جيومورفولوجية الجروف البحرية

بجزيرة مجاويش الكبرى

البحر الأحمر- مصر

إعداد

د. محمدي شعبان محمدي
مدرس الجغرافية الطبيعية
كلية الآداب– جامعة المنوفية

٢٠١٧

المقدمة:

يضم الساحل المصري للبحر الأحمر (٣٩ جزيرة) تختلف فيما بينها من حيث المساحة والتراكيب الجيولوجية، ويتركز حولها أنظمة متعددة للشعاب المرجانية، لذلك يمثل البعض منها شهرة كمناطق سفاري للغوص كجزيرة الزبرجد والأخوين. كما أن هذه الجزر بحكم القانون محميات طبيعية فهي تحوي العديد من الطيور البحرية المقيمة والمهاجرة والتي تقدر بأكثر من ١٢٠ نوعاً. وعلى الساحل توجد الخلجان والشروم الطبيعية الحاضنة لنمو الثروة السمكية بما تضمه من شعاب ضحلة وحشائش بحرية تحمي اليرقات وتقدم لها العذاء المناسب، (وزارة الدولة لشئون البيئة، الوكالة الدنمركية للتعاون الدولي، محافظة البحر الاحمر، ٢٠٠٨، ص٤٦).

وتتباين جزر البحر الأحمر فيما بينها من حيث المساحة ويرجع ذلك لنشأة البحر الأحمر الانكسارية فالقليل منها تزيد مساحتها عن مائة كيلومتر مربع أما الغالبية العظمى من الجزر فمساحتها صغيرة جداً، ويمكن تقسيم الجزر من حيث المساحة إلى، (وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٦):

- جزر صغيرة جداً وتقل مساحتها عن (٤٢ كم٢) وتضم ١٠ جزر منها جزيرة مجاويش الكبرى محل الدراسة.
- جزر متوسطة المساحة وتتراوح مساحتها بين (٤٢- ٤٢٠ كم٢) وتضم ١١ جزيرة.
- جزر كبيرة المساحة وتتراوح مساحتها بين (٤٢٠- ٤٢٠٠ كم٢) وتضم ٩ جزر.
- جزيرة كبيرة جداً وتزيد مساحتها عن (٤٢٠٠كم٢) وتضم ٩ جزر.

وتختلف جزر البحر الأحمر في تكويناتها الجيولوجية حيث تم تقسيمها إلى جزر الطفح البركانية وجزر الصخور النارية وفوق القاعدية وجزر صخور القاعدة والرسوبية وجزر مكوناتها السطحية من صخور رسوبية. وأمكن تصنيف الجزر حسب النشأة إلى:

- الجزر القارية: وهي عبارة عن أجزاء من اليابس المجاور وتتكون من نفس الصخور التي يتكون منها اليابس ويغلب عليها الصخور النارية والمتحولة والرسوبية وتشمل الجزر القريبة من الساحل مثل قيسوم وجوبال والجفتون ومجاويش الكبرى والصغرى.

- الجزر المرجانية: وهي في الواقع أرخبيلات مرجانية حديثة نسبياً تكونت لتغطي جزر قارية صغيرة الحجم وكثيرة في العدد.
- جزر الحواجز الرملية وهي ذات شكل مستطيل واتساعها محدود.
- الجزر البركانية وتتركز في جنوب البحر الأحمر مثل جبل الطير.

وتعد جزيرة مجاويش الكبرى من الجزر القارية المنفصلة من اليابس المجاور إذ تبعد عن الساحل حوالي (٣.٥كم) وترجع تكويناتها للزمن الثالث وصخورها عبارة عن حجر جيري مرجاني.

وتنقسم سواحل الجزيرة بين سواحل الارساب المنخفض أو السواحل الرملية والتي تتسم بسيادة أشكالها الإرسابية الرملية كالبلاجات والألسنة والحواجز والحافات ومسننات الشاطئ ومسطحات المد وغيرها، والسواحل الصخرية أو سواحل الجروف البحرية التي تتسم بسيادة أشكالها التحاتية الصخرية كرءوس النحت وخلجانها والفجوات الجانبية والكهوف البحرية والأقواس البحرية والمسلات البحرية وأرصفة الشاطئ وغيرها (Bird, E., 2008 .pp.1-12). وتهتم الدراسة الحالية بالسواحل الصخرية أو سواحل الجروف البحرية.

وتتعدد تعريفات الجُرُوفُ البحرية [*] فقد عرفها (steers, 1962, p. 303) بذلك الشكل المتدرج في الانحدار الذي يواجه البحر مباشرةً مما يجعله معرضًا لعوامل النحت البحري وعملياته.

وتمتد الجروف البحرية على الساحل الغربي للجزيرة في اتجاه طولي موازٍ لاتجاه الساحل. ويقطع هذا الامتداد العديد من مصبات الأودية التي تختفي عندها الجروف البحرية وتظهر بدلا منها شواطئ متسعة معظمها رملي؛ نظرًا لأن غالبية الجروف البحرية الموجودة بالساحل مرجانية التكوين، ومن المعروف أن المرجان لا ينمو بوضوح أمام مصبات الأودية. وتمتد الجروف البحرية بساحل الجزيرة مسافة أرضية متعرجة مِقدارها حوالي (٣.٣ كم) بنسبة (٤٧.١٤%) من إجمالي طول الساحل المتعرج (٧ كم)، ومسافة أرضية مستقيمة

* (الجُرفُ): شِق الوادي إذا حفر الماء في أسفله. (جمع) أجْرافُ، وجِررَفَة. والجُرفُ في القرآن الكريم { أفمن أسس بُنيانهُ على تَقوى مِن الله ورِضوانٍ خيرٌ أمن أسس بُنيانه على شَفا جُرُفِ هارٍ} (المعجم الوجيز).

مِقدارها حوالي (٢.٥ كم)، بنسبة (٤٥.٤%) من إجمالي طول الساحل المستقيم (٥.٥ كم) وبذلك يبلغ معدل تعرج سواحل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة (١.٣كم).

أهداف البحث:

تهدف الدراسة الحالية إلى :

- ☒ التعرف على الملامح الطبيعية للجزيرة، لكونها أحد مناطق الجذب السياحي بما تحوية من ظاهرات جيومورفولوجية تمثل أحد عناصر الجذب السياحي بمدينة الغردقة.
- ☒ تحليل منحدرات الجروف البحرية للجزيرة.
- ☒ دراسة الخصائص الجيولوجية للجزيرة وعلاقاتها بالزلازل.
- ☒ تحديد ودراسة الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بالجروف ودراسة العلاقة بينهما.
- ☒ دراسة التقييم الجيومورفولوجي للأنشطة البشرية الموجودة بنطاق الجزيرة.
- ☒ الوقوف على المخاطر الطبيعية التي تواجه عملية التنمية بالجروف البحرية للجزيرة.

إشكالية البحث:

يوجد عدة تساؤلات سوف تجيب عليها الدراسة وهي:

١- هل يوجد دراسات جيومورفولوجية أو بيئية للجزيرة؟

٢- هل يوجد تنوع للظاهرات الجيومورفولوجية على منحدرات الجروف البحرية بالجزيرة والتي تمثل عناصر جذب سياحي؟

٣- هل يتركز على الجزيرة أنشطة بشرية أم لا؟

٤- هل تتعرض الحافة الجرفية بالجزيرة للتساقط الصخري؟

٥- ما هي المخاطر الطبيعية التي توجه التنمية بالجزيرة؟

خطوات العمل الميداني:

لتحقيق أهداف الدراسة تم إتباع الخطوات التالية::

- ☒ دراسة وتحليل الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية للتعرف على المعالم الطبوغرافية على سواحل المنطقة بصفة عامة والجزيرة بصفة خاصة، كذلك تحديد أنواع السواحل بالجزيرة وتحديد مواقعها والنطاقات المرجانية التي تطوق الجزيرة.

- عمل دراسة ميدانية في (٢٥ ديسمبر) ولمدة ثلاثة اسابيع تم خلالها حصر جميع المواقع الجرفية بأنواعها والموقعة بالخريطة بواسطة G P S، وتصوير كل ما هو موجود بكل موقع وتسجيل المشاهدات والمعلومات عن الموقع، ثم بعد ذلك عمل القياسات الخاصة بالجروف والظاهرات المرتبطة بها وتصويرها.

مصادر الدراسة

- التوصيف البيئي لمحافظة البحر الأحمر، وزارة الدولة لشئون البيئة، ٢٠١٦م.
- تحليل خرائط الإيدمرالية البحرية لوحات البحر الأحمر: عام ١٩٤٦ (STRAIT OF GUBAL)، عام ١٩٤٨ (GULF OF SUEZ)، عام ١٩١١ (RED SEA– SHEET 1)
- تم تحليل الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٢٥٠٠٠ الصادرة عن المساحة العسكرية عام ١٩٩٤.
- تم تحليل الخرائط الجيولوجية مقياس ١:١٠٠٠٠٠ الصادرة عن المساحة الجيولوجية المصرية عام ١٩٨٦.
- تم تحليل الخرائط الجيولوجية مقياس ١:١٠٠٠٠٠ الصادرة عن درديرو وأبو زيد لعام ١٩٧٢ للمنطقة بين
- تم تحليل مرئيتين فضائيتين؛ إحداهما قديمة وهي Land sat 1 (MSS) بدقة (٣٠م) لعام ١٩٧٢ وعددها مرئية واحدة (row, path)، والثانية حديثة وهي Land sat 8 (OLI) بدقة (٣٠م) لعام ٢٠١٥ وعددها مرئية واحدة (row, path).

عناصر الدراسة:

سوف تضم الدراسة الموضوعات التالية:

أولاً: الموقع والمساحة والنشأة.

ثانياً: الخصائص البيئية والتنوع البيولوجي للجزيرة.

ثالثاً: الخصائص الطبيعية للجزيرة .

رابعاً: عوامل وعمليات تشكيل الجروف البحرية بالجزيرة.

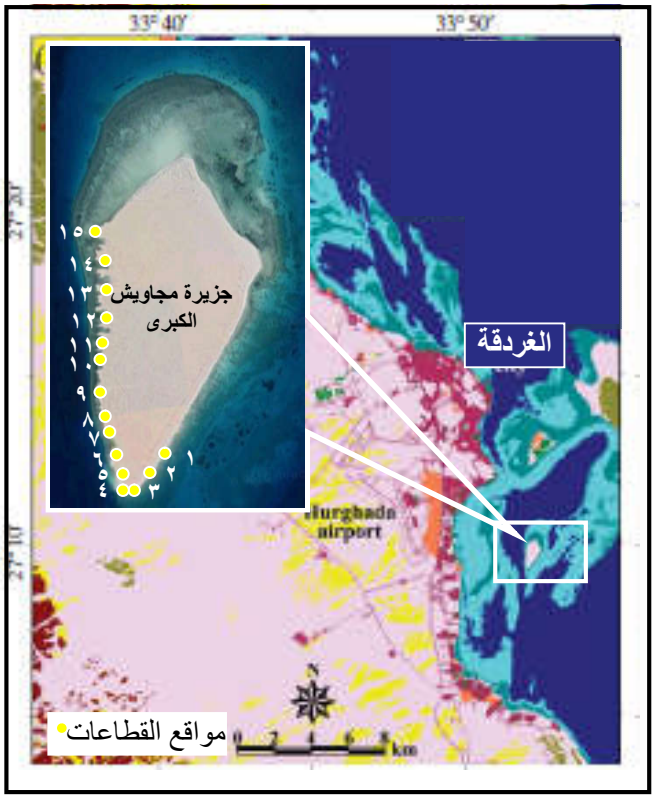
خامساً: الخصائص الجيومورفولوجية للجروف بالجزيرة.

سادساً: المخاطر والتهديدات التي تعوق حركة التنمية في الجزيرة كمحمية طبيعية.

ثامناً: النتائج والتوصيات.

أولاً: الموقع والمساحة:

تعد جزيرة مجاويش الكبرى من الجزر الشاطئية التي تقع جنوب شرق الغردقة وتبعد عن الساحل بحوالي (٣.٥ كم)، وهي تقع جنوب جزيرة أبو منقار، وتمتد فلكياً بين دائرة عرض (ً٣٠ َ١٠ ْ٢٧) وخط طول (ً٣٠ َ٥٢ ْ٣٣)، شكل (١). وتقدر مساحة الجزيرة بحوالي (٨.١ كم٢).



شكل (١) موقع منطقة الدراسة

After: Kamh. S, Ashmawy. M. Kilias. Ad, 2011, p. 52.

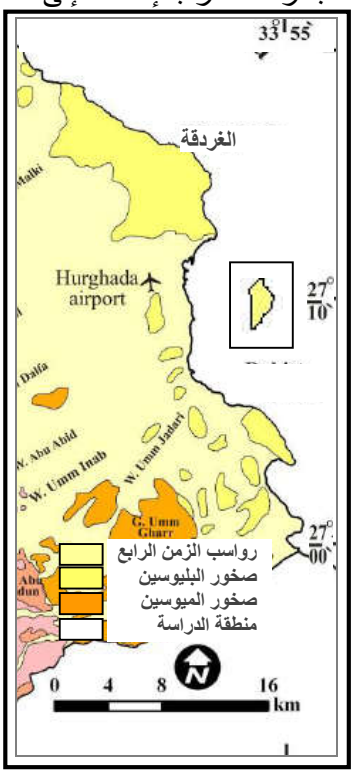
ثالثاً: الخصائص الجيولوجية والتضاريسية للجزيرة:

بالنسبة للتكوينات الرسوبية للجزيرة فهي ترجع في نشأتها إلى عصر البليوسين (الزمن الثالث)، وتتكون أساساً من الحجر الجيري المرجاني والرملي والمارل؛ التي تتخلله طبقات قليلة السمك من الكنجلوميرات وشرائح من الصلصال والحصى (شكل ٢).

أما بالنسبة للبنية الجيولوجية فقد تبين من تحليل الخريطة الجيولوجية أن الجزيرة تتأثر بمجموعة من الصدوع الحديثة الفرعية بالإضافة إلى الصدع الرئيسي وترجع في نشأتها إلى الزمن الثالث وخصوصاً عصر البلايوسين، وهي تؤثر بشكل مباشر في صخور الحجر الجيري وتأخذ اتجاهاً عاماً هو (شمالي غربي– جنوبي شرقي) مع اتجاة الصدع الرئيسي للبحر الاحمر بالإضافة إلى الاتجاه (الشمالي الشرقي– الجنوب الغربي).

وتنتشر الفواصل التركيبية أيضاً في الصخور السطحية للجزيرة موازية لاتجاهات الصدوع الرئيسة (شمال غرب – جنوب شرق، شمال شرق – جنوب غرب) وتؤثر هذه الفواصل بشكل مباشر على صخور الجزيرة وتتركز بصورة واضحة على حواف الجانب الغربي من الجزيرة.

أما بالنسبة لسطح الجزيرة فتم تحليل النموذج الرقمي وخريطة الانحدارات وتبين أن منسوب سطح الجزيرة يرتفع عن منسوب سطح البحر بحوالي (١٥م) ودرجة الانحدار العام للسطح لا تزيد عن درجتان ناحية الشرق، (شكل ٣-٢،١).



شكل (٢) جيولوجية مدينة الغردقة

After; Dardir and Abu Zeid (1972).

رابعاً: الخصائص المناخية للجزيرة.

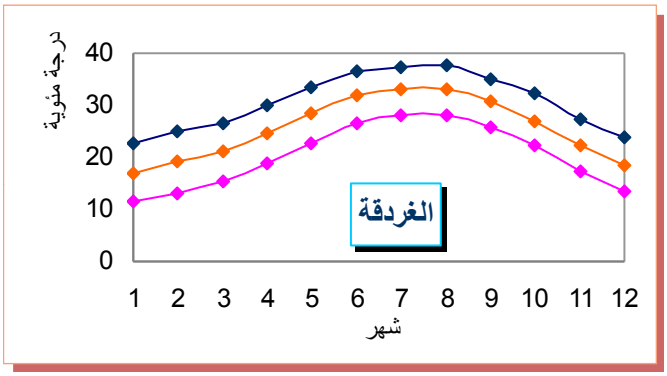
يلعب موقع البحر الأحمر دورًا كبيرًا في رسم الصورة التوزيعية لعناصر المناخ، فمناخ البحر الأحمر متقلب خلال فصول السنة فهو حار جاف صيفا، قليل الأمطار شتاءً، تسوده حالة من عدم الاستقرار في فصلي الربيع والخريف؛ نظرًا لهبوب الرياح الشمالية والشمالية الشرقية، ورغم كل ذلك فالمنطقة عرضة للسيول في فصلي الربيع والخريف (محمدي، ٢٠١٤، ص١٥)، وتحاول هذه الدراسة تحديد بعض عناصر المناخ التي لها دورا في تشكيل الجروف البحرية كالتالي:

الحرارة:

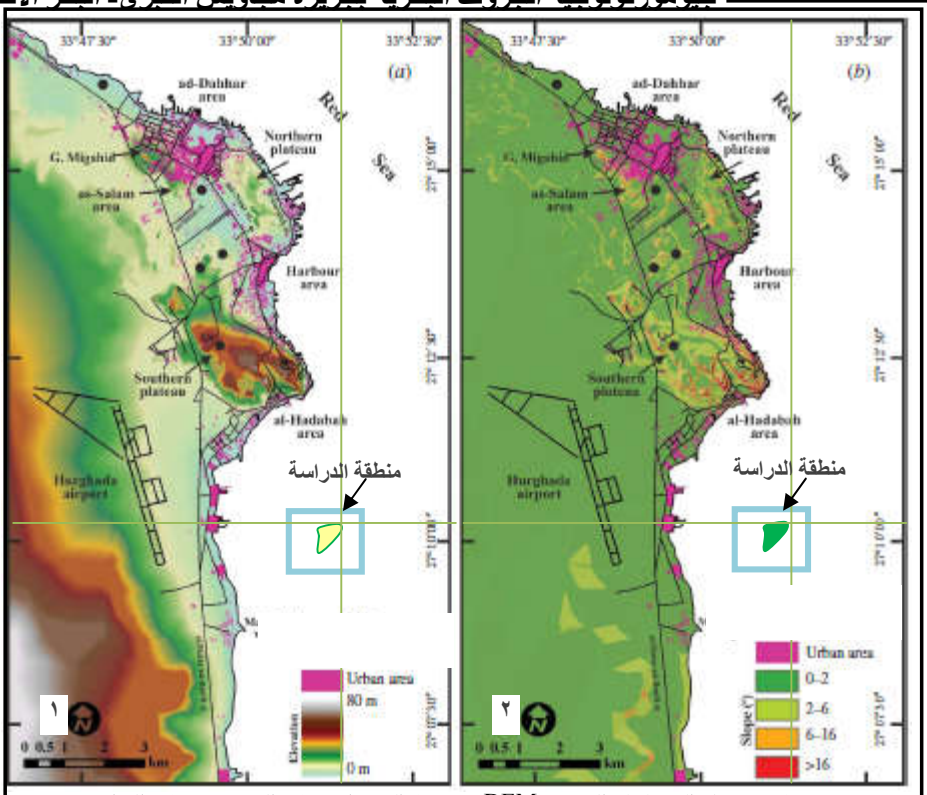
بلغ المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في محطة الغردقة ٢٥.٦ م. ويعتبر شهر يناير أبرد شهور السنة حيث بلغ المتوسط الشهرى للحرارة خلال هذا الشهر بمحطات الغردقة (١٦.٩ م)، في حين كان شهر أغسطس أحر شهور السنة؛ حيث بلغ المتوسط الشهري للحرارة خلال هذا الشهر بنفس المحطة (٣٣.١ م)، شكل (٤).

