دلائل تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع على أشكال الكارست الساحلية بمنطقة أوترانتو، ساحل البحر الأيونى، جنوب إيطاليا

بحث مقدم لنيل درجة الدكتوراه في الجغرافيا الطبيعية
قسم الجغرافيا ، كلية الآداب ، جامعة دمياط

إعداد

نورهان أحمد نور

إشراف

[١]، محمد مجدى تراب [٢]، إبراهيم بدوى[٣] ، جيوسيب ماسترنوزى[٤]

١ طالبة دكتوراه، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا، جامعة دمياط

٢ أستاذ الجغرافيا الطبيعية ، كلية الآداب، قسم الجغرافيا ، جامعة دمنهور

٣ أستاذ الجغرافيا الطبيعية ، كلية الآداب ، قسم الجغرافيا ، جامعة دمياط

٤ أستاذ الجيولوجيا والجيومورفولوجيا، جامعة بارى، إيطاليا

مقدمة:

تتميز منطقة "أوترانتو" بتنوع الظاهرات الجيومورفولوجية الدالة على تغير مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع، سواء السطحية أو المغمورة منها. ومن أهم الظاهرات المنتشرة على طول خط ساحل منطقة الدراسة الكهوف (البحرية، الكارستية الساحلية) والفجوات الساحلية والأرصفة البحرية، ومن خلال دراستهم تم التعرف على مستويات تذبذب مستوي سطح البحر التى تعرضت لها منطقة الدراسة إلي جانب تأثرها بحركات الرفع التكتونية خلال الزمن الرابع.

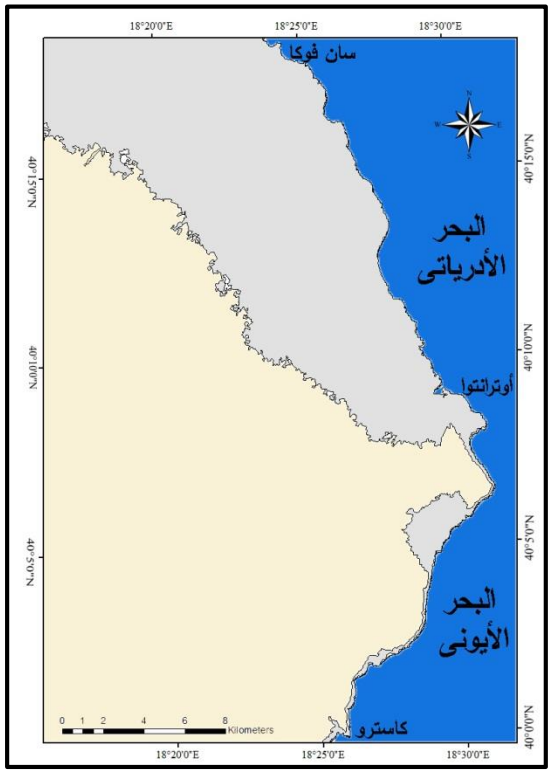
موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة "أوترانتو" على مضيق "أوترانتو" الذى يصل بين البحر الأدرياتى بالبحر الايونى جنوب إيطاليا، فيما بين دائرتي عرض ″7.74 ′0 °40 و″6.61 ′18 °40 شمالا، وبين خطى طول °18 ″10.10 ′24 و ″30.99 ′25 °18 شرقا، وتبلغ مساحة منطقة الدراسة حوالي ١٢كم^{٢}، وتمتد منطقة الدراسة على شكل شريط ساحلى يطل على البحر الايوني بمتوسط إتساع ٣٠٠ متر ويتم تحديده بنطاق تأثر اليابس بعوامل التعرية البحرية ولمسافة ٥٣ كم فيما بين منطقتى سان فوكا "San Foca" في الشمال وكاسترو "Castro" في الجنوب، شكل (١).

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

نطاق الدراسة:

وتم أختيار ثلاثة أجزاء من ساحل منطقة "سان فوكا" لدراستها ميدانيا، وهي من الشمال للجنوب: ساحل خليج "روكا فيكيا Roca Vecchia"، وخليج "تولوري دي روكا فيكيا Torre di Roca Vecchia" ، وخليج "مادونا دى روكا فيكيا Madonna di Roca Vecchia"، كما تم أختيار منطقتين على ساحل منطقة "كاسترو" لدراستها ميدانيا ، وهي من الشمال للجنوب : ساحل المنطقة الممتدة من "خليج ميدجانو Porto Miggiano" حتى "خليج ميناء كاسترو Porto Castro" ، وخليج "ميناء كاسترو Porto Castro" وتعد هذه المناطق من أبرز سواحل الكارست المتأثرة بتذبذب مستوى سطح البحر، شكل (٢).



شكل (٢) نطاق منطقة الدراسة

أسباب اختيار الموضوع:

١- تعد دراسة أشكال الكارست الساحلية من الموضوعات الجديدة على المكتبة الجغرافية العربية.

٢- تم اختيار منطقة أوترانتو الواقعة جنوب شبه جزيرة أبوليا كمنطقة للدراسة لأنها تعد من المناطق الكارستية الساحلية النشطة المتأثرة بعمليات الإذابة بمياه المطر ومياه البحر مكونة مجموعة من الظاهرات الكارستية المختلفة.

٣- سهولة التجول فى أرجاء منطقة الدراسة وأتيحت للطالبة فرصة زيارتها من قبل عام ٢٠١٠ بدعوة من قسم الجيولوجيا بجامعة باري بإيطاليا.

أهداف الدراسة:

١- التعرف على تأثير تغير مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع على أشكال الكارست الساحلية بمنطقة أوترانتو.

٢- دراسة تطور ظاهرات أشكال الكارست الساحلية خلال المناخ الحالي والقديم.

