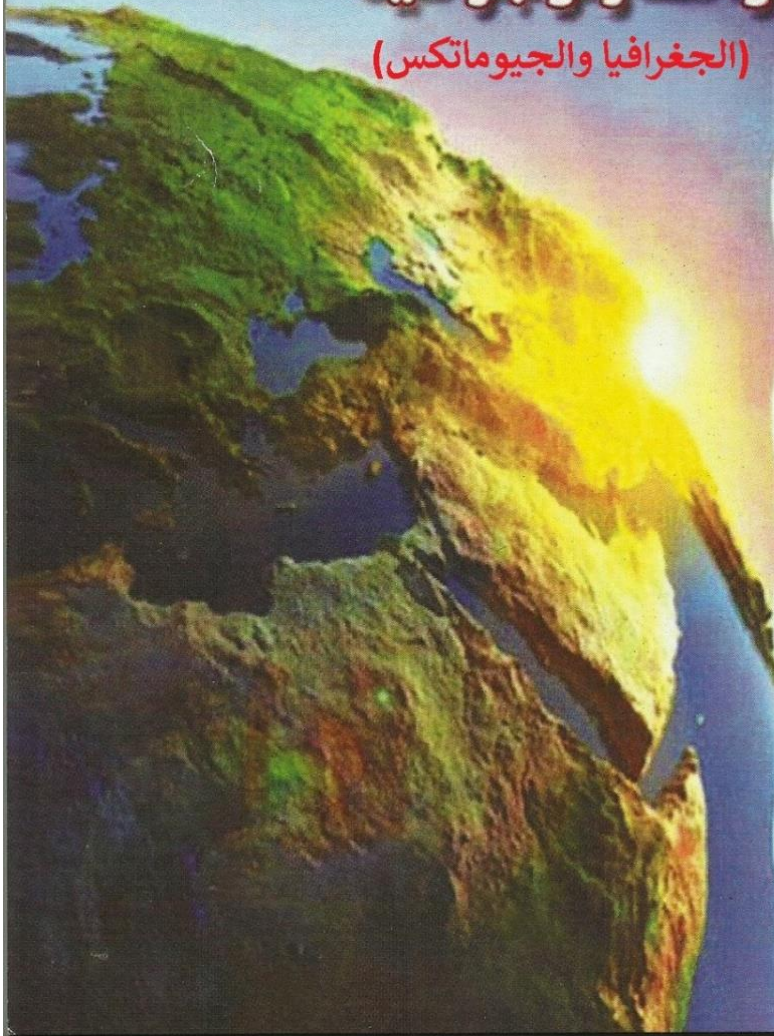




مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية (الجغرافيا والجيوماتكس)



مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية بكلية الآداب – جامعة المنوفية

مجلة علمية مُحَكَّمة

هيئة التحرير للمجلة	
رئيس التحرير	أ.د/ لطفي كمال عبده عزاز
نائب رئيس التحرير	أ.د/ إسماعيل يوسف إسماعيل
مساعد رئيس التحرير	أ.د/ عادل محمد شوايش
السادة أعضاء هيئة التحرير	أ.د/ عبد الله سيدي ولد محمد أبنو
	د/ سالم خلف بن عبد العزيز
	د/ محمد فتح الله محمد التنتيقة
	د/ طوفان سظام حسن البياتي
	د/ سهام بنت صالح سليمان العلولا
	د/ محمود فوزي محمود فرج
	د/ صابر عبد السلام أحمد محمد
سكرتير التحرير	د/ صلاح محمد صلاح دياب

موقع المجلة على بنك المعرفة المصري: <https://mkgc.journals.ekb.eg/>

الترقيم الدولي الموحد للطباعة: ٢٣٥٧-٠٠٩١
الترقيم الدولي الموحد الإلكتروني: ٢٧٣٥-٥٢٨٤

تتكون هيئة تحكيم إصدارات المجلة من السادة الأساتذة المحكمين من داخل وخارج اللجنة العلمية الدائمة لترقية الأساتذة والأساتذة المساعدين في جميع التخصصات الجغرافية

بحث:

جيومورفولوجية الكهوف البحرية في ساحل رأس سيدى برانى بالساحل الشمالى الغربى لمصر

إعداد الباحث / محمد عبد اللطيف عبد المطلب القصرأوى*

* مدرس الجغرافيا الطبيعية بالمعهد العالى للدراسات الأدبية - كنج مريوط - الاسكندرية

ملخص البحث:

تناولت الدراسة جيومورفولوجية الكهوف البحرية بساحل رأس سيدى برانى بالساحل الشمالى الغربى لمصر، وذلك من خلال دراسة العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة على نشأة وتطور الكهوف البحرية، التى من خلالها تم تقسيمها إلى قوة مهاجمة وقوة مقاومة ودراسة مدى تأثير كلاً منهما فى نشأة وتطور الكهوف البحرية، ثم تعرضت الدراسة لدراسة الخصائص المورفولوجية للكهوف البحرية بالمنطقة، والخصائص المورفومترية لها ودراسة العلاقات بين متغيراتها وجاءت العلاقة الإرتباطية بين متغيرات أبعادها جميعها إيجابية، ثم عمل عدة تصنيفات للكهوف البحرية بالمنطقة ومنها التصنيف حسب المرحلة الجيومورفولوجية الذى نتج عنه أن ٧٠,٧% من كهوف المنطقة فى المرحلة الجنينية، و ٢٩,٧٣% فى مرحلة النضج، ومن حيث التصنيف حسب التجاور بلغت نسبة الكهوف المتباعدة ١٦,١٣%، والمتقاربة ٢٩,٠٣%، والمتصلة جزئياً ٤٣,٥%، والمتصلة كلياً ١١,٢٩%، ومن حيث مواقعها على الجروف تعد كهوف التقويض السفلى هى الفئة السائدة بنسبة ٧٩,٠٣%، وكهوف أمواج العواصف مرتفعة المنسوب بنسبة ١٦,٣%، فى حين جاءت الكهوف الغارقة بنسبة ٤,٨٣%، وأوصت الدراسة بضرورة إستغلال سواحل منطقة سيدى برانى والمحافظه على ظاهراتها الطبيعية فى جذب النشاط السياحى.

الكلمات المفتاحية: الكهوف البحرية، الجروف البحرية، سيدى برانى، العمليات الجيومورفولوجية.

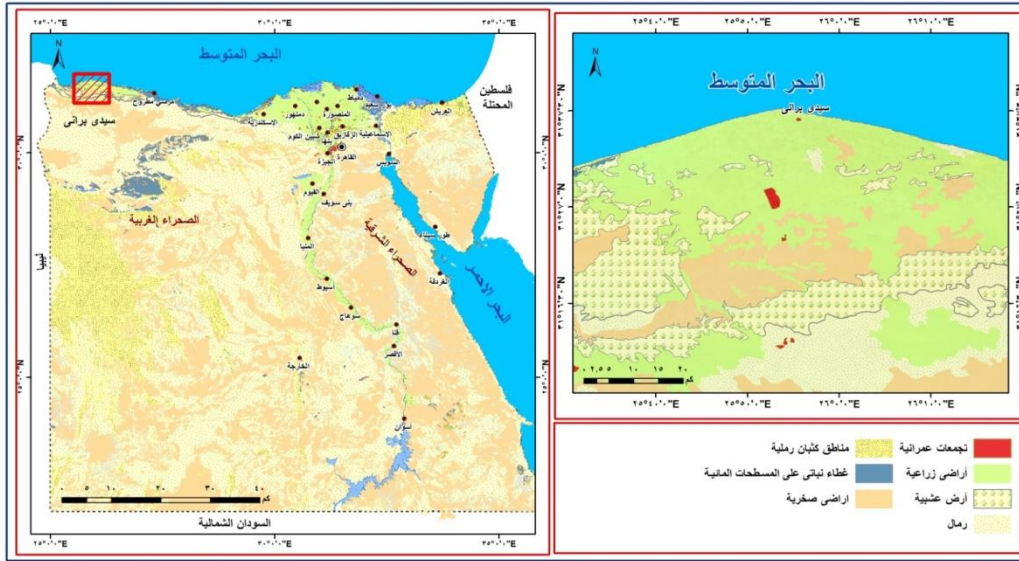
مقدمة:

تتعدد أنواع الكهوف الطبيعية تبعاً للعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي شكلتها، فنجد الكهوف الكارستية، والكهوف التكتونية، وكهوف الحمم البركانية، وكهوف الرياح، وكهوف الجليد، والكهوف البحرية، وتطورت الخمسة أنواع الأولى في تشكيلها على اليابسة، بينما الكهوف البحرية نشأت وتطورت تحت التأثير المتبادل بين العوامل القارية والعوامل البحرية، ولم تحظ دراسة الكهوف البحرية في سواحل مصر بالدراسات الجيومورفولوجية التفصيلية على غرار ما حدث في تركيا على سبيل المثال من دراسة ٨٠٠ كهف دراسة تفصيلية وإستغلال ٥٠ كهفاً منهم للمزارات السياحية (Topçu Ahmet, 2019, p14) لذلك تعد الدراسات التفصيلية للظواهرات الجيومورفولوجية الصغيرة أو الثانوية كالكهوف البحرية هاماً في إثراء المعرفة الجيومورفولوجية بها، وتقييم مدى أهمية إستغلالها من عدمة على غرار ما حدث في بلدان أخرى.

موقع منطقة الدراسة:

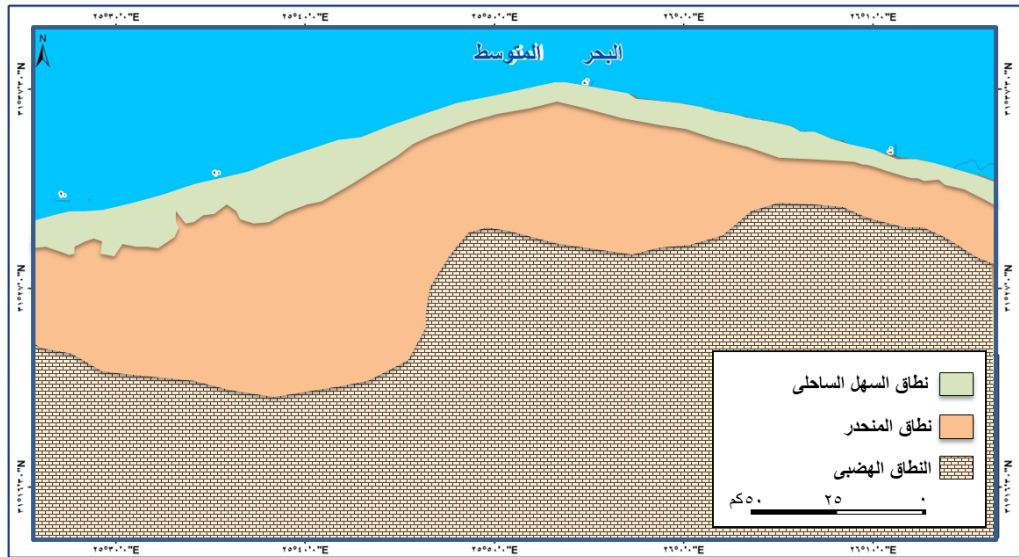
تقع رأس سيدى برانى فى الساحل الشمالى الغربى لمصر المطل على البحر المتوسط، وهى تعد من أكبر الرؤوس الأرضية فى مساحتها ضمن سلسلة من الرؤوس الأرضية الممتدة من اليابس فى البحر المتوسط، وتمتد رأس سيدى برانى بين دائرتى عرض $31^{\circ} 31' 48,02''$ إلى $31^{\circ} 37' 52,01''$ شمالاً، وبين خطى طول $25^{\circ} 33' 8,68''$ شرقاً إلى $26^{\circ} 17' 21,91''$ شرقاً، وهى عبارة عن مثلث متساوى الساقين نسبياً يمتد برأس جهة الشمال متعامدة على خط الساحل للبحر المتوسط وتتسع كلما إتجهنا جنوباً لتتشرّف بقاعدة واسعة على هضبة الدفة (مرمريكا)، ويمتد الساحل الشرقى لرأس سيدى برانى لمسافة ٤٢,٢٥ كم حتى حدود منطقة النجيلة شرقاً، بينما يمتد الجانب الغربى لها لمسافة ٣١,٤٢ كم حتى الساحل الغربى لخليج السلوم، ويتنوع الغطاء الأرضى وإستخدام الأرض عليها بين الأرضى الصخرية والكتبان الرملية والغطاء النباتى الزراعى والعشبي بالإضافة للتجمعات العمرانية (شكل - ١)، وتعد رأس سيدى برانى أكبر الرؤوس الأرضية فى الساحل الشمالى الغربى حيث تقدر مساحتها بـ ٢٨٠ كم^٢، ويمكن تقسيم سطح رأس سيدى برانى إلى ثلاثة أقسام رئيسة (شكل-٣)، (شكل- ٤) وهى من الجنوب للشمال السطح الهضبي Table Land الذى يشمل النطاق الشمالى لهضبة الدفة (مرمريكا) وهو عبارة عن سطح هضبي يتراوح إرتفاعه بين ٢٥٠ متر إلى ١٠٠ متراً ويقل بالإتجاه شمالاً نحو حافة المنحدر وينحدر سطحها بصفة عامة نحو الشمال والشمال الشرقى، ثم نطاق المنحدر Piedmont Plain ويتمثل فى سهول المنحدر الشمالى لهضبة مرمريكا وهو النطاق الإنتقالى من الهضبة للسهل الساحلى، ويتراوح إرتفاعه بين ٣٠ متر إلى ٩٠ متراً فوق مستوى سطح البحر ويتراوح عرض المنحدر بين ٢

– ٢٥ كم، ثم النطاق الساحلى Coastal Plain ويشغل شريطاً ضيقاً على البحر المتوسط أقصى إمتداد له من البحر صوب الجنوب نحو ٥ كم ويتراوح إرتفاعه بين صفر إلى ٣٠ متراً وينحدر بصفة عامة بإتجاه الشمال، ويحتوى السهل الساحلى فى منطقة الدراسة على أشكال جيومورفولوجية مختلفة على طول قطاعاته كالحافات الطولية والكثبان الرملية والمنخفضات الضحلة والجروف البحرية التى تأثرت فى نشأتها بنظام البنية المحلية فى هذا النطاق (Elshazly & Shata, 1971, p3) ويعد هذا النطاق هو النطاق الفعلى لمنطقة الدراسة الذى يتضمن الكهوف البحرية التى تتواجد على أجزاء كبيرة من قطاعاته .



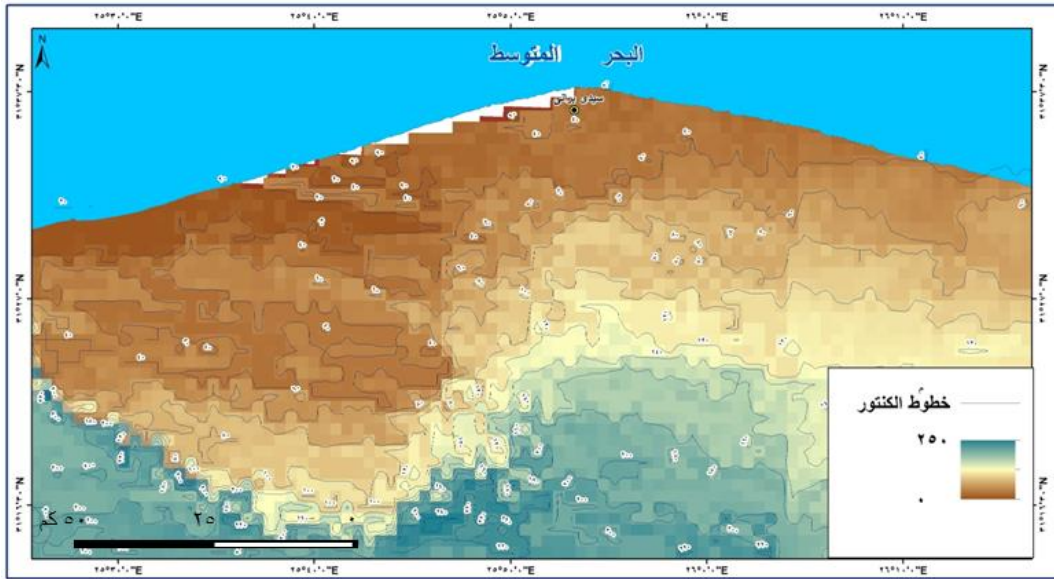
المصدر: هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة، المخطط الإستراتيجى لمحافظة مطروح، منطقة سيدى برانى

شكل (١) موقع رأس سيدى برانى وملاحظتها العامة



المصدر: DEM, SRTM, 2018, 30m

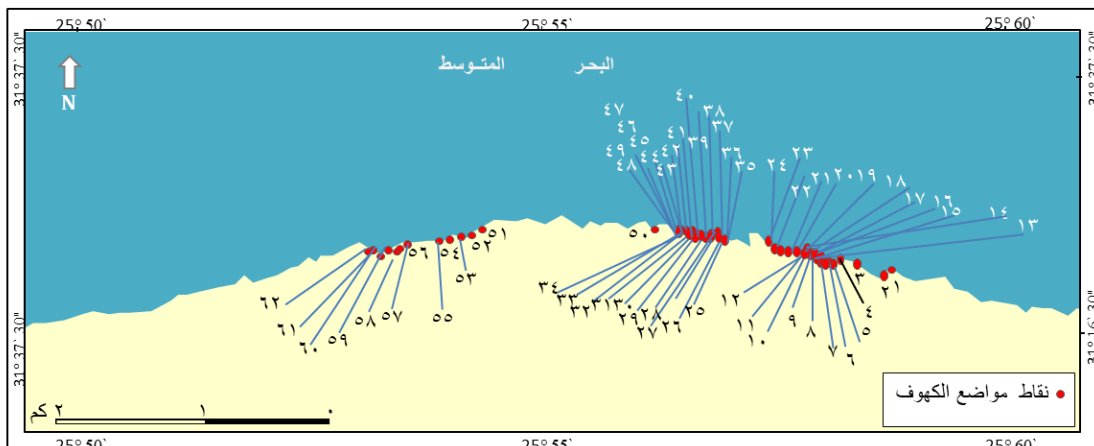
شكل (٢) أقسام السطح الرئيسية فى سيدى برانى



المصدر: DEM, SRTM, 2018, 30m

شكل (٣) نموذج الإرتفاع الرقمي لمنطقة سيدى برانى

وترتبط الكهوف البحرية إرتباطاً وثيقاً بتوزيع الجروف البحرية التي تتميز بها منطقة الدراسة وقام الباحث برصد ٦٢ كهفاً موزعة على كافة أنماط الجروف بمنطقة الدراسة (شكل - ٤)، كما يتباين توزيع الكهوف من تكوين جيولوجى لأخر حيث بلغت تكراريتها على جروف الحجر الجيري الميوسيني بالساحل الشرقى كهف لكل ٤٨ متر، فى حين قلت تكراريتها على جروف التكوينات البلايستوسينية من الحجر الجيري الأوليتى إلى كهف لكل ٨٥ متراً، وبمقارنة رأس سيدى برانى بباقي نطاقات الساحل الشمالى الغربى لمصر نجد أنها تستحوذ بمفردها على أكثر من ٥٠٪ من أعداد الكهوف البحرية بالساحل الشمالى الغربى (طارق فرج، ٢٠٠٠، ص ٢٢٩) مما يجعلها ظاهرة جيومورفولوجية تميز هذا النطاق الجغرافى فى الساحل الشمالى الغربى لمصر.



المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢، برنامج ArcGIS, 10.3, Google Earth pro

شكل (٤) نقاط توزيع مواقع الكهوف التي تم رصدها ميدانياً بمنطقة الدراسة

أهداف الدراسة:

- دراسة العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة على نشأة وتطور الكهوف البحرية.
- دراسة الخصائص المورفولوجية للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة.
- دراسة الخصائص المورفومترية للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة ، ودراسة العلاقات بين متغيراتها ، وعمل تصنيفات للكهوف بناءً على أبعادها المورفومترية.
- عمل تصنيف للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة بناءً على مرحلتها الجيومورفولوجية، وبناءً على التجاور بينها، و بناءً على مواقعها على الجروف البحرية.

مناهج الدراسة وأساليبها:

إعتمدت الدراسة على المنهج الأصولي، ومنهج تحليل النظم، بالإضافة إلى إستخدام الأساليب المختلفة مثل الأسلوب الوصفي التحليلي، والأسلوب الكمي، والأسلوب الكارتوجرافي، والأسلوب المقارن، وإستخدام برامج الحاسب الألى مثل Arc GIS 10.3, Google Earth pro, Microsoft Excel.

مصادر الدراسة:

أ- الدراسات السابقة: يمكن تقسيم الدراسات السابقة إلى:

١- دراسات جيومورفولوجية:

- ومنها دراسات جيومورفولوجية تناولت إقليم الساحل الشمالى الغربى لمصر مثل دراسة (وهبة حامد شلبى، ٢٠٠٣) وتناولت دراسة الرؤوس الأرضية فى الساحل الشمالى الغربى لمصر وتعرضت لدراسة رأس سيدى برانى، دراسة (طارق فرج خميس، ٢٠٠٠) وتناولت دراسة الجروف البحرية بالساحل الشمالى الغربى لمصر وتعرضت للكهوف البحرية ضمن الظواهر المرتبطة بالجروف البحرية، دراسة (محمد مجدى تراب، ١٩٨٤) وتناولت دراسة منطقة أم الرخم دراسة جيومورفولوجية وهى من المناطق القريبة نسبياً من شرق سيدى برانى.

- دراسات جيومورفولوجية تناولت الكهوف البحرية فى مناطق أخرى من العالم منها دراسة (Topic Ahmet, 2019) وتناولت دراسة الخصائص الجيومورفولوجية للكهوف البحرية بين إنز Enez ويولاداجى Yayladagi فى تركيا، ودراسة مركز الأبحاث البحرية التركية (TUDAV, 2019) عن الكهوف البحرية فى شرق البحر المتوسط.

٢- دراسات جيولوجية وبيئية تناولت منطقة الدراسة منها دراسة (Mohamed Yousef, et al, 2015) عن نطاقات المياه الجوفية بالساحل الشمالى الغربى وتناول فيها جيولوجية منطقة سيدى برانى، دراسة (E.S. Mohamed, 2013) وتناولت تقييم الأخطار البيئية فى الساحل الشمالى الغربى وتعرضت لدراسة الخصائص الجيولوجية والبيئية لمنطقة سيدى برانى.

ولم تتعرض أى دراسة فى مصر للكهوف البحرية كدراسة تفصيلية فى منطقة معينة، لذلك توجه الباحث لدراستها فى منطقة سيدى برانى التى تتميز جروفها بكثرة الكهوف البحرية عليها.

ب- الخرائط والمرئيات الفضائية:

- خريطة مصر الجيولوجية مقياس ١ : ٥,٠٠٠,٠٠٠، لوحة السلوم ، إنتاج شركة كونكو كورال، ١٩٨٦.

- الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠، لوحة سيدى برانى، الهيئة العامة للمساحة، ١٩٩٨.

- خرائط الهيئة العامة للتخطيط العمرانى، الخرائط الجغرافية، منطقة سيدى برانى، ٢٠٢٠.

- المرئية الفضائية الفضائية Landsat 8 OLI, 30m, 20 – 11- 2022

- نموذج الإرتفاع الرقى SRTM, 30m, 2015

ج- البيانات المناخية: <https://www.meteoblue.com>

د- العمل الميدانى: تم إجراء العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢ وتم خلاله رصد الكهوف البحرية بالمنطقة، ودراسة العوامل والعمليات المؤثرة على نشأتها وتطورها، وإجراء القياسات المورفومترية للكهوف البحرية والظواهر المرتبطة بها، وإلتقاط الصور الفوتوغرافية.