يبلغ المدى الحراري الشهري أقصاه في شهر فبراير بمحطة الغردقة (١١.٨ م)، في حين بلغ المدى الحراري الشهري أدناه في شهر يوليو (٩.٤٢ م).

يصل المدى الحراري الفصلي أقصاه في فصل الشتاء بمحطات الغردقة (١١.٢ م)، بينما يصل المدى الحراري الفصلي أدناه في فصل الشتاء (٩.٨ م)



شكل (٤) الحرارة العظمى والصغرى، والمتوسط الشهري في الفترة من (٢٠٠٧-٢٠١٦) بمحطة الغردقة



شكل (٣) نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) وخريطة الانحدار لمنطقة الغردقة ومنطقة الدراسة
After: Kamh. S, Ashmawy. M. Kilias. Ad, 2011.

الرياح:

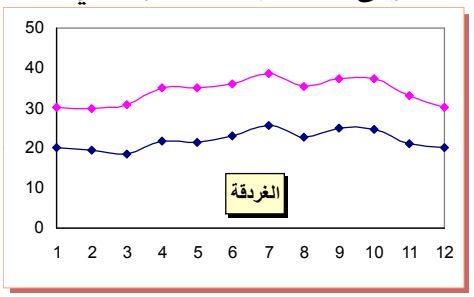
تعتبر الرياح الشمالية والشمالية الغربية هي الرياح السائدة طوال العام؛ فقد بلغ المعدل السنوي لهما بمحطة الغردقة (٢٣.٧%، ٣٢.٢%) لكل منهما على التوالي. يضاف إلى الاتجاهين الرئيسين للرياح السائدة اتجاه آخر لها هو الاتجاه الغربي وتزيد نسبته في فصل الخريف والشتاء، ويحتمل أن تكون هذه الرياح ناتجة عن اختلاف الضغط الجوي على أجزاء المنطقة، شكل (٥).

يتأثر الساحل دائمًا بالرياح الشمالية والشمالية الغربية في أثناء الفصل البارد نوعاً (من أكتوبر حتى مايو) وربما يرجع ذلك إلى تأثر أطرافه الشمالية ببعض المنخفضات القادمة من البحر المتوسط وشمال افريقيا (محسوب، ١٩٩٠، ص٢٤٣).

ترتفع نسب هبوب الرياح الشمالية على منطقة الدراسة في فصل الصيف ويرجع ذلك إلى وجود منخفض جوي يتحرك من الغرب إلى الشرق، ويكون أكثر سرعة في مصر السفلى والجزء الشمالي من ساحل البحر الأحمر، وتشتد سرعة الرياح إذا ما اشتد الانحدار البارومتري للضغط من الغرب إلى الشرق كما تظهر عواصف الخماسين أواخر الشتاء وفي أثناء الربيع.

أما بالنسبة لسرعة الرياح فهي تتسم بصفة عامة بالسرعة إذ تصل لأقصى سرعة في شهر يوليو فيصل معدل سرعتها في الغردقة (٢١.٩كم/س)، شكل (٦).

شكل (٥) إتجاهات الرياح السائدة بمحطة الغردقة في الفترة من ٢٠٠٧-٢٠١٦م



شكل (٦) متوسطات سرعة الرياح بمحطة الغردقة خلال الفترة من (٢٠٠٧-٢٠١٦)

المطر:

تسقط الأمطار في الغردقة في ثلاثة فصول فقط هي الشتاء والربيع والخريف، بمتوسط السنوي (١٢.٢مم)، وتعتبر الفترة من شهر نوفمبر إلى شهر مارس أكبر الفترات من حيث كميات المطر الساقطة، ويرجع ذلك إلى العلاقة بين الرياح الجنوبية الشرقية الحارة

والانخفاضات الجوية التي تمر فوق سيناء وشرق البحر المتوسط خلال هذه المدة خاصة فصل الخريف (محسوب، ١٩٩٠،ص٢٦٦).

وبتطبيق معامل المطر لكوبن وذلك بقسمة المتوسط السنوي للمطر (١٢.٢مم) على المتوسط السنوي للحرارة (٢٥.٦مْ) وإذا كان الناتج أقل من ٤٠ تعرف المنطقة بجفافها الشديد (محسوب، ١٩٩٠،ص ص٢٧٢-٢٧٤). وقد كان الناتج في الغردقة (٠.٥)، ويعني ذلك أن المعامل منخفض للغاية وبالتالي فالمنطقة تعاني من جفاف شديد وغطاء نباتي صحراوي.

وبتطبيق معامل الجفاف لديمارتون وذلك بقسمة المتوسط السنوي للأمطار على المتوسط السنوي للحرارة مضافًا له رقم ثابت وهو (١٠) وإذا كان الناتج أقل من (٥) فيدل على مناخ صحراوي جاف وإذا كان يتراوح بين (٥-١٠) فهو مناخ شبه جاف(محسوب، ٢٠٠٧، ص٢٢٦). وقد كان الناتج في الغردقة (٠.٣٤)، ويعني ذلك أن المعامل أقل من (٥) وبالتالي فالمنطقة تقع ضمن المناخ الصحراوي الجاف.

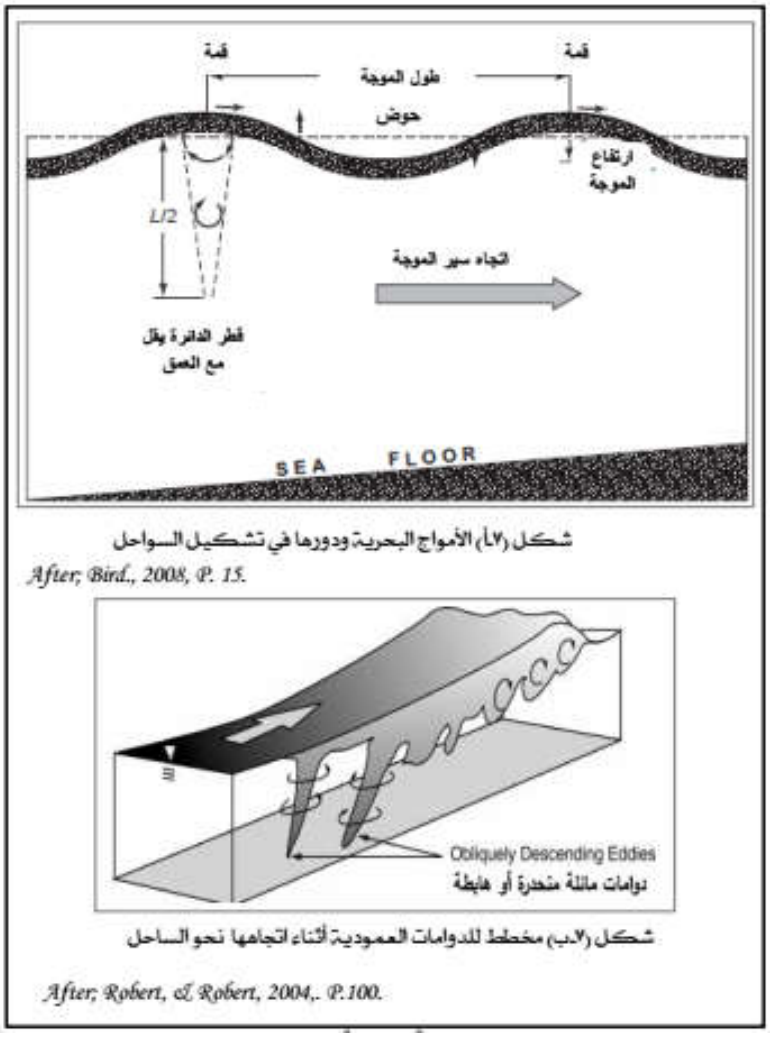
خامساً: عوامل وعمليات تشكيل الجروف بالجزيرة والظاهرات الناتجة عنها.

تعتبر الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية والخصائص الكيميائية للمياه والبنية الجيولوجية، هي العوامل المسئولة عن تشكيل حواف الجزيرة، وخصوصاً الجانب الغربي الذي يكاد يخلوا من الامتداد العرضي للشعاب المرجانية أمامه، وتعد الظاهرات الجيومورفولوجية المنتشرة على المنحدرات الجرفية وأمامها هي الشاهد الوحيد على هذه العمليات وفيما يلي دراسة لهذه العوامل والظاهرات الناتجة عنها كما يلي:

أولا: الأمواج:

تعد الأمواج بحركتها الدائرية لجزيئات الماء (شكل ٧-أ،ب) من أهم عوامل التعرية البحرية وأكثرها تأثيرًا على السواحل بوجه عام والسواحل الجرفية للجزيرة (محل الدراسة) بوجه خاص، ويتحدد مقدار النحت لأي جرف على حجم الأمواج والطريقة التي تتكسر بها الموجة عند اصطدامها بواجهات الجروف (سباركس، ١٩٨٣،ص٢٤٤)، ونظرًا لأن الشعاب المرجانية (صورة ١) تُطوق السواحل الشمالية والغربية من الجزيرة، ومن ثم توفر لها الحماية شبه الكاملة من فعل الأمواج نتيجة لتكسرها عليها، فلا يصل للجروف إلا قدر ضئيل من

طاقة الأمواج تكون غير كافية لنحت وتشكيل واجهات الجروف بل تتركز في الأجزاء السفلى من الجرف بعمل تقويضات سفلية لا تتعدى المتر الواحد؛ ويتركز ذلك فقط الساحل الغربي للجزيرة والقطاع الجنوبي من الساحل الشرقي (صورة ٢) وشكل (١، ٨) ويوضحان تطور مساحة نطاقات الشعاب المرجانية التي تطوق الجزيرة خلال الفترة من (١٩٨٧ حتى ٢٠٠٥) ومنهما يتضح تدمير في بعض النطاقات الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية مع اتساع في الخانق المرجاني الغربي للجزيرة وربما للعوامل الطبيعية والبشرية دور في ذلك.



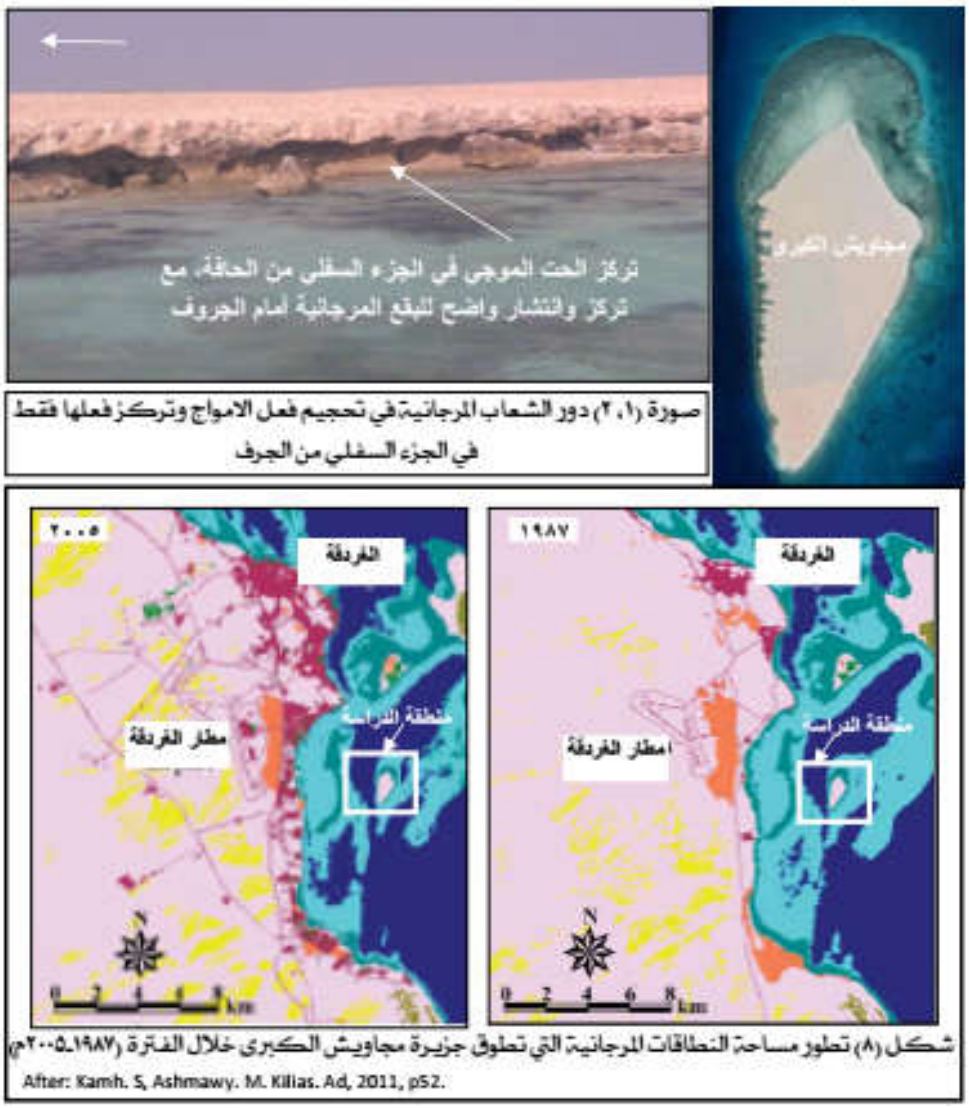
شكل (٧أ) الأمواج البحرية ودورها في تشكيل السواحل

After; Bird., 2008, P. 15.

شكل (٧ب) مخطط للدوامات العمودية أثناء اتجاهها نحو الساحل

After; Robert, & Robert, 2004,. P.100.

وتتولد الأمواج على سواحل الجزيرة محليًا بواسطة الرياح، نظرًا لأن البحر الأحمر من البحار الصغيرة المغلقة، وتساعد الأخيرة على زيادة قوتها وتحديد اتجاهاتها ومعدلات انحدارها وغيرها من الخصائص المميزه لها، التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا بخصائص الرياح التي تهب عليه من ناحية، وخصائص المسطح المائي للبحر وأعماقه من ناحية أخرى، ومن (الجدول ١):



صورة (١، ٢) دور الشعاب المرجانية في تحجيم فعل الامواج وتركز فعلها فقط في الجزء السفلي من الجرف

شكل (٨) تطور مساحة النطاقات المرجانية التي تطوق جزيرة مجاويش الكبرى خلال الفترة (١٩٨٧-٢٠٠٥م)

After: Kamh. S, Ashmawy. M. Kilias. Ad, 2011, p52.

يتضح زيادة نسبة المعدل السنوي لارتفاع الأمواج بوجه عام بمحطة الغردقة في الفئة التي تتراوح بين (٠.٢-١.٥مترًا) لتصل إلى (٢٨.٣%)، وتقل في الفئات التي تزيد عن (٥.٥ م)، وإن دل ذلك فإنما يدل على أن الأمواج على ساحل الجزيرة صغيرة بوجه عام، ومن ثم فهي منخفضة الطاقة لأن طاقة الأمواج تتناسب مع ارتفاعها. فهي تتحرك ببطء وتستغرق وقتًا طويلاً لتصل إلى الحافة على العكس بالنسبة للأمواج الكبيرة، وبالتالي تفقد معظم طاقتها، وعلى هذا الأساس يمكن أن تعد أمواجاً بناءة تجعل ساحل الجزيرة يتمتع بالحماية من خلال قلة عمليات النحت التي تتركز فقط في قاع الشاطئ البعيد، وأوجه الشعاب وبعض القطاعات الجرفية خاصة التي تضيق أرصفتها الشاطئية أو تطل مباشرة على مياه عميقة والتي تتركز على الساحل الغربي للجزيرة. على العكس زيادة عمليات الترسيب المتمثلة في الرواسب المرجانية والتي تكثر بها السبخات والمسطحات المدية (Red sea Pilot, Sheets,. 1,2,3,. 2001) ويلاحظ ذلك على الساحل الشمالي والشرقي للجزيرة.

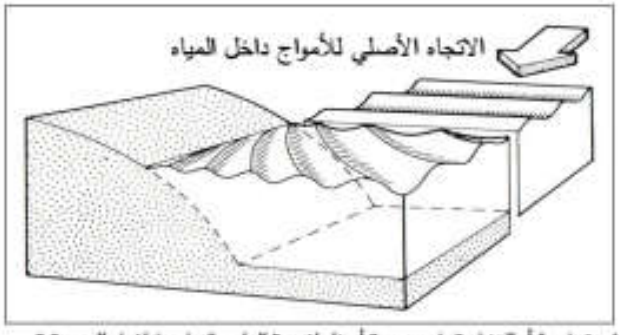
أما عن السبب الذى أدى لضعف طاقة الأمواج على سواحل الجزيرة وجعلها أموجاً بناءة غير قادرة على نحت الحروف وتركزها فقط بقواعد الجروف؛ هو الاتجاه الشمالي الغربي للرياح بالمنطقة والذي يتحول في الجنوب إلى رياح شمالية تتفق مع سواحل الجزيرة والموازية لخط الساحل الرئيسي للبحر الأحمر، وبالتالي تكون الأمواج المتقدمة للساحل مائلة ومع دخولها منطقة الشاطئ التي تتميز بضحالتها تقل سرعتها وطولها ثم تنحرف قممها عند اقترابها من الشاطئ لتوازيه ومن ثم يؤثر هذا الانحراف المفاجئ الذي يسمى بانحراف الموجة أو بانكسار الموجة على الأشكال البحرية.

