إصدار خاص

إبريل ٢٠٢٤

EJEC

THE EGYPTIAN ENVIRONMENTAL CHANGES SOCIETY

المجلة المصرية للتغير البيئي

دورية علمية محكمة تصدر عن الجمعية المصرية للتغيرات البيئية

رقم الترقيم الدولى للدوريات

ISSN 2090-228x

قـواعـــد الـنشـــــر

اســـم المجلـة:

المجلة المصرية للتغير البيئي The Egyptian Journal of Environmental Change

جهة إصدار المجلة:

الجمعية المصرية للتغيرات البيئية The Egyptian Society of Environmental Change

فترات الإصـــدار:

تصدر نصف سنويا فى شهرى مارس وأكتوبر باللغات العربية والإنجليزية و الفرنسية

أهـــداف المجلة :

تهتم بنشر البحوث والدراسات العلمية الأصيلة فى الموضوعات ذات الصلة بالتغيرات البيئية فى أغلفة كوكب الأرض باللغات العربية والإنجليزية والفرنسية .

سياســة النشــر:

١- لهيئة التحرير حق البت فى صلاحية البحث للتحكيم.

٢- تخضع جميع البحوث التى يتم تقديمها للتحكيم من قبل متخصصين من ذوى الخبرة والمكانة العلمية المتميزة.

٣- لا تلتزم المجلة برد أصول البحوث المقدمة إليها فى حالة قبولها للنشر وفى حالة عدم قبولها للنشر. من حق الباحث استرداد بحثه.

٤- يخطر رئيس التحرير مؤلف البحث بصلاحية البحث أو عدم صلاحيته للنشر بأسرع وقت ممكن.

٥- لا يجوز لأصحاب البحوث التى تنشر فى المجلة أن يعيدوا نشرها أو جزء منها فى مؤلف أو مجلة أخرى إلا بعد موافقة خطية من رئيس التحرير.

رســوم النشــر:

١. رسم تحكيم البحث ما يقابل ٣٠٠ جنيها مصريا لاترد فى حالة عدم قبول البحث.

٢. يتكفل الباحث بمصروفات طباعة ونشر بحثه (محسوبة على أساس مقاس الصفحة A4 Normal Margins بمسافة بين السطور= ١,٥ ، خط Simplified Arabic بهامش ٣،١٨ سم من كل جانب و٢،٥٤ سم من أعلى الصفحة وأسفلها).

٣. تضاف تكاليف طباعة الصفحات الملونة وأغلفة الأعداد الخاصة عند طلبها .

قـواعـد النشـر:

تقبل البحوث المقدمة للنشر فى المجلة وفقاً للضوابط التالية:

١- ألا يكون البحث قد سبق نشره، أو حصل على موافقة بالنشر فى مجلة أخرى أو نال به جائزة لدى أية جهة.

٢- ألا يزيد عدد صفحات البحث عن ٥٠ صفحة شاملة الجداول والأشكال والمراجع باللغة العربية، ٢٥ صفحة باللغة الإنجليزية ، ويمكن إصدار عدد خاص للبحث الذى تتجاوز صفحاته العدد المحدد.

٣- لا يجوز سحب البحث بعد إقرار نشره فى المجلة.

٤- تقبل البحوث باللغة العربية أو الإنجليزية أو الفرنسية.

٥- يرفق كل باحث نبذة مختصرة عن سيرته الذاتية مبرزاً أهم مؤلفاته بما لا يتجاوز (٥٠) كلمة.

٦- يحصل الباحث على ١٠ مستلات من بحثه إضافة لنسخة واحدة من المجلة.

قواعـد كتابـة الأوراق العلمـيـــة

أ- تعليمات عامة:

١- يقدم البحث من أصل ونسختين وتكون الكتابة على مسافة ١,٥ وعلى ورق مقاس (A4) على وجه واحد من الصفحة، وترقم الصفحات والجداول والأشكال ترقيماً متسلسلاً. وتقدم الجداول والصور واللوحات على صفحات مستقلة مع تحديد أماكن ظهورها فى المتن.

٢- يتضمن البحث ملخص فى حدود ٢٠٠ كلمة توضح هدف البحث وطريقته وأهم النتائج.

٣- تنسق الكتابة تحت عناوين رئيسة هى المقدمة، وأهداف الدراسة، وطرائق البحث ومناهجه، الدراسات السابقة، والنتائج والمناقشة والخاتمة والتوصيات والمراجع.

ب- كتابـة المراجـع:

يشار إلى المراجع فى المتن باسم المؤلف وسنة النشر (داخل قوسين) وترتب قائمة المراجع ترتيباً أبجدياً طبقاً لاسم المؤلف وسنوياً طبقاً للمؤلف الواحد، وبحيث يشمل كل مرجع

اسم المؤلف (أو المؤلفين) وسنة النشر وعنوان البحث ثم اسم وعاء النشر (الدورية) ورقم المجلد وأرقام الصفحات المنشور فيها البحث.

ج- الاختصارات والوحدات:

تختصر عناوين المجلات والدوريات طبقاً للقائمة العالمية للدوريات العلمية The World List of Scientific Periodicals وتستخدم الاختصارات المحددة دولياً بدلاً من كتابة الكلمات كاملة مثل: سم، مم، م. كم، سم٢، مل، ملجم، كجم، ٪ ... الخ.

د- الجداول والأشكال والصور:

يجب أن تكون الجداول والرسومات واللوحات مناسبة لمساحة الصف فى صفحة المجلة على أن تكون الصور والأشكال واضحة التفاصيل ويكتب خلف كل شكل أو صورة بالقلم الرصاص عنوان مختصر للبحث ورقم الشكل المسلسل.

هـ- تعليمات الطباعة:

تتم الطباعة طبقاً للبرنامج IBM-MS World Latest Version نوع الخط Simplified Arabic وحجم الخط للعنوان الرئيسى ١٦ أسود Bold فى منتصف الصفحة وحجم ١٤ عادي للنص والحواشى، وذلك إذا كان البحث باللغة العربية. أو Times New Roman إذا كان البحث باللغة الإنجليزية على أن يكون حجم خط العنوان الرئيسى ١٤ أسود فى منتصف الصفحة وحجم الخط للنص والحواشى ١٢ عادى.

و- المراســـلات:

رئيس تحرير المجلة ورئيس الجمعية المصرية للتغيرات البيئية :

أ.د. محمد مجدى تراب

هاتف: ٢٠١٠٠٢٦٠٣٢٥٠ +

قسم الجغرافيا – كلية الآداب – جامعة دمنهور – مصر

website:http://egjec.journals.ekb.eg

المجلة المصرية للتغير البيئي

رئيس التحرير
أ.د. محمد مجدى تراب

هيئة التحرير

أ.د. **أحمد البدوى الشريعي** (نائب رئيس التحرير)

أ.د. **أسماعيل يوسف إسماعيل** (مساعد رئيس التحرير)

أ.د. **لطفي كمال عزاز** (مساعد رئيس التحرير)

أ.د. **محمد محمود أبوعلي** (مساعد رئيس التحرير للتدقيق اللغوي)

د. **أحمد محمد حسين القناوي** (عضو هيئة التحرير)

د. **محمد علوات** (عضو هيئة التحرير)

الهيئة الإستشارية

أ.د. **أحمد البدوي الشريعي** (كلية العلوم الإجتماعية، جامعة أم القرى)

أ.د.**إسماعيل يوسف إسماعيل** (كلية الآداب ، جامعة المنوفية)

أ.د. **صابر أمين دسوقي** (كلية الآداب ، جامعة بنها)

أ.د. **عبدالفتاح صديق عبداللاه** (كلية الآداب ، جامعة عين شمس)

أ.د. **علاء النهري** (الهيئة القومية للإستشعار عن بعد وعلوم الفضاء)

أ.د. **عزت زكي قادوس** (كلية الآداب ، جامعة الإسكندرية)

أ.د. **لطفي كمال عزاز** (كلية العلوم والآداب، جامعة القصيم)

أ.د. **محمد الخزامي عزيز** (كلية العلوم والآداب، جامعة القصيم)

أ.د. **محمد نور الدين السبعاوي** (كلية الآداب، جامعة إلمنيا)

أ.د. **ناصر عبدالله الصالح** (كلية العلوم الإجتماعية ، جامعة أم القري)

أ.د. **نواري سويهر** (جامعة العلوم والتكنولوجيا، هواري بومدين)

جامعة قناة السويس- الإسماعيلية
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

البيئة القديمة للموانئ الرومانية الغارقة فيما بين رأسي أبوحشافة وعلم الروم دراسة مقارنة فى الساحل الشمالى الغربى لمصر باستخدام مخطط أعماق لدراسة البيئة القديمة للموانئ

إعداد
سماح مصطفى صبحي مصطفى أبوزيد

رسالة مقدمة لاستكمال متطلبات نيل درجة

الدكتوراه
في
الجغرافيا الطبيعية

إشراف

أ.د / محمد مجدي تراب
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
وكيل كلية الآداب الأسبق
جامعة دمنهور

أ.د / عادل عبدالمنعم السعدني
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
عميد كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة قناة السويس - الإسماعيلية

1445هـ -2023 م

Suez Canal University- Ismailia
Faculty of Arts Humanities
Department of Geography and GIs

Ancient Environment of the Sunken Roman Ports between the Heads of Abuhashfa and Alam El Rom, A comparative Study in the North-West Coast of Egypt Using the Scheme the Palaeoenvironmental Age - Depth Model

By
Samah Moustafa Sobhi Moustafa Abo Zeid

Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

PhD

In

Physical Geography

Supervised

Prof. Dr. Mohammed Magdy Torab
Professor of Physical Geography
Faculty of Arts
Damanhur University

Prof.Dr. Adel Abd Elmonaem Elsadany
Professor of Physical Geography
Faculty of Arts and Humanities
Suez Canal University- Ismailia

1445 - 2023

إقرار الباحث

أقر انا الموقع ادناة بأن المادة العلمية الواردة في هذه الرسالة هى من انتاجى العلمى الخالص ولم يسبق التقدم بها للحصول علي أي درجة علمية أخرى فى هذه الجامعة او اى جامعة اخرى داخل او خارج البلاد، وأن مضمون هذه الرسالة يعكس آراء الباحث الخاصة وهى ليست بالضرورة الآراء التي تتبناها الكلية او الجامعة.

الباحث:

الاسم: .....

التوقيع: .....

التاريخ: .....

٢٠١٩ ٢ ٨٦

جامعة قناة السويس
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الدراسات العليا والبحوث

قرار لجنة المناقشة

بناء على موافقة السيد الأستاذ الدكتور / نائب رئيس الجامعة للدراسات العليا والبحوث بتشكيل لجنة المناقشة والحكم للرسالة المقدمة من الباحث/ة سماح مصطفى صبحي مصطفى مجلس دراسات ٢٠١٩/١١/١٨
للحصول على درجة الدكتوراه قسم : الجغرافيا الشعبة

** وموضوعـــها **

البيئة القديمة للموانئ الرومانية الغارقة فيما بين رأسي أبوحشافة وعلم الروم دراسة مقارنة في الساحل الشمالي الغربي لمصر باستخدام مخطط اعماق لدراسة البيئة القديمة للموانئ

أجتمت اللجنة يوم الموافق بقاعة المناقشات بالكلية .

والمكونة من :

أ.د/ محمد مجدي تراب	استاذ الجغرافيا الطبيعية	مشرفا و عضوا
أ.د/ عادل عبد المنعم السعدني	استاذ الجغرافيا الطبيعية	مشرفا و عضوا
أ.د/ محمد مصطفي عبد المجيد	مدير عام الآثار الغارقة	مناقشا و عضوا
أ.د/ محمد فؤاد سليمان	استاذ الجغرافيا الطبيعية	مناقشا و عضوا

وبمناقشة الباحث مناقشة علنية لمدة ثلاث ساعات

قررت اللجنة منح الباحث درجة الدكتوراه في الآداب قسم : الجغرافيا الشعبة

بتقدير : مرتبة الشرف الأولى

الإسم	التوقيع
أ.د/ محمد مجدي تراب	
أ.د/ عادل عبد المنعم السعدني	
أ.د/ محمد مصطفي عبد المجيد	
أ.د/ محمد فؤاد سليمان	

بسم الله الرحمن الرحيم

صدق الله العظيم

سورة المجادلة الآية 11

إهداء

إلى من أكون قطعة من روحهما إلى والدي (أُمـــــي)،
(أبــي) رحمهما الله وأسكنهما الفردوس الأعلى من الجنة،

وإلى أخوتي جزاهم الله عني خير الجزاء وظلَ سنداً لي
في هذه الحياة

شكر وتقدير

الحمد لله الذى خلق الإنسان وعلمه، وأحاطه بعموم نعمه وفهمه، وزوده بوسائل المعرفة وألهمه، ووفق من شاء من خلقه إلي طلب العلم، والصلاة والسلام على أشرف الخلق سيدنا محمد خاتم الأنبياء ومعلم العلماء وعلى آله وصحبه وسلم تسليما كثيرا .

ولا يسعني عند تمام هذه النعمة إلا التقدم بالشكر والتقدير والدعاء بخير الجزاء لكل من شرفت بمعاونتهم ومساندتهم الصادقة، ويأتى فى مقدمتهم **الاستاذ الدكتور/ محمد مجدي تراب** استاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب جامعة دمنهور لتفضله بالإشراف علي هذا العمل . فلقد عهدته عالماً مشاركاً بأفكاره البناءة في شتي مجالات العلم و خدمة المجتمع . وقد كان لي شرف التتلمذ علي يديه منذ حداثة عهدي بقسم الجغرافيا إلى الآن مشاركةً معه بالدرسات الميدانية التي زرعت بداخلي حب الجيومورفولوجي، والاستكشافات العلمية وأصبحت من مدرسته وحولتني لطالب شغوف بالعلم قادرٍ على نشره بإذن الله . فجزاه الله عني وعن زملائي خير الجزاء .

والشكر موصول **للاستاذ الدكتور/ عادل عبدالمنعم السعدني** استاذ الجغرافيا الطبيعية كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة قناة السويس – الإسماعيلية، الذي كان لي شرف أن يكون مشرفاً لي، فقد كان لي سراجاً نحو التعلم وإنهاء عملي على أتم وجه، فجزاه الله عني خير الجزاء على ما قدمه لي من توجيهات ونصائح قيمة خلال فترة إشرافة على هذا العمل .

والشكر والتقدير **للدكتور/ محمد مصطفى عبدالمجيد** ، الذي كان لي مصدرا لعلم الأركيولجي لتكتمل الملحمة ما بين علوم الأرض وعلم الآثار وأكمل رسالتي الجيوأركيولجية ، فجزاه الله عني خير الجزاء على إعانته لي و نصائحه القيمة منذ فترة الماجستير حتى الآن، ولي شرف قبوله مناقشة رسالتي العلمية .

والشكر والتقدير **للاستاذ الدكتور/عماد خليل** رئيس قسم الآثار الغارقة بجامعة الأسكندرية، الذي زودني بالمراجع القيمة التي تفيد إتمام عملي العلمي على أتم وجه، ولم يبخل علي بأي معلومة رغم حداثة معرفتي به، فجزاه الله عن كل طالب علم نعم الجزاء.

والشكر والتقدير موصول **للاستاذ الدكتور/ محمد فؤاد سليمان** استاذ الجغرافيا الطبيعية وعميد كلية الآداب جامعة العريش، الذي كان لي شرف قبوله مناقشة هذا العمل المتواضع.

وخالص التقدير والثناء لأساتذتي الأجلاء وزملائي بقسم الجغرافيا، والأخ الفاضل **الدكتور / عماد البردان**، والأخت الفاضلة **الدكتورة / نورهان نور**. علي تعاونهم المخلص ومساندتهم خلال مراحل الدراسة ، ولا

يفوتني في هذا المقام أن اتقدم بالشكر والتقدير إلي أختي الفاضلة **الدكتوره / إيناس أحمد فرغلي** المدرس بكلية البنات قسم الجغرافيا جامعة عين شمس.

وعلي قدر العناية تجنى الثمار، إلي من شملتني رعايتهما منذ المهد ولي شرف التتشئة علي يديهما الطاهرة إلي"**أمي وأبي رحمهما الله، وابنتيي وقرتا عيني شهد وفاطمة** "، وإلي أصحاب الدعم المعنوي الدائم " أخوتي" . أما أولاد أخوتي فهم كانوا أكثر من أخوتي عونا لي في سفري ومساعدتي فى عمليات الغطس والسباحة والتصوير تحت الماء وأخص بالشكر **شريف محمد شمخ، وعلي محمد الصقيلي، ومريم علي عوض الحلواني، وعمار محمد الصقيلي، وطارق سعيد أنور** وفقهم الله وسدد خطاهم، وجميع من عاونني وشجعني لأتمام هذا العمل فهم " أحد نعم الله علي على الأرض ، فلا تكفي كلمات الشكر بإثرها أن توفي لهم أحاطتى بالأمان والرعاية .

اللهم ارزقنا العلم النافع والعمل الصالح، واجعل عملي خالصا لوجهك الكريم ، والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات .

الباحثة

مستخلص

سماح مصطفى صبحي مصطفى أبوذيد، البيئة القديمة للموانئ الرومانية الغارقة فيما بين رأسي أبوحشافة وعلم الروم دراسة مقارنة فى الساحل الشمالى الغربى لمصر باستخدام مخطط(PADM) (نموذج الأعماق لأعمار الرواسب القديمة (تسلسل الرواسب القديمة))، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة قناة السويس – الإسماعيلية 2023م .

تهدف الدراسة للمسح الحقلي لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة وضوابط نشأتها، والتعرف على البيئات القديمة التي كانت تحيط بكل ميناء ، وإدراك التأثير الجيومورفولوجي على بقاء واستمرارية الموانيء الرومانية من عدمه، ودراسة تأثير تغيرات مستوى سطح البحر على مواقع الموانئ الرومانية، واستخدام بيانات قابلة للمقارنة بين الموانئ من (نوع الرواسب وعمق المياه خلال التسلسل الزمني القديم)، مع الأخذ في الاعتبار تقديرات أعماق المياه المتعلقة ببعض دول حوض البحر المتوسط التي نشطت بها الملاحة أثناء العصر الروماني وكانت تحت قيادة الأمبراطورية الرومانية، وذلك لعمل مسودات للسفن الرومانية في فترات مختلفة، والجمع بين جميع المؤشرات ذات الصلة من أجل تقدير إمكانيات الموانئ القديمة، والتخطيط والتنمية المستقبلية لإعادة استخدام أحد الموانئ طبقا لنتائج مخطط (PADM) .

تناولت الدراسة البيئة القديمة للموانئ الرومانية الغارقة ومعرفة مدى تطورها وتأثرها بالعوامل والعمليات الجيومورفولوجيا على الساحل الشمالي الغربي لمصر فيما بين رأس أبو حشافة ورأس علم الروم وعددها 3 موانيء رومانية قديمة. ازدهرت تلك الموانيء القديمة في العصر الروماني، وكانت من أهم أسباب نشاط حركة التجارة قديما على ساحل البحر المتوسط. تكمن أهمية الموضوع في عمل مخطط (نموذج) من أجل تقدير إمكانيات تلك الموانئ وإعادة استخدام أحدهم تبعا لإمكانياته.

تكونت هذه الدراسة من خمسة فصول سبقتهم مقدمة وانتهت بخاتمة ثم أهم النتائج التى توصلت إليها الدراسة ويعقبها مجموعة من التوصيات ثم قائمة المصادر والمراجع العربية والأجنبية.

من خلال ماتقدم وبناء على النتائج التى توصلت اليها تلك الدراسة يوصي الباحث بالاستفادة من النتائج، وعمل المزيد من الدراسات التطبيقية، وتوسيع دائرة البحث من قبل الدولة لتنفيذ نتائج الدراسة، وهي ترشيح موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة) جنوب شرق علم الروم كنموذج تطبيقي للميناء طبقا ونتائج النموذج الناتج من مخطط الPADM .

الفهارس

الفهارس

أولا: فهرس المحتويات

ثانيا: فهرس الجداول

ثالثا: فهرس الأشكال

رابعاً : فهرس الصور

خامسا : فهرس الملاحق

الفهارس

أولا : فهرس الموضوعات

الموضوع	الصفحة
المقدمة:	13-1
أولاً: أهمية الموضوع	2
ثانيا: موقع منطقة الدراسة	3-2
ثالثا: أسباب اختيار موضوع الدراسة	4
رابعا: المصطلحات الواردة فى الدراسة	6-4
خامسا:أهداف الدراسة	6
سادسا:منهجية وأساليب الدراسة	7-6
سابعا:الدراسات السابقة	9-7
ثامناً: العمل الميداني	12-9
تاسعاً :محتويات الدراسة	13-12
الفصل الأول : الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة	47-14
تمهيد:	15
أولا:جيولوجية المنطقة	33-15
1-التكوين والتركيب الجيولوجي	16-15
أ-صخور البليوستوسين	20-16
ب.رواسب الهولوسين	27-20
1.البنية الجيولوجية	33-27
أ-الالتواءات	28
ب.الانكسارات	32-29
ج.الشقوق والفواصل	33-32
ثانيا - مناخ المنطقة :	42-33
1-درجة الحرارة	35-33
2-الرياح	39-35
3-الرطوبة النسبية	41-39
4-الأمطار	42-41
ثالثا- مورفولوجية السطح:	47-42
1-الارتفاعات	45-42
2- تحليل الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة	46
الخلاصة	47
الفصل الثانى : الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة	93-48
تمهيد:	49
أولاً: مورفولوجية مواقع الموانئ	66-49
1- شكل خط الساحل وتوجيهه	52-49
2- انحدارات سطح الأرض	54-52
3- الرواسب السطحية (حسب الحجم، والمصدر معدنى)	57-55
4 – الغطاء النباتى .	64-57
5 – الطحالب	66 -64
ثانياً : طبيعة المسطح البحرى المغمور	80-66

الفهارس

1. الأمواج	73-68
2.التيارات البحرية	76-73
3. المدوالجذر .	77
4.المواد المشكلة للقاع.	79-77
5- طبيعة انحدارالقاع	80-79
ثالثاً: العمليات والعوامل الجيومورفولوجية المشكلة لمنطقة الدراسة	92-80
1- عمليات التجوية .	82-81
أ – التجويةالميكانيكية	81
ب – التجوية الكيميائية	82
2 - حركة المواد على المنحدرات .	86-82
3 – عوامل التعرية	92-86
أ – التعرية البحرية (الأمواج، حركة المد والجزر، التيارات البحرية، تأثير طبيعة السواحل)	89-86
ب – التعرية الريحية (الرياح،العواصف والأعاصير)	90- 89
ج – التعرية بالمياه الجارية (الأودية والأمطار)	92-91
الخلاصة	93
الفصل الثالث:الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانىء الرومانية الغارقة	161-94
تمهيد	95
أولاً: الأشكال التكتونية النشأة	109 - 101
ثانيا: أشكال التجوية	119 -109
ثالثاً: أشكال حركة المواد على المنحدرات	126 -119
رابعاً: أشكال النحت:	138 -126
خامساً: أشكال الإرساب	152-138
سادساً: الأشكال المتبقية	159-152
الخلاصة	161-160
الفصل الرابع:التطور الجيومورفولوجى لمواقع الموانئ الرومانية	214-162
تمهيد	163
أولا: أساسيات التطور الجيومورفولوجي للبيئة القديمة للموانىء	192-163
1- مواقع الموانئ القديمة ومدي تأثرها بحركة الأمواج .	168-165
2 – انماط الرواسب عند مواقع الموانئ القديمة .	173-168
3 – تأثير المناخ على مواقع الموانئ القديمة .	175-173
4- تغير خط الساحل عند مواقع الموانئ.	194-175
ثانيا : نتائج التطور الجيومورفولوجي للبيئة القديمة للموانئ الرومانية :-	212-194
1.أسباب إندثار الموانئ الغارقة بمنطقة الدراسة .	204-195
2.استخدام نموذج PADM فى الربط والمقارنة بين إمكانيات الموانئ .	212-205
الخلاصة	213
الفصل الخامس: الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة	256 -214
أولا : الأخطار الجيومورفولوجي التي تواجه مواقع الموانئ :	241-215
1. الحركات الأرضية الفجائية السريعة .	219-215

الفهارس

2. التسونامي والعواصف القديمة Paleo-Storms and Tsunami .	234-219
3. العواصف والنوات.	236-234
4. تغير مستوي سطح البحر.	239-236
5. النحر البحري	241 -239
ثانيا: موقع الميناء المقترح لإعادة الإستخدام مرة آخرى نتيجة نموذج (PADM)	251-242
1. أهم العوامل التي تساعد على وجود الميناء .	246-242
2. استغلال الظروف الطبيعية في إحياء بعض الموانئ القديمة وإستخدامها.	248-246
3. نموذج تطبيقي لميناء جرياس جوني (الرميلة) التي يمكن إستغلالها إعتمادا على نموذج PADM	255-250
الخلاصة	256
الخاتمة	261-257
الملاحق	276-262
المصادر والمراجع	283-277
المُلخصات	289-284

ثانياً: فهرس الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1-1	التتابع الطباقى فى النطاق الساحلى للهضبة	21-20
2-1	المعدل الشهري والفصلي للحرارة السنوية العظمى والصغرى على الساحل الشمالي الغربي درجات الحرارة في محطة " مرسي مطروح" خلال 1996- 2020 م (بالدرجة مئوية)	34-33
3-1	جدول (1- 3) اتجاهات الرياح في محطة " مرسي مطروح" خلال 1996- 2020 م بالدرجات المئوية	36
4-1	نسب تكرار هبوب الرياح على الساحل الشمالي الغرب فترة بين عامي (1996 – 2020) خلال فصول السنة	37
5-1	المعدل الشهري والفصلي لسرعة الرياح على الساحل الشمالي الغربي للفترة بين عامي (1996-2020) (كم/ساعة)	38
6-1	سرعة الرياح بمحطة " مرسي مطروح" خلال 1996-2020م	39-38
7-1	المعدل الشهري للرطوبة النسبية لمحطة "مرسي مطروح" للفترة بين عامي (1996-2020) بالنسب المئوية %	39
8-1	معدل كمية الأمطار المتساقطة سنويا بمحطة "مرسى مطروح" فى الفترة بين (1996 -2020) (ملليمتر)	41
1-2	الاتجاهات المختلفة لخط الساحل عند مواقع الموانئ الغارقة	50
2-2	التحليل الميكانيكي لعينات من الرواسب السطحية عند خط الشاطئ بمواقع الموانئ الغارقة	56
3-2	تقدير سرعة التيارات الشاطئية فى منطقة الدراسة	74 -73

الفهارس

1-3	الخصائص المورفومترية للسبخات الساحلية	147
1-4	تأثير النوات على سرعة وارتفاع الموج	189
2-4	النطاقات الرئيسة للساحل	191
3-4	تغير طول خط الساحل فيما بين عامي (1985-2019)	191
4-4	نتائج حساب مساحات النحت والإرساب عند الموقع المحيطة بالموانئ	192
1-5	الزلازل الرئيسة التى ضربت شمال مصر فى الفترة من 221 ق.م حتى 1975	219-218
2-5	يوضح الخصائص المورفومترية للصخور الحادة والخشنة جداً (a axis ≥ 2m)	221
3-5	تحديد العمر الزمني لعينة من الكائنات البحرية الدقيقة الموجودة أعلى الصخرة ذات الكتلة المترية الكبيرة	224
4-5	الأبعاد المورفومترية لعينات من الكتل الصخرية المحيطة بموقع ميناء كالياي (حوالة)، جرياس جوني (علم الروم)	226-225
5-5	يبين أول ارتفاع تصل إليه موجة التسونامي وأقصى ارتفاع وصلت إليها الموجة على طول الساحل الشمالي	230
6-5	يبين أعداد الكتل وأبعادها المورفومترية ومنسوبها وبعدها عن البحر	232
7-5	النوات الرئيسة التى تتعرض لها مصر من شهر يناير إلى شهر ديسمبر	235

الفهارس

ثالثا: فهرس الخرائط والأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
1	الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة	3
2	مواقع الموانئ الرومانية الغارقة بامتداد خط الساحل في منطقة الدراسة	3
3	خطوط الأعماق المتساوية لموقع ميناء زيجيس	9
4	خرائط لموقع مينائي زيجيس (باجوش) رأس أبوحشفة، وكالياس سيدي حنيش(رأس حوالة)	10
1-1	جيولوجية منطقة الدراسة	16
2-1	قطاع جيولوجي رأسي فى الساحل الشمالي الغربي من خريطة الكونكو 1986 م والذي يحتوي على أشكال مختلفة من الحفريات	18
3-1	البنية الجيولوجية فى منطقة الدراسة	30
4-1	وردة تمثيل أطوال واتجاهات الانكسارات بمنطقة الدراسة	31
5-1	معدلات درجة الحرارة العظمى والصغرى والمعدلات السنوية	34
6-1	نسبة اتجاه الرياح فى الاتجاهها المختلفة خلال فصول السنة	36
7-1	نسب تكرار هبوب الرياح فى الاتجاهها المختلفة خلال فصول السنة	37
8-1	متوسط سرعة الرياح بمنطقة الدراسة	39
9-1	المعدل الشهري للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة	40
10-1	متوسط كمية المطر الشهرية على منطقة الدراسة	41
11-1	نموذج ارتفاع رقمى DEM لمنطقة الدراسة	45
12-1	الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة	46
1-2	توجيه خط الساحل فى مواقع الموانئ الغارقة بالإضافة لوردة توضح الاتجاه السائد بهم	50
2-2	تعرج خط الساحل وسرعة التيارات البحرية ومدى تأثيرهم على عمليتي النحت والإرساب فى مواقع الموانئ الغارقة	51
3-2	خريطة الانحدار العام لمنطقة الدراسة	53
4-2	أشكال الحبيبات المختلفة فى بعض العينات من مواقع الموانئ الغارقة	55
5-2	التحليل الحجمي لعينات الرواسب الشاطئية على خط الساحل فى مواقع الموانئ الغارقة	56
6-2	أقسام المنطقة الشاطئية	66
7-2	نموذج للأعماق بمنطقة الدراسة DEM	67
8-2	كنتور القاع في منطقة الدراسة	68
9-2	اتجاه حركة الموجة ومكونات الموجة	69
10-2	علاقة الموجة بعمق القاع وتكون الرواسب والضروس والسنن الرملية	69
11-2 أ	نشأة الأمواج المنتصبة "أمواج الحافة	70
11-2 ب	العلاقة بين الأمواج المنتصبة والسنن الرملية وانعكاس التباعد بين قمة الموجة وقاعها على انتظام التباعد بين القرون	70
12-2	تأثير احتكاك الأمواج بالقاع على شكل الموجة وتكون القمم والقيعان	71
13-2	ارتفاع الأمواج المتأثرة بالتيارات الشرقية والغربية	71
14-2	تصنيف الشواطئ حسب توجيه الأمواج وتأثرها بالتيارات الغربية	72
15-2	التغيرات التي تحدث على مدى الزمن لسواحل ذات تكوين غير منتظم بتأثير قوة الأمواج التي تأثر على الصخور بعمليتي التعرية والتجوية مشكلة مجموعة من الظواهر وذلك تطبيقا على أحد مواقع الموانئ الغا رقة (ميناء زيجيس وجرياس جوني)	76
16-2	درجات الانحدار العامة للقاع بمنطقة الدراسة	80

الفهارس

1-3	الخريطة الجيومورفولوجية العامة لمنطقة الدراسة	97
1-3أ	الخريطة الجيومورفولوجية لموقع ميناء زيجيبس (باجوش)	98
1-3ب	الخريطة الجيومورفولوجية لموقع ميناء كالياي (راس حوالة)	99
1-3ج	الخريطة الجيومورفولوجية لموقع ميناء جرياس جوني (الرميلة) رأس علم الروم	100
2-3	زحف الصخور	120
3-3	مجسم لمراحل التساقط الصخري في ميناء جرياس جوني (شرق الرميلة)	121
4-3	عناصر منحدر البيدمونت	125
5-3	مجسم لتطور قناة المد بعد انهيار الكهف فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)	159
1-4	التطور الجيومورفولوجي العام لخط الساحل في منطقة الدراسة فيما بين 1985 إلى 2019	164
2-4	ميناء زيجيس (معسكر باجوش)	170
3-4	ميناء كلياس (مرسى حوالة)	172
4-4	التطور الجيومورفولوجي العام لمنطقة الدراسة خلال آخر عشرة أعوام وإظهار جميع التغيرات التي طرأت على ظهير مواقع الموانئ الغارقة خلال آخر 10 سنوات	176
5-4	أطوال وأشكال خط الشاطئ عند مواقع الموانئ الغارقة	179
6-4 أ	خريطة كنتورية لليابس وخطوط أعماق، ونموذجي ارتفاع رقمي، وأعماق عند موقع أحد الموانئ	181
6-4 ب	خريطة كنتورية لليابس وخطوط أعماق، ونموذجي ارتفاع رقمي، وأعماق عند موقع أحد الموانئ	182
6-4 ج	خريطة كنتورية لليابس وخطوط أعماق، ونموذجي ارتفاع رقمي، وأعماق عند موقع أحد الموانئ	183
7-4	خريطة موضح عليها مواقع القطاعات التضاريسية عند كل ميناء	185
8-4	خرائط الانحدار لليابس والبحر عند موقع كل ميناء	186
9-4	أطوال وأشكال خط الشاطئ عند مواقع الموانئ الغارقة	193
10-4	توزيع مساحات النحت والإرساب عند مواقع الموانئ الغارقة	194
11-4	توزيع البقايا الآثرية (الأمفورات) والمرسوات (Anchors)	200
12-4	خريطة للمسح الحقلي لميناء كالياس أو كالياي (رأس حوالة)	201
13-4	خريطة ميناء كالياي موضح عليها خط الساحل القديم	202
14-4	خريطة ميناء جرياس جوني موقع الانكور الروماني	204
15-4	الفحص المجهري لعينات التتابع الصخري	206
16-4	مواقع الحفر عند مصبي وادي حرقة ووادي زرقة عند مواقع الموانئ الغارقة	208
17-4	نموذج PADM للطبقات الصخرية عند ميناء زيجيس (باجوش)	208
18-4	نموذج PADM للطبقات الصخرية فيما بين ميناء كالياس (رأس حوالة)، وميناء جرياس جوني(الرميلة)الجراولة	210
1-5	الأخطار الجيومورفولوجية التي تتعرض لها المناطق الساحلية	216
2-5	مركز الزلازل فى مصر ومنطقة شرق المتوسط	217
3-5	يبين أكبر الكتل الصخرية التي تم العثور عليها فى باجوش، وشكل البايوجيومورفولوجي عليها	222

الفهارس

4-5	خريطة لمواقع الكتل مع اتجاه الرياح وتمثيل بياني لكتل الصخور ومسافة بعدها عن الشاطئ	223
5-5أ	الكتل المقتلعة المقاسة ميدانيا	225
5-5ب	تصور للكتل المقتلعة الغارقة	227
5-5ج	الكتل المقتلعة المقاسة ميدانيا	230
6-5 أ	التحليلات لعينة رواسب صخرية عند كفر صابر(مطروح)	233
6-5 ب	التحليلات لعينة رواسب صخرية عند كفر صابر(مطروح)	234
7-5	الارتفاع التدريجي فى مستوى سطح البحر خلال أعوام مختلفة	239
8-5	تأثير عمليتى النحت والإرساب على شكل خط الساحل فى مواقع الموانئ الغارقة	241
9-5	مجموعة خرائط وصور لميناء جرياس جوني (الرميلة) رأس علم الروم	252
10-5أ	نموذج تطبيقي لأحياء ميناء جرياس جوني طبقاً وأبعاد السفن الرومانية فى أكثر من دولة مطلة على البحر المتوسط لتقدير معدل الحفر المناسب لغاطس السفن	253
10-5ب	شكل نموذج تطبيقي لأحياء ميناء جرياس جوني طبقاً وأبعاد السفن الحديثة فى البحر المتوسط مع تغير معدل الحفر ليتناسب مع أختلاف غاطس السفن	254

رابعا: فهرس الصور الفوتوغرافية

رقم الصورة	العنوان	الصفحة
1	الباحث أثناء أخذ العينات وعمل القطاعات التضاريسية فى مرسى باجوش (معسكر باجوش)	11
2	مرسوات رومانية بموقع مينائي كالياس (حوالة)، وجرياس جوني (الرميلة) علم الروم، وخريطة جيومورفولوجية عامة لمواقع الموانئ	11
3	الرصيف الغارق في ميناء كالياس (رأس حوالة)	12
1-1	قطاع فى عينات مختلفة من الحجر الجيري والرملي على التوالي من منطقة وادي زرقه في منتصف منطقة الدراسة	19
2-1	أشكال الرواسب بميناء كالياي (كالياس) الجانب الغربي لرأس حوالة	21
3-1	الرواسب بميناء كالياي (كالياس) الجانب الشرقي لرأس حوالة	22
4-1	الرواسب بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	22
5-1	الرواسب بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	23
6-1	الرواسب بميناء زيجيس (زيجراس) الجانب الغربي لميناء باجوش (مرسى باجوش)	23
7-1	رواسب المنحدرات بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	26
8-1	رواسب السبخات بميناء جرياس جوني (رميلة)	27
9-1	التواء محدب وحيد الجانب بميناء كالياي (كالياس) فوق رأس حوالة الجانب الشرقي لرأس حوالة	28
10-1	الرواسب بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	43
1-2	نبات النثل فى الشقوق والفواصل بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	58
2-2	النبات الطبيعي فى الشقوق والفواصل بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	58

الفهارس

3-2	النبات الطبيعي فى السهول الرملية بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	59
4-2	مجموعة نباتات الكثبان الرملية بمرسى حوالة بميناء كالياس	60
5-2	نباتات السبخات الملحية بميناء كالياس (لرأس حوالة)	61
6-2	نباتات الأودية بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لشاطئ الروميلة	62
7-2	بعض أنواع نباتات الأودية بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	63
8-2	الطحالب البحرية بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	64
9-2	الطحالب الجافة بميناء كالياي (كالياس) الجانب الشرقي لرأس حوالة	65
10-2	الطحالب الجافة بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	65
11-2أ	أشكال الرواسب المختلفة المشكلة لقاع الموانئ الغارقة فى الفترة من(2016 -2023)	78
11-2 ب	أشكال الرواسب المختلفة المشكلة لقاع الموانئ الغارقة فى الفترة من(2016 -2023)	79
12-2	التجوية الميكانيكية المؤثرة على ميناء جرياس جوني (الرميلة)	81
13-2	حركة المواد على المنحدرات بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الروميلة (رأس علم الروم)	82
14-2	الجروف الساحلية فى أحد مواقع الموانئ الغارقة	83
15-2	المنحدرات المستقيمة	84
16-2	المنحدرات المحدبة	85
17-2	منحدر مقعر	85
18-2	منحدر مركب	86
19-2	تاثير حركة المد والجزر	87
20-2	التعرية الريحية	90
21-2	راسب غريني باحد مواقع الموانئ الغارقة	91
22-2	مصطبة بفعل الماء الجاري	92
1-3أ	شكل الطية المحدبة فوق رأس حوالة بميناء كالياي في مرسى حوالة	102
1-3ب	شكل الطية المحدبة فوق رأس حوالة بميناء كالياي في مرسى حوالة	102
2-3	شكل الطية المحدبة فوق الرأس البحرية مرسى باجوش	103
3-3أ	النتوءات الصخرية في ميناء جرياس جوني (شرق ميناء الرميلة)	104
3-3ب	الرؤوس الصخرية في ميناء جرياس جوني (شرق ميناء الرميلة)	104
4-3	قياسات الرؤوس الصخرية في مواقع الموانئ منطقة الدراسة	105
5-3	خلجان محاطة بشواطئ الرملية فى منطقة الدراسة	106- 107
6-3	الجلاميد عند أسفل المنحدر في ميناء زيجيس	107
7-3	الجلاميد عند أسفل المنحدر في ميناء جرياس جوني (رأس علم الروم)	108

الفهارس

3-8	نمط الفواصل في ميناء جرياس جوني ميناء الرميلة شرق علم الروم	109
3-9	الفواصل والميل الطبقي في ميناء كالياي برأس حوالة	109
3-10	عملية التسخين الحرارى (التجوية الحرارية) الشمسية	110
3-11	أشكال التفكك الكتلى والتفلق فى صخور منطقة الدراسة	110
3-12	أشكال التجوية الميكانيكية بالكائنات الحية	112
3-13	مجموعة من أشكال التجوية الملحية	113
3-14	أشكال الإذابة	114
3-15	شكل حزوز الإذابة	114
3-16	برك الإذابة	115
3-17	حفر بروزات الإذابة	116
3-18	برك الإذابة العميقة، نفق رأسي صغير أو ثقب إذابة متعمق	116
3-19	تجوية الرطوبة والجفاف	117
3-20	شكل طلاء الصحراء	118
3-21 أ	أشكال التافوني ميناء كالياس مرسى حوالة	118
3-21 ب	أشكال التافوني ميناء كالياس مرسى حوالة	119
3-22	تجوية خلايا النحل	119
3-23	زحف الكتل الصخرية من المنحدرات	120
3-24	انزلاق الكتل الصخرية من المنحدرات	122
3-25	زحف الكتل الصخرية من المنحدرات	124
3-26	زحف الكتل الصخرية من المنحدرات	124
3-27	مخروط الهشيم	126
3-28	جرف بحري نشط في ميناء جرياس جوني (الرميلة)	127
3-29	ارتفاع الجرف في ميناء جرياس جوني (الرميلة) 6م	128
3-30 أ	فجوات وكهوف فى الجرف الساحلي بميناء جرياس جوني(الرميلة)، وكالياس على الترتيب	129
3-30ب	فجوات وكهوف فى الجرف الساحلي بميناء جرياس جوني(الرميلة)، وكالياس على الترتيب	130
3-31أ	ناظرا صوب الشمال ميناء جرياس جوني	131
3-31ب	ناظرا صوب الشمال الشرقي ميناء جرياس جوني	131
3-31ج	ناظرا صوب الشمال الشرقي ميناء كالياي (مرسى حوالة)	132
3-31د	أشكال أرصفة النحت فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)	132
3-32 أ	أشكال الأقواس والأنفاق والكباري الطبيعية فى مينائي جرياس جوني (الرميلة) ، وكالياس(حوالة)	134

الفهارس

3-32ب	أشكال الأقواس والأنفاق والكباري الطبيعية فى مينائي جرياس جوني (الرميلة) ، وكالياس(حوالة)	135
3-33 أ	أشكال المداخل البحرية فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)	136
3-33ب	أشكال المداخل البحرية فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)	137
3-34	شكل قناة المد في ميناء جرياس جوني (الرميله غرب)	138
3-35	شاطئ رملي فى ميناء زيجيس مرسى باجوش	139
3-36	بعض حفريات الفورمنيفرا والبقايا النباتية والعضوية الموجودة في صخور السلسلة الساحلية نتيجة للفحص المجهري للعينات معمل كلية العلوم.	140
3-37	السنن الرملية المتخذه شكلا هلالياً ميناء كالياس (مرسى حوالة)، وميناء زيجيس(باجوش)	141
3-38	خليج ذو إرسابات رملية وصخرية في ميناء كالياس رأس حوالة	142
3-39	الخلجان البحرية الناتجة عن ارتفاع منسوب سطح البحر	143
3-40	أشكال الكثبان والرواسب الساحلية	144
3-41	أشكال الكثبان الرملية المتحجرة	145
3-42	أشكال اللسان الصخري (تومبولو)	146
3-43أ	أشكال السبخات فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)	149
3-43ب	أشكال السبخات فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)	150
3-44	شكل البحيرة المغلقة فى ميناء كالياس (رأس حوالة)	151
3-45	جزيرة في ميناء زيجيس (باجوش)	152
3-46	بقايا من مسلة صخرية تطورت إلى جزيرة متبقية في ميناء جرياس جوني (الرميلة)	153
3-47	شكل بقايا الحاجز البحري فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)	155
3-48	شكل المشروم فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)	156
3-49أ	مراحل تطور سقف كهف مسطح المد فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)	157
3-49ب	تطور سقف كهف مسطح المد فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)	158
4-1أ	الفعل الهيدروليكي للأمواج في ميناء كالياس (حوالة)	166
4-1 ب	الفعل الهيدروليكي للأمواج في ميناء كالياس (حوالة)	167
4-1ج	الفعل الهيدروليكي للأمواج في ميناء جرياس جوني (الرميلة)	168
4-2	مجموعة من الظواهر الناتجة عن إرسابات الرياح وكذلك نحت الأمواج في ميناء زيجيس (مرسى باجوش)	171
4-3	شكل النباك فوق الكثبان الرملية أعلى رأس حوالة	172

الفهارس

4-4	الرواسب الشاطئية في ميناء كالياس(حوالة)	173
5-4	تأثير الحرارة في ميناء جرياس جوني (الرميلة).	174
6-4	تأثير الأمطار في صخور ميناء كالياس (مرسى حوالة).	174
7-4	ميناء لوكا أكت وملامحة الجيومورفولوجية و به دلائل جيوأركيولوجية	174
8-4	قشرة جيرية فى موقع ميناء كالياس (حوالة)	175
8-4	نوتش بقناة المد في موقع ميناء كالياس (مرسى حوالة)	198
9-4	رصيف غارق في موقع ميناء كالياس (رأس حوالة)	198
10-4	الرصيف الغارق في موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة غرب)	199
11-4	أشكال المرسوات الرومانية في قاع الميناء	200
12-4	مرساه مقتلعة، وبقايا أمفورات رومانية بجانب الرصيف الغارق في موقع ميناء كالياس (مرسى حوالة)	202
13-4	مرسى مقتلع من الرصيف الغارق في موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة)	203
14-4	نوتش أعلى الرصيف الغارق في موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة)	204
1-5	تبين كتل صخرية متبعثرة أسفل التومبولو	223
2-5	عينات الصخور التي تم قياسها في الحقل الصخري المحيط بميناء كالياس (حوالة)	227
3-5	عينات الصخور التي تم قياسها في الحقل الصخري المحيط بميناء جرياس جوني (الرميلة)علم الروم	229
4-5	نوتش تمتد لعمق أكثر من 2م عند ميناء جرياس جوني(الرميلة) علم الروم	237
5-5	بقايا الأعمدة القطبانية الغارقة، وهي على هيئة قطبان حديدة على عمق 4م	238
6-5	جزيرة صامدة أمام عمليات النحر البحري في ميناء جرياس جوني(الرميلة) علم الروم	240

الفهارس

خامسا: فهرس الملاحق

م	العنوان	الصفحة
1	قياسات أطوال الشقوق والفواصل واتجاهاتها	263 -268
2	درجات الحرارة خلال الفترة ما بين 1998–2014	269
3	متوسطات درجات الحرارة خلال الفترة ما بين 1998–2014	270
4	التحليل الحجمي لعينات الرواسب الشاطئية على خط الساحل فى مواقع الموانئ القديمة	271
5	القطاعات التضاريسية الخاصة بميناء زيجيس (باجوش)	271-273
6	القطاعات التضاريسية الخاصة بميناء كالياي (رأس حوالة)	272
7	القطاعات التضاريسية الخاصة بميناء جرياس جوني (الرميلة) رأس علم الروم	273
8	حساب معدلات الشقوق والفواصل حسب الاتجاهات	274
9	قطاع تضاريسي في ميناء زيجيس (باجوش)	275
10	تمثيل القطاع التضاريسي لميناء زيجيس باجوش	276

المقدمة

المقدمة

أولا: أهمية الموضوع.

ثانيا: موقع منطقة الدراسة.

ثالثا: أسباب اختيار موضوع الدراسة.

رابعاً: المصطلحات الواردة فى الدراسة.

خامسا: أهداف الدراسة.

سادسا:منهجية وأساليب الدراسة.

سابعا:الدراسات السابقة.

ثامنا: العمل الميدانى.

تاسعا: محتويات الدراسة.

المقدمة

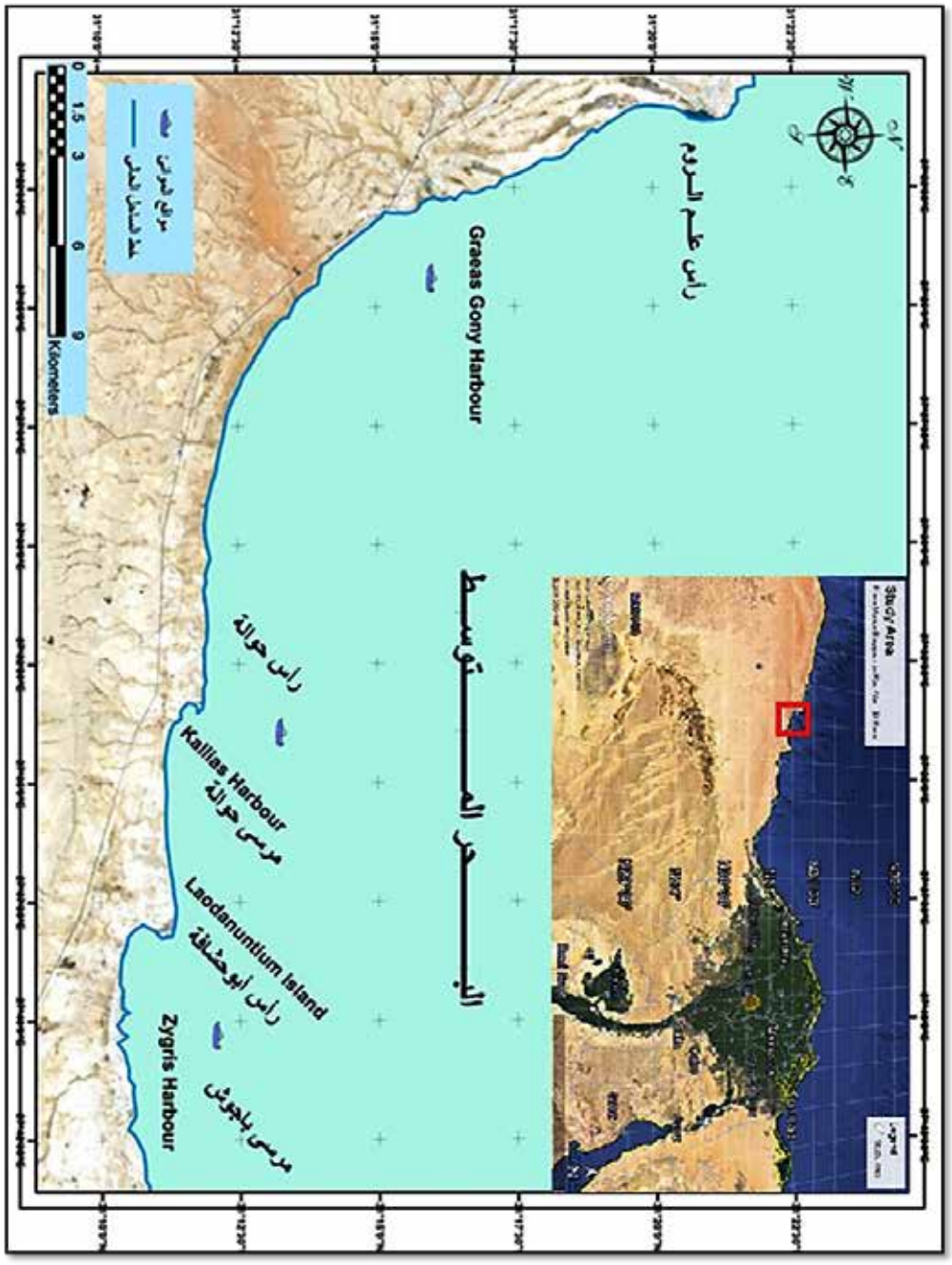
أولا: أهمية الموضوع :

على مدار العشرين عامًا الماضية، كان علم الآثار الجيولوجي للموانئ القديمة مجالًا نشطًا للغاية للبحوث حول حوض البحر الأبيض المتوسط، حيث تولد الكثير من البيانات البيئية القديمة من العديد من المواقع، بما في ذلك تقديرات معدلات الترسبات، وارتفاع مستوى سطح البحر القديم في تواريخ مختلفة، وإعادة بناء بعض الحضارات القديمة بناءاً على تقديرات غاطس السفن فى العصور القديمة. وقد أثبت الجمع بين هذه المعلومات تحديا كبيرا. تقترح هذه الدراسة مخططًا جديدًا يسمى نموذج العمر الزمني للأعماق(مخطط PADM) وهي أختصار ل The Palaeoenvironmental Age-Depth Model، والذي يتيح للباحثين الجمع بين جميع المؤشرات ذات الصلة من أجل تقدير إمكانات المرفأ لميناء قديم معين، واستخراج بيانات قابلة للمقارنة بين الموانئ من حيث درجة الإغلاق وعمق المياه المتاحة مقابل التسلسل الزمني المتزامن. يأخذ في الاعتبار تقديرات اعماق المياه المتعلقة بأنواع من تسجيلات الغاطس للسفن الرومانية في فترات مختلفة، وتطبيق النتائج من الموانئ النشطة لتطوير الموانئ المهجورة، وذلك لإعادة استخدامها في حقل واسع كنقطة ملاحة جديدة. وعلى الجانب الآخر ركزت الدراسات الجيوأركيولوجية على أحواض المرفأ المهجور، والتي تتميز بتركيبات مُؤهلة لوجود الميناء مثل الأرصفة، والحواجز البحرية.

يتناول الموضوع التعرف على البيئة القديمة للموانئ الرومانية الغارقة ومعرفة مدى تتطورها وتأثرها بالعوامل والعمليات الجيومورفولوجية على الساحل الشمالي الغربي لمصر فيما بين رأس أبو حشافة ورأس علم الروم وعددها 3 موانيء رومانية قديمة. ازدهرت تلك الموانئ القديمة في العصر الروماني، وكانت من أهم أسباب نشاط حركة التجارة قديما على ساحل البحر المتوسط. تكمن أهمية الموضوع في عمل مخطط (نموذج) من أجل تقدير إمكانيات تلك الموانئ وإعادة استخدام أحدهم تبعا لإمكانياته.

ثانيا: موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 10′ 31 °، 31′24° شمالا , وفيما بين خطي طول 40′ 27 °، 20′ 27° شرقا، وهي تطل على ساحل البحر المتوسط بشقة ساحلية يبلغ طولها 96.4 كم، والحد الجنوبي لمنطقة الدراسة نهاية الشاطيء الخلفي، ويحد المنطقة من الشرق مرسى باجوش كما يحدها من الغرب رأس علم الروم، وتتضمن المنطقة ثلاثة موانيء رومانية غارقة مع تنوع الخصائص الجيومورفولوجية عند موقع كل ميناء منها.



المصدر : (Fourtau, 1914), Google Earth Pro, 2023

شكل (1) الموقع الفلكي والجغرافي لمنطقة الدراسة،

ومواقع الموانئ الرومانية الغارقة بامتداد خط الساحل في منطقة الدراسة باستخدام برنامج ARC GIS 10.8 (أسماء الموانئ القديمة مترجمة عن اللغة اللاتينية)

المقدمة

ثالثا: أسباب اختيار موضوع الدراسة :

كان لاختيار موضوع الدراسة عدة أسباب أهمها:

1. حداثة الموضوع في المكتبة الجغرافية العربية، حيث لم تتطرق أية دراسات لموضوع البيئات القديمة المحيطة بمواقع الموانئ الرومانية الغارقة.
2. ورغبة الباحثة في الربط بين مواقع الموانئ الرومانية الغارقة واختيار أنسبها لاستخدامها من جديد والاستفادة منها بناءً على نتائج نموذج العمر الزمني (PADM).
3. قرب المنطقة من محل إقامة الباحثة ومساعدة سكان تلك المناطق لها.
4. توافر المرئيات الفضائية ذات الدقة العالية، والخرائط البحرية الصادرة عن الأمبريالة البريطانية، وكذلك الخرائط الطبوغرافية صادرة عن هيئة المساحة العسكرية المصرية.

رابعا –المصطلحات الواردة في الدراسة :-

علم الجيوأركيولوجيا:أحد العلوم البينية الحديثة التى تستخدم مناهج وأساليب وأدوات البحث فى الجغرافيا والجيومورفولوجيا والجيولوجيا وغيرها من علوم الأرض لاستنتاج معلومات تفيد فى التنقيب عن الآثار المدفونة تحت سطح الأرض, أو استخدامها فى دراسة مراحل تطور الأشكال الأرضية."[1]"	Geoarchaeology
الآثار الغارقة : هى تلك المنطقة الأثرية التى تعرضت للهبوط عن ما حولها أو تعرضت لتغير مستوى سطح البحر أثناء العصور المختلفة "2"، وذلك أدى الى انغمارها بالماء وتواجدها على أعماق مختلفة من سطح البحار أو المحيطات أو الأنهار.	Submerged Archeology
الموانئ القديمة : هى الموانئ الطبيعية التي استغلاها اليونان أو الرومان سابقاً، ونستخدم التحليلات الجغرافية للتعرف على أعمارها لتحديد العصر التى ترجع له والظروف البيئية المحيطة بها.	Ancient harbors

[1] محمد مجدى تراب، 2011، الموسوعة الجيومورفولوجية، الجمعية المصرية للتغيرات البيئية.

[2] SCHWARTZ, MAURICE L, **2005,** Encyclopedia of coastal science, Library Journal.

المقدمة

PADM	(مخطط PADM):يسمى نموذج العمر الزمني للأعماق(نموذج التسلسل الزمني للأعماق) وهي أختصار ل The Palaeoenvironmental Age-Depth Model، ويستخدم للتعرف على الطبقات الرسوبية للبيئات القديمة والمقارنة بين استخدام تلك المواقع قديما واستخدامها الحالي وإعادة هيكلة المواقع القديمة المغلقة طبقاً وتغيرات مستوى سطح البحر. "3"
Paleo-Geomorphology	**الجيومورفولوجيا القديمة** : وضع تصور لمظاهر سطح الأرض وظواهره القديمة."4"
Geomorphic evaluation	**التقييم الجيومورفولوجي:** التعرف على تطور مراحل تكوين ظاهرات سطح الأرض.
Paleo-Climatology	**علم المناخ القديم** : يهتم بمدى تذبذب المناخ من فترة إلى أخرى, وأثر ذلك على تشكيل ظواهر سطح الأرض التضاريسية."5"
Paleo-Tsunami	**التسونامي القديم:** دراسة تاريخ التسونامي القديم والتعرف على السيناريوهات التاريخية له، ليتم تطوير طرق الحماية للمواقع المعرضه له في المستقبل." 6"
Sea level change, Holocene and Mediterranean Sea	تغيرات مستوى سطح البحر أثناء الهولوسين في البحر المتوسط: بدأ هذا العصر منذ حوالى 10.000 : 11000سنة ,وهى الفترة التى بدأ فيها المناخ بالدفء للتحول لمناخ العصرالحديث, ولكن هذا التحول

[3]Ferreol Salomon, Simon Keay, Nicolas Carayon, Jean-Philippe Goiran, 2016, the Development and Characteristics of Ancient Harbours—Applyingthe PADM Chart to the Case Studies of Ostia and Portus, PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0162587, p. 1-23.

[4]حسن سيد أحمد أبو العينين, 1995 م، أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية.

[5]حسن سيد أحمد أبو العينين, 1995 م، أصول الجيومورفولوجيا، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية.

[6]Magdy Torab, Nora Dalal, 2015: " Natural hazards mapping of mega sea waves on the NW coast of Egypt", Journal of African Earth Sciences xxx

المقدمة

استغرق ألاف السنين لكى تذوب الصفائح الجليدية وملئت البحار والمحيطات بالمياه من جديد, وتعتبر الأشكال الساحلية التى نراها اليوم على خط الساحل الحديث ناتجة عن المرحلة الأخيرة من عصر الهولوسين.[7]	

خامسا: أهداف الدراسة :-

1. دراسة مواقع الموانئ الرومانية الغارقة وضوابط نشأتها.
2. التعرف على البيئات القديمة التي كانت تحيط بكل ميناء.
3. إدراك التأثير الجيومورفولوجي على بقاء واستمرارية الموانئ الرومانية القديمة من عدمه.
4. دراسة تأثير تغيرات مستوى سطح البحر على مواقع الموانئ الرومانية القديمة.
5. الجمع بين جميع المؤشرات ذات الصلة من أجل تقدير إمكانات الموانئ القديمة.
6. استخراج بيانات قابلة للمقارنة بين الموانئ من نوع الرواسب وعمق المياه خلال التسلسل الزمني المتزامن مع الأخذ في الاعتبار تقديرات أعماق المياه المتعلقة بمختلف مسودات السفن الرومانية في فترات مختلفة.
7. التخطيط والتنمية المستقبلية لإعادة استخدام أحد الموانئ طبقا ونتائج مخطط (PADM).

سادسا- منهجية وأساليب الدراسة:-

نتوصل لأهداف الدراسة عن طريق اختبار فرضياتها باستخدم مناهج وأساليب متعددة أهمها:

1. المناهج : Approaches

سوف تعتمد الباحثة فى دراسة جيوأركيولجية الموانئ الرومانية الغارقة وهي أحد فروع جيومورفولوجيا السواحل على المناهج الآتية :

أ- المنهج الإقليمي : Regional Approach

تحديد منطقة الدراسة في الإقليم الذي يحويها، وذلك للتعرف على الظاهرات الجيومورفولوجية التي تحتوي عليها منطقة الدراسة.

[7] SCHWARTZ, MAURICE L, **2005, ENCYCLOPEDIA** of coastal science, Library Journal.

المقدمة

ب- المنهج الموضوعي : Objective Approach

سوف تعتمد الباحثة على المنهج الموضوعي في دراسة موضوع البيئات القديمة المحيطة بالموانئ الرومانية الغارقة.

ج- منهج النظم البيئية: Environmental System Approach

يعتمد هذا المنهج على دراسة مكونات البيئية لمنطقة الدراسة من خلال دراسة مشكلات منطقة الدراسة.

د- المنهج التاريخي: Historical Approach

التعرف على تطور البيئات القديمة المحيطة بمواقع الموانئ الرومانية الغارقة في العصور التاريخية.

2. الأساليب المتبعة: Methods

أ. **الأسلوب الكارتوجرافي** استخدام الأسلوب الخرائطي وذلك عن طريق استخدام الخرائط القديمة لمقارنة البيانات المختلفة لفترات مختلفة.

ب. **نظم المعلومات الجغرافية GIS** استخدام أسلوب نظم المعلومات الجغرافية GIS في تحليل الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية وخطوط الأعماق.

ج. **تحليل المرئيات الفضائية Remote Sensing** تفسير المرئيات الفضائية والصور الجوية بالاستشعار عن بعد RS.

د. **الدراسة الميدانية** وإجراء مسح جيومورفولوجي لمواقع الموانئ القديمة وإنشاء قطاعات تضاريسية لبعض المواقع ورسم خرائط جيومورفولوجية وقياس أبعاد الأشكال الأرضية وعمل قطاعات تضاريسية بجهاز قياس الانحدارت رقميا، وتحديد مواقعها الفلكية بجهاز GPS.

هـ. الاساليب الاحصائية والكمية والمعادلات الرياضية.

سابعا: الدرسات السابقة :-

- Fourtau,1914: R. Fourtau, «La côte de la Marmarique d'après les anciens géographes grecs», Bulletin de l'Institut d'Egypte (8), p.100-126.
- قام العالم الفرنسي فرتو بعمل مسح بحري للساحل الشمالي الغربي لاستكشاف مواقع الموانئ الطبيعية للأمبراطورية اليونانية والرومانية وتوقيعها على خريطة تاريخية، والتي أعتمد عليها الكثير من العلماء من بعده.
- Ball.J.,1942, « Egypt in the Classical Geographers» , Cairo.

المقدمة

- قام العالم الجيولوجي البريطاني "جون بول" سنة 1942م في هذا المرجع بإجراء مسح شامل للسواحل المصرية، وعمل جداول لأسماء الموانئ القديمة في السواحل المصرية.

- Abd El maguid 1999 : « Les villes et ports de la côte nord-ouest de l'Égypte de l'antiquité à l'époque arabe », DEA, Lyon.

- قام الدكتور محمد عبد المجيد سنة 1999م في دراسته رسالة الماجستير التي قدمها لجامعة ليون بفرنسا بعمليات مسح بحرية لمواقع الموانئ القديمة القديمة على الساحل الشمالى الغربى لمصر. كما قدمت هذه الدراسة خريطة لمواقع مجموعة من الموانئ الأثرية القديمة, وحدد مواقعها الفلكية على الشريط الساحلي في منطقة دراسته.

- Christophe Morhange: « Geoscience of ancient Mediterranean harbours » Earth-Science Reviews 80 (2007) 137–194

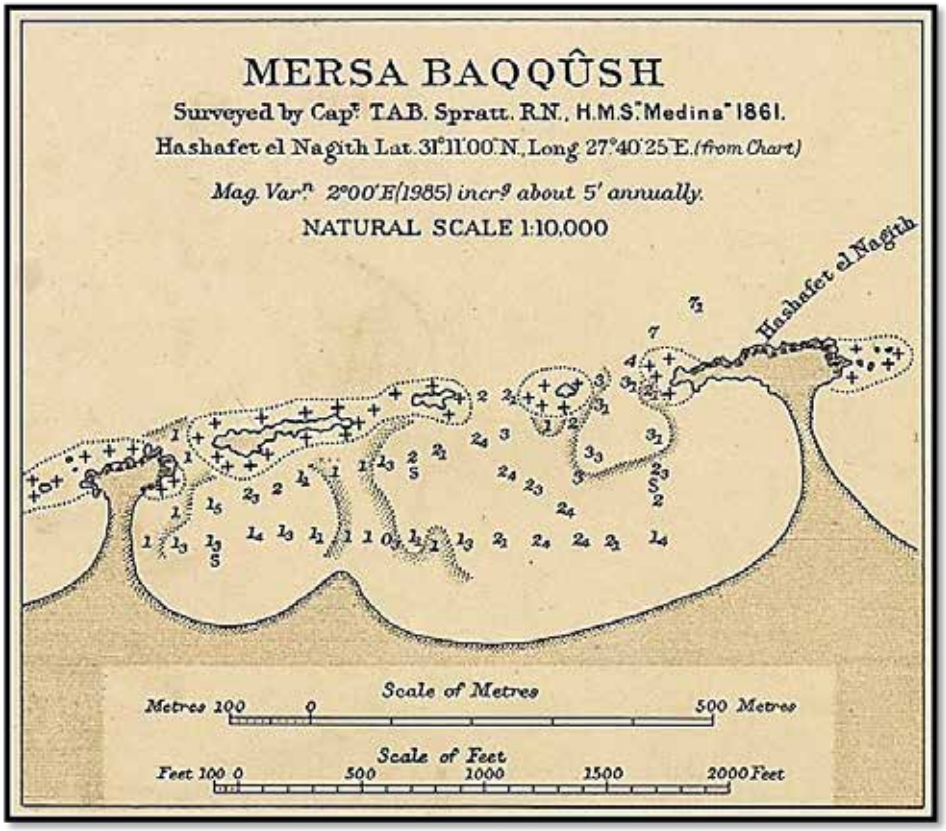
- قام دكتور كريستوف مورانج عام 2007م بنشر بحث عن "علم دراسة موانيء ساحل البحر المتوسط القديمة"، ويهدف هذا البحث الي كيفية تحديد مواقع الموانئ القديمة على أساس السجلات الجيولوجية القديمة. كما تناول شرح لأساليب ومناهج وأدوات البحث التى تتبع للتعرف من خلالها على طبيعة البيئة القديمة التي سادت في هذه الموانئ القديمة، وذلك عن (تتبع طبقات الرواسب الموجوده فى كل ميناء والتعرف على ما إذا كانت تلك الرواسب نادرة من نوعها وهذا دليل على نطاق واسع من الحفريات المتكررة من القرن الثالث إلى الخامس قبل الميلاد) (Marriner and Morhange, 2006).

- Graauw, A. et al. 2014. "Geo-database of Ancient Ports and Harbors," DARMC Scholarly Data Series, Data Contribution Series # 2013-2. DARMC, Center for Geographic Analysis, Harvard University, Cambridge MA 02138.

- قام العالم الأثري جرو عام 2014 بعمل قاعدة بيانات للموانئ اليونانية والرومانية بحوض البحر الأبيض المتوسط، والتي تحدد الأحداثيات الخاصة بمواقع الموانئ التي ترجع للعصري اليوناني والروماني.
- سماح مصطفى، 2019، التقييم الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية فيما بين رأسي الغرقان وأم الرخم بالساحل الشمالي الغربي لمصر.
- قامت سماح مصطفى بعمل خريطة جيومورفولوجية تفصيلية لمواقع الموانئ، كما قامت بالدراسات الميدانية العديدة، والمسح الميداني اللذين أسفرا عن العثور على دلائل مادية كبقايا أثرية ترجع للعصر الروماني من فخار، وإمفورات، ومعصرة نبيذ. مما أكد للباحثة أن هذه المواقع ترجع للموانئ الرومانية القديمة (الغارقة).

المقدمة

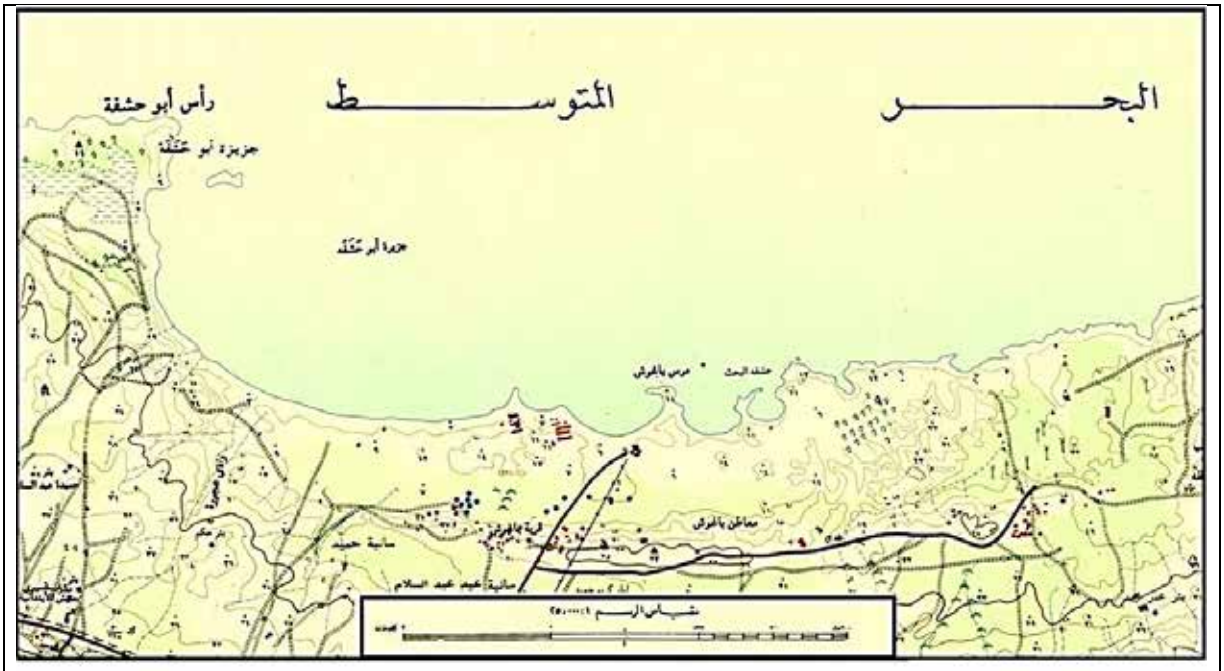
- ستقوم الباحثة بالاستفادة من الأبحاث السابقة، وذلك عن طريق دراسة المنطقة جيولوجيا وجيومورفولوجيا وأجراء عمليات مسح لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة، والتي أشار اليها الباحثين في المراجع السابقة، والبحث عن دلائل جيومورفولوجية وجيوأركيولوجية لوجود الموانئ القديمة ومعرفة النقاط المشتركة بين تلك الموانئ للمقارنة بينهما باستخدام مخطط PADM ، وأختيار الموقع ذو الإمكانات الأفضل لاقتراح إعادة استخدامه.

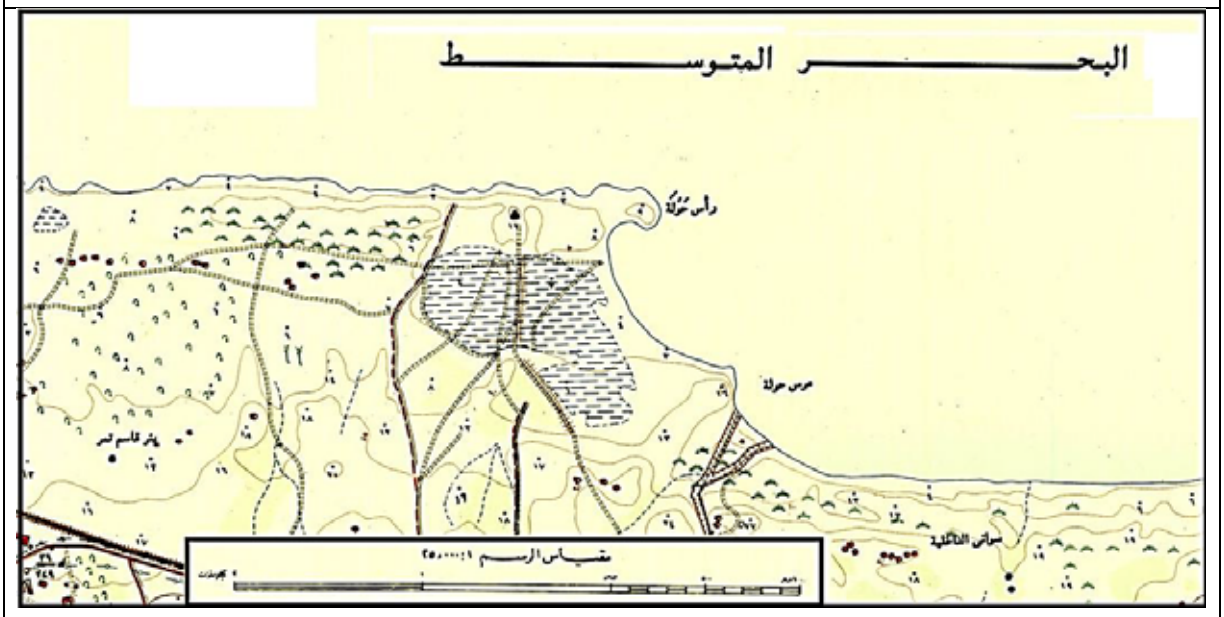


المصدر : الإدميرالية البحريه البريطانية.

شكل (2) نقاط مناسيب الاعماق عند موقع ميناء زيجيس (معسكر باجوش)

المقدمة





المصدر: هيئة المساحة العسكرية، القاهرة

شكل (3) خرائط طبوغرافية لمواقع مينائي زيجيس (باجوش)، وكالياس (رأس حوالة)

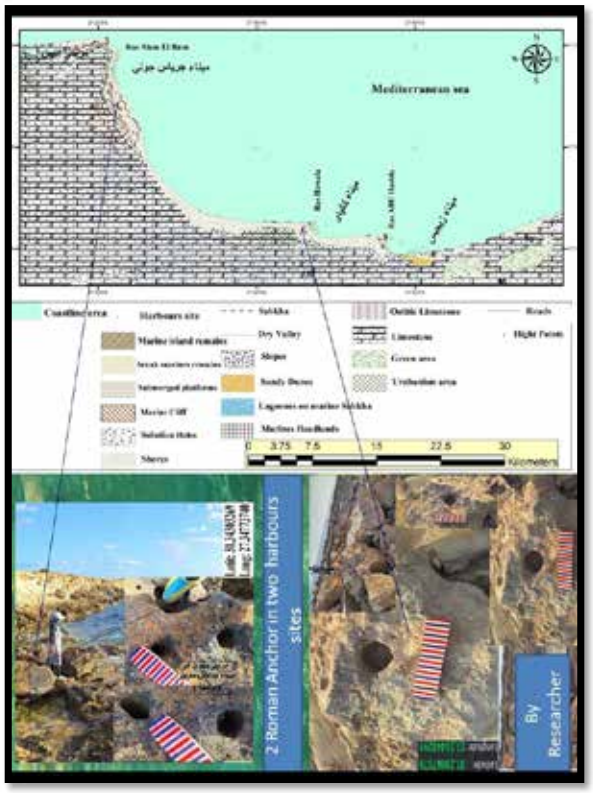
المقدمة

ثامنا: العمل الميداني :

1. الدراسة الميدانية وإجراء مسح جيومورفولوجي لمواقع الموانئ الغارقة، وإنشاء قطاعات تضاريسية لبعض المواقع ورسم خرائط جيومورفولوجية وقياس أبعاد الأشكال الأرضية جهاز قياس الانحدارت رقميا، وتحديد مواقعها الفلكية بجهاز GPS.
2. قامت الباحثة بعدة زيارات استكشافية لمنطقه الدراسة، وذلك للتعرف على المنطقة والتقاط بعض الصور الفوتوغرافية للمواقع المحيطة بالموانئ القديمة الواقعة في منطقة الدراسة صورة (1)، كما قامت الباحثة بالعديد من الدراسات الميدانية بصفة متتابعة لعمل القياسات الميدانية – القطاعات التضاريسية – وأخذ عينات الرواسب – وقطاعات انحدار خط الساحل – وتصوير البقايا الآثرية من العصر الرماني كالمرساوات الرومانية صورة (2)، كذلك توضح صورة(3) أحد الأرصفة الغارقة بموقع ميناء كالياس (رأس حوالة).

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس، 2016.

صورة (1) الباحثة أثناء أخذ العينات وعمل القطاعات التضاريسية فى مرسى باجوش (معسكر باجوش)



المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس، 2023.

صورة (2) مرساوات رومانية بموقع مينائي كالياس(حوالة)، وجرياس جوني (الرميلة)، وخريطة جيومورفولوجية عامة لمواقع الموانئ

المقدمة

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرة صوب الشمال الغربي

صورة (3) الرصيف الغارق في ميناء كالياس (رأس حوالة)

تاسعاً: محتويات الدراسة :

تكونت هذه الدراسة من خمسة فصول سبقتهم مقدمة وانتهت بخاتمة ثم أهم النتائج التى توصلت إليها الدراسة ويعقبها مجموعة من التوصيات ثم قائمة المراجع العربية والأجنبية.

المقدمة: احتوت على تحديد منطقة الدراسة وتناولت أهمية الدراسة، وأسباب اختيار الموضوع. وتناولت أيضا المصطلحات والأهداف ومنهجية الدراسة والأساليب المستخدمة والدراسات السابقة وأخيرا محتويات الدراسة.

الفصل الأول : تناول **الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة:** حيث تمثلت **جيولوجية المنطقة** فى (التركيب الجيولوجي_ البنية الجيولوجية –التاريخ الجيولوجى)، بالإضافة إلى **مناخ المنطقة** الذي اشتمل على (درجة الحرارة – الرياح – الرطوبة– الأمطار)، وتناول أيضا **تضاريس منطقة الدراسة** وتضمنت (تحليل الخريطة الكنتورية _ حساب معدل الانحدار)، وتحليل الانحدار العام لمنطقة الدراسة.

الفصل الثانى: تناول **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الغارقة بمنطقة الدراسة** وتناول شكل خط الساحل وتغيراته، والعوامل التي أدت لتغيره، وطبيعة المسطح البحرى المغمور عند كل ميناء، **كما تضمن العمليات الجيومورفولوجية وحركة المواد على المنحدرات وعوامل التعرية** المختلفة التي تغير وتشكل المنطقة من جديد، وتأثير كلا منهما على مواقع تلك الموانئ.

المقدمة

الفصل الثالث : تناول **الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة،** وشمل **الأشكال التكتونية النشأة** التي تنقسم لأشكال ليثولوجية، وأشكال البنية الجيولوجية، **وأشكال التجوية** وتشمل (التجوية الميكانيكية – والتجوية الكيميائية)، **وأشكال حركة المواد على المنحدرات، وأشكال النحت** كالجروف البحرية وبعض الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بها (الكهوف والحزوز البحرية – الأرصفة البحرية التحاتية) كما تناول **أشكال الأرساب** (كالشواطئ الرملية الحديثة – والخلجان والتداخلات الساحلية) واختتم **بالأشكال المتبقية** عن نشاط العمليات والعوامل الجيومورفولوجية.

الفصل الرابع : التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة، وقد تم تناول أساسيات التطور الجيوموروفولوجى للبيئة القديمة للموانئ وشملت (مواقع الموانئ القديمة ومدى تأثرها بحركة الأمواج_ نوع الرواسب عند مواقع الموانى القديمة– تأثير المناخ على مواقع الموانئ القديمة_ نتائج تغير خط الساحل عند مواقع الموانى) **نتائج التطور الجيوموروفولوجى للبيئة القديمة للموانئ الرومانية** التي اشتملت على (أسباب اندثار الموانئ بمنطقة الدراسة - استخدام مخطط (**PADM**) في الربط والمقارنة بين إمكانات الموانىء).

الفصل الخامس : تضمن**الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة، وشملت الاخطار الطبيعية التي تواجه مواقع الموانئ** وشملت (الحركات الأرضية الفجائية السريعة– التسونامي القديم – العواصف والنوات – تغير مستوى سطح البحر_ النحر البحري وتأثيره على رواسب المنطقة)، بالإضافة إلى **موقع الميناء المقترح لإعادة الاستخدام مرة أخرى(نتيجة نموذج ال PADM) وشمل** (أهم العوامل التي تساعد على وجود الميناء – الاستغلال الأمثل للإمكانيات الطبيعية لإقامة الميناء المقترح – نموذج تطبيقي للميناء المرشح لإعادة الاستخدام)

الخاتمة :تناولت فيها أهم نتائج الدراسة والتوصيات في تحديد موقع الميناء المناسب الذي يصلح لاعادة استخدامة كنقطة ملاحة جديدة تربط بين مصر وباقي دول حوض البحر الأبيض المتوسط طبقا ونتائج نموذج التسلسل الزمني للأعماق.

الفصل الأول

الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة

أولا: جيولوجية المنطقة :

1- التركيب الجيولوجي:

أ. تكوينات البليوستوسين.

ب. رواسب الهولوسين.

2- البنية الجيولوجية :

أ. الالتواءات.

ب. الانكسارات.

ج. الشقوق والفواصل.

ثانيا : مناخ المنطقة :

1- درجة الحرارة.

2- الرياح.

3- الرطوبة النسبية.

4- الأمطار.

ثالثا : مورفولوجية السطح :

1- الارتفاعات.

2- تحليل الخريطة الكنتورية لمنطقة الواسة.

الخلاصة

الفصل الأول
الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة

يهدف إلى التعرف على الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة التى تطل على ساحل البحر المتوسط بامتداد ساحلي يبلغ طوله 96.4 كم، وذلك من حيث دراسة التكوين الجيولوجي لها التي تكشف عن التكوينات الإرسابية للتعرف على نوع البيئة القديمة المحيطة بالموانئ، كما يتناول البنية الجيولوجية، والتاريخ الجيولوجي، وأشكال السطح،إلى جانب الأحوال المناخية ومدى تأثير هذه العوامل على منطقة الدراسة وناتج ذلك على الرواسب التى أثرت على اندثار معظم الموانئ وبقاء بعضها وذلك لتحديد أنسب المواقع لإقامته فى المستقبل وسوف ينقسم الفصل إلى ثلاثة أقسام على النحو التالى :

أولا: جيولوجية المنطقة :

يتألف التركيب الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة من رواسب وتكوينات جيولولوجية حديثة العمر، ترجع نشأتها إلى نهاية عصر البلايستوسين وفترة الهولوسين وتنتشر هذه التكوينات فى كل منطقة الدراسة وخاصتا فى الشمال من مقدمات حافة الهضبة الميوسنية. فى حين أن تلك الحافة تتركب من تكوينات صخرية ترجع إلى القسم الأعلى من عصر البلايستوسين وتوجد متراكمة فوق صخور الحجر الجيري المارلي الميوسيني. **(أبوالعينين، 1975).**

وعامة تميل تلك التكوينات الصخرية ميلاً خفيفاً في اتجاه الشمال صوب البحر المتوسط، متأثرة بالتواءات أحادية الميل ناتجة عن حركات تكتونية ترجع إلى الزمن الثالث **(Said,1990)**، وفيما يلي دراسة موجزة للتوزيع الجغرافي النسبي للتكوينات الجيولوجية والتتابع الطباقي من الأقدم إلى الأحدث.

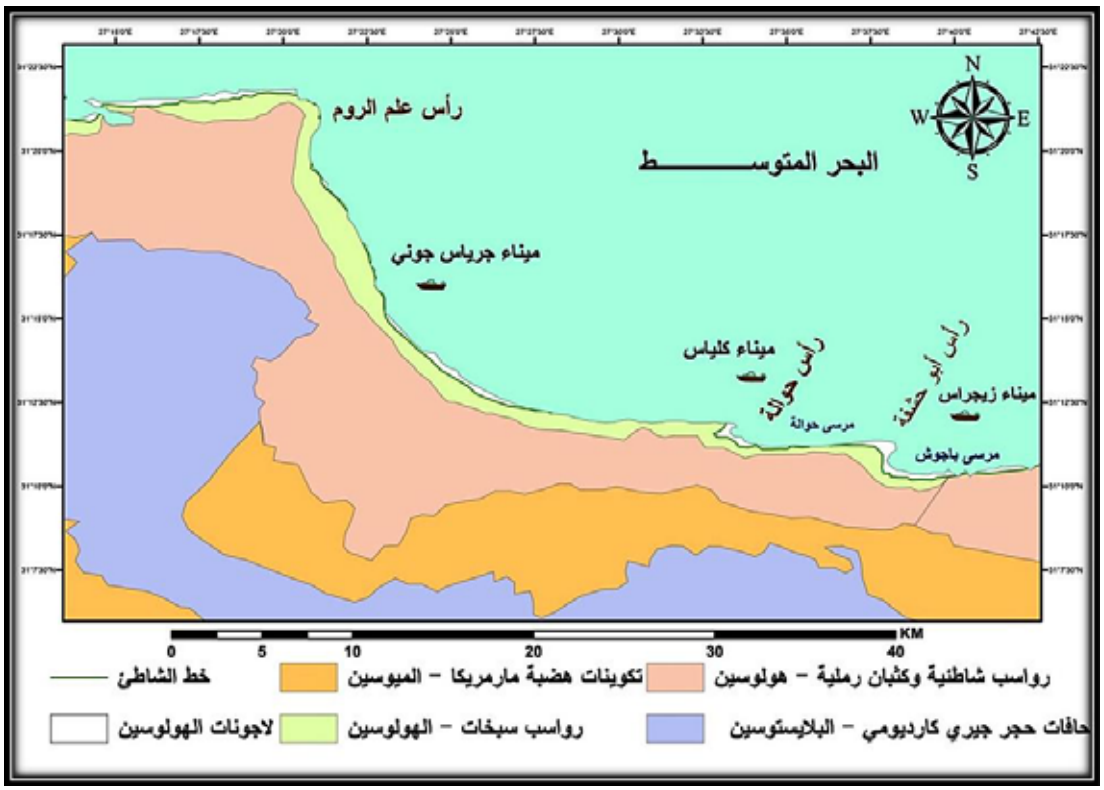
1.التكوين والتركيب الجيولوجي:

تعتبر منطقة الدراسة فى الجزء الشمالى الغربى لمصر ذات طابع جيولوجي بسيط وتتكون من صخور روسوبية يرجع أقدمها إلى نهاية الزمن الثالث والرابع، ولها أهمية كبيرة فى التعرف على الإرسابات التي تكونت فى العصر الروماني كذلك التي تراكمت فوقها نتيجة لما حدث بسبب تغيرات البنية الجيولوجية فى المنطقة.

