

جيومورفولوجية الجروف البحرية غربي خليج السويس من رأس ثلمت جنوباً إلى رأس أبو درج شمالاً

د. هبة صابر أمين دسوقي

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة بنها

DOI: [10.21608/qarts.2022.115664.1342](https://doi.org/10.21608/qarts.2022.115664.1342)

مجلة كلية الآداب بقنا (دورية أكاديمية علمية)

مجلة كلية الآداب بقنا - جامعة جنوب الوادي - العدد ٥٣ (الجزء الثاني) يوليو ٢٠٢١

ISSN: 1110-614X الترخيم الدولي الموحد للنسخة المطبوعة

ISSN: 1110-709X الترخيم الدولي الموحد للنسخة الإلكترونية

موقع المجلة الإلكتروني: <https://qarts.journals.ekb.eg>

جيومورفولوجية الجروف البحرية غربي خليج السويس من رأس ثلمت جنوباً إلى رأس أبو درج شمالاً

إعداد

د. هبة صابر أمين دسوقي

أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة بنها

الملخص:

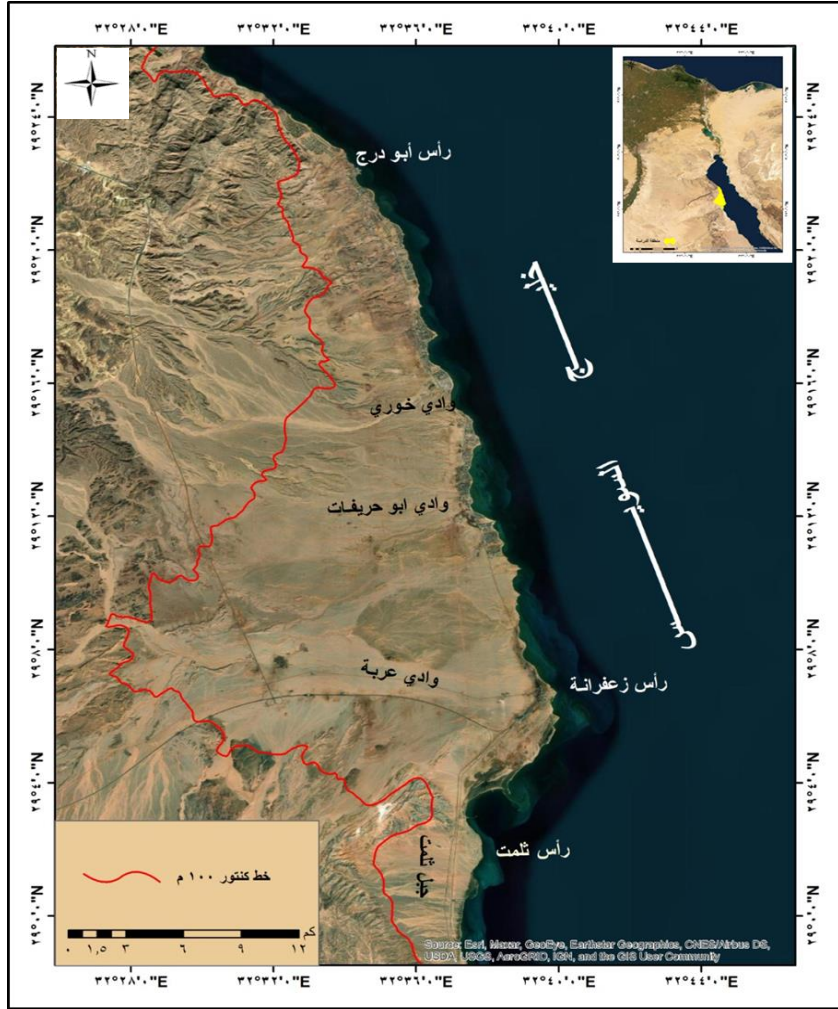
تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من الصحراء الشرقية، وتمتد على طول الجانب الغربي لخليج السويس ويحدها شمالاً وادي قسيب، وغرباً خط كنتور ١٠٠م، ويحدها شرقاً خليج السويس، ويحدها جنوباً وادي الجرف، وتبلغ مساحتها ٣٧٨,٧ كم^٢، ويتناول البحث الملامح الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة، والتوزيع الجغرافي للجروف البحرية، وتصنيفها العام، والتحليل المورفومتري لمنحدراتها، بالإضافة إلى مورفولوجية الجروف البحرية، ودراسة المشكلات التي تواجه تطویرها، وتعد عمليات نحت وتراجع الجروف وتلوث مياه الخليج بواسطة البترول من أهم المشكلات التي تواجه تطویر الجروف البحرية بمنطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: الجروف البحرية، الساحل الغربي لخليج السويس، عوامل وعمليات التشكيل، تراجع الجروف البحرية، مورفولوجية الجروف البحرية.

المقدمة:

الجروف البحرية هي عبارة عن الحافات الصخرية التي تشرف مباشرة على البحر ويتراوح انحدارها بين 40° و 90° (دسوقي، ١٩٨٧)، وإذا كانت مياه البحر ترتطم بالأجزاء الدنيا من هذه الحافات الصخرية، فإنها تعرف باسم الجروف البحرية النشطة، أما إذا كانت هذه الحافات بعيدة عن تأثير النحت بفعل مياه البحر فإنها تعرف باسم الجروف البحرية الساكنة، وتلعب طبيعة الصخور وعوامل وعمليات التشكيل المختلفة وكذلك مورفولوجية خط الساحل دوراً كبيراً في نشأة الجروف البحرية وتطورها، وتظهر الجروف بمنطقة الدراسة في شكل حوائط صخرية شديدة الانحدار تأخذ امتداداً موازياً لخط الساحل، كما تتميز بعض أجزائها الدنيا بالتقعر الشديد بسبب تعرضها لعوامل التشكيل البحرية وقيامها بعمليات التقويض السفلي، مما أدى لحدوث انهيارات أرضية وتراجع هذه الجروف فظهرت بعض أرصفتها النحت عند أقدامها والتي تتناسب في اتساعها مع معدل تراجع تلك الجروف.

وتقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الشرقي من الصحراء الشرقية، وتمتد على طول الجانب الغربي لخليج السويس فيما بين دائرتي عرض $23^\circ 11' 29''$ و $4^\circ 24' 29''$ شمالاً، وخطي طول $32^\circ 27' 45''$ و $32^\circ 39' 57''$ شرقاً، ويحدها شمالاً وادي قسيب، وغرباً خط كنتور ١٠٠م، ويحدها شرقاً خليج السويس، ويحدها جنوباً وادي الجرف، وتبلغ مساحتها $378,7$ كم^٢ شكل (١)، ويبلغ أقصى ارتفاع لمنطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي والغربي والجنوب الغربي (١٠٣م) ويقل بالتدرج صوب الشرق شكل (٢).

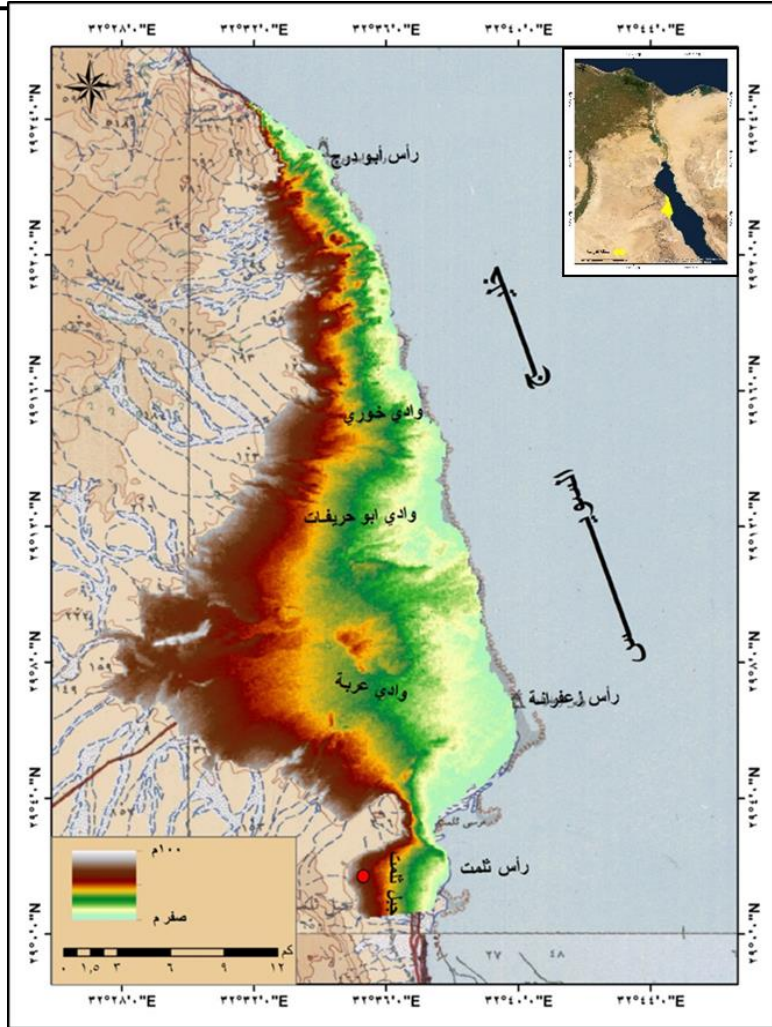


المصدر: من إعداد الباحثة إعتماًداً على المرئية الفضائية L8OLI_TIRS لعام ٢٠٢١ ونموذج الارتفاعات الرقمي SRTM 30m باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

شكل (١) موقع منطقة الولاية

١- أهمية الدراسة.

تكمّن أهمية الدراسة في الاهتمام باستخدام نتائج البحث الجيومورفولوجي في تحليل وتقييم دراسة الجروف البحرية بالمنطقة قيد الدراسة، والتنبؤ المكاني للمناطق المعرضة للتراجع، ومدى تأثيرها على الاستخدام البشري وذلك من خلال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على المرئية الفضائية L8OLI_TIRS لعام ٢٠٢١ ونموذج الارتفاعات الرقمية SRTM 30m باستخدام برنامج Arc Gis 10.3 والخواص الطوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠٠

شكل (٢) نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة

٢- مشكلة الدراسة.

تتمثل مشكلة الدراسة في تراجع الجروف البحرية بسبب حدوث الإنهيارات الأرضية وخاصة إذا ما تضافرت معها محفزات لحدوثها سواء كانت طبيعية أم بشرية أو كلاهما. ولذلك سوف تتم الإشارة إلى التساؤلات التالية:

- أ- ماهي الخصائص الجغرافية الطبيعية العامة لمنطقة الدراسة؟
- ب- ماهي أنواع الجروف البحرية، وما طبيعة انحدارتها، وكيف تتراجع؟
- ج- ما أثر تراجع الجروف البحرية على أنماط الاستخدامات البشرية في منطقة الدراسة؟
- د- ما هي وسائل التغلب على تراجع الجروف البحرية، والاستفادة منها في الجوانب التطبيقية؟

٣- منهج وأسلوب الدراسة.

استخدمت الباحثة المنهج الجغرافي التطبيقي القائم على دراسة العلاقة بين العوامل والعمليات والظواهر الجيومورفولوجية من ناحية، والتدخلات البشرية من ناحية أخرى، هذا بالإضافة إلى استخدام المنهج الوصفي الدقيق في بعض المواضع لوصف الظواهر الجيومورفولوجية قيد الدراسة، كما استخدم المنهج الموضوعي في تناول مفردات الظاهرة ومعالجتها، إلى جانب استخدام الأسلوب الكارتوجرافي في تمثيل الظواهر الجيومورفولوجية، وكذلك برامج نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد في تحليلها، كما استخدم الأسلوب الكمي في تحليل القياسات الميدانية والبيانات الجغرافية المختلفة.

٤- مصادر الدراسة.

أ- الدراسات السابقة.

تضم الدراسات السابقة الدراسات التي تناولت منطقة الدراسة من قريب أو بعيد، والدراسات التي اهتمت بدراسة الجروف البحرية خارج حدود منطقة الدراسة وتم الاستفادة منها، وهي تتلخص فيما يلي:

- دراسة (فرج، ٢٠٠٠) وموضوعها "جيومورفولوجية الجروف البحرية في الساحل الشمالي الغربي" وتناولت الدراسة الملامح الطبيعية العامة للساحل الشمالي الغربي، وعوامل وعمليات تشكيل الجروف البحرية، والخصائص الجيومورفولوجية للجروف البحرية، ومورفولوجية الأرصفة الشاطئية، والانسان والاستغلال الاقتصادي لسواحل الجروف البحرية.
- دراسة (رحيل، ٢٠١٩) وموضوعها " جيومورفولوجية الجروف البحرية والظواهر المرتبطة بها بمنطقة رأس الحكمة فيما بين رأس الغرقان ورأس حوالة " وتناولت الدراسة العوامل المؤثرة في تشكيل الجروف البحرية، وخصائصها الجيومورفولوجية، ورصد التغيرات الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، والأخطار الناجمة عن ارتفاع منسوب سطح البحر الحديث.
- دراسة (صادق، ٢٠١٦) وموضوعها " الأشكال الأرضية الناتجة عن النحت البحري بالساحل الغربي لخليج السويس فيما بين السويس شمالاً ورأس جمسة جنوباً دراسة جيومورفولوجية"، وقد تناولت الدراسة الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة، والرؤوس البحرية، والخلجان البحرية، والجروف البحرية، وأرصفة نحت الأمواج.
- دراسة (أبو زيد، ٢٠١٨) وموضوعها " الجروف البحرية على الساحل الغربي لخليج السويس، دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية" وتناولت الدراسة الملامح العامة للساحل، والخصائص الجيومورفولوجية للجروف البحرية، وعوامل تشكيلها، والظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بها، وأرصفة الجروف البحرية، والانسان والاستغلال الإقتصادي لسواحل الجروف.
- دراسة (Guida &Valente,2019) وموضوعه "Terrestrial and Marine Landforms along the Cilento Coastland (Southern Italy)" وتناولت الدراسة موقع المنطقة وخصائصها الجغرافية، وعوامل وعمليات التشكيل، وتضاريس

أشكال السطح البحرية على ساحل سايلنتو جنوب ايطاليا، والسيناريوهات المستقبلية المتوقعة لاستغلالها الاستغلال الأمثل.

- دراسة (Esposito, G., et al., 2020) وموضوعها "Mechanisms and frequency–size statistics of failures characterizing a coastal cliff partially protected from the wave erosive action" والدراسة تناولت الوضع الجيولوجي لمنطقة الدراسة وخصائصها الجغرافية، وعوامل وعمليات تشكيل الجروف، بالإضافة إلى دراسة معدلات تراجعها.
- دراسة (Gerivani, H., et al., 2020) وموضوعها "Sea cliff instability hazard assessment for coastal management in Chabahar, Iran" وتناولت الدراسة موقع منطقة الدراسة، وتحليل منحدرات الجروف البحرية، وعوامل تراجعها، ودراسة مؤشر خطر عدم استقرار منحدرات الجروف البحرية. ويتضح من العرض السابق أن دراسة الجروف البحرية بمنطقة الدراسة لم تكن هدفاً أصيلاً لأية دراسة سابقة.

ب- فحص وتحليل الخرائط والمرئيات الفضائية.

- اعتمدت الدراسة على مجموعة من المرئيات الفضائية والخرائط متعددة المقاييس لتحديد منطقة الدراسة وتتبع التغيرات التي طرأت عليها ومنها ما يلي:
- الخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠، لوحة واحدة (الزعفرانة) الهيئة المصرية العامة للمساحة، ١٩٤٣، ومقياس ١: ٥٠٠٠٠٠٠، لوحتين (رأس أبو الدرج والزعفرانة) ١٩٩٤ .
 - خريطة مصر الجيولوجية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠٠ (لوحة بني سويف)، الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية وشركة كونوكو كورال، ١٩٨٧.

- المرئية الفضائية Landsat 8 OLI_TIRs لعام ٢٠٢١ وعام ٢٠٠٠ وعام ١٩٨٤ بدقة ١٥م.

ج- الدراسة الميدانية.

تم أثناء الدراسة الميدانية عمل الآتي:

- قياس (١٩) قطاعاً على منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة باستخدام بعض الأجهزة والأدوات المساحية أثناء الدراسة الميدانية مثل جهاز توتل استيشن وجهاز أبني لفييل Abney level لقياس زوايا الانحدار، وشريط قياس المسافات الأرضية.
- تسجيل ملاحظات ميدانية عن نوع البنية الجيولوجية، ونوع الطبقات الصخرية، وسمات الرواسب السطحية لكل قطاع من القطاعات المقاسة.
- إنقاط صور فوتوغرافية للظواهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بالجروف البحرية.

٥- أهداف البحث.

يهدف هذا البحث إلى التعرف على السمات الجيومورفولوجية للجروف البحرية بمنطقة الدراسة، والمواد التي تكونها، ودراسة أشكال المنحدرات السائدة عليها، والتعرف على العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي ساهمت في تشكيلها سواء في الماضي أو الحاضر، وذلك من خلال:

- أ- قياس (١٩) توضح مقدار تراجع الجروف البحرية وأثر هذا التراجع على المنشآت السياحية في محاولة لإقتراح الحلول لدرء هذا التراجع.
- ب- معرفة أسباب التغيرات التي طرأت على الجروف البحرية الناجمة عن التدخلات البشرية، ومحاولة التعرف على الأجزاء القابلة للتنمية من هذه الجروف في ضوء التغيرات التي طرأت عليها، وتحديد أوجه تميمتها.

وسوف يتناول البحث الموضوعات التالية:

أولاً: الملامح الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة.

ثانياً: التوزيع الجغرافي للجروف البحرية.

ثالثاً: تصنيف الجروف البحرية.

رابعاً: التحليل المورفومتري لقطاعات منحدرات الجروف البحرية وأشكال منحدراتها.

خامساً: تراجع الجروف البحرية.

سادساً: العوامل المؤثرة في تشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة.

سابعاً: مورفولوجية الجروف البحرية.

ثامناً: الأهمية التطبيقية لسواحل الجروف البحرية.

أولاً: الملامح الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة.

١- الخصائص الجيولوجية.

