الخريطة الجيومورفولوجية للجرف القاري بخليج سرت

د. منصور رمضان سالم غريبي
أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة الزاوية – ليبيا
m.ghareebi@zu.edu.ly

الملخص:

يُعَدّ الجرف القاري لخليج سرت من أهم الجروف (الأرفف القارية) المتاخمة للساحل الليبي، ويمتد بشكل تدريجي من خط الساحل نحو المنحدر القاري بخليج سرت، وتبلغ مساحته (31382) كيلومتر مربع ويشكل (46.6%) من إجمالي مساحة الجرف القاري الليبي، وترتبط خصائصه الجيومورفولوجية بالتطور التكتوني لحوض سرت الرسوبي، وتذبذب مستوى سطح البحر المتوسط أثناء الحقب الجيولوجية، ويتراوح اتساعه ما بين (1– 75) كيلومتر، ويمتاز بعمقه الضحل ما بين (0 –200) متر، ويتسم قاعه بالميل البسيط ما بين (0 – 6.5) درجة، مع وجود اختلافات محلية ناتجة عن تنوع المظاهر التضاريسية الغاطسة، وتتباين اتجاهات الميل بين قطاعات الجرف بالرغم وجود اتجاه عام لميل القاع ناحية الشمال والشمال الشرقي، وتُعد الشطوط الرملية المظهر الجيومورفولوجي السائد بالجرف القاري، إذ تغطي (88%) من إجمالي مساحته، بينما تشغل المرتفعات القاعية (7%) والمنخفضات (5%) من إجمالي مساحة الجرف القاري لخليج سرت، ويتباين توزيعها المكاني بين قطاعات الجرف بما يعكس تداخل العوامل التكتونية وعوامل الحت والترسيب البحري والقاري المكونة لها، وأدى تنوع المظاهر القاعية إلى إضفاء نمط جيومورفوجي يتسم بالتباين الطبوغرافي وغياب الانتقال التدريجي الواضح للعمق والانحدار واتجاهاته بقاع الجرف القاري بخليج سرت.

الكلمات المفتاحية: الجيومورفولوجية البحرية، الخريطة الجيومورفولوجية، الجرف القاري، خليج سرت.

تاريخ الاستلام:
2026/03/07
تاريخ القبول:
2026/04/19
تاريخ النشر:
2026/07/01

OPEN ACCESS

حقوق النشر: © 2026 للمؤلف (للمؤلفين). الناشر مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية. هذه المقالة منشورة بنظام الوصول المفتوح، ويتم توزيعها وفق شروط وأحكام ترخيص المشاع الإبداعي الدولي:

CC BY-NC-SA 04

Vol. 6, Issue.2, July 2026, pp1-28
ISSN : 2789-4843 (Online) 3080-0463 (print)
المجلد 6 العدد 2 ، يوليو 2026م

Journal of Libya for Geographical Studies
مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية

The Geomorphological Map of the Continental Shelf in the Gulf of Sirte

Mansour R. S. Ghareebi
Associate Professor at the Department of Geography
Faculty of Arts, University of Zawiya- Libya
m.ghareebi@zu.edu.ly

Abstract:

The continental shelf of the Gulf of Sirte is considered one of the most important continental shelves adjacent to the Libyan coast. It extends gradually from the shoreline toward the continental slope within the Gulf of Sirte. The shelf covers an area of 31,382 km², representing 46.6% of the total area of the Libyan continental shelf. Its geomorphological characteristics are closely related to the tectonic evolution of the Sirte Sedimentary Basin and to fluctuations in the Mediterranean Sea level throughout geological periods. The width of the continental shelf ranges between 1 and 75 km, while its depth varies from 0 to 200 m. The seabed is characterized by a gentle slope ranging from 0° to 6.5°, with local variations resulting from the diversity of submerged geomorphological features. Although there is a general seabed inclination toward the north and northeast, slope directions vary among different sectors of the shelf. Sand shoals constitute the dominant geomorphological feature of the continental shelf, covering 88% of its total area. Bottom elevations occupy 7%, while depressions account for 5% of the total shelf area. Their spatial distribution varies across different shelf sectors, reflecting the combined influence of tectonic processes and marine and continental erosion and depositional factors responsible for their formation. The diversity of seabed features has produced a geomorphological pattern characterized by topographic variability and the absence of a clear, gradual transition in depth, slope, and slope directions across the floor of the continental shelf in the Gulf of Sirte.

Keywords: Marine Geomorphology, Geomorphological Map, Continental Shelf, Gulf of Sirte.

Received: 07/03/2026

Accepted: 19/04/2026

Published: 01/07/2026

OPEN ACCESS

Copyright © 2026 by the author(s). Published by the Journal of Libya for Geographical Studies. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution International License:
CC BY-NC-SA 04

المقدمة:

تُعدّ الجيومورفولوجية البحرية (Marine Geomorphology) إحدى فروع علم الجيومورفولوجية، التي تهتم بدراسة المظاهر التضاريسية التي تغطي قيعان البحار والمحيطات، وتحليل العوامل الطبيعية المسؤولة عن نشأتها وتطورها عبر الأزمنة الجيولوجية بتفسير التفاعل بين العوامل الجيولوجية والبنيوية، والعمليات البحرية الديناميكية، كالأمواج والتيارات والمد والجزر، والتغيرات في مستوى سطح البحر، وما نتج عنها من عمليات تشكيل للمظاهر التضاريسية الغاطسة بقيعان البحار والمحيطات، ولا تقتصر أهمية الجيومورفولوجية البحرية على تحديد أنماط البيئات الساحلية والبحرية، وإنّما تتعدها إلى دراسة المخاطر الجيومورفولوجية البحرية، ودعم الدراسات الجيولوجية والهيدروغرافية، فضلاً عن دورها في التخطيط الساحلي، وحماية النظم البيئية، وأسهم التقدّم التقني في المسوحات البحرية وقياس الأعماق في دعم الدارسات الجيومورفولوجية البحرية، حيث أتاح استخدام السونار متعددة الحزم ونماذج الأعماق الرقمية لقاع البحر ودمجها في شكل قواعد بيانات عالمية مثل (EMODnet Bathymetry) و(GEBCO)، إمكانية اشتقاق المظاهر التضاريسية لقاع البحر، وربطها بالعمليات المكوِّنة لها (Wölfl et al., 2019, pp 1–5) ويُعَدّ خليج سرت أحد أبرز الوحدات الجيومورفولوجية البحرية في جنوب البحر المتوسط، من حيث الشكل والاتساع والتنوع الطبوغرافي الذي يعكس تاريخًا جيولوجيًا معقدًا وعمليات رسوبية وهيدروديناميكية مستمرة، ويمثّل الجرف القاري (الرف القاري) أحد أهم الوحدات الطبوغرافية المكوِّنة للرصيف القاري بخليج سرت من الناحية الاقتصادية والبيئية والاستراتيجية، وتأتي هذه الدراسة لإبراز السمات الجيومورفولوجية لقاع الجرف القاري بخليج سرت بتحليل خصائصه التضاريسية وإنتاج خارطة جيومورفولوجية للمظاهر الطبوغرافية الغاطسة التي تغطي قاعه.

– مشكلة الدراسة:

بالرغم من الأهمية الجيومورفولوجية والبيئية والاقتصادية للجرف القاري لخليج سرت باعتباره أحد أوسع الرفوف القارية المحاذية للساحل الليبي، فإنّ الدراسات التفصيلية التي تتناول الخصائص المورفولوجية لهذا المظهر الطبوغرافي لاتزال محدودة، ولا سيما تلك المعتمدة على التحليل المكاني الكمي، وعدم وجود توصيف جيومورفولوجي يوضّح أنماط التوزيع

المكاني للمظاهر القاعية بمنطقة الدراسة، وعلاقتها بالعوامل البنيوية والتكتونية، والتغيرات في مستوى سطح البحر، وديناميكية الترسيب البحري، لذلك تحاول الدراسة الإجابة على **التساؤلات الآتية:**

- ما الخصائص الجيومورفولوجية للجرف القاري؟
- ما هي الظاهرات التضاريسية الغاطسة التي تغطي قاع الجرف القاري بخليج سرت؟

– أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحليل مورفولوجية الجرف القاري بخليج سرت من منظور جيومورفولوجي كمي، بتحقيق **الأهداف الآتية:**

- إعداد خريطة جيومورفولوجية لقاع الجرف القاري بخليج سرت اعتمادًا على نماذج الأعماق الرقمية المستمدة من بيانات قياس الأعماق.
- تحليل الخصائص التضاريسية لقاع الجرف من حيث الشكل العمق والانحدار واتجاهاته.
- تفسير العلاقة بين المظاهر التضاريسية الغاطسة والعوامل المتحكمة في نشأتها كالبنية الجيولوجية والتغيرات في مستوى سطح البحر أثناء الأزمنة الجيولوجية.
- توفير قاعدة بيانات مكانية يمكن الاستفادة منها في الدراسات الجيولوجية والبيئية بمنطقة الدراسة.

– أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في إسهامها في سد فجوة معرفية مرتبطة بالجيومورفولوجية البحرية لوحدة طبوغرافية ذات أهمية بالغة من الناحية الجيومورفولوجية والبيئية والاقتصادية، بما يعزز فهم الخصائص المورفولوجية للجرف القاري في منطقة الدراسة بالوصول لنتائج ذات أهمية تطبيقية في مجالات التخطيط، وإدارة الموارد البحرية وتقييم المخاطر الجيومورفولوجية المحتملة، كما تمثّل الخريطة الجيومورفولوجية الناتجة من هذه الدراسة، مرجعًا علميًا يمكن الاستناد إليه في الدراسات المستقبلية المعنية بالبيئات البحرية والنظم الساحلية.