جدول (١) فئات إرتفاع الأمواج بالمتر في محطات الغردقة

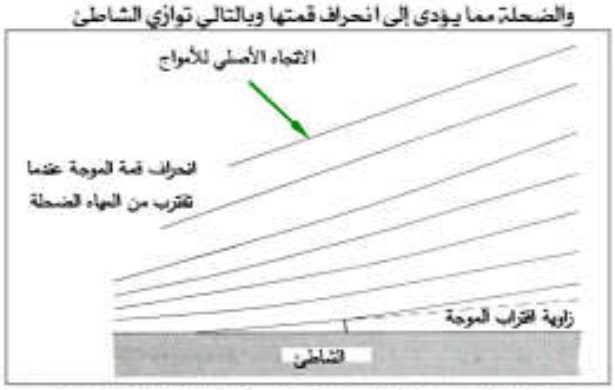
فئات إرتفاع الأمواج (م)		(٠ -٠.٢)	(٠.٢ -١.٥)	(١.٥ -٤)	(٤ - ٥.٥)	٥.٥ فأكثر	النسبة %
المحطة والفصل							
الغردقة	الشتاء	٢٦.٧	٣٢.٧	٢٠.٥	١٦.٨	٣.٣	١٠٠
	الصيف	٢١.٧	٢٣.٩	٣١.٠	٢٣.٢	٠.٢	١٠٠
المعدل السنوي		٢٤.٢	٢٨.٣	٢٦.٠	٢٠.٠	١.٧	١٠٠

المصدر: المساحة البحرية، والإدميرالية البحرية البريطانية للفترة من ١٩٤٠-٢٠٠١

وترجع أسباب تكسر الأمواج التي ترتبط ارتباطًا وثيقًا باتجاه كل من خط الساحل والرياح السائدة من ناحية وتناقص طول الموجه مع العمق من ناحية أخرى، إلى أن الأمواج عند نشأتها الأولى في عرض البحر تتحرك موازية للساحل (شكل ٩-أ). وفي شكل عمودي تقريبًا على اتجاه قاع البحر، ثم بعد ذلك تنقسم إلى جزئين، الأول: يمتد جهة البحر حيث المياه العميقة، والثاني: جهة الشاطئ حيث المياه الضحلة. ولذلك يتحرك الجزء المواجه للبحر أسرع من المتجه إلى الشاطئ لفرق العمق والطاقة، واللذين يعملان بدورهما على تكسير الأمواج إلى تيارات شاطئية (شكل ٩-ب).



شكل (٩أ) التفاوت في سرعة أجزاء الموجة الواحدة ما بين المياه العميقة والضحلة مما يؤدى إلى انحراف قمتها وبالتالي توازي الشاطئ



شكل (٩ب) بعد انكسار قمة الموجة واقترابها للشاطئ تؤدى إلى انحسار زاوية تعرف بزاوية اقتراب الموجة

نقلاً عن: منقاري، ١٩٩١، ص ٨٢، بتصرف.

وعن الظاهرات الجيومورفولوجية الناتجة عن فعل الأمواج، فلا يوجد منها على حواف الجزيرة سوى التقويض السفلي لقواعد الجروف وفجوات الأمواج، وهذا يدل على ضعف طاقة الأمواج وبالتالي قلة فاعليتها، وهذه الظاهرات كالتالي:

أ- التقويض السفلي لقواعد الجروف:

ينتج التقويض السفلي من النحت الأفقي لقواعد الجروف نتيجة قلة فاعلية الأمواج على سواحل الجزيرة ويرجع ذلك لوجود مصدات تمنع وصول الأمواج بكامل طاقتها لواجهات الجروف وتتمثل في الشعاب المرجانية التي تمتد في شكل بقع أمام سواحل الجزيرة (صورة ٢)، ويتركز التقويض السفلي بطول القطاعات العرضية المقيسة على الحافة الغربية للجزيرة ويصل متوسطة (٠.٦٣متر) ومتوسط عمقه (١متر) (جدول ٢).

جدول (٢) بعض الخصائص المورفومترية للتقويض السفلي بقواعد الجروف البحرية المقيسة ميدانيا على حواف الجزيرة

رقم القطاع		العمق (م)	الاتساع (م)
قطاعات الحافة الشرقية	١	٠.٦	٠.٨
	٢	٢.٢	١.٧
	المتوسط	١.٤	١.٢٥
قطاعات الحافة الغربية	٣	٠.٧	١.١
	٤	٠.٤	١.٣
	٥	١	٠.٩
	٦	٠.٤	٠.٨
	٧	١.٣	١.٩
	٨	١.١	١.٤
	٩	١.٣	١.٥
	١٠	٠.٦	١.٢
	١١	٠.٥	٠.٥
	١٢	٠.٤	٠.٦
	١٣	٠.٨	١.٢
	١٤	٠.٣	٠.٥
	١٥	٠.٧	٠.٨
	المتوسط	٠.٦٣	١
المتوسط العام		٠.٨	١.١
الانحراف المعياري		٠.٥	٠.٤
معامل الاختلاف		٥٨.٩	٣٨.٤

المصدر: القياس الميداني للباحث.

ويتضح من الجدول تباعد قيم أعماق النحت السفلي لقواعد الجروف في كل القطاعات

المقيسة عن قيم متوسطاتها وربما يرجع ذلك إللى تباين عرض الشعاب المرجانية أمام الجروف بالحافة الغربية بالإضافة للكتل المتساقطة وكلاهما يمثلان مصدر حماية لقواعد الجروف عند أعلى مستوى يمكن ان تصل إليه المياه أثناء المد العالي. فبطبيعة الحال كلما زاد عرض الحاجز المرجاني أمام الجروف؛ تكسرت الأمواج على مسافات بعيدة عن الشاطئ وبالتالي أصبحت غير قادرة للوصول إلى الجروف وممارسة عملها بكامل طاقاتها التي ينتج عنها أشكال عدة من الظاهرات الجيومورفولوجية.

يتضح أيضاً من الجدول تقارب قيم اتساع فتحات التقويض السفلي لقواعد الجروف في كل القطاعات المقيسة عن قيم متوسطاتها وربما يرجع ذلك إلى أن عامل التشكيل في كل القطاعات واحد وهو عمليات الإذابة الناتجة عن رزاز الأمواج (صورة ٣).

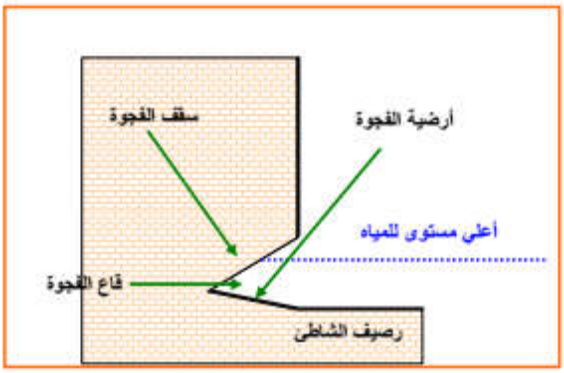
صورة (٣) نشاط عمليات الإذابة الناتجة عن رزاز الأمواج في قواعد الجروف

ب- فجوات الأمواج:

فجوات نحت الأمواج عبارة عن تقويض سفلي يمتد من قاعدة الجرف ويزداد تدريجيًا بالاتجاه إلى أعلى (قمة الجرف)، ويتوقف ذلك على مدى تكرار اصطدام الأمواج بواجهات الجروف، ويتوقف حجم الفجوة ومعدل نموها على نوع التكوينات التي تتشكل منها صخور الجروف، وبالتالي نوع الحمولة العالقة بالمياه وكميتها، والتي تمثل أداة نحت الأمواج، (شعبان، ٢٠١٤، ص١٤٩) (صورة ٤)، كما أشار كل من (Davies, 1980, PP.85-87)، (MacFadyen, 1930, P.31)، إلى الدور المهم الذي تقوم به الكائنات الحفارة والطحالب والحيوانات اللافقارية آكلة العشب في تطور الفجوات.

وقسم كل من (Hills, 1971, P151)، (Sunamura, 1992, PP.1984-1988) الفجوة إلى ثلاثة أجزاء يوضحها (الشكل ١٠) هي: **الأول:** الشرفة أو سقف الفجوة؛ وهو الجزء

البارز من الجرف البحري والذي يعلو الجزء المُقوض منه نتيجة للنحت السفلي بواسطة الأمواج. الجزء **الثاني:** قاع الفجوة؛ وهو الجزء المتآكل من الصخور أسفل الجرف وعادة ما يتفق مع أعلى مستوى تصل إليه المياه؛ (صورة ٤)، ويتوقف عمق الفجوة على ثلاثة عوامل هي: طاقة الأمواج، والحمولة العالقة، ودرجة صلابة صخور الجروف ومدى مقاومتها لقوة الموجة (Sunamura,1992, PP.1984). الجزء **الثالث:** أرضية الفجوة التي تنحدر تدريجيًا صوب البحر.



المصدر: محمدي، ٢٠١٤، ص١٥٠.

شكل (١٠) قطاع يوضح أجزاء الفجوة الجانبية (فجوات نحت الأمواج)

صورة (٤) فجوة غاطسة بالحافة الشرقية للهضبة أم السيد- ناظرًا صوب الغرب

وتنتشر الفجوات في معظم واجهات جروف الجزيرة وخصوصاً على جوانب مصبات الاودية بالحافة الغربية، إذ تنتشر على (٤٦.٧%) من إجمالي عدد القطاعات التي تم قياسها ميدانياً على حواف الجزيرة، ولكن تتباين فيما بينها من حيث ارتفاعها وعمقها[١] وأشكالها، ومن خلال (الجدول ٣) يتضح ما يلي:

[١] يقصد **بارتفاع الفجوة:** المسافة العمودية بين أرضية الفجوة وقمتها، **وعمق الفجوة:** المسافة الأفقية التي تشغلها أرضية الفجوة. وتنقسم الفجوات حسب درجة العمق إلى فجوات ضحلة ذات حافة علوية شديدة الانحدار وأخرى عميقة ذات حافة علوية أفقية (Sunamura,1992, P.188) .

- تباين ارتفاع فجوات نحت الأمواج من قطاع لآخر على حواف الجزيرة؛ إذ يتراوح ارتفاعها بين (١.٩متر) في القطاع رقم (٧) و (٠.٨متر) في القطاع رقم (١)، بمتوسط عام (١.٣متر)، ويدل هذا على نشاط عمليات التقويض السفلي والتي بدورها تؤدي إلى التساقط الصخري (صورة ٥). ومن الدراسة تبين إن هناك اختلافًا بين متوسط ارتفاع الفجوات بمنطقة الدراسة بصفة خاصة والبحر الأحمر بصفة عامة ومتوسط ارتفاعها بالساحل الشمالي الغربي، فقد بلغت في منطقة الدراسة (١.٣متر) وبلغت في شرم الشيخ (١.٤متر) (محمدي، ٢٠١٦، ص١٩) والساحل الغربي للبحر الأحمر (١.٤٢متر) (محمدي، ٢٠١٤، ص١٥١) في حين أنها في الساحل الشمالي الغربي بلغت ٠.٤٦متر (فرج، ٢٠٠٠، ص ١٠٦)، وبهذا ترتفع قيمته في البحر الأحمر عن البحر المتوسط وربما يرجع ذلك إلى الفارق المدي للبحرين، وكذلك نوعية الصخور وبنيتها، وطاقة الأمواج التي تزيد بالبحر الاحمر بالاتجاه غربًا لزيادة عمق المياه الشاطئية في هذ الاتجاه.
- يتباين عمق فجوات نحت الأمواج في القطاعات المقيسة من قطاع لآخر؛ إذ يتراوح عمقها بين(٠.٦متر) في القطاع رقم (١) و (٢.٠٥متر) في القطاع رقم (٣)، بمتوسط عام (١.١متر). ومن الدراسة تبين أن هناك اختلافًا بين متوسط عمق الفجوات بمنطقة الدراسة بصفة خاصة والبحر الأحمر بصفة عامة عن متوسط عمقها بالساحل الشمالي الغربي، بلغت في منطقة الدراسة (١.١متر) وبلغت في شرم الشيخ (١.٣متر) (محمدي، ٢٠١٦، ص١٩) والساحل الغربي للبحر الأحمر (٠.٨متر) (محمدي، ٢٠١٤، ص١٥١) في حين أنها على الساحل الشمالي الغربي بلغت (٠.٧متر) (فرج، ٢٠٠٠، ص ٢٠٦). ويرجع ذلك إلى اختلاف درجة تأثير العوامل المشكلة للفجوات بالمنطقتين بين أمواج هدامة في الساحل الشمالي الغربي، وأخرى بناءة في البحر الأحمر، وبين نشاط التجوية والنحت البيولوجي على سواحل البحر الأحمر وقلة فاعليتهما بالساحل الشمالي الغربي. وهذا يتفق مع ما ذكره (Davies,1980, P.93).
- تتراوح درجة انحدار أسقف الفجوات بين (١٣°-٥٣°) بمتوسط عام (٣٨.٣°) وهو معدل كبير يعكس العلاقة بين شكل الفجوة وعوامل وعمليات تشكيلها بحواف الجزيرة.

☒ لوحظ أن هناك تقارب بين قيم الخصائص المورفومترية للفجوات وقيم متوسطاتها في كل العينة المقيسة كما يوضحها معامل الاحتلاف ويرجع ذلك إلى تركز الجروف على الحافة الغربية للجزيرة مع تشابه لفعل الأمواج على كل القطاعات.

جدول (٣) بعض أبعاد فجوات نحت الأمواج بحواف الجزيرة

رقم القطاع	أقصى ارتفاع للفجوة (م)	أقصى عمق للفجوة (م)	درجة انحدار الحافة العليا
١	٠.٨	٠.٦	١٣
٢	١.١	٠.٦٥	٥٣
٣	١.٦٥	٢.٠٥	٣١
٥	٠.٩	٠.٩٥	٣١
٧	١.٩	١.٢٥	٤٨
٨	١.٤	١.١	٥٣
٩	١.٤٥	١.٢٨	٣٩
المتوسط	١.٣	١.١	٣٨.٣
الانحراف المعياري	٠.٤	٠.٥	١٣.٥
معامل الاختلاف	%٢٨.٢	%٤٠.١	%٣٥.٢

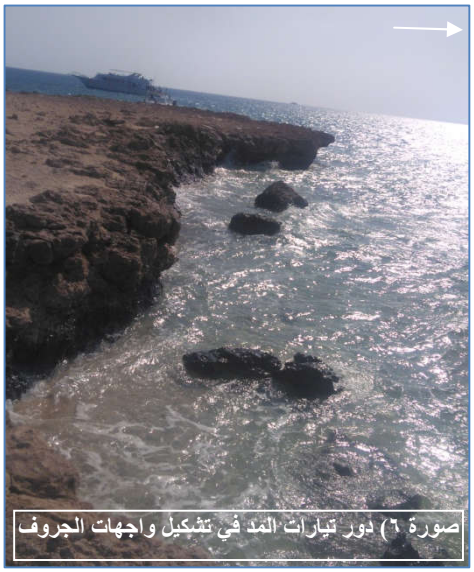
المصدر: قياسات ميدانية للباحث.

صورة (٥) دور التقويض السفلي في إنتشار الشقوق والفواصل على أسطح الجروف وبالتالي حدوث التساقط الصخري

ترجع نشأة ظاهرة المد والجزر أمام سواحل الجزيرة إلى حركة رأسية للمياه ناتجة عن تذبذبات محلية في مستوى سطح البحر تُحدث ارتفاعاً وانخفاضاً في مستواها مرتين يومياً، وما ينتج عنها من حركة أفقية فتكون في صورة تيارات مدية لها دور كبير في نحت

قواعد الجروف مكونة ما يعرف بالتقويض السفلي (Robert, & Robert, 2004,. PP.74).

وترجع تذبذبات محلية في مستوى سطح البحر المسببة للمد والجزر والتيارات المدية، إلى ظروف المناخ بالمنطقة والتي تُحدِث تفاوتًا بين المد المتوقع والمد الفعلي على سواحل الجزيرة، أما الارتفاعات المدية والتباين فيما بينها فيرجع بالدرجة الأولى لشدة الرياح والتباين في الضغط، فالضغط المنخفض يرفع مستوى سطح البحر، في حين أن الضغط المرتفع يَخفض من مستواه.


صورة ٦) دور تيارات المد في تشكيل واجهات الجروف

ويتضح تأثير حركة المد والجزر على سواحل الجزيرة عند حدوث المد العالي الذي ينتج عنه تجميع المياه بكثرة في مصبات مسيلات الأودية على سواحل الجزيرة فتصطدم بشدة بجوانبها مما ينتج عنها أمواج مرتفعة تؤثر بشكل مباشر على الصخور فتعمل على نحتها لتجعلها جروف نشطة تشرف مباشرة على تلك المياه أو تعمل على تقطيعها ومن ثم دفعها أو طردها صوب الشاطئ القريب (Bird., 2008, PP. 31-32) (صورة ٦).

وتتسم ظاهرة المد والجزر على سواحل الجزيرة بكونها من النوع نصف اليومى الذى يحدث مرتين إحداهما صباحاً والأخرى مساءً.

وتتأثر سواحل الجزيرة بتيارات مد عالية مرتبطة بالرياح القوية والعواصف البحرية، يتراوح منسوبها ما بين (٨٠ سم) في فصل الصيف و (١٠٤ سم) في فصل الشتاء، ويتراوح أدنى جزر على طول الساحل ما بين (٣٣ سم) في فصل الصيف و (٥٨ سم) في فصل الشتاء، وبذلك يزداد الفارق بين المد والجزر ليتراوح ما بين (٤٦) في فصل الشتاء و (٤٧ سم) في فصل الصيف، هذا الفارق جعل المنطقة تدخل ضمن الآماد المدية المحدودة والتي تحددها أغلب الدراسات ومنها، (Clowes & Comfort,1987, P.252) بأقل من مترين،

إنعكس ذلك على مورفولوجية حواف الجزيرة فقد وصل ارتفاع التقويض السفلي في قواعدها إلى المترين، وإن دل ذلك على شئ فإنما يدل على الارتباط الوثيق بين التقويض ومستوى المد (سباركس، ١٩٨٣، ص٢٦١). كذلك طغيان المياه على الشواطئ أثناء فترات الشتاء التي يرتفع فيها منسوب سطح البحر لأعلى مستوياته (صورة ٧)، وانحسارها عنه أثناء فترات الصيف تاركة ورائها قشرة ملحية ومفتتات بحرية من القواقع والشعاب المرجانية (صورة ٨) ويرجع ذلك لنظام الرياح بين الصيف والشتاء.

صورة (٧) ارتفاع المد أثناء الشتاء وغرق الشواطئ

صورة (٨) انخفاض المد أثناء الصيف وانحسار المياه تاركة ورائها المفتتات البحرية والشعاب المرجانية

أما عن دور الجزر فيتمثل في شواطي الأرصفة الجزرية التي تعد نتاجاً وإنعكاسًا لثلاثة عوامل رئيسة هي تيارات المد المنخفضة، ودرجة صلابة الصخور المكونة للجروف والأرصفة، والأمواج، ومن المعروف أنه كلما كانت الجروف والأرصفة مكونة من حجر جيري مرجاني وحجر رملي جيري وصخور نارية ومتحولة وجبس، كانت أكثر مقاومة فتكون أرصفة ضيقة وهو ما يدل على التراجع البطئ للجروف، ثم طاقة الأمواج الضعيفة التي تعجز عن نحت أرصفة شاطئية عريضة، ويؤكد هذا خلو الأرصفة الحالية من ظاهرات الأرصفة العريضة التي تتمثل في الكهوف والأقواس والمسلات (صورة ٩).