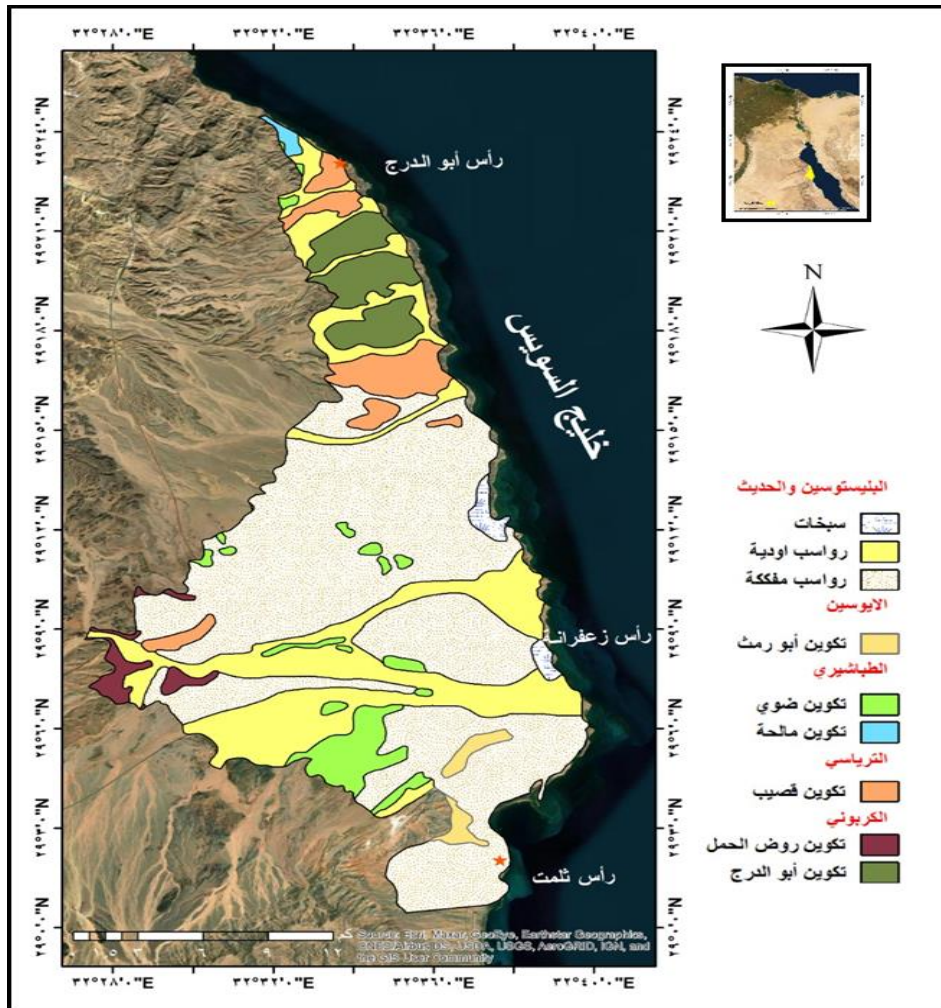
يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة بين عصر الكربوني الأعلى وعصر الكريتاسي الأعلى، هذا بالإضافة إلى رواسب الزمن الرابع، ويتضح من الخريطة الجيولوجية شكل (٣) أن التكوينات الجيولوجية التي تشكل منطقة الدراسة تتمثل فيما يلي:

أ- تكوين أبو درج.

ينتمي هذا التكوين إلى العصر الكربوني الأعلى، ويظهر على هيئة حافات جرفية شديدة الانحدار، كما يرتبط بتكويناته ظاهرة السقوط الصخري، ويظهر هذا التكوين بشكل واضح في المنطقة الممتدة من رأس أبو درج شمالاً حتى رأس الزعفرانة

جنوباً، وقد قسمه (Abdallah , A.M., 1963) إلى عدد من الوحدات الصخرية هي:

- الوحدة الأولى: تتكون من الحجر الرملي الحبيبي الخشن المتماسك.
- الوحدة الثانية: تتكون من الطين والطفل المحاري ذو اللون الأحمر.
- الوحدة الثالثة: تتميز بالألوان الداكنة وكثرة الفواصل والشقوق.



المصدر : من إعداد الباحثة اعتماداً على الخريطة الجيولوجية كونوكو كوال ، مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ ، سنة ١٩٨٧ ، باستخدام

برنامج Arc Gis 10.

شكل (٣) التكوينات الجيولوجية السطحية بمنطقة الواصة

تلعب تكوينات الكربوني دوراً مهماً في تشكيل مورفولوجية الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، حيث ساعدت على زيادة معدل تراجع جروف الحجر الرملي الكلسي، وذلك من خلال انتشار عمليات التقويض السفلي لهذه الجروف والتي ترجع إلى قلة مقاومة طبقات المارل والطفل لعوامل التعرية.

ب- تكوين روض الحمل.

ينتمي هذا التكوين إلى العصر الكربوني الأعلى، ويتكون من خمس وحدات، ويتألف من طفل وحجر رملي وبقايا مرجان في القمة، مع مارل أخضر متداخل مع الحجر الرملي وطبقات من الحجر الجيري مع الدولوميت، وحجر رملي خشن الحبيبات متعاقب مع طفل متعدد الألوان في القاعدة، وينتشر هذا التكوين في الأجزاء الدنيا من وادي عربة.

ج- تكوين قصيب.

ينتمي هذا التكوين إلى العصر الترياسي، ويتألف من الحجر الرملي، والحجر الرملي السلتي، والطفل، وتخلو صخوره من الحفريات، وينتشر في رأس أبو الدرج شكل (٤)، وينقسم تكوين قصيب إلى وحدتين هما:

- الوحدة الأولى: تتكون من طبقات الطفل الأحمر والطين مع تداخلات من الحجر الرملي.
- الوحدة الثانية: تتكون من الحجر الجيري والمارل والطفل، ويتميز باللون الأحمر الداكن والطوبي.



شكل (٤) تكوين قصيب برأس أبو درج - ناظراً
صوب الشمال الغربي

د- تكوين مالحة.

ينتمي تكوين مالحة إلى الكريتاسي الأعلى، ويتألف من حجر رملي، وحجر طيني رملي، ويبلغ سمكه حوالي ٥٥ متراً، وينتشر في رأس أبو درج وعلى طول واجهات الجروف المطلة على خليج السويس شمال الزعفرانة، ويرتبط ظهور هذا التكوين بمناطق الطيات المتأثرة بالصدوع مما أدى إلى تأثره بعمليات النحت المختلفة، وبالتالي زيادة معدل تراجع الجروف ونشاط التقويض السفلي لكثرة الفواصل والشقوق المنتشرة به.

هـ- تكوين ضوي.

ينتمي تكوين ضوي إلى العصر الكريتاسي الأعلى، ويتألف من عضوين، العضو السفلي يتألف من الحجر الجيري الأبيض، والعضو العلوي يتألف من طبقات من الحجر الجيري والحجر الرملي والمارل، وينتشر بالقرب من رأس أبو درج ووادي عربة.

و- تكوين أبو الرمث.

ينتمي تكوين أبو رمث إلى عصر الأيوسين الأسفل، ويتألف من الحجر الجيري الطباشيري، والحجر الجيري المتبلور الصلب، ويغلب عليه اللون الأبيض، وينتشر بالقرب من رأس ثلمت.

ز- رواسب الزمن الرابع.

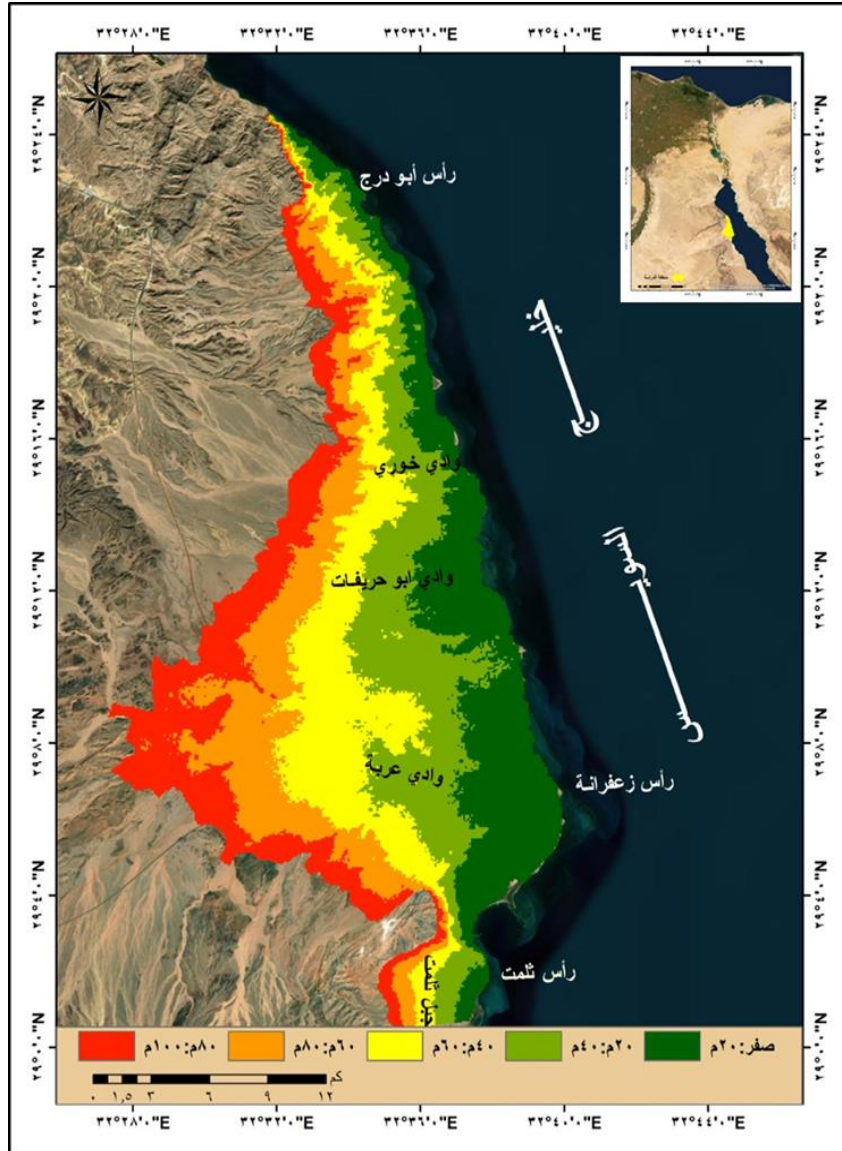
هي تضم رواسب البليستوسين والهولوسين، وتتكون من الحصى والرمل والزلط، وتتمثل في الرواسب الرملية ورواسب السبخات ورواسب قيعان بعض الأودية مثل وادي قصب ووادي أبو درج ووادي إحمير، والتي نقلت المياه الجارية رواسبها وأرسبتها على خط شاطئ الخليج وقد أضاف إليها البحر بعض التكوينات المرجانية والملحية والصلصال وبذلك جمعت بين الخصائص النهرية والبحرية شكل (٥).



شكل (٥) رواسب الزمن الرابع برأس الزعفرانة
- ناظراً صوب الشمال الشرقي

٢- الارتفاعات.

يتضح من تحليل خريطة الارتفاعات شكل (٦) أن الأجزاء التي يقل ارتفاعها عن ٢٠م تتمثل في النطاق الممتد بالساحل لخليج السويس في الشرق والذي تبلغ مساحته ٨١,٥ كم^٢ بنسبة (٢١,٥%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، أما الأجزاء التي يتراوح ارتفاعها ما بين ٢٠م و ٦٠م فتغطي حوالي ١٥٩ كم^٢ بنسبة (٤١,٩%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وهي تمتد موازية للنطاق السابق بمنطقة الدراسة، بينما الأجزاء التي يتراوح ارتفاعها بين ٦٠م و ١٠٠م تغطي حوالي ١٣٨,٣ كم^٢ بنسبة (٣٦,٥%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وتتمثل في الأجزاء الشمالية الغربية والغربية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمي SRTM 30m باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

شكل (٦) الارتفاعات بمنطقة الراسية

٣- المناخ.

تعد دراسة الأحوال المناخية ذات أهمية قصوى بالنسبة للدراسة الجيومورفولوجية الحالية، وذلك نظراً لتأثير عناصر المناخ على عوامل التشكيل الخارجية لأشكال

السطح الساحلية بصفة عامة والجروف البحرية بصفة خاصة، وسوف تعتمد هذه الدراسة على بيانات محطة أرصاد السويس، وتقتصر الدراسة على العناصر المناخية التالية:

أ- درجة الحرارة.

تعد الحرارة من أهم عناصر المناخ، حيث أنها تؤثر على بقية عناصر المناخ من ناحية، وتتوقف عليها تجوية الصخور من ناحية أخرى، ويتضح من جدول (١) وشكل (٧) أن منطقة الدراسة تقع ضمن النطاق الصحراوي الذي يتميز بارتفاع الحرارة حيث يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة $20,3^{\circ}\text{م}$ ، ويتراوح هذا المعدل بين $18,2^{\circ}\text{م}$ لشهور الشتاء و $27,3^{\circ}\text{م}$ لشهور الصيف.

وتتذبذب درجة الحرارة في نصف السنة الشتوي (أكتوبر - نوفمبر - ديسمبر - يناير - فبراير - مارس) بين $10,3^{\circ}\text{م}$ (متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر يناير) و 31°م (متوسط درجة الحرارة العظمى لشهر أكتوبر). بينما تتذبذب درجة الحرارة في نصف السنة الصيفي (إبريل - مايو - يونية - يوليه - أغسطس - سبتمبر) بين 16°م (متوسط درجة الحرارة الصغرى لشهر إبريل) و $37,1^{\circ}\text{م}$ (متوسط درجة الحرارة لشهر يوليه). ويبلغ المعدل السنوي للمدى الحراري $11,8^{\circ}\text{م}$ ، وقد سجل أعلى مدى حراري في شهر يونيو حيث بلغ $13,9^{\circ}\text{م}$ ، في حين سجل أقل مدى حراري في شهر يناير حيث بلغ $9,9^{\circ}\text{م}$.

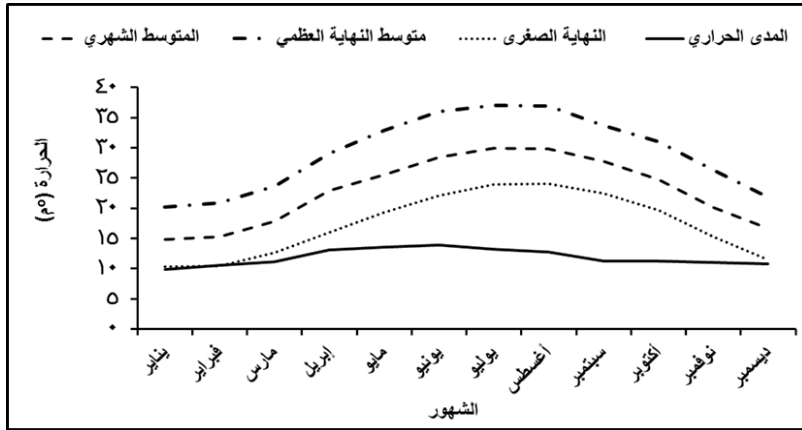
ويؤدي هذا التباين الواضح في درجات الحرارة بمنطقة الدراسة إلى تمدد وانكماش الصخور المكونة للجروف البحرية، ومن ثم تعرضها للتشقق والتفكك، وبالتالي نشاط عمليات التجوية الميكانيكية على واجهات تلك الجروف. كما تؤثر الحرارة على

نشاط عمليات التجوية الكيميائية على واجهات الجروف البحرية خاصة الجيرية منها والتي تنتشط مع ارتفاع درجات الحرارة ووجود الماء.

جدول (١): متوسط درجات الحرارة وسرعة الرياح وكمية المطر بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠ - ٢٠١٨)

العناصر الشهور	متوسط درجة الحرارة الشهرية (م°)	متوسط درجة الحرارة الصغرى (م°)	متوسط درجة الحرارة العظمى (م°)	المدى الحراري (م°)	سرعة الرياح (كم/س)	كمية الأمطار (مم)
يناير	١٤,٨	١٠,٣	٢٠,٢	٩,٩	٢٠,٠	٥,٠
فبراير	١٥,٣	١٠,٤	٢٠,٩	١٠,٥	١٨,٠	٠,٣
مارس	١٧,٨	١٢,٦	٢٣,٧	١١,١	١٥,١	٢,٦
ابريل	٢٢,٩	١٦,٠	٢٩,١	١٣,١	١٦,٤	٠,٦
مايو	٢٥,٦	١٩,٣	٣٢,٩	١٣,٦	١٧,٠	٢,٦
يونيو	٢٨,٤	٢٢,١	٣٦,٠	١٣,٩	١٧,٠	٠
يوليو	٢٩,٩	٢٣,٩	٣٧,١	١٣,٢	١٩,٠	٠
أغسطس	٢٩,٨	٢٤,١	٣٦,٩	١٢,٨	١٧,٠	٠
سبتمبر	٢٧,٧	٢٢,٤	٣٣,٧	١١,٣	١٩,٠	٠
أكتوبر	٢٤,٧	١٩,٧	٣١,٠	١١,٣	١٦,٠	٦,٢
نوفمبر	٢٠,١	١٥,٣	٢٦,٣	١١	١٣,٠	١,٠
ديسمبر	١٦,٧	١١,٥	٢١,٨	١٠,٨	١٧,٠	١,٣

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم المناخ .

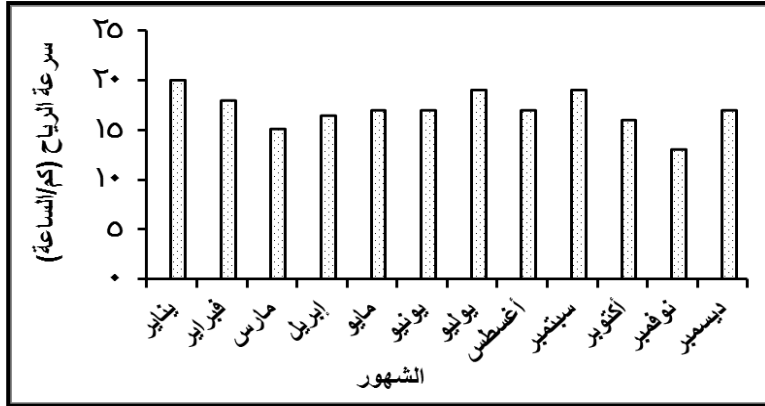


شكل (٧) متوسطات درجات الحرارة وال المدى الحراري بمحطة أرصاد السويس

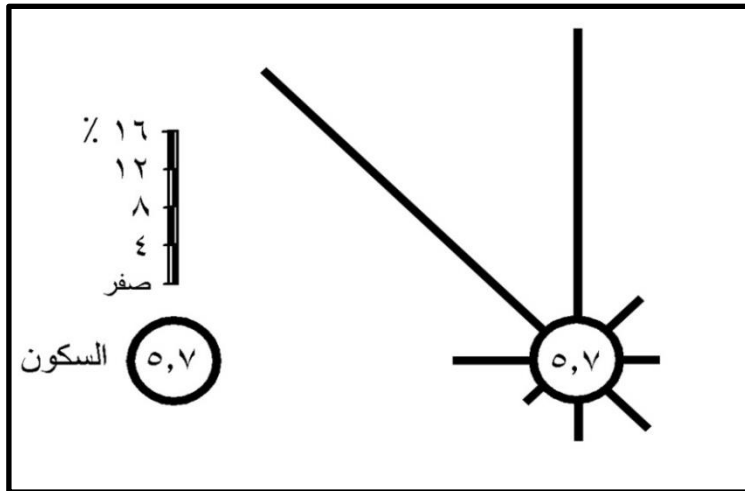
ب- الرياح.

يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح ١٧ كم/الساعة في محطة السويس، ويتراوح هذا المعدل بين ١٦,٥ كم/الساعة لشهور الشتاء، و ١٧,٦ كم/الساعة لشهور الصيف. وتصل المعدلات الشهرية لسرعة الرياح إلى الرياح المؤثرة (٢٠ كم/الساعة) أو تقترب منها كما هو الحال في الشهور يناير وفبراير ويوليو وسبتمبر جدول (١) وشكل (٨). ومن ثم تعد العامل الأساسي في توليد الأمواج، وإعطائها الطاقة لكي تقوم بتشكيل واجهات الجروف، حيث تهب الرياح من جميع الاتجاهات على منطقة الدراسة ولكن بنسب مختلفة، فتسود الرياح الشمالية الغربية بنسبة ٣٦,٧% من جملة عدد مرات هبوب الرياح، يليها الرياح الشمالية بنسبة ٢٩%، والرياح الغربية بنسبة ٧,٤% شكل (٩). وتلعب الرياح دوراً مهماً من خلال قيامها بعمليات البري مكونة حروز الرياح وكهوف وفجوات الرياح، والتي تنشط وتزداد اتساعاً مع وجود رزاز مياه الخليج المتطايرة بفعل الرياح أيضاً، والذي يؤدي إلى تحلل كربونات الكالسيوم وتحولها إلى بيكربونات كالسيوم سهلة الذوبان مما يؤدي إلى سرعة تحلل صخور الحجر الجيري المكونة لمعظم

الجروف بمنطقة الدراسة كما ينعكس تأثير الرياح على عوامل أخرى مثل خصائص السطح، ودرجة خشونته، والانحدار.



