تغيرات خط الساحل فى المنطقة من رأس الهلال إلى رأس الحمامة، الساحل الليبي دراسة جيومورفولوجية باستخدام تطبيقات الإستشعار من البعد

دكتور

محمد عبد اللطيف عبد المطلب القصراوى

مدرس الجغرافيا الطبيعية بالمعهد العالى للدراسات الأدبية كنج مريوط الأسكندرية

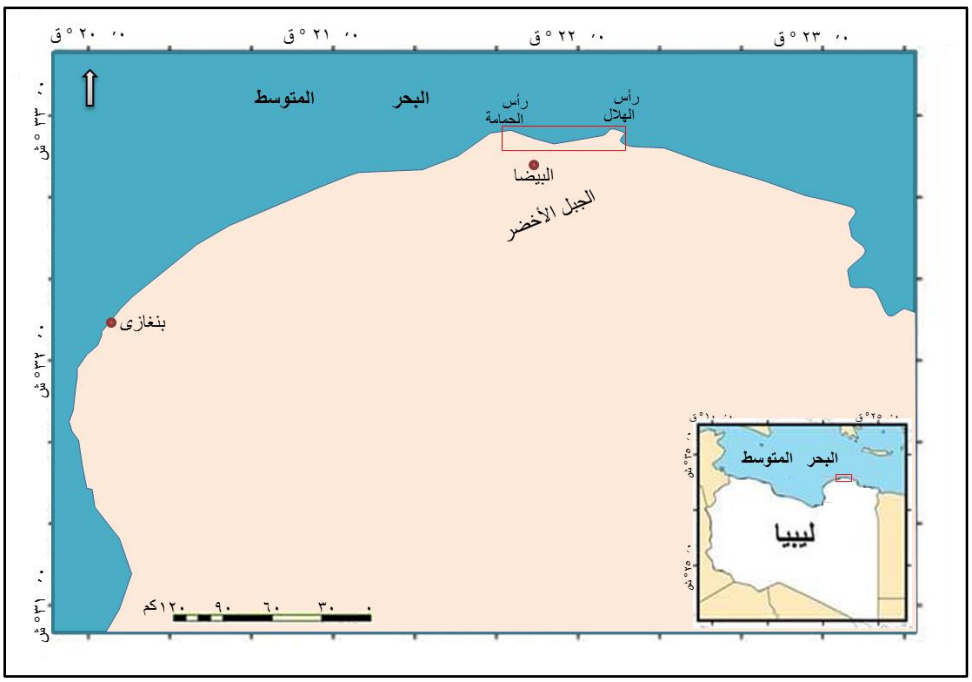
مقدمة

تعد النطاقات الساحلية أكثر المناطق تعرضاً للتغيرات الجيومورفولوجية وخاصة خط الساحل والنطاقات القريبة منه ، ومن الممكن ملاحظتها بسهولة فى مدى زمنى قليل حيث أن العمليات الجيومورفولوجية على خط الساحل تقوم بعملها بوضوح طوال اليوم كما أنها تتأثر بالعديد من المستجدات سواء التى يظهر تأثيرها على المدى الطويل مثل التغيرات الأيوستاتية و الأيزوستاتية Eustatic and Isostatic sea level change ، أو التى يظهر تأثيرها سريعا على المدى القصير وتتميز بالتكرارية السنوية مثل الموجات العاصفة أثناء النوات ، كما تختلف درجة إستجابة خط الساحل للتغيرات الجيومورفولوجية نتيجة وجود عوامل أخرى تتعلق بليثولوجية الصخور وبنيتها وطبوغرافية وتضاريس المنطقة الساحلية .

وتطلب عملية تنمية المناطق الساحلية رصد وتحليل ومتابعة هذه التغيرات وما يطرأ عليها من تقدماً تجاه البحر أو تراجعاً نحو اليابس ، حتى يسهل على متخذى القرار وضع الخطط التنموية لهذه المناطق فى المستقبل ، وحماية المنشآت التى تم بنائها أثناء غياب التخطيط ، وسهلت التقنيات الحديثة هذه الدراسات وجعلتها أكثر دقة من ذى قبل ، مثل تقنية الإستشعار من البعد Remote sensing التى ساهمت فى إكتشاف ودراسة التغيرات على سطح الأرض Chang Detection وخاصة المناطق سريعة التغير مثل خط الساحل ولذلك تم الإعتماد عليها فى هذه الدراسة .

منطقة الدراسة :

تعد منطقة الدراسة جزءً من نطاق السهل الساحلى للبحر المتوسط شكل (1)، وتعد أيضاً إمتداداً لإقليم الجبل الأخضر فى ليبيا الذى يعد إقليماً جغرافيا مميزاً فى الجزء الجنوبى لحوض البحر المتوسط وذلك لما له من خصائص بيئية وجيولوجية وجيومورفولوجية مميزة ، وتمتد منطقة الدراسة من رأس الهلال شرقاً حتى رأس الحمامة غرباً وتقع فلكياً بين 21,73″ 55′ 32° شمالاً ، 40,54″ 10′ 22° شرقاً عند بداية رأس الهلال و 13,11″ 55′ 32° شمالاً ، 28,19″ 37′ 21° شرقاً عند نهاية رأس الحمامة ، وبلغ أقصى إمتداد لخط الساحل تجاه البحر عند 13,11″ 55′ 32° شمالاً ، 55,81″ 42′ 21° شرقاً عند رأس عامر غرب مصب وادى المملوح ، وأقصى إمتداد تجاه اليابس عند 39,66″ 53′ 32° شمالاً ، 19,05″ 55′ 21° شرقاً عند مصب وادى الحولة غرب مدينة سوسة .



شكل (1) موقع منطقة الدراسة

ويبلغ طول خط الساحل فعلياً من بداية رأس الهلال حتى نهاية رأس الحمامة 74,59 كم بينما يبلغ طول الخط المستقيم بين طرفى منطقة الدراسة 51,49 كم ، وهو ما يشير إلى شدة تعرج خط الساحل حيث بلغت قيمة مؤشر التعرج 1,49 (ناتج قسمة الطول الفعلى / الخط المستقيم) ويعنى بذلك أن الطول الفعلى يتجاوز طول الخط المستقيم بـ 1,49 مرة ، ويرجع هذا التعرج إلى وجود العديد من الرؤوس الأرضية البارزة فى البحر والخلجان البحرية المتراجعة تجاه اليابس ، ومن أهم الرؤوس البحرية من الشرق للغرب رأس الهلال (وهى أكبر الرؤوس الأرضية وتبلغ مساحتها 27,1 كم2) ، ومسننات سوسة ، ورأس قصر نوته ، ورأس عامر ، ورأس الحمامة .

كما تكثر الخلجان البحرية التى ترتبط إرتباطاً وثيقاً بمصبات الأودية حيث تضافرت عمليات النحت التراجعى للأودية مع عمليات التعرية البحرية على توسيعها وتعميقها ، ومن أهم هذه الأودية من الشرق إلى الغرب (وادى القلعة ، وادى المهبول ، وادى المنشية ، وادي العمارية ، وادى الرجوع ، وادى العين ، وادى الضبع ، وادى المشهور ، وادى العربية ، وادى العوينة ، وادى المملوح ، وادى الجويد) هذا بالإضافة إلى بعض الخلجان البحرية الأخرى التى نشأت بفعل عوامل الضعف والإنكسارات فى خط الساحل .