ويغطي السهل الساحلي رواسب سطحية حديثة ترجع إلى الزمن الرابع بعصريه البلايستوسين والهولوسين، وتتألف هذه التكوينات من تتابعات من الحجر الجيري والصلصال، ورواسب

الفصل الأول **الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة**

سطحية متنوعة النشأة، بعضها موضعي والآخر منقول في صورة حجر جيري بويضي وصلصالي ورواسب متنوعه قارية وبحرية النشأة، (مختلطة مع الحفريات البحرية)، ترسبت فوق التكوينات الأقدم نتيجة تعاقب طغيان البحر. والشكل رقم (1-1) يوضح التكوينات الموجودة بمنطقة الدراسة وفيما يلي دراسة لهذه التكوينات:-



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على خريطة الهيئة المصرية للثروة المعدنية (مشروع اليونسكو 2005) المساحة الجيولوجية

شكل (1-1) جيولوجية منطقة الدراسة

أ. صخور البليستوسين :

رواسب البليستوسين يتراوح سمك هذه الرواسب المقاسة من 4 إلى 7 م ويتم تمثيلها بشكل أساسي بالحجر الجيري الأوليتي، والذي يشكل الجزء الأكبر من رواسب العصر الجليدي. تم تطويره تقريبًا في شكل تلال ؛ هذه التلال متقاطعة وتتكون من حبيبات رملية بيضاء ثلجية، والتي يتم تثبيتها بشكل ضعيف وتظهر لونًا أبيض رماديًا عند التجوية. تظهر العينات التي تم جمعها من مواقع مختلفة مدى صلابة. **(Yousif, 2014)** أكدت الدراسات الجيولوجية لأجزاء

متفرقة من منطقة الدراسة أن صخور عصر البليستوسين لا تظهر على السطح، وإنما مرتكزة أسفل التكوينات الصخرية الأحدث عمراً، بسطح متوافق مع تكوينات الميوسين جنوب منطقة الدراسة **(Hammad,1968)**.

وقد رصد **(El Shazely,1964)** بمنطقة مطروح طبقتين تحت السطح تنتمي للبلايوسين هما:

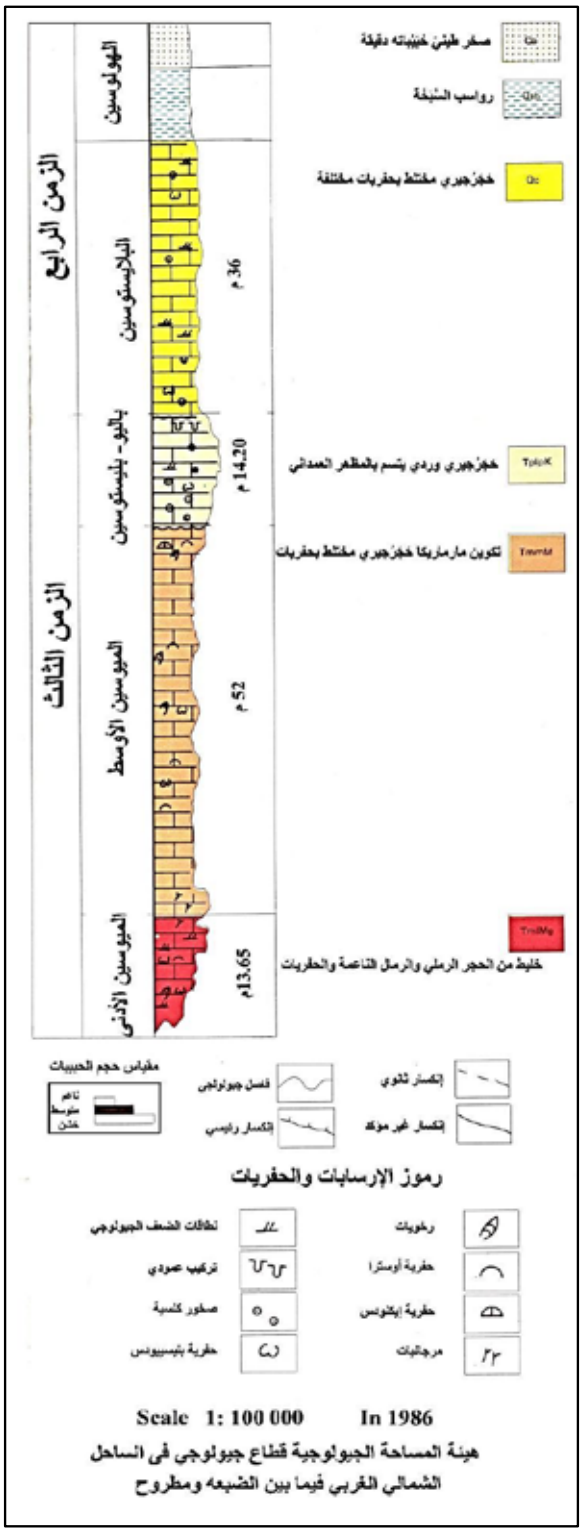
- **السفلى** : ذات بيئة بحرية ضحلة، تتألف من الرمل والجير وكثير من الحفريات والقواقع، وهي طبقة بنية اللون سمكها حوالي 17م **(El Shazely,1964)**.

- **العليا**: ذات بيئة بحرية تتألف من كربونات الكالسيوم والرمل والأصداف، ذات لون أبيض سمكها حوالي 26م **(El Senussi,1968)**. ثم تعرضت منطقة الدراسة فى أوائل عصر البلايوستوسين لعوامل التعرية المختلفة فأدت لتكوين المنخفضات التى نلاحظها فى الصحراء الغربية، كما تكونت السلاسل الجيرية على ساحل مريوط، وسوف ندرس نشأة وتطور هذه الظاهرات فى تضاريس منطقة الدراسة مثل ظاهرة تكوينات الحجر الجيرى الحبيبى والسلاسل التلالية على ساحل البحر المتوسط **(فتحى، 2006)**.

توجد صخور البليستوسين أسفل رواسب الهولوسين أو تظهر على السطح، وهى ترتكز فى معظم الأحيان على سطح عدم توافق فوق صخور الميوسين الأوسط. وتتكون من الحجر الجيرى الذى يتدرج فى لونه مابين الأبيض والأصفر ويتخلله نطاقات من الحجر الرملى والسلت وبعض الرمال، وبعض المواد المختلطة المتبقية عن فترات البليستوسين المبكر وأخر فترات البليستوسين المتأخر، ويتدرج لون هذه المواد الحطامية ما بين الأبيض والبنى الفاتح **(Hilmy, 1978)**.

وتحتوي على عدة أنواع من الحفريات والتى تم التعرف عليها من خلال دراسة العمود الجيولوجي الذي يوضح التكوينات والحفريات وكذلك التركيب الجيولوجي التي تعرض له الساحل الشمالي فى منطقة الدراسة، والتعرف على أشكال الحفريات والتى تتنوع ما بين الرخويات المتمثلة فى جلد الشوكيات والكائنات البحرية كالأصداف البحرية باختلاف أشكالها وأنواعها ويوضح الشكل (1-2) عدة أشكال من الحفريات.

يبلغ متوسط سمك رواسب عصر البليستوسين نحو 36مترا، وقد تميزت بحدوث فترات مطيرة تتوافق مع الذبذبات الكبرى فى منسوب سطح البحر بالعالم، مما أدى إلى إرساب تكوينات هذا العصر مباشرة مع انحسار مياه البحر **(Osman, 1986)**، وتشير إلى فترات مطيرة تتوافق مع الذبذبات الكبري لمنسوب البحر العالمي مما أدى إلى إرسابات تكوينات هذا العصر مباشرة مع انحسار مياه البحر **(Hamada, 1972)**.



المصدر: هيئة المساحة الجيولوجية والتعدين، صلاح سالم القاهرة

شكل (1–2) قطاع جيولوجي رأسي فى الساحل الشمالي الغربي من خريطة الكونكو 1986 م والذي يحتوي على أشكال مختلفة من الحفريات

ويمكن تقسيم صخور البليستوسين إلى وحدات صخرية متباينة كالآتى:

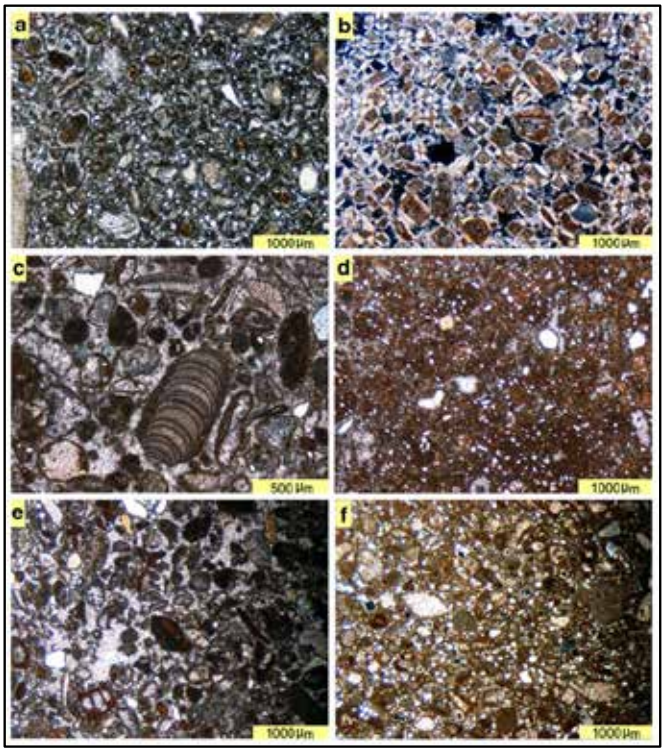
1. الحجر الجيرى البطروخي: Oolitic Limstone

يطلق على هذا النوع عدة أسماء منها البويضي والأوليتي ويرجع أصل تكونه لنشاط العاملين الهوائي والبحري، ويعد الحجر الجيري البطروخي خزاناً للمياه الجوفية الغير عميقة والمتجددة (Misk, 1974).

يغطي أجزاء كبيرة من النطاق الساحلي ويعتبر المكون الأساسي لرواسب عصر البليستوسين الذي يكون الجروف المستطيلة والبروزات والتلال على طول السهل الساحلى، يتكون من كربونات الكالسيوم وحبيبات الكوارتز وفتات من الأصداف وجلد الشوكيات والطحالب المتكلسة فورمانيفرا صورة (1–1) d, e, f، ويكون الحجر

الجيري البطروخي سلاسل الجبال بمنطقة الدراسة، وتأخذ هذه الطبقة اللون الأبيض الناصع فى السلاسل الأحدث، واللون البني الفاتح بالسلاسل الأقدم نتيجة فعل عمليات التجوية **(El Sanussi, 1968)**، ويظهر هذا النوع من الرواسب على هيئة سلاسل طولية متوازية مع خط الشاطئ بامتداد منطقة الدراسة، ويتعاقب بعد حافات من رواسب الحجر الجيري، ورواسب بحرية لونها أبيض طباشيرى وتتكون نتيجة تلاحم الحبيبات الكربونية مع الحبيبات البطروخية المتكسرة الناعمة والأصداف المتكسرة، ويقدر سمكها بنحو خمسة أمتار **(El-Sanussi & Shata, 1969)**.

أما عن التلال الجيرية البويضية فإنها تتميز بكونها ليست طباقية، وحبيباتها مصقولة نتيجة تكونها من تماسك واندماج حبيبات كثبان رملية ساحلية قديمة، وتبين من خلال حفر مجموعة أبار قديمة للتنقيب عن البترول، أن قاعدة الرواسب الجيرية البويضية تقع تحت مستوى سطح البحر بحوالي 43 متراً عندما انخفض سطح البحر إلى هذا المستوى فى البليوستوسين الأعلى **(صفي الدين، 1966)**.



المصدر : (Yousif, 2014)

صورة (1-1) قطاع فى عينات مختلفة من الحجر الجيري والرملي على التوالي من منطقة وادي زرقه في منتصف منطقة الدراسة

2. **الحجـر الرملـي الجيـرى Calcareous Sand Stone**

ينقسم الحجر الجيري إلى الحجر الجيـري الـوردي ويتكـون مـن حبيبات جيرية، وحبيبات الكوارتز بالإضـافة إلـى الحفريـات، والفـورامنيفرا وذلـك يظهـر فـى الصورة (1-1) a, b, c ويتراوح سمك هذه التكوينات ما بين مترين إلى سبعة أمتار

(El Sanussi, 1968)، ويظهر الحجر الجيري الوردي على السطح في مناطق كثيرة على طول الحافة الشمالية الميوسينية وعند خطوط تقسيم المياه لأودية منطقة الدراسة، ويظهر أيضا بمنطقة الضبعة ورأس الحكمة ومطروح وأم الرخم وسيدي براني والسلوم **(Hamada, 1972)**، ويؤدي التفاعل بين ماء المطر مع المعادن الحديدية فى صخور الحجر الجيري وتحولها بالتميؤ لأكاسيد حديد غير قابلة للذوبان إلى صبغ الطبقه السطحية باللون الوردي(**محسوب، 1994)**.

ب. رواسب الهولوسين :

تكونت رواسب الهولوسين بعد أن حدثت عمليات غمر بحري متتالية تبعتها فترات انحسار مما أدى الى تكون بحيرات ملحية انحسرت فيها بين الحواجز البحرية نتيجة لذبذبات مناخية أدت الى تبخر مياهها وظهور الكثير من الرواسب الملحية على السطح، بالأضافة الى كثير من الأشكال الجيومورفولوجية المتشكلة مثل الكثبان الرملية والإرسابات الشاطئية الفيضية والبحيرات الشاطئية في حين أن عمليات النحت في الهضبة الغربية من أرض مصر.

تتألف معظم تكويناته من إرسابات سطحية ترتكز فوق التكوينات الأقدم، وقد تشكلت تحت ظروف بيئية مختلفة وتظهر فى رواسب متباينة الخصائص، فقد تبلغ مساحة تلك الرواسب 1450كم2 بنسبة 18 % من إجمالي مساحة التكوينات الروسوبية، وهي إما منقولة أو محلية.

ويوضح الجدول رقم (1–1) التتابع الطباقى فى النطاق الساحلى للهضبة، ومنها الرواسب الساحلية، والرواسب الفيضية، ورواسب ذات قشرة صلبة، والارسابات الهوائية التى تشمل الكثبان ورواسب السبخات، ومعظمها مفككة لحداثة عمرها وهو ما يجعلها فى مرحلة التكوين والتشكيل بفعل عوامل التحات الحالية، وتوضح الصور(1–2)، (1– 3)، (1–4)، (1–5)، (1–6) بعض الإرسابات الشاطئية فى كلً من رأسي حوالة وعلم الروم ومرسى وباجوش.

جدول (1–1) التتابع الطباقى فى النطاق الساحلى للهضبة

الزمن	العصر	التكوين	متوسط السمك بالمتر
الرابع	الهولوسين	الرواسب الشاطئية. الرواسب الفيضية. الرواسب الهوائية. رواسب السبخات والبحيرات الساحلية.	متفاوت 3 متفاوت 5

		البليستوسين	مفتتات الحجر الجيري. حجر جيرى بويضي. حجر جيرى كارديمى بويضي. رواسب البحيرات الساحلية. حجر جيرى أحمر وردى. حجر جيرى البليستوسيني.	متفاوت 1 30 2 40
الثالث		البليوسين	الرمال والسلت. الحجر الجيرى والمارلى الكريمي. الطين الصفحى والتداخلات الصلصالية.	53 متفاوت متفاوت
	الميوسين	الأوسط	تكوين مرماريكا. الحجر الجيري الرملى ذو الكهوف. الطين الصفحي الرملى والصلصال.	90
		الأسفل	الطين الصفحي والحجر الرملي الكلسي. الحجر الرملي والحجر الجيري الرملي.	956

المصدر: **(Hammad, 1972 & Hilmy, 1978)**

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (1-2) أشكال الرواسب بميناء كالياي (كالياس) الجانب الغربي لرأس حوالة

الفصل الأول الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة، ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (1-3) الرواسب بميناء كالياي (كالياس) الجانب الشرقي لرأس حوالة

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة، ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (1-4) الرواسب بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة، ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (1-5) الرواسب بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2018، تصوير الباحثة، ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (1-6) الرواسب بميناء زيجيس (زيجراس) الجانب الغربي لميناء باجوش (مرسى باجوش)

ويمكن تقسيم هذه الرواسب حسب نشأتها وخصائصها المعدنية إلى النحو التالى :

- **الرواسب الشاطئية :Beaches Deposits**

تشغل الشريط الممتد على طول ساحل البحر والتي تتكون من حبيبات الرمال الجيرية غير المتماسكة وهي مختلطة ببقايا الأصداف البحرية، وهي تميز الشريط الساحلي حيث وجود الكثبان الرملية الساحلية والتي تتكون فى معظم الاحيان من الحجر الجيري الرملي، وتأتى فى معظمها رواسب كلسية مشتقة من مفتتات الأصداف والقواقع البحرية، وتلك الرواسب تغلف الرمال وتجعلها تبدو بشكل بيضاوى، كما يوجد تفاوت فى أحجامها وأشكالها بين الرمال الخشنة والناعمة، وتتخذ شكل حبيباتها أكثر من شكل بيضاوي وطولي ومستدير ومختلط مع حبيبات الكوارتز شبه المنتظمة والأصداف الهشة والبلورات الملحية.**(El shazly, 1976)**

تتكون الرواسب الشاطئية من رواسب جيرية أوليتية مفككة، ويتراوح المحتوى الجيري لها ما بين 80–90%، وهي جيدة الاستدراة ومصقولة بفعل الماء، كما تتكون الرمال الشاطئية مع تداخلات من بقايا نباتية ذات أصل بحرى، كما يتواجد الحصى البيضاوي المفلطح فى عدة قطاعات متفرقة من خط الشاطئ خاصة حيث تقترب سلسلة الكثبان الساحلية مباشرة من ساحل البحر.

- **الرواسب الهوائية Aeolian Deposits**

تتميز بوجود نوعين :- الأول منها من رمال كربونية مختلطة بالطمي والغرين وتتكون من حبيبات الكربونات المستديرة البيضاوية غير المنتظمة، وقليل من حبيبات الكوارتزشبه المستديرة وشبه الحادة وبقايا الأصداف، وهذه الارسابات تتسرب وتتجمع بها مياه الأمطار0

والثاني رمال قديمة متدرجة من الصخور الرملية المكونة لبعض مناطق الهضبة الجنوبية ذات اللون البني **(El Senussi,1968)**، وتنمو فوقها عدة أنواع نباتية متباينة يمكنها تحمل درجات الملوحة العالية، وتعمل هذه النباتات على تصيد المزيد من الرمال مما يساعد على نمو هذه الكثبان وزيادة ارتفاعها. وتمثل الكثبان الرملية فى العادة رواسب بحرية أعادت الرياح تشكيلها، حيث يشير المتوسط العام لأحجام الحبيبات إلى سيادة الرمال متوسطة الحجم، وهو ما يعكس كونها ترسبت في بيئة قارية ومنقولة بالرياح.

- **الرواسب الفيضية (النهرية) Fluvial Deposits**

تتجمع هذه الرواسب في السهل الساحلي داخل القيعان الضحلة المستطيلة بين الكثبان ومجاري الأودية، وتتكون من الرمل والطمي والغرين مع وجود الحصى وطبقات الرواسب الغرينية وتوجد فى الأجزاء العليا لمجاري الوديان الواقعه في السهل الساحلي لمنطقة الدراسة، وتمثلها إرسابات الأودية المنحدرة من الحافة الشمالية لهضبة الدفة، أو تلك المسيلات التى تنحدر من فوق جوانب سلاسل الحجر الجيري و تنتهي إلى المنخفضات المجاورة، وتتدرج أحجام هذه الرواسب بين الغرين (0.0312- 0.0625مم) عند نهايات الأودية، والرمال الخشنة (0.5-1مم) والحصى (4-64مم). كما يكثر تواجد الجلاميد (64-256 مم) والكتل الصخرية (>256مم) قرب المنابع العليا.

- **رواسب البحيرات الساحلية الضحلة Shallow Lagoon Deposits**

تشغل المنخفضات الواقعة بين سلاسل الحجر الجيري البويضي رواسب بحيرية تتألف بصفة رئيسة من السيلت و الرمل، وتزيد نسبة ما تحتويه من الأملاح مثل كلوريد الصوديوم **(El shazly,M.M., Shata,A.,1969)**، كما تحتوي على بقايا قواقع وأصداف بحرية، ويصل سمك هذه الرواسب نحو 7 أمتار فى بعض الأحيان.

- **رواسب المنحدرات Slopes Deposits**

تتألف منحدرات الهضبة الميوسينية من جلاميد وكتل صخرية حادة الزوايا تكونت بفعل التجوية الميكانيكية، كما توجد ركامات الهشيم عند النهايات السفلى لمنحدرات الهضبة، ومن ثم تمتاز بتفككها من ناحية، وحدة زواياها من ناحية ثانية. ولقد ساعدت الظروف المحلية فى صغر درجة انحدار السفوح الدنيا من الحافة بتراكم هذه المفتتات. واشتقاقها من صخور الحجر الجيري الميوسيني، أو فى بعض الأحيان من المفتتات الصخرية المشتقة من الحجر الجيرى البويضى والمرتكزة فوق جوانب السلاسل الجيرية كالموجودة فى رأس علم الروم صورة (1-7).

- **رواسب السبخات : Sabkhas Deposits**

ترتبط بالأماكن التى تقترب فى منسوبها من منسوب سطح البحر، وكذلك بخط الشاطئ البحري، والتى تتمثل فى معظم منطقة الدراسة فى كلٍ من رأس أبوحشفة ورأس علم الروم ورأس حواله، وتبدو على شكل أشرطة أو نطاقات تمتد موازية لخط الشاطئ، وتتكون من رواسب

رملية وطينية إلى جانب شيوع القشور الملحية وتنتشر رواسب السبخات فى بعض المناطق المنخفضة وعلى جوانب السلاسل التلالية، وتشكل فرشة رقيقة مختلطة بالرمال صورة (1-8).

تتميز هذه الرواسب بتفككها، وهي ذات لون بني كريمي، ويتميز السطح العلوي لها بتماسكه، نظرا لتأثير الأمطار الساقطة والنباتات والأملاح بسبب صعود المياه من أسفل بواسطة الخاصية الشعرية نتيجة لارتفاع معدلات التبخر خاصةً في فصل الصيف **(Misk, 1979)**.

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (1-7) رواسب المنحدرات بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (1-8) رواسب السبخات بميناء جرياس جوني (رميلة)

2. البنية الجيولوجية:

تتسم البنية الجيولوجية فى الساحل الشمالي الغربي بالبساطة إلى حد كبير، حيث تميل الطبقات بشكل عام من الجنوب فى اتجاه الشمال بمقدار يتراوح ما بين 2– 7 درجات، ولكن هذا النظام تعرض لبعض التغيرات بسبب تأثر بعض المناطق بالالتواءات والانكسارات والفواصل **(Said, 1990, p.24)**.

غير أن النظام أصابه بعض التغيرات بالمناطق التي تأثرت ببعض الطيات والصدوع والفواصل، بالإضافة لتأثرها بحركات طي محلية نتج عنها بروز أجزاء من الهضبة داخل البحر على هيئة رؤوس أرضية كما يتضح من خريطة البنية وخريطة نموذج الارتفاع الرقمي لمنطقة الدراسة شكل (1–1)، (1– 3).

وتنقسم البنية الجيولوجية إلى:

البنية الإقليمية Regional Structures حيث تدخل منطقة الدراسة ضمن الرف غير الثابت (المقلقل) البنية المحلية Local Structures السطحية وتحت السطحية (الطيات – الانكسارات – الشقوق والفواصل)، وقد تأثرت الهضبة في نهاية عصر الميوسين بالحركات التكتونية التي تمثلت في وجود ثلاثة صدوع من النوع العادي Normal Fault **(شطا، 1975)**.

ويمكن دراسة البنية الجيولوجية للمنطقة من خلال دراسة :

أ. الالتواءات : Folds

تتأثر منطقة الدراسة بالالتواءات وحيدة الجانب وقد أكد كثير من الجيولوجيين على وجود التواءات وحيدة الجانب فى رأس حوالة ورأس علم الروم (غرب منطقة الدراسة) ويأخذ محور هذا الالتواء اتجاها شمال شرقى إلى جنوب غربي وقد كان لهذا النوع من الالتواءات أثره فى بروز سطح الأرض على شكل ألسنة أرضية تشرف على البحر بانحدارات شديدة، وتتضح معالم هذه الالتواءات قرب ساحل البحر فى المناطق السابقة من الشرق إلى الغرب محدبة ومقعرة فكما أشار كلٌ من **(El Shami,.. et 1969, p.35)**، **(El shazly, M.M, Shata, A, 1969)** أن هناك طية مقعرة فى خليج باجوش، كما تأثرت منطقة مرسى مطروح غربا بطية محدبة وحيدة الجانب فى علم الروم وتأخذ اتجاه شمالى شرقى – جنوبى غربى وترجع تلك الرؤوس البحرية والخلجان إلى حركات الرفع التى وقعت فى أواخر عصر الميوسين الأعلى وتتكون من إرسابات الحجر الجيرى.**(El Shazly, 1964)** .

توصلت الباحثة من خلال الدراسة الميدانية إلى ظهور طية محدبة وحيدة الجانب فى رأس حوالة ويظهر ذلك بوضوح فوق الرأس نفسها قد أدت لتشكيل العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية صورة (1-9).

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة، ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (1-9) التواء محدب وحيد الجانب بميناء كالياي (كالياس) فوق رأس حوالة

ب. **الانكسارات :Faults**

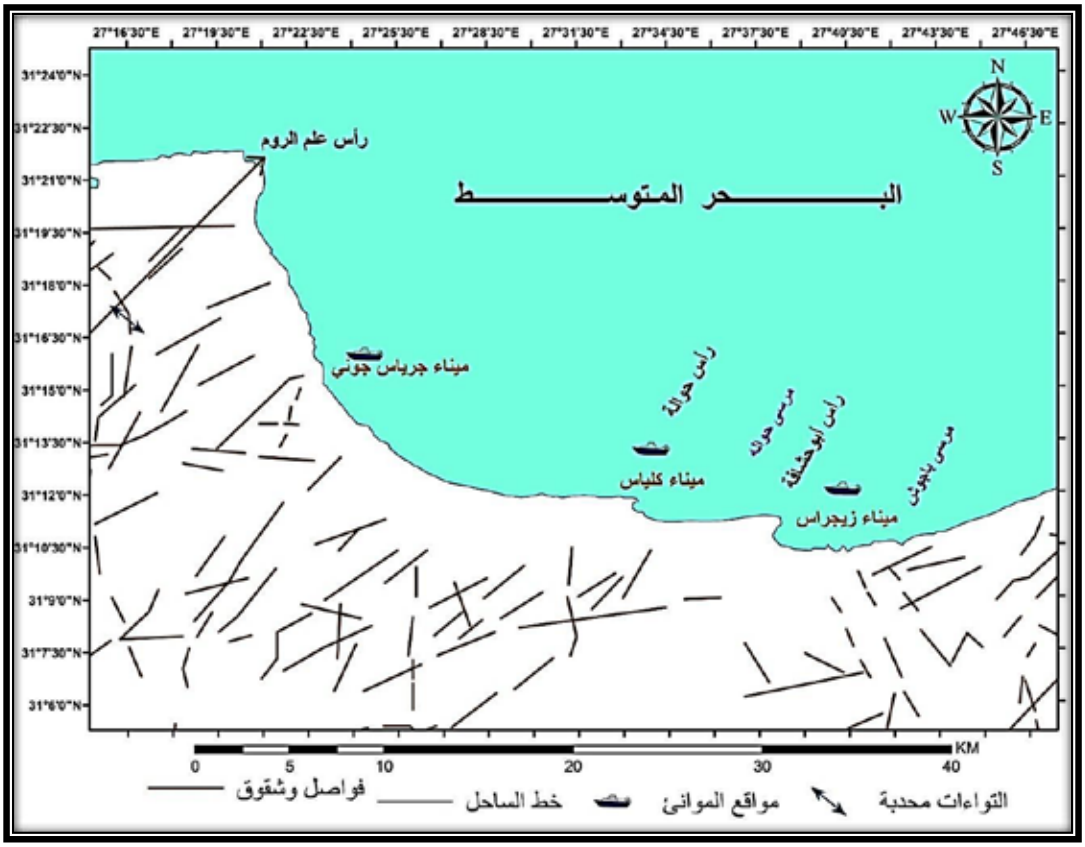
تعد الانكسارات من أهم الظاهرات التى تعتمد عليها جميع الدراسات في تأسيس وإقامة المشروعات فقد تبين من خلال الأبحاث الجيولوجية بالإضافة لدراسة خريطة الانكسارات لمنطقة الدراسة شكل (1-3) العديد من الحقائق حيث يتراوح اتساع الرصيف القارى شمالى الصحراء الغربية بين 15 – 50 كيلومترٍ **(Said,R.,1990)**، يأتى بعد ذلك منحدر قاري شديد الانحدار يرجع فى نشأته إلى انكسار رئيسى أحدث فصلاً بين القشرة القارية وهوامشها.

كما أشار كل من **Sabri and Abdel Hady** إلى أن المنطقة قد تأثرت بمجموعة من الانكسارات التى تتعدد اتجاهات محاورها، وإن كانت تتخذ اتجاها عاما من الشرق إلى الغرب بمحاذاة حوض البحر المتوسط، وقد تراوحت رميات الانكسارات بين 2.25 كم و0.6 كم،

وتتراوح درجات ميلها بين 60–90 درجة **(Sabri, Abdel Hady,Y,1979)**.

أوضح **El Shazly** وزملاؤه من خلال دراسة صور اللاندسات، أن اتجاهات الانكسارات شمالى الصحراء الغربية متعددة حيث تتخذ الغالبية العظمى اتجاها عاما من الشمال الغربى – الجنوب الشرقى وشرق الشمال الشرقى – غرب الجنوب الغربى**(El Shazly, E.M, et al, 1980)**.

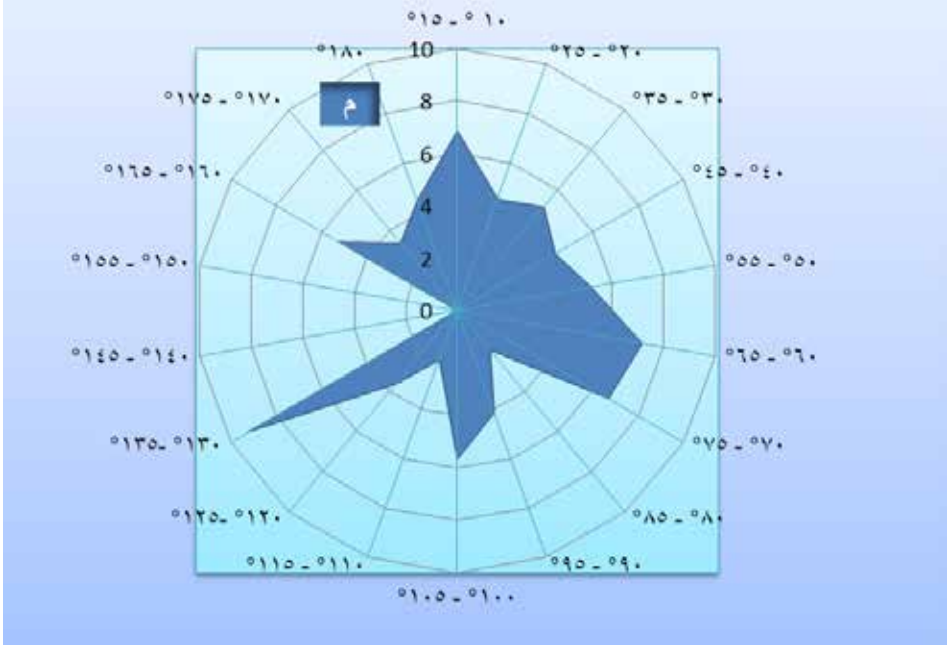
وبالرجوع إلى خريطة البنية الرئيسة شكل (1–3) يلاحظ أن الغالبية العظمى من هذه الانكسارات تتخذ لنفسها اتجاهاً عاماً من الشمال الشرقى تجاه الجنوب الغربى بنسبة تزيد عن الـ 70 % تقريباً من مجموع الانكسارات فى منطقة الدراسة، وتأتى فى المرتبة الثانية مجموعة الانكسارات التى تمتد محاورها من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي بنسبة 20% تقريباً، وتأتى النسبة المتبقية والأقل من نصيب مجموعة الانكسارات التى تمتد محاورها من الشرق إلى الغرب شكل (1–4).



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على الخريطة الجيولوجية كونكو 1 : 500000 لعام 1986باستخدام برنامج **Arc GIS 10.2.1**

شكل (1-3) البنية الجيولوجية فى منطقة الدراسة

يوضح شكل (1-3) الأشكال المتأثرة بالبنية كالرؤوس الصخرية التى تأثرت بمحاور عمليات الطى مثل رأس أبو جراب ورأس الحكمة ورأس علم الروم. والحافة الرئيسية للهضبة والتى تتماشى فى معظمها مع خطوط الانكسارات الرئيسة. وكذلك السطوح البنيوية المستوية التى تميز الهوامش الشمالية للهضبة. كما يندرج ضمن هذه المجموعة تأثير الفواصل فى زيادة معدلات تراجع الجروف البحرية وحواف الهضبة البنيوية.



المصدر: من إعداد الباحثة اعتمادًا على القياسات من الخريطة الجيولوجية كونكو 1 : 500000 عام 1986م اعتمادا على جدول (1) قياسات أطوال الشقوق والفواصل واتجاهاتها (فى الملاحق)

شكل (1-4) وردة تمثيل أطوال واتجاهات الانكسارات بمنطقة الدراسة

يتضح من دراسة خريطة البنية الجيولوجية اتساع الرصيف القارى شمالى الهضبة بين 15 – 50 كيلومتر، يأتى بعد ذلك منحدر قارى شديد الانحدار ترجع نشأته إلى انكسار رئيسى أحدث

فاصلا بين القشرة القارية وهوامشها. وتنتشر مجموعة من الانكسارات ذات محاور شمالية جنوبية وذلك جنوب غرب مطروح .**(Said, 1990)**

كما تأثرت المنطقة بمجموعة من الانكسارات التى تتعدد اتجاهات محاورها، وإن كانت تتخذ اتجاها عاما من الشرق إلى الغرب بمحاذاة البحر المتوسط، وقد تراوحت رميات الانكسارات بين 2.25 كم و 0.6 كم، وتتراوح درجات ميلها بين 60 – 90 درجة **(Sabri, 1979)**.

اتضح من من دراسة صور الأقمار الصناعية. أن اتجاهات الانكسارات شمال الهضبة متعددة ولكن أغلبها ذات اتجاه عام من الشمال الشرقى تجاه الجنوب الغربى بنسبة تزيد عن ال 25 % تقريبا من مجموع الانكسارات فى منطقة الدراسة، يليها مجموعة انكسارات التى تمتد محاورها من الشمال الغربى تجاه الجنوب الشرقى بنسبة 17% تقريبا، وباقي نسبة اتجاه الانكسارات تتوزع على باقي الاتجاهات الموضحة بالشكل (1–3).

ج. الشقوق والفواصل :

نتيجة الحركات التكتونية التي حدثت في نهاية عصر الميوسين أثرت في الهضبة الجنوبية، ويعكس الوضع التركيبي للجزء الشمالي من الصحراء الغربية وجود تلال مرتفعة ذات اتجاه عام من الشرق إلى الغرب، وتظهر فيما بين رأس الحكمة ومطروح، وكذلك تتميز بوجود سلسلة من الطيات المحدبة يفصلها طيات مقعرة وتتمثل التحدبات بوجود الرؤوس الجبلية، التي تكشف تكوين الميوسين مكونة الجروف المطلة على البحر كما هو الحال فى مناطق رأس حوالة ورأس أبوحشافة ورأس علم الروم.

وتوجد الفواصل والشروخ بالهضبة الجنوبية على طول حافة الهضبة وهي مسئولة عن وجود الوديان ذات الاتجاهات شرق– غرب، شمال– جنوب.

تنتظم الفواصل فى صخور السلاسل الجيرية فى مجموعتين رئيستين :

- المجموعة الأولى: فتتماشى وخط المضرب Strike line، وهى بالضرورة عمودية على الفواصل الصفائحية.
- أما عن المجموعة الثانية : فقد وجدت رأسية متعامدة على كلتا المجموعتين السابقتين حتى أنها تكاد تصنع زاوية مقدارها90 درجة تقريباً مع كل منهما.

وتشير الدراسة التى قام بها **(سلامة، 1983)** أن فواصل المجموعة الأولى ترجع إلى عمليات التعرية البحرية خاصة فى السلسلة الساحلية، هذا وتعد الفواصل هنا من النوع المحدود الطول إذ لا تتعدى أطوالها عدة سنتيمترات.

ويتضح من دراسة الشكلين (1-3، 1-4) أن معظم اتجاهات الشقوق والفواصل تتجه نحو الشمال بحوالى 52%من إجمالى الفواصل، يليها الشمال الشرقى بنسبة 25%، ثم الشمال الغربى 17%، أما النسب المتبقية فتتوزع على باقى الاتجاهات.

وتشترك الشقوق والفواصل فى إضعاف الصخر وذلك من خلال تصعيد عمليات التجوية والتعرية المختلفة فيها، وعلى هذا تؤثر الشقوق و الفواصل فى شكل خط الشاطئ وكذلك فى شبكات التصريف المائى، ففعل المياه يزداد على طول الفواصل بين الكتل الصخرية هذا بالإضافة إلى كون الشقوق والفواصل بيئة صالحة لممارسة عمليات التجوية خاصة الكيميائية.

ثانيا : مناخ المنطقة :

تعد دراسة الأحوال المناخية ذات تأثير هام بالنسبة للدراسة الجيومورفولوجية، نظرا لتأثيرها على أشكال سطح الأرض، وسوف نتعرض فى الدرسة فقط للعناصر التي تؤثر في تشكيل مظاهر السطح وهى: الحرارة و الرياح و الأمطار والتبخر والرطوبة النسبية.

تؤثر العناصر المناخية منفردة أو متضافرة، بشكل مباشر أو غير مباشر علي كافة العمليات الجيومورفولوجية, التى بدورها تنتج العديد من الأشكال المورفولوجية المختلفة. ومن ثم إبراز خصائص العناصر المناخية بالمنطقة وأثرها على تشكيل سطحها **(محسوب، 1986م)**.

1. درجة الحرارة :

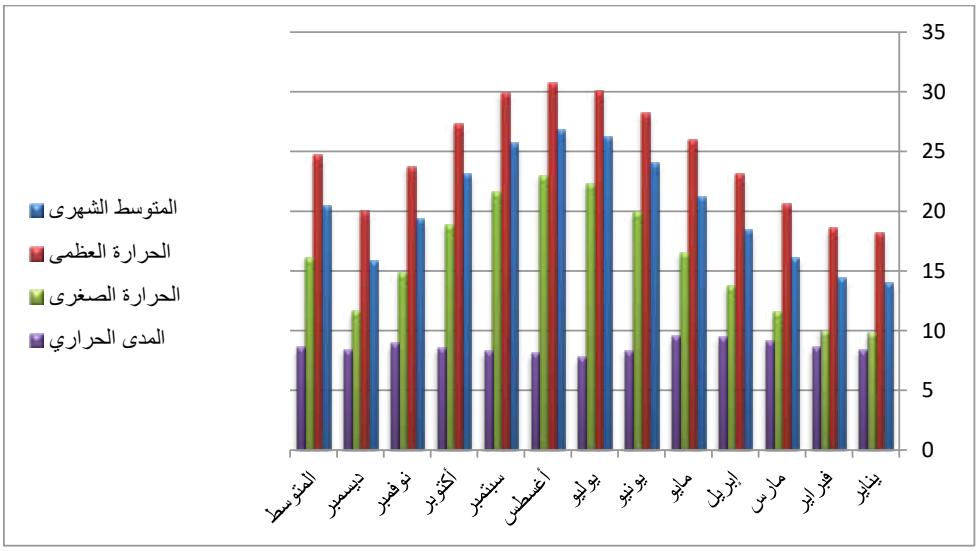
يتأثر توزيع درجة الحرارة فى مصر بوجه عام على عاملين رئيسين هما: تباين المسافة بالنسبة للبحر (المتوسط) من ناحية، والموقع الفلكى من ناحية أخرى، وهذا لايعنى عدم تدخل عوامل أخرى، حيث تعد الحرارة أحد العناصر الرئيسة المؤثرة فى تفكك الصخور، ويستدعي هذا معرفة المتوسطات الشهرية السنوية. سجل أعلى مدى حراري خلال فصل الشتاء، لذلك تنشط عمليات التفكك الميكانيكي للصخر (التقشر) وتؤدي عملية تمدد وانكماش الصخر إلى تشقق وتفكك الطبقة الحية للصخور فتكون الرواسب التي تسهم في تكوين أشكال الإرساب **(مبارك، 2007)**.

جدول (1-2) المتوسط الشهري والفصلي للحرارة السنوية العظمى والصغرى والمدى على الساحل الشمالي الغربي درجات الحرارة في محطة " مرسي مطروح" خلال 1996- 2020 م (بالدرجة مئوية)

	المتوسط الشهرى	الحرارة العظمى	الحرارة الصغرى	المدى الحراري
يناير	14	18.2	9.8	8.4
فبراير	14.4	18.6	10	8.6
مارس	16.1	20.6	11.5	9.1
إبريل	18.4	23.1	13.7	9.4
مايو	21.2	26	16.5	9.5
يونيو	24	28.2	19.9	8.3
يوليو	26.2	30.1	22.3	7.8
أغسطس	26.8	30.7	22.9	8.1
سبتمبر	25.7	29.9	21.6	8.3
أكتوبر	23.1	27.3	18.8	8.5
نوفمبر	19.3	23.7	14.8	8.9
ديسمبر	15.8	20	11.6	8.4
المتوسط	20.4	24.7	16.1	8.6

https://www.weatheronline.co.uk

(المتوسطات من حساب الباحثة)



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول(1-2)

شكل (1-5) معدلات درجة الحرارة العظمى والصغرى والمعدلات السنوية

يتضح من تحليل جدول (1-2)، وشكل (1-4) مايلى :

- من دراسة جدول (1-2) وشكل (1-5)، نلاحظ أن متوسط درجة الحرارة العظمى بلغ 24.7°م ومتوسط درجة الحرارة الصغرى 16.1°م، والمتوسط الشهري لدرجات الحرارة 20.4°م، بينما بلغ

متوسط المدى الحراري 8.6°م، حيث بلغ أعلى مدى 9.5°م خلال شهر مايو، وأدنى مدى 8.1°م خلال شهر أغسطس.

- وقد بلغت درجات الحرارة أعلى معدلاتها خلال فصل الصيف، حيث سجل المعدل الفصلي 24.6°م في مرسى مطروح، وسجلت أعلى معدلات للحرارة الشهرية في محطة مرسى مطروح خلال شهر أغسطس.
- سجلت أدنى قيم لدرجات الحرارة خلال شهور الشتاء، فقد بلغ المعدل الفصلي 18.1 ° في مرسى مطروح، و سجلت في شهر يناير أدنى معدل لدرجات الحرارة خلال شهور السنة، يليه شهر فبراير الذي يمثل بداية الارتفاع التدريجي في درجات الحرارة لمنطقة الدراسة.
- تقاربت المعدلات الشهرية والفصلية والسنوية للحرارة بين محطات الساحل الشمالي الغربي بصورة كبيرة، مما يؤكد خضوعها لمؤثرات موقعية وجغرافية متجانسة، ومن خلال المنحنيات الموضحة بالشكل (1-5) حيث تتقارب؛ وإن اتجه المنحنى إلى التباعد النسبي الذي يعكس أن هذه المحطة تسجل أدنى القيم على امتداد منطقة الدراسة.

2-الرياح:

تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية طوال العام، وإن تباينت نسب سيادتها من فصل لآخر، وتصل هذه النسب إلى أقصى معدلاتها في فصل الصيف؛ ويترتب على ذلك تزايد سرعة حركة الأمواج وما يصاحب ذلك من تزايد في ارتفاع قمم الأمواج.

يتضح من تحليل جدولى (1-3)، و(1-4) والأشكال (1-6)، (1-7)، (1-8) مايلى :

أ. ترتفع نسبة هبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية خلال فصل الصيف وتكون أكثر انتظاماً، حيث تندر مرور المنخفضات الجوية ويكاد ينعدم هبوب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية، وتصل نسبة الأيام التي يسود فيها السكون 1.7 يوم في مطروح.

ب. تتعرض منطقة الدراسة خلال فصل الربيع لموجات من الرياح الخماسينية الحارة المحملة بالرمال والأتربة تؤثر على ممارسة الأنشطة البشرية.

ج. تتزايد فترات السكون خلال فصل الخريف، لتصل نسبة الأيام التي يسود فيها السكون إلى 3.3% في مرسى مطروح، مما يوضح الاستقرار النسبي في الأوضاع المناخية وملائمة فصل الخريف لقيام حركة الملاحة فى المنطقه.

د. تمثل الرياح عالية السرعة واحدة من سمات مناخ منطقة الدراسة نظراً لإطلاله على بحر مفتوح دون عوائق طبوغرافية، مما يسهل انتقال المؤثرات البحرية صوب اليابس، وتكون المنطقة الساحلية أول من يستقبل هذه المؤثرات، بجانب ما ينشأ من تباين في الضغط الجوي فوق كل من سطح البحر واليابس فتزيد من نشاط الرياح أكثر مما يمكن توقعه بداخل اليابس نفسه. وقد سُجلت أعلى سرعة للرياح خلال فصل الشتاء وتصدر شهر " يناير " شهور الفصل، إذ بلغت سرعة الرياح أقصى ارتفاع لها لتصل إلى 22كم/ساعة في مرسى مطروح، وعلى العكس من ذلك انخفضت سرعة الرياح إلى أدنى معدلاتها خلال فصل الخريف وسجل خلال شهر أكتوبر أدنى سرعة للرياح إذ بلغت 15 كم / ساعة في مرسى مطروح.

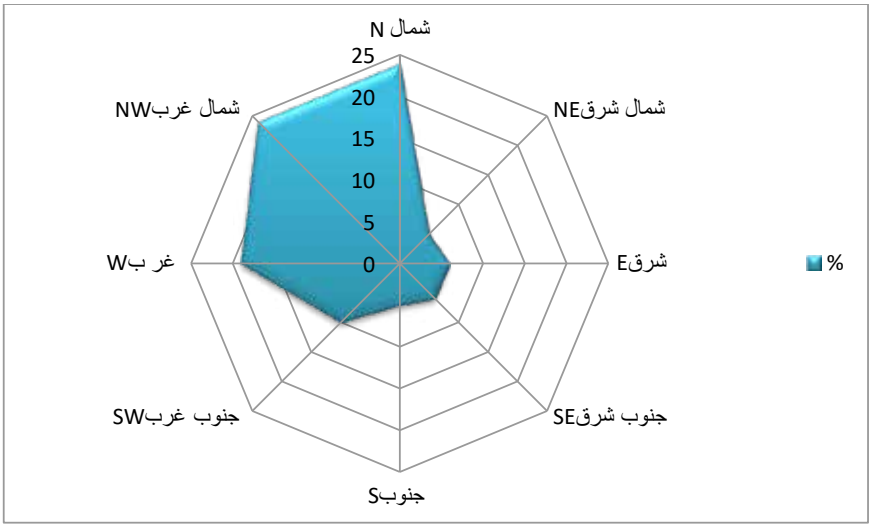
هـ. يتأثر اتجاه الرياح ودرجات الحرارة بالمظهر التضاريسي، فقد ساعد الانخفاض النسبي لسطح الأرض في نطاق السهل الساحلي على سهولة تأثر الإقليم بالمنخفضات الجوية المحملة بالرمال والأتربة صيفاً، والمصحوبة بسرعة الرياح وسقوط الأمطار شتاءً، ويتبين اتجاه الرياح من الجدول (1-3)، والشكل (1-6).

وقد يكون من المفيد هنا أن نشير إلى تأثير البحر المتوسط والمظهر الجيومورفولوجي على كل من درجات الحرارة والرياح المحلية السائدة من خلال ما يعرف بنسيم البحر والبر.

جدول (1- 3) اتجاهات الرياح في محطة " مرسي مطروح" فيما بين عامي 1996- 2020 م بالنسبة المئوية

الاتجاهات	شمال N	شمال شرق NE	شرق E	جنوب شرق SE	جنوب S	جنوب غرب SW	غرب E	شمال غربNE
%	24	5	6	6	5	10	19	24

مصدر البيانات: https://www.weatheronline.co.uk



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول (1-3)

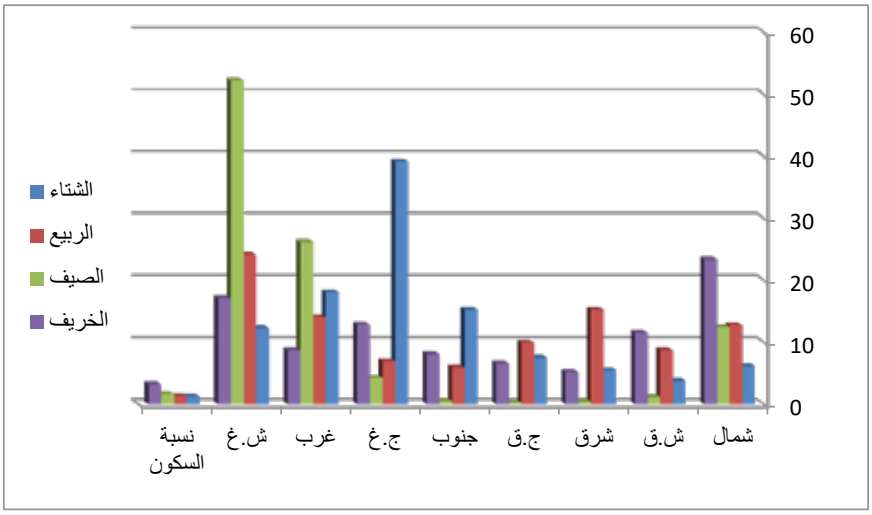
شكل (1–6) نسبة اتجاه الرياح في الاتجاهها المختلفة

و. يتعرض الإقليم خلال فصل " الشتاء " إلى مرور عدد من المنخفضات الجوية يترتب على مرورها، تباين سرعة الرياح واتجاهاتها، حيث تسود الرياح الجنوبية الغربية والغربية المصاحبة للمنخفضات ويظهر ذلك فى الجدول (1–4)، والشكل (1–7). وتصل نسبة تكرار هبوب الرياح الجنوبية الغربية إلى 39.2% في مرسى مطروح، في حين تصل نسبة تكرار هبوب الرياح الغربية إلى 18.1% في مرسى مطروح، وتفسير ذلك أن قوة المنخفضات الجوية تقل بالاتجاه شرقاً، تبعاً لاتجاهات مسالكها من الغرب إلى الشرق.

جدول (1–4) نسب تكرار هبوب الرياح على الساحل الشمالي الغربي
فترة بين عامي (1996 – 2020) خلال فصول السنة

الفصل	شمال	ش.ق	شرق	ج.ق	جنوب	ج.غ	غرب	ش.غ	نسبة السكون
الشتاء	**6.2**	**3.8**	**5.5**	**7.6**	**15.3**	**39.2**	**18.1**	**12.3**	**1.3**
الربيع	**12.8**	**8.8**	**15.3**	**10**	**6**	**7**	**14.1**	**24.2**	**1.4**
الصيف	**12.5**	**1.2**	**0.5**	**0.3**	**0.6**	**4.3**	**26.2**	**52.3**	**1.7**
الخريف	**23.4**	**11.6**	**5.2**	**6.6**	**8.1**	**12.9**	**8.8**	**17.2**	**3.3**

مصدر البيانات https://www.weatheronline.co.uk



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول (1-4)

شكل (1–7) نسب تكرار هبوب الرياح في الاتجاهها المختلفة خلال فصول السنة

جدول (1–5) المعدل الشهري والفصلي لسرعة الرياح على الساحل الشمالي الغربي للفترة بين عامي (1996-2020) (كم/ساعة)

الشهر	فصل الشتاء			فصل الربيع			فصل الصيف			فصل الخريف		
المحطة	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية	يولية	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر
مرسى مطروح	17.6	18.7	19.1	19.1	18.8	17.4	17.6	18	16.1	15.2	14.7	14.5
المتوسط	18.7			18.8			18			14.7		

المصدر : الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة للفترة المذكورة.

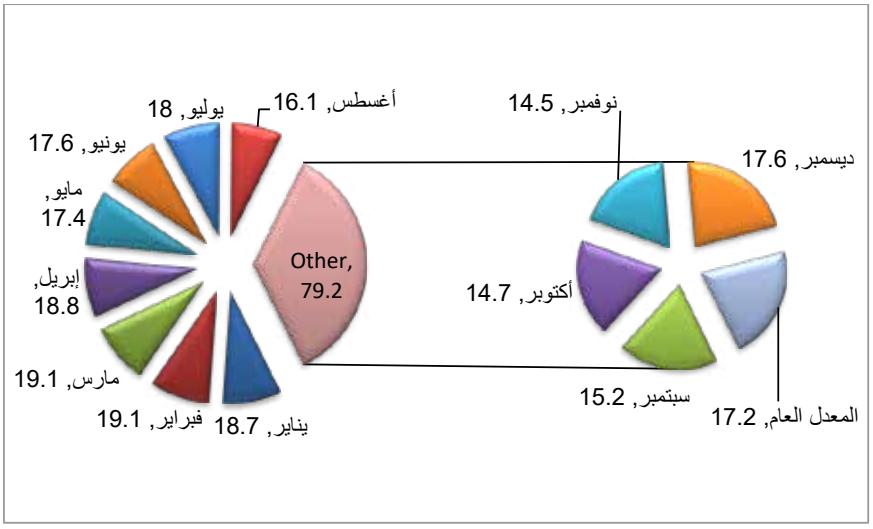
ز. من خلال دراسة جدول (1– 6)، وشكل (1–8) نلاحظ أن متوسط سرعة الرياح 17.2 كم /الساعة (K/h) مما يؤثر على نشاط حركة الأمواج والتى تؤثر بطبيعة الحال على عمليات الملاحة فى نطاق الساحل الشمالي الغربي بوجه عام، ويظهر الجدول متوسط سرعة الرياح خلال أشهر السنه كلا على حدة فى الفترة ما بين (1996–2020م).

جدول (1–6) سرعة الرياح بمحطة " مرسي مطروح" خلال 1996–2020م

الشهر	متوسط سرعة الرياح كم / الساعة (K/h)

يناير	18.7
فبراير	19.1
مارس	19.1
إبريل	18.8
مايو	17.4
يونيو	17.6
يوليو	18
أغسطس	16.1
سبتمبر	15.2
أكتوبر	14.7
نوفمبر	14.5
ديسمبر	17.6
المعدل العام	**17.2**

مصدر البيانات: https://www.weatheronline.co.uk
(المتوسطات من حساب الباحثة)



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول (1-6)

شكل رقم (1-8) متوسط سرعة الرياح بمنطقة الدراسة (محطة مطروح)

3- الرطوبة النسبية :

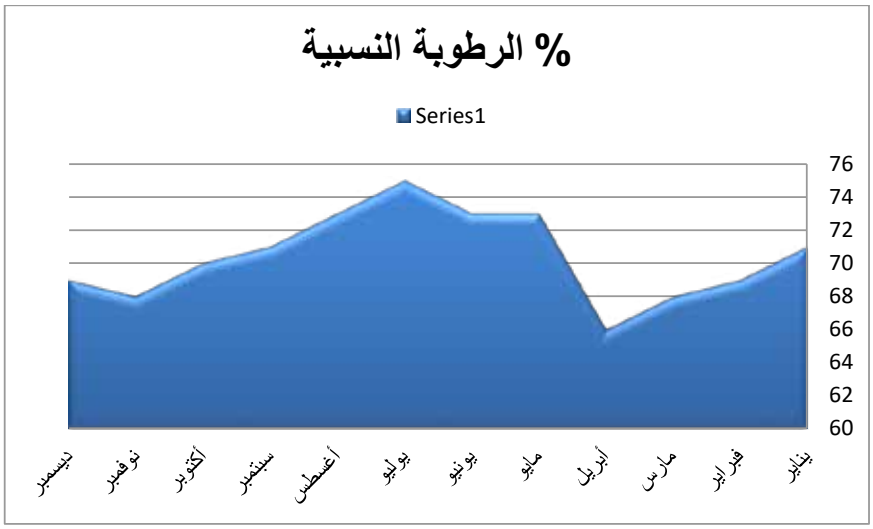
تتناسب مقدرة الهواء على حمل بخار الماء طردياً مع درجة حرارته **(طريح، 2000)**، وتُظهر بيانات الرطوبة النسبية التي يوضحها جدول (1- 7) وشكل (1- 9)، ومن خلال دراستهم أنه بلغ المتوسط الشهري للرطوبة النسبية 70.5%، حيث بلغ أعلى معدل 75% خلال شهر يوليو، وأدنى معدل 66% خلال شهر إبريل.

جدول (1-7) المعدل الشهري للرطوبة النسبية لمحطة "مرسي مطروح" للفترة بين عامي

(2020-1996) بالنسب المئوية %

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المتوسط
مرسى مطروح	71	69	68	66	73	73	75	73	71	70	68	69	70,5

المصدر : https://www.weather-atlas.com/en/egypt/marsa-matruh-climate#temperature
(المتوسط من حساب الباحثة)



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول(1-5)

شكل (1-9) المعدل الشهري للرطوبة النسبية في منطقة الدراسة(محطة مطروح)

يتضح من تحليل جدول (1-7) وشكل (1-9) مايلى:

1- تتقارب معدلات الرطوبة النسبية على مدار شهور السنة، إذ تتراوح معدلاتها بين 61% إلى 73% وتظهر التمثيل البياني توافق بيانات الرطوبة مما يدل على تجانس نسب الرطوبة خلال العام.

2- سجلت أعلى نسبة للرطوبة في فصل الصيف خلال شهر " أغسطس " حيث بلغت 73% في مرسى مطروح، ومرد ذلك بلوغ معدلات درجة الحرارة ذروتها، وما تجلبه الرياح الشمالية الشرقية من رطوبة شرق البحر المتوسط، تحت تأثير امتداد منخفض الهند الموسمي صيفاً. والحقيقة أن معدلات الرطوبة النسبية المرتفعة صيفاً تبعث على قلة راحة الإنسان

وتسبب له بعض المشاكل الصحية مما سيؤثر بشكل عام على النشاط البشرى وبالتالى ركود فى حركة الملاحة خلال هذا الشهر.

تبلغ معدلات الرطوبة أدنى مستوياتها خلال فصل الربيع (فصل الرياح الخماسينية الجافة) وجاء شهر أبريل في مقدمة شهور الربيع من حيث انخفاض معدلات الرطوبة، ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة الجفاف الناجم عن هبوب الرياح الخماسينية.

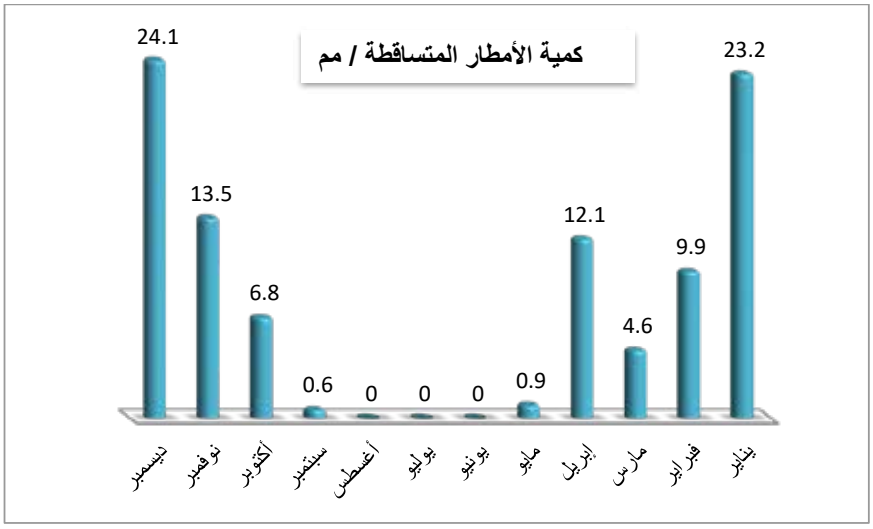
3- الأمطار :

من خلال دراسة جدول (1- 8) وشكل (1- 10)، نلاحظ أن إجمالى معدل كمية الأمطار المتساقطة 95.7 مم سنويا خلال الفترة من 1996- 2020م، حيث بلغت أعلى معدل 24.1 مم خلال شهر ديسمبر، وبينما بلغ أدنى معدل كمية الأمطار المتساقطة (صفر) مم خلال شهور يونيو ويوليو وأغسطس.

جدول (1-8) معدل كمية الأمطار المتساقطة سنويا بمحطة "مرسى مطروح" فى الفترة بين (1996 - 2020) (ملليمتر)

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
مرسى مطروح	33.2	15 1.	12	2. 8	2	2	0	0.6	1	15 6.	23 5.	30 2.

https://www.weatheronline.co.uk
(المعدلات من حساب الباحثة)



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول(1-8)

شكل رقم (1-10) متوسط كمية المطر الشهرية على منطقة الدراسة (محطة مطروح)

تتضافر عدة عوامل ميتورولوجية وجغرافية في تباين كمية المطر على منطقة الدراسة أهمها: التأثير الفعال للمنخفضات الجوية التي يتعرض لها من نهاية فصل الخريف وخلال فصل الشتاء وبداية فصل الربيع حيث تجلب هذه المنخفضات بعض أنواع السحب المسببة للأمطار على الساحل، علاوة على شكل الساحل وامتداداته المواجهة للرياح السائدة في معظم الأحيان، مما يساعد على استقباله كمية أوفر من الأمطار. ويتضح من تتبع بيانات الجدول (1-8)، وشكل (1-10) مايلى :

1- تتراوح كمية المطر السنوي التي تسقط على الساحل الشمالي الغربي بين 120 إلى 200ملليمتر.

2- يبدأ فصل المطر من شهر أكتوبر وينتهي في شهر مايو، ويمثل شهر " ديسمبر " أغزر شهور السنة مطراً، إذ بلغ متوسط المطر الشهري 30,2 ملليمتراً في مرسى مطروح.

وتعكس نسبة الأمطار مدى تأثر مواقع الموانئ القديمة بفعل الإذابة ويتجلى ذلك فى الأشكال الناتجه عن عمليات التعرية وعوامل التجوية التي ستضح بشيء من التفصيل فى الفصل التالي.

ثالثا : مورفولوجية السطح

تهدف دراسة خصائص السطح إلى التعرف على الملامح التضاريسية العامة، وأشكال السطح الرئيسية التى تحيط بالموانئ والتي كانت عاملا رئيسا فى اختيار موقعها، وذلك من خلال دراسة الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة والارتفاعات السائدة.

1-الارتفاعات :

يتغير ارتفاع سطح الأرض في منطقة الدراسة من مكان لآخر، حيث يتراوح ارتفاع سطح الأرض بالساحل الشمالي ما بين منسوب سطح البحر حتى منسوب 50 متراً، و يزداد الارتفاع في اتجاه الجنوب، حيث يتراوح منسوب سطح الأرض ما بين 100 متر و300 متر كما يظهر فى الشكل (1-11). وتتعدد الرؤوس البحرية التى تتميز بوجود الجروف الساحلية المرتفعة نسبيا فقد يصل ارتفاعها إلى 55 متراً، ممثلة بجروف رؤوس (علم الروم وحواله وأبوحشافة)، إذ يقترب خط كنتور 20 من خط كنتور صفر.

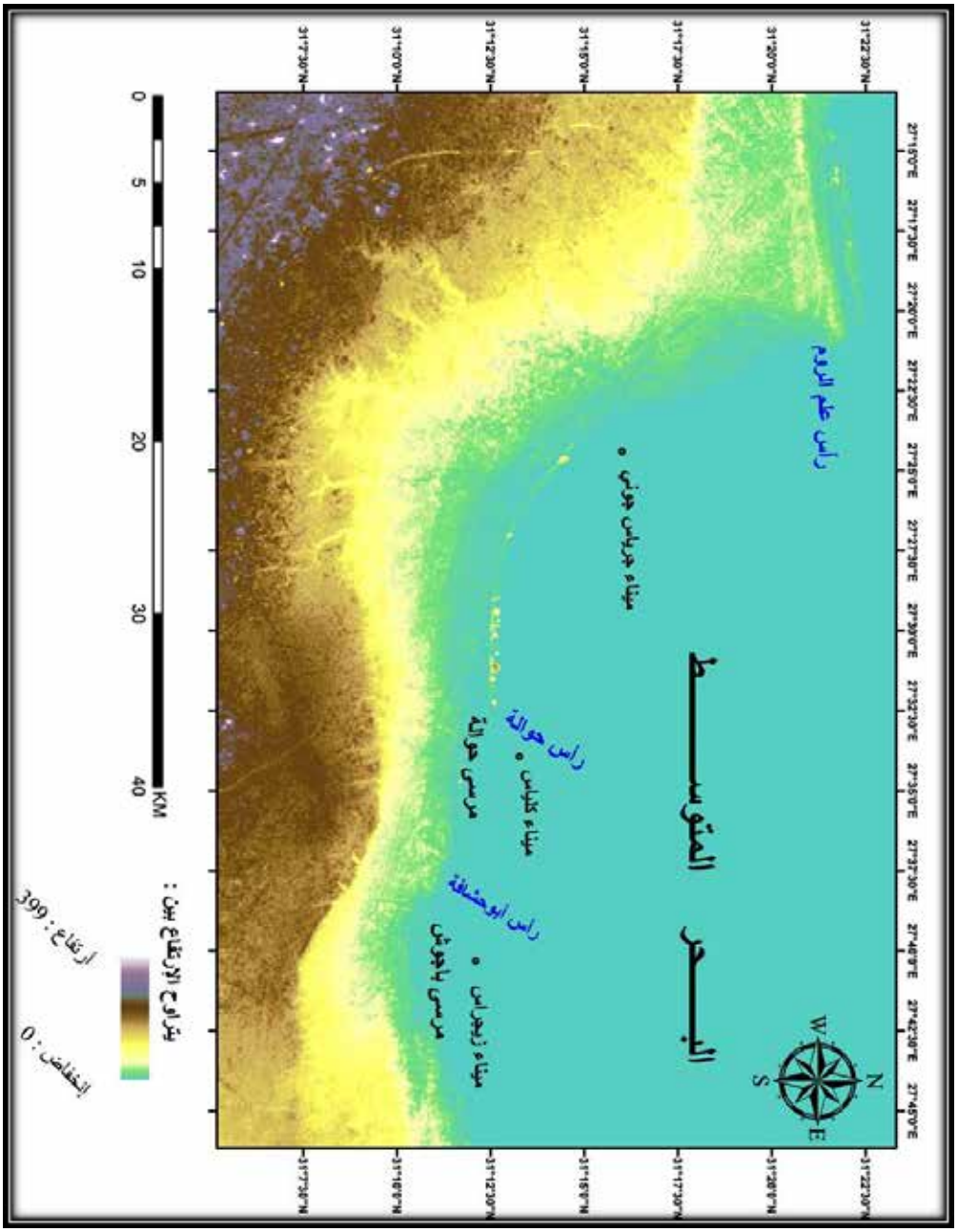
- يرتفع السطح بعدها فجائيا على هيئة جروف تمثل الحافة الرئيسة للهضبة، وتتصل تلك الجروف بسطحها العلوىّ الذى يتراوح منسوبه بين 90-125 مترا وذلك تمشيا مع خط تقسيم المياه لأحواض التصريف المنحدرة فوق حافة الهضبة الشمالية.
- تمتد السلسلة الساحلية الشمالية إلى الشرق من مدينة مرسى مطروح فيما بين موقع الطابية القديمة فى الغرب حتى رأس علم الروم فى الشرق لمسافة تزيد عن 10 كم. تشرف أجزاء من السلسلة على البحر مباشرة ولكن فى بعض الأجزاء تترك بينها وبين الساحل سهلا ساحليا ضيقا اتساعه ما بين بضعة أمتار إلى 10 أمتار ولا يزيد منسوبه عن 5 أمتار فوق سطح البحر صورة (1-10).

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الغربي

صورة (1-10) الرواسب بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

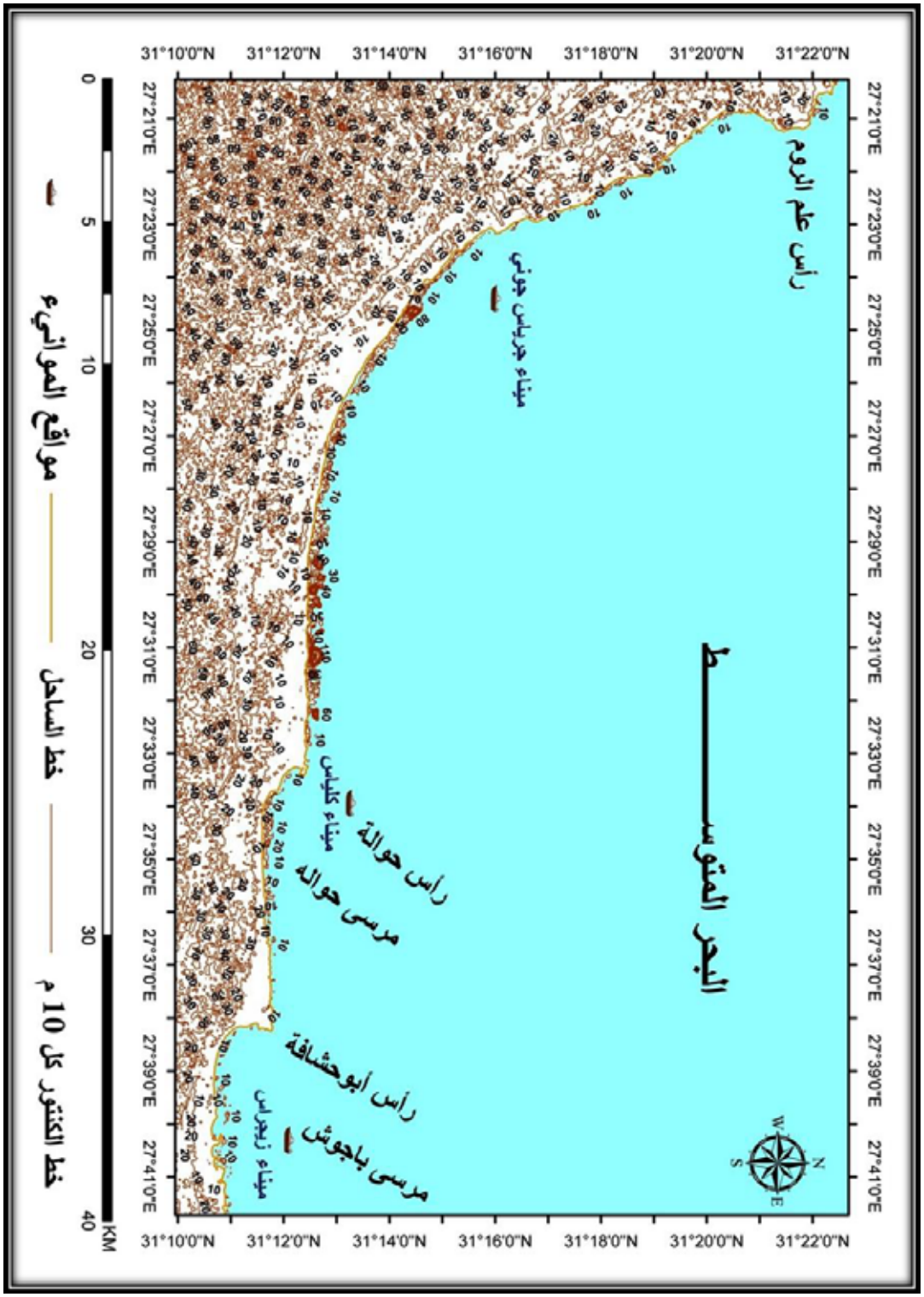
- يرتفع السطح محليا فى أماكن إمتداد سلاسل الحجر الجيرى البويضى، حيث يزداد ارتفاع السلسلة الشاطئية فى بعض المواضع لأكثر من 50 مترا كما هو الحال غربا من رأس علم الروم، بينما يتراوح ارتفاع السلسلة الوسطى بين 20-30 متراً، أما السلسلة الداخلية فيصل ارتفاعها نحو 60 مترا فوق منسوب سطح البحر.

- أما السلسلة الساحلية التلالية فلا يزيد اتساعها عن 500 متر و متوسط ارتفاعها نحو 20 متراً فوق مستوى سطح البحر، و إن كانت هناك قمم تلالية يصل ارتفاعها إلى 34متراً.



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على Image courtesy of the U.S. Geological Survey 2019باستخدام برنامج Arc GIS 10.2.1

شكل (1-11) نموذج ارتفاع رقمى DEM لمنطقة الواسة بدقة (5 x 5 versus 9 x 9 used for GDEM 1.0)



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج ارتفاع رقمى DEM من عمل الباحثة ببرنامجى Arc GIS 10.2.1& Global Mapper (5 x 5 versus 9 x 9 used for GDEM 1.0 5)

شكل (1-12) الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة بفاصل كنتوري 10م

2- تحليل الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة:

يتبن من الخريطة الكنتورية شكل (1-12) أن بعض أجزاء السلسلة الساحلية تشرف على البحر على شكل جروف بحرية شبه حائطية الشكل إلى أن انحدارتها الجنوبية أشد من التي تتجه صوب البحر. ومن ثم فان شكلها المورفولوجي العام أشبه بشكل الكثيب الرملي، وإن جانبها المواجه للبحر يتعرض لعمليات نقل المفتتات الإرسابية بفعل الأمواج والرياح معاً، في حين أن الجانب الأخر المعرض لاتجاه الرياح الشمالية السائدة تعد أشد انحداراً، ويتعرض بدوره لتراكم تلك المفتتات الإرسابية **(أبو العينين، 1975).**

- تتقارب خطوط الكنتور وتنطبق فوق بعضها فى أماكن تواجد الجروف البحرية، حيث تقع الحافة الشمالية للسلسلة الساحلية تحت تأثير العوامل والعمليات البحرية، وذلك إلى الشرق من رأس علم الروم، ويظهر ذلك الثلاثة مواقع للموانئ على الترتيب من الشرق إلى الغرب مرسى باجوش (ميناء زيجيس) ومرسى حوالة (ميناء كالياس) ومرسى الفلاح (الرميلة) (ميناء جرياس جوني)، ومن ثم تتميز الجروف البحرية بشدة انحدارها كما سيتضح فى الفصل الثالث.

- كما تتقارب خطوط الكنتور من بعضها قرب حافة الهضبة جنوب رأس حوله، حيث يعتقد أنها قد تأثرت بمجموعة من الانكسارات العرضية التى تمتد من الشرق إلى الغرب.

- تبدأ الحافة الرئيسة للهضبة جنوبا بنحو12 كم، وتكاد تتفق فى معظم قطاعاتها مع خط كنتور 100، وتمتد ناحية الشمال الغربى تقترب خلالها الهضبة من ساحل البحر ويتشكل فيها بعض أرصفة نحت الموج، تمتد بعدها ناحية الغرب والشمال الغربى.

الخلاصة

تبين من دراسة التكوينات الجيولوجية أن ظروف الإرساب التى سادت فى المنطقة تناوبت بين الإرساب البحرى حيناً و ورواسب الأودية حيناً آخر أو كليهما معاً بالإضافة إلى الإرساب الريحي.

وتشترك الشقوق مع الفواصل فى إضعاف الصخر وذلك من خلال تصعيد عمليات التجوية والتعرية المختلفة فيها، ففعل المياه يزداد على طول الفواصل بين الكتل الصخرية هذا بالإضافة إلى كون الشقوق والفواصل بيئة صالحة لممارسة عمليات التجوية خاصة الكيميائية.

تبين من دراسة المناخ أن الحرارة أحد العناصر الرئيسة المؤثرة فى تفكك الصخور. ويمكن أن يلعب المدى الحرارىّ دورا مهما فى تفتيت وتفكيك الصخور مع تناوب التمدد والانكماش، أما عن معدل سقوط الأمطار فإنه من الممكن أن يسقط فى يوم واحد ما يعادل نصف ما تناله المنطقة كلها من الأمطار طوال العام، ويكون لمثل هذا التركز الشديد فى سقوط الأمطار دورٌ جوهريّ فى تشكيل المنطقة.

وتؤدي سرعة الرياح العالية إلى نشأة أمواج بحرية يتراوح ارتفاعها بين 1–2 متر، كما يزداد معدل تواترها فى الدقيقة الواحدة مما قد يؤدى إلى زيادة معدلات النحت، وتعمل الرياح على إعادة ترسيب الرمال الشاطئية فى شكل كثبان ساحلية. كما تعمل على تذرية السطح وإثارة الزوابع الترابية. وتعمل زيادة التبخر على صعود المواد المعدنية وكربونات الكالسيوم المذابة إلى سطح الصخر بفعل الخاصة الشعرية مكونة قشرة جيرية صلبة نسبياً تقاوم عمليات التعرية.

وتبين من دراسة السطح بوجه عام أن الارتفاع هو السمة العامة للمنطقة، حيث يرتفع السطح تدريجيا بداية من خط كنتور صفر والذى يمثله خط الشاطئ، ويرتفع السطح محليا فى أماكن تواجد سلاسل الحجر الجيرى البويضى، و تتقارب خطوط الكنتور من بعضها بل وتنطبق فوق بعضها بعضاً فى أماكن تواجد الجروف البحرية، ومن ثم تتميز الجروف البحرية بشدة انحدارها كما سيتضح بشيء من التفصيل فى الفصول التالية.

الفصل الثاني

الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة

أولا: مورفولوجية مواقع الموانئ:

1- شكل خط الساحل وتوجيهه.
2 – انحدارات سطح الأرض.
3 – الرواسب السطحية.
4 – الغطاء النباتى.
5 – الطحالب.

ثانيًا : طبيعة المسطح البحرى المغمور:

1. الأمواج.
2. التيارات البحرية.
3. المد والجذر.
4. تأثير طبيعة السواحل نفسها.
5. طبيعة انحدار القاع.
6. المواد المشكلة للقاع.

ثالثًا: طبيعة المنطقة الشاطئية بمواقع الموانئ الرومانية والعمليات المؤثرة عليها:

1- عمليات التجوية.
2- حركة المواد على المنحدرات.
3- عوامل التعرية.

الخلاصة

الفصل الثاني

الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة

يهدف الفصل إلى التعرف على الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة والتي تتميز بالعديد من العمليات والعوامل الجيومورفولوجية، وتنقسم تلك العوامل لعوامل باطنية وعوامل خارجية فالعوامل الباطنية مثل الالتوات والانكسارت ونظم الفواصل، وهي تتوقف على طبيعة الصخور فى المنطقة وخصائص المسطح البحري نفسه وتلك العوامل تؤثر في تشكيل المنطقة على المدى البعيد لكنها تؤدي لتغيرات جوهرية. أما العوامل الخارجية فهي تنقسم لمؤثرات بحرية مثل الأمواج والتيارات البحرية والعواصف والأعاصير التى تعمل على تشكيل المنطقة على المدى السريع عن طريق عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية التي تأثر على حركة المواد على المنحدرات تصاحبها عوامل التعرية نحتا وإرسابا كذلك ينتج عنها مؤثرات قارية. وتتحكم بذلك في تشكيل خط الساحل وتعرجه ودرجة انحداره وكذلك نوع الرواسب الشاطئية التى تؤثر على مورفولوجية قيعان الموانئ الغارقة، وبناءً عليه يتم تحديد نشأة الموانئ الغارقة وتحاول الباحثة من خلال هذا الفصل إلقاء الضوء على النقاط التالية وسوف ينقسم الفصل إلى ثلاثة أقسام على النحو التالى :

أولا: مورفولوجية مواقع الموانئ

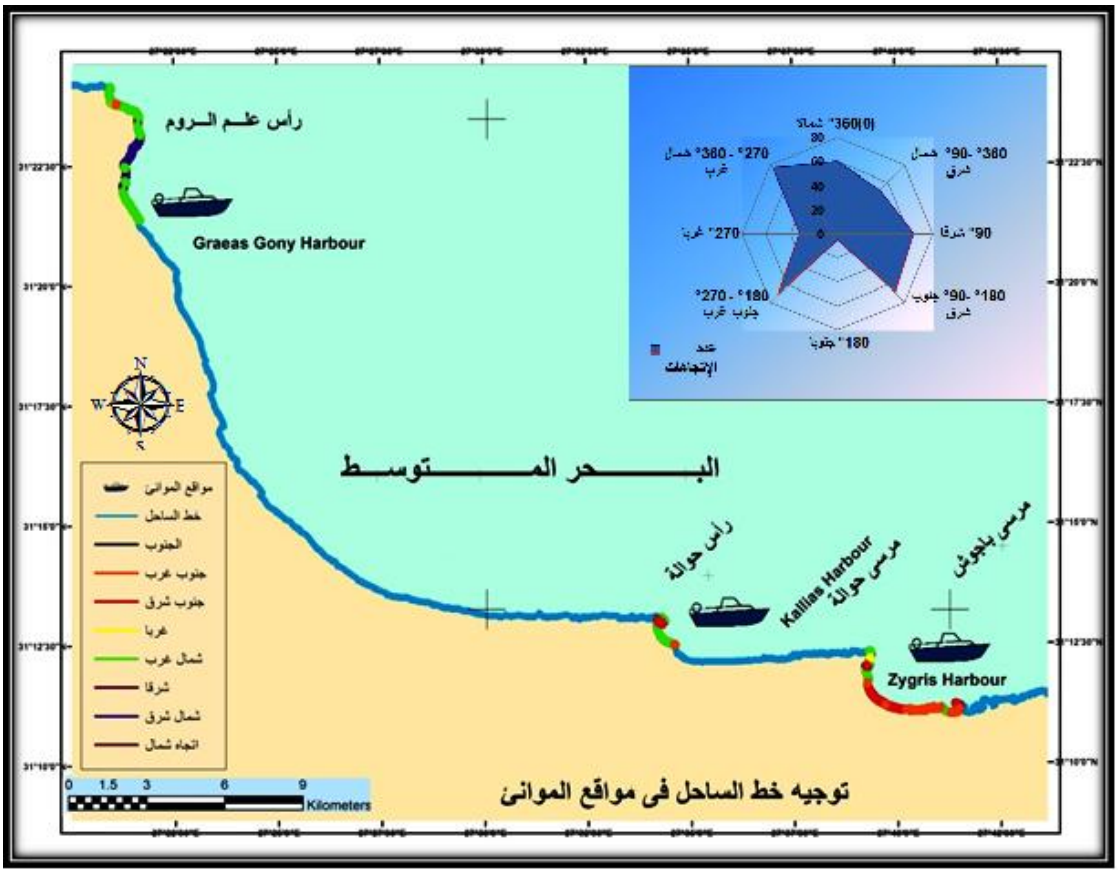
تعكس المظاهر المورفولوجية تأثير كلً من الظروف المناخية والرياح والمسطحات البحرية والتي تسهم فى عمل كلً من عمليات التجوية وعوامل التعرية، التي تتحد جميعها لتشكيل منطقة الدراسة التي تحوي مواقع الموانئ، وتتوقف عليها عمليات التنمية في تلك المناطق في العديد من المجالات وسنتناول في هذا الفصل تلك المظاهر والمؤثرات التي تعكس شكلها الحالي.

1- شكل خط الساحل وتوجيهه:

يوضح شكل خط الساحل مدى قوة وتأثير الأمواج عند إنشاء الموانئ الغارقة وعلاقتها بعمليتى النحت والإرساب كما يساعد تعرج خط الساحل المشكل للخلجان بحواجزها الممتدة داخل المسطح البحرى حماية للسفن أثناء عملية الملاحة.

ويؤثر اتجاه خط الساحل على قوة الأمواج والتى تؤثر بحد ذاتها على عمليتى النحت والإرساب ويتضح من الجدول (2-1) والشكلين (2-1) (2-2)، اتجاه خط الساحل عند كل ميناء، كما اتضح من الجدول عدد الاتجاهات المختلفة لخط الساحل عند مواقع الموانئ الغارقة، يوضح تأثير تعرج خط الساحل على عمليتى النحت والإرساب فى مواقع الموانئ الغارقة، وما ترتب عليه من اندثار بعض الموانئ الغارقة ووجود بعضها قائماً حتى الآن.