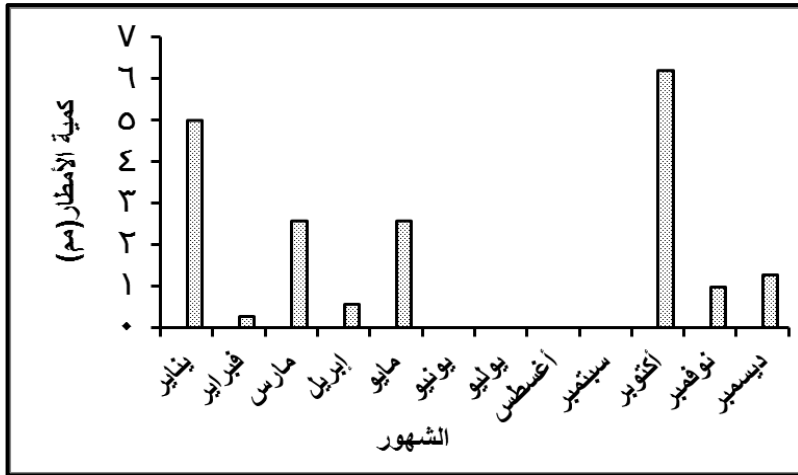
شكل (٨) سوعة الرياح بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠ - ٢٠١٨)



شكل (٩) النسب المئوية لاتجاهات هبوب الرياح بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠ - ٢٠١٨)

ج- الأمطار.

تبلغ كمية الأمطار السنوية في محطة أرصاد السويس ١,٦م، وتضع هذه الكمية القليلة للأمطار وخصائص الحرارة منطقة الدراسة ضمن المناخ الجاف، وتتركز الأمطار في نصف السنة الشتوي، وتبلغ ذروتها ٦,٢م في أكتوبر جدول (١) وشكل (١٠)، وقد سجلت محطة السويس أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد بتاريخ ١٩٩٠/١/٢٦، حيث بلغت هذه الكمية نحو ٢٢م، ويليهما في الكمية ١٦,٣م والتي سقطت بتاريخ ١٩٨٥/٣/٢٢. وعلى الرغم من قلة الأمطار إلا أنها تسقط بشكل فجائي ينتج عنه في الغالب حدوث سيول تكتسح المواد المفككة بفعل التجوية من جوانب منحدرات الجروف، وتعيد كشفها لفعل عمليات التجوية من جديد، هذا بالإضافة إلى الدور الذي تلعبه هذه الأمطار في تعميق الشقوق والفواصل مما يترتب عليه انفصال الكتل الصخرية وسقوطها عند أقدام حواف الجروف البحرية بمنطقة الدراسة.



شكل (١٠) الكمية الشهرية للأمطار الساقطة بمحطة أرصاد السويس خلال الفترة (١٩٨٠ - ٢٠١٨)

ثانياً: التوزيع الجغرافي للجروف البحرية.

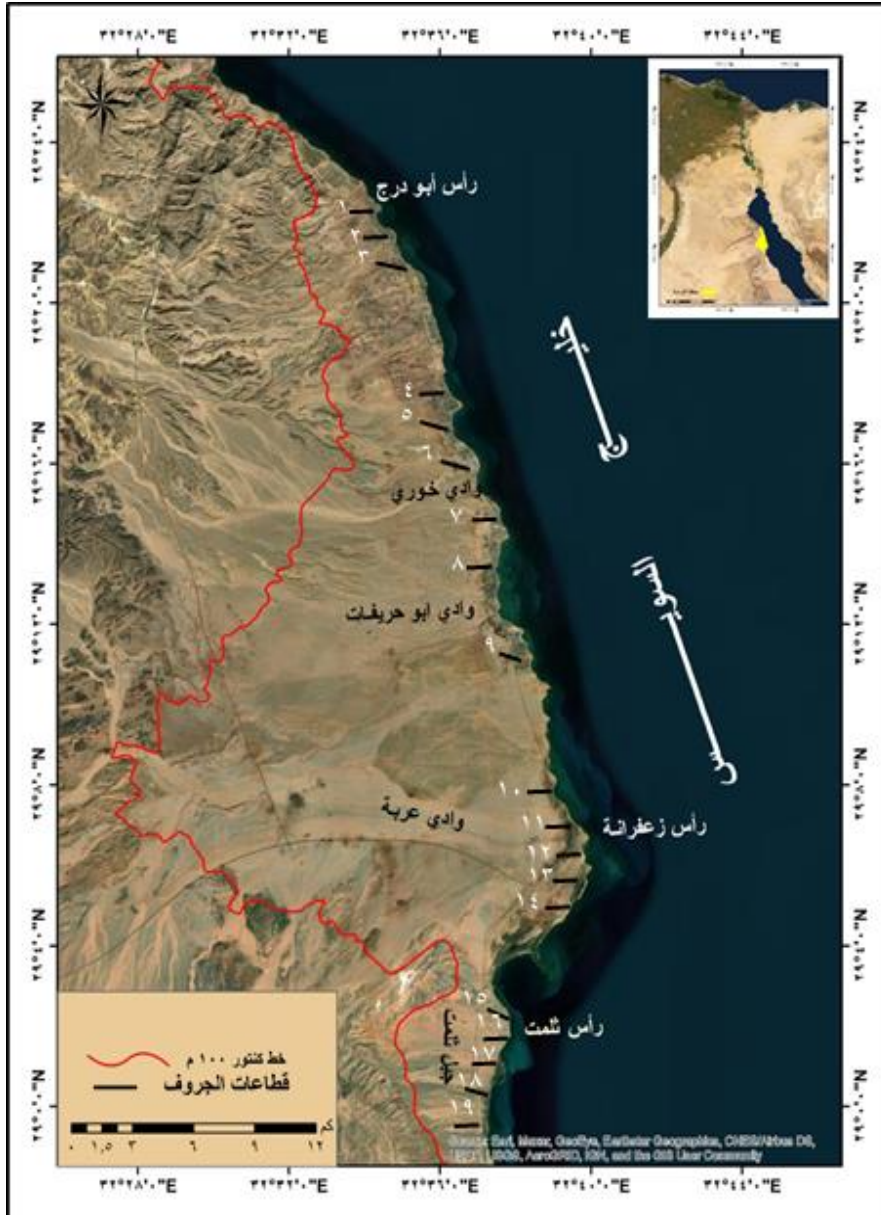
تعتمد الدراسة الحالية على القياسات الميدانية الفعلية للعدد (١٩) قطاعاً شكل (١١) تم قياسها على الجروف البحرية بمنطقة الدراسة باعتبار أن القياس الميداني للمنحدرات يعد من أهم مصادر البيانات الخاصة بمنحدرات الجروف البحرية، هذا بالإضافة إلى تحليل المرئية الفضائية الرقمية Landsat 8 OLI_TIRS لعام ٢٠٢١ للمنطقة بهدف التعرف على اتجاهات المنحدرات. وتمتد الجروف البحرية في منطقة الدراسة بمسافة أرضية بلغت ٢٣٦م وتتوزع الجروف البحرية بأربعة قطاعات رئيسية هي: قطاع رأس أبو درج الذي يحتوي على ثلاثة قطاعات تمتد لمسافة أرضية بلغت ٤٧,٣م بنسبة ٢٠٪ من جملة المسافة الأرضية التي تشغلها الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وقطاع شمال رأس الزعفرانة الذي يحتوي على ستة قطاعات تمتد لمسافة أرضية بلغت ٧٤,٢م بنسبة ٣١,٤٪ من جملة المسافة الأرضية التي تشغلها الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وقطاع رأس الزعفرانة الذي يحتوي على خمسة قطاعات تمتد لمسافة أرضية بلغت ٥٨,٦م بنسبة ٢٤.٨٪ من جملة المسافة الأرضية التي تشغلها الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وقطاع رأس ثلمت الذي يحتوي على خمسة قطاعات تمتد لمسافة أرضية بلغت ٥٦,٢م بنسبة ٢٣,٨٪ من جملة المسافة الأرضية التي تشغلها الجروف البحرية بمنطقة الدراسة. وفيما يلي عرض لتوزيع الجروف البحرية بالقطاعات الرئيسية بمنطقة الدراسة على النحو التالي:

• قطاعات رأس أبو درج شكل (١٢).

القطاع (١):

يقع القطاع (١) عند تقاطع خط طول $3^{\circ}34'32''$ شرقاً مع دائرة عرض $29^{\circ}22'46''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٨م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة

الأرضية ١٥م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٥٧°، ويتكون القطاع من وحدتين هما: الوحدة العليا وتتألف من الكنجلومريت مع تداخلات من المارل، والوحدة السفلى التي تتركز عليها تتألف من صخور الحجر الرملي.



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على الخواطر الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ مسح عام ١٩٩٤، والمرئية الفضائية L8OLI_TIRS لعام ٢٠٢١، باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

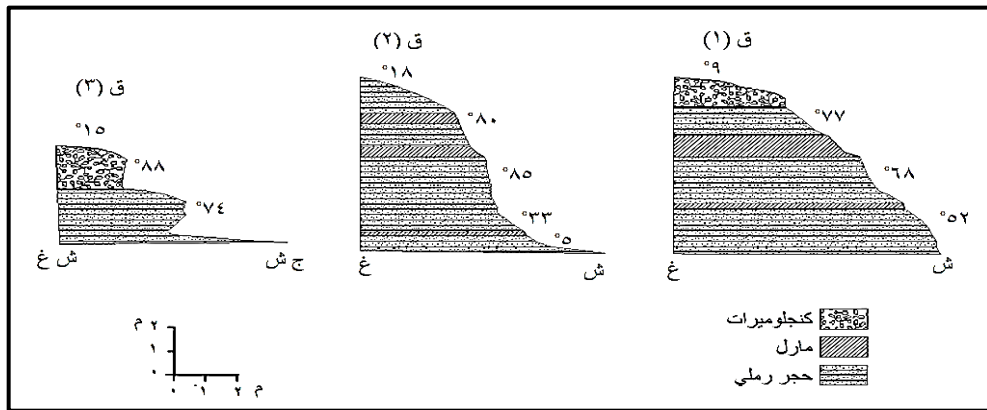
شكل (١١) مواقع قطاعات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة

القطاع (٢):

يقع القطاع (٢) عند تقاطع خط طول $3^{\circ}34'32''$ شرقاً مع دائرة عرض $29^{\circ}22'45''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٨ م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١٦ م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار 40° ، ويتكون القطاع من صخور الحجر الرملي الكلسي مع وجود تداخلات من المارل.

القطاع (٣):

يقع القطاع (٣) عند تقاطع خط طول $4^{\circ}34'32''$ شرقاً مع دائرة عرض $29^{\circ}22'42''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٤,٧ م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١٧ م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار 38° ، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الرملي والكنجولومريت.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على القياس الميداني

شكل (١٢) قطاعات منحوتات الجروف البحرية وأُس أبو الوجود

• قطاعات شمال رأس الزعفرانة شكل (١٣).

القطاع (٤):

يقع القطاع (٤) عند تقاطع خط طول $٤٥^{\circ}٣٨'٣٢''$ شرقاً مع دائرة عرض $٥٤^{\circ}٩'٢٩''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ١,٢ م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ٤ م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٣٩° ، ويتكون القطاع بالكامل من الكنجلومريت.

القطاع (٥):

يقع القطاع (٥) عند تقاطع خط طول $٤٥^{\circ}٣٨'٣٢''$ شرقاً مع دائرة عرض $٥٣^{\circ}٩'٢٩''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٥ م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١١ م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤٣° ، ويتكون القطاع من وحدتين هما: الوحدة العليا وتتألف من صخور الكنجلومريت والحجر الرملي الكلسي، والوحدة السفلى التي تتركز عليها تتألف من الطفل.

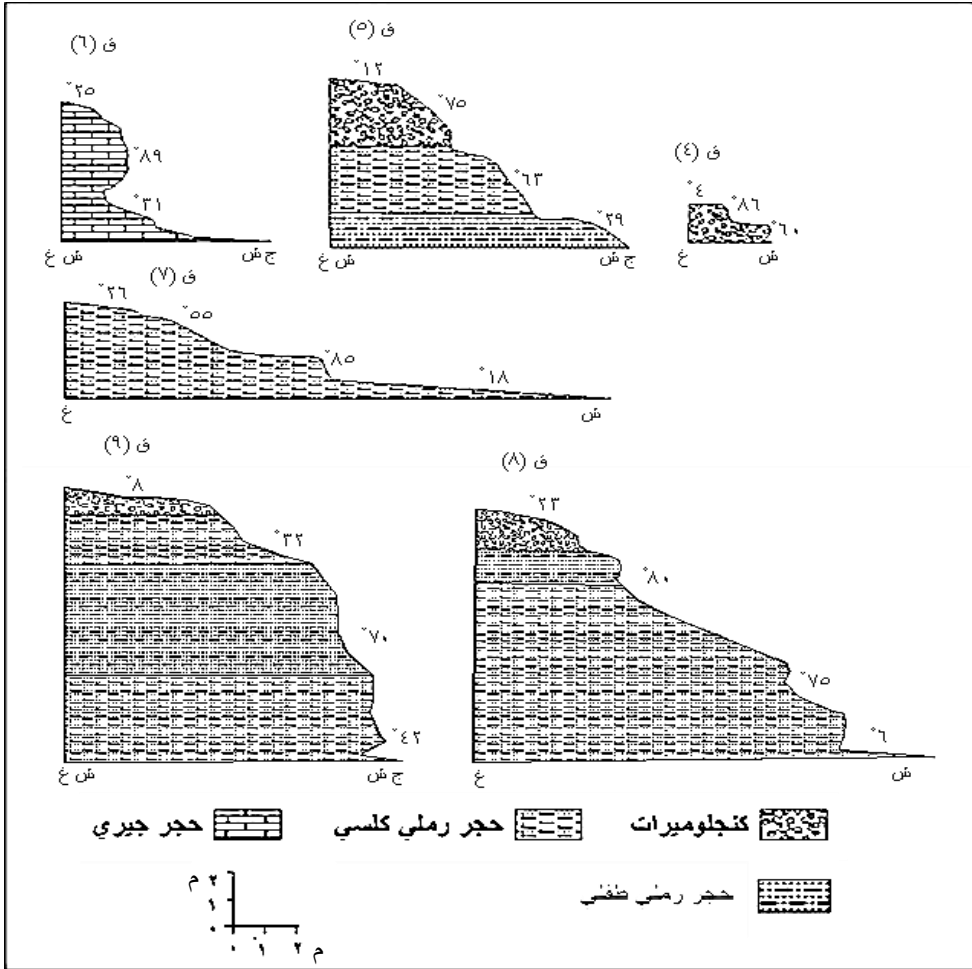
القطاع (٦):

يقع القطاع (٦) عند تقاطع خط طول $٤٩^{\circ}٣٨'٣٢''$ شرقاً مع دائرة عرض $٣٤^{\circ}٩'٢٩''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٤,٢ م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١٠ م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٣٤° ، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الرملي الجيري.

القطاع (٧):

يقع القطاع (٧) عند تقاطع خط طول $٥٠^{\circ}٣٨'٣٢''$ شرقاً مع دائرة عرض $٣٣^{\circ}٨'٢٩''$ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٢,٨ م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة

الأرضية ١٦م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤١°، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الرملي الكلسي.



المصدر: من عمل الباحثة إعتتماداً على القياس الميداني

شكل (١٣) قطاعات منحوتات الجروف البحرية شمال رأس الوعوانة

القطاع (٨):

يقع القطاع (٨) عند تقاطع خط طول ٥٢°٣٨'٣٢" شرقاً مع دائرة عرض

٣٢°٨'٢٩" شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٧,٢م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة

الأرضية ١٧م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٥١°، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الكنجلومريت يتخلله طبقات من الطفل والحجر الرملي الكلسي.

القطاع (٩):

يقع القطاع (٩) عند تقاطع خط طول ٥٥°٣٨'٣٢ شرقاً مع دائرة عرض ٣٠°٢٩'٨ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٨م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١٦م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٥٠°، ويتكون القطاع من صخور الحجر الرملي الكلسي والكنجلومريت مع تداخلات من الطفل.

• قطاعات رأس الزعفرانة شكل (١٤).

القطاع (١٠):

يقع القطاع (١٠) عند تقاطع خط طول ٤٥°٣٩'٣٢ شرقاً مع دائرة عرض ٥٥°٢٩'٦ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ١,٢م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ٤م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤٢°، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الرملي الكلسي.

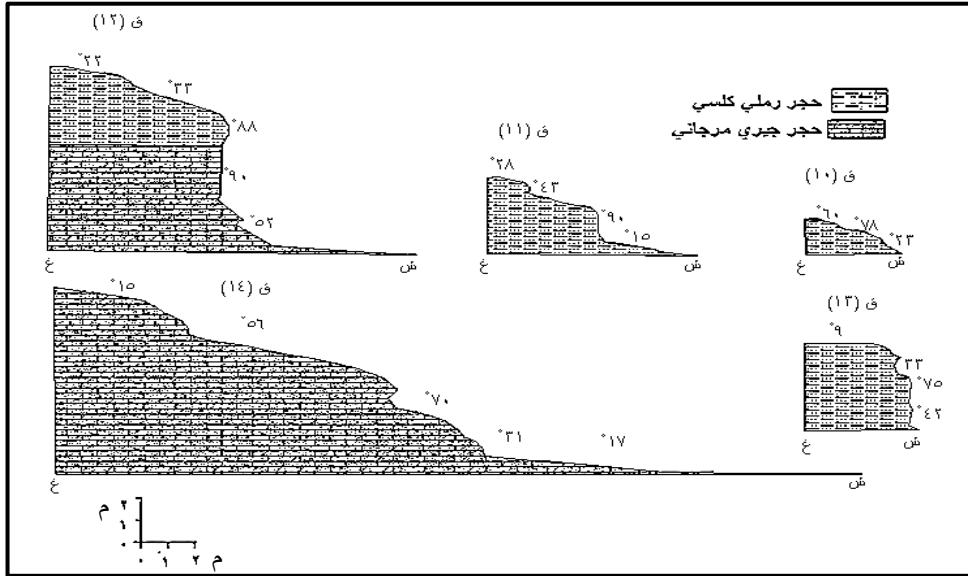
القطاع (١١):

يقع القطاع (١١) عند تقاطع خط طول ٥٣°٣٩'٣٢ شرقاً مع دائرة عرض ٤٦°٢٩'٦ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٢,٦م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ٨م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٥٣°، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الرملي الكلسي.

القطاع (١٢):

يقع القطاع (١٢) عند تقاطع خط طول ٥٤°٣٩'٣٢ شرقاً مع دائرة عرض ٤٠°٢٩'٦ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٦م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة

الأرضية ١٤م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٥٣°، ويتكون القطاع بالكامل من وحدين هما الحجر الرملي الكلسي والحجر الجيري المرجاني.



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على القياس الميداني

شكل (١٤) قطاعات منحوات الجروف البحرية وأس الؤعوانة

القطاع (١٣):

يقع القطاع (١٣) عند تقاطع خط طول ٥٥°٣٩'٣٢" شرقاً مع دائرة عرض ٣٩°٦'٢٩" شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٣,٢م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ٦م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤٢°، ويتكون القطاع بالكامل من الصخور الرملية الكلسية.

