (Mcintosh,1972,p.127)، ومن أهم عوامل الجذب السياحي بالمنطقة: الموقع الجغرافي المتميز على ساحل خليج العقبة، ونقاء المياه، ووجود بيئة الشعاب المرجانية والتي تعد مزارًا سياحيًا لكل من يبحث عن الجمال والطبيعة بسبب ألوانها الزاهية المختلفة وطبيعتها الساحرة وأنواعها النادرة، كما أنها تستغل في ممارسة رياضة الغطس، إلى جانب توافر شبكة الطرق ووسائل النقل والمواصلات.

كما تم إنشاء عدد كبير من المنشآت السياحية كالقرى السياحية والشاليهات والفنادق والكامبات (شكل٢٤) و(صورة٣١) والمتنزهات والأماكن الترفيهية والترويحية للسياح، بمناطق محمية نبق، وخليج نبق، ومنطقة الغرقانة، وخليج القرش، وخليج نعمة، وهضبة أم سد وذلك لقربهما من مياه البحر بساحل خليج العقبة ومن شبكة الطرق.



المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة من نوع land Sat ETM سنة ٢٠٢٢.

شكل ٢٤: التنمية السياحية بمنطقة الدراسة

أ- الكامبات بمحمية نبق

ب- القرى السياحية بخليج نعمه

ج- مشروعات انشاء القرى السياحية بمنطقة الغرقانة

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٣١: نماذج من مشروعات التنمية السياحية بمنطقة الدراسة

وتتمثل السياحة بمنطقة الدراسة في سياحة الشواطئ للاستمتاع بالمناظر الطبيعية الساحرة، وسياحة الرياضة لممارسة رياضة السفاري والسباحة والغطس والشراع (صورة ٣٢)، والسياحة العلاجية نظرًا لوجود النباتات الطبيعية الطبية النادرة، وسياحة المؤتمرات لتمتعها بالأماكن المناسبة لاستضافة الوفود الأجنبية وعقد المؤتمرات، والسياحة العلمية للتعرف على أهم الظاهرات الطبيعية بالمنطقة كالسهول والتلال والمحميات الطبيعية والأودية والشروم وغير ذلك، لذا تحرص الدولة على الحفاظ على موارد البيئة الطبيعية لتظل دائما نافعة في الحاضر والمستقبل.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٣

صورة ٣٢: رياضة السفاري والشراع بمنطقة الدراسة

٢- **تنمية مناطق المحميات الطبيعية:** تهتم الدولة بحماية مناطق المحميات الطبيعية والحفاظ عليها، وذلك لأنها من أهم المناطق التنموية في المستقبل كما هو الحال بمحمية نبق شمال منطقة الدراسة.