– مصادر البيانات:

في ظل غياب القياسات الوطنية للأعماق بمنطقة المياه البحرية الليبية تمّ الاعتماد على بيانات قياس الأعماق (EMODnet Bathymetry,2024) وهي إحدى قواعد البيانات البحرية الأوروبية المتقدمة التي توفر تمثيلًا رقميًا موحّدًا لتضاريس قاع البحر التي

تستند على دمج آلاف المسوحات الهيدروغرافية متعددة المصادر، وتشمل القياسات الصوتية وبيانات الأعماق المستمدة من صور الأقمار الصناعية، بحيث أخضعت تلك المصادر لعمليات استيفاء مكاني ضمن شبكة أعماق موحدة بدقة مكانية (16/1) دقيقة قوسية، ما يعادل (115) متر وبما يضمن التوافق مع المعايير الهيدروغرافية الدولية، ولهذا الأنموذج استخدامات متعددة في تحليل المظاهر الجيومورفولوجية لقاع البحر، والنمذجة الهيدروديناميكية، وتقييم المخاطر الساحلية، إضافة إلى دعمه لمبادرة (Seabed 2030) العالمية لرسم خريطة شاملة لقاع المحيطات (EMODnet, 2025) .

– منهجية الدراسة:

اتبعت الدراسة مجموعة من المناهج والأدوات لمعالجة وتحليل بيانات قياس الأعماق وفقًا لما **يأتي:**

1. المناهج: اعتمدت الدراسة على عدة مناهج أهمها: المنهج التحليلي لدراسة التباين في توزيع الظاهرات الجيومورفولوجية الغاطسة بالجرف القاري لخليج سرت، وأبعادها المساحية وربطها بالعوامل المكوِّنة لها، والمنهج الوصفي لوصف الظاهرات التضاريسية والعلاقة بين كل ظاهرة وموقعها على الجرف القاري.

2. أدوات الدراسة: اعتمدت الدراسة على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المتمثّلة في برنامج: (Surfer) وبرنامج (ArcGis) وبرنامج (Global Mapper)، للمعالجة الأولية للبيانات واشتقاق خرائط الخصائص التضاريسية كالعمق والانحدار واتجاهاته وخريطة القمم والمنخفضات، والخريطة الجيومورفولوجية للجرف القاري بخليج سرت.

3. **معالجة البيانات وتحليلها:** تضمنت معالجة البيانات وتحليها **مرحلتين هما:**

– المرحلة الأولى: شملت فحص بيانات الأعماق (EMODnet Bathymetry) لضمان جودتها في التحليل الجيومورفولوجي، بحيث أخضعت البيانات لسلسة من الإجراءات، تمثّلت في فحص البيانات الأصلية للتحقق من اكتمالها وخلوّها من القيم الشاذة، إضافة إلى تحويل نظم الإحداثيات إلى النظام المتري، ولغرض التحقق من جودة البيانات الأصلية، والتي أمكن الحصول عليها في هيئة ملف نصي (XYZ) جرى من خلالها إنتاج أنموذج أعماق رقمي لقاع منطقة الدراسة (DEM) إلى جانب إنشاء شبكة استيفاء مكاني باستخدام طريقة (Kriging)، بهدف إجراء مقارنة إحصائية ومكانية بين النماذج المشتقة

والبيانات الأصلية، وفقًا لمتطلبات المعيار الهيدروغرافي الدولي (IHO S-44) ومعايير مشروع (EMODnet Bathymetry)(*)، المعتمدة في تحديد الحد المقبول للخرائط الهيدروغرافية، وشمل التحليل مقاييس النزعة المركزية ومقاييس التشتت ومؤشرات شكل التوزيع، واختبار نمط التوزيع المكاني باستخدام معامل (Clark and Evans)(**)، كما هو مبيّن بالملحق (1).

– **المرحلة الثانية:** تضمنت اقتطاع منطقة الدراسة تبعًا للمفهوم الجيومورفولوجي والقانوني للجرف القاري من أنموذج العمق الرقمي المشتق من البيانات الأصلية، واستخلاص الخصائص التضاريسية كالعمق والانحدار واتجاهاته، والانحناء، وإنتاج الخريطة المجسمة وخريطة القمم والمنخفضات، والتي استخدمت جميعها في إنتاج الخريطة الجيومورفولوجية لقاع منطقة الدراسة.

– **منطقة الدراسة:** تقع منطقه الدراسة فلكيًا بين خطي عرض (32.15.00) و(30.10.00) شمالًا وبين خطي طول (14.40.00) و(20.30.00) شرقًا، وتقع جغرافيًا جنوب البحر المتوسط المتاخم لساحل خليج سرت بليبيا، وتمثّل الجزء الأوسط من الجرف القاري الليبي الشكل (1) ويحدّها اليابس المجاور لخليج سرت من ناحية الغرب والجنوب والشرق، وينتهي حدّها الشمالي الذي يفصلها عن بقية أقسام الرصيف القاري لخليج سرت عند خط عمق (200) متر، والذي جرى تعينه بهذه الدراسة، بناء على **الأسس الآتية:**

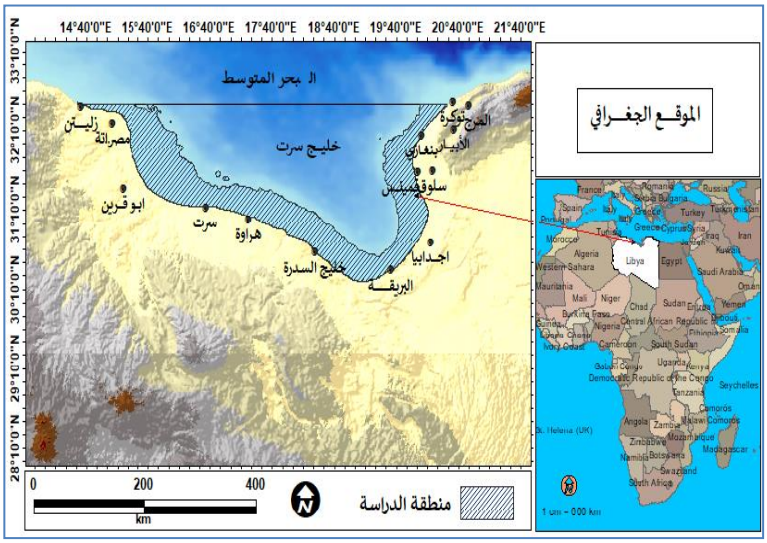
1. **الأساس الجيومورفولوجي:** يصنف الجرف القاري جيومورفولوجيا ضمن الوحدات التضاريسية المكونة للرصيف القاري الذي يمثّل امتداد الحافة القارية المغمورة بمياه البحر، ويمتد الجرف القاري من خط المياه المنخفضة الى مجال مكاني يسمى بمنطقة (كسر الجرف) وهو المجال الذي يحدث فيها تغير ملحوظ في درجة انحدار القاع ويمثّل نهاية حدود الجرف القاري وبداية المنحدر القاري (غريبي، 2023، ص8) التي تتوافق مع خط عمق (200) متر

(*) معيار دولي لدقة قياسات الأعماق البحرية، يحدد دقة العمق والموقع حسب نوع المسح (للملاحة أو الدراسات).

(**) معامل (Clark and Evans Index): مقياس إحصائي يُستخدم في التحليل المكاني لقياس نمط توزيع النقاط داخل منطقة محددة، وذلك بمقارنة متوسط المسافة الفعلية بين كل نقطة وأقرب جارٍ لها بمتوسط المسافة المتوقعة في حالة التوزيع العشوائي التام، بهدف تحديد ما إذا كان التوزيع يتسم بالتجمع أو العشوائية أو الانتظام.

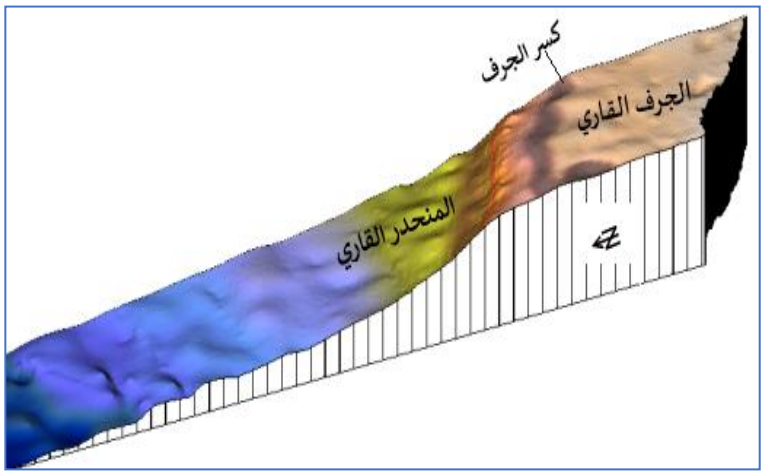
بالنسبة لمنطقة الدراسة، كما هو مبيّن بالشكل (2) ويماثل التركيب البنيوي للجرف القاري تركيب اليابس المجاور له، ويرتبط تكوينه بالنشاط التكتوني والعمليات البحرية كالأمواج والتيارات البحرية، وتغيرات مستوى سطح البحر أثناءالأزمنة الجيولوجية، مما يجعل حدوده عرضة للتغير مكانيًا وزمنيًا تبعًا لفترات الغمر والانحسار البحري عن الحواف القارية المجاورة للبحار والمحيطات.