ثالثاً: التيارات البحرية:

تتسم التيارات البحرية أمام سواحل الجزيرة بأنها تيارات ضعيفة وغير منتظمة إذا قورنت بتيارات المحيطات والبحار المفتوحة، ويرجع عدم الانتظام إلى الدوامات المحلية التي يقل تتابعها بالاتجاه نحو السهل الساحلي، والتي تنتج من التدفق السطحي للمياه من جنوب البحر الأحمر إلى الشمال (British Admiralty,1924).

وتتنوع التيارات البحرية على ساحل الجزيرة ما بين تيارات مدية سبق دراستها، وأخرى طولية، وثالثة عرضية. أما عن **التيارات الطولية:** فهي تعتمد في اتجاهها على اتجاه الرياح فهي تتحرك في فصل الصيف من الشمال في البحر المتوسط إلي الجنوب في البحر الأحمر، متفقة في ذلك مع الرياح الشمالية والشمالية الغربية. وتتحرك في فصل الشتاء من الجنوب في خليج عدن إلي الشمال في البحر الأحمر، متفقه في ذلك مع الرياح الموسمية التي تهب في الفترة من شهر نوفمبر إلى شهر مارس. وتتراوح سرعتها أمام ساحل البحر ما بين (٣٢- ٤٨كم/ اليوم) (Mauricel., 2005, P.76-77.).

صورة (٩) أرصفة ضيقة أمام جروف الجزيرة خالية من ظاهرات النحت عليها ويدل ذلك على صعف دور الامواج والجرزر

وبالنسبة **للتيارات العرضية:** فترجع نشأتها إلى هبوب الرياح على سطح البحر والتي تؤدي بدورها إلى تكوين دوامات رأسية في المياه تدور في اتجاه عقارب الساعة فتنتقل المياه السطحية الدافئة في حركة عرضية نحو سواحل الجزيرة، وتزداد سرعتها بالاقتراب من الشعاب المرجانية والشواطئ الضحلة، ومن ثم تسير الرواسب في اتجاه الشاطئ الأمامي والبعيد وتؤثر على نمو الشعاب المرجانية (نقلاً عن: محسوب، ١٩٧٩، ص ص ٨٤- ٨٦)، وتشكل التيارات العرضية (٤٠%) من جملة التيارات بالبحر الأحمر وفقًا للتقارير التي استنتجتها الإدميرالية البحرية البريطانية من السفن العابرة للبحر الأحمر.

وترجع نشأة التيارات البحرية في البحر الأحمر إلى التباين في درجة حرارة المياه التي يبلغ متوسطها (٢١.٥ درجة مئوية) ونسبة ملوحة الكتل المائية التي تصل إلى (٤٠.٥ جم/لتر) وترجع الملوحة العالية نتيجة معدلات البخر العالية في البحر الأحمر والتي قد تصل إلى (٢٣٥ سم/ سنة) إضافة إلى غياب أية أنهار دائمة تصب في البحر الأحمر (أبو العنين& شرف الدين، ١٩٦٩، ص ص ٢٥٣-٢٥٤)، (التوصيف البيئي لمحافظة البحر الأحمر، ٢٠١٦)

ويتمثل دور التيارات الشاطئية أمام حواف الجزيرة في عملية نقل الحصى وتوزيعه على الساحل الشمالي والشرقي والجنوبي للجزيرة في شكل ظاهرات ارسابية توضح مدى الارتباط الوثيق بين نشأتها واتجاه التيار الطولي (سباركس، ١٩٨٣، ص٢٦٦)، والدليل على ذلك انتشار بعض الظاهرات المرتبطة بالتيارات الطولية وفي نفس اتجاهها على طول خط الساحل مثل الألسنة الرملية والمسننات الحصوية كالتالي:

أ- الألسنة الرملية:

تعد الألسنة الرملية أحد الأشكال الإرسابية المميزة لخط الشاطئ في أية منطقة، وتبدو في شكل إرسابات طولية من الرمال، تتصل باليابس من أحد طرفيها، بينما يمتد الطرف الأخر باتجاه البحر وخاصة عند مخارج الأنهار ومصبات الخلجان وفتحات البحيرات وكثيرًا ما تتعرض أطراف الألسنة الخارجية للانحناء في شكل خطاف أو أكثر يتجه نجو اليابس (التوني، ١٩٧٧، ص٤٢٨) و(محسوب، ١٩٩٧، ص٣٥٥) و(تراب، ١٩٩٧، ص٩٠).

ويفسر (محسوب، ٢٠٠٠، ص٢٤٣) الانحناء في طرف اللسان في شكل خطاف إلى حدوث تغير فى اتجاهات الرياح السائدة تؤدى إلى توليد أمواج ثانوية من اتجاهات مختلفة ناحية طرف اللسان تؤدى إلى انحنائه. كذلك حدوث انحراف للأمواج عند نهاية اللسان، يؤدي بدوره إلى دفع الرواسب المتجمعة بطرف اللسان بواسطة التيارات الشاطئية المحلية فى اتجاه الشاطئ وبالتالي ينمو ويتطور طرفه منحني ناحية اليابس. بينما يفسر (تراب ، ١٩٩٧، ص٩٠) الانحناء إلى انحراف الأمواج حول أطرافها، أو تأثير تعدد الأمواج بالمنطقة الشاطئية ونظرًا لهدوء الأمواج على جانب اللسان المواجه لليابس، يزداد

الترسيب على هذه الأجزاء، مما يعمل على إضافة سلسلة من الحافات والتراكمات الرملية، مما يساعد على زيادة اتساعه.

أما عن الألسنة الرملية بالجزيرة فلا يوجد سوى لسان واحد يأخذ اتجاه عام ناحية الجنوب بينما طرف ينحني إتجاه الجنوب الشرقي متمشياً في ذلك مع اتجاه الرياح السائد ومن ثم التيارات الطولية الموازية لخط الساحل مشيرة لتيار الإزاحة على طول الشاطئ، ويتركز اللسان في أقصى جنوب الحافة الغربية، ويلاحظ تركزه عند مخرج مصب أحد المسيلات المائية، ويبلغ طوله حوالي (٣٥م) بينما يصل متوسط عرضة (٦م) ومتوسط ارتفاعه (٤٥سم) ويبلغ انحدار سطحه (٣°) أما عن انحدار الجانب الخارجي فيبلغ (٧°) وهو أشد انحدار من الجانب الآخر، وربما يرجع ذلك لأن هذا الجانب أكثر عرضة للعمليات البحرية وفى مواجهة التيارات والأمواج (صورة ١٠).

صورة (١٠) لسان بحري على الجانب الغربي للجزيرة

ب- السنن الشاطئية:

تعددت التعريفات الخاصة بالمسننات الشاطئية، فقد عرفها (محسوب، ١٩٩٧، ص ٣٦٤) بأنها تتابعات منتظمة لمنخفضات نصف دائرية يزيد عمقها على المترين تفصل بينها مسننات منشورية الشكل تقريبًا تتجه رءوسها نحو البحر، وغالبا ما تتكون من رواسب خشنة عبارة عن رمال وحصى وقد يرتفع منسوب قاعدتها باتجاه اليابس إلى ٣ متر. أما (تراب، ١٩٩٧، ص١٠١) فقد أطلق عليها الضروس (القرون – الأطراف) البحرية كأحد أشكال الإرساب البحري؛ وعرفها بأنها عبارة عن بروزات مثلثة الشكل تمتد رءوسها في اتجاه البحر ويمثل اليابس قواعدها، وهي تتكون من تصنيف المواد الرسوبية بمحاذاة الشاطئ الأمامي،

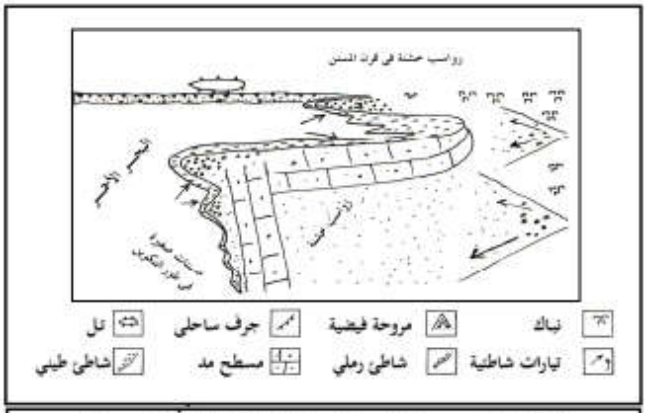
بتأثير إندفاع الأمواج المتقدمة والرجعية، وتظهر هذه القرون عادة خلال فترات المد العالي، والتركيب الأمثل الملائم لتشكيل هذه البروزات يحدث في الشواطئ المكونة من خليط الرمل والحصى المتباين الحجم. وعرفها (Masselink, G., and Pattiaratchi, C., 1998, p. 93) أيضًا بأنها تموجات حصوية في أغلبها أو رملية، تسمى قممها بقرون المسنن، أما قيعانها فتسمى بخلجان المسنن، وغالبًا ما تتجمع المواد الخشنة في القمم (القرون)، والمواد الناعمة في القيعان (الخلجان)، وتتباين أحجام وأشكال تلك المواد بين الرمال والحصى والكتل الصغيرة الهندسية (صورة ١١).

وتختلف الأراء حول نشأة المسننات فهناك من يُرجع نشأتها إلى عمليات النحت مثل (Rivas,1957) و (Smith & Dolan,1960) و (Johnson, D.W. 1965) ويرى جونسون أنها تكونت نتيجة للنحت المتماثل للأمواج والذى يؤدى إلى تكون خلجان ضحلة غير منتظمة الشكل فى بداية تكونها يعقب ذلك تعديل في أبعادها بحيث تتناسب أبعادها والمسافات بينها مع أبعاد الأمواج المؤثرة عليها (محسوب، ١٩٩٧، ص٣٦٤). وهناك من يرجع نشأتها إلى عمليات الإرساب مثل (Branner,1900) و (Kuenen,1978) و (Komar,1971& Sanders et al,1976) و (تراب، ١٩٩٧، ص١٠١)، وأرجع (تراب) الترسيب إلى حدوث تخلخل مفاجئ في طاقة الموجة للأسباب الآتية مما يدفعها لإرساب حمولتها من الرمال والحصى:

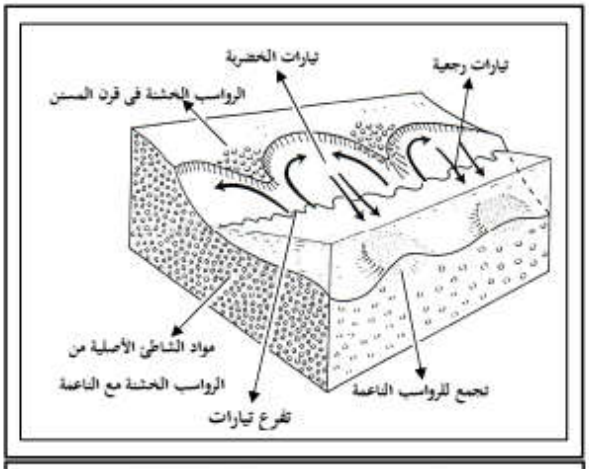
- حدوث تغير مفاجئ في عمق الشاطئ الأمامي.
- التقاء أكثر من موجة أو تيار مائي من اتجاهين متضادين.
- تغير شكل خط الساحل وظهور تعرجات حادة.

صورة (١١) السنن الشاطئية على الجانب الشرقي من الجزيرة (جانب الارساب) للجزيرة

هناك من يرجع نشأتها أيضًا إلى عمليات النحت والإرساب ومنهم (Otvos,1964) و (Gorycki,1973) و (Cuza and Inman,1975)، ومن يرى أنها تشكلت بفعل مياه العجيج والخضربة؛ حيث إن لدورة العجيج بعدين (خطر التدفق) والنتيجة هى زيادة انحدار واجهة الشاطئ (مقدمة المسنن) وأيضًا ملء الخلجان البينية للمسننات بالرواسب حيث تزيل المياه المتقدمة من القرن المواجهة لها وترسب هذه الرواسب داخل الخلجان والتى تخرج من الارتداد الموجى "الخضربة" مرة أخرى مما يؤدى إلى حدوث تباعدًا بين القرنين أو انحراف للقرنين، هذا وترتبط أيضًا الأطوال الكبيرة والصغيرة لقرون المسننات الشاطئية بطول الموجة المتقدمة "العجيج" (شكل ١١-أ، ب) (ضاحي، ٢٠٠٤، ص١٤٤).



شكل (١١أ) جيومورفولوجية المسننات الشاطئية أمام وادى سمانين
عن: ضاحي، ٢٠٠٤، ص١٤٤



شكل (١١ب) كيفية تكون المسننات الشاطئية
After: Pethick, J., 1984.

وتتباين المسنن الشاطئية فيما بينها من حيث أطوال القرون (التوغل داخل البحر) وعرضها، وأطوال الخلجان وعرضها، وللتعرف على ذلك تم تعيين موضعها بالجزيرة من خلال الدرسة الميدانية، وتبين أنه لا يوجد سوى موقع واحد فقط للسنن وتتركز على الحافة الشرقية للجزيرة، ويوضحها (جدول ٤) ومنه يتبين ما يلي:

جدول (٤) الخصائص المورفومترية للسنن الشاطئية بالحافة الشرقية للجزيرة

م	طول القرن (م)	متوسط عرض القرن (م)	طول الخليج (م)	متوسط عرض الخليج (م)	انحدار سطح القرن	منسوب القرن عن الخليج
١	٠.٩	٠.٥٥	٢.٧	٣.٦	٧	٠.٣
٢	١.١	٠.٦	٣	٤	٥	٠.٣٣
٣	٠.٩٥	٠.٥	٢.٩	٣.٨٥	٧	٠.٢٧
٤	٠.٨٥	٠.٧	٢.٧٥	٢.٩٠	٦	٠.٣١
٥	٠.٦٥	٠.٦	٢.٨	٣.١	٥	٠.٣٥
٦	٠.٦٥	٠.٦	٢.٨	٣.٧	٥	٠.٤٠
٧	٠.٧	٠.٧٥	٢.٨٧	٣.٣٥	٦	٠.٣
المتوسط	٠.٨	٠.٦	٢.٨	٣.٢	٥.٩	٠.٣
الانحراف المعياري	٠.٢	٠.١	٠.١	٠.٤	٠.٨	٠
معامل الاختلاف	١٩	١٢.٨	٣.٣	١٠.٦	١٤.٢	١٢.١

المصدر: من عمل الطالب بناء على بيانات الدراسة الميدانية.

- بلغ المتوسط العام لأطوال قرون السنن بالمنطقة (٨٠سم) ولوحظ إن هناك تقارب كبير جداً بين قيم الأطوال وقيم متوسطاتها في كل العينة المقيسة كما يوضحها معامل الاختلاف (١٢.١%) ويدل ذلك على تشابه فعل العامل المشكل على ساحل الجزيرة. وينطبق ذلك أيضاً على باقي الخصائص المورفومترية للسنن الشاطئية فقد لوحظ أن قيم عرضها وطول خليجها وانحدار سطحها وارتفاعها عن الخليج كلها تتقارب مع قيم متوسطاتها في كل العينة المقيسة ميدانياً، كما يوضحها معامل الاختلاف لكل منهما على التوالي (١٢.٨، ٣.٣، ١٠.٦، ١٤.٢، ١٢.١).

رابعاً: الخصائص الكيميائية:

تتركز فاعلية مياه البحر بما تحويه من ثاني أكسيد الكربون، في إحداث التحلل الكميائي لصخور حافة الهضبة، وتتباين عملية الإذابة بين الليل والنهار، ففي الليل تذيب مياه البحر الباردة كمية أكبر من هذا الغاز الذي تزداد قابليته للذوبان مع تناقص درجة حرارة المياه. وتصبح المياه أكثر حامضية وقدرة على إذابة الكربونات في الجروف الساحلية

(سباركس، ١٩٨٣، ص٢٥٥). وهناك تفسير آخر لهذه العملية، وهو أن للتمثيل الضوئي للطحالب البحرية دورًا في تفاوت نسبة ثاني أكسيد الكربون في مياه البحر؛ حيث تمتص الطحالب هذا الغاز من مياه البحر نهارًا، مما يؤدي إلى ترسيب جزيئات دقيقة من الكربونات تقوم الأمواج بنقلها وترسيبها، ثم تُخرج الطحالب هذا الغاز مرة أخرى ليلاً، فتزداد حموضة المياه ومن ثم تتكربن الصخور الشاطئية وبالتالي تزداد قدرتها على إذابة المواد الجيرية في صخور الشاطئ (جودة، ٢٠٠٠، ص٤٠٩).

ويتعدد التأثير المورفولوجي للإذابة بفعل مياه البحر على سواحل الجزيرة وخصوصاً الأجزاء السفلى من الجروف، إذ يتضح تأثيرها فوق الأرصفة الشاطئية الواقعة أسفل الجروف البحرية، حيث تقوم بتكوين أسطح مسننة (قنوات المد وحفر الإذابة) فوق الأرصفة المرجانية، وبالتالي يصبح الرصيف أكثر تضرسًا في شكل نتوءات بارزة وحادة، كذلك تسهم الإذابة البحرية في تكوين فجوات في قواعد الجروف مما يبرز جزءها العلوي كسقف معلق. كما يلعب رذاذ المياه الناتج من ارتطام الأمواج بالسواحل الجرفية الغاطسة دورًا هامًا في تكوين بعض الظاهرات الدقيقة مثل أقراص عسل النحل، لوحة (١).

لوحة (١) بعض الظاهرات الناتجة عن عمليات الاذابة

خامساً: الشقوق والفواصل.