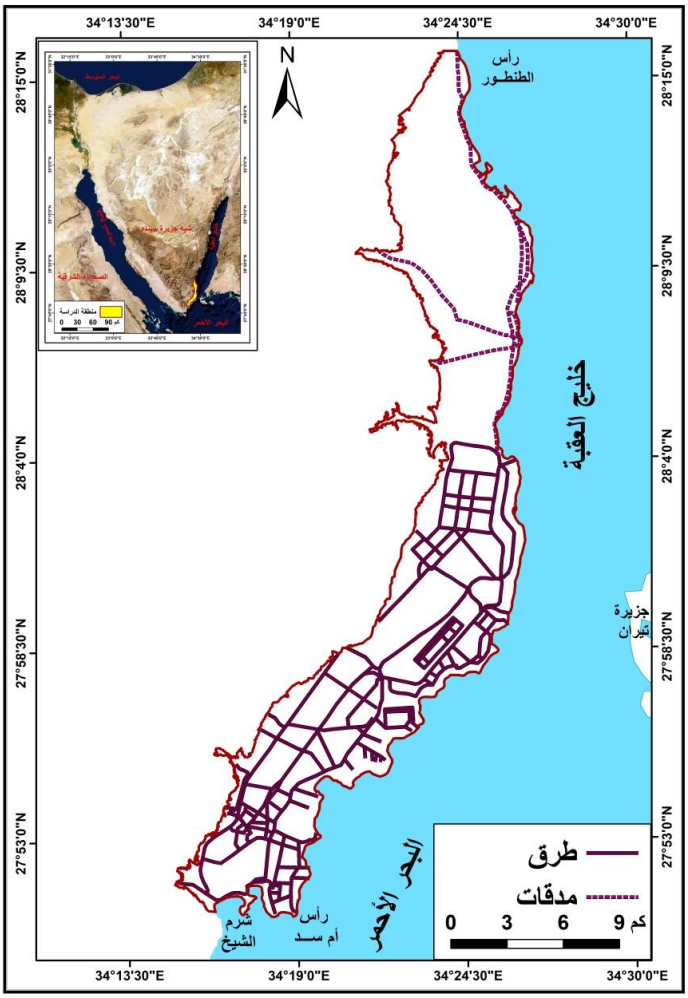
٣- **الأهمية الاقتصادية للنباتات الطبيعية:** تزخر منطقة الدراسة بانتشار العديد من النباتات الطبيعية، وتلعب السيول دورًا إيجابيًا في نمو هذه النباتات بالمنطقة، وذلك من خلال توافر كميات كبيرة من الرواسب المختلفة الأحجام التي يجلبها السيل معه أثناء الجريان السيلي، إلى جانب ارتفاع نسبة مخزون المياه تحت السطحية. ومعظم هذه النباتات لها أهمية اقتصادية كبير حيث تستخدم كمصدر جيد للأدوية الطبيعية ومعالجة الأمراض بالطب البديل، وبعضها كغذاء مهم للكثير من للحيوانات البرية، وبعضها يدخل في عديد من الصناعات ومن فوائد النبات الطبيعي يعطي مظهرًا جماليًا للمكان ويحافظ على التوازن البيئي ومن أهم هذه النباتات (صورة ٣٣) أشجار المانجروف (AicenniaMarina): تعد بيئة مناسبة تحوي العديد من الأسماك والكائنات البحرية ومصدر جيد لجذب الطيور، ونبات الآراك (Salvadorapersica): يطلق عليه شجر السواك وهو من الأنواع المعمرة دائمة الخضرة وجذوره سميكة وله العديد من الاستخدامات كعلاج للهضم وآلام الظهر ومطهر للأسنان واللثة ويوجد بالمنطقة بمروحة وادي كيد، وأشجار الأكاسيا (Acacia Trees): التي تنمو بمخرات السيول عند مخارج الأودية وتعد مصدرًا مهمًا لغذاء الأغنام والماعز والجمال ولكنه محدود الانتشار، أما أشجار النخيل (Palm Trees): تنمو بالقرب من المياه تحت السطحية بالمناطق الجافة وتتميز بجذور عميقة تتوغل في باطن التربة حتى تسطيع من خلالها أن

تصل إلى مخزون المياه، وتعد من النباتات التي تتحمل درجة الحرارة وتوجد بمنطقة نخلة التل بنبق، نبات العاقول (Alhagi): من الأعشاب المعمرة ويستخدم في علاج الحرارة المرتفعة والحمى التي تصيب الانسان، ونبات الحنظل (Citrullus-Colocynthis): من النباتات الحولية الزاحفة التي تستطيع أن تنمو في البيئة الرملية بمنطقة الدراسة بأوراقه الخشنة ويستخدم في علاج بعض الأمراض.

المصدر: الدراسة الميدانية عام ٢٠٢٢.

صورة ٣٣: أشكال النبات الطبيعي بمنطقة الدراسة

٤- تنمية شبكة طرق النقل والمواصلات: تهتم الدولة بمشروعات تنمية شبكة طرق النقل والمواصلات بالمنطقة (شكل٢٥)، ويرجع ذلك لأهميتها في ربط المناطق ببعضها، كما أنها تُسهل من إمكانية الوصول إليها.



المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة من نوع land Sat ETM سنة ٢٠٢٢،Google Earth pro2022

شكل ٢٥: شبكة الطرق بمنطقة الدراسة

٥- **تنمية الثروة السمكية:** تسعى الدولة لتنمية ثروتها السمكية بمنطقة خليج العقبة ككل عن طريق توفير مراكب وسفن للصيد، ونشر الوعي البيئي بين الصيادين لتنظيم عمليات الصيد والحفاظ على البيئة الطبيعية من مختلف أنواع التلوث.