القطاع (١٤):

يقع القطاع (١٤) عند تقاطع خط طول ٥٦°٣٩'٣٢" شرقاً مع دائرة عرض ٣٦°٦'٢٩" شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٦م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة

الأرضية ٢٦م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤٨°، ويتكون القطاع بالكامل من صخور الحجر الجيري المرجاني.

• **قطاعات برأس ثلمت شكل (١٥).**

القطاع (١٥):

يقع القطاع (١٥) عند تقاطع خط طول ٣٢°٣٩′٤٩″ شرقاً مع دائرة عرض ٢٩°٤٤′٣٤″ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٥,٤م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١١م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٣٩°، ويتكون القطاع من صخور الحجر الجيري.

القطاع (١٦):

يقع القطاع (١٦) عند تقاطع خط طول ٣٢°٣٧′٤٢″ شرقاً مع دائرة عرض ٢٩°٢٣′٣٢″ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٢,٦م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ٨م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤٤°، ويتكون القطاع من الكنجلوميرات.

القطاع (١٧):

يقع القطاع (١٧) عند تقاطع خط طول ٣٢°٣٧′٤٤″ شرقاً مع دائرة عرض ٢٩°٢٣′٣٠″ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٢,٤م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ٩م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٤٨°، ويتكون القطاع من صخور الحجر الرملي الكلسي والطفل.

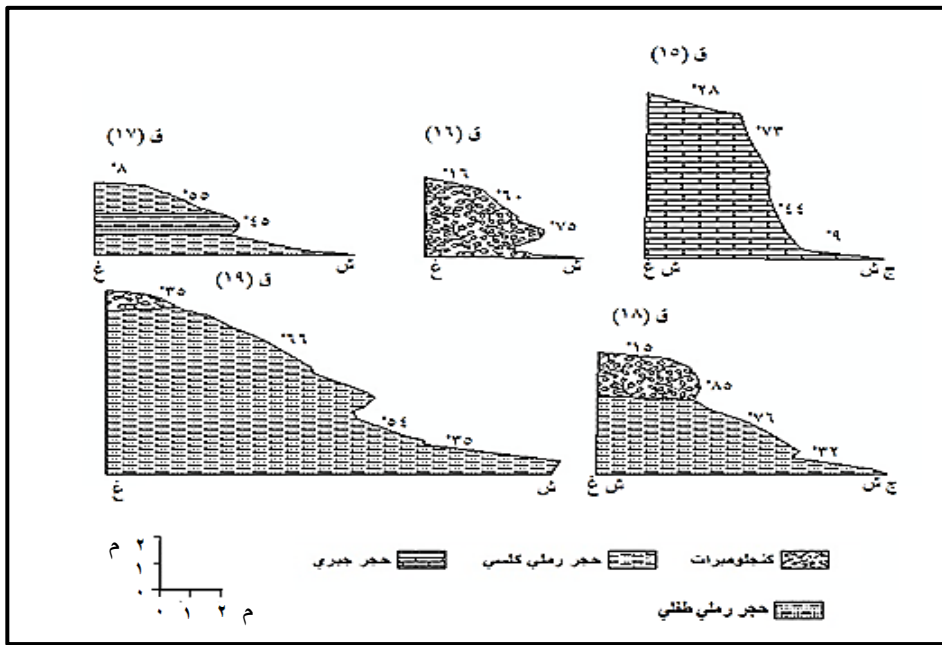
القطاع (١٨):

يقع القطاع (١٨) عند تقاطع خط طول ٣٢°٣٩′٢٥″ شرقاً مع دائرة عرض ٢٩°٢٣′٢٨″ شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٢م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة

الأرضية ١١م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٥٢°، ويتكون القطاع من الكنجلوميرات صخور الحجر الرملي الكلسي.

القطاع (١٩):

يقع القطاع (١٩) عند تقاطع خط طول ٤٢°٣٧'٣٢" شرقاً مع دائرة عرض ٢٥°٢٩'٢٠" شمالاً، ويبلغ ارتفاعه ٦م من منسوب سطح البحر، وطول المسافة الأرضية ١٨م، ويبلغ متوسط درجات الانحدار ٣٥°، ويتكون القطاع من الكنجلوميرات صخور الحجر الرملي الكلسي.



المصدر: من عمل الباحثة إعماداً على القياس الميداني

شكل (١٥) قطاعات منحدرات الجروف البحرية وأُس ثلمت

ثالثاً: التصنيف العام للجروف البحرية.

وتم تصنيف الجروف البحرية بمنطقة الدراسة وفقاً لارتفاعاتها التي تم قياسها

خلال الدراسة الميدانية والتي تنقسم إلى ثلاث فئات رئيسية هي:

١- الجروف البحرية الدقيقة.

يتراوح ارتفاع الجروف البحرية الدقيقة بين ٢ م و ٣,٥ م، وتضم هذه الفئة ثمانية قطاعات بنسبة ٤٢,١% من إجمالي عدد القطاعات المقاسة، وبلغ إجمالي أطوالها ٦٤ م بنسبة ٢٧,١% من إجمالي أطوال القطاعات المقاسة، حيث تم تسجيل قطاعان شمال منطقة رأس الزعفرانة، وثلاثة قطاعات لكل من رأس الزعفرانة ورأس ثلمت، وتتألف قطاعات هذه الفئة من الحجر الرملي الكلسي والحجر الرملي الطفلي وحجر جيري مرجاني والكنجلومريت.

٢- الجروف البحرية متوسطة الارتفاع.

يتراوح عدد الجروف البحرية متوسطة الارتفاع بين ٣,٥ م و ٦ م، وضمت هذه الفئة خمسة قطاعات بنسبة ٢٠,١% من إجمالي عدد القطاعات المقاسة، وبلغ إجمالي أطوالها ٤٩ م بنسبة ٢٠,٨% من إجمالي أطوال القطاعات المقاسة، يقع أولها برأس أبو درج، وقطاعان شمال رأس الزعفرانة، وقطاعاً واحداً برأس ثلمت، وتتألف قطاعات هذه الفئة من صخور الحجر الرملي الكلسي وصخور الحجر الرملي الطفلي وصخور الحجر الجيري والكنجلومريت.

٣- الجروف البحرية شديدة الارتفاع (سته أمتار فأكثر).

يبلغ عدد الجروف التي يزيد ارتفاعها عن ٦ أمتار (٧) قطاعات بنسبة ٣٦,٨% من إجمالي عدد القطاعات المقاسة، وبلغ إجمالي أطوالها ١٢٢ م بنسبة ٥١,٦% من إجمالي أطوال القطاعات المقاسة، حيث تم تسجيل قطاعان بكل من رأس أبو درج، ورأس الزعفرانة، وقطاعان لكل من شمال رأس الزعفرانة ورأس الزعفرانة وقطاعاً واحداً برأس ثلمت وتتألف قطاعات هذه الفئة من صخور الحجر الرملي وصخور الحجر

الرملي الكلسي وصخور الحجر الرملي الطفلي وصخور الحجر الجيري المرجاني والكنجلمريت والمارل.

رابعاً: التحليل المورفومتري لقطاعات منحدرات الجروف البحرية وأشكال منحدراتها.

يعد الهدف من تحليل قطاعات المنحدرات هو التعرف على خصائصها العامة، وزوايا إنحدارها وتقوسها، من خلال ما يلي :

١- الخصائص الكمية العامة لقطاعات المنحدرات.

يوضح الجدول (٢) أهم الخصائص الكمية العامة لقطاعات المنحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة وهي:

أ- بلغ عدد القطاعات المدروسة (١٩) قطاعاً، وبلغت جملة أطوالها ٢٣٦ متراً، وبلغ طول أطول القطاعات المدروسة ٢٦ متراً وطول أقصرها ٤ متراً، ويرجع هذا التباين في الأطوال إلى تأثير المنطقة بمظاهر الضعف الجيولوجي من فواصل وشقوق وصدوع ، وتفاوت درجة تأثرها بعوامل التعرية والتجوية المختلفة.

ب- يتراوح ارتفاع الجروف البحرية بين ١,٢م و ٨م، وبلغ المتوسط العام للارتفاع ٤,٦م، وقد سجلت (١٠) قطاعات ارتفاعاً أعلى من المتوسط العام بنسبة بلغت ٧٤,٣% من إجمالي عدد القطاعات المقاسة، بينما سجلت (٩) قطاعات ارتفاع أقل من المتوسط العام بنسبة بلغت ٢٥,٧% من إجمالي عدد القطاعات المقاسة.

ج- يبلغ المتوسط العام لانحدار القطاعات ٤٥°، وهو يقع في فئة الانحدارات الجرفية، ويتباين هذا المتوسط من قطاع لآخر في منطقة الدراسة حيث سجلت أقل درجة انحدار (٣٤٥) على القطاع (٦) شمال رأس الزعفرانة وأعلى درجة انحدار (٥٧٥) على القطاع (١) برأس أبو درج، وكانت درجة الانحدار أقل من المتوسط العام في

عدد (١١) قطاعات من القطاعات المقاسة، في حين سجل عدد (٨) قطاعات متوسط أعلى من المتوسط العام. ويقترب هذا المتوسط من نظيره على الساحل الغربي لخليج السويس والذي بلغ $٤٥,٨٥$ (أبو زيد، ٢٠١٨، ص ٨١).

جدول (٢): الخصائص الكمية العامة لقطاعات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة

القطاع	الطول (م)	الارتفاع (م)	الانحدار (درجة)	القطاع	الطول (م)	الارتفاع (م)	الانحدار (درجة)
١	١٥	٨	٥٧	١١	٨	٢,٦	٥٣
٢	١٦	٨	٤٠	١٢	٦	١٤	٥٣
٣	١٧	٤,٧	٣٨	١٣	٦	٣,٢	٤٢
٤	٤	١,٢	٣٩	١٤	٢٦	٦	٤٨
٥	١١	٥	٤٣	١٥	١١	٥,٤	٣٩
٦	١٠	٤,٢	٣٤	١٦	٨	٢,٦	٤٤
٧	١٦	٢,٨	٤١	١٧	٩	٢,٤	٤٨
٨	١٧	٧,٢	٥١	١٨	١١	٢	٥٢
٩	١٦	٨	٥٠	١٩	١٨	٦	٤١
١٠	٤	١,٢	٤٢	-	-	-	-

الجدول من إعداد الباحثة إعتامداً على القياس الميداني.

٢- تحليل زوايا الإنحدار.

يوضح الجدول (٣) وشكل (١٦) ما يلي:

أ- يتسم التوزيع التكراري لزوايا انحدار الجروف البحرية بمنطقة الدراسة بأنه رباعي التوزيع ومتعدد المنوال، ويرافقه في أغلب الأحيان اختفاء بعض قيم زوايا الانحدار، ولاسيما مع شدة الانحدار، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه بعض الدراسات السابقة التي تمت على مناطق الجروف البحرية في أن التوزيع التكراري لزوايا الانحدار متعدد التوزيع ويرافقه غياب لبعض زوايا الانحدار (زايد، ٢٠١٩) و (صادق، ٢٠١٦) و (فرج، ٢٠٠٠).

ب- تتسم زوايا الانحدار بأنها موزعة علي كل مجموعات زوايا الانحدار، فالانحدارات اللهينة (صفر[°] - ٩[°]) تشكل ١٤,٤٪ من جملة الأطوال، وتتمثل على الأجزاء الدنيا من القطاعات، والأجزاء العليا لبعض القطاعات، والزوايا المميزة لهذه الانحدارات هي (٩٠[°]) وتشكل ٣,٨٪ من جملة الأطوال، والزوايا الحدية السفلي هي (صفر[°]) وتشكل ١,٣٪ من جملة الأطوال، والزوايا الحدية العليا (٩٠[°]) وتشكل ٣,٨٪ من جملة الأطوال.

ج- تشكل مجموعة الانحدارات المتوسطة (١٠[°] - ٢٤[°]) ١٨٪ من جملة الأطوال، وتتمثل على الأجزاء الوسطي لقطاعات، والزوايا المميزة لها هي (١٥[°]) وتشكل ٥,٩٪ من جملة الأطوال، ولم تشكل أي من الزاويتين الحدية السفلي وهي (١٠[°]) والزوايا الحدية العليا وهي (٢٤[°]) أي نسبة من جملة الأطوال.

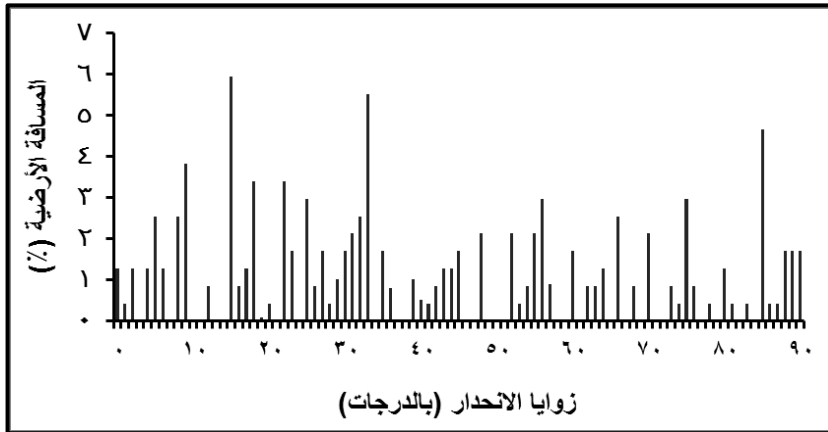
د- تشكل مجموعة الانحدارات الشديدة (٢٥[°] - ٣٩[°]) ٢٢,٣٪ من جملة الأطوال، والزوايا المميزة لها هي (٣٣[°]) وتشكل ٥,٥٪ من جملة الأطوال، والزوايا الحدية

السفلي هي (٢٥°) وتشكل ٣٪ من جملة الأطوال، والزاوية الحدية العليا هي (٣٩°) وتشكل ١٪ من جملة الأطوال.

جدول (٣): فئات الانحدار وأطوالها على كل قطاعات منطقة الدراسة

فئة الانحدار	الطول بالمتر	طول (%)
هين (صفر ٩° -)	٣٤	١٤,٤
متوسط (١٠° - ٢٤°)	٤٢	١٨
شديد (٢٥° - ٣٩°)	٥٣	٢٢,٣
جرفي (٤٠° فأكثر)	١٠٧	٤٥,٣
الجملة	٢٣٦	١٠٠

الجدول من إعداد الباحثة



الشكل من إعداد الباحثة

شكل (١٦) التوزيع التكراري لزوايا انحدار - أطوال قطاعات الجروف البحرية بمنطقة الواسة

هـ- تغطي الجروف ($^{\circ}٤٠$) فأكثر $٤٥,٣\%$ من جملة الأطوال، وتتمثل على الأجزاء العليا من القطاعات، والزاوية المميزة لها هي ($^{\circ}٨٥$) وتشكل $٤,٧\%$ من جملة الأطوال، والزاوية الحدية السفلي هي ($^{\circ}٤٠$) وتشكل $٠,٥\%$ من جملة الأطوال، والزاوية الحدية العليا هي ($^{\circ}٩٠$) وتشكل $١,٧\%$ من جملة الأطوال.

٣- تحليل معدلات التقوس.

يوضح جدول (٤) وشكل (١٧) ما يلي:

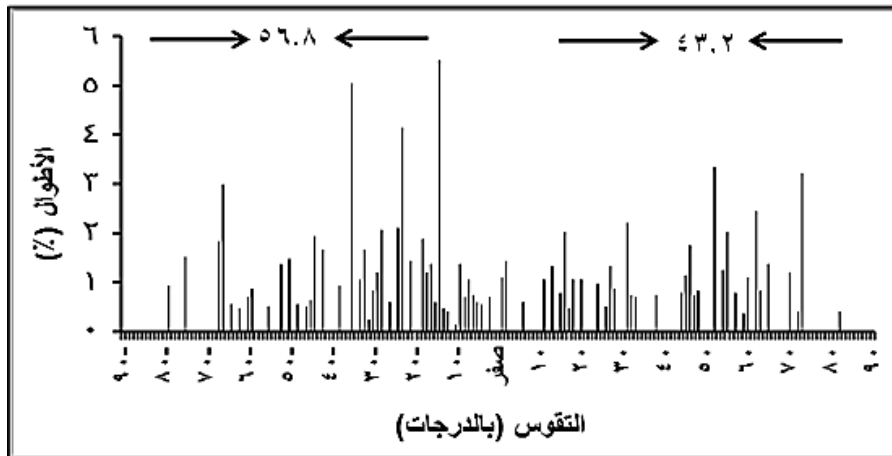
- أ- وجود مجموعتان رئيسيتان لدرجات التقوس على قطاعات منطقة الدراسة هي: **المجموعة الأولى سالبة**، وتشير إلى العناصر المقعرة، وتشكل $٥٦,٨\%$ من جملة الأطوال، وتتراوح درجات تقوس هذه المجموعة بين -٢ و -٧٩ ، ويبلغ طول المسافات الأرضية التي تغطيها $١٢٣,٥$ م. **والمجموعة الثانية موجبة**، وتشير إلى العناصر المحدبة، وتشكل $٤٢,٢\%$ من جملة الأطوال، وتتراوح درجات تقوس هذه المجموعة بين $+١$ و $+٨٢$ ، ويبلغ طول المسافات الأرضية التي تغطيها $٩٣,٤$ م.
- ب- تمثل درجات التقوس الهين ($٠^{\circ} - ٩٠^{\circ}$) على منحدرات منطقة الدراسة، حيث تشكل $٩,١\%$ من جملة الأطوال، وتغطي العناصر المقعرة من هذه المجموعة $٥,٩\%$ ، بينما تغطي العناصر المحدبة $٣,١\%$.
- ج- تشكل درجات التقوس المتوسط ($١٠^{\circ} - ٢٤^{\circ}$) ٢٨% من جملة الأطوال، حيث تغطي العناصر المقعرة $١٩,٣\%$ ، بينما تغطي العناصر المحدبة $٨,٧\%$ من هذه المجموعة.
- د- تمثل درجات التقوس الشديد ($٢٥^{\circ} - ٣٩^{\circ}$) $٢٠,٧\%$ من جملة الأطوال، وتغطي العناصر المقعرة من هذه المجموعة $١٣,٦\%$ ، بينما تشكل العناصر المحدبة $٧,١\%$ منها.

هـ- تشكل درجات التقوس الشديد جداً (40° فأكثر) ٤٢,٢% من جملة الأطوال، وتغطي العناصر المقعرة من هذه المجموعة ١٨,٢%، بينما تغطي العناصر المحدبة ٢٤%.

جدول (٤): خصائص مجموعات التقوس على منحدرات منطقة الدراسة

العناصر المقعرة		العناصر المحدبة		الطول (%)	المدى بالدرجات	فئات التقوس
الطول (%)	الطول (م)	الطول (%)	الطول (م)			
٥,٩	١٢,٩	٣,١	٦,٨	٩,١	٩ - صفر	تقوس لطيف
١٩,٣	٤١,٩	٨,٧	١٩	٢٨	٢٤ - ١٠	تقوس متوسط
١٣,٦	٢٦,٦	٧,١	١٥,٤	٢٠,٧	٣٩ - ٢٥	تقوس شديد
١٨,٢	٤٠,٢	٢٤	٥٢,٢	٤٢,٢	٤٠ فأكثر	تقوس شديد جداً

الجدول من إعداد الباحثة



الشكل من إعداد الباحثة

شكل (١٧) أشكال تقوس منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة

و- تسود الانحدارات المقعرة على قطاعات منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة والتي بلغت نسبتها ٥٦,٨% مما يدل على نشاط عمليات التعرية البحرية، وتتفق هذه النتيجة مع ما توصلت إليه (زايد، ٢٠١٩) في سيادة الانحدارات المقعرة على منحدرات الجروف البحرية بمنطقة رأس الحكمة حيث بلغت نسبتها ٥١,٤%.