تعطي الشقوق والفواصل الفرصة لعوامل التعرية المختلفة لممارسة عملها بصورة أسرع، فقد أدت إلى تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية على أسطح الجروف كما ساعدت على نشاط عملية التساقط الصخري بكثرة على حواف الجزيرة، وبالتالي تراجع الحافات الجرفية، ويتبين من تحليل القياسات الميدانية للشقوق والفواصل على حواف الجزيرة (جدول ٥) و(لوحة ٢) أن إجمالي عددها بالقطاعات المقيسة على حواف الجزيرة حوالي (١٠٠ شقاً وفاصلاً) بمتوسط (٦.٦ شقاً وفاصلاً) لكل قطاع، وقد بلغ متوسط طولها (٢.٣٤م) ومتوسط اتساعها (١٦سم) ومتوسط عمقها (٢٦سم)، وتبين من قياس اتجاهاتها أنها تأخذ ثلاث اتجاهات رئيسة؛ الأول: افقي ويمثل (٢٩%) من إجمالي الاتجاهات، والثاني: عمودي ويمثل غالبية الاتجاهات بكل القطاعات المقيسة (٤٩%)، والثالث: الاتجاه المائل ويمثل (٢٢%) من اجمالي اتجاهات القطاعات المقيسة، وترجع هذه الاتجاهات إلى الاتجاهات الرئيسه للصدوع بالجزيرة

لوحة (٢) بعض نماذج الشقوق والفواصل الموجودة بالجروف البحرية

جدول (٥) بعض أبعاد الشقوق والفواصل المقيسة ميدانيا على الحواف الجرفية بالجزيرة

رقم القطاع	العدد والإتجاهات السائدة			متوسط الطول (م)	متوسط الاتساع (م)	متوسط العمق (م)
	افقي	عمودي	مائل			
١	٣	١	٢	٣	٠.١	٠.١٥
٢	٨	٢	٣	١٠	٠.٣	٠.٤
٣	٢	٤	٢	١.٢	٠.٠٤	٠.١
٤	٠	٥	١	١.٥	٠.١	٠.٥
٥	٠	٤	٠	٢.٥	٠.٣	٠.١٥
٦	٦	٤	١	٨	٠.٣٥	٠.٤٥
٧	٠	٤	٣	١.٢	٠.٠٨	٠.١
٨	٠	٣	٠	٠.٥	٠.٠٢	٠.٠٤
٩	١	٢	١	١.٦	٠.١٥	٠.٥
١٠	٠	١	٠	١.٩	٠.١٢	٠.٣٥
١١	٢	٤	٢	٠.٩	٠.٠٧	٠.٤
١٢	٢	٤	٢	٠.٨	٠.٧	٠.٣
١٣	٠	٢	٠	٠.٥	٠.٠٣	٠.٠٤
١٤	٢	٥	٣	٠.٦	٠.٠٦	٠.٠٨
١٥	٣	٤	٢	١	٠.١	٠.٤
المجموع	١٠٠			٣٥.٢	٢.٥٢	٣.٩٦
المتوسط العام	٦.٧			٢.٣٤	٠.١٦	٠.٢٦

المصدر: بناءً على القياس الميداني للباحث.

سادساً: تصنيف الجروف البحرية على حواف الجزيرة.

نظراً لتعدد العوامل التي أثرت في المظهر الجيومورفولوجي العام للجروف بالجزيرة، رأى الباحث إختيار تصنيف يشمل كل قطاعات الجروف البحرية بالجزيرة، وبناءً على ذلك قام الباحث بجمع كل التصنيفات الخاصة بالجروف وتحليلها وكان منها تصنيف سونامورا (Sunamura, 1992, p139) وتصنيف (Small, R.J., 1986, P.456) وتصنيف (أبو العنين، ١٩٦٦، ص٥٣٤) وتصنيف (جودة، ١٩٩٦، ص ص ٤١٩-٤٢١) وتصنيف (تراب، ١٩٩٧، ص ص ٦٥-٦٦) وتصنيف الباحث لجروف الساحل الغربي للبحر الأحمر في مصر (محمدي، ٢٠١٤، ص ص١٠٨-١١١)، وجميعها تتسم بالتنوع ما بين تصنيفات حسب النشأة وتصنيفات جيومورفولوجية، وتصنيفات حسب العامل والعملية البحرية،

وتصنيف حسب التكوينات الصخرية وبتطبيق ذلك على جروف منطقة الدراسة تبين أنه لا يوجد تصنيف واحد يشمل كل القطاعات الميدانية للجروف، وبناءً عليه قام الباحث باقتراح تصنيف للجروف بالمنطقة وهو:

١- جروف يوجد بها نحت أفقي (تقويض سفلي)، وأخرى خالية من النحت السفلي:

تبين من الدراسة الميدانية وتحليل القطاعات المقيسة أن كل القطاعات يوجد بها تقويض سفلي.

٢- جروف سلمية أو مدرجة، وجروف رأسية، وجروف شبة رأسية (الجزء العلوي منها متراجع).

تبين من الدراسة الميدانية وتحليل القطاعات المقيسة أن الجروف السلمية تتمثل في القطاعات (١٠، ١١، ١٢، ١٤، ١٥)، أما الجروف الرأسية فتتمثل في القطاعات (٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ١٣)، وبالنسبة للجروف شبه الرأسية فتتمثل في القطاعات (١، ٧، ٨، ٩).

٣- جروف نشطة وأخرى خاملة.

تبين من تحليل القطاعات المدروسة أن جميع الجروف بالجزيرة نشطة، وربما يرجع ذلك لضيق النطاق المرجاني أمامها وبالتالي تصل الأمواج بكامل حجمها وبكامل طاقاتها للحافة.

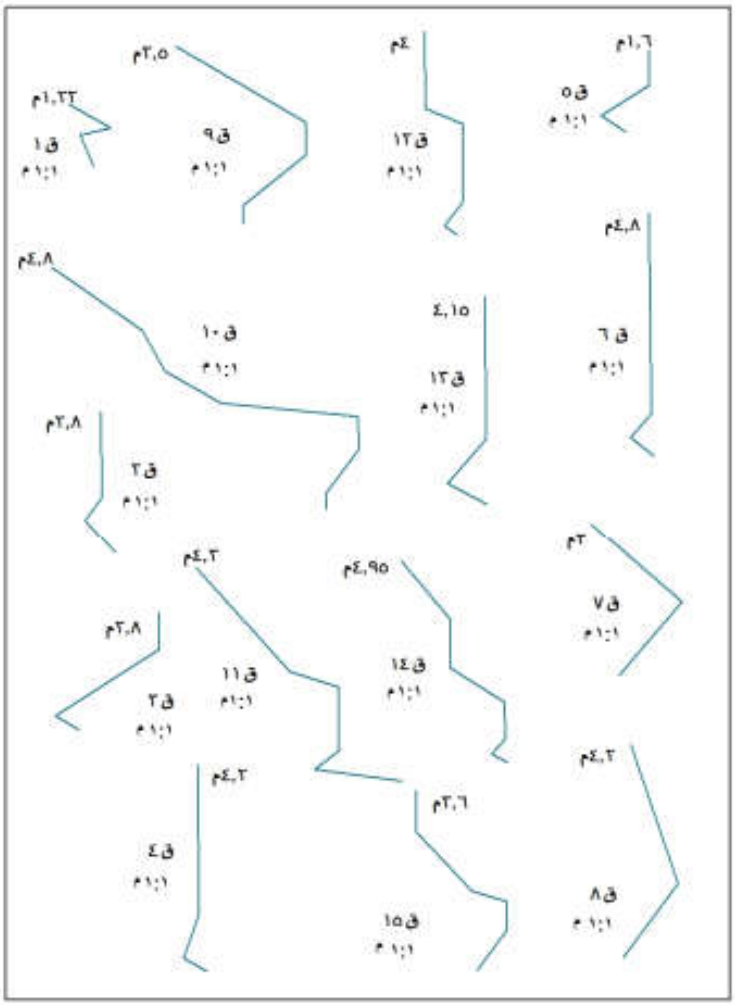
٤- جروف أمامها رصيف صخري مفتوح وأخرى ضيق.

تبين من الدراسة الميدانية وتحليل القطاعات المقيسة ان جميع القطاعات يمتد أمامها رصيف مرجاني ضيق فيما عدا القطاعين (١، ٣) والمتركزين على الحافة الشرقية للجزيرة يمتد أمامهم رصيف مرجاني واسع ولكنه متقطع ويحصر بينه بحيرات عميقه.

سابعاً: الخصائص المورفومتري لقطاعات الجروف البحرية:

للتعرف على الخصائص المورفومترية للجروف البحرية بالجزيرة بأسلوب كمي مناسب ، قام الباحث بقياس (١٥) قطاعًا عرضيًا على حواف الجزيرة قياساً ميدانياً. وذلك بهدف إخضاعها للتحليل المورفومتري لمعرفة الخصائص الكمية لقطاعات الجروف، وتحليل زوايا إنحدارها، ودرجات تقوسها، والتعرف على أشكال المنحدرات السائدة عليها، وكذلك تطورها.

ويوضح (شكل١، ١٢) و (جدول ٦) القطاعات العرضية المقيسة ميدانياً. وبتحليلها تبين أن جملة أطوالها (٢٧.٦٧ متراً)، وكان القطاع (٤) هو أقصر القطاعات طولاً (٠.٤ متر)، في حين كان القطاع (١٠) هو أطول القطاعات (٦ متراً)، وبلغ المتوسط العام لأطوال القطاعات (١.٨ متراً)، ويرجع التباين في أطوال القطاعات إلى تنوع الجروف بالجزيرة بين جروف سلمية متعددة الانحدارات شبة الرأسية وجروف أخرى رأسية نشطة، فقد بلغ المتوسط العام للانحدار (٥٤.٨°)



شكل(١٢)القطاعات العرضية المقيسة ميدانيا على حواف جزيرة مجاويش الكبرى

جدول (٦) الموقع الفلكي للقطاعات العرضية المقيسة ميدانيا

رقم القطاع	الموقع	ارتفاع الجرف (م)	متوسط الانحدار
١	الحافة الشرقية	١.٢٢	٣٩.٣
٣		٢.٨	٦٣.٧
٢	الحافة الغربية	٢.٨	٥١.٧
٤		٤.٢	٦٦
٥		١.٦	٥١.٣
٦		٤.٨	٥٨.٧
٧		٣	٤٥
٨		٤.٢	٦٢.٥
٩		٣.٥	٦١.٨
١٠		٤.٨	٥١.٩
١١		٤.٣	٣٩.٤
١٢		٤	٥٧.٤
١٣		٤.١٥	٥٦.٧
١٤		٤.٩٥	٦٠
١٥		٣.٦	٥٦.٣
المتوسط		٣.٦	٥٤.٨
الانحراف المعياري		١.١	٨
معامل الاختلاف		٣٠.٢	١٤.٧

المصدر: الدراسة الميدانية للباحث.

يلاحظ من تحليل بيانات الجدول أيضاً أن هناك تقارب كبير بين قيم كلاً من ارتفاعات الجروف وانحداراتها وقيم متوسطاتهما في كل العينة المقيسة كما يوضحها معامل الاختلاف (٣٠.٢%، ١٤.٧%) لكل منهما على التوالي، وربما يرجع تقارب قيم الارتفاع تساوي منسوب الحافة تقريباً بكل القطاعات المقيسة على الحافة الغربية تقريباً. أما عن تقارب درجات الانحدار فيرجع إلى سيادة الفئة الانحدارية الجرفية على منحدرات القطاعات المقيسة ميدانياً.

١- تحليل زوايا الانحدار:

زوايا الانحدار هي تلك الزوايا المقيسة في الطبيعة على طول خطوط قطاعات المنحدرات واستخدمت القراءات الخاصة بهذه الزوايا في إنشاء المدرجات التكرارية لإبراز سمات زوايا الانحدار والزوايا المميزة والزوايا الحدية وتصنيف زوايا الانحدار (إمبابي ومحمود ، ١٩٨٣، ص١٢١، ١٣٢)، (جودة وآخرون، ١٩٩٠، ص٣٩٦ – ٤٠٦)، (Young 1972, P. 161–178)، (Embabi, 1976, P.18 – 21).

وقد تم تصنيف زوايا الانحدار على القطاعات العرضية لحواف الجزيرة على أساس طبيعة الانحدار إلى عدة فئات كما يوضحها (الجدول ٧).

جدول (٧) تصنيف زوايا الانحدار

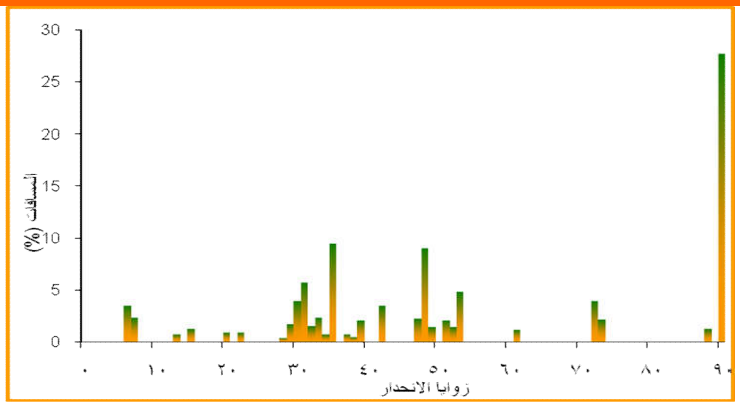
فئة الانحدار	طبيعة الانحدار
صفر° – ١٠°	انحدارات هينة
١٠° – ١٨°	انحدارات متوسطة
١٨° – ٤٥°	انحدارات شديدة
٤٥° فأكثر	انحدارات جرفية

وبتطبيق ذلك على قطاعات الحافة كما يوضحها (الجدول ٨) و (الشكل ٨) تبين أن التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على منحدرات حافة الجزيرة يتسم بأنه غير متصل (منفصل) الشكل وغير ممثل لجميع زوايا الانحدار، ولذلك تم تقسيمه إلى أربع مجموعات رئيسة: **المجموعة الأولى** هينة الانحدار وتشغل (٥.٩%) من مجموع الأطوال، وتتراوح زاويا انحدارها بين ٦ درجة (حدية دنيا) و٧ درجات (حدية عليا) وزاويتها المميزة ٦ درجات وتشغل (٣.٥٤%) من جملة الأطوال وتحتل هذه المجموعة المرتبة الثالثة وتتوزع زواياها على قواعد مصاطب الجروف السلمية بالقطاعين (١٠، ١١)، **المجموعة الثانية** الانحدارات المتوسطة وتشغل (٢%) من جملة الأطوال وتتراوح زاويا انحدارها بين ١٣ درجة (حدية دنيا) و ١٥ درجة (حدية عليا) وزاويتها المميزة ١٥ درجة وتشغل (١.٢٥%) من جملة الأطوال، وتحتل هذه المجموعة المرتبة الأخيرة، وتتوزع زواياها على بعض الحواف العليا للتقويض السفلي بقواعد الجروف، **المجموعة الثالثة** الانحدارات الشديدة وتشغل (٣٥%) من جملة الأطوال وتتراوح زوايا انحدارها بين ٢٠ درجة (حدية دنيا) و ٤٢ درجة (حدية عليا) وزاويتها المميزة هي ٣٥ درجة وتشغل (٩.٤٥%) من جملة الأطوال، وتحتل المرتبة الثانية، وتتوزع على قواعد الجروف في أدنى قطاعاتها وكذلك

على جوانب فجوات الأمواج. المجموعة الرابعة الانحدارات الشديدة جداً (الجرفية) والتي تحتل المرتبة الأولى وتشغل (٥٧%) من جملة الأطوال وتتراوح زاويا انحدارها بين ٤٧ درجة (حدية دنيا) ٩٠ درجة (حدية عليا) وزاويتها المميزة ٩٠ درجة وتشغل (٢٧.٦٩%) من جملة الأطوال. وتتمثل زواياها على الأجزاء العليا من الجروف.

جدول (٨) خصائص مجموعات زوايا الانحدار على منحدرات جروف الجزيرة

المجموعة	مدى الدرجات	الطول%	الزاوية الحدية الدنيا		الزاوية الحدية العليا		الزاوية المميزة	
			الزاوية	الطول %	الزاوية	الطول %	الزاوية	الطول %
الأولى	٠ – ١٠	٥.٩	٦	٣.٥٤	٧	٢.٣٦	٦	٣.٥٤
الثانية	١٠–١٨	٢	١٣	٠.٧٩	١٥	١.٢٥	١٥	١.٢٥
الثالثة	١٨–٤٥	٣٥	٢٠	٠.٩٢	٤٢	٣.٥٤	٣٥	٩.٤٥
الرابعة	٤٥ فأكثر	٥٧	٤٧	٢.٢٣	٩٠	٢٧.٦٩	٩٠	٢٧.٦٩
المجموع		١٠٠		٧.٤٨		٣٤.٨٤		٤١.٩٣



شكل (٨) التوزيع العام لزوايا الانحدار على حواف جزيرة مجاويش الكبرى

يتضح مما سبق عدة حقائق أهمها ما يلي:

☒ أن الزاوية الشائعة على منحدرات جروف الجزيرة هي الزاوية (٩٠ درجة)، وهي زاوية كبيرة(*) تعكس الخصائص الحرجة التي يحدث عندها التساقط الصخري على حواف الجزيرة، وبالفعل يوجد تساقط صخري أمام جميع قطاعات الحافة الصخرية الغربية

* خلص (Terzaghi, 1962) نقلاً عن (فرج، ٢٠١٢، ص ٣٦) بعد تحليله لتأثير أنظمة الفواصل على الزوايا الحرجة للمنحدرات إلى أن الزاوية الحرجة لتساقط الكتل الصخرية على منحدرات الصخور النارية (٧٠درجة).

للجزيرة، وجميع الكتل المتساقطة كبيرة الحجم يتراوح ابعادها بين (٢٥سم –٤٠سم) لأصغر كتلة، و(١.٥– ٢.٥م) لأكبر كتلة.

☒ تبين من التوزيع التكراري لمجموعات زوايا الانحدار على منحدرات جروف الجزيرة، أن مجموعة زوايا الانحدارت الجرفية إحتلت المرتبة الأولي في تصنيف زوايا الانحدار على جروف الجزيرة، وهذا يعكس المرحلة الجيومورفولوجية النشطة التي يمر بها منحدرات جروف الجزيرة وهذه المرحلة تتسم بنشاط التساقط الصخري.

٢- تحليل تقوس القطاعات:

يُعَرف (Young,1972, P137) تقوس السطح بأنه معدل التغير في زاوية الانحدار مع المسافة الأرضية في إتجاه الانحدار الحقيقي ويعبر عنه بالدرجات لكل مائة متر، وتوجد طريقتان لقياس معدل التقوس، (نقلاً عن: محمدي شعبان، ٢٠١٤، ص١٢٧).

الطريقة الأولى: استخدمها (Young – 1972 – P139).

الطريقة الثانية: استخدمها (Abd-ElRahman,1980, p.p32-34). وقد اتبع الطالب طريقة عبد الرحمن وزملائه لسهولة حسابها وتطبيقها (جدول ٩).