٦- **تنمية المشروعات الاقتصادية:** ويرجع ذلك لتوافر العديد من موارد الثروة المعدنية في مناطق المحاجر، ومن أهم هذه المعادن معدن الجرانيت الذي يدخل في صناعة الرخام، إلى جانب وجود معدن النحاس بمنجم النحاس بوادي السمراء بمحمية نبق، والذي يدخل في العديد من الصناعات كالسبائك والبويات.

النتائج

توصلت الدراسة من تحليل البيانات السابقة إلى النتائج التالية:

- يتراوح ارتفاع المنطقة بين صفر عند خط الساحل شرقا و١٠٠م بالاتجاه غربا. فيما عدا بعض المناطق ترتفع لأكثر من ١٢٠م. كما يتجه سطحها نحو الانحدار الخفيف جدًا، مما يدل على أنها منطقة ارسابية في المقام الأول.
- تلعب الخصائص المناخية دورًا مهمًا في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة، وذلك من خلال التغيرات في درجات الحرارة ومعدلات التبخر ونسبة الرطوبة من ناحية، والتغير في سرعة الرياح واتجاهها وكمية التساقط من ناحية أخرى إلى جانب تعرضها لعمليات التجوية والتعرية.
- تسهم الخصائص الجيولوجية في تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بالمنطقة كظاهرة الأودية التي ارتبطت في نشأتها بمناطق الصدوع، وبظروف المطر في العصور الجيولوجية للزمنين الثالث والرابع، كما يتضح تأثير أنواع الصخور على الرواسب الجيولوجية التي تتكون منها الظاهرات، حيث تعد بمثابة المصدر الرئيسي للرواسب والمفتتات التي نحتت ونقلت وترسبت بواسطة مجموعة من العوامل كالعوامل البحرية والعوامل الهوائية والعوامل الفيضية.
- تعد الخصائص البحرية من أمواج وتيارات بحرية وحركة مد وجزر، من أكثر العوامل في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية، كما أنها المسؤولة عن إعادة توزيع الرواسب على طول خط الساحل.
- انتشار العديد من النباتات الطبيعية بالمنطقة، والتي كان لها دور مهم ورئيس في تغير الشكل الطبيعي للوسط المحيط بها، كما كانت سبباً في نشأة بعض الظاهرات الجيومورفولوجية كالنباك ومستنقعات المانجروف.
- تزخر المنطقة بالعديد من الظاهرات الجيومورفولوجية التي تكونت نتيجة للعديد من العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تؤثر في تشكيلها، حيث رصدت بعض الظاهرات الناتجة عن تذبذب منسوب سطح البحر: كالتغير في خط الساحل، وتكون المدرجات البحرية، والشروم والخلجان الصغيرة، وظاهرات ناتجة عن الجريان السيلي: كالأودية الجافة، والمراوح الفيضية، وظاهرات مرتبطة بالتعرية البحرية: كالأرصفة البحرية، والجروف، والحافات الشاطئية، والشواطئ البحرية، والشعاب

المرجانية، والرؤوس البحرية، والمسننات الشاطئية، والسبخات، إلى جانب الظاهرات المرتبطة بعمليات التعرية الهوائية فبعضها ناتج عن النحت: كالموائد الصحراوية، والفرشات الرملية، والنباك.

