تأثير حركة المياه البحرية على ساحل منطقة طبرق شمال شرق ليبيا دراسة في الجيومورفولوجيا

د. علاء جابر فتح الله الضراط
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا/ كلية التربية/ جامعة طبرق
alaa.al-darat@tu.edu.ly

الملخص:

تشرف منطقة الدراسة على البحر المتوسط بساحل بلغ طوله 52.42كم، وتمثل التداخلات الساحلية أحد أشكال الساحل المميزة له نظراً لانتشارها على طول الساحل وتوغل البحر في اليابس لمسافات متباينة، وأبرزها خليج طبرق البالغ مساحته 6.47كم^2، وتهدف الدراسة إلى تحديد خصائص الساحل والعوامل المؤثرة في تشكيله.

تعرَّض ساحل منطقة الدراسة خلال الفترات الجليدية والفترات الدافئة في عصر البلايستوسين لتذبذب مستمر، وارتبط منسوب سطح البحر بالتغيرات المناخية – النباتية في الزمن الرابع، وكذلك هناك عوامل أخرى منها: التكتونية مثل توازن القشرة الأرضية وبناء الجبال والتواء سطح الأرض، حيث كان الغمر البحري بالفترات الدافئة التي تتخلل الفترات الجليدية، والعكس أثناء فترات البرودة الشديدة أو الجليدية. وترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلى عصر الإوليجوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث، وأحدث التكوينات ترجع إلى البلايستوسين بالزمن الرابع.

وبدراسة خصائص خط الساحل تراوحت نسب التعرج به ما بين 5.6/كم عند خليج طبرق إلى 1.3/كم في الساحل الممتد من رأس الزقم حتى مصب وادي العودة، بمتوسط عام بلغ 2.55/كم. في حين تراوحت معدلات التقوس في الساحل 0.48 عند خليج طبرق إلى 2.6 عند شاطئ الليدو بمتوسط عام بلغ 2.06، ويشير ذلك على استقامة الساحل. وذلك بسبب العوامل البنائية المختلفة سواء كانت تكتونية أو بفعل عوامل التعرية البحرية، وتحكمت طبيعة الساحل واتجاهاته في التداخلات البحرية في اليابس.

وتبين من خلال دراسة العوامل المؤثرة في تشكيل الساحل أن الأمواج السائدة واتجاهاتها والتي تراوحت قوة طاقتها ما بين 5062كجم/ م^2 صيفاً إلى 125577كجم/م^2 في فصل الشتاء، والتي كان لها الأثر الواضح في كمية الرواسب المتاحة في تحديد حجم ونمط الأشكال الناتجة عن النحت والارساب البحري. كما تبيّن من خلال مسارات التيارات البحرية التي تسير على أعماق تراوحت ما بين 50-100م فيقل تأثيرها على خط الساحل لأنها موازية له، وكذلك يبعد مسارها عن خط الساحل لمسافة 3كم في المتوسط، وتبين من دراسة حركتي المد والجزر تأثر الساحل بنظام المد والجزر النصف يومي وهو لا يتعدى 30سم ويقتصر تأثيره على منطقة الجروف البحرية في شمال غرب منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: التداخلات الساحلية، الجروف البحرية، الأمواج الساحلية.

Issue 4, January 2023
ISSN 2789 - 4843
Journal of Libya for Geographical Studies
العدد الرابع / يناير 2023م
مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

The effect of marine water movement on the coast of Tobruk, northeastern Libya - a geomorphological study

Dr. Alaa Jaber Fathallah Al-Darrat
Assistant Professor Department of Geography, Faculty of Education, University of Tobruk
alaa.al-darat@tu.edu.ly

Abstract:

The study area is supervised the Mediterranean Sea, with a coastline of 52.42 km, the coastal meanders are one of the distinctive forms of the coast, due to their spread along the coast and the penetration of the sea into the dry land for varying distances. The most notable one of these meanders is the Gulf of Tobruk, which has an area of 6.47 km2. The study aims to determine the characteristics of the coast and the factors affecting its formation.

During the glacial periods and warm periods in the Pleistocene era, the coast of the study area was subjected to continuous fluctuation, and the sea level was associated with climatic changes - vegetation in the quaternary, as well as other factors, including: tectonics such as the balance of the earth's crust, the construction of mountains and the torsion of the earth's surface, where marine submersion was during the warm periods during glacial periods, and vice versa during extreme cold or icy periods. The oldest geological formations in the study area date back to the upper Oligocene and lower Miocene in the Cenozoic, and the most recent formations date back to the Pleistocene in the quaternary.

And by studying the characteristics of the coastline, the meandering rates ranged from 5.6/km at the Gulf of Tobruk to 1.3/km at the coast extending from Ras al-Zaqqm to the mouth of al-Awda Valley, with a general average of 2.55/km. The curvature rates in the coast ranged from 0.48 at the Gulf of Tobruk to 2.6 at the Lido Beach, with an average of 2.06. This is due to the various structural factors, whether they are tectonic or by marine erosion factors, and the nature and directions of the coast control the marine interference in the land.

By studying the factors affecting the formation of the coast, it was found that the prevailing waves and their directions, whose energy strength ranged from 5062 kg / m 2 in summer to 125577 kg / m 2 in winter, which had a clear effect on the amount of sediment available in determining the size and pattern of shapes resulting from marine sculpture and sediment.

It was found, through the paths of the sea currents that travel at depths ranging between 50-100 m, that their impact on the coast line is minimized, because they are parallel to it, and because their path is away from the coast line for an average distance of 3 km. It was also found, by studying the two tidal movements, that the coast was affected by the semi-daily tidal system, which does not exceed 30 cm, and its effect is limited to the marine cliffs area in the northwest of the study area.

Keywords: marine interference, marine cliffs, coastal waves.

مقدمة:

يُعَدُّ ساحل منطقة طبرق إحدى أهم الأوساط الطبيعية، فمناخه شبه الجاف، وإمكانياته الطبيعية جعلته يحتل الصدارة الأولى في ميدان الاستغلال والتموطن البشري، وشهد ساحل منطقة الدراسة خلال عصر البلايستوسين تذبذباً مستمراً نتيجة لتقدم البحر وتراجعه خلال الفترات الجليدية وفترات الدفء التي تخللتها بالزمن الرابع ، وارتبط منسوب سطح البحر بالتغيرات المناخية – النباتية في تلك الحقبة الزمنية. والأودية الجافة الموجودة حاليًا هي من موروثات عصر البلايستوسين، حيث نجد هذه التغيرات المناخية مسئولة إلى جانب التكوين الصخري عن أشكال الساحل الحالية. وترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلى عصر الإوليجوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث، وأحدث التكوينات ترجع إلى البلايستوسين بالزمن الرابع، ويتميز ساحل منطقة الدراسة المطل على البحر المتوسط بتباين اتساعه، وتنوع مظاهره المورفولوجية، فقد لا يتجاوز اتساع الشاطئ بضعة أمتار في مواضع كثيرة. وتتكون الأشكال الأرضية المختلفة للساحل تقريباً بشكل خاص من فعل الأمواج الساحلية. وتشكل هذه الموجات عدداً من الأشكال الأرضية الناتجة عنها والأكثر دهشة في العالم. وتنتشر بمنطقة الدراسة الظاهرات القارية كالأودية والمراوح الفيضية وغيرها، وكذلك الظاهرات البحرية التحاتية مثل الجروف البحرية والرؤوس الصخرية والفتحات الساحلية من خلجان وشروم تحتل مصبات الأودية، وأرصفة تحاتية، والظاهرات الرسوبية كالشواطئ الرملية والسبخات وجلها رواسب بلايوستوسينية تكونت وتطورت في ظروف بيئية مختلفة عن الظروف المناخية الحالية. وتركز هذه الدراسة على الظروف البيئية التي أسهمت في تحديد وتشكيل خط الساحل من حيث الخصائص التعرج – التقوس – خصائص الأعماق القريبة من الشاطئ، وتأثير المياه البحرية على ساحل منطقة الدراسة من حيث الأمواج الساحلية والتيارات البحرية وحركتي المد والجزر. ويُعَدُّ ذلك من الأهداف الرئيسة لهذه الدراسة.

مشكلة الدراسة:

تتلخص مشكلة الدراسة في التساؤل الرئيس الآتي:

- ما تأثير حركة المياه البحرية على شكل الساحل؟

فرضيات الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة لابد من إثبات الفرضيات الآتية:

- تعد العوامل البنيوية والمناخية المسؤولة عن تشكيل ساحل منطقة الدراسة ومظاهره الطبيعية الحالية.
- تتمشى نتائج المعاملات التحليلية مع الملاحظات والدلائل الميدانية.

أهمية الدراسة:

معرفة العمليات السائدة على ساحل منطقة الدراسة والاستفادة من ايجابياتها، والتغلب على سلبياتها، ومن هنا يتضح دور الجيومورفولوجي لتوضيح ذلك، والتنبؤ بالتغيرات التي تطرأ في المستقبل. و أهمية تأثير حركة مياه البحر على شكل ساحل منطقة الدراسة من الأمواج والتيارات البحرية وحركتي المد والجزر.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى:

- التعرف على خصائص خط الساحل من حيث التعرج والتقوس وخطوط الاعماق وتأثيرها على خط الساحل.
- معرفة تأثير حركة مياه البحر على شكل ساحل منطقة الدراسة من الأمواج والتيارات البحرية وحركتي المد والجزر.
- توفير قاعدة بيانات يستفيد منها ذوو التخصص بمنطقة الدراسة.

منهج الدراسة:

تعتمد الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي لوصف الظاهرة موضوع الدراسة.

طريقة العمل:

وسوف تعتمد الدراسة على:

الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة، مقياس 1:50000، ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) 2020م والذي يعد الأساس في دراسة طبوغرافية السطح، وبرنامج (Excel) للإحصائيات والتمثيل الكرتوغرافي للظاهرات المختلفة للمنحدرات، والدراسة الحقلية باستخدام جهاز(GPS) لتحديد المواقع ميدانيا، وبوصلة، وجهاز(Abeny-level)

لقياس درجات الانحدار، وعجلة قياس المسافات الرقمية، 10000 الاف متر–ZFP) (DW2 مع مراعاة عامل الانزلاق ومعامل التصحيح (الانزلاق =المسافة النظرية – المسافة الفعلية/ المسافة النظرية، ومعامل التصحيح =المسافة الفعلية/ المسافة النظرية x 100) وآلة تصوير، والعمل الميداني.

الدراسات السابقة:

- Desio, A (1928) Resultai scientified Della missions all Oasis di Giarabub, pt. II, la geologies, Roma.
- Desio, A(1939)Missione scientific della R. Academia d,italia ACufra .V.2,Studi morphological sulla Libya Orientale , R. Accad. D, Italia, Roma.
- Desio, A. (1968) History of geologic exploration in Cyrenaica. In Geology and Archaeology of Northern Cyrenaica, Libya, Tripoli.
- Desio, A (1971) Outlines and Problems of the Geomorphological Evolution of Libya from the Tertiary to the present day, Symposium on the Geology of Libya, Tripoli.

كانت معظم دراسات دزيو على إقليم برقة والجبل الأخضر والبطنان على التكوينات الجيولوجية، والحافات الساحلية القديمة ودراسة الخطوط العريضة والمشاكل الجيومورفولوجية خلال الحقبة الثالثة وحتى الوقت الحاضر، ودراسة حافات شمال شرق ليبيا، واستنتج من خلال دراساته أن الحافات العليا المحددة بخطوط انكسارية واضحة هي مظاهر للسطح التحاتي القديم هبط في هيئة مدرجات صوب البحر شمالاً نتيجة لتحركات كتلية حدثت على سطوح الفوالق، فهي حافات انكسارية النشأة.

- Marchetti, M, M. (1934): Note illustrative per UN abbozo di carta geological Della Cyrenaica. Boll .soc Geol. Ital., Vol .L III, fasc.2, pp.309-325, Roma.

وملخصها أن الفوالق الحديثة النشأة قد تسببت في تكوين درجات طبوغرافية، مثل العيوب التي تمر قرب المخيلي جنوب غرب هضبة البطنان .

- MC. Burney, CB. M & Hey, R.W (1955): Prehistory and Pleistocene geology in Cyrenaica Libya. Cambridge University Press, London.