الفصل الثاني الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على Google Earth باستخدام برنامج Arc GIs 10.2.1

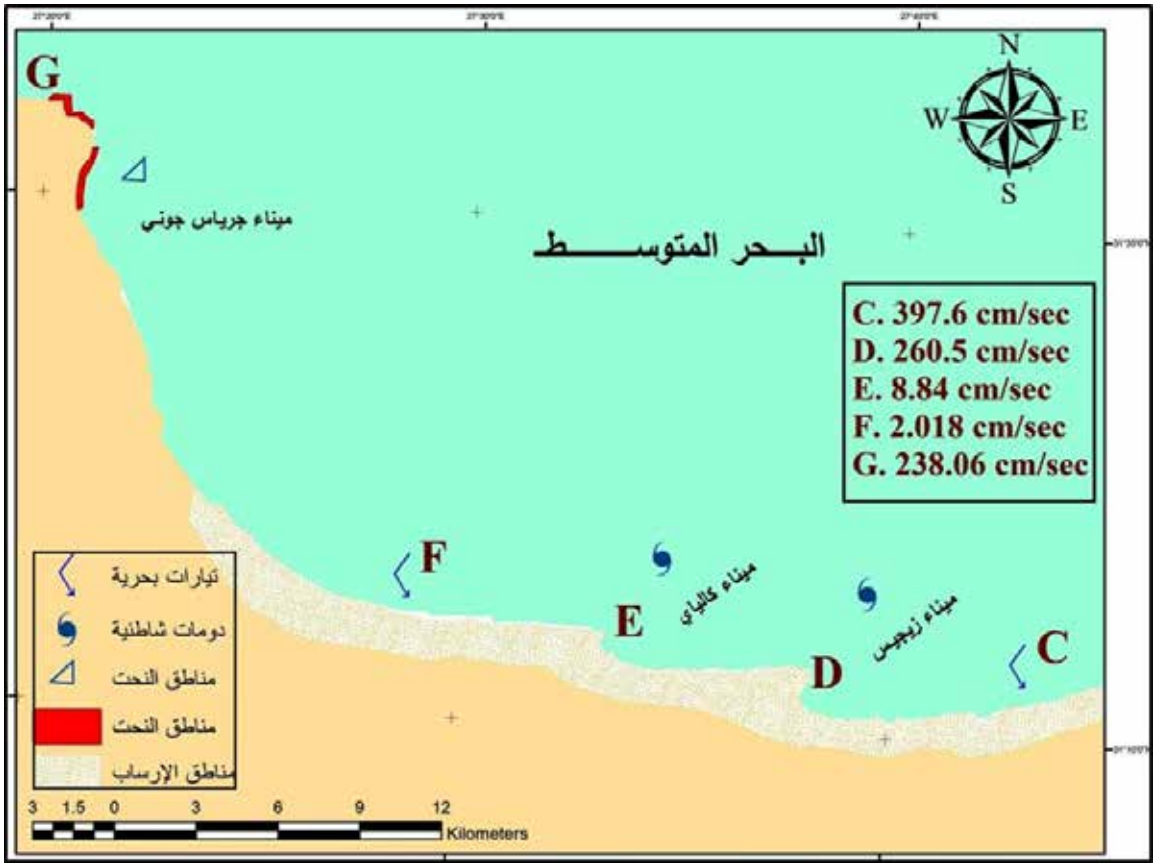
شكل (2-1) توجيه خط الساحل فى مواقع الموانئ الغارقة بالإضافة لوردة توضح الاتجاه السائد بهم

جدول (2-1) الاتجاهات المختلفة لخط الساحل عند مواقع الموانئ الغارقة

الاتجاه	360°(0) -90° شمالا	360° -90° شمال شرق	90° شرقا	180° -90° جنوب شرق	180° جنوبا	270° - 180° جنوب غرب	270° غربا	360° - 270° شمال غرب
عدد الاتجاهات	60	51	64	69	5	71	32	77

المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على شكل (2-1)

من الأشكال السابقة يتضح ان الاتجاه السائد فى مواقع الموانئ الغارقة هو اتجاه شمال غرب مما يؤكد أن اتجاه الرياح والتيارات البحرية والأمواج تنشط فى هذا الاتجاه دون غيره وتعمل على انحراف خط الساحل فى هذا الاتجاه ويليه اتجاه جنوب غرب ثم جنوب شرق ثم شرقا ثم شمالا ثم شمال شرق. فى حين أنه يقل نشاط العوامل الطبيعية من رياح وأمواج وتيارات بحرية فى الاتجاه الغربى والجنوبى والدليل على ذلك قلة انحراف خط الساحل نحو تلك الاتجاهين فى مواقع الموانئ الغارقة محض الدراسة.



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على جوجل إيرث والرسم باستخدام برنامج ArcGis10.2.1 (Fishwy,2009)

شكل (2-2) تعرج خط الساحل وسرعة التيارات البحرية ومدى تأثيرهم على عمليتى النحت والإرساب فى مواقع الموانئ

كما تنشط عملية النحت كما هو موضح من الشكل (2-2) فى منطقة رأس علم الروم وتزداد عملية الإرساب تبعا لاتجاه التيار البحرى الغالب على المنطقة وهو اتجاه شمال شرق فى مواقع الموانئ الغارقة الواقعة فى رأس أبو حشافة ورأس حوالة، مما يعركل عملية الملاحة ويؤدى إلى هجر تلك الموانئ فى تلك المناطق ويرجع ذلك إلى ارتفاع تكلفة حفر تلك الرواسب لتعميق الميناء.

الفصل الثاني **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة**

2 – انحدارات سطح الأرض :

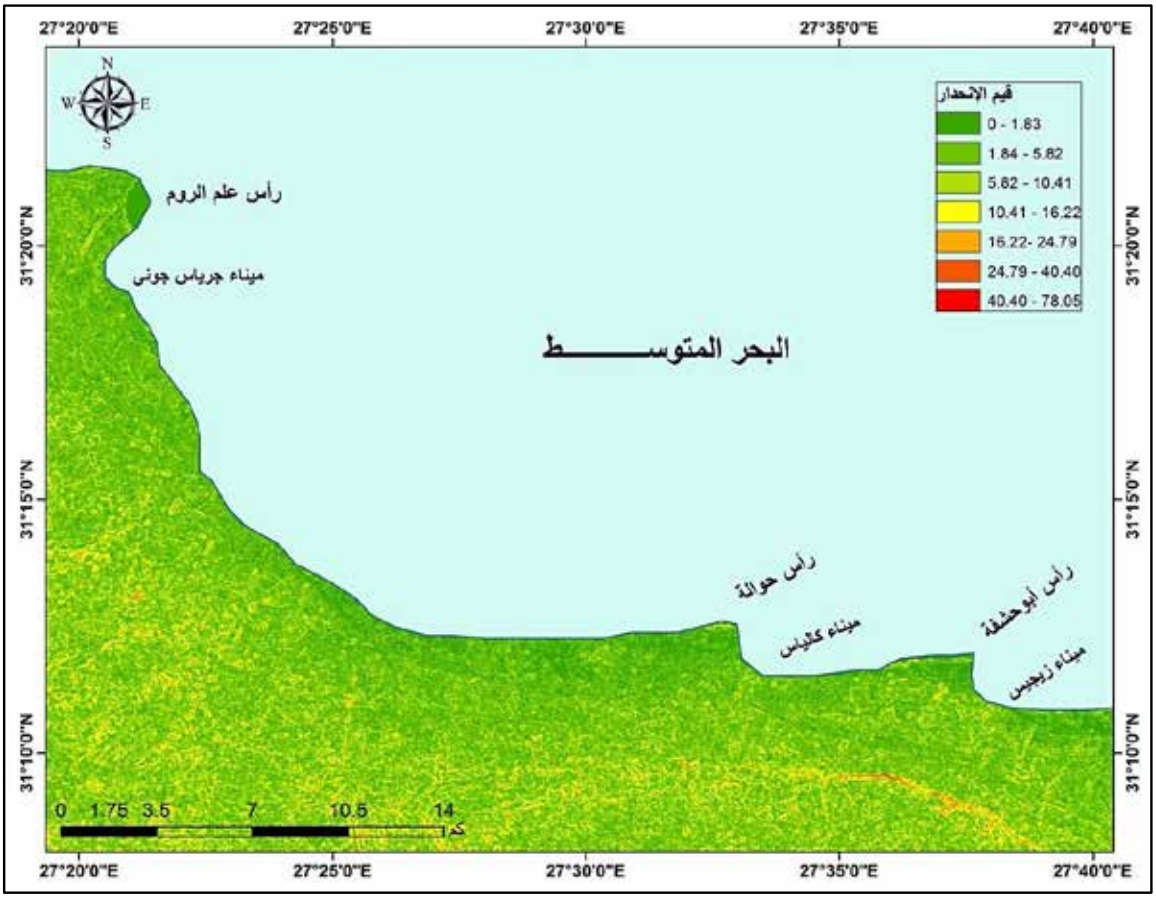
تفيد دراسة الانحدارات في إبراز الشكل العام للمنحدرات في المنطقة مما يسهم في تحليل خصائص وأشكال السطح بالمناطق التي تتواجد بها الموانئ الغارقة خصوصا بالخلجان التي تشغلها الموانئ الغارقة والرؤوس والجروف البحرية التي تحيط بها، كما تشمل دراسة الظهير الذى يخدم تلك الموانئ الغارقة وما مدى ملائمته لتلك المهمة، وعلى هذا سوف تشمل دراسة عنصر الانحدارات دراسة توزيع درجات الانحدارات واتجاهاتها بوجه عام فى منطقة الدراسة.

وقد تم الاعتماد على نماذج الارتفاع الرقمية Digital Elevation Models في حساب درجات الانحدارات واتجاهاتها السائدة في منطقة الدراسة وذلك عن طريق استخدام برنامج Arc GIS 10.2.1 ، Global Mapper 1.1 واستخراج النسب المئوية لمساحة كل فئة انحدار على حدة من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، وقد تم الاعتماد على مجموعة الخرائط الطبوغرافية مقياس 1:25000، 1:50000. ويمكن من خلال دراسة شكل(2–3) والملاحظات الميدانية إيجاز **توزيع درجات الانحدار** في الآتي :

بلغ المتوسط العام لتوزيع درجات الانحدار لهذه المناطق حوالي (3̊) أي تقع ضمن فئة الانحدار الخفيفة التي تتراوح بين (3̊–5̊)، كما تباينت درجات الانحدار بمنطقة السهل الساحلي الشمالي الغربي،إذ تقع المنطقة ما بين تسعة فئات ؛ لتباين الانحدارات داخل الميناء الواحد خصوصا بالرؤوس والجروف البحرية وبالنطاقات التي تشغلها الكثبان الرملية، كذلك بالمناطق التي تشغلها السلاسل الجيرية البويضية التي تزداد ارتفاعا وانحدارا بالاتجاه جنوبا، فضلا عن انحدارات حافة الهضبة الميوسينية.

ويمكن توزيع درجات الانحدار على النحو التالي :

أ. **المناطق المستوية وشبه المستوية أقل من(3̊)** : وتضم الأراضي الهينة الانحدار جدا، وتشغل حوالي (13%) من مساحة منطقة الدراسة، وحوالي (90%) من مساحة السبخات، وتتركز الانحدارات الهينة جدا بالسبخات الساحلية النشطة (الطبيعية) بالمنخفضين الساحلي والداخلي الأول والسبخات بشرية المنشأ (الملاحات)؛ وذلك لقدرة المياه تحت السطحية البحرية على تسوية أسطح السبخات، وقد استأثر القطاع الغربي بحوالي (57%) من نسب الانحدارات الهينة جدا بالسبخات، وتقاسم القطاعين الشرقي والأوسط النسب الباقية بالتساوي.



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على Dem باستخدام برنامج ArcGIs 10.8

شكل (2-3) خريطة الانحدار العام لمنطقة الدراسة

ب. **المنـــاطق خفيفـــة الانحـــدار(3-5°)** : تشـغل حـوالي (32%) مـن مسـاحة منطقـة الدراسة،وحوالي(7%) من مساحة السبخات، وتتمثل المناطق خفيفة الانحدار في النطاقات السبخية التي تشغلها رواسب المتبخرات والروابي الجبسية والنبكات والتي تتركز بالهوامش الشمالية والجنوبية للأنظمة السبخية.

ج. **المنـاطق متوسـطة الانحـدار(5-7°)**: تشـغل حـوالي (37%) مـن مسـاحة منطقـة الدراسـة، (3%) تقريبـا مـن مسـاحة الـنظم السـبخية خصوصـا الداخليـة والمركبـة المرتبطـة بالأوديـة، والمنحدرة من الهضبة الميوسينية والسلاسل الجيرية الغارقة.

د. **المنـاطق شـديدة الانحـدار(أكثر مـن 7°)**: وتضـم المسـاحات التـي تشـغلها جوانـب السلاسـل الجيريـة خصوصـا الغارقـة منهـا، وكذلك التـي تشـغلها منحـدرات الهضـبة الميوسـينية، وتتركـز بالقطاعين الأوسط والغربي.

هـ. يتسم سطح منطقة الدراسة بالاستواء خصوصا بمناطق السبخات، إذ يسودها الانحدارات الهينة جدا وتقل عن درجة واحدة،وتزداد درجات الانحدار على جوانب السلاسل الجيرية بالاتجاه جنوبا وتصل إلى أكثر من 15˚، بينما تسود بعض السفوح الشديدة الانحدار التي قد تصل إلى 20˚ ممثلة في حافة الهضبة الميوسينية والرؤوس الأرضية.

و. يلاحظ زيادة درجات الانحدار بالمنخفض الساحلي والداخلي الأول؛ وذلك لوجود تجمعات من الرواسب الجبسية والملحية، على هيئة روابي جبسية، وتقل درجات الانحدار بالمنخفضات الداخلية الأخرى؛ نظرا لتسويتها عن طريق التعرية الهوائية.

ز.تزداد درجة انحدار الجانب الشمالي المواجه للبحر من السلسلة الجيرية الساحلية عن الجانب الجنوبي المواجه للمنخفض الساحلي، إذ يخضع الجانب الشمالي للسلسلة الساحلية في الوقت الحالي لعمليات النحت البحرية، بعكس الجانب الجنوبي الذي يخضع لعوامل التشكيل القارية، وتتخذ الانحدارات تقوسا محدبا بالأجزاء العليا، ومقعرا بالأجزاء السفلى ومستقيما بالأجزاء الوسطى.

ح. كما تزداد درجة الانحدار فى مناطق الجروف البحرية التى يصل ارتفاعها لأكثر من 15 متراً ويصل الانحدار عندها إلى 90 °, وتلك الجروف تمتد كرؤوس بحرية فى البحر وتعتبر كدرع يحمى الميناء من الرياح الشمالية الغربية, كما تساعد على هدوء الأمواج عندما تتكسر باصتدامها بها مما يؤدى لهدواء حركة المياه داخل كل خليج مثل رأس الحكمة التى تحتوى على ثلاثة موانئ وحدها فى خلجانها عند سفوح جروف بحرية كذلك رأس حوالة ورأس علم الروم فجميعهم يجاورهم موانئ غارقة وهذا ما سنتناولة بشيء من التفصيل عند التحدث على كل ميناء على حده.

3 – الرواسب السطحية (حسب الحجم، والمصدر معدنى):

تمتد الشواطئ الرملية الحديثة فى شريط ساحلى ضيق ينحصر بين مستوى أدنى جزر وأعلى نقطة تصل لها مياه الأمواج والعواصف البحرية أثناء فصل الشتاء، وتتميز بقلة انحداره ورواسبه الرملية.

تتكون هذه الشواطئ داخل الخلجان التى تفصل بين الرؤوس البحرية، فالأمواج المتقدمة تضعف وتقل قدرتها على الحمل فتقوم بإرساب حمولتها من الرمال فى شكل شواطئ منبسطة تتراوح درجة انحدارها فى الغالب بين 2 –4 درجات، ويتراوح اتساعها بين 20–50 متراً، وربما يضيق لأقل من هذا كثيرا إذا ما أشرفت السلاسل الجيرية على البحر مباشرة، حيث تترك سهلاً ساحلياً ضيقاً قد لا يتعدى اتساعه بضعة امتار على طول القطاع الممتد من رأس علم الروم غرباً باتجاه مطروح، وتختفى الشواطئ الرملية فى بعض القطاعات التى تشرف فيها السلسلة الساحلية على البحر مباشرة بجروف شديدة الانحدار كما هو الحال على طول القطاع الغربى من رأس علم الروم، ويشيع فى مثل هذه الحالات تواجد الحصى والجلاميد والكتل الصخرية الساقطة الناتجة عن تراجع هذه الجروف مما أدى إلى إهمال تلك الموانئ الغارقة.

الحبيبات المكونة للسلسلة الساحلية	حبيبات كلسية غير منتظمة الشكل	بعض حفريات الفورامنيفرا والبقايا النباتية والعضوية

المصدر: من عمل الباحثة في معمل كلية العلوم – جامعة الأسكندرية بنسبة تكبير 1000 ميكرو.

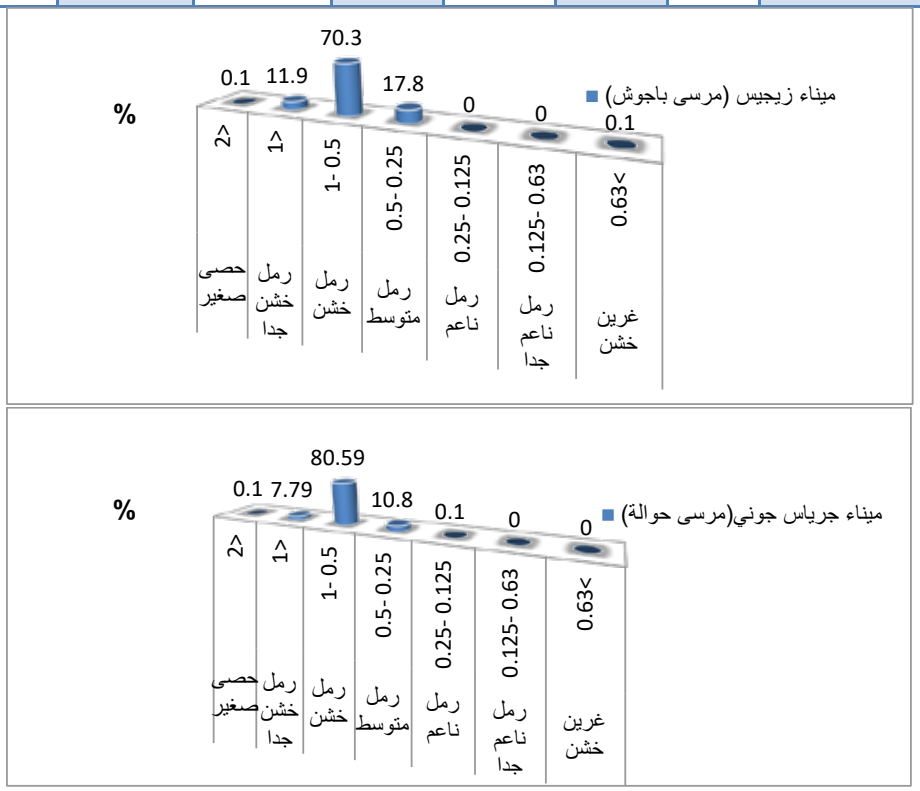
شكل (2–4) أشكال الحبيبات المختلفة فى بعض العينات من مواقع الموانئ الغارقة

وتتكون الشواطئ الرملية من رمال أوليتية مفككة ناصعة البياض، أرسبتها مياه الأمواج والتيارات البحرية، وتتكون من كربونات الكالسيوم التى يختلف شكل حبيباتها بين المستدير والبيضاوى و أخرى ليست ذات شكل منتظم، هذا إلى جانب حبيبات الكوارتز الزاوية أو المستديرة شكل (2–4)، علاوة على مفتتات الأصداف البحرية وحفريات الفورامنيفرا، كما تحتوى على نسب محدودة للغاية من الطين والسيلت لا تزيد عن 1% ويرتبط تواجدها بصورة رئيسة بمخارج الأودية الغارقة.

وتتفاوت أحجام الرمال الشاطئية بين الرمال الناعمة 0.125– 0.62مم والمتوسطة 0.5 – 0.25 م والرمال الخشنة 0.5–2 مم، ويوضح (جدول 2– 2) والأشكال التالية له توضح نتائج التحليل (الميكانيكي) الحجمي لست عينات أخذت على طول خط الشاطئ في مواقع الموانئ الغارقة بدايةً من مرسى باجوش وحتى رأس علم الروم بحيث تكون ممثلة لعدد من قطاعات خط الشاطئ.

جدول (2–2) التحليل الميكانيكي لعينات من الرواسب السطحية عند خط الشاطئ بمواقع الموانئ الغارقة

الموقع	حصى صغير	رمل خشن جدا	رمل خشن	رمل متوسط	رمل ناعم	رمل ناعم جدا	غرين خشن
	2>	1-2	0.5 -1	-0.5 0.25	0.125 -0.25	-0.125 0.63	0.63<
ميناء باجوش	0.1	11.9	70.3	17.8	0	0	0.1
ميناء جراس جونوا (الرميلة)	0.1	7.79	80.59	10.8	0.1	-	-



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على جدول (2–2)

شكل (2–5) تمثيل التحليل الحجمي لعينات الرواسب الشاطئية على خط الساحل فى مواقع الموانئ الغارقة

4 – الغطاء النباتى :

يتنوع الغطاء النباتي حسب نشاط السكان فى تلك المنطقة فبعض المناطق يربى فيها الحيوانات ويعتمد سكانها على الرعي الجائر، فضلاً عن وجود مساحات تظهر بها عدد من النباتات النادرة والتي تتعرض للتدخل البشري بإزالتها لتشييد القرى السياحية والمنشآت المختلفة.

ويتأثر النبات الطبيعى بالمنطقة تأثرا شديدا بأشكال السطح، حيث يختلف سمك التربة وتوافر موارد المياه باختلاف شكل السطح، لذلك فان نوع النبات فوق السلاسل التلالية يختلف عنه داخل المنخفضات والأودية **(مبارك، 1997)**. وفيما يلى دراسة للمجموعات النباتية فى منطقة الدراسة:

أ) **مجموعة نباتات السلاسل التلالية :**

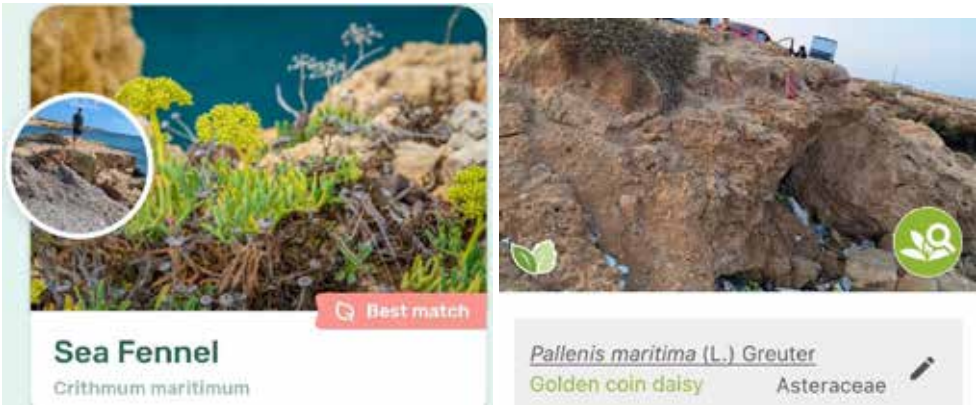
وتشغل السلاسل التلالية المكونة من الحجر الجيرى مساحة كبيرة من المنطقة غطاؤها النباتى فقير، إذ يشغل مساحة صغيرة لا تزيد عن 5% من مساحة هذه السلاسل، وأهم أنواع النبات الطبيعى فوق السلاسل المختلفة، والتى تمثل 40% من الغطاء النباتى فوق السلاسل، (Long, et al., 1955).

ومعظم هذه النباتات توجد فى داخل الشقوق والفواصل حيث تتوافر المياه وتتراكم التربة، ويعتبر نبات السليخ والعود أكثر النباتات السائدة فوق السلاسل وذلك خلال فصل الشتاء، حيث إنها نباتات حولية، بينما بقية فصول السنة يسودها نبات الينم حيث إنه نبات معمر، وتتميز نباتات السلاسل بأنها نباتات قزمية جذورها قصيرة لتناسب التربة الضحلة الموجودة فى داخل الشقوق، كما أن سيقانها أفقية ومنبطحة فوق سطح الأرض ولا يزيد ارتفاعها عن نصف متر **(مبارك،1997)** صورة (2-1).

الفصل الثاني الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال

صورة (2-1) نبات النثل فى الشقوق والفواصل بميناء جرياس جوني الرميلة الجانب الغربي (رأس علم الروم)



نبات شمر البحر (كريثموم ماريتيوم) | **نبات باليتيس ماريتيوما ذو الشكل النجمي**

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة، ناظراً صوب الشمال الغربي

تعرفت الباحثة على أنواع النبات عن طريق برنامج PlantNet Plant Identification version 3.16.2-5000124

صورة (2-2) النبات الطبيعي فى الشقوق والفواصل بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

ب) مجموعة نباتات السهول الرملية:

وتشغل السهول الرملية المنخفضات الداخلية أو المنحدرات، حيث تكون التربة عميقة وموارد المياه متوافرة والسهول الرملية فى داخل المنخفضات، يصلها مياه الجريان السطحى بالإضافة إلى تساقط الأمطار، وإن كانت كمية مياه الجريان السطحى أكبر من كمية الأمطار الساقطة، والتربة قد تكون رملية فى بعض الأجزاء تحملها الرياح وترسبها وتظهر كحبيبات خشنة، أو تكون فيضية فى بعض الأجزاء الأخرى حيث تأتى مع الأمطار المنحدرة من المنحدرات صورة (2-3).

وتتشابه خصائص هذه النباتات مع تلك التى تنو على المنحدرات والسلاسل (2-2)، إلا أنها تختلف عنها فى أنها تنتشر فى مناطق متعددة كما انها أكبر منها حجما وذات جذور عميقة ومنها نباتات معمرة مثل نبات المتان ونبات البهسنان، ومعظم نباتات السهول الرملية سواء فوق المنحدرات أو فوق المنخفضات جذورها سطحية وأكثر كثافة بجانب السطح وتمتد أفقيا لمسافات كبيرة وتتفرع حتى تستطيع امتصاص المياه والرطوبة النسبية من السنتيمترات القليلة السطحية للتربة **(مبارك،1997).**

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الشرقي

صورة (2-3) النبات الطبيعي فى السهول الرملية بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

ج) مجموعة نباتات الكثبان الرملية:

تتكون الكثبان الرملية من حبيبات ناصعة البياض تحتوى على نسبة عالية كربونات الكالسيوم قد تزيد عن 85% فى بعض الحالات صورة (2-4)، ويصل ارتفاع تلك الكثبان فى المتوسط الى بضعة امتار، وتنمو فوق سطحها أنواع معينة من النبات الطبيعى وغالبا ما تكون نباتات عشبية أو نجيلية. وأنواع النبات التى تنمو فوقها أو حول قواعدها قليلة جدا(**Ayyad, 1976**) وهى تلك الأنواع السابقة نادرا ما تنمو فوق الكثبان نفسها ولكنها غالبا توجد حول قواعدها، ولعل ذلك يرجع إلى أن جذورها سطحية قصيرة. وهذه النباتات عادة ما توجد على شاطئ البحر، حيث تصل الكثبان إلى حجم كبير نسبيا يسمح بانتشار الغطاء النباتى فوقها، وتظهر بجانب شاطِىء البحر ألياف على شكل كرات تتجمع بفعل الأمواج من الأجزاء السفلى لنبات ينمو فى ماء البحر وهو نبات كرات البحر() **Ayyad and Ammar, 1974.**

كثبان طولية موازية لخط الساحل

كثبان تلالية فوق رأس حوالة

نبات الأكاسيا ريدولينس

نبات كوبروسما أسيروزا

المصدر : الدراسة الميدانية أغسطس 2023 ناظرا صوب الشمال الشرقي

صورة (2- 4) مجموعة نباتات الكثبان الرملية بمرسى حوالة بميناء كالياس

تعرفت الباحثة على أنواع النبات عن طريق برنامج PlantNet Plant Identification version 3.16.2-5000124

د) مجموعة نباتات السبخات الملحية:

وتظهر السبخات الملحية فى داخل المنخفضات الساحلية والداخلية حيث يقع مستوى قاعدتها تحت كنتور 5 امتار صورة (2–5)، ويقل الغطاء النباتى فوقها فلا يزيد عن 2% اذ تنمو النباتات المحبة للملوحة Halaphytes نظراً لارتفاع نسبة الملوحة وزيادة المحتوى المائى، وتصبح التربة ملحية رطبة مشبعة بالمياه، ونجد أن السبخات القريبة من البحر تفيض عليها مياه خلال فصل الشتاء وتظل فوق الأجزاء الوسطى فى هذه السبخات لفترة طويلة وتتشبع التربة بها ثم يعمل التبخر السطحى على تركيز الاملاح فى الطبقات العليا، وفى فصل الصيف الجاف تظهر على السبخات قشرة بيضاء من الأملاح. ويتسبب ارتفاع الملوحة والقلوية فى تلف الخصائص الطبيعية للتربة، كما أن انتشار الحبيبات الفيضية الناعمة تسبب قلة مسامية التربة فيقل الغطاء النباتى فوق هذه السبخات، ويقتصر نمو النباتات على الأنواع التى لها القدرة على تحمل درجة الملوحة العالية، ومنها **(Abdel-Razik, 1976)** هذه النباتات تظهر فى بقعة صغيرة معزولة بمناطق عارية من الغطاء النباتى، ويعتبر نبات الهيشب ونبات الخريزة من أكثرها انتشاراً فى السبخات الشمالية، بينما يسود نبات العكرش فى السبخات الجنوبية البعيدة عن الساحل، وتتميز هذه النباتات بجذورها السطحية، حيث تكون الملوحة أقل فى التكوينات الرملية السطحية **(Ayyad, 1973).**

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الجنوب الغربي

صورة (2–5) نباتات السبخات الملحية بميناء كالياس (لرأس حوالة)

هـ) مجموعة نباتات بطون الأودية:

وتنبع معظم أودية التصريف من الهضبة الميوسينية الجنوبية وتغذيها العديد من الروافد والمسيلات، وتختلف كثافة الغطاء النباتى فى داخل الأودية تبعا لاختلاف عمق التربة السطحية ومصادر المياه ودرجة الانحدار، فعلى سبيل المثال نجد أن منحدرات جوانب هذه الأودية بالإضافة الى الروافد الشديدة الانحدار تكون خالية فى معظمها من التربة والمياه السطحية، ويكون الغطاء النباتى قليلا وبسيطا ويسود نبات المتان بالإضافة إلى عدد كبير من نباتات الصخور Chasmophytos (وهى كل نبات ينمو فى صدوع الصخر)، ويعتبر نبات المتان من أنواع النباتات الشوكية التى تنتمى الى الفصيلة الشفوية (الزعتر) وهو ينمو فوق التربة الضحلة والتربة العميقة على حد سواء، كما أنه واسع الانتشار لأن حيوانات المرعى لا تتغذى عليه **(Heneidy,S.Z,and L.MBidak,1998).**

ومن أهم النباتات السائدة فى داخل خطوط تصريف الأودية صورة (2-6)،(2-7) يسود الطافوا فى المجارى الرئيسة للأودية حيث يمثل ما بين 25 – 50% من الغطاء النباتى، بينما يسود العوسيج فى قيعان الروافد الصغيرة حيث التربة الناعمة، وهو من الأنواع الشوكية وجذوره أفقية ومتشابكة ويقطعه البدو لاستخدامه كوقود.

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الشرقي

صورة (2-6) نباتات الأودية بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لشاطئ الرميلة

نبات كاربوبروتوس إدوليس (هوتنتوت)	**نبات ليمونياستروم مونوبيتالوم**

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الشرقي

صورة (2-7) بعض أنواع نباتات الأودية بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

تعرفت الباحثة على أنواع النبات عن طريق برنامج PlantNet Plant Identification version 3.16.2-5000124

كما يظهر فى بعض أجزاء هذه الأودية وبخاصة عندما تكون التربة السطحية عميقة نوع شجرى واحد وهو نبات النبق (السدر)(**Heneidy, S.Z , 2002**)، وتتسم منطقة الدراسة بخصائص حيوية يلعب النبات الطبيعى بأنواعه وأحجامه المختلفة دوراً هاما فى تشكيلها في منطقة الساحل من خلال مساعدته للعمليات الجيوموفولوجية الأخرى فى إبراز العديد من الأشكال والملامح المورفولوجية الساحلية، كما يلعب النبات دوراً واضحاً فى تشكيل السبخات الساحلية من خلال تأثيره الواضح على ميكانيكية عمليات النحت والإرساب وتحديد مواضع الترسيب بجانب ما يضيفه من مواد عضوية لسطح السبخة مما يساعد على ارتفاعه بشكل متزايد، كما يساعد النبات على إظهار العديد من الملامح المورفولوجية على سطح السبخات مثل القنوات المدية والبرك الملحية والشطوط الطينية والخوانق الفصلية وغيرها (**محسوب، 1990**). راجع الفصل الثالث.

توجد أنواع متنوعة من النباتات البرية الطبية (الشيح – اللسلس – الزعتر) كما توجد بعض النباتات الخشبية (المثنان – العجرم)، وعدد من حشائش المراعي (النشاش – الطفوة) فضلاً عن بعض المحاصيل المزروعة والتي يتصدرها " التين – الزيتون – الشعير "، بالإضافة إلى 40 نوعاً ذات أهمية في الحفاظ على النظام البيئي.

ويضاف إلى ذلك مجموعة من الأشجار بعضها تكَّون نظاماً بيئياً مستقلاً خاصاً بها، وأخرى تعمل على حجز الرمال، وثالثة تعمل على ترسيب الرمال المحمولة مثل القطف، أو تثبيت الطبقة السطحية للتربة مثل الحنظل، ورابعة مقاومة لملوحة التربة مثل المليح.

الفصل الثاني **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة**

5- الطحالب :

وتلعب الطحالب دور مهم فى تشكيل بعض سواحل الجروف وخاصة فى المناطق المدارية، وخاصة تلك التى تتألف من صخور الحجر الجيرى. و قد أمكن تحديد مجموعة من الطحالب التى تسهم بدور هام فى تشكيل ساحل الجروف بالمنطقة، وطحالب الكوديسيا ذات اللون الأخضر صورة (2-8)، ومن أهم مظاهر النحت البيولوجى بالمنطقة مجموعة من الحفر والتجاويف الساحلية، ومدرجات النحت البيولوجى بأسطح الأرصفة الشاطئية، ومجموعة من الفجوات الجانبية الضحلة بقواعد بعض قطاعات الجروف الغاطسة **(خميس، 1999)**، كما تبين من الدراسة الميدانية للباحثة وجود الطحالب بجروف الجزر والأرصفة الغارقة كما هو الحال بالجرف في مرسى باجوش وجروف علم الروم، وكذلك وجدت الباحثة طحالب بحرية جافة على سلسلة الكثبان الرملية المطلة على البحر فى خليج حوالة الرملي شرق رأس حوالة صورة (2-9). ولا شك أن مثل هذه الطحالب تعد من أهم الأحياء البحرية تأثيراً فى تفتيت الصخور بالمناطق الساحلية **(محسوب، 1997)** .

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الغربي

صورة (2-8) الطحالب البحرية بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

المصدر :الدراسة الميدانية أغسطس2023، ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (2-9) الطحالب الجافة بميناء كالياي (كالياس) الجانب الشرقي لرأس حوالة

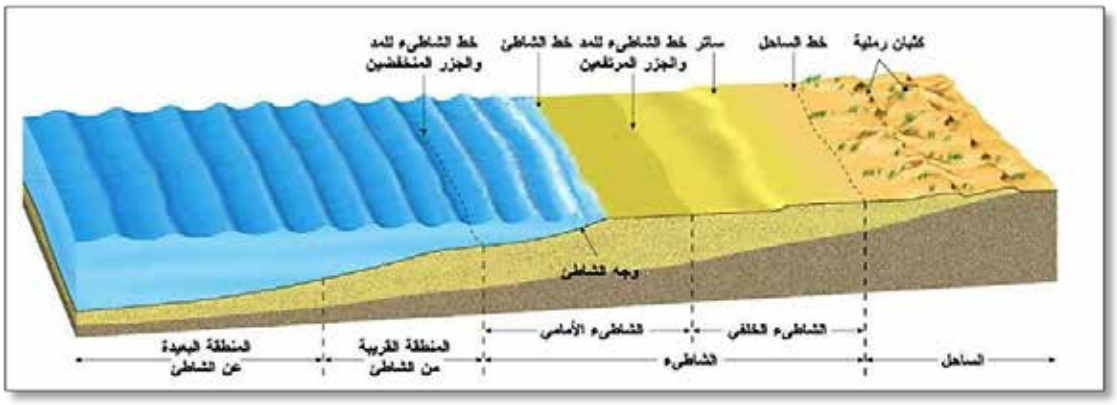
المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الغربي

صورة (2-10) الطحالب الجافة بميناء جرياس جوني الجانب الغربي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

ثانياً : طبيعة الصخور وطبيعة المسطح البحري المغمور :

تختلف طبيعة المسطح البحري تبعا لاختلاف المنطقة الشاطئية وتتألف المنطقة الشاطئية من مجموعة أقسام شكل (2-6).

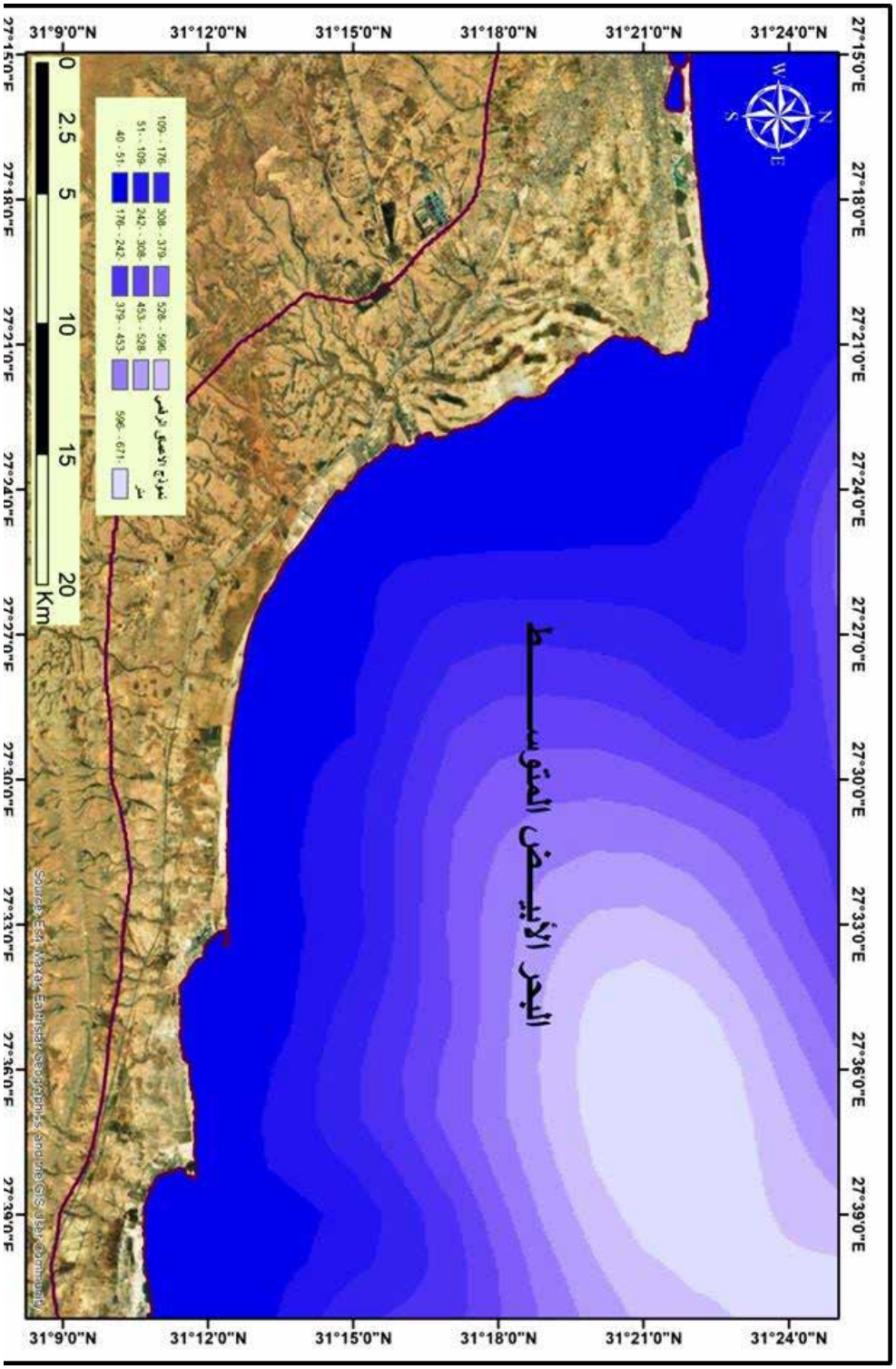
الفصل الثاني **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة**



المصدر: Tarbuck, Lutgens,1984

شكل (2-6) أقسام المنطقة الشاطئية

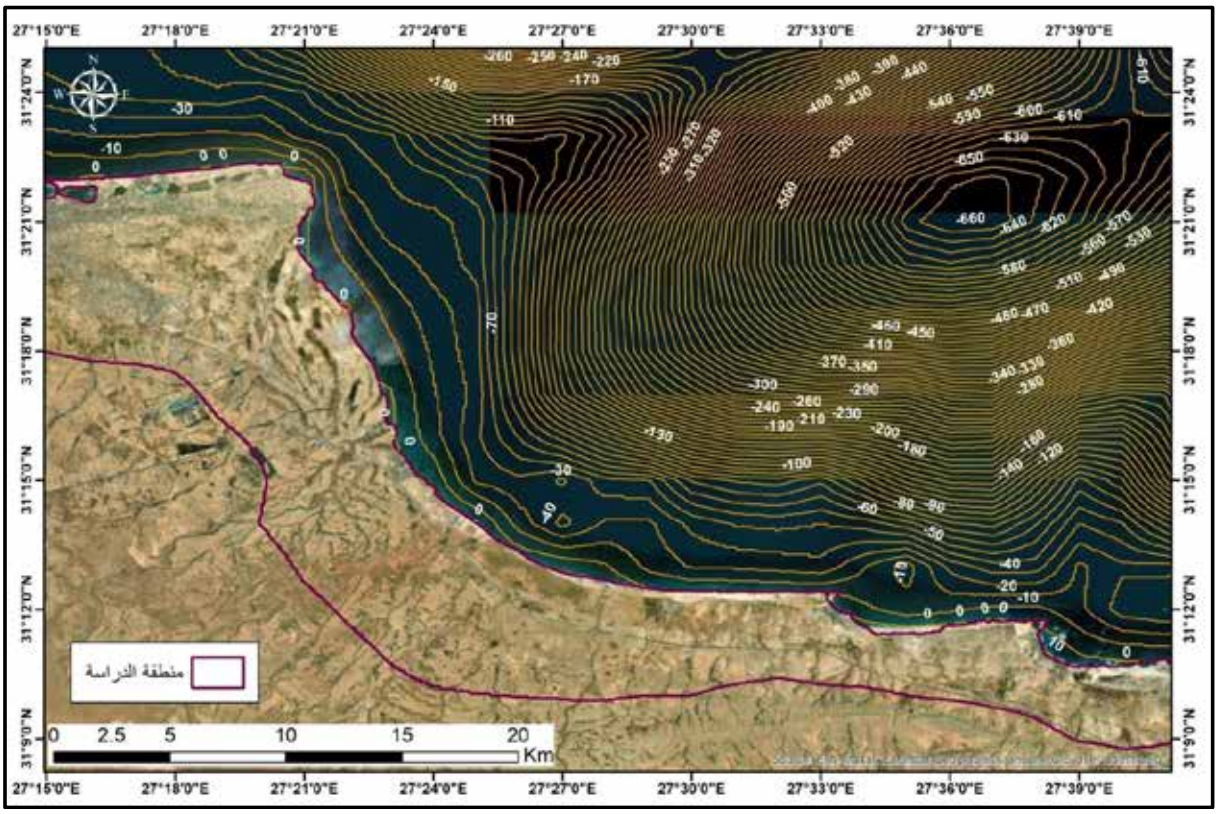
وتتشابه بعض الظواهر التضاريسية فوق قاع البحار والمحيطات مع تلك التي تتمثل فوق أجزاء اليابس من حيث النشأة أو من حيث الشكل العام، إلا أن الظواهر التضاريسية فوق قاع البحار تعد أعظم حجما وامتدادا إذا ما قورنت بتلك على اليابس، وتتعرض دائما لفعل الإرساب وكثيرا ما تتغطى برواسب عظيمة السمك وتنغمر تحتها. كما قد يتعرض قاع البحار لحركات تكتونية عظمى تعمل على تشكيل بعض الظواهر التضاريسية العظمى فوق القاع. **(أبوالعينين، 1976)** ويتأثر المسطح البحري بمجموعة من العوامل التي تؤثر فى تشكيله كما تعمل على تغيير شكل خط الساحل، وتباين تعرجه مما يساعد على تغير خريطة الأعماق تبعا لتغير عمق المنطقة الشاطئية الأمامية والقريبة من الشاطئ شكل (2-7)، والخريطة الكنتورية للأعماق شكل (2-8)، فيتضح أن خطوط الأعماق في منطقة الدراسة تتقارب فى الجزء الغربي خاصة عند مواضع الجروف البحرية، وتتباعد فى الجزء الشرقي حيث الخلجان البحرية، وذلك دليل على ضحالة المياه بالاتجاه شرقاً، وربما يعود ذلك لتناقص سرعة التيار بالاتجاه شرقاً، حيث أوضحت الدراسات إن سرعة التيار تبلغ 80 سم/ث بمنطقة مطروح عامة (محسوب، 1996). ويميل التيار إلى الإرساب فى الأجزاء الشرقية، على العكس يميل إلى النحت فى القسم الغربي، وستناول تلك العوامل تبعا لقوة تأثيرها على المسطح البحري.



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج COPERNICUS بدقة 15 متر برنامج **Arc GIS 10.8**

شكل (2-7) نموذج للأعماق بمنطقة الدراسة DEM

الفصل الثاني الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة

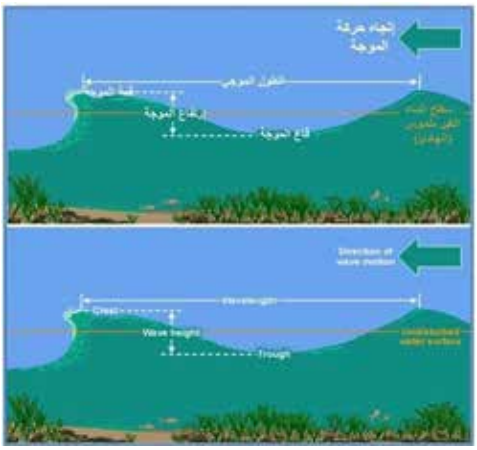


المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج COPERNICUS بدقة 15 متر برنامج **Arc GIS 10.8**

شكل (2-8) خطوط الأعماق في منطقة الدراسة

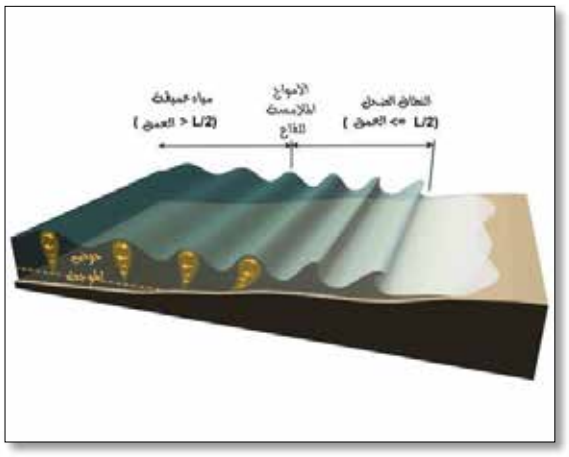
1 – الأمواج :

تنشأ الأمواج عادة من هبوب الرياح والعواصف فمعظم الأمواج ناتجة من تأثير احتكاك الرياح بسطح المياه غير أن الأمواج قد تنشأ بتأثير حركات المد والجزر، كما تنشأ من تأثير الزلازل والثوران البركاني في قاع المحيط. ولكل موجة ارتفاع يقاس من قاعها Trough إلى قمتها Crest (ولها طول Length يعبر عنه بالمسافة بين قمتها وقمة الموجة التالية لها). أما مدة الموجة Wave Period فيقصد بها الفترة الزمنية بين لحظتي مرور قمتين متتاليتين، تعد الرياح الشمالية والشمالية الغربية بصفة عامة هى المسئولة عن نشأة الغالبية العظمى من الأمواج التى تصل الساحل الشمالى لمصر (**Tetra-Tech, 1989**)، شكل (2-9)، (2-10).



المصدر : Lutgens,1984, Tarbuck

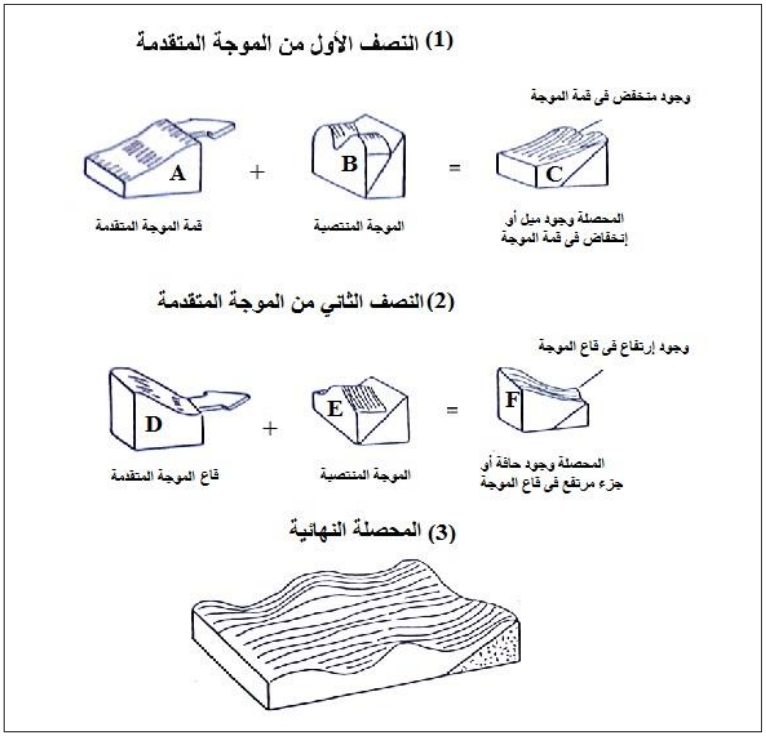
شكل (2 -9) اتجاه حركة الموجة ومكونات الموجة



شكل (2-10) علاقة الموجة بعمق القاع وتكون الرواسب والضروس والسنن الرملية

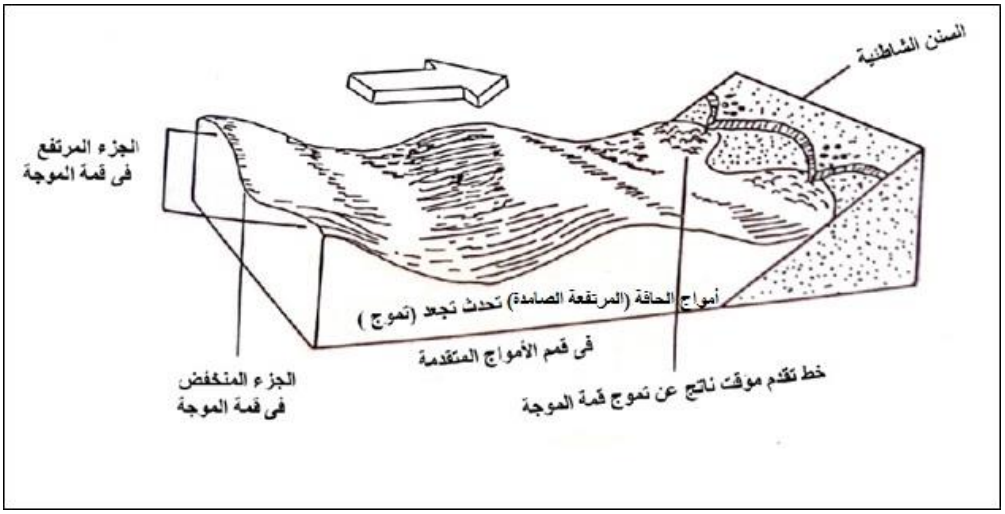
وتتأثر الموجة الرئيسة بنوع من الموجات الثأنوية يعرف بأمواج الحافة Edge Waves أو الأمواج المرتفعة الصامدة Standing Waves شكل (2–11 أ)،(2–11 ب)، وهى أمواج ثأنوية تكون عمودية على الموجة الرئيسة كما أنها لا تتقدم فهى ثابتة فى مكانها، وتقتصر حركتها على التحرك لأعلى وأسفل مكونة عدد من القمم والقيعان كما بالشكل (2–12)، ولهذا يصعب التعرف عليها ميدانياً لأنها من النوع المتراكب Superimposed على الموجة الرئيسة **(Pethic,J.,1984)**. وعندما تتحرك الأمواج الرئيسة نحو الشاطئ تتحد مع الأمواج الصامدة مكونتين معاً مجموعة من التموجات المرتفعة والمنخفضة High and Low Undulating ويكون التباعد بينها متساوياً على طول خط الشاطئ شكل (2–9)، وهو ما يؤدى إلى ظهور السنن الرملية على أبعاد متساوية وبأحجام متقاربة.

الفصل الثاني الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة



المصدر :Pethick,J.,1986,p.40 "

(شكل2-11 أ) نشأة الأمواج الصامدة "أمواج الحافة"

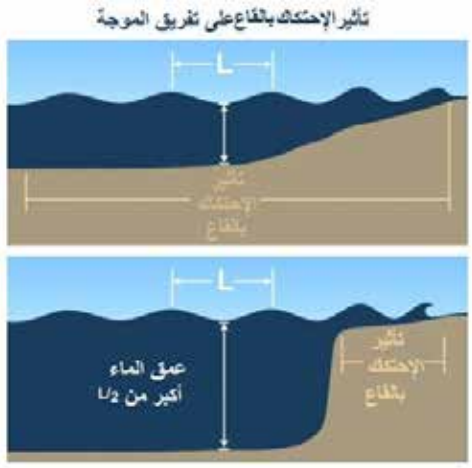


المصدر : "Pethick,J.,1986"

(شكل 2-11 ب) العلاقة بين الأمواج الصامدة والسنن الرملية وانعكاس التباعد بين قمة الموجة وقاعها على انتظام التباعد بين القرون.

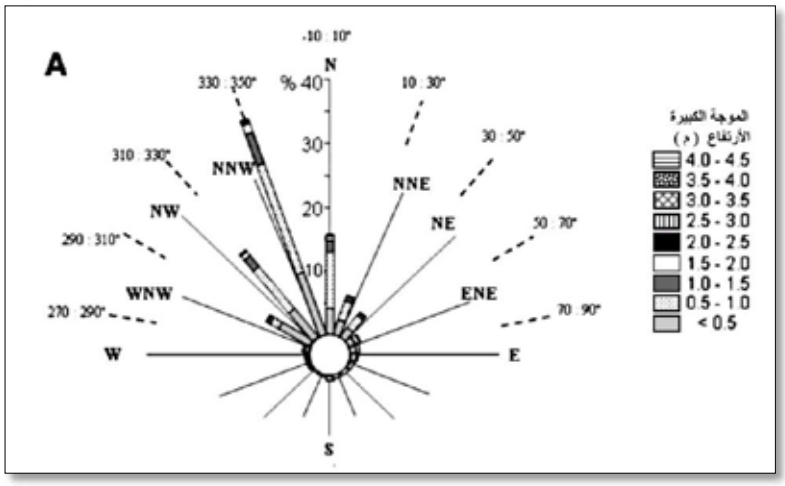
سمات الأمواج وأنواعها فى منطقة الدراسة

تشـير نتـائج الشـكل (2-13 أ)، (2-13 ب) إلـى سيادة الأمواج الشمالية والشمالية الغربية بنسب تصل نحو 75% فى المتوسط من جملة المشاهدات وذلك عند كل من ساحل علم الروم والساحل الغربى لرأس الحكمـة، ويتـراوح ارتفـاع الأمـواج بـين 120-150 سنتيمتراً. أما معدل تكرار الأمواج فيزداد كثيرا أمام الشواطئ الصخرية والجروف البحرية عنه فى حالة الشواطئ الرملية المنبسطة، فقد سجل القطاع الواقع غربي رأس الحكمة ورأس أبو جراب أعلى معدلات تكرار بلغت 34-37 موجة فى الدقيقة على التوالي، بمعدل تواتر 0.57- 0.6 موجة/ثانية على التوالى. فى المقابل سجلت معدلات أقل نسبيًا على الشواطئ الرملية فى عدة قطاعات متباينة شمالى الجفيرة وفوكة والجراولة بلغت 21-24-29 موجة فى الدقيقة على التوالي، أى بمعدل تواتر 0.35-0.4-0.48 موجة/ثانية على التوالي(**Frihy, 2009**) .



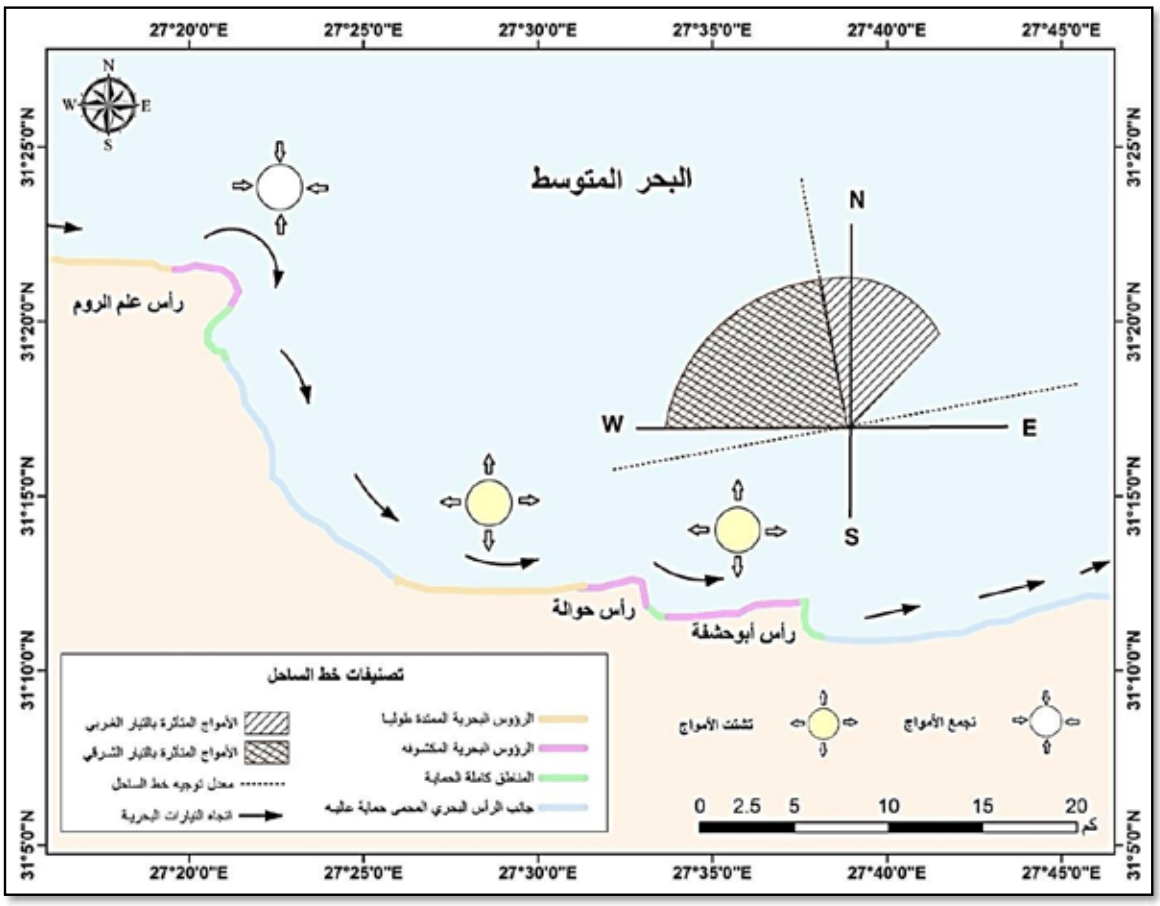
المصدر : "Pethick,J.,1986"

شكل (2-12) تأثير أحتكاك الأمواج بالقاع على شكل الموجة وتكون القمم والقيعان



المصدر :(Frihy, 2009)

شكل (2- 13) ارتفاع الأمواج المتأثرة بالتيارت الشرقية والغربية



المصدر: (Frihy, 2009)

شكل (2-14) تصنيف الشواطئ حسب توجيه الأمواج وتأثرها بالتيارت الغربية

تصنف الأمواج البحرية بمنطقة الدراسة إلى نوعين رئيسيين هما:

أ. الأمواج المتهادية (البنائة) Swell Waves

ينشأ هذا النوع من الأمواج عندما تهدأ الرياح أو حيث تنتقل الأمواج إلى خارج منطقة نفوذ الرياح المولدة لها، وهى فى العادة أكثر انتظاما فى شكلها وتتميز بكبر طولها الموجى مع قلة ارتفاعها، و بالتالى فهى أقل أنواع الأمواج انحداراً نظراً لأنها لم تتعرض بعد للتكسر، ويرتبط بهذا النوع من الأمواج ما يسمى **بالأمواج المتدفقة** التي تنتج عن رياح تتميز بقصر فترة هبوبها خاصة عندما تهب فى اتجاه حركة الموجة وتبدو مقدمتها مغطاه برغاوي البحر والفقاعات المائية بسبب اضطرابها وهي تفقد قوتها تدريجيا فتتقدم نحو الشاطئ وتقوم بعملية الإرساب عندما

تنسكب مقدمتها كفراشة رغوية متسعة (**محسوب، راضي، 1989م**)، وتظهر تلك الأمواج في شرق رأس حوالة كما هو موضح بالشكل (2- 13 ب).

ب. الأمواج المتكسرة (الهدامة)Breaking Waves

توصف الأمواج بعد تعرضها للتكسر على أنها أمواج متكسرة، ينحدر فيها قمة ووجه الموجة بشكلٍ أو بأخر، وحيث يختلف شكل هذا الجزء المنحدر من الموجة فيختلف مسمى الموجة، وعادة ما تتكسر الأمواج عندما تفوق سرعة ذرات الماء عند قمتها سرعة الموجة نفسها شكل (2-14)، وتتباين الأمواج المتكسرة على الشاطئ تبعا للعوامل التي أدت لتكسرها مثل انحدار الشاطئ وعمق الماء أمامه وقوة واتجاه الرياح، وتظهر بداية من غرب رأس حوالة على طول منطقة الدراسة.

وينسدل تحت نوع الأمواج المتكسرة ما يعرف **بالأمواج المندفعة (المتقدمة):** تتسم تلك الأمواج باندفاعها نحو شاطئ شديد الانحدار ولذلك فهي تتميز بقلة الرغوة والفقاقيع، وتقترب في شكلها إلى الموجة الاهتزازية التي تتحرك حركة رأسية لأعلى وأسفل أمام شاطئ شديد الانحدار، تتميز مياهه بالعمق الكبير نسبياً. وتظهر هذه الأمواج بمناطق الجروف البحرية عند كلٍّ من تومبولو مرسى باجوش ورأس أبوحشفة ورأس علم الروم.

2 – التيارات البحرية :

يقتصر دور التيارات البحرية على نقل الرواسب والحطام الصخري بعيدا عن قواعد الجروف البحرية مما يعزز من دور الأمواج كعامل نحت في المراحل التالية، ويعد التيار الساحلي المتجه

(جدول2-3) تقدير سرعة التيارات الشاطئية فى منطقة الدراسة

القطاع	انحدار الشاطئ بالدرجات	زاوية ميل الموجة بالدرجات	سرعة التيار سم/ث	ملاحظات
شرق حوله	9°	24°	8.84	شاطئ رملى
الجراولة	2°	25°	2.018	شاطئ رملى

علم الروم	82˚	24˚	238.06	جروف بحرية

المصدر: (مصطفى، 2019)

من الغرب صوب الشرق في اتجاه الرياح السائدة هو المسئول عن نقل الرواسب الناعمة داخل نطاق المياه العميقة، ولولا الضعف النسبي لسرعة هذا التيار وعمله بعيدا عن قواعد الجروف البحرية لكان دوره عظيما في تفعيل عمل الأمواج كعامل نحت (بلغ متوسط سرعته بالمنطقة 50 سم/ثانية) شكل(2-2).

وبالإضافة إلى هذه النوعية من التيارات البحرية فهناك تيارات أخرى ثأنوية بإقليم الساحل الشمالي الغربي لا تتفق فى اتجاهها مع التيارات السابقة يتجه بعضها في اتجاه شرقي/جنوبي شرقي بسرعة تتراوح بين 0.25 – 0.75 م/ثانية، وبعضها في اتجاه جنوبي /جنوبي شرقي بسرعة تتراوح بين 0.25 – 0.75 م/ثانية **(Egyptian Naval Forces, Final Report, 2002)** وهناك كذلك التيارات البحرية الموازية لخط الساحل قرب قواعد الجروف البحرية وتنشأ بسبب حركة الأمواج فعندما يكون اتجاه الموجة مائلا فإنه ينتج عنها حركتين الأولى مندفعة صوب قواعد الجروف Swash والثانية مرتدة صوب مياه البحر Back Wash، ومحصلة الحركتين هي نشأة تيار دفع على طول خط الساحل Long Shore Drift يعمل على نقل الرواسب بالتدريج على طول امتداده. وتعتقد الباحثة أن لهذه التيارات الدور الأكثر أهمية في نقل الحطام الصخري والكتل الصخرية الكبيرة التي سقطت حديثا من أمام قواعد الجروف البحرية، وذلك في الفترة من (1998 – 2005) ومن ثم تفعيل عمل الأمواج البحرية كعامل نحت لساحل المنطقة خاصة مع ضيق الرصيف الشاطئي من جهة، وشدة انحداره في بعض القطاعات من جهة ثانية وقوة الأمواج البحرية الشتوية من جهة ثالثة، وبقياس سرعة حركة المياه المندفعة تجاه قواعد جروف المنطقة بداية من تكسر الأمواج بسطح الرصيف الشاطئ فوجد أنها تبلغ في المتوسط نحو 20 م/ث، أما الحركة الرجعية للمياه بداية من اصطدامها بقاعدة الجرف البحري فقد بلغت أيضا سرعتها 20 م /ث. (خميس، 1995-2012).

كما قام معهد أبحاث الشواطئ CRI (Coastal Research Institute) برصد سرعات التيارات السطحية فى منطقة الشاطئ الخارجى فى الفترة من عام 1978 حتى عام1982 فى عدة مواقع بطول الساحل الشمالى لمصر، ويتضح من هذه الدراسة أنه نادراً ما تزيد سرعة التيار عن 30سم /ثانية على معظم الساحل الشمالى لمصر، وتصل سرعة التيارات فى خليج العرب نحو 25 سم/ث **(Ibid,1984)**.

كما يتسبب انحراف الأمواج قرب خط الشاطئ إلى نشأة تيارات شاطئيه Littoral Currents ، تصل سرعتها نحو عدة عشرات من السنتيمترات فى الثانية الواحدة، وتزيد فى حالة العواصف القوية لأكثر من متر/ث، ويُعد هذا النوع من التيارات مسئولا بصورة مباشرة عن نقل كميات كبيرة من الرواسب على طول خط الشاطئ، ويوضح شكل (2 – 15) التغيرات التي تحدث على مدى الزمن لسواحل ذات تكوين غير منتظم بتأثير قوة الأمواج التي تأثر على الصخور بعملية التجوية وعوامل التعرية مشكلة مجموعة من الظواهر وذلك تطبيقا على موقع ميناء زيجيس وجرياس جوني، ولقد قام **(El Fishawi,N.M.,1994)** بحساب سرعتها على طول الساحل بين فوكة ومرسى مطروح، فوجد أنها تتراوح بين 11–15 سم/ث (شكل2–2).

وتختلف سرعتها من فصل لأخر حيث تتراوح بين 9.26–113.5 سم /ث فى فصل الصيف، وتقل فى فصل الخريف لتصل نحو 4.46 سم/ث، ثم سرعان ما تعود مرة أخرى للتزايد فى فصل الشتاء لتصل نحو 23.14 سم/ث بسبب العواصف الشديدة التى تهب على الساحل خلال هذا الفصل، ثم تهبط مرة أخرى خلال فصل الربيع لتصل نحو 8.4 سم/ث.

وقد أمكن تتبع اتجاه حركة هذه التيارات من خلال حركة الرواسب فى المنطقة الشاطئية من خلال الصور الفضائية (1). كما يمكن نظرياً تقدير سرعة التيارات الشاطئية باستخدام معادلة Galvin – Eagleson (2)، وقد تراوحت سرعة التيارات الشاطئية فى منطقة الدراسة وفقاً لهذه المعادلة بين 1.42–397.6 سم/ث (جدول 2–3). ويلاحظ من بيانات الجدول أن سرعة التيارات الشاطئية تزداد أمام السواحل الصخرية شديدة الانحدار كما هو الحال عند رأس علم الروم.

---

(1) تم تحديد اتجاه التيارات المائية فى المنطقة الشاطئية اعتمادا على Band1 من صورة القمر الصناعى Landsat من نوع TM، بقوة ايضاح 30×30 متر لعام 1986.

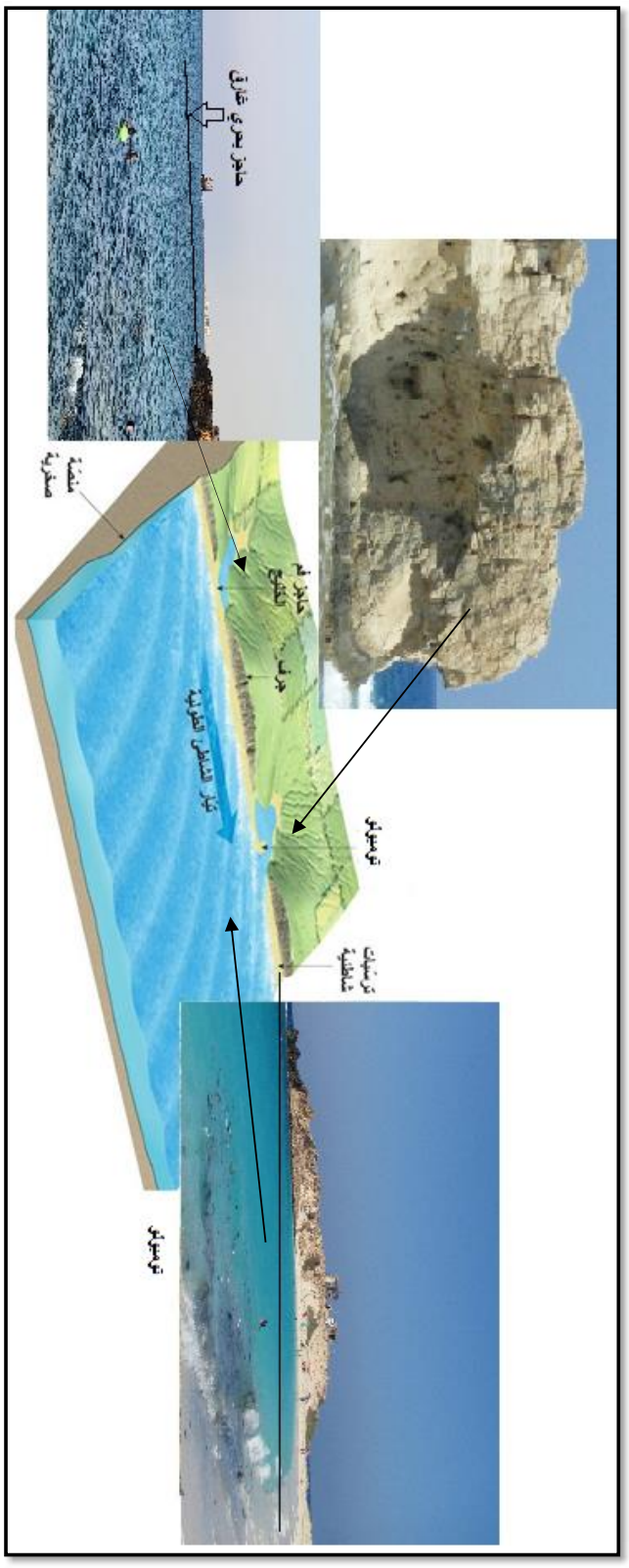
*عمل الباحثة باتباع نفس الخطوات في حساب سرعة التيارات.

(2) تحسب سرعة التيارات الشاطئية وفقا للعلاقة التالية: $V = Kg\ T \tan B \sin 2Xb$

حيث أن :-

V=سرعة التيار الشاطئ (متر/ثانية) ،K=معامل تتراوح قيمته بين 0.6-1.1، g =عجلة الجاذبية، T=فترة الموجة، B=انحدار الشاطئ، Xb=زاوية التكسر (Tetra-Tech, 1984, p. 3-52.).

الفصل الثاني الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة



شكل (2 – 15) التغيرات التي تحدث على مدى الزمن لسواحل ذات تكوين غير منتظم بتأثير قوة الأمواج التي تؤثر على الصخور بعمليتي التجوية والتعرية و مشكلة مجموعة من الظواهر وذلك تطبيقا على أحدى مواقع الموانئ الغارقة (ميناء زيجيس وجرياس جونى) (تاربوك، 2014)، الدراسة الميدانية

3 – المد والجزر :

يندرج البحر المتوسط ضمن البحار صغيرة المد <2 متر وذلك حسب تقسيم **(Davis,1964)**، **(Viles, Spencer, T., 1995)**. ويحدث المد والجزر بواقع مرتين يومياً حيث يتم القمر حركته الظاهرية حول الأرض كل 24 ساعة، ورغم اختلاف قدر الارتفاع والانخفاض الذى يحدث لسطح المياه، إلا أن الفارق المدى عادةً صغير 30سم فى المتوسط **(محمد صبرى، 1984)**، شأنه فى ذلك شأن معظم قطاعات ساحل مصر المطلة على البحر المتوسط.

يتميز الساحل الشمالي الغربي بالانخفاض الشديد لمدى المد Tidal Range والذي يقصد به مقدار الفارق الرأسي في منسوب المياه عند ارتفاعه أثناء المد وانخفاضه وقت الجزر، وقد أشارت بيانات المد والجزر بالمنطقة عام 2000م إلى أن متوسط الماء العالي للمد الكبير Mean High Water Spring قد بلغ 0.26 سم، في حين بلغ متوسط الماء العالي للمد الصغير Mean High Water Neap 0.18 سم أما متوسط الماء المنخفض للمد الكبير Mean Low Water Spring فقد بلغ 0,06 سم، أما متوسط الماء المنخفض للمد الصغير Mean Low Water Neap فقد بلغ صفر (Egyptian Naval Forces, Final Report, 2002) وبصفة عامة فإنه على الرغم من الانخفاض الشديد لمدى المد بالمنطقة (أقل من نصف متر) فإن تكرارية حدوثه يعزز من قدرته على إذابة الصخور الجيرية فى صورة فجوات إذابة بقواعد الجروف البحرية (تقويض سفلي)، كما يعزز من قدرة نحت الأمواج لساحل المنطقة خاصة ما إذا حدث تطابق بين مياه المد العالي وأمواج العواصف الشتوية **(خميس،2012)**.

4 – المواد المشكلة للقاع :

يمكن تصنيف الرواسب المشكلة للقاع إلى ثلاثة أنواع وذلك على حسب أصل نشأتها وتمثل الصورة (2–11أ)، (2–11 ب) مجموعة من الصور للرواسب المختلفة المشكلة لقاع الموانئ الغارقة وتلك الصور تمثل الثلاثة مواقع التي تم دراستها بعد عناء شديد : فقد قامت الباحثة فى الفترة من(2014 –2023) بالعديد من الزيارات الميدانية وقد تعرف خلالها على أشكال مختلفة من رواسب القاع عند موقع كل ميناء وتنقسم أنواع الرواسب إلى :

رسوبيات اليابسة (أصلها من اليابسة)، ورسوبيات حيوية (أصلها من كائن حي بحري أو نبات)، بالإضافة إلى الرسوبيات مائية (أصلها من الماء).

الفصل الثاني الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة

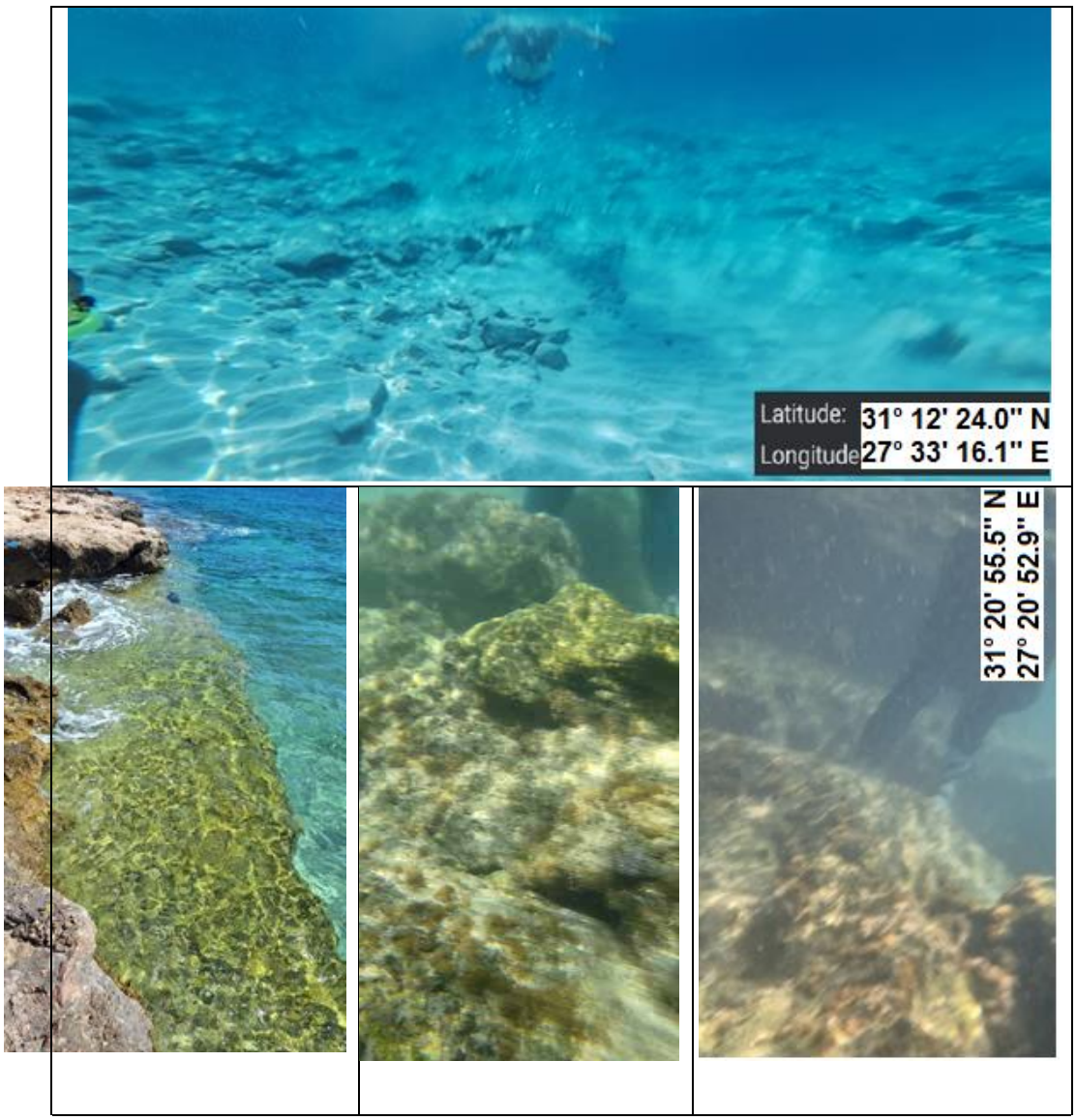
وعلى الرغم من أننا سنتناول كلّ منها على حدة يجب ملاحظة أن رسوبيات قاع البحر هي خليط من التكوينات السابق ذكرها ولا يوجد جزء رسوبي بها يرجع أصل تكونه إلى أي من هذه التقسيمات على انفراد.

فمثلا رسوبيات اليابسة: هي حبيبات معدنية نتاج لعمليتي التجوية والتعرية على اليابسة وقد تم نقلها إلى البحر أو قد تغير مستوى سطح البحر وغمر أجزاء كبيرة من اليابسة بما تحتويه من رواسب كما هو موضح بالشكل التالي.

أما الرسوبيات الحيوية فتتكون من أصل بقايا أحياء بحرية أو نباتية وغالبا ما تتكون هذه الرسوبيات بتراكم بقايا أحياء مجهرية تعيش بالمياه المشمسة القريبة من سطح المحيط وتتراكم بقاياها على سطح البحر.

تتكون الرسوبيات المائية من معادن يتم تبلرها من ماء البخر مباشرة بواسطة عدة طرق كيميائية. ومثال لذلك بعض صخور الحجر الجيري. فبالرغم من أن معظم هذه الصخور من أصل حيوي إلا أن بعضها يتكون بالترسيب المباشر لمعدن الكلسيت.

صورة (2– 11أ) أشكال الرواسب المختلفة المشكلة لقاع الموانئ الغارقة فى الفترة من(2016 –2023)



المصدر: دراسة ميدانية، تصوير الباحثة

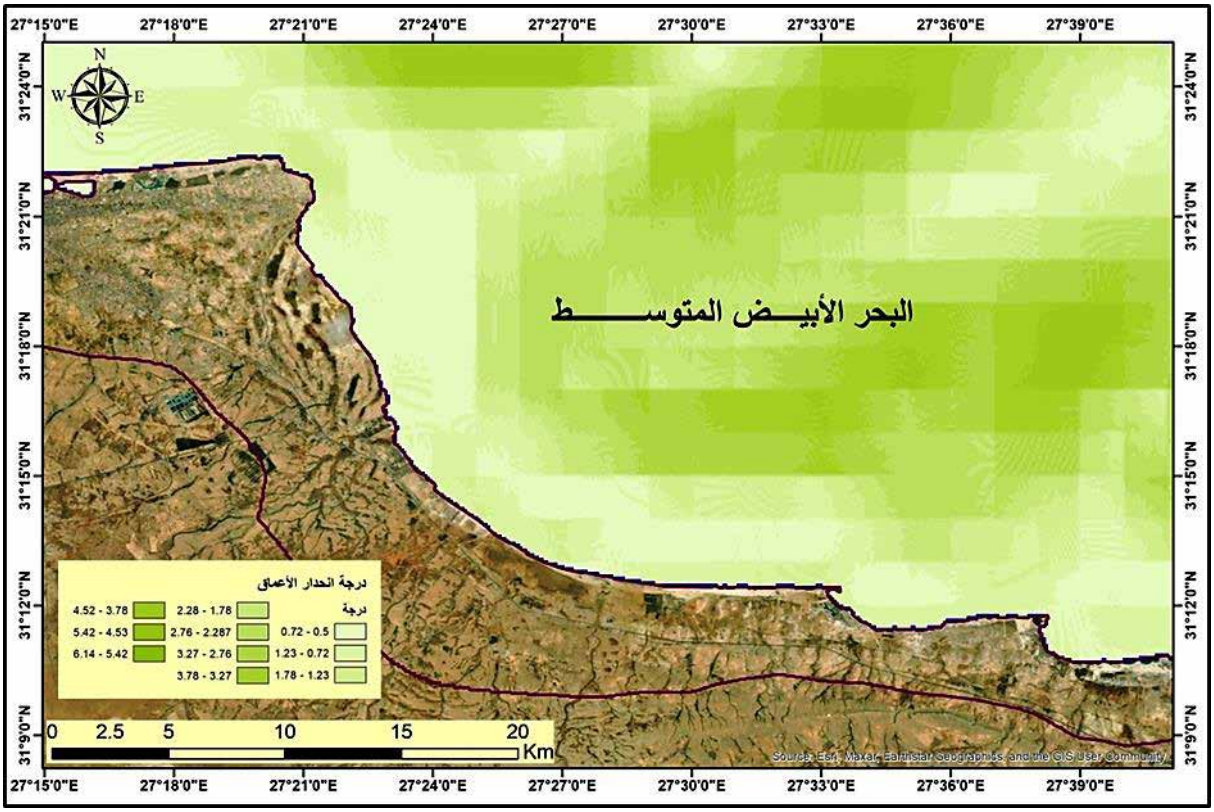
صورة (2-11 ب) أشكال الرواسب المختلفة المشكلة لقاع الموانئ الغارقة فى الفترة من(2016 -2023)

5- طبيعة انحدار القاع :

تختلف درجات انحدار القاع حسب نوع رواسب القاع التي سبق وتعرفنا عليها ويوضح الشكل (2-16) تفاوت درجات الانحدار حسب اختلاف نوع الرواسب ففي حالة الإرسابات الرملية يقل معدل الانحدار وتظهر التموجات الرملية وذلك في مناطق هدوء الأمواج وتزداد تلك الإرسابات في تلك المواقع مؤدية لوجود حواجز رملية تعيق عملية الملاحة في تلك المناطق، يتبين من تحليل خريطة الانحدار الاختلاف الشديد بالانحدار العام لمنطقة الدراسة حيث نجد إن الانحدار فى الجزء الشرقي لمينائين في منطقة الدراسة وهما على الترتيب ميناء زيجيس (مرسى باجوش)، وميناء كالياس (مرسى

الفصل الثاني **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة**

حوالة) يتصف بقلة الانحدار بينما يزداد الانحدار بالاتجاه غرب الرؤوس المقابلة لتلك الموانئ على العكس فى ميناء جرياس جوني (ميناء الرميلة) فالجانب الشرقي للميناء أشد انحدارا من الجانب الغربي.



المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج COPERNICUS بدقة 15 متر برنامج Arc GIS 10.8

شكل (2-16) درجات الانحدار العامة للقاع بمنطقة الدراسة

ثالثاً: العمليات والعوامل الجيومورفولوجية المشكلة لمنطقة الدراسة :

تتأثر منطقة الدراسة بمجموعة من العوامل والعمليات التى تعمل على تغير شكل المنطقة بصورة مستمرة حيث تعتبر بعض النوعيات من المعادن المكونة للصخور مصدر من مصادر الأملاح، ومن أمثلة ذلك الحجر الجيري المكون الأساسى وبشكل واسع في منطقة الدراسة، حيث يتكون الحجر الجيري أساساً من معدن الكالسيت أو الدولوميت وهذه المعادن من الناحية الكيميائية ما هي إلا مركبات ملحية عبارة عن كربونات الكالسيوم $CaCo_3$ أو كربونات الكالسيوم والماغنسيوم Ca, Mg $(Co_3)_2$ قليلة الذوبان في الماء.

إلا أن هذه المعادن تتحول إلى مركبات ملحية ذات قابلية عالية للذوبان عند اتصالها بالمحاليل النشطة كيميائياً مثل الأحماض الذائبة في مياه المطر، أو المحاليل المائية الأرضية المحتوية على

الإيونات الملحية المهاجمة مؤدية إلى تجوية الأسطح الصخرية والبنية الداخلية للتركيب الصخري في المستقبل **(البنا، 1990).**

بالإضافة لعوامل التعرية البحرية التى تأثر بشكل قوى على منطقة الدراسة وسنتعرف على تلك العوامل والعمليات بشتى صوراها فى هذا الجزء.

1- عمليات التجوية :

التجوية عبارة عن تأثير الجو فى حالة سكون الرياح على تفكك وتحلل الصخر فى مكانه دون حركة، أو بمعنى آخر تفكك الصخر أو تغيره قرب سطح الأرض وتكوين معادن مختلفة فى خصائصها عن المعادن السابقة وهى تنقسم إلى مجموعتين هما التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية.

أ - عمليات التجوية الميكانيكية (الفيزيائية): Mechanical (natural) Weathering

تفكك الصخر فى مكانه وتفتته لجزيئات صغيرة دون تغير مكوناته المعدنية , فالتجوية الطبيعية هى سحق قطع من الصخر وجرشها فى موضعها بدون حركة صورة (2-12).

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023م ناظرا صوب الشمال

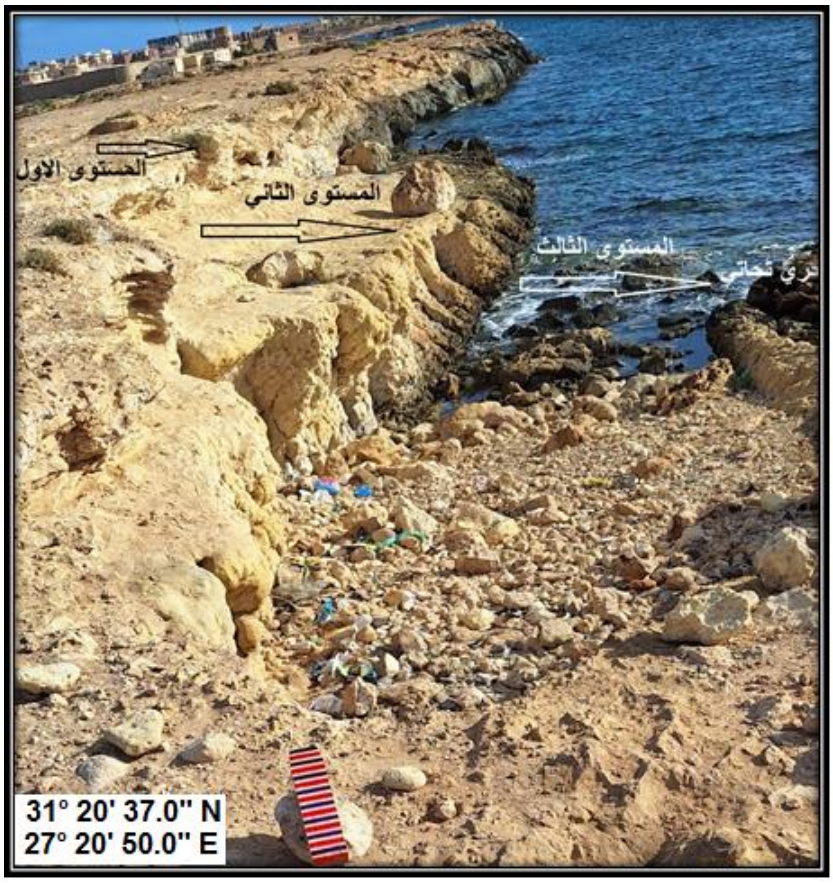
صورة (2-12) التجوية الميكانيكية المؤثرة على ميناء جرياس جوني (الرميلة)

ب – التجوية الكيميائية :Chemical Weathering Processes

هى عبارة عن تفاعل أو تأثر مكونات الصخر المعدنية ببخار الماء أو الماء أو العناصر الجوية , فتتحول مكونات الصخر أو بعض مكوناته لتراكيب جديده مختلفه عن الماده الأساسية فى موضع الصخر دون حركة، وتوضح الصورة (2–12) مدى التدرج اللوني للحجر الجيري من لونه الوردي إلى (البني الفاتح ثم البني الغامق ثم اللون الأسود، نتيجة التفاعل الكيميائي بين الصخر الأصلى وماء الأمطار والهواء ورذاذ البحر وماء البحر نفسه وسأوضح أشكال التفعلات الكيميائية المختلفة بشيء من التفصل بالفصل الثالث.

2 – حركة المواد على المنحدرات :

تؤدى عمليات التجوية إلى توفير مفتتات صخرية بأحجام مختلفة فوق السفح، والتى بدورها تكون جاهزة للانتقال.وسواء كانت هذه المفتتات متحركة بالنقل أو ثابتة فى موضعها فوق السطح، فإنها فى كلتا الحالتين تعتمد على التوازن النسبى بين القوة المؤدية للحركة والمقاومة (قوة رد الفعل) التى تتجه لمنع الحركة باتجاه أقدام السفح. **(محسوب، 2001)**. تم تصنيف المنحدرات بمنطقة الدراسة وفقا لدرجة انحدارها وتقوس سطوحها، سوف نتناول أشكالها فى الفصل الثالث.



المصدر : الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظر صوب الشمال الشرقي

صورة (2–13) حركة المواد على المنحدرات بميناء جرياس جوني الجانب الشرقي لميناء الرميلة (رأس علم الروم)

أ. الجروف The Cliffs :

تتميز الجروف بانحدارتها الشديدة التى تتراوح بين 45 و90 درجة، وهى تعد أكثر أنواع المنحدرات تأثرا بعوامل التجوية، نظرا لانكشافها أمام العوامل الجوية، فهى تتكون من طبقات صخرية ولا تغطيها المفتتات، ولذلك تسمى بالأوجه المكشوفة Free Faces، كما تتحرك المواد المُجواه عليها بسرعة نحو أقدام المنحدر صورة (2-14).

المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2016م ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (2- 14) الجروف الساحلية فى أحد مواقع الموانئ الغارقة

ب. المنحدرات المستقيمة (منتظمة الانحدار) Rectilinear Slopes:

تتميز المنحدرات المستقيمة بتماثل درجات انحدارها، ولكنها تصنف إلى منحدرات شديدة وأخرى هينة الانحدار، وعادة ما تغطى أسافلها مخروطات الهشيم Talus Creeps صورة (2-15).

المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2016م ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (2- 15) المنحدرات المستقيمة

ج. المنحدرات المحدبة Convex Slopes :

تتمثل المنحدرات المحدبة عادة فى الأجزاء العليا من الحافات الصخرية، وهى أكثر تأثرا بعمليات النحت والتجوية، وتظهر بها الشقوق والفواصل الصخرية. (تراب، 2004) صورة (2-16).

د. المنحدرات المقعرة Concave slopes:

تتمثل المنحدرات المقعرة عادة فى الأجزاء السفلى من الحافات الصخرية، وكثيرا ما تغطيها المواد المجواه والفتات الصخري المتحرك من أعلى المنحدر بتأثير الجاذبية الأرضية صورة (2-17).

المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2016م ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (2- 16) المنحدرات المحدب

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 ناظراً صوب الشمال الغربي

صورة (2-17) منحدر مقعر

هـ. منحدر مركب Complex Slope :

يتكون من حافات صخرية مكونة من منحدرات محدبة بالتتابع مع أجزاء أخرى مقعرة(**تراب، 2011**) صورة (2-18).

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023م ناظراً صوب الجنوب الشرقي

صورة (2-18) منحدر مركب

3 – عوامل التعرية

تعمل التعرية على تفتيت الصخور السطحية للقشرة الأرضية بفعل حركة الرياح، والمياه الجارية، والأمواج البحرية، ونقلها إلى مواطن جديدة حيث يتم ترسيبها وترك أماكنها مكشوفة جراء عملية النحت التي تعرضت لها لتؤثر عليها عمليات التجوية بأنواعها المختلفة فى مكانها دون حركة.

ترجع الكثير من التضاريس الساحلية فى تكوُنها إلى عمليات التعرية. ومثل هذه المعالم منتشرة على طول خط الساحل بمواقع الموانئ الغارقة والتي تتأثر بحركة المياه والرياح والتيارات البحرية وما ينتج عنها كما تتأثر بطبيعة الساحل نفسه ومدى ضعفه أو مقاومته وصموده أمام تلك العوامل :

أولا: تأثير حركة المياه المتمثل فى كلَ من الأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر وكل تلك العوامل هى أهم عوامل التعرية البحرية التي تشكل مواقع الموانئ الغارقة.

أ. **التعرية بالأمواج :**

سبق وتحدثنا عن الأمواج وسرعتها وأشكالها وسماتها فى منطقة الدراسة ولكن يكمن دورها كأهم عامل من عوامل التعرية البحرية وأن تأثير هذه الأمواج مرتبط بعاملين أخرين هما؛ الرياح وتضاريس الساحل نفسه ولأمواج العواصف أهمية خاصة إذ أن تأثيرها فى تشكيل السواحل فى يوم واحد يعادل تأثير الأمواج العادية فى عدة أسابيع ولهذا فإنها تعرف بأمواج الهدم ويتحكم فى تعرية الأمواج مجموعة من العوامل كالتالي:

1) تأثير حركة المد والجزر:-

أشرنا لتعريف حركة المد والجزر إذ يتحرك سطح البحر بين ارتفاع وانخفاض مرتين كل يوم تقريبا (24 ساعة و52 دقيقة) بسبب تأثير جذب القمر والشمس للأرض وتمارس تيارات المد والجزر تأثيرا تحاتيا قويا فهى ذات أهمية واضحة فى تكوين سطوح تعرية صورة (2-19).

المصدر : الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظرا صوب الشمال الشرقي

صورة (2- 19) تاثير حركة المد والجزر

2) تأثير التيارات البحرية:

ويتوقف هذا التأثير على اتجاه التيار نفسه بالنسبة للساحل حيث يكون نحت الساحل أشد ما يكون عندما يتعامد اتجاه التيار على الساحل. وبالإضافة إلى هذا التأثير فإن هناك عددا من العوامل التى يتحكم فى فاعلية تأثير التيارات البحرية على السواحل منها كثافة التيار نفسه ودرجة ملوحته الناتجة من التبخر الشديد كما يحدث فى الجهات المدارية بالإضافة إلى تأثير دوران الأرض حول نفسها. وعلى كل حال فإن التيارات البحرية ذات تأثير محدود فى تشكيل السواحل.

ومن العوامل الهامة فى تشكيل السواحل، تضاريس الجروف الساحلية إذ أن الجروف القليلة الارتفاع تتراجع بسرعة (تتآكل) تفوق سرعة تراجع وتآكل الجروف الأكثر ارتفاعا بغرض تساوى

وتماثل معدلات التعرية وبغرض وحدة طبيعة الصخور.هذا بالإضافة إلى تأثير التغيرات فى مستوى البحر التى ترتبط بالتغيرات المناخية.

3) تأثير طبيعة السواحل نفسها :

العوامل المؤثرة في طبيعة السواحل كتالي :

أ. نوعية الصخور

تمثل نوعية الصخور عاملا مهماً من عوامل تشكيل السواحل فمن المعروف أن الأحجار الجيرية هى أكثر أنواع الصخور استجابة وقابلية للتحلل والذوبان بفعل التجوية الكيميائية بالإضافة إلى قابليتها للذوبان بفعل ما تحدثه أيونات الأملاح المختلفة فى مياه البحار بخلاف الصخور النارية أو المتحولة.

فبالنسبة للأحجار الجيرية فإنها من أكثر الصخور قابلية للتآكل على وجه العموم. أما إذا كانت هذه الأحجار تشكل خط التماس بين اليابسة والبحر فإنه يمكن تلخيص العوامل المسببة لتآكل الأحجار الجيرية فى النقاط التالية:

1. الأحجار الجيرية تتميز عادة بإنها من الصخور ذات الصلادة القليلة (فى حدود 3 – 4.5 تقريبا) لذا فإن التأثير الهيدروليكى للأمواج سوف يكون فعالا فى تحطيم وتفتيت الأحجار الجيرية ذات شقوق وفواصل (عادة تكثر الشقوق والفواصل فى تكوينات الأحجار الجيرية) مما يزيد فى عملية التحطيم.
2. الصخور الجيرية – بصلادتها القليلة – سوف تكون واقعة تحت تأثير التحات Corrosion الناتج من تأثير اصطدام الحطام الصخرى بفعل حركة الأمواج.
3. الصخور الجيرية من أكثر أنواع الصخور قابلية للتآكل الكيميائى ويمكن إرجاع سبب التآكل الكيميائى للصخور الجيرية المطلة على مياه البحار والمحيطات من خلال عاملين.

أ. التجوية الكيميائية : وهى التجوية التى تحدث بفعل مكونات الهواء الجوى (بخار ماء + ثانى أكسيد الكربون + أكسجين) حيث تتحد هذه المكونات مكونة حمض الكربونيك الذى يؤثر على الأحجار الجيرية حيث يؤدى فى النهاية إلى تآكلها والتجوية الكيميائية هى عملية طبيعية تتم فى بعد زمنى كبير غير أن هذا البعد الزمنى الكبير يقل بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون أو غيره من الغازات الحمضية الأخرى مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت.

ب. للمياه الشاطئية كذلك تأثير كيميائى على الأحجار الجيرية من خلال (حمض الكربونيك فمن المعروف أن قدرة المياه على إذابة ثانى أكسيد الكربون تزداد كلما قلت درجة الحرارة وتقل القدرة بزيادة درجة الحرارة. إذن فالمناخ ولا سيما درجة الحرارة تلعب دورا هاما غير مباشر فى تآكل الصخور الجيرية.

ت. **شكل خط الساحل ومدى تعرجه** وتوجيهه بالنسبة للأمواج السائدة، فخطوط السواحل المتعرجة تشتد تعرية رؤوسها المتوغلة فى البحر، فى حين يزداد الترسيب داخل الخلجان. كما تتأثر المناطق الساحلية المواجهة للأمواج السائدة، فيشتد تراجعها أمام الأمواج.

ث. **درجة انحدار المنطقة** الساحلية، وخاصة الجروف البحرية الأكثر تعرضا لفعل الأمواج، وكذلك ارتفاع هذه الجروف. إذ كلما انخفضت هذه الجروف زادت فرصة تآكلها بالأمواج كذلك تؤثر درجة الانحدار على النحت البحري.

ج. **البنية الجيولوجية للمنطقة الساحلية**، ومدى تأثرها بالانكسارات والالتواءات، وأنظمة الفواصل. إذ يتم نحر الحافات ذات الفواصل المتقاربة. وكذلك العلاقة بين زاوية ميل الطبقات وتوجيه خط الساحل. فحينما تميل الطبقات نحو خط الساحل يسهل نحتها بالأمواج، أما الطبقات المائلة نحو اليابس فيصعب نحتها، وتظل باقية فترات زمنية أطول نسبيا، بمعنى أنه عندما تميل الطبقات نحو البحر، فإن الكتل الصخرية تتكسر عند أسطح الفواصل بزوايا قائمة على مستويات الانفصال الطبقى، مكونة ما يعرف بالجروف المعلقة. بينما إذا كانت الطبقات تميل فى الاتجاه العكسى، أى نحو اليابس فإن الكتل الصخرية لا تستطيع التكسر عند سطوح الفواصل، وبالتالى فإن الجروف تميل إلى الوقوف فى وضع قائم تقريبا .

ح. **الغطاء النباتى** للمنطقة الساحلية من حيث نوعه (غابات، شجيرات، حشائش) ومدى كثافته، حيث يساعد الكساء النباتى الكثيف على حماية السواحل بدرجة ما من تأثير الأمواج.

خ. **عمق المياه أمام خط الساحل**، فالمياه الضحلة تعمل على تكسير الأمواج، وإضعاف طاقتها قبل وصولها إلى الشاطِئ، بينما تساعد المياه العميقة على وصول الأمواج بكامل طاقتها مما يعظم تأثيرها التحاتى.

ب. <u>التعرية الريحية :</u>

يمكن القول بأن الرياح تؤثر على أشكال السطح فى منطقة الدراسة بشكل غير مباشرة من خلال ما يتولد عنها من أمواج وهو ما تم شرحه عند الحديث عن مدى تأثيرها في التعرية البحرية. أما عن دورها المباشر فى تشكيل سطح الأرض فيتحدد من خلال قدرتها على النحت والترسيب، ويتضح هذا أكثر ما يكون قرب خط الشاطئ حيث تعمل الرياح على نحت رواسب الكثبان المتصلبة، والتى تتخذ شكلَ طولياً يتماشى مع اتجاه الرياح، وتتضح الحذوذ الناتجة عن نحت الرياح على كلَ جانبيها، كما تعمل الرياح على إعادة ترسيب الرمال الشاطئية المفككة فى شكل مجموعة من الكثبان الساحلية وذلك إلى الغرب من مرسى باجوش في موقعين من مواقع الموانئ

الغارقة(2–20)، ويمتد المحور العام لهذه الكثبان مع اتجاه محصلة الرياح من الشمال الغربى باتجاه الجنوب الشرقى.

صورة (2– 20) التعرية الريحية

تصوير الباحثة ناظراً صوب الشمال الشرقي، الشمال الغربي على الترتيب

ج. <u>التعرية بالمياه الجارية (الأودية)</u>

هى مجموع عمليات النحت والنقل والإرساب التي تقوم بها المياه الجارية والتي تشمل جميع المجاري النهرية والمياه الجارية كالسيول والشلالات والأمطار مع اختلاف كمية الأمطار وانحدار سطح الأرض فهي لن تؤثر إلا فى حالة ميل سطح الأرض وكبر قطر حبة المطر، وتعد الأنهار أهم عوامل التعرية جميعاً في تشكيل سطح الأرض، تؤدى الأمطار الساقطة رغم صغر كمياتها إلى ظهور أنماط تصريف مائية قصيرة وضحلة ممثلة فى مجموعة كبيرة من الأودية التى تنحدر فوق جوانب السلاسل الجيرية أو على واجهة الجروف البحرية، مما يزيد من سرعة تراجعها كما يظهر في الصورة (2 – 21).

صورة (2–21) راسب غريني باحد مواقع الموانى الغارقة
تصوير الباحثة ناظر صوب الشمال الغربي

الفصل الثاني **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة بمنطقة الدراسة**

كما أن هناك عددا من الوديان الكبيرة نسبياً والتى تكونت خلال فترات كان المناخ فيها أكثر رطوبة عن الوقت الحالى، وتنحدر على طول واجهة الهضبة الميوسينية، وقد أدت الأمطار فى فترات كانت أغزر مطرا عن الوقت الراهن إلى نقل كميات من الفتات الصخرى والرواسب الفيضية إلى السهل الساحلى، مما يجعلها أكثر ملائمة لعمليات الاستصلاح والزراعة. وينتج عن تفاوت فعل الماء الجارى تباين واختلاف فى الظاهرات الجيومورفولوجية، ومن ثم تظهر الحفر الوعائية وحفر الإذابة إلى جانب مصاطب الأودية عند مواقع الموانئ الغارقة، والتي كانت تساعد فى ازدهار الزراعة التي كانت تمثل الظهير لتلك الموانئ الغارقة معتمدين عليها في تموين كل من يرسى على تلك الموانئ الغارقة، ليس فقط هذا بل كانت روما تعتمد على بعض المحاصيل السنوية كمادة خام للصناعات كانت منتشرة لديها حين ذاك صورة (2–22)، فالظهير الخلفي للموانئ الغارقة كان محددا قويا لقيام عمليات الملاحة في تلك المواقع قديما.

تصوير الباحثة ناظراً صوب الشمال الشرقي

صورة (2– 22) مصطبة بفعل الماء الجاري

الخلاصة

تبين من خلال الدراسة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الغارقة أن لها أهمية كبيرة فى التعرف على اسباب اختيار الرومان لتلك المواقع، وذلك عن طريق دراستنا لخط الساحل ومدى تعرجه وقوة وتأثير الأمواج عند اختيار موقع لإنشاء أحد الموانئ قديما، وعلاقة الأمواج بعمليتى النحت والإرساب كما يساعد تعرج خط الساحل المُشكل للخلجان بحواجزها الممتدة داخل المسطح البحرى حماية للسفن أثناء عملية الملاحة.

كما تباينت درجات الانحدار بمنطقة السهل الساحلي الشمالي الغربي، إذ تقع المنطقة ما بين سبعة فئات؛ لتباين الانحدارات داخل الميناء الواحد خصوصا بالرؤوس والجروف البحرية وبالنطاقات التي تشغلها الكثبان الرملية، كذلك بالمناطق التي تشغلها السلاسل الجيرية البويضية التي تزداد ارتفاعا وانحدارا بالاتجاه جنوبا، فضلا عن انحدارات حافة الهضبة الميوسينية.

وتتكون الشواطئ الرملية من رمال أوليتية مفككة ناصعة البياض، أرسبتها مياه الأمواج والتيارات البحرية، و تتكون من كربونات الكالسيوم التى يختلف شكل حبيباتها بين المستدير والبيضاوى وأخرى ليست ذات شكل منتظم، هذا إلى جانب حبيبات الكوارتز الزاوية أو المستديرة، علاوة على مفتتات الأصداف البحرية وحفريات الفورامنيفرا، كما تحتوى على نسب محدودة للغاية من الطين والسيلت لا تزيد عن 1% ويرتبط تواجدها بصورة رئيسة بمخارج الأودية الغارقة.

تؤثر عمليات التجوية وحركة المواد على المنحدرات بشكل واضح على تفتيت الصخور السطحية للقشرة الأرضية، وتأتي عوامل التعرية بفعل الرياح، والمياه الجارية، والأمواج البحرية، وتنقلها إلى مواطن جديدة حيث يتم ترسيبها وترك أماكنها مكشوفة جراء عملية النحت التي تتعرض لها من جديد لتؤثر عليها عمليات التجوية بأنواعها المختلفة من جديد، لتشكل العديد من أشكال التجوية بنوعيها، تليها حركة المواد على المنحدرات وعوامل التعرية بأنواعها.

الفصل الثالث

الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

أولا : الأشكال التكتونية النشأة

ثانيا: أشكال التجوية

ثالثاً : أشكال حركة المواد على المنحدرات

رابعا: أشكال النحت

1- الجروف البحرية.

- بعض الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بالجروف البحرية

2- الكهوف والفجوات البحرية Notches and Caves

3- الأرصفة البحرية التحاتية Wave- Cut Platforms

خامسا : أشكال الإرساب

1. الشواطئ الرملية الحديثة.

2. الخلجان والتداخلات الساحلية.

سادسا: الأشكال المتبقية

الخلاصة

الفصل الثالث

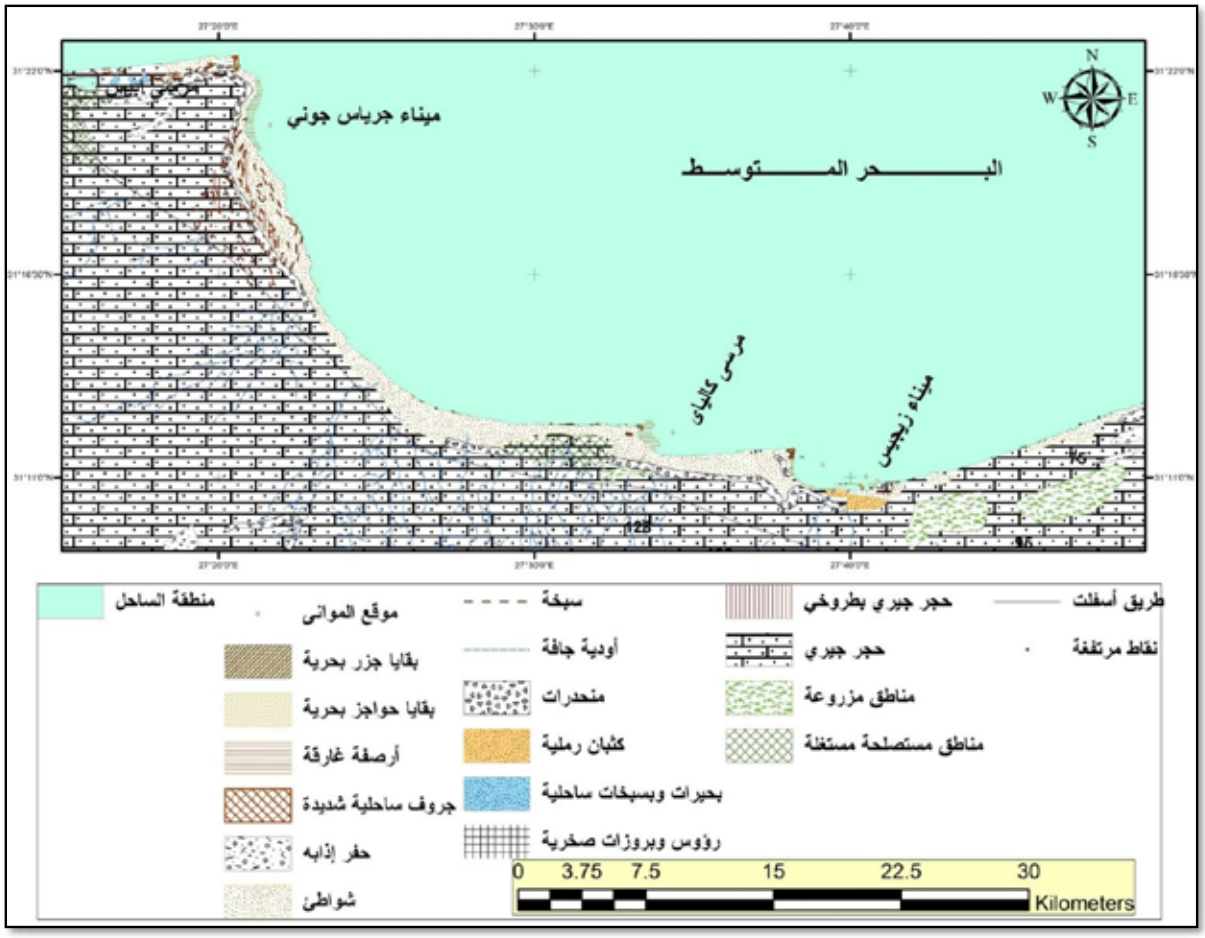
الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

تحتوي الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة عند مواقع الموانئ على الكثير من أشكال سطح الأرض المختلفة التي تبرز الخصائص الطبيعية لمواقع الموانئ الغارقة ممثلة فى خصائص وأشكال السطح والملامح الجيومورفولجية العامة لتلك المواقع، والتي أثر فى تشكيلها عوامل وعمليات سبق ذكرها فى الفصل الثاني سواء كانت تلك العوامل باطنية أو خارجية كالتركيب الجيولوجي وعوامل التعرية والتجوية على الترتيب.

قامت الباحثة باتباع عدد من الأسس فى رسم الخريطة الجيومورفولوجية، أهمها الإعتماد على خرائط أساس وهي مجموعة من الخرائط الطبوغرافية بدقة 1: 25000، وخريطة تابعة للجيش الأمريكي بدقة 1: 250000 من موقع مكتبة خرائط جامعة تكساس، كذلك المرئيات الفضائية الحديثة، وموقع عليها من الدراسة الميدانية، وتضم الخريطة الجيومورفولوجية الأشكال الجيومورفولوجية التى تشكلت تحت تأثير العوامل والعمليات البحرية، كالأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر والعوامل والعمليات القارية كعوامل التعرية وعمليات التجوية، وهي تضم سلاسل الحجر الجيرى البويضى والتى تتشكل فى السهل الساحلي Coastal Plain الذي يحده من الشمال ساحل البحر المتوسط ومن الجنوب الجرف الذي يفصله عن إقليم الهضبة، والذي يمتد من الأسكندرية شرقا حتى السلوم غربا بطول يقل قليلا عن 600كم، ويتراوح عرضه ما بين 5-40 كم.

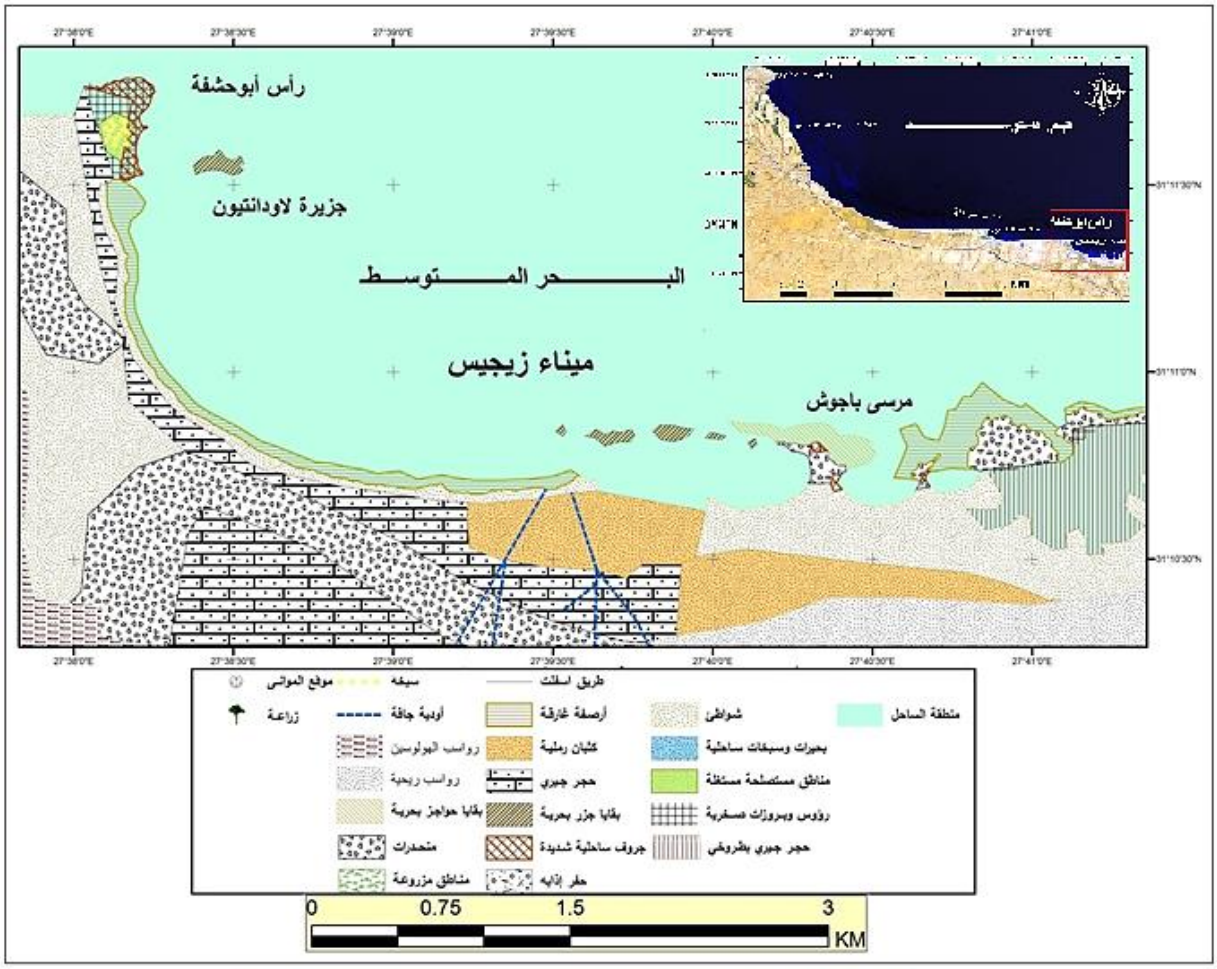
وقد ورد في الفصل الثاني أن خط الشاطئ بالساحل الشمالى الغربى لمصر – بصفة عامة – ضمن ما يسمى بشواطئ الجيوب Pocket Beaches **(Pethic, J., 1984)**، حيث يشيع تواجد الرؤوس الصخرية الممتدة فى البحر والتى تنفصل فيما بينها بعدد من الجيوب التى تملؤها الرواسب الشاطئية الرملية الحديثة وتكون أغلبها خلجان بحرية، وستناول كافة الأشكال الجيومورفولوجية بداية من الأشكال التكتونية وأشكال التجوية وحركة المواد على المنحدرات وأشكال النحت والإرساب بمواقع الموانئ الغارقة والتي تضح فى الخرائط الجيومورفورجية المفصلة لمواقع الموانئ (3-1 أ)، (3-1 ب)، (3-1 ج)، والمحددة على شكل (3-1)0

الفصل الثالث الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة



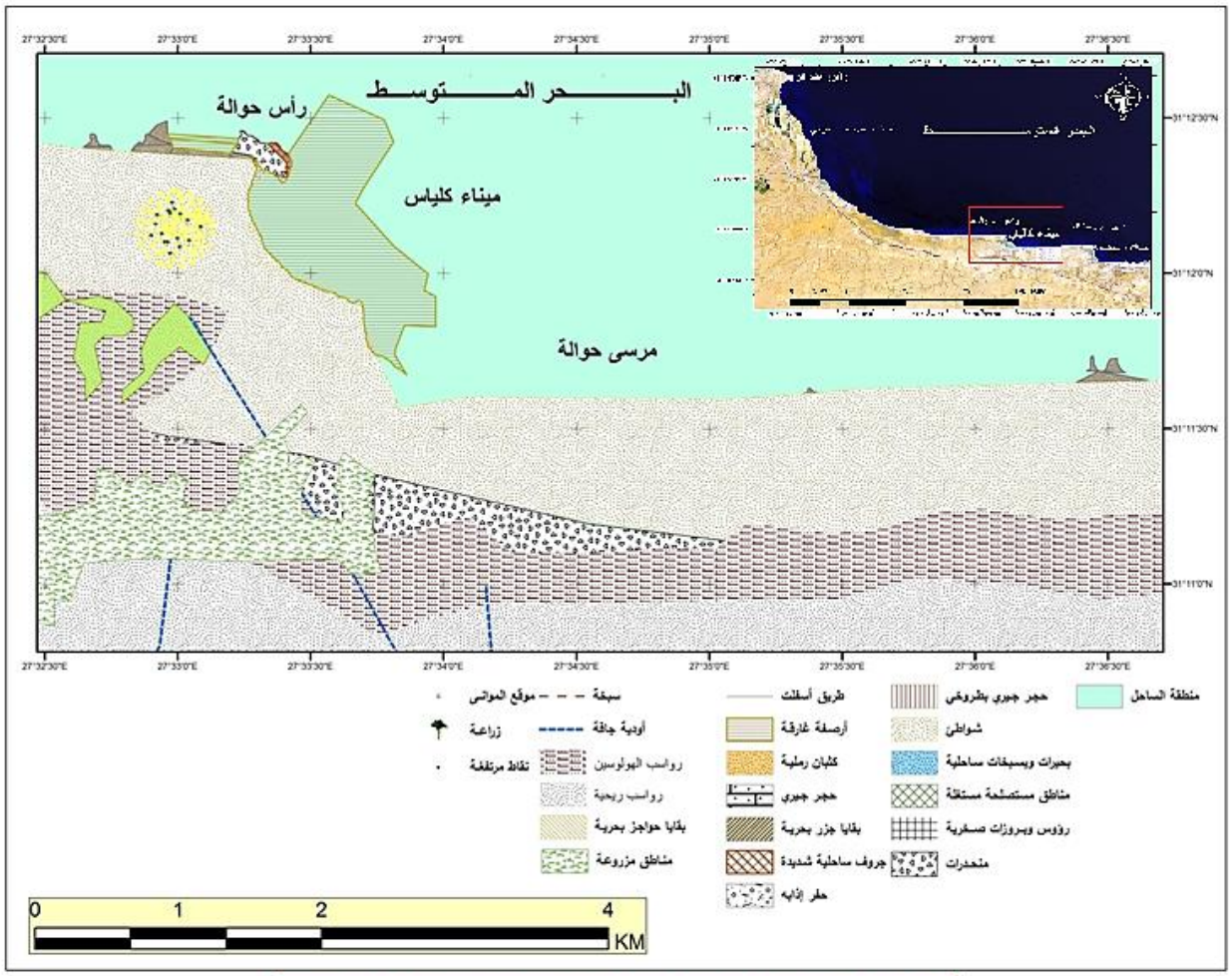
المصدر: مرئية فضائية، إصدار 2023 بدقة 16م، والدراسة الميدانية

شكل (3-1) الخريطة الجيومورفولوجية العامة لمنطقة الدراسة

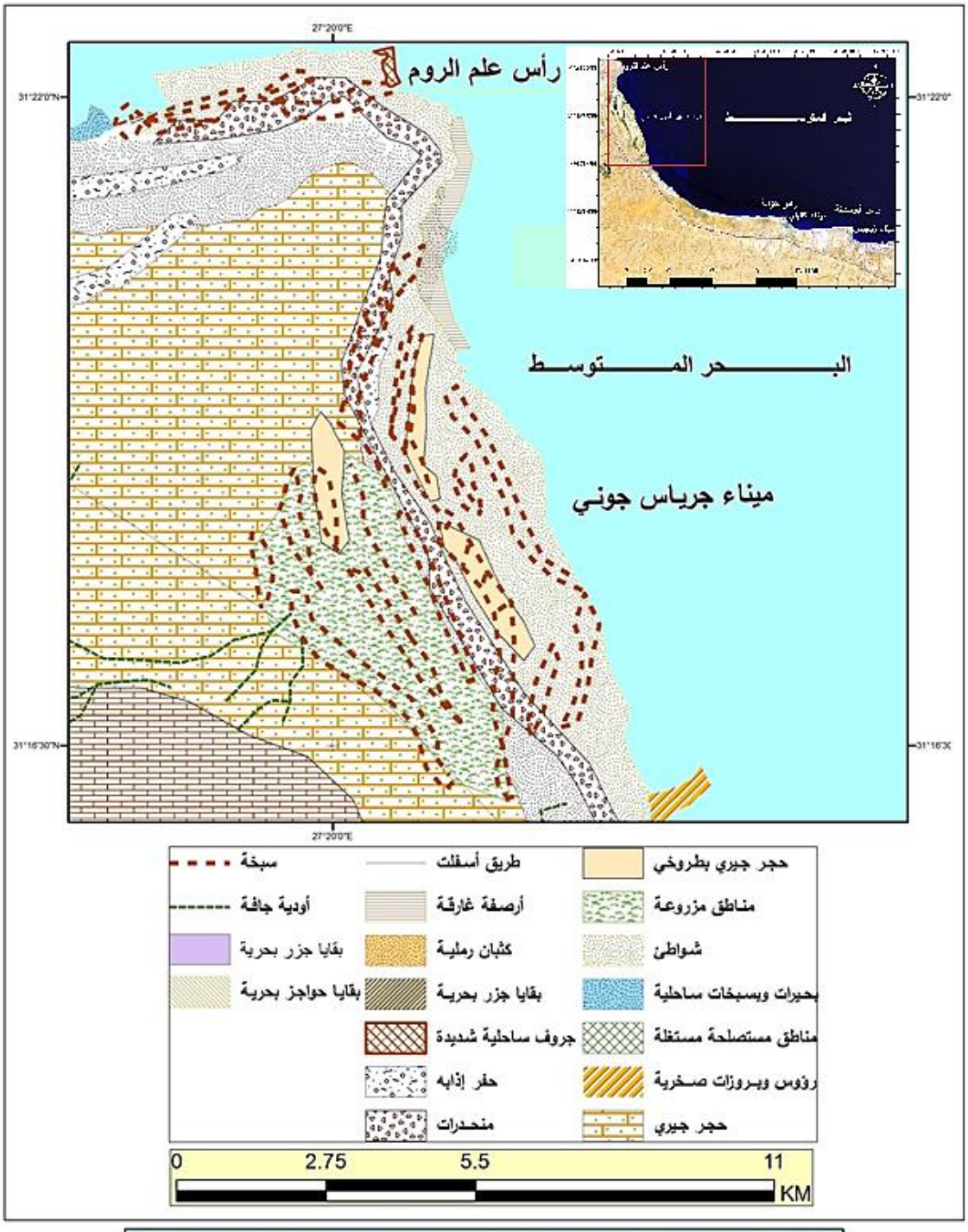


شكل (3-1 أ) الخريطة الجيومورفولوجية لميناء زيجيس (مرسى باجوش) رأس أبوحشفة

الفصل الثالث الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة



شكل (3-1 ب) الخريطة الجيومورفولوجية لميناء زيجيس (مرسى باجوش) رأس أبوحشفة



شكل (3-1 ج) الخريطة الجيومورفولوجية لميناء زيجيس (مرسى باجوش) رأس أبوحشفة

المصدر: الدراسة الميدانية، والمرئية الفضائية 2023 بدقة 16 م.

الفصل الثالث **الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

أولا : الأشكال التكتونية النشأة

2. **البنية الجيولوجية :**

وتتميز البنية الجيولوجية بمنطقة الدراسة بالبساطة من الناحية البنيوية وقد سبق ذكرها فى الفصل الأول، وهى تميل طبقاتها بوجه عام نحو الشمال بمقدار يتراوح ما بين (2– 7 درجات) **(Said,1990)** غير أن هذا النظام قد أصابه بعض الاضطراب، كما تأثرت بحركات طي محلية نتج عنها بروز أجزاء من الهضبة داخل البحر على هيئة رؤوس أرضية، ويمكن دراسة البنية الجيولوجية لمنطقة الدراسة عن طريق دراسة الخصائص البنيوية التي تشمل :

- البنيات الإقليميةRegional Structures: حيث تدخل منطقة الدراسة ضمن الرف غير الثابت(المقلقل).
- البنيات المحلية Local Structures : السطحية وتحت السطحية، وفيما يلي دراسة لأهم الأشكال البنيوية المحلية بالمنطقة :

أ. **الطيات المحدبة والمقعرة Syncline & Anticline Folds:**

وتمثل هضبة مارماريكا طية وحيدة الجانب فى المنطقة الواقعة إلى الشمال من منخفض القطارة هى الظاهرة البنيوية الأساسية المؤثرة في المنطقة محض الدروسة، كما أنها تتجه شمالاً باتجاه الطية المقعرة لحوض البحر المتوسط، باستثناء المناطق المجاورة التى توجد بها طيات معاكسة الاتجاه **(Misak ,1974)**.

يتأثر الجزء الشمالى من هضبة مارماريكا ذات الطية الوحيدة الجانب بعدد من الطيات المحدبة التى تتخذ محاورها اتجاه شمالى شرقى – جنوبى غربى **(Misak ,1974)**، هذه الطيات تتمثل فى رأس حوالة ورأس أبوحشفة ورأس علم الروم، وكان لتلك الطيات أثرها في وجود ظاهرة الرؤوس الأرضية، التي تشرف على البحر بانحدارات شديدة على هيئة جروف بحرية، وترجع هذه الطيات إلى نهاية الميوسين الأوسط وهى المسؤولة عن الارتفاع الكبير للهضبة، وبين هذه الطيات المحدبة توجد العديد من الأحواض المقعرة التى تتخذ محاورها الاتجاه الشمالى الشرقى – الجنوبى الغربى، مثل باجوش وحوالة والرميلة ونستعرض هنا أشكال تلك الظاهرات :

1- **أشكال الطيات المحدبة:**

تتمثل الطيات المحدبة فى المواقع التالية:

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال

صورة (3-1أ) شكل الطية المحدبة فوق رأس حوالة بميناء كالياي في مرسى حوالة

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (3-1ب) شكل الطية المحدبة فوق رأس حوالة بميناء كالياي في مرسى حوالة

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال

صورة (3-2) شكل الطية المحدبة فوق الرأس البحرية مرسى باجوش

2- الرؤوس الصخرية Headlands Marine

يظهر العديد من الرؤوس الصخرية الناتئة فى البحر على طول امتداد خط الشاطئ من رأس أبوحشفه إلى رأس علم الروم، وتتباين هذه النتوءات فى خصائصها المورفولوجية كما تحصر بينها عدداً من الخلجان البحرية، وقد لعبت مجموعة من العوامل الجيومورفولوجية دوراً رئيسياً فى تكوين وتشكيل عددا من الظاهرات للأثر البالغ لعمليات التجوية وحركة المواد على المنحدرات إلى جانب عوامل التعرية بأشكالها، وفيما يلى إيجاز لأهم الملامح المورفولوجية المميزة لهذه النتوءات:

1- من حيث التوزيع الجغرافى يبلغ عدد الرؤوس البحرية نحو ثلاثة رؤوس هى من الشرق إلى الغرب (رأس أبو حشفه، رأس الحوالة، رأس علم الروم) والتي تظهر بوضوح فى الخريطة الجيومورفولوجية المرفقة شكل (3-1) على الترتيب، بالإضافة إلى شيوع عدد من النتوءات الصخرية الصغيرة نسبياً و التى تطوق الخلجان البحرية الناشئة عن غرق مخارج الأودية كما ويظهر ذلك في الصورة (3-3أ)، (3-3ب) توغل الرؤوس داخل الماء وكثرتها في ميناء جرياس جوني (الرميلة) المحمي برأس علم الروم.

المصدر : Google Earth أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً نحو الشمال الغربي

صورة (3-3أ) النتوءات الصخرية في ميناء جرياس جوني (شرق ميناء الرميلة)

المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً نحو الشمال الشرقي

صورة (3-3ب) الرؤوس الصخرية **في ميناء جرياس جوني (شرق ميناء الرميلة)**

2- تأتى رأس علم الروم على قائمة الرؤوس البحرية بمنطقة الدراسة من حيث امتدادها داخل البحر 7.68كم بمساحة نحو 6.96 كم2، بينما سجلت رأس حوالة أقلها امتداداً نحو 1.06 كم داخل مياه البحر بمساحة 72828 م2 (صورة 3-4).

المصدر: Google Earth version 9.181.0.1, 2023, Airbus, Terrmetrics, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO.

صورة (3-4) قياسات الرؤوس الصخرية في مواقع الموانئ منطقة الدراسة

3- تتباين الرؤوس البحرية فيما بينها من حيث متوسط الطول والعرض والارتفاع وإن كانت رأس علم الروم من نوع الرؤوس البحرية البنيوية The Structural Marine Headlands التي تنشأ عن التراكيب البنيوية مثل الثنيات وحيدة الجانب Mono Clonal Folds **(تراب، 2005)**، وقد سجلت أعلى قيم على الإطلاق فى خصائصها المورفولوجية.

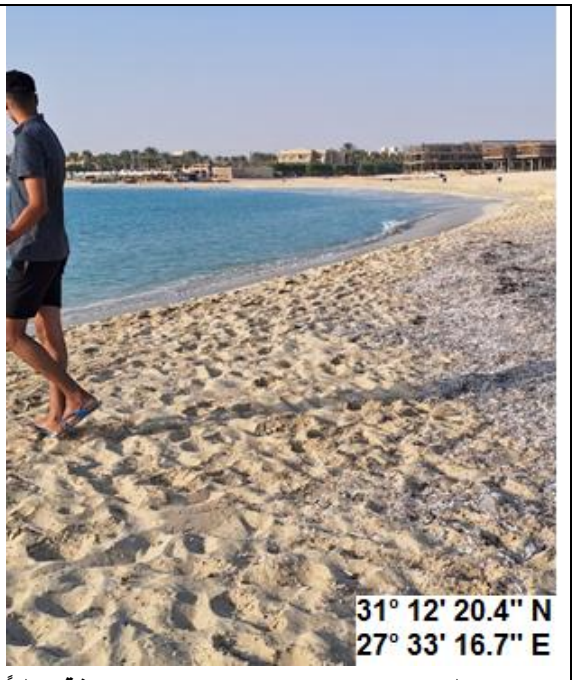
4- تمتد كل الرؤوس البحرية تقريباً امتدادا عاما من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى.

5- تعد الجروف البحرية والجزر والأعمدة الصخرية من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية التى يشيع تواجدها فى مناطق الرؤوس الصخرية بلا استثناء تقريبا، ويرجع هذا بصفة رئيسة إلى أثر عمليات التعرية البحرية وتعرض هذه الرؤوس إلى عمليات تراجع على مستوى واسع، وفى الوقت نفسه يسود الخلجان الفاصلة بينهم عمليات بحرية بانية للشواطئ الرملية كما هو الحال عند مينائي كالياي وزيجس وجرياس جوني.

- **الخلجان البحرية التى ترجع نشأتها إلى العوامل التكتونية :**

حيث يشيع تواجدها عند حواف الألواح التكتونية مع تكرار حدوث الحركات الأرضية، ويضم هذا النوع فى الغالب كل من خليج أبو حشيفة فى الغرب ويمتد بين رأس الحكمة شرقاً وعلم الروم غرباً. ويتواجد كليهما على هامش اللوح الإفريقي شمالاً، كما تتحدد بدايات ونهايات كل منهما برؤوس صخرية ترجع نشأتها إلى حركات الطى التى وقعت فى الميوسين الأوسط صورة (3-5).

ويمتد خليج أبو حشيفه لمسافة تزيد عن 64 كم بين كلا رأسيه تمشياً مع خط الشاطئ، بينما يصل الطول الخطى بين كلا رأسيه نحو 46 كم، وتكون بذلك سواحله أكثر انثناء و تعرجاً من سواحل خليج رأس حوالة، ويصل أقصى اتساع له قرب الجراولة نحو 13 كم، ويكون بذلك متفوقاً على نظيره "خليج الحوالة" فى خصائصه وسماته المورفومترية شكل (3-1أ)، ويتخذ كلا الخليجين شكل قوس تتجه أطرافه ناحية الشمال، على أن الطرف الشرقى أقل شمالية عن نظيره الغربى، كما أن المنطقة الواقعة خلفها مباشرة سهلية أكثر منها متضرسة.



خليج وشاطئ رملي عند ميناء كالياي تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي أغسطس 2023

خليج شاطئ رملي عند ميناء جرياس جوني تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي أغسطس 2023

خليج أبو حشافة محاط بشاطئ رملي عند ميناء زيجيس بمعسكر باجوش تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

المصدر : الدراسة الميدانية تصوير الباحثة

صورة (3-5) خلجان محاطة بشواطئ الرملية فى منطقة الدراسة

6- تنتهى معظم الرؤوس البحرية بأرصفة صخرية مستوية بفعل التعرية البحرية، وتتشكل الغالبية العظمى من هذه الأرصفة فى القاعدة الصخرية التى يؤلفها الحجر الجيرى الميوسينى كما هو الحال عند رأس علم الروم وتتراكم على سطوحها كتل من الجلاميد طبقا والصور(3- 6) و(3-7).

المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2016 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال

صورة (3-6)الجلاميد عند أسفل المنحدر في ميناء زيجيس

المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (3-7) الجلاميد عند أسفل المنحدر في ميناء جرياس جوني (رأس علم الروم)

8- فيما عدا هذا ترجع نشأة باقى الرؤوس الصخرية إلى عوامل التعرية والنحت البحري، حيث أدى اختلاف معدلات النحت على طول السلسلة الساحلية إلى نشأة عدد من النتوءات الصخرية، وهو الأمر الذى انعكس مباشرة على خصائصها وسماتها المورفولوجية من حيث صغر مساحتها نسبياً وقلة امتدادها وتوغلها فى البحر وكذلك صغر متوسطات العرض والارتفاع.

1. <u>نظم الفواصل وميل الطبقات :</u>

توزيع الفواصل ذو أهمية كبيرة في التحكم في طبيعة القطاع الجانبي للجرف فحينما تميل الطبقات نحو البحر، فان الكتل الصخرية تنكسر عند سطوح الفواصل بزوايا قائمة على سطوح الانفصال الطبقي، ولهذا يسود ميل الطبقات قطاع الجرف.

وحينما كانت الطبقات رأسية أو أفقية أو تميل صوب اليابس، فان كتل الصخر لا تستطيع التكسر عند سطوح الفواصل وتنزلق على سطوح الانفصال الطبقي ومن ثم فان الجروف تميل إلى الوقوف في وضع قائم أو قريب منه صورة (3-8). وتنشأ أشكال مهمة أيضا حينما تتركب الجروف من صخور متفاوتة الصلابة، خصوصا إذا ما ارتكزت صخور صلبة مقاومة على صخور لينة هشة. فقد يساعد ذلك على حدوث انهيارات أرضية واسعة النطاق، نتيجة لسرعة تآكل الطبقات الهشة السفلي بفعل الأمواج، وانزلاق الكتل الصخرية الصلبة وانهيارها من فوقها صورة (3-9).

المصدر : الدراسة الميدانية،أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3- 8) نمط الفواصل في ميناء جرياس جوني ميناء الرميلة شرق علم الروم

المصدر :الدراسة الميدانية، أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3-9)الفواصل والميل الطبقي في ميناء كالياي برأس حوالة

ثانيا: أشكال التجوية :

أ - عمليات التجوية الميكانيكية (الفيزيائية): Mechanical (natural) Weathering

تعمل التجوية الميكانيكية على تشكيل مواقع الموانئ، وقد سبق ذكر مفهوم تلك العمليات فى الفصل الثاني ونستعرض الآن أشكالها الموجودة بمنطقة الدراسة كالتالي:

1-التقشر الصخري: Exfoliation

وهي عملية انفصال قشور رقيقة أو سميكة من أسطح الصخور، وفي البيئة الساحلية التي تمثل نمطا من الأنماط الفريدة التى يتضح فيها تأثير العمليات الطبيعية (التجوية والتعرية) فى بعد زمنى قليل نسبيا يمكن رصده وتتبع تأثيره بسبب إختلاف الحرارة ودرجة تمدد وانكماش الصخر، التجوية الشمسية أو الحرارية **Insolation Weathering or Thermal Weathering**، بالإضافة لتأثير فعل الأمواج، فتتفتت جزيئات من الصخر وتنفصل قشور عن السطح الخارجى ويطلق على هذه العملية اسم التجوية الشمسية أو التجوية الحرارية وينتج عنها شكل التقشر بعد مساعدة الأمواج على اقتلاع أجزاء تلك القشور أو الصخور من الصخر الأساسي صورة (3-10).

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (3-10) عملية التسخين الحرارى (التجوية الحرارية) الشمسية

2-التفكك الكتلى والتفلق فى صخور منطقة الدراسة :

وهو تكسر جسم الصخر وانقسامه إلى كتل على طول خطوط المفاصل وسطوح الانفصال التى تمزق أجزاءه، والتى توجد عادة فى مجموعات مختلفة الاتجاهات، تتقاطع مع بعضها بزوايا شتى ,وتعمل ظروف التجوية على توسيع هذه الفواصل، وتتفكك الكتلة الصخرية الأصلية تدريجيا، وتتأثر حوافها القائمة وتصبح ملساء (تراب،2004) صورة(3-11).

المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2022 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي، والشمال الشرقي على الترتيب

صورة (3-11) أشكال التفكك الكتلى والتفلق فى صخور منطقة الدراسة

4- التجوية الميكانيكية بالكائنات الحية : Organic Weathering

تقوم الكائنات الحية بدور لا يستهان به فى تفكك الصخور ويتجلى ذلك فى منطقة الدراسة فى عمل النبات الطبيعى وكذلك الكائنات البحرية على إبراز ملامحها على الصخور بتفتيت أجزاء منها كما تعمل على تفكيك الصخور صورة (2-12).

المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (2-12) أشكال التجوية الميكانيكية بالكائنات الحية

6 – التجوية الملحية Salt Weathering- Salt Fretting

تنشأ التجوية الملحية بسبب تداخل المياه المالحة فى النظم المفصلية بالمناطق الساحلية ويظهر ذلك فى أجزاء كثيرة من منطقة الدراسة، وتوضح الصورة (2–13) مجموعة صور من موقعين مختلفين من مواقع الموانئ القديمة تبرز أشكال التجوية الملحية مع اختلاف شكلها.

المصدر: دراسة ميدانية فى الفترة ما بين (2016– 2023) تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (2–13) مجموعة من أشكال التجوية الملحية

ب – التجوية الكيميائية: Chemical Weathering Processes

تعمل التجوية الكيميائية على تشكيل مواقع الموانئ عن طريق التأثير على مكونات الصخر المعدنية ببخار الماء أو الماء أو العناصر الجوية، وقد سبق ذكرها فى الفصل الثاني ونستعرض الآن أشكالها الموجودة بمنطقة الدراسة كالتالي:

1 – أشكال الإذابة:Solution

يتركز تأثير فعل الإذابة بالمياه على الصخور الكربونية القابلة للذوبان فى المياه مثل الأحجار الجيرية والدلوميت والجبس والطباشير، وتتعدد صور المياه القادرة على القيام بفعل الإذابة مثل : مياه المطر، قطرات الندى المتكاثف على سطح الأرض، ومياه المسطحات البحرية ورذاذ الأمواج (تراب، 2004). وتظهر صور الإذابة بأشكالها المختلفة فى منطقة الدراسة صورة (3–14).

المصدر: دراسة ميدانية تصوير (2016-2023) تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال، الشمال الغربي، الشمال على الترتيب

صورة (3-14) أشكال الاذابة

أ - حزوز الاذابة Solution Pits:

وهى عبارة عن خطوط رأسية أو مائلة وتبدو فى صورة متوازية ولا يتعدى عمقها أكثر من سنتيمترات قليلة كما فى الصورة (3-15) في منطقة الدراسة.

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (3-15) شكل حزوز الإذابة

ب – برك الإذابة Solution Poles :

حفر دائرية أو بيضاوية الشكل تنتج عن تجمع قطرات المياه على الأسطح شبه المستوية فتعمل على تحلل مكوناتها، وقد يزداد تأثير الإذابة لتكون فجوات عميقة، وتوضح الصورة (3–16) أشكال الإذابة من موقعين مختلفين من مواقع الموانئ الغارقة.

المصدر: دراسة ميدانية تصوير (2016–2023) تصوير الباحثة ناظرةً صوب الجنوب الشرقي، الشمال الغربي، الشمال الشرقي على الترتيب

صورة (3–16) برك الاذابة

ج – قمم وبروزات الإذابة Solution Pinnacles :

تظهر كأجزاء صخرية بارزة فيما بين حفر وبرك وحزوز الإذابة كأحد الأشكال المتبقية عن الفعل الكيميائى للمياه، وصورة (3–17) توضح تلك الأشكال.

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي،

صورة (3- 17) حفر بروزات الإذابة

د – برك الإذابة العميقة Deep Solution Pools :

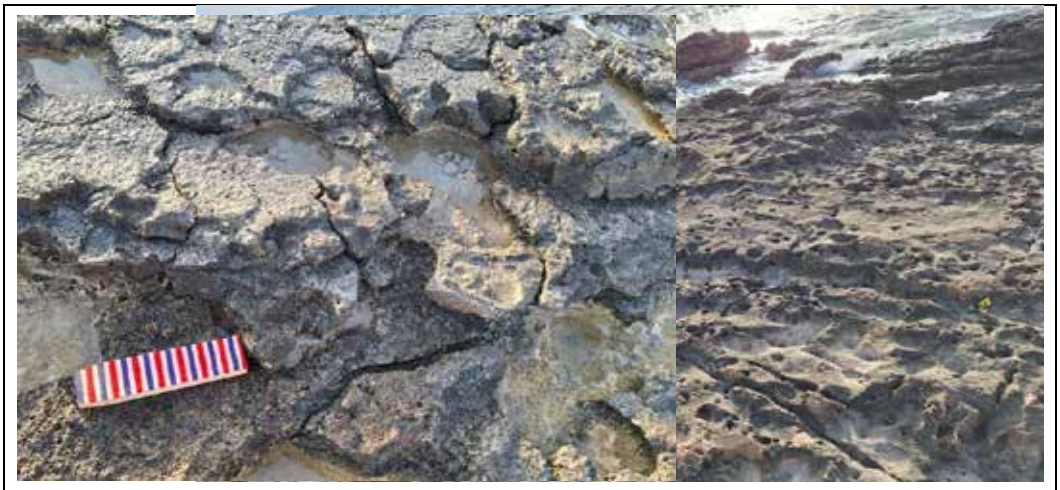
تنتشر برك الإذابة فى منطقة الدراسة نظرا لنشاط عملية الإذابة بمياه البحر ومياه الأمطار التى تعمل على تعميق برك الإذابة الصغيرة لأخرى متعمقة فى الصخر كما يتضح فى الصورة (3-18)، (3-19).

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3- 18) برك الاذابة العميقة، نفق رأسي صغير أو ثقب إذابة متعمق

2– تجوية الرطوبة والجفاف : Wetting and Drying Weathering

تتعرض المناطق الساحلية للغمر والانكشاف المتوالي بتأثير الأمواج وتيارات المد والجزر فحيثما تتعرض الصخور للبلل والجفاف بصورة يومية تضعف مكوناتها القابلة للتحلل بالمياه، ولكن يتوقف عملها فى الصخور التي تظل مبللة بصفة دائمة، ويرتبط وجودها بالتجوية الملحية Salt weathering صورة (3–19).



المصدر: تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي،

صورة (3– 19) تجوية الرطوبة والجفاف

3 – طلاء الصحراء : Desert Varnish

يطلق عليها أحياناً الأرصفة الصحروية Desert Pavement، أو القشرة المتصلبة وهي عبارة عن الطبقة المتماسكة شديدة الاستواء، وتتشكل من تصاعد المياه المتسربة من باطن الأرض إلى السطح بالخاصية الشعرية، حاملة معها الأملاح الذائبة كمحاليل مركزة، تنقل معها المواد الملحية أو الكلسية فتعمل على شدة تماسك الطبقة الرقيقة السطحية، وغالبا ما تتكتسب تلك الطبقات الصلبة ألوانا فاتحة من رواسب أكاسيد الماغنسيوم والحديد صورة (3–20).

المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2023م تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3- 20) شكل طلاء الصحراء

4- تكهفات التجوية (التافوني): Cavernous Weathering (Tafoni- Tafone)

يطلق تعبير تافوني على الكهوف الصغيرة الحجم الناتجة عن فعل التجوية الكيميائية، وتتأثر الأحجار الرملية والجيرية والشيست بهذه التكهفات التي تتراوح أبعادها من سنتيمترات وقد تصل أعماقها إلى المتر الكامل وتتجلي تلك الظاهرة بمنطقة الدراسة صورة (3- 21أ)، (3- 21 ب)، وهي حفر كروية الشكل مجوفة من الداخل وتشبه إلى حد ما "خوذة الجندي" وتتميز أسطحها الداخلية بصقلها وتقوسها.

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال

صورة (3-21أ) أشكال التافوني ميناء كالياس مرسى حوالة

الدراسة الميدانية، أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي، الشمال.
صورة (3-21 ب) أشكال التافوني ميناء كالياس مرسى حوالة

4- تجوية خلايا النحل Honey Comb Weathering :

تنشأ عن الإذابة بفعل المياه لبعض المعادن الموجودة بالصخر فى ظل ظروف التباين الحرارى، وتشبه فى شكلها خلايا النحل صورة (3-22).

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي
صورة (3-22) تجوية خلايا النحل.

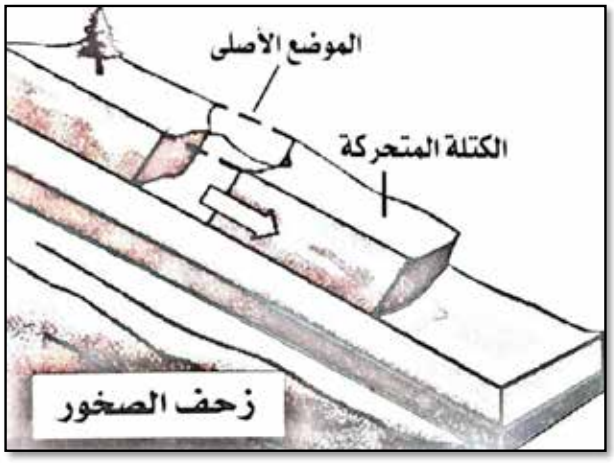
ثالثاً: أشكال

حركة المواد على المنحدرات :

تتعدد أشكال حركة المواد على المنحدرات بتأثير الجاذبية الأرضية، ويمكن تصنيف هذه الأشكال بمنطقة الدراسة في ثلاثة مجموعات رئيسة(**تراب، 2004**) بالإضافة لنوعين أخرين فيما يلى:

1. **حركة بطيئة مثل زحف الصخور أو التربة Rock Creep:**

وقد رصدت الباحثة **عملية زحف الصخور** وتحدث تلك العملية عادة فى المناطق التي تتشكل من الحجر الرملي، خاصة إذا كانت متأثرة بنظم الفواصل المتعامدة شديدة التكاثف، والتي تسهم في إضعاف الصخر وسهولة تفككه، وتتحرك هذه الكتل على منحدرات صخرية مصقولة شكل (3-2) (**تراب، 2004**)، وصورة (3-23).



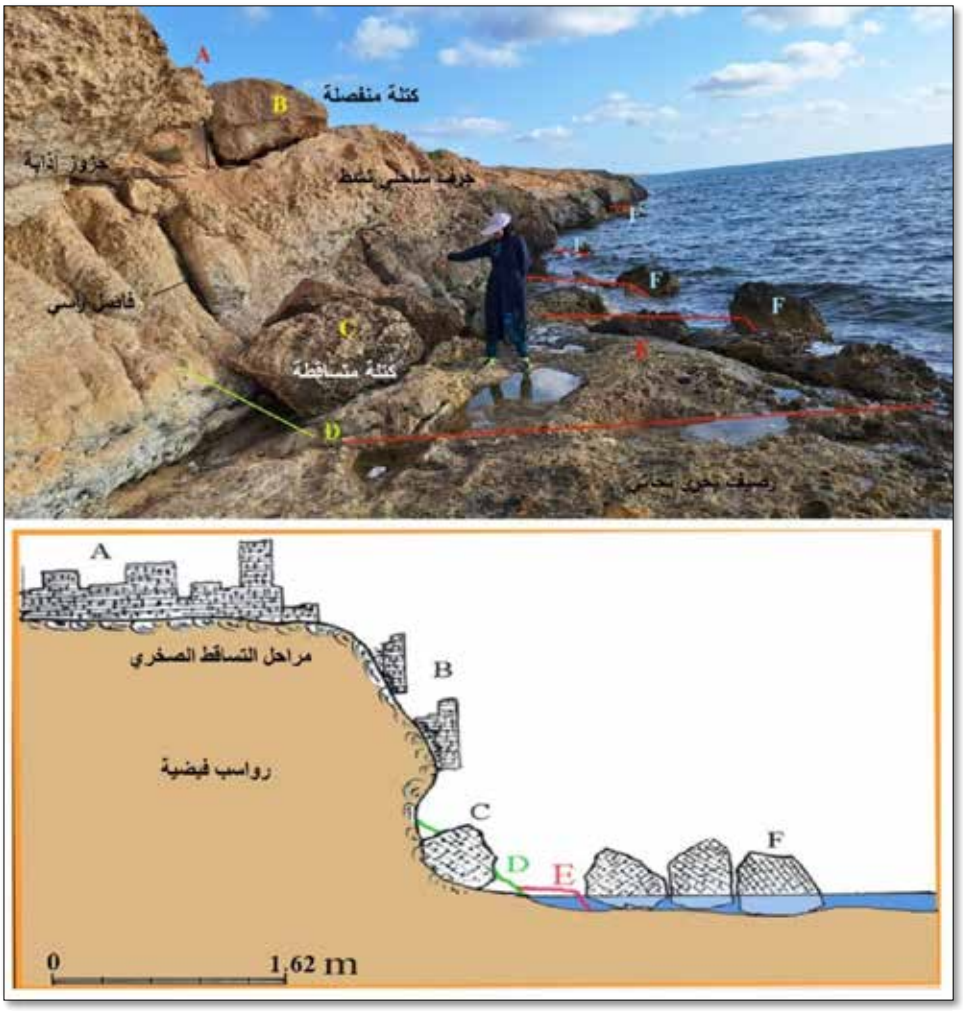
المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2023م تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

شكل (3-2) زحف الصخور، صورة (3-23) زحف الكتل الصخرية من المنحدرات

الفصل الثالث **الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

1. حركة سريعة جافة مثل تساقط الصخور Rock Fall :

وتسمى **بتساقط الكتل الصخرية** أحد أشكال الحركة الجافة السريعة بفعل الجاذبية الأرضية، وتحدث عند أعالي الحافات الصخرية الشديدة الانحدار والجرفية، وبخاصة تلك المتأثرة بنظم الفواصل المتشابكة. وتتم هذه العملية بصورة فجائية فى ثوان معدودة، ودون تدخل أي عامل من عوامل التعرية، ومن النادر رؤيتها فى الحقل، ولكن يمكن الاستدلال على زمن حدوثها بدراسة شكل الكتلة المتساقطة، ودرجة تأثرها بعمليات النحت الحديثة من حيث الصقل ودرجة الاستدارة، ومدى الإختلاف اللوني لقشرتها الخارجية، ومطابقتها على القمة الأصلية لهذه الكتلة(**تراب، 2004**) وقد رصدت الباحثة أكثر من كتلة فى الميدان فى منطقة الدراسة شكل (3-3).



المصدر : الدراسة الميدانية، برنامج Adobe Photoshop's

شكل (3-3) مجسم لمراحل التساقط الصخري في ميناء جرياس جوني (شرق الرميلة)

2. حركة بطيئة مشبعة بالمياه مثل بعض حالات زحف المواد المختلطة بالمياه على المنحدرات الهينة:

ويندرج تحتها ما يعرف **بانزلاق الكتل الصخرية Rock Slides- Block Glide** وهي من العمليات الجيومورفولوجية النادرة الشبيهة بالانزلاق الأرضي ولكن تتشكل المواد المتحركة من الكتل الصخرية مع وجود عوامل تساعدها على الانزلاق، كتشبع الطبقة الطينية بالماء فيتحول سطح المنحدر لطبقة ملساء مشحمة تقلل الاحتكاك بينه وبين الكتل المتحركة، وتسهم الشقوق والفواصل الصخرية في سرعة انفصال الطبقة الصخرية المنزلقة على السطح شديد الانحدار صورة (3-24)

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3-24) انزلاق الكتل الصخرية من المنحدرات

3. منحدر البيدمونت Piedmont :

يطلق على هذا المنحدر أحياناً تعبير نطاقات حضيض الجبال Mountain Foot Zones ويتألف من العناصر الآتية من أعلى إلى أسفل صورة (3-25)، (3-26) وشكل (3-4) :

أ. قمة الجبل Mountain Top:

وهو الجزء العلوي من الحافة الصخرية، وغالباً تتأثر بنظم الشقوق والفواصل وظروف التجوية بنوعيها، مما يؤدي لشدة تراجعها خلفياً.

ب. واجهة الجبل Mountain Front:

ويمثل منحدر الجبل أو الحافة **Scarp** وتتميز بشدة انحدارها الذي يصل أحيانا إلى الجرف القائم، وترتبط الأجزاء المحدبة من المنحدر بمكاشف الصـــخور الصـــلدة، أما الصخور اللينة فتتفق مع الواجهة المقعرة للمنحدر، ولذلك يتفاوت معدل تراجع المنحدر تبعا لمدى صلابته، ومرحلة تطوره التحاتي.

ج. زاوية البيدمونت Piedmont Angle:

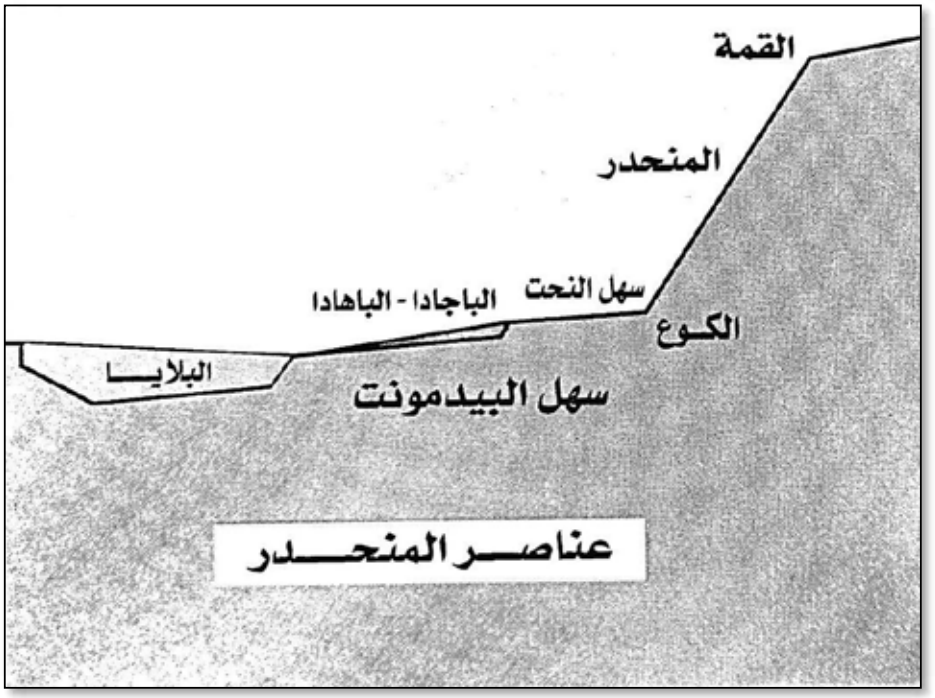
ويطلق عليها منطقة كوع الجبل (المنحدر) Mountain knick وتمثل اتصال واجهة المنحدر مع سطح الأرض المتاخم لها، وكثيرا ما تختفي أسفل مراوح رسوبية سميكة، ولكنها تتكشف في منطقة الدراسة بسبب نشاط عوامل التعرية التي تعمل على نقل المواد من الجزء العلوي من سهل البيدمنت.

د. سهل البيدمنت Piedmont Plain

يقع أسفل الكوع وهو صخري هين الانحدار نزولاً إلى الباجادا أو النطاق الرسوبي الفيضي Alluvial Zone، ويظهر سهل البيدمنت مقعرا في مظهره العام، ويتألف قسمه العلوي من سطح مصقول نتيجة اندفاع المواد الزاحفة على سطحه، حتى تفقد طاقة حركتها فتترسب تدريجيا مكونة نطاق الباجادا الرسوبي شكل (3– 4)، **(تراب، 2004).**

صورة (3-25) زحف الكتل الصخرية من المنحدرات

صورة (3-26) زحف الكتل الصخرية من المنحدرات



المصدر: دراسة ميدانية يوليو 2023م تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

شكل (3-4) عناصر منحدر البيدمونت، (تراب، 2011)

4. مخروط الهشيم: Cliff Debris- Scree- Talus Cone- Talus Creep

يطلق مصطلح مخروط الهشيم (التيلاس) الفرنسي الأصل على الحطام الصخري المتجمع ككومات متراكمة تحت أقدام الحافات الصخرية شديدة الانحدار، بتأثير الجاذبية الأرضية، وتختلف أشكالها وأحجامها تبعا لتأثر الحافات بعوامل التعرية، إلى جانب طبيعة وحجم المواد التي تتألف منها هذه الكومات الهرمية الشكل، التي تصنف حسب أحجامها، فالجلاميد والكتل الكبرى تنحدر بسرعه نحو أقدام الحافات، تعلوها الكتل متوسطة الحجم ثم الحصى والرواسب الدقيقة تغطي أعلى المخروط صورة رقم(3-27).

المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023م تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

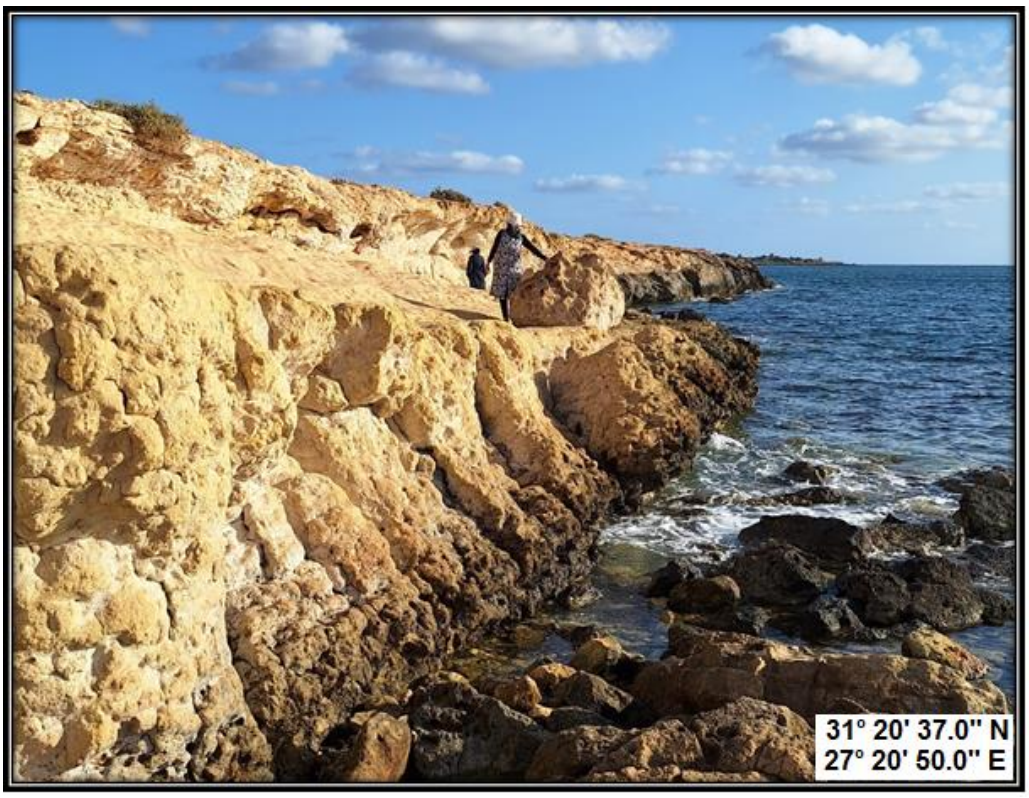
صورة (3-27) مخروط الهشيم

رابعا : أشكال النحت: Denudation Forms

تظهر أشكال النحت بمواقع الموانئ الغارقة فى العديد من الظواهر والتي تكونت بتأثير العوامل والعمليات البحرية والقارية وهي على النحو التالي :

1. الجروف البحرية :Marine Cliffs

تعد الجروف البحرية وأرصفة نحت الموج من ابرز الظاهرات الساحلية المميزة لمنطقة الدراسة، ويرتبط وجودها بالشواطئ الصخرية حيث تنتهى حواف الهضبة الميوسينية مباشرة عند البحر، أو حيث تشرف السلاسل الجيرية الأوليتية على البحر مباشرة كما هو الحال عند رأس علم الروم تتفاوت هذه الجروف في تكوينها وتفاصيل أشكالها تفاوتا كبيرا ويتوقف هذا على طبيعية الصخر ونظام بنائه وغير ذلك من الأمور التي سبقت دراستها عند الحديث على طبيعة السواحل.



المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3–28) جرف بحري نشط في ميناء جرياس جوني (الرميلة)

وتظهر الجروف البحرية في بعض أجزاء الساحل الشمالي الغربي لمصر المعروف بساحل مريوط، خصوصا فيما بين رأس الضبعه ورأس علم الروم حيث تبرز صخور الهضبة الجيرية الميوسينية في البحر على شكل رؤوس وجروف شديدة الانحدار تلاطم الأمواج أسفلها، وتقترب منها أو تشرف عليها على شكل جروف خصوصا عند الرؤوس، وعلى ذلك تنقسم الجروف البحرية لنوعين هي جروف بحرية نشطة وجروف بحرية مستقرة ولكن يظهر بمنطقة الدراسة النوع الأول وهو :

- **جروف بحرية نشطة Active Marine Cliff :**

تتأثر الجروف البحرية النشطة بفعل نحت الأمواج عند أسفلها ولذلك تتراجع خلفياً، وتظهر على سفوحها أنواع مختلفة من أشكال حركة المواد على المنحدرات سالفة الذكر، وتتعرض الأوجه المكشوفة لهذه الجروف لعوامل النحت البحري. وتنقسم هذه الجروف لعدة أنواع يظهر منهما

نوعين بمنطقة الدراسة أولها الجروف المشطوفة والتي تتألف من نطاقين العلوي منهما يتكون من منحدرات مغطاه بالكساء النباتي ويقع أسفلها نطاق آخر جرفي يتأثر بالنحت البحري، كما تظهر الجروف الرأسية ذات الصخور المتجانسة ويتراكم أسفلها مخاريط الهشيم الناتجة عن التساقط الصخريي، وتظهر تلك الأنواع بموقعين من مواقع الموانئ وهما ميناء زيجيس (مرسى باجوش) صورة (3-29)، وميناء جرياس جوني (الروميلة) صورة (3-28).

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3-29) ارتفاع الجرف في ميناء جرياس جوني (الرميلة) يصل إلى 6 م

- **<u>بعض الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بالجروف البحرية</u>**

تتعرض واجهات الجروف البحرية فى منطقة الدراسة لفعل عوامل التحات البحرية خاصة الأمواج، حيث تتراجع واجهاتها مخلفة وراءها حائطاً صخرياً شديد الانحدار كما هو الحال عند كل من رأس أبو حشافة ورأس ورأس حواله ورأس علم الروم، ويتضح من خلال دراسة منحدرات وسفوح هذه الجروف وجود العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية التى تنشأ وتتطور على طول واجهاتها، وهي إحدى ظاهرات النحت أيضا.

2. الكهوف والفجوات البحرية Notches and Caves

تتعرض واجهات الجروف البحرية للأثر المباشر لضرب الأمواج البحرية، وينتج عن هذا انتشار عدد من الفجوات أو الفتحات التى تمتد طولياً وعرضياً خاصة إذا ما ارتبط ظهورها بمناطق الضعف البنيوى كالفواصل الغائرة و الانكسارات. ويشيع تواجد هذه الفجوات عند قاعدة المنحدر (صورة 3-30 أ)، (3- 30 ب). وهى حزوز وثلوم غائرة نتيجة نحت المياه وبنمو هذه الفجوات واتساعها بأسافل الجروف يؤدى ذالك إلى تأكل هذه الجروف ونمو الرصيف البحرى التحاتى **(أبوراضي، 1998م)** وتتعرض الفجوات الساحلية للنمو تدريجياً طالما سمحت لها الظروف بذلك، ومن ثم تلعب المواد المفتتة التى تحملها الأمواج بالإضافة إلى نواتج عملية التعرية نفسها دوراً رئيسياً فى توسيع وتعميق الفجوات الساحلية، كما أن لتأثير عملية ضغط الهواء داخل الفجوة وقت حدوث الأمواج العالية أثر كبير فى نموها وتطورها الجيومورفولوجى، ويمكن إيجاز أهم العوامل التى تؤدى إلى نشأة هذه الفجوات فيما يلى:النحت بفعل الأمواج، الإذابة، الفعل الميكانيكى الناتج عن احتباس الهواء، نوع الصخر ونظامه.

صورة (3-30 أ) فجوة بحرية وكهوف فى قناة المد بميناء جرياس جوني (الرميلة)،

المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (3- 30ب) فجوات وكهوف فى الجرف الساحلي بميناء جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (حوالة) على الترتيب

وتستمر الفجوات الساحلية فى النمو فتزداد اتساعا وارتفاعا مع زيادة عمقها بحيث يمكن أن تستوعب إنسانا واقفا على قدميه، ومن ثم تعرف فى هذه الحالة بالكهوف البحرية. وهنا تتأثر واجهة الفجوة ومدخلها بالأمواج البحرية أما القاع فتشكله عمليات الإذابة بفعل المياه المنصرفة إليه من الأمواج البحرية عبر منطقة المدخل، كما يلعب الضغط الناجم عن احتباس الهواء دوراً هاماً فى إضعاف الصخر ويشيع وجود الفجوات الساحلية فى منطقة الدراسة على طول مناطق الرؤوس الصخرية، كما هو الحال عند جروف رأس أبو حشافه ورأس حوالة ورأس علم الروم.