- تغير طفيف شهدته المنطقة خلال الفترة بين عام ١٩٩٢م حتى عام ٢٠٢٢م والمتمثل في: تناقص مساحات صغيرة من السبخات نتيجة التدخلات البشرية، وتزايد طفيف في مساحة المراوح الفيضية نتيجة تراكم الرواسب الفيضية بالجريان السيلي، إلى جانب استغلال مساحة كبيرة في عمليات التنمية السياحية.
- تتعرض المنطقة للعديد من الأخطار التي تهدد توازنها البيئي وهذه الأخطار تسببها البيئة الطبيعية مثل: الانهيارات الصخرية الناتجة عن عمليات التجوية بمناطق الجروف الساحلية والتلال الداخلية، إلى جانب أخطار السيول الطبيعية التي تحدث فجأة وتهدد المنشآت السياحية والطرق، أو ناتجة عن تدخلات بشرية متمثلة في: تلوث المياه بالنفط الناتج عن تسرب مخلفات السفن واليخوت ومراكب الصيد، وتدهور بعض مناطق الشعاب المرجانية.
- اتباع العديد من الطرق والوسائل للحد من الأخطار مثل: المعالجة البيولوجية للمياه البحرية الملوثة، وحماية بيئة الشعاب المرجانية من التدهور وإعادة تأهيلها مرة أخرى، والحد من أخطار السيول عن طريق التكسية الحجرية لجوانب الأودية وعمل مخرات للسيول وبحيرات اصطناعية تعمل كخزانات لمياه السيل، إلى جانب مشروعات ترميم حواف الهضاب والجروف الساحلية لحمايتها من الانهيار والتساقط.
- إقامة العديد من المشاريع التنموية عن طريق استغلال تلك الموارد الاستغلال الأمثل، كمشروعات التنمية السياحية بالمنطقة، ويرجع ذلك لتوافر العديد من المقومات الطبيعية، مع توافر شبكة جيدة من الطرق ووسائل النقل والمواصلات كل هذه العوامل جعلتها من أهم مناطق الجذب السياحي. كما تتسم المنطقة بتوافر العديد من موارد الثروة المعدنية، ومن أهم هذه المعادن وأكثرها انتشاراً معدن الجرانيت الذي يدخل في صناعة الرخام، إلى جانب وجود معدن النحاس والذي يدخل في العديد من الصناعات كالسبائك والبويات.

المراجع والمصادر

أولاً: المصادر

- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، قسم المناخ، بيانات مناخية غير منشورة، في الفترة ما بين أعوام ١٩٩٠، ٢٠٢٠م، القاهرة.
- الهيئة العامة للمساحة الجيولوجية المصرية، الخريطة الجيولوجية لسيناء لوحة رقم (١)، مقياس رسم ١:٢٥٠,٠٠٠، طبعة عام ١٩٩٤، القاهرة.
- الهيئة العامة المصرية للبترول، خريطة جنوب سيناء (كونكو) مقياس رسم ١:٥٠٠٠٠٠، عام ١٩٨٧.
- الهيئة العامة المصرية للمساحة، الخرائط الطبوغرافية مقياس رسم ١:٥٠,٠٠٠، طبعة سنة١٩٩٦م، القاهرة.
- صور الأقمار الصناعية (land sat) من نوع Enhancement (ETM) Thematic Mapper، عام ٢٠٢٢، ومن نوع Thematic Mapper (TM)، عام ١٩٩٢، دقة ٢٨.٥م.
- المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد، برنامج رصد نوعية المياه، بيانات غير منشورة، أعوام ٢٠١٧– ٢٠٢٠م.
- هيئة الرصد البحري، ميناء نويبع، بيانات غير منشورة، أعوام٢٠١٦،٢٠١٧،٢٠١٨.
- جهاز شئون البيئة، الإدارة المركزية لحماية الشواطئ والمياه، تقارير غير منشورة، أعوام ٢٠١٧، ٢٠٢٠،٢٠٢٢م.
- محافظة جنوب سيناء، وزارة المياه والري، تقارير متفرقة وغير منشورة عام ٢٠٢٢م،
- محافظة جنوب سيناء، المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء.

ثانياً: المراجع العربية

- البارودي، محمد سامي (١٩٩٠): جيومورفولوجية الشروم على الساحل الشرقي للبحر الحمر – المملكة العربية السعودية، دورية علمية محمكة يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد١٣٣.