كانت الدراسة في مدرجات شمال برقة، وتوصل من خلال الدراسة أن نشأتها انكسارية وكلها أرصفة بحريــة النشأة، وفسر عــدم انتظام ارتفاع أكبر الأرصفة بعمليات تحطيم تكتونية

حدثت لها عقب التكوين، وحدد سبع درجات فوق مستوى سطح البحر الحالي .

- Bellini, E (1968) Biostratigraphy of the ALjaghbob formation in eastern Cyrenaica, Libya. Proceeding of the 3 rd. African micro pal. Colluq. Cairo, p. 165-183.

قام بدراسة الطبقات الحيوية في تكوين الجغبوب، وتوصل من التحليل البتروغرافي أن هذا التكوين ترسب في بيئة ضحلة بالقرب من الشاطئ خلال عصر الميوسين الأوسط، في حين الجزء السفلى من هذا التكوين يرجع عمره إلى الميوسين السفلي.

- Industrial Research Centre, (1974), Darnah sheet, Explanatory Booklet, Tripoli, Jamahiriya, Libya.

قامت بهذه الدراسة المؤسسة الوطنية التشيكوسلوفاكية – جيواند ستريا بإشراف مركز البحوث الصناعية طرابلس – ليبيا وملخصها دراسة المساحة الممتدة من طبرق إلى درنة شمال خط العرض 32 شمالاً، وخطي طول 22.30– 24 شرقًا، وشملت الدراسة التكوينات الجيولوجية التي تتكون منها المنطقة، وإعداد خريطة جيولوجية 1:250000 لها.

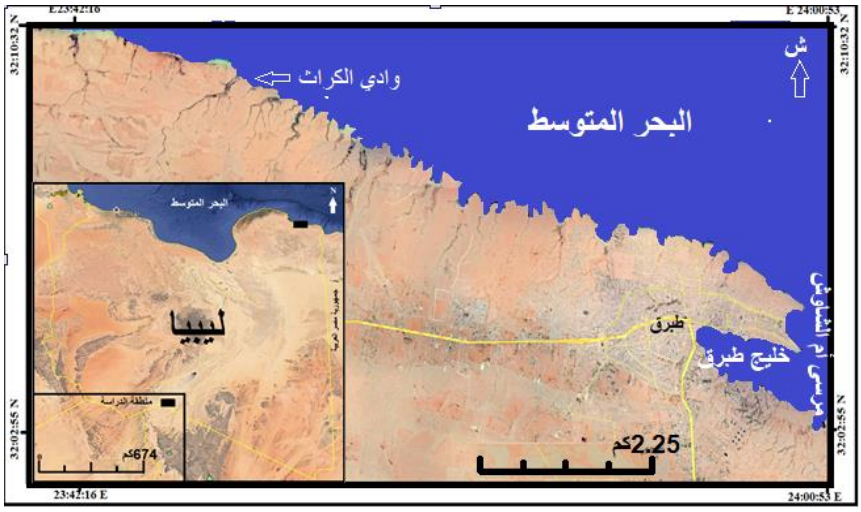
– دراسة الضراط، علاء جابر فتح الله، (2021)، العوامل الخارجية المشكلة لسطح هضبة البطنان– دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، بحث منشور، المجلة العلمية كلية التربية جامعة مصراتة ليبيا، المجلد السابع، العدد الثامن عشر، سبتمبر.

وخلصت نتائج الدراسة أن عمليات التعرية المائية والإرسابية لها الأثر الكبير على مورفولوجية شمال الهضبة، والتي أدت إلى تكوين أشكال أرضية متعددة ومتباينة والبعض منها كانت من موروثات العصر المطير. فقد بلغ حجم التعرية المائية في شمال شرق منطقة الدراسة 175م^3/كم^2/سنة، وفي شمالها الغربي بلغ 80 م^3/كم^2/سنة، وفي وسط الهضبة وجنوبها بلغت 376م^3/كم^2/سنة وفقاً لمستويات التعرية المائية التي حدد Zachar يعد حجم التعرية المائية ضمن فئة تعرية ضعيفة، وبلغت التعرية الأخدودية 8127م^3/كم^2 وفقاً لتصنيف Bergsma تعرية أخدودية شديدة جداً تسود على شمال الهضبة وهي ليست من نتاج المناخ الحالي بل من موروثات عصر البليستوسين خلال الفترات الممطرة. ومن نتائج دراسة التعرية الريحية على منطقة الدراسة فقد بلغت في شمال شرق الهضبة 1417°، وفي شمالها الغربي 438°، وفي وسط الهضبة وجنوبها 10455° وهي الأقوى والأشد تأثيراً، وفقاً لتصنيف Chepil تندرج تحت فئة عالية جداً، وهي مؤشرات تنذر بالخطر إذا لم تتخذ التدابير الوقائية المناسبة.

منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة في شمال شرق ليبيا، وتشمل الساحل المشرف على البحر المتوسط الممتد من وادي أم الشاوش شرقاً حتى مصب وادي الكراث غرباً، لمسافة 52.42 كم تقريباً لكثرة التعاريج به، وبلغت مساحة منطقة الدراسة 156كم2 وتمتد ما بين خطي عرض"55:02:^{0}32 إلى "32:10:$^{-}$32^{0} شمالاً، وخطي طول "16:42:$^{-}$23^{0} إلى "53:00:$^{-}$24^{0} شرقاً، ويوجد بها خليج طبرق والذي يعد من المرافئ الطبيعية الهامة في الساحل الليبي لعمق المياه به؛ خاصة على الساحل الجنوبي من الخليج والتي يتجاوز عمقها 20م، وتوضح الخريطة رقم (1) شكل الساحل بمنطقة الدراسة.

الخريطة (1) موقع منطقة الدراسة وشكل الساحل بها.



المصدر: من إعداد الباحث بناءً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) 2020م.

Tobruk, Libya, stock No.P761x, 4089II.1977

أولاً: نبذة عن الخصائص الجيولوجية لساحل منطقة الدراسة:

تُعَدُّ دراسة الخصائص الجيولوجية العامة لمنطقة الدراسة من الأمور المهمة لفهم العديد من الحقائق التي أدت إلى تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية وتطورها على الساحل الحالي، وتنعكس صورة الخصائص الجيولوجية البنيوية لصخور منطقة الدراسة على ملامح السطح والمنحدرات بها، حيث ظهرت الأشكال الجيومورفولوجية المختلفة على خط الساحل

كأشكال النحت (الجروف، أرصفة ساحلية، الكهوف البحرية، المسلات، الحفر الوعائية، الرؤوس والخلجان الساحلية) أشكال الإرساب (الكثبان الرملية الساحلية، السبخات).

لعبت الأحداث الجيولوجية التي مر بها شمال شرق ليبيا بوجه عام، ومنطقة الدراسة بشكل خاص، عبر الأزمنة الجيولوجية وتطورها دورًا مهماً في التفاعل بين العمليات الداخلية والخارجية والتي تحكمت في تشكيل الساحل الحالي، وأضفت عليه خصائصها المميزة. وترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلى عصر الإوليجوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث، وأحدث التكوينات ترجع إلى البلايستوسين بالزمن الرابع. وهي على النحو الآتي:

1- تكوينات الزمن الثالث وتشمل تكوين الفايدية: أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة، يتكون من حجر جيري مخلوط بالطين الأصفر إلى مارل طيني ذو لون كريمي، ويتغير لون الصخر في طبقاته العليا إلى اللون الأبيض، ويحتوي على حفريات متحجرة، ويرجع هذا التكوين إلى عصر الإوليجوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث (Pietersz,C.R.1968, P.125-130). وشكل حوالي 53% من سطح منطقة الدراسة.

2- تكوينات الزمن الرابع (البلايستوسين) وهي ترسبات نهرية وشاطئية ورواسب السبخة.

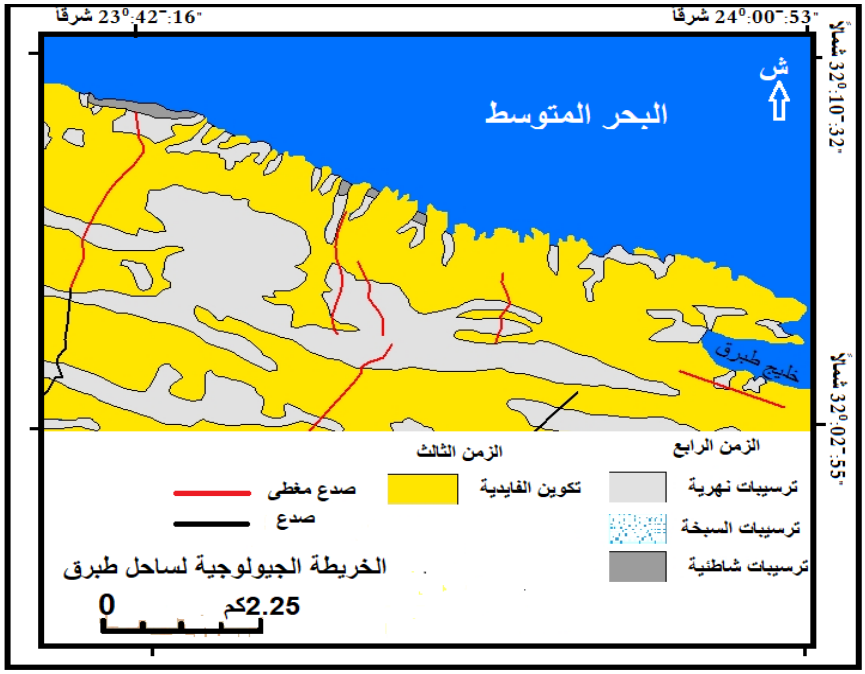
أ. **الرواسب النهرية:** ومعظم هذه الرواسب من الطباشيري ومتباينة الأعماق بين (2-5م) معظمها من الرواسب الرباعية، وهي رواسب غرينية ذات حبيبات دقيقة متماسكة نوعًا ما، وذات أسطح مشققة ومغطاة في بعض المواضع بأحجار جيرية وصوانية مختلفة الأحجام وشبه مستديرة (Industrial research Centre ,1977,p 46). وشكلت هذه الرواسب حوالي 43% من سطح منطقة الدراسة.

ب. **الرواسب الشاطئية:** تشمل هذه المجموعة الرواسب الساحلية من رمال الشاطئ، وفي بعض الأحيان تتماسك وتلتحم مشكلة صخور الكالكارينت الساحلية التي غالبًا هوائية النشأة، وكذلك الكثبان الرملية الساحلية، والحصى الساحلي، وتنتشر الرمال الشاطئية في مناطق متفرقة حول مصبات الأودية شمالاً، وتوجد غطاءات رملية لا تتجاوز (90سم) وامتدادها وفق اتجاه الرياح السائدة، وينتشر الحصى والحطام الصخري في معظم ساحل منطقة طبرق ومعظمه من الحجر الجيري (Industrial ResearchCentre,1974,p35-

36) وتغطي الغطاءات الرملية الساحلية بعض المناطق من السهل الساحل الضيق حول مصبات الأودية وخليج طبرق وهذه الغطاءات الرملية الساحلية تغطي حوالي 2.3% من منطقة الدراسة.

ج .**ترسيبات السبخة**: تنتشر البحيرات الملحية الضحلة حول الخليج طبرق، وعند مصبات الأودية عندما ترتفع أمواج البحر في أثناء عواصف الشتاء؛ تغطي هذه السبخات، وكذلك تصب بها بعض الأودية عند سقوط الأمطار مكونة بحيرات بالقرب من شاطئ البحر والمناطق المنخفضة، وتتكون في الغالب من الرمال الكلسية الدقيقة جدا، والجبس المجهري والملح القلوي والطين (Industrial Research Centre,1974,p36) وتغطي ترسيبات السبخة 0.7% من مساحة منطقة الدراسة. وتوضح الخريطة رقم (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة طبرق.

الخريطة (2) التكوينات الجيولوجية في منطقة طبرق.



المصدر: من إعداد الباحث بناءً على: نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) 2020م

Industrial research centre, (1974) Geological map of Libya, Darnah sheet.