عناصر البحث:

- العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة على نشأة وتطور الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة.
 - الخصائص المورفولوجية للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة.
 - الخصائص المورفومترية للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة.
 - تصنيف الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة.
- وتم تناول عناصر البحث بالتفصيل على النحو التالى:

أولاً: العوامل والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة على نشأة وتطور الكهوف البحرية:

تعد الكهوف البحرية أحد الأشكال الجيومورفولوجية الناتجة عن تراجع الجروف البحرية، وتنشأ الكهوف البحرية عندما تستطيع الأمواج تكوين فجوات صغيرة الحجم على حافة الجروف فى مواضع الضعف الجيولوجى كضعف التكوين الصخرى أو مواضع الفواصل والإنكسارات وأسطح التطبيق، وتتسع هذه الفجوات مع الوقت بمساعدة الفعل الهيدروليكي والميكانيكي للأمواج خاصة فى أوقات العواصف (النوات) فتتسع وتأخذ شكل الأنفاق التى تضيق كلما إتجهنا للداخل، ويستمر تأثير العوامل والعمليات الجيومورفولوجية على الكهوف حتى تمر بمراحل عمرية من الجنينية للنضج إلى إنهيار الكهف.

ويمكن تقسيم العوامل والعمليات المؤثرة فى نشأة وتطور الكهوف البحرية إلى عوامل مقاومة لنشأة وتشكيل الكهوف وهى تمثل بيئة أو مكان تواجد وتطور الكهف مثل الخصائص الجيولوجية، وخصائص الجروف البحرية، وخصائص الرصيف الشاطئى، وإتجاهات خط الساحل، وعوامل وعمليات مهاجمة للعوامل المقاومة وهى التى تقوم بفعالها وهجومها عليها بتشكيل وتطور الكهوف البحرية مثل الخصائص المناخية، وخصائص حركة المياه، وعمليات التجوية، وفعل الرياح، وقام الباحث بدراستها كالتالى:

أ- العوامل المقاومة:

١ - الخصائص الجيولوجية:

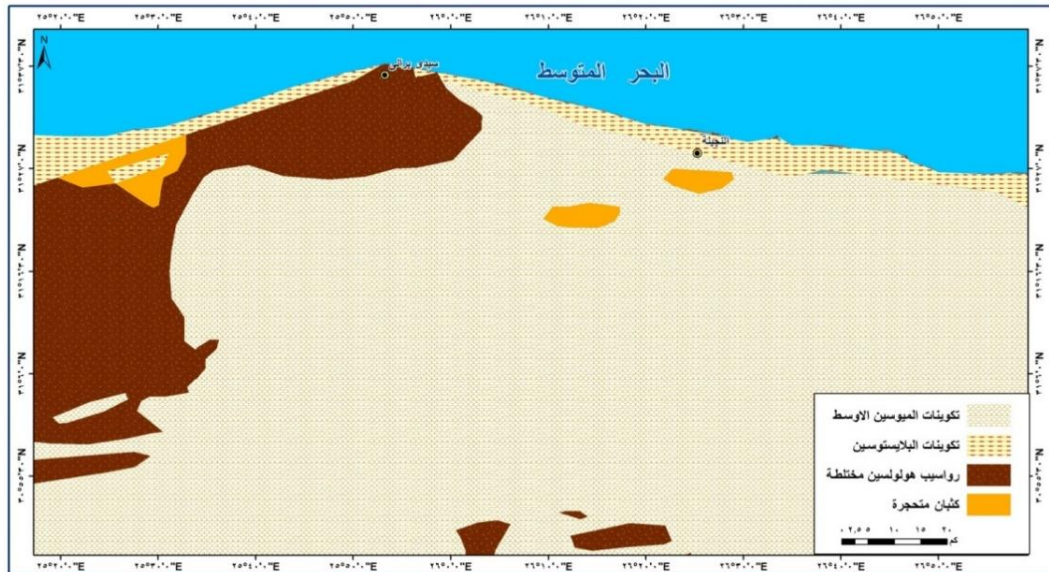
تؤثر الخصائص الجيولوجية على نشأة وتطور الكهوف البحرية حيث لابد أن تتوافر شروط معينة فيها لنشأة وتطور الكهوف ومن أهمها نقاط الضعف كأسطح الطباقية وأنظمة الصدوع والفواصل وتكوين صخرى يستطيع تحمل نشأة الكهف حتى يصل إلى مرحلة النضج دون أن ينهار، وهذا ما توافر فى قطاعات عديدة فى منطقة الدراسة، وتمت دراسة الخصائص الجيولوجية كالتالى:

- التكوينات الجيولوجية:

تقع منطقة الدراسة على رف غير مستقر Unstable Shelf يتميز بإختلاف كبير فى التتابع الإستراتيجى لطبقاته (R. Said, 1990, p142)، حيث تعد الصخور المكشوفة فى منطقة الدراسة جميعها صخور رسوبية تتراوح فى العمر من الميوسين الأوسط حتى الرباعى (شكل - ٥)، وتغطى تكوينات الميوسين الأوسط الجزء الأكبر من منطقة الدراسة التى تتمثل فى تكوين مرمريكا الذى يتكون من عضو علوى من الحجر الجيرى الأحفورى يرتكز على عضو أوسط من الطباشير أما العضو السفلى عبارة عن تتابعات بين الكربونات والطفل والمارل (Raslan, 1995, p34)، ويتغير هذا التتابع عرضياً من الحجر الجيرى الطباشيرى المارلى إلى الواجهات الرملية والطينية كلما إقترنا من الرأس الأرضى (Hammad, 1972, p191)، ويعد غنى تكوينات الميوسين الأوسط بأسطح الطباقية وكثرة أنظمة الشقوق والفواصل وصلابة صخور النسبية بيئة جيدة للأمواج المتعامدة على الساحل فى منطقة الدراسة لتشكيل الكهوف على جروفها، لذلك يلاحظ الإرتباط القوى فى توزيع الكهوف على جروف الحجر الجيرى الميوسينى حيث استطاعت أسقف وجوانب كهوفها الصمود لفترات أطول عن غيرها من التكوينات.

كما تنتشر فى منطقة الدراسة تكوينات الزمن الرابع المتمثلة فى رواسب البلايستوسين والهولوسين، حيث تنتشر رواسب البلايستوسين على نطاق واسع على طول ساحل البحر المتوسط

متمثلة بشكل رئيس في تكوين الحجر الجيري الأوليتي التي تتواجد في صورة تلال طولية موازية للساحل (Yousif & Bunzer, 2013, p1297)، أما رواسب الهولوسين فتنتشر عرضياً في رواسب مختلفة في خصائصها الليثولوجية الناتجة عن نواتج تجوية رواسب الميوسين والبلايستوسين، وتظهر بشكل أساسي في الرواسب الريحية ورواسب المراوح الفيضية، ومن الجدير بالذكر أن الكهوف المتكونة في هذه الرواسب لا تصمد طويلاً حيث سجلت العديد من الكهوف التي إنهارت أسقفها المكونة من الرواسب الفيضية سريعاً.



المصدر: خريطة مصر الجيولوجية 1 : 500,000، لوحة السلوم، إنتاج شركة كونوكورال، ١٩٨٦

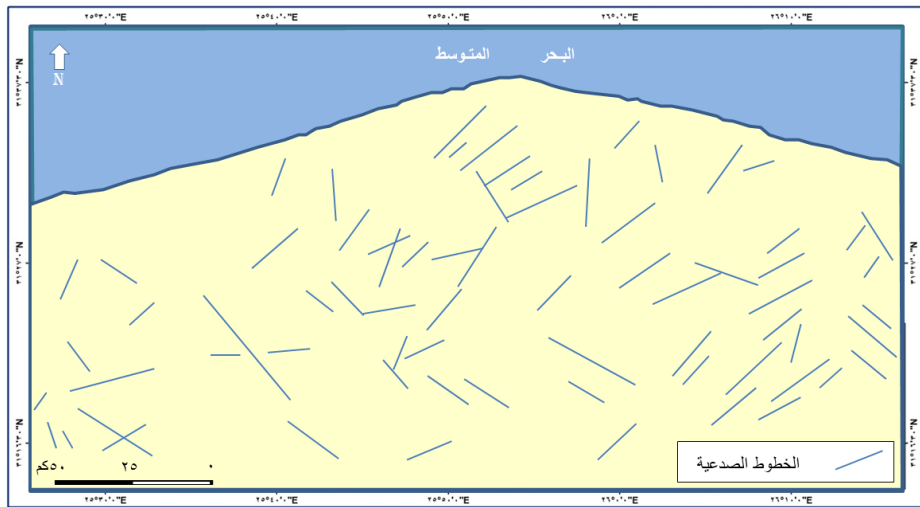
شكل (٥) التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

- البنية الجيولوجية:

ترتبط أنظمة البنية في الساحل الشمالى الغربى بالطيات والصدوع التي تشكل معظمها في أواخر الكريتاسى وأوائل الزمن الثالث (R. Said, 1962, p144) ومعظمها يأخذ إتجاهاً رئيساً من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى الذي يتوافق مع إتجاه القوس السورى (Shata, 1957, p92)، ونتيجة لهذا الإتجاه تكون الإلتواء المحذب الذي تطور إلى الرأس الأرضى البارز في البحر والذي يشكل سواحل منطقة الدراسة (Shata, 1955, p97)، وقد تشكلت بنية المنطقة نتيجة إستمرار الضغط الذي مر بمراحل متعددة بداية من الكريتاسى الأوسط مروراً بالزمن الثالث وربما إستمر إلى الزمن الرابع.

وتعد هذه الثنية المحدبة البارزة في البحر سبباً في تكون الجروف الساحلية التي كشفت واجهاتها تتابع التكوينات بأسطح تطبقها وفواصلها وصدوعها التي قامت عليها الأمواج بفعلها ونشأت عليها الكهوف، كما يتضح أن أنظمة البنية الخطية للصدوع في سيدى برانى تأخذ إتجاهين رئيسيين هما

الشمال الشرقي الجنوب الغربي، الشمال الغربي الجنوب الشرقي في تتابع يتراوح بين ٠,١٦ - ٠,٥٢ كم، وتتركز الخطوط بشكل رئيس على الجانب الشرقي لرأس لسيدى برانى (شكل - ٦).



المصدر: خريطة مصر الجيولوجية ١ : ٥٠٠٠٠٠٠، لوحة السلوم، إنتاج شركة كونوكورال، ١٩٨٦

شكل (٦) توزيع الصدوع في منطقة الدراسة

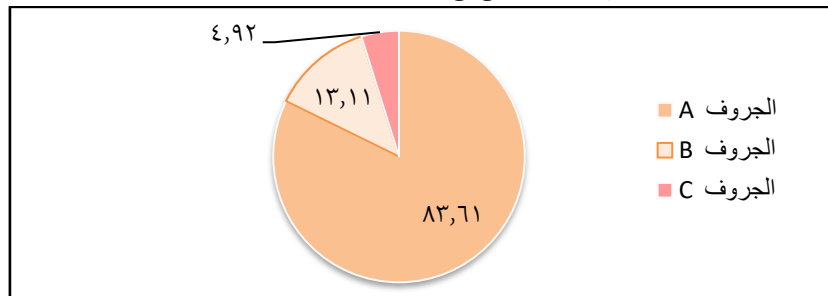
٢ - خصائص الجروف البحرية:

ترتبط الكهوف البحرية في نشأتها بالجروف البحرية التي تتعدد أنماطها في منطقة الدراسة من خلال مورفولوجيتها وعلاقتها بالأرصفت الشاطئية، ومرحل نشاطها، وقام سونامورا بتصنيف الجروف البحرية حسب مورفولوجيتها وخصائص أرسفتها الشاطئية (Sunamura, 1992)، وبناء على هذا التصنيف يمكن تصنيف الجروف البحرية في منطقة الدراسة إلى ثلاثة أنماط، (جدول - ١)، (شكل - ٧):

جدول (١) توزيع أعداد ونسب الكهوف البحرية على أنماط الجروف حسب مورفولوجيتها بمنطقة الدراسة

النسبة المئوية	عدد الكهوف	نمط الجروف
٨٣,٦١	٥١	الجروف A
١٣,١١	٨	الجروف B
٤,٩٢	٣	الجروف C
١٠٠	٦٢	المجموع

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (١)

شكل (٧) النسبة المئوية لتوزيع الكهوف البحرية على أنماط الجروف حسب مورفولوجيتها بمنطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ١)، (شكل ٧-) يتضح التالي:

- سواحل جروف A : وهى سواحل الجروف التى تتميز بوجود أرصفة شاطئية تتدرج فى إنحدارها تجاه البحر (صورة-١)، حيث يمتد رصيفها الشاطئى من قاعدة الجرف حتى قاع الشاطئ القريب، ويعد هذا النمط هو السائد فى منطقة الدراسة بطول يصل إلى ٢٩ كم بنسبة ٣٦,٦٥٪ من طول سواحل المنطقة، ويطلق على هذا النمط أسماء أخرى مثل رصيف البرى أو رصيف النحت الموجى أو مدرجات النحت الموجى، وتنتشر الكهوف البحرية على هذا النمط من الجروف حيث سجل به ٥١ كهف بنسبة ٨٣,٦١٪ من عدد الكهوف المسجلة بالمنطقة ، وذلك نتيجة لسهولة وصول الأمواج إلى قواعد هذا النمط من الجروف وإستمرار عملية التشكيل عليه.

- سواحل الجروف B : وهو نمط من السواحل الجرفية يتميز بوجود رصيف شاطئى شبة أفقى ينتهى بحافة رأسية على البحر (صورة-٢)، ويطلق على هذا النمط إسم جروف الجزر أو المصاطب البحرية أو أرصفة أمواج العواصف، ويمتد هذا النمط فى منطقة الدراسة لمسافة ١,٣٢ كم بنسبة ١,٧٦٪ من سواحل منطقة الدراسة وهو من الجروف التى تتعرض للنحت والتقويض السفلى بإستمرار، ويستمر عليه التطور الجيومورفولوجى للكهوف البحرية بصورة سريعة، وتم تسجل ٨ كهوف بحرية بنسبة ١٣,١١٪ من الكهوف المسجلة بمنطقة الدراسة.



المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٣٧ ٢٧.٤٩ ش ٣٥ ٥٥ ٤٣ ق

صورة (٢) سواحل الجروف B الساحل الشرقى
لسيدى برانى



المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٣٧ ٢٧.١٠ ش ٢٥ ٥٥ ٢٦ ق

صورة (١) سواحل الجروف A الساحل الشرقى
لسيدى برانى

- سواحل الجروف C : ويتميز هذا النمط من سواحل الجروف بأنه خالى تماماً من الأرصفة الشاطئية حيث تتحدر قواعد الجرف على البحر مباشرة (صورة- ٣)، ويسمى بسواحل الجروف الغاطسة وهو من الجروف التى تتميز منطقة سيدى برانى ، ويمتد لمسافة تصل إلى ٢ كم بنسبة ٢,٥٣٪ من السواحل الجرفية، وهو من الجروف التى يصعب جداً دراستها نظراً لصعوبة موقعها، كما تتميز بإستوائها وقلة ظاهرات النحت البحرى عليها نظراً لقلة معاول النحت من المفتتات

الصخرية التي تساعد الأمواج في عمليات النحت الميكانيكي وذلك لزيادة أعماق المياه أمام قواعدها فتغرق المواد الصخرية سريعاً في أعماق بعيدة عن نطاق حمل الأمواج لها، وتمكن الباحث من تسجيل ٣ كهوف على هذه الجروف الغارقة بنسبة ٤,٩٢٪ من كهوف منطقة الدراسة.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٠٣٧ ٠١٧ ٠٣٠ ش ٠٢٥ ٠٥٥ ٠١٦ ٠٩ ق

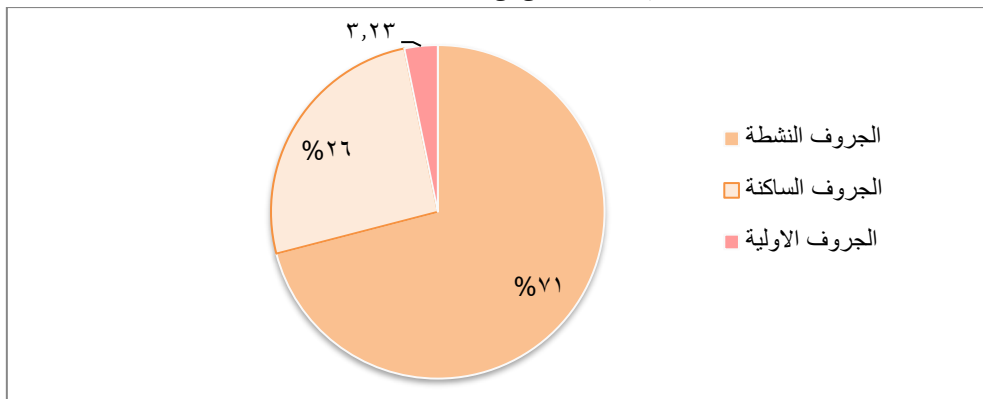
صورة (٣) سواحل الجروف C الساحل الشرقي لسيدى برانى

كما يمكن تصنيف جروف منطقة الدراسة حسب نشاطها وإستمرارية فعل الأمواج عليها إلى ثلاثة أنواع من الجروف (جدول - ٢)، (شكل - ٨):

جدول (٢) توزيع أعداد ونسب الكهوف البحرية على أنماط الجروف حسب نشاطها بمنطقة الدراسة

النسبة المئوية	عدد الكهوف	نمط الجروف
٧٠,٩٧	٤٤	الجروف النشطة
٢٥,٨١	١٦	الجروف الساكنة
٣,٢٣	٢	الجروف الاولية
١٠٠	٦٢	المجموع

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٢)

شكل (٨) النسبة المئوية لتوزيع الكهوف البحرية على أنماط الجروف حسب نشاطها في منطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ٢)، (شكل - ٨) يتضح التالي:

- الجروف النشطة: وهى الجروف التى قطعت عليها عوامل التعرية البحرية شوطاً كبيراً فى جبهة إتقائها بالبحر ويصبح التراجع عليها نشطاً جداً ويتسع رصيفها الشاطئ بإستمرار (جودة حسنين جودة، ١٩٩٦، ص٤٧)، وتنتشر عليها الكهوف البحرية النشطة بصورة كبيرة حيث تم تسجيل ٤٤ كهفاً بنسبة ٧٠,٩٧% من كهوف منطقة الدراسة (صورة - ٤)، وتمتد هذه الجروف فى منطقة الدراسة لمسافة ٣٣ كم بنسبة ٤١,٧٢% من طول ساحل منطقة الدراسة، ويتراوح إرتفاعها بين ٢,٥ - ٨,٨ متراً وتتراوح زاوية إنحدارها بين ٨٧° - ٩٠°، ويتراوح إتساع الرصيف الشاطئ لها بين صفر - ١٠ أمتار.

- الجروف الساكنة: مع زيادة تراجع الجروف وإتساع الرصيف الشاطئ تبتعد الجروف عن عوامل التشكيل البحرية ويضعف تأثيرها عليها نتيجة كثرة الحواجز الصخرية أمامها فتتكسر الأمواج على رصيفها الشاطئ الذى تغطيه طبقة رقيقة من البلاجات الرملية، وفى هذه المرحلة يكون الساحل وصل إلى مرحلة النضج (جودة حسنين جودة، ١٩٩٦، ص٤٢٤)، وتمتد هذه الجروف على الساحل لمسافة ٤,١ كم بنسبة ٥,١٨% من طول ساحل منطقة الدراسة، ويتراوح إرتفاعها بين ٢ - ٧,٥ متراً، ويتراوح إنحدارها بين ٦٥° - ٧٠°، ويتسع الرصيف الشاطئ أمامها بين ١٥ - ٥٠ متراً، وتتميز كهوف هذه الجروف بقلة نشاط فعل الأمواج عليها فلا يصل إلى معظمها إلا رزاز الأمواج، ويسود عليها فعل الإرساب والنحت الريحي ومظاهر التجوية الميكانيكية والملحية (صورة - ٥)، وتم تسجيل ١٦ كهفاً عليها بنسبة ٢٥,٨١% من الكهوف المسجلة بمنطقة الدراسة.

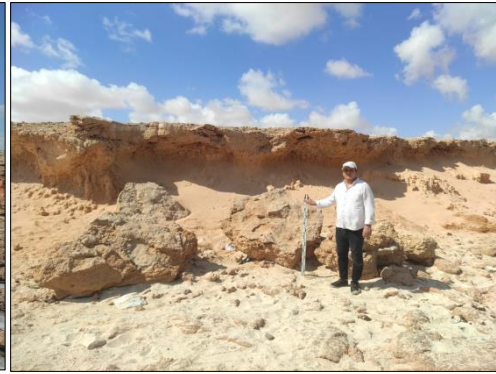
- الجروف الأولية: وهى الجروف التى يغيب عنها تماماً فعل التعرية البحرية وتسود عليها عوامل التشكيل القارى، فتزداد عليها عمليات النحت والنقل والإرساب والتجوية وفى هذه المرحلة تصل الجروف لمرحلة الشيخوخة (جودة حسنين جودة، ١٩٩٦، ص٤٢٦)، وتمتد هذه الجروف فى منطقة الدراسة لمسافة ١,٣ كم بنسبة ١,٦٤% من طول ساحل منطقة الدراسة، ويتراوح إرتفاعها بين ١ - ٣,٥ متر بزوايا إنحدار تتراوح بين ٥٥° - ٦٠°، وتم تسجيل كهفين عليها بنسبة ٣,٢٢% من الكهوف المسجلة بمنطقة الدراسة، وتتعرض كهوف هذه الجروف لفعل الرياح وعوامل التجوية عليها حيث تكثر على مداخلها الرواسب الرملية وإنهارت معظم أسقفها بفعل عوامل التجوية وأصبحت تشبه الفجوات الجانبية وليست كهوفاً نموذجية.

ومن هنا يتضح التباين الكبير فى أنماط الجروف بمنطقة الدراسة سواء من حيث مورفولوجيتها أو من حيث نشاطها تبعاً لتأثير القوى البحرية والقارية عليها، وإنعكس ذلك على الكهوف البحرية عليها سواء من حيث مورفولوجيتها أو نشاطها أيضاً.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٣٧ ٤٥ ٣٣ ش ٥٢ ٢٥ ٥٣، ٢٠

صورة (٥) أحد الجروف الساكنة غرب سيدى برانى،
ويتضح إنهيار سقف أحد كهوفها



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٣٧ ٤٥ ٣٣ ش ٥٢ ٢٥ ٥٣، ٢٠

صورة (٤) أحد الجروف النشطة شرق سيدى برانى،
ويتضح أنتشار الكهوف البحرية عليها

٣ - خصائص الرصيف الشاطئ:

يؤثر مدى إتساع الرصيف الشاطئ على قوة الأمواج التي تهاجم الجروف فكلما زاد إتساع الرصيف يجعل الأمواج تفقد طاقتها قبل الوصول إلى قواعد الجروف كما في حالة الأرصفة الساكنة التي تزيد أرسفتها عن ٥٠ متر، بينما الأرصفة الضيقة التي تقترب جروفها من خط الساحل تتميز بأمواج ذات طاقة وكفاءة عالية كما في حالة الجروف النشطة، وتتراوح إتساعات الأرصفة الشاطئية في منطقة الدراسة بين ٠ - ٥٠ متراً وتتراوح الفئة الأكثر إنتشاراً ما بين ٦ - ١٥ متراً (صورة- ٦)، وتؤثر درجة إنحدار الرصيف على طاقة الأمواج فكلما قلت درجات إنحدار الرصيف واستوى سطحه كلما قل الإحتكاك وزادت طاقة وقوة الأمواج في تشكيل الكهوف، وتعد الأرصفة البحرية الأكثر إنحداراً هي الأحدث عمراً فكلما تطور الرصيف الشاطئ قل إنحداره، وتتميز معظم أرصفة سيدى برانى بزيادة إنحدارها وظهور المدرجات الصخرية عليها مما يزيد من إحتكاك الأمواج بها ويفقدها جزء من طاقتها قبل الوصول لقواعد الجروف ومداخل الكهوف، وتتراوح درجات إنحدار الأرصفة الشاطئية بالمنطقة بين ٨° - ١٧° وتتراوح الدرجات الأكثر تكراراً بي ١٢° - ١٤°.

