



## الخصائص الجيومورفولوجية للرف القاري لساحل مصر الشمالي

### "دراسة تطبيقية باستخدام الجيوماتكس"

د/صبحي عبد الحميد عبد الجواد(\*)

#### ملخص البحث:

يُعد الرف القاري لساحل مصر الشمالي واحداً من أبرز المكونات الجيومورفولوجية التي تشكل الامتداد القاري أسفل المياه البحرية، وبلغ طوله ١١٥٩.٦ كم، ويبدأ من خط الساحل وينتهي عند عمق ٥٢٢م، وبلغت مساحته ٣٣٩٣٦.٣ كم<sup>٢</sup>، ووفقاً لنتائج تحليل GEBCO عام ٢٠٢٤م وجد تنوعاً ملحوظاً في أشكاله وخصائصه البيئية والجيولوجية. ويتسم الرف القاري بكونه بيئة ديناميكية تفاعلت فيها العمليات التكتونية، وتناولته عمليات النحت والإرساب أثناء الذبذبات الإيوستاتية لمستوى سطح البحر في الزمن الرابع، مما أدى إلى وجود تنوع تضاريسي حوت بها موارد طبيعية ذات أهمية استراتيجية، واعتمدت الدراسة على أحدث تقنيات الجيوماتكس ونظم المعلومات الجغرافية، مدعومة ببيانات دقيقة من خرائط مناسيب الأعماق العالمية (GEBCO) للأعوام ٢٠٠٨م و٢٠٢٤م، وصور الأقمار الصناعية Sentinel-2، وخرائط جيولوجية وبحرية متخصصة، وقد أتاح ذلك إعداد خرائط جيومورفولوجية تفصيلية وتحليل التغيرات المكانية والزمنية بدقة عالية، مما ساعد في رصد ظواهره الجيومورفولوجية وتحديد أنماط انحدارها، والاتجاهات السائدة، وتغيراته الطبوغرافية.

وقسم الرف القاري الشمالي لمصر إلى ثلاث قطاعات: **الغربي** وهو ضيق نسبياً وشديد الانحدار في بعض اجزائه، **والأوسط** (دلتاوي) وهو واسع وهين الانحدار بفعل تلقيه رواسب نهر النيل التي كانت تأتي مع كل فيضان قب بناء السد العالي، **والشرقي** وهو أكثر تنوعاً في طبوغرافيته. ومن تحليل فئات المساحة من الخريطة الكنتورية لوحظ أن فئة (٠ الى -٥٠م) هي الأكثر سيادة بانحدار تراوح بين (صفر الى ٢°)، أما الفئات الأشد عمقاً فتمثل عنصر المنحدر القاري، وأشارت بعض قطاعات لبعض أجزاء الرف القاري من القطاع الشرقي عمليات نحت، فقد تكون ناتجة عن عمليات طبيعية مثل التيارات البحرية الشقية التي تأتي متعامدة على خط الساحل، أو بفعل الانزلاقات الأرضية، أو قد تكون ناتجة عن فعل بشري لمشروعات ساحلية.

**الكلمات المفتاحية:** الرف القاري، الجيومورفولوجيا، نظم المعلومات الجغرافية، الجيوماتكس، تغير مستوى سطح البحر، مورفولوجية السواحل، الظواهر الغارقة.

(\*) مدرس الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب - جامعة بورسعيد

## The Geomorphological Characteristics of the Continental Shelf along Egypt's Northern Coast an Applied Study Using Geomatics

### Abstract:

The continental shelf along Egypt's northern coast is one of the most prominent geomorphological features forming the submerged continental extension beneath marine waters. It stretches for 1,159.6 km, extending from the shoreline to a depth of -522 m, with a total area of 33,936.3 km<sup>2</sup>. According to the 2024 GEBCO analysis, it exhibits significant diversity in its morphological forms and environmental and geological characteristics.

The continental shelf is characterized as a dynamic environment shaped by tectonic processes and subjected to erosion and deposition during eustatic sea-level oscillations in the Quaternary period. These processes have produced diverse landforms containing natural resources of strategic importance. The study relied on the latest geomatics and Geographic Information Systems (GIS) technologies, supported by accurate data from global bathymetric charts (GEBCO) for 2008 and 2024, Sentinel-2 satellite imagery, and specialized geological and marine maps.

This enabled the production of detailed geomorphological maps and the precise analysis of spatial and temporal changes, facilitating the identification of geomorphological features, slope patterns, dominant orientations, and topographic variations.

The northern continental shelf of Egypt was divided into three sectors: The western sector: Relatively narrow and steep in certain parts. The central (delta) sector: Broad and gently sloping due to the deposition of Nile sediments carried by annual floods prior to the construction of the High Dam. The eastern sector: More topographically diverse.

Analysis of area classes from the contour map showed that the 0–50m depth range is the most dominant, with slopes ranging from 0–2°. The deeper classes represent the continental slope. Some sections of the eastern sector's continental shelf displayed evidence of erosion, which may be attributed to natural processes such as oblique marine currents intersecting the coastline, submarine landslides, or human activities related to coastal development projects.

**Keywords:** Continental shelf, Geomorphology, Geographic Information Systems (GIS), Geomatics, Sea-level change, Coastal morphology, Submerged features.

**المقدمة:**

يُعد "الرف القاري" (●) أحد أبرز الوحدات الجيومورفولوجية التي تشكل الامتداد البحري للقارات، ويتميز بتنوعه المورفومتري والبيئي، مما يجعله ميداناً خصباً للدراسات التطبيقية الجيومورفولوجية، لاسيما في البيئات البحرية وشبه البحرية، وهو يعد واحداً من النماذج الفريدة التي تجمع بين التباين التضاريسي، والتأثيرات المناخية والبحرية المعاصرة.

حيث يمتاز بخصائص جيومورفولوجية معقدة تتجلى في تنوع الأشكال الجيومورفولوجية المختلفة، ويُعد تحليل هذه الخصائص ضرورياً لفهم طبيعة العمليات الجيومورفولوجية السائدة، ومدى تأثيره بالعوامل التكتونية والبيئية، وتُعد دراسة مورفولوجية "الرف القاري" عنصراً جوهرياً في الجيولوجيا البحرية، حيث إن التنوع الجيومورفولوجي في هذا الحيز المكاني هو نتاج لتراكم العمليات التكتونية والبيولوجية على مر العصور الجيولوجية، مما أسهم في تشكيل البحار والمحيطات وأنظمتها البيئية، وتكتسب البيانات الجيومورفولوجية أهمية كبيرة في فهم التفاعلات المعقدة بين الغلاف المائي والغلاف الجوي، كما تلعب دوراً محورياً في ضمان سلامة الملاحة البحرية من خلال تجنب الأخطار المحتملة كالمياه الضحلة، والعوائق البحرية المختلفة.

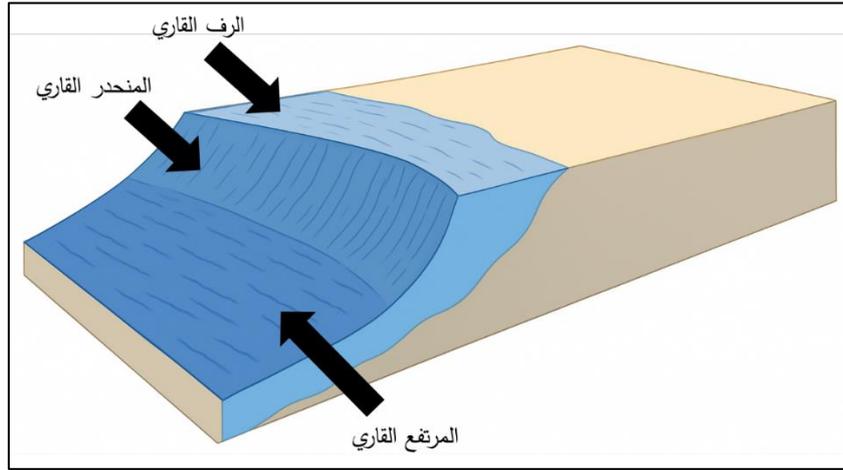
هذا وتُعد الخرائط الجيومورفولوجية للرف القاري واحدة من أهم الأدوات الأساسية في مجالات البحث والاستكشاف البحري، نظراً لما توفره من معلومات دقيقة تسهم في تعزيز كفاءة وسلامة الأنشطة البحرية مثل الشحن، وصيد الأسماك، والتنقيب البحري عن الموارد، وينقسم الرف القاري الي جزئين شكل (١) الأول: منها هو الرف القاري والثاني: هو المنحدر القاري به العديد من التنوع الأحيائي، ووفرة في الموارد الطبيعية، مثل النفط، والغاز، والمعادن.

وتقوم الخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية بدوراً مهماً في تحديد حدود الرف القاري، خاصة في المناطق التي تتقاسم فيها الدول المتجاورة الامتداد القاري نفسه، حيث يُسهم التقدم التقني في مجال أعمال مسح عمق الرف القاري التي يتفاوت من موضع الي آخر سواء كانت من خلال المجسات الصوتية المثبتة على السفن أو عبر صور الأقمار الصناعية، في توفير كم هائل من البيانات المتعلقة بطبوغرافية المنطقة بشكل عام، والتي أصبحت متاحة للباحثين عبر منصات علمية دولية متخصصة.

**تساؤلات الدراسة:**

- ما الخصائص الجيومورفولوجية على الرف القاري؟
- أين تتواجد مواضع التغيرات الجيومكانية في الرف القاري بمنطقة الدراسة؟
- ماهي الظواهر الجيومورفولوجية الغارقة في منطقة الدراسة؟

(●) الرف القاري **Continental Sheives**: هي ذلك الجزء الذي يجاور القارات وتغطيه مياه ضحلة لا يزيد عمقها على ٢٠٠ متر تقريباً وتعتبر مناطق الانتقال بين الرصيف القاري Continental Platform والرصيف البحري Marine Platform، وهي تشمل كل المناطق الضحلة المجاورة لليابس مباشرة، وهي تعتبر في الواقع امتداد لليابس في فترة؛ لأنها أكثر ارتباطاً به من حيث التركيب الجيولوجي منها بقاع المحيط، ولأنها لم تكن دائماً مغمورة بمياه (عبد العزيز طريح شرف، ١٩٨٥م، ص ٢٠٩)..



شكل (١) أجزاء الرف القاري.

## أهداف الدراسة:

التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية للرف القاري من الجانب المحاذي لساحل جمهورية مصر العربية ودراسة الظواهر الجيومورفولوجية على الرف القاري وعرض خصائصها التضاريسية، وإيضاح التوزيع المكاني لهذه الظواهر بشيء من التفصيل، وتحليل الخريطة الطبوغرافية للرف القاري عبر توظيف منهجي لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وتحليل صور الأقمار الصناعية لإنتاج خريطة جيومورفولوجية تفصيلية لمنطقة الدراسة.

## الدراسات السابقة:

توجد العديد من الدراسات التي تناولت موضوع الدراسة الي جانب دراسات قامت بتوظيف العديد من الأساليب الجيومكانية في دراسة التغيرات الجيومورفولوجية للمجاري المائية أهمها: دراسة (محمد صفي الدين أبو العز، ١٩٦٠م) عن مورفولوجية الرافار القارية، وقد قام فيها بتوضيح ما هو الرف القاري عبر وضع تعريف صريح له والفارق بينه وبين الرصيف القاري وكيفيه نشأته ومراحل تطوره وظواهرات الجيومورفولوجية بشكل عام، ودراسة (نبيل امبابي، ١٩٨٢م) عن الخريطة الجيومورفولوجية لإقليم خور العديد، وقد أوضحت دراسته الظواهرات المورفولوجية المميزة لإقليم خور العديد الذي يعتبر الظاهرة الرئيسية الاولى في الإقليم بالإضافة الي الكثبان الرملية بأنماطها المختلفة، وقد أظهرت دراسته علي ان خور العديد يمثل تداخلاً مركباً من ثلاث وحدات متداخلة، ودراسة (محمد صبري محسوب، ١٩٩١م) عن جيومورفولوجية السواحل، وتناول في دراسته الخصائص الجيومورفولوجية للسواحل عامه وأوضح في دراسته الظواهرات الجيومورفولوجية الساحلية وأسباب نشأتها ومراحل تطورها، ودراسة (محمد سعيد البارودي، ٢٠٠٠م) بعنوان تغيرات مستوي سطح البحر خلال البلايستوسين واثاره الجيومورفولوجية علي طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر وقد قام في دراسته بعمل قطاعات عرضية للساحل الشرقي للبحر الأحمر وأظهرت دراسته وجود مجموعة من المدرجات

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

البحرية علي مستويات مختلفة، كما ابرز في دراسته العديد من الأدلة علي وجود حركات تكتونية اصابت بعض من السواحل الشرقية للبحر الأحمر.

#### مصادر البيانات:

تم الاعتماد على العديد من البيانات الرقمية والخرائط وصور الأقمار الصناعية من أجل تحقيق اهداف هذه الدراسة وهي:

- خرائط مناسيب الأعماق العالمية "GEBCO" (٥) عام ٢٠٠٨م وعام ٢٠٢٤م بدقة وضوح مكانية ٤١٤ متر.

- الخرائط الجيولوجية مقياس ١/٢٥٠.٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية المصرية.

- خرائط مناسيب الأعماق "الأميرالية البريطانية مقياس ١/١.٠٠٠.٠٠٠.

- خرائط مناسيب الأعماق "الأميرالية البريطانية" مقياس ١/٣.٠٠٠.٠٠٠.

- صور القمر الصناعي Sentinel-2 بدقة وضوح ١٠ متر عام ٢٠٢٥م.

#### منهجية البحث وأساليبه:

تم الاعتماد على الأسلوب الوصفي في وصف الظواهر الجيومورفولوجية الغارقة وموقعها علي الرصيف القاري، واستخدام المنهج التحليلي في دراسة الاختلافات في توزيع الظواهر الجيومورفولوجية الغارقة وخصائص كل منها باستخدام الذكاء الاصطناعي Geo AI لتحديد وتتبع التغيرات الجيومكانية من خلال توظيف المدخل التاريخي لمقارنة التغيرات لمناسيب الأعماق فيما بين عام ٢٠٠٨م وعام ٢٠٢٤م، كما استخدم المنهج الإقليمي في دراسة المنطقة التي تعتبر جزء كبير من اقليم جغرافي واضح المعالم وهو "الرصيف القاري لساحل البحر المتوسط الجنوبي" المقابل لجمهورية مصر العربية، إضافة لاستخدام بعض الأساليب الجيوتقنية الحديثة، ومن أهمها: التوظيف المنهجي للتقنيات الجيومكانية لدراسة تغيرات مناسيب الأعماق، وتحديد مواضع هذه التغيرات، مع تطبيق الأسلوب الكمي في تحديد ابعاد ظاهراته وتوظيف الجيوماتكس في التحليلات الجيومكانية وتحليل صور الأقمار الصناعية.

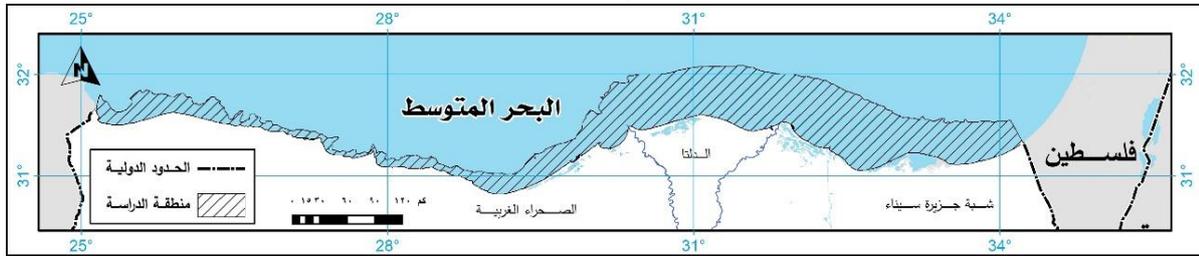
#### أولاً: موقع وأهمية منطقة الدراسة:

تشكل الخصائص الجيومورفولوجية لقاع البحر المتوسط عاملاً رئيسياً في فهم البنية الجيولوجية وتوزيع الرواسب وحركة الأمواج في المسطحات المائية، والتي يمكن من خلالها تحديد طرق الملاحة الآمنة، كما تعد بيانات قياس مناسيب الأعماق التفصيلية أمراً ضرورياً في تحديد وضع الثروات

(٥) GEBCO: هي بيانات في صيغة Raster Data لمناسيب الأعماق، والتي يوفرها مشروع GEBCO والمعروفة باسم GEBCO 2024 Grid وهي عبارة عن نموذج تضاريس عالمي يُغطي المحيطات واليابس، ويُوفر بيانات الارتفاع بوحدة قياس مترية على شبكة Grid بفواصل زمني قدره ١٥ ثانية قوسية، وقد تم إنتاج هذا النموذج من خلال اتفاقية تعاون بين مؤسسة GEBCO ومؤسسة (Nippon) اليابانية، وتحت إشراف المنظمة الهيدروغرافية الدولية (IHO) واللجنة الحكومية الدولية لعلوم المحيطات (IOC).

الطبيعية بما يساعد في تقييم الوضع في المنطقة بما ينعكس علي الأوضاع الاقتصادية في جمهورية مصر العربية، وقد كان لطبيعة البحر المتوسط القارية أثر كبير في اختلاف قيم درجات الحرارة ودرجة الملوحة عن مياه المحيط المجاور "الأطلسي" حيث البحر المتوسط أقل عرضة للتيارات البحرية وعمليات المد والجزر.

وقد تم تحديد حدود الرف القاري بدءاً من خط الساحل حتى بداية تحذب المنحدر القاري والتقاؤه بقاع البحر وهو ينقسم الي عنصرين شكل (١) هما الرف ومنحدره القاري الذي يبدأ من عند بداية التحذب حتى نقطة التقاء نهاية المنحدر بالقاع البحري وتوجد في هذا النطاق ما نسبته ٣٩.٥٪ من حقول البترول والغاز الطبيعي، ويتضح من تحليل شكل (٢) ان منطقة الدراسة تقع فلكياً بين دائرتي عرض ٩.٢° ٤٨° ٣٠° و ٤٠.٦° ٣٢° ٠٤° شمالاً وبين خطي طول ٠٠° ٢٥° و ٢١.٤° ١٣° ٣٤° شرقاً مقابل ساحل جمهورية مصر العربية الذي يبلغ طوله ١١٥٩.٦ كم، ويحده من الشمال القاع البحري عند خط عمق -٥٢٢م، وبلغ اجمالي مساحته نحو ٣٣٩٣٦.٣ كم<sup>٢</sup>.