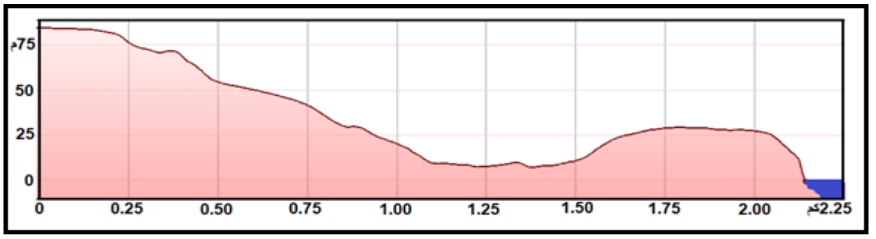
ثانياً: خصائص خط الساحل:

تتمثل خصائص خط الساحل في الاتجاه والاستقامة، والتعرج، والتقوس، بالإضافة إلى المكونات الليثولوجية والتركيبية، وتتكون هذه الخصائص نتيجة تفاعل العوامل الباطنية والخارجية خلال حقب زمنية متفاوتة كما ذكر سابقاً، ويمتد الساحل من وادي أم الشاوش شرقاً إلى مصب وادي الكراث غرباً لمسافة: 52.42 كم (قياس الباحث خلال الدراسة الميدانية 2022/9/9)، ويأخذ اتجاهات متعددة (راجع الخريطة رقم 1) وبصفة عامة يغلب الاتجاه شمال غرب – جنوب شرق على أغلب الساحل، وهو موازٍ لمجموعة الصدوع والحافات الصدعية الموجودة جنوب مدينة طبرق.

خليج طبرق:

يمثل الامتداد البحري لخليج طبرق أكبر تداخل ساحلي داخل اليابس باتجاه جنوب شرق إلى شمال غرب لمسافة: 4 كم، ومدخل الخليج يبلغ متوسط عرضه: 1.77 كم، وتبلغ مساحة الخليج: 6.47 كم^2، وتتراوح أعماق الخليج ما بين: 4- 22م . (أخذت هذه القياسات من الخريطة الطبوغرافية للميناء مقياس 1:100م)، ويبلغ طول ساحل الخليج 11.92كم (قياس الباحث خلال الدراسة الميدانية 2022/9/7) وينحدر الساحل على درجات من مستوى ارتفاع أكثر من: 90م، إلى مستوى: 18-20م، تحت مستوى سطح البحر في مسافة لا تتجاوز 2 كم، ويوضح الشكل رقم (3) انحدار السطح جنوب خليج طبرق، وتتوفر بخليج طبرق الأعماق الكبيرة على بعد: 250م، من الساحل إلى جانب قلة الرواسب المنحدرة إلى الخليج بسبب الجفاف السائد، وهذا الخليج محمي من الرياح الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية بواسطة الهضبة الجنوبية التي يزيد ارتفاعها عن: 100م، وكذلك محمي أيضًا من الرياح الشمالية الشرقية والشمالية الغربية بواسطة شبه جزيرة طبرق التي يزيد ارتفاعها عن: 30م، إلى الشمال من الخليج، فهو صالح للملاحة البحرية طوال السنة.

الشكل (3) قطاع الساحل جنوب خليج طبرق.



ويرجح أن نشأة خليج طبرق ذات أصول بنائية، إذ تكون وتشكل نتيجة لفوالق عرضية (جودة، 1998، ص ص145-146). ويرتبط الخليج بمصبات الأودية موسمية الجريان، ومن خلال صور المرئية الفضائية للخليج يتبين أن الروافد المنحدرة علي جوانبه معمقة على سطح الحافة الأولى الشمالية الواقعة جنوب المدينة، وتوحي حدة التغير في الانحدار بأن المنطقة تعرضت لحركة رفع، بالإضافة إلى الذبذبات الايوستاتية لمنسوب سطح البحر التي ترتبط بالتغيرات المناخية خلال العصر الجليدي وبعده. ويمكن أن يكون قد نشأ هذا الخليج البحري عقب ارتفاع منسوب سطح البحر بعد تحسن الأحوال المناخية خلال الفترات الدافئة التي تخللت عصر البليستوسين وبعده، ما أدى إلى طغيان البحر على القطاعات الدنيا من الأودية المنحدرة من جروف الهضبة وحافتها والتي تعد منطقة الدراسة جزءاً منها.

أمَّا من حيث الاستقامة والتعرج :

يتضح من خلال الدراسة الميدانية لخط الساحل التباين في الاتجاه والتعرج والاتساع، وتنوع مظاهره المورفولوجية، فقد لا يتجاوز اتساع الشاطئ بضعة أمتار في مواضع كثيرة. وتعد الفتحات البحرية من الظاهرات المميزة لخط الساحل، وهي عبارة عن خلجان متباينة من حيث خصائصها المورفومترية تحتل مصبات الأودية الساحلية بمنطقة الدراسة تكونت خلال عصر البلايستوسين حيث كان الجريان المائي أكثر حجماً من الجريان الموسمي الحالي، مسجلة هذه الفتحات نحت تراجعي بفعل التغير السلبي لمستوى سطح البحر، وتوغل مياه البحر نحو اليابس عقب ارتفاع منسوبه إلى مستواه الحالي، ويعد ذلك دليل على أن نشأتها بحرية، وقد استمدت معظم الفتحات الساحلية أسماءها من أسماء الأودية موسمية الجريان الحالية، والتي بلغ عددها 21 بالإضافة إلى خليج طبرق. ويوضح الجدول رقم (1) خصائص خط الساحل.

الجدول (1) خصائص خط الساحل في مدينة طبرق.

القطاع	الطول كخط مستقيم كم	الطول الفعلي كم	نسبة الطول الفعلي من طول الساحل%	نسبة التعرج /كم(*)	وصف الساحل
خليج طبرق (من رأس أم الشاوش حتى رأس المنارة)	2.12	11.92	22.7	5.6	شاطئ صخري تكثر به الشروم
خليج الليدو	1.50	2.12	4.1	1.4	شاطئ رملي
من رأس الزقم حتى مصب وادي العودة	7.47	9.34	17.8	1.3	شاطئ صخري ماعدا مصبات الأودية ذات شواطئ رملية
من مصب وادي العودة حتى مصب وادي الكراث	15.57	29.04	55.4	1.9	شاطئ صخري تكثر به الجروف الساحلية، ومصبات الأودية التي تشكل خلجان صغيرة ذات شواطئ رملية
المجموع	26.66	52.42	% 100	المتوسط 1.97	

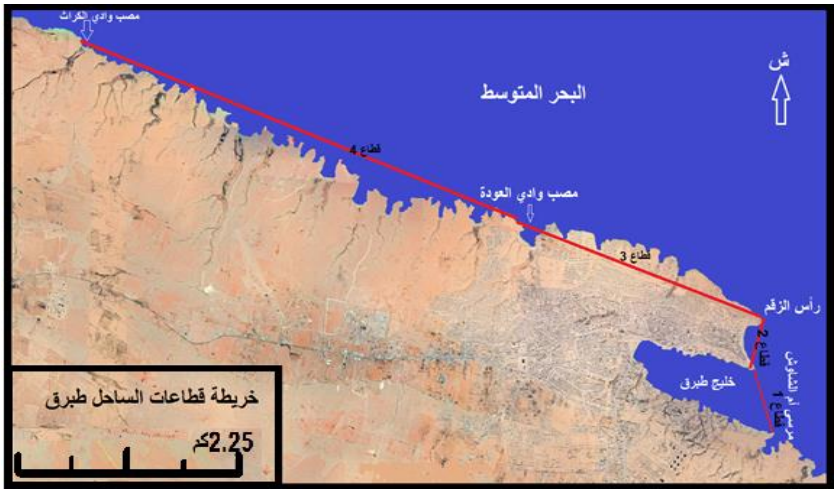
المصدر: من إعداد الباحث بناءً على الدراسة الميدانية خلال شهر سبتمبر 2022.

(*) نسبة التعرج هي: العلاقة بين الطول الفعلي والمسافة كخط مستقيم. (أبورية، 2007م، ص176).

ويتبيَّن من خلال الجدول أن القطاع رقم (3) الأقل تعرجاً، والقطاع رقم (1) الأعلى تعرجاً لوجود خليج طبرق، وكثرة التعرج في خط الساحل ترجع إلى أن ساحل منطقة الدراسة تعرض لحركة رفع، بالإضافة إلى الذبذبات الايوستاتية لمنسوب سطح البحر التي ترتبط بالتغيرات المناخية خلال عصر البلايستوسين وبعده. وتوضح الخريطة رقم (4) قطاعات الساحل بمنطقة الدراسة.

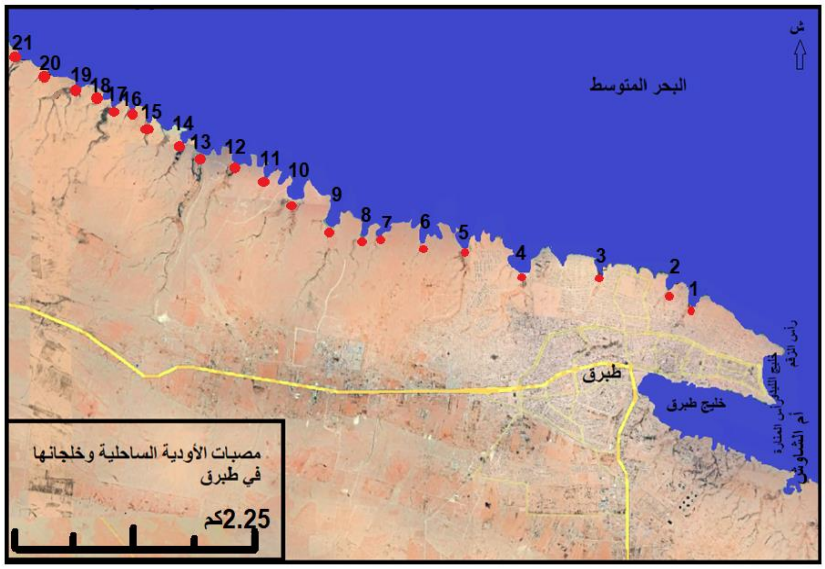
أما عن تقوس الساحل فيمكن استخدام مؤشر التقوس:C/P لتحديد معدل التقوس في خط الساحل، ويعد هذا المؤشر من المقاييس المهمة المستخدمة لهذا الغرض، وتبنى فكرة هذا المقياس على أن تقوس الساحل أشبه بنصف دائرة، ويرمز لقطرها بالرمز:C، وهي المسافة المستقيمة للقطاع الساحلي بين نقطتين، أما مقدار تعمق البحر في اليابسة، فيعبر عنه بخط رأسي يمتد من القطر السابق حتى أعمق نقطة يصلها البحر في اليابسة، ويرمز لهذا الخط الرأسي بالرمز: P، والشكل النموذجي لامتداد البحر في اليابسة، هو الذي يتساوى فيه نصف قطر القطاع :C، مع خط التعمق الرأسي للبحر في اليابسة :P، ويساوي الناتج : (1) صحيح، وكلما زاد الرقم عن الواحد الصحيح، يكون دلالة على قلة تعمق البحر في اليابسة والعكس. (عبدالحميد، 1996م، ص39) وعند تطبيق هذا المؤشر على خط الساحل لمدينة طبرق، يتبين أن القطاعات الساحلية تختلف من موضع لآخر، وتوضح الخريطة رقم (5) أسماء مصبات الأودية شمال مدينة طبرق.

الخريطة (4) قطاعات ساحل منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث.

الخريطة (5) أسماء مصبات الأودية الساحلية وخلجانها شمال مدينة طبرق.