كما تؤثر أنواع الرواسب على سطح الرصيف الشاطئ على قوة مهاجمة الأمواج للجرف فزيادة الإرسابات الرملية أمام الجروف الساكنة تمتص طاقة الأمواج وتعمل دون وصول الأمواج للكهوف، كما أن الكتل الصخرية المتساقطة على الأرصفة أمام الجروف النشطة والتي معظمها عبارة عن أسقف وجوانب الكهوف التي إنهارت وإنتشرت على سطح الرصيف تعوق وتقلل من طاقة الأمواج قبل وصولها إلى قواعد الجروف صورة (٧).



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٣٧ ٢٧.١٤ ش ٥٣ ٥٢٥ ٢٦.١١ ق
صورة (٦) قياس اتساع الرصيف الشاطئي
المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
٣١ ٣٧ ٢٧.١٤ ش ٥٣ ٥٢٥ ٢٦.١١ ق
صورة (٧) الكتل الصخرية على أرصفة الجروف النشطة
التي تقلل من طاقة الأمواج

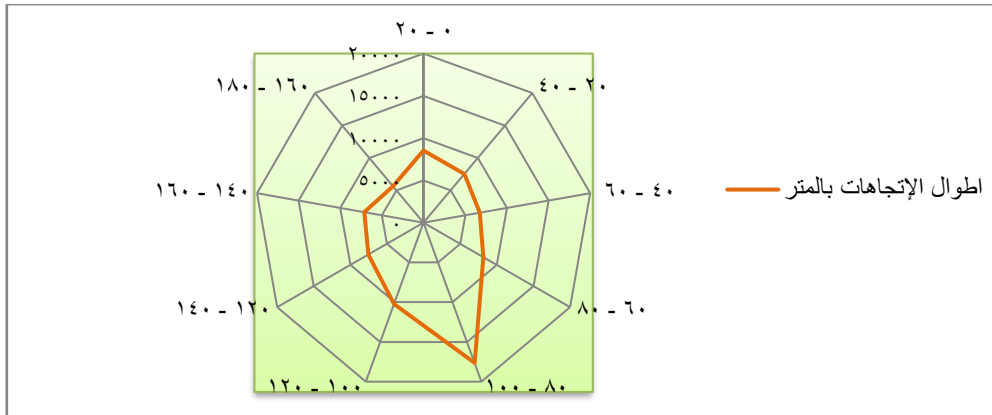
٤ - خصائص إتجاهات خط الساحل:

يؤثر إتجاه خط الساحل بصورة رئيسة في مدى مهاجمة الأمواج للجروف البحرية التي تحتوى بطبيعتها على الكهوف وبالتالي يؤثر على مدى التطور الجيومورفولوجي للكهوف، وقام الباحث بقياس إتجاهات خط الساحل من المرئية الفضائية 2022 - 11 - 20 Landsat 8 OLI, 30m, 20 وبرنامج Google Earth pro وذلك بتقسيم زوايا الإتجاهات إلى فئات بواقع ٢٠° لكل فئة.

جدول (٣) أطوال إتجاهات خط الساحل برأس سيدى برانى

زاوية الإتجاه بالدرجة	الطول بالمتر	النسبة المئوية	إتجاه مداخل الكهوف %
٢٠ - ٠	٨٥٣٢	١٠,٧٩	٣٨
٤٠ - ٢٠	٧٥٢١	٩,٥١	٢٠
٦٠ - ٤٠	٦٧٥٢	٨,٥٤	٠
٨٠ - ٦٠	٨١٥٦	١٠,٣١	٠
١٠٠ - ٨٠	١٧٦٤٢	٢٢,٣٠	٤٢
١٢٠ - ١٠٠	١٠٢٠٩	١٢,٩١	٠
١٤٠ - ١٢٠	٧٥٦٠	٩,٥٦	٠
١٦٠ - ١٤٠	٧١٢١	٩,٠٠	٠
١٨٠ - ١٦٠	٥٦١٥	٧,١٠	٠
مجموع	٧٩١٠٨	١٠٠	١٠٠

المصدر: من عمل الباحث إعتتماداً على المرئية الفضائية 2022 - 11 - 20 Landsat 8 OLI, 30m, 20 ، Google Earth Pro



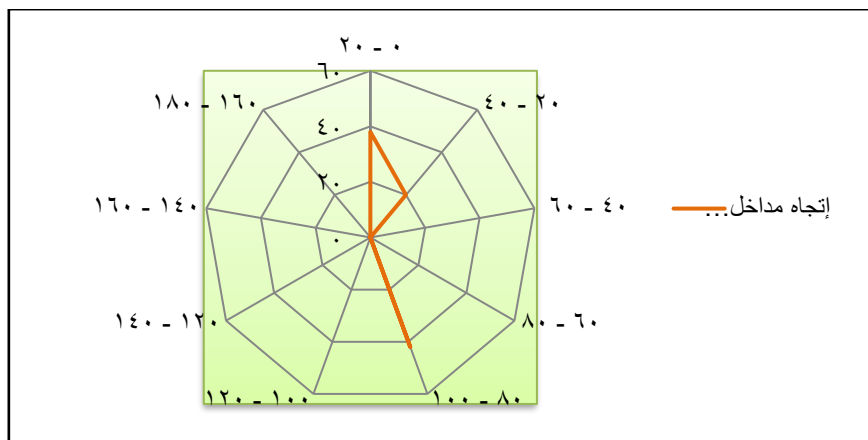
المصدر: من عمل الباحث إعتتماداً على بيانات جدول (٣)

شكل (٩) أطوال إتجاهات خط الساحل بمنطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ٣) ، و(شكل - ٩) يتضح التالي:

- بلغ إجمالي الأطوال المقاسة ٧٩١٠٨ متراً، وإستحوذت الدرجات من 0° - 100° التي تمثل الإتجاه جنوب الجنوب الشرقى - شمال الشمال الغربى على النسبة الأكبر بين الإتجاهات بمجموع أطوال ١٧٦٤٢ متراً بنسبة ٢٢,٣٠٪ وهى بذلك تتوافق بنسبة كبيرة مع إتجاهات الرياح السائدة فى منطقة الدراسة مما يوضح تأثير الرياح فى توجيه الأمواج لهذا الإتجاه وبالتالي فإن عمليات النحت البحرى هى المسئول الرئيس فى توجيه خط الساحل بالمنطقة، بينما جاء إتجاه الشمال الشرقى الجنوب الغربى الذى يمثل الإتجاه الرئيس للبنية الخطية للفواصل والإنكسارات بمجموع أطوال ٧٥٢١ متراً بنسبة ٩,٥١٪، ومعظم هذه القطاعات تمثل مصبات الأودية التى تتبع إتجاهات البنية الخطية بالمنطقة، ومعظم مصباتها جاءت فى هذا الإتجاه خاصة بالجانب الشرقى من رأس سيدى برانى، كما جاء الإتجاه الشمالى الجنوبى من صفر - ٢٠ الذى يمثل محور الطية المحدبة المكونة للرأس الأرضى لسيدى برانى بمجموع أطوال ٨٥٢٣ متراً بنسبة ١٠,٧٩٪ مما يوضح أيضاً تأثيرها فى توجيه خط الساحل.

وعن أثر ذلك فى توجيه مداخل الكهوف (شكل - ١٠) نجد أن معظم فتحات مداخل الكهوف تتبع الإتجاه الشمالى الغربى بنسبة ٤٢٪ وهو الإتجاه العام للرياح، والإتجاه الشمالى الجنوبى بنسبة ٣٨٪ وهو إتجاه الطية المكونة رأس سيدى برانى، ويدل سيادة الإتجاهين السابقين لمداخل الكهوف على أن معظم كهوف منطقة الدراسة تتبع فى نشأتها نقاط الضعف فى الأسطح الطباقية للتتابع الإستراتيجى للجروف البحرية نتيجة مهاجمة الأمواج لها، بينما الإتجاه الشمالى الشرقى الجنوب الغربى إتبعته مداخل الكهوف بنسبة ٢٠٪ وهو الإتجاه العام للبنية الخطية، مع الأخذ فى الإعتبار أن الكهوف من الداخل تغير إتجاهتها حسب إتجاه نقاط الضعف من الداخل من فواصل وإنكسارات.



المصدر: من عمل الباحث إعتتماداً على بيانات جدول (٣)

شكل (١٠) النسب المئوية لإتجاهات مداخل الكهوف بمنطقة الدراسة

وبدراسة معدل التعرج لخط الساحل في منطقة الدراسة الذي يتم الحصول عليه بقسمة الطول الحقيقي لخط لخط الساحل / الطول المحورى (المستقيم).

جدول (٤) معدل تعرج خط الساحل في منطقة الدراسة

النطاق	الطول الحقيقي م	الطول المحورى م	معدل التعرج
الساحل الشرقى للرأس	٤٦٣٠٧	٤٢٢٤٩	١,١
الساحل الغربى للرأس	٣٢٨٠١	٣١٤١٥	٠,٩٦

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٢٥٠٠٠ برنامج Arcgis 10.3، Google Earth pro. ومن تحليل (جدول - ٤) يتضح أن معدل التعرج في الساحل الشرقى لرأس سيدى برانى بلغ ١,١ بينما بلغ في الساحل الغربى لها ٠,٩٦ وقل التعرج في الساحل الغربى نتيجة زيادة إرسابات الزمن الرابع خاصة الإرسابات الرملية في قطاعات كثيرة، بينما زاد تعرج الساحل الشرقى نتيجة لكثرة الرؤوس الأرضية وتعدد مصبات الأودية الضيقة، بالإضافة للسواحل الجرفية التى إنهارت بها العديد من أسقف الكهوف وصنعت مداخل بحرية عديدة زادت من تعرج الساحل، وبدراسة مواقع الكهوف الحالية يلاحظ إرتباط وثيق بمواقع السواحل الجرفية المتعرجة ذات المداخل البحرية، كما أنها بعيدة نوعاً ما عن السواحل المتعرجة المرتبطة بمصبات الأودية نظراً لضعف التكوين حيث تنهار الجروف وتراجع سريعاً مما لا يسمح بتكون الكهوف البحرية حتى مرحلة النضج.

ب - القوى المهاجمة:

١ - الخصائص المناخية:

تؤثر عناصر المناخ تأثيراً واضحاً على العمليات الجيومورفولوجية على الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة، خاصة عمليات التجوية وثيقة الصلة بدرجات الحرارة والتباين الحرارى والرطوبة والتبخر، بالإضافة إلى دور الرياح فى نشاط وتوجيه الأمواج والمساعدة فى نحت واجهات الجروف وإرساب الرمال فى الجروف المنعزلة عن الأمواج، وتقع منطقة الدراسة فى ظروف مناخية جافة تتميز بصيف طويل حار وشتاء معتدل قليل المطر مع تبخر مرتفع ورطوبة نسبية متوسطة إلى مرتفعة (Ali, et al, 2007, p2)، وقام الباحث بدراسة العناصر المناخية بمنطقة الدراسة كالتالى:

- الحرارة:

تتباين معدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى فى منطقة الدراسة بين شهور السنة مما له من تأثير على صخور منطقة الدراسة المكونه فيها الكهوف.

ومن تحليل (جدول - ٥) و (شكل - ١١) يتضح التالى:

بلغ المعدل السنوى لدرجات الحرارة العظمى ٢٩,٩٤°م، والمعدل السنوى لدرجات الحرارة الصغرى ١٥,٥٨°م، فى حين بلغ المعدل السنوى للمدى الحرارى ١٤,٣٦°م، ويعد شهر أغسطس أكثر شهور السنة حرارة فيبلغ به معدل الحرارة العظمى ٣٨,٦°م، وشهر يناير أقلها حرارة بمعدل

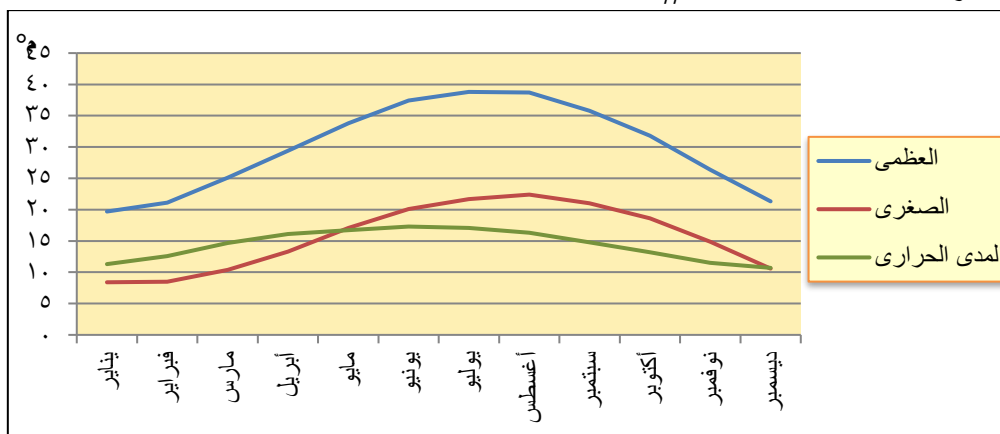
حرارة عظمى $19,8^{\circ}\text{C}$ ، ويتسم مناخ سيدى برانى بالقارية الشديدة حيث بلغ معامل القارية بها حسب تصنيف Poresof ٥٢,٥٥ (نشوة مغربي، ٢٠٢٢، ص ٢٢) مما يوضح محدودية تأثير البحر فى التقليل من درجة الحرارة العظمى بالمنطقة وبالتالي التأثير على المدى الحرارى.

جدول (٥) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى فى سيدى برانى

فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

الشهر	العظمى	الصغرى	المدى الحرارى
يناير	١٩,٧	٨,٤	١١,٣
فبراير	٢١,١	٨,٥	١٢,٦
مارس	٢٥,١	١٠,٤	١٤,٧
أبريل	٢٩,٤	١٣,٣	١٦,١
مايو	٣٣,٨	١٧,١	١٦,٧
يونيو	٣٧,٤	٢٠,١	١٧,٣
يوليو	٣٨,٨	٢١,٧	١٧,١
أغسطس	٣٨,٧	٢٢,٤	١٦,٣
سبتمبر	٣٥,٨	٢١	١٤,٨
أكتوبر	٣١,٨	١٨,٦	١٣,٢
نوفمبر	٢٦,٤	١٤,٩	١١,٥
ديسمبر	٢١,٣	١٠,٦	١٠,٧
المعدل	٢٩,٩٤	١٥,٥٨	١٤,٣٦

المصدر: <https://www.meteoblue.com>



المصدر: من عمل الباحث إعتتماداً على بيانات جدول (١)

شكل (١١) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحرارى فى سيدى برانى

فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

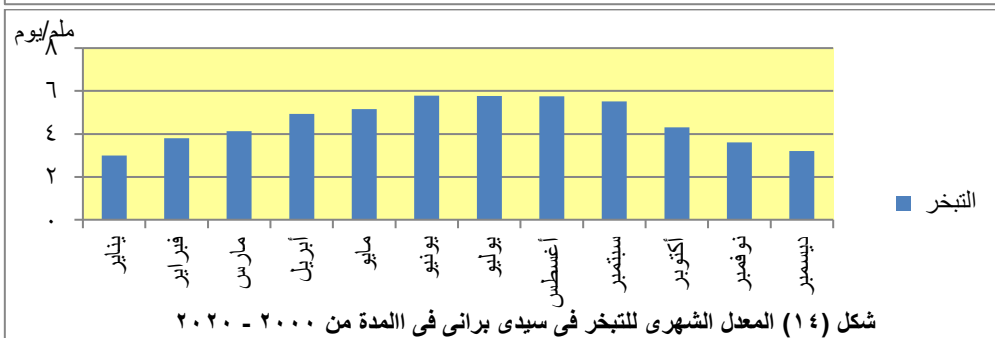
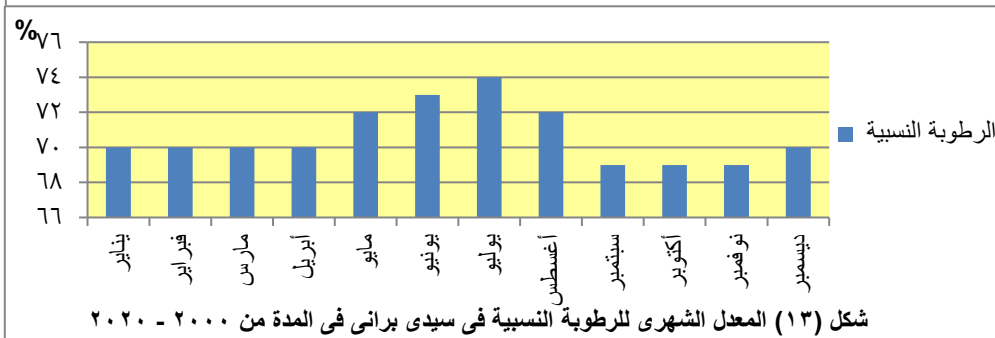
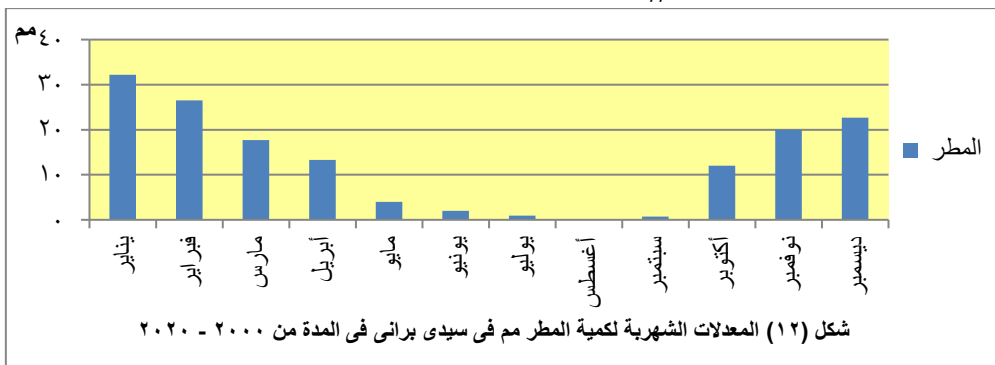
ومن تحليل (جدول - ٦)، و(شكل - ١٢، ١٣، ١٤) يتضح أن المعدل السنوى لكمية الأمطار بلغ 152 مم/سنة ويعد شهر يناير وفبراير أغزر الشهور مطراً بمعدل $32,2$ مم/سنة، $26,5$ مم/سنة على الترتيب، ويندر المطر فى شهور الصيف وينعدم تماماً فى شهر أغسطس، وتعد منطقة سيدى برانى أقل مناطق الساحل الشمالى الغربى مطراً حيث بلغ المطر فى السلوم الواقعة غربها 229 مم/سنة، وفى مطروح الواقعة شرقها $390,6$ مم/سنة (<https://www.meteoblue.com>).

جدول (٦) المعدلات الشهرية لكمية المطر، والرطوبة النسبية، والتبخر في سيدى برانى

فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

الشهر	المطر مم	الرطوبة النسبية %	التبخر ملم/يوم
يناير	٣٢,٢	٧٠	٢,٩٩
فبراير	٢٦,٥	٧٠	٣,٨
مارس	١٧,٧	٧٠	٤,١٢
أبريل	١٣,٣	٧٠	٤,٩٣
مايو	٤	٧٢	٥,١٦
يونيو	٢	٧٣	٥,٧٧
يوليو	٠,٩	٧٤	٥,٧٨
أغسطس	٠	٧٢	٥,٧٥
سبتمبر	٠,٧	٦٩	٥,٥٢
أكتوبر	١٢	٦٩	٤,٣
نوفمبر	٢٠	٦٩	٣,٦
ديسمبر	٢٢,٧	٧٠	٣,٢
مجموع المطر / معدل الرطوبة والتبخر	١٥٢	٧٠,٦٧	٤,٥

المصدر: <https://www.meteoblue.com>



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (٦)

وبلغ المعدل السنوى للرطوبة النسبية فى سيدى برانى ٧٠,٦٧% ويعد فصل الصيف الأكثر رطوبة حيث يصل معدل الرطوبة النسبية فى شهر يوليو إلى ٧٤% ويقل فى فصل الخريف إلى ٦٩%، وتعد الرطوبة العامل الأهم فى نشاط التجوية الكيميائية حيث تلعب مع الحرارة دوراً كبيراً فى زيادة فاعليتها خاصة وأن الرطوبة تزداد بصورة كبيرة داخل الكهوف مع توافر الظل مما يزيد من تأثيرها. وبلغ المعدل السنوى للتبخر فى سيدى برانى ٤,٥مم/يوم وهو معدل مرتفع يشير إلى زيادة القارية فى المنطقة (نشوة مغربى، ٢٠٢٢، ص ٢٥)، ويصل التبخر إلى أعلى معدلاته فى شهر يوليو إلى ٥,٧٨مم/يوم، وأقلها فى يناير حيث يصل إلى ٢,٩٩مم/يوم، ويساهم إرتفاع معدلات التبخر على زيادة التجفيف بعد البلل على واجهات الجروف وفى الأجزاء الخارجية من الكهوف مما يساعد على زيادة معدلات تزهير الأملاح وتبلورها داخل الشقوق فتزيد معدلات الإذابة على جوانب وأسقف الكهوف.

ومن تحليل (جدول - ٧، ٨) و (شكل - ١٥) يتضح أن تكرارية هبوب الرياح تسود الرياح الشمالية بإتجاهاتها الثلاث الغربية والشمالية الغربية والجنوبية الغربية حيث بلغت نسبتها ٤٠,٩%، وبلغ المعدل العام لسرعة الرياح ٨كم/ساعة وتبلغ أقصاها فى شهرى يناير وديسمبر بمعدل ٩,٥كم/ساعة، ٩,٢كم/ساعة على الترتيب، ويعد فعل الرياح من العمليات الهامة التى تساعد على التطور المورفولوجى للجروف البحرية، ويتوقف فعلها على مجموعة من العوامل أهمها سرعتها وإتجاهها وما تحمله من معاول للنحت، ويظهر فعل الرياح على كهوف منطقة الدراسة من خلال عمليات النحت والإرساب والتذرية، حيث تقوم الرياح بفعلها النحتى فى مداخل وجوانب كهوف الجروف الساكنة، كما أنها تتبع مواضع الضعف فى الأسطح الطباقية فى الجروف الساكنة وتصنع فيها كهوفاً ريحية تتميز بزيادة إتساعها وقلة عمقها حيث يصل متوسط إتساعها إلى المتر ومتوسط عمقها من ٤٠ - ٥٠ سم، هذا بالإضافة إلى حروز وثقوب نحت الرياح التى تظهر فى جوانب مداخل الكهوف، ويظهر فعل الرياح الإرسابى بصورة كبيرة على كهوف الجروف الساكنة التى تمثل مصائد للإرسابات الريحية فتظهر أرضيتها ممتلئة بالرواسب الرملية الريحية.

كما تقوم الرياح بتذرية نواتج التجوية فى كهوف الجروف النشطة والساكنة، حيث تظهر الثقوب والفجوات المواجهة لمنصرف الرياح خالية من الحبيبات الرملية التى تستخدمها الرياح كمعاول للنحت بعد تذريتها، وساعد مرور الرياح فى الفجوات والممرات الضيقة على زيادة سرعتها وبالتالي زيادة معدلات النحت الريحى عليها وتوسيعها والمساعدة فى زيادة الفجوات فى جوانب الكهوف. ومن هنا يتضح تأثير عناصر المناخ كعامل رئيس فى العمليات الجيومورفولوجية التى تساعد على تطور الكهوف بمنطقة الدراسة.