الشكل (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

الشكل (2) الرصيف القاري بخليج سرت.



المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

2. الأساس القانوني: يُعرَّف الجرف القاري (قانونيًا) بأنّه قاع البحر وباطن أرضه الواقع خارج مجال البحر الإقليمي للدول الساحلية، وتتمتع تلك الدول بحقوق سيادية حصرية لأغراض الاستكشاف والاستغلال للموارد الطبيعية، وربطت اتفاقية جنيف امتداد الجرف القاري بعمق (200) متر، أو بقابلية استغلال الموارد الطبيعية (CSC, 1958, Art. 1)، بينما عرّفت اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار (الجرف القاري) استنادًا إلى الامتداد الطبيعي لليابسة حتى مسافة (200) ميل بحري كحد أدنى مع إمكانية التمديد وفق شروط محددة (UNCLOS, 1982, Art. 76)، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة (31,382) كيلومتر مربع وتشكّل (39%) من إجمالي مساحة خليج سرت، وحوالى (46.6%) من مساحة الجرف القاري الليبي البالغة (67308) كيلومتر مربع (غريبي، 2023، ص18)، وتحظى منطقة الدراسة بأهمية بيئية واقتصادية واستراتيجية كبيرة، وتُعدّ مصدرًا للموارد البحرية مثل الصيد والنفط والغاز، وتقع بها أهم الموانئ النفطية بالبلاد كميناء السدرة، والبريقة، ورأس لانوف، بالإضافة إلى الموانئ التجارية المهمة مثل ميناء سرت ومصراتة وزليتن وغيرها من المرافئ الخاصة بالصيد البحري.

أولًا: البنية الجيولوجية:

يمثّل الجرف أحد أهم المظاهر الطبوغرافية للرصيف القاري بخليج سرت، الذي يمثّل الامتداد البحري (لحوض سرت الرسوبي) أحد أهم الأحواض الرسوبية بشمال وسط ليبيا، ويُعدّ أنموذجًا عالميًا لأحواض الانفتاح القاري، ويتميز بتاريخ تكتوني معقّد، ويتألف من طبقات رسوبية سميكة تمتاز بوفرة المصائد الهيدروكربونية (Anketell, 1996, p. 6) ويمكن تلخيص التاريخ الجيولوجي لحوض سرت في **ثلاث مراحل رئيسة:**

1. مرحلة الاستقرار الجيولوجي: (قبل العصر الطباشيري): حيث كان الحوض جزءًا من الكتلة النوبية المستقرة التي ترسبت فوقها طبقات أفقية من الصخور الرملية والطينية والكربونية أثناء العصر البإلموزوي .(Thusu et al, 1988 ,p12).

2. مرحلة التصدع والهبوط (العصر الطباشيري– البإلموجين): تمثّل هذه المرحلة أهم مراحل نشأة الحوض، بحيث بدأت عملية التصدع أثناء العصر الطباشيري التي نتج عنها تكوّن صدوع عميقة قسّمت الحوض إلى كتل بارزة ومنخفضات، ترسبت فوقها طبقات رسوبية قارية سميكة، وأخرى كربونية ضحلة ترسبت في فترات الغمر البحري، أمّا في عصر البإلموجين

(البيلوسين–الإيوسين)، فاستمر هبوط الحوض مع تراجع فاعلية النشاط التكتوني وزيادة عمليات الترسيب (El Hawat, Shelmani, 1993 ,p24) فتكوّنت طبقات سميكة من الرواسب الكربونية الغنية بالمتحجرات التي شكّلت أهم المصائد النفطية بالحوض

3. مرحلة الهبوط الإقليمي والترسيب البحري (النوجين – الحديث): شهد الحوض أثناءها حدوث هبوط واسع وأصبح أكثر استقرارًا من ناحية النشاط التكتوني، وزيادة عمليات الترسيب البحري والقاري، وارتبطت هذه المرحلة بتغيرات مستوى سطح البحر المتوسط من حيث ارتفاع وانخفاض مستوى مياهه، والتي أثرت بشكل مباشر على أنماط الترسيب وتشكيل الوحدات المورفولوجية التي تغطي قاع الخليج، ففي فترات انخفاض مستوى سطح البحر ينكشف الجرف القاري وتتراكم عليه الرواسب الخشنة (رمال، حصى) المنقولة بفعل الأودية والسيول الساحلية (Abdunaser & McCaffrey, 2015, p. 59)، أمّا في فترات الغمر البحري فتراكمت عليه رواسب دقيقة الحبيبات (طين وسلت) في المناطق العميقة، بينما تراكمت الرواسب الكربونية في المناطق الضحلة، وهكذا فإنّ النشاط التكتوني وعمليات الترسيب والانحسار البحري كانت العوامل الرئيسة التي حددت مورفولوجية قاع الخليج ووحداته الطبوغرافية، فالشكل المقوس للجرف والخليج عامةً، ما هو إلّا انعكاس مباشر لحركات التصدع والهبوط غير المتوازن للحافة القارية، كما أدت التراكيب الجيولوجية العميقة إلى تكوّن مرتفعات بنيوية (Horsts) التي شكّلت أشكال تضاريسية مرتفعة، ومنخفضات بنيوية (Grabens) شكّلت أحواضًا مغلقة تغطيها الرواسب البحرية، فالتنوع البنيوي لقاع خليج سرت أسهم في تباين سمك وتوزيع الرواسب، بحيث غطت مناطق المرتفعات رواسب كربونية ضحلة، بينما تراكمت المواد العضوية في الأحواض العميقة، والتي أسهمت في تكوين المصائد النفطي (Wennekers et al, 1996 ,p22) ، ومما سبق يتضح أنّ السمات الجيومورفولوجية للخليج والتباين الطبوغرافي بين أقسامه التضاريسية انعكاس مباشر للتاريخ التكتوني المعقد للحوض سرت إلى جانب التغيرات في مستوى سطح البحر المتوسط في الحقب الجيولوجية.

ثانيًا: الخصائص الشكلية والمساحية:

يُعَدّ الجرف القاري لخليج سرت من أوسع الأرفف القارية المحاذية للساحل الليبي، ويمتد بشكل تدريجي من خط الساحل نحو البحر المفتوح، ويظهر الجرف في شكل قوس عظيم

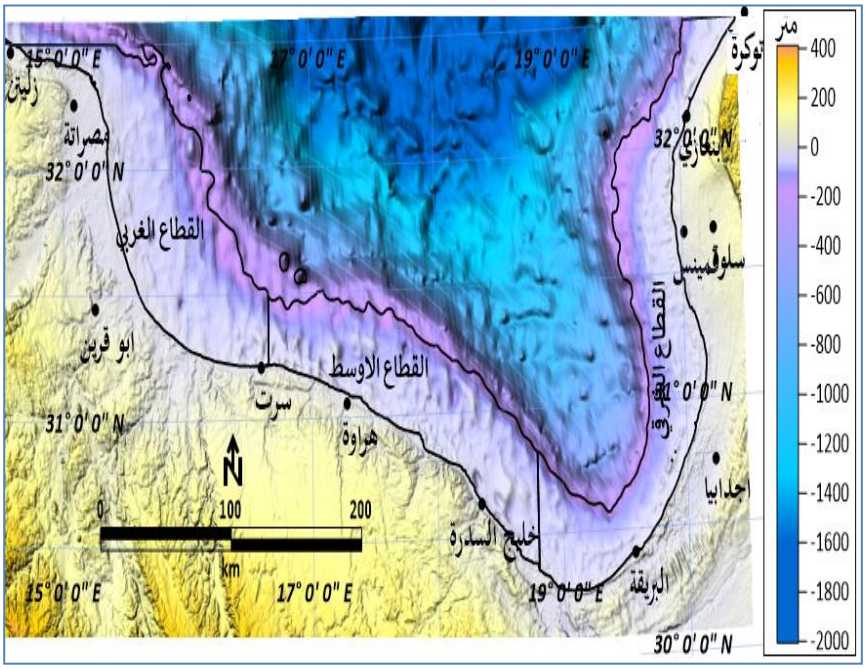
الاتساع مفتوح نحو المنحدر القاري، في انسجام واضح مع النمط الجيومورفولوجي العام للوحدات الطبوغرافية المكوِّنة لخليج سرت، وتبلغ مساحة الجرف القاري لخليج سرت (31382) كيلومتر مربع، ويشكّل (46.6%) من إجمالي مساحة الجرف القاري الليبي ويأتي في المرتبة الثانية من حيث الاتساع بعد الجرف القاري المحاذي لإقليم سهل الجفارة، ونظرًا لاتساع المجال المكاني لمنطقة الدراسة تمّ تقسيمها إلى ثلاث قطاعات من الغرب إلى الشرق، كما هو مبيّن بالجدول (1) والشكل (3)، بهدف إبراز وتحليل الخصائص الشكلية والمساحية والتضاريسية للجرف القاري بخليج سرت، بحيث يشغل القطاع الغربي الجزء المحاذي لخط الساحل الممتد من زليتن غربًا حتى سرت شرقًا، ويشغل (34%) من مساحة الجرف القاري الليبي، ويتراوح عرضه الجرف ما بين (1 – 75) كيلومتر، ويظهر في شكل قوس مفتوح باتجاه الشمال الشرقي، بينما يشغل القطاع (الأوسط) الجزء المحاذي لخط الساحل الممتد من سرت غربًا حتى رأس الانوف شرق، ويشكّل (29%) من مساحة الجرف، ويتراوح اتساعه ما بين (25 –50) كيلومتر، وهو أكثر القطاعات من حيث الاستقامة، أمّا القطاع الشرقي فيمثّل الجزء المحاذي لخط الساحل الممتد من رأس الانوف غربًا حتى توكره شرقًا، ويشغل (37%) من مساحة الجرف ويتراوح عرضه ما بين (18 – 50) كيلومتر، ويظهر في شكل قوس مفتوح باتجاه الشمال الغربي، وبشكل عام فإنّ اتساع الجرف يتراوح ما بين (1–75) كيلومتر، ويتباين اتساعه من مكان لآخر، بحيث يأخذ في الاتساع مع الابتعاد عن أطرف الخليج الشرقية والغربية، بسبب اقتراب الحافات الجبلية لكل من الجبل الأخضر والجبل الغربي من خط الساحل، مما أدى إلى تقلّص المساحة المتاحة للترسيب، فالخصائص الشكلية والمساحية للجرف ترتبط بشكل مباشر بالسجل التكتوني، والتغير في مستوى سطح البحر، وفاعلية عمليات الترسيب القارية والبحرية خلال الأزمنة الجيولوجية.