- البدوي، ابراهيم محمد علي (١٩٩٣): منطقة رأس محمد فيما بين وادي العاط الشرقي والغربي – دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب ، جامعة الاسكندرية.
- البهنساوي، أحمد محرم (٢٠٠٣): النظم البيئية بالساحل الشرقي لسيناء "دراسة جغرافية "، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- التركماني، جوده فتحي (١٩٨٧): اقليم ساحل خليج العقبة في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب، جامعة القاهرة.
- التركماني، جوده فتحي(١٩٨٩): جيومورفولوجية الشروم البحرية بمنطقة رأس البحر الأحمر، مجلة كلية البنات، جامعة عين شمس، العدد الخامس.
- التركماني، جوده فتحي (١٩٩١): جيومورفولوجية المراوح الفيضية على جانبي واي دهب – الغائب "بشبه جزيرة سيناء"، مجلة بحوث كلية الآداب، جامعة المنوفية، العدد الخامس، ص ص ٦٩-١٤٤.
- التركماني، جوده فتحي (٢٠١١) دراسة في أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الثالثة، دار الثقافة العربية، القاهرة.
- التهامي، محمد أحمد إبراهيم (٢٠٢٠): النظام البيئي للرواسب ونمذجتها لمحميتي نبق وأبو جالوم بجنوب شرق سيناء باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة دمياط.
- التهامي، محمد أحمد إبراهيم (٢٠٢٢): استنباط مؤشر لقياس مدى نضج الارساب الرياحي – دراسة تطبيقية لنباك السهل الساحلي جنوب غرب خليج العقبة باستخدام تطبيقات الجيوماتكس، مجلة كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، يناير العدد (٢٦).
- الحسيني، السيد السيد (١٩٩٨): دراسات في الجيومورفولوجيا: أشكال سطح الأرض، الجزء الأول، دار الثقافة العربية، القاهرة.
- الخطيب، أمينة عبد الحميد حسن(٢٠٠٧): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية بمنطقة خليج العقبة بسيناء – دراسة في الجغرافيا الطبيعية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الدراسات الإنسانية، جامعة الأزهر.

- الدليمي، خلف حسين (٢٠٠٥): التضاريس الأرضية" دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- جودة حسنين جودة (١٩٩٨) الجيومورفولوجيا ، علم أشكال سطح الأرض ، مع التطبيق بأبحاث في جيومورفولوجيا العالم العربي ، منشأة المعارف الإسكندرية
- جودة حسنين جودة (٢٠٠٠): الجيومورفولوجيا علم أشكال سطح الأرض مع التطبيق بأبحاث في جيومورفولوجية العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- حجاب ، محمود أحمد(٢٠٠٤): جيومورفولوجية السهل الساحلي والاقليم الجبلي بين رأس بكر ورأس غالب – غرب خليج السويس دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه منشورة، كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي.
- خضر، محمود محمد (١٩٩٧): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآاب، جامعة عين شمس، القاهرة.
- خضر، محمود محمد (٢٠٠٥): جيومورفولوجية الأشكال الرملية غرب وادي العريش، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- خطاب، محمد ابراهيم محمد (٢٠٠٧): جيومورفولوجية السهل الساحلي بين القصير ومرسى علم وأثرها على السياحة – دراسة تطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب ، جامعة القاهرة.
- سامي، سمير (١٩٩٧): الملامح الجيومورفولوجية لمحميتي نبق وأبو جالوم على ساحل خليج العقبة ، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٢٩، ص ص١٧٧-٣٢٣.
- سلامه، حسن رمضان (٢٠١٣): أصول الجيومورفولوجي، الطبعة الرابعة، دار المسيرة للنشر والتوزيع، الأردن.
- شطا، عبده (١٩٦٠): جيولوجية شبه جزيرة سيناء، موسوعة سيناء، المجلس الأعلى للعلوم، القاهرة.
- صابر، أحمد إبراهيم، وأحمد، هويدا توفيق، ومحمود، أميرة محمد (٢٠٢٢): التقييم الجيوهيدرولوجي لزمن التركيز وتأثيره على الجريان السيلي على الحافة الشرقية لهضبة الجلالة البحرية، مجلة كلية الآداب، جامعة الوادي الجديد.

- صالح، أحمد سالم (١٩٩٩) : السيول في الصحاري نظريا وعلميا، دار الكتاب الحديث ، القاهرة.
- عبد الحميد، مروة فؤاد (٢٠٢٠): محمية نبق بجنوب سيناء "دراسة جيومورفولوجية" باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب، جامعة المنصورة.
- عبد الله، عزة أحمد (٢٠٠٢): الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل "دراسة جيومورفولوجية"، حوليات كلية البنات، جامعة الزقازيق.
- فرج، طارق كامل، (٢٠٠٥): جيومورفولوجية الشعاب المرجانية في البحر الأحمر بمصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة حلوان، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.
- كليو، عبد الحميد أحمد (٢٠٠٦): سبخات الساحل الشمالي في دولة الكويت (توزيعها– نشأتها– خصائصها)، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- كليو، عبد الحميد أحمد، الشيخ، محمد إسماعيل (١٩٨٦): نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت "دراسة جيومورفولوجية"، سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- محسوب، محمد صبري (١٩٨٩): شبه جزيرة سيناء، دار النهضة العربية، القاهرة.
- محسوب، محمد صبري (١٩٩١): جيومورفولوجية السواحل، دار الثقافة والنشر، القاهرة.
- محسوب، محمد صبري (٢٠٠٢): "جيومورفولوجية الأشكال الأرضية"، دار الفكر العربي، القاهرة.
- محسوب، محمد صبري، أرباب، محمد إبراهيم (١٩٩٨):" الأخطار والكوارث الطبيعية– الحدث والمواجهة– معالجة جغرافية"، دار الفكر العربي، القاهرة.