الدراسات السابقة :

تعد دراسة ظاهرات الكارست الساحلية من الموضوعات الحديثة في الجيومورفولوجية، حيث تناولت دراسة Mastronuzzi et al. (2002) تطور الكثبان الرملية الساحلية والتغيرات البيئية عليها خلال عصر الهولوسين بشبة جزيرة أبوليا (جنوب إيطاليا)، كما قام Mastronuzzi et al., (2007) بدراسة جيولوجية وجيومورفولوجية منطقة أوترانتو الواقعة على الساحل الغربي من البحر الأيونى بشبه جزيرة أبوليا، ودرس Andriani, et al. (2007) المؤثرات البشرية على أشكال الكارست الساحلية بشبه جزيرة أبوليا جنوب ايطاليا، كما درس Festa et al. (2011) بالوعات الإذابة بأقليم أبوليا الكارستى ومدى تطورها والأخطار الناتجة عنها، بينما درس Margiotta et al. (2012) جيومورفولوجية بالوعات الإذابة الساحلية ورسم مفصل لأهم التطورات الجيولوجية والجيومورفولوجية لها بأقليم أبوليا (جنوب إيطاليا).

مناهج وأساليب ووسائل البحث:

تم أتباع المناهج التالية خلال الدراسة:

- **المنهج الموضوعي** : أي دراسة موضوع أشكال الكارست الساحلية من حيث التوزيع الجغرافي والخصائص الجيومورفولوجية وظروف تكونها .
- **المنهج التاريخي** : بدراسة مراحل تطور منطقة الدراسة خلال الزمن الرابع والدلائل الجيومورفولوجية الناتجة عن تذبذب مستوى سطح البحر.

– وأعتمدت الدراسة في تقدير مستويات سطح البحر القديم على دراسة ثلاث ظاهرات:

(أ) الفجوات الساحلية (Notches) الموجبة اى التي تظهر فوق مستوى سطح البحر الحالي ، وهي تشير إلى فترات الدفء التى تؤدي إلى أرتفاع مستوى سطح البحر، إضافة إلى الفجوات الساحلية المغمورة تحت مستوى سطح البحر الحالي ، وهي تشير إلى فترات البرودة التي تؤدي إلى أنخفاض مستوى سطح البحر.

(ب) الكهوف البحرية والكارستية السطحية المتناثرة فوق اليابس وهي تشير إلى تذبذب مستوى سطح البحر الحالي خلال الزمن الرابع.

(ج) الأرصفة البحرية والتى اعتمد عليها لدراسة تذبذب مستوى سطح البحر بالنطاق الشمالى من منطقة الدراسة، نتيجة لأختفائها بالجزء الجنوبي منها.

– **القياسات الميدانية:**

١. القياس الميداني للظاهرات المنتشرة على طول ساحل منطقة الدراسة سواء من خلال اليابس أو بأستخدام القوارب للوصول إليها.

٢. القيام بالسباحة والغوص لحد أقصي ٤ أمتار لدراسة الظاهرات المغمورة أسفل مياه البحر الحالي، وقياس أبعادها بأستخدام القامة المساحية.

ومن أهم الأدوات التي سوف تستخدم في هذه الدراسة:

١. جهاز GPS. ٢. شريط من التيل طوله ٢٠ مترا

٣. قامة مساحية ٥ أمتار.

- **وتم تقسيم دلائل تذبذب مستوى سطح البحر إلى نطاقين:**

أولا: دلائل فوق مستوى سطح البحر الحالي:

تم دراسة الجروف الساحلية المطلة على البحر مباشرة، حيث تنتشر دلائل فوق مستوى سطح البحر الحالي من الكهوف الكارستية والفجوات الساحلية (Notches) والأرصفة البحرية، وسوف نتناول كل منطقة على حدة .

١- الفجوات الساحلية (Notches):

تم تصنيف الفجوات البحرية بمنطقة الدراسة وفقا لتأثرها بتغيرات مستوى سطح البحر الى الأنواع التالية:

أ- فجوات بحرية موجبة (فوق اليابس).

ب- فجوات بحرية سالبة (مغمورة).

ج- فجوات بحرية مركبة (جزء منها يظهر فوق اليابس والجزء الأخر مغمور).

حاولت الطالبة دراسة الخصائص المورفولوجية للانماط الثلاثة بمنطقة دراستها بقياس الأبعاد الآتية ميدانيا، شكل (٤،٣):

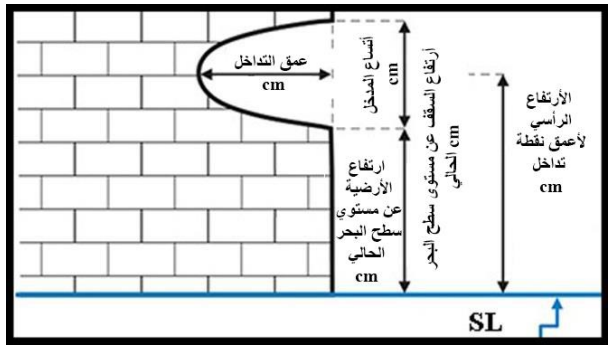
أ- عمق تداخل الفجوة (Notch) بالسنتيمترات.

ب- اتساع المدخل بالسنتيمترات.

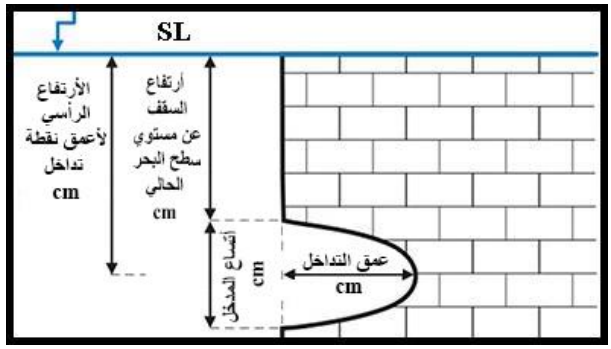
ج- أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات.

د- ارتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات.

هـ- الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات.