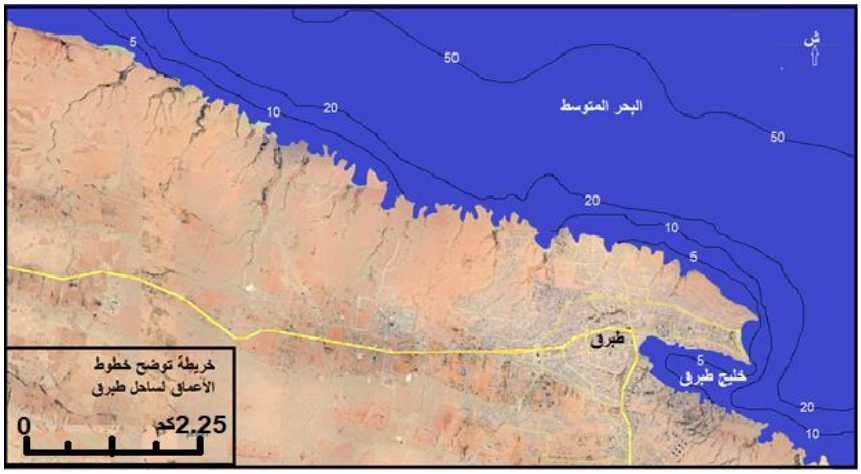
1. وادي أمريرة	7. وادي بوحجر	13. السهل الغربي	19.المعقب
2. وادي عبدالرسول	8.بوكريميسة	14.بودويسة	20.أمريرة الغربي
3. وادي هاشم	9. وادي بوالقمل	15.المعطينات	21. الكراث
4.وادي العودة	10. وادي بوالمقارين	16. الشريرمية	
5. وادي طبيرق	11.الوعير	17. بوقشيطة	
6. وادي حسوها	12. أم كحيل	18. أمرايف	

المصدر: من إعداد الباحث بناءً على: Tobruk, Libya, stock No.P761x, 4089II.1977
نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) 2020م

ومن خلال قياسات معدلات تقوس الساحل كما بالجدول رقم: (2) الذي يوضح متوسط معدلات التقوس في القطاع الساحلي لمنطقة الدراسة، يتضح أن الساحل يتباين من حيث معدلات التقوس، فنجد في شمال شرق المدينة من مصب أم الشاوش وحتى رأس المنارة بلغت معدلات التقوس 0.48، عند خليج طبرق، ومن رأس المنارة حتى رأس الزقم بلغت: 2.6 عند شاطئ الليدو، ويقل تقوس الساحل شمال مدينة طبرق الممتد من رأس الزقم وحتى مصب وادي الكراث غرباً عدا مناطق مصبات الأودية التي تشكل خلجاناً صغيرة أمام المصبات وتكثر الرواسب الرملية الشاطئية، ومتوسط التقوس العام لساحل طبرق بلغ 2.06، وهنا تكون القيمة مرتفعة نسبيًا؛ لاستقامة الساحل، وعدم امتداد البحر في اليابسة، ومن الملاحظ أن ساحل مدينة طبرق تنخفض به قيم مؤشرات التقوس إذ يتكون غالب الساحل من الجروف الصخرية والرؤوس والشروم والخلجان البحرية، وتسود به عمليات النحت البحري بفعل الأمواج وما يرتبط بها من ظاهرات مختلفة.

وتوضح الخريطة رقم (6) الساحل وخطوط الأعماق أمام مدينة طبرق.

الخريطة (6) الساحل وخطوط الأعماق في شمال مدينة طبرق.



المصدر: تم الإعداد بناءً على : (British Admiralty chart, 3401, 1:15000 ,Jan , 2003)

الجدول (2) متوسط معدلات التقوس في ساحل مدينة طبرق

ساحل مدينة طبرق	مؤشر التقوس	المتوسط العام
من مرسى أم الشاوش حتى رأس المنارة	0.48	2.06
من رأس المنارة حتى رأس الزقم	2.6	
من رأس الزقم حتى مصب وادي أمريرة	16.4	
مصب وادي أمريرة	2.66	
مصب وادي عبدالرسول	1.07	
مصب وادي هاشم	1.0	
مصب وادي العودة	1.7	
مصب وادي طبيرق	1.06	
مصب وادي حسوها	1.11	
مصب وادي بوحجر	1.36	
مصب وادي بوكريميسة	0.77	
مصب وادي بوالقمل	0.78	
مصب وادي بوالمقارين	0.87	
مصب وادي الوعير	0.75	
مصب وادي أم كحيل	1.41	
مصب وادي السهل الغربي	2.5	
مصب وادي بودويسة	1.14	
مصب وادي المعطنات	2.0	
مصب وادي بوقطيفة الشرقي	0.96	
مصب وادي الشريرمية	1.25	
مصب وادي بوقشاطة	1.47	
مصب وادي أمرايف	1.46	
مصب وادي المعقب	2.0	
مصب وادي أمريرة الغربي	2.2	
مصب وادي الكراث	2.57	

المصدر: من إعداد الباحث بناءً على القياسات من لوحة طبرق الطبوغرافية مقياس: 1:50000.

ثالثاً: تأثير حركة المياه البحرية في تشكيل الساحل: (الأمواج – التيارات البحرية – المد والجزر).

ارتفع مستوى سطح البحر حوالي 18.3 سم في القرن الماضي، ومن المتوقع أن يرتفع مستوى سطح البحر العالمي بحوالي 61سم خلال ال 100 سنة القادمة، والشواطئ تتراجع إلى اليابسة بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر. وإذا كان ارتفاع مستوى سطح البحر أسرع من إمدادات الرواسب يمكن أن تختفي الشواطئ، ويمكن أن تؤثر الجيولوجيا الكامنة على إمدادات الرواسب، والمسارات التي يمكن أن تتحرك على أساسها حيثما يحدث تراكم أو تآكل. وتعد كميات الرواسب أمرًا بالغ الأهمية في تحديد ما إذا كان الشاطئ سوف يتآكل أو يتراكم عليه. وامتداد الشواطئ على طول الساحل وتآكل المواد الموجودة في الشاطئ القريب؛ يؤثر على استقرار الشاطئ وعلى كيفية استجابة الشاطئ للقوى الهيدروديناميكية (Slovinsky,2005,p.3). إن عمليات التعرية أو التآكل الذي تتعرض له الصخور على طول خط الساحل هو نتيجة لعدة تأثيرات ميكانيكيةٍ وكيميائية التي اعتمدت على جيولوجية الشريط الساحلي، بحسب طبيعة فعل الموجةِ، وتغيرات طويلة الأجل في مستوى البحرِ، ولهذا تتكون العديد من الأشكال الأرضية الحتية المتمثلة بالجروف البحرية (Cliffs)، والكهوفِ (Caves) والأقواس البحرية(Sea Arches)، والمسلات البحرية (Sea Stacks). ولا يسع المجال في هذه الدراسة الحديث عن مظاهر التعرية البحرية وآثارها في الساحل.

الأمواج : (Waves)

تختلف الأمواج باختلاف العوامل المنشأة لها، وكذلك خصائصها وفق خصائص مياه البحر وقاعه بالقرب من منطقة تكسر الأمواج على الشاطئ، وتنشأ عن احتكاك الرياح بسطح مياه البحر، وتبدأ تموجات الماء، ومع استمرار هبوب الرياح يؤدي إلى تحرك الموجة إلى الأمام، وتدور جزيئات الماء في مدار دائري في اتجاه أمامي عند قمة الموجة، وفي اتجاه خلفي عند القاع، وعندما يشتد هبوب الرياح يحدث تحرك أمامي لذرات الماء عند قمة كل موجة على حدة، وتحركها عند القمة يكون أسرع قليلا من تحركها الخلفي عند قاع الموجة. (محسوب وآخر، 1989م، ص204). إنّ مصدرَ الطاقة للتآكلِ الساحليِ ونقلِ الرواسبِ هو عملُ الموجةِ. وأي موجة تَمتلكُ طاقةً كامنة وحركيّة سببها حركةِ الماءِ ضمن الموجةِ. وتتولد طاقةِ

الموجةِ بالتأثيرِ الإحتكاكيِ لحركة الرياح فوق المياه. إن سرعة الرياح العالية، والمسافة عبر المياه المفتوحة هي التي تساعد على تكون الأمواج ووصولها إلى السواحل، والموجات الأكبر تمتلك معظم الطاقة. ومن المهمِ إدْراكه أن تلك الموجاتِ المتحركة لا تَدْفعُ الماء بنفسه إلى الأمام، لكن بالأحرى الموجاتَ تَمْنحُ حركة دائرية إلى الجزيئاتِ الفرديةِ للماءِ. وتتكون الأمواج بسبب الرياح عن طريق تحويل أو نقل الطاقة من الهواء إلى الماء، ومع زيادة قوة هبوب الرياح واستمرارها تنمو الأمواج في الحجم، ويعتمد ذلك على مساحة المسطح المائي وعمق المياه.

ومن خلال معرفة اتجاهات الرياح السائدة خلال فصول السنة على سواحل مدينة طبرق يمكن تحديد اتجاهات الأمواج على خط الساحل والتي بدورها تؤثر على اتجاهات الأمواج التي ترتطم بساحل منطقة الدراسة على مدار السنة، وتتوقف سرعة الأمواج وأحجامها على عدة عوامل أهمها: سرعة الرياح واتجاهاتها، وطول فترة هبوبها، واتساع المسطح المائي، والعمق، ودرجة حرارة المياه، ومعدل الملوحة المائية. ومن خلال اتجاهات الرياح الواردة لاحقة بالجدول رقم (3) يمكن تحديد اتجاهات الأمواج السائدة خلال فصول السنة المختلفة، وهي على النحو الآتي :

في فصل الشتاء: تسود اتجاهات الرياح الجنوبية الغربية وبلغت نسبة تكرارها 35.8% وبذلك تكون من اليابس إلى البحر، فهي تساعد على تخفيف تأثير الأمواج على الساحل، وارتفاعها قرب الشاطئ، كما تأتي الرياح الشمالية الغربية في المرتبة الثانية من حيث نسبة تكرارها البالغة: 23.46% خلال فصل الشتاء، وهي تساعد على نشاط فعل الأمواج على الساحل خاصة الرؤوس الصخرية والخلجان التي في مهب تلك الأمواج والمنتشرة في ساحل طبرق، متمثلة في عمليات التقويض السفلي المنتشرة في مواضع كثيرة، وترتبط أساساً بالضغط الشديد الهيدروليكي للمياه على قواعد الجروف الساحلية إلى جانب عملية النحت المائي الذي تقوم به الأمواج مع ما تحمله من مفتتات صخرية تكون أدوات للنحت في صخور الشاطئ، ويتراوح ارتفاع الأمواج خلال هذا الفصل ما بين: 2-4م، (الدراسة الميدانية 2022م) وتكون شبه عمودية على الساحل المطل على البحر مباشرة، أما خليج طبرق بحكم الموقع يكون محمياً من هذه الأمواج، وبصفة عامة يُعدُّ فصل الشتاء فصل الأعاصير والنوات، واتجاهات الرياح السائدة تؤثر على سرعة الأمواج.

في فصل الربيع: تأتي الاتجاهات الشمالية الغربية في المقدمة والتي تشكل نسبة تكرارها: 41.56%، ثم الاتجاهات الشمالية الشرقية، والتي تشكل 15.58%، والأمواج الشمالية بنوعيها تكون أكثر تأثيرًا على الساحل خلال فترة هبوبها، ويتراوح ارتفاع الأمواج خلال فصل الربيع ما بين: 0.5-2.0م، بينما أثناء هبوب الاتجاهات الجنوبية بنوعيها الجنوبية الشرقية والغربية، فهي تساعد على تكسر الأمواج بعيدًا عن الساحل، وبالتالي يقل تأثيرها.

الجدول (3) خصائص الرياح وتأثيرها على حركة الأمواج بساحل طبرق

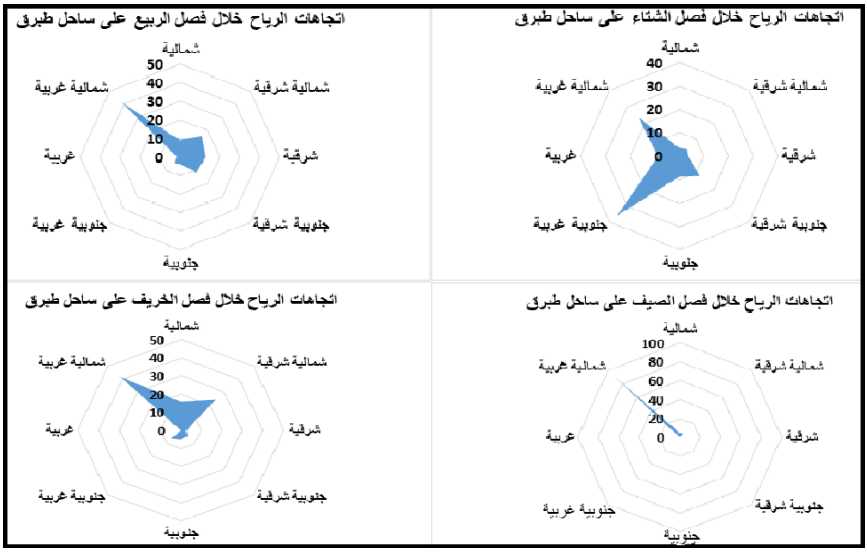
الفصل	اتجاه الرياح	نسبة تكرار في الفصل %	متوسط السرعة كم/ساعة
الشتاء	شمالية	3.70	17.83
	شمالية غربية	23.46	
	غربية	8.64	
	جنوبية غربية	35.80	
	جنوبية	8.64	
	جنوبية شرقية	11.73	
	شرقية	3.70	
	شمالية شرقية	4.33	
الربيع	شمالية	9.09	17.27
	شمالية غربية	41.56	
	غربية	1.3	
	جنوبية غربية	3.9	
	جنوبية	3.9	
	جنوبية شرقية	11.68	
	شرقية	12.99	
	شمالية شرقية	15.58	
الصيف	شمالية	4.8	18.32
	شمالية غربية	90.4	
	شمالية شرقية	4.8	
الخريف	شمالية	15.82	14.93
	شمالية غربية	41.77	
	غربية	0.01	
	جنوبية غربية	6.33	
	جنوبية	5.06	
	جنوبية شرقية	4.43	
	شرقية	2.53	
	شمالية شرقية	24.05	

المصدر: من إعداد الباحث بناءً على بيانات المركز الوطني للأرصاد الجوية، طرابلس، ليبيا .