٤- أشكال منحدرات الجروف بمنطقة الدراسة.

تتنوع أشكال منحدرات الجروف البحرية في منطقة الدراسة، وقد أمكن التعرف على هذه الأشكال من الدراسة الميدانية ومن تحليل قطاعات المنحدرات، وفيما يلي أنواع هذه المنحدرات:

أ- منحدرات الجروف المحدبة.

هي تلك المنحدرات التي تكون ذات درجات تقوس موجبة، والتي تزيد درجات انحدارها في اتجاه حضيض الجرف. ويتضح من خلال تحليل قطاعات المنحدرات سيادة هذا النوع على الجروف البحرية بمنطقة رأس أبو درج ورأس الزعفرانة شكل (١٨).

ب- منحدرات الجروف المقعرة.

هي تلك المنحدرات التي تكون ذات درجات تقوس سالبة، وتقل درجات انحدارها في اتجاه حضيض الجرف ويسود هذا النوع على الجروف النشطة الحديثة والتي تطل على البحر مباشرة برأس الزعفرانة شكل (١٩)، ويتفق ذلك مع ما ذكره (فرج، ٢٠٠٠، ص ١٧٥).



شكل (١٨) منحدرات الجروف المحدبة بمنطقة رأس الزعفرانة



شكل (١٩) منحدرات الجروف المقعرة برأس الزعفرانة - ناظراً صوب الشمال الشرقي

ج- المنحدرات المحدبة - المقعرة.

يتكون هذا النوع من المنحدرات من ثلاث وحدات وهي من أعلي إلى أسفل:

- عنصر محدب .
- قسم مستقيم .
- عنصر مقعر .

ويتضح من تحليل قطاعات المنحدرات، سيادة هذا النوع على منحدرات الجروف البحرية في منطقة رأس الزعفرانة وشمالها شكل (٢٠)، وترجع نشأة المنحدرات المحدبة - المقعرة إلى تأثير عمليات التشكيل القارية على الأجزاء العليا من الجروف ومن ثم تأخذ الهيئة المحدبة، بينما يؤدي نشاط عمليات التقويض السفلي بالأجزاء الوسطى والدنيا من الجروف إلى اتخاذها الهيئة المقعرة. ويتفق ذلك مع ما ذكرته (صديق، ٢٠١٦، ص ٢٣٣).



شكل (٢٠) منحدرات الجروف البحرية المحدبة المقعرة شمال رأس الزعفرانة - ناظراً صوب الشمال الغربي

د - المنحدرات شبه السلمية.

يعد هذا النوع مركباً من المنحدرات المحدبة - المقعرة ومنحدرات الجروف المقعرة، ويرتبط هذا النوع بمناطق البنيات الجيولوجية الأفقية والمائلة ميلاً هيناً، والتي تتبادل فيها الطبقات الصخرية الصلبة والهشة. ويختلف طول واتساع كل درجة نتيجة لاختلاف سمك الطبقات، أو حسب الفترة الزمنية التي قطعتها مرحلة التطور التي تمر بها المنطقة (محمد، ٢٠٠٢، ص ١٧٢)، وتنتشر هذه المنحدرات برأس أبو درج

وشمال رأس الزعفرانة. وترجع أهمية وجود هذا الشكل إلى أنه يعكس المراحل المختلفة التي مر بها تطور منطقة الدراسة والتي لم تحدث دفعة واحدة ، بل على مراحل مختلفة، ويكون أعلى هذه التتابعات هو أقدمها، ثم تتدرج التتابعات في حداثتها باتجاه أسفل المنحدر من حيث النشأة والتكوين الجيومورفولوجي شكل (٢١).



(ب) الجروف البحرية شبه السلمية
شمال رأس الزعفرانة - ناظراً
صوب الشمال الشرقي

(أ) الجروف البحرية شبه السلمية
برأس أبو درج - ناظراً صوب
الجنوب

شكل (٢١) الجروف البحرية شبه السلمية بمنطقة الدراسة

خامساً: تراجع الجروف البحرية.

تعد دراسة تراجع الجروف البحرية من الأمور التي ترتبط بشكل واضح بتطورها الجيومورفولوجي، حيث تتعرض الجروف البحرية بمنطقة الدراسة إلى نوعين من الإنهيارات الصخرية هي:

١- التساقط الصخري Rock Falls.

التساقط الصخري هو عبارة عن تساقط كتل صخرية على واجهات الجروف البحرية، ويرتبط التساقط الصخري بالمنحدرات الصخرية العارية شديدة الانحدار، حيث

تسقط الكتل الصخرية، وتتدرج في اتجاه أسفل المنحدر حتى تستقر عند أقدامه، وقد تم تسجيل هذه الظاهرة في منطقة رأس الزعفرانة وشمالها شكل (٢٢)، وتنتشر حيث توجد تداخلات من الطبقات الصخرية الصلبة من الحجر الجيري، والحجر الجيري الرملي وطبقات صخرية هشة مثل الطفل والمارل والصلصال الرملي.



شكل (٢٢) التساقط الصخري برأس الزعفرانة - ناظراً صوب الشمال الشرقي

ومما ساعد على حدوث تساقط الصخور في منطقة الدراسة شدة انحدار مكاشف الطبقات Outcrops الصخرية الصلبة والذي يتراوح بين 40° و 90° ، وكثرة الفواصل الرأسية والأفقية في هذه الطبقات وارتكازها على صخور هشة (الحداد، ٢٠٠٩، ص ٢٧٢). ويترتب على إزالة الصخور الهشة بروز الطبقات الصخرية الصلبة مما يؤدي إلى تساقطها تحت تأثير الجاذبية الأرضية، في شكل كتل متفاوتة الأحجام والأبعاد مكعبة الشكل، حيث يتوقف ذلك على مدي تقارب أو تباعد الفواصل الرأسية والأفقية، وقد يكون السقوط لكتلة منفردة أو لمجموعة من الكتل، وقد تكون المواد الساقطة كتلاً صخرية أو مواد أقل حجماً تعرف بالحطام الصخري (Gupta,

(2011,P.85) . ويتراوح عرض الكتل الصخرية الساقطة فيما بين ٥,٥م و ١م ، أما طولها فيتراوح بين ١م,٥م.

٢- الإنزلاق الصخري Rock Slide.

الإنزلاقات هي عبارة عن حركة الصخر أو المواد الصخرية المفككة في اتجاه أسفل المنحدر على طول أسطح الفواصل المقوسة أو المستقيمة، وتكون هذه الحركة سريعة وثابتة من القمة إلى القاعدة، والكتل الصخرية المنزلة على الجروف قد تكون منفردة أو على هيئة كتل متتابعة (دسوقي ، ١٩٨٧ ، ص ٣٤٩). وتتأثر الإنزلاقات الأرضية بكمية المياه الموجودة داخل الفواصل والمسامات الصخرية وما ينتج عنها من تقليل قوة الروابط بين جزيئات الصخور مما يترتب عليه تقليل درجة مقاومته، وقد تم تسجيل هذه الظاهرة في منطقة رأس أبو درج ورأس الزعفرانة شكل (٢٣).



شكل (٢٣) الإنزلاق الصخري برأس الزعفرانة
- ناظراً صوب الشمال الشرقي

ومما سبق يتضح وجد علاقة طردية وثيقة بين معدلات نحت الجروف ومعدلات تراجعها، حيث أنه كلما زادت معدلات النحت القاعدي تزداد معدلات تساقط الصخور وانهارها، وبالتالي تزداد معدلات تراجع الجروف البحرية.

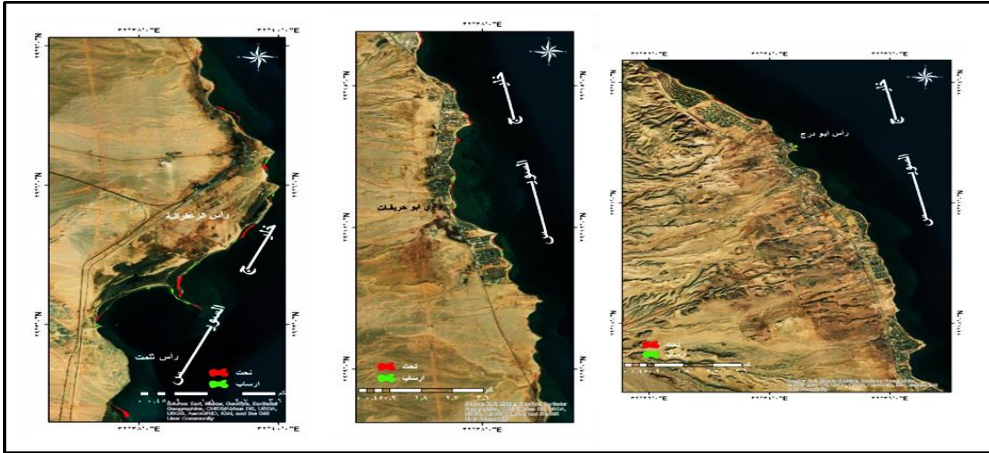
وقد اعتمدت الدراسة على المرئيات القديمة والحديثة لرصد التراجع في مناطق الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وذلك من خلال دراسة ثلاث مرئيات فضائية خلال الأعوام ١٩٨٤ و ٢٠٠٠ و ٢٠٢١، ويتضح من خلال جدول (٥) وشكل (٢٥)، (٢٤، ٢٦) ما يلي:

- زيادة مساحة المناطق المتراجعة خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٢١) حيث بلغت ٢٧٥٩,٩ م^٢، عن الفترة السابقة لها (١٩٨٤ - ٢٠٠٠) حيث بلغت ٦٢٣,٩ م^٢، مما يدل على زيادة معدلات التراجع بشكل مستمر.
- انخفاض المساحة المضافة عن طريق الترسيب خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٢١) حيث بلغت ٢١٣,٥ م^٢، عن الفترة السابقة لها أيضا حيث بلغت ٢٢٣٥,٥ م^٢.
- بلغت جملة المساحات المتراجعة بفعل عمليات النحت خلال الفترة (١٩٨٤ - ٢٠٢١) ١٣٨٣ م^٢ بمعدل نحت ٤سم^٤.

جدول (٥): مساحات النحت والإرساب بمنطقة الدراسة

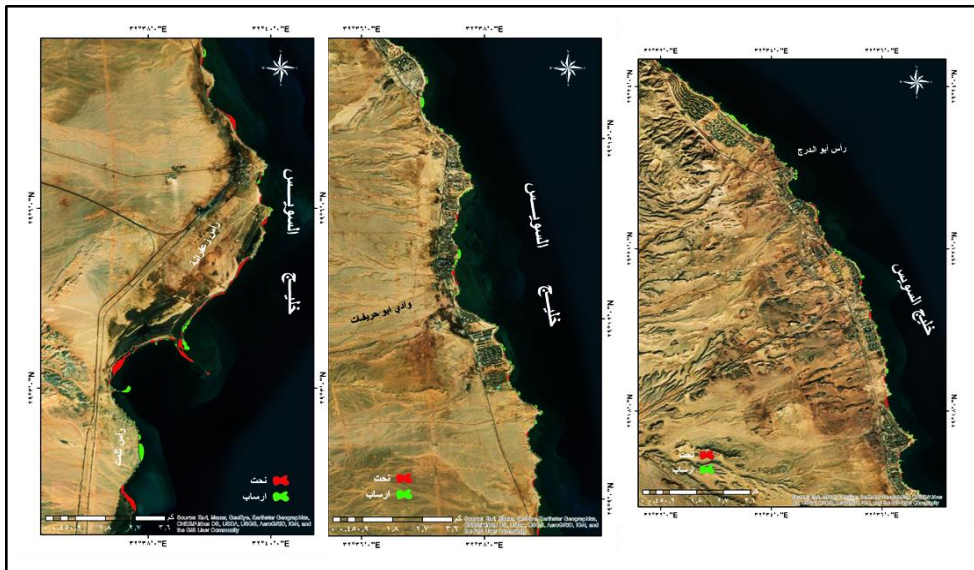
الفترة	النحت (م ^٢)	الإرساب (م ^٢)
١٩٨٤ - ٢٠٠٠	٦٢٣,٩٤٩	٢٣٥,٨٢٣
٢٠٠٠ - ٢٠٢١	٧٥٩,١٥٢	٢١٣,٥٢١
الإجمالي	١٣٨٣	٤٤٩,٣

المصدر: من إعداد الباحثة إعتقاداً على المرئيات الفضائية لعام ١٩٨٤، ٢٠٠٠، ٢٠٢١.



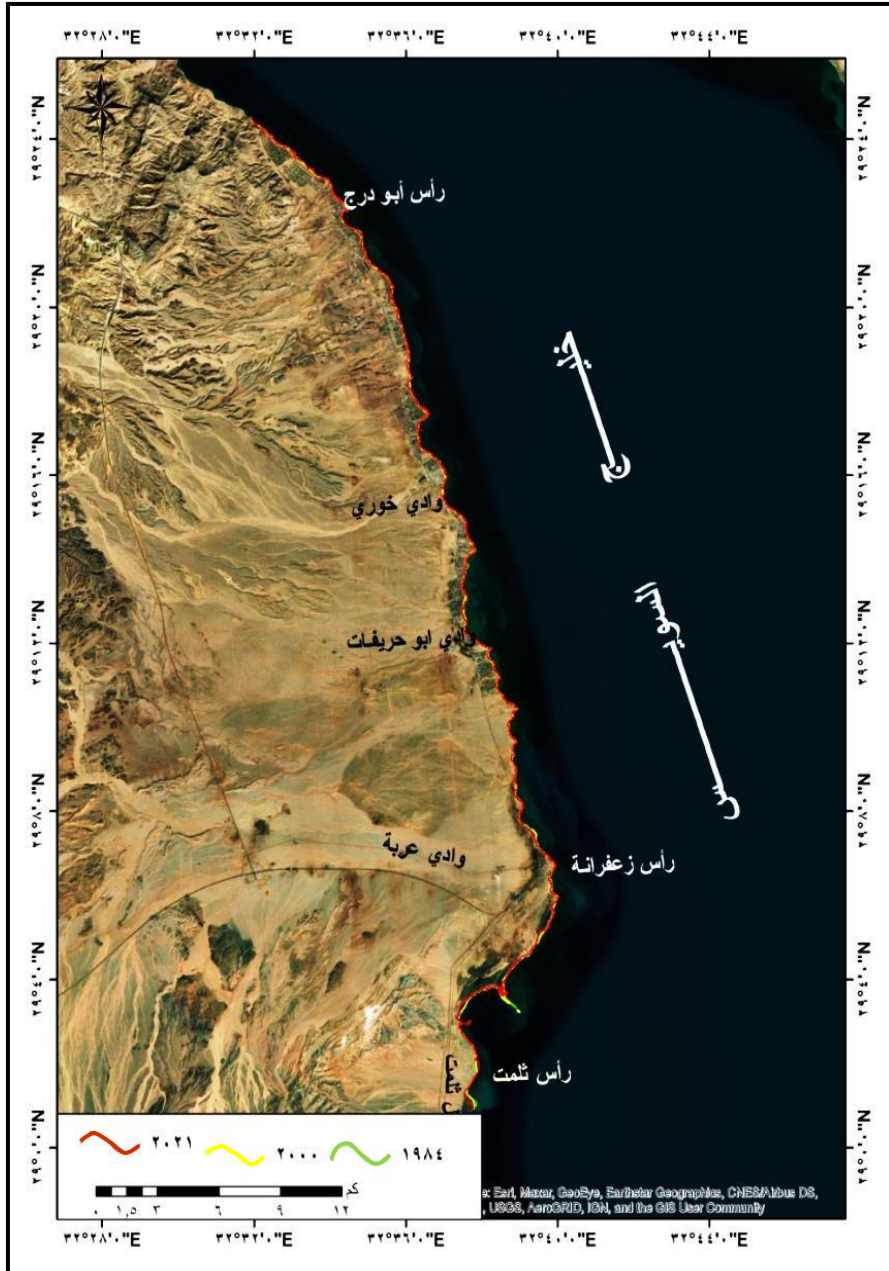
المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على المونيات الفضائية لعام ١٩٨٤، ٢٠٠٠ باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

شكل (٢٤) النحت والإرساب بمناطق الجروف البحرية بمنطقة الواصة خلال الفترة (١٩٨٤ - ٢٠٠٠)



المصدر: من إعداد الباحثة اعتماداً على المونيات الفضائية لعام ١٩٨٤، ٢٠٠٠ باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

شكل (٢٥) النحت والإرساب بمناطق الجروف البحرية بمنطقة الواصة خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٢١)



المصدر: من إعداد الباحثة إعتقاداً على المعينات الفضائية لعام ١٩٨٤، ٢٠٠٠، ٢٠٢١ باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

شكل (٢٦) النحت والإرساب بمناطق الجروف البحرية بمنطقة الواحة
خلال الفترة (١٩٨٤ - ٢٠٢١)

- وترى الباحثة أن أهم أسباب تراجع الجروف البحرية بمنطقة الدراسة ما يلي:
 - نشاط عمليات الإذابة والتي تساعد في عمليات التقويض السفلي للجروف البحرية.
 - زيادة معدلات عمليات النحت البيولوجي خاصة وأن أغلب جروف منطقة الدراسة تتكون من الصخور الجيرية.
 - كثرة العواصف البحرية التي تتعرض لها منطقة الدراسة وما ينتج عنها من زيادة تأثير عمليات النحت في الجروف البحرية.
 - انشاء العديد من المباني والقرى السياحية بشواطئ منطقة الدراسة بالقرب من مناطق الجروف البحرية.

سادساً: العوامل المؤثرة في تشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة.

تتنوع عوامل تشكيل منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، حيث تضم العوامل الجيولوجية، وعوامل التعرية، وعمليات التجوية وفيما يلي شرح لهذه العوامل والعملية

١- العوامل الجيولوجية (الظواهر البنوية).

يقصد بالظواهر البنوية هنا الخصائص المحلية الدقيقة مثل الصدوع والفواصل والشروخ وأسطح الطباقية. وتعد هذه الظواهر مناطق ضعف في الصخور تبدأ وتستمر فيها عوامل التعرية وعمليات التجوية، كما أنها تكون ذات تأثير مهم على أنواع المنحدرات (الدسوقي، ١٩٨٧). وتؤثر الصدوع في نشأة بعض أشكال السطح، وقد انعكست هذه النشأة على أنواع منحدرات الجروف البحرية، حيث تظهر المنحدرات المتأثرة بالصدوع أكثر وضوحاً وأشد انحداراً، أما الفواصل Joints فهي عبارة عن تشققات لا يرتبط بها زحزحة للطبقات الصخرية على جانبيها وتأخذ نظماً معينة قد

تكون أفقية أو رأسية، وهي في ذلك تختلف عن الشروخ Cracks التي تمتد في شكل عشوائي.

وتسمى الكتل الصخرية التي تحيط بها الفواصل بالكتل المفصلية Joint Blocks، وتتوقف أحجام هذه الكتل على مدي تباعد أو تقارب الفواصل. وترتبط نشأة الفواصل والشروخ بالجهود Stresses المرتبطة بالشد Tension والتقلص Contraction أثناء التبريد من ناحية، وبالجهود الناتجة عن العوامل التكتونية المحلية، أو الإقليمية من ناحية أخرى، كذلك التغيرات الحرارية. (Bloom,1978,p.107). وتأتي أهمية الفواصل والشروخ من كثرة انتشارها في جميع أنواع الصخور وأثر ذلك على درجة الإنحدار .