شكل (٣) طريقة قياس الفجوات البحرية الموجبة فوق مستوي سطح البحر الحالي، (Torab, 2016)



شكل (٤) طريقة قياس الفجوات البحرية السالبة المغمورة حاليا تحت مستوي سطح البحر الحالي، (Torab, 2016)

- **وتم تصنيف الفجوات البحرية حسب الشكل،** حيث يتخذ بعضها شكل حرف "U " مما يشير إلى عمق التداخل بالنسبة لاتساع المدخل، وتأثرها بالنحت البحري لفترة أطول بالفعل الهيدروليكي للأمواج، بينما يتخذ البعض الأخر شكل حرف " V" حيث يقل عمق التداخل نتيجة حداثة نشأتها وتأثرها بالفواصل المتعامدة ، وتم تطبيقها على المناطق التالية:

١-أ- ساحل سان فوكا:

قامت الطالبة بتقسيم ساحل منطقة "سان فوكا" إلى ثلاث مناطق لدراسة الفجوات الساحلية، وهم:

١-أ-١- منطقة خليج "روكا فيكيا Roca Vecchia":

من دراسة جدول (١) نلاحظ وجود النوعين من اشكال الفجوات الساحلية"U وV" ، حيث بلغ اقصي عمق النوع الاول "U" حوالي١٢٠سم ، واقصي اتساع لمدخلها ٧٥سم، في حين

نلاحظ النوع الثاني "V" بعمق نقطة تداخله مقارنة باتساع مدخله، حيث بلغ اقصي عمق ٨٠ سم في حين بلغ اتساع مدخله ٦٥ سم ، صورتا (٢،١).

جدول (١) قياس ابعاد الفجوات الساحلية الموجبة بمنطقة خليج "روكا فيكيا Roca Vecchia"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	ارتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	الشكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٧٠	٦٠	٤٠	٢٠	٥٠	U
٢	١١٠	١٠٠	٧٠	٣٠	٨٠	U
٣	٧٠	٩٠	٨٠	٢٠	٨٠	V
٤	١٢٠	٧٥	٥٠	٢٥	٧٥	U
٥	٨٠	٦٥	٥٠	١٥	٦٠	V
٦	٨٠	٦٠	٤٠	٢٠	٤٠	V

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

صورة (١) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة خليج "روكا فيكيا"، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشرق

صورة (٢) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطق خليج "روكا فيكيا"، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجا النظر نحو الشمال الشرقي

١-أ-٢- منطقة خليج "تولوري دي روكا فيكيا Torre di Roca Vecchia":

من دراسة جدول (٢) نلاحظ انتشار شكل الفجوات الساحليةالتى تبدو عى شكل حرف " V"أكثر من إنتشار الفجوات التي تظهر على شكل حرف"U" ، مما يشير إلى تأثر تلك المنطقة بالفواصل المتعامدة على خط الساحل بشكل كبير، ويتميز النوع الاول "V" بعمق التداخل الذي

بلغ اقصاه ١٣٠ سم ، إضافة إلى اتساع مدخله الذي يصل لنحو ٩٥سم، بينما بلغ اقصي عمق للنوع الثاني "U" ١٠٠ سم فقط ، في حين لا يتجاوز إتساع مدخله اكثر من ٨٠ سم، صورتا (٤،٣).

جدول (٢) قياس ابعاد الفجوات الساحلية الموجبة بمنطقة "تولوري دي روكا فيكيا Torre di Roca Vecchia"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	ارتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٤٥	٦٠	٣٥	٢٥	٤٥	U
٢	١٠٠	٨٠	٦٠	٢٠	٦٥	U
٣	١٢٠	٨٥	٦٥	٢٠	٦٥	V
٤	١١٠	٨٠	٦٠	٢٠	٦٠	V
٥	١٣٠	٨٥	٦٠	٢٥	٦٠	V
٦	٩٠	٩٥	٤٥	٤٠	٧٥	V
٧	٦٠	٨٠	٢٧٥	٢٠٥	٢٤٥	V

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

صورة (٣) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "V" بمنطقة خليج" تولوريدي روكا فيكيا" ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشرق

صورة (٤) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "V" بمنطقة خليج " تولوري دي روكا فيكيا" ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشرق

١-أ-٣- منطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا Madonna di Roca Vecchia":

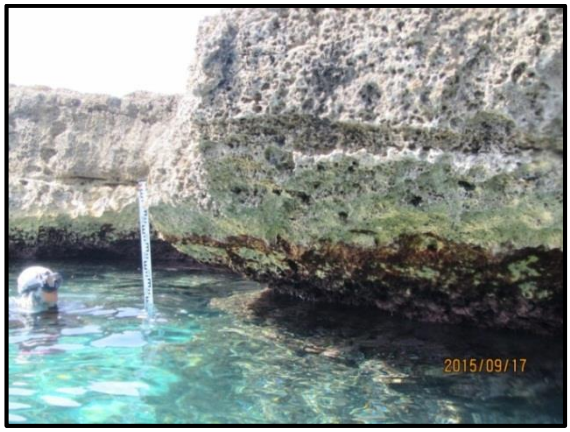
من دراسة جدول (٣) نلاحظ انتشار شكل الفجوات الساحلية التى تظهر مقاطعها العرضية على شكل حرف "V" بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا" ، وان كان بعضها في بداية تكوينها مقارنته بالشكل "U" والذي اجتاز اكبر مرحلة من النحت البحري بالفعل الهيدروليكي للامواج، مما يشير إلى تأثر تلك المنطقة بالفواصل المتعامدة على خط الساحل ، ويتميز النوع الاول " V" بعمق التداخل بلغ اقصاه ٩٠ سم واتساع مدخله ١١٥سم، بينما بلغ اقصي عمق للنوع الثاني "U" ١٠٠ سم في حين بلغ اتساع مدخله ١٠٥ سم، صورتا (٦،٥).

جدول (٣) قياس ابعاد الفجوات الساحلية الموجبة بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا Madonna di Roca Vecchia"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	أرتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٩٠	١٠٠	٧٠	٣٠	٨٠	V
٢	٦٠	١١٥	٧٥	٤٠	٨٥	V
٣	١٠٠	٦٠	٤٠	٢٠	٤٠	U
٤	١٠٠	١٠٥	٥٥	٥٠	٧٥	U
٥	٦٠	١٠٥	٨٠	٢٥	٨٠	V
٦	٩٠	٣٠	٢٥	صفر	٢٠	V
٧	٨٠	٥٠	٥٠	صفر	٤٠	V
٨	٨٠	٢٠	٢٠	صفر	١٥	V

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

صورة (٥) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "V" بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا"، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشمال



صورة (٦) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "V" بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا"، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الجنوب الشرقي

١-ب- ساحل منطقة كاسترو:

تم دراسة تاثير تذبذب مستوى سطح البحر على الفجوات الساحلية الموجبة، وذلك من خلال منطقتين بمنطقة "كاسترو"، وهما:

١-ب-١- منطقة "خليج ميدجانو Porto Miggiano" حتى "خليج ميناء كاسترو Porto Castro":

من دراسة جدول (٤) نلاحظ اشكال الفجوات الساحلية "U وV" منتشرة بالمنطقة، ويتميز الفجوات الساحلية في تلك المنطقة بعمق التداخل حيث بلغ أقصاها ٢١٠سم في الشكل"V" وذلك لوجودها على جرف بحري يشرف مباشرة على مياه البحر المتعمقة أكثر من ٢٠ متر، وبلغ اقصي اتساع للمدخل ١٢٠سم في الشكل "U" مما يشير إلى تأثر الظاهرات بالفعل الهيدروليكي للأمواج بشكل كبير جدا خلال الزمن الرابع ، صورتا (٨،٧).