جدول (٧) المعدل الشهري لسرعة الرياح في سيدى برانى فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

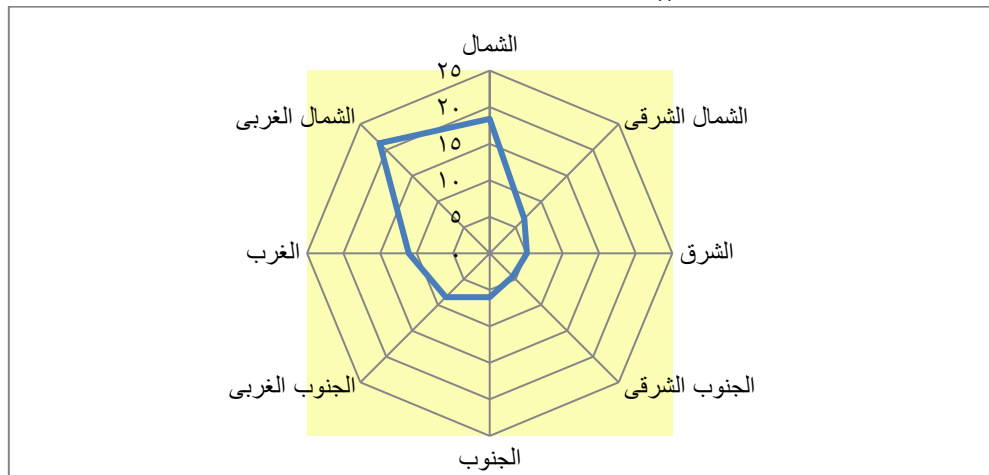
المعدل	ديسمبر	يناير	فبراير	أكتوبر	نوفمبر	أغسطس	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل
٨	٩,٢	٧,٦	٦,٩	٧,٢	٧,٦	٨,١	٧,٣	٧	٧,٩	٨,٥	٩,٤	٩,٥	السرعة كم/ساعة

المصدر: <https://www.meteoblue.com>

جدول (٨) المعدل السنوى للنسب المئوية لإتجاهات الرياح فى سيدى برانى فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

السكون	الشمال الغربى	الغرب	الجنوب الغربى	الجنوب	الجنوب الشرقى	الشرق	الشمال الشرقى	الشمال
١٦,٧	٢١,٣	١١,١	٨,٥	٦	٤,٥	٥,١	٦,٧	١٨,٤

المصدر: <https://www.meteoblue.com>



المصدر من عمل الباحث إعتماًداً على بيانات جدول (٣)

شكل (١٥) النسب المئوية لإتجاهات الرياح فى سيدى برانى فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

٢ - خصائص حركة المياه:

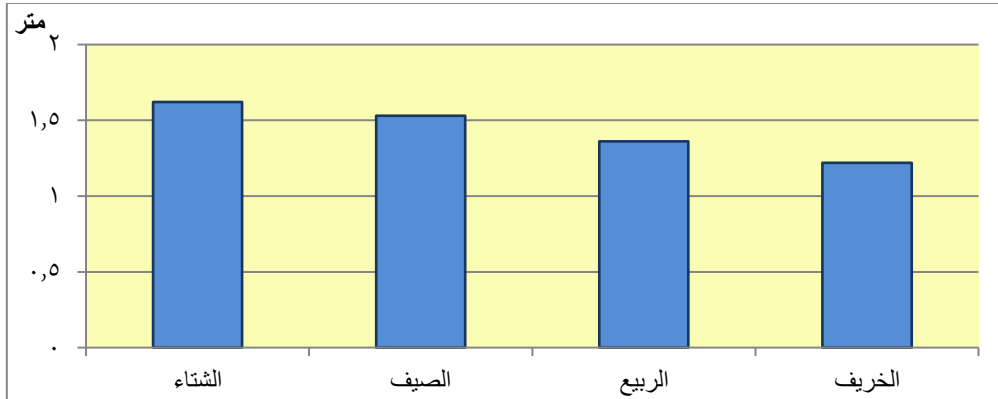
- الأمواج:

تعد الأمواج هى العامل الرئيس المسئول عن تشكيل الظواهرات الجيومورفولوجية على السواحل وخاصة الكهوف البحرية، ومن تحليل (جدول - ٨)، و (شكل - ١٦) يتضح أن المعدل السنوى لإرتفاع الأمواج بمنطقة الدراسة يبلغ ١,٤٣ متراً، وتزداد طاقة الأمواج وإرتفاعها فى فصل الشتاء وذلك لزيادة سرعة الرياح حيث بلغ معدل إرتفاعها ١,٦٢ م فمن المعروف أن العلاقة طردية بين سرعة الرياح وطاقة الأمواج، كما تتحكم الرياح بصورة كبيرة فى إتجاه الأمواج حيث تأخذ الأمواج فى منطقة الدراسة الإتجاه الشمالى الغربى بتكرارية تصل إلى ٤٠,٥% (ولاء إسماعيل، ٢٠٠٠، ص ٣٧٩)

جدول (٨) المعدل السنوي لإرتفاع الأمواج فى سيدى برانى فى المدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٢٠

المتوسط	الخريف	الربيع	الصيف	الشتاء	الفصل
١,٤٣	١,٢٢	١,٣٦	١,٥٣	١,٦٢	إرتفاع الموجه م

المصدر: <https://www.meteoblue.com>



المصدر: من عمل الباحث إعتتماداً على بيانات جدول (٨)

شكل (١٦) متوسط إرتفاع الأمواج خلال فصول السنة بمنطقة الدراسة

هذا بالإضافة إلى دور أمواج العواصف التى تنشط فى أوقات النوات التى تتكرر فى أوقات شبة ثابتة كل عام ويصل فيها إرتفاع الأمواج لمعدلات أعلى من طبيعتها حيث يتراوح إرتفاعها بين ١,٣ - ٣,١م، وتعد هذه الأمواج هى الأكثر فاعلية فى تكوين وتطور الكهوف فى المنطقة حيث تغل فى أيام قليلة قدر ما تغل الأمواج العادية فى شهور عديدة (جودة حسنين جودة، ١٩٩٦، ص٣٩٨)، كما أن أمواج العواصف هى الوحيدة التى تستطيع الوصول إلى الكهوف البعيدة وتؤثر فيها، وتستطيع أمواج العواصف تحطيم الكهوف المتهاكة وسقوط جوانبها وأسقفها لتتحول إلى حطام صخرى يدخل فى عملية البرى Attrition وتقوم الأمواج باستخدامة فى فعلها النحتى على الجروف والكهوف والأرصفة البحرية.

وتتوقف قوة فعل الأمواج على مجموعه من العوامل أهمها طاقة الأمواج وأعماق المياه وخصائص الرصيف الشاطئى، وتتوقف طاقة الأمواج على سرعة الرياح التى تهب فوقها وتقوم بدفعها وغالباً ما تكون سرعة الموجة أكثر من سرعة الرياح التى تدفعها (محمد صبرى محسوب، ١٩٩١، ص١٧) وتزداد طاقة الأمواج فى فصل الشتاء خاصة وقت النوات، كما تؤثر أعماق المياه على قوة الأمواج وكفائتها فكلما إزداد عمق المياه يساعد على عدم تكسر الموجة ووصولها بكامل طاقتها إلى قاعدة الجروف، وتزداد الأعماق فى الساحل الشمالى الغربى كلما إتجهنا غرباً (طارق فرج، ٢٠٠٠، ص٨٧) وبالتالي تزداد فاعلية الأمواج فى نحت الجروف وتشكيل الكهوف البحرية بها.

وتقوم الأمواج بفعلها الهيدروليكي والنحتى فى تشكيل الكهوف، حيث يعد الفعل الهيدروليكي من أهم أسباب تكون الكهوف لما له من علاقة بنقاط الفواصل والأسطح الطباقية فعند إصطدام الأمواج

بواجهات الجروف تحصر جيباً من الهواء المضغوط داخل فواصل الجروف وعند إرتداد الموجة يتجدد الهواء فجأة، وبتوالى عملية ضغط وتمدد الهواء داخل الفواصل وفجوات الأسطح الطباقية تتسع وتطور مع العمليات الجيومورفولوجية الأخرى إلى أن تتحول إلى كهوف، ويتركز الفعل الهيدروليكي على قواعد الجروف الغاطسة بمنطقة الدراسة التي ساعدت زيادة الأسطح الطباقية والفواصل والانكسارات على تكون الكهوف بها، كما أن الفعل الميكانيكي (النحتي) للأمواج بإستخدام معاول الهدم من حصى وجماليد ورمال يعمل على التقويض السفلى للجروف النشطة فى نقاط الضعف وتكون الكهوف عليها، وبالطبع تقوم الأمواج بفعالها النحتي مع فعالها الهيدروليكي جنباً إلى جنب خاصة فى الكهوف النشطة التى تطولها الأمواج.

وتتعدد أنواع الأمواج التى تشكل السواحل فى منطقة الدراسة منها الأمواج العمودية وهى الأمواج التى يزداد فيها عمق المياه عند قاعدة الجرف وتعتمد هذه الأمواج على الفعل الهيدروليكي فى تشكيل الكهوف نظراً لغياب معاول الهدم من المفتتات الصخرية بسبب زيادة عمق المنطقة الشاطئية وهذا ما يتم على كهوف الجروف الغارقة، وتوجد الأمواج المتقطعة وهى الأمواج التى يقل فيها عمق المياه عند قاعدة الجرف عن نطاق تكسر الموجة، ويؤثر هذا النوع على الأرصفة أمام الجروف الساكنة، كما توجد الأمواج المتكسرة وهى التى يساوى فيها عمق المياه عند قاعدة الجرف للعمق فى نطاق التكسر وهى أكثر الأمواج فاعلية فى التقويض السفلى حيث تقوم بفعالها الهيدروليكي والميكانيكي فى تشكيل الكهوف وتنشط بصورة كبيرة على كهوف الجروف النشطة خاصة التى تتميز بأرصفة شاطئية ضيقة.

كما يصل رزاز الأمواج المتكسرة على قواعد الجروف وحافات الأرصفة الشاطئية إلى مسافات تصل إلى ٧٠ متراً وبالتالي تتكون بقع مائية على جوانب وأرضية الكهوف التى تتبلور أملاحها سريعاً بفعل زيادة معدلات التبخر فى المنطقة مما يزيد من نشاط التجوية الملحية عليها.

- المد والجزر:

يعد المد والجزر من أهم العوامل البحرية التى تشكل جوانب وأرضية الكهوف البحرية، وهما حركة رأسية للمياه يزداد معها منسوب سطح البحر خلال المد High tide فيغمر أجزاء من الرصيف الشاطئى وينحسر عنها عند إنخفاض المنسوب وقت الجزر Low tide، ويتضح تأثير عمليتى المد والجزر على الكهوف التى تقع على مناسيب تطولها مياه المد فمع تبادل عمليتى البلب والجفاف لأرضية وجوانب الكهف تنشط عمليات التجوية وهى التى أطلق عليها "ديفز" التجوية بتأثير مستوى الماء (Daves, 1980, p95)، وينتمى ساحل سيدى برانى إلى نوع المد والجزر النصف يومى أى يحدث فيها على مدار اليوم مدان وجزران ويعد هذا النوع من أكثر أنواع المد

تأثيراً في عملية التجوية نتيجة تعاقب عمليتي البلل والجفاف أكثر من مره في اليوم لفترات طويلة تصل إلى ٦ ساعات، ويبلغ أقصى مد في الساحل الشمالى الغربى ٤٠سم وأدنى جزر ٢٠ سم (ولاء إسماعيل، ٢٠١٤، ص ٢٨٢) وبالتالي يصل مدى المد أى الفرق بين منسوب المياه أثناء المد ومنسوبها أثناء الجزر إلى ٢٠سم، إلا أن Ibid ذكر أنها تصل في منطقة الدراسة إلى ٤٦سم (طارق فرج، ٢٠٠٠، ص ١٤٣) وعلى أية حال فإن منطقة الدراسة حسب تصنيف Bird تعد من سواحل المد الضئيل وهى التى يقل فيها مدى المد عن ٢ متر (Bird, E., 1966, p76)، إلا أنه إذا حدث تطابق بين المد العالى وأمواج العواصف أثناء نواة الشتاء فإن الأمر يتغير كثيراً في منطقة الدراسة وهو ما يعرف بالغمر المدى، حيث يمكن أن تغمر المياه أسطح الأرصفة الشاطئية لمسافات تصل إلى ٤٠متراً وبالتالي يمكن لها أن تصل إلى بعض كهوف الجروف الساكنة وتغمر كهوف الجروف النشطة وبالتالي إتساع نطاق التجوية المائية في كهوف منطقة الدراسة.

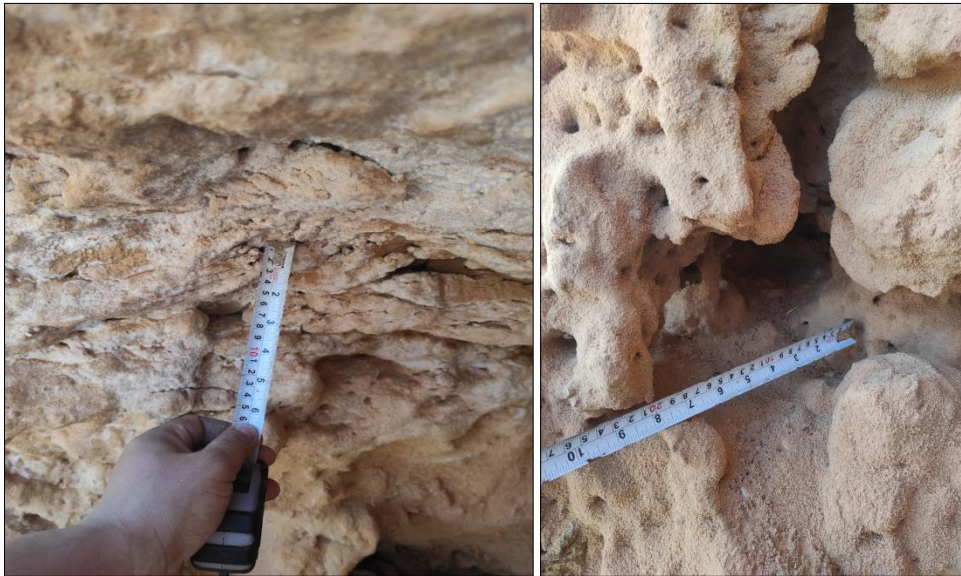
٣ - عمليات التجوية:

تؤثر عمليات التجوية بمختلف أنواعها في التطور الجيومورفولوجي للكهوف البحرية في منطقة الدراسة، حيث يتضح تأثير التجوية الكيميائية من خلال عمليات الأكسدة والكربنة والإذابة والتميؤ، فيتضح فعل عمليات الأكسدة عليها بصورة واضحة على كهوف التكوينات البلايستوسينية حيث تحتوى على الصلصال التى تعد سليكات الحديد من أهم مكوناته فتتحد مع الأكسجين بفعل الرطوبة وتتحول إلى اللون الأحمر أو البنى، وتؤدى هذه العملية إلى إضعاف الصخور نتيجة تحول بعض مكوناتها إلى مواد صخرية أخرى يسهل تحليها.

أما عمليتي الكربنة Carbonation والإذابة Solution فهما عمليتان ترتبطان ببعضهما وتعدا من أهم العمليات التى تتعرض لها صخور الكهوف في منطقة الدراسة، وترتبط هاتان العمليتان بالصخور الجيرية حيث تعمل الكربنة على تحول كربونات الكالسيوم غير القابلة للذوبان إلى بيكربونات كالسيوم قابلة للذوبان بفعل عناصر الكربون الموجودة في الغلاف الجوى، وتتأثر بها كهوف التكوينات البلايستوسينية إلا أن كهوف الحجر الجيري الميوسينى هى الأكثر تأثراً بها، ومن أهم نواتج فعل الكربنة والإذابة القشور الجيرية نتيجة إذابة بيكربونات الكالسيوم وظهورها على سطح جوانب الكهوف، ثم لا تلبس أن تجف بفعل زيادة معدلات التبخر بالمنطقة وتتحول إلى كربونات كالسيوم مره أخرى، وتزداد هذه القشور تواجداً وسمكاً على صخور كهوف الحجر الجيري الميوسينى حيث يتراوح سمكها بين ١٠ - ٢٠سم.

بالإضافة إلى فعل الإذابة بمياه البحر نجد مياه الأمطار التى تتسرب في المسام والفواصل والشقوق فتصنع تجاويف وتكهفات في جوانب الكهوف التى تتسع وتتلاحم لتشكل فتحات كبيرة في

جوانب الكهف نتيجة إذابة المواد الجيرية بها (صورة- ٨)، وتأتي الرياح لتقوم بتذرية الحبيبات الرملية المتبقية مما يساعد في زيادة الفتحات الجانبية، كما تظهر عملية التميؤ Hydration عند تكاثف بخار الماء على الاسطح الصخرية للكهوف ليلاً نتيجة إنخفاض درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تميؤ الصخور في بقع صغيرة صانعة ثقوب وحفر صغيرة الحجم وتقوم الرياح بتذرية ما بها من حبيبات لتتعمق بعد ذلك وتتراوح أقطارها ما بين ١٥ - ٢٠ سم وأعماقها بين ١٠ - ١٥ سم. كما تنشط التجوية الملحية Salt Weathering على كهوف منطقة الدراسة خاصة في الكهوف التي تتعرض للبلل والجفاف سواء بفعل الأمواج أو المد والجزر أو رزاز الأمواج، فعند تبخر المياه تتبلور الأملاح داخل المسام والفواصل والشقوق ومع مرور الوقت يزداد حجم البلورات الملحية فتشكل ضغوطاً جانبية على التكوينات الصخرية مما يؤدي إلى تفكيكها، وساعد إحتواء التكوينات الصخرية بمنطقة الدراسة على نسب عالية من الأملاح على زيادة فعل التجوية الملحية من تبلور وتزهر للأملاح على الأسطح الصخرية (صورة- ٩)، كما ساعدت زيادة قارية المنطقة وإتساع المدى الحرارى على نشاط التجوية الميكانيكية التي تتمثل أهم مظاهرها في زيادة إتساع الفواصل و الاسطح البنيوية وتطور الشقوق على جوانب وأسطح الكهوف (صورة- ١٠)



المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

كهف ٩ ٣١ ٣٧ ٢٧.٣٣ ش ٥٢٥ ٥٥ ٢٧.٧٧

صورة (٩) فعل التجوية الملحية وتزهر الأملاح على
الأسطح الصخرية للكهوف

المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

كهف ٢ ٣١ ٣٧ ٢١.١١ ش ٥٢٥ ٥٥ ٤٤.٧٠

صورة (٨) فعل الإذابة على جوانب الكهوف
بواسطة مياه البحر ومياه الأمطار

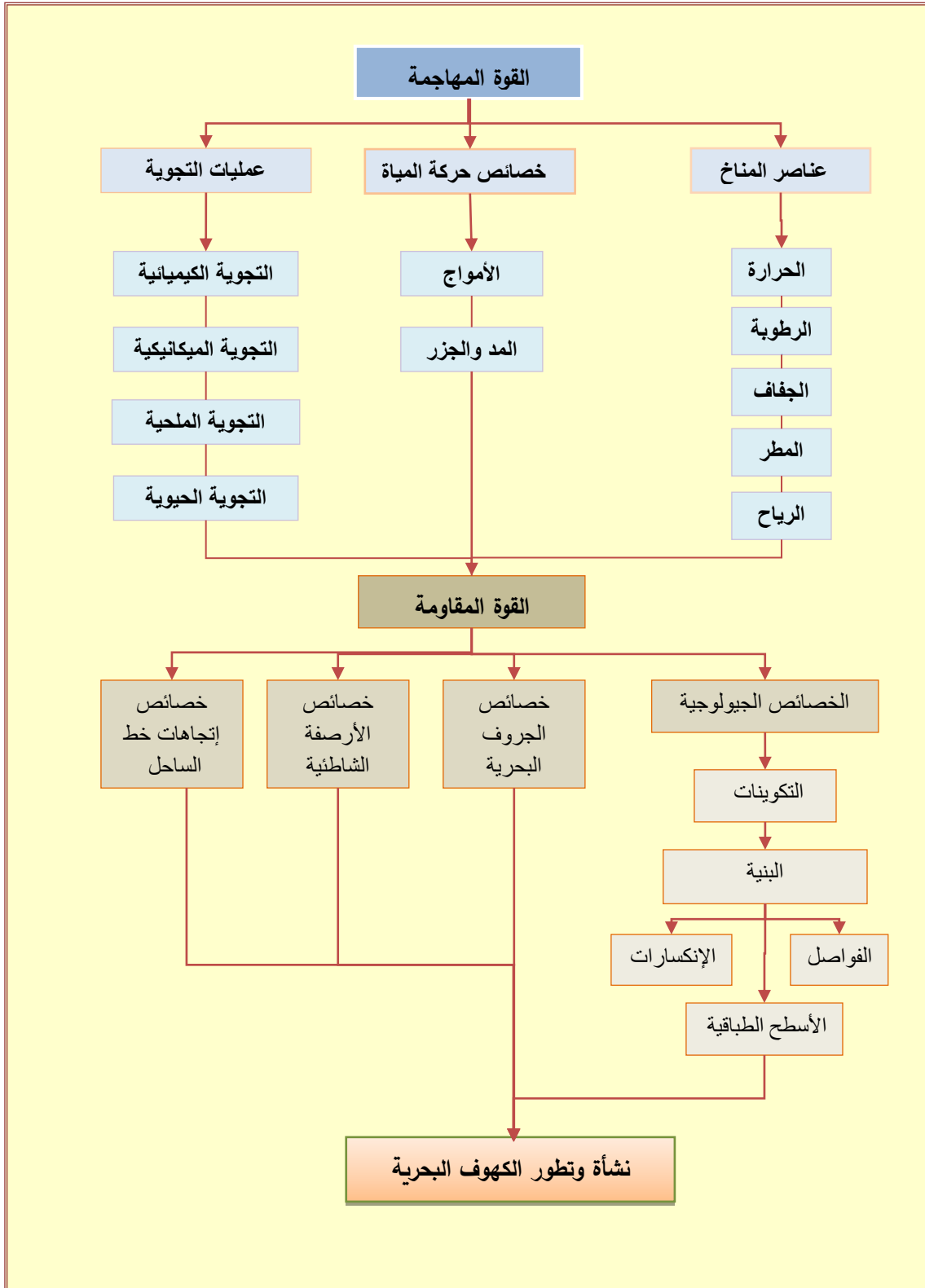
ويظهر دور التجوية الحيوية على كهوف منطقة الدراسة من خلال فعل الطحالب على الكهوف المعرضة للبلل الدائم أو بتبادل البلل والجفاف بفعل حركتى المد والجزر (صورة- ١١) حيث تقوم الطحالب بإذابة الصخور الجيرية بفعل ما تفرزه من أحماض مثل الأوكساليك والكبريتيك وتخفيضها

للأس الهيدروجيني مما يزيد من معدل الحموضة فيزداد فعلها الإذابي (أحمد السرو، ٢٠٠٨، ص٤)، ويتركز فعل الطحالب على الأجزاء السطحية للصخور وذلك لصعوبة توغلها بداخلها إلا أنها تساعد على نمو كائنات أخرى تقوم بإتلاف الصخور كالبكتريا والفطريات (محمد عبد اللطيف القصرأوى، ٢٠٢١، ص١١٠٧) ، بالإضافة إلى دور الحيوانات كالثعالب التي تستغل وجود الكهوف وتقوم بحفر أنفاق بداخلها لتستخدمها كسكن لها خاصة في كهوف التكوينات البلايستوسينية حيث تساعدها ضعف التكوينات على تسهيل عملية الحفر.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢ ٣١ ٣٧ ١١ ش ٢٥ ٥٥ ٤٤.٧٠"ق
صورة (١١) التجوية الحيوية بفعل الطحالب على
صخور الكهوف المعرضة للبلل

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٩ ٣١ ٣٧ ٣٣ ش ٢٥ ٥٥ ٢٧.٧٧"
صورة (١٠) إتساع الفواصل بفعل التجوية
الميكانيكية والكيميائية على صخور الكهوف



المصدر: من عمل الباحث

شكل (١٧) شكل تخطيطي يوضح تأثير العوامل والعمليات الجيومورفولوجية على نشأة وتطور الكهوف

ثانياً: الخصائص المورفولوجية للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة:

ويمكن تقسيم مورفولوجية الكهف الي خمسة أجزاء رئيسية وهي مدخل الكهف وقاع الكهف وأرضية الكهف، وجوانب الكهف، وسقف الكهف ولكل منهم خصائص مورفولوجيه وظاهرات مرتبطة به، وقام الباحث بدراستها كالتالي:

أ - **مدخل الكهف:** هو باب الكهف المفتوح علي حافة الجرف وهو أول الأجزاء التي تم تكوينها في الكهف وتطور من خلالها، ويمكن تقسيم مداخل الكهوف بمنطقة الدراسة تبعاً للعامل والعملية المسئولة عن تشكيلها كالتالي:

- مداخل بنيوية: وهي المداخل المرتبطة بنقطة الضعف البنيوي علي واجهة الجروف كالفواصل والصدوع أو أسطح الطباقية، وتستغل الأمواج هذه النقاط وتقوم بتوسيعها باستمرار وتتبع نقاط الضعف حتى يتم تكوين الكهف، وتختلف المداخل التي تنشأ بفعل الفواصل عن التي نشأت علي السطح الطباقية في مظهرها المورفولوجي فالأولى تأخذ الشكل الطولي خاصة اذا كانت الفواصل عمودية علي إتجاه الطبقات، أما الثانية التي تتبعت أسطح الطباقية فتأخذ الشكل العرضي ومعظم مداخل الكهوف في منطقة الدراسة تتبعت أسطح الطباقية في نشأتها (صورة- ١٢).