في فصل الصيف: تسود على الساحل الأمواج الشمالية الغربية وفق اتجاهات الرياح وبلغت نسبة تكرارها 90.4%، وتأتي الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والتي بلغت نسبة تكرارها 4.8% لكليهما، وفي فترة هبوب الرياح الشمالية الشرقية تكون الأمواج أكثر ارتفاعًا وتأثيرًا على الساحل حيث تكون الأمواج شبه عمودية عليه، ويتراوح ارتفاع الأمواج خلال فصل الصيف ما بين: 0.25-1.50م في الغالب.

في فصل الخريف: تسود الاتجاهات الشمالية الغربية والشمالية الشرقية والشمالية، وتقل سرعة الرياح ما يؤدي إلى قلة ارتفاع الأمواج وسرعتها وأطوالها، ويتراوح ارتفاع الأمواج ما بين: 0.50-2.0 م خلال هذا الفصل. مع ملاحظة أن الأمواج قد تنحرف عن اتجاهها الأصلي عند اقترابها من الساحل. ويوضح الشكل رقم (7) وردة الرياح على منطقة الدراسة.

الشكل (7) اتجاهات الرياح السائدة على منطقة الدراسة خلال فصول السنة



المصدر: من إعداد الباحث بناءً على الجدول رقم (3).

وتبيَّن من خلال الملاحظات الميدانية أن الساحل الممتد من شمال خليج طبرق وحتى مصب وادي الكراث غرباً، يكون أكثر تأثراً بالرياح الشمالية الشرقية والشمالية الغربية والتي تكون شبه عمودية على خط الساحل في أغلب فصول السنة، وكذلك أغلب العواصف البحرية والتي بدورها تساعد على ارتفاع الأمواج بالقرب من الساحل أثناء هبوبها. أما ساحل خليج طبرق فيكون شبه محمي بحكم الموقع.

وبصفة عامة تسود الاتجاهات الشمالية الغربية والشمالية الشرقية على الساحل في أغلب فصول السنة، وهي أكثر تأثيراً على الساحل، ومع الاقتراب من الشاطئ، ونقص عمق المياه، تقل سرعة الأمواج وتتكسر بسبب احتكاك جزئيات مياهها بقاع الشاطئ، وهنا يتضح دور رياح العواصف في زيادة سرعة الأمواج بالقرب من الشاطئ، ويتعرض ساحل طبرق للعديد من العواصف البحرية على مدار السنة، وتتراوح سرعة العواصف التي يتعرض لها الساحل ما بين: 25-46 ميلاً/ساعة وهي في معظمها ذات اتجاه شمالي غربي خلال فصل الشتاء والربيع، وشمالي شرقي في فصل الصيف، وتعمل هذه العواصف على زيادة سرعة الأمواج وطاقتها على خط الساحل في أثناء فترات هبوبها، خاصة المنطقة الممتدة من رأس الزقم وحتى مصب وادي الكراث غرباً. ويوضح الجدول رقم: (4) العواصف البحرية التي يتعرض لها الساحل الليبي على مدار السنة بما يشمل ساحل مدينة طبرق.

الجدول (4) العواصف البحرية التي يتعرض لها الساحل الليبي على مدار السنة.

التاريخ	الاسم المحلي للعاصفة	المدة/يوم	اتجاهها	قوتها بمقياس بيفورت	نوعها
1/5	رأس السنة	2	غربية إلى شمالية غربية	6-8	ممطرة
1/8	الغيضة الكبيرة	5	جنوبية غربية إلى غربية	6-8	ممطرة
1/17	الغطاس	5	جنوبية غربية إلى شمالية غربية	6-8	ممطرة
1/26	الكروم	6	شمالية غربية	6-7	ممطرة
2/2	باقي الكروم	7	شمالية غربية	6-8	ممطرة
2/13	الشمس الصغيرة	2	شمالية غربية	6-8	ممطرة
3/3	السلوم	3	شمالية غربية	6-8	ممطرة أحيانا
3/7	الحسوم	2	شمالية غربية إلى شمالية شرقية	6-8	ممطرة أحيانا
3/13	باقي الحسوم	2	شمالية غربية	6-8	ممطرة أحيانا
3/21	الشمس الكبيرة	3	غربية إلى شماليةغربية	6-8	ممطرة أحيانا
3/28	العوة	2	شمالية غربية	6-8	ممطرة أحيانا
4/1	باقي العوة	2	شمالية غربية	6-8	ممطرة أحيانا
11/21	المكنسة	4	شمالية شرقية إلى شمالية غربية	6-8	ممطرة
11/27	باقي المكنسة	2	شمالية شرقية إلى شمالية غربية	6-8	ممطرة
12/5	قاسم	4	جنوبية غربية إلى شمالية غربية	6-8	ممطرة
12/11	باقي قاسم	2	شمالية شرقية إلى شمالية غربية	6-7	ممطرة
12/14	الغيضة الصغيرة	2	شمالية غربية	6-7	ممطرة
12/22	باقي الغيضة	2	جنوبية غربية	6-7	ممطرة
12/30	عيد الميلاد	2	شمالية غربية	6-7	ممطرة

المصدر: أبومدينة، 2005م، ص 318. مقياس بيفورت كما يأتي: 6 بيفورت تعادل سرعة الرياح من: 25 -31 ميل /ساعة
7 بيفورت تعادل سرعة الرياح من: 32 -38 ميل /ساعة
8 بيفورت تعادل سرعة الرياح من: 39 -46 ميل /ساعة

أبعاد الموجة بالمياه الشاطئية على ساحل طبرق:

يقصد بأبعاد الموجة ما يأتي :

- ارتفاع الموجة: (Wave Hight) وهي المسافة الرأسية بين قمة الموجة وقاعها .
- فترة الموجة: (Wave period) هي المدة الزمنية التي تستغرقها مرور الموجة من قمه إلى أخرى .
- طول الموجة: (Wave length) هي المسافة الأفقية بين قمتين متتاليتين أو منخفض الموجة والمنخفض الذي يليه . (أبولقمة وآخر، 1999م، ص98) . ويتم قياس أبعاد الموجة قرب الشاطئ بوسطة أجهزة مثبتة على الشاطئ، أو الرادار، وأفضل الوسائل لتحليل الأمواج ووصفها هي الطرق الإحصائية والبرمجة الآلية. وفيما يلي طرق قياس أبعاد الموجة وهي:

ارتفاع الموجة: ويتم القياس بواسطة عمود مدرج ومرتفع نسبيا، أو بواسطة التيودوليت المثبت فوق جسم يطفو فوق الماء: (buoy)، وتقاس الزوايا الرأسية مع تتابع قمم الأمواج وأحواضها باستخدام عمود مدرج على مسافة من التيودوليت، ويجب قياس سلسلة من ارتفاع الموجة مع تحركها من مياه عميقة إلى مياه ضحلة شاطئية لاستنتاج بيانات أدق .

فترة الموجة: وتقاس الفترة الزمنية بين قمتي الموجة بواسطة ساعة سباق: (STOP WATCH)، وتحسب بالثانية .

طول الموجة: وتقاس إحصائيًا وهي مربع فترة الموجة في الثابت، وعندما يكون طول الموجة بالمتر: (ل = 1.56)، وعندما يكون طول الموجة بالقدم: (ل=5.12)، مربع الفترة .

سرعة الموجة: وهي تساوي طول الموجة مقسوم على فترة الموجة، والناتج يحول من ثانية إلى ساعة (محسوب وآخر، 1989م، ص 210).

وتظهر أهمية دراسة أبعاد الموجة على خط الساحل؛ للتعرف على الخصائص التي تطرأ عليها، ودورها في تشكيل الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية وتطورها بمنطقة الدراسة؛ ولأهمية دراسة أبعاد الموجة وتأثيرها على العمليات الجيومورفولوجية على خط الساحل قام الباحث بقياسها في القطاعات الساحلية بواقع قياس نقطتين في كل قطاع، وذلك خلال شهر: يناير 2022م، وشهر: أغسطس 2022م، بواقع قراءتين الأولى: عند الساعة التاسعة صباحاً، والثانية: عند الساعة الخامسة مساءً، ويوضح الجدول رقم: (5) فترة الموجة بالثانية.

الجدول (5) فترة الموجة بالثانية على ساحل مدينة طبرق خلال يناير 2022 أغسطس 2022م

القطاع	موقع القياس	فترة القياس	يناير	أغسطس	متوسط يناير	متوسط أغسطس
من خليج طبرق حتى مصب وادي الكراث	32.05.59.09 N 23.58.52.67E	صباحا	10.00	8.10	8.50	7.30
		مساءً	7.00	6.50		
	32.08.15.66N 23.50.08.89E	صباحاً	9.00	8.00	7.50	7.00
		مساءً	6.00	6.00		
المتوسط					8.0	7.15

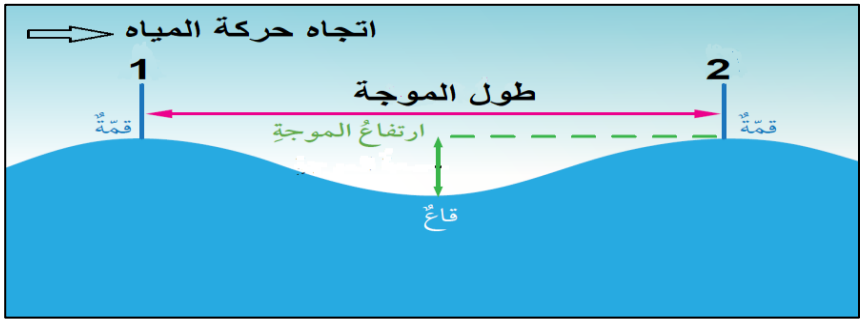
المصدر: الدراسة الميدانية يناير، أغسطس 2022 وتم القياس بواسطة ساعة سباق تحسب بالثانية.

ومن خلال الجدول رقم: (5) نلاحظ زيادة فترة الموجة في معظم القطاعات الساحلية خلال شهر يناير عنها في شهر أغسطس، وتتراوح فترة الموجة في شهر يناير ما بين: (7.5 – 8.5 ثانية)، بينما خلال شهر أغسطس تتراوح ما بين: (7.0 – 7.3 ثانية)، ويزداد طول فترة الموجة أمام الساحل الممتد من خليج طبرق شرقا وحتى مصب وادي الكراث غربا عن سواحل خليج طبرق وساحل شاطئ الليدو؛ بسبب اختلاف عمق المياه أمام الشاطئ، فكلما زاد عمق المياه زادت فترة الموجة .

أما عن ارتفاع الأمواج فتم أيضا قياسه بالمواقع نفسها خلال شهر يناير 2022م، وشهر أغسطس2022م، بواسطة عمود

مدرج (قامة بحرية بطول 5م) على مسافات مختلفة من الشاطئ صباحًا ومساءً، لمتوسط: 10 قمم في كل فترة صباحية أو مسائية ويوضح الشكل رقم (8) ألية القياس، ويوضح الجدول رقم: (6) ارتفاعات الأمواج على ساحل مدينة طبرق .

الشكل (8) آلية قياس ارتفاع الموجة وطولها.



المصدر: من إعداد الباحث.

الجدول (6) ارتفاع الأمواج على ساحل مدينة طبرق خلال يناير 2022– أغسطس 2022م بالمتر

القطاع	موقع القياس	فترة القياس	ارتفاع الموجة يناير	ارتفاع الموجة أغسطس	متوسط ارتفاع الموجة يناير	متوسط ارتفاع الموجة أغسطس	متوسط ارتفاع الموجة يناير	متوسط ارتفاع الموجة أغسطس
من خليج طبرق حتى مصب وادي الكراث	32.05.59.09N 23.58.52.67E	صباحا	1.25	0.47	1.50	0.52	1.75	0.41
		مساء	1.75	0.56				
	32.08.15.66N 23.50.08.89E	صباحا	1.80	0.26	2.00	0.30		
		مساء	2.20	0.34				

تم الإعداد: بناء على قياسات الباحث بالدراسة الميدانية 2022م.