جدول (٤) قياس ابعاد الفجوات الساحلية الموجبة بمنطقة "خليج ميدجانو Porto Miggiano"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	أرتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	١٨٠	١١٠	١١٠	صفر	٧٠	U
٢	١٨٠	٧٠	٤٠	٣٠	٢٥	U
٣	٢١٠	٦٠	٣٠	٣٠	٢٥	V
٤	٨٠	١٥٠	٧٠	٦٠	٩٠	V
٥	٧٠	٨٠	٤٠	٤٠	٦٠	U
٦	١١٠	١٢٠	٧٠	٥٠	٧٠	U

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

صورة (٧) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة "خليج ميناء كاسترو "، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الغرب

صورة (٨) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "V" بمنطقة "خليج ميناء كاسترو "، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الغرب

١-ب-٢- خليج "ميناء كاستروPorto Castro" :

من دراسة جدول (٥) نلاحظ انتشار شكل الفجوات الساحلية "U" ، مما يشير إلى تأثر تلك المنطقة بالفعل الهيدروليكي للأمواج بشكل كبير نتجة لعمق المياه امامها حيث تبلغ عمقها أكثر من ٥ أمتار مما يسمح للموجه في أخذ دوراتها كاملة قبل الأرتطام بالحافة، ويتميز هذا النوع بعمق التداخل بلغ اقصاه ٨٠ سم واتساع مدخله ١٠٠سم ، صورتا (١٠،٩).

جدول (٥) قياس ابعاد الفجوات الساحلية الموجبة بمنطقة خليج "ميناء كاسترو Porto Castro"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	أرتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٧٠	١٠٠	٨٥	١٥	٧٥	U
٢	٤٠	٦٠	٤٥	١٥	٣٠	U
٣	٣٥	٤٠	٤٠	صفر	٢٠	U
٤	٤٠	٧٠	٦٠	١٠	٦٠	U
٥	٥٠	٦٠	٥٠	١٠	٤٥	U
٦	٣٠	٥٠	٥٠	صفر	٣٠	U
٧	٨٠	٨٠	٨٠	صفر	٦٠	U
٨	٥٠	٩٠	٦٠	٣٠	٣٠	U
٩	٥٠	٨٠	٤٠	٤٠	٤٠	U

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستمبر ٢٠١٥

صورة (٩) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة "خليج ميناء كاسترو "، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشمال

صورة (١٠) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة "خليج ميناء كاسترو "، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الجنوب

٢- الكهوف الساحلية السطحية:

تم التعرف على عدد من الكهوف الساحلية والمنتشرة على جوانب الجروف البحرية بمنطقة الدراسة، سواء الكهوف الكارستية والمنتشرة على أسقفها النوازل الكارستية أو الكهوف البحرية والتى

يمكن الأعتماد عليها في دراسة تأثير تذبذب مستوى سطح البحر، وتم دراسة مدى تأثر تلك الكهوف بتذبذب مستوى سطح البحر من خلال عدد من المتغيرات وهى :

- اتساع المدخل بالسنتيمترات .
- أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات.
- ارتفاع الأرضية من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات.

٢-أ- الكهوف الكارستية الساحلية :

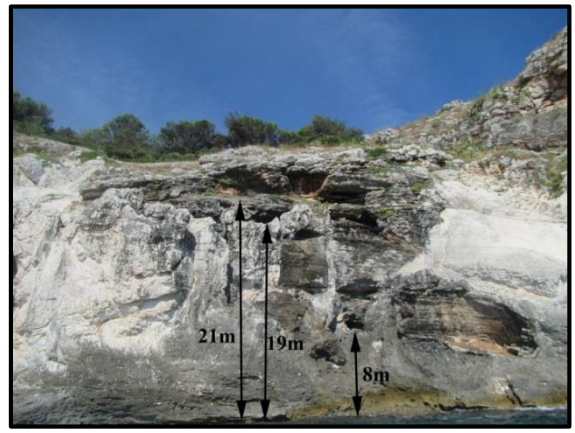
تعد الكهوف الكارستية الساحلية أحد الأدلة المستخدمة في تحديد مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع، وذلك بدراسة الصواعد أو النوازل المنتشرة على أرضية وأسقف الكهوف.

لوحظ من دراسة الكهوف الكارستية الساحلية المتأثرة بتذبذب مستوى سطح البحر على ساحل النطاق الشمالى من منطقة الدراسة على مناسيب تتراوح بين ٠ - ٠،٧٠متر فوق مستوى سطح البحر الحالي، وهي تكونت نتيجة تضافر قياسيات الإذابة بمياه المطر بجانب قياسيات النحت البحري مما تشير إلى انخفاض منسوب سطح البحر، صورتا (١١،١٢).