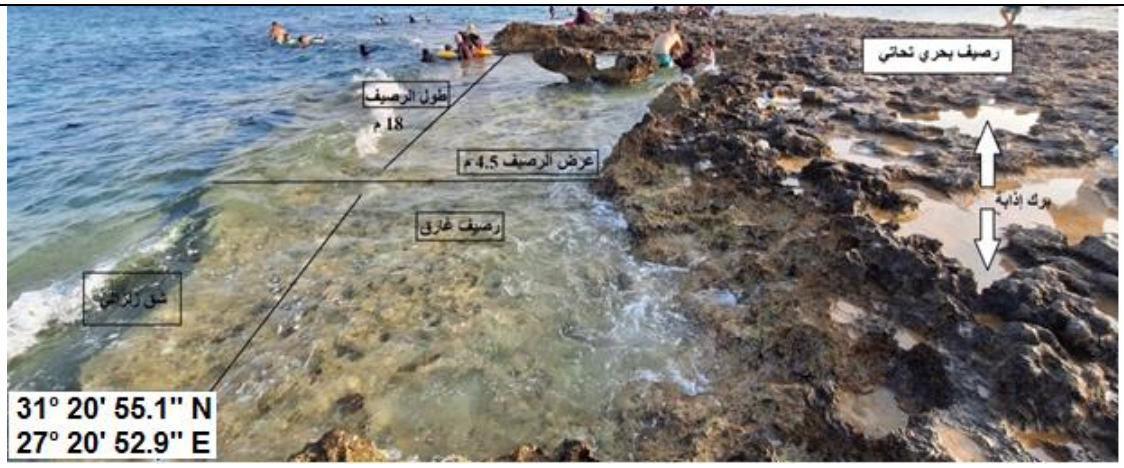
3. الأرصفة البحرية التحاتية Wave- Cut Platforms

يرتبط تشكيل الرصف البحرية التحاتية بتراجع الجروف صوب اليابس، نتيجة عمليات النحت البحري بالأمواج، والتقويض السفلي لقواعد الجروف البحرية، وتتميز تلك الأرصفة باستوائها وصقلها نتيجة احتكاك الأمواج بأسطحها، وتنحدر بصفة عامة نحو البحر انحداراً هيناً (تراب، 2005). وتعرف بسطوح أرصفة نحت الموج، وهى تدين فى نشأتها وتطورها الجيومورفولوجى لتلك العمليات التى تؤدى إلى تراجع وتخفيض الجروف البحرية، لذلك كان من الطبيعى أن تأتى دراستها تالية لدراسة الجروف البحرية، وينشأ على تلك الأرصفة ظاهرة الاحتجار والنحت البحري بفعل الأمواج ببساطة عبارة عن حركة جذب وسحب للمفتتات الصخرية تقوم بها الأمواج وتلقيها بعيدا عن الشاطئ وهذه المفتتات قد تكونت بفعل عمليات تجوية وانهيارات أرضية سابقة لعملية الاحتجار بفعل الأمواج w. Quarrying. وينتج عن الاحتجار رصيف ينحدر بصفة عامة نحو البحر يتميز بنعومة سطحه، وقد تظهر فوقه بعض الأشكال مثل الكدوات المنخفضة وحفر الإذابة والحفر الوعائية وغيرها،

تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال ميناء جرياس جوني (3-31أ)

تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي ميناء جرياس جوني (3-31 ب)

تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي ميناء كالياي (مرسى حوالة) (3-31ج)



تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي، دراسة ميدانية أغسطس 2023 **(3-31 د)**

صورة (3- 31د) أشكال أرصفة النحت فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)

أما النحت المائي بفعل الأمواج فيقصد به تفتيت المواد الصخرية وتحطمها بواسطة الأمواج، فالنحت إذن عبارة عن عملية تكسير فيزيائي للصخر المتلاحم وطحن للمفتتات بتكرار تقدم وتراجع الأمواج على طول امتداد الشاطئ، ويؤدي النحت إلى تكوين فجوات الأمواج Notches **(محسوب، 2002)**، وتصنف هذه الأرصفة حسب العوامل المؤثرة في تشكيلها كالتالي:

أ. الأرصفة المدَّية Tidal – Platforms:

وهي الأرصفة المنحدرة من مستوى المد العالي فى اتجاه البحر، وتنشأ هذه الأرصفة نتيجة الفعل الهيدروليكي للأمواج، واصطدام الأمواج العاتية بصخور الجرف الضعيفة، مما يساعد على اقتلاعها، خاصة إذا كانت الخصائص البنيوية للصخور تسمح بزيادة معدل نحتها.

ب. أرصفة الرطوبة والجفاف Wetting and Drying:

وقد أطلق عليها بيرد (Bird) تعبير أرصفة التجوية المائية **Water Weathering Platforms** لتوالي عمليات غمر الصخور بمياه البحر، ثم انحسارها عنها وجفافها، ويساعد فى تلك العملية إرتفاع الأمواج واتجاه التيارات البحرية التي تحدد مساحة المنطقة المتأثرة بالفعل الكيميائي للماء، وتسهم مسامية الصصخر ونافذيته للمياه في تحديد سرعة جفافه، فالصخور الأكثر نافذية للماء وتميل ميلا خفيفاً ناحية البحر، تساعد على زيادة معدلات التبخر وسرعة جفافة وسرعة تجويته خاصة فى المناطق مرتفعة الحرارة صورة (3-31).

وتتشابه الأرصفة البحرية فى خصائصها وسماتها الجيومورفولوجية إذا ما كانت صخور الشاطئ متجانسة فى سماتها الليثولوجية والبنيوية، ويؤدى تباين البنية والسمات الصخرية إلى عدم انتظام قطاع الشاطئ وظهور رصيف غير منتظم تبرز على سطحه حافات فى الأجزاء الصلبة و حفر غائرة فى مناطق المكاشف الصخرية الضعيفة.

4. <u>الكباري الطبيعية والأقواس والأنفاق البحرية:</u>

<u>Natural Bridges, Marine Arches and Channels:</u>

الأقواس أو الكباري البحرية هي فجوات متقابلة محفورة فى الجروف البحرية بصورة متقابلة، تعمل الأمواج على التقائها معاً، ليشكلا فجوة ممتدة فى الصخور، وترتبط هذه الفجوة بالعيوب الصخرية سواء ليثولوجية أي ترتبط مع الصخور ضعيفة المقاومة لعوامل النحت، أو التركيبية أي تمتد مع أحد الفواصل أو الشقوق الصخرية الرأسية، ويطلق تعبير نفق بحري عندما تمتد الكباري الطبيعية مسافة كبيرة داخل الكلتة الصخرية، ولكن مصير الكباري الطبيعية هو انهيارها أمام هجمات الأمواج وتأثير فعل الإذابة برذاذ مياه البحر، فتتحول لمسلة بحرية **(تراب، 2004)** صورة (3-32 أ) (3- 33 ب).

صورة (3- 32 أ) أشكال الأقواس والأنفاق والكباري الطبيعية فى مينائي جرياس جوني، وكالياس(حوالة)

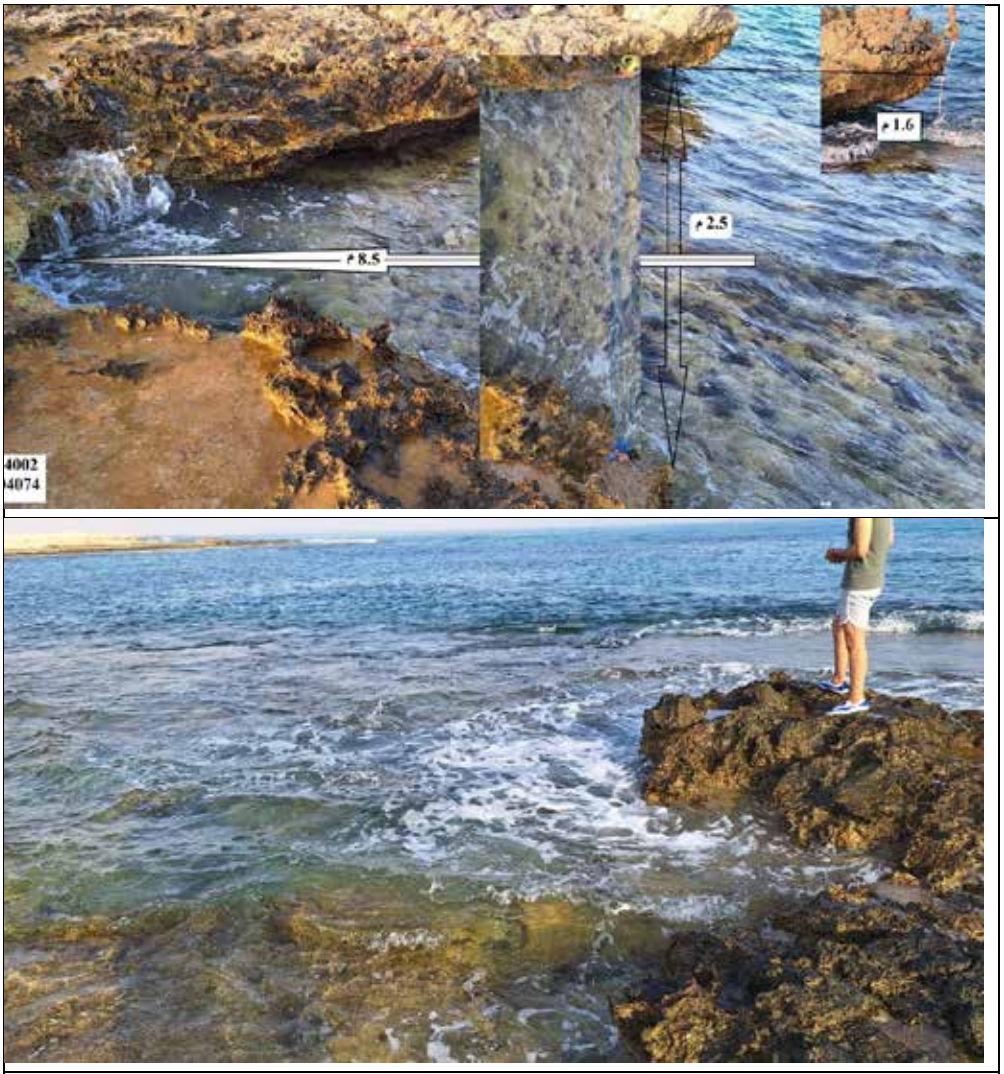
تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي، دراسة ميدانية أغسطس 2023

صورة (3–32 ب) أشكال الأقواس والأنفاق والكباري الطبيعية فى مينائي جرياس جوني، وكالياس(حوالة)

5. المداخل البحرية Marine Inlets:

نعني بهذا المصطلح ممر مائي ضيق يتداخل فى اليابس متأثراً بتيارات المد والجزر، وقد ينشأ نتيجة انهيار أسقف الكهوف البحرية أمام هجمات الأمواج كما تبين من الدراسة الميدانية للباحثة، وقد تم رصد أكثر من مدخل بحري على امتداد مواقع الموانئ بعضها فى طور النمو وبعضها مكتمل المعالم كلياً ويظهر ذلك بصورة (3–33 أ)، (3– 33 ب).

صورة (3-33 أ) أشكال المداخل البحرية فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)



المصدر: دراسة ميدانية أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي، الشمال.

صورة (3-33 ب) أشكال المداخل البحرية فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)

6. مسطحات المد: Tide Flats

تعد أحد أنواع المداخل البحرية الناتجة عن انهيار أسقف الكهوف البحرية Marine Inlets Due to Caves أمام هجمات الأمواج فتعمل على تشكيل مداخل بحرية تتوغل في اليابس، **(تراب، 2004)**. يتصل هذا النوع من المسطحات بالمسطح البحري المجاور من أحد اتجاهاته لكي يتم تزويده بالماء ويزداد عمقه بتكرار عمليات المد وزيادة تشبع الأرض بالمياه وقد يتحول هذا المسطح لبحيرة ساحلية مفتوحة Open Lagoons، وذلك فى حالة تزويدها بالمياه بشكل مستمر وتجديد مائية البحيرة والحفاظ على نسبة ملوحتها، وتعويض نقص المياه الناجم عن البخر

والتسرب (**تراب، 2004**)، ويظهر ذلك في الجانب الغربي من ميناء جرياس جوني (الرميلة غرب) صورة (3-34).

المصدر: تصوير الباحثة الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (3-34) شكل قناة المد في ميناء جرياس جوني (الرميله غرب)

خامسا : أشكال الإرساب : Marine Deposition

يمكن تقسيم الظاهرات الإرسابية إلى مجموعة من الأشكال الأرضية:

1- الشواطئ الرملية الحديثة:

تمتد الشواطئ الرملية الحديثة فى شريط ساحلى ضيق ينحصر بين مستوى أدنى جزر وأعلى نقطة تصلها مياه الأمواج والعواصف البحرية أثناء فصل الشتاء، ويتميز بقلة انحداره ورواسبه الرملية. وتتكون هذه الشواطئ داخل الخلجان التى تفصل بين الرؤوس البحرية، فالأمواج المتقدمة

تضعف وتقل قدرتها على الحمل فتقوم بارساب حمولتها من الرمال فى شكل شواطئ منبسطة تتراوح درجة انحدارها فى الغالب بين 2 –4 درجات.

ويتراوح اتساعها بين 20–50 متراً، و ربما يضيق لأقل من هذا كثيرا إذا ما أشرفت السلاسل الجيرية على البحر مباشرة، حيث تترك سهلاً ساحلياً ضيقاً قد لا يتعدى اتساعه بضعة امتار كما هو الحال في مرسى باجوش صورة (3–35).

المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2016 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرق

صورة (3–35) شاطئ رملي فى ميناء زيجيس مرسى باجوش

وتختفى الشواطئ الرملية فى بعض القطاعات التى تشرف فيها السلسلة الساحلية على البحر مباشرة بجروف شديدة الانحدار كما هو الحال على طول القطاع الغربى من رأس حوالة، والذى يمتد لمسافة تصل نحو 7 كيلومترات باتجاه الغرب، ويشيع فى مثل هذه الحالات تواجد الحصى والجلاميد و الكتل الصخرية الساقطة الناتجة عن تراجع هذه الجروف.

وتتكون الشواطئ الرملية من رمال أوليتية مفككة ناصعة البياض، أرسبتها مياه الأمواج والتيارات البحرية. و تتكون من كربونات الكالسيوم التى يختلف شكل حبيباتها بين المستدير والبيضاوى وأخرى ليست ذات شكل منتظم، هذا إلى جانب حبيبات الكوارتز الزاوية أو المستديرة، علاوة على مفتتات الأصداف البحرية وحفريات الفورامنيفرا صورة (3–36)،

كما تحتوى على نسب محدودة للغاية من الطين والسيلت لا تزيد عن 1% ويرتبط تواجدها بصورة رئيسة بمخارج الأودية الغارقة.

(Thin section using ordinary light) بنسبة تكبير 1000 ماكرو تصوير مضيئ

صورة (3-36) تصوير الباحثة لبعض حفريات الفورمنيفرا والبقايا النباتية والعضوية الموجودة في صخور السلسلة الساحلية نتيجة للفحص المجهري للعينات معمل كلية العلوم.

ويرتبط بالشواطئ الرملية ظاهرات أخرى مؤقتة أهمها الضروس أو السنن الرملية Cusps. وتتخذ هذه السنن شكلاً هلالياً يمتد كلا قرنيه ناحية البحر، وتتكون هذه القرون من مواد رملية خشنة نسبياً عن تلك المواد المكونة للقطع الدائرى من الشكل (البطن). ولقد أشار Bagnold 1940 إلى طبيعة العمليات المكونة لهذه السنن الرملية صورة (3-37)، فالأمواج المتقدمة ناحية الشاطئ تنقسم إلى شعبتين تدور كل شعبة منها عكس الأخرى ليتحدا معاً مرة أخرى عند تراجعهما Backwash، ويعمل هذا الانقسام فى طبيعة الجريان المائى للموجة على تقليل سرعتها ومن ثم تقل بالضرورة قدرتها على الحمل فترسب المواد الخشنة أولاً فى شكل سنن أو قرون بينما تترسب المواد الناعمة فى شكل قطع دائرى تبعاً لحركة كل شعبة، ومع اتحاد الشعبتين أثناء تراجعهما ناحية البحر تزداد قدرة المياه لأن حركتها تتفق مع الانحدار، ومن ثم تقوم بإزالة كميات من الرواسب الناعمة لتعيد ترسيبها مرة أخرى فى منطقة الشاطئ القريب.

المصدر : الدراسة الميدانية،(2016-2023) تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (3-37) السنن الرملية المتخذه شكلا هلالياً ميناء كالياس (مرسى حوالة)، وميناء زيجيس(باجوش)

2- الخلجان والتداخلات الساحلية:

تعد الخلجان البحرية من أهم المظاهر الجيومورفولوجية التى تميز خط الساحل فى منطقة الدراسة، و الخلجان فى أبسط تعريفاتها هى أجسام مائية ساحلية متوغلة فى اليابس، تختلط فيها مياه البحر بمياه الأودية التى تنصرف إليها إن وجدت، وتُعد من وجهة النظر الجيومورفولوجية حديثة النشأة، وتتوقف دورة حياتها من الناحية الجيومورفولوجية على مدى التوازن القائم بين منسوب سطح البحر ومعدل امتلائها بالرواسب. وتختلف الخلجان فيما بينها من حيث الشكل والحجم صورة (3-38).

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2016 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3-38) خليج ذو إرسابات رملية وصخرية في ميناء كالياس رأس حوالة

2. <u>الخلجان البحرية الناتجة عن ارتفاع منسوب سطح البحر.</u>

وتمثله مصبات خطوط التصريف الغارقة Estuaries، و التى تمتد على طول خط الساحل بدايةً من مرسى أبوحشفة وحتى علم الروم شكل (3-1)، والتى تتشكل بفعل كل من مياه البحر و مياه الأمطار التى تنصرف إليها فى فترات الجريان السطحى.

ويصعب التعرف على هذا النوع من الخرائط والصور الجوية، حيث تشغل مخارج الأودية فى منطقة الدراسة مساحات ضيقة للغاية لا تظهرها مقاييس الرسم المتاحة، بالإضافة إلى التعديلات والتغيرات التى تطرأ على المنطقة بهدف إنشاء القرى والمراكز السياحية، لكنها ظاهرة موجودة بالفعل وتم التعرف عليها ميدانيا عند بعض المخرات الجافة التى تنحدر على جوانب السلسلة الساحلية.

المصدر : الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3-39)الخلجان البحرية الناتجة عن ارتفاع منسوب سطح البحر

ولقد أدى ارتفاع منسوب سطح البحر إلى تكوين خط شاطئ جديد يتبع مسار أحد خطوط الكنتور، ومن ثم فإنه إذا كان خط الكنتور متعرجاً فإن خط الشاطئ الجديد سيكون متعرجاً هو الأخر نتيجة لتقدم البحر فى مداخل الأودية، بينما تبقى الأجزاء المرتفعة الفاصلة بين حدود أحواض التصريف مكونة رؤوساً بحرية، ويظهر ذلك واضحا في خليج بميناء كالياس بالقرب من رأس حوالة صورة (3-39) .

3- <u>الكثبان الرملية الساحلية:</u>

تتكون من رمال أوليتية بيضاء مفككة اشتقت من رواسب الشاطئ الحديث، وقد عملت الرياح على إعادة توزيعها وترسيبها فى شكل تجمعات رملية، يمتد محورها بشكل عام من الشمال الغربى ناحية الجنوب الشرقى، وسطحها مموج بوجه عام وينحدر بلطف ناحية البحر بينما يشتد انحدار الجانب المواجه لليابس نسبياً تظهر الكثبان الرملية الساحلية فى الجزء الشرقى من منطقة الدراسة، ولمسافة تزيد عن 10 كيلومترات بمحاذاة خط الشاطئ. وتبدو هذه التجمعات الرملية فى شكل مجموعة من التلال الرملية لا يزيد ارتفاعها عن عشرة امتار، ويشيع تواجد عدة أنواع نباتية فوق سطح هذه التجمعات الرملية وهو الأمر الذى يعمل على الحد من توغلها تجاه اليابس صورة (3-40).

المصدر: تصوير الباحثة الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (3-40) أشكال الكثبان والرواسب الساحلية

وتحتوى رمال الكثبان الساحلية على حبيبات من الكربونات تختلف أشكالها بين المستديرة والطولية، إلى جانب حبيبات الكوارتز الزاوى غير كاملة الاستدارة، وبقايا حفريات بحرية

(Misak, R., 1974)مثل الـ Echinoid Spines and Foraminifera، وتشير نتائج الدراسة الميدانية أن الرمال تتفاوت أحجامها، حيث تتراوح أحجام حبيباتها بين الرمال الناعمة والمتوسطة والخشنة، ومن ثم تكون بذلك قد أرسبت تحت تأثير سرعات رياحية متباينة.

4- الكثبان الرملية المتحجرة:

يشيع تواجد الكثبان الرملية المتحجرة على طول القطاع الممتد إلى الغرب من رأس الحكمة بطول الشاطئ، ويغلب عليها مظاهر التقطيع حتى أنها لا تمثل معظم الأحيان نطاقاً متصلاً بقدر ما تشغل عدة مواقع متفرقة.

وتلتحم معظمها بجسم السلسلة الساحلية فلا تكاد تميز بينهما إلا من حيث الارتفاع حيث يزيد ارتفاع السلسلة الساحلية هنا عن 25 متراً، بينما لا يتعدى ارتفاع الكثبان المتحجرة 7 امتار، وكذلك من حيث اللون فصخور السلسلة الساحلية شديدة البياض بينما تميل الكثبان المتحجرة إلى الصفرة صورة (3-41).

ويمكن الاستدلال على كونها كثبان رملية أرسبت فى ظروف رياحية جافة تشبه الظروف الحالية، حيث تختلف درجات ميل بنيتها اختلافاً واضحاً يشير إلى اختلاف اتجاه الرياح المؤثرة خاصة بعد

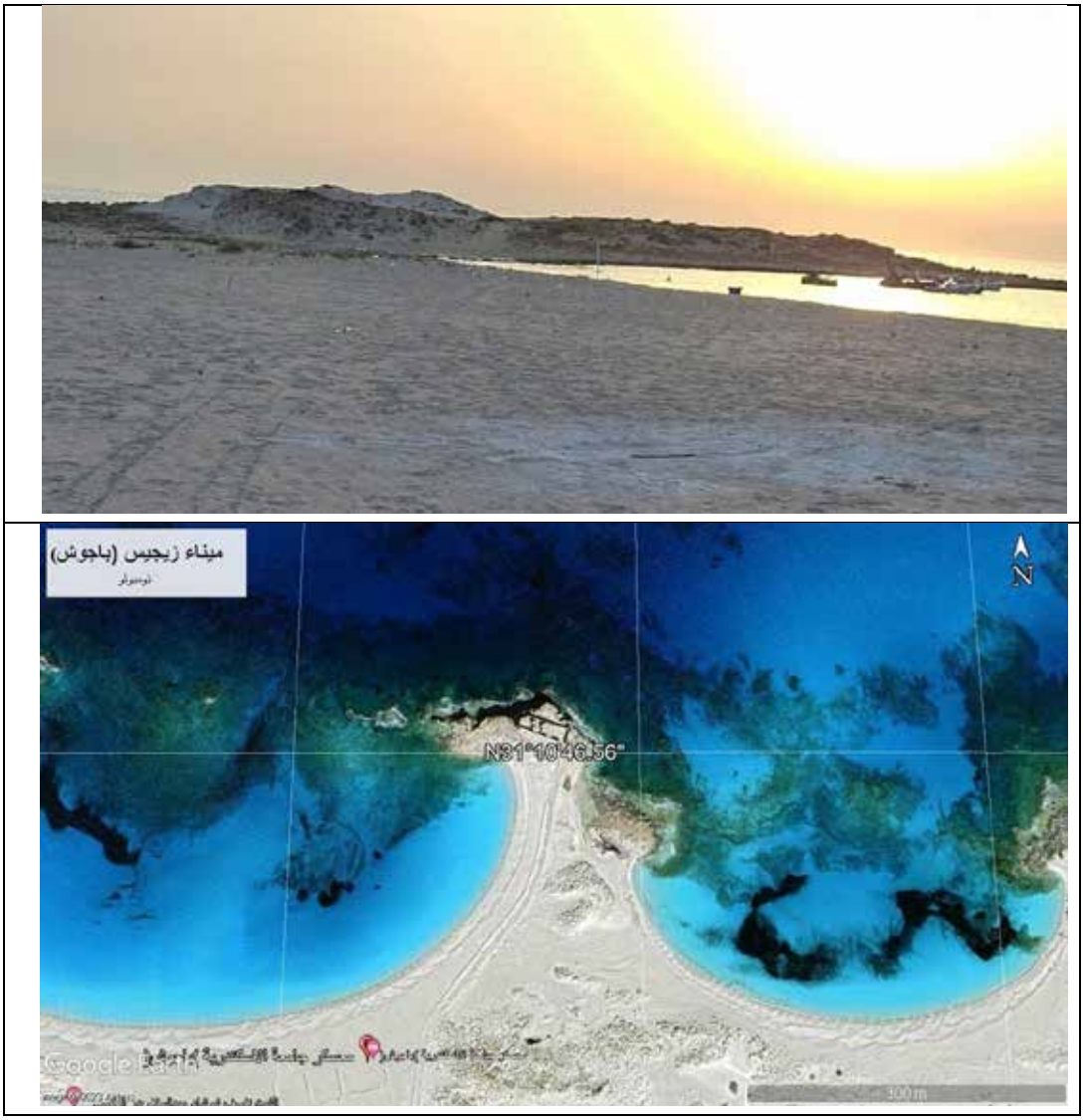
التعرف على البنيات الحوضية بداخلها والتى تعد من نتاج الرياح المعاكسة، وقد تعرضت هذه الكثبان للتحجر تحت ظروف أكثر رطوبة من الآن.

المصدر: الدراسة الميدانية أغسطس 2023، تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي

صورة (3-41) أشكال الكثبان الرملية المتحجرة

5. التومبولو :

يعد اللسان الصخري (التومبولو) من الظاهرات الرسوبية النادرة وهو عبارة عن لسان رسوبي متكون من إرسابات صخرية ملتحمة مع بعضها وتختلط معها إرساب رملية ويتواجد عند ميناء زيجيس (مرسى باجوش) وتنتشر أسفلة مجموعة من الكتل الصخرية عندما نحرته الأمواج وقامت باستداف نطاقات الضعف الجيولوجي مما أدى إلى حدوث التساقط الصخري المتكرر أدى لتجمع كتلي عند قدم الجرف المتلاحم بالتومبولو في أماكن مختلفة فوق الرصيف البحري التحاتي صورة (3-42).



المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الشمال الغربي كالياس (حوالة)، Google Earth Pro 2023 لتومبولو ميناء زيجيس (باجوش)

صورة (3-42) أشكال اللسان الصخري (تومبولو)

7. أشكال السبخات الساحلية:

تنتشر السبخات الساحلية فى نطاق ينحصر بين خط الشاطئ واليابس على مسافات متباينة، تختلف تبعاً لطبوغرافية المكان. وترتبط نشأتها وتطورها ارتباطا وثيقا بالظروف الساحلية، حيث تشغل تلك الأصقاع المستوية تقريبا من سطح الأرض، والتى ترتفع قليلاً عن منسوب المد العالى.

وتتألف من الرواسب الناعمة من الرمال والطين وهى رواسب شديدة التماسك، حملتها الرياح والمسيلات المنحدرة على جوانب السلاسل الأوليتية. وتمتد السبخات فى منطقة الدراسة خلف السلسلة الساحلية، حيث تشغل أخفض أجزاء المنخفض الساحلى صورة (3-43).

(جدول 3-1) الخصائص المورفومترية للسبخات الساحلية

السبخة	المساحة (كم2)	متوسط الطول (كم)	متوسط العرض (م)
سبخة رأس أبو حشفة	3.4	1.25	200
سبخة رأس حوله	5.6	0.8	500
سبخة رأس علم الروم	35.4	6	350

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية 50000:1

و يمكن أن نستخلص من جدول 3- 1 أهم الخصائص المورفولوجية للسبخات الساحلية فى منطقة الدراسة على النحو التالى:

أ. غالبا ما تتكون السبخات فى ظل الرؤوس الصخرية، ذلك لأن الأمواج والتيارات البحرية التى تحمل كميات كبيرة من الرواسب عندما تقترب من هذه الرؤوس تفرغ جزءا من حمولتها فى ظل هذه الرؤوس على شكل شواطئ رملية تعيد الرياح توزيعها على اليابس، وهى بذلك تشبه السبخات الساحلية فى شبه جزيرة قطر **(عاشور وآخرون، 1991)**.

ب. باستثناء سبخة رأس علم الروم والتى تمتد من الجنوب إلى الشمال، تمتد السبخات الساحلية فى منطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب متخذة بذلك نفس محور امتداد المنخفض الساحلى الذى تشغله.

ج. تتميز السبخات الساحلية فى منطقة الدراسة بصغر مساحتها نسبيا ويرجع هذا إلى ضيق المنخفض الساحلى الذى تشغله، ودور العامل البشرى فى تشيد وبناء العديد من القرى السياحية.

د. يتميز سطح السبخات باستوائه الشديد وتغطيه طبقة بنية داكنة اللون شديدة التماسك تبدو مشبعة بالمياه، كما تظهر القشور الملحية فى بعض أجزاء من سطح السبخة وهى تدل على زيادة معدلات تبخر المياه التى صعدت إلى السطح بفعل الخاصية الشعرية.

***التوزيع الجغرافى للسبخات الساحلية فى منطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب :**

1. سبخة رأس أبو حشفة.

وتمتد من الشرق إلى الغرب بطول 1.25كم، ويصل متوسط عرضها نحو 200متر، وهى أكثر اتساعا ناحية الشرق حيث تختفي السلسلة الساحلية فى هذا الموضع مما يجعلها فى عرضة مباشرة لمياه المد. ويتراوح منسوب سطحها بين 1− 1.5 متر فوق سطح البحر فى الجانب الشرقي من السبخة، يزيد فى الجانب الغربي منها حيث يصل نحو 2.5 متر.

2. سبخة رأس حوله.

تمتد سبخة رأس حوله من الشرق إلى الغرب على طول الحافة الجنوبية للسلسلة الساحلية، ويصل طولها نحو0.8كم بينما يصل متوسط اتساعها نحو500 متر، كما أنها تمتد من الشمال إلى الجنوب بطول 0.6كم. وينفتح الجزء الجنوبى منها مباشرة على البحر مما يجعلها عرضة بصفة دائمة لمياه المد. ويصل المتوسط العام لمنسوب سطحها نحو 3 امتار فوق منسوب سطح البحر، يزداد فى الجانب الغربى حيث يصل نحو 6 امتار وهو ما يجعل هوامشها الغربية أكثر جفافاً معظم أيام السنة.

3. سبخة رأس علم الروم.

وهى أكبر السبخات مساحة، حيث تمتد فى شكل مجموعة من الأشرطة الطولية (نحو أربعة نطاقات) بانحناء بسيط ناحية البحر، وتصل مساحتها نحو 35.4كم2 بينما يصل امتداد أطول النطاقات نحو 6كم، ويصل متوسط عرضها نحو 350متراً. ولا يزيد ارتفاع أعلى نقطة على سطح السبخة عن 3 امتار، ويعد منسوب 1 و 2 متر الأكثر شيوعا. وتنفصل هذه النطاقات فيما بينها بمجموعة من التلال الأوليتية التى يتراوح منسوبها بين 4–15 مترا فوق منسوب سطح البحر.

ويتميز سطح السبخة بالاستواء الشديد وظهور قشرة ملحية على بعض أجزائها. كما يقترب منسوب سطحها كثيراً من منسوب المياه الباطنية التى تظهر على عمق يتراوح بين 5–10 سنتيمترات من السطح صورة (3– 43 أ)، (3– 43 ب)، وهو ما يسمح بنمو بعض النباتات التى يمكنها تحمل درجات الملوحة العالية.

صورة (3–43 أ) أشكال السبخات فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، دراسة ميدانية أغسطس 2023.

صورة (3- 43 ب) أشكال السبخات فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)، وكالياس (رأس حوالة)

8- البحيرات الساحلية Lagoons :

هي عبارة عن مسطحات مائية طولية الشكل في أغلبها، تمتد موازية لخط الساحل، ويفصلها عنه نطاق من الحواجز الرملية أو الصخرية، وتستمد البحيرات الساحلية مائيتها من البحر سواء سطحيا بالانغمار وطغيان الأمواج، أو تحت السطح بالتسرب. وتنقسم لثلاثة أنواع رئيسة يظهر أحدهم بمنطقة الدراسة بموقع ميناء كالياس (رأس حوالة) وهو:

- **البحيرات الساحلية المغلقة Closed Lagoons:**

عــبارة عن بحيرات ساحلية بحريـة النشأة تنتج عن تأثير التيارات البحريـة الموازيـة لخط الساحل، ودورها في زيادة نمو الحواجز الرملية، وإغلاق البحيرة ومنع وصول المياه إليها، مما يســاعد عـلى رفع نسبة الملوحة بها وركودها وتحولها فيما بعد إلى مستنقع بحيري صورة(3-44أ)، (3- 44 ب).

صورة (3-44

أ) الشكل العام للبحيرة المغلقة فى ميناء كالياس (رأس حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، دراسة ميدانية أغسطس 2023.

صورة (3- 44ب) عمق البحيرة المغلقة فى ميناء كالياس (رأس حوالة)

سادسا: الأشكال المتبقية Residual Features :

يرتبط وجود الأشكال المتبقية ببقايا نشاط عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية تليها حركة المواد على المنحدرات ثم تأتي عوامل التعرية لتقوم بحمل وكشط الفتات الصخري بمساعدة نطاقات الضعف الجيولوجي بالصخر نفسه، ولكن تصمد الكتل الصخرية الصلبة أمام جميع تلك العمليات والعوامل وتترك أشكالاً متبقية كالتالي:

1. الجزر و(المسلات) الصخرية المتبقية: Remains Marine stacks and Island

تعد الجزر والمسلات الصخرية من الظاهرات الجيومورفولوجية المميزة لكثير من السواحل الصخرية صورة(3-45)، والواقع أنهما معاً يمثلان مرحلة متأخرة من مراحل تطور وتراجع الجروف البحرية، فالأمواج تعمل باستمرار على تآكل الصخور وتعميق الفجوات والكهوف البحرية إلى الحد الذى يفقد فيه الشكل توازنه المورفولوجى ومن ثم يسقط سقف الكهف أو الفجوة ويعرف فى هذه بالفجوة الهوائية Blow Hole، فإذا ما تجاور كهفان ووصل كل منهما إلى هذه المرحلة، فإنه ينتج عن ذلك وجود لسان صخرى ناتئ فى مياه البحر.

المصدر: الدراسة الميدانية،أغسطس 2016 تصوير الباحثة ناظرةً صوب الغرب

صورة (3-45) جزيرة في ميناء زيجيس (باجوش)

الفصل الثالث الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

يفصل بين فجوتين هوائيتين، فتنشط عمليات التعرية البحرية على كلا جانبى هذا النتوء الأرضى، مما يؤدى بدوره إلى ظهور فتحة ضيقة تربط بين كلا جانبى هذا النتوء وهى ما يعرف بالنفق البحرى[1]، ويستمر هذا النفق فى الاتساع حتى تنفصل قمته تماماً عن الصخر الأصلى، ومن ثم تظهر المسلات أو الأعمدة البحرية كشواهد جيومورفولوجية على تراجع الجرف البحرى صورة (3-46).

وفى مرحلة أخرى أكثر تقدماً تظل هذه الأعمدة واقعة تحت تأثير الأمواج فتخفضها وتهدمها مخلفةً وراءها عددا من الجزر الصخرية الصغيرة سواء من حيث المساحة أو الارتفاع، وتعد هذه المرحلة هى المرحلة الأخيرة من مراحل تراجع الجروف البحرية وذلك قبل تسوية سطح الرصيف البحرى تماماً.

المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2023 تصوير الباحثة ناظرةً صوب

صورة (3-46) بقايا من مسلة صخرية تطورت إلى جزيرة متبقية في ميناء جرياس جوني (الرميلة)

[1] يفضل Sunamura استخدام مصطلح النفق البحري Sea Tunnel فى حالة الأقواس التى يزيد طولها كثيراً عن عرضها عند مداخلها .Sunamura,T., 1992, p.191

كما أن وجود الجزر الصخرية على طول القطاع نفسه، وهى دليل على كون المسلات الصخرية كانت أكثر انتشاراً فى المنطقة فى وقت ما، حيث تتعرض قاعدة هذه المسلات للنحت ومن ثم تفقد توازنها ويسقط الجزء العلوى منها فى شكل كتل صخرية ترتكز فوق الرصيف البحرى، وتتميز الجزر الصخرية المرتبطة بقاعدة هذه المسلات بقدرتها النسبية على مقاومة عوامل التعرية البحرية، كما أنها عادة أقل ارتفاعاً بل إن الكثير منها تغمره باستمرار مياه الأمواج، وتتعرض هذه الجزر للتآكل بفعل التقويض السفلى فى الجانب المواجه لتقدم الأمواج، وكذلك لعمليات الإذابة الكيميائية، فيقل حجمها شيئاً فشيئاً إلى أن تتلاشى تماماً.

وتتميز الجزر الصخرية فى هذا القطاع من الشاطئ بصغر أبعادها المورفومترية بحيث لا يزيد طولها عن 425 سنتيمتراً، وأقصى عرض 318 سنتيمتراً، كما تقل ارتفاعاتها عن رصيف نحت الموج بحيث لا يزيد أقصاها عن 118سم، ويتركز نطاق نحت الموج فيها عند منسوب يتراوح بين 30–75سم حسب ارتفاع كل منها.

2. بقايا الحواجز البحرية Remains Marine Bars:

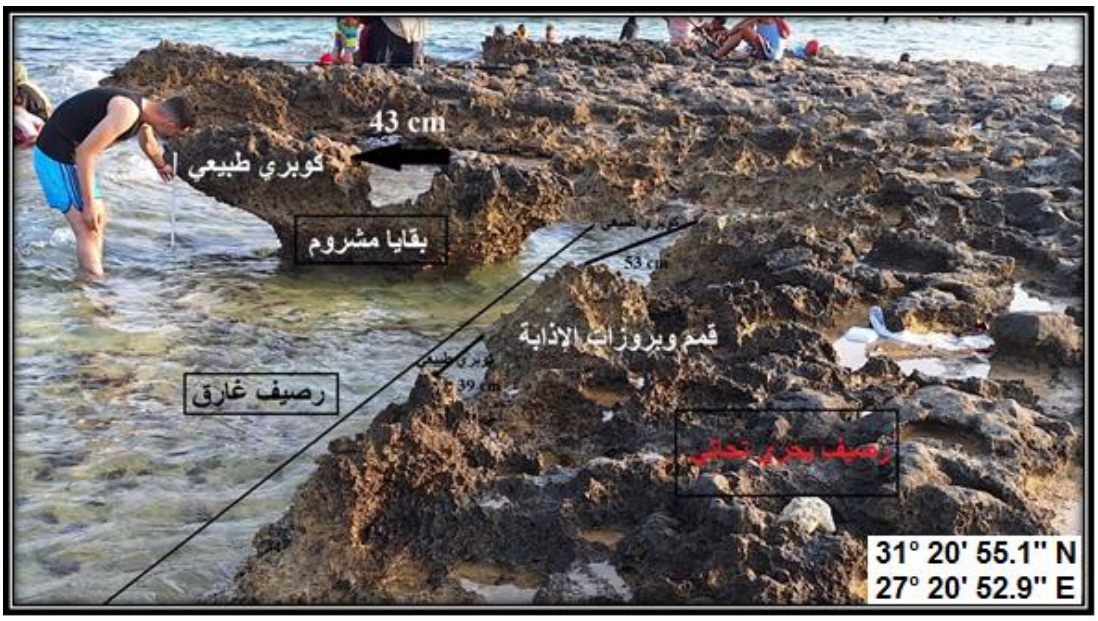
تظهر بقايا الحواجز البحرية في ميناء جرياس جوني (ميناء الرميلة غرب)، وهي عبارة عن سلاسل تلالية مغمورة ترجع للسلسلة الساحلية الغارقة التي سمها **(أبوالعنين، 1975)** بسلسلة الطابية بالساحل الشمالي الغربي، وتتكون من رواسب ومفتتات بحرية دقيقة، تظهر في صورة حواجز ممتدة فوق سطح البحر أثناء فترات الجزر، وتكون موازية لخط الساحل، ولكنها تظهر بصعوبة في موقع الميناء بسبب تغيرات مستوى سطح البحر الذي دل على تغيره وجود النوتشNotches على طول امتداد الجانب الغربي للميناء وتظهر بقايا الحاجز البحري فى الصورة (3–47).

المصدر: تصوير الباحثة، دراسة ميدانية أغسطس 2023.

صورة (3-47) شكل بقايا الحاجز البحري فى مينائي جرياس جوني (الرميلة)

3. بقايا المشروم Mashroom Remains:

يظهر بقايا عيش الغراب فى موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة غرب) فوق الرصيف الغارق، وهو يمثل صخرة تشبه نبات عيش الغراب. فهو يشبه المائدة القائمة على عمود واحد محدود القطر بالنسبة للسطح العلوي المستوي الذي يعلوه.(**تراب، 2004**) صورة (3-48)

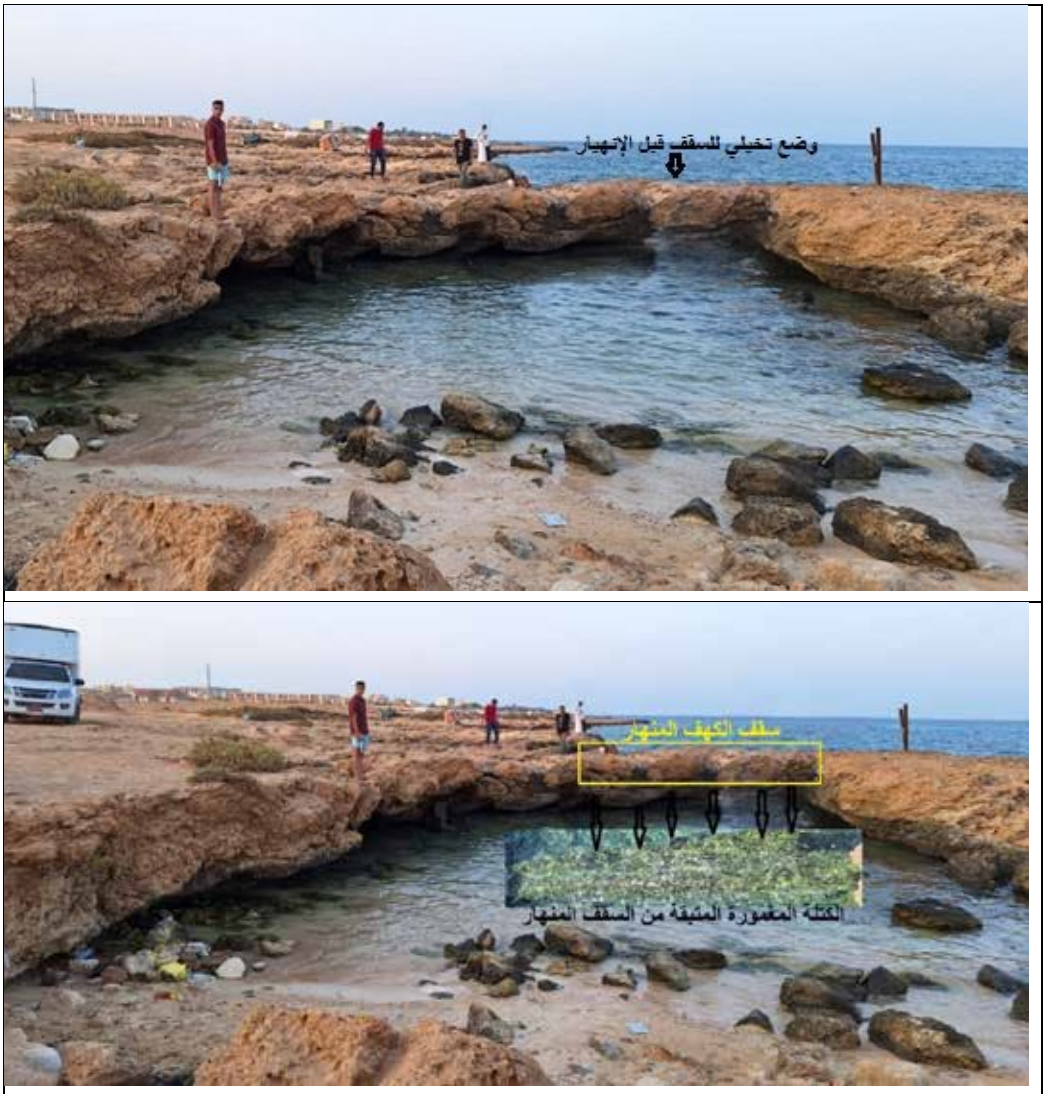


المصدر: تصوير الباحثة، دراسة ميدانية أغسطس 2023.

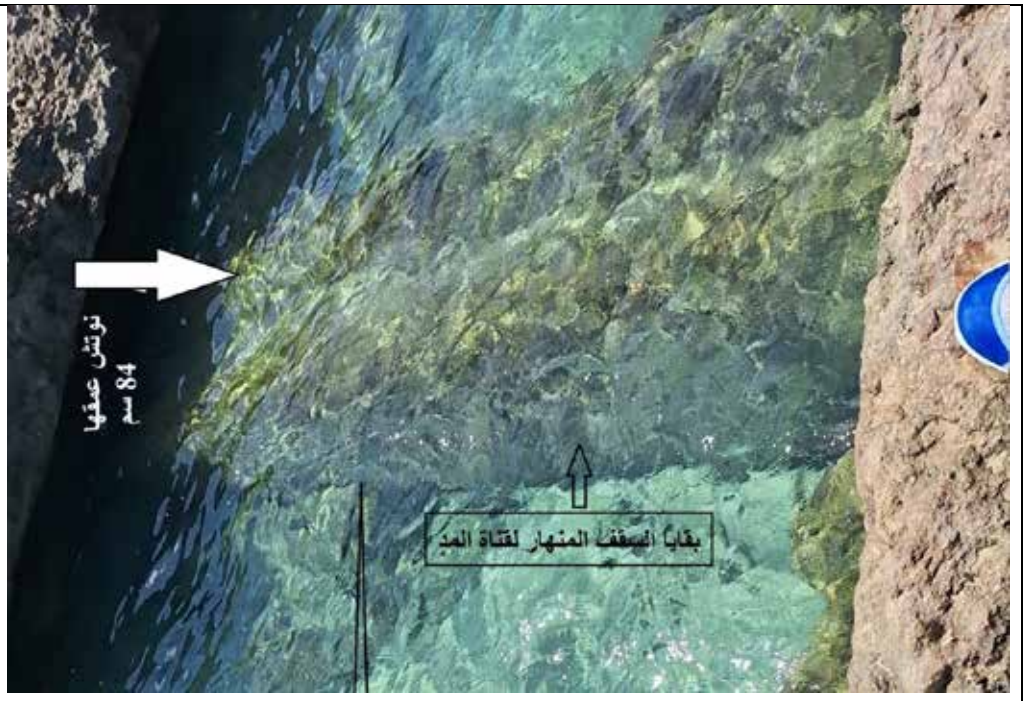
صورة (3-48) شكل المشروم فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)

4. بقايا كهف تحت الماء Under Water Cave Remains :

تظهر بعد انهيار أسقف الكهوف البحرية أمام هجمات الأمواج في قنوات المد، فتعمل على تشكيل مدخل بحري يتوغل داخل اليابس، كما تسهم تيارات المد والجزر المرتفعة في زيادة تداخل تلك الأذرع نتيجة إزالة ونقل الرواسب التي تفتت بفعل نحر الأمواج نحو البحر المفتوح مما يؤدي لاتساع تلك القناة وتظهر تلك القناة في ميناء جرياس جوني بالجانب الغربي(الرميلة) صورة (3-49أ)، (3- 49 ب)، وشكل (3-5).

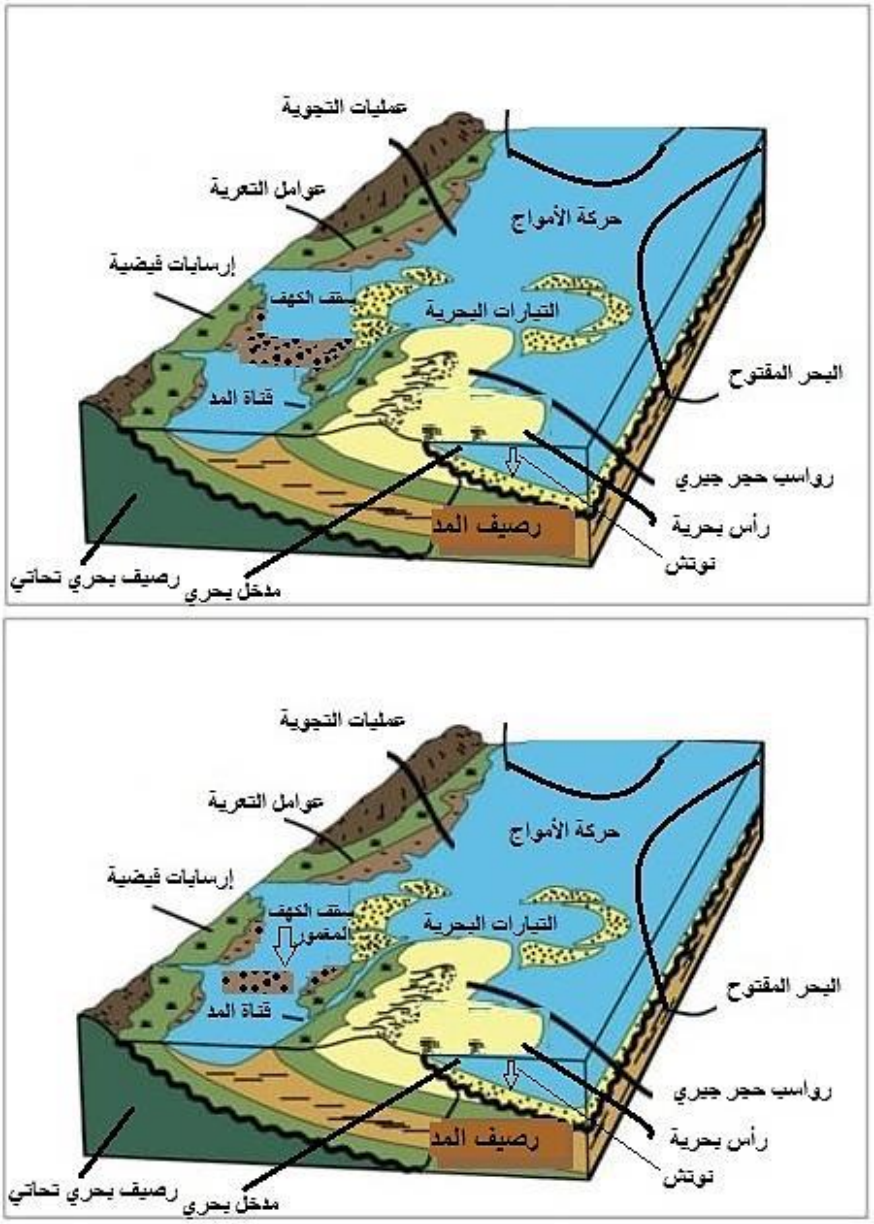


صورة (3-49أ) مراحل تطور سقف كهف مسطح المد فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)



المصدر: تصوير الباحثة، دراسة ميدانية أغسطس 2023، ناظراً صوب الشمال

صورة (3-49) تطور سقف كهف مسطح المد فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)



المصدر: عمل الباحثة، باستخدام Adobe Photoshop CS Middle East Version

شكل (3-5) مجسم لتطور قناة المد بعد انهيار الكهف فى ميناء جرياس جوني (الرميلة)

الخلاصة

تعد الأشكال التكتونية أهم المحددات التي تحكمت بالمظهر الجيومورفولوجي العام لسطح الأرض، فقد تعرض الساحل الشمالي الغربي لمصر لعدد من الطيات وحيدة الجانب والتي عملت على تغير مستوى سطح البحر وظهور الملامح التضاريسية الجديدة في مواقع الموانئ بمنطقة الدراسة، فلقد تعرضت الثلاثة مواقع عند الرؤوس البحرية موضع الحماية في كل ميناء لعمليات طي، يليها ليثولوجية الصخور التي حددت نطاقات الضعف والقوه لدي هذا الصخر وعملت على ظهوره بالشكل الحالي.

أما عن أشكال النحت فتظهر الجروف البحرية في بعض أجزاء الساحل الشمالي الغربي لمصر المعروف بساحل مريوط، خصوصا فيما بين رأس أبوحشفة ورأس علم الروم حيث تبرز صخور الهضبة الجيرية الميوسينية في البحر على شكل رؤوس وجروف شديدة الانحدار تلاطم الأمواج أسافلها، يسود رأس علم الروم ورأس أبوحشفه عددٌ من الأرصفة البحرية الصخرية التى تنتهى إلى البحر بحواف رأسية تقريباً يظهر فيها بوضوح فجوات نحت الموج وعمليات التقويض السفلى.

تعد الخلجان البحرية من أهم أشكال الإرساب الجيومورفولوجية التى تميز خط الساحل فى منطقة الدراسة، والتي تختلط فيها مياه البحر بمياه الأودية التى تنصرف إليها إن وجدت، وتُعد من وجهة النظر الجيومورفولوجية حديثة النشأة، وتتوقف دورة حياتها من الناحية الجيومورفولوجية على مدى التوازن القائم بين منسوب سطح البحر ومعدل امتلائها بالرواسب.

يشيع تواجد الكثبان الرملية المتحجرة على طول القطاع من رأس أبوحشفة بطول الشاطئ، ويغلب عليها مظاهر التقطيع حتى أنها لا تمثل معظم الأحيان نطاقاً متصلاً بقدر ما تشغل عدة مواقع متفرقة.

الفصل الثالث الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

تنتشر السبخات الساحلية فى نطاق ينحصر بين خط الشاطئ واليابس على مسافات متباينة، تختلف تبعاً لطبوغرافية المكان. وترتبط نشأتها وتطورها ارتباطا وثيقا بالظروف الساحلية، حيث تشغل تلك الأصقاع المستوية تقريبا من سطح الأرض، وترتفع قليلاً عن مستوى منسوب المد العالي.

تعد الجزر والمسلات الصخرية من الظاهرات الجيومورفولوجية المتبقية المميزة لكثير من السواحل الصخرية، والواقع أنهما معاً يمثلان مرحلة متأخرة من مراحل تطور وتراجع الجروف البحرية، فالأمواج تعمل باستمرار على تآكل الصخور وتعميق الفجوات والكهوف البحرية إلى الحد الذى يفقد فيه الشكل توازنه المورفولوجى ومن ثم يسقط سقف الكهف أو الفجوة ويعرف في هذه الحالة بالفجوة الهوائية، فإذا ما تجاور كهفان ووصل كل منهما إلى هذه المرحلة، فإنه ينتج عن ذلك وجود لسان صخرى.

الفصل الرابع

التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية

تمهيد

أولا : أساسيات التطور الجيومورفولوجي للبيئة القديمة للموانئ :

1- مواقع الموانئ القديمة ومدي تأثرها بحركة الأمواج.

2 – نوع الرواسب عند مواقع الموانى القديمة.

3 – تأثير المناخ على مواقع الموانئ القديمة.

4- نتائج تغير خط الساحل عند مواقع الموانى.

ثانيا: نتائج التطور الجيومورفولوجي للبيئة القديمة للموانئ الرومانية :

1- أسباب اندثار الموانئ بمنطقة الدراسة.

2 – استخدام نموذج (PADM) فى الربط والمقارنة بين إمكانات الموانئ .

الخلاصة

الفصل الرابع

التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

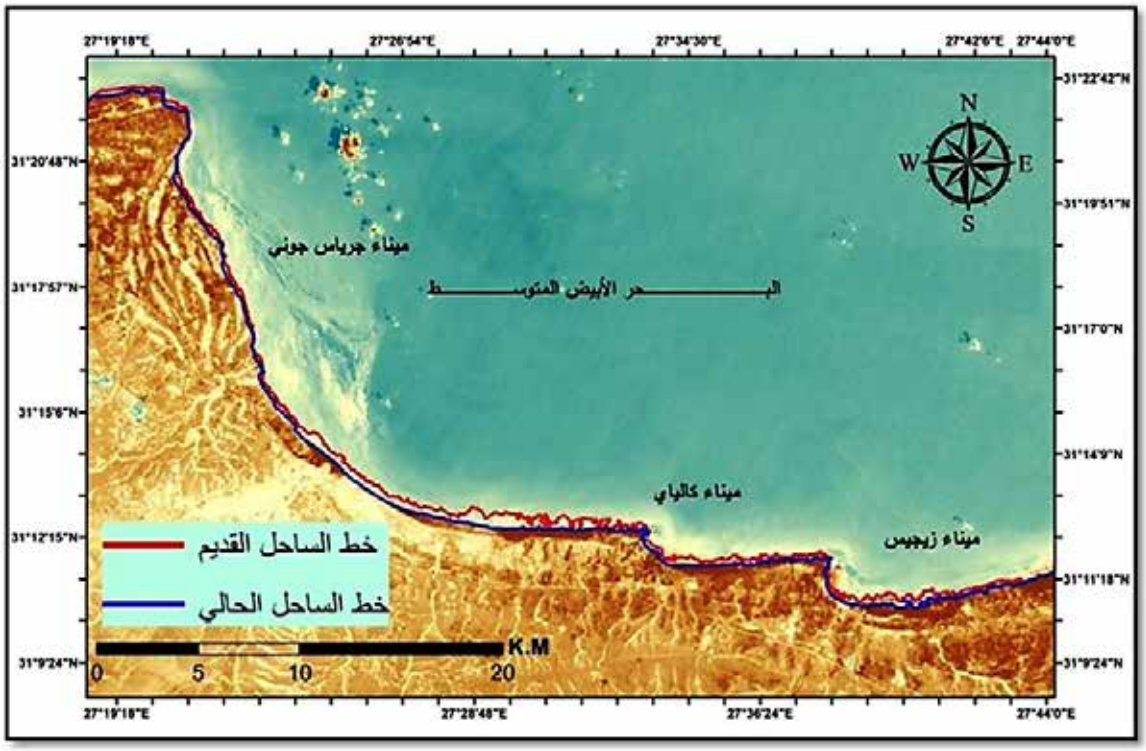
نتناول في هذا الفصل تأثير البيئة على مواقع الموانئ الرومانية الغارقة وما التي شكلته البيئة من ملامح على تلك المواقع، وما هي الأخطار الجيومورفولوجية التي واجهت تلك الموقع وأدت لاندثارها، وكيفية تسخير العوامل البيئية المختلفة والاستفادة منها كعوامل بناءة، فقد تترك عوامل القوى المختلفة طابعها فى الظاهرات التي تشكل أجزاء سطح الأرض، ومن ثم يمكن الاستفادة من هذا التشكيل وأخذه فى الاعتبار حتى نتمكن من تجميع كافة الظروف الطبيعية والبشرية معا ليتلاحما معا ويشكلان ميناءً بحريا ذا مقومات طبيعية وبشرية تتماشى مع الظروف البيئية حتى لا يُهجر هذا الميناء مرة أخرى.

يناقش هذا الفصل الظروف البيئية المحيطة بمواقع الموانئ الغارقة على أساس مدى تأثر تلك المواقع بها، وتدل تلك الظروف بدورها على القوى الرئيسة التي أثرت على مواقع الموانئ، كحركة الأمواج، وطبيعة الرواسب الموجودة بمواقع الموانئ الغارقة وأثر المُناخ على تلك المواقع، ومدى تأثيرهم على تغير خط الساحل عند كل ميناء، كذلك يتضمن الفصل نموذج PADM وهو مصطلح مختصر ل Paleoenveronmental Age Depth Model، ويعني نموذج أعماق عمري للبيئة القديمة (الرواسب القديمة) طبقاً ومواقع الموانئ القديمة الذي ستعتمد على نتائجه الباحثة فى اختيار الميناء الأنسب لأعادة استخدامه فى المستقبل فى الفصل الخامس.

أولا : أساسيات التطور الجيومورفولوجي للبيئة القديمة للموانئ :

تعتمد الباحثة عند دراسته للتطور الجيومورفولوجي للمنطقة على الأدلة والظواهر الجيومورفولوجية التي تتمثل في منطقة الدراسة. كما أن ظواهر سطح الأرض تتشكل وتتطور ببطء وبصورة تدريجية متعاقبة وهو ما أطلق عليه هاطون تعبير Uniformaterranism ومن ثم فإن دراسة التطور الجيومورفولوجي لأجزاء سطح الأرض وتاريخها زمنيا Denudation Chronology أصبحت من الدرسات الرئيسة في علم الجيومورفولوجيا. وقد أوضح وليم موريس دافيز W.M. Davis أسس هذا المنهج الدراسي، وتوجه بنظريته عن الدورة التحاتية Cycle Of Erosion لظواهر سطح الأرض **(أبو العينين، 1975)**. وبذلك أصبح من السهل التعرف على شواطئ البحر القديمة عن طريق تمييز الجروف البحرية القديمة والمدرجات التحاتية البحرية

Marine Surface Remnants ويمكن استنتاج التصريف النهري القديم Old Drainage Patternمن دراسة الشكل الحالى للتصريف، والتوزيع الجغرافي للمدرجات وبقايا السهول التحاتية التي شكلتها الأنهار، ويمكن أن نوجز مراحل التطور البيئي من خلال نتائج دراسة الظواهر الجيومورفولوجية وتاريخها تبعا للأزمنه والفترات التى تكونت خلالها عند مواقع الموانئ، ويبين الشكل (4-1) التغيرات التي طرأت على خط الساحل فيما بين عامي 1985إلى 2019، والظهير الخلفي للموانئ ما بين 2013 إلى 2023 وسنقوم فى عملية تحليل نتائج Change Deduction بالتركيز على مواقع الموانئ ومتابعة التغيرات التي طرأت على كل ميناء في النقاط التالية:



المصدر : عمل الباحثة باستخدام برنامجي Global Mapper 11, ArcGIS 10.8 ، اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1: 500000 والمرئيات الفضائية بدقة 16 م

شكل (4-1) التطور الجيومورفولوجي العام لخط الساحل في منطقة الدراسة فيما بين 1985 إلى 2019

تظهر الخريطة مدى الاختلاف في منطقة الدراسة بشكل عام وفي مواقع الموانى بشكل خاص، حيث تم قياس بعض المؤشرات الجيومورفولوجية والجيوأركولوجية في موقع الموانئ القديمة في

الجانب الشرقي من منطقة رأس علم الروم، فظهرت بعض الشقوق والفواصل، بالإضافة إلى الحزوز والكهوف البحرية التي تشير إلى تغير مستوى سطح البحر.

تشير بعض بقايا الآثار الرومانية التي تراكمت بفعل الأمواج على الشاطئ إلى نشاط حركة التجارة بالساحل الشمالي الغربي بصفة عامة، ونشاط مواقع الموانئ الغارقة قديماً بصفة خاصة على الترتيب من الشرق إلى الغرب (زيجيس– كلياس– جرياس جوني)، والتي وجدت بهم أرصفة غارقة على عمق يصل إلى 4 امتار تحت الماء، وهذا يشير إلى تغير مستوى سطح البحر. وسوف ندرس في هذا الفصل أهم المؤثرات التي تعمل على تغيير خط الساحل عند مواقع الموانئ كلا على حده:

1– مواقع الموانئ القديمة ومدي تأثرها بحركة الأمواج:

يترك الفعل الهيدروليكي للأمواج خلفه مجموعه من الظواهر تختلف حسب قوة الموجه، حيث تتسم الأمواج فى مواقع الموانئ الغارقة بالموسمية فتتأثر كثافة فعل الأمواج واتجاهها بالأنماط الموسمية للرياح، وخلال الفترة من 1985– 1990م بلغ إقصى ارتفاع للأمواج 4,3 متر، والاتجاه السائد للرياح هو الاتجاه الشمالي الغربي والشمال والغرب، وقطاع صغير من الرياح يأتي من الاتجاه الشمالي والشمالي الشرقي وخصوصا في شهري مارس وإبريل وأحيانا في نوفمبر، وفي أثناء الرياح الشرقية التي تهب في هذه الشهور، تتراوح سرعة الأمواج فيما بين 5: 6 ثوان **(Fanous, 1995)**، كما تزيد مدة الموجة عن 4 :6 ثوانٍ خلال شهور فصلي الشتاء والربيع **(Elwany, et al, 1997)**.

وطبقا للدراسة الميدانية والربط بينها وبين نظم الاستشعار عن بعد بواسطة تطبيق الدراسة الميدانية على المرئيات الفضائية واستخلاص النتائج المباشرة لأثر فعل الأمواج على مواقع الموانئ الرومانية الغارقة وذلك عن طريق وضوح نشاط عمليات التعرية البحرية وما نتج عنه من ظاهرات جيومورفولوجية ناتجة عن نحت الأمواج في خط الساحل في مواقع الموانئ الرومانية الغارقة وقامت الباحثة بالدراسة الميدانية للثلاثة مواقع محض الدراسة والذي يظهر تأثير الأمواج في تشكيلهم.

يظهر تأثير نحت الأمواج في كل من ميناء زيجراس (زيجيس) (Zegris Harbour) بمعسكر باجوش ميناء كالياس (Kallias Harbour)، مرسى حوالة ميناء جرياس جوني (Gris Gony)، جنوب غرب (رأس علم الروم) (ميناء الرميلة) شكل (4- 1) في العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية مثل الفجوات والجروف والكهوف البحرية والرؤوس والبروزات الأرضية والرصيف البحري التحاتي وظاهرات الإذابة المتمثلة (حزوز الإذابة – وحفر وبرك الإذابة – قمم وبروزات الإذابة – قنوات الإذابة) كما سبق دراستهم فى الفصل الثالث.

وقد رصدت الباحثة شكل الأمواج متوسطة الارتفاع وقت حدوثها في موقعين من مواقع الموانئ على الترتيب من الشرق إلى الغرب ميناء كالياس (مرسى حوالة)، وميناء جرياس جوني(الرميلة) صورة (4-1أ)، (4-1ب)، (4-1ج) وتُظهر الصورة بوضوح مدى قوة الأمواج أثناء التقاط الصور في فصل الصيف مع هدوء الرياح؛ إلا أن هذا لم يوقف الفعل الهيدرليكي للأمواج، وتأثيرها التحاتي على صخور المنطقة وتشكيل ظاهرات التجوية بنوعيها ميكانيكية وكيميائية، وتشكيل ظاهرات النحت سالفة الذكر بالفصل الثالث.

صورة (4-1أ) الفعل الهيدروليكي للأمواج في ميناء كالياس (حوالة)

الفصل الرابع **التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية**

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظرةً صوب الشمال

صورة (4-1ب) الفعل الهيدروليكي للأمواج في ميناء كالياس (حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023

صورة (4-1ج) الفعل الهيدروليكي للأمواج في ميناء جرياس جوني (الرميلة).

2 – أنماط الرواسب عند مواقع الموانئ القديمة:

تتميز مواقع الموانئ الرومانية الغارقة بوجود الظاهرات الدالة على الإرساب البحري منها الشواطئ الرملية والشواطئ الصخرية والكثبان الرملية والسبخات، وتمتد الشواطئ الرملية على طول خط الساحل، وذلك لتوفر شروط الإرساب المتمثلة فى التيارات الشاطئية ورواسب الأودية، بالإضافة إلى عاملي الأمواج والرياح التي تعمل على تغيير وجه الشواطئ الرملية ذات

الإرسابات الدقيقة الحجم التى لا يتعدى حجم حبيباتها 1 مم، وتتعدد مصادر رمال الشاطئ فقد تكون نتيجة عوامل النحت البحري من الجروف البحرية فى مناطق مجاورة للشاطئ الرملي، وتتواجد بمناطق متفرقة برأس أبوحشافة ورأس حوالة حيث توجد الخلجان، وغالبا توجد الكثبان الرملية كبيرة الحجم خلف الشواطئ الرملية، وتمتد فى شكل شريط طولي موازي لخط الساحل أحيانا وتحد الشاطئ من الخلف أحيانا أخرى، وتتواجد خلف هذه الشواطئ سبخات ساحلية.

أما الشواطئ الصخرية والتي تتكون من إرسابات كتل صخرية تتفاوت أحجامها ما بين الصغر والكبر لتصل لوزن 50 طنا، حيث تلعب أمواج التسونامي القديمة وأمواج العواصف والنوات الحديثة دورا فى نقل هذه الكتل من قاع البحر سواء كانت تلك الصخور من صخور أساس المنطقة أو ترجع لأحد حواجز الأمواج أو أرصفة الموانئ الرومانية الغارقة، أو تم نحتها من مقدمات الأرصفة البحرية المغمورة وإعادة ترسيبها على الشاطئ، ذلك لتعرض سواحل البحر المتوسط بمصر لعدد من الهزات الأرضية تتضح فى الفصل الخامس، والتي نتج عنها أمواج التسونامي، وتتواجد شواطئ الكتل الصخرية برأس علم الروم رأس حوالة ومرسى أبوحشفة لتواجد الرصيف البحري المغمور بالقرب من الشاطئ مما يساعد الأمواج على إقتلاع الكتل الصخرية من الرصيف البحري وإرسابها على الشاطئ، بالإضافة لظاهرة التومبولو عند زيجيس وكالياس.

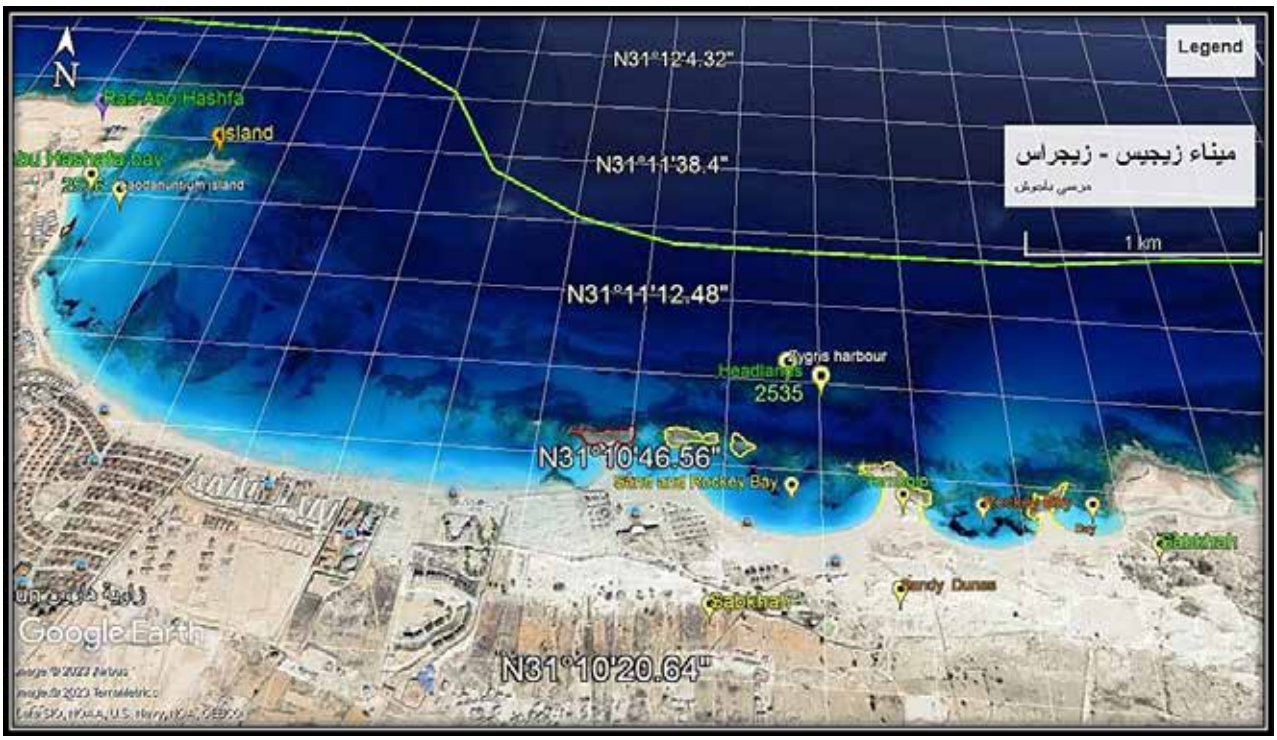
تعمل العلاقة المباشرة بين اتجاه الرياح والتضاريس والرمال المنقولة وتراكم الرمال على تكوين الكثبان الرملية وذلك نتيجة التضاريس المؤثرة على اتجاه الرياح، كما يساعد اتساع الشاطئ الرملي على تكون الكثبان الرملية العرضية كما هو الحال عند ميناء زيجيس وكالياس.

وطبقا للدراسة الميدانية وتوقيع النتائج على المرئيات الفضائية تعرض الباحثة نماذج للموانئ الرومانية الغارقة موضحا عليها أشكال الرواسب المختلفة وهي كالتالي :

أ. ميناء زيجيس (معسكر باجوش) Zegis, Zegras:

يقع غرب رأس الحكمة عند معسكر باجوش الخاص بمصيف جامعة الإسكندرية وهو عبارة عن ثلاثة خلجان بحرية واسعة، يتميز بالشواطئ الرملية ذات الطابع الرملي الخشن، والذي يحده من الشرق تومبولو يتراكم أسفله كتل من الجلاميد ناتجه عن فعل عمليات التجوية ثم حركة المواد على المنحدرات تليها عوامل التعرية البحرية التي قامت بترسيبها أسفل الجرف التي تنتهي به

الرأس البحرية، بالإضافة لتواجد بعض الكتل التي إقتلعتها أمواج العواصف من الحواجز والأرصفة الغارقة نتيجة للتوسونامي القديم (انظر الفصل الخامس)، ومن الجنوب كثبان رملية طولية موازية لخط الساحل ناصعة البياض وقد قامت عوامل التعرية الريحية بتشكيلها واظهارها بالشكل الحالي، ومن الغرب رأس صخرية بحرية ممتدة فى الماء تمثل حماية من الرياح الشمالية الغربية مع وجود جزيرة بالقرب منها والتي مثلت عامل حماية أيضا للميناء من فعل الرياح كما بالشكل (4-2)، صورة (4-3).



المصدر: الدراسة الميدانية و التوقيع على برنامج Google Earth pro 2023

شكل (4-2) موقع ميناء زيجيس (معسكر باجوش)، وعوامل الحماية المحيطة به.

المصدر: الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2016 (مصطفى، 2019)

صورة (4-2) مجموعة من الظواهر الناتجة عن إرسابات الرياح وكذلك نحت الأمواج في ميناء زيجيس (مرسى باجوش)

ب. <u>ميناء كالياس (مرسى حوالة) Kalias, Kaliai:</u>

يقع على بعد 11 كم غرب ميناء زيجيس، ويتميز بالشاطئ الرملي ذى الرمال الناعمة أحياناً والتي تختلط بالخشنة في بعض المناطق الشاطئية، وهو عبارة عن خليج يتميز بالتموجات الرملية تحت مائه الشفافة انحداره هين، ولكن تأتي الإرسابات الصخرية كلما إقتربنا من رأس حوالة التي تحميه، والتي تمثل تمبولو ممتد داخل الماء فوقه مزيج من الأشكال ناتجه عن فعل عمليات التجوية ثم حركة المواد على المنحدرات تليها عوامل التعرية البحرية صورة(4-2)، شكل (4-3).

وبالاتجاه غربا من ذلك التومبولو نجد خليجين صخريين يتميزان بتراكم كتل من الجلاميد التي إقتلعتها أمواج العواصف من الحواجز والأرصفة الغارقة نتيجة للتوسونامي القديم (انظر الفصل

الخامس)، وبالاتجاه جنوبا تختلط تلك الكتل مع اختلاف أحجامها مع الرمال، ويقل حجم الكتل بالابتعاد عن خط الساحل، والكثبان الرملية المتواجدة أعلى رأس حوالة ناصعة البياض وقد قامت عوامل التعرية الريحية بتشكيلها واظهارها بالشكل الحالي مع تجمع فوقها مجموعة من النباك صورة (4-3)،(4-4).

المصدر: الدراسة الميدانية و Google Earth pro 2023

شكل (4-3) ميناء كلياس (مرسى حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظرةً صوب الشرق

صورة (4-3) شكل النباك فوق الكثبان الرملية أعلى رأس حوالة

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023

صورة (4-4) الرواسب الشاطئية في ميناء كالياس(حوالة)

3 – تأثير المناخ على مواقع الموانئ القديمة:

تبين من دراسة المناخ أن الحرارة أحد العناصر الرئيسة المؤثرة فى تفكك الصخور. ويمكن أن يلعب المدى الحرارى دورا مهما فى تفتيت وتفكيك الصخور مع تناوب التمدد والانكماش، ويتضح دور التجوية الميكانيكية أكثر ما يكون فوق منحدرات الهضبة البنيوية ويتجلى ذلك في ميناء جرياس جوني ويتضح ذلك في مجموعة الظواهر صورة (4 -5).

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظرةً صوب الشرق

صورة (4-5) تأثير الحرارة في ميناء جرياس جوني (الرميلة).

كما يتضح من دراسة معدل سقوط الأمطار أنه من الممكن أن يسقط فى يوم واحد ما يعادل نصف ما تناله المنطقة كلها من الأمطار طوال العام، ويتجلى ذلك في ميناء كالياس، حيث كان لتركز سقوط الأمطار دوراً جوهرياً فى تشكيل المنطقة وجعلها سجلاً لظاهرات الإذابة بفعل المطر صورة (4-6).

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023، ناظرةً صوب الشمال

صورة (4-6) تأثير الأمطار في صخور ميناء كالياس (مرسى حوالة).

وتؤدى سرعة الرياح العالية إلى نشأة أمواج بحرية يتراوح ارتفاعها بين 1-2 متر، كما يزداد معدل تواترها فى الدقيقة الواحدة مما قد يؤدى إلى زيادة معدلات النحت. كما تعمل الرياح على

الفصل الرابع **التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية**

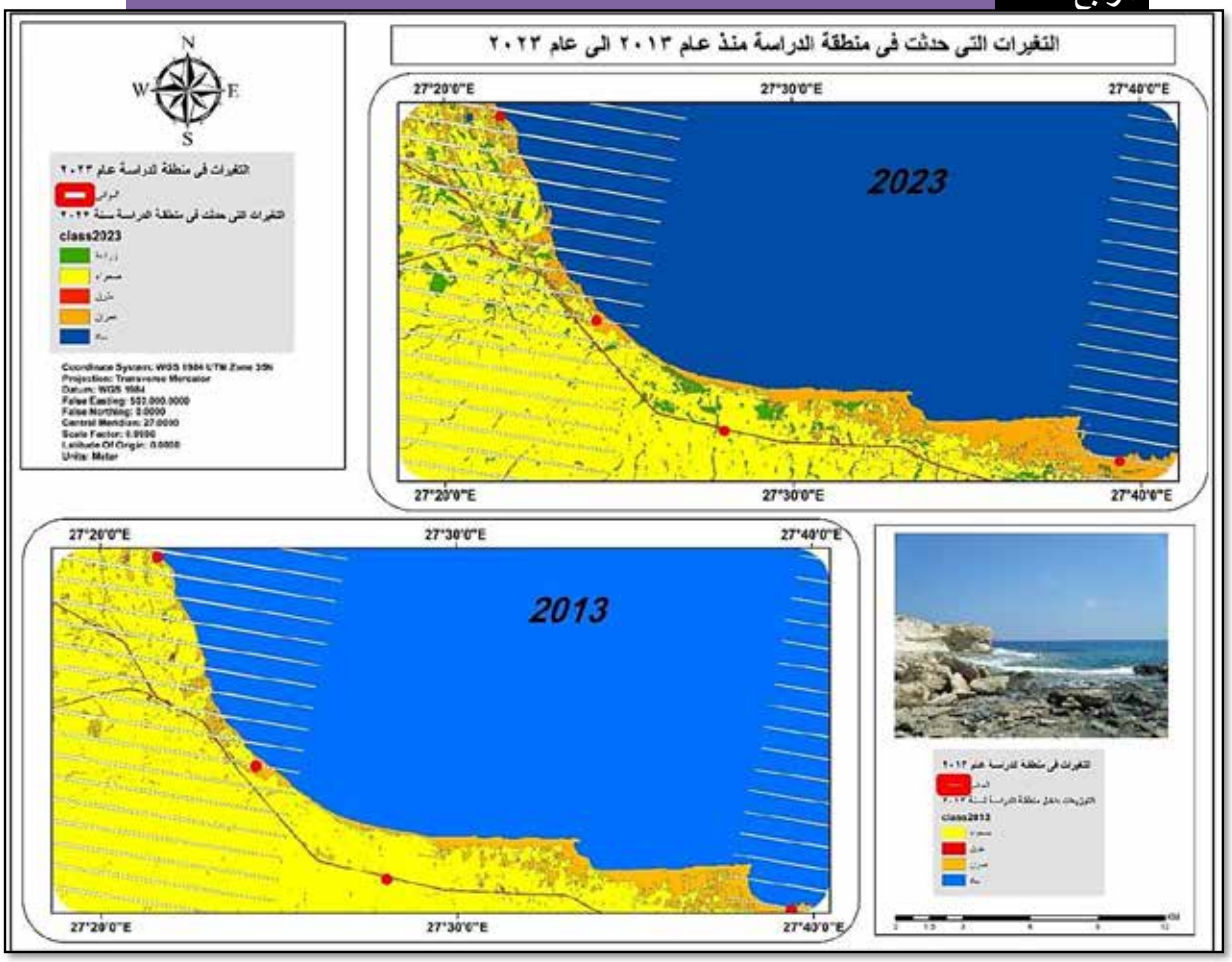
إعادة ترسيب الرمال الشاطئية فى شكل كثبان ساحلية. وعلى تذرية السطح وإثارة الزوابع الترابية. وتعمل زيادة التبخر على صعود المواد المعدنية وكربونات الكالسيوم المذابة إلى سطح الرواسب بفعل الخاصية الشعرية مكونة قشرة جيرية صلبة نسبياً تقاوم عمليات التعرية ويظهر ذلك فى صورة (4- 7) في موقع ميناء .

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2023، ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (4-7) قشرة جيرية فى موقع ميناء كالياس (حوالة)

4- تغير خط الساحل عند مواقع الموانى:

يعد النطاق الساحلى أكثر مناطق سطح الأرض تعرضا للتغير الجيومورفولوجي الذي يمكن إدراكه على مدى زمني قليل، لما يميز تلك المناطق من ضيق امتدادها مقارنة بإقاليم اليابس، ونتيجة تعدد أسباب تشكيلها من عوامل تكتونية وعمليات التجوية والتعرية والنحت والإرساب، كما تعد أكثر المناطق متأثرة بتغير خط الساحل، وهو ما يعرض المشروعات التنموية بشكل عام للتدهور، لذا يتطلب رصد ومتابعة تغير خط الساحل فى أوقات مختلفة، ومعرفة التغيرات التي تطرأ عليه تقدماً أو تراجعاً، كما أدت الأنشطة العمرانية المختلفة الممتدة على ساحل البحر المتوسط لحدوث تغيرات في ديناميكية السواحل والتي كان نتيجتها تأثر الشواطئ بعملية النحر سالفة الذكر فى بعض المواقع، فحتى وقت قريب كان الساحل الشمالي الغربي من الإسكندرية وحتى مطروح يعد منطقة بكر وكان التدخل فى منطقة الشاطئ محدود للغاية،



شكل (4-4) التطور الجيومورفولوجي العام لمنطقة الدراسة خلال أخر عشرة أعوام واظهار جميع التغيرات التي طرأت على ظهير مواقع الموانئ الغارقة خلال أخر 10 سنوات

يوضح شكل (4-4)الظهير الخلفي لمواقع الموانئ ومدى التغير الذي طرأ عليه من الأنشطة العمرانية فى منطقة الدراسة، مما أثر على خط الساحل نفسة وهذا ما سنعرضه بشيء من التفصيل، فعلى سبيل المثال النشاط الزراعي يمثل النطاقات الخضراء التي زادت مساحاتها في أخر 10 سنوات، وكذلك لنشاط العمراني فى ازدياد بسبب المشروعات العمرانية بالساحل الشمالي خاصة فى تلك المناطق التي يكثر بها الخلجان البحرية، وعلى النقيض تقلصت مساحة الصحراء التي شغلتها المساحات الخضراء أو المشروعات العمرانية. تظهر الخريطة مدى الاختلاف في منطقة الظهير في منطقة الدراسة، فقد تبين بعد إنشاء القرى والمنتجعات السياحية عند مواقع عديدة من الشاطئ لنشاط عمليات النحت والإرساب بتلك الشواطئ، والذي أدى بدوره لتغير خط الساحل عند مواقع الموانئ وسنتناول تغير اتجاه خط الساحل على كلٍ

منها وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بالربط بين المرئيات الفضائية باستخدام برنامجي ENVI Classic وبرنامج Global Mapper 11، والخرائط الطبوغرافيةعن طريق برنامج Arc GIS 10.8 وذلك على امتداد منطقة الدراسة والربط بينهما وبين العمل الميداني وسنقوم بعرض أهم المؤثرات على تباين خط الساحل على مواقع الموانئ:

أ. الطيات:

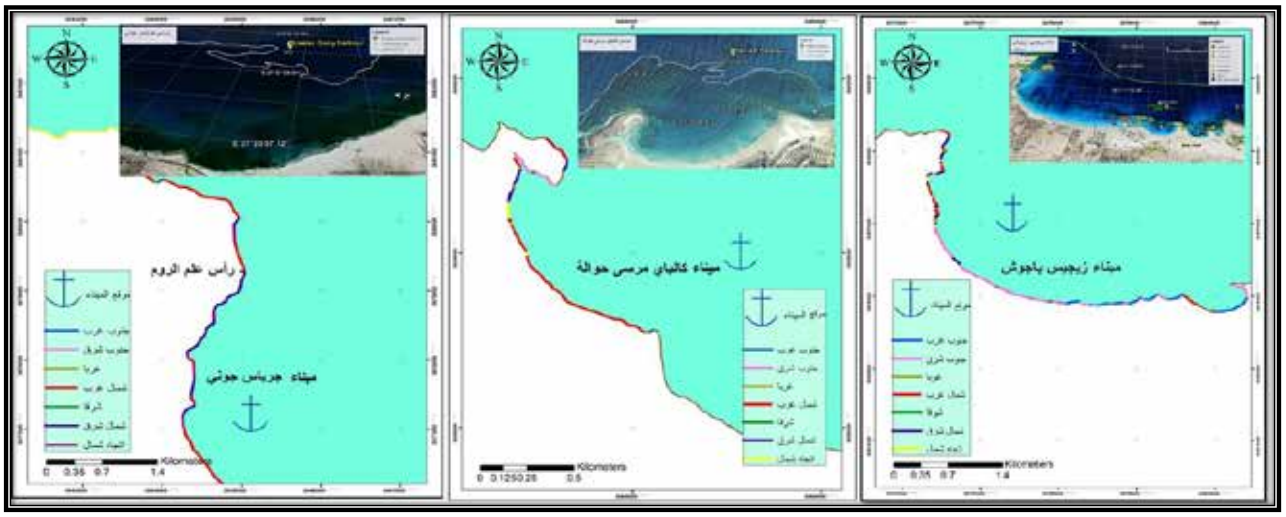
كما ذكرنا سلفاً تحتوي منطقة الدراسة على عدد من الطيات وحيدة الجانب (أحادية الميل) Monoclines، والتي تتفق محاورها مع محاور امتداد الرؤوس الأرضية الرئيسة في منطقة الدراسة وهما على الترتيب (رأس أبوحشفة– رأس حوالة – رأس علم الروم) وتقع على امتداد محاوراها خلجان لهذه الرؤوس، وتتمثل الرؤوس الرئيسة في رأس علم الروم التي تتسم بطية مقعرة، على عكس الرؤوس الثانوية مثل رأس أبو حشفة ورأس حوالة ذوات الطيات المحدبة، وتتخذ جميع محاوراهم الاتجاه الشمالي الشرقي **(Elshazly, 1964).**

ب. الشقوق والفواصل:

تتسم منطقة الدراسة بوجود الشقوق والفواصل الثانوية (السطحية)، وتتلف في اتجاهاتها كما سبق ذكرها بالفصل الأول، ويشيع وجودها فى الصخور الجيرية بمختلف أنواعها، وترجع نشأتها لتأثرها بمحاور امتداد الانكسارات الثانوية، ومحاور الطيات، بالإضافة إلى تأثير عمليات التجوية وحركة المواد على المنحدرات وعوامل التعرية على الوجهات الساحلية، وينتج عن هذه الفواصل زيادة في معدلات النحت البحري للصخور المقابلة لخط الساحل عن طريق توغل ماء البحر خلال تلك الشقوق والفواصل.