ويتضح من خلال الجدول أعلاه ارتفاع الأمواج نسبيا في شهر يناير عن شهر أغسطس، حيث يتراوح ارتفاع الأمواج خلال شهر يناير ما بين: (1.50 2.00م)، ويرجع ذلك لارتفاع سرعة الرياح في شهر يناير، كما أن الأمواج ترتفع في أثناء هبوب العواصف البحرية وتتجاوز: أربعة أمتار في أغلب الأحيان؛ ما يؤدي إلى زيادة قدرة الأمواج وارتفاع معدلات النحت البحري خاصة في مناطق الجروف الساحلية المنتشرة شمال غرب طبرق.

طاقة الأمواج وسرعتها على ساحل مدينة طبرق :

ترتبط سرعة الأمواج بالرياح فهناك علاقة طردية، وسرعة الرياح ليست ثابتة، بل متغيرة من ساعة إلى أخرى خلال اليوم الواحد، ما يؤثر على سرعة الأمواج، وتكون الرياح عادة هادئة في أثناء الليل، وتزداد سرعتها بعد شروق الشمس إلى أن تصل ذروتها بعد الظهر، ثم تبدأ سرعتها تقل حتى تصل إلى أدنى حد لها قبيل شروق شمس اليوم التالي. (شحادة، 1992م، ص148)، ومن خلال الجدولين رقمي: (5)، (6)، يمكن حساب متوسط طول الموجة وسرعتها على ساحل طبرق. والجدول رقم: (7)، يوضح قياسات أبعاد الأمواج على ساحل منطقة الدراسة .

الجدول (7) أبعاد الموجة على ساحل طبرق.

القطاع	فترة القياس	ارتفاع الموجة م	فترة الموجة ث	طول الموجة م	سرعة الموجة م/ ثانية
من خليج طبرق حتى مصب وادي الكراث	أغسطس	o.41	7.15	79.75	**11.15**
	يناير	1.75	8.00	99.84	**12.48**

المصدر: من قياسات الباحث بناء على الجدولين: 5،6.

ونلاحظ من خلال الجدول أعلاه متوسط سرعة الأمواج خلال شهر أغسطس (الصيف) على الساحل تصل إلى (11.15م/ثانية) بينما في شهر يناير (الشتاء) تصل سرعتها إلى (12.48م/ثانية) وعند تقدير سرعة الرياح يجب أن نأخذ في الحسبان ديمومة هبوبها الذي يجعل جانب الموجة المواجهة للرياح يشكل سطحاً لقوة دفع الرياح، ما يؤدي إلى تحرك الموجة ودفعها إلى الأمام، ونتيجة تزامن عملية الجذب الاحتكاكي مع دفع الرياح لسطح الموجة، فإن سرعة الموجة عادة ما تكون أكبر من سرعة الرياح المنشئة لها. (عنيبة،2007م، ص106). لذلك نجد سرعة الأمواج على ساحل مدينة طبرق تفوق سرعة الرياح المسببة لها والتي تتراوح ما بين: (11.15 – 12.48 م/ثانية تقريباً)، كمتوسط طوال العام. أما عن أطوال الأمواج فهي متباينة من منطقة إلى أخرى على خط الساحل، وبلغ متوسط أطوالها في فصل الصيف ما بين: (79.75م)، بينما في فصل الشتاء وخلال شهر يناير (99.84م)، وتزداد أطوال الأمواج خاصة أمام الساحل الممتد من خليج طبرق وحتى مصب وادي الكراث، وذلك لطبيعة الشاطئ، وعمق المياه أمامه، وسرعة الرياح وغيرها، وكلها عوامل تؤثر على أطوال الأمواج على خط الساحل.

أنواع الأمواج على ساحل مدينة طبرق :

يقل طول الأمواج بالقرب من الشاطئ بفعل نقص عمق المياه، وتتوقف الحركة المدارية عند عمق أقل من نصف طول الموجة، ونتيجة احتكاك جزيئات الماء بالقاع تتحول حركة المياه من المدار الدائري إلى المدار البيضاوي، ويؤدي ذلك إلى زيادة سرعة جزيئات الماء في القمة وارتفاعها نحو الشاطئ فتنهار مقدمة الموجة عند منطقة تكسر الأمواج على الشاطئ، ويعد ذلك ذا أهمية كبيرة في العمليات الجيومورفولوجية الساحلية، وتتوقف فاعلية هذه العمليات على درجة انحدار القاع قرب الشاطئ، وعمق المياه الشاطئية، وسرعة الرياح، وطبيعة تركيب الساحل، وبناء على سرعة الأمواج على ساحل طبرق يمكن تصنيفها وفق مقياس بيفورت العالمي كما بالجدول رقم (8)

الجدول (8) تصنيف أمواج ساحل مدينة طبرق وفق تصنيف بيفورت العالمي

القطاع	فترة القياس	سرعة الموجة م/ ثانية	نوع الموجة
من خليج طبرق – مصب وادي الكراث غرباً	أغسطس	11.15	متوسطة
	يناير	12.48	مضطربة

المصدر: من إعداد الباحث بناء على الجدول رقم (7) .

ونلاحظ من خلال الجدول أعلاه أن متوسط سرعة الأمواج متباين على طول الساحل، ويرجع ذلك إلى اختلاف عمق المياه أمام الشاطئ الناتج عن انحدار قاع البحر، وسرعة الرياح، و العواصف البحرية التي يتعرض لها الساحل خلال أشهر ديسمبر ويناير وفبراير وحتى شهر مارس حيث تصل إلى مضطربة جداً، وبلغ متوسط سرعة الأمواج أمام ساحل طبرق (12 م/ثانية)، وكانت أعلى سرعة للأمواج أمام ساحل منطقة الدراسة خلال شهر يناير بالمقارنة بالمناطق الساحلية المجاورة، ومن خلال المشاهدات الميدانية لخط الساحل، يمكن تصنيف نوعين من الأمواج المتكسرة على الشاطئ وهي كما يلي:

1- الأمواج المنحدرة Plunging breaker :

تتكون هذه الأمواج على الساحل الشمالي الشرقي المطل على البحر المتوسط والذي تعد منطقة الدراسة جزءاً منه خلال فصل الشتاء مع هبوب العواصف البحرية والرياح شديدة السرعة، وتعرف أحيانا بالأمواج الغاطسة لأن قمة الموجة تنحدر بسرعة قبل جسم الموجة، أي تصب مياهها بشكل غاطس، تؤدي هذه الأمواج عندما تتكون إلى تدمير الساحل، حيث تجرف الرواسب الشاطئية إلى قاع البحر، وتعمل على نحت وتآكل الجروف والنتوءات الصخرية على الساحل في فترات تلاطمها بالشاطئ، ويرجع ذلك إلى طبيعة تكوين الشاطئ، وعمق المياه أمامه، وكلها عوامل تساعد على زيادة طاقة هذه الأمواج عندما تتلاطم مع صخور الشاطئ، ما يزيد من فعل أثر هذه الأمواج على الجروف والأرصفة البحرية في ساحل طبرق، وكذلك مواجهة خط الساحل للرياح والعواصف البحرية التي تهب خلال فصل الشتاء، وتغلب الكثبان الرملية الساحلية عند شواطئ الخلجان ومصبات الأودية. ويوضح الشكل رقم (9) شكل الموجة المنحدرة غرب مدينة طبرق .

الشكل (9) الأمواج المنحدرة أو الغاطسة

المصدر: عدسة الباحث خلال الدراسة الميدانية: 2022م.

2- الأمواج المتدفقة Spilling breaker :

تنهار قمم هذه الأمواج عند نقطة التكسر قرب الشاطئ مكونة الزبد الأبيض (رغاوي البحر)، وتفقد طاقتها بشكل تدريجي أثناء تقدمها نحو الشاطئ بسبب نقص عمق المياه، ومعظم هذه الأمواج تسود خلال فصل الصيف على معظم الساحل الليبي والذي تعد منطقة الدراسة جزءاً منه، وتتميز بعمليات الإرساب البحري، وتعمل على بناء الشاطئ لكثرة الرواسب التي يتم إرسابها. ويكون تأثير هذه الأمواج أكثر وضوحا على الساحل الغربي لخليج طبرق وشاطئ الليدو بينما يقتصر إرسابها على الخلجان ومصبات الأودية الواقع على الساحل غرب طبرق، ومعظم الرواسب من الكثبان الرملية وبقايا النباتات البحرية. ويوضح الشكل رقم: (10) الأمواج المتدفقة.

الشكل (10) الأمواج المتدفقة على شاطئ الليدو طبرق.

المصدر: عدسة الباحث خلال الدراسة الميدانية، أغسطس 2022م.

طاقة الأمواج :

تفقد الأمواج جزءاً من طاقتها عند تحركها على سطح البحر، وتتناقص بشدة قرب منطقة التكسر على الشاطئ، كما أن الأمواج الصغيرة تضيف جزءاً من الطاقة إلى الأمواج الأكبر قرب الشاطئ، وحينما تحتك جزيئات الماء الدائرية بقاع الشاطئ يؤدي ذلك إلى انخفاض سرعة الموجة، ويتحول شكل الحركة الدائرية لجزيئات الماء من الشكل الدائري إلى الشكل البيضوي مع بقاء فترة الموجة كما هي، وتقل سرعة كل موجة وتصبح أقل من الموجة التي تليها، وتقترب مقدمات الأمواج من بعضها أمام الشاطئ، وكذلك تناقص عمق المياه قرب الشاطئ يؤدي إلى زيادة ارتفاع الأمواج، فعندما تكون العلاقة بين عمق المياه وارتفاع

الموجة ما بين: 1.1 – 1.5، فإن قمة الموجة تنحدر إلى الأمام وترتفع إلى أعلى، وتكون الأمواج هنا عبارة عن قمم حاده تنفصل عن بعضها البعض، ويصعب تحديد أطوالها أو فترتها عندما تقترب من منطقة التكسر قرب الشاطئ. (Butzer,K.W.,1976, P. 227).

الأمواج عامل مهم من عوامل النحت والإرساب، فهي تحطم الشاطئ في مواضع كثيرة وتنحت في مكوناته الجيرية، وتعمل على تآكلها، وتكون الكهوف البحرية، وتنتزع كميات من الرمال الشاطئية وتنقلها من موضع إلى آخر على الشاطئ أو تجرفها إلى قاع البحر بعد منطقة تكسر الأمواج، والأمواج حين تقترب من المياه الشاطئية الضحلة تنقص سرعتها، وينتج عنها عمليات نحت ونقل وإرساب للمفتتات الصخرية من وإلى الشاطئ . وقد كان Trask أحد المهتمين بدراسة الرواسب البحرية على قاع البحر والشاطئ، ويرى أن خط العمق: 20م، لا يتأثر بالأمواج، وأطلق على هذا العمق المنطقة السالبة، كما وجد آثاراً للرواسب الدقيقة بصورة متقطعة عند الأعماق من: 10 –20م، والمناطق الأقل عمقا من: 10م، تعد مناطق تكسر الأمواج، وهي منطقة إثارة دائمة للرواسب الدقيقة – الرمال بأحجامها المختلفة – بفعل الأمواج (محسوب،1989م، ص 231)، وبالتالي يزداد مقدار انجرافها، حيث طبوغرافية القاع أمام الشاطئ يكون لها دور مهم في ذلك، وامتداد الرؤوس والنتؤات الصخرية في البحر، وتوغل الخلجان في اليابس كلها عوامل تساعد على انحراف الأمواج، وتشكل منطقة تلاطم للأمواج، لذلك تكون الأمواج أكثر فاعلية كعامل نحت بالرؤوس والنتؤات الصخرية، حيث تتوزع الطاقة على جانبي الرؤوس البحرية، وتكون أقل امتداداً من طول الموجة ويزداد ارتفاع قممها، بينما في مناطق الخلجان تطول مقدمة الموجة ويقل ارتفاع قممها، وذلك يؤدي إلى توزيع طاقة الموجة وتعمل على تعديل شكل الساحل على مرور الوقت .(محسوب وآخر، 1989م، ص ص217–218)، وتختلف طاقة الأمواج على ساحل مدينة طبرق من موضع لآخر؛ لاختلاف شكل خط الساحل، وعمق المياه، وتزداد طاقة الأمواج على الشواطئ التي تتكون من الجروف البحرية والنتؤات البارزة على الساحل الواقع في غرب طبرق، ويتركز ضغط الموجة على مساحة محدودة ما يزيد من تأثيرها على تلك النتؤات، بينما في الخلجان التي تتوغل داخل اليابس عميقة المياه يقل تأثيرها لتوزيع طاقة الموجة كما في خليج طبرق. ويتم حساب طاقة الأمواج وفق المعادلة الآتية :

معادلة حساب طاقة الموجة $\left(E = \frac{W L H^2}{8} \right)$

E= طاقة الموجة، w= وزن قدم مكعب من ماء البحر=64 رطل،L= طول الموجة،
H^2= مربع ارتفاع الموجة، الناتج 100X= كجم/م² (Derbyshire, E, 1979, P.108)

وتصنف الأمواج وفقا لطاقتها على النحو الآتي :

- أمواج ذات طاقة عالية جداً: (أكثر من 29062 كجم /م²) .
- أمواج ذات طاقة عالية: (20000 – 29062 كجم/م²) .
- أمواج ذات طاقة متوسطة: (10000 – 19999 كجم/م²) .
- أمواج ذات طاقة منخفضة: (أقل من 10000 كجم /م²). (أبوالعينين وآخر، 1981م، ص539)

وبتطبيق معادلة حساب طاقة الموجة تم التوصل إلى قيم الجدول رقم: (9) طاقة الأمواج على ساحل مدينة طبرق.