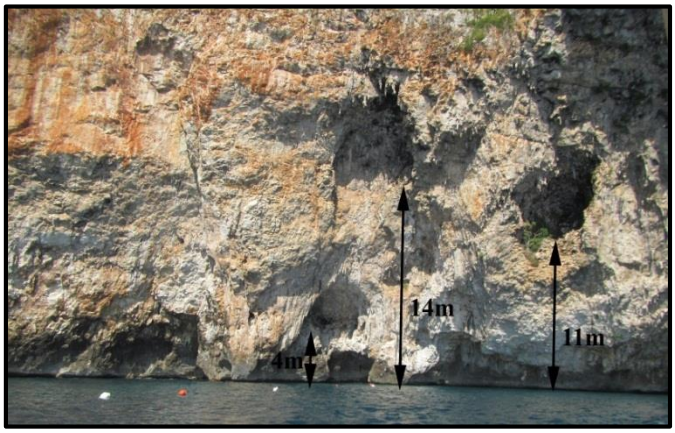
صورة (١١) كهف كارستى يوجد على ارتفاع ٠،٧٠متر من مستوى سطح البحر الحالي، وتظهر على أرضيته آثار فعل الإذابة، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

صورة (١٢) كهف كارستى يوجد على ارتفاع ٠،٦٠ متر من مستوى سطح البحر الحالي، يوجد به عدة مستويات وتظهر على ارضيته آثار فعل الإذابة، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

ومن دراسة الكهوف الكارستية الساحلية بالنطاق الجنوبي، نجد الكهوف على مناسيب تتراوح بين ٠- ٢١متر فوق مستوى سطح البحر الحالي، كدليل على مستويات ارتفاع وانخفاض سطح البحر خلال الزمن الرابع ، صورتا (١٣،١٤).



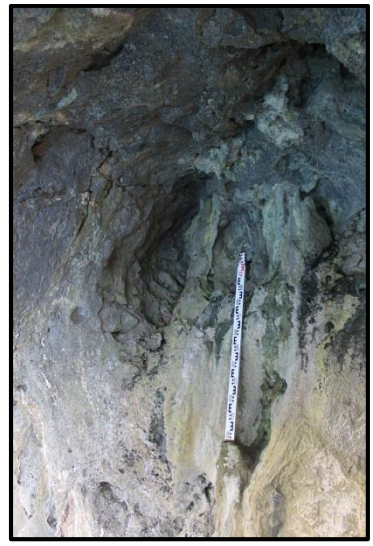
صورة (١٣) مجموعة من الكهوف الكارستية على عدة مستويات تدل على تذبذب مستوى سطح البحر ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال



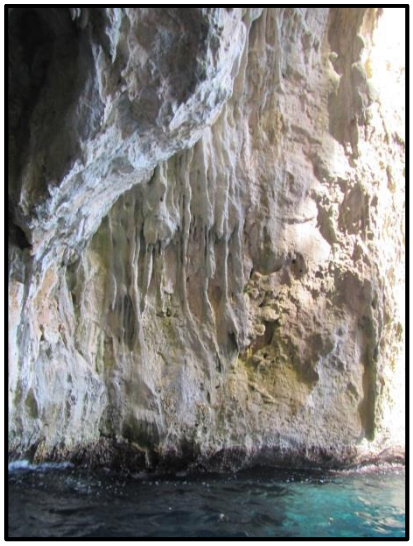
صورة (١٤) مجموعة من الكهوف الكارستية على عدة مستويات تدل على تذبذب مستوى سطح البحر ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

٢-ب- الكهوف البحرية:

تعد الكهوف البحرية إحدى الأشكال الناتجة عن تراجع الجروف البحرية أمام هجمات الأمواج، حيث تبدأ تكوينها من خلال نتوءات وفجوات صغيرة الحجم في مناطق الضعف الجيولوجي ثم تبدأ في الأتساع التدريجي إلى أن تتكون ظاهرة الكهوف التي تتسع مداخلها نتيجة اصطدام الأمواج بها، ويظهر على أسقف تلك الكهوف أثار الفعل الكيميائي بين مياه البحر والتكوينات الجيرية (تراب ، ٢٠١١، ص ٢٨٨) ، صورتا (١٥،١٦).

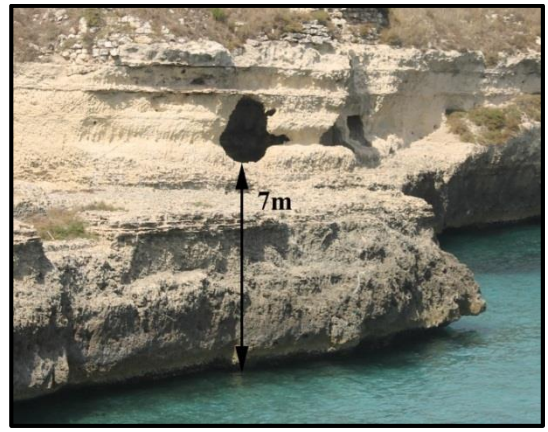


صورة (١٥) تأثير الفعل الكيميائي على أسقف الكهوف البحرية، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال



صورة (١٦) تأثير افعل الكيميائي وهجمات الأمواج على جوانب الكهوف البحرية، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

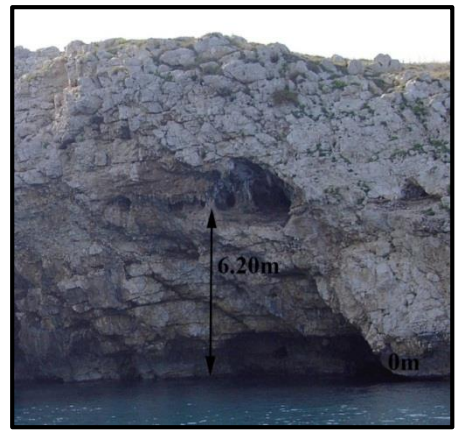
لوحظ من دراسة الكهوف البحرية المتأثرة بتذبذب مستوى سطح البحر على ساحل النطاق الشمالى من منطقة الدراسة على مناسيب تتراوح بين ٠- ١٥متر فوق مستوى سطح البحر الحالي، وهي تكونت نتيجة تضافر قياسيات الإذابة بمياه المطر بجانب قياسيات النحت البحري مما تشير إلى ارتفاع وانخفاض منسوب سطح البحر خلال فترات الذبذبات المناخية ، صورتا (١٧،١٨).



صورة (١٧) كهف بحري يوجد على ارتفاع ٧ متر من مستوى سطح البحر الحالي، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

صورة (١٨) مجموعة من الكهوف البحرية توجد على ارتفاع ١٥ متر مما تشير إلى المستوى القديم لمستوي سطح البحر، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

كما تنتشر كهوف أخرى على مناسيب تتراوح بين ٠- ١٠متر فوق مستوى سطح البحر الحالي بالنطاق الجنوبي من منطقة الدراسة، كدليل على مستويات انخفاض سطح البحر خلال الفترات الباردة بالزمن الرابع ، صورتا (١٩،٢٠).