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

### شكل (٢) موقع منطقة الدراسة.

ويمثل الرف القاري بشكل عام الامتداد المغمور من القشرة القارية، وهو ينحدر بشكل تدريجي من اليابسة باتجاه البحر بانحدار بسيط لا يتجاوز في المتوسط "نصف الدرجة" وقد عرفته المنظمة الهيدروغرافية الدولية IHO<sup>(٥)</sup> بأنه "منطقة مجاورة لقارة أو جزيرة تمتد من خط الجزر المنخفض حتى نقطة يحدث فيها تغير ملحوظ في ميل القاع نحو الأعماق الأكبر"، وهي النقطة المعروفة باسم "كسر الجرف"، والتي تقع عادة في المنطقة الممتدة بين أعماق ١٠٠ إلى ٣٠٠ متر، حيث يبدأ بعدها المنحدر القاري الحاد، ويعد الرف القاري في هذه المنطقة امتداداً مباشراً لبنية القشرة القارية، إذ يتماثل في جيولوجيته مع اليابس المجاور له، ويُعزى تطوره إلى التغيرات المتعاقبة في مستوى سطح البحر خلال العصور الجيولوجية، والتي تسببت في غمر العديد من الشواطئ للفترات الباردة، ما أدى إلى تفاوت حدود الأرصفة القارية من فترة إلى أخرى (الموسوعة الجيولوجية، ١٩٩٨، ص ١٠٩).

(٥) المنظمة الهيدروغرافية الدولية IHO: هي منظمة حكومية دولية تهدف إلى ضمان مسح ورسم خرائط دقيقة لجميع البحار والمحيطات والمياه الصالحة للملاحة حول العالم. تأسست المنظمة عام ١٩٢١، وتعمل على تنسيق جهود المكاتب الهيدروغرافية الوطنية وتعزيز توحيد المعايير في الخرائط والوثائق البحرية. كما تصدر المنظمة إرشادات وأفضل الممارسات المتعلقة بالمشح الهيدروغرافي، وتعمل على تعزيز الاستفادة القصوى من بيانات المسح، إضافة إلى تطوير القدرات الهيدروغرافية لدى الدول الأعضاء.

## مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

تتأثر نشأة وتضاريس الرف القاري في هذه المنطقة بعوامل متعددة، وتشمل الوضع التكتوني المستقر نسبياً، وفترات التذبذب الإيوستاتي، ومعدلات ترسيب الرواسب القادمة من نهر النيل مقابل الدلتا وشرقها، بالإضافة إلي مصادر الرياح والبحر وما تجرفه مياه الامطار الشتوية، وتعمل طاقة الأمواج والتيارات الساحلية والمد والجزر على إعادة تشكيل هذه الرواسب علي سطح الرف القاري، ويتميز الرف القاري في البحر المتوسط (الجانب المصري) باتساع نسبي متوسط مقارنة بغيره بمنطقة الحوض وفقاً لنتائج تحليل خريطة مناسيب الاعماق **GEBCO**، حيث يتراوح عرضه ما بين نحو ٦.٤ كم إلى ٧٧.٤ كم، بمتوسط ٣٧ كم تقريباً، وعلى الرغم من ضيقه النسبي مقارنة ببعض المناطق من الرفوف القارية في البحار المفتوحة، إلا أن له أهمية بيئية وحيولوجية كبيرة، نظراً لطبيعته الرسوبية ووفرة الحياة البحرية فيه، إلى جانب دوره في دعم الأنشطة الاقتصادية مثل الصيد والتنقيب عن الموارد.

## ثانياً: الخصائص الجيولوجية:

يتفاوت اتساع الجرف القاري بمنطقة الدراسة فيلاحظ أنه ضيق في الغرب وبلغ متوسطه ٣.٥ كم تقريباً عند عمق ٣٠٠ م مقابل رأس جرجوب، ويزداد اتساعه كلما اتجهنا شرقاً ليصل لنحو ٦٠ كم مقابل ساحل الدلتا، ويصل الي ٧٧ كم مقابل ساحل بحيرة البردويل، ويرجع إلي دفع تيار جبل طارق ارسابات نهر النيل التي كان يلقي بها النهر في البحر كل عام قبل بناء السد العالي، ثم يضيق الجرف القاري بالاتجاه نحو الشرق حتي بلغ ٦.٤ كم، وتختلف التكوينات الجيولوجية السطحية علي طول الساحل طبقاً لامتداد الياض شكل (٣)، ففي الساحل الشمالي الغربي تظهر صخور الحجر الجيري الميوسيني بالرؤوس الأرضية وفيما بينها تظهر تكوينات البلايستوسين، أما ساحل الدلتا فهي رواسب مفككة من الرمل والطيني نقلت بواسطة نهر النيل، أما ساحل سيناء فمعظمه رواسب رملية حديثة.

ويعد الرف القاري للساحل الشمالي لمصر جزءاً من الياض قبل انحسار الجليد في الفترة الجليدية الأخيرة (فيرم) في العروض الشمالية، وبانقضاء العصر الجليدي منذ عشرة آلاف سنة تقريباً طغي البحر علي الياض حتى بلغ مستواه الحالي، لهذا تعد جيولوجية الرف القاري امتداداً لجيولوجية الياض الحالي، ويمكن عرض خصائصه كالتالي:



مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

## ١- التكوينات الجيولوجية لأقسام الجرف القاري

## أ- الجرف القاري غرب الدلتا:

بلغ إجمالي طول الشريط الساحلي والممتد من السلوم غرباً الي رشيد شرقاً نحو ٦٩٣.٥ كم ويرجع أقدم تكويناته الظاهرة على سطح اليابسة إلى عصر الميوسين من الزمن الثالث، وأحدث تكويناته لعصري البلايوسين والهولوسين، وتتلخص خصائصه الجيولوجية في التالي:

- **تكوين الميوسين:** هو تكوين سطحي يتمثل في مجموعة الرؤوس الأرضية التي تمثل امتدادات لهضبة مارماريكا وتشرف علي البحر حالياً بجروف شديد الانحدار من ارتفاعات مختلفة، بدءاً من رأس الضبعة شرقاً من ارتفاع ٢٧م، وانتهاء برأس السلوم غرباً من ارتفاع ١٦٤م، ونتجت بسبب الحركة التكتونية الموازية للأقواس السورية مسببة التواءات أحادية الميل في تكوين الهضبة الميوسينية، وتتدرج الرؤوس الأرضية في التقدم في البحر من رأس الضبعة وحتى رأس السلوم لمسافة ٩٠ كم، وتمتد هذه الرؤوس أسفل مستوي سطح البحر ممثلة جزء من الرف القاري، وتتألف من طبقات من الحجر الجيري الطباشيري والوردي تفصلها شرائح من الطين الأخضر مختلطة بالأصداف البحرية. ورسبت تحت سطح البحر في عصر الميوسين ( Hammad, et al., 1986, P.191).

- **تكوين البلايوسين:** وتمثل هذا التكوين في صورة مجموعة من السلاسل التلالية فيما بين الرؤوس الأرضية، والتي تعد أحواض التوائية مقعرة في تكوينات الهضبة، وتفاوتت في أعدادها طبقاً لابتعاد حافة الهضبة عن الساحل وتفصلها عدة منخفضات، وتشرف السلسلة الساحلية علي البحر مباشرة من ارتفاع ١٠م، وتمتد تلك الظاهرة تحت مستوي سطح البحر بهذا الشكل، وتمثل جزءاً من الرف القاري، وتتألف السلسلة الساحلية من الحجر الجيري البتروخي الهش، أما المنخفضات فيغطيها رواسب لومية بسبب ما كانت تجرفه مياه الامطار الساقطة علي الساحل الشمالي إلي المنخفضات (Hammad, F, 1966, PP:72-74).

- **رواسب الهولوسين:** تتلخص فيما تحته الأمواج البحرية في أقدام الجروف المرتفعة من مواد مختلفة الاحجام وتستقر على سطح الرف القاري بعيداً عن اضطراب الأمواج، أو ما تحمله مياه السيول من رواسب عبر أوديتها المنطبعة على أسطح الرؤوس إلى الرف القاري، أو ما تذروه الرياح من رواسب ناعمة أثناء نشاطها وتلتقطه المياه ويستقر على الرف القاري، بالإضافة إلى الاصداف البحرية وهياكل الأحياء البحرية التي تنطمر في تلك الرواسب، وذلك منذ الطغيان البحري الأخير.

## ب- الجرف القاري للدلتا:

بلغ إجمالي طول الشريط الساحلي والممتد من رشيد غرباً الي رأس الطينة شرقاً نحو ٢٠٦.٦ كم (شكل ٣)، وتتسم التكوينات الجيولوجية في هذا الجزء بالبساطة حيث تتبع الزمن الرابع، ونظراً لأن المنطقة تعتبر حديثة التكوين الجيولوجي فمعظم رواسبها بلايستوسينية وهولوسينية؛ لوقوعها علي ساحل الدلتا المصرية، وذلك على النحو التالي:

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة - العدد الواحد والعشرون (الجزء الثاني)

- **رواسب البليستوسين:** وهي تنقسم إلى ثلاثة أنواع وفق بيئة الإرساب والضوابط المسؤولة عنها، وهي: **الرواسب البحرية:** وأغلبها من الرمال حديثة التكوين ويغلب عليها اللون الأصفر أو البني الفاتح المائل إلى الحمرة؛ وذلك بسبب تعرضها لعمليات التأكسد والتميو للمعادن المحتوية على معدن الحديد والتي تتواجد علي السطح، إضافة إلى **الرواسب النهرية:** حيث قامت الأفرع القديمة لدلتا نهر النيل بدور كبير في تكوين منطقة الدراسة عبر ما جلبته من رواسب استطاعت أن تمتد في العمق داخل مياه البحر المتوسط، ثم قامت الرياح الشمالية والشمالية الغربية بدفع الأمواج تجاه الشاطئ إضافة للتيارات البحرية بنقل بعض هذه الرواسب علي سطح الشاطئ لتترسب في شكل صفائح رقيقة السمك، وأخيراً **الرواسب البحيرية:** حيث طغت مياه البحر علي الأراضي الزراعية في عديد من المناطق مثلما حدث في بحيرات إدكو والمنزلة وما حولها، والتي كان من المحتمل أن تكون امتداداً لبحيرة البرلس نحو الغرب.
- **رواسب الهولوسين:** شهدت منطقة الدراسة في الهولوسين فترات طويلة من الجفاف، ومع تزايد قوة الرياح وقوتها على نقل الرواسب من مكانها الأصلي إلى أماكن أخرى ترسبت على شكل طبقات رملية مختلطة، ويمكن إيجاز أهم رواسب الهولوسين فيما يلي:
- **الرواسب الساحلية الحديثة:** وتمثلها ارسابات الشاطئ الحالي التي تحتوي على الكربونات بنسبة ١.٥٪ وهي تحتوي على نسبة منخفضة للغاية من الطين وترتفع نسبة قلويتها بنسبة طيبة من المحتوي الجيري (Attia, 1975, p. 52).
  - **رواسب السهل الساحلي:** وتتألف من الرمال الناعمة ومتوسطة الخشونة ذات لونين: الأصفر والبني، وهي تختلط بمفتتات من الأصداف والرواسب البحرية، ويقع أسفلها طبقات رقيقة من الأملاح، وتظهر الرمال السوداء عند منطقة مصب فرع رشيد، وهذه الأخيرة هي رواسب أتت مع غرين النيل قادمة من هضبة أثيوبيا وجدت طريقها إلى البحر وامتزجت بمياهه واكتسبت العديد من المعادن بفعل الأمواج التي عادت ورسبتها مرة ثانية على الشاطئ.
  - **رواسب السبخات:** تشكلت قرب السواحل على مستوى أعلى المد، وتتضمن رواسب متبخرات الجبس والإنهيدرايت، بالإضافة إلى رواسب الحمولة المذابة والرواسب الفتاتية الهوائية الدقيقة، التي تُعرف باسم "السبخات الساحلية" إذا كان قريباً من الشاطئ ولاسيما حول بحيرة البرلس، أما إذا كانت بعيدة عُرفت بـ "السبخات الداخلية"، ويتأثر نوع السبخة بمصدر التغذية بالأملاح، حيث تستفيد السبخات البعيدة في داخل الدلتا مثل مناطق جنوبي بحيرة البرلس من المياه الجوفية أو مياه الأمطار، وقد تتغذى من تسرب المياه من الكثبان الرملية المجاورة، بينما تستفيد السبخات القريبة من مصادر المياه مثل البحر والبحيرات والمياه الجوفية كما هو الحال في النطاق الشمالي من بحيرة البرلس.

## ج- جيولوجية شرق الدلتا:

بلغ طول الشريط الساحلي للدلتا والممتد من سهل الطينة غرباً وصولاً الي رفح شرقاً نحو ٢٥٣.٨ كم، ويتألف الشريط الساحلي لشرق الدلتا (ساحل سيناء) من تكوينات جيولوجية تقتصر على تكوينات الزمن الرابع بعصره البلايستوسين والهولوسين، ويمكن عرض خصائصه كالتالي:

## - تكوينات البلايستوسين وتتمثل في طبقتين:

○ **طبقة البلايستوسين الأسفل:** هي رواسب قارية تغطي الرواسب البحرية في اغلب الشريط الساحلي، وتتألف من الحصى والحصاء الجيرية والدلوميت المشتق من الصخور الجيرية الإيوسينية، وحصى الصوان المشتق من صخور الحجر الرملي الجوراسي والمختلط برواسب الطمي والطين، ويتراوح سمكها بين ١٠ - ١٣ م وهي طبقة تحت سطحية، ويمكن ارجاع اختلاف سمكها الي عوامل التعرية التي أزلت بعض هذه الرواسب، اما بالنسبة للمراوح الفيضية التي تنتمي الي هذه التكوينات فهي تتكون من الحصى والطين والرمل (Picard, 1943, p.p.95-101).

○ **طبقة البلايستوسين الأعلى:** فهي تتكون من رواسب المراوح الفيضية التي تتألف من رواسب الحصى والطين واللوم المختلط بالرمل وتغطي الرواسب الرملية الهوائية معظم منطقة الدراسة وبلغ متوسط سمكها نحو ١٠.٩ متر ، كما تضم تكوينات البلايستوسين الأعلى في هذه المنطقة على حفرة **Foraminifera** ذات الأصل البحري (مني الكيالي، ١٩٨٤م، ص: ١٢٩)، ويدل وجودها على حدوث تداخلات بين مياه البحر المتوسط واليابس خلال فترة تكون الرواسب النهرية، وتوجد هذه الحفرة في الرواسب النهرية المنتمية للبلايستوسين الأعلى نتيجة حدوث طغيان بحري اثناء عملية الترسيب او نقلت الي رواسب الوادي بواسطة تداخل مياه البحر المتوسط المناطق قريبة من المصب (Salem, 1963, P:46).

- **رواسب الهولوسين:** مع بداية هذا العصر تلقي الرف القاري كمية من رواسب نهر النيل من خلال تيار جبل طارق، وتتميز بالانتشار علي طول الساحل وهي تنقسم إلي:

○ **رواسب رملية:** وهي وتتألف من حبيبات الرمال الكوارتزية المستديرة وشبه المستديرة، وهي ذات لون أبيض مائل للاصفرار، كما أنها تظهر في شكل تلال دقيقة في نمط كثبان متحجرة من المواد الرملية الملتحمة بمواد كلسية، وقد أرجع ( Picard, L., 1943, p.95) وجود هذه المواد الكلسية الي تسرب مياه الأمطار في الرواسب وإذابتها للحفريات المفتتة الموجودة بها.

○ **رواسب الأودية:** وتتمثل في تكوينات سطح مروحة وادي العريش، ومغطاة بالحصى والجلاميد مختلفة الاحجام ومختلطة بصخور الحجر الرملي الكلسي المعروف باسم

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة - العدد الواحد والعشرون (الجزء الثاني)  
 "الكركار" ومندمجة مع الرواسب الطميية لدلتا وادي العريش والتي تمتد من المساعيد غرباً نحو مسافة ٨.٨ كم شرقاً، ويبلغ سمك هذه الرواسب نحو واحد متر بالقرب من وادي المعزر قبل المصب مباشرة وهي تتألف من الحصي والحصباء الجيري وحصي الصوان المختلط بنسبة كبيرة من الطين والظمي الكلسي، ويتناقص السمك كلما اتجهنا شمالاً، كما تحتوي علي حفريات دقيقة أرسبت في بيئة ضحلة ذات ملوحة عالية ( Said, R.,1962 ,P241 ).

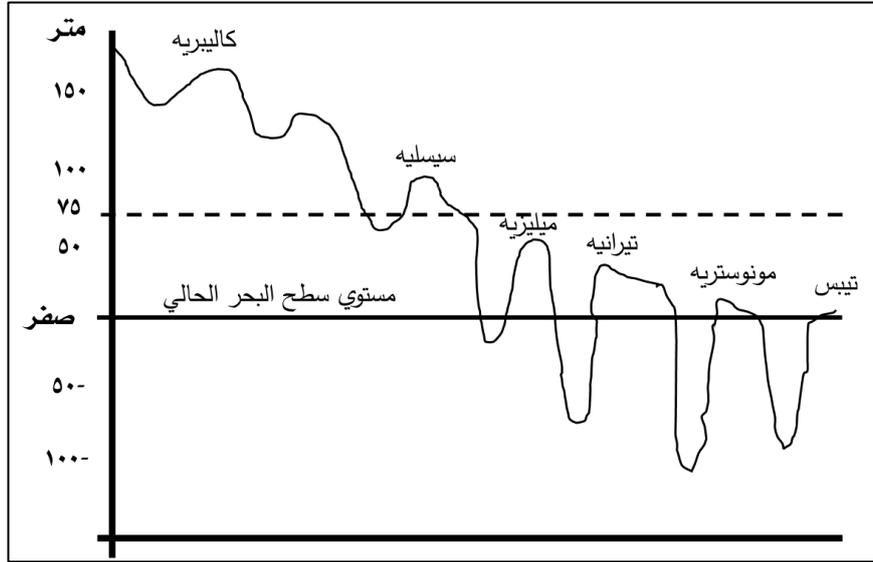
- **رواسب السبخات:** يمتد هذا التكوين مع الامتداد الجغرافي لبحيرة البردويل في نطاق موازي لخط الساحل بطول بلغ ٧٨.٨ كم، ويتفاوت سمكها من مكان الي اخر حيث يبلغ متوسط سمكها ١٠ أمتار، وتحتوي على نسب مختلفة من الأملاح أهمها الجبس والهاليت، وتمتد بشكل أكثر تركيز في القطاع الممتد من شرق قناة السويس، ويتأثر هذا الشريط صيفاً وشتاءً بالأمواج العاصفة.
- **رواسب الشواطئ البحرية:** وترتبط برواسب الشواطئ ارتباطاً وثيقاً بالساحل البحر المتوسط لشبه جزيرة سيناء، فهي تمتد على طول الساحل بين مدينة رفح شرقاً وقرية أبو صقل غرباً لمسافة ١٣.٥ كم، وتتكون من رمال متوسطة وصفراء اللون، وتتدمج الرواسب الشاطئية الرملية مع الرواسب الطميية لدلتا العريش حتى المساعيد، وأيضاً إلى الغرب من المحمدية إلى بورفؤاد، وتتدمج في سهل الطينة. أما بين المساعيد والمحمدية تنتشر الرواسب الشاطئية من الرمال ذات الاحجام المتوسطة والناعمة، وتحتوي الرواسب الرملية الشاطئية على الحفريات الدقيقة التي أرسبت في بيئة بحرية ضحلة ذات ملوحة عالية.
- **رواسب الكركار القارى:** تتكون من رمال ملتحة بمواد كلسية ترجع إلى تصاعد محلول جيري بواسطة الخاصية الشعرية أو تسرب مياه الامطار في الرواسب الرملية وإذابتها لمفتتات الحفريات الموجودة بها، وهي عبارة عن تلال يتراوح ارتفاعها ما بين ٢٢ الي ٥٧ متراً، وهي تمتد في موازاة خط الساحل شرق العريش لمسافة بلغت ٤٣.١ كم كما عرفها (Picard, L,1943) بتكوين الكركار القارى، ويتراوح السمك ما بين ٢٥-٤٠ متراً، وأشار (Taha, A,1973) إلى احتواء هذه الرواسب على حفرية Foraminifera وفئات الأصداف البحرية، ويعتبر تكوين الكركار التكوين الأساسي الحامل للماء ويصل السمك المشبع بالماء إلى حوالى ٤٠ متراً.