الجدول (1) الخصائص المساحية للجرف القاري.

الخصائص	المساحة/ كم^2	النسبة %	أقصى عرض/ كم	أقل عرض/ كم
القطاع الغربي	10620	34	75	1
القطاع الأوسط	9171	29	50	25
القطاع الشرقي	11591	37	50	18
الجرف القاري	31382	100	75	1

المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

الشكل (3) قطاعات منطقة الدراسة.



المصدر: الباحث اعتماداً على: EMODnet Bathymetry (2024).

ثالثًا: الخصائص التضاريسية:

تمثّل الجروف القارية مجالات انتقالية بين اليابس والمحيط العميق، وتتميز الجروف القارية بخصائص تضاريسية فريدة تعكس تفاعلًا معقدًا بين العوامل البنيوية والتكتونية، وعوامل الحت والترسيب البحرية والقارية، والتغيرات التاريخية في مستويات سطح البحر، وتلعب لخصائص التضاريسية دورًا محوريًا في تميز الوحدات التضاريسية، فهي تمثّل الأساس الكمي الذي يُبنى عليه فهم وتصنيف أشكال السطح وتكشف التباين بين المظاهر الجيومورفولوجية (أبو العطا، 2010، ص63)، ولها دور مهم في رسم الخرائط الجيومورفولوجية للوحدات الطبوغرافية.

1. **العمق**: يُعدّ العمق أحد أهم المعايير الأساسية المستخدمة في تصنيف المظاهر التضاريسية بقاع البحر، ويُمثّل مدخلًا مهمًا لفهم البنية الجيومورفولوجية للبيئات البحرية وتحديد الوحدات المورفولوجية الكبرى والصغرى، وبتحليل الجدول (2) والشكل (4) يتضح أنّ توزيع خطوط العمق بكافة قطاعات منطقة الدراسة تتزايد في التقارب من بعضها البعض بالابتعاد عن خط

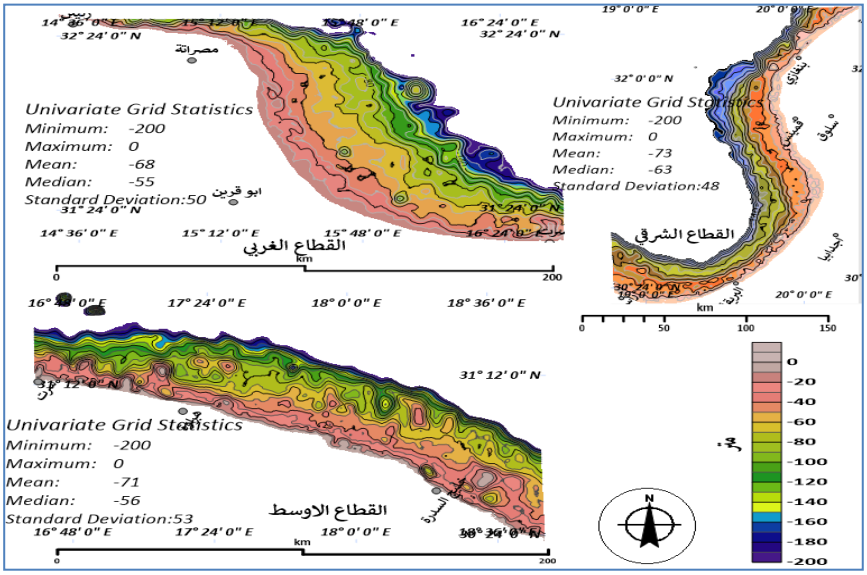
الساحل، مما يعكس التزايد الواضح في العمق وانحدار القاع بالابتعاد عن المنطقة الشاطئية بشكل عام، كما تتسم خطوط تساوي العمق بكثرة التعرجات وتظهر في شكل حلقات دائرية وشبه دائرية، مما يعكس التنوع الواضح في المظاهر التضاريسية الغاطسة التي تغطي قاع الجرف القاري، وتراوحت أعماق الجرف القاري ما بين (صفر – 200) متر، مع وجود تباين واضح من حيث متوسط العمق وتوزيع الأعماق بين قطاعات الجرف، ففي القطاع الشرقي بلغ متوسط عمق (73) متر، وفي القطاع الأوسط (71) متر والقطاع الغربي (68) متر، كما تشير قيم الانحراف المعياري إلى أنّ القطاع الأوسط كان أكثر القطاعات تباينًا في توزيع الأعماق بانحراف معياري يبلغ (53) متر، يليه القطاع الغربي بانحراف معياري (50) متر، والقطاع الشرقي (48) متر، أمّا من حيث التوزيع المساحي لفئات العمق فيتضح أنّ فئة العمق (0 – 50) متر تشكّل النسبة الأكبر من التوزيع المساحي لفئات العمق بكافة القطاعات، فقد غطت مساحة هذه الفئة حوالى (11591) كيلومتر مربع وبنسبة (37%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، وشكّلت حوالى (50%) من مساحة القطاع الغربي و(46%) من مساحة القطاع الشرقي و(39%) من مساحة القطاع الأوسط، مما يشير إلى ضحالة البيئة البحرية بالجرف القاري، أمّا بقية فئات العمق (50– 100) متر، والفئة (100 –200) متر، فهما متقاربتان من حيث المساحة التي تشغلها كل فئة، بحيث شكّلت الأولى (29%) والثانية (34%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، وبشكل عام فإنّ متوسط عمق الجرف القاري بلغ (70) متر ، مما يشير إلى وجود بيئة بحرية ضحلة ذات عمق نسبي، فالعمق الضحل للجرف القاري ناتج من تظافر جملة من العوامل يأتي في مقدمتها: الهبوط البطيء والمستمر للحافة القارية لحوض سرت وعدم تعرّضها لانكسارات حادة قرب الساحل، كما أسهم نشاط عمليات الحت والترسيب البحري والقاري الطويل الأمد والتباين في مستويات سطح البحر أثناء الأزمنة الجيولوجية، وغياب أي نشاط تكتوني حديث قوي على الساحل المجاور، فكل تلك العوامل إلى تدرج أعماق الجرف بالابتعاد عن خط الساحل، مما ساعد في اتساع عرض الجرف القاري وضحالة مياهه. مما أسهم في دعم الأنظمة البيئية البحرية وخاصة من حيث التنوع الأحيائي.

الجدول (2) التوزيع المساحي لفئات العمق بالجرف القاري.

فئات العمق		0–50	50–100	100–200	الإجمالي
القطاع الغربي	كم^2	4664	3577	2379	10620
	%	50	33	17	100
القطاع الأوسط	كم^2	3539	3468	2164	9171
	%	39	38	23	100
القطاع الشرقي	كم^2	5342	3142	3107	11591
	%	46	27	27	100
الجرف القاري	كم^2	11591	9175	10616	31382
	%	**37**	**29**	**34**	**100**

المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

الشكل (4) توزيع الأعماق بالجرف القاري.