صورة (١٩) كهفين بحريين أحدهما يوجد على ارتفاع ٦،٢٠ متر والآخر علي مستوى سطح البحر الحالي ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

صورة (٢٠) كهف بحري يوجد على ارتفاع ١٠ متر مما تشير إلى المستوى القديم لمستوي سطح البحر، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، اتجاه النظر صوب الشمال

ج- الأرصفة البحرية :

الرصيف البحري التحاتي ينشأ نتيجة تراجع الجروف البحرية صوب اليابس، وتتميز تلك الأرصفة باستواء سطوحها وصقلها نتيجة الاحتكاك المستمر بالأمواج (تراب، ٢٠١١، ص١٧٧)، وتتأثر الأرصفة البحرية بالبنية الجيولوجية للمنطقة، سواء بفعل الانكسارات أو الفواصل إلى جانب التقويض السفلي للفعل الهيدروليكي للامواج مكونة الفجوات البحرية بالأجزاء السفلية منها (Bird,2008).

قامت الطالبة بدراسة الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة ميدانيا بإستخدام قامة منزلقة مدرجة من الألومنيوم طولها ٥ أمتار، وشريط من التيل طوله ٢٠ مترا، وجهاز GPS لتحديد مواقع الأرصفة جغرافيا فلكيا، وأنحسر التوزيع الجغرافي للأرصفة على شواطئ النطاق الشمالي فقط وعدم تمييزها على شواطئ النطاق الجنوبي نتيجة تكونه من جروف بحرية مرتفعة المنسوب، وتم قياس كل من المتغيرات المورفومترية التالية لعدد من الأرصفة التي تيسر للطالب قياسها ميدانيا:

١- أقصى عرض للرصيف بالمتر.

٢- أدنى عرض للرصيف بالمتر.

٣- أرتفاع الرصيف بالمتر.

٤- أقصى عرض للرصيف المغمور بالمتر.

٥- أدنى عرض للرصيف المغمور بالمتر.

من دراسة أبعاد الأرصفة البحرية ميدانيا، نلاحظ أن متوسط أقصى عرض للرصيف البحري بمنطقة الدراسة ١٨،٤مترا ، حيث بلغ أقصى عرض حوالي ٦٨،٣ مترا نتيجة لتكونه عند أسافل جرف بحري في منطقة "Torre Dell'Orso"، وبلغ متوسط أدنى عرض للرصيف حوالي ٥،٦ مترا، في حين نجد أن أدنى عرض لا يتعدى أكثر من نصف متر نتيجة تآكله بقياسيات التعرية البحرية النشطة في منطقة " Sant'Andrea "، بينما بلغ متوسط أقصى عرض للرصيف المغمور ٢٤،٩ مترا، حيث بلغ أقصى عرض ١١٦،٤ مترا عند منطقة "Roca Vecchia" ، في حين نجد أن متوسط أدنى

عرض للرصيف المغمور ٧،٩ مترا، حيث لا يتعدى عرضه أكثر من ٤٠ سم قرب شاطئ "Sant'Andrea".

تطبيقات من الدراسة الميدانية:

ومن دراسة أرتفاعات الأرصفة البحرية عن مستوى سطح البحر الحالى ميدانيا، تم التعرف على ثلاثة مستويات من الأسفل للأعلى كمايلي، صور (٢١،٢٢،٢٣):

أ- المستوى الأول يتراوح إرتفاعه بين ١،٦٠-٣،٣٠ مترا.

ب- المستوى الثاني يتراوح إرتفاعه بين ٧،٧٠-٨،٧٠ مترا.

ج- المستوى الثالث يتراوح إرتفاعه بين ١١،١٠-١١،٧٠ مترا.

صورة (٢١) توضح المستوي الأول من الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة بالنطاق الشمالي ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشمال الشرقي

صورة (٢٢) توضح المستوي الثاني من الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة بالنطاق الشمالي ، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الجنوب الشرقي

صورة (٢٣) توضح المستوي الثالث من الأرصفة البحرية بمنطقة الدراسة بالنطاق الشمالي، تصوير الطالبة أغسطس ٢٠١٦، أتجاه النظر نحو الشمال الشرقي

ثانيا: دلائل مغمورة تحت مياه البحر الحالي:

تم دراسة الفجوات الساحلية (Notches) المغمورة تحت مياه البحر الحالي على جوانب الجروف الساحلية، اعتمادا على طريقة القياس[١] والتى اعتمدت عليها الطالبة في دراسة الفجوات الساحلية فوق مستوى سطح البحر الحالي، وسوف نتناول كل منطقة على حدى:

١-ساحل منطقة سان فوكا:

تم دراسة الفجوات الساحلية (Notches) المغمور بمنطقة سان فوكا من خلال منطقتين، وهما:

١-١- منطقة "تولوري دي روكا فيكيا Torre di Roca Vecchia":

تم التعرف على اثنين من الفجوات المغمورة بمنطقة "تولوري دي روكا فيكيا Torre di Roca Vecchia" ، ومن دراسة جدول (٦) نلاحظ وجود النوعين من اشكال الفجوات الساحلية المغمورة بالمنطقة "U وV" ، حيث بلغ عمق النوع الاول "U" حوالي٤٠سم ، واتساع مدخلها ٨٠سم، في حين نجد النوع الثاني "V" بلغ عمق تدخله ١٢٠سم و اتساع مدخله ٩٠ سم ، صورة (٢٤) .

جدول (٦) قياس ابعاد الفجوات الساحلية بمنطقة "تولوري دي روكا فيكيا Torre di Roca Vecchia"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٤٠	٨٠	٨٠	١٠٠	U
٢	١٢٠	٩٠	٦٠	١٢٠	V

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

[١] راجع الشكل (٤).

صورة (٢٤) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة "خليج ميناء كاسترو"، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشمال

١-٢- منطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا Madonna di Roca Vecchia":

ومن دراسة جدول (٧) نلاحظ انتشار الفجوات الساحلية المغمورة بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا Madonna di Roca Vecchia" علي هيئة شكل "U" ، حيث بلغ عمق النوع الاول "U" حوالي٤٠سم ، واتساع مدخلها ٨٠سم، في حين نجد النوع الثاني "V" بلغ عمق تدخله ١٢٠سم و اتساع مدخله ٩٠ سم ، صورة (٢٥).