ثالثا: المراجع الأجنبية

- Bird,E.C.F. (1968): Coasts Australian. Nat. university. Press, Canberra.
- Baily,R.G. (1996): Ecosystem Geography, Springer, New York.
- Biton, E. and Gildor, H. (2011) : The General Circalation of the Gulf of Aqaba revisited: The Interplay Between the Exchange flow Through the Straits of Tiran and Surface fluxes,"Journal of Geophysical Research, Vol.116, pp1-15.

- Cooke, R.U & DoornKamp, J.C. (1974): Geomorphology in Environmental Management, Oxford, London.
- Embabi, Nabil Sayed (2018): Landscapes and Landforms of Egypt : Land forms and Evolution, Springer International Publishing Switzerland.
- Harvey, A. m, Rachocki, A.H & Church, M. (1990): Factors Influencing Quaternary Alluvial Fan Development In Southeast. In Alluvial Fans, A Field Approach, London, pp.247-269.
- Hill, M.,(2004): Coasts and Coastal Management, Hodder& Stoughton, London.
- Madah,F., Mayerle, R.,Bruss,G. and Bento,J. (2015): Characterist of Tides in the Red Sea Region, A Numerical Model Study, Open Journal of Marine Science, 5, pp.193-209.
- Masselink, G., & Hughes, M.G., (2003): Introduction to Coastal Processes and Geomorphology, Arnold, London.
- Metwaly, Manal Samir,(2020): Geomorphological Evaluation of Weathering on the Marine Scarp of Um sid Plateau in South Sinai, Egypt,Bulletin de la Societe de Geographied'Egypt, page 81-14.
- Mcintosh,W., (1972): Tourism- Principles, Practices, Philosophies, Ohio.
- Navarro,M.,Munoz-Perez, J., Roman-Sierra, J., Ruiz-Canavate, G.,and Gomez-Pina, G. (2015): Characterization of wind-blown sediment transport with height in a highly mobile dune (SW Spain), GeologicaActa , Vol.13, pp.155-166.
- Ralston, D.K., Jiang, H. and Farrar, J.T.(2013):"Waves in the Red Sea : Response to monsoonal and mountain gap winds," Continental Shelf Research 65, pp.1–13.
- Saber,A.I., Hassan,H.T., (2023): EngineeringGeomorphology and Geotechnical Assessment of Wadi Abu Daraj, El-Galala Plateau using Geomatics Applications, Journal of the Faculty of Arts Port said University, No23, January.
- Schumm, S.A., (1956): Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey, Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 67, PP.597-646.
- Woodroffe, D.C., (2002): Coasts Form Process and Evolution, School Of Geosciences, University Of Wollongong, Australia.
- Young, A. (1972): "Slopes Oliver and Boyd," Enidburgh.

Spatial Analysis of the Coastal Plain Between Ras Um Sid and Ras Al-Tantour Southeast Sinai: A study in Applied Geomorphology Using Geomatics Techniques

Abstract

The coastal plain area in the southeast of Sinai abounds with many geomorphological phenomena resulting from the processes of erosion and deposition. They are subject to many processes and factors that are responsible for their formation, which have been monitored from the analysis of topographic maps, satellite images, field study, and laboratory analyses using geomatics techniques.

Besides, the area is exposed to many hazards, such as flash floods, rockslides, and degradation of coral reef areas. Accordingly, the state is always keen to reduce hazards, following many modern scientific ways and methods, because the area is one of the most promising areas in the field of tourism and urban development.

Keywords: Geomorphology, Sinai, Coastal plain, Geomatics, Environmental hazards.