## ٢- التغير الإيوستاتي:

يعد العصر الجليدي أكثر العوامل الإيوستاتية التي اثرت علي مستوي سطح البحر علي المستوي العالمي خلال عصر البلايوستوسين من الزمن الرابع بتراكم الجليد في العروض الشمالية مما أدى الي انحسار البحر لعدة فترات فصلتها فترات دفيئة عملت علي ذوبان الجليد وارتفاع

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

مستوي سطح البحر، مما أدى إلي تشكيل مجموعة من الظواهر الجيومورفولوجية منطبعة في السجل الجيولوجي لليابس ومنها ما غطاه الطغيان البحري الأخير متمثلة بالرف القاري محل الدراسة، بالإضافة لمجموعة عوامل ثانوية قامت بدور خاص علي المدى الطويل مثل امتلاء الاحواض البحرية بالرواسب مما يؤدي الي ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو ٤مم/١٠٠م سنة بالإضافة الي خروج المياه من باطن الأرض واختلاف منسوب المياه وفقاً لارتفاع قيم درجات الحرارة وهذا الأخير يرفع مستوى سطح البحر لحوالي ٦٠سم كلما ارتفعت حرارة مياه البحر ١م، بينما العامل الأول يرفع مستوى سطح البحر الي ١متر كل مليون سنة، بينما في حال جفاف جميع البحيرات في ذات الوقت سوف يؤدي الي ارتفاع مقداره ١٠سم فقط (جوده حسانين جوده، ١٩٨٥م ص: ٢٤٢) اضافه الي الغمر الجليدي المرتبط بالفترات الجليدية الدافئة وما يتبعها من تدهور مرتبط بالفترات الجليدية وان كان مستوى سطح البحر قد شهد تدهوراً مستمراً خلال البليستوسين شكل (٤).



المصدر: After Frenzel , 1973

#### شكل (٤) تذبذب مستويات سطح البحر في عصر البليستوسين

#### ثالثاً: خصائص السطح:

تم تقسيم منطقة الدراسة الي ثلاث قطاعات من الغرب الي الشرق من أجل التعرف علي الخصائص الطبوغرافية والمورفولوجية لمنطقة الدراسة "الرف القاري" على النحو التالي: الأول الغربي من السلوم حتى رشيد، والثاني الأوسط من رشيد حتى بورفؤاد، والقطاع الثالث الشرقي من بورفؤاد حتى رفح شكل (٣)، والخصائص التي سيتم دراستها هي: تحليل كل من: الخريطة الكنتورية للرف القاري، والقطاعات التضاريسية، وزوايا الانحدار، والاتجاهات، وهي كالتالي:

#### ١- الخريطة مناسيب الأعماق:

يتضح من تحليل شكل (٥) وجدول (١) أن الأعماق التي تتراوح بين صفر لأقل من ٥٠ متر تُشكل النسبة الأكبر من حيث المساحة في القطاعات الثلاث، مما يعكس سيادة البيئات البحرية

## مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد - مجلة علمية محكمة - العدد الواحد والعشرون (الجزء الثاني)

الضحلة في منطقة الدراسة، وسجلت هذه الفئة في القطاع الغربي مساحة بلغت ٥١٠٥.٤ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٤٣.١% من مساحة الرف القاري، وزادت مساحة هذه الفئة في القطاع الأوسط إلى ٦٠١٢.٤ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٥٠.٣% ويرجع السبب لما كان يتلقاه الرف القاري كل عام من رواسب فيضان نهر النيل قبل بناء السد العالي، أما مساحة هذه الفئة في القطاع الشرقي فكانت الأعلى بمساحة بلغت ٥٧١٤.٠ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٥٦.٥% من إجمالي مساحته وسببه دفع تيار جبل طارق مزيد من رواسب نهر النيل علي سطح الرف القاري، وهي أعلى نسبة مسجلة لهذه الفئة، ويتراوح متوسط العمق للرف القاري بأكمله ما بين ٢٤.٢- و ٢٦.١ مترًا، مما يدل على انخفاض مستوى الأعماق نسبيًا في عموم المنطقة، الأمر الذي يُسهم في دعم الأنظمة البيئية البحرية الغنية بالضوء والموارد، كالتحالب.

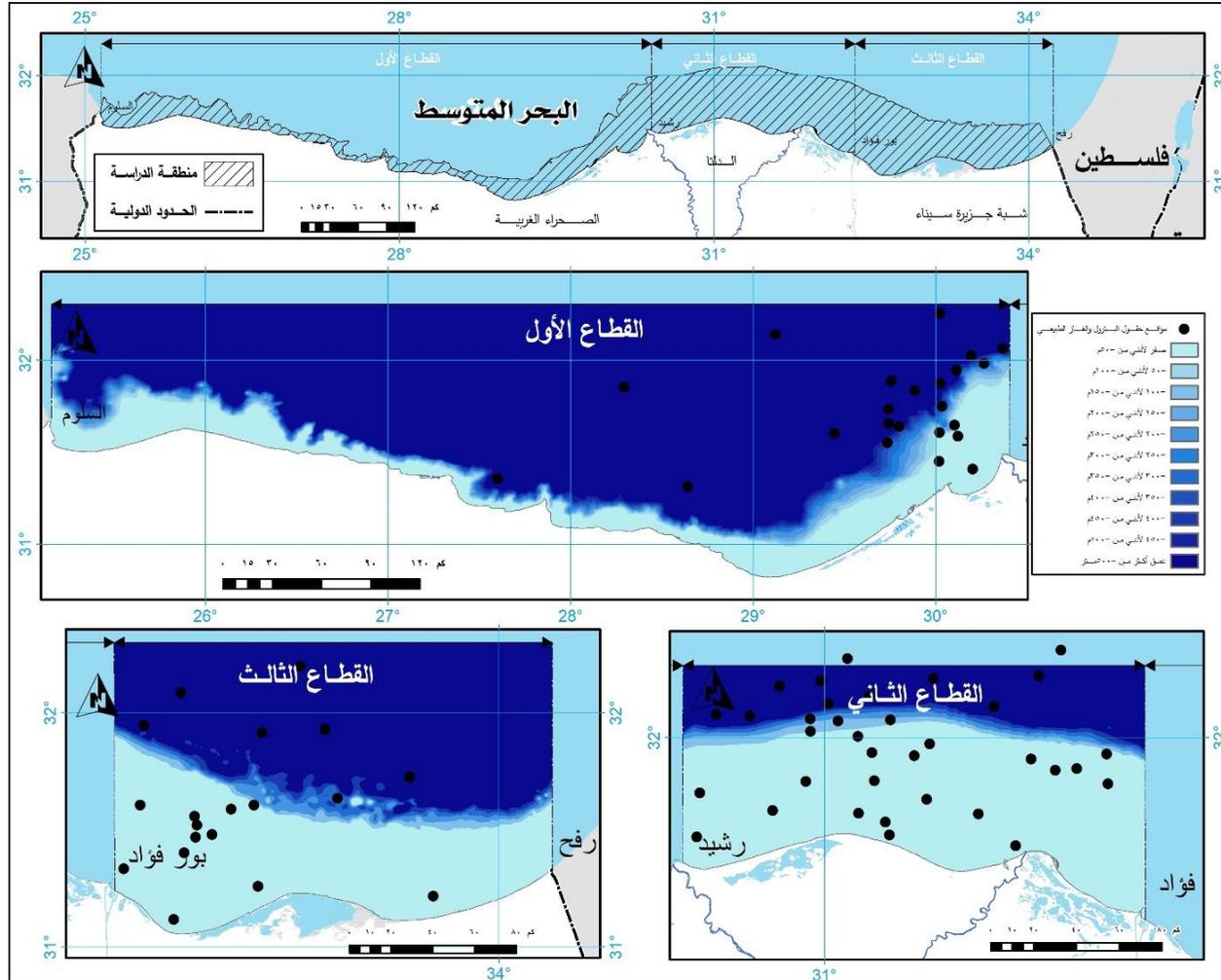
## جدول (١) الخصائص المساحية لفئات الأعماق للرف القاري عام ٢٠٢٤م.

الفئات	القطاع الغربي			قطاع الدلتا			القطاع الشرقي		
	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	متوسط العمق (م)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	متوسط العمق (م)	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	متوسط العمق (م)
صفر لأدني من -٥٠م	٥١٠٥.٤	٤٣.١	٢٦.١-	٦٠١٢.٤	٥٠.٣	٢٥.٣-	٥٧١٤.٠	٥٦.٥	٢٤.٢-
٥٠- لأدني من -١٠٠م	٢٦٢٠.٣	٢٢.١	٧٤.٩-	٣١٢٠.٨	٢٦.١	٧٦.٢-	١٩٢٢.٩	١٩	٧٤.٤-
١٠٠- لأدني من -١٥٠م	٨٨٣.٦	٧.٤٥	١٢٥.٠-	١٠٧٥.٧	٨.٩٩	١٢٤.٥-	٥٣٠.٣	٥.٢٤	١٢٤.٧-
١٥٠- لأدني من -٢٠٠م	٧٤٨.٠	٦.٣١	١٧٥.٢-	٥٨١.٢	٤.٨٦	١٧٥.٠-	٤٥٠.٤	٤.٤٥	١٧٥.٤-
٢٠٠- لأدني من -٢٥٠م	٧٧٦.٦	٦.٥٥	٢٢٥.١-	٤١٧.٧	٣.٤٩	٢٢٥.٠-	٥٢٩.٦	٥.٢٣	٢٢٥.٨-
٢٥٠- لأدني من -٣٠٠م	٨٧٩.٥	٧.٤٢	٢٧٤.٤-	٣٦٠.١	٣.٠١	٢٧٢.٨-	٥٣٧.٢	٥.٣١	٢٧٢.٩-
٣٠٠- لأدني من -٣٥٠م	٤٣٣.٨	٣.٦٦	٣١٩.٠-	١٠٥.١	٠.٨٨	٣٠٤.٤-	١٤١.٦	١.٤	٣٠٥.٨-
٣٥٠- لأدني من -٤٠٠م	١٤٨.٤	١.٢٥	٣٦٧.٨-	٦٩.٩	٠.٥٨	----	٦٩.٨	٠.٦٩	----
٤٠٠- لأدني من -٤٥٠م	٩١.٥	٠.٧٧	٤١٨.٥-	٧٠.٣	٠.٥٩	----	٧٢.٩	٠.٧٢	----
٤٥٠- لأدني من -٥٠٠م	٨٦.١	٠.٧٣	٤٦٩.٣-	٧٢.٧	٠.٦١	----	٧٣.٠	٠.٧٢	----
عمق أكثر من -٥٠٠متر	٨٥.٧	٠.٧٢	٥٠٦.٧-	٧٣.٩	٠.٦٢	----	٧٥.٨	٠.٧٥	----
الإجمالي	١١٨٥٨.٩١	١٠٠	----	١١٩٥٩.٨٦٣	١٠٠	----	١٠١١٧.٥٢٧	١٠٠	----

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات GEBCO لعام ٢٠٢٤م، <https://www.gebco.net>

أما فئة العمق (-٥٠: -١٠٠ متر) فتأتي في المرتبة الثانية من حيث المساحة، وبلغت مساحتها ٢٦٢٠.٣ كم<sup>٢</sup> في القطاع الغربي بنسبة ٢٢.١% من مساحته، وزادت المساحة قليلا في قطاع الدلتا إلى ٣١٢٠.٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٢٦.١%، وقلت المساحة في القطاع الشرقي إلى ١٩٢٢.٩ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٩%، ويلاحظ أن هذه الفئة تُعبّر عن نطاق بيئي انتقالي بين المياه الضحلة والمستوي الأعماق، ويقترّب متوسط العمق فيها لنحو -٧٥ مترًا، وهو ما يعكس خصائص بيئية بحرية مغايرة من حيث التيارات والضوء ودرجة الحرارة.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات GEBCO لعام ٢٠٢٤م، <https://www.gebco.net>

شكل (٥) مناسيب الأعماق علي مستوي قطاعات منطقة الدراسة

أما فئة الأعماق المتوسطة (-١٠٠: -١٥٠ متر) فتظهر بتراجع نسبي في المساحات، حيث سجّلت ٨٨٣.٦ كم<sup>٢</sup> (٧.٤٥٪) في القطاع الغربي، وزادت قليلاً في قطاع الدلتا إلى ١٠٧٥.٧ كم<sup>٢</sup> (٨.٩٩٪)، وانخفضت في القطاع الشرقي إلى ٥٣٠.٣ كم<sup>٢</sup> (٥.٢٤٪)، ويعكس ذلك زيادة الانحدار التدريجي تجاه القاع البحري، وسجلت الفئات التالية من -١٥٠ إلى -٤٠٠ متر مساحات أقل لزيادة الانحدار، وتختلف في القطاعات الثلاثة، فعلى سبيل المثال سجّلت فئة -١٥٠ إلى -٢٠٠ متر مساحة ٧٤٨ كم<sup>٢</sup> (٦.٣١٪) في القطاع الغربي، وانخفضت إلى ٥٨١.٢ كم<sup>٢</sup> (٤.٨٦٪) في قطاع الدلتا، وقلت إلى ٤٥٠.٤ كم<sup>٢</sup> (٤.٤٥٪) في القطاع الشرقي. أما فئة -٢٠٠ إلى -٢٥٠ متر، فسجّلت تبايناً ملحوظاً في مساحات القطاعات الثلاثة؛ إذ بلغت ٧٧٦.٦ كم<sup>٢</sup> (٦.٥٥٪) في القطاع الغربي، مقابل ٤١٧.٧ كم<sup>٢</sup> (٣.٤٩٪) في قطاع الدلتا، ثم زادت قليلاً في القطاع الشرقي إلى ٥٢٩.٦ كم<sup>٢</sup> (٥.٢٣٪).

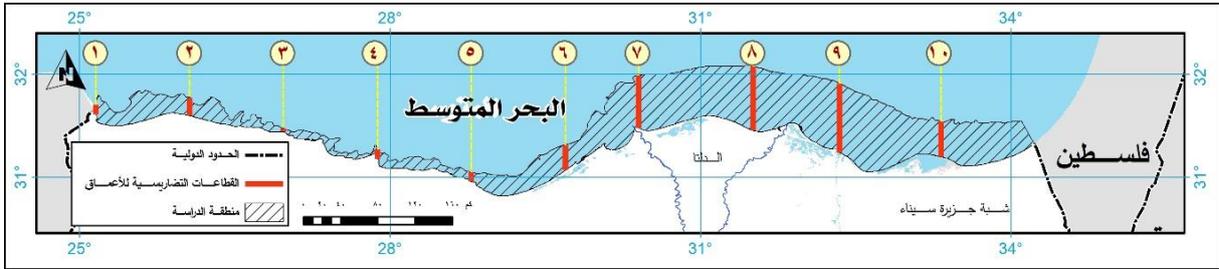
وتبرز أهمية فئة -٢٥٠ إلى -٣٠٠ متر، التي تتجاوز ٥٪ من إجمالي المساحة في القطاع الشرقي (٢٠٥٣٧ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٥.٣١٪)، مما يدل على توسع تدريجي في المنحدر القاري، بينما تنخفض النسبة في القطاع الثاني إلى ٣.٠١٪ فقط الأعماق (أكثر من -٤٠٠ متر)، فتشكّل نسباً ضئيلة في مساحاتها حيث لا تتجاوز ٠.٧٧٪ في أي قطاع، ويصل الحد الأقصى في القطاع الشرقي (٠.٧٥٪ عند عمق أكبر من -٥٠٠ متر)، وهو ما يعكس زيادة الانحدار بالمنحدر القاري تجاه قاع البحر. وتعكس طبوغرافية الرف القاري بمنطقة الدراسة تنوعاً مورفومترياً واضحاً، يبدأ بامتداد واسع للرف القاري الضحل، يليه انحدار تدريجي غير متماثل، حيث يلاحظ أن القطاع الشرقي سجل النسبة الأعلى من المساحات الضحلة، مقابل توسع في بعض الأعماق المتوسطة في القطاع الغربي، تميّز قطاع الدلتا بنوع من التوازن النسبي بين فئاته المختلفة، هذا التنوع يعكس التباينات الجيولوجية والتكتونية، كما يتضح من خلال التحليل المكاني لمواقع آبار الغاز والبتروول في المنطقة ان نحو ٢١ بئر يقع على عمق يبلغ -٥٠ متر من مستوى سطح البحر ونحو ١١ موقع في الفئة ما بين -٥٠ لأقل من -١٠٠ و ٨ مواقع فقط ما دون -٢٠٠ متر و فقط موقعين اثنين في النطاق الأكثر من ٢٠٠ متر من الرف القاري لعمق بلغ -٢٦٧.٦ م.