وإلى الجنوب من خط الساحل يمتد نطاق السهل الساحلى للبحر المتوسط الذى يتميز بضيقة الشديد فى مواضع عديد نتيجة إشراف الحافات الجرفية مباشرة على البحر بإرتفاعات تصل فى بعض المواقع إلى 7 أمتار فى شرق رأس الهلال حيث تقترب الحافات الجرفية من البحر بشدة ، ثم تتباعد فى شمال رأس الهلال وشمالها الغربى ثم تعاود الإقتراب مره أخرى فى منطقة سيدى بوجزيرة مناسيب تتراوح بين 4 : 5,5 متراً ، ثم تأخذ فالتباعد فى منطقة سوسة (أبولونيا) ثم تبدأ فى الإقتراب التدريجى من غرب منطقة سوسة لتقترب بشدة عند رأس قصر نوتة بحافات جرفية تتراوح بين 3 : هـ أمتار تتخللها مجموعة من الخلجان الضيقة صنعتها مصبات الأودية مثل وادى المشهور ووادى العربية ، ثم

تتباعد قليلاً من غرب قصر نوته لتعاود الإقتراب بشده بحافات جرفية مستقيمة قليلة التعاريج فى غرب منطقة رأس عامر يصل إرتفاعها إلى 6 أمتار ، ثم تتابعد نسبيا بالإتجاه نحو منطقة رأس الحمامة .

وتتركز التجمعات البشرية فى منطقة رأس الهلال حيث ميناء رأس الهلال وبعض المنشآت السياحية وتتميز المنطقة بمناظرها الطبيعية الخلابة ، وفى منطقة سوسة حيث ميناء سوسة وبعض المنشآت السياحية مثل مصيف سوسة ، وتجمعات قليلة فى منطقة قصر نوتة ورأس عامر ، ثم تعاود التجمعات السكانية فى الظهور بصورة أكبر فى منطقة الحمامة .

أهمية الدراسة :

تعد عملية رصد التغيرات الجيومورفولوجية ولاسيما فى المناطق الساحلية التى تتسم بسرعة التغير خطوة رئيسة وهامة فى عملية التخطيط للتنمية المستدامة وحماية البيئية والإستغلال الأمثل للموارد وتؤثر تغيرات خط الساحل تأثيراً مباشراً على التنمية فى المناطق الساحلية وذلك بسبب نحت الشواطىء وتراجعها على حساب الملكيات الخاصة والعامة بالمناطق الساحلية ، وتتعرض هذه المناطق لتغيرات جيومورفولوجية واضحة ، مما يجعل عملية رصد ومتابعة تغيرات خط الشاطىء فيما مضى والتغير المتوقع في المستقبل أمراً ضرورياً فى وضع خطط التنمية والحماية والتكيف وإقتراح البدائل المتاحة ، لما قد ينتج عن هذه التغيرات من أضرار أو إهدار الموارد الهامة بالمنطقة .

وسائل الدراسة ومصادر البيانات :

- المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 الدقة المكانية 30 متر .
- المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018 الدقة المكانية 30 متر .
- نماذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) من نوع Aster لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ونتج عنها إستخراج خريطة الإنحدارات وإتجاهاتها بالإضافة إلى إنتاج الخريطة الكنتورية .

- خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1 : 250000 ، لوحة البيضة ، مركز البحوث الصناعية ، الطبعة الأولى 1974 .
- برنامج ERDAS Imagine14 وتم من خلالة إستخراج العتبة الفاصلة بين اليابس والماء لتحديد خط الساحل بدقة عالية فى كل مرئية ، وذلك بإستخدام النماذج الرياضية Models .
- برنامج Arc Gis10.7 وتم الإعتماد علية فى بناء قاعدة البيانات الخاصة بنتائج معالجة المرئيات الفضائية وحساب مقدار التغير فى خط الساحل من خلال حساب المناطق التى تعرضت للنحت والإرساب على طول خط الساحل .

أهداف الدراسة :

يتمثل الهدف الرئيس من الدراسة فى كشف وتحديد مقدار التغيرات الجيومورفولوجية فى خط الساحل فى المنطقة بين رأس الهلال ورأس الحمامة وتحديد ذلك على خرائط رقمية مع التنبؤ بمقدار هذه التغيرات فى المستقبل وذلك من خلال دراسة :

- الضوابط الجيومورفولوجية لتغيرات خط الساحل .
- تقنيات رصد تغيرات خط الساحل .
- تقدير مدى التغير فيما بين عامى 1987 – 2018 .

أولاً الضوابط الجيومورفولوجية لتغيرات خط الساحل فى منطقة الدراسة :

يتأثر خط الساحل فى منطقة الدراسة بمجموعة من الضوابط التى تساعد وتحفز وتزيد من وتيرة التغيرات الجيومورفولوجية أو تقلل منها ، وهى ضوابط تتعلق بطبيعة خط الساحل وخصائصة العامة ، والخصائص الليثولوجية والتركيبية للمنطقة الساحلية ، وطبوغرافية وتضاريس المنطقة الساحلية ، والخصائص الطبيعية للمنطقة الشاطئية الضحلة ، وخصائص حركة المياه فى المنطقة الساحلية ، وتمت دراستها كالتالى :

أ – طبيعة خط الساحل وخصائصة العامة :

وتتمثل فى شكل خط الساحل ، ومدى تضرسة ، ودرجة إنحدارة ، وخصائصة الجيولوجية .

1 – شكل خط الساحل :

يتميز خط الساحل فى منطقة الدراسة بالتعرج الشديد فى معظم أجزاءه حيث توجد ثلاث رؤوس أرضية واضحة وهى رأس الهلال ورأس عامر ورأس الحمامة بالإضافة إلى المسننات الساحلية الصغيرة الموجودة فى منطقة سيدى بوجزيرة وسوسة جدول (1) ، شكل (1) ، كما توجد هذه المسننات على أطراف الرؤوس البحرية الكبيرة مثل المسننات الموجودة على أطراف رأس الهلال ، وتفصل بين المسننات الساحلية مجموعة من الخلجان الصغيرة التى تختلف فى درجة تعمقها فى خط الساحل من منطقة إلى أخرى حسب إختلاف قوة العوامل التى تشكلها ، وعمل هذا التعرج على زيادة الطول الفعلى لخط الساحل مقارنة بالمسافة المستقيمة بين طرفى خط الساحل بالمنطقة كما ذكرنا سابقاً .