- مداخل نشأت بفعل الإذابة: وهي تنشأ نتيجة إذابة مياه البحر لمواقع الضعف الليثولوجي والبنيوي لصخور الجروف الغاطسة C نتيجة تعرضها لمياه البحر طول الوقت (صورة- ١٣)، كما توجد مداخل للكهوف نشأت نتيجة تعاقب الليل والجفاف علي حافة الجروف سواء في أمواج العواصف أو بفعل رزاز الأمواج وتكوين كهوف صغيرة المساحة مثل كهوف الجروف A , B .

ومن الجدير بالذكر أن جميع العمليات الجيومورفولوجية من فعل الأمواج وعمليات التجوية تساهم مجتمعة في أن واحد في توسيع مداخل الكهوف.

كما يمكن تصنيف مداخل الكهوف حسب موضعها علي حافة الجروف إلى مداخل تكونت نتيجة التقويض السفلي على الجروف وذلك بالفعل الهيدروليكي والميكانيكي للأمواج، ومداخل معلقة مرتفعة المنسوب على حافة الجروف نتيجة مهاجمة أمواج العواصف لها وتتبع مواقع الضعف البنيوي وكثيراً ما يتم إتصال مداخل التقويض السفلي مع المداخل المعلقة المرتفعة المنسوب إذا كانت تعلوها مباشرة.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٨ ٠٣١ ٠٣٧ ٠٧٠ ٣٠ ش ٠٢٥ ٠٥٥ ٠٣٢ ق
صورة (١٣) مدخل أحد الكهوف الغارقة نشأ بفعل
إذابة مياه البحر لمواقع الضعف



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٢ ٠٣١ ٠٣٧ ٠٥٢ ٣٠ ش ٠٢٥ ٠٥٥ ٠٣٠ ق
صورة (١٢) أحد مداخل الكهوف البنيوية التي
تتبع أسطح الطباقية

ب - قاع الكهف:

قاع الكهف هو أبعد جزء داخل الكهف على المستوى الأفقى من المدخل، وفي معظم الأحيان يكون قاع الكهف هو أقل أجزاء الكهف إتساعاً وإرتفاعاً، وليس بالضروري أن يقابل قاع الكهف لمدخلة في الإتجاه، فأحياناً ينحرف مسار الكهف جانبياً من الداخل متتبعاً نقاط الضعف من الفواصل والإنكسارات.

وتتنشط في قاع الكهف عمليات التجوية وخاصة الكيميائية نتيجة توافر قدر هائل من الرطوبة داخل الكهوف، كما يتأثر بالفعل الهيدروليكي للأمواج نتيجة ضغط الأمواج للهواء خاصة أمواج العواصف الشديدة فتتفصل الأجزاء التي اهلكتها عمليات التجوية من قبل وبالتالي يتسع ويتمدد القاع للداخل فيزداد معه عمق الكهف.

ج - أرضية الكهف:

تعد أرضية الكهوف إمتداداً للرصيف الصخري الشاطئى وتصبح جزءاً منة بمجرد إنهيار سقف الكهف وجوانبة فيتراجع الجرف ويتسع الرصيف الصخري، وتتميز أرضية كهوف منطقة الدراسة بالإنحدار التدريجى فى إتجاه البحر وتتباين درجات إنحدارها من كهف لآخر وهى تتراوح بين ٢-٤ درجات ويزيد الإنحدار كلما إتجهنا لقاع الكهف، كما تختلف فى إرتفاعها عن الرصيف الشاطئى من كهف لآخر فنجدها أحياناً مساوية لنفس مستوى الرصيف الشاطئى مثل معظم كهوف الرصيف A، وأحياناً تعلقو سطح الرصيف بإرتفاعات متفاوتة تصل فى بعض الكهوف الي ٤٠ سم على شكل عتبة عند مدخل الكهف، كما توجد بعض الكهوف تتخذ أرضيتها شكل المدرجات نتيجة الإختلافات الليثولوجية وميل بعض الطبقات عكس إتجاه الأمواج وتوجد فى منطقة الدراسة علي الجروف B ، وتختلف أرضية الكهوف من كهف لآخر فمعظم كهوف الحجر الجيري الميوسينى

أرضيتها صخريه تشبه الرصيف الصخري يفترشها بعض الحصى ونواتج التجوية ونواتج فعل الأمواج داخل الكهف (صورة-١٤).

وفى كهوف التكوينات البلايستوسينية تفترشها الرمال والحصى المستدير الناتج من تساقط الأسقف المكونة من تكوينات فيضية, وحتى الكهوف المنعزلة البعيدة عن تأثير الأمواج تفترش أرضيتها الرمال الناتجة عن الإرسابات الريحية.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٨ ٣١ ٣٧ ٣٩ ٢٧ ش ٥٥ ٢٥ ٢٧.٦٩ ق

صورة (١٤) أرضية صخرية لأحد الكهوف تفترشها نواتج التجوية، وطبقة رقيقة من الرمال بفعل الأمواج

ج - جوانب الكهوف:

تعد جوانب الكهوف هي الدعائم التي تحمل سقف الكهف, وتحدد أبعاد الكهف فيوسع الكهف كلما تراجعت جوانبه, وتتميز جوانب الكهف بإنحدارها الشديد علي أرضية الكهف, وتتعرض جوانب الكهف للعديد من العمليات الجيومورفولوجية خاصة في كهوف الجروف النشطة حيث تتعرض دائماً لعمليات التقويض السفلى بفعل النحت الموجي على طول قطاعها، بالإضافة لعمليات التجوية التي تنشط عليها بشدة وقت غياب أمواج العواصف خاصة في فصل الصيف, وفي حالات الجروف المتجاورة يشكل حائط صخري واحد جانبيين لكهفين متجاورين ويتم تراجع الحائط من الجانبين نتيجة لعمليات التجوية والنحت الموجي حتي تتشكل فجوة جانبية تصل بين الكهفين ويستمر التراجع حتي يتلاشى الحائط ويتصل الكهفين معاً.

د - سقف الكهف: يعد سقف الكهف هو أساس وجود الكهف وبإنهياره وسقوطه يتلاشى وجود الكهف, وتختلف إتجاهات ودرجات إنحدار أسقف الكهوف من كهف لآخر فمنهما مايتخذ الشكل الأفقي شبه المستوي ومنها ما ينحدر في إتجاه البحر, ومنها ماينحدر نحو الداخل ومنها ماينحدر صوب أحد جانبي الكهف أو كليهما، وترتبط إتجاهات الإنحدار بليثولوجية السقف ومواضع

الضعف فيه، وأحياناً يكون سقف الكهف هو أرضية لسقف آخر فوقه نشأ علي أحد الأسطح الطباقية، وفي حالات كثيرة يتصل الكهفين رأسياً بواسطة فتحات الثقوب الانفجارية أو بأنهيار سقف الكهف السفلى.

وتعد الثقوب الانفجارية أهم الظواهر الثانوية التي تنشأ على أسقف الكهوف التي ترتبط نشأتها بخطوط الضعف من الفواصل Joints خاصة الرأسية، حيث تتسع تدريجياً بواسطة فعل الأمواج الهيدروليكي علي كهوف الجروف النشطة مثل الكهوف الغارقة على جروف C ، أو بفعل أمواج العواصف علي كهوف A ومع مرور الوقت يفتح سقف الكهف على سطح الرصيف الصخري تندفع منها مياه الأمواج المتكسرة داخل الكهف ويصاحبها صوت إندفاع الهواء المضغوط داخل الكهف.

وتساهم الحفر الذوبانية أحياناً في تكوين الثقوب الانفجارية حيث مع زيادة إتساعها وتعميقها تتفتح علي سقف الكهف (طارق فرج خميس، ٢٠٠٠، ص ٢٥١) وفي هذه الحالة تتسع فتحتها عند الرصيف الصخري وتضيق كلما إتجهنا نحو سقف الكهف، أما في حالة النحت الرأسي من سقف الكهف نحو الرصيف الصخري فإنها تتسع في سقف الكهف وتضيق كلما إتجهنا لأعلى، كما توجد ثقب انفجارية في الكهوف المترابطة رأسياً تتفتح من سقف الكهف السفلى نحو أرضية السقف العلوى حيث تتسع مع الوقت وينفتح الكهفين على بعضهما رأسياً. ويمكن تقسيم الثقوب الانفجارية إلي ثلاثة أجزاء رئيسية هي فتحة الثقب الخارجية على الرصيف الصخري، وفتحة الثقب الداخلية علي سقف الكهف، وقصبة الثقب الواصلة بين الفتحين (صورة- ١٥، ١٦، ١٧)، (جدول- ٩).

جدول (٩) القياسات المورفومترية لبعض الثقوب الانفجارية على أسقف الكهوف بمنطقة الدراسة

رقم الكهف	إتساع الفتحة الداخلية للثقب سم	إتساع الفتحة الخارجية للثقب سم	طول قصبة الثقب سم	نوع الجرف
٣	٣٨	٢٠	٦٧	A
٢٧	٦٨	٥٢	١١٠	C
٢٨	٦٠	٤١	٧٥	C
٨	٣٠	٣٨	٩٠	A
١٣	٥٥	٤٢	١٣٠	A
١٦	٣٨	٢٧	٧٠	A
٢٣	٤٦	٣٥	٨٦	B
المتوسط	٤٧,٨٦	٣٦,٤٣	٨٩,٧١	
الإنحراف المعياري	١٣,٦٧	١٠,٤٧	٢٢,٩٨	
معامل الاختلاف النسبي	٢٨,٥٦	٢٨,٧٤	٢٥,٦٢	

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

ومن تحليل (جدول- ٩) لبعض قياسات الثقوب الانفجارية يتضح أن المتوسط العام لإتساع الفتحات الداخلية ٤٧,٨٦ سم بانحراف معياري ١٣,٦٧ ومعامل اختلاف ٢٨,٦٢٪، وسجلت أكثر

الفتحات إتساعاً علي كهف ٢٧ أحد الكهوف الغارقة علي جرف C بإتساع ٦٨ سم , وبلغ المتوسط العام للفتحات الخارجية ٣٦,٤٣ سم بإنحراف معياري ١٠,٤٧ ومعامل إختلاف ٢٨,٧٤٪ وكانت أكثر الفتحات علي كهف ٢٧ أيضا بإتساع ٥٢ سم, وبلغ المتوسط العام لطول قصبه الثقوب الإنفجارية ٨٩,٧١ سم بإنحراف معياري ٢٢,٩٨ ومعامل إختلاف ٢٥,٦٢٪ وكانت أطول القصبات علي كهف ١٣ أحد كهوف جروف A بطول ١٣٠ سم, ويختلف طول قصبات الثقوب حسب سمك الطبقة التي يخترقها وإتجاه القصبه سواء رأسي أو مائلاً, وكلما قل سمك الطبقة المكونة لسقف الكهف كانت الفرصة لتكوين ثقوب إنفجارية أكثر.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٨ ٣١ ٣٧ ٣٠.٧٠ ش ٢٥ ٥٥ ٦.٣٢ ق
المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢ ٣١ ٣٧ ٢١.١١ ش ٢٥ ٥٥ ٤٤.٧٠ ق
صورة (١٥) ثقب لإنفجاري لأحد الكهوف الغارقة
صورة (١٦) فتحة ثقب إنفجاري داخلية



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢ ٣١ ٣٧ ٢١.١١ ش ٢٥ ٥٥ ٤٤.٧٠ ق
صورة (١٧) قصبه أحد الثقوب الإنفجارية، القياس من داخل الكهف

ثالثاً: الخصائص المورفومترية للكهوف البحرية بمنطقة الدراسة:

تتباين الخصائص المورفومترية للكهوف وذلك حسب مدى نشاط القوة المهاجمة لها ومدى مقاومة القوة المقاومة، فالكهوف التي تتعرض لفعل الأمواج تختلف في أبعادها عن الكهوف المنعزلة التي تنشط عليها عمليات التجوية فقط، كذلك تختلف الكهوف في أبعادها حسب التكوين الجيولوجي الذي تكونت فيه من حيث كثافة الصدوع وأسطح الطباقية وقوة التكوين، فالكهوف المكونة في الحجر الجيري الميوسيني تزيد في أبعادها عن الكهوف المكونة في جروف تكوينات الزمن الرابع التي لا يتحمل ضعف تكوينها أن يستمر الكهف إلى مرحلة النضج الكامل فتتهار أسقفها سريعاً، بينما تتماسك تكوينات الحجر الجيري الميوسيني لتسمح لجوانب الكهوف أن تحمل أسقفها حتى يكتمل نضجها وشكلها النموذجي.

وقام الباحث بدراسة الأبعاد المورفومترية لـ ٣٧ كهف بنسبة ٦٠٪ من الكهوف المسجلة بمنطقة الدراسة للكهوف بمنطقة الدراسة كالتالي :

أ - العمق:

يعبر عمق الكهف عن مدى توغل وامتداد الكهف داخل الجرف في مواضع الضعف وهو نتاج فعل الأمواج الهيدروليكي والميكانيكي بالإضافة إلى فعل التجوية، ومن تحليل ملحق (١) يتضح التالي :

بلغ المتوسط العام لأعماق الكهوف بمنطقة الدراسة ٢,٦٣ متر بانحراف معياري ١,٠٦ وبلغ معامل الاختلاف النسبي ٤٤,٩٧٪ وهو يعبر عن مدى التباين الواضح في أعماق الكهوف نتيجة إختلاف مواقعها على الجروف وإختلاف التكوين الصخري الممتدة فيه.

وفي تكوين الحجر الجيري الميوسيني بلغ متوسط أعماق الكهوف على جروف A الأكثر إنتشاراً في منطقة الدراسة ٢,٦٧ متر بانحراف معياري ١,١٧ ومعامل إختلاف نسبي ٤٣,٨٢٪، ويشير معامل الإختلاف إلى التباين الواضح في أعماق الكهوف وذلك حسب موقع الكهف ومدى توافر نقاط الضعف به ومدى وصول الأمواج إليه حيث يعد الفعل الهيدروليكي و الميكانيكي للأمواج هو المسئول الأكبر عن تشكيلها، ومازال فعل الأمواج يقوم بتعميقها وقت العواصف حتى في حالة عدم وصول الأمواج إلى أبعد نقطة داخل الكهف فإن عملية ضغط الهواء داخل الكهف ثم تخلخله نتيجة تقدم وتراجع الأمواج هي العامل الرئيس المسئول عن تفكيك الصخور داخل الكهف وبالتالي تعميقه وتوسيعه (محمد متولى، ١٩٨٤، ص ٢٣٩).

وفي كهوف الجروف B بالحجر الجيري الميوسيني بلغ متوسط أعماقها ١,٧ متر بانحراف معياري ٠,٤ وبلغ معامل الإختلاف النسبي ٢٣,٥٨٪، ويقل إنتشار الجروف B في منطقة الدراسة

عن الجروف A كما ذكر سابقاً كما تقل أبعاد كهوفها نظراً لتكسير الأمواج على مصاطب الرصيف الصخري الذى يمتد أمام جروفها فتقل قوتها عن الأمواج الى تهاجم الجروف A، وفى الكهوف البحرية الغارقة على جروف C التى يستمر عليها فعل الأمواج بلغ المتوسط العام لعمق الكهوف ٣,٤٢ متر بإنحراف معيارى ٠,٢٥ وبلغ معامل الإختلاف لها ٧,٢٪، ويصعب جداً دراسة كهوف الجروف الغارقة لذلك تم دراسة كهفين فى متناول الباحث، وما زال فعل التعميق مستمر على هذه الكهوف التى تعتمد فيه الأمواج على الفعل الهيدروليكي فى مهاجمة الكهوف.

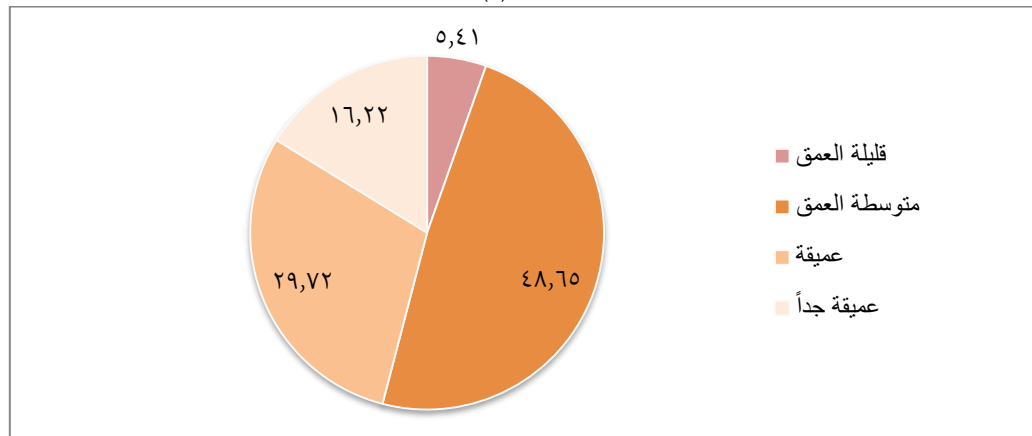
وفى التكوينات البلايستوسينية بلغ المتوسط العام لعمق الكهوف ١,٥٧ متر بإنحراف معيارى ٩,٤٣ وبلغ معامل الإختلاف النسبى لها ٢٧٪، وتقل أعماق كهوف التكوينات البلايستوسينية حيث لا تستطيع أسقفها وجوانبها تحمل تشكيل الكهف حتى مرحلة نضجة، فتنهار أسقفها سريعاً خاصة إن كانت الطبقة المكونة للسقف من تكوينات فيضية، ويستمر إنهيار أسقف هذه التكوينات وتراجع جروفها كلما طالتها الأمواج.

ويمكن تصنيف أعماق الكهوف فى منطقة الدراسة (جدول-١٠)، (شكل-١٨، ١٩).

جدول (١٠) أعداد ونسب الكهوف فى سيدى برانى حسب تصنيف أعماقها

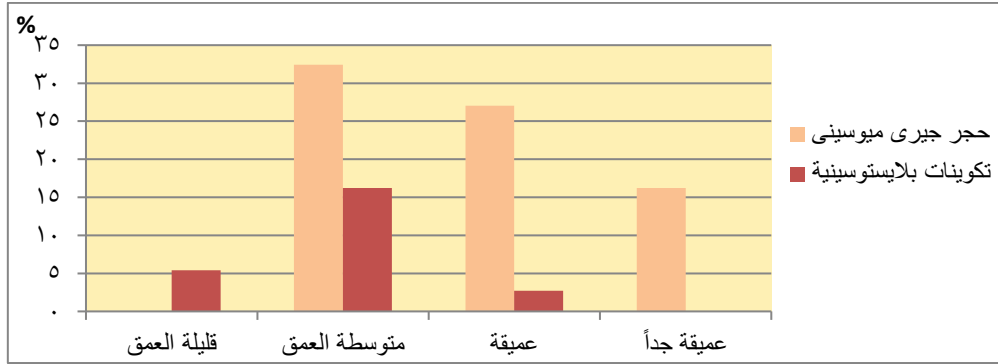
التكوين	قليلة العمق		متوسطة العمق		عميقة جداً	
	عدد	نسبة %	عدد	نسبة %	عدد	نسبة %
حجر جبرى ميوسينى	٠	٠	١٢	٣٢,٤٣	٦	١٦,٢٢
تكوينات بلايستوسينية	٢	٥,٤١	٦	١٦,٢٢	٠	٠
مجموع	٢	٥,٤١	١٨	٤٨,٦٥	٧٦	١٦,٢٢

المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢، بيانات ملحق (١)



المصدر: من عمل الباحث إعتماًداً على بيانات جدول (١٠)

شكل (١٨) النسب المئوية لتصنيف أعماق الكهوف بمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (١٠)

شكل (١٩) النسب المئوية لتصنيف أعماق الكهوف حسب التكوين الجيولوجي بمنطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ١٠)، (شكل - ١٨، ١٩) يتضح مايلي:

- الكهوف قليلة العمق: هي الكهوف التي تقل أعماقها عن ١ متر وتعد من الكهوف الجينية التي مازالت في طور نشأتها، وتم تسجيل كهفين فقط في منطقة الدراسة في التكوينات البلايستوسينية، بنسبة ٥,٤١٪ من الكهوف التي تم قياسها ميدانياً.
 - الكهوف المتوسطة العمق: هي الكهوف التي تتراوح أبعادها بين ١ - أقل من ٢ متر وبلغ عددها ١٨ كهفاً بنسبة ٤٨,٦٤٪ من الكهوف المقاسة، منهم ١٢ كهفاً في تكوين الحجر الجيري الميوسيني بنسبة ٣٢,٤٣٪ من الكهوف المقاسة بواقع ٨ كهوف على جروف A، و ٤ كهوف على جروف B، و ٦ كهوف في التكوينات البلايستوسينية بنسبة ١٦,٢٢٪ من الكهوف المقاسة.
 - الكهوف العميقة: وهي الكهوف التي تتراوح أعماقها بين ٢ - أقل من ٤ أمتار، وتم تسجيل ١١ كهفاً في هذه الفئة بنسبة ٢٩,٧٣٪ من الكهوف المقاسة ميدانياً، منهم ١٠ كهوف في تكوين الحجر الجيري الميوسيني بنسبة ٢٧,٢٪ من الكهوف المقاسة على هذا التكوين بواقع ٨ كهوف على جروف A، و كهفين على جروف C، وتم تسجيل كهفاً واحداً في التكوينات البلايستوسينية بنسبة ٢,٧٪ من الكهوف المقاسة.
 - كهوف عميقة جداً: وهي الكهوف التي تبلغ أعماقها من ٤ أمتار فأكثر، وتم تسجيل ٦ كهوف في هذه الفئة بنسبة ١٦,٢٢٪ من الكهوف المقاسة ميدانياً، وجاءت جميع هذه الكهوف في تكوين الحجر الجيري الميوسيني وجميعهم على الجروف A.
- وبالتالي يمكن الإستنتاج بأن كهوف الحجر الجيري الميوسيني أعماقها بين المتوسطة والعميقة والعميقة جداً، وكهوف التكوينات البلايستوسينية بين الجينية والمتوسطة والقليل منها في الفئة العميقة.

ب - الإتساع:

يتباين إتساع الكهوف في منطقة الدراسة حسب موقع الكهف وحسب خصائص التكوين الجيولوجي الذى تكونت فيه, كما تختلف إتساعات الكهوف علي أجزاء الكهف الواحد فنجدها تتسع عند مدخل الكهف وتضيق كلما إتجهنا للداخل (ملحق - ١) وبلغ المتوسط العام لإتساع مدخل الكهوف ١,٧٤م بإنحراف معيارى ٠,٩١, ومعامل اختلاف نسبى ٥٢,٣١%, وبلغ المتوسط العام لأقصى عرض داخل الكهوف ١,٦١م بإنحراف معيارى ٠,٨٥, وبلغ معامل الأختلاف النسبى ٥٢,٧٩%, وفى قاع الكهوف بلغ المتوسط العام لها ١,٠٧م بإنحراف معيارى ٠,٥٧, وبلغ معامل الإختلاف النسبى ٥٣,٣٩%.