## ٢- القطاعات التضاريسية:

تم عمل مجموعة من القطاعات التضاريسية لفترتين مختلفتين للوقوف على تغيرات مستوى السطح للرف القاري وكان توزيعها كالتالي: كان من نصيب القطاع الغربي ٦ قطاعاً، وقطاعان لرف الدلتا، وقطاعان لرف شرق الدلتا، ومن دراسة وتحليل شكل (٦) وبيانات جدول (٢) و(٣) لوحظ وجود اختلاف طبوغرافي ملحوظة في مستوى الرف القاري في بعض القطاعات بمنطقة الدراسة خلال فترة زمنية امتدت لسنة عشر عامًا (٢٠٠٨م-٢٠٢٤م) في المنسوب والانحدار، فبالرغم من استمرار النمط العام لتدرجات القاع وتوزيعها الجغرافي في معظم القطاعات، إلا أنه من خلال المقارنة

الرقمية شكل (٧) يتضح أن القطاعان رقما ٢، ٣ لا يزالان يحتفظا بأعلى تغير في المنسوب والانحدار بين جميع القطاعات المدروسة، حيث سجل (٦.٣٩ كم في ٢٠٠٨م و٣.٣ كم في ٢٠٢٤م) ويلاحظ من خلال تحليل جدول (٢) و(٣) أن القطاع الغربي يبدأ الانحدار به في شكل ضعيف جداً في الفئة السطحية (صفر لأقل من ٥٠م) بمعدل انحدار يبلغ نحو ٠.٠٠٠٣٦، ما يعكس انبساط شبه تام للسواحل والرف القاري القريب، ومع الانتقال لعمق أكبر، يزداد الميل تدريجياً وبشكل واضح حتى يصل إلى حوالي ٠.٠٠٠٨ وذلك علي عمق يتراوح بين ٢٠٠م إلى ٢٥٠م، ما يشير لوجود منحدر قاري يبدأ بعد نهاية الرف القاري، بينما القيم الأعلى للانحدار في الأعماق المتوسطة تعكس انتقال مفاجئ من الرف القاري إلى حافة المنحدر، وهو سلوك طبيعي لمناطق ذات نشاط ترسيبي طويل المدى.

بينما قطاع الدلتا يعد مستوي الانحدار في المناطق السطحية منه منخفض جداً حيث بلغ معدله ٠.٠٠٣٣ بفعل رواسب نهر النيل، حيث يشكل تراكم الرواسب دلتا واسعة قليلة الانحدار، وعند الأعماق الأكبر، خاصة بعد ١٥٠م، يزداد درجة الانحدار لتبلغ أكثر من ٠.١١، وهذا رقم أعلى نسبياً من القطاع الغربي، ويدل على تآكل أو انهيارات رسوبية على حافة المنحدر القاري في هذه المنطقة، والفارق الكبير بين الميل السطحي والميل في الأعماق يعكس أن المنحدر هنا أكثر حدة وأقصر امتداداً مقارنة بالقطاع الغربي، بينما في القطاع الشرقي يعتبر الانحدار السطحي قليل حيث بلغ ٠.٠٠٠٣٢ وهو يبدأ بشكل أعلى قليلاً من القطاع الغربي والدلتا مما يشير الي وجود تضاريس بحرية أكثر تعرجاً أو تأثير مباشر للتيارات البحرية.



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات GEBCO، <https://www.gebco.net>

### شكل (٦) مواقع القطاعات التضاريسية للأعماق بمنطقة الدراسة.

بينما يزداد الانحدار حتي يصل الي نحو ٠.٠٠٠٩٨ عند منسوب يتراوح ما بين ٢٠٠م إلى ٢٥٠م، وهي قيمة قريبة من القطاع الغربي لكنها أقل من الدلتا، ما يوحي بأن المنحدر القاري هنا أوسع وأكثر تدريجية، هذا النمط يعكس غالباً نشاط تكتوني أقل حدة من الدلتا، مع استقرار رسوبي أطول نسبياً أو هناك نشاط جيومورفولوجي طويل الأمد بسبب تيارات شقية تأتي إلي الساحل عملت علي تخفيض مستوي الرف القاري، ويشير التغيرات السلبية احتماليه ان يكون ناتج بفعل هبوط أصاب تلك المنطقة من الرف القاري بسبب عامل تكتوني مقابل رأس سيدي براني، وقد يكون هناك

تكريك لعمل ميناء في نفس المكان فعليك ان تتأكد من الفعل البشري في المنطقة ، بينما يشير الثبات والتساعد في شدة الانحدار إلى وجود جرف بحري حاد وثابت، قد يكون مرتبطاً بتراكيب تكتونية قديمة أو ناتجاً عن.

### جدول (٢) القطاعات الطبوغرافية للأعماق بمنطقة الدراسة عام ٢٠٠٨م

رقم القطاع	طول القطاع(كم)	أقصى عمق(م)	أدنى عمق(م)	متوسط العمق(م)	نسبة الانحدار(م/كم)
١	١٠.٢	٤٣.٤-	٦.٥-	٢٣.٣-	٣.٦١
٢	٢٢.٤	٣٢٢.٨-	٤.٣-	١٦١.٨-	١٤.٢٢
٣	٦.٣	٣٣٥.٤-	١٢.٠-	١٧٧.٥-	٥٠.٦٢
٤	١٤.٤	٣٥٨.٣-	١.٦-	١٣٤.٢-	٢٤.٦٠
٥	١٢.٩	٣٦٦.٦-	٠.٦	١٨٢.٣-	٢٨.٢٩
٦	٣١.٧	٣٢٩.٣-	٤.٠-	١٦٣.٩-	١٠.٢٤
٧	٥٩.٠	٣٢٨.٩-	٠.٦-	١٦٢.٥-	٥.٥٦
٨	٧٣.٤	٢٩٢.٨-	٢.٠-	١٤٥.٤-	٣.٩٦
٩	٧٧.٣	٢٨٩.٧-	١.٩-	١٣٣.٤-	٣.٧٢
١٠	٥٠.٠٤	٣٠٩.٨-	٦.٧-	١٤٤.٤-	٦.٠٦

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات GEBCO لعام ٢٠٠٨م، <https://www.gebco.net>

### جدول (٣) القطاعات الطبوغرافية للأعماق بمنطقة الدراسة عام ٢٠٢٤م

رقم القطاع	طول القطاع(كم)	أقصى عمق(م)	أدنى عمق(م)	متوسط العمق(م)	نسبة الانحدار(م/كم)
١	١٠.٣	٦٠.٤٩-	٢.٣٨-	٢٥.٨٦-	٥.٦٤
٢	١٩.٠	١٩٨.٢٦-	٠.٤٧-	٩٨.١٩-	١٠.٤١
٣	٣.٣	١٨٥.٦٥-	١.٨٩-	٩٩.٨٣-	٥٥.٦٨
٤	٩.٧	١٨٣.٦٩-	١٤-	٨٧.٢٨-	١٧.٤٩
٥	١٠.٣	١٩٤.١٧-	٦-	٩٧.١-	١٨.٢٧
٦	٢٦.٨	١٨٦.٩٩-	٠.٠٢-	٩١.٧٢-	٦.٩٨
٧	٥٦.٣	١٩٥.٥٣-	١.٥-	٩٧.٥٥-	٣.٤٥
٨	٦٩.١	١٨٢.١٧-	٢-	٩٠.٣٨-	٢.٦١
٩	٧٣.٨	١٨٦.٧٦-	٠.٢-	٨٥.٥٨-	٢.٥٣
١٠	٣٧.٨	١٩٦.٥٦-	١.٤٤-	٩٣.٠٤-	٥.١٦

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات GEBCO لعام ٢٠٢٤م، <https://www.gebco.net>

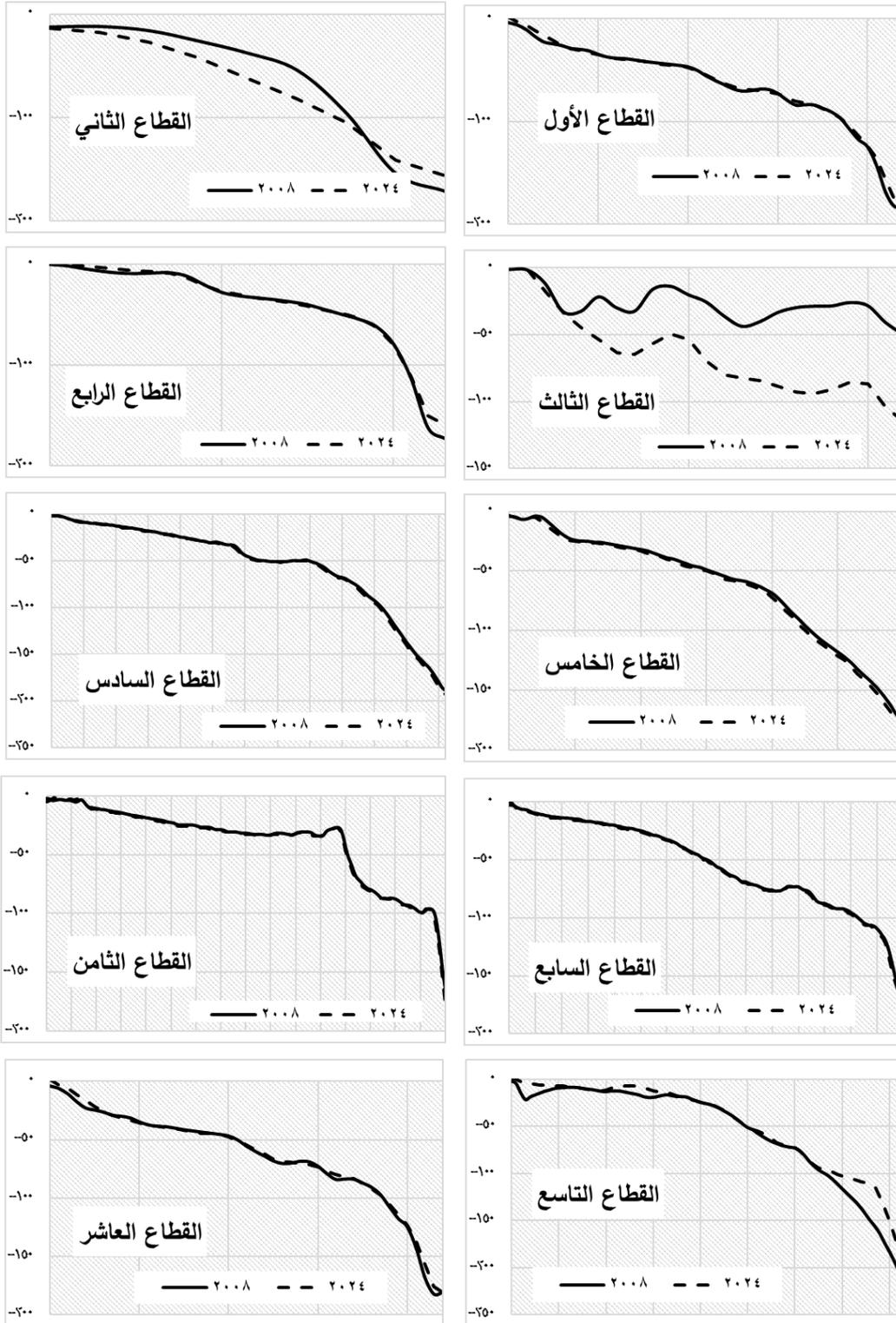
في المقابل لا تزال القطاعات الأطول " الثامن والتاسع" تسجل أقل نسب انحدار فقد بلغت نسبة الانحدار في القطاع التاسع -٣.٧٢متر/كم عام ٢٠٠٨م وانخفضت قليلاً إلى -٢.٥٣متر /كم في ٢٠٢٤م، وقد كان هذا التغير بالإيجاب لأن انخفاض قيمة الانحدار يعني أن ميل الرف القاري أصبح أكثر لطفاً وأقرب إلى الانحدار الطفيف، وهو النمط الجيومورفولوجي الطبيعي والمستقر للمنطقة، كما أن الفارق يُرجح أنه ناتج عن تحسن دقة النماذج الرقمية وأدوات الرصد بين عامي ٢٠٠٨ و ٢٠٢٤، وليس عن تغير سلبي في طبيعة القاع البحري، بينما تراجعت في القطاع الثامن

من -٣.٩٦ إلى -٢.٦١ متر /كم، وتعكس هذه القيم المنخفضة، مع طول القطاعين الذي يتجاوز ٧٣ كم وجود رف قاري مائل بشكل طفيف نسبياً، وهو ما يُعتبر نمطاً جيومورفولوجياً نموذجياً للمنطقة، أما فيما يخص القيم القصوى للأعماق، فقد سُجِّل أقصى عمق عام ٢٠٠٨م عند -٣٦٦.٦٥ متر في القطاع الخامس، في حين كان العمق الأقصى في ٢٠٢٤م عند -١٩٨.٢٦ متر في القطاع الثاني، هذا الانخفاض الواضح قد يُعزى إلى اختلاف دقة النماذج الرقمية فيما بين العاملين، خاصة أن القطاعات المعنية لم يتغير موقعها أو طولها بشكل جوهري، مما يعزز فرضية تحسن أدوات الرصد والتصوير الرقمي في نموذج GEBCO الحديث.

وفيما يتعلق بمتوسطات العمق، تظهر بعض التغيرات اللافتة كذلك، من أبرزها ارتفاع متوسط العمق في القطاع الثاني من -١٦١.٨٦ متر في ٢٠٠٨م إلى -٩٨.١٩ متر في ٢٠٢٤م، وهي مفارقة توحي بإعادة توزيع النقاط داخل القطاع أو تحسين تمثيل العمق في النموذج الأحدث، كما ارتفع متوسط العمق في القطاع الرابع من -١٣٤.٢٥ إلى -٨٧.٢٨ متر، مما يشير إلى تغيرات في نطاقات المسح أو مستوى دقة البيانات المستخدمة، وتدعم هذه التباينات الملحوظة فرضية ارتباط معدل الانحدار بطول القطاع، حيث يُلاحظ بوضوح في كلا الجدولين أن القطاعات القصيرة (مثل القطاعين ٣ و ٥) تسجّل أعلى نسب انحدار، بينما تسجّل القطاعات الأطول (مثل ٨ و ٩) أدناها، مما يعكس اتساقاً طبيعياً في تدرج قاع البحر بدء من خط الساحل نحو الأعماق.

كما يلاحظ ظهور تكرار في أنماط التوزيع المكاني للانحدارات العالية والمنخفضة بين نماذج الأعماق الرقمية عام ٢٠٠٨م و ٢٠٢٤م - مثل ثبات الطول الحاد في القطاع رقم (٣) وثبات الطول المنخفض في القطاعين (٨) و(٩) استقراراً نسبياً مع احتمال وجود تغيرات رسوبية تتغير مواضعها كنتيجة طبيعية للعمليات البحرية المستمرة، وتعكس هذه النتائج أيضاً تطور التقنيات الجيومكانية في تقنيات الرصد البحري مثل GEBCO (٥).

(٥) تعتمد منهجية الرصد في مشروع GEBCO على دمج تقنيات حديثة متعددة المصادر لتمثيل الظواهر الجيومورفولوجية في قاع المسطحات المائية بشكل دقيق، وقد شهدت هذه المنهجية تطوراً ملحوظاً بين عام ٢٠٠٨م وعام ٢٠٢٤م، ففي الإصدار الأول من GEBCO عام ٢٠٠٨م كانت آلية الرصد تعتمد بدرجة كبيرة على بيانات مستمدة من قياسات صدى الصوت الأحادي (Singlebeam Echo Sounder) أو الثنائي (Multibeam)، وهي بيانات يتم الحصول عليها من السفن البحثية أو التجارية أثناء تنقلها في البحار، كما تم إدماج بيانات خرائط الأعماق البحرية الورقية مثل خرائط الأدميرالية البريطانية التي جُمعت من مصادر حكومية وعسكرية وتجارية، إلى جانب استخدام نماذج استيفاء لتغطية الفجوات في المناطق التي لم تُسح مباشرة، وهو ما جعل النموذج يتسم بدقة منخفضة الي حد ما في بعض المناطق العميقة أو المناطق النائية وكانت درجة الوضوح المكاني للبيانات حينذاك تعادل دقة واحدة (ما يقارب ١.٨ كم)، مما حدّ من استخدام النموذج في التطبيقات الدقيقة مثل الدراسات البيئية الساحلية أو التخطيط الهندسي البحري، بينما في الإصدار الحديث من GEBCO عام ٢٠٢٤م فقد تغيرت آلية الرصد بشكل جوهري نتيجة التقدم في تقنيات المسح البحري وبدء تنفيذ مشروع Seabed 2030، وهو مشروع عالمي يهدف إلى إنتاج خريطة رقمية شاملة لقاع المحيطات بحلول عام ٢٠٣٠م، حيث اعتمد على المسح الصوتي متعدد الشعاع عالي الدقة (Multibeam Echo Sounder)، إلى جانب



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات GEBCO لعام ٢٠٠٨م و٢٠٢٤م، <https://www.gebco.net>

### شكل (٧) القطاعات التضاريسية للأعماق بمنطقة الدراسة.

إدخال بيانات الأقمار الصناعية الخاصة بقياس التباين في الجاذبية الأرضية، وهو ما يُستخدم لتقدير الأعماق في المناطق التي يصعب الوصول إليها بالسفن <https://www.gebco.net> .

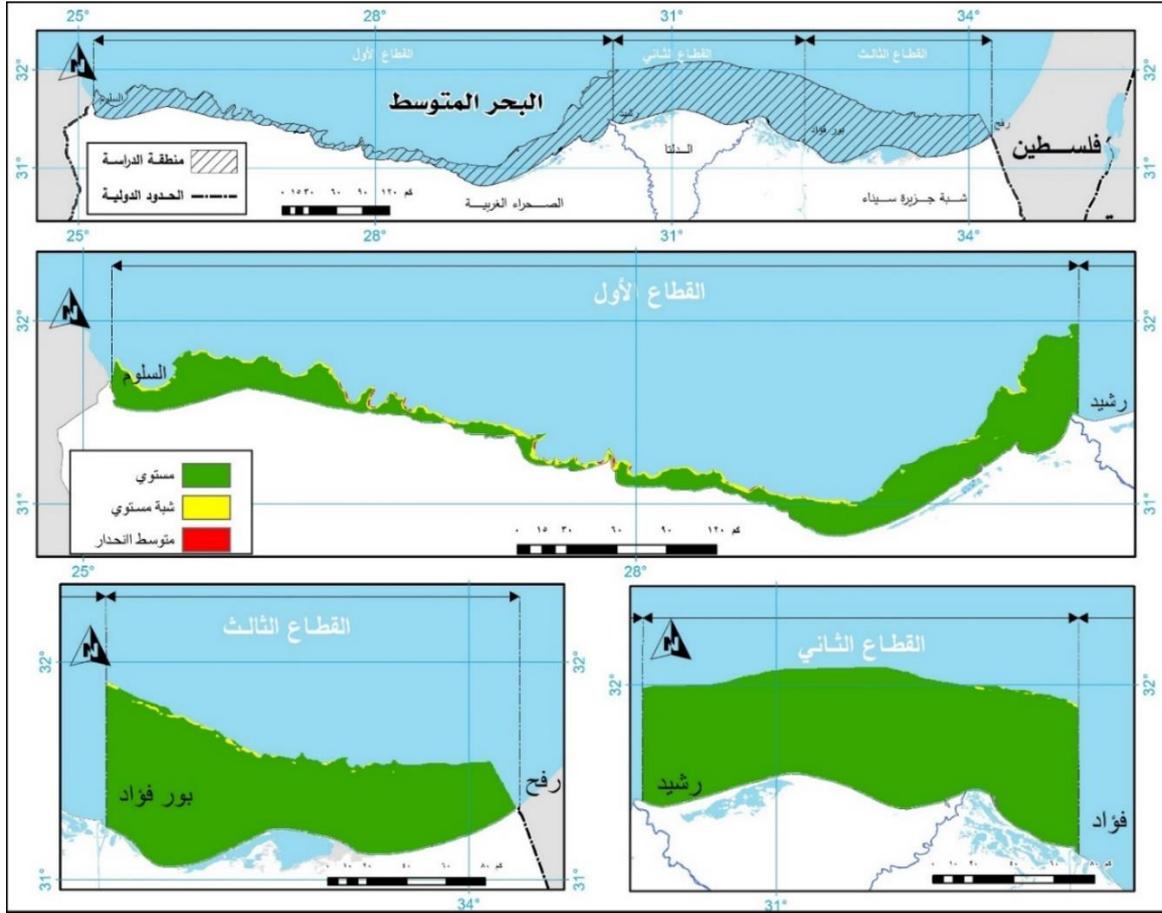
ويلاحظ من خلال المقارنة بين القطاعات التضاريسية شكل (٧) وبيانات جدول (٢) يتضح ان اغلب القطاعات كانت تعبر عن أرفف قارية واسعة ذات انحدار ضعيف خاصة في القطاعين الغربي والشرقي، بينما ظهر قطاع الدلتا بطول أقل بشكل نسبي وبزاوية انحدار أكبر بما يعكس طبيعته الرسوبية التي تتراكم فوق حافة أكثر حدة، وتشير القيم بشكل عام الي حاله من الاتزان الرسوبي مع سيطرة عمليات الترسيب على عمليات النحت.