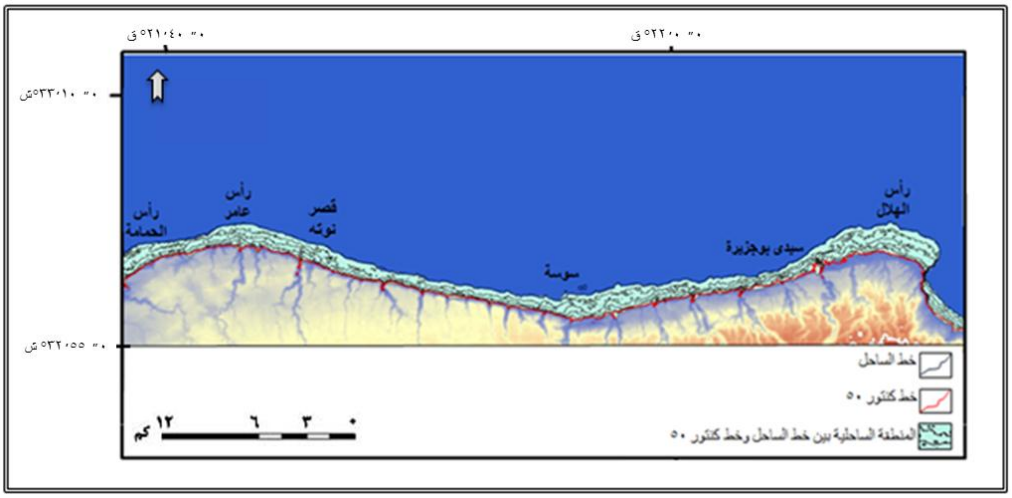
ويتوقف تأثير العمليات الجيومورفولوجية على الساحل المتعرج على مدى تعامد عمليات التعرية البحرية المتمثلة فى الأمواج وما تحملة من معاول للهدم ، فكلما كانت الأمواج متعامدة على خط الساحل زادت قدرة الأمواج الهدامة على نحت وتراجع خط الساحل ، وعندما تلتقى الأمواج مع خط الساحل بزوايا مائلة أو موازية له تضعف قدرتها كعامل نحت ويزداد دورها كعامل إرساب مثلما يحدث مع تيارات الدفع الطولى الموازية لخط الساحل .

ويتضح أن الجوانب الشمالية والشمالية الغربية والغربية للرؤوس الأرضية تتعامد إلى حدٍ كبير مع الأمواج البحرية مما يزيد من معدلات تراجعها خاصة الواجهات الجرفية النشطة كما فى رأس الهلال ورأس عامر على عكس الشواطىء داخل الخلجان الواقعة شرق الرؤوس الأرضية تزداد بها عمليات الإرساب لعدم تعامد الأمواج عليها .

جدول (1) مساحات الرؤوس الأرضية فى منطقة الدراسة

الرأس	رأس الهلال	متوسط مساحة الرؤوس فى سيدى أبو جزيرة	متوسط مساحة الرؤوس فى سوسة	رأس عامر	رأس الحمامة
المساحة كم2	27.1	0.042	0.035	3.57	0.5

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018 الدقة المكانية 30 متر



شكل (1) شكل (1) الرؤوس الأرضية فى منطقة الدراسة

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018 الدقة المكانية 30 متر

2 – الخصائص الجيولوجية لخط الساحل :

يرتبط التاريخ الجيولوجي لمنطقة الدراسة بالتاريخ الجيولوجي للجبل الأخضر ، حيث تعرضت المنطقة للعديد من الأحداث الجيولوجية خاصة في الفترة بين الكريتاسي العلوي والرباعي تمثلت في حركات رفع وهبوط تكتونية نتج عنها صدوع وفواصل وقمم مختلفة الأشكال ، هذا بالإضافه إلي تكرار غمر وانحسار مياه البحر عن اليابس ، وكان لتلك الأحداث الجيولوجية إنعكاساتها الواضحة علي

منطقة الدراسة التي تمثلت في ظهور الجروف البحرية ذات الشقوق والفواصل الكثيفة ، التي تمارس عليها الأمواج فعلها الجيومورفولوجي علي طول سواحل المنطقة .

وتتألف التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة من أربع تكوينات رئيسة شكل (2) تمتد من العصر الكريتاسي العلوي حتي الرباعي وهي :

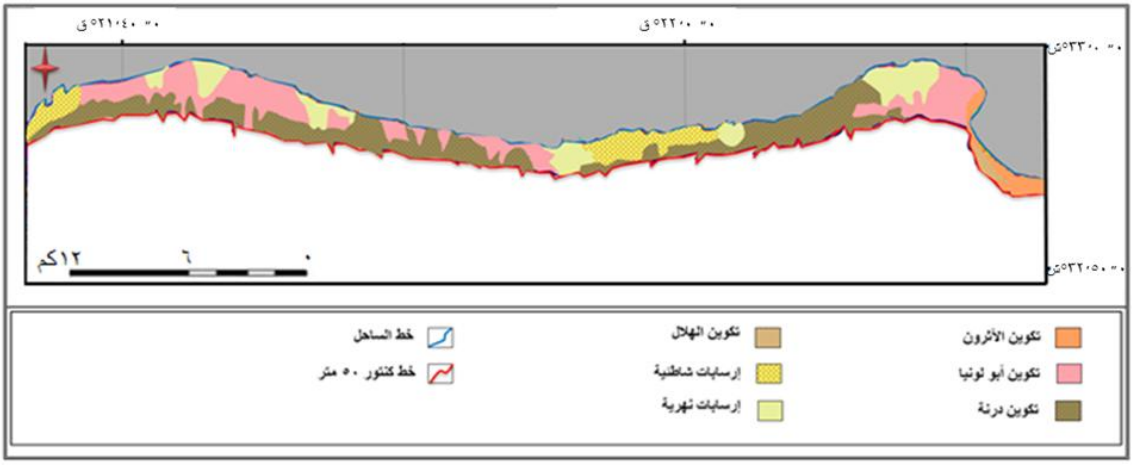
- **تكوين الهلال** : ويتألف من المارل البني المخضر ويشبة الطين الصفحي المتحجر ، ويتميز بوفرة أحيائه المجهرية وبياض أجزاءه العليا المحتوية علي الصخور الكلسية ويظهر هذا التكوين في مناطق محدودة علي خط الساحل في منطقة محمية من الأمواج مما جعلة بعيداً عن تأثير النحت البحري بفعل الأمواج .

- **تكوين الأثرون** : ويتألف من حجر جيري أبيض دقيق الحبيبات ذو طبقات دقيقة مع وجود عدسات من الصوان وهو بذلك يمثل الحجر الجيري الطباشيري الأبيض للكريتاسي العلوي ، ويظهر هذا التكوين علي شكل جروف بحرية كثيرة الخلجان والمداخل البحرية كما في منطقة مرسي الهلال .

- **تكوين أبولونيا** : سمي بهذا الاسم بسبب وجودة في المنطقة الساحلية قرب سوسة (أبو لونيا القديمة) ويتألف هذا التكوين من حجر جيري بني دقيق الحبيبات طباشيري جزئيا وطبقاتة متوسطة السمك ، ويتميز بوجود بعض التراكيب الإنهيارية الصغيرة ، مع آثار لعمليات التعرية البحرية المتمثلة في وجود قنوات واسعة منحوتة داخل الصخر ، ويظهر هذا التكوين علي خط الساحل في منطقة الدراسة في رأس الهلال علي شكل جروف بحرية قائمة تقطعت بفعل الأمواج .

- **تكوين درنة** : ويتكون من حجر جيري مبيض دقيق الحبيبات وحجر جيري أحفوري طحلبي مرجاني ، وتدل كثرة الأحافير به علي أن التكوين تكون في بيئة شاطئية أثناء انحسار البحر مياه البحر ، ويظهر تكوين درنة في منطقة سوسة علي شكل جروف بحرية تكثر فيها الخلجان الصغيرة التي تبرز علي هيئة انحناءت ساحلية علي طول امتداد الجروف القائمة .