وفى تكوين الحجر الجيري الميوسينى (مرمريكا) بلغ المتوسط العام لإتساع مدخل الكهوف ١,٩٨م بإنحراف معيارى ١,٠٦, وبلغ معامل الإختلاف ٥٣,٢٤%, وهو بذلك يزيد عن المتوسط العام لجميع كهوف المنطقة وساعد موقع الكهوف فى أسفل الجروف والصلابة النسبية لهذا التكوين مع تتبع أسطح الطباقية على زيادة إتساع الكهوف فيه, وعلي مستوي الجروف A تتباين الإتساعات داخل كهوف الحجر الجيري الميوسينى حيث بلغ متوسط أقصى اتساع داخل الكهوف ١,٨١م بإنحراف معيارى ٠,٩٩, وبلغ معامل الإختلاف ٥٤,٥٢%, وفى قاع الكهوف من الداخل يبلغ المتوسط العام للإتساع ١,٢٢م بإنحراف معيارى ٠,٦٦, وبلغ معامل الإختلاف النسبى ٥٣,٤٩%, ويتضح من زيادة نسبة معامل الإختلاف مدى التباين الكبير فى إتساعات الكهوف من الداخل فى تكوين مرمريكا ويعود ذلك إلي تباين نقاط الضعف داخل الكهوف من فواصل وشقوق من كهف لأخر حسب موقعة, وتباين معدلات فعل التجوية بأنواعها داخل الكهف, كذلك الأمر الأهم وهو مدى توغل الأمواج داخل الكهف فى وقت العواصف وتأثيرها المتباين علي أجزاء الكهف المختلفة, ومن الجدير بالذكر أن الصلابة النسبية لهذا التكوين سمحت بوصول عملية التكهف الي هذه المرحلة من الإتساع والتعمق.

وفى التكوينات البلاستوسينية بلغ المتوسط العام لإتساع مدخل الكهوف ١,٣٢م بإنحراف معيارى ٠,٣٦, ومعامل إختلاف ٢٧,٢٢% وهي قيم أقل من المتوسط العام مما يدل على أن إتساعات مداخل كهوف التكوينات البلاستوسينية أقل من مداخل كهوف تكوين مرمريكا, كذلك الأمر فى داخل الكهف حيث بلغ المتوسط العام لأقصى إتساع من الداخل ١,٢٤م بإنحراف معيارى ٠,٣٧, ومعامل إختلاف ٢٩,٤٩%, كذلك الأمر فى نهايات الكهوف التي بلغ متوسطها العام ٠,١٨م بإنحراف معيارى ٠,٢١, وبلغ معامل الإختلاف النسبى لها ٢٥,٧٦% وهي قيم جميعها أقل من المتوسط العام ويرجع ذلك إلي ضعف هذا التكوين الذى لا تتحمل جوانب وأسقف الكهف أن يمتد

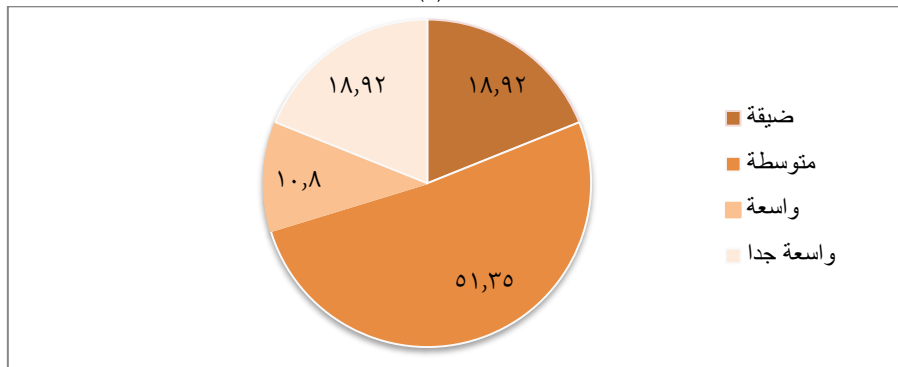
الكهف سواء في العمق أو جانبياً بدرجة كافية فتنهار أسقف معظم كهوفها قبل أن تصل إلى مرحلة النضج.

ويمكن تصنيف إتساع مدخل الكهوف في منطقة الدراسة (جدول - ١١)، (شكل - ٢٠، ٢١).

جدول (١١) أعداد ونسب الكهوف في سيدى برانى حسب تصنيف الإتساع

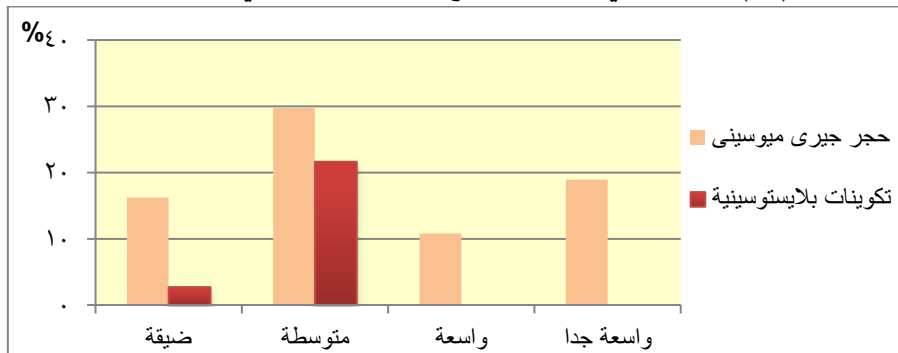
التكوين	ضيقة		متوسطة		واسعة		واسعة جداً	
	عدد	نسبة %	عدد	نسبة %	عدد	نسبة %	عدد	نسبة %
حجر جيرى ميوسينى	٦	١٦,٢٢	١١	٢٩,٧٣	٤	١٠,٨	٧	١٨,٩٢
تكوينات بلايستوسينية	١	٢,٧٠	٨	٢١,٦٢	٠	٠	٠	٠
مجموع	٧	١٨,٩٢	١٩	٥١,٣٥	٤	١٠,٨	٧	١٨,٩٢

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢، بيانات ملحق (١)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات (جدول - ١١)

شكل (٢٠) النسب المئوية لتصنيف إتساع مدخل الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات (جدول - ١١)

شكل (٢١) النسب المئوية لتصنيف إتساع مدخل الكهوف البحرية حسب التكوين الجيولوجى بمنطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ١١)، (شكل - ٢٠، ٢١) يتضح ما يلى:

- الكهوف الضيقة: وهي التي يقل إتساع مدخلها عن ١ متر وبلغ عددها ٧ كهوف بنسبة ١٨,٢٩% من إجمالي الكهوف التي تم قياس إتساعها وجاء معظمها في كهوف الحجر الجيري الميوسينى ب ٦ كهوف بنسبة ١٦,٢٢% بواقع ٤ كهوف على جروف A وكهفين على جروف B ، وفي التكوينات البلايستوسينية جاء كهفاً واحداً بنسبة ٢,٧٠%.

- كهوف متوسطة الإتساع: من ١ - أقل من ٢متر، وهي الفئة السائدة في منطقة الدراسة وبلغ عددها ١٩ كهفاً بنسبة ٥١,٣٥% من الكهوف المقاسة حيث جاء ١١ كهفاً في تكوين الحجر الجيري الميوسيني بنسبة ٢٩,٧٣% بواقع ٩ كهوف على جروف A وكهفين على جروف B ، و ٨ كهوف في التكوينات البلاستوسينية بنسبة ٢١,٦٢% وتعد هي الفئة السائدة في هذا التكوين .

- كهوف واسعة: وهي الكهوف التي يتراوح إتساعها بين ٢ - ٣ أمتار وبلغ عدد الكهوف في هذه الفئة ٤ كهوف بنسبة ١٠,٨١% من إجمالي الكهوف المقاسة وجاءت جميعها في صخور الحجر الجيري الميوسيني بواقع كهفين على جروف A وكهفين على جروف C.

- الكهوف الواسعة جداً: وهي التي يزيد إتساع مدخلها عن ٣ أمتار، وجاء بها ٧ كهوف بواقع ٢٥,٩% من إجمالي الكهوف المقاسة وجاءت جميعها في صخور الحجر الجيري الميوسيني في الجروف A ، وساهم إتباع الكهوف للأسطح الطباقية وعملية التقويض السفلي في زيادة إتساع هذه الكهوف كما ساعدت الصلابة النسبية لتكوين الحجر الجيري الميوسيني إلي تنوع اتساع الكهوف في هذا التكوين من الضيقه الي الواسعه جداً.

ج - الإرتفاع :

يتباين إرتفاع الكهوف من منطقة الدراسة حسب موقع الكهف ومواضع الضعف الليثولوجي والبنوي على الجروف ومدى تأثير العمليات الجيومورفولوجية عليه، كما يختلف الإرتفاع من موضع لأخر داخل الكهف الواحد حيث يقل إرتفاع الكهف كلما اتجهنا من مدخلة نحو قاعة (ملحق - ٢)، وبلغ المتوسط العام لإرتفاع الكهوف عند مدخلها ٠,٧٣م بإنحراف معياري قدرة ٠,٢٨، وبلغ معامل الإختلاف النسبي ٣٨,١%، وبلغ المتوسط العام لإرتفاع قاع الكهوف ٠,٤٠م بإنحراف معياري قدرة ٠,١٩، وبلغ معامل الإختلاف النسبي ٤٨,٤١%، وتعتبر زيادة معامل الإختلاف النسبي عن إختلاف إرتفاع الكهوف من تكوين لأخر وعلى مستوى الجروف المختلفة .

ففي تكوين الحجر الجيري الميوسيني في الجروف من النوع A بلغ المتوسط العام لإرتفاع الجروف عند المدخل ٠,٨٩م بإنحراف معياري ٠,٢٦، وبلغ معامل الإختلاف النسبي ٢٨,٧٥% بينما بلغ متوسط الإرتفاع عند القاع ٠,٤٦م بإنحراف معياري ٠,٢٢، وبلغ معامل الإختلاف النسبي ٤٧,٦٩%، وقل المتوسط العام لإرتفاع الكهوف على جروف B التي تتعرض لأجود أقل حدة حيث بلغ المتوسط العام لإرتفاع الكهوف عند المدخل ٠,٥١م بإنحراف معياري ٠,٠٩، ومعامل إختلاف ١٦,٦٧% وعند قاع كهوف هذه الجروف بلغ المتوسط العام لإرتفاعها ٠,٢٨ م بإنحراف معياري ٠,٠٦، ومعامل إختلاف ٢٣,٤٧%

وعلى مستوى الجروف C بلغ المتوسط العام لإرتفاع مدخل الكهوف ٥٩,٥ م بإنحراف معياري ١٠,٦١ ومعامل إختلاف ١٧,٨٣٪ بينما بلغ متوسط إرتفاع قاع هذه الكهوف ٠,٣٣ م بإنحراف معياري ٠,٠٣ وبلغ معامل الإختلاف النسبي ١٠,٨٨٪.

وعامة نقل إرتفاعات كهوف منطقة الدراسة نظراً لإتساع أسطح الطباقية في تكوين الحجر الجيري الميوسيني مما زاد من إتساعها علي حساب إرتفاعها إلا إذا حدث إتصال رأسي لكهفين على مستويين مختلفين من الأسطح الطباقية، علي عكس الكهوف في مناطق أخرى التي تتبع نقاط الضعف الصدعية خاصة الرأسية فهي تتميز بإرتفاعات أعلى مثل كهوف منطقة عجيبية التي بلغ متوسط إرتفاع كهوفها ٣,٣ م (طارق فرج خميس، ٢٠٠٠، ص ٢٤٤).

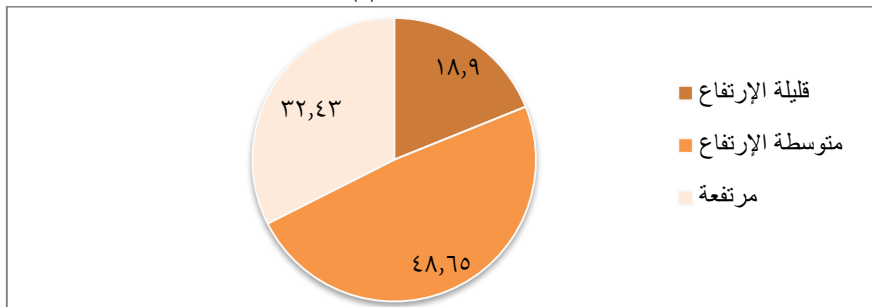
وفى التكوينات البلايستوسينية بلغ المتوسط العام لإرتفاع الكهوف عند مدخلها ٠,٤٨ م بإنحراف معياري ٠,٠٧ وبلغ معامل الإختلاف النسبي ١٤,٩٪، بينما بلغ متوسط إرتفاع القاع لكهوف هذا التكوين نحو ٠,٣٠ م بإنحراف معياري ٠,٠٥ وبلغ معامل الاختلاف النسبي ١٦,٣٤٪، ويتضح إنخفاض متوسطات إرتفاع كهوف هذا التكوين خاصة عند المدخل وذلك لقلة إرتفاع جروفه مقارنة بتكوين الحجر الجيري الميوسيني، كما يتضح التقارب النسبي بين قاعها ومدخلها مقارنة بتكوين الحجر الجيري الميوسيني وذلك لسهولة التعميق بها، حيث بلغت نسبة ارتفاع مدخل الكهف الي قاعة في التكوينات البلايستوسينية ١,٦، بينما بلغت في تكوين الحجر الجيري الميوسيني على مستوى جروفه ١,٩، ١,٨، ١,٧ علي جروف A,B,C علي الترتيب .

ويمكن تصنيف إرتفاعات مدخل الكهوف فى منطقة الدراسة (جدول - ١٢)، (شكل، ٢٢، ٢٣).

جدول (١٢) أعداد ونسب تصنيف إرتفاع مدخل الكهوف البحرية بسيدى برانى

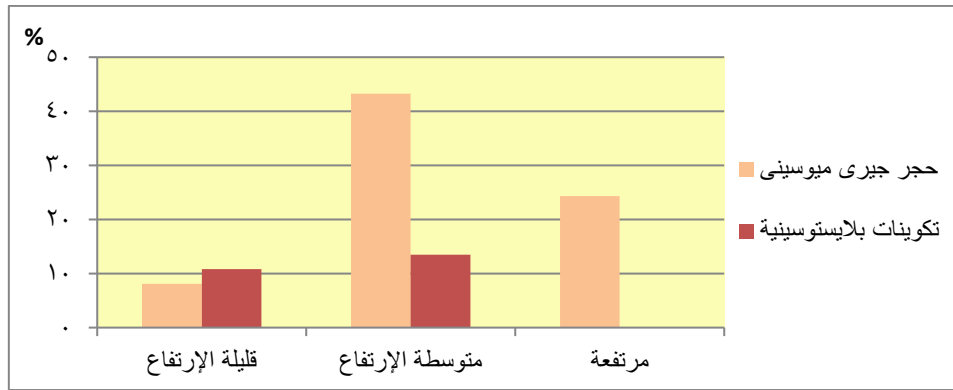
مرتفعة		متوسطة الإرتفاع		قليلة الإرتفاع		التصنيف التكوين
نسبة %	عدد	نسبة %	عدد	نسبة %	عدد	
٣٢,٤٣	١٢	٣٥,١٤	١٣	٨,١١	٣	الحجر الجبرى الميوسينى
٠	٠	١٣,٥١	٥	١٠,٨١	٤	التكوينات البلايستوسينية
٣٢,٤٣	٩	٤٨,٦٥	١٨	١٨,٩	٧	المجموع

المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢، بيانات ملحق (٢)



المصدر: من عمل الباحث إعتماًداً على بيانات جدول (١٢)

شكل (٢٢) النسب المئوية لتصنيف إرتفاع مدخل الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (١٢)

شكل (٢٣) النسب المئوية لتصنيف ارتفاع مدخل الكهوف البحرية حسب التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

كهف ١٥ ٥٣١ ٣٧ ٢٦.٦٤ ش ٥٢٥ ٥٥ ٢٢.٧٧ ق

صورة (١٨) قياس ارتفاع مدخل أحد الكهوف المتوسطة الارتفاع

ومن تحليل (جدول - ١٢)، (شكل، ٢٢، ٢٣) يتضح ما يلي:

- الكهوف قليلة الارتفاع: وهي التي يقل ارتفاع مدخلها عن ٥,٥ م ويقع في هذه الفئة ٧ كهوف من الكهوف التي تم قياسها بنسبة ١٨,٩ % منها ٣ كهوف في تكوين الحجر الجيري الميوسيني بواقع كهفين في جروف A وكهف واحد في جروف B ، و ٤ كهوف في التكوينات البلايستوسينية.
- الكهوف متوسطة الارتفاع: وهي التي يتراوح ارتفاع مدخلها من ٥,٥ إلى أقل من ١ متر (صورة- ١٧)، وهي تعد الفئة السائدة في منطقة الدراسة ويقع بها ١٨ كهفاً بنسبة ٤٨,٦٥ % من الكهوف التي تم قياسها، منها ١٣ كهفاً في تكوين الحجر الجيري الميوسيني بنسبة ٣٥,١٤ % بواقع ٨ كهوف علي جروف A وثلاث كهوف على جروف B وكهفين على جروف C، أما التكوينات البلايستوسينية جاء بها خمسة كهوف من هذه الفئة بنسبة ١٣,٥١ %، وتعد أيضاً هي الفئة السائدة في هذا التكوين.

- الكهوف المرتفعة: وهي التي يبلغ إرتفاعها من ١ متر فأكثر وجاء في هذه الفئة ١٢ كهفاً بنسبة ٣٢,٤٣٪ وجاءت جميعها في تكوين الحجر الجيري الميوسيني على جروف A ، ومن الجدير بالذكر أن هذا التصنيف هو ما يناسب منطقة الدراسة، ولكن هناك ما يعرف بالجروف الطولية التي يزيد إرتفاعها عن ٣ أمتار حسب تصنيف طارق فرج في منطقة عجيبة (طارق فرج ، ٢٠٠٠، ص ٢٤٦)، ولكن لم يسجل الباحث منها أى كهف في منطقة دراسته.

د- المصفوفة الارتباطية للمتغيرات المورفومترية لكهوف منطقة الدراسة:

جاءت علاقات الارتباط إيجابية بين المتغيرات المورفومترية لأبعاد الكهوف في منطقة الدراسة، مما يعنى أن أى تغير بالزيادة فى أى بعد يؤثر فى زيادة باقى الأبعاد بمعدلات متفاوتة (جدول - ١٣).

جدول (١٣) المصفوفة الارتباطية للمتغيرات المورفومترية لكهوف لمنطقة الدراسة

المتغير	العمق	عرض المدخل	أقصى عرض للكهف	عرض القاع	إرتفاع المدخل	إرتفاع القاع
العمق	١					
عرض المدخل	٠,٩٤	١				
أقصى عرض للكهف	٠,٩٣	٠,٩٩	١			
عرض القاع	٠,٩٣	٠,٩٦	٠,٩٦	١		
إرتفاع المدخل	٠,٦٢	٠,٥٤	٠,٥١	٠,٥٨	١	
إرتفاع القاع	٠,٦٤	٠,٦٧	٠,٦٧	٠,٧٤	٠,٥٥	١

المصدر: المصدر من عمل الباحث اعتماداً على بيانات ملحق (١)، (٢)

ومن تحليل المصفوفة الارتباطية (جدول - ١٣) يتضح التالى:

- جاءت العلاقة الارتباطية بين أعماق الكهوف وعرض المدخل وأقصى عرض بداخل الكهوف وعرض قاعها إيجابية قوية بقيمة ٠,٩٤ ، ٠,٩٣ ، ٠,٩٣ على الترتيب مما يعنى أنه كلما زاد عمق الكهف زاد معه إتساع الكهف من مدخلة حتى قاعة، وتشير القيم المرتفعة على أن معدلات النحت الجانبى فى الكهوف مرتفعة جداً وتفوق إتجاهات النحت نحو العمق، وجاءت علاقة الارتباط بين أعماق الكهوف وإرتفاع المدخل وإرتفاع القاع إيجابية متوسطة بقيمة ٠,٦٢ ، ٠,٦٤ على الترتيب مما يدل على أنه بزيادة عمق الكهف يزداد إرتفاعه ولكن تحكمة الضوابط الليثولوجية للتتابع الطبقي فنتباين معدلات إرتفاع الكهوف حسب تباين ضعف وقوة التتابع الطبقي للجروف لذلك جاءت القيم إيجابية بدرجات متوسطة.

- جاءت علاقة الارتباط بين عرض مداخل الكهوف وأقصى عرض داخل الكهوف وعرض القاع إيجابية قوية، وهو ما يعنى أن الزيادة فى معدلات عرض الكهوف تأتى من المدخل حتى القاع فالزيادة فى مدخل الكهف تتبعا زيادة فى جميع قطاعات العرضية ويعود ذلك إلى سببين رئيسيين

الأول أن أمواج العواصف تغمر الكهف من مدخلة حتى قاعة وإن لم تصل إلى القاع تؤثر عليه بالفعل الهيدروليكي، والثاني يتعلق بتتبع الأسطح الطباقية في الإتجاه العرضي للكهف مما يفسر زيادة إتساعة في قطاعاته العرضية بصورة متزامنة، وجاءت علاقة الإرتباط بين عمق الكهوف وإرتفاعها عند المدخل وإرتفاعها عند القاع إيجابية متوسطة بقيمة ٠,٥٤، ٠,٦٧ على الترتيب وهذا يدل على أنه بزيادة إتساع الكهف يزيد إرتفاعه، ولكن معدلات الإلتساع العرضي تفوق زيادة معدلات الإرتفاع، وهذا يعود إلى أن الإلتساع يرتبط بضعف الأسطح الطباقية التي تعد أضعف من التتابع الطبقي الذي يحكمه التفاوت الليثولوجي في قوة مقاومة الطبقات.

- جاءت العلاقة الإرتباطية بين أقصى عرض داخل الكهوف وعرض القاع إيجابية قوية بقيمة ٠,٩٦، وإيجابية متوسطة بينه وبين إرتفاع المدخل وإرتفاع القاع بقيمة ٠,٥١، ٠,٦٧ على الترتيب، وذلك لأسباب ذكرت سابقاً، وهذا أيضاً ما جاء في العلاقة الإرتباطية بين عرض القاع والإرتفاع عند المدخل والإرتفاع عند القاع بقيمة ٠,٥٨، ٠,٧٤ على الترتيب، وإن زادت العلاقة نسبياً بين زيادة عرض قاع الكهف وإرتفاعه، وهي تعنى أن أبعاد قاع الكهف غالباً ما تكون متقاربة في أبعادها ومعدلات زيادتها وهذا ما يفسر أنها غالباً ما تأخذ الشكل شبة المخروطي.

- جاءت العلاقة الإرتباطية بين إرتفاع المدخل وإرتفاع القاع إيجابية متوسطة بقيمة ٠,٥٥ وهذا ما يعنى أن زيادة معدلات إرتفاع المدخل بالطبع تفوق إرتفاعات القاع وغالباً ما تكون إرتفاعات مدخل الكهوف أكثر من ضعف إرتفاع قاعها.