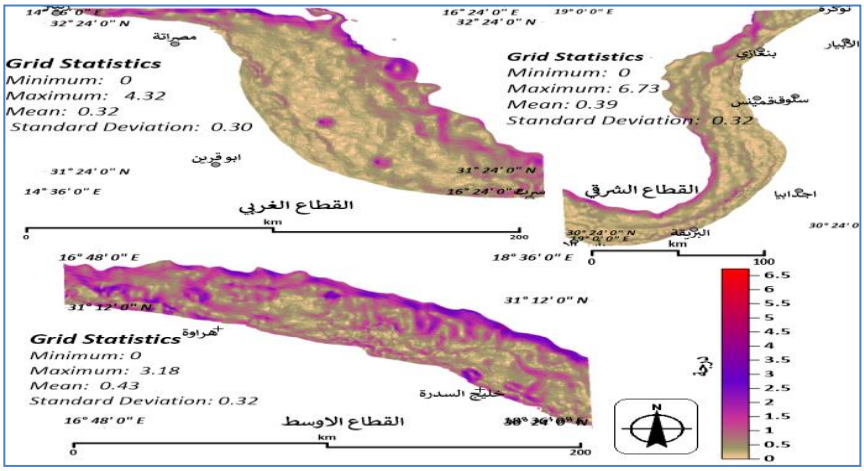


المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

2. الانحدار: تمتاز الجروف القارية عن غيرها من المظاهر الطبوغرافية المكوِّنة للرصيف القاري بالميل الخفيف باتجاه البحر إلى أنْ يحدث تغير مفاجئ في درجه الميل عند منطقة كسر الجرف التي تشكّل نهاية المجال المكاني للجرف القاري، وبتحليل الانحدار لقاع منطقه الدراسة يتضح أنّها تتسم بالميل الخفيف، بحيث تراوحت درجات انحدارها ما بين (صفر– 15) درجة وبمتوسط عام بلغ (0.38) درجة، ولم يكن هناك تباين مكاني يذكر في معدلات الانحدار

بين قطاعات الجرف، بحيث تراوح معدل ميل القاع ما بين (0.32) درجة بالقطاع الغربي و(0.39) درجة بالقطاع الشرقي و(0.43) درجة بالقطاع الأوسط، كما هو مبيّن بالشكل (5) وفيما يختص بالتوزيع المساحي لفئات الانحدار، المبينة بالجدول (3) يتضّح أنّ الفئة الغالبة على التوزيع المساحي لفئات الانحدار كانت الفئة (0- 0.5) درجة التي استحوذت على (75%) من إجمالي التوزيع المساحي لفئات الانحدار، إذ سجلت هذه الفئة (80%) من إجمالي التوزيع المساحي بالقطاع الغربي ونحو (75%) من إجمالي التوزيع المساحي بالقطاع الشرقي وحوالي (69%) من إجمالي التوزيع المساحي بالقطاع الأوسط، أمّا بقية فئات التوزيع المساحي لدرجات الانحدار (0.5-2) درجة والفئة (2-5) درجة فلم تشكّل مجتمعة سوى (25%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، ومما سبق يتضح أنّ قاع الجرف يغلب عليه الطابع شبه المستوي تتخلله بعض المساحات التي يزداد فيها الانحدار بشكل واضح وخاصة تلك التي تتجاوز فيها درجات ست درجات، مما أدى إلى وجود تباين في توزيع درجات الميل بقاع الجرف القاري، بحيث تراوحت قيم الانحراف المعياري لدرجات الانحدار ما بين (0.30– 0.39) درجة، ويرجع ذلك التباين إلى البنية التكتونية وعوامل الحت والترسيب لحوض سرت التي أوجدت نظامًا من الكتل المرتفعة والمنخفضة مثّلت الأساس البنيوي للجرف القاري الحالي وخليج سرت بشكل عام، كما أثر نمط الترسيب الذي تهيمن عليه الرواسب الكربونية التي ترسبت بشكل أفقي وشبه أفقي، في تشكيل سطح رسوبي متسع قليل الانحدار، كما أسهمت التغيرات في مستوى سطح البحر أثناء الحقب الجيولوجية في قلة انحدار الجرف، ففي فترات تراجع مياه البحر ينكشف الجرف القاري ويصبح معرضًا للتعرية والتسوية، أمّا في فترات الغمر البحري اللاحقة يزداد نشاط عمليات الترسيب، بحيث تتكون طبقات من الرواسب الكربونية التي أسهمت في تسوية السطح وانخفاض ميل القاع بالجرف القاري.

الشكل (5) درجات الانحدار بالجرف القاري.



المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

الجدول (3) فئات الانحدار بالجرف القاري.

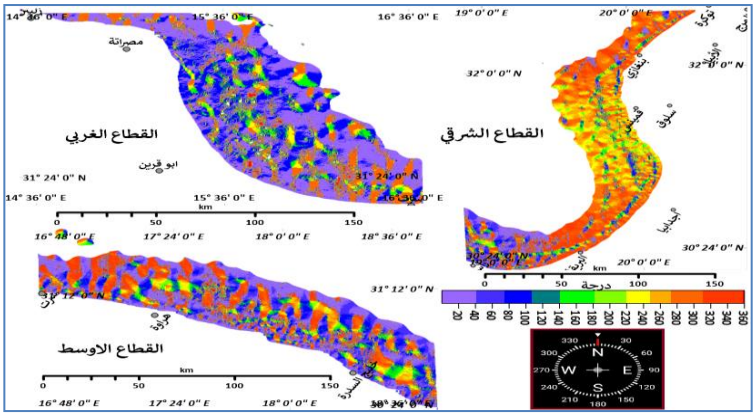
فئات الانحدار		شبه مستوي (0–0.5)	انحدار خفيف (0.5–2)	انحدار بسيط (2–5)	الإجمالي
القطاع الغربي	كم^2	8570	2034	16	10620
	%	80	19	1	100
القطاع الأوسط	كم^2	6282	2880	9	9171
	%	69	31	0	100
القطاع الشرقي	كم^2	8691	2882	18	11591
	%	75	25	0	100
الجرف القاري	كم^2	23767	7871	44	31682
	%	75	25	0	100

المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

3. اتجاه الانحدار: من قراءة وتحليل الجدول (4) والشكل (6) يتضح أنّ هناك تباين واضح في اتجاهات الميل بين قطاعات الجرف القاري رغم وجود اتجاه عام لميل الجرف صوب الشمال والشمال الشرقي، ففي القطاع الغربي من الجرف يتسم التوزيع المساحي لاتجاهات الميل بتقارب نسب اتجاه الشمال الشرقي (29%) واتجاه الشمال (23%) والشرق (23%)، أمّا بقية الاتجاهات فسجلت نسب ضعيفة ومتقاربة من بعضها البعض، ولم تتجاوز مجتمعة (24%) من إجمالي مساحة القطاع، أمّا القطاع الأوسط فيتسم بسيادة الاتجاه الشمالي بنسبة (32%) يليه اتجاه الشمال الشرقي بنسبة (29%) واتجاه الشمال الغربي (14%) من إجمالي مساحه القطاع، في حين سجلت الاتجاهات الجنوبية واتجاه

الشرق نسب منخفضة ومتقاربة ولم تتجاوز مجتمعة (25%) من إجمالي مساحه القطاع، أمّا القطاع الشرقي فإنّ أكثر من نصف مساحته تنحدر باتجاه الغرب والشمال الغربي يليهما اتجاه الشمال بنسبة (15%) والجنوب الغربي بنسبة (12%)، أمّا بقيه الاتجاهات فسجلت نسب متقاربة من بعضها البعض، لم تتجاوز مجتمعة (21%) من إجمالي مساحة القطاع، وبشكل عام فإنّ معظم مساحة الجرف تميل باتجاه المنحدر القاري الذي يحدّه من ناحيه الشمال والشمال الشرقي والشرق والغرب والشمال الغربي، بحيث بلغت مساحة الجرف القاري التي تميل نحو تلك الاتجاهات (26,467) كيلومتر مربع وبنسبة (85%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، بينما لم تشكّل المساحات التي تميل نحو اليابس القاري (الجنوبية) سوى (15%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، فالميل صوب تلك الاتجاهات يرجع إلى المظاهر التضاريسية التي تغطي قاع الجرف القاري، فاتجاه الانحدار لقاع الجرف تتحكم فيه العوامل التكتونية والترسيبية، فالميل العام للجرف القاري موجّهًا من الجنوب والجنوب الغربي والجنوب الشرقي باتجاه الشمال والشمال الشرقي، بحيث أدى الهبوط غير المتكافئ إلى توجيه الميل العام لسطح القاع من اليابسة باتجاه البحر المفتوح، مما جعل اتجاه الانحدار متماشيًا مع الشكل المقوس للجرف الذي انعكس على تباين اتجاهات الانحدار المحلية بين قطاعات الجرف القاري، ففي القطاع الشرقي يميل الانحدار نحو الغرب والشمال الغربي وفي القطاعين الأوسط والغربي يتجه الانحدار نحو الشمال والشمال الشرقي، بحيث يتبع اتجاه الانحدار التغير في اتجاه خط الساحل لليابس المجاور.

الشكل (6) اتجاهات الانحدار بالجرف القاري.



المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

الجدول (4) التوزيع المساحي لاتجاهات الانحدار بالجرف القاري.