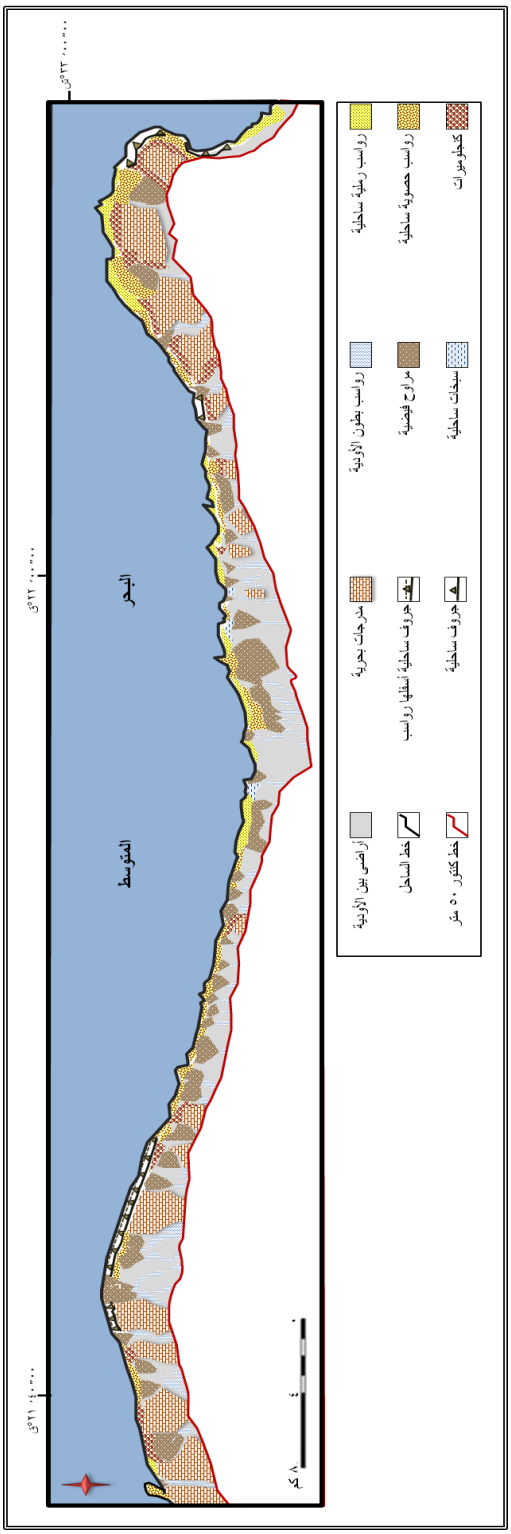
- **<u>رواسب الزمن الرابع</u>** : تعد رواسب الأودية أكثر تكوينات الزمن الرابع شيوعاً بمنطقة الدراسة حيث تظهر علي الساحل علي شكل مراوح فيضية إستقرت علي خط الساحل مكونة جروفاً بحرية قللية الإرتفاع في منطقة سوسة ، وتتشكل رواسبها علي هيئة طبقات متبادلة بين الحصي والجلاميد المختلط بالطين لتعبر عن دورات مطيرة مختلفة القوة والمدة سادت في الزمن الرابع ، وتتميز جروفها بقلة مقاومتها للأمواج مقارنة بالتكوينات السابقة نتيجة ضعف التماسك بين طبقاتها .



شكل (2) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1 : 250000 ، لوحة البيضة ، مركز البحوث الصناعية ، الطبعة الأولى 1974

ويتضح من تحليل الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة شكل (3) انتشار المدرجات البحرية الناتجة عن التغيرات فى مستويات سطح البحر القديمة ، وانتشار الجروف البحرية فى مناطق متعددة بالمنطقة ، كما تنتشر المراوح الفيضية بصورة كبيرة كما ذكرنا سابقا ، هذا بالإضافة إلى تنوع الرواسب الساحلية ما بين رواسب رملية ورواسب أخرى حصوية تنتشر بالقرب من جروف المراوح الفيضة ، كما توجد بعض السبخات الساحلية القليلة المساحة فى بالقرب من سواحل سوسه .



شكل (3) الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018 الدقة المكانية 30 متر ، نماذج الإرتفاعات الرقمية Aster (DEM) لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، العمل الميدانى فى المدة من 12 : 20 يوليو 2017

ب – الخصائص الليثولوجية والتركيبية لصخور المنطقة الساحلية :

1- **الفواصل :**

تتباين الفواصل في منطقة الدراسة من حيث خصائصها المتمثلة في نظم توزيعها واتجاهاتها واتساعها باختلاف التركيب الصخري والضغوط التي تعرضت لها ، حيث نجدها في تكوين الأثرون تتوزع بشكل متقارب وتتقاطع بزوايا حادة وتتميز بضيقها وقصرها ، وتقسم الكتل الصخرية إلي أشكال خماسية وسداسية مما يجعل الوجة الحر للجرف يظهر علي شكل رؤوس بارزة مثلثة الشكل ، وبعض هذه الفواصل يمتد بشكل عميق داخل الطبقات بينما يقتصر وجود أغلبها علي الطبقات السطحية حيث أن الفواصل عندما يقطع أحدها الآخر غالبا ما يكون إمتدادة داخل الصخور محدوداً (إبراهيم علي عبيد ، الجيولوجيا الهندسية ، 1991 ، ص 51) .

وفي تكوين أبولونيا المنتشر في منطقة سوسة توجد مجموعتين من الفواصل في اتجاهين متعامدين وإنعكس ذلك علي تقسيم الكتل الصخرية علي شكل مستطيلات ، وتتميز الفواصل في هذا التكوين بتقارب المسافه بينها وامتدادها في الصخور لأكثر من طبقة .

وفي تكوين درنة يأخذ نظام توزيع الفواصل نمطين ،النمط الأول يأخذ الشكل المتعامد كما في تكوين أبو لونيا ، والنمط الثاني يأخذ الشكل المتوازي المنفرد ، ونجد أن الأخير (المنفرد) يأخذ شكلا عموديا علي خط الساحل مما يسهل علي الأمواج التوغل بداخلها وتعميقها ، لذلك نجدها غالبا ما تظهر طويلة وعميقة فقد يصل عمقها إلي عدة أمتار .

وفي صخور الكالكارينايت يأخذ نظام الفواصل نمطاً قريباً من نظام توزيع الفواصل في تكوين الآثرون ، إلا أنها في صخور الكالكارينايت تتميز بإمتدادها إلي أكثر من طبقة صخرية ، وأغلبها فواصل مفتوحة ساعدت علي تعمق مياه الأمواج بداخلها وزيادة النحت الهيدروليكي .

- **اتساع الفواصل:** يساعد اتساع فتحات الفواصل علي زيادة فاعلية عوامل التعرية البحرية ، فكلما زاد اتساع الفواصل أصبح من السهل علي الأمواج التوغل بداخلها ونحتها وتوسيعها وتكون الخلجان والمداخل البحرية والكهوف البحرية مما ساهم في تراجع الجروف البحرية ، ويختلف اتساع فتحات الفواصل حسب اختلاف التكوين الصخري جدول (2) .