أما أسطح الطباقية فهي عبارة عن الاسطح التي تفصل بين الطبقات الصخرية المختلفة، وهي تمثل كذلك مواضع ضعف بنيوي تستغلها عوامل التعرية وعمليات التجوية في إضعاف الصخور. كما أنها تشترك مع الفواصل في تحديد أحجام الكتل الصخرية.

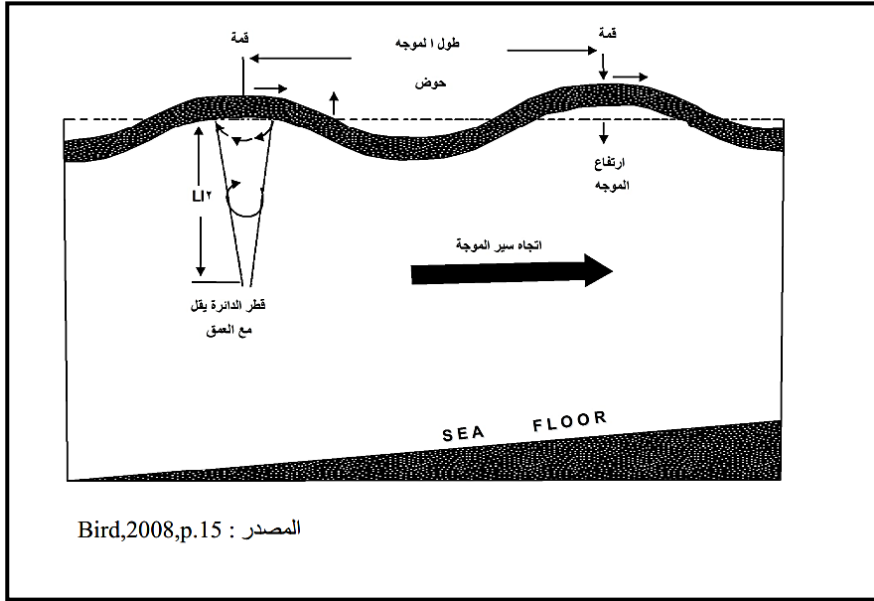
٢- عوامل التشكيل البحرية.

تلعب عوامل التشكيل البحري دوراً مهماً في تشكيل الأشكال الجيومورفولوجية الساحلية بشكل عام والجروف البحرية بشكل خاص، حيث تعد السواحل جبهة الالتقاء بين الكتل المائية والكتل القارية، وتتلخص عوامل التشكيل البحرية فيما يلي:

أ- الأمواج.

تقوم الأمواج بتشكيل السواحل من خلال عمليتي جذب وسحب الأمواج للمفتتات الصخرية بعيداً عن الشاطئ القريب، وغالباً ما تقوم بعملية نحت ميكانيكي

خاصة للجروف نتيجة تكرار تقدمها وتراجعها على خط الشاطئ شكل (٢٧)، مما ينتج عنه تكوين حفر وتجويفات أسفل حضيض الجروف.



شكل (٢٧) دور الأمواج في تشكيل السواحل

ويتضح من الجدول (٦) ما يلي:

- تتراوح ارتفاعات الأمواج أمام سواحل منطقة الدراسة بين ٠,٩٧م لشهر مارس و ١,٩٦م لشهر ديسمبر.
- يتراوح المعدل الفصلي لارتفاعات الأمواج أمام سواحل منطقة الدراسة بين ١,٤٠م لفصل الربيع و ١,٧٤م لفصل الصيف.
- يرجع زيادة ارتفاعات الأمواج خلال فصل الصيف أمام سواحل منطقة الدراسة إلى سيادة الرياح الشمالية (الشمالية، والشمالية الشرقية، والشمالية الغربية) مع زيادة معدلات سرعتها والتي يبلغ متوسطها ١٧,٦ كم/س خلال فصل الصيف في الفترة (١٩٨٠ - ٢٠١٨).

جدول (٦): متوسط ارتفاع الأمواج أمام سواحل منطقة الدراسة

خلال الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠١٩)

المتوسط الفصلي	ارتفاع الأمواج (م)	الشهور	الفصول	المتوسط الفصلي	ارتفاع الأمواج (م)	الشهور	الفصول
١,٧٤	١,٥٦	يونية	الصيف	١,٦٣	١,٨٩	ديسمبر	الشتاء
	١,٨٨	يولية			١,٧٢	يناير	
	١,٧٩	أغسطس			١,٣٠	فبراير	
١,٥٩	١,٣٣	سبتمبر	الخريف	١,٤٠	٠,٩٧	مارس	الربيع
	١,٨٦	اكتوبر			١,٩	ابريل	
	١,٥٧	نوفمبر			١,٣٥	مايو	

المصدر: المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد- فرع خليجي السويس والعقبة، بيانات غير منشورة.

كما يتراوح متوسط أطوال الأمواج بخليج السويس أمام سواحل منطقة الدراسة بين ٢,٣ و ٢٠,٢ متراً، بمتوسط عام بلغ ٨,٦ متراً، وإنحراف معياري مقداره ٠,٨٥٢، ومعامل إختلاف ٩,٨٪، مما يشير إلى وجود إختلاف نسبي ضئيل للغاية بين أطوال الأمواج بخليج السويس. بينما يتراوح متوسط سرعة الأمواج بين ١,٣ و ٥,٦ متراً، وذلك بمتوسط عام ٢,٤ متراً، وإنحراف معياري ٠,٢٠٢، ومعامل إختلاف بلغ ٨,٤٪، مما يشير إلى وجود إختلاف نسبي ضئيل بين سرعة توالد الأمواج بخليج السويس أمام سواحل منطقة الدراسة.

وتمارس الأمواج البحرية دورها في نحت وتشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة من خلال التأثير الهيدروليكي Hydraulic Action الذي يتمثل في قوة اندفاع مياه الخليج بما تحمله من مفتتات صخرية ورمال تزيد من قدرة الأمواج على النحت خاصة عند قواعد الجروف النشطة بمنطقة الدراسة. وقوة تأثير ضغط الأمواج Corrosion Action والتي تنتج عن اصطدام الأمواج بالجروف البحرية، مما يعمل على اندفاع الهواء المحتبس صوب شقوق وفواصل الصخور المكونة لها مما يزيد من اتساعها ومن فرص زيادة التساقط الصخري على واجهات الجروف البحرية خاصة بمنطقتي شمال الزعفرانة ورأس الزعفرانة. والنحت الكيميائي من خلال الأملاح الموجودة برزاز المياه والتي غالباً ما تستقر في الفواصل والشقوق الموجودة بواجهات الجروف البحرية وتعمل على زيادة اتساعها وبالتالي سرعة انفصال وتساقط الكتل الصخرية وتراكمها عند قواعد الجروف البحرية خاصة بمنطقة رأس أبو درج وشمال رأس الزعفرانة.

ب- المد والجزر والتيارات البحرية.

تحدث ظاهرة المد والجزر بصفة يومية نتيجة استجابة المياه لقوى جذب الشمس والقمر خلال حركتهما، ويعتبر تصنيف المد والجزر بمنطقة الدراسة من النوع النصف يومي، حيث يوجد ارتفاعان وانخفاضان كل يوم، مما أثر على كثافة التيارات المدية والتي عادة ما تكون أكثر وضوحاً في النوع نصف اليومي عنها في النوعين اليومي والمختلط^(١)، وذلك لأن الوقت المتاح لحركة كتلة الماء يكون أطول (صابر، ٢٠٠٧، ص ١٧٤). ويتضح من الجدول (٧) ما يلي:

(١) للمد والجزر اليومي ارتفاع وانخفاض كل يوم ، والنصف يومي ارتفاعان وانخفاضان متساويان تقريباً كل يوم ، أما المد والجزر المختلط ، فيحدث له اختلاف في ارتفاع كلاً من المرتفعين المتتاليين أو المنخفضين المتتاليين (السباعي ، ٢٠٠٦ ، ص ١٢٤) .

جدول (٧): مناسيب المد والجزر (متر) بمنطقة الدراسة عام ٢٠١٩

الارتفاع (م) الشهر	أعلى مد	أقل مد	متوسط المد	أعلى جزر	أقل جزر	متوسط الجزر	مدى المد (*)
يناير	٢,٢٢	١,٦٠	١,٩٣	٠,٩	٠,٢	٠,٥٥	٢,١
فبراير	٢,٢٢	١,٥٠	١,٨٦	١,٠	٠,٢	٠,٦٣	٢,١
مارس	٢,٢٢	١,٥٠	١,٨٦	١,٠	٠,٣	٠,٦٥	١,٩٠
إبريل	٢,١٠	١,٥٠	١,٨٠	٠,٩	٠,٤	٠,٦٥	١,٧٠
مايو	٢,١	١,٥٠	١,٧٥	٠,٨	٠,٤	٠,٦٠	١,٦٠
يونيه	١,٨٣	١,٤٢	١,٦٠	٠,٧	٠,٢	٠,٤٥	١,٦٠
يوليه	١,٨٣	١,٣١	١,٥٥	٠,٦	٠,١	٠,٣٥	١,٧٥
أغسطس	١,٩٠	١,٣١	١,٦٠	٠,٧	٠,١	٠,٣٥	١,٨٠
سبتمبر	٢,١٠	١,٣١	١,٧٠	٠,٧	صفر	٠,٣٥	٢,١٢
أكتوبر	٢,١٠	١,٤٠	١,٧٧	٠,٩	٠,٢	٠,٥٢	١,٩٠
نوفمبر	٢,١٠	١,٥٠	١,٨٠	٠,٩	٠,٤	٠,٦٥	١,٧٠
ديسمبر	٢,٢	١,٦٠	١,٨٠	٠,٩	٠,٥	٠,٧٠	١,٥٢
المتوسط	٢,٠٧	١,٤٥	١,٧٥	٠,٨٣	٠,٢٥	٠,٥٤	١,٨٢

المصدر: هيئة قناة السويس، مركز البحوث، إدارة التخطيط والبحوث والدراسات

(*) مدى المد (الفرق بين أعلى مد وأقل جزر) .

- يتراوح أعلى مد بين ١,٨٣م لشهري يونيه ويوليه، و ٢,٢٢م لشهور يناير وفبراير ومارس، بينما يتراوح أقل مد بين ١,٣١م لشهور يوليه واغسطس وسبتمبر و ١,٦٠م

لشهرَي يناير وديسمبر، كما يتراوح المتوسط الشهري للمد بين ١,٥٥م لشهر يولية و١,٩٣م لشهر يناير بمتوسط سنوي ١,٧٥م.

- يتراوح أعلى جزر بين ٠,٦م لشهرَي يوليه وأغسطس، و ١م لشهرَي فبراير ومارس، بينما يتراوح أقل مد بين صفر لشهر سبتمبر و ٠,٥م لشهر ديسمبر، كما يتراوح المتوسط الشهري للمد بين ٠,٣٥م لشهور يولية وأغسطس وسبتمبر، و ٠,٧٠م لشهر ديسمبر بمتوسط سنوي ٠,٥٤م.

ج- الخصائص الطبيعية والكيميائية لمياه خليج السويس أمام سواحل منطقة الدراسة.

• درجة حرارة المياه السطحية.

تتفاوت درجة حرارة المياه السطحية على طول ساحل خليج السويس بمنطقة الدراسة حيث تزيد بالإتجاه صوب الجنوب ويتطابق هذا مع درجة حرارة الهواء الجوي. وتلعب درجة حرارة المياه السطحية دوراً مهماً في التأثير على كثافة المياه وبالتالي على مدى سهولة حركتها وإختلاف قدرتها على حمل ونقل الرواسب، كما تؤثر درجة الحرارة تأثيراً مباشراً في إذابة وترسيب بعض معادن الصخور، حيث تؤدي درجة الحرارة المنخفضة إلى ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء مكوناً حمض الكربونيك الذي يتفاعل بدوره مع كربونات الكالسيوم مكوناً بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء، مما يفسر نشاط عمليات الإذابة شمال رأس الزعفرانة يتفق هذا مع ما توصل إليه (أبو زيد، ٢٠١٨، ص ١٢٠).

وتتمثل أكثر الشهور حرارة في الفترة الممتدة من يونيو حتى أغسطس، ويعد شهر يناير أقل الشهور حرارة بمحطة أرصاد السويس، حيث يبلغ متوسط درجة حرارته ١٤,٨°م ويتفق هذا مع ما ذكره (Fahmy, M. A., et al., 2005, PP.1-4)، كما

يبلغ المدى الحراري السنوي لخليج السويس ٨,٦ م على الرغم من كونه مسطح مائي مغلق (Rady, M. A., et al., 1998, PP.205-220).

• الملوحة.

تلعب الأملاح الذائبة في مياه خليج السويس أمام ساحل منطقة الدراسة التي تتسرب عبر الفواصل والشقوق الصخرية دوراً مهماً في التأثير على واجهات الجروف البحرية، فالرزاز المتطاير من مياه الخليج يعمل على إذابة بعض الأجزاء من واجهات الجروف البحرية برأس أبو درج وشمال رأس الزعفرانة. وترتفع نسبة الملوحة في شمال الخليج وتتناقص بالاتجاه صوب الجنوب، حيث بلغ متوسطها السنوي ٤١,٩٧ جزء في الألف في ساحل منطقة الدراسة بينما تقل إلى الجنوب منها لتصل إلى ٤٠,٤١ جزء في الألف، هذا إلى جانب حركة الكتل المائية المتجهة من البحيرات المرة ذات الملوحة الفائقة صوب مياه الخليج (Fahmy, M. A., et al., 2005, pp.1-14).

• الأس الهيدروجيني PH .

يبلغ المتوسط السنوي للأس الهيدروجيني لمياه خليج السويس أمام ساحل منطقة الدراسة ٨,١ (معمل الرصد البيئي المصري، ٢٠١٣)، مما يشير إلى قلويتها، حيث أنه كلما زادت قيمة الأس الهيدروجيني عن (٧) تتسم المياه بالقلوية، والعكس إذا قلت عن (٧) فإنها تتسم بالحموضة. كما تتوقف قيمة الأس الهيدروجيني على كمية حامض الكربونيك أو ثاني أكسيد الكربون في المياه حيث أن نقصانها يؤدي إلى ارتفاع قيمة الأس الهيدروجيني والعكس صحيح، وهذا ما يفسر التركيز الواضح للمواد الشاطئية الملتحمة بمواد سليكية برأس الزعفرانة.

٣- عمليات التجوية.

يقصد بعمليات التجوية تحول الصخور الأصلية من حالتها المتماسكة ككتلة واحدة إلى حالة غير متماسكة في شكل أجزاء مفككة، أو متحللة إلى عناصر مختلفة في نفس المكان الذي توجد فيه الصخور الأصلية (العجيلي، ٢٠١٤، ص ٣٧٣)، والمحصلة النهائية تكوين غطاء من المواد الصخرية الحادة الزوايا. ويذكر (دسوقي، ١٩٨٧، ص ٣٢٩) أن تأثير عمليات التجوية يتوقف على إزالة المواد المجواه بواسطة عوامل النقل المختلفة، فإذا لم يتم إزالة هذا الغطاء، فإنه يعمل كغطاء واق للصخر الذي يقع أسفله. وهكذا فإن عمليات التجوية نفسها تعتمد على حركة المواد الصخرية على المنحدرات.

وتعد عمليات التجوية من العمليات المهمة المؤثرة على منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، ويرجع ذلك إلى أنها تعمل على إضعاف وتقنيت أو تحلل صخر الأساس عند السطح أو بالقرب منه من ناحية، وإيجاد بعض الظواهر الجيومورفولوجية الدقيقة مثل حفر الإذابة وهشيم المنحدرات من ناحية أخرى. وحققي أن كل الصخور المكشوفة على السطح تتفكك إلى أجزاء مختلفة الأحجام، وحققي أنه قد ينهال كل أو بعض ما تفكك من هذه الصخور، إلا أنه ليس من الضروري أن يؤدي التفكك الميكانيكي أو المواد المفككة إلى أشكال ذات أهمية جيومورفولوجية بالنسبة لشكل المنحدرات (إمبابي، ١٩٧٢، ص ٨٧).

وعلى أية حال فإن عمليات التجوية تعد من العمليات المهمة التي تسهم في تشكيل منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، فهي تعمل على تفكك وتفتت الصخور ولا تتعدها إلى نقل أساسي للمواد المفتتة، ولكن المفتتات الصخرية تتأثر بالجاذبية الأرضية مما يعرضها للنقل والإزالة من على مكاشف الطبقات الصخرية

شديدة الانحدار، وبالتالي تتعرض لعمليات التفكك من جديد ومن صور عمليات التجوية الواضحة في منطقة الدراسة ما يلي :

أ-التجوية الملحية بفعل رزاز الأمواج.

يلعب رزاز الأمواج دوراً مهماً في نحت وتراجع واجهات الجروف بمنطقة الدراسة وذلك من خلال تراكم الأملاح داخل الشقوق والفواصل بعد تبخر المياه منها، ومع الوقت يزداد حجم هذه الأملاح وتتسبب في حدوث ضغوط جانبية ورأسية على الصخور المكونة للجروف، مما ينتج عنه تفكك وتحلل الصخور ميكانيكياً شكل (٢٨)، ويتفق ذلك مع ما ذكره (Bird,2016,p.4).



شكل (٢٨) انفصال كتل من صخور الجروف البحرية وتساقطها في الخليج وأس الرفوانة نتيجة تراكم الأملاح داخل الشقوق والفواصل - ناظراً صوب الجنوب الشرقي

ب-الإذابة.

تلعب عمليات الإذابة دوراً مهماً في تشكيل واجهات الجروف بمنطقة الدراسة خاصة وأن معظم جروف منطقة الدراسة تتكون من صخور الحجر الجيري مما يؤدي إلى ظهور خلايا النحل Camp Honey على واجهاتها شكل (٢٩). كما تؤدي مياه

خليج السويس إلى زيادة نشاط عمليات التجوية الكيميائية لصخور الحجر الجيري، وذلك نظراً لأحتوائها على نسب متفاوتة من غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب، والذي تختلف نسبته بمياه الخليج ما بين الليل والنهار. ففي الليل تذيب مياه الخليج الباردة كمية أكبر من هذا الغاز الذي تزداد قابليته للذوبان مع تناقص درجات حرارة المياه، ومن ثم تصبح المياه أكثر حامضية وقدرة على إذابة الكربونات في الجروف البحرية ويتفق ذلك مع ما ذكره (أبو زيد، ٢٠١٨، ص ١٢٤).



شكل (٢٩) نشاط عمليات الإذابة الكيميائية لصخور الجروف البحرية شمال رأس الوعفانة - ناظراً صوب الشمال الغربي

٤- فعل الانسان.

لقد أثر الإنسان تأثيراً كبيراً في تشكيل منحدرات الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وذلك من خلال إنشاء القرى والمنتجعات السياحية وبعض المباني عليها شكل

(٣٠)، مما ترتب عليه تغير خصائص السطح، وعدم استقرار الكتل الصخرية، وغالباً ما يحدث تعديل وإزالة للجروف لتهيئتها لإنشاء القري عليها ، وهذا ما حدث في مناطق متعددة على منحدرات الجروف بالمنطقة كما هو الحال في بعض المناطق شمال رأس الزعفرانة. وقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية أن معظم هذه القري عرضة للتساقط والإنهيار بسبب تعرض المنطقة لعمليات التعرية والتجوية المختلفة.



شكل (٣٠) البناء على الجروف البحرية شمال رأس الزعفرانة
- ناظراً صوب الجنوب الغربي

سابعاً: الظواهر الجيومورفولوجية المرتبطة بالجروف البحرية.