الاتجاه	القطاع الغربي		القطاع الأوسط		القطاع الشرقي		الجرف القاري	
	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%
مستوي	78	1	16	0	14	0	108	0
الشمال	2437	23	2966	32	1700	15	7103	23
الشمال الشرقي	3150	29	2621	29	791	7	6562	21
الشرق	2405	23	898	10	362	3	3665	12
الجنوب الشرقي	605	6	310	3	900	8	1815	6
الجنوب	447	4	224	2	396	3	1067	3
الجنوب الغربي	274	2	297	3	1354	12	1925	6
الغرب	523	5	602	7	3085	26	4210	13
الشمال الغربي	701	7	1237	14	2989	26	4927	16
الإجمالي	**10620**	**100**	**9171**	**100**	**11591**	**100**	**31382**	**100**

المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

رابعًا: الخريطة الجيومورفولوجية للجرف القاري:

1. مفهوم الخريطة الجيومورفولوجية وتطورها: تُعرَّف بأنّها تمثيل كارتوغرافي تحليلي يُظهر أشكال سطح الأرض أو قاع البحر، ويُصنّفها وفق خصائصها المورفولوجية، فهي تمثّل أداة تكاملية لعرض الأشكال الأرضية والغاطسة وعلاقتها بالعمليات المكوِّنة لها. (Otto et al., 2015, p. 3) وارتبط رسم خرائط قاع البحر بتطور تقنيات قياس الأعماق بحيث بدأت المحاولات الأولى بقياسات يدوية بدائية لخدمة الأغراض الملاحية، ومع بداية القرن التاسع عشر ظهرت الخرائط الباثيمترية في شكل خطوط كنتورية تمثّل توزيع الأعماق بالبحار والمحيطات التي أسهمت في تميز الوحدات الطبوغرافية الكبرى لقيعان البحار والمحيطات، ومع نهاية الحرب العالمية الثانية بدأ استخدام التقنيات الصوتية في رسم خرائط قاع البحر حيث أتاح استخدام السونار أحادي الشعاع جمع قياسات للأعماق أكثر دقة وانتظام، وفي أواخر القرن العشرين أدى التطور التقني في مجال نظم المعلومات الجغرافية إلى الانتقال السريع نحو النمذجة الرقمية لقاع البحر، وخاصة بعد استخدام السونار متعدد الحزم، ودمجة مع بقية قياسات الأعماق لإنتاج نماذج الارتفاعات الرقمية عالية الدقة، مما أسهم في تطور رسم الخرائط الجيومورفولوجية البحرية (Webb, P, 2019 , P,88)، وفي المرحلة المعاصرة وفرت قواعد البيانات العالمية المفتوحة مثل (GEBCO و EMODnet) بيانات

عالية الدقة مكّنت من إنتاج خرائط جيومورفولوجية تفصيلية لقيعان البحار والمحيطات، ويُعدّ التحول من الخرائط الوصفية إلى التحليل الجيومورفولوجي المتكامل من أبرز ملامح هذا التطور بحيث أصبحت خرائط قاع البحر أداة أساسية لفهم نشأة الأشكال البحرية وتطورها الزمني، ولا سيما في البيئات القارية البحرية.

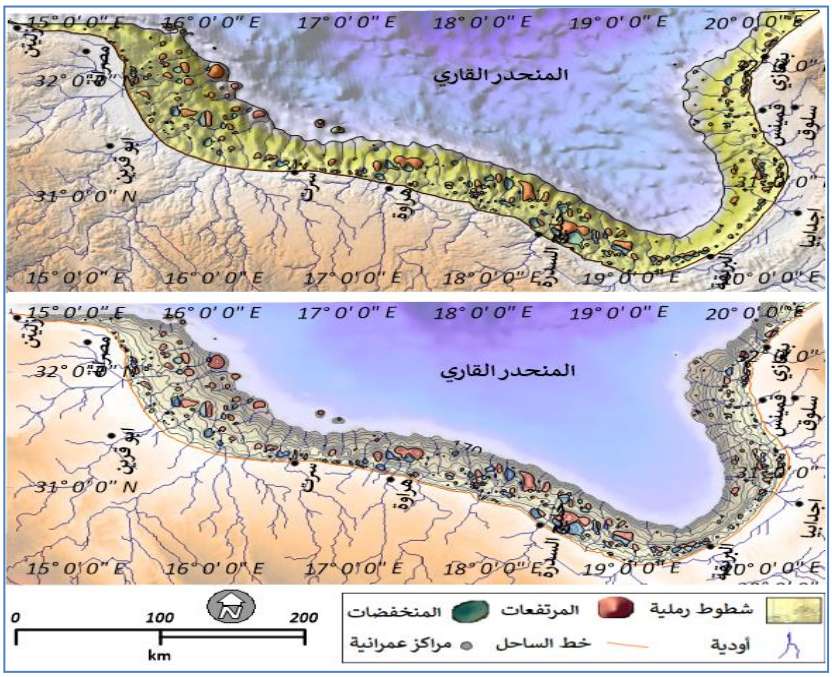
2. المظاهر الجيومورفولوجية بالجرف القاري لخليج سرت: لإنتاج الخريطة الجيومورفولوجية للجرف القاري بخليج سرت، وتحليل المظاهر الجيومورفولوجية بالجرف القاري تمّ الاعتماد على بيانات قياس الأعماق الصادرة عن الشبكة الأوروبية لرصد البيانات البحرية (EMODnet Bathymetry (2024)، التي أمكن من خلالها إنتاج الخرائط الطبوغرافية للجرف القاري، كالخريطة الكنتورية وخرائط الانحدار واتجاهاته، والانحناء وخريطة القمم والمنخفضات، باستخدام أدوات التحليل الطبوغرافي في برامج (surfer)، إضافة إلى استخلاص شبكة التصريف للجرف القاري واليابس المجاور له بأدوات التحليل الهيدرولوجي ببرنامج (Arc GIS)، لتتبع مسارات الأودية الغاطسة على الجرف القاري، ودمجها مع بيانات الخرائط الطبوغرافية، لاستخلاص وتميز المظاهر التضاريسية الغاطسة وتصنيفها إلى وحدات جيومورفولوجية متجانسة، تبعًا للخصائص التضاريسية لكل منها كما هو مبيّن بالجدول (5) والشكلين (7)، (8).

الجدول (5) التوزيع المساحي والنسبي للمظاهر الجيومورفولوجية.

المظاهر الجيومورفولوجية		الشطوط الرملية	المرتفعات	المنخفضات	الإجمالي
القطاع الغربي	كم^2	9539	729	352	10620
	%	90	7	3	100
القطاع الأوسط	كم^2	7629	861	681	9171
	%	83	9	8	100
القطاع الشرقي	كم^2	10588	600	403	11591
	%	91	5	4	100
الرف القاري	كم^2	28020	2211	1451	31682
	%	88	7	5	100

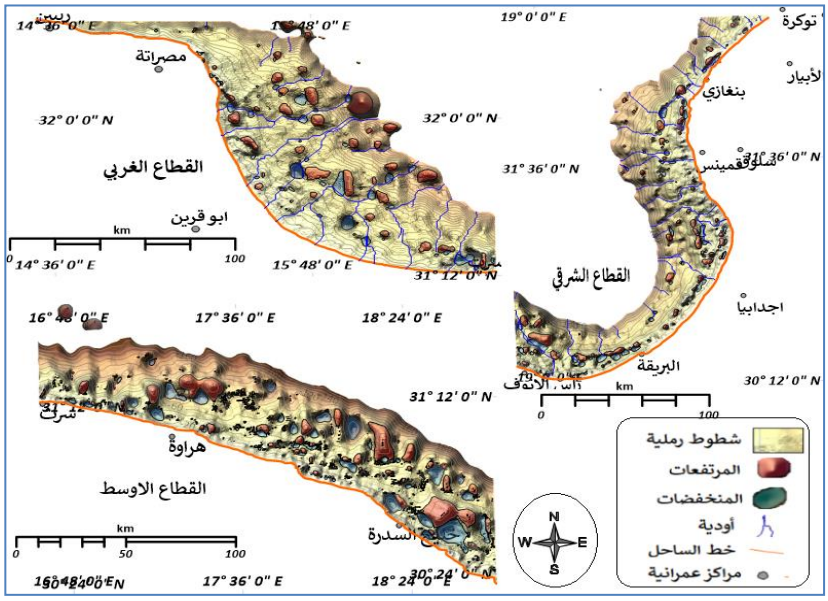
المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

الشكل (7) الخريطة الجيومورفولوجية للجرف القاري.



المصدر: الباحث اعتمادًا على: **EMODnet Bathymetry (2024)**

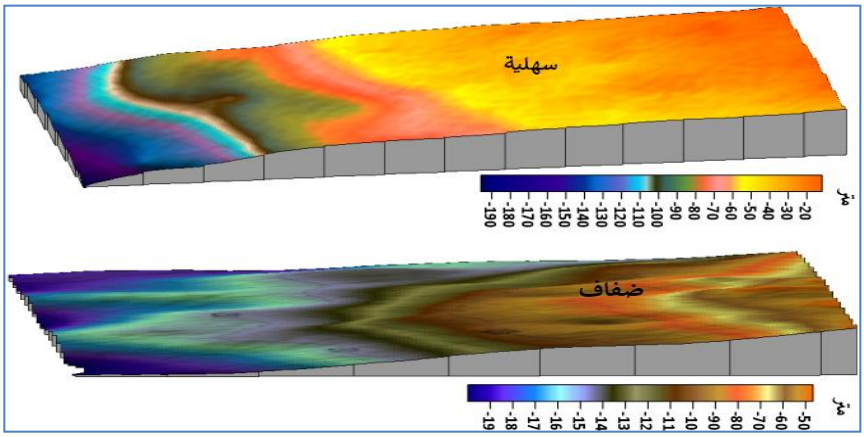
الشكل (8) الخريطة الجيومورفولوجية لقطاعات الجرف القاري.



المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

– **الشطوط الرملية:** عبارة عن تكوينات رملية تظهر في هيئة شطوط رملية تشكّل مساحات شبه مستوية، وضفاف رملية تشكّل أسطح مموجة، تكوّنت بسبب تراكم الرواسب الناتجة عن التغير في مستوى سطح البحر وعمليات الحت والترسيب القاري والبحري، وتظهر هذه المظاهر التضاريسية على الخريطة الكنتورية في المساحات التي تمتد بها خطوط العمق بشكل أفقي بالنسبة للأشكال السهلية أو المنبسطة، بينما تظهر الضفاف الرملية في المساحات التي تمتد فيها خطوط العمق بشكل أقواس متتالة، كما تظهر على الخريطة المجسمة في شكل تموجات متتالية الشكل (9) أمّا في خريطة الانحدار فتظهر في المساحات التي يتراوح انحدارها ما بين (0 – 0.5) درجة، ويغطي هذا النمط الجيومورفولوجي (28020) كيلومتر مربع وتشكّل (88%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، بحيث تغطي حوالى (91%) من إجمالي مساحة القطاع الشرقي و(90%) من مساحة القطاع الغربي و (83%) من مساحة القطاع الأوسط.