وعند مقارنة ذلك مع بيانات جدول (٣) أن بعض القطاعات انخفض طولها وزاد انحدارها، خصوصاً في الدلتا وأجزاء من القطاع الشرقي، ففي القطاع الغربي، التغيرات كانت أقل حدة، مع بقاء الانحدار منخفض في المناطق السطحية وزيادته تدريجياً في العمق، بينما في مناطق معينة، الميل أصبح أكبر حتى مع بقاء العمق نفسه تقريباً، ما يشير إلى تراجع الحافة القارية أو حدوث تراكمات رسوبية.

ويمكن ارجاع تغير طول بعض القطاعات عام ٢٠٢٤م، خاصة في كل من قطاع الدلتا والقطاع الشرقي الي تآكل جانبي للرف القاري أو زيادة حدة المنحدر بفعل تيارات عكسة أو انزلاقات كتلية، بينما يدل زيادة الميل في قطاعات معينة مع قصر الطول علي انتقال من حالة ترسيب إلى حالة نحت، أو نشاطاً تكتونياً، ويشير التوزيع المكاني للتغيرات أن القطاعات الغربية أقل تغيراً، بينما في قطاع الدلتا والقطاع الشرقي يعد مستوى التغير أكثر بما يعكس اختلاف مصادر الرواسب ونشاط التيارات، مع حساسية أكبر لقطاع الدلتا والتيارات القوية، بينما يشير تغير بسيط في مستوى العمق، لكن الميل تغير أكبر الي الميل يتأثر أكثر بالتغير الأفقي في الامتداد، حتى لو بقي العمق ثابت نسبياً.

### ٣- زاوية الانحدار:

يتميز الرف القاري في منطقة الدراسة بانحدار يتراوح بين مستوى إلى متوسط الانحدار، حيث تميل معظم مناطقه إلى الاستواء الطفيف الذي يتراوح بين صفر إلى ٢°، شكل (٨) ويُعد هذا الانحدار منخفضاً نسبياً مقارنة بما هو شائع في المحيطات والبحار المفتوحة، ويُعزى ذلك إلى الطبيعة التكتونية المغلقة للبحر المتوسط، حيث يُعد حوضاً شبه مغلق تحيط به كتل قارية، مما يؤدي إلى تفاوت عرض الرف القاري من منطقة إلى أخرى، وتتحكم عدة عوامل في هذا الانحدار، من أهمها: نوع الصخور الساحلية، النشاط التكتوني، عمليات الترسيب النهري بفعل نهر النيل، وسيول الأودية الجافة التي قد تشهد نشاطاً في فصل الشتاء، بالإضافة إلى تأثيره المباشر على حركة التيارات البحرية، توزيع الرواسب، التنوع البيولوجي البحري، فضلاً عن أهميته في تحديد مناطق الصيد، والملاحة، والتقيب البحري عن الموارد مثل الغاز والنفط.



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

### شكل (٨) درجات انحدار الرف القاري

يتضح من تحليل جدول (٤) وشكل (٩)، فإن فئة الانحدار (صفر - ٢°) تُعد السمة الغالبة على تضاريس الرف القاري بجميع القطاعات، حيث تمثل النسبة الأكبر من المساحات، وهو ما يعكس طبيعة شبه مستوية واسعة الانتشار تدعم الاستقرار الرسوبي والبيئي، ففي القطاع الغربي، بلغت مساحة هذه الفئة نحو ٨٧٧٥.٥٩ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٧٤٪، وارتفعت في قطاع الدلتا إلى حوالي ١١٢٤٢.٢٧ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٩٤٪، بينما سجلت في القطاع الشرقي ما يقارب ٩١٠٥.٧٧ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٩٠٪، وهي قيم مرتفعة تدل على قلة الانحدار في معظم سطح الرف القاري.

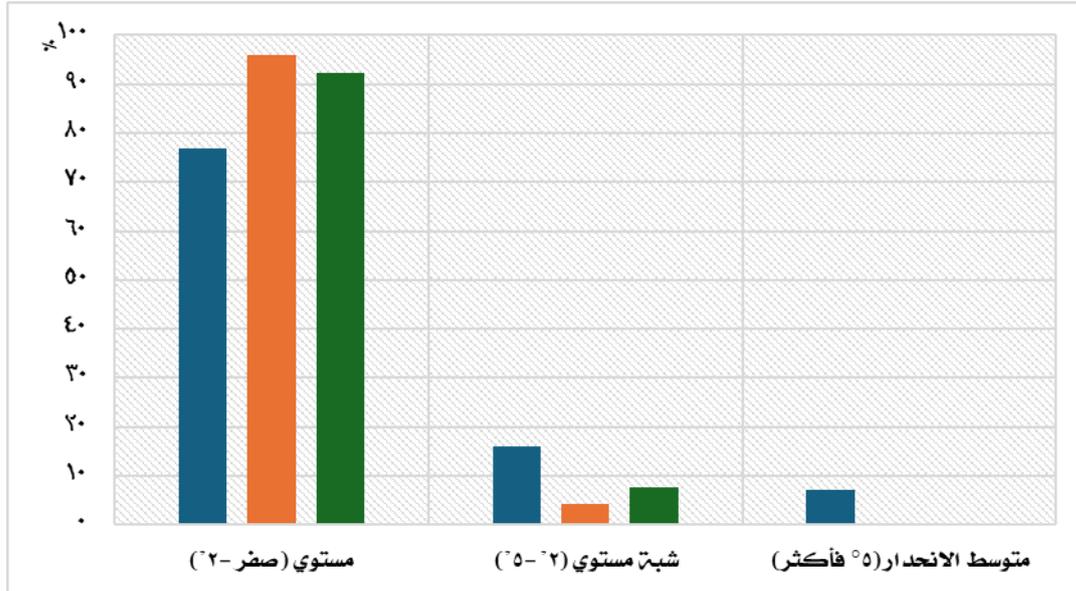
### جدول (٤) فئات الانحدار في قطاعات المنطقة

القطاع الشرقي		قطاع الدلتا		القطاع الغربي		الفئات
%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	
٩٢.٤	٩٣٤٨.٠٠٤	٩٥.٨	١١٤٥٦.١٢٢	٧٦.٨	٩١٠٩.٨٧	مستوي (صفر - ٢°)
٧.٦	٧٦٩.٥٢٣٥	٤.٢	٥٠٣.٧٤١٥	١٦.١	١٩١٥.١٧	شبة مستوي (٢ - ٥°)
-	-	-	-	٧.٠	٨٣٣.٨٧	متوسط الانحدار (٥° فأكثر)
١٠٠	١٠١١٧.٥٢٧	١٠٠	١١٩٥٩.٨٦٣	١٠٠	١١٨٥٨.٩١	الإجمالي

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

أما فئة الانحدار التي تتراوح ما بين (٢ - ٥°)، والتي تمثل المناطق شبه المستوية، فقد جاءت في المرتبة الثانية من حيث المساحة، حيث بلغت في القطاع الغربي حوالي ٢١٣٤.٦٠ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٨٪، وتراجعت في قطاع الدلتا إلى نحو ٧١٧.٥٩ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٦٪، وسجلت في القطاع الشرقي قرابة ٩١٠.٥٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٩٪، ويشير ذلك إلى وجود بعض التباينات الطفيفة في زوايا ميل السطح، لا سيما في القطاعين الغربي والشرقي.

أما فئة الانحدار (٥° فأكثر)، والتي تدل على وجود انحدار متوسط نسبياً، فقد ظهرت فقط في القطاع الغربي بمساحة تقدر بحوالي ٩٤٨.٧١ كم<sup>٢</sup> تمثل ٨٪ من إجمالي مساحته، في حين لم تُسجَل هذه الفئة في قطاع الدلتا، وسُجِلت بنسبة محدودة جداً في القطاع الشرقي (حوالي ١٠١.١٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٪)، مما يعكس ندرة التضاريس الوعرة أو الحادة الزوايا، ويفسر الطابع المستقر لتضاريس تلك القطاعات، خصوصاً في الجهة الشرقية من منطقة الدراسة وهذا ما يجعلها ملائمة للأنشطة البحرية المختلفة، ويوفر بيئة مثالية لتراكم الرواسب وتنوع الكائنات البحرية، ويعكس في الوقت ذاته استقراراً جيومورفولوجياً نسبياً ناجماً عن غياب الحركات التكتونية الحديثة المؤثرة بحدّة في قاع البحر خلال الفترة الراهنة.



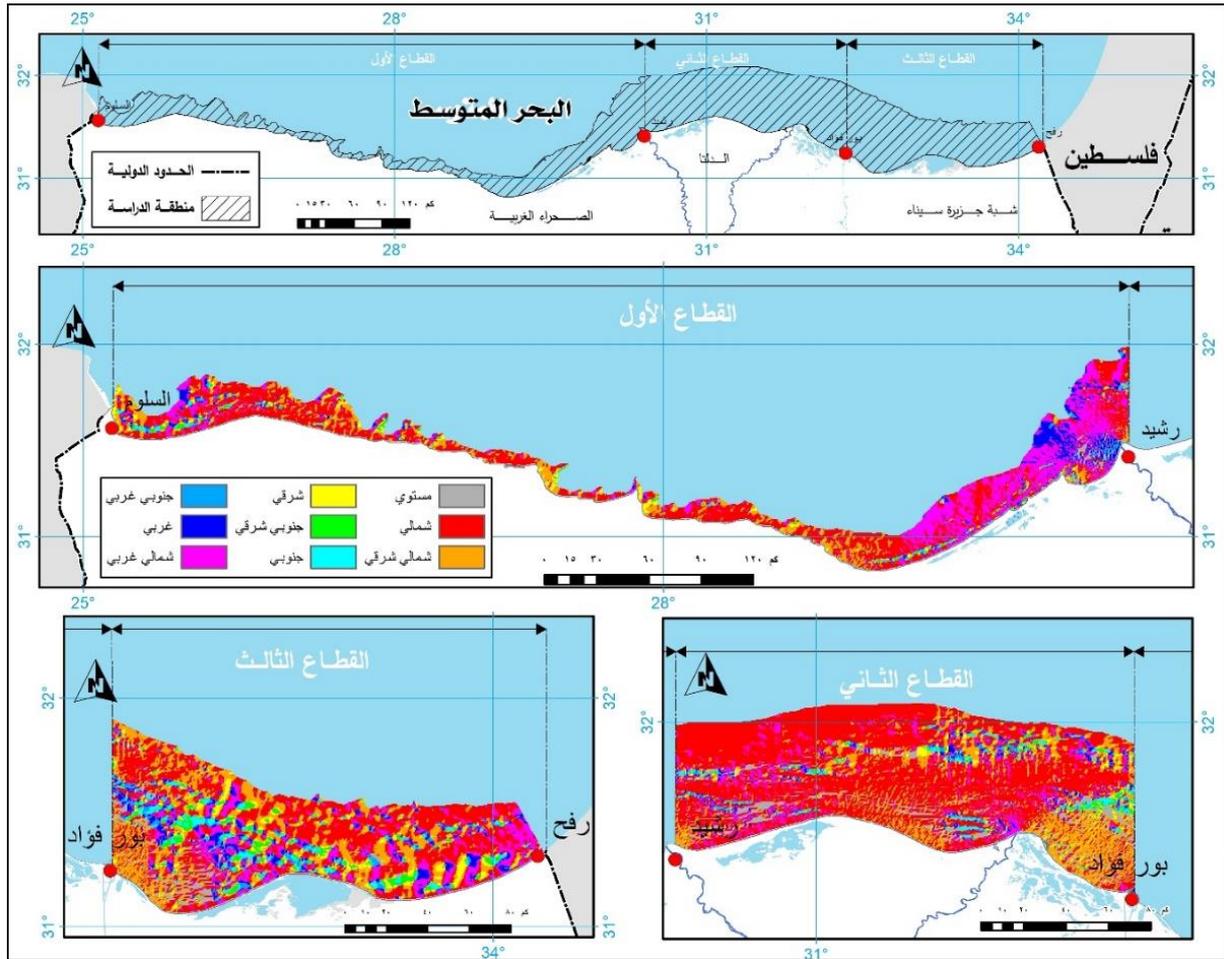
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على نتائج تحليل شكل (٢) وبيانات <https://www.gebco.net>

#### شكل (٩) التوزيع المساحي لفئات الاعماق للرف القاري

#### ٤- اتجاه الانحدار:

يتضح من قراءة شكل (١٠) وتحليل جدول (٥) أن القطاع الغربي يتسم بسيادة الاتجاه الشمالي بنسبة ٣٨.٩٪ من إجمالي مساحة القطاع البالغة ١١٨٥٨.٦ كم<sup>٢</sup>، يليه الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة ٢٧٪، وهذا يشير إلى أن الانحدار في هذا القطاع يتجه بوضوح نحو الشمال والشمال الغربي، مما يدل على انبساط نسبي لسطح الرف القاري في هذين الاتجاهين، ويُرجح أن تكون هذه المناطق قد

شهدت عمليات ترسيب بحرية كثيفة ساهمت في تراكم الرواسب بفعل التيارات البحرية أو تفريغ نهري قديم من الأودية التي تنتشر في جنوب المنطقة كما أن نسبة ١٣.٦٪ التي يسجلها الاتجاه الشمالي الشرقي تدعم فرضية الامتداد الطبوغرافي المترجح نحو الشرق، وفي المقابل تظهر الاتجاهات الجنوبية بجميع أنواعها (الجنوب، الجنوب الشرقي، والجنوب الغربي) بنسب ضعيفة (لا تتجاوز مجتمعة ٨.٥٪)، ما يشير إلى تضاريس أكثر وعورة أو انخفاضات سريعة في هذه الجهات، ربما ناجمة عن كسور أو حافات قارية حادة.



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

### شكل (١٠) اتجاهات الانحدار بالرف القاري.

بينما قطاع الدلتا فبلغت مساحته الإجمالية ١١٩٥٩.٥ كم<sup>٢</sup> فيظهر سيادة للاتجاه الشمالي بنسبة ٦٦.٢٪، وهي النسبة الأعلى بين القطاعات الثلاثة، مما يعكس وجود رف قاري عريض وممتد بانتظام نحو الشمال، قد يمثل بقايا بيئة دلتاوية بحرية رسوبية نشطة تأثرت بالتفريغ النهري لمجري لنهر النيل خلال فترات زمنية طويلة سابقة، ويحتل الاتجاه الشمالي الشرقي المرتبة الثانية بنسبة ١٧.٩٪، ما يشير إلى انحدار في هذا الاتجاه، وتُسجل الاتجاهات الأخرى كالجانب، والجنوب الشرقي، والجنوب الغربي نسباً هامشية للغاية فجميعها تحت ١٪، ما يعزز فرضية وجود انخفاضات

مفاجئة أو عدم استقرار جيومورفولوجي في تلك الاتجاهات، أدى إلى تقليص الامتداد السطحي لها ضمن هذا القطاع.

أما القطاع الشرقي، والذي يُعد الأقل مساحة بين القطاعات الثلاثة (١٠١١٧.١ كم<sup>٢</sup>)، فيظهر توزيعاً أكثر توازناً بين الاتجاهات المختلفة، حيث يهيمن الاتجاه الشمالي بنسبة ٤٤.٤٪، يليه الاتجاه الشمالي الشرقي بنسبة ٢١.٤٪، ثم الاتجاه الشمالي الغربي بنسبة ١٤.١٪. وهذه القيم تشير إلى وجود تضاريس متنوعة نسبياً، تعكس تعدد المسارات المنحدرة وتوزيعها في أكثر من اتجاه، مع احتمال وجود تأثيرات تكتونية أو جيولوجية مركبة ساهمت في تكوينها، كما تُسجل نسب لافتة نسبياً لكل من الاتجاه الشرقي (٥.٢٪) والغربي (٥.٣٪) وهو ما يدعم فرضية وجود حافات قارية، أو مناطق انكسارية تمتد عرضياً بالقطاع وحتى الاتجاهات الجنوبية تظهر بنسب أعلى مقارنة بالقطاعين الآخرين، حيث يسجل الاتجاه الجنوبي ٣.٠٪، والجنوب الشرقي ٣.٨٪، مما يعكس احتمالية وجود رف قاري ثانوي أو مناطق انبساط جيومورفولوجي في هذا الاتجاه.