ج. توجيه خط الساحل:

يتمثل الدور الجيومورفولوجي لتعرج خط الساحل وتسننه في عملية تحفيز تغير خط الساحل في التأثير المباشر على توجيه خط الساحل، وتحديد مدى تعامد عمليات التعرية البحرية عليه، وهو ما يؤثر في نشاط عمليات النحت وتراجع خط الساحل، بينما تضعف قدرتها على النحت ويزداد دورها كعامل إرساب حيثما تلتقي مع خط الشاطئ بزاوية مائلة أو موازية له، ويوضح شكل (4–5) توجيه خط الساحل عند موقع كل ميناء.



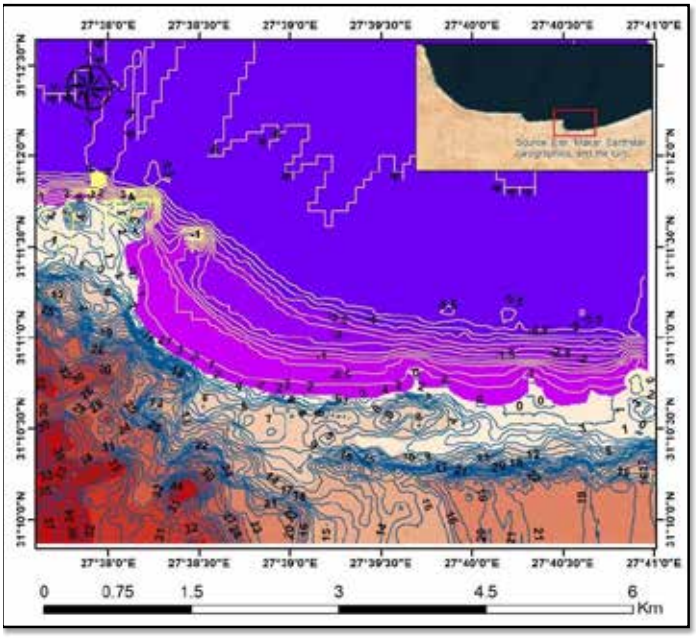
المصدر: عمل الباحثة، باستخدام Google Earth and Arc GIs 10.8

الشكل (4-5) أطوال وأشكال خط الشاطئ عند مواقع الموانئ الغارقة

د. تضاريس الساحل:

يلعب الظهير التضاريسي لخط الساحل، والجروف التى تكتنفه دوراً مؤثراً في معدل تغيره، حيث تتميز الجروف الأكثر ارتفاعا بمعدلات تآكل وتراجع سريع نحو اليابس على عكس التضاريس الإقل ارتفاعا، حتى تتماثل معدلات التعرية، ويتجانس التركيب الصخري للسواحل كما سبق ذكرها بالتفصيل فى الفصل الأول، وقد تم التعرف على خصائص الظهير التضاريسي لخط الشاطئ في مواقع الموانئ عن طريق، إنشاء عدد من الخرائط التفصيلية للارتفاعات والانخفاضات (الأعماق) عن طريق خرائط كنتورية لكل ميناء على اليابس وداخل الماء، ونموذج ارتفاع رقمي ونموذج أعماق عند كل ميناء شكل (4-6أ)، (4- 6 ب)، (4-6 ج)، والقطاعات التضاريسية (أرجع لملاحق الرسالة)، والشكل (4-7) محدد عليه أماكن تلك القطاعات، تُظهر الخرائط الكنتورية نطاقات الارتفاع في المواقع المحيطة بالموانئ الغارقة، والانخفاض (الأعماق)المقابل لها، وذلك للتعرف على نطاقات الارتفاع والانخفاض لبعض الظاهرات مثل: امتدادات السلاسل المتتابعة لتلال الحجر الجيري البطروخي والتي تمتد بموازاة خط الساحل، التي تتضح بما تحصره بينها من منخفضات طولية، على القطاعات التي تمتد محاورها بين أسفل الهضبة وخط الساحل في مناطق الرؤوس الأرضية، وتزداد تركزاً على رأس علم الروم، ورأس أبوحشفة من اتجاهاتها الثلاثة الشمالية والشرقية والغربية.

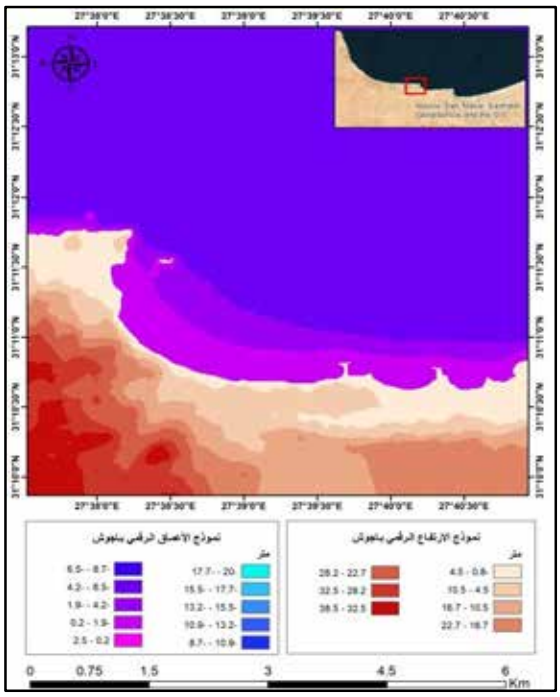
الفصل الرابع التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية



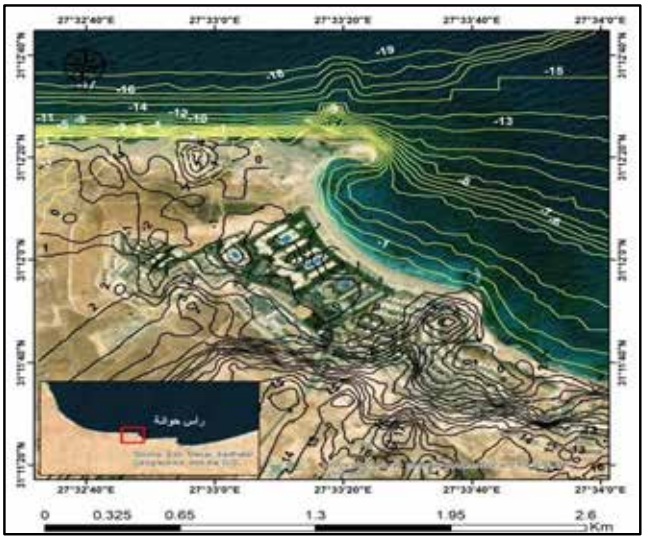
ميناء زيجيس (مرسى باجوش) رأس أبوحشفة

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج ارتفاع رقمي DEM، خريطة أعماق باستخدام Arc GIs 10.8

شكل (4–6 أ) يمثل خريطة كنتورية للمابس وخطوط أعماق، ونموذجي ارتفاع رقمي، وأعماق عند موقع أحد الموانئ

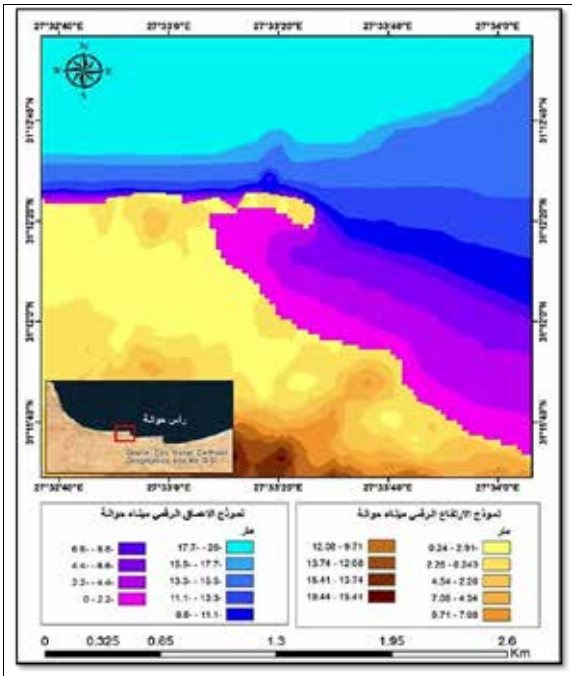


الفصل الرابع التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية

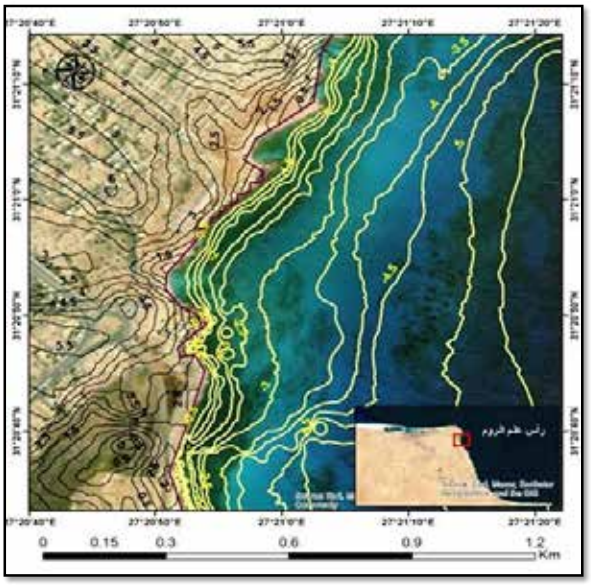


ميناء كالياس (مرسى حوالة) رأس حوالة

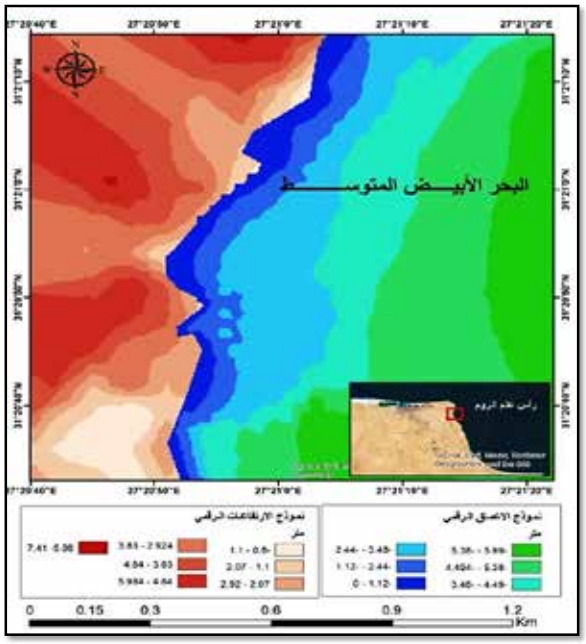
المصدر : من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج ارتفاع رقمي DEM، خريطة أعماق باستخدام Arc GIs 10.8



شكل (4–6 ب) يمثل خريطة كنتورية للبايس وخطوط أعماق، ونموذجي ارتفاع رقمي، وأعماق عند موقع أحد الموانئ



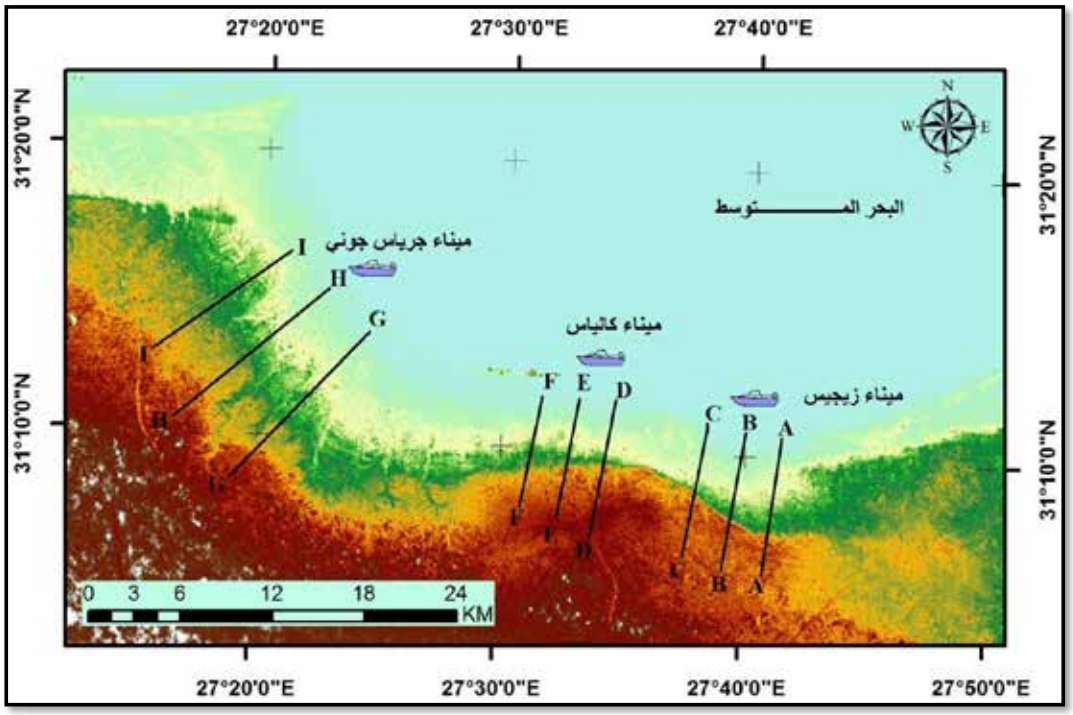
ميناء جرياس جوني (الرميلة) رأس علم الروم



المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج ارتفاع رقمي DEM، خريطة أعماق باستخدام Arc GIs 10.8

شكل (4-6 ج) يمثل خريطة كنتورية للبابس وخطوط أعماق، ونموذجي ارتفاع رقمي، وأعماق عند موقع أحد الموانئ

- تشير القطاعات والخرائط لوجود ثلاثة نطإقات رئيسية من الارتفاعات، يشرف النطإق الأول (السلسلة الساحلية الأولى) الشمالية بصفة مباشرة على خط الساحل في كثير من المواقع، كذلك تعرضت أجزاء منها للغرق والدليل على ذلك وجود بقايا الحواجز البحرية سبق دراستها فى الفصل الرابع على بعد قريب من خط الساحل. تكتسب السلسلة الساحلية أهمية كبيرة فى تحديد معدل تغير وتراجع خط الساحل فى المناطق التي تشرف فيها على البحر مباشرة من مناسيب تتراوح ما بين(5–4–30 م) كما هو الحال في راس علم الروم، ورأس حوالة، ورأس أبوحشفة مُشكلة لأكثر مناطق التقاء البحر بخط الساحل انحداراً، وارتفاعا.
- يشرف السهل الساحلي بوجهات جرفية على البحر فى موضعين تنتهي إليها محاور القطاعات التي تشرف عليها سلسلة الحجر الجيري الساحلية بشكل مباشر على البحر، في كل من رأس علم الروم، وخليجها، ورأس أبو حشيفة، وهي المناطق المتوقع معدل تغير بطيئ في خط الساحل لديها.
- بينما يشرف الساحل بشواطئ رملية وصخرية فى المناطق المرشحة لمعدلات تراجع (تغير) سريعة، هي مناطق الخلجان بصفة عامة بالإضافة للرؤوس التي لا تشرف على البحر بوجهات جرفية مثل رأس حوالة.



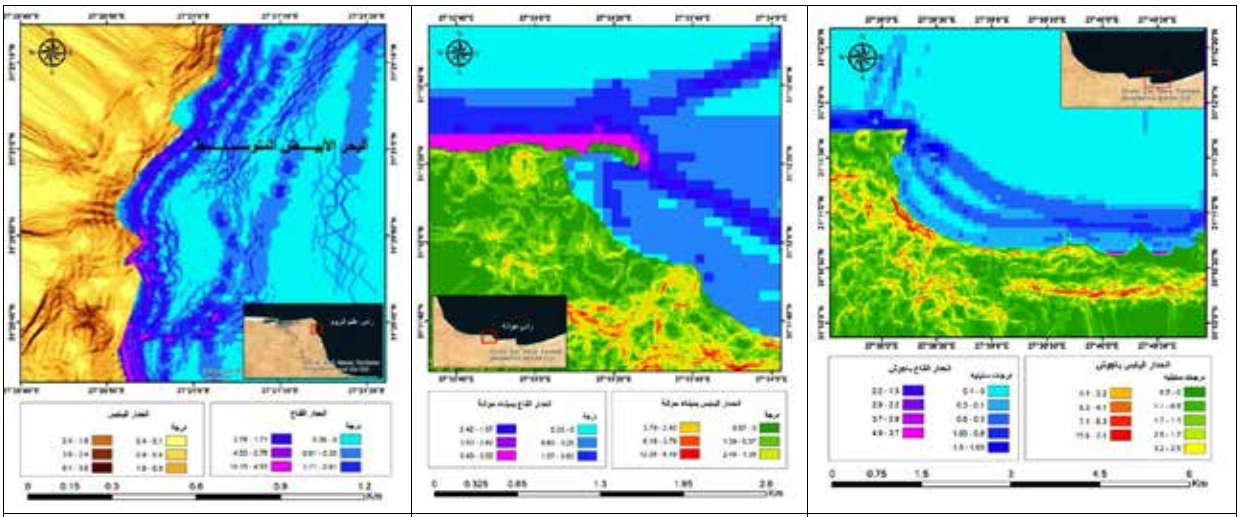
المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على نموذج باستخدام Arc GIs 10.8

شكل (4–7) خريطة موضح عليها مواقع القطاعات التضاريسية عند كل ميناء

هـ. درجة الانحدار:

تؤثر درجة الانحدار للسطح كذلك درجة انحدار القاع على معدل تغير خط الساحل بالمناطق الساحلية والتي سبق دراستها بالتفصيل بالفصل الأول، ويوضح شكل (4–8) مجموعة خرائط الانحدار العام على اليابس وداخل البحر في مواقع الموانئ، حيث تؤهل درجة الانحدار الهينة سهولة توغل ماء البحر على اليابس، كما هو الحال في مناطق الشواطئ الرملية الأمامية والخلفية، عند ميناء زيجيس(مرسى باجوش)، ميناء كالياس (مرسى حوالة) بينما تقف الواجهات شديدة الانحدار عقبة أمام طغيان البحر على الأجزاء المقابلة لها من اليابس، فتعمل على استهلاك طاقة عمليات التعرية في نحت وتقويض الوجهات شديدة الإنحدار (Robin Davidson, 2010)، والتي غالبا ما تمثل جروفاً نشطة في مناطق الرؤوس الأرضية ميناء جرياس جوني(الرميلة) رأس علم الروم.

الفصل الرابع التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية



ميناء زيجيس (مرسى باجوش) رأس أبوحشفة	ميناء كالياس (مرسى حوالة) رأس حوالة	ميناء جرياس جوني (مرسى الرميلة) رأس علم الروم

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج باستخدام Arc GIs 10.8

شكل (4-8) خرائط الانحدار لليابس والبحر عند موقع كل ميناء

- تتراوح دراجات الانحدار للسطح فوق السهل تراوحت ما بين (0–80) لسطح السهل الساحلى في مواقع الموانئ الغارقة، ويمكن تقسيمها لثلاثة فئات رئيسة:
- **الفئة الأولى:** تشمل المناطق هينة الانحدار نسبيا، ما بين (0–0.9) درجة، وهي إقل الفئات مساحة بمواقع الموانئ؛ حيث تتركز هذه الفئة في مساحة محدودة فوق التلال الجيرية هينة الارتفاع، وأسطح الأراضي الزراعية الممتدة بينها، وأسطح الشواطئ الرملية أمام الخلجان التي تلي الرؤوس الأرضية إلى الشرق منها.
- **الفئة الثانية:** وتشمل المناطق متوسطة الانحدار التي تتراوح قيم انحدارها ما بين(0.9–2.4)، يرتبط توزيعها بالأراضي الوسطى من السهل، وتعتمد عليها الحياة الزراعية فى المنطقة عامة.
- **الفئة الثالثة:** تشمل أشد أراضي السهل الساحلي انحداراً، وتتراوح قيم درجات إنحدار السطح فيما بين (2.4–9.1)، تمتد هذه المناطق شديدة الانحدار على هيئة سلاسل طولية موازية لخط الساحل شمالاً تابعة لسلاسل الحجر الجيري الحبيبي، وتمتد هذه المناطق لتشمل كل جوانب الرؤوس البحرية لقربها من خط الساحل، وذلك عند رأس أبوحشفة، وتمتد بعد ذلك في تموج يتبع تعرجات خط الشاطئ مع التباعد عنه فى المنطقة الممتدة بين رأس الحوالة شرقا ورأس علم الروم غرباً، حيث يزداد تركزها بعلم الروم.
- وتختلف قيم الانحدار داخل البحر؛ حيث إن قيم الانحدار تزداد عند حضيض الرؤوس البحرية فيما بين (2.78–10.15)؛ حيث تبلغ أعلى قيمة لها ويصنف كأشد نطاق انحدار بمواقع الموانئ، وبالتدرج باتجاه الشمال ناحية الأعماق تقل قيم الانحدار فيما بين (2.78–0.91)، وذلك بالمنطقة ذات الرواسب المختلطه ما بين (الحجر الجيري المايوسيني – والحجر الرملي)، وبالاتجاه شمالاً باتجاه الأعماق تقل قيم الانحدار فيما بين (0.91 – 0) عند عمق 5م، وتظل شبه ثابته في هذا النطاق.

دور التعرية البحرية فى تغير خط الساحل بالمنطقة

سبق وتحدثنا باستفاضه عن عوامل التعرية بالفصل الثاني وأشكالها بالفصل الثالث، نأتي إلى دورها في تغير خط الساحل، من خلال عمليات النحت والإرساب التي تمارسها بواسطة الأمواج

البحرية، وتيارات المد والجزر، والتيارات البحرية، وفيما يلي دراسه بإيجاز لدور أهم عوامل التعرية البحرية المؤثرة على خط الساحل كل على حدة:

- **الأمواج** ؛ تمثل الأمواج العامل تأثيراً في نشكيل خط الشاطئ، ومن ثم تعديله بالتراجع، من خلال قيامها بالفعل التحاتي المتمثل في أربعة أنماط هي : الفعل الهيروليكي Hydraulic Action، والنحتCorrasion، والاحتكاك Attrition، والإذابة Solution **(جودة حسنين،1998)**.

جدير بالذكر أن طاقة الأمواج وقدرتها التحاتية تزداد بزيادة ارتفاع الأمواج وسرعتها واتجاه تحركها نحو الساحل، وتعد هذه المتغيرات جميعاً انعكاساً لاتجاه وسرعة هبوب الرياح التي تشكلها، ولذلك يمكن التعرف على خصائص الأمواج والتنبؤ بقيمها في المنطقة الممتدة ما بين مرسى باجوش، ورأس علم الروم حسابيا، من خلال خصائص الرياح الهابة على هذه المنطقة، وفقا للعلاقة التي ذكرها بيوفورت بين سرعة الرياح وارتفاع الموجة وذلك في أوقات النوات لأنها أكثر أوقات ارتفاع الأمواج جدول(4-1)، وسوف نعرض النوات والعواصف بشئ من التفصيل فى الفصل الخامس.

تكتسب الأمواج التي تتكون خلال أيام الأنواء أهمية خاصة نتيجة لارتفاعها الواضح وسرعتها التي تعكس سرعة وقوة الرياح التي شكلتها، إذ تستطع هذه الأمواج العاتية القيام بفعل تحاتي في يوم واحد ما يفوق الفعل التحاتي للأمواج العادية التي تسببها الرياح العادية في عدة أسابيع أو أكثر.

جدول (4-1) تأثير النوات على سرعة وارتفاع الموج

التاريخ	اسم النوة	المدة باليوم	الإتجاه	سرعة الرياح /عقدة	ارتفاع الموج / متر
١/٢ يناير	أنواء رأس السنة	٤	غربية	٢٨-٣٣	٤ - ٦
١/١٢ يناير	أنواء الفيضة الكبيرة	٦	جنوبية غربية	٢٨-٣٣	٤ -٦
١/١٩ يناير	أنواء الغطاس	٣	غربية	٢٨-٣٣	٤ -٦
١/٢٨ يناير	أنواء الكرم	٧	غربية	٢٥-٣٠	٢.٥-٤
٢/١٨ فبراير	أنواء الشمس الصغيرة	٣	غربية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٣/٢ مارس	أنواء السلوم	٢	جنوبية غربية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٣/٩ مارس	أنواء الحسوم	٧	جنوبية غربية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٣/١٨ مارس	أنواء الشمس الكبيرة	٢	شرقية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٣/٢٤ مارس	أنواء عوة وبرد العجوزة	٦	شرقية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٤/٢٣ إبريل	رياح الخماسين إلشم النسيم	٢	شرقية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٦/١٨ يونيو	رياح النقطة	٢	شرقية	٢٨-٣٣	٤ -٦
٩/٣٠ سبتمبر	رياح الصليب	٣	غربية	٢٨-٣٣	٤ -٦
١٠/٢٠ أكتوبر	رياح الصليبة	٣	غربية	٢٨-٣٠	٤ -٦
١١/١٦ نوفمبر	أنواء المكنسة	٤	شمالية غربية	٢٨-٣٠	٤ -٦
١١/٢٢ نوفمبر	أنواء باقى المكنسة	٤	جنوبية غربية	١٨-٢٥	١.٧٥-٢.٥
١٢/٤ ديسمبر	أنواء قاسم	٥	جنوبية غربية	١٨-٣٠	١.٧٥- ٤
١٢/١٩ ديسمبر	أنواء الفيضة الصغيرة	٥	شمالية غربية	٢٥-٣٠	٢.٥- ٤
١٢/٢٨ ديسمبر	أنواء عيد الميلاد	٢	غربية	٢٥-٣٠	٢.٥- ٤
المجموع	-	٧٠			

المصدر: الموقع الرسمي لهيئة ميناء الاسكندرية البحري WWW.apa.gov.eg

- **تيار الدفع الساحلي Long-shore Drift Current:**

يمثل جزءاً من التيار الرئيسي بالبحر المتوسط الذي يجري بمحاذاة اليابس الأفريقي، بعد عبوره من مضيق جبل طارق آتياً من المحيط الأطلنطي، يتبع اتجاها عاماً من الغرب إلى الشرق، وصولاً إلى السواحل المصرية ومروراً بسواحل مطروح، ويتميز التيار الساحلي ببطء سريانه،

حيث تتراوح سرعته ما بين(0.75 – 1.5 كم/ساعة)، الأمر الذي يضعف من دوره كعامل نحت على امتداد الشاطئ، باستثناء مناطق الرؤوس **(وهبة حامد، 2003)**

كما تتأثر خصائص هذا التيار اتجاهاً وسرعة بالرياح السائدة على المنطقة وهي الشمالية الغربية، فتتسبب في دفع المياه باتجاه عام نحو الشرق موازية لخط الساحل، كما تؤدي الرياح إلى زيادة سرعته نسبياً في فصل الشتاء نتيجة لزيادة سرعة هبوبها خلال هذا الفصل، بينما تضعف في فصل الصيف تبعاً لضعف سرعة الرياح خلاله.

ويتمثل الدور الجيومورفولوجي لتيار الدفع الساحلي بالمنطقة فى تغير خط الساحل، فيما يقوم به من نقل المواد المفككة بموازاة خط الساحل، وتهيئته لعوامل التعرية البحرية الأخرى متمثلة فى الأمواج وتيارات المد والجزر، للقيام بعمليتي النحت والإرساب على امتداد الشاطئ، كما يقوم هذا التيار بدور رسوبي بالمناطق ذات التغير المفاجئ فى اتجاه خط الساحل، فيترك حمولته من المواد المفككة على هيئة ألسنة إرسابية Spit أ، خطاطيف Hooks.

تقدير التغير في خط الساحل فيما بين 1985إلى 2019م:

تمت الدراسة التفصيلية لخط الساحل عند موقع كل ميناء عن طريق تقسيم المنطقة لمجموعة نطاقات ساحلية Coastel Zones، حتى نتمكن من رصد قيمة التغير ونمطه خلالها، ويوضح الجدول (4–2) هذه النطاقات موضحا عليها بعض الخصائص التي تساعد في تفسير تغير خط الشاطئ بها.

تمثلت صور التغير الذي أصاب الشاطىء في تغير طوله، وتباينه ما بين التقدم داخل البحر، أم التراجع نحو اليابس لمسافات، ومساحات كل من نطاقات النحت والإرساب، وفيما يلي تحليل لكل عناصر التغير التي حدثت لخط الساحل فيما بين عامي(1985– 2015) كما يلي:

جدول (4-2) النطاقات الرئيسة للساحل

النطاق الساحلى	التكوين الجيولوجي	الخصائص الجيومورفولوجية	اتجاه الساحل	درجة انحدار الشاطئ	اتساع الشاطئ / متر	الإستخدام البشري
جنوب علم الروم	حجر جيري + رمال	شواطئ رملية رصيف تحت الموج	شمال – جنوب	٢ – ٤	١٢٠ – ٢٠٠	سياحة
خليج علم الروم	حجر جيري + رمال	شواطئ رملية	شمال غرب / جنوب شرق	٢-٤	١٢٠ – ٢٠٠	سياحة
رأس الحوالة	حجر جيري + رمال	شواطئ رملية	شرق/غرب + شمال / جنوب	٤-٧	١٨٠- ٤٣٠	سياحة + ملاحات
رأس أبو حشفة	حجر جيري	شواطئ صخرية ورملية رصيف تحت الموج	شرق/غرب + شمال / جنوب	٣-٧	١٠ -٦٠	سياحة
مرسى باجوش	حجر جيري	شواطئ صخرية رصيف تحت الموج	شرق/غرب	٢ -٥	٨ -٢٣	–

المصدر: من عمل الباحثة، الخريطة الجيولوجية كونكو بمقياس 1: 500000 سنة 1985

1) التغير في طول خط الشاطئ:

يوضح الجدول (4-3) أطوال خط الشاطئ بالنطاقات الساحلية على امتداد مواقع الموانئ، ويمكن أن نتوصل للنتائج التالية

جدول (4-3) تغير طول خط الساحل فيما بين عامي (1985-2019)

النطاق	طول خط الساحل كم		الفرق / متر	معدل التغير السنوي/ متر
	1985	2019		
جنوب علم الروم	٩.٥٣٥	٩.٤٧٨	-٥٧	-١.٨٣ (نحت)
خليج علم الروم	١٢.٠٨١	١٢.٠٥١	-٣٠	-٠.٩٦ (نحت)
رأس الحوالة	٩.٦٠١	٩.٦٢٢	٢١	٠.٦٨ (إرساب)
رأس أبوحشفة	١١.٢٧١	١٠.٩٨٩	-٢٨٢	-٩.١٠ (نحت)
مرسى باجوش	٦.٦٥٩	٦.٨٧٧	٢١٨	٧.٠٣ (إرساب)

المصدر: من عمل الباحثة، الخريطة الجيولوجية كونكو بمقياس 1: 500000 سنة 1985

تتباين النطاقات الساحلية في مقدار التغير الذي حدث لخط الساحل، فقد قل طول خط الساحل عام 2019، عن عام 1985، عند ميناء زيجيس (رأس أبوحشفة)، وميناء جرياس جوني (جنوب علم الروم)، وتتميز هذه النطاقات بأن خط الساحل عندهم يمتد لمسافة متوازية لاتجاه

تيار الدفع الساحلي، كما تتميز شواطئها بوجود العديد من الرؤوس الصخرية (النتوءات الصخرية البحرية) الممتدة بالبحر، أدى لنشاط الفعل التحاتي لمياه التيار الطولي، الذي يعمل على نحتها، وتحول خط الساحل من التعرج نحو الاستقامة مما يؤدي إلى قصر طوله بهذه النطاقات.

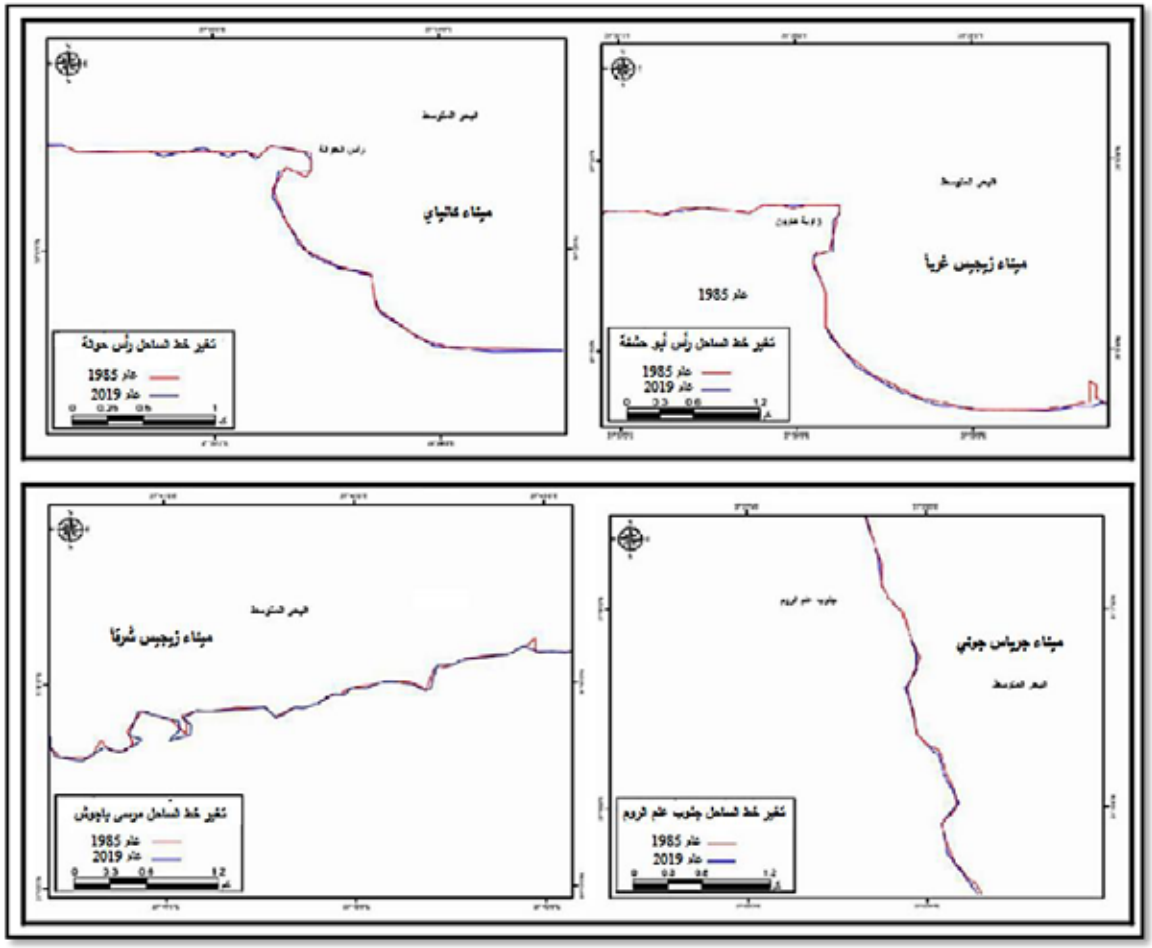
يزداد طول خط الساحل في نطاقات الساحلية المحيطة بالموانئ التالية : ميناء زيجيس (شرق باجوش)، وميناء كالياس(رأس الحوالة)، حيث شهدت تلك المناطق تغيراً إيجابياً في خط الساحل، ويرجع السبب في ذلك إلى الأنشطة البشرية ودورها في تقسيم الشواطئ الساحلية واستغلالها في مجال تنمية النشاط الإقتصادي خاصة النشاط السياحي على الشواطئ السلسلة الشمالية من سلاسل الحجر الجيري.

ويوضح الشكل (4-9) أطوال وأشكال خط الشاطئ عند مواقع الموانئ الغارقة.

جدول (4-4) نتائج حساب مساحات النحت والإرساب عند الموقع المحيطة بالموانئ

النطاق	مساحة النحت والإرساب / م٢		صافي التغير م٢	معدل السنوي لصافي التغير / م٢	المعدل السنوي / م٢	
	نحت	ارساب			نحت	إرساب
جنوب علم الروم	٣٧٨٤٢	٩٠٦	-٣٦٩٣٦	-١١٩١	١٢٢٠	٢٩
خليج علم الروم	٢٣٣٠١	٠	-٢٣٣٠١	-٧٥٢	٧٥٢	٠
رأس الحوالة	٣٩٩٥٦	٨٧٤٨	-١٣٢٠٨	-٤٢٦	١٢٨٩	٢٨٢
رأس أبوحشفة	٦٤١٥١	٥٢٧٤	-٥٨٨٧٧	-١٨٩٩	٢٠٦٩	١٧٠
مرسى باجوش	٥٠٠٠٥	٤٣٠٧	-٤٥٦٩٨	-١٤٧٤	١٦١٣	١٣٩

المصدر: من عمل الباحثة، اعتمادا على الخريطة الجيولوجية كونكو بمقياس 1: 500000 سنة 1985، وتحليل بيانات المرئيات الفضائية 2023 الناتجة من برنامجي ENVI & ArcGIS10.8

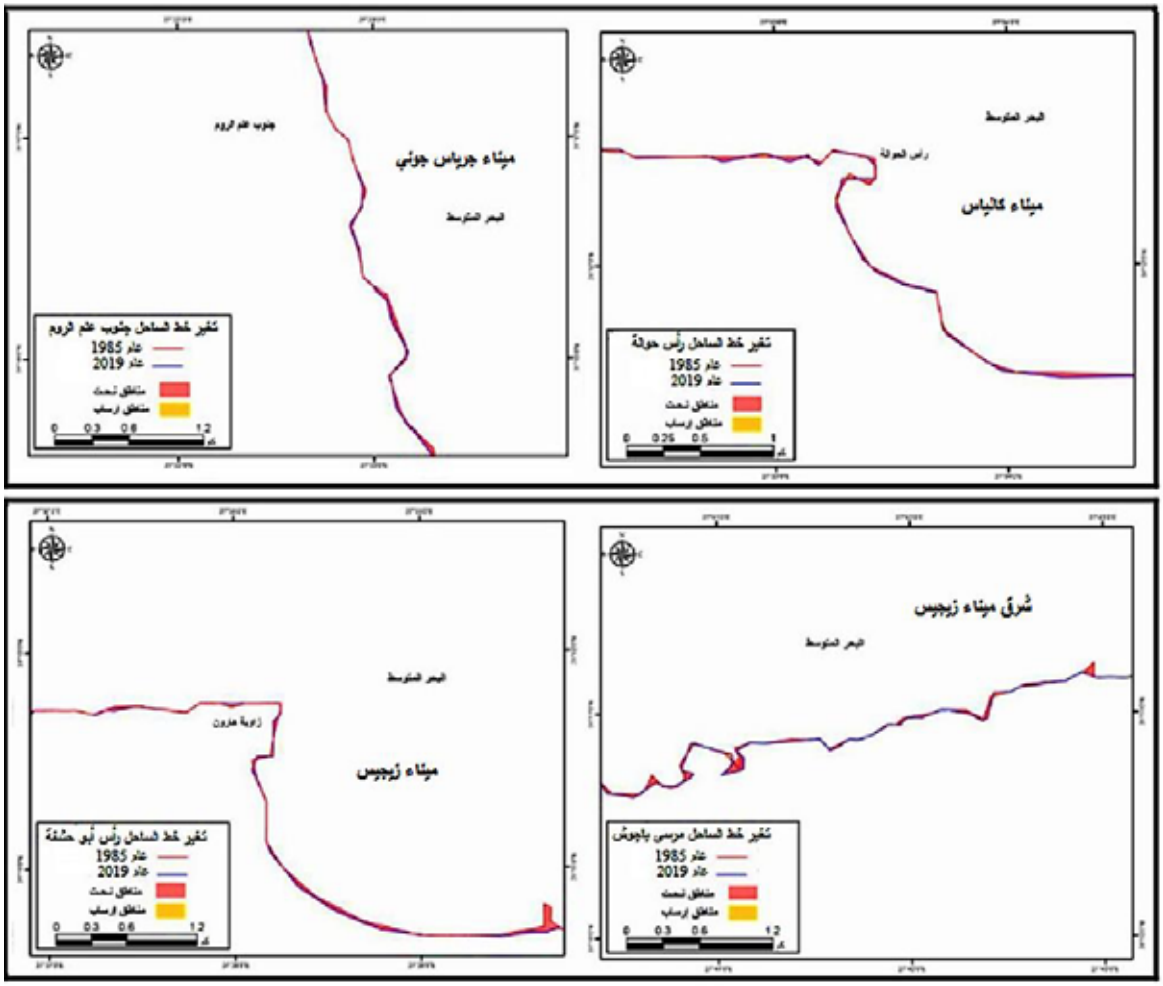


المصدر: عمل الباحثة، باستخدام Arc GIs 10.8

الشكل (4-9) أطوال وأشكال خط الشاطئ عند مواقع الموانئ الغارقة

2) التغير فى معدلات النحت والإرساب:

تباينت المساحات التي تعرضت للنحت والإرساب على مستوى النطاقات الساحلية المحيطة بالموانئ الغارقة، ويمثل الجدول (4-4) نتائج حساب المساحات التي تعرضت لعملية النحت والإرساب، كما يوضح الشكل (4-10) توزيع مساحات النحت والإرساب فى النطاقات الساحلية المحيطة بمواقع الموانئ، يشير صافي التغير Net Growth إلى تفوق المساحات التي تعرضت للتآكل والإزالة بسبب عمليات النحت، على مساحات التراكم والإرساب، سواء على مستوى النطاقات الساحلية أو على مستوى المنطقة ككل.



المصدر: عمل الباحثة، باستخدام Arc GIs 10.8

الشكل (4-10) توزيع مساحات النحت والإرساب عند مواقع الموانئ الغارقة

ثانيا: نتائج التطور الجيومورفولوجي للبيئة القديمة للموانئ الرومانية :

تبين من التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ، ثم تلا ذلك دراسة العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة في تلك المواقع والعديد من الأسباب التي عملت كعامل هدم لتلك الموانئ وكذلك تم التوصل للعوامل التي تساعد على اختيار أحد المواقع لتحويله لمرفئ تجاري من جديد والربط بين المقومات الطبيعية والبشرية، كذلك الربط بين المنطقة الشاطئية والظهير الخلفي للميناء ليصبح ميناء متكامل يمكن الاعتماد عليه كنقطة ملاحة جديدة.

1- أسباب اندثار الموانئ الغارقة بمنطقة الدراسة :

ترجع أسباب انداثار أغلب الموانئ في منطقة الدراسة إلى العمليات والعوامل الجيومورفولوجية، بالإضافة للتغيرات في مستوى سطح البحر والحركات الأرضية البطيئة والسريعة، تلك المواقع بعضها يصلح فى الوقت الحالى لحماية اليخوت الحديثة، ولكن كانت تمثل مواقع ممتازة قديما بالمقابل فإن المواقع الحديثة لإقامة الموانئ كانت من وجهة نظر ملاحية قديمة كانت لا تصلح كمرسى لليخوت بسبب سوء الأحوال الجوية بها.

ومن الممكن أن هذه المواقع إذا تم تزويدها بالغذاء والماء العذب أن تصبح لها منطقة داخلية تزيد من الفرص التجارية كأن تصبح مدينة كبرى مزودة بمصادر كافية لبناء تراكيب الميناء مثل حواجز الأمواج وأرصفة الموانئ **(Graauw, 2014)**، وقد ينطبق ما قاله Graauw على الموانئ التي صنعها اليونان أو الرومان لكن لا يمكن الجزم بذلك وتطبيقه على الموانئ الطبيعية المهجورة بمنطقة الدراسة. ونتناول أهم العوامل التي تؤثر على تلك الموانئ كالتالي:

أ. الرياح والأمواج :

تناولت شرح هذين العاملين بشىء من التفصيل فى الفصل الثاني، فتدفع الرياح الأمواج نحو الشاطئ، ويتقرر مدى ارتفاعها وطإقتها بقوة الرياح التي تسوقها وبطول الامتداد.**(عيسى، 2008)**

حيث يعظم تأثير الأمواج فى مواقع الموانئ الغارقة، فقد أثرت على هدم الحواجز البحرية كذلك عملت على تكسير ونحت عوامل الحماية المتمثلة فى الجزر الصخرية أو الجروف الساحلية، ومعدل التعرية فى الشواطئ المكونة من مواد متماسكة أعلى بكثير منه فى الشواطئ الصخرية الصلدة، تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية والغربية طوال العام، وإن تباينت نسب سيادتها من فصل لآخر، وتصل هذه النسب إلى إقصى معدلاتها في فصل الصيف؛ ويترتب على ذلك تزايد سرعة حركة الأمواج وما يصاحب ذلك من تزايد في ارتفاع قمم الأمواج، ويظهر ذلك فى الكثير من مواقع الموانئ الرومانية القديمة حيث عملت الأمواج على انهيار بعض أرصفة الموانئ، وعلى العكس شكلت الأمواج رؤوس صخرية بحرية لتعمل كجانب حماية من الرياح الشمالية الغربية.

ب. تأثر التيارات البحرية :

تستمر التعرية البحرية في عملها بالمعدلات التي تتناسب مع قوة الأمواج والتيارات البحرية، فيعمل على اكتساح المواد التي تتآكل من الجروف، وفى المقابل تعمل التيارات البحرية الشاطئية على تحريك المواد المنحوته وابعادها، وبالإضافة إلى هذا التأثير فإن هناك عددا من العوامل التى يتحكم فى فاعلية تأثير التيارات البحرية.

ومن العوامل الهامة فى تشكيل السواحل، وهو مدى ارتفاع الجروف الساحلية وتضرسها، إذ أن الجروف القليلة الارتفاع تتراجع بسرعة (تتآكل) تفوق سرعة تراجع وتآكل الجروف الأكثر ارتفاعا بغرض تساوى وتماثل معدلات التعرية.

ج. البنية الجيولوجية للمنطقة الساحلية

ومدى تأثرها بالانكسارات والالتواءات، وأنظمة الفواصل، إذ يتم نحر الحافات ذات الفواصل المتقاربة، وكذلك العلاقة بين زاوية ميل الطبقات وتوجيه خط الساحل، فحينما تميل الطبقات نحو خط الساحل يسهل نحتها بالأمواج، أما الطبقات المائلة نحو اليابس فيصعب نحتها، وتظل بإقية فترات زمنية أطول نسبيا، بمعنى أنه عندما تميل الطبقات نحو البحر، فإن الكتل الصخرية تتكسر عند أسطح الفواصل بزوايا قائمة على مستويات الانفصال الطبقى، مكونة ما يعرف بالجروف المعلقة، بينما إذا كانت الطبقات تميل نحو اليابس فإن الكتل الصخرية لا تستطيع التكسر عند سطوح الفواصل، وبالتالى فإن الجروف تميل إلى الوقوف فى وضع قائم تقريبا.

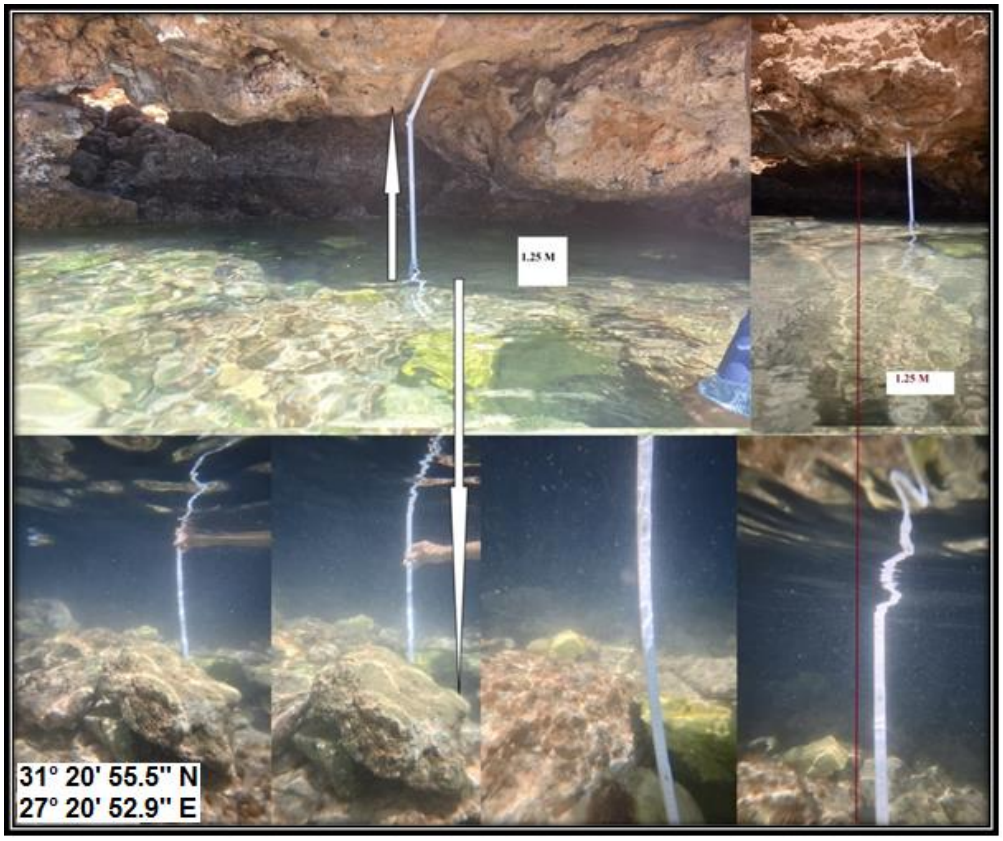
وقد تمكنت الباحثة من مسح مواقع الموانئ الذي تميز بوجود طيات وحيدة الجانب فى موقعي من مواقع الموانئ من الشرق إلى الغرب ميناء زيجيس (مرسى باجوش) وميناء كلياس (مرسى حوالة)، كما أن رأس علم الروم وهي رأس حماية لموقع ميناء جرياس جوني (الرميلة) تعرضت لعمليات الطي والذي سبق دراستها فى الفصل الأول.

د. تأثير التغيرات فى مستوى سطح البحر :

تأثرت مواقع الموانئ بالتغيرات في مستوى سطح البحر؛ حيث تكثر النوتش أو الحزوز الغائرة بالماء التي تمثل دليل واضح على تغير مستوى سطح البحر فى مواقع الموانئ، بالإضافة للأرصفة الغارقة؛ تلك الشواهد تدل على تغير مستوى سطح البحر، كما تمكنت الباحثة من العثور بقايا أثرية وبشرية، كبقايا الفخار التي تم العثور عليها من قبل الباحثة فى موقع ميناء

كالياس (حوالة)، كما عثر على مرساه للسفن Anchor إقتلعته أمواج التسونامي القديم من الرصيف الغارق وألقت به على الشاطئ الصخري فى موقع ميناء كالياس(حوالة) وجرياس جوني (الرميلة).

وقد تم اكتشاف بعض البقايا الأثرية من خلال مسح مرسى باجوش بواسطة هيئة الآثار الغارقة في الفترة ما بين 20 إلى 23 أكتوبر 2017**(Khalil, 2017)**، وقد اظهرت الدراسة بعض الظاهرات الناتجة عن ارتفاع مستوى سطح البحر والتي ظهرت بامتداد خط الساحل في مواقع الموانئ الرومانية القديمة، وقد تم التقاط بعض الصور لتلك الظاهرات التي كشفت عنها الدراسة الميدانية أهمها الحزوز Notches والأرصفة الغارقة Submerged Platforms صورة (4-8)،(4-9)، (4-10)، كما عثر على بعض البقايا الأثرية الغارقة فيهم أيضا كبعض البقايا الفخارية التي تم الكشف عليها من علماء أثريين عن طريق أخذها لأماكن مختصة وتم التوصل إلى أنها ترجع للعصر الروماني المتأخر ما بين 300 -600 ميلادياً، هذا وقد نتج عن المسح الأثري تحت الماء في كلا من ميناء زيجيس وكالياس على مجموعة من الجرار (الأمفورات) ومرساوات معدنية وحجرية تمتد زمنيا من القرن الأول ق.م وحتى القرن السابع الميلادي مما يدل على النشاط الملاحي في تلك المناطق التي عثر فيها على الآثار **(عبد المجيد، 2001)**.



المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2023

صورة (4-8) نوتش بقناة المد في موقع ميناء كالياس (مرسى حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2023

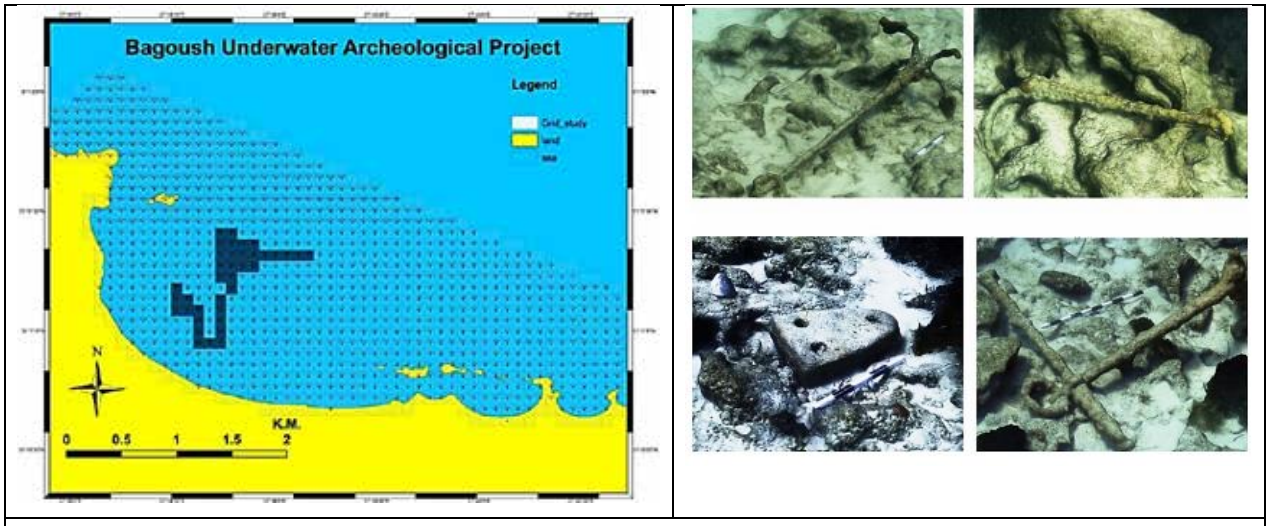
صورة (4-9) رصيف غارق في موقع ميناء كالياس (رأس حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية أغسطس 2023 ناظرةً صوب الشمال الشرقي

صورة (4-10) الرصيف الغارق في موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة غرب)

أ. ميناء زيجيس : Zygris- Zegras harbour

هو مرسى باجوش الحالي وكان يستخدم في بداية القرن الماضي كميناء لقرية بوربتا التي يقطنها البدو. **(عبد المجيد، 2001)**، وقد كان موقع ميناء زيجيس أو زيجراس محميا بجزيرة لادامانتيا، وهو يعد من بين أكبر المراسي القديمة وأكثرها نشاطًا على طول الساحل الشمالي الغربي لمصر، وقد تم استخدامها من قبل السفن والبحارة منذ القرن الثالث قبل الميلاد وحتى أوائل القرن العشرين (خليل، 2017). وقد قال بول إنه توجد جزيرتان صغيرتان يمكن وضع أسفلهما المرساة بعمق كافٍ يسمح بملاحة السفن الكبيرة. يمكن العثور على الماء العذب في صهريج في الوادي المجاور لها لأنها تعد مصب وادي. **(Ball، 1942)**. وقد تم استخدامه لأكثر من ألفي عام، ولذلك فإن العديد من البقايا الأثرية من فترات تاريخية مختلفة غارقة في هذا الميناء ومنتشرة في جميع أنحاء الموقع ويظهر فى الشكل (4-11)، وصورة (4-11). كما عملت التيارات البحرية على حمل ونقل تلك البقايا مع الرواسب إلى أماكن متفرقة. وتتكوين سواتر رملية فى القاع من توالي عمليات ترسيب الرمال النعامة فى أماكن ذات إرساب رملي وهذا يعيق عملية الملاحة في موقع الميناء.



المصدر : **(Khalil, Salama, 2022)**

صورة (4-11)أشكال المرسوات الرومانية في قاع الميناء – شكل(4-11) توزيع البقايا الآثرية (الأمفورات) والمرسوات (Anchors)

ب. مرسى كالياي (كالياس) : Kallias – Kaliay harbour

أُستخدم هذا المرساة في عهد بطلميوس، ويذكر فى كتاب الاستادات أنه مرتفع تقابله صخرة يوفران مرسى تحتهما وأسماها " كلاميون" وهو وصف ينطبق من حيث المسافات والأوصاف على رأس حواله ومرسى حواله إلى الشرق منه شكل(4-12). وقد عثر بهذا الخليج على جرة من كوس ترجع لبداية القرن الثاني ق.م، وكذلك مرساة حديدية يتراوح تاريخها بين القرنين السابع والتاسع الميلادي. **(عبد المجيد، 2001)**

وقد قامت الباحثة بالدراسة الميدانية وقام بمسح موقع الميناء وعثر على مرسى روماني Roman Anchor صورة (4-12)، كما عثر على بقايا أثرية (لأمفورات) ترجع للقرن الرابع وهذا يعد بداية للعصر الروماني المتأخر طبقاً والفحص والتحليل بواسطة **الدكتور محمد مصطفى عبدالمجيد** [1] سبتمبر 2023، وقد علمت الباحثة بأنه قد أُشيع استخدام اسم حوالة حتى وصل الاسم لمسامع المؤرخين ووصل إلينا نسبةً لتحويل السكان المحيطين بهذا الموقع بضائعهم لهذا الميناء فقد شاع استخدامه كمرفأ طبيعي فى العصر اليوناني والروماني ثم أثناء الإحتلال الإنجليزي، فقد روي عن البدو الذين يقطنون المكان من أجدادهم أن البضائع كانت

(1) رئيس الإدارة المركزية للآثار الغارقة سابقاً، وخبير بالآثار، ومحاضر بقسم الآثار الغارقة، جامعة الإسكندرية.

تحمل على الجمال لتصل للسفن، وأهم البضائع التي كان يتم مقايدتها مع المؤن القادمة للأهالي (الشعير – الزيتون) كذلك كانوا يأخذون الأغنام، وكانت وسيلة النقل أثناء الاحتلال الإنجليزي هو قطار الفحم، وقام الإنجليز بعمل طريق ممهد لنقل البضائع عن طريق القطار، وتم هدم الطريق ومسح معالمه بواسطة مالكي قرية ألماظة بيتش.

يزداد فعل الأمواج ونشاط عمليات التعرية في الميناء والدليل على ذلك تراجع خط الساحل كما يتضح من الشكل (4–12)، (4–13) موقع الميناء وهو عبارة عن خليج ضيق محمي برأس حوالة ولكن نتيجة لنشاط عمليات التعرية فإن هذه الرأس تعرضت للتآكل بصورة متكررة وبالتالي فإنها لا تكفي وحدها لتكون جانب حماية من الرياح الشمالية الغربية، وبالتالي فإن هذا الميناء فقد صلاحيته من حيث العوامل الطبيعية لكي يظل صامدا.

المصدر: Google Earth Pro 2023، والتوقيع عليها من الدراسة الميدانية

شكل (4–12) خريطة للمسح الحقلي لميناء كالياي أ، كالياس(رأس حوالة)

المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2023

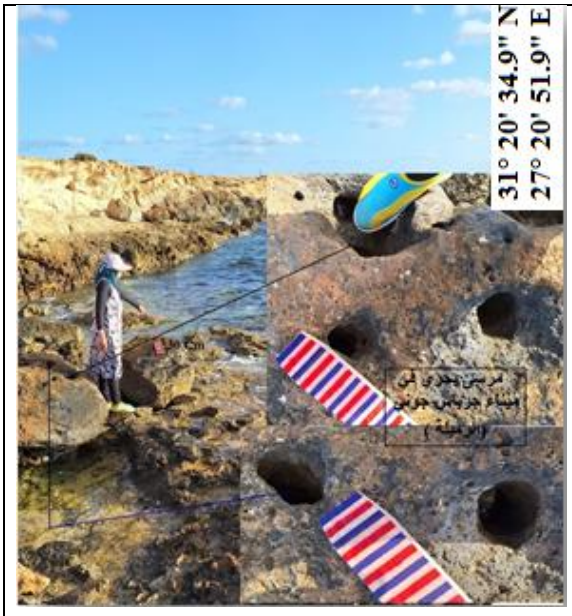
صورة (4-12) مرساة مقتلعة، وبقايا أمفورات رومانية بجانب الرصيف الغارق في موقع ميناء كالياس (مرسى حوالة)

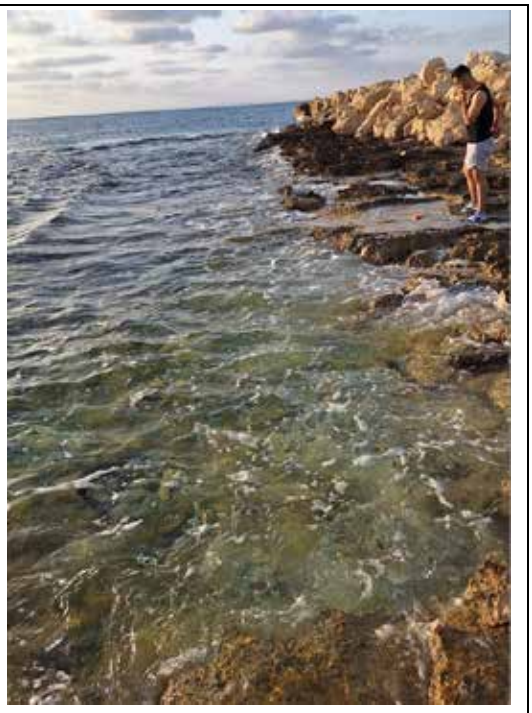
المصدر: Google Earth Pro 2023، **شكل (4-13) خريطة ميناء كالياي موضح عليها خط الساحل القديم.**

ج. ميناء جرياس جوني Graeas Gony harbour (رأس علم الروم)

ذكرها Claude Ptolmee والذي لقب بطلميوس الجغرافي في كتابه عام 150م في قائمة موانئ البحر المتوسط **(عبد المجيد، 2001)**، يعد هذا الميناء من أكبر الموانئ الواقعة بالساحل الشمالي الغربي وسمي حديثا بميناء الرميلة نسبةً لنوع الإرسابات الصخرية الشاطئية المنتشرة فيه مع تقلص الرواسب الرميلة للغاية مما دعا البدو لتسميته بهذا الاسم، وقد عثرت الباحثة على أدلة

واضحة تبين تغيرات مستوى سطح البحر فى هذا الميناء أهمها النوتش Notches، والأرصفة الغارقة Submerged Platforms، مع وجود أدلة أثرية أيضا تأكد تعرض الميناء لأمواج التسونامي القديم شكل (4-14) وهو عثور الباحثة على مرسى روماني Roman Anchor مقتلع من الرصيف الغارق بالميناء صورة (4- 13)، (4-14).

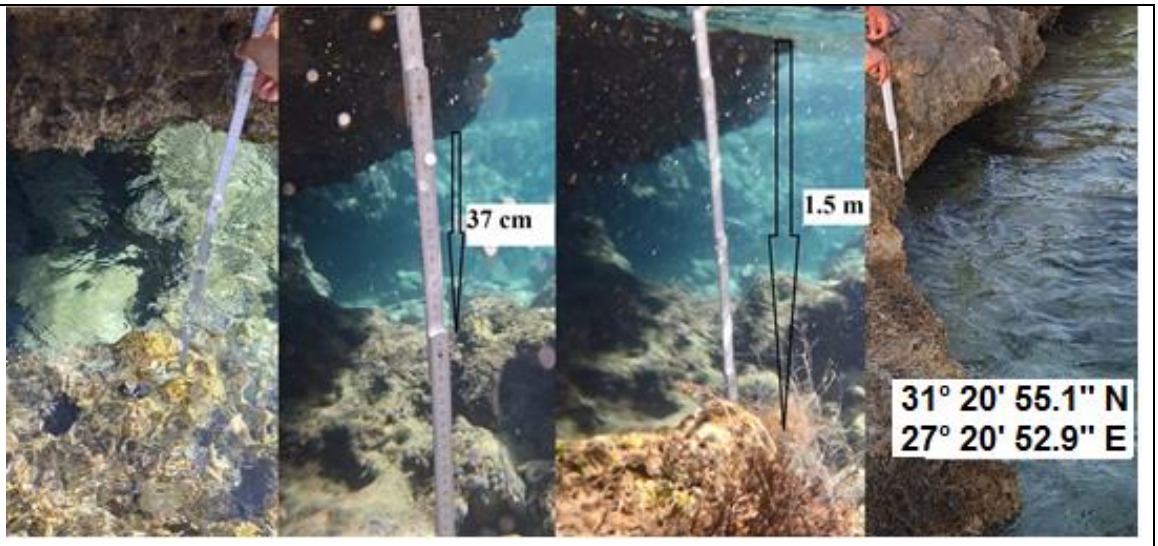




المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2023

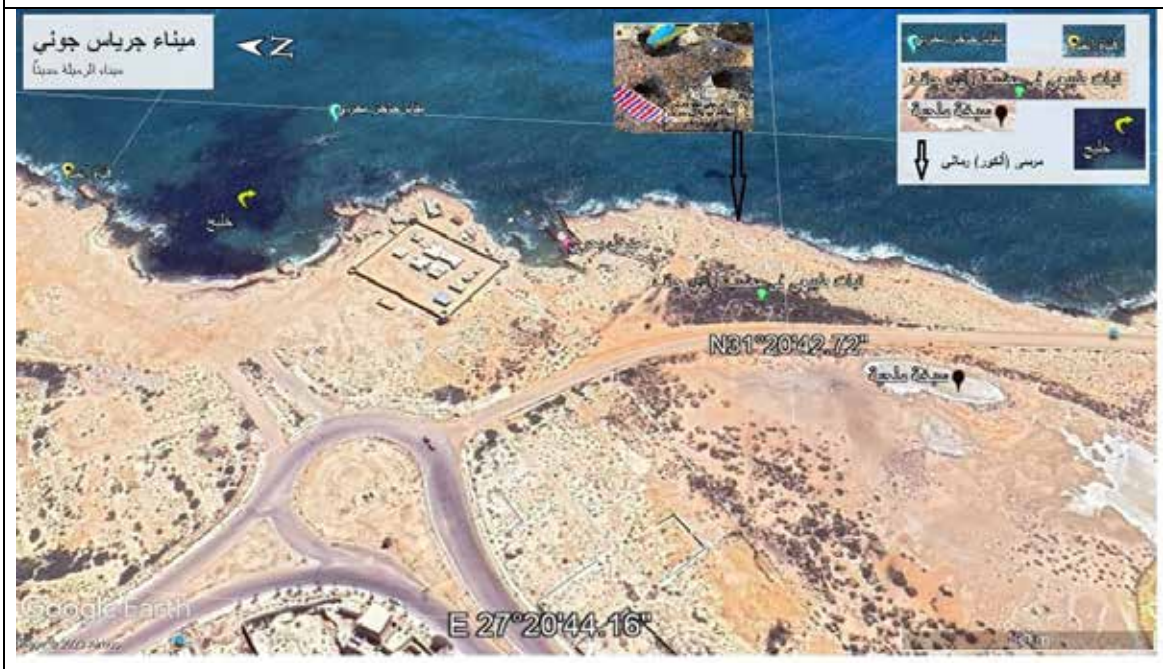
صورة (4-13) مرسى مقتلع من الرصيف الغارق في موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة)

الفصل الرابع **التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية**



المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية شهر أغسطس 2023

صورة (4–14) نوتش أعلى الرصيف الغارق في موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة)



المصدر: 2023, Google Earth Pro

شكل (4–14) خريطة ميناء جرياس جوني موقع المرساة الروماني Roman Anchor

2. استخدام نموذج (PADM) فى الربط والمقارنة بين امكانات الموانئ:

يشير مصطلح PADM إلى Palaeo-Environmental Age-Depth Model نموذج للرواسب القديمة الموجودة فى الأعماق وعن طريقه يمكن المقارنة بين أنواع الرواسب القديمة الموجودة في مواقع الموانئ الغارقة، والاستفادة من ذلك في عمل نموذج للميناء المقترح مستقبلا، كما يتضح من مخطط PADM أنه أحد أنواع التحليلات التي يمكن أن تكون مقياساً مفيداً، لمعرفة مدى ملائمة الملاحة في موقع معين خاصة فى مواقع الموانئ القديمة، وقد ركزت الدراسة على اعادة بناء (استخدام) الموانئ الغارقة (المهجورة) التي تم أغفال أهميتها فى العصور الحديثة. (Salomon and Others,2016)

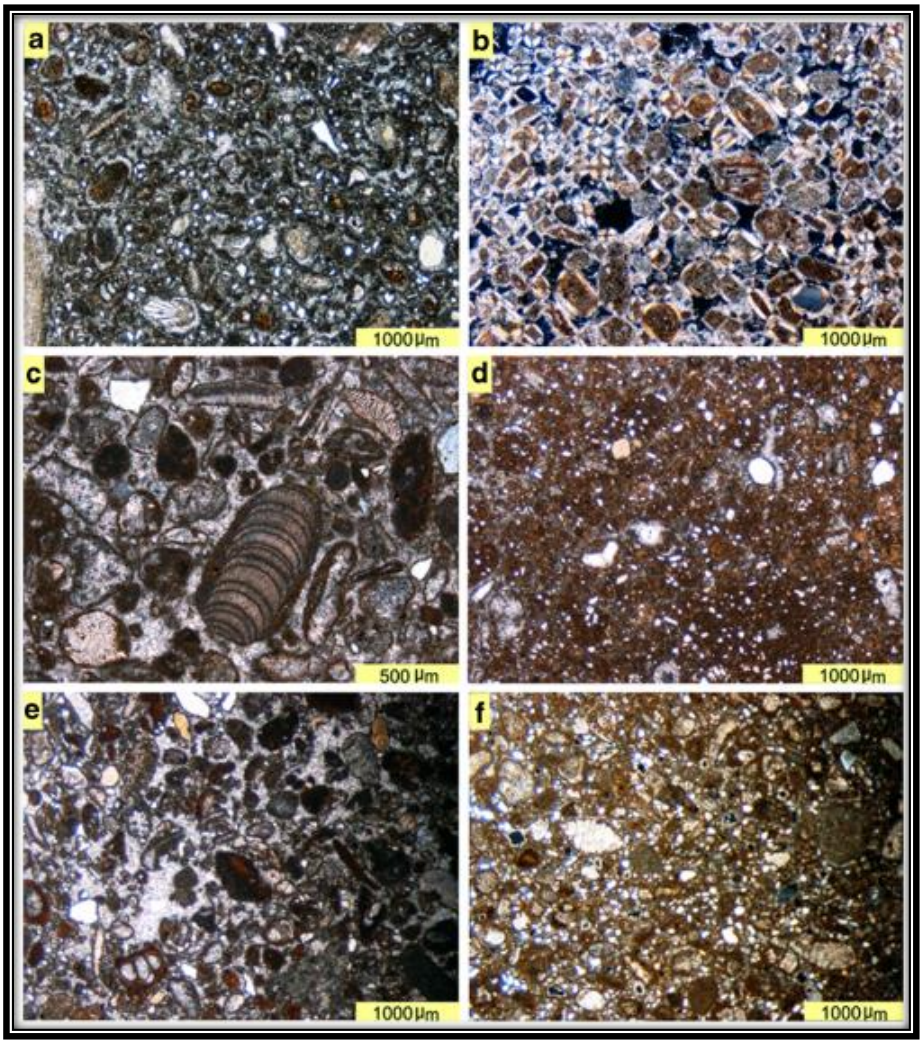
وقبل التحدث عن نوع الإرسابات الموجودة فى المنطقة يجب الإشارة إلى الجيولوجيا العامة للمنطقة، حيث يهيمن على جيولوجيا منطقة الدراسة بشكل أساسي الصخور الرسوبية من العصور الثلاثية والرباعية، يغطي الزمن الرابع السهل الساحلي، على طول خطوط الصرف والشواطئ المرتفعة، في حين أن البليوسين والميوسين الأوسط من العصر الثالث هما الجزء الأكبر المكشوف من الأرض. المنطقة الساحلية الواقعة إلى الشمال من هضبة الميوسين الأوسط مغطاة برواسب من العصر الرباعي والتي تتمتع بعلاقة متوافقة / أو غير متوافقة مع رواسب العصر الثالث. يتم تمثيل هذه الرواسب بشكل أساسي من خلال رواسب الهولوسين للكثبان الرملية الساحلية، والرواسب الغرينية، وتلال الحجر الجيري الأوليتي من العصر الجليدي(**yousif, 2014).**

يتم وصف الوحدات الطبقية المختلفة في سطح المنطقة من الإقدم إلى الأحدث على النحو التالي:

تظهر الرواسب الثلاثية بشكل رئيسي في الأجزاء الجنوبية من منطقة الدراسة وتشكل الجزء الأكبر من أرض المنطقة، وتشمل هذه الرواسب صخور البليوسين والميوسين الأوسط. تتكون صخور البليوسين أساسًا من الحجر الجيري المتداخل مع الطين، تمثلت رواسب العصر الميوسيني الأوسط في منطقة الدراسة في تكوين الحجر الجيري في مرماريكا: **(yousif, 2014)**

يتكون هذا التكوين من الحجر الجيري، والحجر الجيري الدولوميتي، والحجر الجيري الرملي المقسم جزئيًا، يغطي طبقة العصر الميوسيني الأوسط قشرة صخرية توجد في الأسطح العلوية أو على المنحدرات أو حتى في مسارات التصرف المائي، وتتفاوت سماكة هذا التكوين من حوض

إلى آخر على مستوى الأحواض التي تحوي الموانئ، حيث تبلغ سماكته المقاسة 39 م في وادي الزرقة الذي يصب فيما بين رأس حوالة المجاورة لميناء كالياس والجراولة الظهير لميناء جرياس جوني و 41 م في حوض وادي الحرإقة الذي يصب فى ميناء زيجيس (باجوش). يتم تسجيل صخور الميوسين الأوسط كخزان جوفي في كل من الأحواض المدروسة. ويظهر تحليل الأحياء الدقيقة لصخور الميوسين الأوسط في كلا القسمين المدروسين أن هذه الصخور تحتوي على اثنتين من البيئات الدقيقة الرئيسة التي يمثلها "الإطار الحيوي" الذي تم تسجيله من قسم الزرقة و "بيوميكريت رملي" مسجل في قسم الحرإقة شكل (4–15)، تعد الكائنات الدقيقة "الحفريات الحيوية" شائعة في منطقة الدراسة، تم ترسيب نفس نوع الأحياء الدقيقة عن طريق فعل الجاذبية من جوانب الجروف المطلة على البحر، بالإضافة إلى ذلك، يشير حدوث الجلوكونيت إلى حدوث عملية نقل جديدة، ويتم تطوير واجهاته بشكل عام في البيئة البحرية ذات الطإقة المنخفضة، مع معدلات ترسيب منخفضة ودرجة حرارة منخفضة (7–15 درجة مئوية) **(Odin and Matter, 1981)**.



المصدر: (Yousif, 2014)

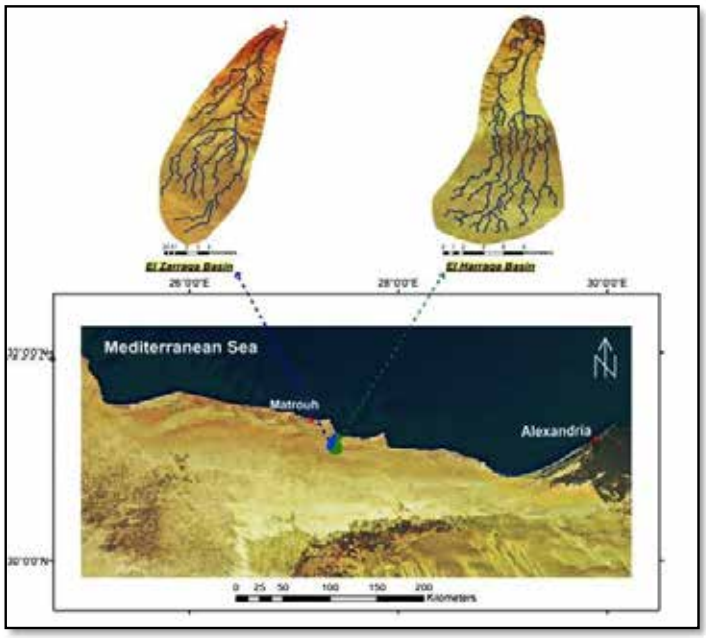
شكل (4-15) الفحص المجهري لعينات التتابع الصخري

نستنتج أن Microfacies يشير إلى المراحل المبكرة من البيئة البحرية الضحلة للبحر في مراحله المبكرة مع معدل منخفض من الترسيب والملوحة الطبيعية وعمليات الأكسدة. موضح في مصفوفة ميكروية تتم إعادة بلورتها جزئيًا إلى ميكروسبار. لوحظ وجود حبيبات كوارتز ديتريتال وفيرة داخل كتل الأرض الدقيقة حيث يتكون الكالسيت من انحلال الأراجونيت. تظهر بعض بقع الكالسيت تشكلاً جديدًا ونموًا زائدًا نتيجة انحلال بعض بقايا القشرة. يرتبط الشكل الجديد للطين الجيري إلى الميكروسبار والكالسيت المتناثر بفقدان + Mg2 أيونات من خلال تأثير الأكسجين، والمياه السطحية منخفضة المغنيسيوم. يعتبر تحويل الأراجونيت إلى الكالسيت أسرع بكثير عند ملامسته للمياه العذبة مقارنة بالمياه البحرية **(Friedman 1964)**.في الأجزاء الرقيقة المدروسة،

عانت الكربونات من إعادة التبلور كثيرًا. معظم الحبيبات الهيكلية التي تتراكم. تتم إعادة بلورة قوام هذه الوجوه الكربونية.

عن طريق إذابة الحبيبات الهيكلية يعني إزالة موادها الأصلية وترك قوالبها ممتلئة بالكالسيت. تنخفض المسامية عن طريق إعادة التبلور وتشكيل الحبيبات والأسمنت الطبيعي الذي يعتبر مادة لاحمة للصخور. ومع ذلك، فإن المسامية الثانوية العالية في الحجر الجيري الذي تم فحصه يتم تطويرها عن طريق الشقوق أو الفراغات. ويلاحظ كلا النوعين من المسامية الأولية والثانوية هناك أيضا مسامية Biomoldic التي تشكلت عن طريق الانحلال اللاحق.هذا Microfacies مع البقايا الأخرى من حبيبات الصخور تعكس وجود حبيبات الكوارتز التي ترسبت في البيئة البحرية المسطحة والمدّية القريبة من الشاطئ وفقًا لوجود حبيبات كوارتز ديتريتال بحجم الطمي. كما يشير وجود المايكريت إلى أن البيئة الترسيبية بها كانت ضعيفة الطاقة.

ويبين الشكل(4–16) مواقع البئران الذي تم حفرهم واللذان يمثلان سجلاً زمنيا للطبقات الصخرية القديمة للاعتماد عليها في عمل الPADM، ويبين الشكل (4–17)البئر الأول للسجل الطبقي لعمل PADM لتتابع الصخور عند مصب وادي حرقة الذي يصب بميناء زيجيس (باجوش)، والذي يوضح ظهور الرواسب الفيضية التي تشير لجريان الأودية قديما في هذه المنطقة.



المصدر: (Yousif, 2014)

الشكل (4–16) مواقع الحفر عند مصبي وادي حرقة ووادي زرقة عند مواقع الموانئ الغارقة

المصدر: الباحثة عن طريق برنامج Adobe Photoshop CS، (yousif, 2014)

شكل (4–17) نموذج PADM للطبقات الصخرية عند ميناء زيجيس (باجوش)

كما تدل على جريان الماء السطحي نتيجة الأمطار في ذلك الموقع ويبلغ سمك هذه الرواسب حوالي 6م، وتتكون هذه الرواسب من الحجر الطيني والرملي المتكلس ذى اللون البني المحمر متوسط الصلابة، وتترتبط به وجود النباتات البحرية التي تمتد جذورها داخل الطبقة الغرينية مع وجود بقايا صخرية من طبقة الحجر الجيري التي تليها وترجع هذه الرواسب للزمن الرابع الحديث (الهولوسين) الذي يرجع سجله الزمني لمليون عام، أما عن طبقة الحجر الجيري والتي يبلغ عمقها حوالي 4 امتار وتتكون من الحجر الجيري البطروخي ذى اللون الأبيض (ناصع البياض) والذي يميل إلى الرمادي في بعض المناطق فهو غالبا المكون الرئيسي فى الكثبان الرملية الساحلية، وهو صلب إلى حد ما ومسامي جداً، تليها طبقة الحجر الجيري الدلوميتي والتي يبلغ سمكها حوالي 2.5 م فتتكون من حجر جيري دلوميتي ذى اللون الرمادي الغامق والذي يتسم بالصلابة، ويشكل هو وطبقة الحجر الجيري التي تسبقه عصر البليستوسن والذي عمره فى السجل الزمني ل8.1 مليون عام، تليها طبقة الحجر الجيري الحفري (الأحفوري) الذي يتميز بوجود الحفريات كجزء من تكوينه ويتكون من قشرة بيضاء تميل للون الكريمي متصلبة طباشيرية يبلغ عمقها 4 متر فوق منسوب سطح الماء الجوفي، و6 متر فوق مستوى سطح البحر، و11م تحت مستوى سطح البحر وهذا دليل على أنها طبقة الصخور المكونه لقواعد (لأجسام) الموانئ

الغارقة، وترجع هذه الطبقة لعصر الميوسين الأوسط (الميوسين العلوي) الذي يرجع عمره فى السجل الزمني ل 35مليون عام.

أما عن الشكل (4–18) فيوضح PADM للسجل الطبقي لتتابع الصخور عند مصب وادي زرقة الذي يصب فيما بين ميناء كالياس (رأس حوالة)، وميناء جرياس جوني (الرميلة) أو الجراولة.

المصدر: الباحثة عن طريق برنامج Adobe Photoshop CS، (yousif, 2014)

شكل (4–18) نموذج PADM للطبقات الصخرية فيما بين ميناء كالياس (رأس حوالة)، وميناء جرياس جوني(الرميلة)الجراولة

تظهر الرواسب الفيضية في بداية التتابع الصخري لتشير إلى الأودية القديمة في هذه المنطقة، كما تدل على جريان الماء السطحي نتيجة الأمطار في ذلك الموقع حديثاً، ويبلغ سمك هذه الرواسب حوالي 7.5م، وتتكون هذه الرواسب من الحجر الطيني والرملي المتكلس ذى اللون البني المحمر متوسط الصلابة، وتتربط به وجود النباتات البحرية التي تمتد جذورها داخل الطبقة الغرينية مع وجود بقايا صخرية من الحجر الجيري وترجع هذه الرواسب للزمن الرابع الحديث (الهولوسين) الذي يرجع سجله الزمني لمليون عام، تليها طبقة الحجر الجيري الدلوميتي والتي يبلغ سمكها حوالي 2.5 م فتتكون من حجر جيري دلوميتي ذى اللون الرمادي الغامق والذي يتسم بالصلابة، ويشكل هو وطبقة الحجر الجيري التي تسبقه عصر البليستوسن والذي عمره فى السجل الزمني ل8.1 مليون عام، تليها طبقة الحجر الجيري الحفري (الأحفوري) الذي يتميز بوجود الحفريات كجزء من تكوينه ويتكون من قشرة بيضاء تميل للون الكريمي متصلبة

طباشيرية يبلغ عمقها 11 متراً فوق منسوب سطح الماء الجوفي، و9 مترات فوق مستوى سطح البحر، و9م تحت مستوى سطح البحر، وترجع هذه الطبقة لعصر الميوسين الأوسط (المايوسين العلوي) الذي يرجع عمره فى السجل الزمني ل35 مليون عام، ونلاحظ في هذا العمود عدم وجود طبقة الحجر الجيري البطروخي الذي يشكل الكثبان الساحلية، وذلك لتقلصها وتكاد أن تنعدم بالاتجاه غربا من حوالة إلى الرميلة.

يتعدى منسوب سطح البحر منسوب سطح الماء الجوفي في هذا النطاق وهذا دليل واضح على تغير مستوى سطح البحر وغرق مصبات الأودية في ذلك النطاق كما أنه دليل على تعرض المنطقة لحركة هبوط أرضي كما ذكر دكتور جودة حسنين جودة خلال القرن السادس الميلادي، والذي ارتبط أيضا بحدوث تسونامي سنة 365م الذي تم فيه غرق الأسكندرية وعدم اتساع المنطقة الشاطئية.

نستنتج من نموذجي ال PADM بعد استعراض الخصائص الجيولوجية للصخور المكونة لجسم الميناء وقواعدها اتضح أنه يتكون من صخور جيرية متصلبة، وتعرضت لعمليات التحول calcaration وهو نوع من أنواع الكارست Karst faction وعمليات التحول أدت للمزيد من الصلابة، وهذا يؤكد تعرضها لفترة طويلة للعوامل الجوية المباشرة **(Yousif, 2014)**.