الشكل (9) أنماط الشطوط الرملية.

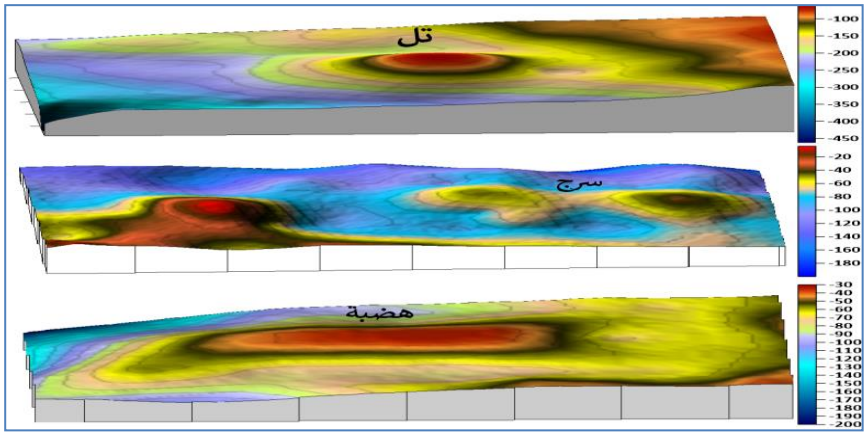


المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

– **المرتفعات:** تمثّل الوحدات التضاريسية المرتفعة نسبيًا عن قاع البحر، وتُعدّ من أهم الوحدات الطبوغرافية المؤثرة على حركة المياه وتوزيع الرواسب، والنظم البيئية البحرية، ويرجح تكونها بسبب النشاط التكتوني أو البركاني، وتظهر مرتفعات منعزلة أو على شكل سلاسل متتابعة، وتشمل المرتفعات التي أمكن تميزها بمنطقة الدراسة، الهضاب والتلال والسروج الغاطسة، المبينة بالشكل (10) بحيث تظهر الهضاب في شكل مساحات مسطحة أو شبه

مسطحة ذات امتداد مساحي ترتفع عن القاع المحيط بها وينحدر القاع من جوانبها بشكل فجائي إلى المساحات الأقل عمقًا، ومتباينة من حيث أحجامها وأشكالها، وتظهر الهضاب في شكل مضلعات مغلقة ومتطاولة في خريطة القمم والمنخفضات، وفي الخريطة المجسمة في شكل أسطح متسعة وشبه مستوية ذات ميل واضح من الجوانب، وفي الخريطة الكنتورية تظهر في المساحات التي تتخذ فيها خطوط العمق في شكل خطوط مغلقه وبها مساحة واسعة خالية من الخطوط، أمّا التلال فتظهر في شكل حلقات كنتورية مغلقة تأخذ في التزايد في المنسوب باتجاه الحلقة الوسطى التي تمثّل القمة، وتتباين من حيث أشكالها ما بين الشكل الدائري والبيضاوي، وتتسم بالوعورة والتضرس وتظهر في الخريطة المجسمة على هيئه مضلعات مغلقه ذات جوانب محدبة، كما يمكن اشتقاقها بشكل إلى من خريطة القمم والمنخفضات ببرنامج (Surfer)، أمّا السروج فهي تمثّل انخفاض أو ممر بين تلال أو جبال بحرية متجاورة وتظهر على الخرائط الطبوغرافية بنفس المظهر الذي تظهر به التلال الغاطسة، وتغطي المرتفعات (2211) كيلو متر مربع وتشكّل (7%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، ويتباين توزيعها بين قطاعات منطقة الدراسة فهي تغطي (9%) من مساحة القطاع الأوسط (7%) من مساحة القطاع في الغربي و(5%) مساحة القطاع الشرقي، ويشكّل هذا النمط الجيومورفولوجي عنصرًا أساسيًا في فهم التاريخ التكتوني والرسوبي للجرف القاري، وتؤثر بشكل مباشر في توزيع الرواسب، والأحياء البحرية، كما تُعدّ عنصرًا مهمًا في الخرائط الملاحية.

الشكل (10) أنماط المرتفعات بالجرف القاري.

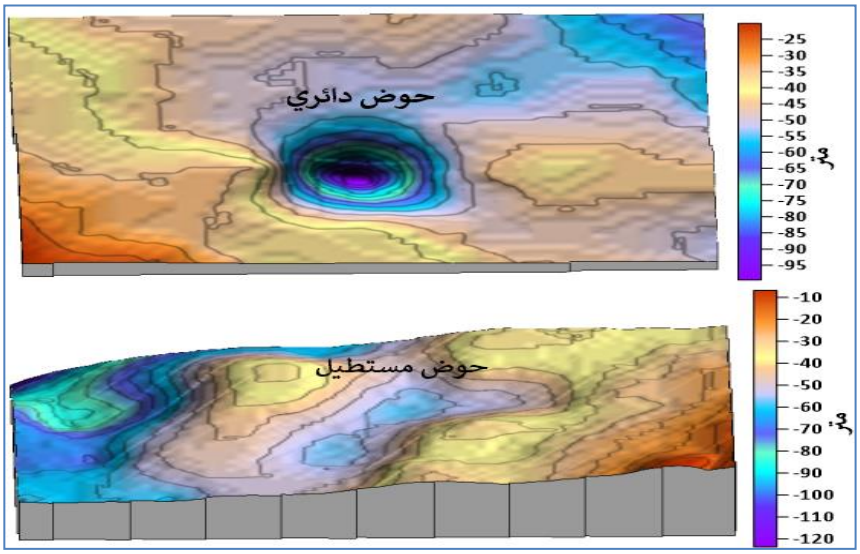


المصدر: الباحث اعتمادًا على: EMODnet Bathymetry (2024).

– **المنخفضات:** تمثّل المنخفضات القاعية المساحات المنخفضة نسبيًا عن القاع المجاور لها، وتظهر على الخرائط الطبوغرافية البحرية في صورة نطاقات مغلقة أو شبه مغلقة من خطوط الأعماق، تتزايد قيمها العددية باتجاه مركز المنخفض، وهو ما يعكس زيادة العمق نحو الداخل، ويُعدّ هذا النمط من الترتيب الكنتوري السمة الأساسية التي تميز المنخفضات القاعية عن المرتفعات القاعية، حيث تتناقص القيم باتجاه المركز في حالة المرتفعات (IHO, 2019) ويُعدّ تقارب خطوط الأعماق حول المنخفض مؤشرًا على شدة الانحدار المحيط به، بينما يشير تباعدها إلى منحدرات خفيفة أو قيعان منخفضة واسعة شبه مستوية، كما تظهر على الخريطة المجسم في شكل مضلعات محدبة يميل منها القاع من كل اتجاه نحو منطقة منخفضة تتوسط المنخفض، وفي خريطة الانحناء تظهر في شكل أسطح مقعرة ذات قيم سالبة، كما يمكن اشتقاقها بشكل من خريطة القمم والمنخفضات، وتغطي الأحواض (1451) كيلومتر مربع وتغطي (5%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، ويتباين توزيعها بين قطاعات منطقة الدراسة فهي تغطي (8%) من مساحة القطاع الأوسط و(4%) مساحة القطاع الشرقي و(3%) من مساحة القطاع الغربي، وتظهر بعدة أشكال مورفولوجية متباينة، كالأحواض الدائرية والمستطيلة، كما هو مبيّن بالشكل (11) أمّا الأودية الغاطسة فهي تمثّل امتدادًا لشبكة الأودية على اليابس المجاور للجرف القاري، التي تغمرها مياه البحر في الوقت الراهن.

ومن التوزيع المكاني للمنخفضات بالجرف القاري يتبيّن ارتباط توزيعها بالتوزيع المكاني للمرتفعات، بحيث تظهر المنخفضات مجاورة للمرتفعات، مما أدى إلى وجود تضاريس قاعية ذات طابع فسيفسائي، وهو نمط جيومورفولوجي لا يمكن تفسيره بوصفه ظاهرة عشوائية، بل يعكس حصيلة تفاعل معقّد بين النشاط التكتوني، وتذبذبات مستوى سطح البحر أثناء الحقب الجيولوجية المختلفة، فضلًا عن دور العمليات البحرية في إعادة توزيع الرواسب على قاع الجرف القاري بخليج سرت.

الشكل (11) أنماط المنخفضات بالجرف القاري.



المصدر: الباحث اعتماداً على:(EMODnet Bathymetry (2024.

– النتائج والتوصيات:

– النتائج:

1. ارتبط التباين الجيومرفولوجي للجرف القاري بخليج سرت بالتطور التكتوني لحوض سرت، وعوامل الحت والترسيب والتغيرات في مستوى سطح البحر المتوسط أثناء الحقب الجيولوجية.

2. يظهر الجرف القاري بخليج سرت على هيئة قوس مفتوح باتجاه الشمال وتبلغ مساحتة (31382) كيلومتر مربع ويشكّل (46.6%) من إجمالي مساحة الجرف القاري الليبي، ويتراوح اتساعه ما بين (1–75) كيلومتر، ويأخذ في الاتساع مع الابتعاد عن أطرف الخليج الشرقية والغربية.