جدول (2) النسبة المئوية لإتساع فتحات الفواصل فى التكوينات الصخرية المختلفة بمنطقة الدراسة

التكوين الصخرى / اتساع فتحات الفواصل سم	تكوين الأثرون	تكوين أبو لونيا	تكوين درنة	إرسابات الكالكارينايت
شقوق مغلقة	56	21	4	33
0.50 : أقل من 50	44	79	72	67
50 : أقل من 100	-	-	14	-
100 فأكثر	-	-	10	-

المصدر : العمل الميدانى فى المدة من 12 : 20 يوليو 2017

ويتضح من تحليل الجدول أن أكثر الفواصل اتساعاً يوجد في صخور تكوين درنة حيث سجلت فئة الفواصل ذات الاتساع الأكثر من 100 سم نسبة 10% وإن لم تسجل أي قراءة لهذه الفئة في باقي التكوينات ، كما سجلت الفئة من 50 – أقل من 100 نسبة 14 % ، والفئة من 0,5 سم – 50 سم 72 % ، في حين أن فئة الفواصل المغلقة بلغت 4% أي أقل نسبة بين باقي التكوينات ، وتقاربت باقي

النسب نسبياً بين باقي التكوينات إلا أن تكوين الأثرون بلغت نسبة الفواصل المغلقة به 56% والفئة من 0,5 : أقل من 50سم 44 % .

- **اتجاه الفواصل :** يلعب اتجاه الفواصل دوراً مهماً في مدي قدرة الأمواج علي نحت الصخور الساحلية ، كما يتحكم في نوع الظاهرة المتكونة ، فعندما تكون اتجاهات الفواصل متعامدة علي خط الساحل ينتج عنها ظاهرات الخلجان والمداخل البحرية والجروف المقطعة مما يسهم في تراجع الجروف الساحلية وخط الساحل مع الزمن ، أما عندما تكون الفواصل موازية لإتجاه خط الساحل فلا تساعد الأمواج علي تكوين تلك الظاهرات ويصبح شكل الجروف البحرية التى تحتوي علي هذا النظام من اتجاهات الفواصل تحت ضغط الأمواج تتأثر بخطوط الضعف في أسطح الطبقات أكثر من تأثرها بالفواصل وتنشأ بذلك ظاهرات جيومورفولوجية تتماشي مع هذا النظام مثل المصاطب السلمية والجروف المدرجة .

ويمكن تصنيف إتجاهات الفواصل في منطقة الدراسة في كل تكوين كما يلي جدول (3)

جدول (3) الإتجاه العام للفواصل وإتجاه خط الساحل فى التكوينات الجيولوجية المختلفة بمنطقة الدراسة

التكوين الصخرى	إتجاه خط الساحل	الإتجاه العام للفواصل
الأثرون	جنوب شرق – شمال غرب	شرق جنوب شرق – غرب شمال غرب شمال شرق – جنوب غرب
أبو لونيا	جنوب شرق – شمال غرب	شمال شرق – جنوب غرب جنوب شرق – شمال غرب
درنة	شمال شرق – جنوب غرب	شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب
كالكارينايت	جنوب شرق – شمال غرب	شمال شرق – جنوب غرب

المصدر : خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1 : 250000 ، لوحة البيضة ، مركز البحوث الصناعية ، الطبعة الأولى 1974 ، العمل الميدانى فى المدة من 12 : 20 يوليو 2017

ومن تحليل الجدول السابق يتضح أن في تكوين الآثرون تتماشي إتجاهات الفواصل مع إتجاه خط الساحل شرق الجنوب الشرقي وغرب الشمال الغربي في خطين متوازيين ، مما عمل علي زيادة تأثر هذا القطاع بفعل الأمواج عند مناطق الضعف المتمثلة في أسطح الطبقات ونتج عن ذلك ظاهرة المصاطب الصخرية المدرجة ، بينما تسبب تعامد الاتجاه العام للفواصل شمال شرق جنوب غرب علي خط الساحل في نشأة خلجان بحرية صغيرة مفتوحة من جهة الشمال الشرقي .

وفي تكوين أبو لونيا يتضح أن إتجاه خط الساحل يتعامد علي الإتجاه العام للفواصل ، شمال شرق جنوب غرب ، بينما يوازي إتجاه الفواصل جنوب شرق شمال غرب ، وبما أن أغلب الاتجاهات في هذا القطاع هي الاتجاهات العمودية علي خط الساحل ظهر تأثيرها علي الجروف البحرية ، فبسبب زيادة فعل الأمواج المتعامدة علي خط الساحل زاد اتساع هذه الفواصل وتحولت إلي تعرجات ساحلية في شكل خلجان بحرية صغيرة مفتوحة من جهة الشمال الشرقي.

وفي تكوين درنة يتضح أن إتجاه خط الساحل يوازي الإتجاه العام للفواصل ، وقد نشأ عن ذلك تكوين الجروف البحرية المدرجة والمصاطب المدرجة ، بينما نشأ عن بعض الفواصل المنفردة علي خط الساحل ظاهرة الخلجان البحرية الصغيرة .

وفي تكوين صخور الكالكارينايت يتضح أن الإتجاه العام للفواصل يتعامد علي إتجاه خط الساحل ، وقد أدي ذلك إلي تكون الجروف البحرية المقطعة بفعل الأمواج ، والنشطة في تراجعها عن خط الساحل .

2- <u>ميل الطبقات :</u>

تتبع الأمواج خطوط الضعف الصخري مثل أسطح الطبقات ، وبناءً عليه كلما قلت المسافه بين مستويات التطبق زاد عدد سطوح الطبقات وأصبح تركيب الطبقات رقائقياً ويزداد تبعاً لذلك فعل الأمواج في الصخور الساحلية ، كما أن اتجاه ميل الطبقات الصخرية المواجهه للبحر يؤثر علي الشكل التفصيلي الذي تكون

عليه واجهة الجرف البحري ، فعندما يكون الميل العام للتكوينات الصخرية جهة البحر فإن التقويض السفلي بواسطة الأمواج يؤدي إلي إنزلاق وسقوط الكتل الصخرية من مواضع أسطح الانفصال نحو البحر ، وتتكون بذلك الجروف المنحدرة تجاه البحر (محمد صبري محسوب ، ...، ص22) ، أما عندما تكون الطبقات رأسية أوأفقية أو مائلة تجاه اليابس فلا يمكن للكتل الصخرية ذات الفواصل أن تنفصل بسهولة وتنزلق أسفل سطوح الطبقات ، ونتيجة لذلك تتكون الجروف الرأسية ذات الزوايا القائمة .

ومما سبق يتضح أن واجهات الجروف البحرية تخضع في شكلها بدرجة كبيرة لإتجاه ميل وسمك الطبقات ، وفي منطقة الدراسة تم قياس سمك الطبقات ودرجات ميولها وإتجاهها ، في التكوينات الصخرية المختلفة جدول (4) .

جدول (4) متوسط سمك الطبقات ودرجات ميلها واتجاهها فى التكوينات الصخرية بمنطقة الدراسة

التكوين الصخرى	متوسط سمك الطبقات (سم)	درجة ميل الطبقات ، وإتجاهها
تكوين الأثرون	29	4 فى إتجاه اليابس
تكوين أبو لونيا	72	3 فى إتجاه اليابس
تكوين درنة	33,5	5 فى إتجاه اليابس
صخور الكالكارينايت	36,5	21 فى إتجاه البحر

المصدر : خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1 : 250000 ، لوحة البيضة ، مركز البحوث الصناعية ، الطبعة الأولى 1974 ، العمل الميدانى فى المدة من 12 : 20 يوليو 2017

ومن تحليل الجدول السابق يتضح أن إتجاه ميل الطبقات في معظم التكوينات الصخرية لأوجة الجروف البحرية يكون نحو اليابس كما أن درجة ميلها تكون قريبة من الشكل الأفقي ونتج عن ذلك تكون الجروف الرأسية الشكل باستثناء صخور الكالكارينايت التي تميل تجاه البحر بدرجة ميل تصل إلي

21 درجة ، وبالتالي نتج عنها تكون جروف قليلة الارتفاع تنحدر بشدة تجاه البحر بسبب تساقط الكتل الصخرية عند أسطح الانفصال .