الجدول (9) طاقة الأمواج على ساحل مدينة طبرق

القطاع	فترة القياس	طاقة الموجة كجم/م²
من خليج طبرق – مصب وادي الكراث	يناير	125577
	أغسطس	5062

المصدر: تم الإعداد بناءً على الجدول رقم: (7) .

ومن خلال الجدول أعلاه يمكن استخلاص ما يأتي :

- خلال شهر أغسطس تسود على الساحل أمواج ذات طاقة منخفضة أقل من (10000كجم/م²) على خليج طبرق وشاطئ الليدو بسبب الحماية الطبيعية، أما الساحل الممتد من شمال مدينة طبرق حتى مصب وادي الكراث غرباً تسود عليه أمواج ذات طاقة منخفضة: (5062كجم/م²)، ويرجع ذلك إلى طبيعة الساحل وشكله وعمق المياه أمامه .
- تسود على الساحل خلال شهر يناير أمواج ذات طاقة عالية جداً خاصة الساحل الواقع غرب طبرق، ويبلغ متوسط طاقة الأمواج (125577كجم/م²)، وأقل طاقة للأمواج تكون على سواحل خليج طبرق، ويرجع ذلك إلى طبيعة الساحل وشكله، وكذلك العواصف

البحرية التي تهب خلال فصل الشتاء تكون في شهر يناير، ومعظمها تكون شمالية غربية، لذلك يكون الساحل الممتد من غرب طبرق وحتى مصب وادي الكراث غرباً الأكثر تأثراً بهذه العواصف لأنها تكون شبه عمودية على الساحل، إلى جانب طبيعة الساحل، وعمق المياه أمامه .

من خلال ما تقدم تتضح أهمية الأمواج وأثرها الفعال في التعرية البحرية، ودورها في نشأة الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية وتطورها على ساحل مدينة طبرق مثل الجروف البحرية والرؤوس الصخرية والفتحات الساحلية من خلجان وشروم تحتل مصبات الأودية، وأرصفة تحاتية، والظاهرات الرسوبية كالشواطئ الرملية والسبخات ويوضح الشكل رقم (11) بعض جوانب العمل الميداني خلال العام 2022.

الشكل(11) بعض جوانب العمل الميداني.

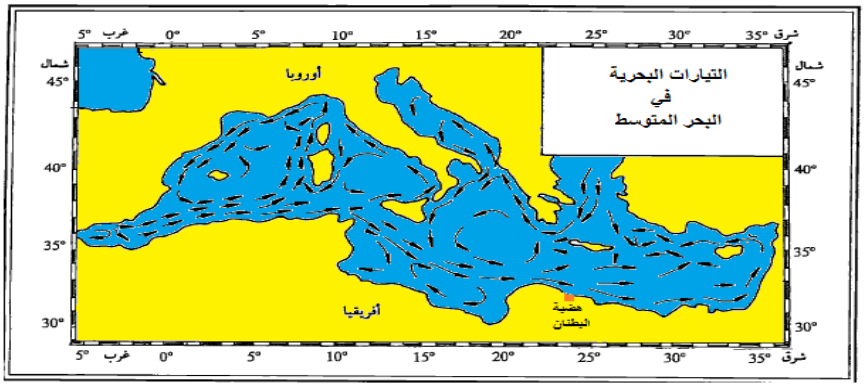
التيارات البحرية (Currents Distribution) :

يتأثر الساحل الليبي بتيارات البحر المتوسط بصفة عامة وساحل مدينة طبرق بصفة خاصة الذي يعد جزءا منه، وبسبب نقص الدراسات في هذا المجال بمنطقة الدراسة سنسلط الضوء على التيارات البحرية أمام الساحل الليبي .

تتحرك التيارات البحرية القادمة من المحيط الأطلسي أمام السواحل البحرية الليبية، وتمثل الحركة التبادلية بين مياه المحيط الأطلسي والبحر المتوسط نموذجاً لتبادل المياه بين المحيطات والبحار شبه المغلقة في نطاق الأقاليم الجافة وشبه الجافة، حيث تزداد نسبة الفاقد المائي والتبخر، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة الملوحة، فتكون الحركة التبادلية للمياه بين المسطحين المائيين لتعويض الفاقد الذي ينتج عن طريق التبخر الشديد، وندرة المياه المكتسبة بفعل التساقط، فضلا عن قلة الأنهار التي تصب في البحر المتوسط، فتأتي التيارات أمام

السواحل الليبية بسبب تباين درجة الملوحة والحرارة والتي تزداد في البحر المتوسط؛ لصغر هذا المسطح المائي والمؤثرات المناخية السائدة، وندرة المياه المكتسبة من المجاري المائية الدائمة الجريان لتعويض الفاقد المائي الناتج عن ارتفاع معدلات التبخر؛ لذلك تسير التيارات المائية أمام الساحل الجنوبي للبحر المتوسط والتي تمثل منطقة الدراسة جزءاً منه بعمق يتراوح ما بين: 50-100م، من الغرب إلى الشرق وبسرعة: 5كم/ساعة (فايد وآخر، 1993م، ص143) حتى تصل إلى سواحل آسيا، وتتحول التيارات البحرية أمامها إلى تيار عميق؛ لارتفاع تركيز الأملاح في الحوض الشرقي للبحر المتوسط بسبب التبخر الشديد، ويواصل التيار البحري مسيرته أمام السواحل الأوربية؛ ليعود إلى المحيط الأطلسي عبر مضيق جبل طارق على شكل تيارات بحرية عميقة تتراوح ما بين: 100- 1400م (أبولقمة وآخر، 1999م، ص122) ويوضح الشكل رقم: (12) حركة التيارات البحرية في حوض البحر المتوسط وساحل مدينة طبرق .

الشكل (12) التيارات البحرية في البحر المتوسط.



المصدر: (أبولقمة وآخر، 1993م، ص101)

وبناءً على ما تقدم فإن ساحل مدينة طبرق يخضع للتيار السطحي للبحر المتوسط والذي يتجه من الغرب إلى الشرق، وبالرغم من أهمية التيارات المائية بالنسبة للأحياء البحرية بمختلف أنواعها أمام الساحل، إلاَّ أن دور هذه التيارات البحرية يعد ضعيفا في العمليات الجيومورفولوجية بساحل طبرق وفقاً لما يأتي :

- التيارات البحرية التي تمر أمام ساحل طبرق تكون شبه موازية لخط الساحل غالبًا .

– تُعَدُّ مسارات هذه التيارات البحرية بعيدة نسبيًا عن خط الساحل حيث يسير التيار المتجه من الغرب إلى الشرق على عمق: 50–100م، ويعني ذلك أن بعد مسارات هذه التيارات على ساحل طبرق يكون على مسافة: 3كم فقط من خط الساحل، وذلك استنادًا على خطوط الأعماق المتساوية.

– قلة الرواسب التي تحملها التيارات البحرية؛ لأن السواحل التي تمر أمامها هذه التيارات قبل وصولها إلى منطقة الدراسة لا تستقبل إلا كميات قليلة من الرواسب القارية التي قد تصل إليها عبر أودية الجبل الأخضر في بعض السنوات التي تزداد بها معدلات الأمطار.

المد والجزر Tides :

يقصد بالمد: اندفاع مياه البحر نحو الشاطئ. أي إن فيض المد غامر للنطاق المنخفض من الشاطئ، ويقصد بالجزر: تراجع المياه في الاتجاه المعاكس نحو البحر كاشفًا الجزء السفلي المغمور من الشاطئ (تاربوك،،1984م،ص ص365–367)، وينقسم المد والجزر وفق تكرار حدوثه خلال: 24 ساعة إلى ما يأتي :

المد والجزر اليومي : ويحدث فيه مد واحد ، وجزر واحد خلال: 24 ساعة .

المد والجزر النصف يومي : ويحدث فيه مدان وجزران خلال: 24 ساعة.

المد والجزر المختلط : ويحدث فيه مدان وجزران خلال: 24 ساعة إلا أنهما لا يتساويان في الارتفاع والانخفاض (فايد،محسوب،1993م،ص ص 123–124) .

ويُعَدُّ المد والجزر النصف يومي أكثر الأنواع حدوثا، ويتأثر نظام المد والجزر بالإضافة إلى تأثير القمر بعدة عوامل أخرى أهمها: مورفولوجية السواحل، واتساع المسطحات المائية، وعمق المياه بها، وتوزيع اليابسة والماء، وسرعة الرياح واتجاهاتها، وتباين خصائص المياه البحرية (أبولقمة وآخر، 1993م،ص ص87–88) فكلها عوامل مجتمعة تؤثر على عملية المد والجزر واختلافها من مسطح مائي إلى آخر، ونجد البحر المتوسط أقل تأثرا بعمليات المد والجزر؛ حيث يعد من البحار القارية، ويسوده نظام المد والجزر النصف يومي، ولا يكاد يصل ارتفاع المد به: 40سم في المتوسط (ابوالعينين، 1989، ص 232).

يتأثر ساحل مدينة طبرق بنظام المد والجزر النصف يومي ولا يتعدى: 30سم،(الدراسة الميدانية 2022م) ويختلف تأثير عملية المد والجزر من موضع لآخر وفق طبيعة خط الساحل وتكويناته، فنجد على الساحل الشمالي الشرقي لخليج طبرق تنتشر

الجروف والرؤوس البحرية والأرصفة الشاطئية التي في معظمها تكوينات جيرية، وكذلك في غرب المدينة فيكون تأثير عملية المد والجزر على قواعد تلك الجروف والأرصفة الشاطئية – نتيجة الغمر والانحسار– ما يؤدي إلى التجوية الكيميائية للصخور وتقويضها من أسفل بسبب البلل والجفاف في أثناء فترات انخفاض طاقة الأمواج، ومن خلال المشاهدات الميدانية للساحل، نجد مناطق الجروف الساحلية أكثر تأثراً، وتتراوح مسافات التقويض السفلية بالجروف والرؤوس البحرية ما بين: 1–4متر في الطبقات السفلى، ما أدى إلى انهيار بعض الجروف البحرية في مياه الساحل؛ نتيجة تآكل طبقاتها السفلية في مواضع كثيرة، ويوضح الشكل رقم: (13)، التقويض السفلي شمال مدينة طبرق (امريرة) والذي تصل مسافة التقويض السفلي به إلى :ثلاثة أمتار .

الشكل (13) التقويض السفلي في الجروف البحرية شمال مدينة طبرق.

المصدر: الدراسة الميدانية 2022م، عدسة الباحث .

وبعض الجروف الشاطئية انهارت في مياه البحر؛ لارتفاع نسبة التقويض السفلي للقواعد التي ترتكز عليها مثل ساحل طبرق شمال غرب مدينة طبرق، كما بالشكل رقم: (14) الذي يوضح انهيار واجهة الجرف في مياه البحر أمام الشاطئ .

الشكل (14) واجهة الجرف تنهار أمام الشاطئ شمال غرب مدينة طبرق.