#### جدول (٥) فئات اتجاهات الانحدار بالرف القاري

الفئات	القطاع الغربي "الأول"		قطاع الدلتا "الثاني"		القطاع الشرقي "الثالث"	
	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	%
الشمال	٤٦١٠.٧	٣٨.٩	٧٩٢٢.٧	٦٦.٢	٤٤٩١.١	٤٤.٤
الشمال الشرقي	١٦١٧.٦	١٣.٦	٢١٣٨.٠	١٧.٩	٢١٦٦.٢	٢١.٤
الشرق	٥٠٥.٦	٤.٣	٢٥٠.٤	٢.١	٥٢٨.٤	٥.٢
الجنوب الشرقي	٣٤٨.٨	٢.٩	٦٦.٦	٠.٦	٣٨٠.٧	٣.٨
الجنوب	٢٩٩.٧	٢.٥	١١١.٥	٠.٩	٣٠٧.٩	٣.٠
الجنوب الغربي	٣٦١.٩	٣.١	٨٦.٤	٠.٧	٢٨٠.٨	٢.٨
الغرب	٩٠٨.٢	٧.٧	١٥٢.١	١.٣	٥٣٢.٧	٥.٣
الشمال الغربي	٣٢٠٦.٤	٢٧.٠	١٢٣٢.١	١٠.٣	١٤٢٩.٣	١٤.١
الاجمالي	١١٨٥٨.٩	١٠٠	١١٩٥٩.٨	١٠٠	١٠١١٧.١	١٠٠

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

ومما سبق يتضح لنا أن السمة الجيومورفولوجية المميزة لجميع القطاعات هي سيادة الاتجاه نحو الشمال في وضوح شديد، مع تفاوت في درجة السيطرة لهذه الاتجاه، حيث تصل ذروتها في قطاع الدلتا (٦٦.٢٪)، بينما القطاع الشرقي أمام شبة جزيرة سيناء فيعتبر الأكثر تنوعاً حيث يشير إلى تضاريس أكثر تعقيداً قد تكون ناتجة عن تأثيرات تكتونية أو نشاط بنيوي متعدد ويدل هذا التوزيع الجغرافي لاتجاهات الانحدار على أن الرف القاري في المنطقة المدروسة ليس فقط بيئة رسوبية، بل يحمل في طياته خصائص بنيوية معقدة تشكل الأساس الجيومورفولوجي لهذا الامتداد البحري.

**رابعاً: التغيرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة الفترة ٢٠٠٨م وحتى ٢٠٢٤م:**

تعد دراسة التغيرات الجيومورفولوجية للرف القاري في منطقة الدراسة مدخلاً علمياً مهماً لفهم ديناميكيات البيئة البحرية وتطورها على مر الزمان، لا سيما في ظل الضوابط الطبيعية والبشرية وتأثيراتها المتزايدة على النظم البيئية الساحلية ولاسيما على كامل الساحل الشمالي لجمهورية مصر العربية حيث تكتسب هذه الدراسة خصوصية في ظل التوسع العمراني والسياحي ومشروعات البنية التحتية في الإقليم الساحلي، مما يستوجب تحليلاً دقيقاً لتغير مناسيب الرف القاري على مدار فترة الدراسة، وفي هذه الجزء تم إجراء مقارنة دقيقة بين بيانات مناسيب أعماق الرف القاري عام ٢٠٠٨م و ٢٠٢٤م في ثلاث قطاعات رئيسية، حيث يُظهر جدول (٦) أن فئة المناطق الضحلة (٠ إلى - ٥٠ متراً) تُعد الفئة الأكبر والأكثر انتشاراً في القطاعات الثلاثة. ففي القطاع الغربي، بلغت المساحة المغطاة بهذه الأعماق نحو ٥٥٠٥.٣ كم<sup>٢</sup>، أي ما يمثل ٤٦.٤٪ من إجمالي مساحة القطاع، بمتوسط عمق بلغ -٢٧.٢ متراً، أما في القطاع الثاني، فقد زادت النسبة إلى ٥٤.٢٪ بمساحة قدرها ٦٤٧٧.٧ كم<sup>٢</sup> ومتوسط عمق -٢٥.٤ متراً، بينما سجل القطاع الثالث أعلى نسبة، بلغت ٦١.٨٪ بمساحة تُقدَّر ب ٦٢٥٤.٠ كم<sup>٢</sup>، ومتوسط عمق ضحل نسبياً قدره -٢٣.٠ متراً، وتشير نتائج تحليل البيانات الي:

**١- المناطق الضحلة (٠ إلى - ٥٠ متراً):**

يلاحظ من مقارنة بيانات جدول (٦) مع الجدول السابق رقم (١) أن هذه الفئة ما تزال تُعد الفئة الأكبر والأكثر انتشاراً في القطاعات الثلاثة، ففي القطاع الغربي بلغت المساحة المغطاة بهذه الأعماق نحو ٥٥٠٥.٣ كم<sup>٢</sup> أي ما يمثل ٤٦.٤٪ من إجمالي مساحة القطاع، بمتوسط عمق بلغ -٢٧.٢ متراً، أما في قطاع الدلتا، فقد زادت النسبة إلى ٥٤.٢٪ بمساحة قدرها ٦٤٧٧.٧ كم<sup>٢</sup> ومتوسط عمق -٢٥.٤ متراً، بينما سجل القطاع الشرقي أعلى نسبة، بلغت ٦١.٨٪ بمساحة تُقدَّر ب ٦٢٥٤.٠ كم<sup>٢</sup>، ومتوسط عمق ضحل نسبياً قدره -٢٣.٠ متراً.

من الناحية الجيومورفولوجية، تعكس هذه النتائج استمرار فعالية عمليات الترسيب في المناطق القريبة من الساحل، مثل تراكم الرواسب الرملية والطينية، بفعل حركة الأمواج والتيارات الساحلية، إضافة إلى تأثير الأنشطة البشرية مثل الردم الساحلي وتوسيع المرفأء، كما يدل تدرج متوسطات العمق من الغرب إلى الشرق على أن القطاع الشرقي أكثر ضحالة، مما يُشير إلى نشاط رسوبي أكثر كثافة قد يرتبط بتضاريس قاعية منخفضة أو استقرار الرسوبيات في هذه المنطقة، ويمكن تفسير اتساع هذه الفئة بوجود بيئات ملائمة لتراكم الرواسب مثل المراوح الفيضية ودلتاوات الأودية القديمة الغارقة والتي تنتشر على طول خط الساحل منحدر من الجنوب للشمال كما سيرد ذكره - والتي تُعد نقاط تجمع للرواسب المنقولة من اليابسة، ويُعزز ذلك الاتجاه أيضاً طبيعة الحواف القارية الضحلة القريبة من الشاطئ، والتي تخلق بيئة بحرية مثالية لتراكم الرواسب بشكل مستمر.

## جدول (٦) التوزيع المساحي لفئات العمق في قطاعات المنطقة لعام ٢٠٠٨م

القطاع الشرقي "الثالث"			القطاع الأوسط "الثاني"			القطاع الغربي "الأول"			الفئات
متوسط العمق (م)	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	متوسط العمق (م)	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	متوسط العمق (م)	%	المساحة (كم <sup>٢</sup> )	
٢٣.٠-	٦١.٨	٦٢٥٤.٠	٢٥.٤-	٥٤.٢	٦٤٧٧.٧	٢٧.٢-	٤٦.٤	٥٥٠٥.٣	صفر لأدنى من ٥٠م
٧٦.٠-	١٦.٨	١٧٠٢.٨	٧٧.٠-	٢٦.٧	٣١٩٣.٣	٧٩.٦-	٢٢.٤	٢٦٦٠.٦٣	٥٠- لأدنى من ١٠٠م
١٢٧.١-	٥.٠	٥٠٢.٠	١٢٦.٢-	٨.٧	١٠٣٨.٨	١٣٢.٣-	٧.٣	٨٦٦.٩٧	١٠٠- لأدنى من ١٥٠م
١٧٨.٠-	٣.٩	٣٩٤.٥	١٧٨.٠-	٤.٥	٥٣٧.٣	١٨٢.٨-	٥.٩	٦٩٧.٥٩	١٥٠- لأدنى من ٢٠٠م
٢٢٧.٨-	٤.٤	٤٤٤.٦	٢٢٨.٩-	٣.١	٣٧٤.٠	٢٣١.٨-	٦.٧	٧٩٠.٣١	٢٠٠- لأدنى من ٢٥٠م
٢٧٥.٧-	٥.١	٥١٥.٣	٢٧٨.٦-	٢.٤	٢٨٩.٠	٢٨١.٠-	٧.٥	٨٨٤.٠٢	٢٥٠- لأدنى من ٣٠٠م
٣٢٤.٥-	١.٣	١٢٩.٣	٣١١.٢-	٠.١	٦.٦	٣٣٣.٢-	٢.٨	٣٣٥.٨١	٣٠٠- لأدنى من ٣٥٠م
٣٧٢.٩-	٠.٥	٤٦.١	--	--	--	٣٨٠.٣-	٠.٨	٩٩.٦٨	٣٥٠- لأدنى من ٤٠٠م
٤١٢.٨-	٠.٠	٠.٥	--	--	--	٤١٩.٧-	٠.٢	١٧.٩٤	٤٠٠- لأدنى من ٤٥٠م
--	--	--	--	--	--	٤٥٥.٧-	٠.٠	٢.٤١	٤٥٠- لأدنى من ٥٠٠م
--	--	--	--	--	--	٥٠٤.٤-	٠.٠	٠.٧	عمق أكثر من ٥٠٠متر
--	١.٠	١٠١١٧.٥٢٧	--	١.٠	١١٩٥٩.٨٦٣	--	١.٠	١١٨٥٨.٩١	الاجمالي

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

## ٢- المناطق المتوسطة العمق (-٥٠ إلى -١٠٠ متراً):

تُعد الفئة المتوسطة العمق (من -٥٠ إلى -١٠٠ متر) نطاقاً انتقالياً جيومورفولوجياً بين مناطق الرف القاري الضحل والمنحدر القاري. وقد سجلت هذه الفئة نسباً متفاوتة عبر القطاعات الثلاثة عام ٢٠٠٨م ففي القطاع الغربي، بلغت مساحتها ٢٦٦٠.٦٣ كم<sup>٢</sup> بنسبة ٢٢.٤٪ ومتوسط عمق -٧٩.٦ متراً، بينما ارتفعت إلى ٣١٩٣.٣ كم<sup>٢</sup> في قطاع الدلتا بنسبة ٢٦.٧٪ ومتوسط عمق -٧٧.٠ متراً، في حين سجلت أدنى مساحة في القطاع الشرقي، بلغت ١٧٠٢.٨ كم<sup>٢</sup> بنسبة ١٦.٨٪ بمتوسط عمق -٧٦.٠ متراً، وحيث تحظى هذه الفئة بأهمية جيومورفولوجية كبيرة، إذ غالباً ما تتضمن مظاهر تضاريسية متنوعة مثل السفوح المتموجة أو الهضاب الغاطسة. وتشير المساحات الكبيرة في القطاعين الأول والثاني إلى امتداد الرف القاري لمسافات أطول قبل الانحدار الحاد، ما قد يدل على وجود استقرار بنيوي في البنية القاعية لهذه المناطق.

أما انخفاض النسبة في القطاع الشرقي فقد يمكن ارجاعه إلى قرب الانحدار القاري من الساحل الشرقي، مما يترك مجالاً أقل لامتداد هذه الفئة، كما أن العمق المتوسط المتقارب في القطاعات الثلاثة يُشير إلى استقرار الرسوبيات في هذه المنطقة وتراكمها على فترات طويلة، هذا الثبات في العمق والمساحة يؤكد الطبيعة الديناميكية المستقرة لهذا النطاق، خاصة في المناطق التي لا تتأثر كثيراً بالتيارات العاتية أو الأنشطة التكتونية.

ويمكن ارجاع أسباب هذا التغير الكبير في مساحة هذه الفئة إلى الترسيب البحري التدريجي بفعل حركة التيارات الساحلية أو الترسيبات النهريّة بفعل نهر النيل وما يحمله من رواسب طينية وغروية قد ساهم في ردم بعض المنخفضات، مما رفع منسوب القاع وأدى إلى تحول أجزاء منها إلى

عمق يتراوح بين ٥٠- و١٠٠ متر، كما أن الزيادة البسيطة في المساحة ضمن القطاع الثالث تدل على احتفاظ هذا القطاع بخصائصه الجيومورفولوجية العميقة نسبياً، وقد يعود ذلك إلى وجود عناصر مثل الحواف الغاطسة الحادة أو الأخاديد العميقة التي لم تتأثر كثيراً بالعمليات الرسوبية، أو إلى طبيعة الأساس الصخري بالقاع الأكثر مقاومة للتغير، وكل ما سبق يعتبر مؤشراً جيومورفولوجياً قوياً على وجود تحول في بنية القاع البحري نحو حالة أكثر استقراراً في بعض القطاعات، مع احتمالات حدوث تكوّن لهضاب بحرية جديدة واتساع للرف القاري في بعض المواضع.

### ٣- المناطق العميقة (- ١٠٠ إلى ما دون - ٥٢٢ متراً):

تُعد مناطق هذه الفئة من الوحدات الجيومورفولوجية العميقة والتميزة في البيئة البحرية، حيث تمثل الامتداد الطبيعي للمنحدرات القارية السفلية وتضم في بنيتها التضاريسية مكونات هامة مثل الأحواض الغاطسة، الأخاديد البحرية، السفوح الحادة، والحواف القارية المنحدرة. وتُشكل هذه المناطق نقطة انتقال حاسمة بين الرف القاري والمناطق العميقة من الحوض البحري، ما يجعلها ذات أهمية بيئية وجيومورفولوجية كبيرة، وبالرجوع إلى مقارنة البيانات الرقمية بين عامي ٢٠٠٨م و٢٠٢٤م، يتبين أن هذه الفئة لم تتراجع كما هو متوقع في بعض الدراسات السابقة، بل سجلت زيادات طفيفة، ولكنها منتظمة في المساحة المغطاة بهذه الأعماق في القطاعات الثلاثة المدروسة ففي القطاع الأول، ارتفعت النسبة من ٣١.٢٪ عام ٢٠٠٨م إلى ٣٤.٨٦٪ عام ٢٠٢٤م في القطاع الثاني، ارتفعت من ١٨.٨٪ إلى ٢٣.٦٣٪. وفي القطاع الثالث، ارتفعت من ٢٠.٢٪ إلى ٢٤.٥١٪.

وتدل هذه الزيادة على تحولات جيومورفولوجية دقيقة تعكس إعادة توزيع الرسوبيات بشكل يسمح بكشف المزيد من تضاريس القاع العميق. كما يمكن تفسير هذا التطور ب: تباطؤ عمليات الترسيب في بعض المواقع مما حافظ على البنية العميقة وأتاح اتساعها. تآكل طفيف في الهضاب الغاطسة والمناطق الانتقالية أدى إلى انكشاف طبوغرافي أكبر للمناطق العميقة. أو ربما يعود جزئياً إلى تحسن تقنيات رصد الأعماق التي وفرت تمثيلاً أدق لملامح القاع في عام ٢٠٢٤م مقارنة بعام ٢٠٠٨م.

ويُعزز هذا الاتجاه وجود مظاهر بنيوية مستقرة في هذه الأعماق، مثل الحواف الحادة والأخاديد الغاطسة، خاصة في القطاع الشرقي الذي يحتفظ بأكثر مساحة نسبية ضمن هذه الفئة، ما قد يشير إلى مقاومة عالية للانجراف والتعرية. كما أن استمرار نمو مساحة هذه الأعماق قد يُشير إلى انتقال تدريجي للأنشطة الرسوبية نحو المناطق القريبة من الرف القاري، وترك الأحواض الأعمق في حالة من الثبات الطبوغرافي. كما تعكس هذه النتائج استمرار فعالية عمليات الترسيب في المناطق القريبة من الساحل، مثل تراكم الرواسب الرملية والطينية، بفعل حركة الأمواج والتيارات الساحلية، إضافة إلى تأثير الأنشطة البشرية مثل الردم الساحلي وتوسيع المرفأء. كما يدل تدرج متوسطات العمق من الغرب إلى الشرق على أن القطاع الثالث أكثر ضحالة، مما يُشير إلى نشاط رسوبي أكثر كثافة قد يرتبط بتضاريس قاعية منخفضة أو استقرار الرسوبيات في هذه المنطقة.

## خامساً: الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة:

تم اعداد وتصميم خريطة جيومورفولوجية تحقيقاً لأهداف هذه الدراسة (\*) تعبر عن الظواهر الجيومورفولوجية الغارقة، وقد ساعد على تصميمها توافر البيانات الأرشيفية لخرائط الأعماق فيما بين عامي ٢٠٠٨م وحتى ٢٠٢٤م وقد أدى الانتشار الواسع واستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، إلى جانب توفر بيانات الاستشعار عن بعد عالية الدقة مثل الصور الجوية والفضائية أو نماذج الارتفاع الرقمية، إلى تجديد الاهتمام بهذه الطريقة (Christoph, Smith, 2013, p1).

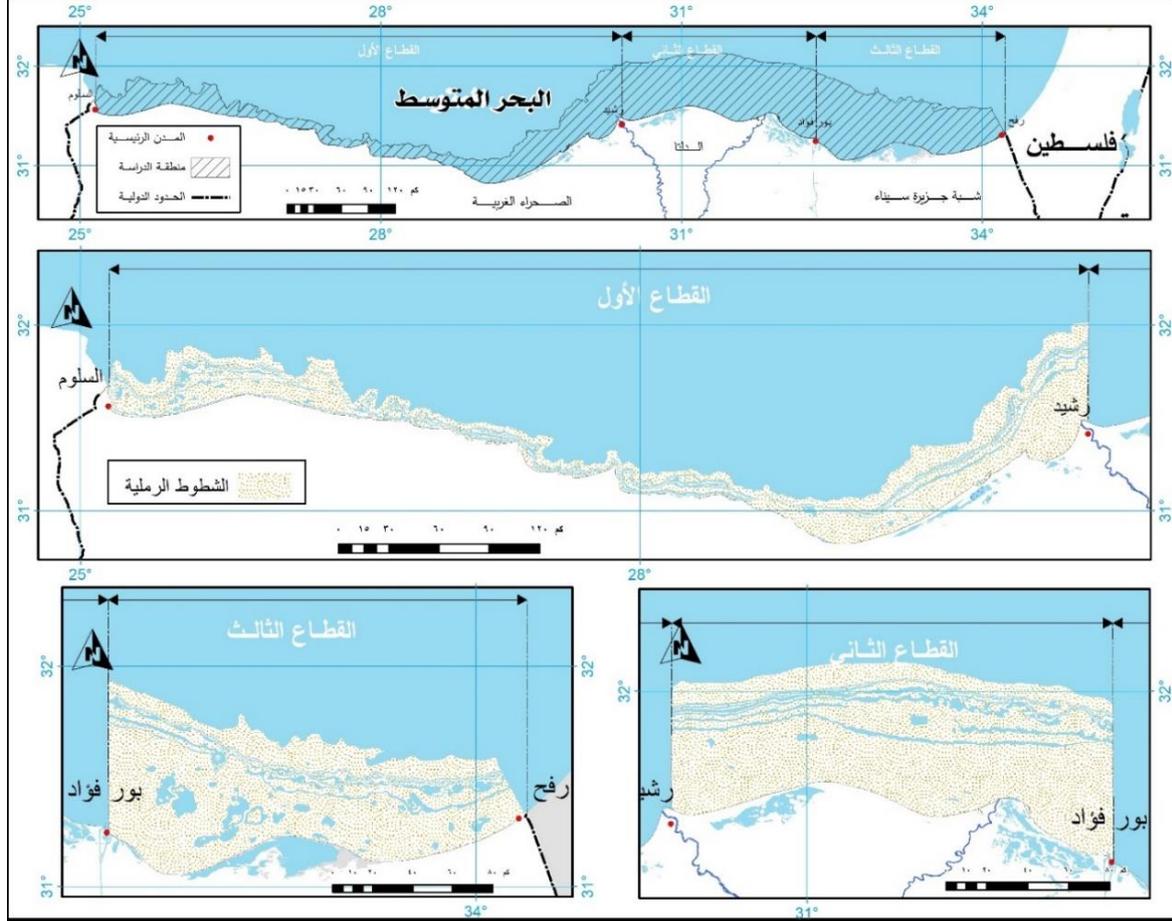
ويمكن تصنيف الخرائط الجيومورفولوجية إلى خرائط أساسية أو تحليلية، وخرائط مشتقة أو متخصصة، فالخرائط الأساسية تمثل الخصائص الملحوظة مباشرة في المنظر الطبيعي، بينما تركز الخرائط المشتقة على موضوع أو تطبيق محدد. من أمثلة الخرائط المشتقة: خرائط الأخطار الجيومورفولوجية، التي تُصوّر الظواهر المسببة للأخطار إلى جانب شدة حدوثها وتكرارها (Dramis, et al., 2011)، وقد تركز الخرائط الجيومورفولوجية الأساسية إما على عناصر معينة من التضاريس - مثل تصوير العمليات النشطة فقط - أو تقدم عرضاً شاملاً لتكوين المنظر الطبيعي وتطوره (Knight et al., 2011, Verstappen, 2011).