ومن الجدير بالذكر أن هذه الرواسب كانت قد وصفت بأنها صخور تتابع الحجر الجيري للمايوسين العلوي وتتكون من طبقات مارل (طين، وكربونيت) ذات اللون الكريمي، ويعلوها طبقات من الحجر الجيري الأبيض الأحفوري، وتعلوها طبقة تعاني الكارست من ال Calcarate أي عمليات التحول التي أدى لصلابة الطبقة السطحية **(الأسمر، 1991)**.

تلك الصلابة الموجودة بطبقات الحجر الجيري أدت لتكون طبقات صخور جيرية متصلبة كانت عامل جذب فى العصر اليوناني والروماني لاستغلالها كمواضع لأجسام الموانئ حيث استغل الرومان تلك الصلابة لنحت الأنكور Anchors فى جسم رصيف الميناء وذلك لاستقبال السفن وتعليقها به لتقوى على إيقافها كذلك تتحمل هذه الأرصفة الطبيعية قوة ارتطام السفن نحوها.

فلقد استغل اليونان والرومان الساحل الشمالي الغربي بداية من الأسكندرية حتى أم الرخم ارتكازاً واعتماداً على المقومات الطبيعية لتلك الموانئ دون الحاجة في بناء أو تطوير تلك الموانئ الطبيعية، لذلك اتخذوا من طبيعة الصخور المتصلبة الموجودة أعلى طبقات الحجر الجيري أرصفة لتلك الموانئ، وقاموا بنحت بصماتهم عليهاحيث قاموا بنحت المرساوات Anchors بجسم

الرصيف الطبيعي عن طريق ثقب حفر طولية بالرصيف لربط السفن وتثبيتها في تلك المواقع والتي ظهرت فى موقعين من مواقع الموانئ سبقت الإشارة إليهم وتتراوح عدد تلك الثقوب ما بين 1 إلى 3 ثقوب.

وقد قاموا باختيار المناطق التي كانت تحوي أرصفة ممتدة بشكل شبه مستقيم، وذات أبعاد مناسبة، بالإضافة إلى بإقي مقومات الميناء بعناية حتى يحسنوا استغلال موارد مصر الطبيعية بصورة مثالية، بدلا من البناء والتطوير واستهلاك مواردهم، على العكس من ذلك قام أمبراطوريان شهيران من الأمبراطورية الرومانية أحدهما بفلسطين والآخر بليبيا التي كانت مسقط رأس لكل منهم ببناء أرصفة ومخازن تجارية وحواجز بحرية وغرف (ترسانة) لصيانة السفن وذلك نقلا عن بعض المؤرخين القدامى ونقل عنهم الدكتور عماد خليل، 2012.

الخلاصة

تظهر خريطة التغير العام لخط الساحل فيما بين 1985 إلى 2019 مدى الاختلاف في منطقة الدراسة بشكل عام وفي مواقع الموانئ بشكل خاص، حيث تم قياس بعض المؤشرات الجيومورفولوجية والجيوأركولوجية في موقع الموانئ القديمة في الجانب الشرقي من منطقة رأس علم الروم، فظهرت بعض الشقوق والفواصل، بالإضافة إلى الحزوز والكهوف البحرية التي تشير إلى تغير مستوى سطح البحر، تؤثر تلك الأخيرة تأثيرا قويا في اظهار شواطئ وسواحل جديدة تنكشف لفعل البحر، وتتعرض لفعل الأمواج التي تشكل صورا جديدة لتلك الشواطئ.

تتسم الأمواج فى مواقع الموانئ الرومانية الغارقة بالموسمية حيث تتأثر كثافة فعل الأمواج واتجاهها على الأنماط الموسمية للرياح، وخلال الفترة من 1985– 1990م بلغ إقصى ارتفاع للأمواج 4,3 أمتار، والاتجاه السائد للأمواج هو هبوبها من الاتجاه الشمالي الغربي.

تتميز مواقع الموانئ الرومانية الغارقة بوجود الظاهرات الدالة على الإرساب البحري ومنها الشواطئ الرملية والشواطئ الصخرية والكثبان الرملية والسبخات، وتمتد الشواطئ الرملية على طول خط الساحل، وذلك لتوفر شروط الإرساب المتمثلة فى التيارات الشاطئية ورواسب الأودية، بالإضافة إلى عاملي الأمواج والرياح التي تعمل على تغيير وجه الشواطئ الرملية ذات الإرسابات الدقيقة الحجم.

وتؤدى سرعة الرياح العالية إلى نشأة أمواج بحرية يتراوح ارتفاعها بين 1–2 متر، كما يزداد معدل تواترها فى الدقيقة الواحدة مما قد يؤدى إلى زيادة معدلات النحت.

يتعرض الساحل الشمالي الغربي لمصر للعديد من العواصف العاتية خلال فصل الشتاء، والتي تأثر بشكل مباشر على مورفولوجية خط الساحل، حيث تقوم الأمواج بدفع كميات كبيرة من الكتل الصخرية متباينة الأحجام على المصاطب والأرصفة البحرية بالقرب من مواقع الموانئ الغارقة.

نستنتج من نموذجي ال PADM بعد استعراض الخصائص الجيولوجية للصخور المكونة لجسم الميناء وقواعدها اتضح أنه يتكون من صخور جيرية متصلبة، وتعرضت لعمليات التحول calcaration وهو نوع من أنواع الكارست Karst faction وعمليات التحول أدت للمزيد من الصلابة، وهذا يؤكد تعرضها لفترة طويلة للعوامل الجوية المباشرة.

الفصل الخامس

الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

تمهيد

أولًا: الأخطار الجيومورفولوجية التي تواجه مواقع الموانئ :

1-الحركات الأرضية البطيئة والسريعة.

2-التسونامي القديم. Paleo-Tsunami

3-العواصف والنوات.

4-تغير مستوى سطح البحر.

5-النحر البحري وتأثيره على رواسب المنطقة.

ثانيا: موقع الميناء المقترح لإعادة الاستخدام مرة أخري نتيجة نموذج (PADM) :

1-أهم العوامل التي تساعد على وجود الميناء .

2-الاستغلال الأمثل الامكانات الطبيعية لإقامة الميناء المقترح.

3-نموذج تطبيقي للميناء المرشح لإعادة الاستخدام.

الخلاصة

الفصل الخامس

الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

نتناول في هذا الفصل النتائج التي توصلت لها الباحثة من الفصول الأخرى والتى تساعد فى عملية التقييم الجيومورفولوجي وما يترتب على تلك النتائج من ترشيح أحد المواقع المحيطة بالموانئ الغارقة لإعادة الاستغلال مرة أخرى وفيما يلي نستعرض أسباب اندثار تلك الموانئ الغارقة، كلا على حده والنتائج التي تم التوصل لها والتي تعد أساسا لاختيار الموقع الأنسب للميناء ليكون نقطة ربط ملاحية جديدة تساعد على نشاط حركة التجارة فى الساحل الشمالي الغربي مما يترتب عليه ازدهار عام في ذلك الموقع مما يعم على دولتنا بالعائد التجاري والاقتصادي كذلك تعمير تلك المناطق بدلا من إهمالها وعدم الاستفادة منها.

أولاً : الأخطار الجيومورفولوجية التي تواجه مواقع الموانئ :

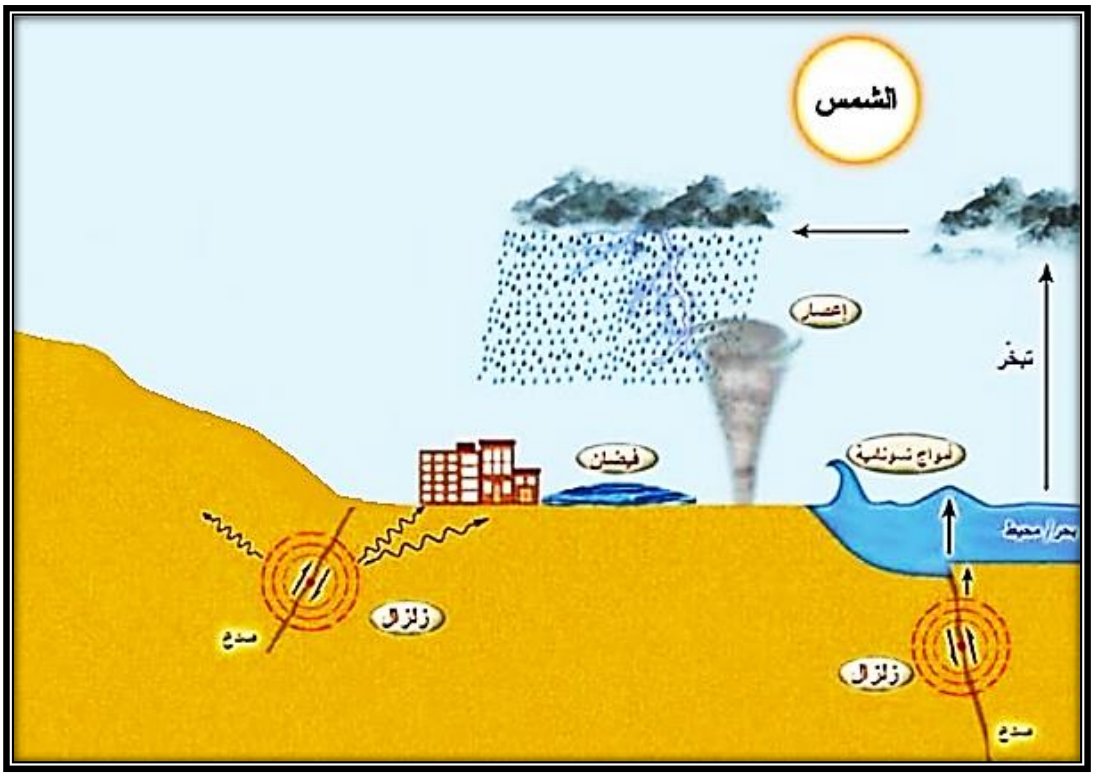
تعد الأخطار والكوارث الطبيعية أحد عناصر التوازن البيئي، فالأخطار الطبيعية منذ وجود الإنسان الذي حاول أن يحد ويخفف من أضرارها، وبالرغم من ذلك فإنها تؤدي لخسائر وأضرار تفوق التوقعات فى بعض الأحيان، وقد واجهت مواقع الموانئ الغارقة العديد من الأخطار الجيومورفولوجية التي عملت على تشكيل سواحل المنطقة من حيث الشكل العام أو طبيعة الرواسب كما تتأثر المنطقة بالحركات الباطنية السريعة والبطيئة التي سبق وأشرنا اليها بالفصول السابقة كما سنعرض بشكل من التفصيل بعض الأخطار، والتي يمكننا تجميعها فى الشكل (5-1)، ونتائج هذه التأثيرات كالتالي :

1- الحركات الأرضية الفجائية السريعة:

تنشأ القوة الداخلية السريعة نتيجة الاضطرابات التي تحدث في باطن الأرض نتيجة تحرك المجما فى الفراغات المتمثلة فى القشرة الأرضية وأجزاء من طبقة الوشاح، وتحدث هذه التحركات بصورة فجائية لذلك تسبب أخطار كبيرة لما حولها، وتحدث الهزات الأرضية بتأثير تحرك المجما تحت سطح الأرض، أما إذا خرجت المجما فوق سطح الأرض فإنها تسبب الطفح البركاني بأشكالة المتعددة **(تراب، 2011)**. أما عن الحركات البطيئة فتنتج عن احتكاك الألواح التكتونية فى قاع البحار والمحيطات أو تلك الحركات التي تحدث في باطن الأرض والتي ينشأ عنها الانكسارات والالتواءات وحركات الهبوط الأرضية التي تنتشر بشكل كبير على امتداد منطقة الدراسة، وتتمثل

الفصل الخامس **الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

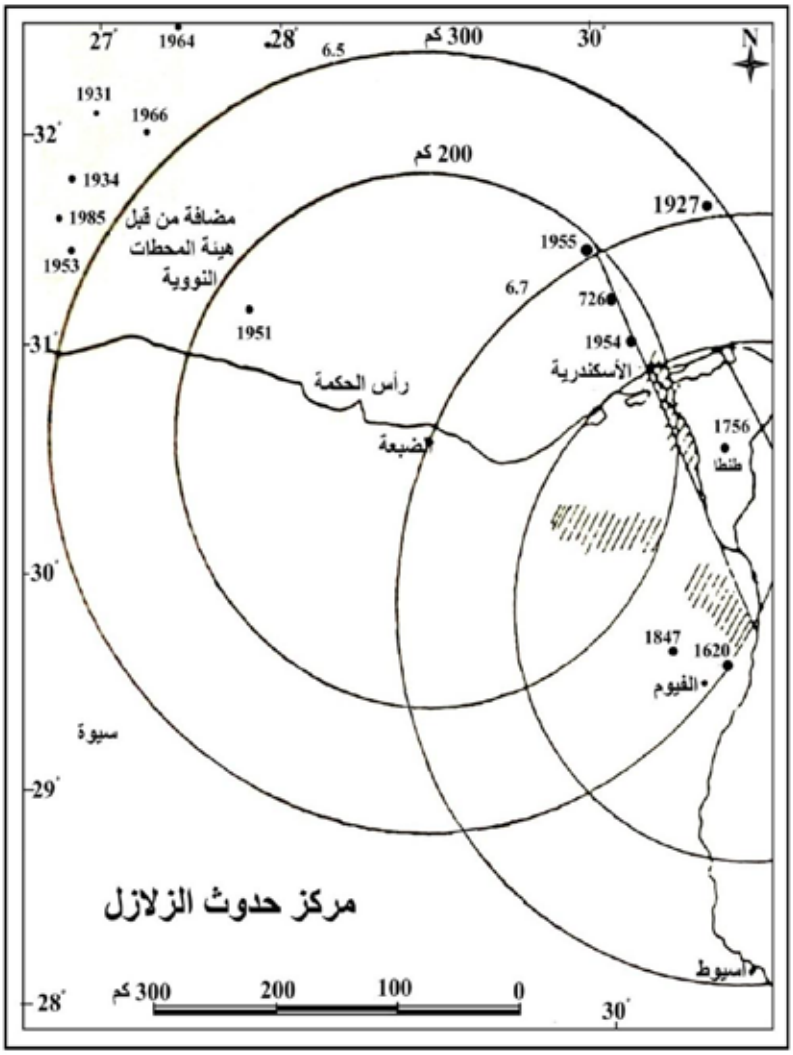
الحركات السريعة في حدوث الزلازل وتحدد قوة الزلزال أثاره التدميرة وأكثر الزلازل خطورة هو الزلزال المؤدي لحدوث التسونامي.



المصدر: (الدليمي، 2005)

شكل (5-1) الأخطار الجيومورفولوجية التي تتعرض لها المناطق الساحلية

تُعد الحركة الرأسية التى تصيب قاع البحر عبر الفوالق الغائرة والمصحوبة بحدوث الزلازل من أكثر الأسباب شيوعاً لحدوث التسونامى، ورغم كون مصر تتأثر بعدد من البؤر الزلزالية المحيطة بها، إلا أن تلك البؤر التى تمتد فوق سواحل البحر المتوسط أو توجد فى مياهه العميقة تُعد ذات أهمية خاصة، ومنها بؤرة البلقان، اليونان، صقلية، قبرص، إيطاليا وكلها ذات تكرارية عالية فى حدوث الزلازل، ولقد قامت هيئة الطاقة النووية الفرنسية بإعداد خريطة للتوزيع الجغرافى لمراكز حدوث الزلازل التى أصابت مصر منذ 2200 سنة مضت شكل (5-2)، وقد بلغت شدة الهزات التى تعرضت لها البلاد فى القرن العشرين أقل من 6 درجات على مقياس ريختر **(محمد محمود الديب، 1993)**.



المصدر: نقلاً عن، هيئة المحطات النووية الفرنسية (الديب، 1994)

شكل (5-2) مركز الزلازل فى مصر ومنطقة شرق المتوسط

ويُذكر أنه فى سنة 323 قبل الميلاد وقع زلزال مدمر كان مركزه شبه جزيرة نيلوبونى وكريت وضرب معظم أنحاء الإمبراطورية اليونانية آنذاك، ويقال أن آثاره امتدت إلى مصر وليبيا حيث طغت أمواج التسونامى على الشواطئ الجنوبية لساحل البحر المتوسط **(خضر، 1997)**.

كما يشير السجل التاريخى للزلازل فى مصر إلى أن هناك 9 زلازل جدول (5-1) كانت بؤرتها قاع البحر المتوسط أمام الإسكندرية وارتبط بها حدوث أمواج عالية وصلت لأكثر من 10 أمتار، ومن أشهر حوادث التسونامى فى مصر ما حدث فى أعوام 27 ق.م، 20م، 320م، 21 يوليو 365م، 553م، 713م، 796م، 1222م، 9 أغسطس 1303م، 1342م **(خضر، 1997)**.

كما يوضح توزيع الزلازل الرئيسة (>4درجات) التى ضربت شمالى مصر من 221ق.م حتى 1975م:ولقد تأثرت مصر بزلزال عام 1992، وفى إبريل 1994 ومايو 1995 بزلزالين كانت بؤرتهما اليونان وبلغت شدة الأخير6 درجات بمقياس ريختر**(خضر، 1997)**، كما أشارت دراسات هيئة الطاقة النووية الفرنسية التى أجرتها على البحر المتوسط وأمام ساحل الضبعة إلى أن البحر المتوسط يتعرض كل 200 سنة لحركة تسونامى، يتراوح ارتفاع الموج فيها بين8-4 أمتار فوق مستوى المد العالى **(محمد محمود الديب، 1993)**.

كما تعرضت مصر لهزة زلزالية عنيفة فى يوم الثلاثاء الموافق 19 يونية 2001، بلغت قوتها نحو 6 درجات على مقياس ريختر وكان مركزه جزيرة كريت فى البحر المتوسط، وقد صاحبت نفس الفترة حدوث هزة أرضية أخرى فى بحر إيجه بلغت قوتها فى اليونان نحو 5 درجات على مقياس ريختر، غير أنه لم تجدر الإشارة إلى وجود أمواج تسونامى مصاحبة لهذه الهزة.

جدول (5-1) الزلازل الرئيسة التى ضربت شمال مصر فى الفترة من 221 ق.م حتى 1975

التاريخ	الإحداثى الشمالى	الإحداثى الشرقي	عمق البؤرة بالكم	شدة الزلزال
221 ق.م	29.5	25.6		6
24 ق.م	31	30		4
93 م	30	31		4.3
320	31.2	30		5.9
887 6مايو	30.5	31		4.2
934	31.2	31		4.8
955 27 إبريل	31.2	31		4.8
1303 8 أغسطس	29.8	31		6

4.2		30	31	1326
4.9		31	30.1	18 يناير 1425
4.9		30	31.1	18مارس1481
4.5		29	31	مارس 1687
6		31	30.8	سبتمبر 1734
5.5		25.9	29.1	1811
5.4	20	31	29.4	1أكتوبر 1920
5.3		30	31.5	24يوليو1954
4.2	20	30.8	29.1	14 أغسطس1975

المصدر:(Sundborg, A., Nilsson, B., al, 1985)

2- التسونامي والعواصف القديمة Paleo-Storms and Tsunami :

تعتبر دراسات التسونامي القديم في شمال مصر مهمة جداً، لأنها تضم المناطق الأثرية الموجودة على طول الساحل المصري، كذلك بناء محطة الطاقة النووية في منطقة الضبعة على الساحل الشمالي الغربي لمصر، التي تعرضت لأضرار بالغة في الماضي، ويجب تقييم المخاطر ووضع خطة للتخفيف من آثارها، عن طريق دراسة تاريخ التسونامي القديم والتعرف على سيناريوهاتوه التاريخية، ليتم تطوير طرق الحماية لتلك المواقع من التسونامي في المستقبل.

تتسبب أمواج التسونامي والعواصف في إزاحة الصخور الضخمة من قاع البحر والمدرجات البحرية الغاطسة، وأرصفة نحت الموج الغارقة إلى الشاطئ، بسبب قوتها الكبرى وقدرتها على النحت والحفر، وحمل الصخور وسحبها من البحر وإعادة وضعها على الساحل أو الشاطئ.

الفصل الخامس **الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

ترسبت بعض الحقول الصخرية بفعل الأمواج أثناء العواصف الشتوية أو بفعل أمواج التسونامي القديم، وقد تم اقتلاع معظم هذه الصخور من الوجهات البحرية أو الأرصفة الغارقة، وتوزيعها على مسافات متباينة من خط الساحل، وتوجد على ارتفاع يصل إلى 4 أمتار فوق منسوب سطح البحر.(Torab,Dalal, 2015)

ركزت هذه الدراسة على ستة مواقع لتراكم الصخور تقع في موقعين من مواقع الموانئ، ميناء كالياس (حوالة)، وميناء جرياس جوني (الرميلة) المحمية بعلم الروم، وقد قامت الباحثة بالعمل الحقلي لتحديد نمط الترسيب الذي يحدث بواسطة العواصف أو رواسب التسونامي القديم، عن طريق تقنيات تحديد المواقع العالمي ال GPS بالإضافة إلى التحليل الإحصائي للصخور من أجل تحديد المراحل التي مرت بها عن طريق استخدام ارتفاع الأمواج الكبير، وعلاقته بفترات العواصف القصوى المرصودة وتواريخ التسونامي القديم الذي أَثَر على طول منطقة الدراسة،بالإضافة إلى الاستعانة ببعض الأبحاث التي اهتمت بهذا الموضوع ورصدت كتل صخرية مشابهة للكتل الذي رصدتها الباحثة، وقد استخدمت بيانات النشاط الزلزالي وحلول ميكانيكية البؤر الزلزالية وبالتالي حساب الإتجاه العام للنشاط الزلزالي وتأثيره على شرق البحر المتوسط وشمال مصر (Salama, 2017).

وقد قام الدكتور مجدي تراب عام 2015 بعمل بحث عن أخطار الكتل الصخرية المقتلعة بواسطة الأمواج في منطقة علم الروم بالساحل الشمالي الغربي وتم رصد أربعة مواقع للكتل الصخرية وعمل قياسات حقلية لهما وسوف أستعين بأحد المواقع القريبة من موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة) المحتمي برأس علم الروم، وقام الدكتور ماجد الحوسيني وآخرون عام 2016 بدراسة الكتل الصخرية المحيطة بموقع ميناء زيجيس (باجوش)، وقد قام دكتور عصام سلامة عام 2017 بدراسة الطبقات الناتجة عن رواسب التسونامي باستخدام منهجية الخنادق، والآبار فى الموقعين اللذين تم اختيارهما فى الدراسة الحقلية في منطقة العلمين وكفر صابر. وسوف تساعد هذه الطريقة على دراسة السيناريوهات لتحديد الحد الأقصى لارتفاعات الأمواج ووقت وصولها إلى الساحل المصري، وكيفية الاستعداد لها في حال حدوثها فى المستقبل.

وسوف نقوم بدمج الدراسات السابقة لتناول دراسة الكتل المحيطة بالموانئ على الترتيب من الشرق إلى الغرب بداية من ميناء زيجيس (باجوش)، ثم ميناء كالياس(حوالة) ثم ميناء جرياس جوني (الرميلة) المحمي برأس علم الروم.

أ. موقع ميناء زيجيس (باجوش)

تم العثور على 52 صخرة متوسطة إلى خشنة جدًا، مذكور في هذا الموقع تم تجميع الصخور بشكل عام في مجموعات متداخلة في الجزء السفلي من الواجهة الساحلية لمسافة أقصاها 30 مترًا من الشاطئ، كما قامت الباحثة بالعثور على مجموعة من الصخور على التومبولو وقام بقياسها كما موضح بالصورة (5–1)، و في هذا القسم نجد أن حوالي 50% من الصخور التي تم تصنيفها على أنها خشنة وخشنة جدًا. للخصائص المورفومترية للصخور الخشنة جدًا التي يزيد طول محورها عن 2 متر جدول (5–2) الذي يوضح الخصائص المورفومترية للصخور الحادة والخشنة جداً (a axis ≥ 2m)

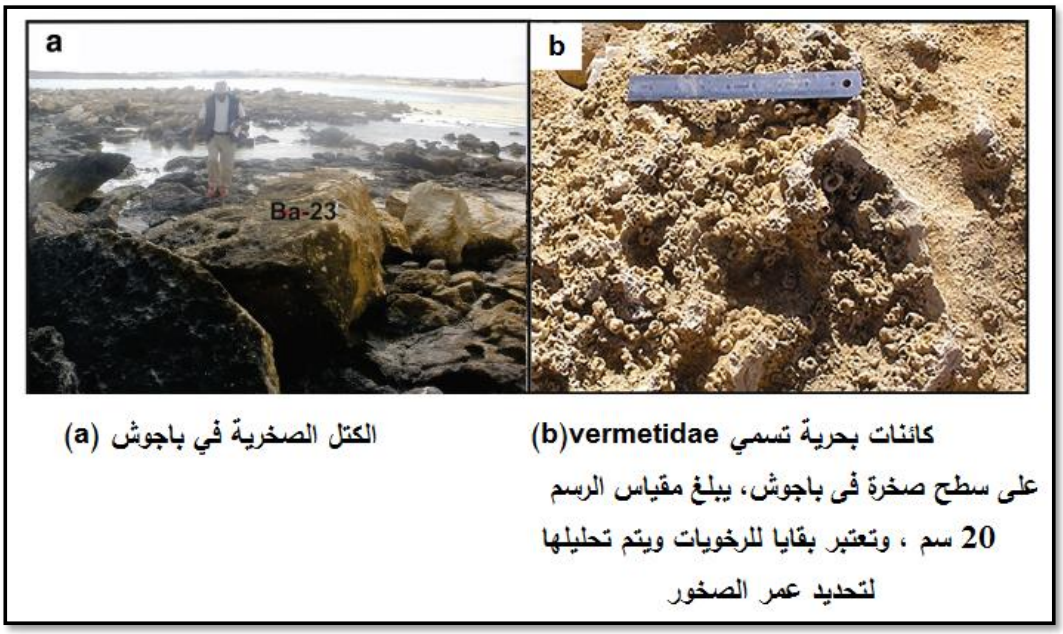
جدول (5–2) الخصائص المورفومترية للصخور الحادة والخشنة جدا (a axis ≥ 2 m) باجوش :Ba — حساب العاصفة (Hs) — إرتفاع موجة التسونامي (Ht)

Boulder no.	Mean a axis (m)	Mean b axis (m)	Mean c axis (m)	Volume (m^3)	Mass (t)	Distance from shoreline (m)	Ht (m)	Hs (m)
صخرة مغمورة أعيد نقلها								
Ba-23	3.2	2.2	1.02	7	18.3	8	1.6	6.4
الصخور الحادة التي تم أعادة نقلها								
Ba-01	2.5	2.3	0.45	2.6	6.7	10	1.9	7.7
Ba-03	2.4	1.4	0.32	1.1	2.8	10	1.4	5.5
Ba-04	2	0.7	0.35	0.5	1.3	10	1.5	6.0
Ba-05	2.1	1.1	0.47	1.1	2.8	10	2.0	8.0
Ba-07	2	1.7	0.24	0.8	2.1	10	1.0	4.1
Ba-08	2.6	1	0.34	0.9	2.3	12	1.5	5.8
Ba-16	2.1	0.85	0.52	0.9	2.4	12	2.2	8.9
Ba-17	2.4	0.65	0.47	0.7	1.9	12	2.0	8.0
Ba-18	2	0.97	0.42	0.8	2.1	12	1.8	7.2
Ba-24	2.2	1.6	0.44	1.5	4.0	8	1.9	7.5
Ba-26	2.4	1.5	0.6	2.2	5.6	8	2.6	10.3
Ba-27	3	2.2	0.6	4	10.3	8	2.6	10.3
Ba-28	2.55	1.4	0.22	0.8	2.0	22	0.9	3.8
Ba-30	2.2	1.5	0.4	1.3	3.4	22	1.7	6.9
Ba-42	2.5	1.5	0.24	0.9	2.3	18.5	1.0	4.1
Ba-45	1.9	1.1	0.3	0.6	1.6	26.5	1.3	5.1

المصدر: (Hosseini, Morhang, 2016)

الفصل الخامس الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة

يتضح من الجدول أن معظم الصخور ذات أشكال مستطيلة حادة الحواف يتباين حجمها ما بين المتوسط والكبير، بالإضافة إلى وجود طبقة كارستية[1] دقيقة تشكلت على سطحها، والتي تشير أنها كانت منفصلة، وتم نقلها من مكانها الأصلي على حافة المنصة الصخرية من خلال نظم الفواصل، يغطي الإعداد المسبقة لمعظم الصخور القشور الحيوية البحرية من نوع Vermetidae، وهي تتكون على أسطح بعض الكائنات البحرية الكبيرة، كما تم العثور على نوع من بطنيات الأرجل الثابتة تسمى من نوع Dendropoma، وهي على الصخرة الأكبر حجما ذات الأبعاد الموجودة بالجدول السابق (Ba-23)، ويبلغ طولها 3.2م كما تزن 18 طناً متريا. تعتبر هذه الصخرة منقولة من بيئة بحرية مغمورة على مسافة 8 م من خط الساحل، يغلب على اتجاه المحور العام ل 70 % من الصخور اتجاه الشرق والغرب، هذا الاتجاه موازي تقريبًا لاتجاه خط الساحل ومتعامد تقريبًا مع اتجاه الرياح السائدة من الشمال إلى الشمال الغربي. شكل (5– 3).



(a) الكتل الصخرية في باجوش

(b)vermetidae كائنات بحرية تسمي على سطح صخرة فى باجوش، يبلغ مقياس الرسم 20 سم ، وتعتبر بقايا للرخويات ويتم تحليلها لتحديد عمر الصخور

المصدر: الباحثة بعد (Hosseini, Morhang, al, 2016)

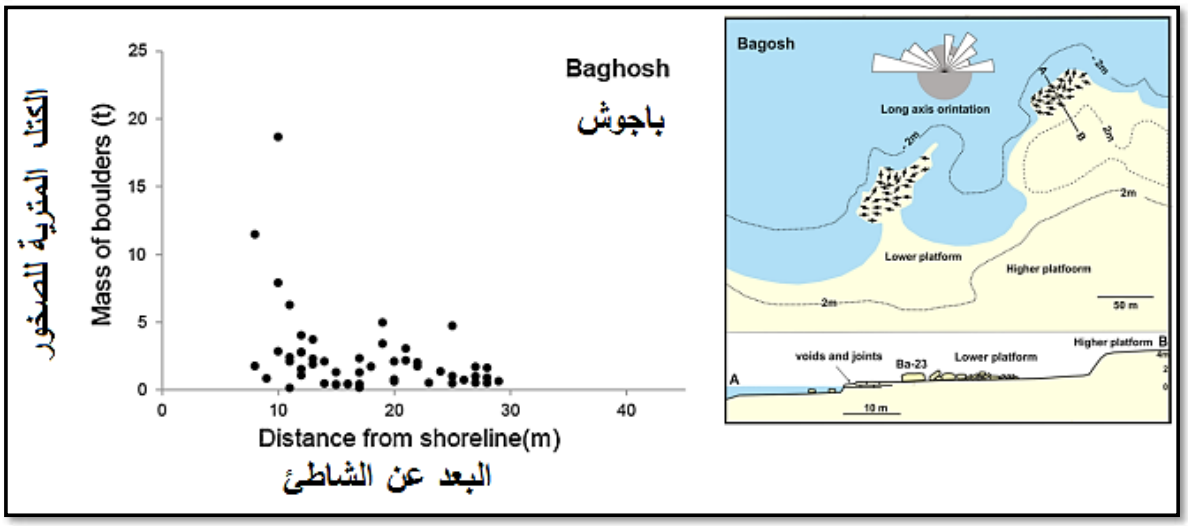
شكل (5–3) يبين أكبر الكتل الصخرية التي تم العثور عليها فى باجوش، وشكل البايوجيومورفولوجي عليه.

[1] الطبقة الكارستية : عبارة عن طبقة مكونة من صخور كربونية متأثرة بفعل الإذابة تحت السطحية .

المصدر: تصوير وقياسات الباحثة، دراسة ميدانية 2016

صورة (5-1) كتل صخرية متبعثرة أسفل التومبولو في ميناء زيجيس (باجوش)

يبين الشكل (5-4) العلاقة بين الكتلة المترية للصخور وبعد هذه الصخور عن الشاطئ، كذلك موقع تلك الصخور في ميناء زيجيس (باجوش) والتي يبعد أغلبها عن البحر بمسافة تصل إلى 10 م، وقد قام الباحثة بإضافة بعض التعديلات بعد Hosseini, Morhang وأخرون في 2016على هذا الشكل.



المصدر: (Hosseini, Morhang, al, 2016)

شكل (5-4) خريطة لمواقع الكتل مع إتجاه الرياح وتمثيل بياني لكتل الصخور ومسافة بعدها عن الشاطئ

وفقا للنماذج الهيدروديناميكية المطبقة للجدول (5-2)، فإن التفسير الأكثر لنزوح تلك الصخور يرجع إلى أما موجات عاصفة تتجاوز 10 أمتار قت ذروتها، أو أمواج تسونامي أعلى من 2.6 متر، لأن تلك الأمواج هي القادرة على نقل صخور بهذه الأحجام، وتم تخصيص العديد من الدرسات للفصل بين الرواسب المنقولة بواسطة التسونامي أو العواصف ويبين الجدول (5-3) عينة من الصخرة ذات الكتلة الكبيرة Ba -23 تم عمل كربون 14 لها لتحديد عمرها عن طريق بقايا الكائنات البحرية الموجودة عليها والتي يمكن أن تتماشى مع موجات التسنامي الواقع عام 1303م.

جدول(5-3)العمر الزمني لعينة من الكائنات البحرية الدقيقة بالصخرة ذات الكتلة المترية الكبيرة

الكربون المشع والأعمار المعايرة للكائنات البحرية المرتبطة بالصخرة كبيرة الحجم

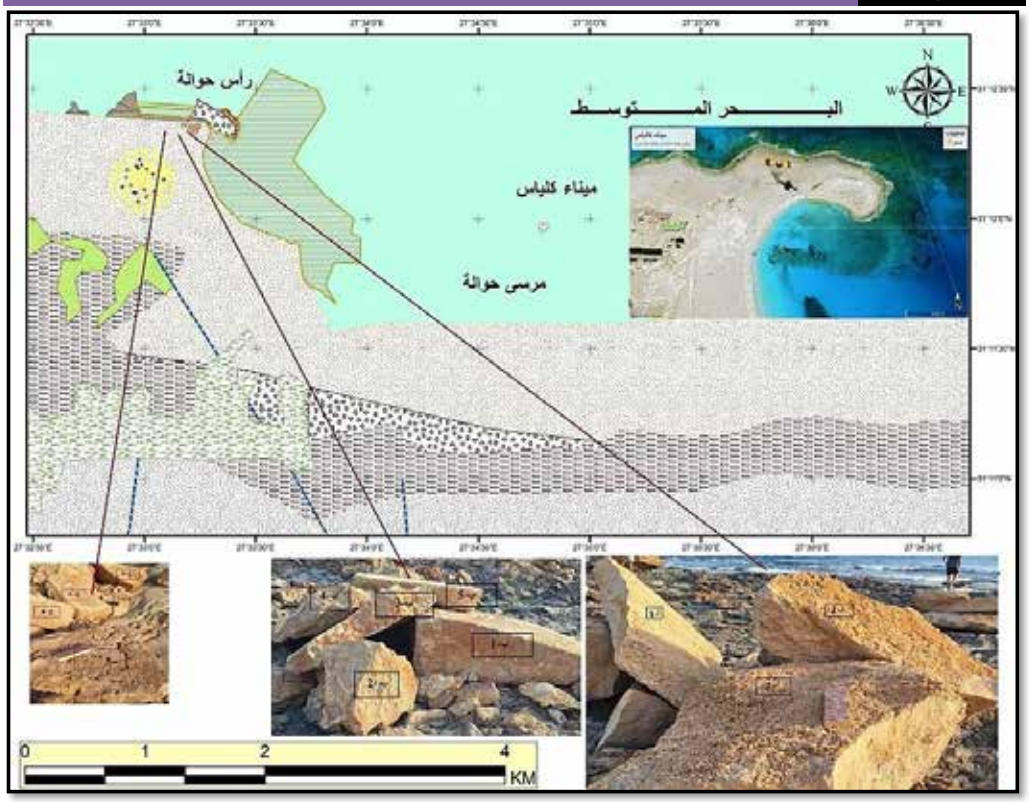
Boulder	Mass (t)	Dated biomarker	Site	14C Age	Calibrated age (2 δ range)
Ba-23	18.3	*Vermetidae*	Baghosh	1220 ± 30 BP	1118–1319 AD

المصدر: (Hosseini, Morhang, al, 2016)

ب. ميناء كالياس (حوالة):

قام الباحثة بقياس أبعاد بعض الكتل من شاطئ ميناء كالياس غرب رأس حوالة، هذا الشاطئ الذي يعد حقلاً صخريا لتعدد أشكال الإرساب الصخري بفعل الأمواج أثناء العواصف أو بفعل أمواج التسونامي القديم تلك الصخور تنوعت ما بين جلاميد،

وكتل صخرية كبيرة وكتل متوسطة الحجم، وقد قمت بعمل جدول للأبعاد المورفومترية لها جدول (5-4)، والذي تبين منه نتائج متقاربة للجدول (5-2) وهي أن أغلب الكتل الصخرية تبتعد عن خط الساحل بمسافة تتراوح ما بين 8- 12م، أبعاد الكتل كذلك متقاربة طبقاً والجدولين، كما تتغطى معظم الكتل ببقايا كائنات بحرية تجعل مظهرها خشن جدا، وهذا دليل على أنها مقتلعه من من أرصفة غارقة بفعل الأمواج العاتية، صورة (5- 2 أ)، (5-2 ب)، شكل (5-5أ)، بالإضافة إلى أن تلك البقايا الحيوية نفس شكل نظيرتها الموجودة على صخور ميناء زيجيس بباجوش؛ حيث أنها نفس النوع وهو Vermetidae، Dendropoma ، والذي تم عمل تحليل كربون 14 لأحدها وكانت النتيجة طبقا والجدول (5-3)، والتحليل الخاص به مسبقاً.



المصدر: عمل الباحثة اعتمادا على الواسة الميدانية

شكل (5-5 أ) الكتل المقتلعة المقاسة ميدانيا

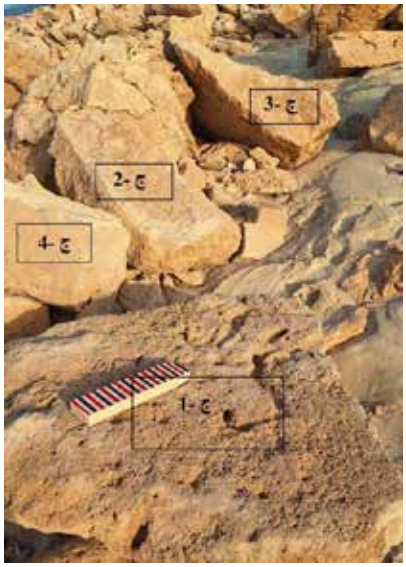
جدول (5-4) الأبعاد المورفومترية لعينات من الكتل الصخرية بموقع ميناء كالياي (حوالة)، جرياس جوني (علم الروم)

الموقع	عدد الصخريه	الكتل	طول م	عرض م	ارتفاع م	حجم م3	الكتله (طن)	المسافه من البحر م
حواله			1.08	0.74	0.2	0.15984	0.172627	9
	أ	3	1.8	1.68	0.6	1.8144	3.26592	10
			1.8	0.48	0.48	0.40472	0.746469	8
			1.22	0.41	0.34	0.17	0.2074	10
			0.75	0.75	0.54	0.3	0.2278	11
	ب	5	1.56	0.41	0.34	0.22	0.3392	10

الفصل الخامس **الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

علم الروم								
	9.5	0.8412	0.45	0.35	0.68	1.88		
	9	0.1451	0.12	0.25	0.39	1.22		
	18	0.0859	0.09	0.14	0.68	0.95		
ج	17	0.000903	0.01	0.14	0.28	0.48	4	
	17		0.01	0.2	0.2	0.48		
	17.5	0.0297	0.06	0.38	0.34	0.48		
	5			0.33	0.81	1.87		
أ	5			0.65	1.63	1.87	4	
	0	0.714	0.54	0.65	0.65	1.3		
	0	0.3346	0.37	0.65	0.65	0.89		
							كتل ذات أبعاد متوسطة	
	4	0.0277	0.04	0.19	0.38	0.62		
ب	8	0.0173	0.03	0.19	0.35	0.49	5	
	6.5			0.19	0.2	0.3		
	6.5	0.0155	0.02	0.19	0.23	0.53		
	8	8.6436	0.01	0.12	0.3	0.49		
							كتل ذات أبعاد كبيرة	
	0.30	1.2839	0.59	0.43	0.64	2.16		
	0.5	0.4103	0.38	0.64	0.56	1.07		
ج	1	0.5418	0.36	0.43	0.56	1.5	5	
	0.20	1.2693	0.53	0.43	0.53	2.36		
	1	0.4103	0.38	0.64	0.56	1.07		

المصدر: من عمل الباحثة اعتمادا على الدراسة الميدانية، أغسطس، 2023

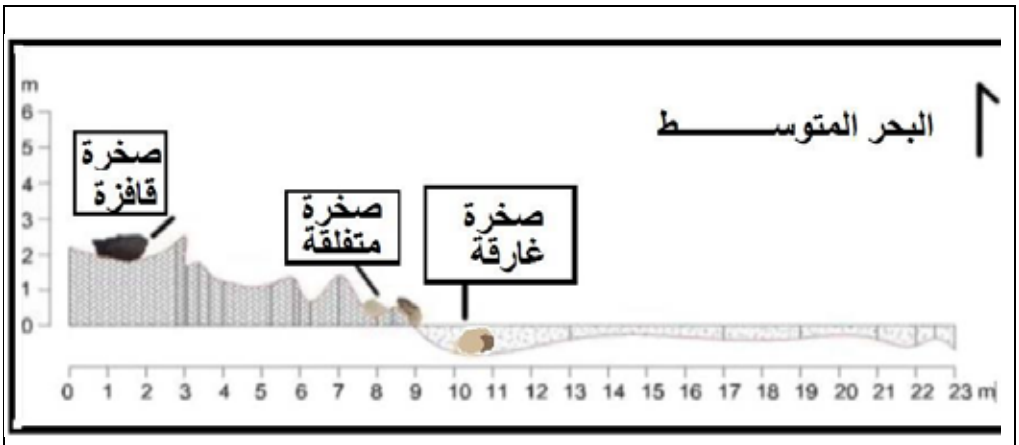


المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (5-2) تمثل عينات الصخور التي تم قياسها في الحقل الصخري المحيط بميناء كالياس (حوالة) وبالنظر للمقياس الذي يشير لاتجاه الشمال ويبلغ طوله 30سم نجد أن اتجاه الصخور هو شرقاً وغرباً متوافقاً مع نظيرة في موقع باجوش

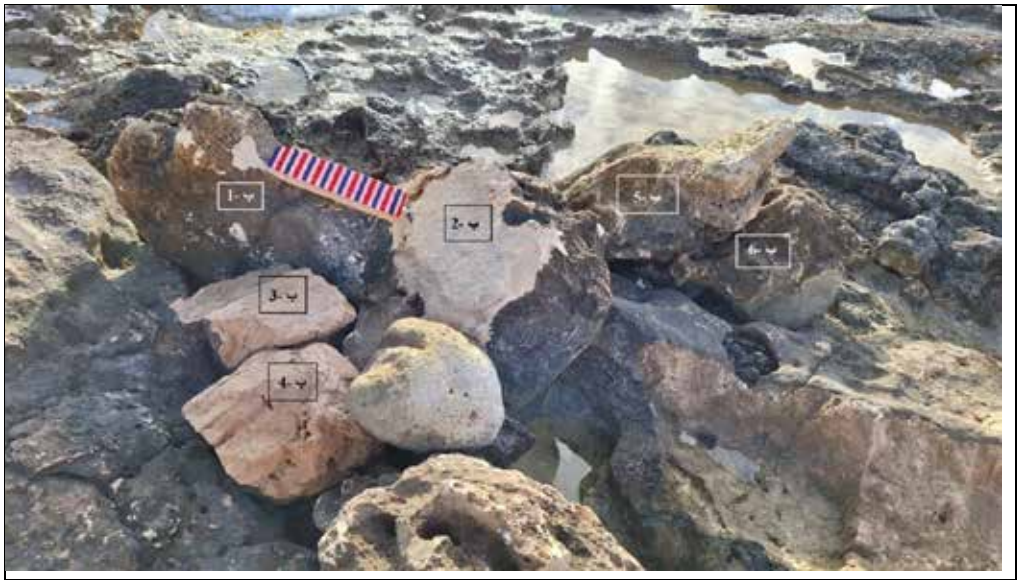
ج. ميناء جرياس جوني (الرميلة) علم الروم:

يقل عدد الصخور المقتلعة ومقدار الرمية عند هذا الميناء، ويوضح الجدول (5-4) العينات الصخرية المختلفة الذي قام الباحثة بقياسها على الشاطئ الصخري للميناء وتبين من الدراسة الميدانية أن صخور علم الروم أقل حدة فى الحواف، ولكن أبعادها المورفومترية وخصائص سطحها تتفق مع نظيرتها في مينائب زيجيس (باجوش)، كالياس (حوالة). وأغلب هذه الكتل تم اقتلاعها من الرصيف البحري المغمور والدليل على ذلك عثور الباحثة على مرسى روماني Anchor وسط تلك الكتل الصخرية، ويبين الشكل (5-5ب)،(5-5ج) الكتل المقاسة ميدانيا بواسطة الباحثة وتصور للصخور المقتلعة الغارقة على الترتيب، كما توضح الصورة (5-3) عينات الصخور التي تم قياسها من الميدان.



المصدر: (Torab,Dalal, 2015)،

شكل(5-5 ب) تصور للكتل المقتلعة الغارقة



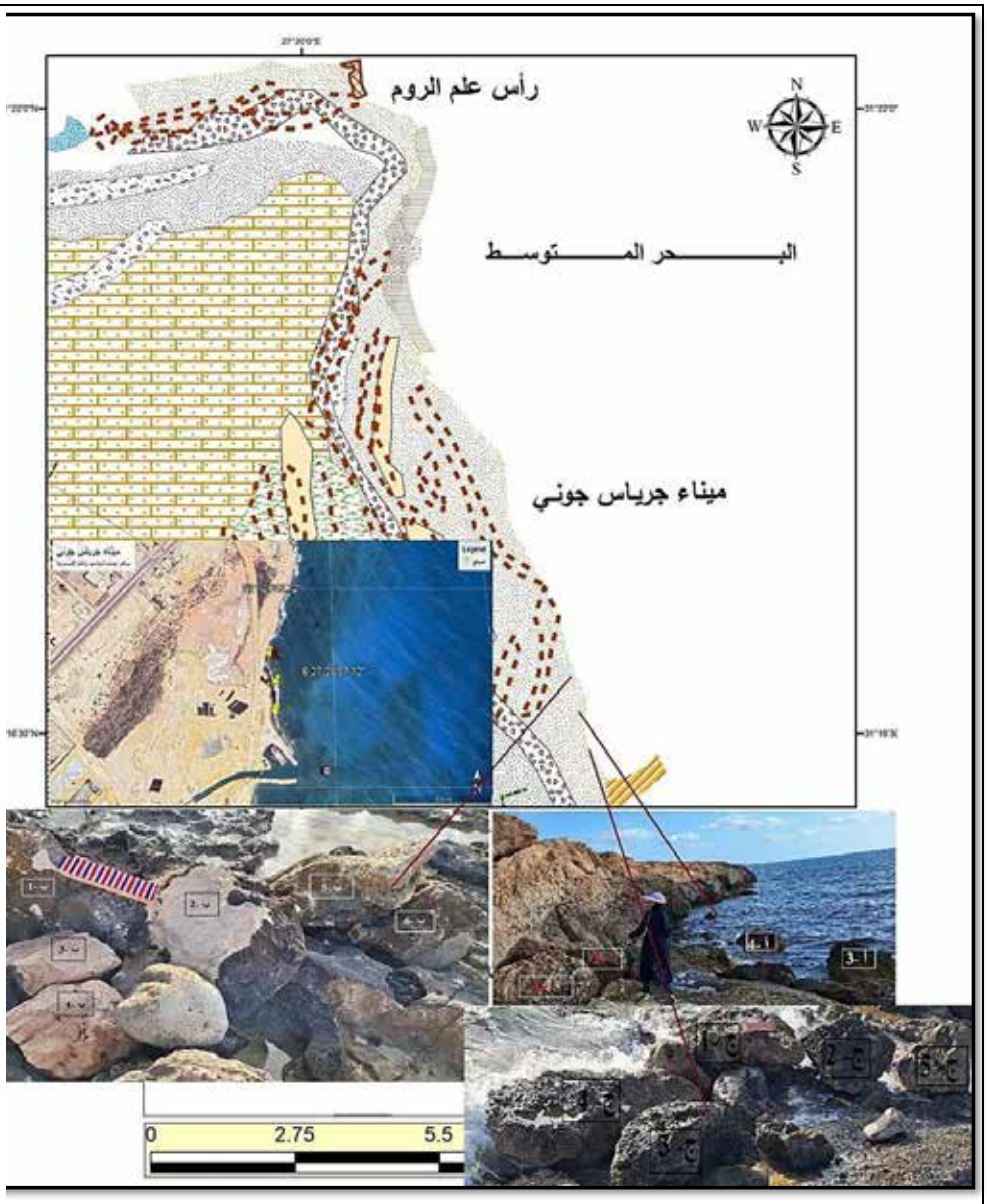
المصدر: تصوير الباحثة، الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (5-3) تمثل عينات الصخور التي تم قياسها في الحقل الصخري المحيط بميناء جرياس جوني (الرميلة)علم الروم

جدول (5-5) يبين أول ارتفاع تصل إليه موجة التسونامي وأقصى ارتفاع وصلت إليها الموجة على طول الساحل الشمالي

ملخص لأحداث التسونامي القديم موثقة تاريخياً طبقا ودرسات أخرى في شرق البحر المتوسط والربط بينها وبين تاريخ الزلازل التي تم رصدها تاريخياً

Study reference		Salama This study		Hamouda (2009)	Hamouda (2006)	Hassan (2013)		Shaw et al. (2008)	Pagnoni et al (2015)	
Tsunami event		WHA	EHA	21July 365	8 August 1303	21July 365	8 Aug. 1303	21 July 365	WHA	EHA
First arrival of tsunami (minutes)	Salloum	60	30	50	28	62	39	50	40	30
	Matrouh	66	33	64	31	61	29	60	60	40
	Alexandria	120	40	83	43	140	98	70	80	60
	Damietta	150	68	98	62	143	100	_	120	100
	EL Arish	160	80	115	73	170	123	_	140	140
Max. Wave height (m)	Salloum	0.8	4-7	2.1	1.8	3.5	5.0	0.5	4.0	2.0
	Matrouh	1.6	7-10	2.2	2.0	3.3	4.0	0.4	3.0	2.0
	Alexandria	0.4-0.8	2-4	9.4	8.9	3.0	3.0	0.6	2.5	3-4.0
	Damietta	0.4	1.4-4	6.1	5.6	1.4	1.0	_	1-2	3.5
	EL Arish	0.26	1.4	1.9	1.2	1.3	0.6	_	0.5	1.5



المصدر: عمل الباحثة اعتماداً على Google earth Pro, Arc GIs 10.8.

شكل (5-5 ج) الكتل المقتلعة المقاسة ميدانيا

تبين من الصور أن اتجاه الرمية الموحد للكتل شرق وغرب نظير الكتل فى الموقعين السابقين، وهذا دليل على أن مصدر اقتلاع الكتل واحد.

وقد توصل Magdy Torab وآخرون من خلال بحثة لعينات من الكتل الصخرية على رأس علم الروم نفسها إلى النتائج الآتية بعد جمع عينتين من الأصداف البحرية من موقع الصخور

الفصل الخامس **الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

المتراكم فوق رأس علم الروم، وتظهر النتائج أن العينة الأولى تم تحديد عمرها قبل 60 عاما، نتيجة لزلزال مركزه في قاع البحر الأبيض المتوسط بالقرب من السواحل الجنوبية لجزيرة قبرص بالقرب من مدينة ليماسول، هذا الزلزال وقع الكارثة في 10–91953 وتسببت في حدوث موجات تسونامي دمرت حوالي 135 قرية وقتلت 40 شخصًا وأصبح 1000 آخرين بلا مأوى(Guidobonietal.,1994)، وترجع عينة الصخور إلى 960±35 BP كدليل على حدوث تسونامي آخر في الجزء الشرقي من البحر الأبيض المتوسط الجدول(5–6) (Torab,Dalal,2015).تشير النتائج إلى أن كلتا العمليتين المحتملتين (موجات العواصف والتسونامي) يمكن أن ترسب هذه الصخور، خاصة فى الساحل الشمالي الغربي لمصر حيث سجل عدد من أحداث الزلازل والتسونامي خلال عصر الهولوسين (تسونامي 23 م، 365 م، 746 م، 881 م، 1202 م، 1303 م، 1870 م، 1908 م) موثق في الإسكندرية على سبيل المثال من خلال الحفريات الأثرية والمصادر التاريخية. تتسبب موجات التسونامي والعواصف الرملية في نزوح الصخور الضخمة من قاع البحر والمدرجات البحرية الغاطسة.

جدول (5–6) يبين أعداد الكتل وأبعادها المورفومترية ومنسوبها وبعدها عن البحر.

S#	Bn	متوسط أبعاد الكتل الصخرية			D	L	V	W
		a (m)	b (m)	c (m)				
3.A	90	1.34	0.94	0.42	29.92	3.43	1.01	2.57
3.B	23	1.42	1.01	1.7	28.2	0	0.65	1.04
3.C	38	1.63	1.21	0.47	21.63	3.60	2.25	7.96

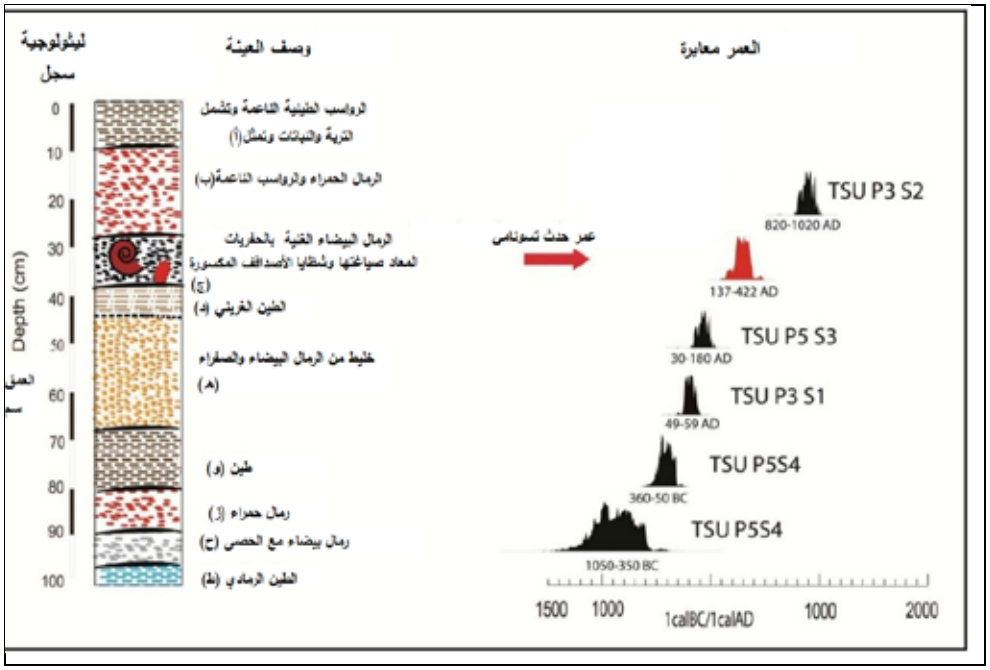
S#: الموقع #, Bn: عدد الكتل , D: المسافة من البحر (m), L: المنسوب (m), V: الحجم (m^3), W: الوزن (t), Oa: Overall average.

Site #	Sector #	الموقع	الأحداثيات	
			Lat. (N)	Long. (E)
3	3.A 3.B 3.C	شاطئ علم الروم	31°22′18″	27°19′22″

المصدر: (Torab,Dalal, 2015)

وقد قام الباحثة Asem Salamaa بدراسة التسونامي القديم عن طريق تتبع أهم الأبحاث العلمية لمجموعة من العلماء، لكي تساعد مقارنة نتائجه مع الدراسات الأخرى على تصور جميع السيناريوهات المحتملة، وكيفية التعامل مع كل منها في حالة حدوث تسونامي في المستقبل الجدول (5-5). يبين نتائج تقدير ارتفاع الأمواج في السلوم والإسكندرية ودمياط تتفق مع نتائج (Hassan, 2013)، إلا أن نتائجه تظهر ارتفاعات الأمواج المقدرة أعلى في مطروح والعريش بالنسبة لسيناريو القوس الهيليني الشرقي. كما أوضح (Hamouda 2006, 2009) أن أعلى ارتفاع للموج 9.4 م عند الإسكندرية في سيناريوهات القوس الهيليني الغربي. تظهر نتائج (Shaw et al., 2008) أنه أمام شاطئ الإسكندرية تصل الارتفاعات الموجية إلى ± 0.6 متر وهو يتفق مع نتائجه في الإسكندرية في حالة سيناريو القوس الهيليني الغربي. (Salamaa, 2017) ويوضح الشكل (5-6) أ، ب التحليلات المختلفة للبئر الذي تم حفره من قبل الباحثة عند كفر صابر (مطروح) الذي استطاع من خلاله التوصل لحقائق تربط أحداث التسونامي القديم بأحداث الزلازل القديمة والذي تمكن من خلاله التوصل لنتائج الجدول رقم (5-6).

شكل (5-6) أ



المصدر: (Salamaa,2017)

شكل (5-6) ب التحليلات لعينة رواسب صخرية عند كفر صابر(مطروح)

3- العواصف والنوات.

يتعرض الساحل الشمالي الغربي لمصر للعديد من العواصف العاتية خلال فصل الشتاء، والتي تأثر بشكل مباشر على مورفولوجية خط الساحل، حيث تقوم الأمواج بدفع كميات كبيرة من الكتل الصخرية متباينة الاحجام على المصاطب والارصفة البحرية بالقرب من مواقع الموانئ الغارقة. تمثل العواصف خطرا كامنا يهدد الكثير من المناطق الساحلية فى مختلف العروض المناخية وينتج عنها الكوارث الطبيعية **(التركماني، 2011)**.

وقد تبين تعرض منطقة الساحل الشمالي للعديد من النوات كما هو موضح بالجدول (5-7)، وهي عبارة عن رياح تتجاوز سرعتها 50 كم /ساعة وتستمر مدة قد تصل إلى ساعة أو أكثر، وتأثر بشكل كبير في تباين حجم الأمواج وعدم انتظامها تبعا لقوة الرياح التي تدفعها، ويستمر تأثر المنطقة بالأنواء خلال الفترة الممتدة من شهر نوفمبر لشهر أبريل من كل عام، وتختلف هذه الأنواء في مواعيد قدومها وخصائصها وصفاتها واتجاهات الرياح المصاحبة لها ومدة مكوثها وأثرها على ارتفاع الأمواج.

جدول (5–7) النوات الرئيسة التى تتعرض لها مصر من شهر يناير إلى شهر ديسمبر

تاريخ النوة	اسم النوة	المدة	اتجاه الرياح	نوعها	السرعة كم / الساعة	ارتفاع الموج بالمتر
2 يناير	رأس السنة	4	غربية	ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
12 يناير	الفيضة الكبيرة	6	جنوبية غربية	شديدة المطر	12.69 -11.11	3.6 -1.5
19 يناير	الغطاس	3	غربية	ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
28 يناير	الكرم	7	غربية	غزيرة المطر	14.81 -11.11	3.6 -1.5
18 فبراير	الشمس الصغيرة	3	شمالية غربية	ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
2 مارس	السلوم	2	جنوبية غربية	ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
9 مارس	الحسوم	7	جنوبية غربية	غالبا ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
18 مارس	الشمس الكبيرة	2	شرقية	غالبا ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
24 مارس	العوة وبرد العجوز	6	شرقية	غالبا ممطرة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
23 إبريل	الخماسين إلى شم النسيم	2	شرقية	ساخنة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
18 يونيو	رياح النقطة	2	شرقية	ساخنة	11.11 -9.26	3.6 -1.5
30 سبتمبر	رياح الصليب	3	غربية	ساخنة	14.81 -11.11	3.6 -1.5
20 أكتوبر	رياح الصليب	3	غربية	غير ممطرة	14.96 -11.11	3.6 -1.5
16 نوفمبر	المكنسة	4	شمالية غربية	شديدة المطر	12.96 -11.11	3.6 -1.5
22 نوفمبر	باقي المكنسة	4	جنوبية غربية	ممطرة	12.96 -11.11	3.6 -1.5
4 ديسمبر	قاسم	5	جنوبية غربية	مصحوبة بعواصف	12.96 -11.11	3.6 -1.5
19 ديسمبر	الفيضة	5	شمالية غربية	تصحبها	12.96 -11.11	3.6 -1.5

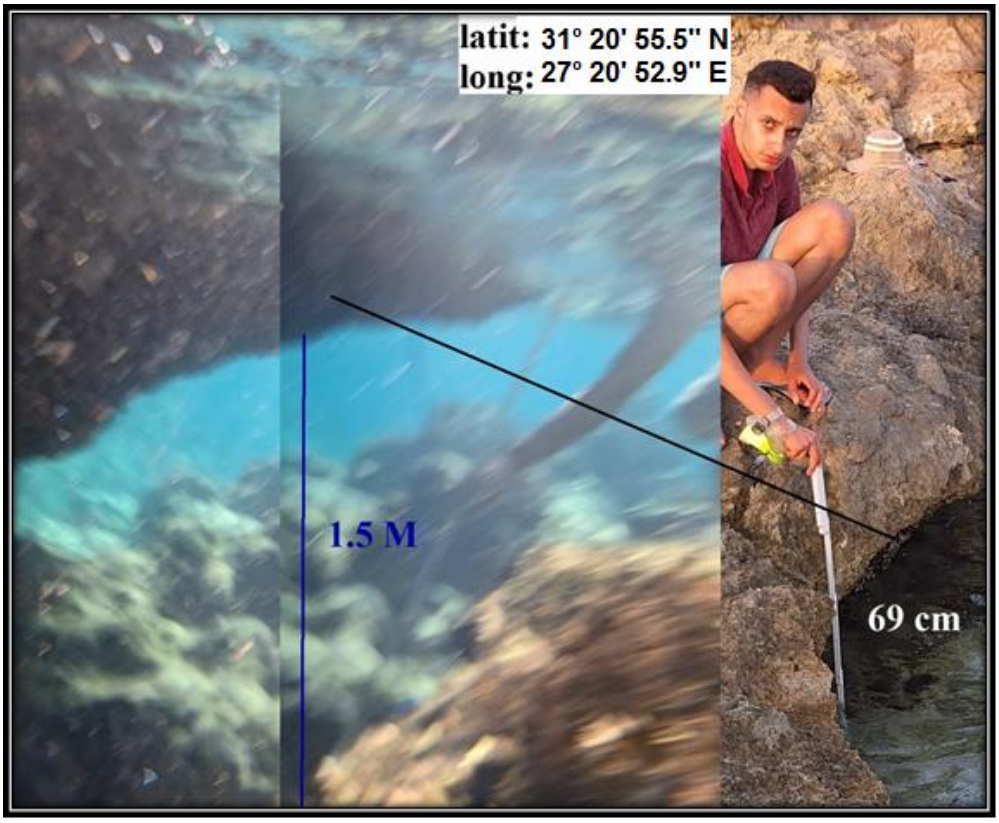
	الصغيرة			أمطار		
28ديسمبر	عيد الميلاد	2	غربية	شديدة المطر	12.96 -11.11	3.6 -1.5

المصدر : (مركز الدراسات العمرانية بالأسكندرية)

4- تغير مستوى سطح البحر : Sea Level Change

يحدد النطاق الذي يتأثر بالتعرية البحرية ويرتبط بتأثير الأمواج والمد والجزر على الساحل، فإذا تغير هذا المستوى فالمياه تبدأ بممارسة نشاطها فى مستوى جديد للصخور الساحلية. وقد تغير مستوى سطح البحر فى الماضي حيث انخفض إلى -130 مترا خلال عصر البليستوسين وعاود ارتفاعه، وتكونت كثير من المدرجات البحرية فى المناطق الساحلية **(التركماني،2011)**، كما يؤثر بشكل واضح على شكل خط الساحل وتغير مكانه سبق دراسته فى الفصل الرابع.

يمكن دراسة تذبذب مستوى سطح البحر عند نهاية عصر البلايوستوسين عن طريق الأدلة التي تشير لهذا التغير فهي تعد أكثر وضوحاً صورة (5-4)، وذلك بواسطة دراسة الرواسب البحرية الحديثة التي عثر عليها فوق بعض الشواطئ البحرية المرتفعة Raised Beaches.

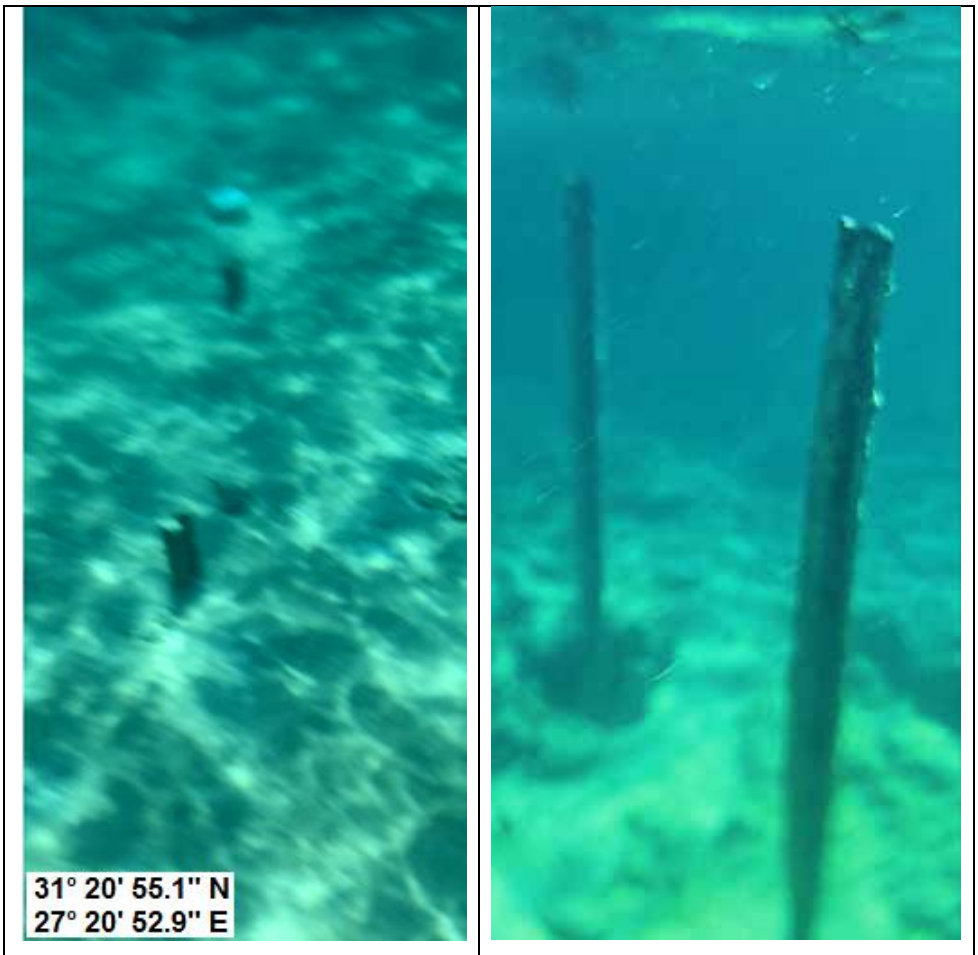


المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة(5-4) نوتش تمتد لعمق أكثر من 2م عند ميناء جرياس جوني

كما استخدم الباحثون كذلك طريقة كربون 14 ودراسة التحليلات النباتية الموجودة بالتربة Pollen Analysis، إلى جانب الإستعانة بالآثار والوثائق التاريخية، عند الإشارة إلى تتابع تغير مستوي سطح البحر خلال النصف الأخير من عصر البلايوستوسين وبداية العصر الحديث.

تدل الشواطئ البحرية المرتفعة على ارتفاع منسوب سطح البحر خلال فترات زمنية سابقة صورة (5-5)، ثم انخفاضه عن الأرض المجاورة تاركا خلفه هذه الشواطئ، والاثار الرومانية الغاطسة أمام ساحل الإسكندرية على انخفاض الساحل وهبوطه أو أن منسوب سطح البحر الحالى أكثر ارتفاعا عما كان عليه من قبل **(أبو العينين، 1999)**.



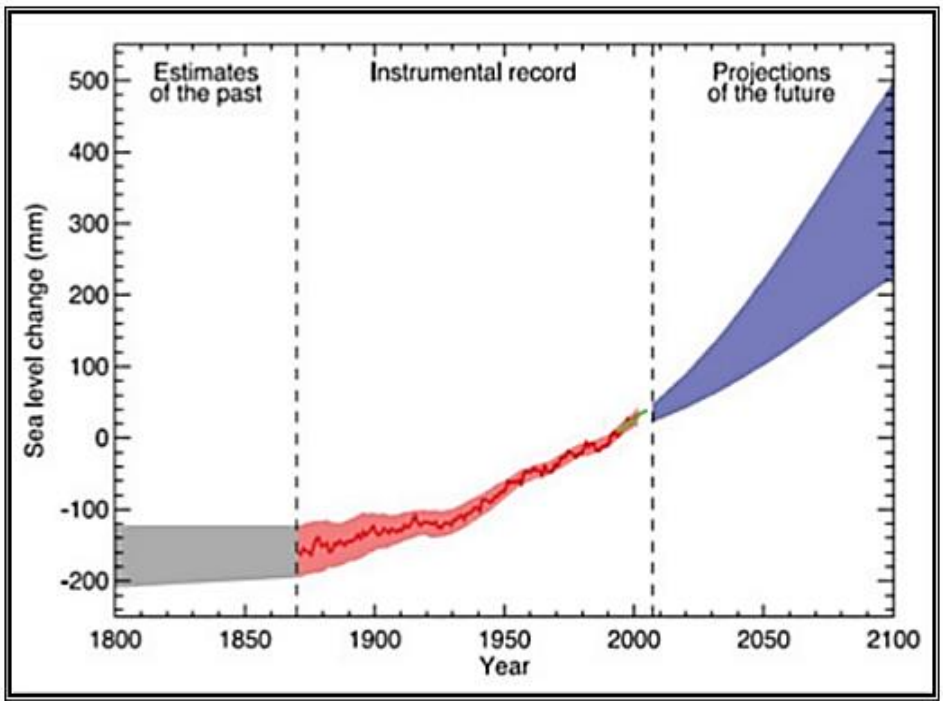
المصدر : الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (5-5) بقايا الأعمدة القطبانية الغارقة، وهي على هيئة قطبان حديدة على عمق 4م، وهي دليل

على تغير منسوب سطح البحر في فترات سابقة

وحينما يكون التغير فى المنسوب عالميا يشير إلى حركة فعلية فى مستوى البحر ذاته، فإن آثاره تتناول كل السواحل. وتعرف مثل هذه التغيرات بالذبذبات الإيوستاتية Eustatic.

ويعتقد أن الغطاءات الجليدية المتبقية فوق يابس العالم ما تزال تختزن مياها كافية لرفع منسوب البحار العالمية بنحو 50 م. ويقدر معدل الأرتفاع الإيوستاتي في مختلف بحار العالم فى وقتنا الحاضر بما يتراوح بين 1.12 – 1.18 ملم في السنة، هذا وتحدث كثير من الذبذبات المحلية التي يقتصر تأثيرها على جهات معينة يصيبها تقوس أو ميل موضعي أو إنخفاض أو إرتفاع أيوستاتي، ويوضح الشكل (5–7) الإرتفاع التدريجي في مستوى سطح البحر خلال السنين المختلفة (Boko, et al, 2007) .



المصدر : (Boko, et al, 2007)

شكل (5–7) الإرتفاع التدريجي فى مستوى سطح البحر خلال أعوام مختلفة

وقد أمكن العثور على كثير من الشواهد البشرية الأثرية كبقايا مراكز الأستقرار فى العصور الحجرية ومخلفات يونانية ورومانية، والأدلة النباتية كمخلفات الغابات الغارقة Submerged

Forest، وكلها توجد فى وقتنا الحالي أسفل مياه البحر بجوار الشواطئ المرتفعة والجروف البحرية القديمة التي تقف الآن بارزة فوق مستوى البحر الحالي **(عيسى، مصطفى، 2008)**.

5-النحر البحري :

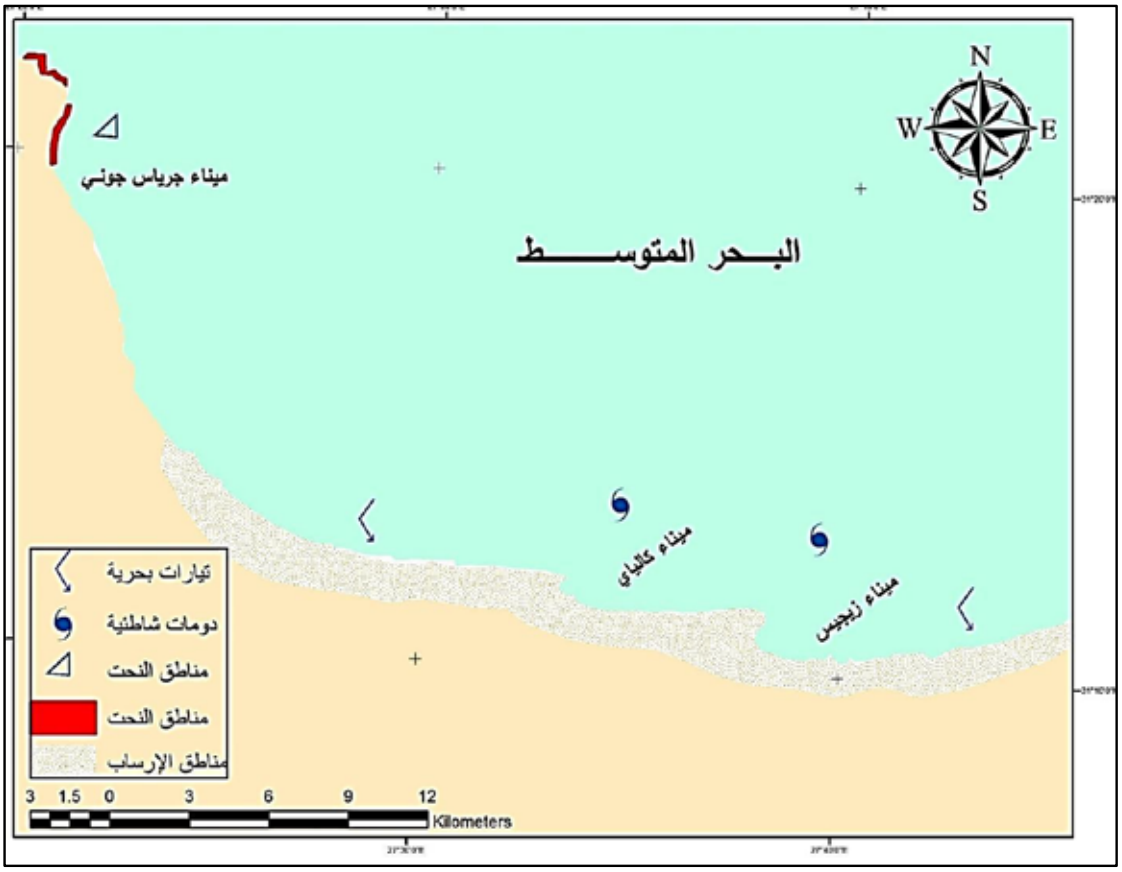
تتعرض المناطق الساحلية المختلفة إلى خطر نحر السواحل نتيجة للتغيرات المناخية التي أدت لتغير مستوى سطح البحر وارتفاعه والوقت نفسه قد غير من خصائص الأمواج وأدى لارتفاعها وزيادة تأثرها بالتعرية البحرية، وتآكل السواحل (United Nations Development Program)، وتعد مشكلة نحر السواحل أي تآكلها نتيجة تفاعل الشواطئ مع عوامل وعمليات التعرية البحرية والقارية على طول خط الساحل، حيث تتعرض بعض سواحل المنطقة لنحت الأمواج فى مقدمة الشواطئ، كما تقوم الأمواج بعملية تقويض سفلي لهذه السواحل مما يؤدي لتساقط الأجزاء العليا منها، ومع إستمرار حدوث هذه العملية تتراجع هذه السواحل وقد تنفصل أجزاء منها على شكل كتل صخرية وتظل تقاوم عمليات النحر البحري وتبقى كجزيرة صامدة أمام عمليات وعوامل التعرية صورة (5-6).

المصدر: الدراسة الميدانية، أغسطس 2023

صورة (5-6) جزيرة صامدة أمام عمليات النحر البحري في ميناء جرياس جوني(الرميلة) علم الروم

كما أدت الأنشطة العمرانية كالقرى الساحلية وغيرها من الأنشطة المختلفة الممتدة على ساحل البحر المتوسط لحدوث تغيرات في ديناميكية السواحل والتي كان نتيجتها تأثر الشواطئ بعملية

النحر فى بعض المواقع، وزيادة نشاط الارساب على النقيض فى مواقع أخرى وأدى ذلك للإخلال بالتوازن الطبيعي للشواطئ المجاورة وحدوث ظاهرة النحر البحري شكل (5-8)



المصدر: (Fishwy,2009)، من عمل الباحثة اعتمادا على Google Earth والرسم باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

شكل (5 -8) تأثير عمليتى النحت والإرساب على شكل خط الساحل فى مواقع الموانئ الغارقة

فحتى وقت قريب كان الساحل الشمالي الغربي من الأسكندرية وحتى مطروح يعد منطقة بكر وكان التدخل فى منطقة الشاطئ محدود للغاية، ولذلك كان خط الساحل خطا طبيعيا ولا توجد فيه مشاكل التآكل أو الترسيب. وفي السنوات الأخيرة بدأ إنشاء القرى والمنتجعات السياحية عند مواقع عديدة من الساحل ومن ثم أدت لظهور عمليات النحت والارساب بتلك الشواطئ أمام بعض القرى السياحية وتهديد استثمارات طائلة انفقت على تلك القرى. نتيجة لذلك لجأت معظم القرى بإنشاء حواجز بحرية عشوائية دون دراسة علمية كافية، مما أثر على اتجاهات التيارات البحرية بالمنطقة.

ثانيا:موقع الميناء المقترح لإعادة الاستخدام مرة أخري نتيجة نموذج (PADM):

يظهر نموذج PADM لمواقع الموانئ التتابع الرسوبي لتلك الموانئ ومدى تأثر طبقات الرواسب بحركات الهبوط الأرضي، فقد تبين من التتابع الصخري للموانئ تشابه الرواسب الموجودة فى كل المواقع مع اختلاف موضع مستوى سطح البحر، والماء الجوفي على مستوى المواقع، وسوف نستند لأهم المقومات التي تساعد على قيام عملية أحياء الميناء مره أخرى، وذلك للوصول إلى النتائج المطلوبة لاختيار الميناء المقترح.

1. **أهم العوامل التي تساعد على وجود الميناء.**

يقتصر وجود الميناء على مجموعة من العوامل وتعتمد فى الأساس على العوامل الطبيعية المحيطة بالميناء فالمهم هو تحديد موقع الميناء المناسب طبقا والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية المحيطة به والتي تناولتها فى الفصول السابقة ثم وجود الظهير الخلفي الذي يخدم هذا الميناء وهو باقي العوامل التي سأتناولها فيما بعد وفيما يلي إبراز لتلك العوامل تبعا لأهميتها وهي كالتالي :

أ. **الموارد الطبيعية :**

يمكن تقسيم الموارد الطبيعية إلى موارد بحرية وموارد أرضية والتي يُستند عليها فى الأساس فى اختيار الموقع الأنسب للميناء وبناءً عليها يتم النظر لباقي العوامل التي تساعد على نشاط عمليات الملاحة فى تلك المواقع وأهم تلك الموارد والتي تتمثل في الأشكال الأرضية البحرية التي تساعد على وجود الميناء وهي:

1. **الجروف البحرية :**

تعد الجروف البحرية من أبرز الظاهرات الساحلية المميزة التي يعتمد عليها في اختيار موقع الميناء الأنسب فهي تعد جانب حماية خاصةً عند تواجدها فى وجهة الرياح الشمالية الغربية، ويرتبط وجودها بالشواطئ الصخرية حيث تنتهى حواف الهضبة الميوسينية مباشرة، وحيث تشرف السلاسل الجيرية الأوليتية على البحر مباشرة كما هو الحال عند رأس الحكمة ورأس علم الروم شكل (3-1) فى الفصل الثالث بالخريطة الجيومورفولوجية المرفقة.

2. الرؤوس الصخرية

يظهر العديد من الرؤوس الصخرية الناتئة فى البحر على طول امتداد خط الشاطئ من رأس الغرقان إلى رأس الحكمة حيث يبلغ عددهم ثلاثة رؤوس على الترتيب من الشرق إلى الغرب (رأس أبو حشفه، رأس الحوالة، رأس علم الروم)، وتتباين هذه النتوءات فى خصائصها المورفولوجية كما تحصر بينها عدداً من الخلجان البحرية، لعبت البنية الجيولوجية دوراً رئيساً فى إكساب عدد من الرؤوس البحرية سمات مورفولوجية مميزة، حيث يدين رأس علم الروم فى نشأتهما إلى عمليات الطى التى حدثت منذ الميوسين الأوسط، الأمر الذى أنعكس مباشرة على سماتها المورفولوجية حيث تصدرت هذه الرؤوس القائمة من حيث الطول والعرض والارتفاع ومدى توغلها فى مياه البحر، مما ينعكس بالإيجاب على ترشيح الخلجان الواقعة بين تلك الرؤوس لتكن ميناء طبيعيا أو مرسى بحري يمكن الاعتماد عليه لعمل تلك الرؤوس الصخرية الطبيعه كجانب حماية من التيارات البحرية والتي تعمل على تهدأتها فتجعل الميناء مهيئاً لاستقبال حركة السفن.

3. الجزر الصخرية :

تتكون الجزر الصخرية من الحجر الجيرى الأوليتى الأبيض يغطيها طبقة رمادية اللون، وهى تمثل فى الغالب بقايا السلسلة الساحلية التى تلاشت بفعل الأمواج البحرية.

وتتماشى محاور هذه الجزر مع الاتجاه السائد لهبوب الأمواج من الشمال الغربى، ويرجع هذا بصفة رئيسة إلى كون الأمواج تعمل على تهذيب جوانب الجزيرة فتضفى عليها شكلا طولياً يتماشى مع اتجاه منصرف الموجة، وتعمل هذه الجزر على تهدئة الأمواج من اتجاه الشمال الغربي فهي تعد جانب حامية أخر للميناء من فعل الرياح الشمالية الغربية، وسبق ذكرها بالتفصيل فى الفصل الثالث.

4. الحواجز البحرية :

شيدت العديد من حواجز الأمواج في العصر الروماني فى مواقع متعددة على الساحل الشمالى الغربى لمصر فيما بين الإسكندرية والسلوم. وقد تم الحفاظ على بعضها، ولكن تم تدمير معظم حواجز الأمواج بالتعرية البحرية، وتم العثور على بعض البقايا تحت مستوى

سطح البحر، وتفسيرها على أنها "حواجز بحرية مغمورة"، إلا أنها قد تعرضت لارتفاع مستوى سطح البحر سبق دراستها فى الفصل الثالث، ولكن مازالت تظهر الحواجز البحرية المغمورة، والتي يمكن استغلال البقايا منها في عمل حواجز من الكتل الصخرية الكبيرة ذات التركيب المعدني الذي لا يتأثر بملوحة مياه البحار عند إعادة إنشاء أحد الموانئ وذلك لحماية الشواطئ من فعل الأمواج.

ب. الموارد المائية بمنطقة الدراسة :

تتعدد موارد المياه بمحافظة مطروح وذلك لطبيعة الموقع الساحلي للمحافظة، ومن أهم هذه الموارد مياه الأمطار وهي شتوية بصفة عامة ويتبقى منها بعد البخر حوالي 200 مليون م3 / سنة وهي التي تصنع للسيول الموسمية وتغذي نظم المياه الجوفية الضحلة، وتقدر مياه السيول أو الجريان السطحي بحوالي 40 مليون م3/سنة أمكن التحكم في حوالي 50% منها حاليا وهناك فرص للاستفادة من كمية إضافية بأحواض باجوش وحوالة الواقعة ما بين حوالة والرميلة.

أما بالنسبة للمياه الجوفية فتنقسم إلى :

1. مياه جوفية ضحلة، تبلغ كميتها حوالي 160 مليون متر مكعب سنويا، ويقدر المستخدم منها بحوالي 10 مليون م3/سنة فقط.
2. المياه الجوفية العميقة فهي بعمق حوالي 300 متر من سطح الأرض ويجري استخدامها حاليا في عمليات التحلية.
3. توجد أيضا المياه المنقولة من مياه النيل للمحافظة وتقدر الكمية المنقولة عن طريق الأنابيب بنحو 50 مليون م3 /سنة. (الهيئة العامة للتخطيط العمراني، 2010)

ج. الموارد الزراعية :

بالنسبة للموارد الرزاعية بلغت نسبة الأراضي المزروعة 21.29 % من إجمالي المساحة المزروعة في إقليم الساحل الشمالي تتركز بشكل أساسي في مطروح وتضم 2596 فدان قابلة للاستصلاح، تتميز الزراعة بالساحل الشمالي الغربي بأنها زراعة مطرية (تعتمد على الأمطار) في فصل الشتاء كما تعتمد الزراعة فى بعض المناطق على نظام الري التكميلي من المياه الجوفية على الرغم من أن الملوحة النسبية لمياه هذه الخزانات الجوفية السطحية إلا إنها تساهم في توفير مورد إضافي خلال فصل الصيف.