ومن متوسط سمك الطبقات في التكوينات الصخرية يتضح أن صخور تكوين أبو لونيا سجلت أعلي متوسط لسمك لسمك الطبقات حيث بلغت 72 سم وبالتالي يقل فعل الامواج عند سطوح الطبقات بسبب قلة عددها مقارنة بصخور تكوين الآثرون الذي بلغ متوسط سمك الطبقات به 29 سم ، ونتج عن هذا التكوين الرقائقي لصخور تكوين الآثرون ظهور المصاطب الصخرية المدرجة ، أما عن صخور تكوين درنة وصخور الكالكارينايت فقد سجلا متوسط سمك طبقات بلغ 33,5سم ، 36,5سم علي الترتيب ، وبالتالي يزيد فيها فعل الأمواج عند أسطح الطبقات عن تكوين أبولونيا ، بينما يقل هذا الفعل مقارنة بصخور تكوين الآثرون .

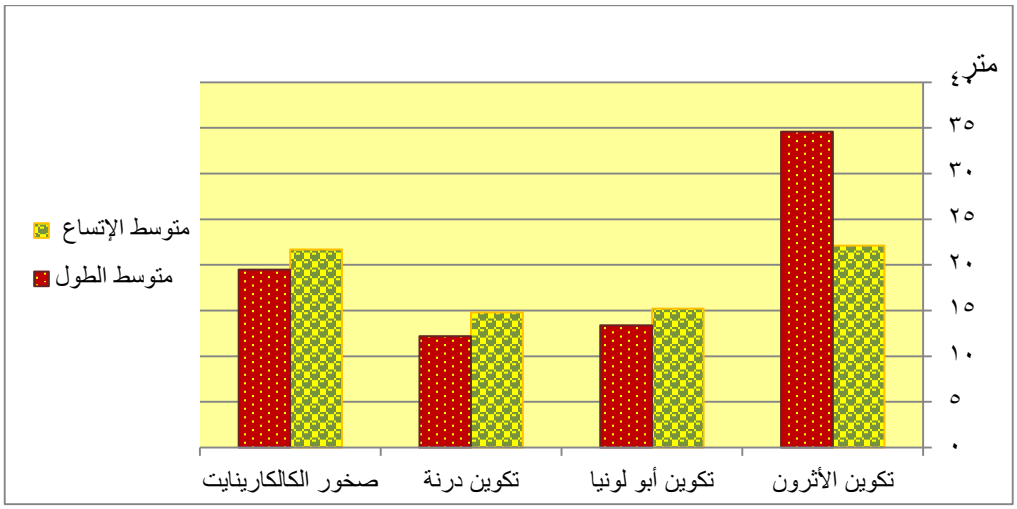
3 – صلابة الصخور :

يعد عامل صلابة الصخور المرتبط بتركيبها المعدني وطبيعة تماسكها ودرجة إندماجها وتلاحمها من أهم العوامل التي تشكل المظهر المورفولوجي للجروف الساحلية ، فقد أدي إختلاف صلابة الصخور من منطقة إلي أخري إلي إختلاف أشكال وأحجام الظاهرات المورفولوجية الساحلية عامة والجروف الساحلية علي وجة الخصوص ، حيث يختلف تأثير العمليات الجيومورفولوجية من منطقة إلي أخري حسب مقاومة الصخور لها إضافة إلي عوامل أخري سبق ذكرها ، ففعل الأمواج عادة ما يتتبع مناطق الضعف في الصخور وبالتالي عندما تنحت الامواج عبر الفواصل المتعامدة علي خط الساحل ، فإن هذه الفواصل تتحول إلي خلجان بحرية تختلف في إتساعها ومدي تعمقها بإختلاف صلابة الصخور ، فالصخور الضعيفة لثيولوجيا تتكون بها خلجان متسعة ومتعمقة خاصة إذا صاحبت هذه الظروف أمواج عالية الطاقة ، وفي منطقة الدراسة تم قياس اتساع وتوغل (طول) بعض الخلجان البحرية فى التكوينات الصخرية المختلفة كالتالى كالتالي : جدول (5) ، شكل (4) .

جدول (5) متوسط إتساع وطول الخلجان البحرية فى التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة

نوع الصخر	متوسط الإتساع (متر)	متوسط العمق (متر)
تكوين الأثرون	22,1	34,6
تكوين أبو لونيا	15,2	13,4
تكوين درنة	14,8	12.2
صخور الكالكارينايت	21,7	19,5

المصدر : العمل الميدانى فى المدة من 12 : 20 يوليو 2017



شكل (4) متوسط اتساع وطول الخلجان البحرية فى التكوينات الصخرية المختلفة بمنطقة الدراسة
المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (5)

ومن تحليل الجدول والشكل السابقين يتضح أن زيادة متوسط اتساع الخلجان وتعمقها في صخور تكوين الآثرون يرجع إلي ضعف تركيبة الصخري المكون أساسا من الحجر الجيري الطباشيري بالإضافة إلي زيادة كثافة الفواصل التي تتعامد علي الأمواج مما ساهم في توسيعها وتعميقها وتكوين الخلجان

البحرية ، وأحيانا يتماشي إتجاه الفواصل في هذا التكوين موازيا لإتجاه الأمواج فتتكون به المصاطب البحرية .

كما يتضح أيضاً أن تكوين درنة هو أقل التكوينات تعميقا في خلجانه البحرية ويتكون هذا التكوين من الحجر الجيري الطحلبي الغني بالحفريات ، ويقل تعمق الخلجان في هذا التكوين لتوازي الفواصل مع خط الساحل مما أدي إلى كثرة المصاطب البحرية به مع وجود الخلجان الصغيرة .

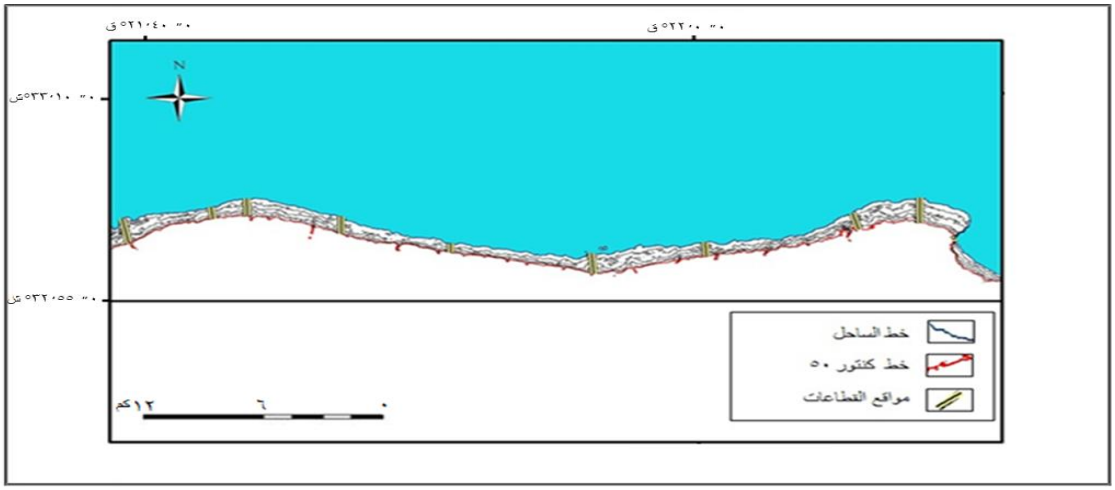
ومن حيث الصلابة يمكن ترتيب التكوينات الصخرية من الأصلب إلي الأقل صلابة بداية بتكوين أبو لونيا ثم تكوين درنة ثم صخور الكالكارينايت ثم تكوين الآثرون ويتناسب هذا الترتيب إلي حد كبير مع اتساع الخلجان البحرية بهم إلا في تكوين درنة الذي يعد أقلهم اتساعا في خلجانه البحرية وذلك يرجع إلي أنظمة إتجاه الفواصل به ، ومن هنا نجد أن صلابة الصخور ليست العامل الوحيد الفعال في تراجع الجروف البحرية ولكن لابد أن تتضافر معه عوامل أخري تساعد علي ذلك كاتجاه أنظمة الفواصل وميل الطبقات وإتجاه الأمواج وغيرها .