يمتاز قاع البحار والمحيطات بتضاريس معقدة تحوي العديد من المظاهر الجيومورفولوجية التي لا تختلف كثيراً عن تلك الموجودة على اليابس القاري، إلا في بعض أشكالها الخارجية وأنواع التكوينات التي تغطيها، بسبب اختلاف العوامل المؤثرة في كل منهما، فبينما تتأثر التضاريس القارية بعوامل التعرية المختلفة والأنشطة البشرية، فإن تضاريس قاع البحار والمحيطات تتأثر بحركة المياه وملوحتها وأنواع الكائنات الحية والرواسب التي تغطيها (عبد العزيز شرف، ١٩٨٥م، ص ٢٠٩)، وبالرغم من قلة تعقيدات قيعان الرفوف القارية مقارنة بقية أقسام الرصيف القاري (المنحدر والمرتفع القاري) والسهول والاعوار السحيقة، إلا أنها تحوي العديد من المظاهر الجيومورفولوجية المتباينة في أشكالها وتعقيداتها التضاريسية، ومن أجل انتاج الخريطة الجيومورفولوجية للأعماق علي مستوي قطاعات منطقة الدراسة تم الاعتماد علي بيانات GEBCO والمنتجة عام ٢٠٢٤م ، كما يتضح من تحليل جدول (٧) ان هناك العديد من الظواهر الجيومورفولوجية التي تتواجد في الأعماق بتوزيع متفاوت علي مستوي قطاعات منطقة الدراسة وهي كما يلي :

١- الشطوط الرملية: هي تموجات من الرمال تشكلت بفعل هندسة التيارات البحرية والأمواج للرواسب، وهي تُعد دليلاً على نشاط التيارات الساحلية والموجية، وهي ذات انحدار سائد تجاه البحر في امتدادات شمالية الاتجاه على الرف القاري للدلتا والقسم الشرقي وهي أعلى في مستواها

(\*) الخريطة الجيومورفولوجية: هو توضيح أشكال سطح الأرض بصورة مفصلة إلى جانب تحديد العمليات الجيومورفولوجية على الأشكال الأرضية وإبراز العلاقة المتبادلة بين الصخر ونظام بنائه وعوامل التعرية التي تعمل على تشكيله بظواهر مختلفة (وهيه حامد شلبي، ١٩٨٥م، ص ١٢٥)..

قليلا من نظيراتها وتقل خصائصها المورفومترية مع زيادة العمق باتجاه الشمال، وهي تغطي نحو ٣٤.٣٪ من مساحة القطاع الأول ونحو (٣٦.٢٪) من مساحة القطاع الثاني، و(٢٩.٤٪) من مساحة القطاع الثالث، وبذلك تمثل مجتمعة ٨٦.٩٪ من مساحة الرف القاري شكل (١١).



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

شكل (١١) الشواطئ الرملية بالرف القاري على طول ساحل منطقة الدراسة.

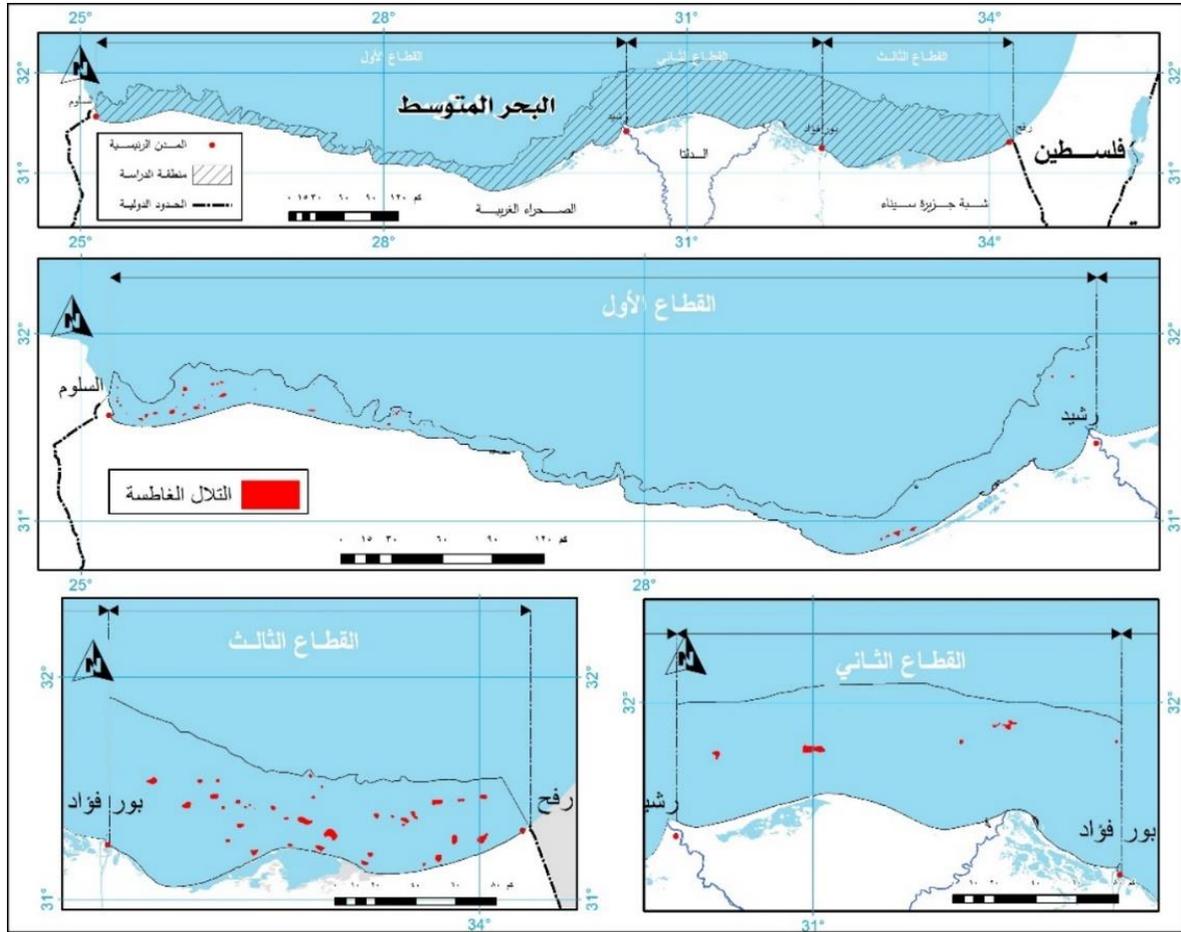
جدول (٧) التوزيع المساحي للظواهر الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

اجمالي طول الأودية الغارقة/كم	اجمالي مساحة/كم <sup>٢</sup>				القطاعات/ الفئات
	الحافات الطولية الغاطسة	الهضاب الغاطسة	التلال الغارقة	الشواطئ الرملية	
٢٠٢٠٠.٢	١٥٦٦.١٥	١٣١.٩٢	١٨٨.٨٧	١٠١٨٦.٤٧	القطاع الغربي/ الأول
٣٠.٢	٤٥.٧	١٩.٣	٥٩.٨	٣٤.٤	%
٢٨٨٤.٣١	١١٣٠.٨٦	٦٠.٨٦	٥٠.٥١	١٠٧٠٨.٣٥	القطاع الأوسط/ الثاني
٤٣.١	٣٣.٠	٨.٩	١٦.٠	٣٦.٢	%
١٧٨٣.٠٢	٧٢٩.٠٠	٤٨٩.٦٢	٧٦.٦٧	٨٦٩٧.٠٠	القطاع الشرقي/ الثالث
٢٦.٧	٢١.٣	٧١.٧	٢٤.٣	٢٩.٤	%
٦٦٨٧.٥٣	٣٤٢٦.٠٢	٦٨٢.٤٠	٣١٦.٠٦	٢٩٥٩١.٨٢	الاجمالي
-	١٠.١	٢.٠	٠.٩	٨٦.٩	%

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

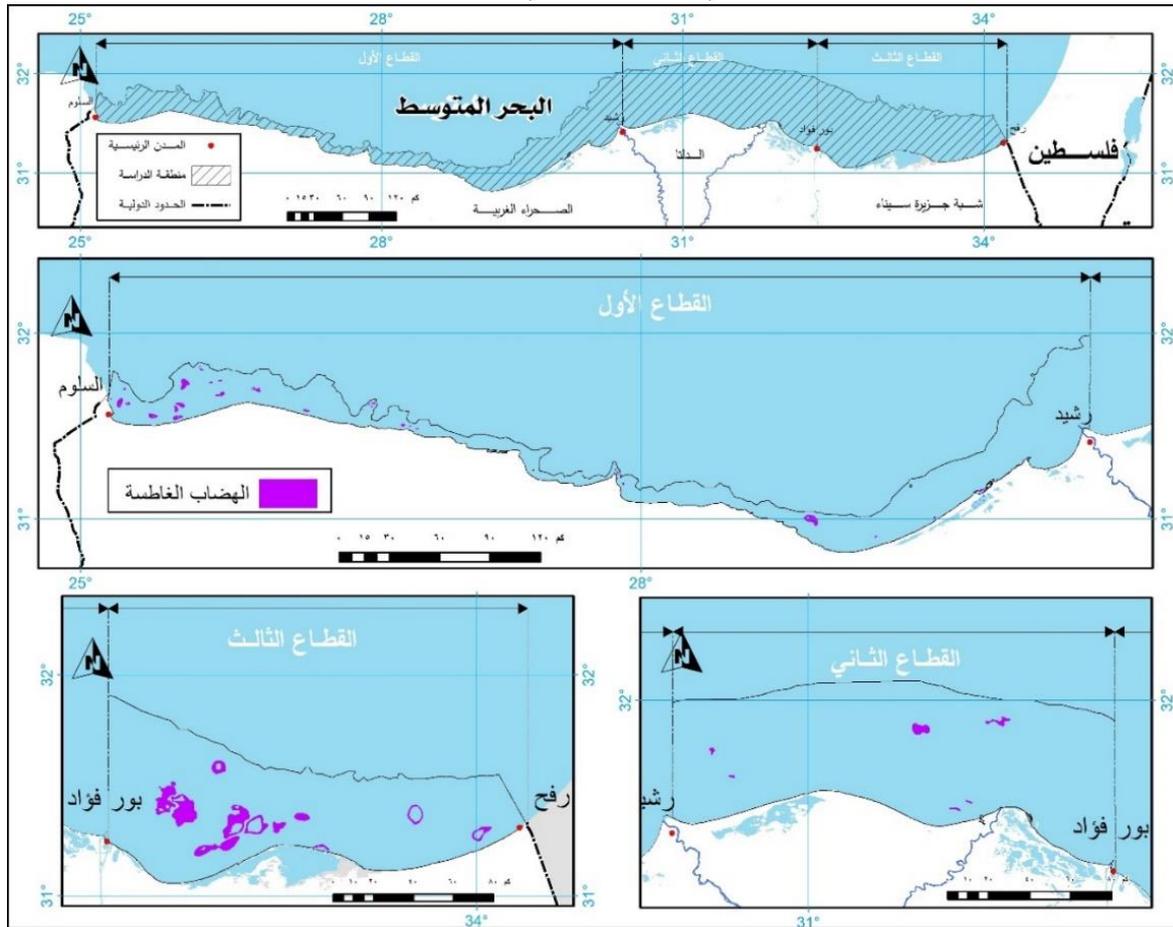
٢- التلال الغارقة: وهي مناطق ذات ارتفاعات محدودة لا تصل العشرة أمتار لكنها متسعة القاعدة، تظهر في مناطق محدودة بالرف القاري لرأسي السلوم والضبعة، وغير واسعة الانتشار علي رف الدلتا، لكنها تسود علي رف القسم الشرقي وقد يرجع تكوينها لمصدرها البري، وتمثل علي عمق يتراوح ما بين ٢٠ لأقل من ١٠٠ متر تحت منسوب سطح البحر، وهي تُمثل مواقع استقرار للرواسب الدقيقة بعيدا عن الاضطرابات الموجية، وتأخذ أشكال مستديرة أو بيضاوية أو شاذة ومنفصلة عن بعضها، وانحدارها اشد تجاه البحر، وبلغ عدد التلال المنتشرة بمنطقة الدراسة (٩٠) تل تتباين فيما بينها من حيث الحجم والارتفاع عن القاع المجاور لها، وبلغت نسبتها ٥٩.٨% في القطاع الغربي، و١٦% في القطاع الثاني، و٢٤.٣% في القطاع الثالث، وتمثل مساحة ٠.٩% من إجمالي مساحة الرف القاري شكل (١٢).

المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

شكل (١٢) التلال الغارقة بالرف القاري على طول ساحل منطقة الدراسة.

٣- الهضاب الغاطسة: وهي عبارة عن مسطحات واسعة نسبياً ومُرْتَفَعَة من القاع وهي تظهر علي عمق يتراوح ما بين ٥٠ لأقل من ٢٠٠ متر تحت منسوب سطح البحر تشبه الهضاب البرية ولكن أكثر اتساعاً من التلال وتكون مسطحة نسبياً، وتظهر على الخريطة الكنتورية على هيئة خطوط

كنتورية مغلقة تحصر مساحة متسعة خالية من خطوط الكنتور، أما الجوانب فتظهر على شكل خطوط كنتور متقاربة تعكس شدة انحدارها (أحمد مصطفى، ١٩٨٧، ص ٨٥)، وهي تدل على مراحل قديمة من الاستقرار الجيولوجي أو النشاط البنائي تحت البحري، وبلغ إجمالي عددها (٤٦) هضبة تشغل هذه الهضاب حوالي ١٩.٣٪ من مساحتها في القطاع الغربي، و ٨.٩٪ في القطاع الأوسط، و ٧١.٧٪ القطاع الشرقي، وبذلك تمثل في مجموعها نحو ٢٪ من إجمالي مساحة الرف القاري، ويلاحظ من تحليل شكل (١٣) انتشارها في القطاعين الغربي والأوسط في مناطق محدودة بينما تنتشر بكثافة في القطاع الشرقي.



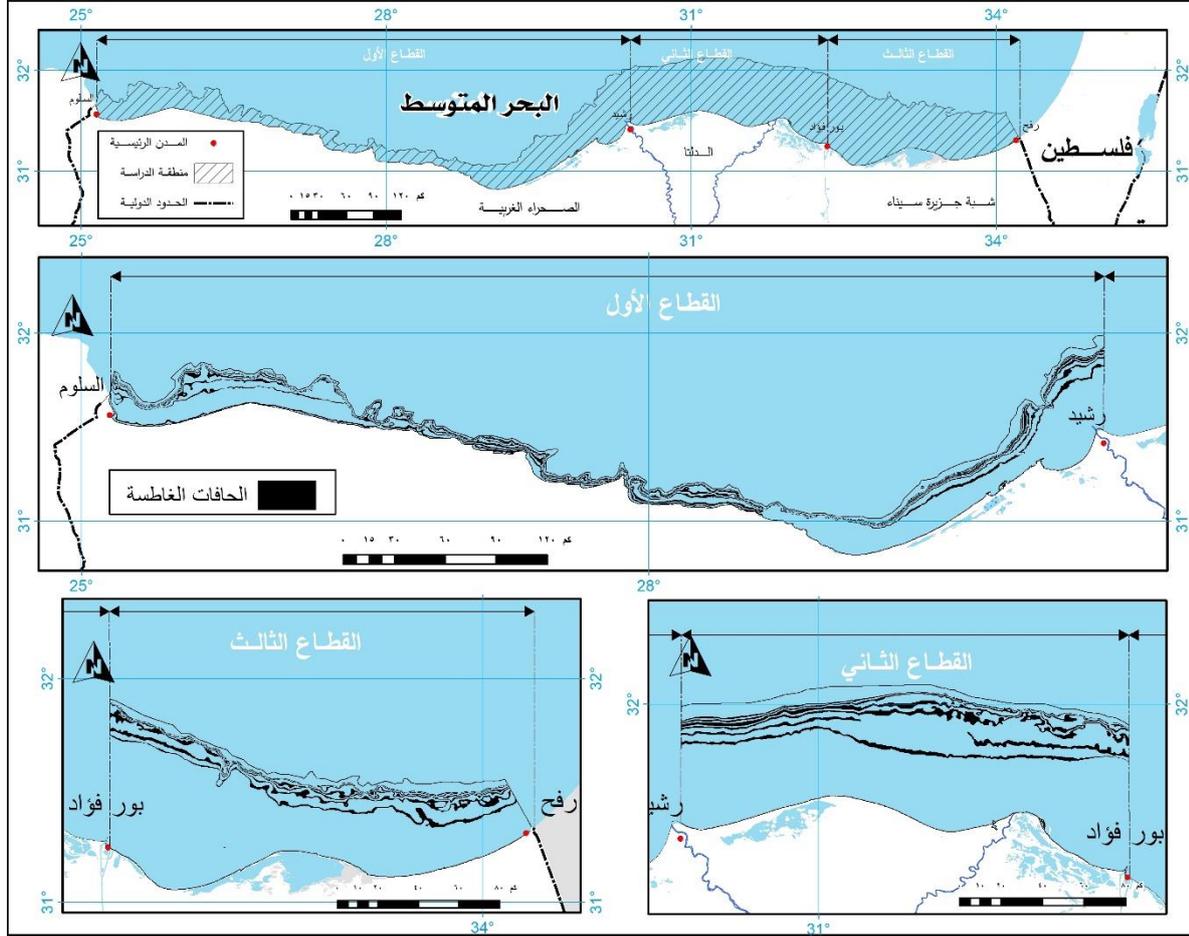
المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

#### شكل (١٣) الهضاب الغاطسة بالرف القاري على طول ساحل منطقة الدراسة.

٤- الحافات الطولية الغاطسة: وهي عبارة عن منحدر فجائي يؤدي إلى تحول سطح القاع من سطح شبه مستو إلى جرف شديد الانحدار، ويظهر على عمق يتراوح ما بين ١٠٠ ولأقل من ٢٠٠ متر تحت منسوب سطح البحر، بحيث تمتد خطوط العمق بشكل طولي وتتقارب بشدة من بعضها البعض. تمثل هذه الحواف نهاية الرف القاري وبداية المنحدر القاري الحاد، وتظهر في شكل جرف شديد الانحدار شكل (١٤)، ويشير تقارب خطوط العمق إلى شدة الانحدار. وتشغل

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

هذه الحواف حوالي ٤٥.٧٪ من مساحتها في القطاع الغربي، و ٣٣.٠٪ من القطاع الأوسط، و ٢١.٣٪ في القطاع الشرقي، وبذلك تمثل في مجموعها نحو ١٠.١٪ من مساحة الرف القاري.