جدول (٧) قياس ابعاد الفجوات الساحلية بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا Madonna di Roca Vecchia"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٤٠	٣٠	٤٠	٦٥	U
٢	١٠٠	١٠٠	صفر	٥٠	U
٣	٨٠	١١٠	صفر	٦٠	U

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

صورة (٢٥) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة خليج "مادونا دى روكا فيكيا"، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشمال الشرقي

٢- ساحل منطقة كاسترو:

تم التعرف على الفجوات الساحلية المغمورة في منطقة واحدة بالجزء الجنوبي من منطقة الدراسة، وهي:

٢-١- خليج "ميناء كاسترو Porto Castro" :

تم التعرف على الفجوات المغمورة بمنطقة خليج "ميناء كاسترو Porto Castro" ، ومن دراسة جدول (٨) نلاحظ وجود النوعين من اشكال الفجوات الساحلية المغمورة بالمنطقة "U و V" ، حيث بلغ أقصي عمق النوع الاول "U" حوالي٦٠سم ، واتساع مدخلها ١٣٠سم، في حين نجد النوع الثاني "V" بلغ عمق تدخله ٨٠سم و اتساع مدخله ١٧٠ سم ، صورة (٢٦) .

جدول (٨) قياس ابعاد الفجوات الساحلية بمنطقة خليج "ميناء كاسترو Porto Castro"

رقم	عمق التداخل بالسنتيمترات	أتساع المدخل بالسنتيمترات	أرتفاع السقف من مستوي سطح البحر الحالي بالسنتيمترات	الأرتفاع الرأسي لأعمق نقطة تداخل بالسنتيمترات	شكل الفجوات الساحلية (Notches)
١	٤٠	٨٠	١٠٠	١٤٠	U
٢	٦٠	١٣٠	١٦٠	٢٦٠	U
٣	٨٠	١٧٠	١٠٠	١٧٠	V

المصدر: قياس الطالبة من خلال الدراسة الميدانية، ستبمبر ٢٠١٥

صورة (٢٦) احدى الفجوات الساحلية (Notches) "U" بمنطقة خليج " ميناء كاسترو "، تصوير الطالبة في سبتمبر ٢٠١٥، أتجاه النظر نحو الشمال الشرقي

ثالثا: التطور الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة خلال الزمن الرابع.

تتعرض منطقة الدراسة للتطور الجيومورفولوجي المستمر نتيجة لتعرضها لقياسيات النحت والأرساب إلى جانب تأثير حركات الرفع التكتونية والتى حدثت خلال الزمن الرابع ، ومن دراسة الظاهرات الدالة على تذبذب هلى مستوى سطح البحر تم التعرف على مدى التطور التى تأثرت لها منطقة الدراسة.

ومن دراسة جدول (٩) تم التعرف على توزيع الظاهرات الجيومورفولوجية الدالة على تذبذب مستوى سطح البحر بالنطاق الشمالي والجنوبي من منطقة الدراسة، وهى:

أ- تنتشر الفجوات البحرية (الموجبة) بالنطاق الشمالي على مستويين (٠-٢،٢-٤) متر من مستوى سطح البحر الحالي إلى جانب الفجوات (السالبة) والتى يقتصر تواجدها على مستوى (٠-(-٢)) متر تحت مستوى سطح البحر الحالي.

ب-توجد الفجوات البحرية (الموجبة) بالنطاق الجنوبي على مستوى (٠-٢) متر من مستوى سطح البحر الحالى، بينما توجد الفجوات البحرية (السالبة) على مستويين (٠-(-٢)،(-٢)-(-٤)) تحت مستوى سطح البحر الحالي مما يشير إلى مدى تأثير حركات الرفع التكتونية بالنطاق الجنوبي عنها بالنطاق الشمالي.

ج- لاحظ وجود الكهوف الكارستية الساحلية بالنطاق الشمالي على مستوى (٠-٢) متر والبحرية على ثلاث مستويات ((٠-٢)،(٢-٤)،(٦-٨)) من مستوى سطح البحر الحالي ، مما يشير إلى مدى تأثر تلك النطاق بعمليات النحت البحري المستمر خلال الزمن الرابع،

د- بينما تتنشر الكهوف الكارستية الساحلية بالنطاق الجنوبي على عدة مستويات لتصل لأكثر من ١٢ متر نتيجة تأثرها بعمليات الإذابة الكارستية وعمليات الرفع التكتونية، بينما تقتصر انتشار الكهوف البحرية لمنسوب ١٠ أمتار من مستوى سطح البحر الحالي.

هـ- تقتصر الأرصفة البحرية انتشارها بالنطاق الشمالي من منطقة الدراسة فقط ، التى توجد على عدة مستويات لتصل لمنسوب حوالي١٢ متر في بعض الأحيان

جدول (٩) توزيع الفجوات والكهوف والأرصفة البحرية مقارنة بمستوى سطح البحر الحالى بنطاقي منطقة الدراسة

المنسوب بالنسبة لمستوى سطح البحر الحالي بالمتر	النطاق الشمالي لمنطقة الدراسة				النطاق الجنوبي لمنطقة الدراسة				
	الفجوات البحرية		الكهوف الساحلية		الأرصفة البحرية	الفجوات البحرية		الكهوف الساحلية		الأرصفة البحرية
	موجبة	سالبة	كارستية	بحرية		موجبة	سالبة	كارستية	بحرية	
٢-٠	£	£-	€	π	≠	£	£-	€	π	–
٤-٢	£	-	-	π	≠	-	£-	€	π	–
٦-٤	-	-	-	-	-	-	-	€	π	–
٨-٦	-	-	-	π	≠	-	-	€	π	–
١٠-٨	-	-	-	-	≠	-	-	€	π	–
١٢-١٠	-	-	-	-	≠	-	-	€	-	–
١٢- فأكثر	-	-	-	٢	-	-	-	€	-	–

المصدر: اعتمادا على قياسات الطالبة ميدانيا للظاهرات المنتشرة على خط ساحل منطقة الدراسة