جدول (٩) مجموعات التقوس على المنحدرات

فئة الانحدار	طبيعة التقوس
صفر° – ١٠°	تقوس هين
١١°–١٨°	تقوس متوسط
١٩°–٣٠°	تقوس شديد
٣١°–٤٥°	تقوس شديد جداً
٤٦° فأكثر	تقوس رأسي

ويهدف تحليل تقوس منحدرات جروف الجزيرة إلى التعرف على أشكالها المختلفة (محدب، مستقيم، مقعر)، وعلاقة ذلك بالتساقط الصخري على حواف الجزيرة، فزيادة الأجزاء المقعرة على منحدرات الجروف يساعد على نشاط التساقط الصخري. ولتحقيق ذلك تم رسم قطاعات عرضية لجروف الجزيرة لعمل توزيع تكراري لدرجات التقوس على منحدرات حواف الجزيرة (جدول ١٠) و (شكل ٩) ومنهما يتضح ما يلي:

☒ وجود مجموعتين فقط للتقوس على منحدرات جروف الجزيرة: **المجموعة الأولى** وهي ذات قيم موجبة وتشير إلى تحدب السطح وتغطي (٣٢.٢%) من جملة الأطوال تتوزع على

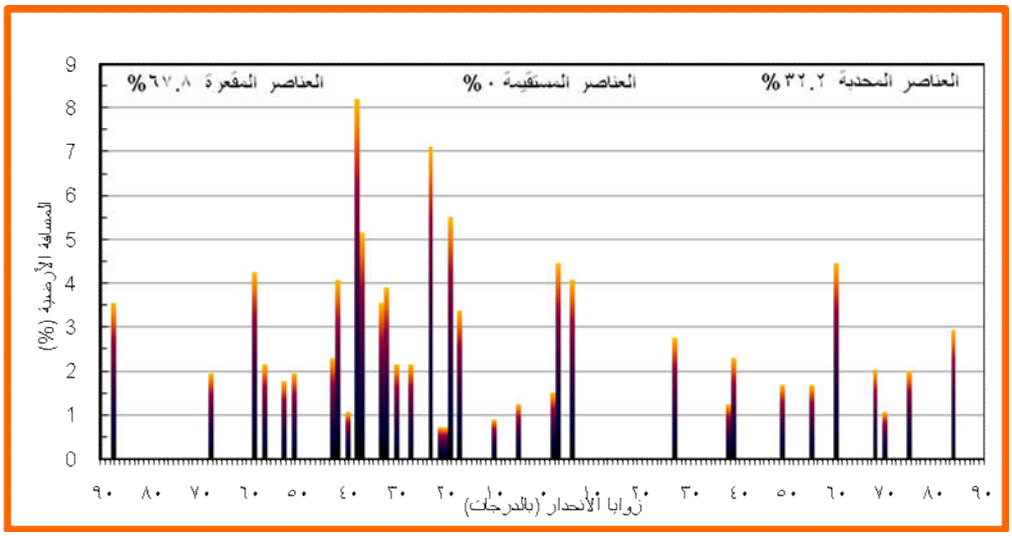
خمس مجموعات أخرى ثانوية: المجموعة الثانوية الأولى تتراوح بين (١°- ١٠°) وتغطي (١٠.١%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٣°) وتغطي حوالي (٤.٥%) من جملة الأطوال، أما المجموعة الثانية فتتراوح بين (١١°- ١٨°) ولا يوجد لها تمثيل على منحدرات الحافة، المجموعة الثالثة وتتراوح بين (١٩°- ٣٠°) وتغطي (٢.٨%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٢٦°) وتغطي حوالي (٢.٨%) من جملة الأطوال، المجموعة الرابعة وتتراوح بين (٣١°- ٤٥°) وتغطي (٣.٧%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٣٩°) وتغطي حوالي (٢.٣%) من جملة الأطوال، وأخيرًا المجموعة الخامسة والتي تزيد عن (٤٦°) وتغطي (١٥.٨%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٦٠°) وتغطي حوالي (٤.٥%) من جملة الأطوال وهي تحتل المرتبة الأولى.

جدول (١٠) التوزيع التكراري لدرجات تقوس على منحدرات حواف الجزيرة

مجموعات التقوس الرئيسية		مجموعات التقوس الثانوية	الطول %	الزاوية الحدية الدنيا		الزاوية الحدية العليا		الزاوية المميزة	
				الزاوية	الطول%	الزاوية	الطول%	الزاوية	الطول%
الأولى	المنحدرات	١٠-١	١٠.١	٢	١.٥	٦	٤.١	٣	٤.٥
		١٨-١١	٠	٠	٠	٠	٠	٠	٠
		٣٠-١٩	٢.٨	٢٦	٢.٨	٢٦	٢.٨	٢٦	٢.٨
		٤٥-٣١	٣.٦	٣٨	١.٣	٣٩	٢.٣	٣٩	٢.٣
		٤٦ فأكثر	١٥.٨	٤٩	١.٧	٨٤	٢.٩	٦٠	٤.٥
		جملة المحدبات	٣٢.٢		٧.٣		١٢.١		١٤.١
الثانية	المقعرات	١٠-١	٢.١	٥	١.٣	١٠	٠.٩	٥	١.٣
		١٨-١١	٣.٤	١٧	٣.٤	١٧	٣.٤	١٧	٣.٤
		٣٠-١٩	١٨.٣	١٩	٥.٥	٣٠	٢.١	٢٣	٧.١
		٤٥-٣١	٢٨.٣	٣٢	٣.٩	٤٣	٢.٣	٣٨	٨.٢
		٤٦ فأكثر	١٥.٧	٥١	٢	٨٨	٣.٦	٥٩	٤.٣
		جملة المقعرات	٦٧.٨		١٦.١		١٢.٣		٢٤.٣
الثالثة		المستقيمات	٠						

أما المجموعة الثانية فهي ذات قيم سالبة وتشير إلى تقعر السطح وبالتالي نشاط عمليات التساقط الصخري على حواف الجزيرة، وتغطي (٦٧.٨%) من جملة الأطوال، ممثلة في خمس مجموعات ثانوية: المجموعة الثانوية الأولى تتراوح بين (١°- ١٠°) وتغطي

(٢.١%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٥°) وتغطي حوالي (١.٣%) من جملة الأطوال، أما المجموعة الثانية فتتراوح بين (١١°- ١٨°) وتغطي (٣.٤%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (١٧°) وتغطي حوالي (٣.٤%) من جملة الأطوال، المجموعة الثالثة وتتراوح بين (١٩°- ٣٠°) وتغطي (١٨.٣%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٢٣°) وتغطي حوالي (٧.١%) من جملة الأطوال، المجموعة الرابعة وتتراوح بين (٣١°- ٤٥°) وتغطي (٢٨.٣%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٣٨°) وتغطي حوالي (٨.٢%) من جملة الأطوال وهي تحتل المرتبة الأولى ، وأخيراً المجموعة الخامسة والتي تزيد عن (٤٦°) وتغطي (١٥.٧%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة (٥٩) وتغطي حوالي (٤.٣%) من جملة الأطوال.



شكل (٩) توزيع درجات التقوس على منحدرات حواف جزيرة مجاويش.

يتضح من العرض السابق لتحليل التقوس على منحدرات حواف الجزيرة ستة حقائق هي:

١- أنه ثنائي التوزيع أي أنه ممثل لمجموعتين رئيسيتين هما (المحدبة – المقعرة).

٢- أنه ممثل لخمس مجموعات ثانوية حسب تصنيف عبد الرحمن.

٣- سيادة التقوسات الرأسية على المنحدرات المحدبة والمقعرة.

٤- أن الزاوية المميزة على المنحدرات المحدبة هي (٣°، ٦٠°). والمقعرة (٣٨°).

٥- أن المقعرات تحتل المرتبة الأولى يليها المحدبات ويشير هذا إلى نشاط عمليات التساقط الصخري.

٦- كل ما سبق يساعد على نشاط التساقط الصخري على حواف الهضبة ولكن الارتفاع البسيط لحواف الجزيرة يحد من التساقط في بعض القطاعات وخصوصاً الشمالية.

٣- أشكال المنحدرات السائدة على الحافة:

تُعد أشكال المنحدرات السائدة على حواف الهضبة المحصلة النهائية لمجموعة من العوامل أهمها نوع الصخر وبنيته والتجوية والمياه الجارية والرياح والجاذبية الأرضية، كذلك نتاج العلاقة بين معدل تفتت الصخور التي يتكون منها المنحدر ومعدل نقل المفتتات والحطام الصخري من على المنحدر ككل (Leopold, 1964 , p. 336). ومن خلال الدراسة الميدانية وتحليل زوايا الانحدار وتحليل تقوس المنحدرات أمكن تحديد مجموعة من أشكال المنحدرات السائدة على حواف الهضبة والتي دورها لا يقل أهمية عن العوامل سابقة الذكر التي تساعد على نشاط التساقط الصخري، وهي:

١- المنحدرات المحدبة.

تعرف بالمنحدرات التي تتميز بشدة انحدارها بالاتجاه لأسفل المنحدر، وتكون درجة تقوسها موجبة، ويتضح من الدراسة الميدانية أنه لا يوجد منحدر يتسم كله بالتحدب، ويتمثل بالقطاعات (١- ٧- ٩- ١٠- ١١- ١٢- ١٤- ١٥)، (صورة ١٢).

ووجود مثل هذا النوع من المنحدرات يدل على أن للمياه الجارية دورًا محدوداً في تشكيل سطح الجزيرة وأن العوامل الخارجية والداخلية بتضافرها مع بعضها هي المسئولة عن تشكيل سطح الجزيرة مثل الحركات الأرضية ونوعية الصخور والتجوية والمياه الجارية والرياح والجاذبية الأرضية.

صورة (١٢) بعض أشكال التقوس الموجودة على أسطح منحدرات جروف الجزيرة

٢- المنحدرات المقعرة.

هي تلك المنحدرات التي تتناقص درجات انحدارها بالاتجاه لأسفل المنحدر، وتكون درجات تقوسها سالبة، ويتضح من الدراسة الميدانية أنه لا يوجد منحدر يتميز كله بالتقعر، وإنما يختلف توزيعه على حواف الجزيرة من قطاع لآخر، ويتركز هذه النوع من السفوح في القطاعات (٢- ٣- ٤- ٥- ٦- ٨- ١٠- ١١- ١٢- ١٣- ١٤- ١٥) (صورة ١٢).

٣- المنحدرات المحدبة- المقعرة.

يقصد بالمنحدرات المحدبة- المقعرة، تلك المنحدرات التي تتكون من ثلاث وحدات أو عناصر في تتابع واحد تبدأ من أعلى بعنصر محدب وتنتهي في القاعدة بعنصر مقعر يتوسطهم قسم الدرجة القصوى، ويُعد هذا النوع أكثر أنواع المنحدرات شيوعًا على سطح الأرض؛ حيث يكثر ظهوره في المناطق ذات البنيات الجيولوجية المتجانسة التي مرت بطور واحد من التطور، وخاصةً تلك المناطق التي وصلت إلى مرحلة النضج (إمبابي ،١٩٧٢، ص٧٧).

وتتمثل هذه المنحدرات في القطاعات (١١- ١٤). وتعتبر المياه الجارية هي المسؤله عن تكوين هذا النوع من المنحدرات (إمباني، ١٩٧٢، ص٧٦-٧٧)

٥- منحدرات الجروف المقعرة.

يقصد بالجروف المقعرة تلك المنحدرات التي تتكون من عنصرين، **الأول**: الجرف (قسم الدرجة القصوى) ويشغل الجزء العلوي من المنحدر وتزيد درجة انحداره على (٤٥°)، أما **الثاني**: ويمثل القاعدة وهو عبارة عن عنصر مقعر، ويرتبط بالطبقات الصخرية الهشة، وعادة ما تكون المسافات الأرضية التي تُغطيها العناصر المقعرة أطول من التي تُغطيها الجروف (إمبابي، ١٩٧٢، ص ٧٨)، ويتمثل هذا النوع في القطاعات رقم (٢- ٣- ٤- ٥- ٦-٨- ١١- ١٢- ١٣- ١٤-١٥) ويرجع السبب في تشكيل هذا النوع من المنحدرات إلى انتشار الشقوق والفواصل الكبيرة وكذلك نشاط التجوية الميكانيكية والكيميائية في الأجزاء العليا من الجرف فتجعله يظهر كحافة شديدة الانحدار أما الأجزاء الدنيا منه فتكون عبارة عن تجمعات للرواسب المفككة والهوائية والتي تزيد من تقعر الجزء السفلي من المنحدر.

٦ـ المنحدرات شبة السلمية.

تتشكل هذه المنحدرات من المنحدرات المحدبة– المقعرة، ومنحدرات الجروف المقعرة. وهي عبارة عن تتابع لأكثر من عنصر، ويتكون هذا النوع في المناطق التي تتعاقب فيها الطبقات الصخرية الصلبة والضعيفة، والتي يزيد فيها عدد الطبقات على أربع طبقات حيث تنشأ وحدتا منحدر إحداها جرف والأخرى عنصر مقعر على كل طبقتين من الطبقات الصلبة والضعيفة على التوالي في شكل درجات سُلّمية ويرتبط عددها بعدد الطبقات الصخرية بالمنحدر (إمبابي، ١٩٧٢، ص ص٨٠– ٨١). ويعكس هذا الشكل من المنحدرات الأطوار المختلفة لتطور المنطقة، وتتغير خصائص هذه الأطوار تدريجيًا تبعًا للمرحلة التي وصلت إليها، فبالاتجاه لأعلى المنحدر يقل معدل تقوس العناصر المحدبة والمقعرة ويزداد طولها، كما تقل درجة انحدار أقسام الدرجة القصوى، أي أن الدرجات والتتابعات السُلّمية تصبح أقل ارتفاعًا وانحدارًا كلما صعدنا إلى أعلى. وتتمثل في القطاعات (١١– ١٢– ١٤).

ثامناً: المخاطر والتهديدات التي تعوق التنمية في الجزيرة كمحمية طبيعية.

يتناول هذا العنصر العلاقة بين كل من الجزيرة كظاهرة طبيعية وما عليها من ظاهرات جيومورفولوجية والأنشطة البشرية من خلال عدة عناصر، أولهما: أثر الجروف البحرية والظاهرات المرتبطة بها على النشاط السياحي بالجزيرة، وثانيهما: أثر النشاط البشري على الجروف البحرية والظاهرات المرتبطة بها من خلال دراسة المخاطر والتهديدات التي تواجه الجزيرة كمحمية طبيعية. وثالثهما: تحديد المخاطر الطبيعية التي تعوق حركة التنمية بمناطق الجروف، كالنحت البحري والتساقط الصخري والتراجع الساحلي، والتجوية الملحية، والشعاب المرجانية.

١- أثر الجروف البحرية بالجزيرة على النشاط البشري بالجزيرة:

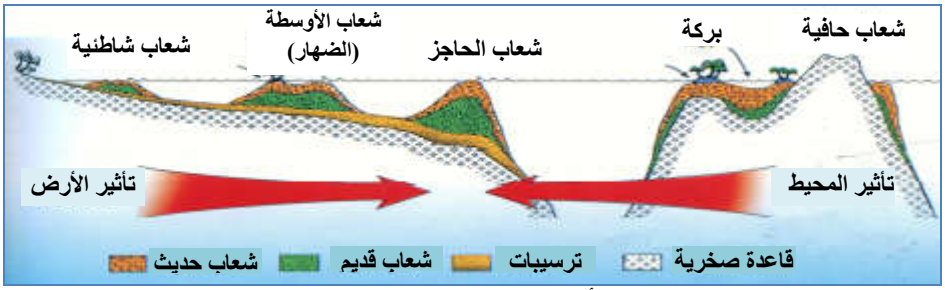
تبين من دراسة العمليات الجيومورفولوجية المرتبطة بالجروف وظاهراتها الجيومورفولوجية أن لها أثر واضحاً في تحديد نمط السياحة بالجزيرة، إذ يتركز بها عدة أنماط. منها السياحة الترويحية أو الاستجمام التى يلتمس السائح منها الراحة، سواء عن طريق المكان الذى يوفر له هذه الراحة أو الظروف التى تحقق لجسمه الراحة، والابتعاد عن

كافة الأنشطة التى اعتاد السائح ممارستها فى حياته اليومية (السعيد، ٢٠١٠، ص١٤٠) ويعد اللاندسكيب الطبيعي الذي يتوفر به قدر كبير من جمال الطبيعة، وجاذبيتها أحد أهم عناصر الجذب بهذا النمط (إبراهيم، ٢٠٠٠، ص ص٣٧، ٣٨). والشواطئ الرملية والمرجانية والمداخل المائية والألسنة الرملية والسنن الشاطئية أهم الظاهرات الجيومورفولوجية التي ترتبط بهذا النمط من أنماط السياحة بمناطق الجروف البحرية.

يوجد أيضاً السياحة الرياضية التي يرجع وجودها إلى الإمكانيات الطبيعية بالجزيرة. ومن أهم أشكالها سياحة الغطس ويعد هذا النوع من أكثر الأنشطة البحرية التي تمارس بالجزيرة نظراً للتنوع البيئي بها وخصوصاً على إمتداد سواحلها المفتوحة، بالإضافة إلى رياضة السنوركلينج وهذا النوع من الرياضات مرتبط برياضة الغطس.

أما عن أثر الجروف وظاهراتها المرتبطة بها على النشاط البشري فالظاهرات الموجودة بالجزيرة لها تأثير مزدوج (إيجابي وسلبي) وتتمثل في **الشواطئ**. فتصبح الشواطئ تأثيرها إيجابي عندما تكون رملية ونظيفة وهينة الانحدار (Russell, 1939) وهذا يتمثل بالجزيرة فبالإضافة إلى النظافة فمتوسط إنحدارها (٧ درجة). وتصبح الشواطئ تأثيرها سلبي عندما تكون حصوية وصخرية لأنهما لا يمثلان عناصر جذب سياحي.

يوجد أيضاً **الشعاب المرجانية** وهي من الظاهرات مزدوجة التأثير، وهي عبارة عن هياكل مثقبة من الحجر الجيري وهي واحدة من أكبر النظم البيئية في العالم. وليس كل المرجانيات قادرة على إنتاج الحجر الجيري لبناء الشعاب، ولكن هناك مرجان إسمة (المرجان جاني الشعاب) هو الذي يقوم بإنتاج أحجار جيرية من أجل بناء هياكلها ثم تموت وتبقى هياكلها التي تستخدم للبوليبات الجديدة والتي تقوم ببناء هيكل جديد على الهيكل القديم، وشجرة المرجان الفعلية تتكون من طبقات متتالية واحدة فوق الأخرى (التوصيف البيئي، ٢.١٦) (شكل ١٠).