١- الأرصفة الشاطئية.

الأرصفة الشاطئية هي عبارة عن سطح متسع مستوي هين الانحدار يمتد من قاعدة الجرف البحري حتى ساحل البحر وتتشكل بواسطة نحت الأمواج، وتبدو أرصفة الشاطئ أكثر وضوحاً في أوقات حدوث الجزر، حيث يُمكن مشاهدتها كمساحات ضخمة من الصخور المسطحة المستوية. ومن الممكن أن يتم تغطية الجانب القريب من اليابس من أرصفة الشاطئ بالرمال، مما يشكل الشاطئ الرملي، ومن ثم لا يمكن تحديد رصيف الشاطئ إلا عند حدوث الجزر أو عندما يتم إزالة الرمال من فوق

رصيف الشاطئ عن طريق العواصف (تراب، ٢٠١١) و (Goudie, 2004) و (Dasgupta, 2010) و (Fernández, 2020).

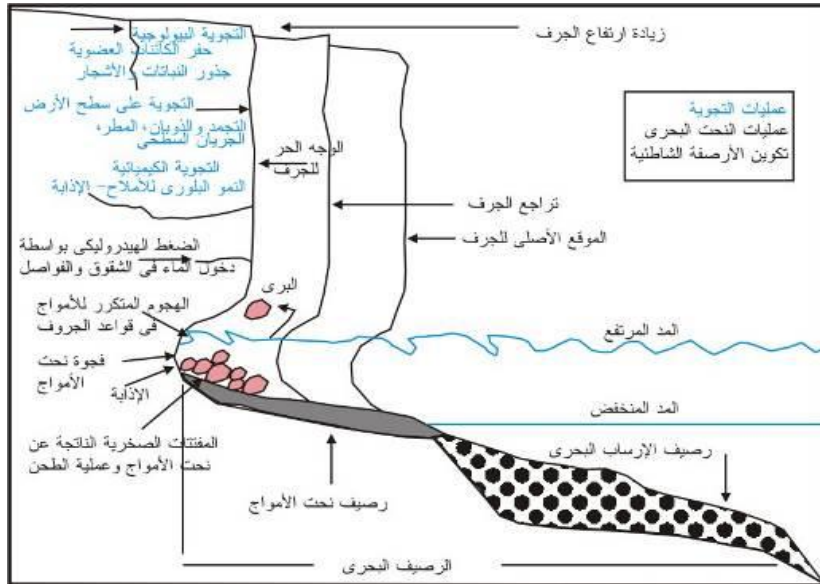
وتنتشر الأرصفة الشاطئية في منطقة الدراسة، حيث يتراوح متوسط اتساع سطحها ما بين ٢ و ٦ أمتار، ويتراوح انحدار سطحها ما بين ٢ و ١٤ درجة، وتتألف الأرصفة الشاطئية من المارل والحجر الرملي الدولوميتي في الشمال، والكونجلوميريت والبريشيا في القطاع الأوسط، والحجر الرملي والحجر الجيري والجيري المرجاني في الجنوب. وقد لوحظ خلال الدراسة الميدانية لقطاع شمال الزعفرانة انتشار حفر الإذابة في الأرصفة المكونة من المارل والحجر الرملي الدولوميتي وذلك بسبب قابليتها للذوبان، كما تم رصد مجموعة من التجويفات والمداخل البحرية الدقيقة في الأجزاء المعرضة للنحت والتقويض السفلي أثناء فترات الجزر بفعل الأمواج. كما تميزت الأجزاء المكونة من الكونجلوميريت والبريشيا بظهور مجموعة من قنوات النحت الدقيقة والتي تكونت نتيجة ضعف المادة اللاحمة وقابليتها للإذابة وتفاوت تركيزها من مكان لآخر. أما في رأس الزعفرانة فيغطي أجزاء عديدة من سطح الرصيف ببقع زيتية سوداء لزجة والتي تظهر عليها مجموعة من التشققات العشوائية الناتجة عن التجوية، كما تنتشر الفجوات الدقيقة على أجزاء الرصيف المكونة من الحجر الجيري، أما أجزاء الرصيف المكونة من الحجر الجيري المرجاني فتغطي سطحها طبقة من الطحالب الرمادية شكل (٣١).

وهناك مجموعة من الآراء حول كيفية تطور أرصفة الشاطئ، والرأي المهيمن يرى أن أرصفة الشاطئ يرجع تشكيلها في الأساس إلى قوة نحت الأمواج من مؤيدي هذا الرأي (Sunamura, 1994)، و (Aoki & Maekado, 2006)، و (Trenhaile, 1978)، بينما يرى البعض أن عمليات التجوية هي العملية السائدة في تشكيل أرصفة الشاطئ مثل (Healy, 1968)، و (Taylor, 2003). وقد أدى

هذا الاختلاف في وجهات النظر إلى ما يسمى غالبًا بمنظرة (الموجه في مقابل تأثير التجوية). وقد تم التعرف على كل من التعرية بفعل الأمواج وبفعل تأثير التجوية لكونها مهمة في تطور أرصفة الشواطئ شكل (٣٢).



شكل (٣١) نموذج للأرصفة الشاطئية بمنطقة رأس الزعفرانة - ناظرًا صوب الشمال الشرقي



المصدر: مرسي، ٢٠١٠.

شكل (٣٢) العمليات البحرية المسؤولة عن تكون الأرصفة الشاطئية

٢- الكهوف البحرية.

تعد الكهوف البحرية من الأشكال الدقيقة المرتبطة بتراجع الجروف البحرية، حيث تنشأ عند ارتطام مياه الأمواج بمناطق الضعف الجيولوجي التي ترتفع فيها كثافة الفواصل والشقوق، ومن ثم تبدأ في تكوين نتوءات وفجوات دقيقة ثم تتسع تدريجياً وتتوغل في الجرف البحري. وتنقسم الكهوف البحرية إلى أربعة أقسام رئيسية وفقاً لتصنيف (Sunmura, 1992) هي: مدخل الكهف Cave Entrance، وجوانب الكهف Cave Sides، وسقف الكهف Cave Roof، وأرضية الكهف Cave Floor.

وهناك مجموعة من العوامل التي ساهمت في نشأة وتكوين الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة لعل من أهمها: النحت بفعل الأمواج، والفعل الميكانيكي الناتج عن احتباس الأمواج، ونوع الصخر، والإذابة ويتفق ذلك مع (معوض، ٢٠٠٣، ص ١٣٣). ومن الملاحظ أن تطور الكهوف خلال مراحلها النهائية يكون أسرع من تطورها خلال مراحلها الأولى، كما أن تطور الكهوف قد يتوقف عندما يحدث توازن بين مقاومة صخور الكهوف البحرية وقوة الأمواج البحرية المهاجمة.

قد تم رصد (١٦) كهفاً بحرياً بمنطقة الدراسة، حيث يوجد (١٠) كهوف شمال رأس الزعفرانة بتكوينات الحجر الرملي الجيري شكل (٣٣)، و (٦) كهوف برأس الزعفرانة في تكوينات الحجر الرملي الكونجلوميريتي، والحجر الرملي الكلصي، والحجر الرملي.



شكل (٣٣) نموذج للكهوف البحرية بشمال رأس الزعفرانة
- ناظراً صوب الجنوب الغربي

وسوف تقتصر دراسة الخصائص المورفومترية للكهوف البحرية هنا على كهوف منطقة رأس الزعفرانة، كما يتضح من جدول (٨) ما يلي:

أ- تتباين ارتفاعات الكهوف من موضع إلى آخر داخل الكهف الواحد، حيث تتميز بالارتفاع عند مداخلها وتقل في اتجاه الداخل، حيث تتراوح الارتفاعات بين (٦٥سم و متراً واحداً)، كما تتراوح عروض مداخل الكهوف بين (٧٦سم و ١,٥م)، بينما يتراوح متوسط عمق الكهوف البحرية بين (٦٥سم و ٩٥سم).

ب- تتباين درجات انحدار أرضيات الكهوف البحرية من كهف إلى آخر، فهناك أرضيات تعلو عن مستوي سطح الرصيف البحري، وأخرى تمتد في نفس مستوي ارتفاعه، هذا وتتراوح درجات انحدار أرضيات الكهوف البحرية بين (٦° و ٢٢°).

ج- تتنوع أشكال الكهوف البحرية برأس الزعفرانة وفقاً لتصنيف (Trenhaile, 1987) ما بين كهوف بحرية نصف دائرية ويبلغ عددها (٤) كهوف، وكهفان يأخذان شكل حرف (V) مقلوب.

جدول (٨): الخصائص المورفومترية للكهوف البحرية بمنطقة رأس الزعفرانة

(م)	الموقع الفلكي	التكوين الجيولوجي	ارتفاع المدخل (م)	عرض المدخل (م)	متوسط العمق (م)	انحدار القاعدة بالدرجة	الشكل
١	N:29°09'39" E:32°38'55"	حجر رملي	٠,٨٠	٠,١	٠,٩٥	٨	نصف دائري
٢	N:29°09'37" E:32°38'54"	حجر رملي	٠,٧٠	٠,٩٠	٠,٩٠	٦	نصف دائري
٣	N:29°09'32" E:32°38'52"	دولوميت	١,٠	٠,٧٦	٠,٨٣	٢٠	نصف دائري
٤	N:29°06'55" E:32°39'45"	حجر رملي كونجلوميريتي	٠,٥٠	٠,٨٨	٠,٨٠	١٥	حرف V مقلوب
٥	N:29°06'42" E:32°39'55"	حجر رملي كلسي	٠,٩٠	١,٥	٠,٧٩	٧	نصف دائري
٦	N:29°06'38" E:32°39'43"	حجر رملي سيلكي	٠,٦٥	٠,٩٥	٠,٦٥	٢٢	حرف V مقلوب

المصدر: الدراسة الميدانية.

٣- الرؤوس الأرضية.

تعد الرؤوس الأرضية من الأشكال الجيومورفولوجية التي ترتبط في نشأتها بعمليات النحت البحري، وقد ساهم في تكوينها العديد من العوامل لعل أهمها تغير مستوى سطح البحر. حيث أدى ارتفاع مستوى سطح البحر ثم استقراره عند منسوبه الحالي في العصور الإسلامية إلى إغراق الأجزاء المنخفضة القريبة من البحر مشكلة لخلجان صغيرة، في حين ظهرت أجزاء من التكوينات الصخرية الساحلية الأكثر مقاومة لعمليات التعرية في شكل نتوءات أو رؤوس يابسة ممتدة في مياه البحر

(صالح، ١٩٩٩، ص ص ٤٩-٥٠) و (أمين، ٢٠٢٠، ص ٨٠١). وتتميز منطقة الدراسة بوجود ثلاثة رؤوس أرضية فقط هما: رأس أبو درج والتي يبلغ أقصى طول لها على امتداد محور شمالي شرقي - جنوبي غربي ٤,٠ كم، وأقصى عرض على امتداد محور شمالي شمالي غربي - جنوبي جنوبي شرقي ٨,٠ كم، وتبلغ مساحتها نحو ٣٣,٠ كم^٢، وتتكون الرأس من صخور الحجر الرملي والكونجلوميريت، وتشرف هذه الرأس بجروف بحرية يظهر بها عمليات النحت والتقويض السفلي، ويظهر أمامها بعض الكتل الصخرية الساقطة، كما يمتد أمام هذه الجروف رصيف بحري يشرف على البحر بحافة شديدة الانحدار. ورأس الزعفرانة يبلغ أقصى طول لها على امتداد محور شمالي شرقي - جنوبي غربي ٥,٠ كم، وأقصى عرض على امتداد محور شمالي غربي - جنوبي شرقي ٨,٦ كم، وتبلغ مساحتها نحو ٢٩,٠ كم^٢، ويغطي سطحها رواسب الزمن الرابع، ويحيط بسواحلها مجموعة من الجروف البحرية التي تأثرت بفعل عمليات النحت البحري مما أدى إلى انفصال بعض الكتل الصخرية منها. أما رأس ثلمت فيبلغ أقصى طول لها على امتداد محور شمالي شرقي - جنوبي غربي ٣,٠ كم، وأقصى عرض على امتداد محور شمالي غربي - جنوبي شرقي ٥,٠ كم، وتبلغ مساحتها نحو ٢١,٠ كم^٢، ويغطي سطحها رواسب الزمن الرابع، ويحيط بسواحلها مجموعة من الجروف البحرية النشطة.

٤- المسلات البحرية والجزر الصخرية.

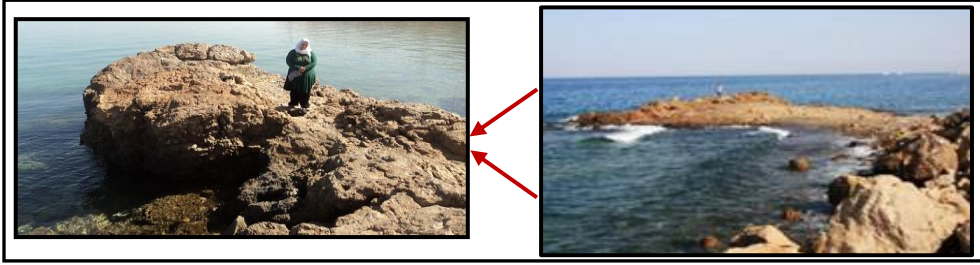
تعرف المسلات البحرية بأنها عبدة عن كتل صخرية بارزة في البحر ومتاخمة للجروف البحرية، وتتكون المسلات البحرية بطريقتين هما: الأولى وهي انهيار الأجزاء العليا من الأقواس البحرية، وبالتالي تنفصل أجزاء من الألسنة الصخرية عن الساحل مكونة ما يعرف بالمسلات البحرية، والطريقة الثانية ترتبط بالاختلافات النوعية

للصخور التي يتكون منها اللسان الصخري، حيث تتآكل الصخور الهشة بسرعة وتبقى الصخور الصلبة مقاومة لفعل الأمواج وتظل بارزة على هيئة مسلة بحرية. وعادة ما تكون قواعد المسلات البحرية أكبر سمكاً من أطرافها العليا شكل (٣٤).



شكل (٣٤) نموذج للمسلات البحرية شمال رأس الزعفرانة
- ناظراً صوب الشمال الشرقي

أما الجزر فتتكون نتيجة تأثر المسلات البحرية بنحت الأمواج مما يتسبب في حدوث تدهم وتخفيض لسطحها وبالتالي تحولها لجزر صخرية صغيرة، وتنقسم الجزر الصخرية إلى نوعين هما: جزر تقع في نطاق الشاطئ القريب Near shore Island وهي الجزر الناتجة عن اقتطاع أجزاء من الرؤوس الأرضية أو الألسنة الصخرية (محسوب، ١٩٩١، ص ١٧٧)، وقد تم رصد مجموعة من الجزر التي تتصل بقاعدة الجرف البحري بواسطة لسان طولي يتألف من الإرسابات الرملية المرتكزة فوق سطح رصيف الشاطئ شكل (٣٥) النوع الثاني وهو: الجزر التي تقع في نطاق الشاطئ البعيد Off shore Island وهي الجزر التي تقع على مسافة تزيد عن ٢٠٠م عن خط الشاطئ.



شكل (٣٥) نموذج للجزر الصخرية المتصلة باليابس عن طريق التومبولو جنوب رأس أبو الدرج - ناظراً صوب الشمال الشرقي

٥- الفجوات الجانبية.

الفجوات الجانبية هي عبارة عن فتحات تمتد امتداداً جانبياً بالقرب من قواعد الجروف البحرية، ووجودها دليل على نشاط النحت البحري Sunamura, (1992,P.184) شكل(٣٦)، وتنقسم الفجوات الجانبية جيومورفولوجياً إلى ثلاث أقسام هي: الحافة العلوية للفجوة Visor: وتمثل القسم البارز من صخور الجرف البحري والنتاج عن نحت قاعدة الجرف البحري، قاع الفجوة Notch bottom: وهي عبارة عن قاعدة التجويف المحفور داخل صخور الجرف البحري والذي عادة ما يتفق مع أعلى منسوب تصل إليه المياه، الحافة السفلية للفجوة Plinth: تمثل مقدمة الفجوة قبل اتصالها بالرصيف البحري والتي عادة تتحدر انحداراً تدريجياً صوب البحر. وقد تراوحت ارتفاع الفجوات الجانبية بين ٤٢سم و ٧٦سم بمتوسط ارتفاع بلغ ٥٦سم، وتراوح عمقها بين ٣٥سم و ٦٢سم بمتوسط عمق بلغ ٥٠سم.

بلغ إجمالي عدد الفجوات الجانبية التي تم تسجيلها أثناء الدراسة الميدانية (٣٣) فجوة، تركزت غالبيتها بمنطقة رأس الزعفرانة حيث تم تسجيل (١٨) فجوة بها بنسبة بلغت (٥٤,٥%) من إجمالي عدد الفجوات بمنطقة الدراسة، وذلك بصخور الحجر الرملي والحجر الرملي الكونجلومريتي. يليها منطقة شمال الزعفرانة حيث تم تسجيل

(١٠) فجوات بها بنسبة بلغت (٣٠,٣%) من إجمالي عدد الفجوات في منطقة الدراسة، وذلك بصخور الحجر الرملي والحجر الرملي الدولوميتي. بينما شغل رأس أبو درج (٥) فجوات فقط بنسبة بلغت (١٥,١%) من إجمالي عدد الفجوات بمنطقة الدراسة، وذلك بصخور الكونجلوميرت الرملي.



شكل (٣٦) نماذج للفجوات الجانبية برأس الزعفرانة - ناظراً صوب الشمال الشرقي

ثامناً: الأهمية التطبيقية لسواحل الجروف البحرية.

لم تعد الدراسات الجيومورفولوجية تعتمد على الوصف المجرد لظواهرات سطح الأرض، بل تطرقت إلى دراسة الجوانب النفعية، والتطبيقية التي تعود على الإنسان بالنفع، وذلك من خلال الاستعانة بالبيانات والمعلومات التي توفرها المرئيات الفضائية في تفسير الظواهرات، والأشكال الجيومورفولوجية، ودراسة إمكانات سواحل الجروف بمنطقة الدراسة، وذلك بهدف التعرف على معطياتها من ناحية، والتخطيط لتنميتها من ناحية أخرى، وتتضمن الجوانب التطبيقية لمنطقة الدراسة ما يلي:

١- التنمية السياحية لسواحل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة.

تعد السياحة من الأنشطة المهمة التي يجب تنميتها بسواحل الجروف البحرية في منطقة الدراسة خاصة مع تمتعها بمقومات السياحة، والتي يأتي في مقدمتها الموقع المتميز، واعتدال المناخ، واللاندسكيب الطبيعي الذي يعد من عوامل الجذب المهمة للسياحة الترفيهية والسياحة الدينية ويتفق ذلك مع ما ذكرته (أمين، ٢٠٠٩، ص ١٨٥). ومن أهم المجالات السياحية الممكنة بمنطقة الدراسة ما يلي:

• السياحة الترفيهية.

يمكن استغلال مناطق الجروف البحرية في هذا النوع من السياحة، وذلك بسبب تنوع اللاندسكيب الطبيعي من رؤوس بحرية وخلجان وشروم، حيث تستخدم الواجهة البحرية للرؤوس للاستجمام ومشاهدة اللاندسكيب من أعلى، كما تستخدم الشواطئ والخلجان البحرية في الترفيه والاستجمام وقضاء الإجازات خاصة اجازة اليوم الواحد، حيث يمتاز الخليج بصفاء مياهه، وأسماكه النادرة.

• السياحة الدينية.