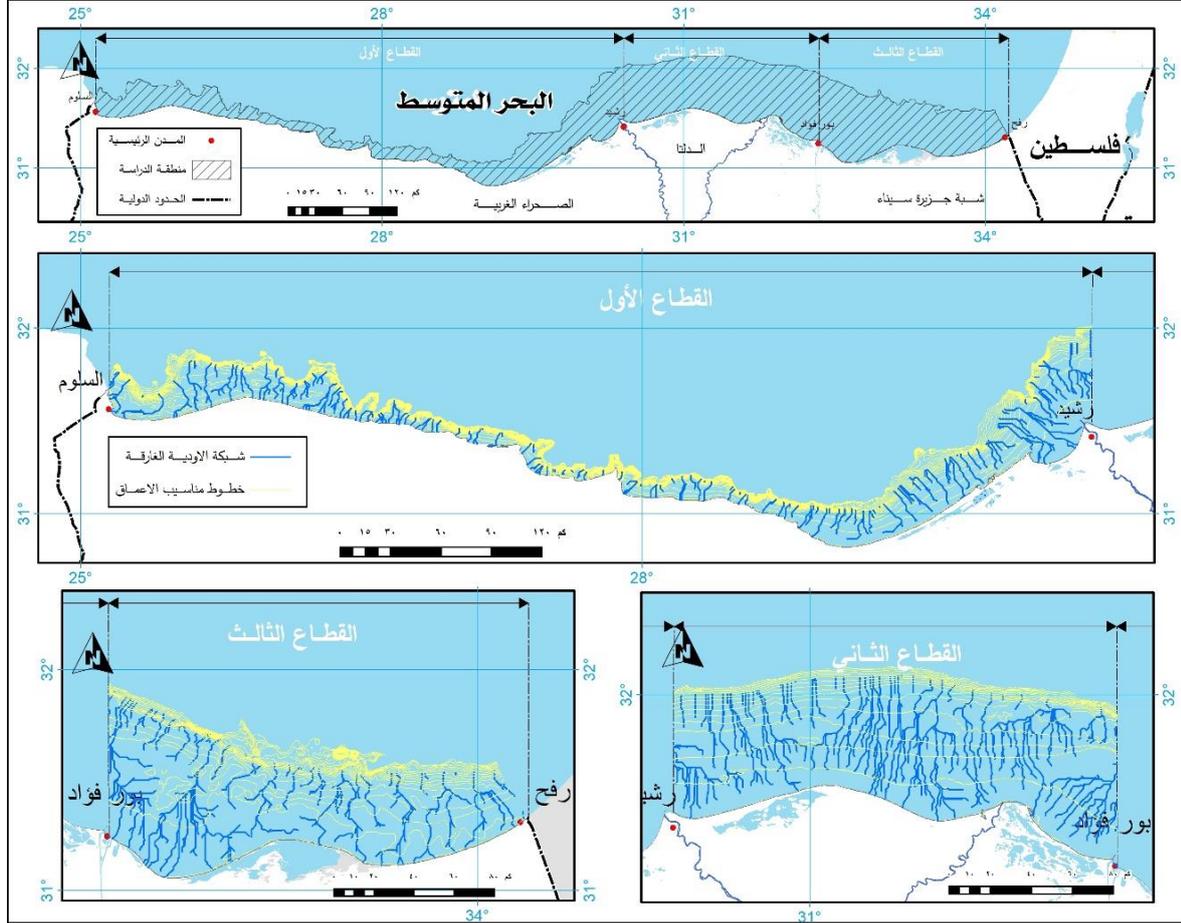


المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

#### شكل (١٤) الحافة الغاطسة بالرف القاري على طول ساحل منطقة الدراسة.

٥- الأودية الغارقة: أو ما يُعرف علمياً بالأودية المغمورة وهي ظاهرة جيومورفولوجية معظمها نُحِتت خلال فترات انخفاض مستوى سطح البحر أثناء تراكم الجليد في العروض الشمالية في عصر البلايستوسين، حين تراجعت الخطوط الساحلية إلى الشمال بسبب الانحسار البحري، رسّمت الأودية مجاريها علي اليابس الظاهر من تحت مستوى سطح البحر بسبب سقوط المطر المصاحب للفترات الجليدية بسبب ترحل النطاقات المناخية علي شمال إفريقيا، وبانتهاء العصر الجليدي غُمِرت المياه البحرية مجاري تلك الأودية، وتعدّ من الشواهد المورفولوجية المهمة علي التغيرات الساحلية التي طرأت خلال فترات الطغيان والانحسار البحري، وهي تتسم بانحدارها التدريجي من الداخل إلى البحر وقد بلغ اجمالي أطوال الأودية الغارقة في منطقة الدراسة نحو ٦٦٨٧.٥ كم تقريباً، وتنتشر علي الرف القاري بمنطقة الدراسة وقد وصلت مسارات الأودية الغارقة الي عمق ٢٥١.٢م، وذلك في الموقع المقابل لقاعدة (٣ يوليو البحرية) بالقطاع الغربي، ويتضح

من تحليل جدول (٨) وشكل (١٥) أن القطاع الأوسط في المرتبة الأولى من حيث أطوال الأودية الغارقة ويرجع لتدفق مياه النيل الزائد من مصادره القديمة جبال البحر الأحمر ثم المصادر الاثيوبية، وبلغ إجمالي أطوالها ٢٨٨٤.٣ كم ونسبة ٤٣.١٪.



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات <https://www.gebco.net>

### شكل (١٥) الأودية الغارقة بالرف القاري على طول ساحل منطقة الدراسة.

يلاحظ من تحليل وجود رف قاري عريض منخفض الانحدار موروث من دلتا النيل حيث تتسع المسافة بين خطوط الكنتور للأعماق، ما يعني انحداراً لطيفاً ورفاً قارياً عريضاً مملوءاً برواسب ومفتتات دقيقة، كما يلاحظ وجود آثار قنوات قديمة وتفرعات دلتاوية مدفونة، وتظهر بصمة الانجراف الساحلي نحو الشرق مما يشير الي إعادة توزيع رواسب النيل، بينما جاء القطاع الغربي في المرتبة الثانية بإجمالي أطوال بلغ ٢٠٢٠.٢ كم بنسبة ٣٠.٢٪، والأودية المغمورة هنا قصيرة، متقاربة الفواصل، ذات تصريف شعاعي تجاه الشمال، ومع تقارب خطوط مناسيب الأعماق بمحاذاة الساحل يدل على رفّ ضيق ومنحدر بحري حاد، فتبدو رؤوس الأودية الغارقة قريبة جداً من الشاطئ داخل خلجان جيئية صغيرة وفي الترتيب الأخير جاء القطاع الشرقي بإجمالي طول بلغ نحو ١٧٨٣ كم بنسبة ٢٦.٦٪ من إجمالي أطوال الأودية الغارقة بمنطقة الدراسة ويلاحظ من توزيعها وأبعادها

المكانية أنها شبكة طويلة تتجه من قلب سيناء نحو الشمال (أبرزها وادي العريش وروافده)، وتمتد أخاديد المصابب الغارقة داخل الرف القاري لمسافة تُحاكي فيها مسارات تحت سطح البحر ومع معدل الانحدار الذي يكون ذو معدل متوسط يتزايد كلما اتجهنا شرقاً، مع الإمداد الرسوبي المتداخل مع ما يرسبه وادي العريش في فترات السيول مع وبين ما يحمله التيار الساحلي القادم من الغرب.

#### الخاتمة:

#### النتائج:

- (١) يعود أصل الرف القاري في المنطقة بشكل عام الي الحركات التكتونية الناتجة فعل التصادم بين كل من الصفيحتين الأفريقية والأوروبية.
- (٢) يتميز قاع الرف القاري في كل قطاعاته بالانحدار الطفيف الأقل من ٢° بما يعكس الطبيعة السائدة في كامل منطقة الدراسة وهي الاستواء النسبي بشكل عام فيما عدا بعض الأماكن المنحدرة التي تزيد عن ٥° ولكن في نطاق محدود.
- (٣) تغطي الأعماق الضحلة التي تقل عن منسوب -٥٠م النسبة الأكبر من مساحة الرف القاري بما يشير الي وجود تراكمات رسوبية كبيرة حديثة التكوين.
- (٤) يظهر الانحدار العام للمنحدرات في أعماق منطقة الدراسة الي توجه واضح باتجاه ككل من الشمال والشمال الشرقي والشمال الغربي علي الترتيب حيث بلغت نسبها ٥٠.١% و ١٧.٤% و ١٧.٣% علي الترتيب.
- (٥) يتركز الاتجاه السائد للانحدار نحو المنحدر القاري، مما يعكس طبيعة التكوين البنيوي والانسيابي للقاع.
- (٦) حدث اتساع كبير في المناطق الضحلة على حساب المناطق العميقة، مما يشير إلى زيادة كبيرة في الترسيب البحري.
- (٧) تقلصت مساحة المناطق العميقة (<١٠٠متر) نتيجة تراكم الرواسب، خاصة أمام الدلتا.
- (٨) تسيطر الشطوط الرملية بنسبة ٨٦.٩% من اجمالي الأشكال الجيومورفولوجية السائدة في منطقة الدراسة تليها الحافات الغاطسة بنسبة ١٠.١% تليها الهضاب الغاطسة بنسبة ٢%..
- (٩) تُعد منطقة الدراسة خالية من مظاهر التضاريس العنيفة كالجبال البحرية أو الخنادق.
- (١٠) يظهر تماثل واضح في جميع قطاعات الرف القاري من حيث انخفاض معدل التضرس بشكل عام والانحدار التدريجي نحو الشمال بشكل أساسي.
- (١١) الشطوط الرملية مؤشر واضح على نشاط التيارات الساحلية والموجية واتجاه حركة الرواسب ودورها في حماية السواحل وكسر الأمواج وتمثل النسب الأكبر من مساحة الرف القاري عبر القطاعات الثلاثة.

- (١٢) التلال الغارقة تعكس نشاطا تكتونيا قديما أو عمليات ترسيب غير متجانس وتشكل مواقع لاستقرار الرواسب الدقيقة وتغيرات طبوغرافية دقيقة في القاع.
- (١٣) الهضاب الغاطسة تمثل مراحل استقرار جيولوجي قديمة أو نشاطا بركانيا أو تكتونيا وتتميز بأسطح شبه مستوية وجوانب شديدة الانحدار.
- (١٤) الحواف الغاطسة تمثل الحد الجيومورفولوجي الفاصل بين الرف القاري والمنحدر القاري الحاد وتشير إلى تغير فجائي وشديد في الانحدار
- (١٥) الأودية الغارقة تعد شواهد على تغيرات ساحلية وجيولوجية قديمة وتشير إلى أنماط تصريف قديمة وتأثير الحركات التكتونية وإعادة توزيع الرواسب

#### التوصيات:

- اقتراح اعتبار الظاهرات الجيومورفولوجية معيارًا لترسيم الحدود البحرية خاصةً في مناطق التداخل القاري بين الدول، لضمان الحقوق الاقتصادية والسيادية.
- دراسة تأثير الأنشطة البشرية على التغيرات الرسوبية على التغيرات الرسوبية خاصة في المناطق القريبة من دلتا النيل والساحل الشمالي الغربي، مع وضع خطط لإدارة الرواسب وتقليل التأثيرات البيئية السلبية.
- إدماج نتائج الدراسة في تخطيط المشروعات الساحلية مثل الموانئ والقرى السياحية، بما يراعي التوزيع الطبوغرافي والرسوبي لقاع البحر.
- توسيع استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والنمذجة الرقمية في تحليل بيانات خرائط الأعماق وإنتاج خرائط حديثة للأعماق والوحدات الجيومورفولوجية، بما يدعم التخطيط العمراني الساحلي والأنشطة الملاحية، وبما يسهم في دعم القرارات التنموية والملاحية.
- نمذجة تغير مستوى سطح البحر عبر البرامج المتخصصة وعمل سيناريوهات ارتفاع SLR لتقييم انتقال خطوط الانكسار ومناطق تكوّن الشطوط الجديدة، وتأثيرها على الحماية الساحلية.
- ضرورة القيام بأعمال مسح جيومورفولوجي دوري لمتابعة التغيرات المستمرة في الرف القاري وتأثيرها على الأنشطة بالمنطقة وتوظيف سبل استخدام الذكاء الاصطناعي وصور الأقمار الصناعية وتوظيف المؤشرات الطيفية لاستنتاج مناسيب الأعماق على نحو أكثر دقة.
- ضرورة منع تأسيس أو وضع البنية التحتية البحرية (مراسي، خطوط أنابيب/كابلات) على الحواف الغاطسة والمنحدرات الحادة، والالتزام بممرات آمنة تتجنب الحواف والتعرجات القاعية.

مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٥

- تعزيز الاستكشاف البحري في المناطق الضحلة التي أثبتت الدراسة امتدادها وزيادة مساحتها، مما يزيد من فرص الاستغلال المستدام للثروات البحرية كالأسمك والمعادن.
- اقتراح إنشاء شبكة من القطاعات المتكررة (cross-shore) لقياس معدلات الانحدار ومدى تغيرات خط الشاطئ وتوازن الشواطئ.
- تصميم نموذج قاعدة بيانات كمستودع موحد لبيانات الأعماق والتيارات والرواسب لتسهيل التحديث الدوري ودعم اتخاذ القرار.

## المصادر والمراجع العربية والأجنبية:

- (١) خرائط مناسيب الأعماق العالمية "GEBCO" عام ٢٠٠٨م وعام ٢٠٢٤م.
- (٢) صور الأقمار الصناعية Sentinel-2 بدقة وضوح ١٠ متر لكامل البحر المتوسط ملتقطه عام ٢٠٢٥م.
- (٣) الخرائط الجيولوجية مقياس ٢٥٠.٠٠٠/١، هيئة المساحة الجيولوجية المصرية.
- (٤) خرائط مناسيب الأعماق "الأدميرالية البريطانية مقياس ١.٠٠٠.٠٠٠/١.
- (٥) خرائط مناسيب الأعماق "الأدميرالية البريطانية" مقياس ١.٣٠٠.٠٠٠/١.

## المراجع:

- (١) أحمد أحمد مصطفى (١٩٨٧): الخرائط الكنتورية تفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- (١) جودة حسنين جودة ١٩٨٥م: الجغرافية الطبيعية للزمن الرابع، الأزمنة الجليدية والمطيرة مع التطبيق على العالم العربي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- (٢) عبد العزيز طريح شرف (١٩٨٥): المقدمات في الجغرافية الطبيعية، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية.
- (٣) محمد سعيد البارودي (٢٠٠٠): تغيرات مستوى سطح البحر خلال البلايستوسين وآثاره الجيومورفولوجية على طول الساحل الشرقي للبحر الأحمر، القاهرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- (٤) محمد صبري محسوب (١٩٩١): جيومورفولوجية السواحل، الإسكندرية، منشأة المعارف.
- (٥) محمد صفى الدين أبو العز (١٩٦٠): مورفولوجية الرفارف القارية، القاهرة، مطبعة دار المعارف.
- (٦) نبيل امبابي (١٩٨٢): الخريطة الجيومورفولوجية لإقليم خور العديد، القاهرة، الهيئة المصرية العامة للمساحة.
- (٧) هيئة المساحة الجيولوجية المصرية (١٩٩٨): الموسوعة الجيولوجية الميسرة، القاهرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- 8) Attia, A. N. (1975). Geology of Abu Tartur Plateau, Western Desert, Egypt. Faculty of Commerce — Males (Cairo).
- 9) Christoph, Stefan, & Smith, Benjamin. (2013). Remote sensing for geomorphological mapping: A global overview. *Geomorphology International*, 58(3), 1–12
- 10) Dramis, Francesco, Gentili, Bernardo, & Guerrucci, Giuliano. (2011). Geomorphological hazard mapping for land planning: Methodological proposal and

- application in Italy. *Geomorphology and Environmental Hazard Studies*, 64(2), 95–110.
- 11) GEBCO Compilation Group (2024) GEBCO 2024 Grid (doi:10.5285/1c44ce99-0a0d-5f4f-e063-7086abc0ea0f)
  - 12) Hammad, F. A. (1966). The geology of water supplies in Ras El-Hekma area (M.Sc. thesis). Faculty of Science, Cairo University.
  - 13) Hammad, F. A., Taha, A. A., & Shata, A. A. (1986). The study of landforms in the area between Ras El-Hekma and Ras Alam El-Rum (north-western Mediterranean littoral zone, Egypt). *Mansoura Science Bulletin*, Faculty of Science, Mansoura University, 13(1), 189–210.
  - 14) IHO, (2008), Standardization of Names of Maritime Features: Guidelines for the Proposal of Terminology Model, Fourth Edition, International Hydrographic Organization and Intergovernmental Oceanographic Commission, Monaco.
  - 15) IHO-IOC GEBCO Gazetteer of Undersea Feature Names, [www.gebco.net](http://www.gebco.net).
  - 16) Jan-Christoph Otto and Mike J Smith, (2013), *Geomorphological Mapping*, British Society for Geomorphology, ISSN 2047-0371
  - 17) Knight, Jasper, Tooth, Stephen, & Perkins, James. (2011). Development of geomorphological mapping techniques for arid zone research. *Journal of Maps*, 7(1), 123–132.
  - 18) Picard, L. (1943). Structure and Evolution of Palestine, with comparative notes on neighboring countries. *Bulletin*, Geology Department, Hebrew University, 4, 1–34.
  - 19) Said, R. (1982). *The Geology of Egypt*. Amsterdam; New York: Elsevier. Picard, L, 1943
  - 20) Salem, M. R. (1963). Geology of groundwater in the area between El-Arish and Gaza (M.Sc. thesis, Faculty of Science, Cairo University), p. 46.
  - 21) Taha, A.A. (1974): "Drainage Anomalies in Coastal Plain Regions", Phonogram. Eng. Vol. 20, pp. 412-417.