شكل (١٠) أنواع الشعاب المرجانية وكيفية تكوينها

المصدر: التوصيف البيئي، ٢.١٦

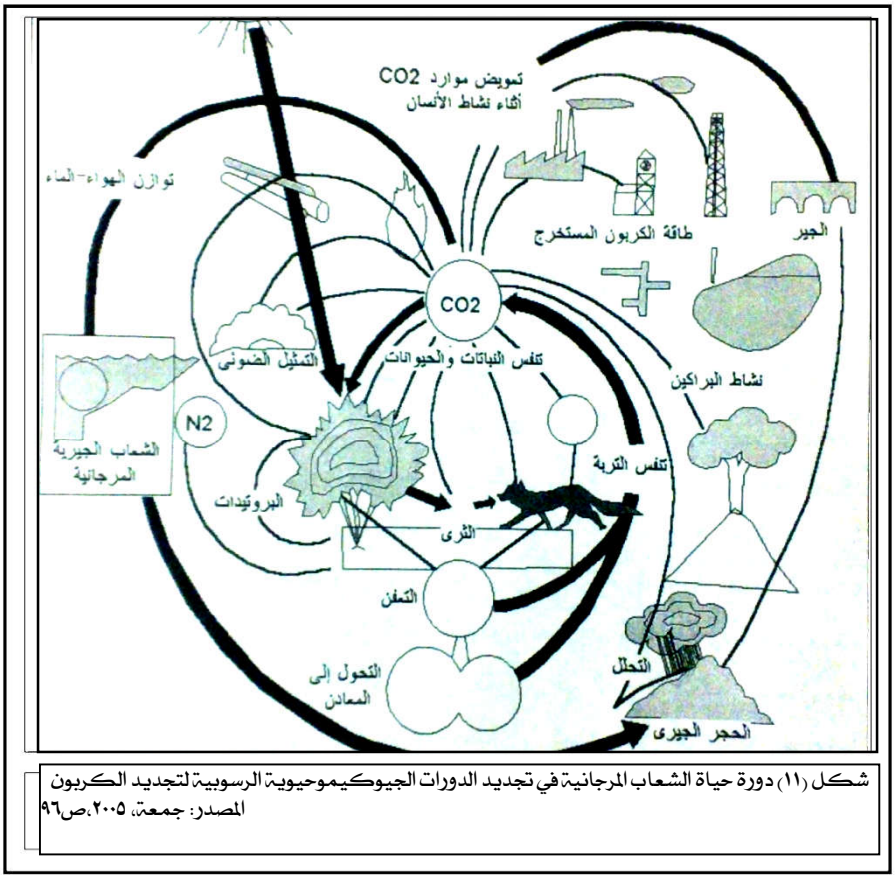
ويعد البحر الأحمر من البيئات الصالحة لنمو الشعاب المرجانية، فحرارته مرتفعة، وأعماقه مناسبة لنمو المرجان، وترتفع نسبة الملوحة بمياهه إلى جانب تميز الأخير بالهدوء والصفاء النسبي وسرعة التيارات المائية المتوسطة. وترجع المرلحة الأولى لتطور الشعاب المرجانية (منذ ٤٠٠مليون سنة). أما الشعاب الحديثة فترجع لما يزيد عن (٥٠مليون سنة). وبعض الشعاب المرجانية الموجودة حالياً تتراوح أعمارها بين (٥٠٠٠- ١٠٠٠٠سنة).

وتعد الشعاب المرجانية من الظاهرات مزدوجة التأثير على النشاط البشري، فعن التأثير السلبي بصفته تأثير محدود يتمثل في الخطر الشديد على الملاحة؛ إذ إن الشعاب المرجانية تحيل السواحل على الرغم من صلاحيتها إلى ضحولة يصعب الاقتراب منها حتي للسفن الصغيرة فضلًا عن الكبيرة. وبالنسبة للتأثير الايجابي فيتمثل فيما يلي (جمعة، ٢٠٠٥، ص ص٩٢-٩٤):

- **الأهمية البيئية للحياة المرجانية:** تعد الحياة المرجانية الدعامة الأساسية التي تعطي للمنطقة نمطها البيئي المميز، وتُكَوِّنُ مع المانجروف والأعشاب البحرية علاقات محورية تمثل العمود الفقري لتوازنات عوامل التعرية البحرية، فهي تعد حماية ومأوى للكثير من الكائنات البحرية، كما تعد بمنزلة الحضانة التي تضع فيه الأحياء البحرية بيضها في أثناء التكاثر لحمأيتها من التيارات ومن أعدائها الطبيعيين مما يحافظ على التنوع البيولوجي، كما أن براعم المرجان تعد مصدرًا مهمًا يتغذى عليه كثير من الأحياء في الطبقة الأعلى في سلاسل الغذاء.
- **أهميتها لتجديد الدورات الجيوكيموحيوية**[٢]: إن الصخور الكلسية المكونة للشعاب المرجانية هي أحد المستودعات الأرضية للكربون (مادة الحياة الأولى وهي الأساس في تكوين المواد العضوية اللازمة للحياة) المنتزع لمدة قرون طويلة من الدورة الفعالة، وهي المستودع الرئيس له؛ حيث إن قسمًا معينًا من الكربون يؤخذ باستمرار من الجو

[٢]) الدورات الجيوكيموحيوية: هي دورات طبيعية تعمل على تجديد العناصر الضرورية لاستمرار الحياه في نمط بيئي، فهي تحافظ على وجود حركة ثابتة بين عناصر المحيط الحيوي الثلاث (الغلاف الجوي، والمائي، والأرضي) وبين أحياء المحيط الحيوي لتجديد العناصر اللازمة لاستمرار الحياة وهناك دورات سريعة التجدد لتجديد أهم أربعة عناصر وهي تمثل (٩٧%) من مادة الحياة البروتوبلازم، ودورات بطيئة التجدد والتي تختص بتجديد باقي المواد والتي تشكل (٣%) من العناصر المكونة لمادة الحياة، جمعة، ٢٠٠٥، ص ٩٢).

ومن الأملاح البحرية بفعل البيوليب المرجاني، ويختزن على شكل شعاب كلسية ثم يأتي نشاط البراكين ويتسرب الغاز مرة أخرى إلى المستودع الجوي بذلك تتجدد دورة الكربون في الطبيعة [٣] (شكل ١١).



شكل (١١) دورة حياة الشعاب المرجانية في تجديد الدورات الجيوكيموحيوية الرسوبية لتجديد الكربون
المصدر: جمعة، ٢٠٠٥،ص٩٦

٢- أثر النشاط البشري على الجروف البحرية بالجزيرة:

من المعروف أنه لا توجد تنمية بدون تكاليف؛ فتكلفة عائد التنمية السياحية تتضمن قائمتها التكلفات النقدية التي تكفل بها المستثمرون المصريون والأجانب، وتكلفات اجتماعية تتمثل في الصدام الحضاري بين الأفواج السياحية من الدول المتقدمة والسكان المحليين

[٣]) الدورة الفعالة السريعة لتجديد الكربون التي تحدث بتبادل الأحياء التي تفرز النباتات التي تستهلكها منتجة (٠.٢) المحرك الأساسي للعمليات الحيوية (جمعة، ٢٠٠٥، ص٩٢).

الذين ترجع أصولهم إلى الوجه القبلي، وأخيرًا تكلفات بيئية متنوعة، وتكلف التكلفات الأخيرة تتميز بفداحتها. وسيتم عرض أهم التأثيرات البشرية على الجروف البحرية وظاهراتها الجيومورفولوجية المرتبطة بها كما يلي:

أ- التأثير الايجابي ويتمثل التأثير الايجابي للإنسان على الجروف البحرية والظاهرات المرتبطة بها، في الاستخدام الأمثل لتلك الظاهرات دون التعدي على مظهرها.

ب- التأثير السلبي ويتمثل التأثير السلبي للأنشطة البشرية على مناطق الجروف البحرية والظاهرات المرتبطة بها في المخاطر البشرية للاستخدام السياحي، كما يلي:

وتتمثل المخاطر البشرية للنشاط السياحي في المخاطر التي تهدد الشعاب المرجانية وتنقسم إلى مخاطر من فعل البشر وأخرى طبيعية كالتالي:

☒ المخاطر البشرية وتتمثل في الآتي:

- الصيد الضار والجائر.

ويقصد بها تركز الصيد في منطقة محددة وبكميات كبيرة من الأسماك تفوق قدرة منطقة الصيد على تعويضها عن طريق التكاثر مما يؤدي ذلك إلى نقص المخزون السمكي بها، أو صيد نوع معين من السمك مما يسبب خللاً في التوازن البيئي.

ويعد الصيد بالشبك المصنوعة من النايلون أو الأسلاك المعدنية من الوسائل التي تصيب وتضر الكائنات البحرية، حيث أن عند فقدها في الماء تقتل وتجرح الكائنات البحرية وتحطم الشعاب المرجانية. كذلك إستخدام الديناميت في الصيد يدمر الشعاب المرجانية ويقتل أنواع أخرى من الأسماك لا يرغب الصياد فيها. كذلك إستخدام المواد السامة في الصيد تقوم بنفس الأضرار بل تسبب في موت الإنسان إذا قام بأكلها.

- إنشاء المزارع السمكية.

ويقصد بها صناعة أحواض ضحلة لتربية الكائنات البحرية، وهذا يؤدي إلى تلوث الماء البحري بالمضادات الحيوية والمخصبات التي تضاف أثناء التربية، وهذا يؤدي إلى إنخفاض أعداد وأنواع الأسماك البحرية.

- المخاطر الناتجة عن السفن والقوارب والزوارق.

تتعرض مناطق الشعاب المرجانية وخاصة مناطق الغطس ووفرة الأسماك والدولفين لكثير من الأضرار بسبب الإهمال والحوادث ومن أهم الأخطار إلقاء الجنشات الحديدية الثقيلة على الشعاب المرجانية مما يؤدي إلى تدميرها. كما أن بعض السفن تتخلص من الماء الملوث ببقايا الزيت والوقود في البحر أو تقوم بتفريغ مخلفات الصرف الصحي في الماء إلا أن المخلفات التي تلقيها السفن مثل الأكياس البلاستيكية هي أخطرهم وهي تسبب أضرار بيئية كبيرة.

- جمع الشعاب المرجانية.

تُجمع الشعاب المرجانية من أجل صنع الحلي وعمل أنتيكات وتشكيلات فنية تباع في المعارض والبازارات لتوضع في أحواض أسماك الزينة وهذا يؤثر على الشعاب المرجانية لأنها تستغرق مئآت السنين حتى تعيد بناء ما فقد منها من جديد.

- التلوث الناتج عن تدفق مياه الأمطار على سطح الأرض.

تتسم الأمطار في محافظة البحر الأحمر بقلة حدوثها ولكن عندما تسقط تكون في شكل سيول، فتقوم بتجريف السطح بما عليه من ملوثات مثل القمامة بأنواعها والزيوت والشحوم والمبيدات وتدفعها جميعها بمياه البحر، وكثير منها مواد سامة للكائنات البحرية كما أن الشعاب المرجانية حساسة تجاه التلوث بالمواد البيترولية، ونظراً لقرب الجزيرة من الساحل فالبيئة الحيوية بها تتأثر بذلك.

٣- المخاطر والتهديدات الطبيعية التي تعوق حركة التنمية على الجزيرة كمحمية طبيعية.

☒ التجوية والنحت البحري وتراجع الجروف.

تعد التجوية الكيميائية أحد أنواع التجوية النشطة على حواف الجزيرة بفعل عمليات الإذابة الناتجة عن رزاز الأمواج، ويلاحظ النشاط السائد لها في الجزء السفلي من الجروف وكذلك الكتل المتساقطة على الأرصفة والتي بدورها تمثل مصدات لفعل الأمواج على الجروف، بغض النظر أن التجوية بأنواعها تمهد الطريق لعوامل التعرية أن تقوم بعملها على أكمل وجه.

ويتمثل دور التجوية الكيميائية والميكانيكية في إعاقة حركة التنمية بالجزيرة في الأخطار الناتجه عنها نتيجة دورها في تحلل وتفكك الصخور وبالتالي نشاط النحت البحري الذي ينتج عنه التساقط الصخري وتراجع الحافات.

☒ التساقط الصخري.

يعد التساقط الصخري من الأخطار الطبيعية التي تعوق التنمية على الحافات الجرفية، نتيجة التراجع المستمر للحافات المتساقطة، وقد سبق دارسة التساقط الصخري بالجزيرة ودور الانحدار والبنية والنحت الافقي في نشاطة المستمر بالجزيرة.

☒ المخاطر الطبيعية على الشعاب المرجانية وتتمثل في الآتي:

- ارتفاع منسوب سطح البحر.

يؤدي إرتفاع منسوب البحر إلى غمر الشعاب المرجانية على عمق أكبر من العمق الأمثل لحياتها مما يقلل من كمية ضوء الضوء الذي يصل إلى المرجانيات فيصعب على الطحالب القيام بعملية البناء الضوئي لتغذية المرجانيات، كما تقل قدرة الشعاب على القيام بعملية التكلس فتقل كثافة نمو هيكلها الصلب فيضعفها ويجعلها أكثر عرضة للانكسار.

- زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو.

ئؤدي ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو إلى إرتفاع درجة حرارة الأرض وبالتالي زوبان كمية من ثاني أكسد الكربون في مياه البحار والمحيطات بالإضافة أنه يزيد من درجة حموضة ميا البحر ويقلل من قلوية كربونات الكالسيوم وكل ذلك يقلل من قدرة الشعاب المرجانية على القيام بعملية التكلس أي بناء هياكلها المكونة من كربونات الكالسيوم.

- العواصف والأعاصير.

وتأثيرها غير مباشر على الشعاب المرجانية ولكنه مدمر، حيث أن العواصف الشديدة تقتلع أشجار الشورى (المانجروف) ولهذه الأشجار أهمية قصوى في إستمرار حياة الشعاب المرجانية. وفي بعض المناطق تؤثر الأعاصير في إرتفاع الأمواج وبالتالي زيادة طاقتها التي تؤدي بدورها إلى تكسير أجزاء من الحواجز المرجانية.

- إرتفاع درجة حرارة الأرض.

إن قطع الأشجار وحرق الأخشاب والفحم والبترول لتوليد الطاقة كل ذلك يسبب زيادة في إنبعاث الغازات المسببة للإحتباس الحراري الذي يؤدي إلى إرتفاع درجة الحرارة وبالتالي زيادة اللون الأبيض في الشعاب المرجانية والسبب هو تغير درجة الحرارة التي تعيش فيها المرجانيات ونتيجة لإرتفاع درجة الحرارة وإستمرارها تؤدي إلى موت الشعاب المرجانية.

- نجم البحر الشوكي.

هو نوع يعيش في الشعاب المرجانية وهو يتعذى على البوليبات حتى أصبح أشد إفتراساً للبوليبات المرجانية. وتكاثرت أعداده وأصبح خطراً، حيث أن الفرد الواحد منه قادر على تدمير (٦-١٢م٢) من الشعاب المرجانية في العام الواحد، بينما تحتاج الشعاب المرجانية من (٢٠-٤٠ عام) لتعويض هذه المساحة. وهناك مكافحة لنجم البحر الشوكي بالجمع اليدوي من الجمعيات الأهلية وجهاز شئون البيئة.

تاسعاً: النتائج والتوصيات.

١- النتائج:

- ☒ تعد جزيرة مجاويش من الجزيرة التي تقل مساحتها عن (٤٢كم٢). كما أنها تعد من الجزر القارية التي تتكون من نفس صخور اليابس المجاور.
- ☒ تتنوع السواحل في الجزيرة بين سواحل الارساب المنخفض (السواحل الرملية) والسواحل الصخرية (الجروف البحرية) والتي تمثل النسبة الأعلى في التركز على سواحل الجزيرة. إذ تمتد لمسافة أرضية متعرجة مِقدارها حوالي (٣.٣ كم) بنسبة (٤٧.١٤%) من إجمالي طول الساحل المتعرج (٧ كم)، ومسافة أرضية مستقيمة مِقدارها حوالي (٢.٥ كم)، بنسبة (٤٥.٤%) من إجمالي طول الساحل المستقيم (٥.٥ كم) وبذلك يبلغ معدل تعرج سواحل الجروف البحرية بمنطقة الدراسة (١.٢كم).
- ☒ تحتوي الجزيرة على تنوع بيولوجي فريد يصل للآف الأنواع من الكائنات الحية، كما تعد ملجأ لكثير من الكائنات البرية ومناطق لراحة وتعشيش الطيور المهاجرة وكذلك السلاحف. وتحتوي الجزيرة أيضاً على كساء شعابي من المرجان يزيد عن (٨٠% من مساحتها).

- تبين من دراسة الخصائص الجيولوجية أن الجزيرة تكونت خلال عصر البليوسين وأن صخورها عبارة عن حجر جيري مرجاني ورملي ومارل؛ تتخلله طبقات قليلة السمك من الكنجلوميرات وشرائح من الصلصال والحصى وهذه الصخور تتأثر بمجموعة من الصدوع الرئيسية التي تأخذ إتجاهين رئيسيين يتمشى مع الاتجاه العام لصدوع البحر الأحمر (شمال غرب– جنوب شرق)، (الشمالي الشرقي– الجنوب الغربي).
- تبين من دراسة الخصائص التضاريسية أن سطح الجزيرة يزيد عن منسوب سطح البحر بحوالي (١٥م) وينحدر تجاه الشرق بحوالي درجتان.
- تبين من دراسة الخصائص المناخية أن المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في محطة الغردقة ٢٥.٦ْم. ويعتبر شهر يناير أبرد شهور السنة، وتعتبر الرياح الشمالية والشمالية الغربية هي الرياح السائدة طوال العام وهي الأكثر تأثيراً على سواحل الجزيرة في الشهور الباردة، وتصل لأقصى سرعة لها في شهر يوليو. أما بالنسبة للأمطار فتسقط في ثلاثة فصول فقط هي الشتاء والربيع والخريف، بمتوسط السنوي (١٢.٢مم)، وتعتبر الفترة من شهر نوفمبر إلى شهر مارس أكبر الفترات من حيث كميات المطر الساقطة.
- تعتبر الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية والخصائص الكيميائية للمياه والبنية الجيولوجية، هي العوامل المسئولة عن تشكيل حواف الجزيرة، وخصوصاً الجانب الغربي الذي يكاد يخلوا من الامتداد العرضي للشعاب المرجانية أمامه، وتعد الظاهرات الجيومورفولوجية المنتشرة على المنحدرات الجرفية وأمامها هي الشاهد الوحيد على هذه العمليات ومن الظاهرات الناتجة عن فعل الأمواج، التقويض السفلي المنتشر على قواعد الجروف البحرية وفجوات الأمواج، أما عن الظاهرات الناتجة عن المد والجزر فتتمثل في الرواسب الملحية والمفتتات البحرية والمرجانية وشواطئ الأرصفة الجزرية. وعن الظاهرات الناتجة عن التيارات البحرية فتتمثل في الألسنة الرملية والسنن الشاطئية. وبالنسبة لنواتج عمليات الإذابة البحرية فتتمثل في قنوات المد وحفر الإذابة أعلى الأرصفة الشاطئية والفجوات والتافوني وأقراص عسل النحل.