تتميز منطقة الدراسة بوجود دير القديس يوحنا الدرجي، الشهير بدير أبو درج والذي يعد من الأديرة العريقة بمنطقة رأس أبو درج والتي سميت بهذا الاسم تيمناً بوجود هذا الدير على أرضها.

٢- المشكلات التي تواجه تطوير الجروف البحرية ووسائل الحماية.

هناك العديد من المشكلات التي تواجه تنمية وتطوير مناطق الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، وتعد مواجهة هذه المشكلات ومعالجتها ودرء خطرها من أولويات هذه الدراسة. وتتعرض منطقة الدراسة لمجموعة من المشكلات لعل أهمها :

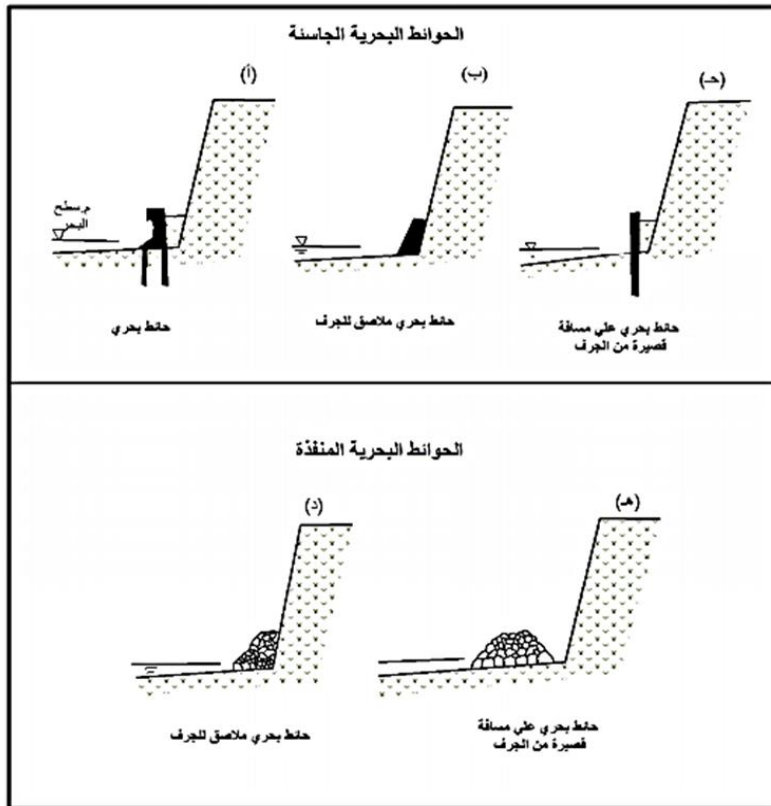
• النحت البحري وانهايار الجروف وتراجعها.

تعد مشكلة تراجع وانهايار الجروف البحرية من أهم المشكلات التي تواجه تنمية مناطق الجروف بمنطقة الدراسة، وذلك نظراً لما ينتج عنها من تهديد لسلامة المنشآت والطرق، ويحدث التراجع في قطاعات الجروف البحرية خلال فترة زمنية طويلة لذا فإن متابعته أمر ضروري لتحديد معدلات التنمية المستقبلية بهذه المناطق. وقد بلغ إجمالي تراجع الجروف البحرية بمنطقة الدراسة ٤سم/السنة خلال الفترة (١٩٨٤ - ٢٠٢١). وتتخلص طرق الحماية من النحت البحري لسواحل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة فيما يلي:

- القيام بعمل حوائط بحرية وذلك للحد من تآكل السواحل الجرفية بمنطقة الدراسة وهي تنقسم إلى نوعين هما: حوائط خراسانية أو حديدية وهي حوائط صلبة غير منفذة تبنى بشكل رأسي أو مائل أو منحنى أمام هذه السواحل، أما النوع الثاني فهو: حوائط بحرية من كومات الحجارة والتي تعمل على امتصاص جزء كبير من طاقة الأمواج، وهذه الحوائط أما أن تكون ملاصقة تماماً للجرف البحري أو على مسافة قصيرة منه (Bird,2016,p.77) شكل (٣٧) وشكل (٣٨).
- استخدام طريقة الأوتاد الحديدية والتي يتم تثبيتها أمام الشواطئ على مسافات ضيقة تتراوح بين ٥٠ و ٧٥سم، ثم تدشينها بكتل صخرية في اتجاه الشاطئ والتي تسمح بنفوذ الأمواج بما تحمله من رواسب إلى الشاطئ وعودتها مرة أخرى بدون تلك الرواسب.
- انشاء بعض القرى السياحية للألسنة الصخرية العمودية على خط الساحل والتي تأثر على كل من سرعة واتجاهات الأمواج وبالتالي يقل الخطر الناجم عنها.



شكل (٣٧) استخدام الكتل الخرسانية في حماية السواحل الجرفية من التآكل جنوب رأس أبو درج - ناظراً صوب الجنوب الغربي



المصدر: After Sunamura 1992

شكل (٣٨) الحوائط البحرية المستخدمة لحماية الجروف البحرية بمنطقة الدراسة

• تلوث مياه خليج السويس.

تتعرض مياه خليج السويس في مناطق السواحل الجرفية بمنطقة الدراسة للتلوث بواسطة البترول المتسرب من ناقلات البترول. ومن طرق مواجهته والتغلب عليه استخدام الاسفنج الصناعي، وعمل تصميمات جديدة لناقلات البترول لتقليل احتمالات تسرب زيت البترول شكل (٣٩).



شكل (٣٩) تسرب زيت البترول بسواحل رأس الزعفرانة
- ناظراً صوب الجنوب الشرقي

النتائج:

- ١- يتراوح عمر التكوينات الجيولوجية المكشوفة بمنطقة الدراسة بين الكربوني الأعلى والكريتاسي الأعلى، هذا بالإضافة إلى رواسب الزمن الرابع، حيث تسود الرواسب المفككة ورواسب الأودية في مساحات كبيرة من منطقة الدراسة.
- ٢- تتراوح فئات الارتفاعات بمنطقة الدراسة بين صفر و ١٠٠ متراً، حيث أن الأجزاء التي يقل ارتفاعها عن ٢٠م تتمثل في النطاق الممتد بالساحل لخليج السويس في الشرق والذي تبلغ مساحته ٨١,٥ كم^٢ بنسبة (٢١,٥%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، أما الأجزاء التي يتراوح ارتفاعها ما بين ٢٠م و ٦٠م فتغطي حوالي ١٥٩ كم^٢ بنسبة (٤١,٩%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وهي تمتد موازية للنطاق السابق بمنطقة الدراسة، بينما الأجزاء التي يتراوح ارتفاعها بين

٦٠م و١٠٠م تغطي حوالي ٢١٣٨,٣ كم^٢ بنسبة (٣٦,٥%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وتتمثل في الأجزاء الشمالية الغربية والغربية والجنوبية الغربية من منطقة الدراسة.

٣- تقع منطقة الدراسة ضمن النطاق الصحراوي الذي يتميز بارتفاع الحرارة حيث يبلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة ٢٠,٣م°، ويتراوح هذا المعدل بين ١٨,٢م° لشهور الشتاء و٢٧,٣م° لشهور الصيف، ويبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح ١٧ كم/الساعة في محطة السويس، ويتراوح هذا المعدل بين ١٦,٥ كم/الساعة لشهور الشتاء، و١٧,٦ كم/الساعة لشهور الصيف، وتبلغ الكمية السنوي للأمطار ١,٦م في السويس، ويضع هذا المعدل القليل للأمطار وخصائص الحرارة منطقة الدراسة ضمن المناخ الجاف، وتتركز الأمطار في نصف السنة الشتوي، وتبلغ ذروتها ٦,٢م في أكتوبر.

٤- بلغ عدد القطاعات المدروسة (١٩) قطاعاً، وبلغت جملة أطوالها ٢٣٦ متراً، وبلغ طول أطول القطاعات المدروسة ٢٦ متراً وطول أقصرها ٤ متراً، ويرجع هذا التباين في الأطوال إلى تأثير المنطقة بمظاهر الضعف الجيولوجي من فواصل وشقوق وصدوع ، وتفاوت درجة تأثيرها بعوامل التعرية والتجوية المختلفة.

٥- يبلغ المتوسط العام لانحدار القطاعات ٤٥°، وهو يقع في فئة الانحدارات الجرفية، ويتباين هذا المتوسط من قطاع لآخر في منطقة الدراسة حيث سجلت أقل درجة انحدار (٣٤٥) على القطاع (٦) شمال رأس الزعفرانة وأعلى درجة انحدار (٥٧٥) على القطاع (١) برأس أبو درج، وكانت درجة الانحدار أقل من المتوسط العام في عدد (١١) قطاعات من القطاعات المقاسة، في حين سجل عدد (٨) قطاعات متوسط أعلى من المتوسط العام.

- ٦- تعد منحدرات الجروف المحدبة - المقعرة ، ومنحدرات الجروف - المقعرة ، ومنحدرات الجروف المحدبة، والمنحدرات شبه السلمية ، والمنحدرات المستقيمة هي الأشكال الرئيسية السائدة على منحدرات منطقة الدراسة .
- ٧- توجد علاقة طردية وثيقة بين معدلات نحت الجروف ومعدلات تراجعها، حيث أنه كلما زادت معدلات النحت القاعدي تزداد معدلات تساقط الصخور وانهارها، وبالتالي تزداد معدلات تراجع الجروف البحرية.
- ٨- تعد الأمواج من عوامل التشكيل المهمة والمؤثرة في تشكيل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة سواء كانت بالنحت أو الترسيب وذلك نتيجة طبيعتها المتواترة، وتتراوح ارتفاعات الأمواج أمام سواحل منطقة الدراسة بين ٠,٩٥ م لشهر مارس و ١,٩٦ م لشهر ديسمبر.
- ٩- تعتبر الأرصفة الشاطئية والكهوف البحرية والفجوات الجانبية والرؤوس الأرضية من أهم الأشكال الجيومورفولوجية التي ترتبط في نشأتها بتطور الجروف البحرية.
- ١٠- تعد السياحة من الأنشطة المهمة التي يجب تميمتها بسواحل الجروف البحرية في منطقة الدراسة خاصة مع تمتعها بمقومات السياحة، والتي يأتي في مقدمتها الموقع المتميز، واعتدال المناخ، واللاندسكيب الطبيعي الذي يعد من عوامل الجذب المهمة للسياحة الترفيهية والسياحة الدينية.
- ١١- تعد عمليات نحت وتراجع الجروف وتلوث مياه الخليج بواسطة البترول من أهم المشكلات التي تواجه تطوير الجروف البحرية بمنطقة الدراسة.

المصادر والمراجع

أولاً : المصادر

- ١- المرئية الفضائية Landsat 8 OLI_TIRs لعام ٢٠٢١.
- ٢- الهيئة العامة للأرصاد الجوية ، قسم المناخ ، بيانات مناخية لمحطة أرصاد السويس في الفترة من ١٩٨٠، حتى ٢٠١٨.
- ٣- الهيئة العامة للبترول بالتعاون مع شركة كونوكو ، ١٩٨٧، خريطة مصر الجيولوجية مقياس (١:٥٠٠٠٠٠) لوحة بني سويف.
- ٤- الهيئة المصرية العامة للمساحة المصرية، الخرائط الطبوغرافية مقياس (١:١٠٠٠٠٠) طبعة ١٩٤٣، و(١:٥٠٠٠٠٠) طبعة ١٩٩٤.

ثانياً : المراجع العربية.

- ١- أبو زيد، أحمد السيد، ٢٠١٨، الجروف البحرية على الساحل الغربي لخليج السويس، دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ.
- ٢- الحداد، سعاد محمد ، ٢٠٠٩، منحدرات الجانب الغربي للبحر الأحمر فيما بين رأس جمسة والقصير دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية .
- ٣- العجيلي، عبد الله صبار عبود، ٢٠١٤، منحدرات سلسلة جبال برنان دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية التربية، جامعة بغداد، العدد ١٥.
- ٤- إمبابي، نبيل سيد، ١٩٧٢، أشكال السفوح ، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية ، القاهرة ، العدد ٥، ص ص ٧٤ - ٩٥.

- ٥- أمين، هبة صابر، ٢٠٠٩، منخفض وادي الفارغ في الصحراء الغربية - مصر، دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنها.
- ٦- أمين، هبة صابر، ٢٠٢٠، رأس الأدبية على الساحل الشمالي الغربي لخليج السويس تحليل جيومورفولوجي، مجلة كلية الآداب، جامعة بورسعيد، العدد السادس عشر.
- ٧- تراب، محمد مجدي، ٢٠١١، الموسوعة الجيومورفولوجية، الجمعية المصرية للتغير البيئي.
- ٨- جودة، جودة حسنين، ١٩٩٦، الجيومورفولوجيا - علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الاسكندرية.
- ٩- دسوقي، صابر أمين، ١٩٨٧، دراسة مقارنة لسفوح بعض أشكال السطح في مصر، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- ١٠- رحيل، فاطمة زايد، ٢٠١٩، جيومورفولوجية الجروف البحرية والظواهر المرتبطة بها بمنطقة رأس الحكمة فيما بين رأس الغرقان ورأس حوالة، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الاسكندرية.
- ١١- سلامة، حسن رمضان، ١٩٨٣، مظاهر الضعف الصخري وآثارها الجيومورفولوجية، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، نشرة رقم ٥٣.
- ١٢- صابر، أحمد إبراهيم محمد، ٢٠٠٧، الأثار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه في المنطقة الممتدة من الصف إلي العين السخنة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب - قسم الجغرافيا، جامعة بنها.

١٣- صادق، دعاء، ٢٠١٦، الأشكال الأرضية الناتجة عن النحت البحري بالساحل الغربي لخليج السويس فيما بين السويس شمالاً ورأس جمسة جنوباً دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة عين شمس.

١٤- صالح، كريم مصلح، ١٩٩٩، السهل الساحلي على الجانب الغربي لخليج السويس فيما بين رأس غارب ورأس الدب، مجلة كلية الآداب، جامعة الزقازيق، الدراسات الخاصة.

١٥- عبد الحميد، عاطف معتمد، ١٩٩٦، النطاق الساحلي لخليج العرب غرب الاسكندرية: دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٦- عبد السلام، عادل (٢٠٠٠). أشكال الأرض، منشورات جامعة دمشق، الطبعة الرابعة، سوريا.

١٧- فرج، طارق كامل، ٢٠٠٠، جيومورفولوجية الجروف البحرية في الساحل الشمالي الغربي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة حلوان.

١٨- معوض، بدوي معوض، ٢٠٠٣، جيومورفولوجية المنطقة الساحلية فيما بين رأسي أبو جراب وعلم الروم الساحل الشمالي الغربي لمصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

١٩- مرسي، سيد محمود، ٢٠١٠، جيومورفولوجية أرصفة الشواطئ البحرية، مجلة المجمع العلمي المصري.

٢٠- محمد، محمد الحسين، ٢٠٠٢، منطقة وادي العلاقي في جنوب صحراء مصر الشرقية، دراسة في الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة الإسكندرية .

٢١- محسوب، محمد صبري، ١٩٩١، جيومورفولوجية السواحل، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

ثالثاً: المراجع الأجنبية.

- 1- Abd-Allah. A. M., 1963, Stratigraphy of the Lower Mesozoic Rocks at the Western Side of the Gulf of Suez. Egypt Geol. Surv. Cairo .
- 2- .Aoki, H. and Maekado, A., 2006, Formation of limestone shore platforms: A case study from Cape Hedo, Okinawa Island (in Japanese with English abstract). Transactions, Japanese Geomorphological Union, 27, PP.461–475.
- 3- Bloom , A. L. , 1978 , Geomorphology, A Systematic Analysis of Late Cenozoic Landforms , New Jersey .
- 4- Bird ,E.C.F., 2008, Coastal Geomorphology An Introduction, Second Edition, Australia .
- 5- Bird, E.C.F., 2016, Coastal Cliffs: Morphology and Management, Springer Briefs in Earth Sciences, Australia.
- 6- Dasgupta, R., 2010, Whither shore platforms? Progress in Physical Geography, vol., 35, PP.183–209.
- 7- Esposito, G., Matano, F., Sacchi, M., and Salvini, R., 2020, Mechanisms and frequency-size statistics of failures characterizing a coastal cliff partially protected from the wave erosive action, Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali Vol., 31, PP.337–351.
- 8- Fernández, C.L., Fúnez, S.L., Viejo, G.F., Cuesta, M.J.D., and Díaz, L.M., 2020, Comprehensive characterization of elevated coastal platforms in the north Iberian margin: A new template to quantify uplift rates and tectonic patterns, Geomorphology, PP.364 – 376.

- 9- Fahmy, M.A., et al., 2005, Hydrography and chemical characteristics of the coastal water along the Gulf of Suez, Egyptian Journal of Aquatic Research, vol. 31, pp. 1-14.
- 10- Goudie, A.S., 2004, Encyclopedia of Geomorphology, Routledge, London, Volume 2.
- 11- Gupta, A., 2011, Tropical geomorphology, Cambridge Univ. Press, Uk.
- 12- Guida, D., and Valente, A., 2019, Terrestrial and Marine Land forms along the Cilento Coastland (Southern Italy), Journal of Water, Vol., 11.
- 13- Gerivani, H., and Savari, S., 2020, Sea cliff instability hazard assessment for coastal management in Chabahar, Iran, Journal of Coastal Conservation PP. 5-24.
- 14- Healy, T.R., 1968, Shore platform morphology on the Whangaparaoa Peninsula, Auckland. Conference Series, New Zealand Geographical Society, vol., 5, PP. 68-163.
- 15- Rady, M. A., et al., 1998, Residual circulation in the Gulf of Suez, Egypt." Estuarine, Coastal and Shelf Science PP. 205-220.
- 16- Ribeiro, M., 2017, Headland Sediment Bypassing Processes, Unpublished doctoral thesis, Department of Geology, Faculty of Science, UNIVERSITY OF LISBON, Portugal.
- 17- Sunamura, J., 1992, Geomorphology of Rocky Coasts, John Wiley, London.
- 18- Small, R. J., 1980, The Study of Landforms, a textbook of Geomorphology, Second Edition, Cambridge University, London.
- 19- Sunamura T., 1994, Rock control in coastal geomorphic processes. Transactions, Japanese Geomorphological Union vol., 15, 253-272.

-
- 20- Taylor A.J., 2003, Change and processes of change on shore platforms. Unpublished Ph.D. thesis, University of Canterbury.
- 21- Trenhaile, A.S., 1971, Lithological control of high water rock ledges in the Vale of Glamorgan, Wales. *Geografiska Annaler* vol.,56A, pp.59–69.
- 22- Trenhaile, A.S., 1978, The shore platforms of Gaspé, Québec. *Annals of the Association of American Geographers*, vol., 68, pp. 95–114.

Geomorphology of the Sea Cliffs, west of the Gulf of Suez From Ras Thalmet in the south to Ras Abu Daraj in the north

Abstract:

The study area is located in the northeastern part of the Eastern Desert, extending along the western side of the Gulf of Suez, bordered on the north by Wadi Qusayb, on the west by the Contour line 100 m, on the east by the Gulf of Suez, and on the south by Wadi al-Jarf, with an area of 378.7 km², and the research deals with the natural geographical features of the area The study, the geographical distribution of Sea cliffs, their general classification, and morphometric analysis of their slopes, in addition to the morphology of Sea cliffs, and studying the problems facing their development, The processes of carving and retreating cliffs and polluting Gulf waters by petroleum are among the most important problems facing the development of sea cliffs in the study area.

Keywords: sea Cliffs, the western coast of the Gulf of Suez, formation factors and processes, sea Cliffs retreat, sea Cliffs morphology.