3. يمتاز الجرف القاري بعمقه الضحل بمعدل عمق (70) متر، بسبب الهبوط التكتوني البطيء والمستمر للحافة القارية لحوض سرت، وعمليات الترسيب البحري والقاري.

4. يتسم قاع الجرف القاري بالميل البسيط ما بين (صفر– 6.5) درجة وبمعدل (0.38) درجة، وترجع الاختلافات المحلية في درجات الانحدار إلى تباين المظاهر التضاريسية الغاطسة التي تغطي القاع.

5. تباين اتجاه الميل بين قطاعات الجرف القاري، ويتبع اتجاه الانحدار بشكل عام بتعرجات خط الساحل، وهو ما يفسّر الاختلافات المحلية في اتجاه الميل، رغم وجود اتجاه عام لانحدار القاع نحو الشمال والشمال الشرقي.

6. تغطي الشطوط الرملية (28020) كيلومتر مربع وبنسبة (88%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، ويرجع تكوينها إلى فترات طغيان والانحسار البحري أثناء الحقب الجيولوجية.

7. تمثّل المرتفعات الوحدات التضاريسية المرتفعة نسبيًا عن قاع البحر، وتتمثّل في التلال والهضاب والسروج الغاطسة، وتغطي (2211) كيلو متر مربع وبنسبة (7%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، ويتباين توزيعها بين قطاعات منطقة الدراسة.

8. تمثّل المنخفضات القاعية المساحات المنخفضة نسبيًا عن القاع المجاور لها، وتغطي الأحواض (1451) كيلومتر مربع وبنسبة (5%) من إجمالي مساحة الجرف القاري، ويتباين توزيعها بين قطاعات منطقة الدراسة، وتظهر بعدة أشكال مورفولوجية متباينة.

9. ارتباط التوزيع المكاني للمرتفعات والمنخفضات الغاطسة أدى إلى وجود مظهر جيومورفوجي يتسم بالتباين الطبوغرافي وعدم وضوح الانتقال التدريجي للعمق والانحدار واتجاهاته بقاع الجرف.

– التوصيات:

نظرًا لما يمتاز به الجرف القاري بخليج سرت من أهمية اقتصادية وبيئية وملاحية بالغة توصي الدراسة بضرورة تعزيز وتكثيف الدراسات العلمية المتخصصة حوله، وخاصة الدراسات الجيومورفولوجية والجيولوجية التفصيلية، لِمَا تمثّله من أساس علمي لفهم البئية البحرية لقاع الجرف، وديناميكية العمليات البحرية المؤثرة فيه، كما تؤكد الدراسة على أهمية الاعتماد على التقنيات الحديثة وبيانات قياس الأعماق عالية الدقة ونظم المعلومات الجغرافية، بما يسهم في دعم التخطيط البحري المتكامل، وحماية النظم البيئية البحرية، وتحقيق الاستغلال الأمثل والمستدام لموارد الجرف القاري.

المصادر والمراجع:

– أبو العطا، صبري فهمي (2010)، الجيومورفولوجيا التطبيقية: دراسات في تطبيقات علم شكل سطح الأرض، القاهرة: دار الفكر العربي.

– غريبي، منصور رمضان، المظاهر الطبوغرافية الكبرى في منطقة المياه البحرية الليبية، مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية، الجمعية الجغرافية الليبية، المجلد الخامس، العدد الخامس، يوليو، 2023.

- Abdunaser, K. M., & McCaffrey, K. J. W. (2015). Tectonic evolution of the Sirt Basin, Libya. Petroleum Geoscience, 21(1), 55–68.

- Anketell, J. M. (1996). Structural history of the Sirte Basin and its exploration potential. Journal of Petroleum Geology, 19 (1), 5.

- Convention on the Continental Shelf (CSC). (1958). Geneva Convention on the Continental Shelf. United Nations.

- El Hawat, A. S., & Shelmani, M. A. (1993). Short Notes and Guidebook on the Geology of the Sirt Basin. Earth Science Society of Libya.

- European Marine Observation and Data Network (EMODnet). (2025). EMODnet Bathymetry Digital Terrain Model (DTM) 2024 Release. European Commission. https://emodnet.ec.europa.eu/en/emodnet-bathymetry-dtm-2024-release

- IHO (2019). S-32: Hydrographic Dictionary. International Hydrographic Organization.

- Otto, J. C., Smith, M. J., & Knight, J. (2015). Geomorphological mapping: Methods and applications. Elsevier.

- Thusu, B., El Mehdawi, A., & Milling, M. E. (1988). Palaeozoic sediments of the Sirt Basin, Libya. In Subsurface Palynostratigraphy of Northeast Libya (B. Thusu & B. Owens, Eds.), pp. 91–105.

- United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). (1982). United Nations Convention on the Law of the Sea. United Nations.

- Webb, P. (2019). Introduction to oceanography. University of Richmond.

- Wennekers, J. H. N., Wallace, F. K., & Abugares, Y. I. (1996). The Geology and Hydrocarbons of the Sirt Basin: A Synopsis. In The Geology of Sirt Basin (M. J. Salem, A. J. Mouzughi, & O. S. Hammuda, Eds.), Elsevier, Vol. I, pp. 3–56.

- Wölfl, A. C., et al. (2019). Seafloor mapping – The challenge of a truly global ocean bathymetry. Frontiers in Marine Science, 6, Article 283, 1–15.

الملحق (1) التحقق من جودة البيانات الأصلية.

مجال التحقق	المؤشر	البيانات الأصلية (XYZ)	شبكة DEM	شبكة Kriging	نتيجة التحقق
اكتمال البيانات	عدد الخلايا	2,585,785 نقطة	2,574,263 خلية	976خلية	اكتمال مرتفع
	القيم المفقودة	0	خارج النطاق	خارج النطاق	لا يوجد
	التكرار	0	—	—	لا يوجد
تطابق العمق	أقصى عمق	-200	-200	-199.4	متطابق
	أقل عمق	0	0	-0.06	متطابق
النزعة المركزية	المتوسط	-70.82	-70.67	-69.91	متطابق
	الوسيط	-57.98	-57.96	-58.11	متقارب
التشتت	الانحراف المعياري	51.19	50.82	50.26	متوافق
	الالتواء	-0.818	-0.816	-0.811	انحراف طبيعي
	التفرطح	2.797	2.798	2.8	قريب من الطبيعي
الاتساق المكاني	المسافة بين النقاط	110	110	110	متوافق
	فرق العمق بين النقاط المتجاورة	0.4	—	—	استمرارية عالية
التوافق	IHO S-44/ EMODnet	متحقق	متحقق	متحقق	متوافق

وأظهرت النتائج أنّ عدد النقاط في البيانات الأصلية تجاوز (2.5) مليون نقطة مما يدل على التغطية العالية للبيانات، كما أنّ القيم المفقودة في الأنموذج الشبكي (DEM) اقتصرت على المناطق الواقعة خارج المجال المكاني لمنطقة الدراسة، مما يشير إلى عدم تعرض البيانات لأي تشويه أثناء التحويل، كما بيّنت المقارنة بين الإحصاءات الوصفية للبيانات الأصلية والنماذج المشتقة تقاربًا واضحًا في القيم الأساسية، بحيث حافظت جميع المخرجات على نفس المدى للعمق (0 : 200) متر، كما أظهرت قيم المتوسط والوسيط فروقًا طفيفة جدًا لا تتجاوز المتر، مما يشير إلى عدم وجود أي انحياز إحصائي أو فقد في تمثيل الأعماق الحقيقية، أمّا من حيث التباين وشكل التوزيع فأظهرت قيم الانحراف المعياري والتباين تقاربًا كبيرًا بين البيانات الأصلية والنماذج المشتقة، ما يدل على أنّ التباين المورفولوجي لقاع منطقة الدراسة تمت المحافظة عليه أثناء عملية الاشتقاق، كما بيّنت نتائج التحليل المكاني أنّ متوسط المسافة بين نقاط القياس الأصلية يقارب (115) متر، وهو ما يتطابق تمامًا مع دقة الشبكة في أنموذج الأعماق المشتق من البيانات الأصلية، كما أنّ متوسط فرق العمق بين

النقاط المتجاورة كان منخفضًا (0.4) متر، مما يدل على انتظام التغير في العمق، أمّا من حيث نمط التوزيع المكاني والعلاقات الاتجاهية فأظهر (معامل Clark and Evans) أنّ توزيع نقاط القياس يتسم بنمط منظم غير عشوائي، وهو نمط متوقع في المسوحات البحرية عالية الكثافة، كما أكدت نتائج التحقق غير المباشر عبر الاستيفاء أنّ الشبكة الناتجة حافظت على الخصائص الإحصائية للبيانات الأصلية، ويُعدّ هذا التطابق دليلًا مباشرًا على نجاح عملية النمذجة وعدم حدوث تشويه إحصائي أو مكاني للبيانات، وهكذا فإنّ نتائج التحليل الإحصائي المقارن أكدت أنّ البيانات الأصلية للأعماق بمنطقة الدراسة، تتمتع بدرجة عالية من الجودة الإحصائية والاتساق المكاني، وتتوافق مع المتطلبات الأساسية لمعيار (IHO S-44) ومعايير (EMODnet)، بحيث أسهمت هذه الإجراءات في ضمان تمثيل واقعي للتضاريس القاعية، وتوفير قاعدة بيانات موثوقة لدراسة الخصائص الجيومورفولوجية لقاع البحر في منطقة الدراسة.