أعطت الشقوق والفواصل الفرصة لعوامل التعرية المختلفة لممارسة عملها بصورة أسرع، فقد أدت إلى تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية على أسطح الجروف كما ساعدت على نشاط عملية التساقط الصخري بكثرة على حواف الجزيرة، وبالتالي تراجع الحافات الجرفية.

- ☒ تنوعت الجروف على سواحل الجزيرة بين جروف يوجد بها نحت أفقي (تقويض سفلي)، وأخرى خالية من النحت السفلي. وجروف سلمية أو مدرجة، وجروف رأسية، وجروف شبة رأسية (الجزء العلوي منها متراجع). جروف نشطة وأخرى خاملة. وجروف أمامها رصيف صخري مفتوح وأخرى ضيق.
- ☒ تبين من دراسة الخصائص المورفومترية لقطاعات الجروف البحرية بالجزيرة أن إجمالي أطوالها (٢٧.٦٧ متراً)، وكان القطاع (٤) هو أقصر القطاعات طولاً (٠.٤ متر)، في حين كان القطاع (١٠) هو أطول القطاعات (٦ متراً)، وبلغ المتوسط العام لأطوال القطاعات (١.٨ متراً).
- ☒ تبين من تحليل زوايا إنحدار القطاعات المقيسة ميدانياً على جروف الجزيرة أن التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على منحدرات حافة الجزيرة يتسم بأنه غير متصل (منفصل) الشكل وغير ممثل لجميع زوايا الانحدار، ولذلك تم تقسيمه إلى أربع مجموعات رئيسة: المجموعة الأولى خفيفة الانحدار وتشغل (٥.٩%) من مجموع الأطوال وزاويتها المميزة ٦ درجات، المجموعة الثانية الانحدارات المتوسطة وتشغل (٢%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة ١٥ درجة، وتحتل هذه، المجموعة الثالثة الانحدارات الشديدة وتشغل (٣٥%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة هي ٣٥ درجة وتشغل (٩.٤٥%) من جملة الأطوال. المجموعة الرابعة الانحدارات الشديدة جداً (الجرفية) والتي تحتل المرتبة الأولى وتشغل (٥٧%) من جملة الأطوال وزاويتها المميزة ٩٠ درجة وتشغل (٢٧.٦٩%) من جملة الأطوال.

تبين أيضاً أن الزاوية الشائعة على منحدرات جروف الجزيرة هي الزاوية (٩٠ درجة)، وهي زاوية كبيرة تعكس الخصائص الحرجة التي يحدث عندها التساقط الصخري على حواف الجزيرة، وبالفعل يوجد تساقط صخري أمام جميع قطاعات الحافة الصخرية

الغربية للجزيرة، وجميع الكتل المتساقطة كبيرة الحجم يتراوح ابعادها بين (٢٥سم – ٤٠سم) لأصغر كتلة، و(١.٥– ٢.٥م) لأكبر كتلة.

- ☒ تبين من تحليل تقوس منحدرات الجروف البحرية بالجزيرة وجود مجموعتين فقط للتقوس على منحدرات جروف الجزيرة: **المجموعة الأولى** وهي ذات قيم موجبة وتشير إلى تحدب السطح وتغطي (٣٢.٢%) من جملة الأطوال **والمجموعة الثانية** وهي ذات قيم سالبة وتشير إلى تقعر السطح وبالتالي نشاط عمليات التساقط الصخري على حواف الجزيرة، وتغطي (٦٧.٨%) من جملة الأطوال.
- ☒ أتضح من تحليل التقوس على منحدرات حواف الجزيرة ستة حقائق هي:

١– أنه ثنائي التوزيع أي أنه ممثل لمجموعتين رئيسيتين هما (المحدبة – المقعرة).

٢– أنه ممثل لخمس مجموعات ثانوية حسب تصنيف عبد الرحمن.

٣– سيادة التقوسات الرأسية على المنحدرات المحدبة والمقعرة.

٤– أن الزاوية المميزة على المنحدرات المحدبة هي (٣ْ، ٦٠ْ). والمقعرة (٣٨ْ).

٥– أن المقعرات تحتل المرتبة الأولى يليها المحدبات ويشير هذا إلى نشاط عمليات التساقط الصخري.

- ☒ تبين من دراسة الخصائص المورفومترية لقطاعات الجروف البحرية بالجزيرة ودور العوامل الطبيعية في تشكيلها. تنوع أشكال منحدراتها بين المنحدرات المحدبة، والمقعرة، والمحدبة المقعرة، وشبة السلمية، والمحدبة المقعرة المحدبة.
- ☒ تبين من دراسة أثر الجروف البحرية بالجزيرة على النشاط البشري السائد بها. أن لها أثر واضحاً في تحديد نمط السياحة بالجزيرة، إذ يتركز بها عدة أنماط. منها السياحة الترويحية أو الاستجمام من خلال مشاهدة بعض الظاهرات الجيومورفولوجية الخلابة بالجزيرة مثل الشواطئ الرملية والمرجانية والمداخل المائية والألسنة الرملية والسنن الشاطئية. يوجد أيضاً السياحة الرياضية التي يرجع وجودها إلى الإمكانيات الطبيعية بالجزيرة ومن أهم أشكالها سياحة الغطس ويعد هذا النوع من أكثر الأنشطة البحرية التي تمارس بالجزيرة نظراً للتنوع البيئي.

- ☒ تبين أيضاً من دراسة أثر الجروف البحرية بالجزيرة على النشاط البشري السائد بها أن للظاهرات الجيومورفولوجية تأثير مزدوج أحدهما إيجابي والآخر سلبي. فعلى سبيل المثال الشواطئ. تصبح الشواطئ تأثيرها إيجابي عندما تكون رملية ونظيفة وخفيفة الانحدار وهذا يتمثل بالجزيرة فبالإضافة إلى النظافة فمتوسط إنحدارها (٧ درجة). وتصبح الشواطئ تأثيرها سلبي عندما تكون حصوية وصخرية لأنهما لا يمثلان عناصر جذب سياحي.
- ☒ أتضح من دراسة أثر النشاط البشري على الجروف البحرية بالجزيرة أن هناك تأثير مزدوج للنشاط البشرري بالجزيرة، فعن التأثير الإيجابي فهو يتمثل في الاستخدام الأمثل للظاهرات الجيومورفولوجية بالجزيرة دون التعدي على مظهرها. أما التأثير السلبي فيتمثل في المخاطر البشرية للاستخدام السياحي مثل (الصيد الضار والجائر، وإنشاء المزارع السمكية، والمخاطر الناتجة عن السفن والقوارب والزوارق، وجمع الشعاب المرجانية، والتلوث الناتج عن تدفق مياه الأمطار على سطح الأرض).
- ☒ تبين من دراسة المخاطر والتهديدات الطبيعية التي تعوق حركة التنمية على الجزيرة كمحمية طبيعية أن هناك عدة عوامل تعوق حركة التنمية بالجزيرة وهي: التجوية والنحت البحري وتراجع الجروف، والتساقط الصخري، والمخاطر الطبيعية على الشعاب المرجانية وتتمثل في (ارتفاع منسوب سطح البحر، وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو، والعواصف والأعاصير، وإرتفاع درجة حرارة الأرض، ونجم البحر الشوكي)

٢- التوصيات:

- ☒ تبين من تحليل بيانات الحرارة بالمنطقة إن شهر يناير أبرد شهور السنة، بينما يعتبر شهر أغسطس أحر شهور السنة، لذا يجب وضع ذلك في الاعتبار في أثناء الذهاب للمنطقة للسياحة وقضاء الأجازات أو للعمل البحثي. كذلك يجب وضع سرعة الرياح في الاعتبار؛ باعتبار الرياح عنصرًا مناخيًا مهمًا في الإبحار للجزيرة ورحلات سفاري البحر، فالرياح تصل لأقصى سرعتها في شهر يوليو كما إن قوتها تزداد من الشمال إلى الجنوب.

- ☒ توصلت الدراسة إلى أن المعدل السنوي لارتفاع الأمواج يتراوح بين (٠.٢-١.٥مترًا). كما يتراوح ارتفاع الأمواج في فصل الشتاء بين (٠.٢- ١.٥مترًا)، بينما يتفاوت في فصل الصيف من شهر لآخر ومن مكان لآخر على طول الساحل، لذا توصي الدراسة هواة رياضة الجايد وسفاري البحر وضع ذلك في الاعتبار.
- ☒ تحويل الآثار السلبية للظاهرات الجيومورفولوجية بالجزيرة إلى آثار إيجابية من خلال تحويل الشواطئ الصخرية إلى رملية وتنظيفها، كذلك عمل مارينا لليخوت بعيداً عن نطاقات الشعاب المرجانية لتسهيل الوصول لحواف الجزيرة دون الدخول وسط الشعاب المرجانية وبالتالي تدميرها وتقلص مساحتها مع الوقت.
- ☒ الحفاظ على الموارد البيئية بالجزيرة للحفاظ على التنوع البيولوجي.
- ☒ توصي الدراسة الحالية إستغلال الظاهرات الجيومورفولوجية بالجزيرة استغلال أمثل دون التعدي عليها لأنها تتسم بعدة خصائص جيومورفولوجية تجعلها عناصر جذب سياحي للمنطقة.
- ☒ توصي الدراسة الحالية الحفاظ على الشعاب المرجانية التي تحيط بالجزيرة، لأنها تعد الدعامة الأساسية التي تعطي للمنطقة نمطها البيئي المميز، وتُكَوِّنُ مع المانجروف والأعشاب البحرية علاقات محورية تمثل العمود الفقري لتوازنات عوامل التعرية البحرية.
- ☒ منع الصيد الجائر والضار وتشديد الرقابة على ذلك لعدم الإخلال بالتوازن البيئي.
- ☒ معاقبة من يستخدم الديناميت والمواد السامة في عملية الصيد لأن ذلك يدمر التنوع الحيوي بالمنطقة من إنسان وأسماك وشعاب مرجانية ومن ثم يخل بالتوازن البيئي.
- ☒ تشديد الرقابة على الصيادين لمنع إنشاء مزارع سمكية داخل البحر لأن ذلك يضر بالبيئة البحرية من خلال المضادات الحيوية والمخصبات.
- ☒ وضع ضوابط للحد من مخالفات السفن والقوارب والزوارق لأنها تدمر بيئة الشعاب المرجانية بسبب الإهمال والحوادث ومن أهم أخطارها إلقاء الجنشات الحديدية الثقيلة على الشعاب المرجانية والتخلص من المياه الملوثة ومخلفات الصرف في مياه البحر.

- ☒ وضع ضوابط للنزول على الجزيرة وليس المنع من الذهاب إليها كما يحدث حالياً، لما تتمتع به الجزيرة من عناصر جذب سياحي تجعل منطقة الغردقة منافسة في سوق السياحة العالمية.
- ☒ توصي الدراسة الحالية الباحثين والمسئولين بحماية الساحل والمحميات الطبيعية، رصد التغيرات التي تطرأ على خط ساحل الجزيرة والنطاقات المرجانية سنويًا من الصور الفضائية ذات الدقة العالية، لرصد أية مخالفات بشرية لعمل دراسات للحد منها.
- ☒ توصي الدراسة الحالية التوعية والحس على عدم إرتكاب المخالفات البشرية تجاه البحر والجزيرة بظاهراتها الطبيعية، سواء للذين ليس لديهم العلم أم للذين يعلمون جيدًا ما يصنعون، للحد من التغيرات الكبيرة بساحل الجزيرة، وحماية الشعاب المرجانية من الهلاك.
- ☒ منع جمع الشعاب المرجانية التي يستخدمها السكان المحليين في صناعة الحلي والانتيكات لأن هذا يضر ببيئة الشعاب المرجانية.
- ☒ وضع حلول للحد من عمليات التساقط الصخري بالمناطق شديدة الخطورة والتي يوجد بها تساقط صخري شديد، ومن الحلول التي تقترحها الدراسة عمل مصدات صخرية أو خرسانية.
- ☒ مكافحة النجم الشوكي الذي يتغذي على البوليبات المرجانية وبالتالي يدمر الشعاب المرجانية بالمنطقة والتي تحتاج إلى فترة طويلة لتعويضها.

عاشراً: المراجع:

أ- المراجع العربية:

١- أحمد حسن إبراهيم ، (٢٠٠٠): جغرافيا السياحة، دار القلم، الزقازيق.

٢- أحمد فوزي ضاحي، (٢٠٠٤): الأشكال الارسابية على ساحل البحر الأحمر فيما بين رأسي أبو سومة شمالاً وحنكراب جنوباً- دراسة جيومورفولوجية، دكتوراه غر منشورة، جامعة سوهاج، كلية الاداب، قسم جغرافية.

٣- جودة حسنين جودة، (١٩٩٦): الأراضي الجافة وشبه الجافة، دار المعرفة الجامعية – الأسكندرية

٤- جودة حسنين جودة، (٢٠٠٠): الجيومورفولوجيا علم أشكال سطح الأرض مع التطبيق بأبحاث في جيومورفولوجية العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٥- حسن سيد أحمد أبو العنين، سيد حسن شرف الدين، (١٩٦٩): الأقيانوغرافيا الطبيعية، دار المعارف، القاهرة.

٦- حسن سيد أحمد أبو العينين، (١٩٦٦): أصول الجيومورفولوجيا " دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض " ، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.

٧- سباركس، ب.و.، الجيومورفولوجيا، ترجمة: عثمان، ليلى، (١٩٨٣): الأنجلو المصرية، القاهرة.

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

٩- ماجدة محمد جمعة، (٢٠٠٥): التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبي على البيئة، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٣٤.

١٠- محمد سعيد السعيد، (٢٠١٠): السياحة فى المحميات الساحلية فى مصر – دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة بنها، كلية الآداب، قسم جغرافيا.

١١- محمد صبرى محسوب، (١٩٧٩): ساحل البحر الأحمر فيما بين رأس جمسة شمالاً ورأس بناس جنوباً– دراسة فى الجغرافيا الطبيعية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

١٢- محمد صبرى محسوب، (١٩٩٧): جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربى، القاهرة.

١٣- محمد صبرى محسوب، (٢٠٠٠): الأطلس الجيومورفولوجى (دراسة تحليلية للشكل والعملية)، دار الفكر العربى، القاهرة.

١٤- محمد صبري محسوب، (١٩٩٠): جغرافية الصحاري المصرية– الجوانب الطبيعية، الجزء الثاني– الصحراء الشرقية، دار النهضة العربية للطبع والنشر، القاهرة.

١٥- محمد صبري محسوب، (٢٠٠٧): الجغرافية المناخية والحيوية، الدار الدولية للإستثمارات الثقافية، القاهرة.

١٦- محمد مجدي تراب، (١٩٩٧): أشكال السواحل المصورة، منشأة المعارف، الإسكندرية.

١٧- محمدي شعبان محمدي، (٢٠١٤): جيومورفولوجية الجروف البحرية بالساحل الغربي للبحر الأحمر فيما بين رأس جمسة شمالاً وحلايب جنوباً، رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة المنوفية، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

١٨- المعجم الوجيز، بدون سنة.

١٩- نبيل يوسف منباري، (١٩٩١): بعض الظاهرات الجيومورفولوجية على السهل الساحلي للبحر الأحمر جنوب خليج السويس في مصر، رسالة دكتوراة غير منشورة، جامعة عين شمس، كلية الآداب، قسم الجغرافيا.

٢٠- وزارة الدولة لشئون البيئة، الوكالة الدنمركية للتعاون الدولي- برنامج الدعم القطاعي للبيئة، محافظة البحر الاحمر- إدارة شئون البيئة، التوصيف البيئي لمحافظة البحر الأحمر، ٢٠٠٨.

٢١- يوسف التوني، (١٩٧٧): معجم المصطلحات الجغرافية، دار الفكر العربي، القاهرة.

ب- المراجع الأجنبية:

1. Abd El Rahman, M.A., & et al., (1980-81): Some Geomorphological Aspects of -Siwa Depression, Bulletin de la Societe de Geographie D'Egypte, Tome 53-54.
2. Bird, E. C (2008): Coastal Geomorphology An Introduction, Second Edition, Australia.
3. British Admirality (1911): Red sea- Sheet 1, Surveyed by Captain T. ELWON, COMMANDER R. MORESBY, LIEUTENANTS H. N. PINCHING, T. G. CARLESS, I. NN. 1830-4.
4. British Admirality (1946): Red sea and Strait of Gubal , Surveyed by Captain G. S. NARES. R. N, London.
5. British Admirality (1948): Red sea and Gulf of Suez , Surveyed by Captain G. S. NARES. R. N, London.

6. Clowes, A. & Comfort,p. (1987): Process and Landfrom : an out line of Contemporary Geomorphology. 2 nd ed. Oliver & Boyd, Edinburgh.
7. Dardir and Abu Zeid (1972); Geologic map of area between latitudes 27° 00̀ and 73°, 30̀.
8. Davies,J. L., (1980):Geographyical variations in coastal development longman second , edition London.
9. Hill, M., (2004): Coasts and Coastal Management, Hodder & Stoughton, London.
10. Leopold , L.,Wolman , M . & Miller , J .,(1964): Fluvial Processes in Geomorphology , Freeman & Co ., London .
11. Macfadyen , W .,(1930): The Undercutting of Coral Reef Limestone on The Coasts of some Islands in The Red Sea , Geog. Jour . Vol. LXXV. June 1930 , Edward Stanford , London.
12. Masselink, G., and Pattiaratchi, C., (1998): The Effect of Sea Breeze on Beach Morphology, Surf Zone Hydrodynamics and Sediment Resuspension, Marine Geology, Vol. 146.
13. Mauricel., Schwartz, (2005): Encyclopedia of Coastal Science, Western Washington., U S A.
14. Pethick, J., (1984): An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold, London.
15. Red Sea Pilot (1924), sheet, 1,2,3.
16. Robert G. Dean., Robert A. Dalrymple., (2004): Coastal Processes With Engineering Applications, Cambridge.
17. Small, R.J., (1986): The Study of Landforms, Cambridge University Press, Cambridge.
18. Source: Kamh. S, Ashmawy. M. Kilias. Ad (2011) :Evaluating urban land cover change in the Hurghada area, Egypt, by using GIS and remote sensing. International Journal of Remote Sensing.
19. Steers, J. A (1962): Coastal preservation and planning, Geogr, Jour, Vol. CVII, No.1,2.
20. Sunamura, T., (1992): Geomorphology of Rocky Coasts, John Wiley & Sons Ltd. New York.
21. Young, A., (1972): Slopes, Oliver & Boyed, Edinbruch.