المصدر: الدراسة الميدانية 2022م عدسة الباحث .

ويتكون ساحل منطقة الدراسة في معظمه من الجروف الصخرية، وتنتشر به بعض السبخات في المناطق المنخفضة قرب الشاطئ عند مصبات الأودية، كما تنتشر الشواطئ الرملية غرب خليج طبرق وساحل الليدو وعند مصبات معظم الأودية السالفة الذكر، ولعملية المد والجزر أيضا دور في تشكيل الشواطئ الرملية وتطور العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية على ساحل مدينة طبرق.

نتائج الدراسة:

يمكن حصر نتائج الدراسة في النقاط الآتية:

- لعبت الأحداث الجيولوجية التي مر بها شمال شرق ليبيا بوجه عام، ومنطقة الدراسة بشكل خاص، عبر الأزمنة الجيولوجية وتطورها دورا هاما في التفاعل بين العمليات الداخلية والخارجية والتي تحكمت في تشكيل الساحل الحالي، وأضفت عليه خصائصها المميزة. ومعظم تكوينات منطقة الدراسة هي تكوينات جيرية، وترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلى عصر الإوليجوسين العلوي والميوسين السفلي بالزمن الثالث، وأحدث التكوينات ترجع إلى البلايستوسين بالزمن الرابع.
- شهد ساحل منطقة الدراسة خلال عصر البلايستوسين تذبذباً مستمراً نتيجة لتقدم البحر وتراجعه خلال الفترات الجليدية وفترات الدفء التي تخللتها بالزمن الرابع، وتمثل التداخلات الساحلية أحد أشكال الساحل المميزة له نظراً لانتشارها على طول الساحل وتوغلها داخل اليابس لمسافات متباينة من موضع لآخر، وأبرزها خليج طبرق. ويمكن للبنية الجيولوجية أن تفسر مواقع معظم التداخلات البحرية في اليابس إلا أنها لا تفسر سماتها المورفولوجية التي اكتسبتها من عوامل التعرية البحرية.
- تبيَّن من دراسة الاستقامة والتعرج في ساحل منطقة الدراسة التداخلات البحرية في منطقة خليج طبرق إذ بلغت نسبة التعرج 5.6/كم، وبلغت في شمال وشمال غرب طبرق 1.7/كم، وذلك بسبب الأصول البنائية المختلفة سواء كانت تكتونية أو بفعل التعرية البحرية، وكثرة التعرج في خط الساحل ترجع إلى أن ساحل منطقة الدراسة تعرض لحركة رفع، بالإضافة إلى الذبذبات الايوستاتية لمنسوب سطح البحر التي ترتبط بالتغيرات المناخية خلال عصر البلايستوسين وبعده.

- تحكمت طبيعة خط الساحل وإتجاهاته في التداخلات البحرية في اليابس، وإتجاهات الأمواج السائدة، وكمية الرواسب المتاحة في تحديد حجم ونمط الأشكال الناتجة عن الإرساب البحري.
- تُعدُّ الفتحات البحرية من الظاهرات المميزة لخط الساحل، وهي عبارة عن خلجان متباينة من حيث خصائصها المورفومترية، وتحتل مصبات الأودية الساحلية بمنطقة الدراسة، وتكونت خلال عصر البلايستوسين، حيث كان الجريان المائي أكثر حجماً من الجريان الموسمي الحالي، مسجلة هذه الفتحات نحت تراجعي بفعل التغير السلبي لمستوى سطح البحر، وتوغل مياه البحر نحو اليابس عقب ارتفاع منسوبه إلى مستواه الحالي، ويعد ذلك دليل أن نشأتها بحرية، وساهمت عوامل التعرية البحرية في تشكيل بعض هذه التداخلات الساحلية في اليابسة كما في غرب مدينة طبرق.
- اتضح من خلال قياسات معدلات تقوس الساحل تباين مؤشرات التقوس من موضع إلى آخر على الساحل، وبلغ أعلى تقوس 0.48 عند خليج طبرق، وأدنى تقوس على الساحل الممتد شمال طبرق من رأس الزقم حتى مصب وادي أمريرة والذي بلغ 16.4، وبلغ متوسط التقوس في خط الساحل بصفة عامة 2.06 وهو مؤشر على عدم توغل البحر في اليابس عدا خليج طبرق وحول مصبات الأودية الشمالية.
- تبيَّن من خلال بدراسة خطوط الأعماق أمام الساحل تلاشي خطي الأعماق 5، 10 أمام الساحل شمال غرب المدينة ويرجح ذلك إلى العوامل التكتونية والتي أدت إلى انتشار الجروف الساحلية بهذا الموضع إلى جانب تأثير عوامل التعرية البحرية.
- تكمن أهمية دراسة خصائص أمواج الساحل في أثرها الفعال في التعرية البحرية، ودورها في نشأة الظاهرات الجيومورفولوجية الساحلية وتطورها، حيث بلغ متوسط طاقة الأمواج خلال شهر يناير 125577كجم/م^2 وخلال شهر أغسطس بلغت 5062كجم/م^2 أي تراوحت هذه القيم بين طاقة منخفضة صيفاً وطاقة عالية جداً شتاءً خاصة في غرب طبرق حيث الجروف البحرية الممتدة على الساحل.
- يخضع ساحل مدينة طبرق للتيار السطحي للبحر المتوسط والذي يتجه من الغرب إلى الشرق، وبالرغم من أهمية التيارات المائية بالنسبة للأحياء البحرية بمختلف أنواعها أمام الساحل، إلا أن دور هذه التيارات البحرية يعد ضعيفا في العمليات الجيومورفولوجية بساحل

طبرق لأنها تكون شبه موازية لخط الساحل غالبا، ومسارات هذه التيارات البحرية بعيدة نسبيا عن خط الساحل حيث يسير التيار على عمق: 50-100م، ويعني ذلك أن بعد مسارات هذه التيارات على ساحل طبرق ليكون على مسافة: 3كم فقط من خط الساحل، وذلك استنادا على خطوط الأعماق. مع قلة الرواسب التي تحملها، تكون في الغالب دقيقة جداً أو مجهرية، لذلك تحتاج إلى وقت طويل حتى تترسب فوق قاع البحر.

- تبيَّن من خلال دراسة تأثير حركة المياه الساحلية، أن للأمواج البحرية الدور الرئيس في تشكيل خط الساحل، إلى جانب التأثير المحدود لعمليتي المد والجزر، ويتأثر ساحل مدينة طبرق بنظام المد والجزر النصف يومي ولا يتعدى: 30سم، ويختلف تأثير عملية المد والجزر من موضع لآخر وفق طبيعة خط الساحل وتكويناته، فيكون تأثير عملية المد والجزر على قواعد تلك الجروف الساحلية – نتيجة الغمر والانحسار– ما يؤدي إلى التجوية الكيميائية للصخور وتقويضها من أسفل بسبب البلل والجفاف في أثناء فترات انخفاض طاقة الأمواج، وتتراوح مسافات التقويض السفلية بالجروف والرؤوس البحرية ما بين: 1-4متر في الطبقات السفلى، ما أدى إلى انهيار بعض الجروف البحرية في مياه الساحل؛ نتيجة تآكل طبقاتها السفلية في مواضع كثيرة.

التوصيات:

- ضرورة تفعيل التشريعات والقوانين الليبية بشأن البيئة الساحلية وحمايتها من التدخلات البشرية السلبية للحفاظ على مكوناتها الطبيعية.
- يجب استغلال ساحل مدينة طبرق لإقامة العديد من الأنشطة البشرية المختلفة من تربية الأسماك، والسياحة البحرية لما تتمتع به السواحل من مقومات طبيعية والخلجان المتباينة المساحة وأهمها خليج طبرق، والجروف البحرية، والشواطئ الرملية وغيرها.
- تُعدُّ السواحل من المنظومات البيئية الهشة التي تتأثر بسرعة التغيرات المناخية جراء ارتفاع مستوى المحيطات والبحار وارتفاع درجة حموضة الماء، الأمر الذي يقضي على تنوعها البيولوجي واستدامتها للأجيال القادمة.
- يبقى العامل البشري من أبرز العوامل التي تسهم في تدهور البيئة الساحلية وذلك بسبب التلوث، حيث يسجل انتشار مجموعة من المواد السامة ومصدرها الوقود الأحفوري في سواحل منطقة الدراسة، في مقدمتها البلاستيك.

- ذكر تقرير البنك الدولي عام 2016 أن معدلات التأكل في المناطق الساحلية الليبية التي تنحسر بمقدار 28 سم سنوياً في المتوسط. ومع ارتفاع مستوى سطح البحر، وزيادة تواتر الظواهر المناخية بالغة الشدة، من المتوقع أن تتفاقم ضغوط تآكل المناطق الساحلية في المستقبل. ومن دون اتخاذ تدابير للتكيف مع هذا الأمر، فإن تآكل المناطق الساحلية الآخذ في التفاقم، ومخاطر تعرض الأراضي للغمر، وتلوث المناطق الساحلية تمثل جميعها مخاطر كبيرة للمجتمعات المحلية الساحلية وسبل كسب العيش في تلك المناطق. عليه نقترح إقامة حواجز بحرية لتكسير الأمواج أمام الجروف البحرية في ساحل منطقة الدراسة للحد من تآكل الساحل.

المصادر والمراجع:

- أبوالعنيين، حسن سيد أحمد، (1981م)، **الإقيانوغرافيا الطبيعية**، مؤسسة عبد الحفيظ عبدالباسط، بيروت.
- أبوالعنيين، حسن سيد أحمد، (1989م)، **جغرافية البحار والمحيطات**، ط8، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- أبوالعنيين، حسن سيد أحمد، (1995م)، **أصول الجيومورفولوجيا**، ط11، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- أبورية، أحمد مُحَّد أحمد، (2007م)، **المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج دراسة جيومورفولوجية**، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب جامعة الإسكندرية.
- أبولقمة، الهادي، الأعور، مُحَّد علي، (1993م) **الجغرافيا البحرية**، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة، ليبيا.
- أبولقمة، الهادي مصطفى، الأعور، مُحَّد علي، (1999م) **الجغرافيا البحرية**، ط2، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة، ليبيا.
- أبومدينة، حسين مسعود، (2005م) **جغرافية ميناء طرابلس الغرب**، دار ومكتبة الشعب للنشر والتوزيع، مصراتة، ليبيا.
- تاربوك، إدوارد جي، لوتجنز، فريدريك، (1984م) **الأرض مقدمة في الجيولوجيا الطبيعية**، ترجمة عمر سليمان حمودة، وآخرون، فاليتا، ELGA.
- جودة، جودة حسنين، (1998م) **الجيومورفولوجيا علم أشكال سطح الأرض**، مع التطبيق بأبحاث في جيومورفولوجية العالم العربي، منشأة المعارف، الإسكندرية.
- شحادة، نعمان، (1992م) **الجغرافية المناخية**، دار المستقبل للنشر والتوزيع، ط2، عمان.
- شرف، عبدالعزيز طريح، (1993م) **جغرافية البحار والمحيطات**، مؤسسة شباب الجامعة، ط3، الإسكندرية.
- عبد الحميد، عاطف معتمد، (1996م) **النطاق الساحلي لخليج العرب غرب الإسكندرية دراسة جيومورفولوجية**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية

الآداب، جامعة القاهرة.

– عنيبة، عمر أُمَّد علي، (2007م) **جيومورفولوجية ساحل مصراتة فيما بين رأس الهنشير ورأس كاره**، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة السابع من أكتوبر، مصراتة.

– فايد، يوسف عبد المجيد، محسوب، مُحَّد صبري، (1993م) **جغرافية البحار والمحيطات**، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

– محسوب، مُحَّد صبري، راضي، محمود دياب، (1989م) **العمليات الجيومورفولوجية**، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.

- **Butzer, K.W** (1976) Geomorphology from the Earth, Chicago, John Wiley and sons, London.
- **Derbyshire,** and others (1979) Geomorphological processes, London.
-**Industrial research centre, (1974)** Geological map of Libya, Darnah sheet.
- **Industrial research centre, (1977)** Geological map of Libya, Bir Hacheim sheet.
- **Pietersz, C.R, C.R. (1968)** Proposed nomenclature for rock units in northern Cyrenaica .In Geology and Archaeology of northern Cyrenaica, Libya, p.125-130.Tripoli.
- **Slovinsky,P (2005):** Coastal processes and Beath erosion, Main Geological survey, Department of Agriculture, conservation & forestry.