أما عن نظام الصرف الزراعي فإن أكثر من 75 % من المساحات المزروعة بالساحل الشمالي الغربي لا تتمتع بوجود نظام للصرف الزراعي.

د. الثروة الحيوانية :

تقدر مساحة المراعي الطبيعية بمنطقة الساحل الشمالي الغربي بنحو 3.5 مليون فدان. ولكن على من اتساع مساحة المراعي، إلا أن أغلبها تتميز بالفقر النسبي في إمكانياتها الطبيعية من حيث توفر مصادر المياه والحشائش الصالحة للرعي، حيث قدرت مساحة أراضي المراعي الضعيفة والضعيفة جدا بنحو 3 مليون فدان تمثل نحو 85% من جملة مساحة أراضي المراعي بالإقليم، بينما تمثل أراضي المراعي الكثيفة والكثيفة جدا نحو 15% فقط.

وعلى كل تعتبر مراعي الإقليم المصدر الرئيسي للمنتجات الحيوانية لسكانه، لذا يمثل إنتاجها الحيواني حوالي 60% من إجمالي الدخل الزراعي بالإقليم.

هـ. الثروة السمكية :

تنتشر هذه المصايد بطول ساحل البحر المتوسط، غير أن أهم مناطق الصيد التي تعمل بها السفن المصرية تقع فى الرصيف القاري الممتد أمام دلتا نهر النيل، وتوجد مناطق صيد محدودة تصلح للصيد بالشباك أمام الساحل الشمالي الغربي. والمصايد القريبة من الساحل منتشرة، ويقوم باستغلالها الصيادون التقليديون(**مصطفى،2019**).

و. الموارد الأثرية والسياحية :

يضم أقليم الساحل الشمالي الغربي العديد من المواقع الأثرية المتميزة عالميا وقوميا وتضم آثارا فرعونية ويونانية ورومانية. وذلك بالإضافة للعديد من المقومات السياحية المختلفة التي تجذب العديد من أنواع السياحة حيث يشمل النشاط السياحي فى الأقليم الأنماط السياحية التالية :

1. **السياحة الثقافية والأثرية :** وتشمل عدد من الأماكن التاريخية، مثل المقابر الفرعونية في مطروح، معبد رمسيس الثاني في منطقة أم الرخم، وحمام كليوباترا بمطروح.
2. **السياحة الشاطئية :** حيث تحتل محافظة مطروح موقعا هاما بين الأقاليم الساحلية الرئيسة، فساحل مطروح يمتد بطول 450 كم ومعظم شواطئ مطروح تتخللها الخلجان الهادئة التي تمنح السائح احساسا بالأمان فى أحضان الطبيعة، كما تعتبر منطقة رأس الحكمة وعجيبة بمطروح من أجمل المواقع الساحلية بمصر والعالم حيث الأشكال الصخرية المتميزة **(الإدارة العامة للدرسات البيئية والطبيعية، 2010)**.

3. **السياحة البيئية** : حيث تعتبر الصحراء الغربية بوجه عام موقعا خصبا للعديد من الامكانيات البيئية التي تجذب الهواة الباحثين حيث قدرت أنواع النباتات في صحراء مطروح بأكثر من 1095 نوعا نباتيا والعديد من الحيوانات البرية.

4. **سياحة السفاري** : تتمتع المنطقة بطبيعتها الصحراوية من كثبان رملية ووديان وتشكيلات صخرية مختلفة وواحات مندثرة ومجتمعات بدوية صغيرة مما يجذب سياحة الشباب العاشق للمغامرة.

2- استغلال الظروف الطبيعية في إحياء بعض الموانئ القديمة واستخدامها.

تأثير نشاط التعرية البحرية على الموانئ الرومانية القديمة :

ترجع الكثير من التضاريس الساحلية فى تكوُنها إلى عمليات التعرية. ومثل هذه المعالم منتشرة على طول خط الساحل بمواقع الموانئ القديمة والتي تتأثر بحركة المياه وما ينتج عنها كما تتأثر بطبيعة السواحل نفسها :

فتأثير حركة المياه المتمثل فى كلً من الأمواج والتيارات البحرية والمد والجزر وكل تلك العوامل هى أهم عوامل التعرية البحرية التي تشكل مواقع الموانئ القديمة.

1. تأثير الامواج :

يكمن دور الأمواج كأهم عامل من عوامل التعرية البحرية وأن تأثير هذه الأمواج مرتبط بعاملين أخرين هما؛ الرياح وتضاريس الساحل نفسه ولأمواج العواصف أهمية خاصة إذ أن تأثيرها فى تشكيل السواحل فى يوم واحد يعادل تأثير الأمواج العادية فى عدة أسابيع ولهذا فإنها تعرف بأمواج الهدم.

تأثر تعرية الأمواج على تغير شكل المنطقة الشاطئية بوجه عام والجروف الساحلية بوجه خاص إذ أنها تعمل على زيادة التصدعات والتشققات التي سرعان ما تظهر بالجروف أو الأرصفة البحرية، فبدفع الماء إلى كل فتحة تجعل الهواء بها تحت قوة ضغط كبيرة كافية لخلع الكتل الصخرية أو زيادة إتساع تلك التصدعات والتشققات، كما تعمل الأمواج المتكسرة على كشط الشاطئ عن طريق إختلاط الماء بقطع الصخور وبالتالي تشكل المنطقة وتغير من ملامحها الجيومورفولجية بشكل دائم.

ومعدل التعرية فى الشواطئ المكونة من مواد متماسكة أعلى بكثير منه فى الشواطئ الصخرية الصلدة، ويظهر ذلك فى الكثير من مواقع الموانئ الرومانية القديمة حيث عملت الأمواج على

انهيار أرصفة تلك الموانئ ومحت معالم الميناء بالكامل وعلى العكس شكلت الأمواج رؤوس صخرية بحرية لتعمل كجانب حماية من الرياح الشمالية الغربية في ميناء جرياس جوني، كما عملية الترسيب جانب حماية للحاجز البحري من الناحية الشرقية فأصبح هذا الميناء من الناحية الجيومورفولوجية صالحا لإعادة استخدامه من جديد.

2. تأثير حركة المد والجزر:-

أشرنا لتعريف حركة المد والجزر إذ يتحرك سطح البحر بين ارتفاع وانخفاض مرتين كل يوم تقريبا (24 ساعة و52 دقيقة) بسبب تأثير جذب القمر والشمس للأرض وتمارس تيارات المد والجزر تأثيرا تحاتيا قويا فهى ذات أهمية واضحة فى تكوين سطوح تعرية.

3. تأثير التيارات البحرية: -

ويتوقف هذا التأثير على اتجاه التيار نفسه بالنسبة للساحل حيث يكون نحت الساحل أشد ما يكون عندما يتعامد اتجاه التيار على الساحل. وبالإضافة إلى هذا التأثير فإن هناك عددا من العوامل التى يتحكم فى فاعلية تأثير التيارات البحرية سبق استعراضه فى الفصل الثاني.

ومن العوامل الهامة فى تشكيل السواحل , تضاريس الجروف الساحلية أى ارتفاعها، إذ أن الجروف القليلة الإرتفاع تتراجع بسرعة (تتآكل) تفوق سرعة تراجع وتآكل الجروف الأكثر ارتفاعا بغرض تساوى وتماثل معدلات التعرية وبغرض وحدة طبيعة الصخور.هذا بالإضافة إلى تأثير التغيرات فى مستوى البحر التى ترتبط بالتغيرات المناخية.

4. تأثير طبيعة السواحل نفسها : العوامل المؤثرة في طبيعة السواحل كتالي:

أ. نوعية الصخور

تمثل نوعية الصخور عاملا هاما من عوامل تشكيل السواحل فمن المعروف أن الأحجار الجيرية هى أكثر أنواع الصخور استجابة وقابلية للتحلل والذوبان بفعل التجوية الكيميائية بالإضافة إلى قابليتها للذوبان بفعل ما تحدثه أيونات الاملاح المختلفة فى مياه البحار بخلاف الصخور النارية أو المتحولة، فبالنسبة للأحجار الجيرية فإنها من أكثر الصخور قابلية للتآكل على وجه العموم(**تاربوك، ورد جي، 1984**).

أما إذا كانت هذه الأحجار تشكل خط التماس بين اليابسة والبحر فإنه يمكن تلخيص العوامل المسببة لتآكل الأحجار الجيرية فى النقاط التالية:

1. الأحجار الجيرية تتميز عادة بأنها من الصخور ذات الصلادة القليلة (فى حدود 3 – 4.5 تقريبا) لذا فإن التأثير الهيدروليكى للأمواج سوف يكون فعالا فى تحطيم وتفتيت الأحجار الجيرية ذات شقوق وفواصل (عادة تكثر الشقوق والفواصل فى تكوينات الأحجار الجيرية) مما يزيد فى عملية التحطيم.

2. الصخور الجيرية – بصلادتها القليلة – سوف تكون واقعة تحت تأثير التحات Corrosionالناتج من تأثير اصطدام الحطام الصخرى بفعل حركة الأمواج.

3. الصخور الجيرية من أكثر أنواع الصخور قابلية للتآكل الكيميائى ويمكن إرجاع سبب التآكل الكيميائى للصخور الجيرية المطلة على مياه البحار والمحيطات من خلال عاملين.

1. التجوية الكيميائية : وهى التجوية التى تحدث بفعل مكونات الهواء الجوى (بخار ماء + ثانى أكسيد الكربون + أكسجين) حيث تتحد هذه المكونات مكونة حمض الكربونيك الذى يؤثر على الأحجار الجيرية حيث يؤدى فى النهاية إلى تآكلها والتجوية الكيميائية هى عملية طبيعية تتم فى بعد زمنى كبير غير أن هذا البعد الزمنى الكبير يقل بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون أو غيره من الغازات الحمضية الأخرى مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت.

2. للمياه الشاطئية كذلك تأثير كيميائى على الأحجار الجيرية من خلال (حمض)الكربونيك فمن المعروف أن قدرة المياه على إذابة ثانى أكسيد الكربون تزداد كلما قلت درجة الحرارة وتقل القدرة بزيادة درجة الحرارة. إذن فالمناخ ولا سيما درجة الحرارة تلعب دورا هاما غير مباشر فى تآكل الصخور الجيرية.

ب. شكل خط الساحل ومدى تعرجه وتوجيهه بالنسبة للأمواج السائدة

فخطوط السواحل المتعرجة تشتد تعرية رؤوسها المتوغلة فى البحر، فى حين يزداد الترسيب داخل الخلجان، كما تتأثر المناطق الساحلية المواجهة للأمواج السائدة، فيشتد تراجعها أمام الأمواج.

ج. درجة انحدار المنطقة الساحلية

وخاصة الجروف البحرية الأكثر تعرضا لفعل الأمواج، وكذلك ارتفاع هذه الجروف.

إذ كلما انخفضت هذه الجروف زادت فرصة تآكلها بالأمواج الشكلان يوضح تأثير درجة الانحدار على النحت البحري.

3. البنية الجيولوجية للمنطقة الساحلية

ومدى تأثرها بالانكسارات والالتواءات، وأنظمة الفواصل، إذ يتم نحر الحافات ذات الفواصل المتقاربة، وكذلك العلاقة بين زاوية ميل الطبقات وتوجيه خط الساحل، فحينما تميل الطبقات نحو خط الساحل يسهل نحتها بالأمواج، أما الطبقات المائلة نحو اليابس فيصعب نحتها، وتظل باقية فترات زمنية أطول نسبيا، بمعنى أنه عندما تميل الطبقات نحو البحر، فإن الكتل الصخرية تتكسر عند أسطح الفواصل بزوايا قائمة على مستويات الانفصال الطبقى، مكونة ما يعرف بالجروف المعلقة، بينما إذا كانت الطبقات تميل فى الاتجاه العكسى، أى نحو اليابس فإن الكتل الصخرية لا تستطيع التكسر عند سطوح الفواصل، وبالتالى فإن الجروف تميل إلى الوقوف فى وضع قائم تقريبا .

4. الغطاء النباتى للمنطقة الساحلية

من حيث نوعه (غابات، شجيرات، حشائش) ومدى كثافته، حيث يساعد الكساء النباتى الكثيف على حماية السواحل بدرجة ما من تأثير الأمواج.

5. عمق المياه أمام خط الساحل

فالمياه الضحلة تعمل على تكسير الأمواج، وإضعاف طاقتها قبل وصولها إلى الشاطئ، بينما تساعد المياه العميقة على وصول الأمواج بكامل طاقتها مما يعظم تأثيرها التحاتى.

بعد استعراض العوامل الطبيعية والبشرية لمواقع الموانئ يتبن أن الموانئ الرومانية الغارقة لها نفس التتابع الصخري، ولكن تاكلت الرؤوس البحرية بشكل كبير في كلً من مينائي زيجيس(باجوش)، وكالياس(حوالة)، مع صمود الرؤوس والنتوءات الصخرية عند ميناء جرياس جوني (الروميلة) المحمي برأس علم الروم ومجموعة من الرؤوس البحرية المتوغلة فى البحر، بالإضافة لقيام الأنشطة السياحية عند كلا من موقعي ميناء زيجيس (باجوش) وهو يعد موقع بلاجات تتسم بالإرساب الرملي، كما يعد مصيفاً لجامعة الأسكندرية، وميناء كالياس (حوالة) الذي استغل خليجه إستغلالاً سياحياً كمرسى لليخوت والأنشطة السياحية؛ حيث ارتكزت عليه القرى السياحية مثل (قرية ألماظة بيتش) وغيرها تحت التشييد لما له من طابع ساحر من حيث سلاسل الكثبان الرملية ذات إرسابات الحجر الجيري ناصع البياض شرق رأس حوالة، بالأضافة إلى شاطئه هلالي الشكل.

أما عن غرب رأس حوالة وهو موضع الميناء القديم الغارق فقد ضعفت به عوامل الحماية الطبيعية كالرؤوس الصخرية البحرية أ، الجزر البحرية، بالإضافة لتراكم أعداد كبيرة من كتل الجلاميد والكتل الصخرية المقتلعة عند هذين الميناءين سالفي الذكر، وهو يعد دليلا على تأثرهما بصورة كبيرة بأمواج التسونامي القديم الذي تم التحدث عنه باستفاضة في هذا الفصل، لذا فهما نطاقات خطر طبيعي مهدد لقيام أى مشروعات تجارية أو اقتصادية عليهما.

وبالتالي نجد أن ميناء جرياس جوني (الرميلة) هو الميناء الوحيد الذي يتمتع بمقومات طبيعية وبشرية، وظهير خلفي له يمكن الاعتماد عليه لأقامة هذا الميناء كما سيتضح.

3 – نموذج تطبيقي لميناء جرياس جوني (الرميلة)التي يمكن استغلالها اعتماداً على نموذج PADM:

يحظى هذا الموقع لذلك الميناء المختار بالعديد من المميزات التي تميزه دون غيره من الناحية الطبيعية طبقا ونتائج عملية التقييم الجيومورفولوجي الذي تمت، وهو ما يجعل هذا الموقع أهلٌ للتدخل البشري لاقامة ظهير خلفي يخدم ذلك الميناء ويعمل على ازدهاره ونشاطه في حركة الملاحة ليتحول لنقطة ملاحة قوية من جديد تربط ما بين مصرنا الحبيبة ودول حوض البحر المتوسط شكل (5–9)، ويتمثل في الشكل (5–10أ)، (5–10 ب) نموذجا للميناء.

كما يمكن تقييم أنواع أخرى من بيئات الموانئ طبقاً لهذا المنظور عن طريق إمكانات الميناء من حيث؛ مدى توافر جوانب الحماية، إمكانية الوصول إليه والتغلب على أسباب إهماله (هجره)، وتوافر المياه العذبة لخدمته (كوجود محطة للتحلية) شكل (5–9)، كذلك البيئة الإرسابية القديمة.

وقد تم التوصل لمقترح عن طريق مخطط ال PADM لتصور البيانات المتكاملة للميناء، مثل إعادة بناء التسلسل الطبقي للرواسب طبقاً ومؤشرات تغير مستوى سطح البحر ومعدلات الترسيب باستخدام السجلات التاريخية (التي تم الحصول عليها من مخطط الPADM) سبق ذكره بالتفصيل فى الفصل الرابع، وتسهيل تفسيرات المقارنة على مر التاريخ في مخطط واحد، وذلك مطبقاً بالتحديد على علم الجيوأركيولجي للموانئ.

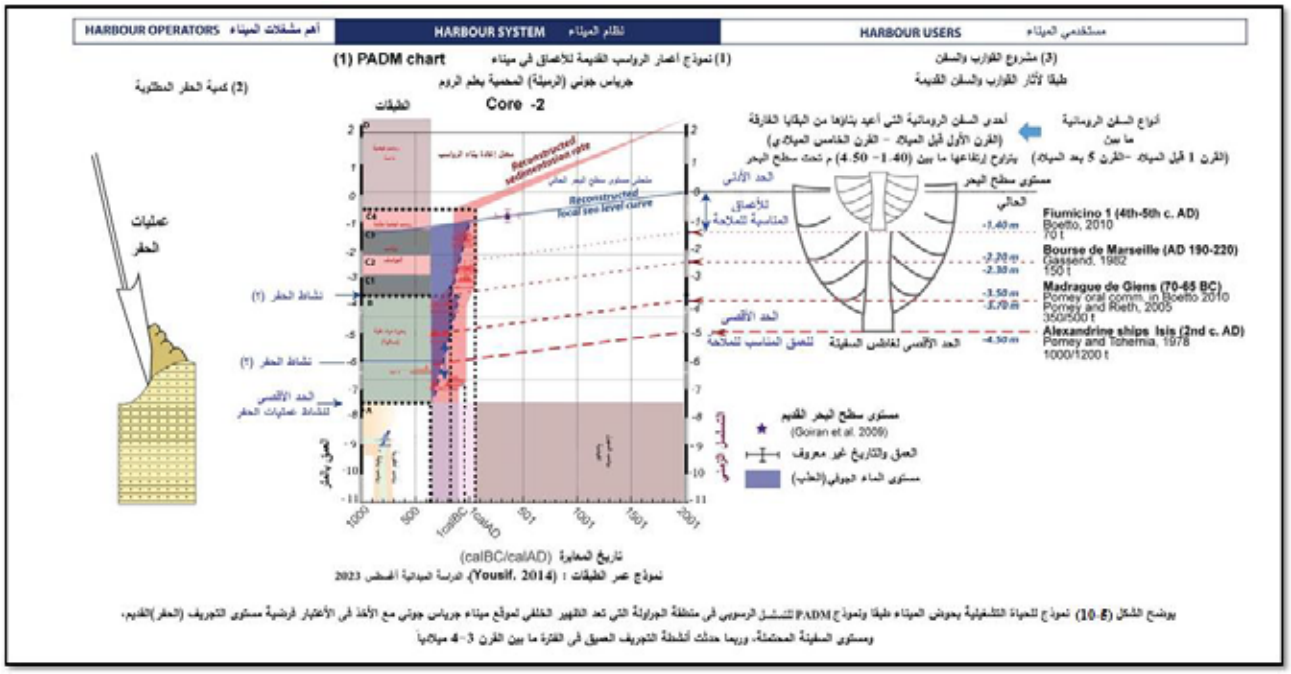
هذا المخطط يمكن أن يفيد علماء الجيوأركيولوجي، وعلماء الآثار، والمؤرخين، كما ينتج عنه تفسيرات هامة وقوية لإمكانية الملاحة، والوصول لمسطحات الماء القديم، وكذلك شكل وحجم السفن فى العصور القديمة والمدى الذي يصل له غاطس تلك السفن اعتمادا على حطام السفن الرومانية فى أكثر من ميناء والربط بين كل تلك المؤشرات في نموذج واحد؛ حيث أنه بمجرد توفر عمود مائي هنا، كانت هناك إمكانية للملاحة وإمكانية استمرار الميناء في العمل ومع ذلك، هناك حاجة إلى الارتباط بين التسلسلات الزمنية المختلفة لإعادة بناء إمكانية الوصول إلى الميناء والفهم العام لإمكانياتها عبر الزمن. وتجعل نتائج ال PADM وجهات النظر التاريخية لهذا النموذج ممكنة للوقت الحاضر (Salomon and Others,2016).

ويشير النموذج الثاني الشكل (2-5 ب) إلى الربط بين النتائج التاريخية وطبقات الرسوبية المختلفة وغاطس السفن الحديثة وبناءً عليه يمكن ترشيح ميناء الرميلة؛ الذي يتفرع إلى ثلاث خلجان من الشرق إلى الغرب شكل (5-9).

على أن يستخدم الخليج الأول بإمتداد لرصيفه يصل إلى 430م والعمق عند مدخله يصل إلى 5م ويزداد نحو الداخل طبقاً وخريطة خطوط الأعماق الخاصة بالميناء شكل (4-6ج)، يليه خليج صغير بامتداد طولي 125م يمكن أن يكون بيئة مناسبة لليخوت والمراكب الصغيرة، يليه خليج كبير بامتداد 200م يصلح للسفن متوسطة الحجم ومحمي من الشرق ببقايا حاجز بحري قديم ومجموع طول الخليج مع الحاجز البحري يصل 450م، والميناء بصفة عامة محمي بمجموعة من الرؤوس البحرية من الغرب والتي تعمل على حمايته من الرياح الشمالية الشرقية. وعليه يمكن أن يرشح هذا الميناء ليكون نقطة ملاحة جديدة بالبحر المتوسط تربط بين مصرنا الحبيبة وباقي دول الحوض الأبيض المتوسط.

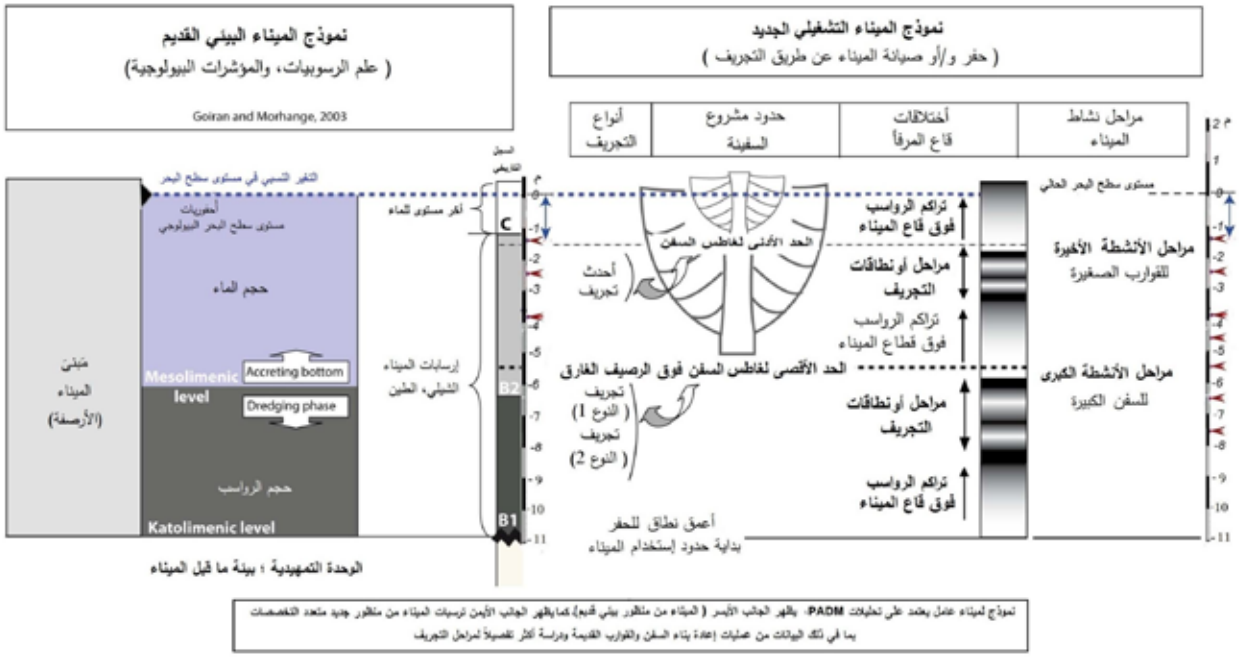
شكل (5-9)مجموعة خرائط وصور لميناء جرياس جوني (الرميلة) رأس علم الروم

الفصل الخامس الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة



المصدر: من عمل الباحثة، (Salomon and Others,2016)

شكل (5-10أ) نموذج تطبيقي لأحياء ميناء جرياس جوني طبقاً وأبعاد السفن الرومانية فى أكثر من دولة مطلة على البحر المتوسط لتقدير معدل الحفر المناسب لغاطس السفن



المصدر : من عمل الباحثة، (Salomon and Others,2016)

شكل (5-10ب) نموذج تطبيقي لأحياء ميناء جرياس جوني طبقاً وأبعاد السفن الحديثة فى البحر المتوسط مع تغير معدل الحفر ليتناسب مع أختلاف غاطس السفن

الفصل الخامس **الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**

وبالتالي فإن هذا المخطط يعزز بشكل أساسي مفهوم "إمكانات الميناء" في علم الجيوأركيولوجي، حيث يمكن دراسة كل تسلسل طبقي، ومدى ترشح هذا المسطح على أنه كان ميناءً قديما، وعمق الماء الجوفي فيه، ومدى ملاءمته واستيعابه للسفن ذات الغاطس المختلف في نقاط زمنية مختلفة.

وبالجمع بين هذه التحليلات لأعماق المرفأ مع بيانات عن مدى أبعاد المرفأ القديم، سيكون الهدف هو الحصول على فكرة أوضح عن نطاق تشغيل الموانئ فى العصر الرومانئ عبر البحر الأبيض المتوسط، في أكثر من دولة مطلة على ساحل البحر الأبيض المتوسط شكل (5-9) نشطت بها عمليات الملاحة فى العصر الرماني طبقاً والنموذج (5-10)

(Salomon and Others,2016).

وبالتالي يمكن استنتاج من كلا الشكلين (5-9)، (5-10) أن ميناء جرياس جوني (الرميلة) قد ازدهر أثناء العصر الروماني، كما تم استخدامه فى العصر الحديث أثناء الحرب العالمية بواسطة قوات الاحتلال الإنجليزي فى الحرب العالمية الثانية بناءً على أقوال البدو بالإضافة للشواهد سالفة الذكر سبق ذكرها فى الفصل الرابع، وهي القطبان الحديدية الرأسية المثبتة على الرصيف الغارق على عمق 4 أمتار من مستوى سطح البحر الحالي، ومازال يستخدم الجانب الغربي من الميناء كشاطئ مفتوح للسباحة والصيد.

ولهذا لابد من الاستفادة بالمقومات الطبيعية من (رؤوس بحرية- نوع الطبقات الصخرية- درجة انحدار القاع- كنتور اليابس والماء الذي اعتمد عليه لعمل نموذج للأعماق- مستوى الماء الجوفي (عامود الماء)-الظهير الخلفي للميناء)، والذي يحتوي على الخدمات التي يمكن تطويرها والاعتماد عليها عن طريق استغلال القوى البشرية الموجودة بالمنطقة للقضاء على نسبة من البطالة للسكان المحليين وبذلك نكون قد وظفنا هذا الميناء ليكون ميناءً تجارياً يستعين بمقاومات البيئة الطبيعية ويساهم في خدمة سكان البيئة المحيطة ويخدم وطننا الحبيب من الناحية الاقتصادية لما سيقدمه من نشاط دولي كنقطة ملاحية عالمية تربط بين مصر ودول حوض البحر الأبيض المتوسط.

الخلاصة

واجهت مواقع الموانئ الغارقة العديد من الأخطار الجيومورفولوجية التي عملت على تشكيل سواحل المنطقة من حيث الشكل العام أو طبيعة الرواسب، كما تتأثر المنطقة بالحركات الباطنية السريعة والبطيئة، وتُعد الحركة الرأسية التى تصيب قاع البحر عبر الفوالق الغائرة والمصحوبة بحدوث الزلازل من أكثر الأسباب شيوعاً لحدوث التسونامى، ورغم كون مصر تتأثر بعدد من البؤر الزلزالية المحيطة بها، إلا أن تلك البؤر التى تمتد فوق سواحل البحر المتوسط أو توجد فى مياهه العميقة تُعد ذات أهمية خاصة، ومنها بؤرة البلقان، اليونان، صقلية، قبرص، إيطاليا وكلها ذات تكرارية عالية فى أوقات حدوث الزلازل.

تتسبب أمواج التسونامي بسبب طاقتها الضخمة، وقد تساعد العواصف أيضا معهاً في إزاحة الصخور الضخمة من قاع البحر والمدرجات البحرية الغاطسة، وأرصفة نحت الموج الغارقة إلى الشاطئ، بسبب قوتها الكبرى وقدرتها على النحت والحفر، وحمل الصخور وسحبها من البحر وإعادة وضعها على الساحل أو الشاطئ، وقد ترسبت بعض الحقول الصخرية بفعل الأمواج أثناء العواصف الشتوية أو بفعل أمواج التسونامي القديم، وقد تم توزيعها على مسافات متباينة من خط الساحل، وتوجد على إرتفاع يصل إلى 4 أمتار فوق منسوب سطح البحر، يقتصر وجود الميناء على مجموعة من العوامل وتعتمد فى الأساس على العوامل الطبيعية المحيطة بالميناء فيجب تحديد موقع الميناء المناسب طبقا والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية المحيطة به، ومن ثم استغلال تلك العومل لأحياء الميناء وإقامة ظهير خلفي يخدمه.

تم ترشيح موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة) جنوب شرق علم الروم كنموذج تطبيقي للميناء طبقا ونتائج الPADM، والذي يمكن استغلاله حيث يحظى هذا الموقع لذلك الميناء المختار بالعديد من المميزات التي تميزه دون غيره من الناحية الطبيعية طبقا ونتائج عملية التقييم الجيومورفولوجي، وطبقا لنموذج المقارنة الناتج عن مخطط التسلسل الزمني للأعماق، وهو ما يجعل هذا الموقع أهلٌ للتدخل البشري لإقامة الميناء، وظهيره الخلفي اللازم لخدمة الميناء، ويعمل على ازدهار ونشاط في حركة الملاحة لتصبح نقطة ملاحة قوية من جديد تربط ما بين مصرنا الحبيبة ودول حوض البحر الأبيض المتوسط.

الخاتمة | النتائج والتوصيات

النتائج والتوصيات

الخاتمة النتائج والتوصيات

أولا : النتائج

كشفت الدراسة عن العديد من النتائج بداية من التركيب الجيولجي وبساطته ثم نوع الصخر التي تميز إقليم الساحل الشمالي الغربي، تليهم العمليات الجيومورفولوجية وحركة المواد على المنحدرات، وعوامل التعرية، ومدى تأثير العومل المناخية عليها خاصةً قوة تأثير الرياح التى تؤثر على قوة الأمواج والتيارات البحرية وأثرها على حواجز الأمواج والرؤوس الصخرية البحرية التي ساعدت في إقامة الموانئ الرومانية القديمة وتأثير عمليتى النحت والارساب على تغير خط الساحل المشكل للخلجان بحواجزها الممتدة داخل المسطح البحرى لحماية الموانئ والسفن أثناء عملية الملاحة.

حيث تم التوصل الى النتائج التالية :

- تنتمي تكوينات المنطقة للفترة ما بين الميوسين إلى الهولوسين، كما يتضح من الخريطة البنيوية أن محاور الطيات الشمالية الشرقية / الجنوبية الغربية هي السائدة وتلعب دورا كبيرا في توجيه خط الساحل.
- تبين من دراسة المناخ أن الحرارة أحد العناصر الرئيسة المؤثرة فى تفكك الصخور. ويمكن أن يلعب المدى الحرارى دورا هاما فى تفتيت وتفكيك الصخور مع تناوب التمدد والانكماش.
- يتضح من دراسة معدل سقوط الأمطار أنه من الممكن أن يسقط فى يوم واحد ما يعادل نصف ما تناله المنطقة كلها من الأمطار طوال العام، ويكون لمثل هذا التركز الشديد فى سقوط الأمطار دوراً جوهرياً فى تشكيل المنطقة.
- تؤدى سرعة الرياح العالية إلى نشأة أمواج بحرية يتراوح ارتفاعها بين 1–2 متر، كما يزداد معدل تواترها فى الدقيقة الواحدة مما قد يؤدى إلى زيادة معدلات النحت.
- تؤثر التعرية بشكل واضح على تفتيت الصخور السطحية للقشرة الأرضية بفعل الرياح، والمياه الجارية، والأمواج البحرية، ونقلها إلى مواطن جديدة حيث يتم ترسيبها وترك أماكنها مكشوفة جراء عملية النحت التي تعرضت لها، كما أثرت عملية الإرساب فى بناء حواجز

الخاتمة النتائج والتوصيات

رملية، كما حافظت على أثر بعض الحواجز القديمة للاعتماد عليها فى إقامة بعض الموانئ استنادا لبقايا الحواجز القديمة.

- يتسم انحدار الأعماق بمواقع الموانئ بالتباين الشديد حيث أن أغلب الموانئ تتسم بوجود الرصيف الصخري الغارق الذي يعمل على توازن هذا الانحدار كما تبين في ميناء جرياس جوني (الرميلة)، أو يعمل على إعاقة حركة الملاحة في حالة ضحالة المنطقة، كما تتسم بعض المواقع الأخرى بوجود السواتر الرملية على القاع مما يعيق حركة الملاحة كما ظهر ذلك فى ميناء كالياس (حوالة)، زيجيس (باجوش).
- أظهر تحليل الصور الفضائية وجود سلاسل جيرية غارقة في مواقع ميناء راس علم الروم على أعماق ما بين 5–10 متر من مستوى سطح البحر.
- ترسبت بعض الحقول الصخرية بفعل الأمواج أثناء العواصف الشتوية أو بفعل أمواج التسونامي القديم، وقد تم اقتلاع معظم هذه الصخور من الوجهات البحرية أو الأرصفة الغارقة، وتوزيعها على مسافات متباينة من خط الساحل، وتوجد على ارتفاع يصل إلى 4 أمتار فوق منسوب سطح البحر.
- تبين من دراسة بعض الظاهرات تَغير مستوى سطح البحر، والدليل على ذلك أنها مغمورة فى مياه البحر، كالأرصفة الغارقة والحواجز البحرية الغارقة والفجوات البحرية أو الحزوز المتعمقة الذي يصل عمقها في بعض المناطق لثلاثة أمتار، كما توجد بقايا من الجزر التي غمرت أجزاء كبيرة منها بالماء والتي كانت تستغل فى الموانئ الرومانية قديما كساتر من الرياح والأمواج.
- وجود الرؤوس الصخرية البحرية وبقايا الجزر الساحلية يعمل كجانب حماية للميناء خاصتا عند وجوده كساتر من الرياح السائدة (الشمالية الغربية) عند مواقع الموانئ ويجعل من هذا الميناء نموذجا مثالياً للميناء.
- يحتوي الظهير الخلفي لبعض الموانئ على بعض الموارد الطبيعية كالمياه الجوفية، والتي يمكن الاعتماد عليها في خدمة هذا الميناء عند اقامته.

ثانيا: التوصيات

من خلال ماتقدم وبناء على النتائج التى توصلت اليها تلك الدراسة يوصى بعدد من المقترحات فى سبيل إعادة استغلال ميناء جرياس جوني (الرميلة) جنوب شرق علم الروم الروماني الغارق بمنطقة الدراسة كالتالى :

- عمل حواجز من الكتل الصخرية الكبيرة وذات التركيب المعدني الذي لا يتأثر بملوحة مياه البحر، وتكون على عمق معين بحيث لا يتعرض اسفلها إلى تأثير الأمواج فيقلل من أهميتها.
- قطع الجروف شديدة الانحدار التي تتعرض لعمليات مختلفة من التعرية والهبوط وتحويلها إلى معتدلة أو هينة الانحدار، إذ توضع الأجزاء المقطوعة أمام التكوينات الأصلية لحمايتها من الأمواج.
- احاطة المناطق المراد إعادة استغلالها بحزام أخضر من الأشجار المتباينة الارتفاع لتقلل من سرعة الرياح القادمة من الصحراء وذلك فى مواقع ظهير الموانئ، حيث تعمل على ترسيب أكبر كمية من الغبار الذي تحمله الرياح وخاصةً الخشنة منها.
- استغلال الرؤوس الصخرية البحرية كجانب حماية من الرياح الشمالية الغربية السائدة فى المنطقة للموانئ أو المراسي المراد استغلالها.
- استخدام تقنيات حديثة للكشف عن بقايا الحواجز القديمة وإعادة تشييدها واستغلال وجودها لحماية الميناء من فعل الأمواج.
- تحلية مياه البحر المتوسط واستخدامها فى زراعة المحاصيل بشمال منطقة الدراسة لتكون ظهير لتلك الموانئ.
- محاولة استغلال آبار المياه الجوفية بمنطقة الدراسة فى تنويع المحاصيل الزراعية.
- توسيع الغطاء النباتى عن طريق زراعة أصناف من النباتات حيث يساعد الكساء النباتى الكثيف على حماية السواحل بدرجة ما من تأثير العمليات والعوامل الجيومورفولوجية
- القيام ببعض الدراسات التطبيقية وتوسيع دائرة البحث من قبل الدولة لتنفيذ نتائج الدراسة، وهي ترشيح موقع ميناء جرياس جوني (الرميلة) جنوب شرق علم الروم كنموذج تطبيقي للميناء طبقا ونتائج الPADM، والذي يمكن استغلاله حيث يحظى هذا الموقع لذلك

الخاتمة النتائج والتوصيات

الميناء المختار بالعديد من المميزات التي تميزه دون غيره من الناحية الطبيعية طبقا ونتائج عملية التقييم الجيومورفولوجي، وطبقا لنموذج المقارنة الناتج عن مخطط التسلسل الزمني للأعماق، وهو ما يجعل هذا الموقع أهلٌ للتدخل البشري لاقامة الميناء، وظهيره الخلفي اللازم لخدمة الميناء، ويعمل على ازدهار ونشاط في حركة الملاحة لتصبح نقطة ملاحة قوية من جديد تربط ما بين مصرنا الحبيبة ودول حوض البحر الأبيض المتوسط.

الملاحق

الملاحق

ملحق (1) قياسات أطوال الشقوق والفواصل واتجاهاتها

الطول (م)	الزاوية (°)	الاتجاه
4	16	شمال غرب
3.5	40	شمال شرق
6	29	شمال شرق
6	31	شمال شرق
2.5	32	شمال شرق
7	30	شمال شرق
5	25	شمال شرق متصل
9	25	شمال شرق متعرج متصل
2.5	125	شمال غرب
2.5	125	شمال غرب
5	10	شمال شرق
12.5	100	شمال غرب
13.5	130	شمال غرب
3.5	92	شمال غرب
4	93	شمال غرب
10	55	شمال شرق
4	94	شمال غرب
1.5	90	شمال غرب
2.5	80	شمال شرق
2.5	170	شمال غرب
2	75	شمال شرق
2	85	شمال شرق
1.5	88	شمال شرق
3.5	140	شمال غرب
2	50	شمال شرق
1.5	55	شمال شرق
3.5	89	شمال شرق

الملاحق

1	89	شمال شرق
1.5	80	شمال شرق
2	45	شمال شرق
3.5	50	شمال شرق
3.5	159	شمال غرب
5	80	شمال شرق منحنى
10	45	شمال شرق منحنى
2	110	شمال غرب متصل
2	65	شمال شرق متصل
5	125	شمال غرب
2.5	125	شمال غرب
1.5	125	شمال غرب
8	25	شمال شرق
5.5	15	شمال شرق
6	25	شمال شرق
3.5	100	شمال غرب
3.5	100	شمال غرب
4.5	100	شمال غرب
1	92	شمال غرب
1.5	110	شمال غرب
1	100	شمال غرب
11	10	شمال شرق
5	135	شمال غرب
4.5	120	شمال غرب
4.5	89	شمال شرق
3.5	89	شمال شرق
3.5	75	شمال شرق
4	20	شمال شرق انكسار
17	35	شمال شرق انكسار
4	35	شمال شرق انكسار

الملاحق

4	35	شمال شرق انكسار
5	35	شمال شرق انكسار
2.5	32	شمال شرق انكسار
4.5	185	شرق
13	105	شمال غرب
13	10	شمال شرق
3	10	شمال شرق
6	90	شمال متعرج
4	90	شمال متعرج
4	40	شمال شرق
4	40	شمال شرق
4	70	شمال شرق
4	35	شمال شرق
4	35	شمال شرق
4	35	شمال شرق
6	20	شمال شرق
5	15	شمال شرق
4	100	شمال غرب
3.5	30	شمال شرق
2.5	20	شمال شرق
5	20	شمال شرق
3	90	شمال
2.5	90	شمال
4	90	شمال
3	90	شمال
4.5	35	شمال شرق
8	35	شمال شرق
6.5	20	شمال شرق
2	25	شمال شرق
6.5	160	شمال غرب

الملاحق

5.5	90	شمال
5	20	شمال شرق متصل
4	30	شمال شرق متصل
5	85	شمال شرق
4	20	شمال شرق
6	90	شمال
1.5	10	شمال شرق
4	45	شمال شرق انكسار
3	45	شمال شرق انكسار
1.5	85	شمال شرق
9	80	شمال شرق
5	90	شمال
5	15	شمال شرق
8	70	شمال شرق
8	70	شمال شرق
14	70	شمال شرق
4	90	شمال
5.5	20	شمال شرق
5	15	شمال شرق
5	25	شمال شرق
10.5	40	شمال شرق
3.5	35	شمال شرق
3.5	35	شمال شرق
12	180	شرق
3.5	170	شمال غرب
6	40	شمال شرق
5	50	شمال شرق
5.5	100	شمال غرب
7.5	45	شمال شرق
5	45	شمال شرق

الملاحق

7	90	شمال
9	60	شمال شرق
4.5	90	شمال
4.5	95	شمال غرب
6	55	شمال شرق
7	65	شمال شرق
2.5	45	شمال شرق
2	95	شمال غرب
2.5	95	شمال غرب
5	90	شمال
4	35	شمال شرق متصل
3	90	شمال متصل
12	10	شمال شرق
7	70	شمال شرق
7	10	شمال شرق
4	35	شمال شرق
5	180	شرق غرب
6	65	شمال شرق
4	180	شرق غرب
5	180	شرق غرب
3.5	180	شرق غرب
7	120	شمال غرب
7	50	شمال شرق
2.5	180	شرق غرب
4	180	شرق غرب
3	180	شرق غرب
4	180	شرق غرب
5	180	شرق غرب
3	180	شرق غرب
8	55	شمال شرق

الملاحق

8.5	60	شمال شرق
4	170	شرق غرب
6	55	شمال شرق
3	55	شمال شرق
5	90	شمال شرق
9	10	شمال شرق
7	75	شمال شرق
2.5	45	شمال شرق
7	45	شمال شرق
4	60	شمال شرق
7	90	شمال شرق
12	65	شمال شرق

المصدر :من عمل الباحث اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية لهيئة المساحة العسكرية بالإضافة للقياسات الميدانية من الدراسة الميدانية

الملاحق

ملحق (2) درجات الحرارة خلال الفترة ما بين 1998-2014

Month / Year	Oct	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Total (mm)	المعدل السنوى متوسط المتوسطات	Average (mm)
1998	0	5.2	51.8	20.55	20	0.4	0	97.95		141.32
1999	17.7	6.8	1.5	93.92	7	12.4	2	141.32		
2000	27.5	17.6	42.8	2.3	3.9	0	0	94.1		
2001	0	0	7.85	32.7	2.8	0	0	43.35		
2002	0	0	4.2	40	30.8	34	0	109		
2003	0	14.5	36.5	33.5	6.5	0	0	91		
2004	17.4	25.4	42.7	36.5	0	0	0	122		
2005	7.6	32.9	34.2	33.5	5	0	0	113.2		
2006	1.27	16.76	28.85	51.82	11.43	3.56	0	114.55		
2007	0	8.12	202.7	21.34	15.23	8.63	2.03	263.13		
2008	13.21	0.25	14.98	69.09	29.21	7.11	2.04	137.16		
2009	6.86	29.97	12.71	2.04	40.15	17.52	0.25	109.50		
2010	5.33	0	12.69	6.1	9.91	1.02	0	87.12		
2011	0.25	59.44	63.25	24.9	21.36	6.87	5.58	185.72		
2012	3.05	21.84	19.82	36.31	13.71	10.92	0	106.67		
2013	0	4.06	61.99	46.22	0	0	0	120.39		
2014	6.1	33.26	1.02	0.76	13.2	1.53	2.04	60.96		

المصدر : بيانات من هيئة الأرصاد الجوية (بيانات غير منشورة)

الملاحق

ملحق (3) متوسطات درجات الحرارة خلال الفترة ما بين 1998-2014

Month Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des	Average (°C)
1998	14.1	14.5	14.1	18.8	20.7	23.3	25.9	28	26.2	23.3	18.5	15.2	20.3
1999	13.3	13.5	15.2	18.9	20.7	24	26	27.6	25	23	19.8	15.8	20.2
2000	12.6	13.5	15.2	18.9	20.7	24	26	26.6	25	22.2	20.1	16.3	20.1
2001	14.9	14.6	17.3	18.6	20.8	23.2	25.9	27	26.2	22.7	18.7	14.2	20.4
2002	14.8	13.6	15.5	17.5	21.2	24	26.5	26.5	26	22.9	18.9	14.6	20.3
2003	15	12.6	13.7	17.3	21.8	24.2	27.2	26.9	25.3	23.3	19.4	15	20.2
2004	12.9	14.2	16.1	17.6	20.5	23.6	26.6	26.3	24.9	23.2	19.8	15.1	20.1
2005	13	14.1	16	18	20.4	23.8	26.5	26.6	25.2	22.8	18.6	15.2	20.2
2006	13.1	14	15.9	18.7	20.3	24.3	25.9	26.9	25.6	22.3	17.7	15.3	20.1
2007	13.9	14.4	16.4	17.3	21.1	24.3	26.1	26.6	25.1	23	18.7	15.1	20.2
2008	13.8	13.6	17.9	19.3	21.5	25	26.5	26.8	26.1	22.3	19.6	15.7	20.7
2009	14.7	14.5	15.3	17.9	20.2	24.8	26.3	26.4	25.8	23.5	18.9	16.3	20.4
2010	14.9	17.2	17.4	18.9	21.2	24.2	26.2	27.1	26.4	24	20.2	15.9	21.1
2011	14.7	14.8	15.7	17.8	20.6	24.1	26.4	26.9	25.6	22.5	16.8	14.8	20.1
2012	12.6	12.7	15	19.3	21.7	24.6	27.2	27.6	25.8	24	20.5	15.7	20.6
2013	13.6	14.7	17.2	18.4	22.6	24	25.3	26.9	25.8	22.6	19.9	15	20.5
2014	14.6	15	16.7	19.2	21.8	24.2	26.1	26.9	26.2	22.7	18.8	16.3	20.7

المصدر : من عمل الباحث اعتماداً على بيانات من هيئة الأرصاد الجوية (بيانات غير منشورة)

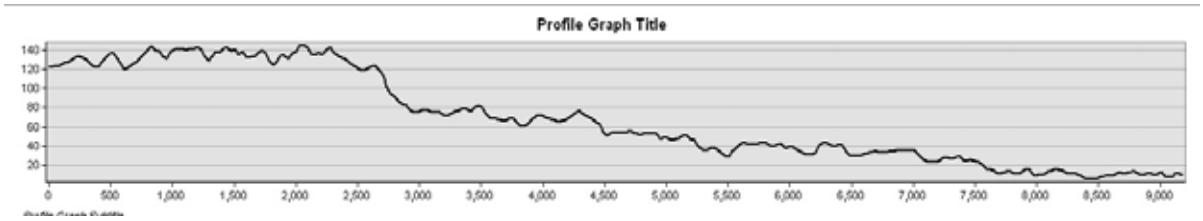
الملاحق

جدول (4) التحليل الحجمي لعينات الرواسب الشاطئية على خط الساحل فى مواقع الموانئ القديمة

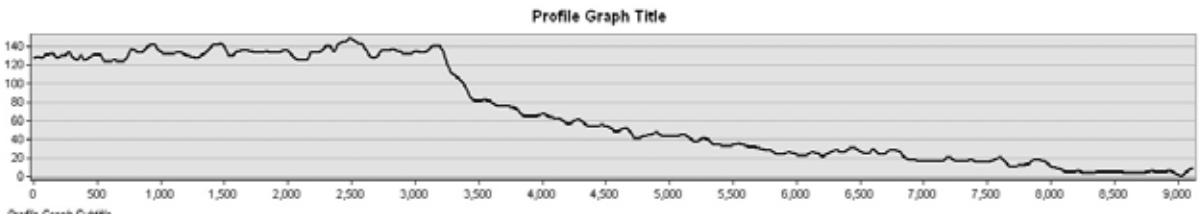
رقم العينة	وزن العينة بعد تجفيفها	ملاحظات	2 MM	1 MM	500 µM	250 µm	125 µM	0.63 µM
3	127جم	كور باجوش نقطة 1 على عمق 10 سم	-	1 جم	5 جم	95 جم	4 جم	—
4	100جم	نقطة 3 باجوش على عمق 30 سم	طحالب بحرية	1 جم	18 جم	76 جم	11 جم	—
5	108جم	نقطة 5 باجوش على عمق 50 سم	بقايا قواقع بحرية	2 جم	26 جم	77 جم	5 جم	—
6	125جم	نقطة 7 على عمق 70 سم	—	—	20 جم	85 جم	10 جم	—
7	105جم	نقطة 9 على عمق 90 سم	—	—	4 جم	77 جم	18 جم	**6 جم**
8	115جم	نقطة 11على عمق 110سم	—	—	28 جم	75 جم	9 جم	—
9	100جم	نقطة 1 فى قطاع باجوش	—	—	—	20 جم	70 جم	**10 جم**
10	108جم	نقطة 2	—	—	19 جم	82 جم	7 جم	—
11	107جم	نقطة 3	—	—	43 جم	53 جم	10 جم	—
12	101جم	نقطة 4	—	—	18 جم	71 جم	12 جم	—

المصدر : (مصطفى،2019)، والتحليل الحجمي فى المعمل التابع للجمعية الجغرافية للتغيرات البيئية

ملحق (5) القطاعات التضاريسية الخاصة بميناء زيجيس (باجوش)

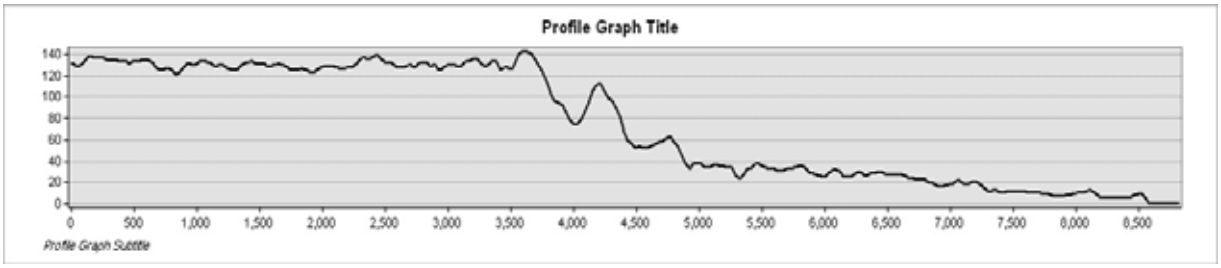


قطاع (A-A) ميناء زيجيس (باجوش)



قطاع (B-B) ميناء زيجيس (باجوش)

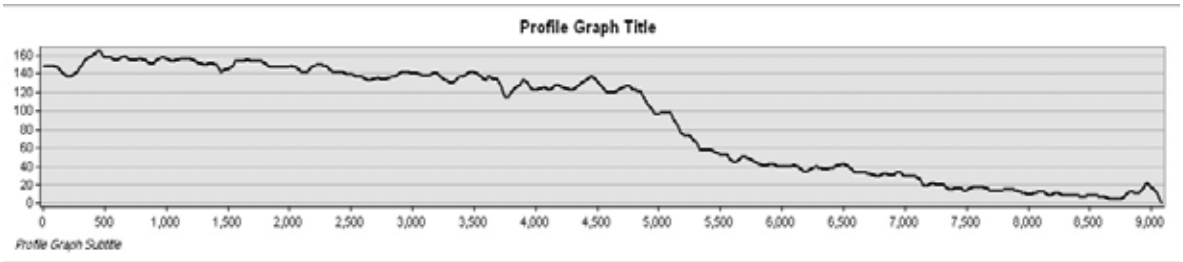
الملاحق



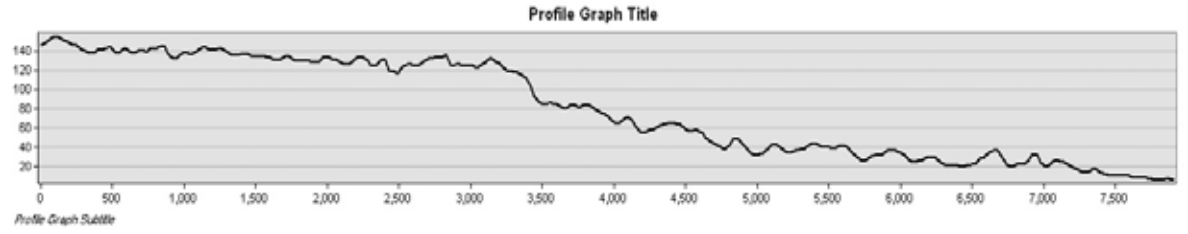
قطاع (C-C) ميناء زيجيس (باجوش)

المصدر: الدراسة الميدانية، وبرنامج ARC GIS 10.8

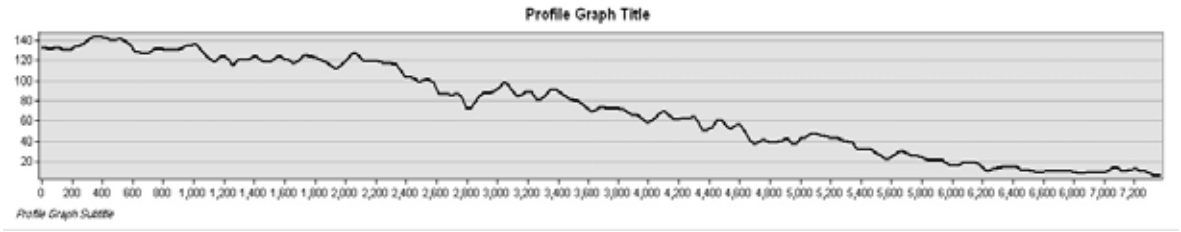
ملحق (6) القطاعات التضاريسية الخاصة بميناء كالياي (رأس حوالة)



قطاع (D-D) ميناء كالياي



قطاع (E-E) ميناء كالياي

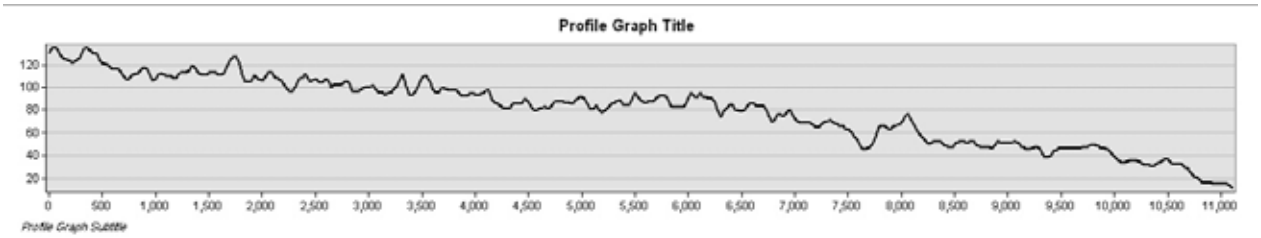


قطاع (F-F) ميناء كالياي

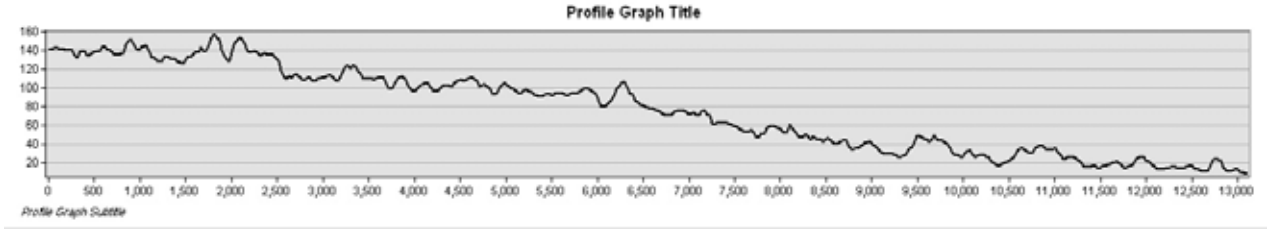
المصدر: الدراسة الميدانية، وبرنامج ARC GIS 10.8

الملاحق

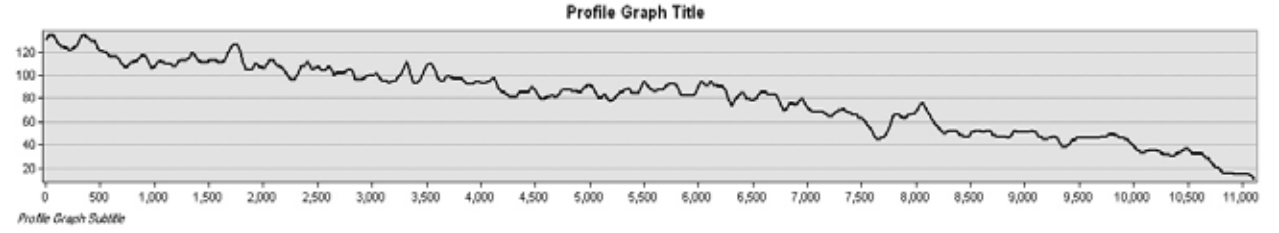
ملحق (7) القطاعات التضاريسية الخاصة بميناء جرياس جوني (الرميلة) رأس علم الروم



قطاع (G-G) ميناء جرياس جونى



قطاع (H-H) ميناء جرياس جونى



قطاع (I-I) ميناء جرياس جونى

المصدر: الدراسة الميدانية، وبرنامج ARC GIS 10.8

الملاحق

جدول (8) حساب معدلات الشقوق والفواصل حسب الإتجاهات

10 ° - 15°	20° - 25°	30° - 35°	40° - 45°	50° - 55°	60° - 65°	70° - 75°	80° - 85°	90° - 95°	100° - 105°	110° - 115°	120° - 125°	130° - 135°	140° - 145°	150° - 155°	160° - 165°	170° - 175°	180°
11	5	7	3.5	10	6	2	1.5	3.5	5.5	2	5	5			6.5	3.5	4.5
13	9	6	2	2	8.5	3.5	9	4	4	1.5	2.5	13.5			4	4	12
3	8	2.5	10	1.5	9	4	5	4	3.5	3	1.5					2.5	5
1.5	6	4	4	3.5	4	8	5	1.5	3.5	1.5	4.5					3.5	4
5	4	4	4	5	12	8	4.5	1	3.5		7						4
5	6	5	4	6	9	14	3.5	6	4.5		2.5						4
5	2.5	2.5	3	7	7	7	2.5	4	1		2.5						4
12	5	4	6	8	2	7	2	3	13								4
7	6.5	4	7.5	6			1.5	2.5	12.5								5
5	2	4	5	3			3.5	4									3.5
5.5	5	17	2.5				1	3									2.5
	4	5	7				1.5	5.5									4
	5.5	3.5	2.5	5.2	7.1875	6.6875	3.375	6									3
	5	4.5	4.692308					5									4
		8						5									5
		4						5									3
		3.5						4									
		3.5						7									
		4						4.5									
		4						4.5									
		6						2									
								2.5									
6.6363636	5.25	5.047619	4.3384615	5.2	7.1875	6.6875	1.958333	535									
								7	المصدر: من حساب الباحث اعتمادا على الدراسة الميدانية والخريطة الجيولوجية كونكو 1985								

الملاحق

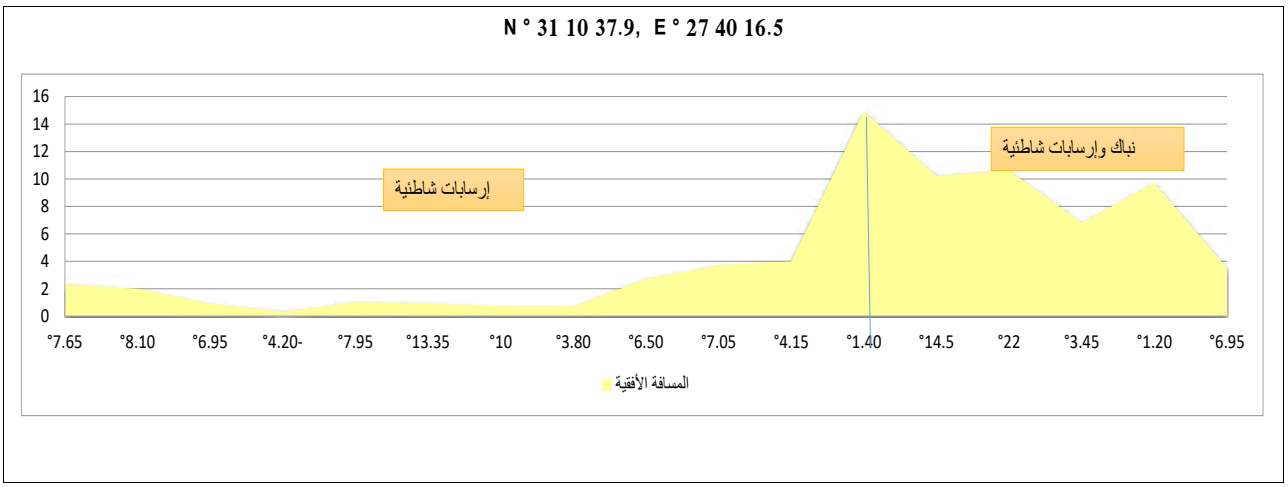
ملحق (9) قطاع تضاريسي في ميناء زيجيس (باجوش)

رقم القطاع	المسافة الأفقية	الإنحدار	الأحداثيات	التوجيه	الظواهر والتكوينات
1	2.3	°7.65	N ° 31 10 37.9	° 56 ش . ق	نباك + أرسابات رملية
باجوش	2	°8.10	E ° 27 40 16.5		عينة 1
	0.9	°6.95	10 m		
	0.3	°4.20-			إرسابات رملية + رياح
	1	°7.95			
	0.9	°13.35			
	0.7	°10	N ° 31 10 38.2		عينة 2
	0.7	°3.80	E ° 27 40 16.2		
	2.7	°6.50	5 M		
	3.7	°7.05			
	4	°4.15			
	14.9	°1.40			
	10.2	°14.5			
	10.6	°22	N ° 31 10 39.4		عينة 3 إرسابات شاطئية
	6.8	°3.45	E ° 27 40 15		6 M
	9.7	°1.20	N ° 31 10 39.7		عينة 4
	3.5	°6.95	E ° 27 40 15.0		إرسابات شاطئية 4 متر

المصدر: الدراسة الميدانية، وبرنامج Excel 2010

الملاحق

ملحق (10) تمثيل القطاع التضاريسي الطولي في ميناء زيجيس باجوش



المصدر: الدراسة الميدانية، وبرنامج Auto CAD 2013

المراجع والمصادر

المراجع والمصادر

المراجع والمصادر

أولا: المراجع :

أولا : مراجع باللغة العربية:-

1.جودة حسنين جودة ، 1976 م , معالم سطح الأرض ، قسم الجغرافيا, دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية .

2. ـــــــــــــ ، 1989 م، دراسة في علم أشكال سطح الأرض الجيومورفولوجيا ، قسم الجغرافيا ، درا المعرفة الجامعية ، الاسكندرية .

3. حسن سيد أحمد أبو العينين، 1995 م، أصول الجيومورفولوجيا ، دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض ، مؤسسة الثقافة الجامعية ، الاسكندرية .

4. خلف حسين علي الدليمي، 2005م، التضاريس الأرضية (دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية)، جامعة عمان، دار الصفاء للنشر والتوزيع .

5. داليا مصطفي على عبد الجواد, 2005 م، الأخطار المناخية في الساحل الشمالي الغربي لمصر ، جامعة القاهرة ، كليه الاداب ، قسم الجغرافيا .

6. محمد صفي الدين أبو العز، 1966، مورفولوجية الأراضي المصرية، دار النهضة العربية، القاهرة.

7. محمد مجدي تراب، 1997 م، أشكال السواحل المصورة ، منشاة المعارف ، الاسكندرية.

8. ـــــــــــــ، 2004 م , أشكال سطح الأرض ، قسم الجغرافيا ، كلية الاداب، دمنهور.

9. ـــــــــــــ، 2011م، الموسوعة الجيومورفولوجية، إصدار الجمعية المصرية للتغيرات البيئية.

10. محمد محمود عاشور، محمد مجدي تراب، جودة حسنين جودة، وآخرون، 1991م، وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الإسكندرية.

11. محمد صبري محسوب، 1986 م ، جيومورفولوجية السواحل ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة.

المراجع والمصادر

12. ـــــــــــــــــ، محمود دياب راضي, 1989 م ، العمليات الجيومورفولوجية ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، القاهرة .
13. ـــــــــــــــــ، أحمد فوزي ضاحي ، 2006م، الدراسات الميدانية والتجارب المعملية في الجيومورفولوجيا ، القاهرة .
14. محمد فريد أحمد فتحي، 1978م ، جغرافية مدينة مرسي مطروح ، جامعة الاسكندرية ، كلية الاداب ، قسم الجغرافيا.
15. مصطفى خالد عيسى، 2008م، علوم الأرض، جامعة عمان، دار الصفاء للنشر والتوزيع.
16. محمد فوزي أحمد، 1992م، مناخ الساحل الشمالي بمصر واثارة الجغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا ، كلية الاداب ، جامعة القاهرة .
17. ميسون حسن محمد خفاجي (2007) ، العواصف الرملية والترابية بمحافظتي القاهرة ومرسي مطروح و اثارها على الانشطة البشرية ، دراسة في المناخ التطبيقي ، جامعة القاهرة ، كليه الاداب ، قسم الجغرافيا.
18. وهبة حامد شلبي ، 1995 ، جيوموفولوجية رأس الحكمة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة طنطا ، كلية الاداب ، قسم الجغرافيا .
19. يسري الجوهري ، 1984 ، جغرافية البحر المتوسط ، منشأة المعارف ، الاسكندرية .

ثانيا الدوريات العلمية :

1. حسن سيد أحمد أبو العينين، 1975م ، منطقة مرسي مطروح وما يجاورها ، دراسة جيومورفولوجية ، العدد الثامن ، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية.
2. عبدالرازق بسيوني الكومي، 2021 تغير خط الشاطئ بين رأس الحكمة ورأس أم الرخم بالساحل الشمالي الغربي لمصر بإستخدام الإستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) دراسة جيومورفولوجية، مجلة بحوث الشرق الأوسط، العدد التاسع والثلاثون(الجزء الثاني)، جامعة عين شمس، مصر.
3. محمد مصطفى عبد المجيد،2001، مدن وقرى مونىء الساحل الشمالي الغربي لمصر منذ القدم وحتى الفتح العربي ، الملتقى الرابع للآثريين العرب الندوة العلمية الثالثة ،القاهرة.

المراجع والمصادر

4. يوسف عبد المجيد فايد، 1989، التغيرات المناخية الحديثة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، المحاضرات العامة للموسم الثقافي.

ثالثا: الرسائل :

1. إيناس أحمد محمود فرغلي، 2017، دور الأمواج في تشكيل خط الساحل فيما بين رأسي الضبعة والحكمة بالساحل الشمالي الغربي لمصر (دراسة جيومورفولوجية)، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية البنات، جامعة عين شمس، مصر.
2. سعيد محمود ابراهيم النجار 2005 م، الأخطار الجيومورفولوجية على ساحل مريوط فيما بين رأس علم الروم و رأس أبو لاهو ، جامعة المنوفية ، كلية الاداب ، قسم الجغرافيا .
3. سماح مصطفى صبحي مصطفى، 2019م، التقييم الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ القديمة فيما بين رأسي الغرقان وأم الرخم بالساحل الشمالي الغربي لمصر، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، كلية الأداب، جامعة دمياط.
5. كريمة سالم محمد مبارك 2001 م، الأشكال الارسابية على ساحل البحر المتوسط فيما بين رأس الغرقان وهضبة السلوم ، دراسة جيومورفولوجية ، جامعة القاهرة .
6. محمد مجدي تراب 1984 م، منطقة أم الرخم غربي مرسي مطروح فيما بين وادي أم اشطان ووادي الحاس دراسة جيومورفولوجية ، جامعة الاسكندرية ، كلية الاداب ، قسم الجغرافيا.
7. هشام مصطفى أحمد الأسمر، 1991، ، رسالة دكتوراه كلية العلوم، قسم الجيولوجيا، جامعة المنصورة، مصر.

8. Abd El MAGUID 1999 : « Les villes et ports de la côte nord-ouest de l'Ègypte de l'antiquité à l'époque arabe » , DEF , Lyon.

9. Asem Salama, 2017, Recherche sur les traces et dépôts de tsunami le long de la côte méditerranéenne de l'Egypte: Contexte sismotectonique et modélisation Active tectonics and Paleotsunami recordsof the Northern Coast of Egypt, Géophysique, Docteur de l'université de Strasbourg.

المراجع والمصادر

رابعا : مراجع باللغة الإجنبية :

1. Ball, 1942: J. Ball, « Egypt in the Classical Geographers» , Cairo.

1. Cristiano Alfonso 2012 : «Ancient coastal landscape of the marine protected area of Porto Cesareo (Lecce, Italy), International Journal of the Society for Under water Technology, Vol 30, No 4, pp 207–215.

2. Christophe Morhange**,** 2007: « Geoscience of ancient Mediterranean harbours » Earth-Science Reviews 80, 137–194.

3. ——————, 1999: M . Bourcier , J . Laborel , C. Giallanella, J.P.Goiran, L. Crimaco and L.Vecchi 1999 : «New Data on Historical Relative Sea Level Movements in Pozzuoli , phlaegrean Fields , southern Italy ,Phys .Chem . Earth (A),vol. 24,no.4,p.349-354.

4. —————— ,2001 : « mobilite littorale de quellques sites portuaires antiques de Mediterranee Marseille , pouzzoles , cumes, kition et sidon » Aix – en – provence ,mardi 19 juin 2001.

5. Donald M . Bailey, 1996: Archaeological research in Roman Egypt'' , Journal of Roman Archaeology Supplementary series number nineteen ,p. 61- 81 .

6. El Fishawi, N. M., 1994: Implications of Climatic Changes on the Coastal area of Fuka-Matruh. Institute of Coastal research, Alexandria.

7. El-Said A. AL-Sayed, Gad El-Qady, Nagy Soliman and Abeer El-Kenawy, 2016: Ground Water Exploration and Mapping the Seawater Intrusion at Matruh Area, North Coast, National Research Institute of Astronomy and Geophysics, 11722 Helwan, Cairo,Geology Department, Faculty of Science, Zagazig University, Zagazig, Egypt.

8. El Sanussi, M,Y, 1968: The Geology of water and soil resourses of Umm El Rakham area . M.Sc. Thesis, Geol, Dep. Fac. Sci. Cairo Univ.

9. El Sanussi, M. Y., Shata, A., 1969: Geomorphological and Morphological Aspect of Umm El Rakhem area. the Desert Inst. Bull., U.A.,R., Vol.19,No1, pp.31-62.
10. El Shami, I., El-Shazly, M., Shata, A., 1969: Contribution to the Geology of El Dabaa Area. the Desert Inst. Bull., U.A.,R., Vol.19, No.1,pp.63-94.

المراجع والمصادر

11. El Shazly, M. M., 1964: Geology, Pedology and Hydrology of Mersa Matruh area. Ph.D., thesis, Fac.Sci., Cairo Univ. Egypt.
12. El Shazly, M., Shata, A., 1969: Geomorphology and Pedology of Mersa Matruh Area. the Desert Inst. Bull., U.A,R., Vol .19, No.1, pp.1-29.
13. El Shazly, M., 1970: Contribution to the Geochemistry of the Ground Water in Mersa Matruh Area, the Desert Inst. Bull., Vol.20. No.2, pp. 281-300.
14. El Shazly, E. M, et al., 1980: The Geological Map of Egypt 1:1000000. the Remote Sensing Research Project of Scientific Research and Technology, Cairo.
15. El Asmar, H. A., 1993: Recognition of Diagenetic Environments of the Pleistocene Carbonate Rocks at El Hammam NW Mediterranean coast of Egypt Using Stable Isotopes and Electron Microprobe, N.Jb. Geol. Palaont. Mh, Stuttgart, pp.1-16.
16. Ferreol Salomon, Simon Keay, Nicolas Carayon, Jean-Philippe Goiran, 2016: The Development and Characteristics of Ancient Harbours—Applyingthe PADM Chart to the Case Studies of Ostia and Portus, PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0162587, p. 1-23.
17. Fourtau, 1914: R. Fourtau, «La côte de la Marmarique d'après les anciens géographes grecs», Bulletin de l'Institut d'Egypte (8), p.100-126.
18. Hamouda, A.Z., 2006: Numerical computations of 1303 tsunamigenic propagation towards 696, Alexandria, Egyptian Coast. J. Afr. Earth Sci. 44, 37e44.
19. Hamouda, A.Z., 2009: A reanalysis of the AD 365 tsunami impact along the Egyptian 698 Mediterranean coast: Acta Geophysica 58, 4, 687 ± 704, doi: 10.2478/s11600-009-0032-7.
20. Hany Mohammed Hassan El Sayed, 2013: Impacts on Egyptian Coastal zones Eastern Mediterranean Tsunami genic Earthquakes and their Geology, Ms., El Azhar University, faculty of science, geology department , Cairo, Egypt, pp.116.
21. Robert S. Hamada, 1972: THE EFFECT OF THE FIRM'S CAPITAL STRUCTURE ON THE SYSTEMATIC RISK OF COMMON STOCKS, © American Finance Association, Volume27, Issue2,
22. Shaw, B., Ambraseys, N. N., England, P.C., Floyd, M., Gorman, G.J., Higham, T.F.G., 738, Jackson, J., Nocquet, J-M., Pain, C. C., and Piggott, M. D., 2008: Eastern Mediterranean 739 tectonics and tsunami hazard inferred

المراجع والمصادر

from the AD 365 earthquake: Nature Geoscience, 740 v. 1, no. April, p. 268 ± 276, doi: 10.1038/ngeo151.

23. Karl W. Butzer 2008 : «Challenges for a cross-disciplinary geoarchaeology: The intersection between environmental history and geomorphology» Contents lists available at ,Science Direct ,p. 402 -411.

24. Majid Shah-Hosseini, Amr Saleem, Abdel-Moneim A. Mahmoud, Christophe Morhange 2015: Coastal boulder deposits attesting to large wave impacts on the Mediterranean coast of Egypt, Springer Science+Business Media Dordrecht, Nat Hazards, DOI 10.1007/s11069-016-2349-2

25. Magdy Torab, Nora Dalal, 2015: " Natural hazards mapping of mega sea waves on the NW coast of Egypt", Journal of African Earth Sciences xxx.

26. Pethic, J., 1984: An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold, London.
27. P.A. Pirazzoli , S.C.Stiros ,M .Arnold ,J . Laborel , F. Laborel- Deguen, S.Papageorgiou 1993 : «Episodic uplift deduced from Holocene shorelines in the Perachora peninsula , Corinth area , Greece » Tectonophysics 229 ,p.201-209.
28. Shams El-Din M. Shaheen, 2007: Lithostratigraphical, Petrographical and Mineralogical studies on the middle Miocene rocks, NW coastal zone, Egypt, Biology Geology Department, faculty of education, Suez Canal University, Port Said.
29. S. Z. Heneidy, 2002: Role of Indicator Range Species as Browsing Forage andEffective Nutritive Source, in Matruh Area, a Mediterranean Coastal Region, NW, Journal of Biological Sciences, Volume: 2, Issue: 2 , Page No.: 136-142.
30. Misk, R.F., 1974: Geomorphology and geology of the area between El Dabaa and Ras El Hekma (Western Mediterranean Coastal zone, Egypt), Geology Department, faculty of science, Ain Shams university.

31. Mohamed Yousif, 2014: Integration of the geomorphologic and geologic studies for water potentialities development in El Zarraqa and El Harraqa basins,East Matrouh, northwestern coast, Egypt, Saudi Society for Geosciences.

خامسا : المصادر :

1. مركز علوم البحار.
2. مركز بحوث الصحراء.
3. معهد بحوث الشواطئ .

المراجع والمصادر

4. هيئة المساحة الجيولوجية .
5. الهيئة العامة للأرصاد الجوية .
6. الهيئة العامة للإستشعار عن بعد وعلوم الفضاء .
7. القمر الصناعي Land Sat ETM 7 layers ، عام 2019.
8. هيئة المساحة العسكرية 1985، الخرائط الطبوغرافية، مقياس 1: 500000، لوحات مطروح، علم الروم، سيدي حنيش، باجوش.
9. الهيئة المصرية العامة للبترول(1986): الخريطة الجيولوجية، بمقياس رسم 1:500,000 التي تصدرها هيئة الثروة المعدنية والبترول المصرية، خريطة الساحل الشمالي الغربي (الأسكندرية) .
10. الأدميرالية البحرية البريطانية (1976): خريطة أعماق الساحل الشمالي الغربي للمنطقة المحصورة ما بين الأسكندرية إلى السلوم بمقياس رسم 1:500,000 التي أصدرتها.
11. Geological Map of Alexandria, The Egyptian Geological survey and Mining Authority, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, 1:100,000, 1986.
12. Mediterranean Sea LIBYA and EGYPT, SALUM TO ALEXANDRIA, 3356, 1862 to 1976.

الملخص

كلية الآداب والعلوم الإنسانية
قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

ملخص رسالة (الدكـــــتوراه)

إعداد الباحثة

سماح مصطفى صبحي مصطفى أبوزيد

إشراف

أ.د / محمد مجدي تراب

أ.د / عادل عبدالمنعم السعدني

تحت عنوان

البيئة القديمه للموانئ الرومانية الغارقة فيما بين رأسي أبوحشافة وعلم الروم دراسه مقارنه فى الساحل الشمالى الغربى لمصر باستخدام مخطط (PADM)

نموذج العمر الزمني (للطبقات الرسوبية القديمة) للأعماق

تناولت هذه الدراسة خمسة فصول سبقتهم مقدمة وانتهت بخاتمة، ويعقبها مجموعة من التوصيات ثم قائمة المراجع والمصادر، وذلك لدراسة البيئة القديمه للموانئ الرومانية الغارقة فيما بين رأسي أبوحشافة وعلم الروم دراسه مقارنه فى الساحل الشمالى الغربى لمصر عن طريق مخطط (PADM) وهو اختصار يعبر عن نموذج العمر الزمني (للطبقات الرسوبية القديمة) للأعماق، وذلك لعمل نموذج لاعادة استخدام أحد الموانئ بناءً على نتائجه، وهذا على النحو التالي:

- **مقدمة الرسالة:** اشتملت على التعريف بمنطقة الدراسة تحديد موقعها، وتناولت أهمية الدراسة ، وأسباب اختيار الموضوع، والمصطلحات الواردة فى الدراسة، وأهداف الدراسة، والدراسات السابقة ومنهجية الدراسة والأساليب المستخدمة من تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، بالإضافة للدراسة الميدانية، ومحتويات الدراسة.

- **الفصل الأول** : تناول **الخصائص الجغرافية الطبيعية لمنطقة الدراسة:** حيث تمثلت **جيولوجية المنطقة** فى (التركيب الجيولوجي_ البنية الجيولوجية –التاريخ الجيولوجى) ، بالإضافة إلى **مناخ المنطقة** الذي اشتمل على (درجة الحرارة – الرياح – الرطوبة– الأمطار) ، وتناول أيضا **تضاريس منطقة الدراسة** وتضمنت (تحليل الخريطة الكنتورية _ حساب معدل الإنحدار)، وتحليل الانحدار العام لمنطقة الدراسة.
- **الفصل الثانى:** تناول **الخصائص الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الغارقة بمنطقة الدراسة** وتناول شكل خط الساحل وتغيراته، والعوامل التي أدت لتغيره، وطبيعة المسطح البحرى المغمور عند كل ميناء، **كما تضمن العمليات الجيومورفولوجية وحركة المواد على المنحدرات وعوامل التعرية** المختلفة التي تغير وتشكل المنطقة من جديد، وتأثير كلا منهما على مواقع تلك الموانئ .
- **الفصل الثالث** : تناول **الخريطة الجيومورفولوجية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**، وشمل **الأشكال التكتونية النشأة** التي تنقسم لأشكال ليثولوجية، وأشكال البنية الجيولوجية، **وأشكال التجوية** وتشمل (التجوية الميكانيكية– والتجوية الكيميائية)، **وأشكال حركة المواد على المنحدرات، وأشكال النحت** كالجروف البحرية وبعض الظاهرات الجيومورفولوجية المرتبطة بها (الكهوف والحزوز البحرية – الأرصفة البحرية التحاتية) كما تناول **أشكال الأرساب** (كالشواطئ الرملية الحديثة – والخلجان والتداخلات الساحلية) واختتم **بالأشكال المتبقية** عن نشاط العمليات والعوامل الجيومورفولوجية .
- **الفصل الرابع : التطور الجيومورفولوجي لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة**، وقد تم تناول أساسيات التطور الجيومورفولوجى للبيئة القديمة للموانئ وشملت (مواقع الموانئً القديمة ومدي تأثرها بحركة الأمواج_ نوع الرواسب عند مواقع الموانى القديمة– تأثير المناخ على مواقع الموانئً القديمة_ نتائج تغير خط الساحل عند مواقع الموانى) **نتائج التطور الجيومورفولوجى للبيئة القديمة للموانئ الرومانية** التي اشتملت على (أسباب اندثار الموانئ بمنطقة الدراسة – استخدام مخطط (PADM) في الربط والمقارنة بين إمكانيات الموانئً).
- **الفصل الخامس :** تضمن**الجيومورفولوجيا التطبيقية لمواقع الموانئ الرومانية الغارقة، وشملت الاخطار الطبيعية التي تواجه مواقع الموانئ** وشملت (الحركات الأرضية الفجائية السريعة– التسونامي القديم – العواصف والنوات – تغير مستوى سطح البحر_ النحر البحري وتأثيره على رواسب المنطقة)، بالإضافة إلى **موقع الميناء المقترح لإعادة الاستخدام مرة أخرى(نتيجة نموذج ال PADM) وشمل** (أهم العوامل التي تساعد على وجود الميناء – الاستغلال الأمثل الامكانيات الطبيعية لإقامة الميناء المقترح – نموذج تطبيقي للميناء المرشح لإعادة الاستخدام)

Faculty of Arts
Department of Geography and GIs

Summary

Prepared by Researcher
Samah Moustafa Sobhi Moustafa Abo Zeid
Researcher in the PhD

Suez Canal University **Faculty of Arts and Humanities**

Supervised by

Prof. Dr. Mohammed Magdy Torab **Prof.Dr. Adel Elsadany**

Under The Title of

The ancient environment of the submerged Roman Harbours between Ras Abu Hashafa and Alam Al-Rum, a comparative study in the NW coast of Egypt By using the (PADM) diagram

Palaeoenvironmental Age Depth Model,

(Thesis Submitted for the Degree of PhD of Arts in Geography)

The present study contents five chapters preceded by an introduction followed by a conclusion and a list of references, in order to study The ancient environment of the submerged Roman Harbours between Ras Abu Hashafa and Alam Al-Rum, a comparative study in the NW coast of Egypt By using the (PADM) diagram, which is an abbreviation for Chronological age model (of ancient sedimentary layers) for depths, And reusing one of the submerged harbour contributors based on its results , and this is as follows to reach the most suitable location in terms of natural and human characteristics that helps to reuse this Harbour in recent time as follows:

- **Introduction :** To the thesis: It specifically includes an introduction to the main study, its locations, the importance of the study, the reasons for choosing this topi c, the terminology contained in the study, the objectives, previous studies, the methodology of the study and techniques which used such as the remote sensi

ng techniques and Geography information systems, in addition to the field studies, and the contents of the study.

- **The First Chapter:** Dealt with the natural geographical characteristics of the study area: the geology of the study area was represented in (geological structure - geological structure - geological history), in addition to the climate of the region, which included (temperature - wind - humidity - rain), and also the top-ography of the study area and included (analysis Contour map - calculating the slope rate), and analyzing the general slope of the study area.

- **The Second Chapter:** It dealt with the geomorphological characteristics of the sites of submerged harbours in the study area, and dealt with the shape of the coastline and its changes, the factors that led to its change, and the nature of the submerged sea surface at each harbours. It also included geomorphological processes, the movement of sediments on the slopes, the various erosion factors that change and reshape the study area, and the influence of both. From them on the locations of those harbours.

- **The Third Chapter:** It deals with the geomorphological map of the sites of submerged Roman harbours, and includes tectonic forms that are divided into lithological forms and geological structure., in order to weathering forms, including (mechanical weathering - chemical weathering), forms of movement of sediments and rocks on slopes, forms of sea cliffs, and some geomorphological phenomena associated with them (Marine caves and notches –wave cut platforms) also dealt with sedimentary forms(such as recent sandy beaches - bays and coastal entrances) and concluded with the remaining forms of the activity of geomorphological processes and factors .

- **The Fourth Chapter:** Geomorphological development of the sites of submerged Roman harbours. The basics of geomorphological development of the ancient environment of the harbours were included (the locations of the ancient harbours and affected it by wave movement - the type of sediments at the sites of the ancient harbours - the effect of climate on the sites of the ancient harbours - the results of the change in the coastline at the sites of the harbours), Results The geomorphological development of the ancient environment of Roman harbours, which included (the reasons for the extinction of harbours in the study area - using the PADM diagram for linking and comparing between the harbours capabilities).

- **The Fifth Chapter:** It included applied geomorphology for the sites of sub merged Roman harbours, and included the natural dangers which faces the harbours sites, including (sudden, rapid ground movements - paleo tsunamis - storms - sea level change - marine erosion and its impact on the region's sediments), in addition to the proposed harbour location for reuse again. In add itions to (result of the PADM chart) and included (the most important factors that help the existence of the harbour - optimal exploitation of the natural capabilities to establish the proposed harbour - an applied model of the nomina ted harbours for reusing).

سماح مصطفى صبحي مصطفى أبوزيد