ولاحظ من دراسة جدول (١٠) أعداد الفجوات البحرية (الموجبة ، والسالبة)، والكهوف الساحلية (الكارستية ، البحرية)، والأرصفة البحرية وربطها بمستوى سطح البحر الحالي، تتمركز معظم الظاهرات سواء البحرية منها او الكارستية على منسوب (٠-٢) متر ، ومنسوب (٠-(-٢)) متر من مستوى سطح البحر الحالي مما يجعلها فريسة لعمليات التعرية البحرية، فهى تعد مناطق الضعف الجيولوجي لأنتشار الفواصل سواء المتعامدة أو الموازية لخط الساحل و تعرضها المستمر

لعوامل النحت البحري بفعل هجمات الأمواج. وتنتشر باقي الظاهرات بنسب متفاوتة على مناسيب مختلفة من مستوى سطح البحر الحالي، ويرجع ذلك إلى مدى تأثرها بعوامل التعرية البحرية إلى جانب مناطق الضعف الجيولوجى (الأنكسارات، والفواصل) وتعرضها لحركات الرفع التكتونية خلال الزمن الرابع.

جدول (١٠) أعداد الفجوات والكهوف والأرصفة البحرية مقارنة بمستوى سطح البحر الحالى بنطاقي منطقة الدراسة

مستويات الظاهرات بالنسبة لمستوى سطح البحر الحالي بالمتر	النطاق الشمالي لمنطقة الدراسة					النطاق الجنوبي لمنطقة الدراسة					الأجمالى
	الفجوات البحرية		الكهوف الساحلية		الأرصفة البحرية	الفجوات البحرية		الكهوف الساحلية		الأرصفة البحرية	
	موجبة	سالبة	كارستية	بحرية		موجبة	سالبة	كارستية	بحرية		
٢-٠	٢٠	٥	٣	٤٢	٤	١٥	٢	٤	٤٢	–	١٣٧
٤-٢	١	–	–	١	٧	–	١	٢	٦	–	١٨
٦-٤	–	–	–	–	–	–	–	٣	٣	–	٦
٨-٦	–	–	–	٢	١	–	–	٢	٥	–	١٠
١٠-٨	–	–	–	–	٩	–	–	١	١	–	١١
١٢-١٠	–	–	–	–	٥	–	–	٤	–	–	٩
١٢- فأكثر	–	–	–	٢	–	–	–	٧	–	–	٩
الاجمالي	٢١	٥	٣	٤٧	٢٦	١٥	٣	٢٣	٥٧	–	٢٠٠

المصدر: اعتمادا على قياسات الطالبة ميدانيا للظاهرات المنتشرة على خط ساحل منطقة الدراسة

الخاتمة:

تنشأ الظاهرات الجيومورفولوجية البحرية أو الكارستية النشأة نتيجة لتغير مستوى سطح البحر خلال الفترات المطيرة والجافة من الزمن الرابع، وتم دراسة أهم الظاهرات المنتشرة على طول ساحل منطقة الدراسة والتى تشير إلى تذبذب مستوى سطح البحر خلال الزمن الرابع، أهمها الفجوات البحرية (Notches) سواء الموجبة (فوق مستوى سطح البحر الحالي)، والسالبة(المغمورة تحت مستوى سطح البحر الحالي)، والكهوف الساحلية (الكارستية النشأة، أو البحرية)، إلى جانب الأرصفة البحرية.

ومن دراسة تطور ساحل منطقة الدراسة تم التعرف على اعلى منسوب للفجوات البحرية الموجبة بالنطاق الشمالي يقع علي ارتفاع حوالي ٢،٥ متر من مستوى سطح البحر الحالي بينما يقع اعلى منسوب بالنطاق الجنوبي على أرتفاع ٠،٦٠متر من مستوى سطح البحر الحالي، وتنتشر الفجوات البحرية السالبة بالنطاق الشمالي على عمق (-٠،٨٠) متر أسفل مياه البحر الحالي، بينما توجد بالنطاق الجنوبي على عمق (-١،٦٠) متر أسفل مياه البحر الحالي ، ومن دراسة الكهوف الكارستية الساحلية بالنطاق الشمالى توجد على مناسيب تتراوح بين ٠- ٠،٧٠متر فوق مستوى سطح البحر الحالي، بينما توجد بالنطاق الجنوبي على مناسيب تتراوح بين ٠- ٢١متر فوق مستوى سطح البحر الحالي، في حين توجد الكهوف البحرية المتأثرة بتذبذب مستوى سطح البحر بساحل النطاق الشمالى على مناسيب تتراوح بين ٠- ١٥متر فوق مستوى سطح البحر الحالي ، وبالنطاق الجنوبي على مناسيب تتراوح بين ٠- ١٠متر فوق مستوى سطح البحر الحالي. ولاحظ وجود الأرصفة البحرية على ثلاث مستويات بلغت أقصاها حوالي ١٢ متر من مستوى سطح البحر الحالي بمنطقة الدراسة.

قائمة المراجع:

1- Andriani.G. F., Walsh. N., 2007. Rocky coast geomorphology and erosional processes: A case study along the Murgia coastline South of Bari, Apulia — SE Italy. Geomorphology 87 (2007) 224–238.
2- Festa, V., Fiore, A., Parise, M., Siniscalchi, A. 2011. Sinkhole evolution in the Apulian Karst of Southern Italy: a case study, with some considerations on Sinkhole Hazards. Journal of Cave and Karst Studies, v. 74, no. 2, p. 137–147.
3- Margiotta, S., Negri, S., Parise, M., Valloni, R., 2012. Mapping the susceptibility to sinkholes in coastal areas, based on stratigraphy, geomorphology and geophysics. Nat Hazards 62,657–676.
4- Mastronuzzi, G., Sansò, P., 2002. Holocene coastal dune development and environmental changes in Apulia (southern Italy). Sedimentary Geology, 150, 139–152.
5- Mastronuzzi, G., Quinif, Y., Sansò, P., Selleri, G., 2007 a. Middle-Late Pleistocene polycyclic evolution of a stable coastal area (southern Apulia, Italy) . Science direct, Geomorphology, 86, 393-408.
6- Torab ,M., 2016.Geomophological & Geoarchaeological Indicators of the Holocene Sea-Level Changes on Ras El Hekma Area, NW Coast of Egypt. Journal of African Earth Sciences Volume 114, February, 85-95.