رابعاً: تصنيف الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة:

قام الباحث في الجزء السابق بتصنيف الأبعاد المورفومترية للكهوف، وفي هذا الجزء تم تصنيف الكهوف في منطقة الدراسة حسب مرحلتها الجيومورفولوجية، وحسب التجاور، وحسب مواقعها على الجروف، كالتالي:

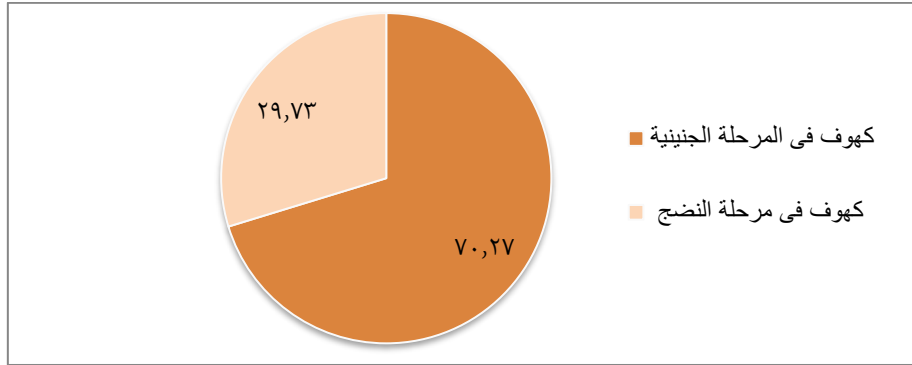
أ - تصنيف الكهوف حسب المرحلة الجيومورفولوجية:

تمر الكهوف بمرحلتين رئيسيتين بداية بالمرحلة الجنينية التي تمثل بداية نشأة الكهف، ثم مرحلة النضج التي تظهر فيها أبعاد الكهف ومورفولوجيته النموذجية، ويرى الباحث أن أبعاد الكهف الثلاث العمق والإلتساع والإرتفاع هي التي تحدد مرحلة الكهف الجيومورفولوجية، وقام الباحث بتصنيفها كالتالي (جدول - ١٤)، (شكل - ٢٤) :

جدول (١٤) أعداد ونسب تصنيف الكهوف التي تم قياسها ميدانياً حسب المرحلة الجيومورفولوجية

التصنيف	العدد	النسبة المئوية
كهوف في المرحلة الجنيبية	٢٦	٧٠,٢٧
كهوف في مرحلة النضج	١١	٢٩,٧٣
المجموع	٣٧	١٠٠

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢، بيانات ملحق (١)، (٢)



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (١٤)

شكل (٢٤) النسب المئوية لتصنيف الكهوف البحرية حسب مرحلتها الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ١٤)، (شكل - ٢٤) يتضح التالي

١- المرحلة الجنيبية: وهي الكهوف التي تقل أعماقها عن ٢ متر، ويقل إتساع مدخلها عن ١ متر، ويقل إرتفاع مدخلها عن ١ متر، وتبدأ هذه المرحلة بمجرد زيادة عمق الكهف عن إتساعه حتى يتم تمييز الكهف الجيني عن الفجوات الجانبية للجروف التي تعد البداية الأولى لنشأة الكهف صورة (١٩)، ويتضح أن معظم الكهوف التي تم قياسها تنتمي إلى هذه المرحلة حيث بلغ عددها ٢٦ كهفاً بنسبة ٧٠,٢٧٪ من عدد الكهوف المقاسة ميدانياً، ومن الجدير بالذكر أنه يمكن زوال هذه الكهوف قبل أن تصل أبعادها إلى مرحلة النضج، وقد أطلق "Hutchinson" على هذا النوع من الكهوف إسم الكهوف الوقتية أو الكهوف سريعة الزوال (Hills, E, S., 1972, p53) ويعد السبب في ذلك هو كثرة الفواصل والشقوق وأسطح الطباقية التي تكتنف تكوين الحجر الجيري الميوسيني، بالإضافة إلى ضعف التكوينات البلايستوسينية مما جعلها لا تتحمل البيئة البحرية في منطقة الدراسة التي تتميز بقوة أمواجها وتعامدها على خط الساحل بالإضافة إلى زيادة فعل العوامل القارية مثل الرياح والتجوية.

٢- مرحلة النضج: بناء على الأبعاد المورفومترية يدخل الكهف في مرحلة النضج عندما يبلغ عمقه ٢ متر فأكثر، وإتساع مدخله من ١ متر فأكثر، وإرتفاع مدخله من ١ متر فأكثر، ويرى الباحث أن الكهف الناضج هو الذي يستطيع الإنسان دخوله والجلوس بداخله (صورة - ٢٠)، ويعد عمق الكهف هو أهم الأبعاد التي تحدد مدى نضجة فكما زاد عمق الكهف تزداد باقى أبعاده ويصبح أكثر نضجاً، وتبدو معالم الكهف النموذجية واضحة في هذه المرحلة من المدخل والجوانب والسقف

والأرضية والقاع، وبلغ عدد الكوف الناضجة في منطقة الدراسة ١١ كهفاً بنسبة ٢٩,٧٣٪ من عدد الكهوف، وترتبط الكهوف الناضجة بمواقع الجروف بطيئة التراجع التي تتوافر لها الحماية من الكتل الصخرية التي تهدىء الأمواج قبل أن تهاجمها بقوة، وفي نهاية مرحلة النضج تضعف جوانب الكهف بزيادة إتساع الفجوات الجانبية، ويضعف السقف بزيادة إتساع الثقوب الانفجارية، وبمجرد إنهيار سقف الكهف تضم أرضيته إلى الرصيف الشاطئ ويستمر تراجع الجروف البحرية.



المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ١٧ ٥٣١ ٣٧ ٤٨ ٢٦.٤٨ ش ٥٢٥ ٥٥ ٢٨.٨٤ ق
المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٧ ٥٣١ ٣٧ ٥٩ ٢٧.٥٩ ش ٥٢٥ ٥٥ ٢٨.٨٤ ق

صورة (٢٠) كهف ناضج

صورة (١٩) كهف جينى

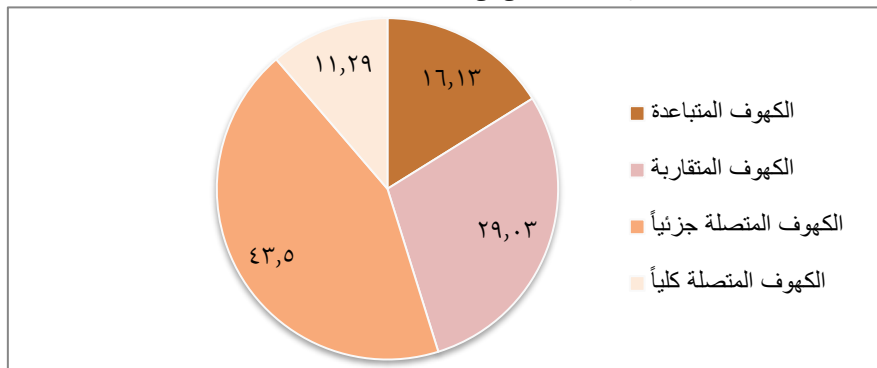
ب - التصنيف حسب التجاور:

ويعتمد هذا التصنيف على تجاور الكهوف ومدى تقليص المسافات البينية بينها، وهو تصنيف يتعلق أيضاً بالمرحلة الجيومورفولوجية ومدى تطور وإتساع الكهوف (جدول - ١٥)، (شكل - ٢٥).

جدول (١٥) أعداد ونسب الكهوف البحرية فى منطقة الدراسة حسب تصنيف التجاور

التصنيف	العدد	النسبة المئوية
الكهوف المتباعدة	١٠	١٦,١٣
الكهوف المتقاربة	١٨	٢٩,٠٣
الكهوف المتصلة جزئياً	٢٧	٤٣,٥
الكهوف المتصلة كلياً	٧	١١,٢٩
المجموع	٦٢	١٠٠

المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحث إعتماً على بيانات جدول (١٥)

شكل (٢٥) النسب المئوية لتصنيف الكهوف البحرية حسب التجاور بمنطقة الدراسة

ومن تحليل (جدول - ١٥)، (شكل - ٢٥) يتضح التالي :

١ - الكهوف المتباعدة: وهى الكهوف التى تتباعد عن بعضها بمسافات لا تقل عن ثلاثة أمتار وبالتالي فإن العمليات الجيومورفولوجية التى تحدث داخل الكهف لا تؤثر على الكهف المجاور، وتم تسجيل ١٠ كهوف من هذا التصنيف فى منطقة الدراسة بنسبة ١٦,١٣٪ من كهوف المنطقة.

٢ - الكهوف المتقاربة: وهى الكهوف التى تتقلص المسافات البينية الفاصلة بينها نتيجة زيادة النحت الأفقى وتصبح عبارة عن حاجز يمثل جانبية جوانب الكهفين المتجاورين، وتم تسجيل ١٨ كهفاً فى منطقة الدراسة بنسبة ٢٩,٠٣٪ من الكهوف المسجلة (صورة- ٢١).

٣ - الكهوف المتصلة جزئياً: نتيجة إستمرارية تطور الكهوف وإمتدادها أفقياً ورأسياً تنتج فتحات جانبية على جوانب الكهف تمثل معبراً للكهف المجاور له (صورة- ٢٢، ٢٣)، كما يحدث هذا الإتصال الجزئى على المستوى الرأسى عندما تتجاوز كهوف أمواج العواصف المرتفعة المنسوب مع كهوف التقويض السفلى منخفضة المنسوب نتيجة إتساع الثقوب الإنفجارية، وتم تسجيل ٢٧ كهفاً متصل جزئياً بنسبة ٤٣,٥٪ من كهوف منطقة الدراسة منهم أربعة كهوف متصلة رأسياً بالكهوف التى تعلوها.

٤ - الكهوف المتصلة كلياً: فى نهاية مرحلة الإتصال يفتح الكهفين المتجاورين على بعضهما نتيجة تلاشى الفاصل بينهما ويصبحا كهفاً واحداً متسعاً عرضياً، كما يحدث هذا على المستوى الرأسى بإنهيار سقف الكهف السفلى ليتصل الكهفين رأسياً ويتكون كهفاً طويلاً، وتعد عملية الإتصال الجانبى هى الأكثر إنتشاراً فى منطقة الدراسة حيث تم تسجيل ٧ كهوف متصلة جانبياً بنسبة ١١,٢٩٪ من الكهوف المسجلة، منهما كهفين متصلان رأسياً، كما يمكن أن يحدث الإتصال الأفقى والرأسى معاً وبالفعل تم تسجيل كهفاً واحداً متصلاً على المستوى الأفقى ومنفتح رأسياً على كهف علوى، مما نتج عنه كهفاً يأخذ الشكل البيضاوى (صورة- ٢٤).



المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

٥٣١ ٣٧ ١٤ ٢٧.١٤ ش ٥٢٥ ٥٣ ١١ ٢٦.١١ ق

صورة (٢١) تجاور الكهوف المتقاربة على أحد الجروف النشطة



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٩ ٣١ ٣٧ ٢٧.٣٣ ش ٢٥ ٥٥ ٢٧.٧٧"

صورة (٢٣) الفتحات الجانبية على أحد جوانب
الكهف يتضح منها الكهف المجاور



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ١٣ ٣١ ٣٧ ٢٧.٣١ ش ٢٥ ٥٥ ٢٧.٧٦"

صورة (٢٢) توضح تطور اتصال الكهوف في منطقة
الدراسة



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ١٣ ٣١ ٣٧ ٢٧.٠٥ ش ٢٥ ٥٥ ٢٣.٦٨"

صورة (٢٤) كهف ببيضاوى نتيجة إتصاله عرضياً ورأسياً مع الكهوف المجاورة

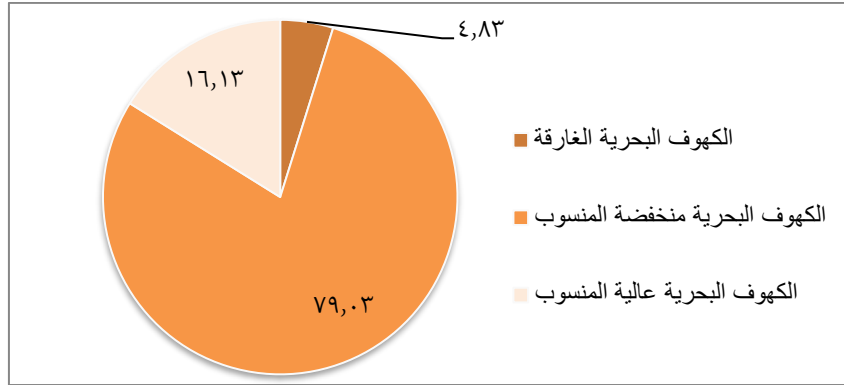
ج - تصنيف الكهوف حسب مواقعها على الجروف:

يمكن تصنيف الكهوف البحرية في منطقة الدراسة حسب موقعها إلى ثلاثة تصنيفات (جدول - ١٦)، (شكل - ٢٦) وهى الكهوف الغارقة، والكهوف منخفضة المنسوب (كهوف التقويض السفلى)، والكهوف المرتفعة أو المعلقة (كهوف أمواج العواصف).

جدول (١٦) أعداد ونسب الكهوف البحرية حسب تصنيف موقعها على الجروف

التصنيف	العدد	النسبة المئوية
الكهوف البحرية الغارقة	٣	٤,٨٣
الكهوف البحرية منخفضة المنسوب	٤٩	٧٩,٠٣
الكهوف البحرية مرتفعة المنسوب	١٠	١٦,١٣
المجموع	٦٢	١٠٠

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢



المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (١٦)

شكل (٢٦) النسب المئوية لتصنيف الكهوف البحرية بمنطقة الدراسة حسب مواضعها على الجروف

ومن تحليل (جدول - ١٦)، (شكل - ٢٦) يتضح التالي:

١- الكهوف البحرية الغارقة: هي الكهوف التي تقع أرضيتها تحت مستوى سطح البحر الحالي ويستمر غمر المياه لأرضيتها حتى في أدنى مستوى للجزر، وتعد الكهوف الغارقة من الكهوف القديمة النشأة حيث تعود نشأتها إلى آخر مرحلة جليدية حيث كان مستوى سطح البحر أخفض مما هو عليه حالياً (Baker, 1993, p380)، وتشكلت هذه الكهوف على جروف أبعد من مواقعها الحالية بالنسبة لمستوى سطح البحر، وعندما ارتفع مستوى سطح البحر في نهاية البلايستوسين وتقدم جنوباً تم غمر هذه الكهوف أو أجزاء منها بالمياه (صورة - ٢٥)، وقام الباحث بتسجيل ٣ كهوف بنسبة بنسبة ٤,٨٣٪ من كهوف منطقة الدراسة، وما زالت عمليات التشكيل مستمرة على هذه الكهوف التي ما زالت صامدة حتى اليوم لإعتماد الأمواج على الفعل الهيدروليكي لغياب معاول النحت من المفتتات الصخرية لزيادة الأعماق أمامها.

٢- الكهوف البحرية منخفضة المنسوب: ويطلق عليها كهوف التقويض السفلى حيث أنها نشأت أسفل الجروف على مستوى الرصيف الشاطئ أو أعلى منه قليلاً، وهي من الجروف الحديثة التي نشأت في عصر الهولوسين على مستويات تقدم الأمواج الحالية، وتعد هي النوع السائد من الكهوف في منطقة الدراسة وتنتشر على جميع أنواع جروفها حيث تم تسجيل ٤٩ كهفاً بنسبة ٧٩,٠٣٪ من الكهوف المسجلة في منطقة الدراسة، ومنها ما زال في مراحل التشكيل البحري على الجروف النشطة، ومنها ما إنعزل على الجروف الساكنة ولا يصيبها من تأثير البحر إلا القدر القليل (صورة - ٢٦، ٢٧).

٣- الكهوف البحرية مرتفعة المنسوب: يمكن أن نطلق على هذا النوع من الكهوف كهوف أمواج العواصف حيث تم تشكيله بفعل أمواج العواصف التي تندفع عند تكسرها إلى مستويات عالية على حافة الجروف (صورة - ٢٨)، تتراوح إرتفاعات مدخلها على حافة الجرف من ٣ - ٥ أمتار، كما أن هذه الكهوف تنشأ على إرتفاعات عالية من ٦ - ٧ أمتار نتيجة تطاير رزاز الأمواج، ومن

الجدير بالذكر أن جميع الكهوف مرتفعة المنسوب نشأت على نقاط الضعف في الأسطح الطباقية للجروف، لذلك يلاحظ إتساع مدخلها عرضياً، وتم تسجيل منها ١٠ كهوف في منطقة الدراسة بنسبة ١٦,١٣٪ من الكهوف المسجلة.



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٧ ٥٣١ ٣٧ ٠٨٢ ٣٠ ش ٥٢٥ ٥٥ ٠٨ ٧٠ ق

صورة (٢٥) أحد الكهوف البحرية الغارقة بسيدى برانى



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٧ ٥٣١ ٣٧ ٠٧ ٣٢ ش ٥٢٥ ٥٢ ٠٨ ٣٢ ق

صورة (٢٧) قياس أبعاد كهوف التقويض السفلى
منخفضة المنسوب بالتكوينات البلايستوسينية



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٦ ٥٣١ ٣٧ ٠١٤ ٢٧ ش ٥٢٥ ٥٣ ١١ ٢٦ ق

صورة (٢٦) كهوف التقويض السفلى بالحجر الجيري
المبوسيني



المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢
كهف ٢٠ ٥٣١ ٣٧ ٠١٩ ٢٨ ش ٥٢٥ ٥٥ ٠٩ ١٤ ق

صورة (٢٨) أحد الكهوف مرتفعة المنسوب الناتجة عن أمواج العواصف

الخاتمة:

- من خلال دراسة الكهوف البحرية بمنطقة رأس سيدى برانى فى الساحل الشمالى الغربى لمصر توصلت الدراسة لعدة نتائج أهمها:
- تأثرت الكهوف البحرية فى منطقة الدراسة بمجموعة من العوامل والعمليات الجيومورفولوجية البحرية والقارية متمثلة فى قوى مهاجمة كعناصر المناخ، وحركة مياه البحر، وعمليات التجوية، وقوى مقاومة كالخصائص الجيولوجية، وخصائص الأرصفة الشاطئية، وخصائص إتجاه خط الساحل.
 - إرتبطت الكهوف البحرية فى منطقة الدراسة بأنماط الجروف البحرية حسب تصنيف (Sunamura, 1992) حيث إنتشرت على جروف A بنسبة ٨٣,٦١٪ من عدد الكهوف بالمنطقة، تليها جروف B بنسبة ١٣,١١٪، ثم جروف C بنسبة ٤,٩٢٪.
 - حسب نشاط الجروف البحرية إستحوذت الجروف النشطة على ٧٠,٩٧٪ من كهوف منطقة الدراسة، تليها الجروف الساكنة بنسبة ٢٥,٨١٪، ثم الجروف الأولية بنسبة ٣,٢٣٪.
 - تؤثر الأرصفة الشاطئية على طاقة الأمواج المهاجمة للكهوف البحرية من خلال إتساعها وتراكم الإرسابات والكتل الصخرية عليها.
 - إتبع معظم الكهوف فى منطقة الدراسة نقاط الضعف فى الأسطح الطباقية من خلال إتجاه مداخل الكهوف للشمال الغربى بنسبة ٤٢٪ وهو الإتجاه العام للرياح الموجهة للأمواج، والإتجاه الشمالى الجنوبى بنسبة ٣٨٪ وهو إتجاه الطية المكونة للرأس الأرضى، بينما إتبع الإتجاه العام للبنية الخطية بنسبة ٢٠٪ من خلال إتباع الإتجاه الشمالى الشرقى.
 - تعد الأمواج العامل الأكثر فاعلية فى نشأة وتطور الكهوف البحرية وخاصة أمواج عواصف النوات التى تتكرر فى أوقات شبة ثابتة كل عام.
 - تأثرت الكهوف البحرية بعمليات التجوية بأنواعها المختلفة الميكانيكية والكيميائية والملحية والبيولوجية، بدرجات متفاوتة حسب مواقعها على الجروف.
 - تتباين الخصائص المورفومترية للكهوف البحرية حسب مدى نشاط القوة المهاجمة، ومدى مقاومة القوة المقاومة.
 - من خلال تصنيف عمق الكهوف البحرية بالمنطقة، بلغت نسبة الكهوف قليلة العمق ٥,٤١٪، والمتوسطة العمق ٤٨,٦٤٪، والعميقة ٢٩,٧٣٪، والعميقة جداً ١٦,٢٢٪.
 - من خلال تصنيف الإتساع بلغت نسبة الكهوف الضيقة ١٨,٢٩٪، والمتوسطة الإتساع ٥١,٣٥٪، والمتسعة ١٠,٨١٪، والمتسعة جداً ٢٥,٩٪.

- من خلال تصنيف إرتفاع مدخل الكهوف، بلغت نسبة الكهوف قليلة الإرتفاع ١٨,٩٪، والمتوسطة الإرتفاع ٤٨,٦٥٪، والمرتفعة ٣٢,٤٣٪.

- جاءت العلاقات الإرتباطية بين المتغيرات المورفومترية لأبعاد الكهوف جميعها إيجابية مما يعنى أن أى تغير بالزيادة فى أى بعد يؤثر فى زيادة فى باقى الأبعاد بمعدلات متفاوتة.

- من خلال تصنيف الكهوف حسب المرحلة الجيومورفولوجية، جاء فى المرحلة الجينية ٧٠,٧٠٪ من الكهوف، وفى مرحلة النضج ٢٩,٧٣٪.

- من خلال تصنيف الكهوف حسب التجاور بينها، بلغت نسبة الكهوف المتباعدة ١٦,١٣٪، والمتقاربة ٢٩,٠٣٪، والمتصلة جزئياً ٤٣,٥٪، والمتصلة كلياً بنسبة ١١,٢٩٪.

- من حيث تصنيف الكهوف حسب مواقعها على الجروف، تعد الكهوف منخفضة المنسوب (كهوف التقويض السفلى) هى الفئة السائدة بنسبة ٧٩,٠٣٪، تليها الكهوف مرتفعة المنسوب (كهوف أمواج العواصف) بنسبة ١٦,٣٪، ثم الكهوف الغارقة بنسبة ٤,٨٣٪.

وتوصى الدراسة بضرورة إستغلال منطقة سيدى برانى كمنطقة بكر فى موقع متميز، وإستغلال طبيعة سواحلها بجروفها وكهوفها المتعددة الأنماط والأبعاد وعدم تدميرها عند إنشاء القرى السياحية مستقبلاً بل إستغلالها كأحد الظواهر الجيومورفولوجية الطبيعية الخلابة فى جذب النشاط السياحى على غرار ما حدث فى بلدان أخرى بحوض البحر المتوسط.

المراجع:

- ١- أحمد السورى، (٢٠٠٨) الملوثات المائية - المصدر - التحكم والعلاج - دار الكتب العلمية القاهرة.
- ٢- جودة حسنين جودة (١٩٩٥) الذبذبات الأيوساتية الجليدية أثناء الزمن الرابع، ندوة الإتجاهات الحديثة فى علم الجغرافيا، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الأسكندرية.
- ٣- جودة حسنين جودة (١٩٩٦) الجيومورفولوجيا - دراسة فى علم أشكال سطح الأرض، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية.
- ٤- رزان بسام حسن (٢٠١٨) دراسة التطور الجيومورفولوجي لساحل اللازقية من خلال معطيات التجوية الفيزيائية والكيميائية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، قسم الجيولوجيا، جامعة تشرين، الجمهورية العربية السورية.
- ٥- طارق فرج خميس (٢٠٠٠)، جيومورفولوجية الجروف البحرية بالساحل الشمالى الغربى بمصر، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب جامعة حلوان.
- ٦- محمد صبرى محسوب سليم، (١٩٩١) جيومورفولوجية السواحل، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
- ٧- محمد صبرى محسوب سليم، (١٩٩٤) سواحل مصر، بحوث فى الجيومورفولوجيا، القاهرة.
- ٨- محمد عبد اللطيف القصرالى (٢٠٢٢) تقييم أثر التجوية على المباني الأثرية بالقاهرة الفاطمية، دراسة جيومورفولوجية تطبيقية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة كلية الآداب جامعة كفر الشيخ، العدد السادس والعشرين، يناير.

- ٩- محمد متولى، (١٩٨٤)، وجه الأرض، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- ١٠- نبيل يوسف منيباري (١٩٩١) بعض الظواهرات الجيومورفولوجية على السهل الساحلى للبحر الأحمر (جنوب خليج السويس فى مصر)، رسالة دكتوراة غير منشورة قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- ١١- نشوة محمد إبراهيم مغربي (٢٠٢٢) الضوابط المناخية للجفاف و العجز المائي و الإمكانات المقترحة لمعالجتها في إقليم الساحل الشمالي الغربي في مصر (دراسة في المناخ التطبيقي) ، مجلة البحث العلمي في الآداب (العلوم الإجتماعية والإنسانية) ، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية جامعة عين شمس، العدد الثالث والعشرون، يناير.
- ١٢- ولاء إسماعيل محمد (٢٠١٤) خريطة الأخطار الجيومورفولوجية بمنطقة رأس الحكمة للساحل الشمالي الغربي لمصر، المجلة العلمية لكلية الآداب، جامعة دمياط، المجلد الثالث، العدد الأول.
- ١٣- وهبة حامد شلبي. (٢٠٠٣)، جيومورفولوجية الرؤوس الأراضية لساحل مصر الشمالى الغربى، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا.

References:

- 1- Ali, A.O., Rashid, M., El Naggar, S., Abdul, Al, A., (2007) Water harvesting options in the drylands at different spatial scales. Land Use Water Resour Res 7:1-13.
- 2- Bayram Ozturk., (2019) Marin Caves of the Eastern Mediterranean Sea Biodiversity, and Conservation Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication NO: 53, Istanbul, Turkey, 258 pages.
- 3- Bird, E, C, F., & Dent, O.F., (1966) Shore Platfoems on the South coast of New South Wales, Australian Geographer,10,70 – 80.
- 4- Bird, E, C, F., (1968) Coasts, Canberra.
- 5 -Davis, J,L., (1980) Geographical Variation in Coastal Development, Oliver and Boyd, Edinburgh.
- 6- Davies, p. & Williams,A.T., (1985)Cave Development in Lower Lias coastal cliffs, the Glamorgan Heritage Coast, Wales, Uk, Proc. Iceland Coastal And River Symp., Reykjavik, Iceland, PP. 75-92.
- 7- El Shazly, M., Shata, A., (1971) Geomorphology and pedology of Mersa Matrth area Western Mediterranean Littoral Zone^ . Desert Inst Bull XIX(1):1-28.
- 8- E,S, Mohamed., B, Schutt., A, Belal., (2013) Assessment of environmental hazards in the north western coast -Egypt using RS and GIS, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 16. 219 – 229.
- 9- Goudie, (1990), Environmental chang. Oxford.
- 10- Hammad, F, A., (1972) The geology of soils and water resources in the area between Ras El Hekma and Ras Alam El Rum (Western Mediterranean Littoral Zone, Egypt). Ph.D. Dissertation, Fac. Sci., Cairo University.
- 11- Masselink, G., & Hughes, M.G., (2003): Introduction to Coastal Processes and Geomorphology, Arnold, London.
- 12- Mohamed Yousif & Takashi Oguchi & Katsuro Anazawa & Takeshi Ohba (2015) Framework for Investigation of Karst Aquifer in an Arid Zone, Using Isotopes, Remote Sensing and GIS Applications: the Northwestern Coast of Egypt, Springer International Publishing Switzerland, Environ. Process. 2:37-60.
- 13- Raslan SM (1995) Geomorphological and hydrogeological studies on some localities along the Northwestern Coast of Egypt, M. Sc. Thesis, Faculty of Science, Menoufia University.
- 14- Said, R., (1962) Geology of Egypt, First edition. Elsevier Science, Cairo.
- 15- Said R (1990) The Geology of Egypt. Balkema, Rotterdam.

- 16- Shata, A., (1955) An introductory note on the geology of the northern portion of the Western Desert of Egypt. Bull Inst Desert 5(2):96–106.
- 17- Shata, A., (1957) Geology and geomorphology of Wadi El Kharrupa area. Bull Inst Desert 10:91–120.
- 18- Sunamura, T., (1991) The Elevation of Shore platforms: a Laboratory approach to the unsolved problem, Jour. Geology, 99, 761 – 6.
- 19- Sunamura, T., (1992) Geomorphology of Rocky Coasts. John Wiley London.
- 20- Topçu Ahmet ERTEK, (2019) Geomorphological properties of marine caves of eastern Mediterranean Sea (Between Enez to Yayladağı, Turkey), Öztürk B. (Ed.) Marine Caves of the Eastern Mediterranean Sea. Biodiversity, Threats and Conservation. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication no: 53, Istanbul, Turkey.
- 21 - Yousif M, Bubener O (2013a) An integrated approach for groundwater assessment at the Northwestern Coast of Egypt (Ras El Hekma area): case study. Springer Environ Earth Sci 69(7):2227–2246.

ملحق (١) الأبعاد المورفومترية للكهوف البحرية في ساحل رأس سيدي برانى (العمق، العرض)

رقم الكهف	نوع الجرف	نوع التكوين	إتجاه مدخل الكهف	العمق متر	عرض المدخل متر	أقصى عرض داخل الكهف بالمتر	عرض قاع الكهف بالمتر	متوسط العرض
١	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٤,٤٥	٣,٣٠	٣,١٥	٢,١٠	٢,٨٥
٢	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٤,٢٥	٣,٢٠	٢,٩٠	١,٩٠	٢,٦٧
٣	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٤,٠٥	٣,٥٠	٢,٥٠	٢,٠٠	٢,٦٧
٤	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال شرق	٢,٨٠	١,٩٠	١,٨٠	١,٤٠	١,٧٠
٥	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	٢,٦٥	٠,٧٠	٠,٦٠	٠,٤٥	٠,٥٨
٦	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	٢,٢٨	١,٣٠	١,٠٠	٠,٨٥	١,٠٥
٧	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال شرق	٢,٤٥	١,٣٠	١,٢٠	٠,٩٠	١,١٣
٨	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال شرق	٣,٠٥	١,٧٠	١,٦٠	١,١٠	١,٤٧
٩	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٤,٢٠	٣,٣٠	٣,٢٠	٢,٤٠	٢,٩٧
١٠	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٤,١٠	٣,١٠	٣,٠٠	٢,٣٠	٢,٨٠
١١	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٣,٨٠	٣,٠٠	٢,٩٠	٢,٩٠	٢,٦٠
١٢	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٣,١٠	٢,٥٠	٢,٣٠	١,٢٠	٢,٠٠
١٣	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٢,٣٠	٢,٢٠	٢,٠٠	١,٣٠	١,٨٣
١٤	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	٤,١٠	٣,٩٠	٣,٧٠	١,٩٠	٣,١٧
١٥	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	١,٧٠	٠,٧٥	٠,٦٥	٠,٤٠	٠,٦٠
١٦	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	٢,٦٣	١,٩٠	١,٨٥	١,١٠	١,٦٢
١٧	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	١,٢٧	١,٠٨	٠,٨٥	٠,٦٠	٠,٨٤
١٨	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	١,٢٠	٠,٨٠	٠,٧٥	٠,٥٥	٠,٧٩
١٩	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال	١,٣٠	٠,٨٥	٠,٨٠	٠,٦٠	٠,٧٥
٢٠	A	حجر جبرى ميوسيني	شمال غرب	١,٥٥	١,١٠	١,٠٠	٦,٠٠	٠,٩٠

١,٠١	٠,٧٧	١,١٠	١,١٥	١,٣٨	شمال غرب	حجر جبرى ميوسينى	A	٢١
٠,٩٤	٠,٦٥	١,٠٥	١,١٢	١,٢٥	شمال	حجر جبرى ميوسينى	A	٢٢
١,٦٧	١,٢٣	١,٨١	١,٩٨	٢,٦٨				المتوسط
٠,٨٩	٠,٦٦	٠,٩٩	١,٠٦	١,١٧				الانحراف المعيارى
٥٣,١٩	٥٣,٤٩	٥٤,٥٢	٥٣,٢٤	٤٣,٨٣				معامل الاختلاف
١,٢٢	٠,٩٧	١,٣٠	١,٤٠	١,٨٣	شمال	حجر جبرى ميوسينى	B	٢٣
٠,٧٨	٠,٤٧	٠,٩٢	٠,٩٥	١,٩٠	شمال شرق	حجر جبرى ميوسينى	B	٢٤
١,٠٨	٠,٧٥	١,٢٠	١,٣٠	١,٩٥	شمال شرق	حجر جبرى ميوسينى	B	٢٥
٠,٦١	٠,٤٠	٠,٦٩	٠,٧٥	١,١٠	شمال	حجر جبرى ميوسينى	B	٢٦
٠,٩٣	٠,٦٥	١,٠٣	١,١٠	١,٧٠				المتوسط
٠,٢٨	٠,٢٦	٠,٢٨	٠,٣٠	٠,٤٠				الانحراف المعيارى
٣٠,٠٨	٤٠,٦٠	٢٦,٩٢	٢٧,٥٢	٢٣,٨٥				معامل الاختلاف
٢,١٠	١,٦٠	٢,٣٠	٢,٤٠	٣,٦٠	شمال شرق	حجر جبرى ميوسينى	C	٢٧
١,٦٩	١,١٧	٢,٩٠	٢,٠٠	٣,٢٥	شمال شرق	حجر جبرى ميوسينى	C	٢٨
١,٩٠	١,٣٩	٢,١٠	٢,٢٠	٣,٤٣				المتوسط
٠,٢٩	٠,٣٠	٠,٢٨	٠,٢٨	٠,٢٥				الانحراف المعيارى
١٥,٣٠	٢١,٩٥	١٣,٤٧	١٢,٨٦	٧,٢٣				معامل الاختلاف
١,٥٧	١,٠٠	١,٨٠	٢,٩٠	٢,٠٥	شمال غرب	بلايستوسين	A	٢٩
١,٣٨	٠,٨٨	١,٦٠	١,٦٥	١,٩٠	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٠
١,١٢	٠,٩٠	١,٢٠	١,٢٥	١,٧٥	شمال	بلايستوسين	A	٣١
١,٠٠	٠,٦٥	١,١٥	١,٢٠	١,٨٠	شمال	بلايستوسين	A	٣٢
٠,٥٥	٠,٤٠	٠,٥٥	٠,٧٠	٠,٨٠	شمال	بلايستوسين	A	٣٣
١,٤٠	١,١٠	١,٥٠	١,٦٠	١,٨٥	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٤
١,١٨	٠,٨٥	١,٣٠	١,٣٨	١,٥٥	شمال	بلايستوسين	A	٣٥
٠,٩٨	٠,٨٠	١,١٠	١,٠٥	٠,٩٠	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٦
٠,٩٤	٠,٦٨	١,٠٠	١,١٥	١,٥٧	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٧
١,١٢	٠,٨١	٢,٢٤	١,٣٢	١,٥٧				المتوسط
٠,٣٠	٠,٢١	٠,٣٧	٠,٣٦	٠,٤٤				الانحراف المعيارى
٢٦,٩٩	٢٥,٧٦	٢٩,٤٩	٢٧,٢٢	٢٧,٩١				معامل الاختلاف
١,٤٧	١,٠٧	١,٦١	١,٧٤	٢,٣٦				المتوسط العام
٠,٧٧	٠,٥٧	٠,٨٥	٠,٩١	١,٠٦				الانحراف المعيارى
٥٢,٢٢	٥٣,٣٩	٥٢,٧٩	٥٢,٣١	٤٤,٩٧				معامل الاختلاف

المصدر: العمل الميدانى فى المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

ملحق (٢) تابع الأبعاد المورفومترية للكهوف البحرية فى ساحل رأس سيدى برانى (الإرتفاع)

رقم الكهف	نوع الجرف	نوع التكوين	إتجاه مدخل الكهف	الارتفاع عند المدخل بالمتر	الارتفاع عند القاع بالمتر
١	A	حجر جبرى ميوسينى	شمال غرب	٠,٩٥	٠,٤٥
٢	A	حجر جبرى ميوسينى	شمال غرب	١,٠٠	٠,٥٠
٣	A	حجر جبرى ميوسينى	شمال غرب	١,٢٠	٠,٦٥
٤	A	حجر جبرى ميوسينى	شمال شرق	١,٢٠	٠,٤٠
٥	A	حجر جبرى ميوسينى	شمال	٠,٩٠	٠,٣٠
٦	A	حجر جبرى ميوسينى	شمال	٠,٦٠	٠,٣٧

٠,٣٠	١,١٠	شمال شرق	حجر جيري ميوسيني	A	٧
٠,٣٥	١,٣٠	شمال شرق	حجر جيري ميوسيني	A	٨
٠,٦٠	٠,٩٠	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	٩
١,٠٠	١,٢٠	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	١٠
١,١٠	٠,٨٠	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	١١
٠,٣٥	٠,٨٠	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	١٢
٠,٦٠	١,١٠	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	١٣
٠,٥٠	٠,٩٠	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	١٤
٠,٣٠	٠,٨٠	شمال	حجر جيري ميوسيني	A	١٥
٠,٤٥	١,١٠	شمال	حجر جيري ميوسيني	A	١٦
٠,٣٣	٠,٦٢	شمال	حجر جيري ميوسيني	A	١٧
٠,٤٠	١,٠٠	شمال	حجر جيري ميوسيني	A	١٨
٠,٤٥	٠,٧٠	شمال	حجر جيري ميوسيني	A	١٩
٠,٣٠	٠,٤٥	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	٢٠
٠,٢٥	٠,٤٥	شمال غرب	حجر جيري ميوسيني	A	٢١
٠,٢٥	٠,٥٠	شمال	حجر جيري ميوسيني	A	٢٢
٠,٤٦	٠,٨٩				المتوسط
٠,٢٢	٠,٢٦				الانحراف المعياري
٤٧,٦٩	٢٨,٧٥				معامل الاختلاف
٠,٣٥	٠,٦٠	شمال	حجر جيري ميوسيني	B	٢٣
٠,٢٠	٠,٤٠	شمال شرق	حجر جيري ميوسيني	B	٢٤
٠,٣٠	٠,٥٠	شمال شرق	حجر جيري ميوسيني	B	٢٥
٠,٢٥	٠,٥٥	شمال	حجر جيري ميوسيني	B	٢٦
٠,٢٨	٠,٥١				المتوسط
٠,٠٦	٠,٠٩				الانحراف المعياري
٢٣,٤٧	١٦,٦٦				معامل الاختلاف
٠,٣٥	٠,٦٧	شمال شرق	حجر جيري ميوسيني	C	٢٧
٠,٣٠	٠,٥٢	شمال شرق	حجر جيري ميوسيني	C	٢٨
٠,٣٣	٠,٦٠				المتوسط
٠,٠٤	٠,١١				الانحراف المعياري
١٠,٨٨	١٧,٨٣				معامل الاختلاف
٠,٣٠	٠,٤٠	شمال غرب	بلايستوسين	A	٢٩
٠,٣٥	٠,٥٠	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٠
٠,٣٥	٠,٤٠	شمال	بلايستوسين	A	٣١
٠,٣٠	٠,٥٥	شمال	بلايستوسين	A	٣٢
٠,٢٢	٠,٥٠	شمال	بلايستوسين	A	٣٣
٠,٣٠	٠,٤٠	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٤
٠,٢٥	٠,٥٠	شمال	بلايستوسين	A	٣٥
٠,٣٥	٠,٦٠	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٦
٠,٢٥	٠,٤٥	شمال غرب	بلايستوسين	A	٣٧
٠,٣٠	٠,٤٨				المتوسط
٠,٠٥	٠,٠٧				الانحراف المعياري
١٦,٣٤	١٤,٩٠				معامل الاختلاف
٠,٤٠	٠,٧٣				المتوسط العام
٠,١٩	٠,٢٨				الانحراف المعياري
٤٨,٤١	٣٨,١٠				معامل الاختلاف

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

ملحق (٣) نقاط الإحداثيات للكهوف البحرية التي تم تسجيلها في ساحل رأس سيدي براني

رقم الكهف	دائرة عرض شمالاً	خط طول شرقاً
١	٢٢,٨٦ '٣٧ ٥٣١	٢٠,٨٦ '٥٥ ٥٢٥
٢	٢١,١١ '٣٧ ٥٣١	٤٤,٧٠ '٥٥ ٥٢٥
٣	٢٤,٥٣ '٣٧ ٥٣١	٣٥,٤١ '٥٥ ٥٢٥
٤	٢٧,٢٦ '٣٧ ٥٣١	٣٠,٨٩ '٥٥ ٥٢٥
٥	٢٧,٤٩ '٣٧ ٥٣١	٣٠,٤٠ '٥٥ ٥٢٥
٦	٢٧,٦٠ '٣٧ ٥٣١	٢٩,٨٥ '٥٥ ٥٢٥
٧	٢٧,٥٩ '٣٧ ٥٣١	٢٨,٨٤ '٥٥ ٥٢٥
٨	٢٧,٣٩ '٣٧ ٥٣١	٢٧,٦٩ '٥٥ ٥٢٥

"٢٧,٧٧ '٥٥ ٥٢٥	"٢٧,٣٣ '٣٧ ٥٣١	٩
"٢٦,٦٤ '٥٥ ٥٢٥	"٢٧,٣٤ '٣٧ ٥٣١	١٠
"٢٦,٠١ '٥٥ ٥٢٥	"٢٧,٣٤ '٣٧ ٥٣١	١١
"٢٥,٤٣ '٥٥ ٥٢٥	"٢٧,٢٩ '٣٧ ٥٣١	١٢
"٢٣,٦٨ '٥٥ ٥٢٥	"٢٧,٠٥ '٣٧ ٥٣١	١٣
"٢٣,٢٣ '٥٥ ٥٢٥	"٢٦,٨١ '٣٧ ٥٣١	١٤
"٢٢,٧٧ '٥٥ ٥٢٥	"٢٦,٦٤ '٣٧ ٥٣١	١٥
"٢٢,٥٤ '٥٥ ٥٢٥	"٢٦,٥٢ '٣٧ ٥٣١	١٦
"٢٢,١٧ '٥٥ ٥٢٥	"٢٦,٤٨ '٣٧ ٥٣١	١٧
"٢١,٦٨ '٥٥ ٥٢٥	"٢٦,٣٤ '٣٧ ٥٣١	١٨
"٢١,١٩ '٥٥ ٥٢٥	"٢٦,٣٦ '٣٧ ٥٣١	١٩
"١٤,٩٠ '٥٥ ٥٢٥	"٢٨,١٩ '٣٧ ٥٣١	٢٠
"١٤,٤٩ '٥٥ ٥٢٥	"٢٨,٢٣ '٣٧ ٥٣١	٢١
"٩,٣٠ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٥٢ '٣٧ ٥٣١	٢٢
"٩,٠٦ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٤٦ '٣٧ ٥٣١	٢٣
"٨,٤٨ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٤٣ '٣٧ ٥٣١	٢٤
"٧,٧٩ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٧٢ '٣٧ ٥٣١	٢٥
"٧,٣٤ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٨١ '٣٧ ٥٣١	٢٦
"٧,٠٨ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٨٢ '٣٧ ٥٣١	٢٧
"٦,٣٢ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٧٠ '٣٧ ٥٣١	٢٨
"٥,٦٩ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٦٦ '٣٧ ٥٣١	٢٩
"٥,٥١ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٦٦ '٣٧ ٥٣١	٣٠
"٥,٢٥ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٦٠ '٣٧ ٥٣١	٣١
"٥,٠٤ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٥٥ '٣٧ ٥٣١	٣٢
"٤١,١٤ '٥٥ ٥٢٥	"٣٠,٩٠ '٣٧ ٥٣١	٣٣
"٤٠,٩٥ '٥٥ ٥٢٥	"٣٦,١٠ '٣٧ ٥٣١	٣٤
"٤٠,٦٠ '٥٥ ٥٢٥	"٣٦,٦٤ '٣٧ ٥٣١	٣٥
"٤٠,١١ '٥٥ ٥٢٥	"٣٦,٩٤ '٣٧ ٥٣١	٣٦
"٣٩,٨٧ '٥٥ ٥٢٥	"٣٦,٩٣ '٣٧ ٥٣١	٣٧
"٣٧,١٦ '٥٥ ٥٢٥	"٣٧,٠٥ '٣٧ ٥٣١	٣٨
"٣٧,٠٧ '٥٥ ٥٢٥	"٣٧,٢٢ '٣٧ ٥٣١	٣٩
"٣٧,٠٤ '٥٥ ٥٢٥	"٣٧,٤٤ '٣٧ ٥٣١	٤٠
"٣٦,٧٩ '٥٥ ٥٢٥	"٣٧,٧٢ '٣٧ ٥٣١	٤١
"٣٦,٦٨ '٥٥ ٥٢٥	"٣٨,١٤ '٣٧ ٥٣١	٤٢
"٣٦,٥٢ '٥٥ ٥٢٥	"٣٨,١٩ '٣٧ ٥٣١	٤٣
"٣٦,٣٨ '٥٥ ٥٢٥	"٣٨,٢٦ '٣٧ ٥٣١	٤٤
"٣٦,٢٢ '٥٥ ٥٢٥	"٣٨,٢٩ '٣٧ ٥٣١	٤٥
"٣٧,٥٧ '٥٥ ٥٢٥	"٣٨,٤٠ '٣٧ ٥٣١	٤٦
"٤٠,٩٥ '٥٥ ٥٢٥	"٣٩,١٠ '٣٧ ٥٣١	٤٧
"٣٣,٩٠ '٥٤ ٥٢٥	"٣٧,٨٢ '٣٧ ٥٣١	٤٨
"٣٣,٤١ '٥٤ ٥٢٥	"٣٧,٣٩ '٣٧ ٥٣١	٤٩
"٢١,٨٢ '٥٤ ٥٢٥	"٣٨,٧٨ '٣٧ ٥٣١	٥٠
"٥٥,٦٧ '٥٢ ٥٢٥	"٣٥,٥٢ '٣٧ ٥٣١	٥١
"٥٥,٣٠ '٥٢ ٥٢٥	"٣٥,٠٥ '٣٧ ٥٣١	٥٢
"٥٣,٣٦ '٥٢ ٥٢٥	"٣٣,٦٠ '٣٧ ٥٣١	٥٣
"٥٣,٠٤ '٥٢ ٥٢٥	"٣٣,٥٥ '٣٧ ٥٣١	٥٤
"٤٤,١٥ '٥٢ ٥٢٥	"٣٣,١٠ '٣٧ ٥٣١	٥٥
"٤٣,٣٦ '٥٢ ٥٢٥	"٣٣,٠١ '٣٧ ٥٣١	٥٦
"٣٤,٥١ '٥٢ ٥٢٥	"٣١,٧٧ '٣٧ ٥٣١	٥٧
"٣٢,٨٨ '٥٢ ٥٢٥	"٣٢,٠٧ '٣٧ ٥٣١	٥٨
"٢٩,٤٥ '٥٢ ٥٢٥	"٣٠,٨٦ '٣٧ ٥٣١	٥٩
"٤٨,٩١ '٥٢ ٥٢٥	"٣٠,٦٤ '٣٧ ٥٣١	٦٠
"٢٩,٦٨ '٥٢ ٥٢٥	"٣٢,٢٧ '٣٧ ٥٣١	٦١
"٢٩,٨٢ '٥٢ ٥٢٥	"٣٢,٣٣ '٣٧ ٥٣١	٦٢

المصدر: العمل الميداني في المدة من ٥ - ٨ أغسطس ٢٠٢٢

Geomorphology of marine caves in the coast of Ras Sidi Barani, Northwestern coast of Egypt

Abstract:

The study dealt with the geomorphology of marine caves on coast of Ras Sidi Barani on the northwestern coast of Egypt, by studying the geomorphological factors and processes affecting the form and development of marine caves, through which they were divided into an attacking force and a resisting force, and studying the extent of their influence on the form and development of the caves. The study was conducted to study the morphological characteristics of the marine caves in the study area, their morphometric characteristics and the study of the relation between their variables, the correlation between the variables of all dimensions was positive, and then made several classifications for the marine caves in the study area, including Classification according to the geomorphological stage, which resulted in 70.7% of the marine caves in study area in the embryonic stage, and 29.73% in the maturity stage, Classification according to proximity the percentage of divergent caves reached 16.13%, convergent caves 29.03%, partially connected 43.5%, and fully connected 11.29%, and in terms of their locations on the cliffs, the lower undercut caves are the dominant category with a rate of 79.03%. The caves of storm waves accounted for 16.3%, while the sunken caves accounted for 4.83%. The study recommended the necessity of exploiting the coasts of Sidi Barani and preserving its natural phenomena in attracting tourism activity.

Key words: marine caves - sea cliffs - Sidi Barani - geomorphological processes.