ج- تضاريس الساحل :

يلعب المظهر التضاريسى لخط الساحل دوراً فعالاً فى معدلات تغيره وخاصة فى سواحل الجروف البحرية التى تتميز بها منطقة الدراسة ، وتختلف الجروف البحرية فيما بينها فى معدلات تراجعها حسب إرتفاعها حيث تتميز الجروف الأكثر إرتفاعاً بمعدلات تراجع نحو اليابس أبطأ من نظيرتها الأقل فى الإرتفاع فى حالة ما تساوت وتماثلت معدلات التعرية وتجانس التركيب الصخرى للسواحل (جودة حسنين جودة ،1998 ، صـ295) ، ويؤيد الباحث ذلك من خلال الملاحظات الميدانية حيث لاحظ أن الكتل الصخرية المنهاره من الجروف المرتفعه تكون أضخم من مثيلتها من الجروف المنخفضة وبالتالى توفر حماية نسبية لأسافل الجروف المرتفعه من عمليات النحت الموجى والهيدروليكى ، كما أنها تأخذ وقتاً أطول فى عملية البرى Attrition بفعل الأمواج حتى تستخدم كمعاول

لهدم أسافل الجروف فيما بعد على عكس المواد الصغيرة الحجم المنحوته من الجروف المنخفضة التى تستطيع الأمواج حملها مره أخرى لتساعدها فى عملية النحت .

كما لوحظ أيضاً فى العمل الميدانى أن الأمواج المرتفعة تستطيع الوصول إلى قمة الجروف الأقل إرتفاعاً وبالتالى فإن عمليات النحت تكون فى قمة الجرف وقاعدتة فتزداد معدلات تراجعة ، وقام الباحث بعمل قطاعات تضاريسية لبعض لمناطق فى منطقة الدراسة للتعرف على خصائص الظهير التضاريسى لخط الساحل حتى خط كنتور (50 متر) ، شكل (5) ، (6) ، جدول (6) .



شكل (5) مواقع القطاعات التضاريسية فى منطقة الدراسة

نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر

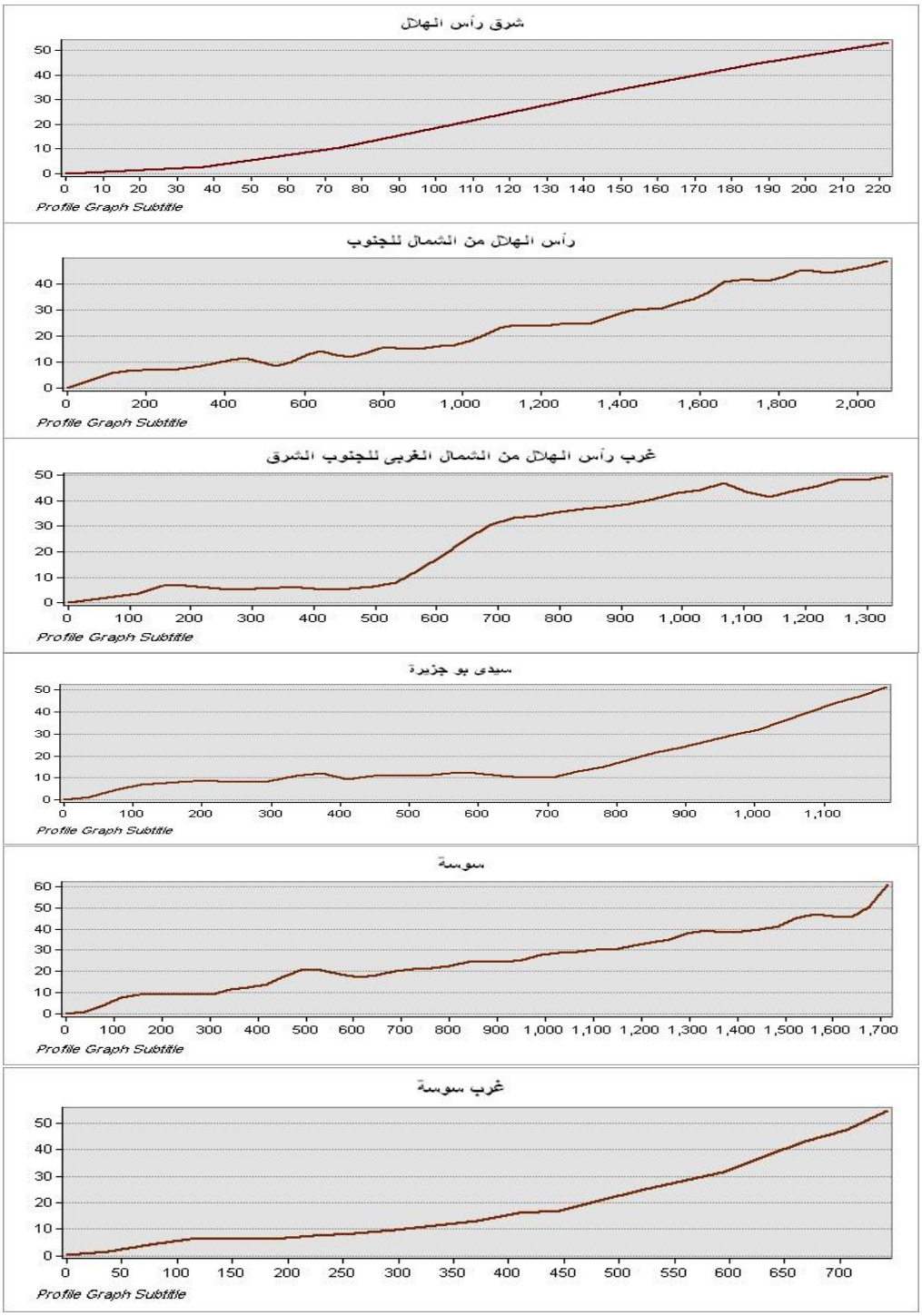
جدول (6) التحليل المورفومترى للقطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة

القطاع	الطول كم	فارق المنسوب متر	معدل التضرس
شرق رأس الهلال	0.22	50	227.27
رأس الهلال (من الشمال للجنوب)	2.07	50	24.15
غرب رأس الهلال من الشمال الغربى للجنوب الشرقى	1.33	50	37.59
سيدى بوجزيرة	1.19	50	42.02
سوسة	1.71	50	29.24
غرب سوسة	0.74	50	67.57
فصر نوتة	1.46	50	34.25
رأس عامر	1.44	50	34.27
رب رأس عامر	0.95	50	52.63
رأس الحمامة	1.97	50	25.38
المتوسط	1.31	50	57.48

المصدر :من عمل الباحث نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر

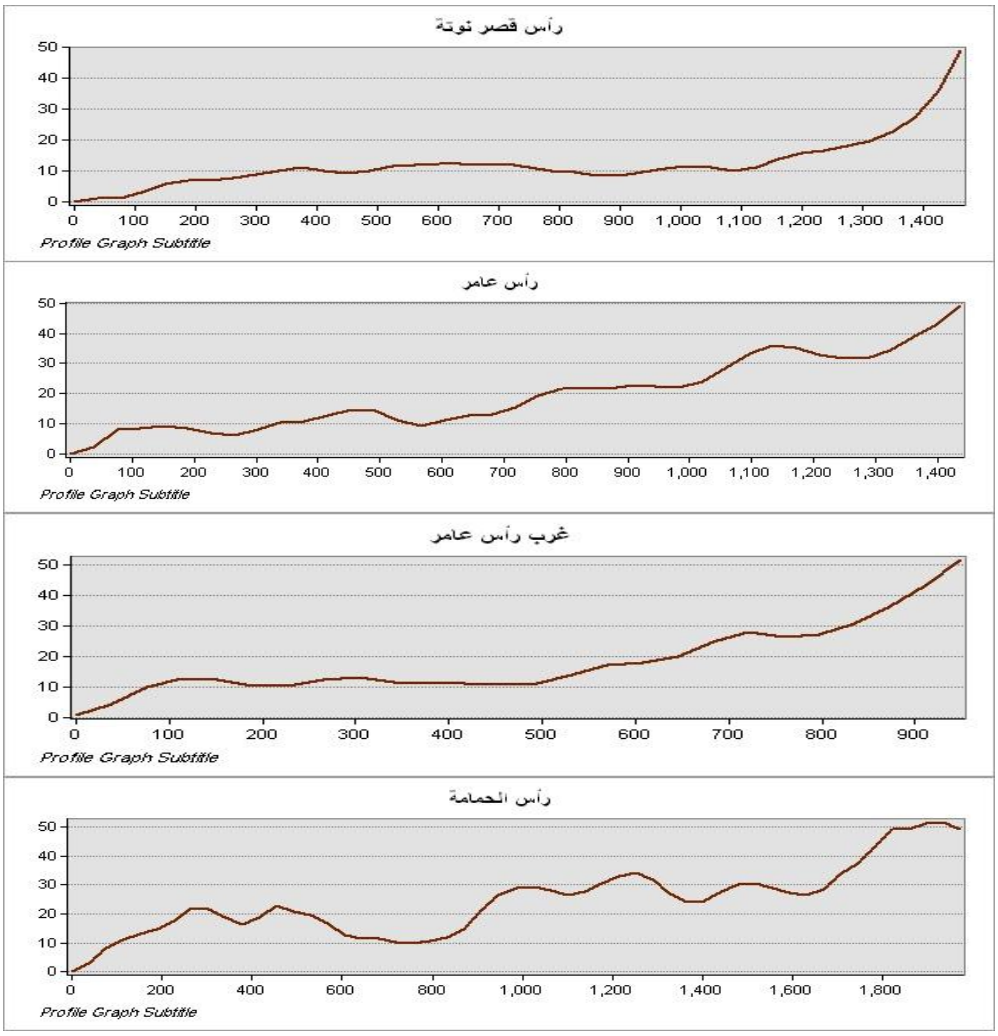
أنشئت القطاعات من خلال نموذج الإرتفاعات الرقمية DEM لمنطقة الدراسة ومن خلال نحليل جدول (6) يتضح التالى :

- بلغ المتوسط العام لأطوال محاور القطاعات 1.31كم وهى تعبر عن المسافة بين خط الساحل وخط كنتور 50 متر ، وبلغ أقصى طول قطاع فى رأس الهلال من الشمال للجنوب بطول 2.07كم بينما بلغ أقصر طول قطاع فى شرق رأس الهلال وبلغ 0.22كم وهى منطقة قريبة جدا من المنطقة السابقة صاحبة أطول قطاع ، وهذا يعبر عن شدة التباين فى مدى إقتراب الحافات الجرفية من الساحل وتباعدها من منطقة لأخرى .
- بلغ المتوسط العام لمعدل التضرس فى القطاعات 57.48 م/كم وأعلى قيم معدلات التضرس جاءت فى قطاع شرق رأس الهلال حيث بلغ 227.27 م/كم وهى تشذ بشكل كبير عن باقى قطاعات المنطقة نظراً لإقتراب خط كنتور 50 متر من خط الساحل بشدة ، وبلغت أقل القيم فى منطقة رأس الهلال من الشمال للجنوب بمعدل 24.15 م/كم تليها رأس الحمامة بمعدل 25.38م/كم .
- تتميز المنطقة بالتنوع بين السواحل الجرفية والسواحل المتسعة نسبياً التى توجد بها البلاجات الرملية والحصوية ، وتوجد أهم السواحل الجرفية فى منطقة شرق رأس الهلال وغرب سوسة ورأس عامر ، كم أن سواحل البلاجات الرملية والحصوية تتميز باقتراب الحافات الجرفية من نهايات البلاجات كما فى منطقة سوسة ومنطقة رأس سيدى بوجزيرة .
- تعد السواحل الجرفية أو المتسعة المواجهة للأمواج مرشحة للتغيرات أكثر من السواحل التى لاتواجه الأمواج مباشرة .



شكل (6) القطاعات التضاريسية فى بعض المواقع بمنطقة الدراسة

المصدر: نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، وبرنامج Arc GIS 10.7



المبالغة الرأسية 2 : 1

تابع شكل (6) القطاعات التضاريسية فى بعض المواقع بمنطقة الدراسة

المصدر: نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، وبرنامج Arc GIS 10.7

د – درجات الإنحدار السطح فى المنطقة الساحلية وأتجاهاتها :

تؤثر درجات إنحدار السطح فى المناطق الساحلية على معدلات تغير خط الساحل ، حيث تساعد درجات الإنحدار الهينه على توغل مياه البحر نحو اليابس ، كما تعمل الواجهات الجرفية على زيادة عملية التقويض السفلى وظهور الجروف النشطة ولكن هذا يتوقف على مجموعة عوامل أخرى كنوع الصخر والبنية وإتجاه الأمواج وقوتها وغيرها .

ومن خلال تحليل نموذج الإرتفاع الرقمىDEM تم تقسيم فئات الإنحدار إلى عدة فئات جدول (7) وشكل (7) .

جدول (7) فئات درجات الإنحدار ونسبتها المئوية من مساحة السهل الساحلى فى منطقة الدراسة

درجة الإنحدار	10 – 0	20 -10,01	-20,01 30	-30,01 40	-40,01 50	-50,01 60	أكثر من 60
% من مساحة السهل الساحلى	79,12	14,22	4,08	1,14	0,32	0,2	0,92

المصدر: نماذج الإرتفاعات الرقمية (DEM) Aster لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، وبرنامج Arc GIS 10.7

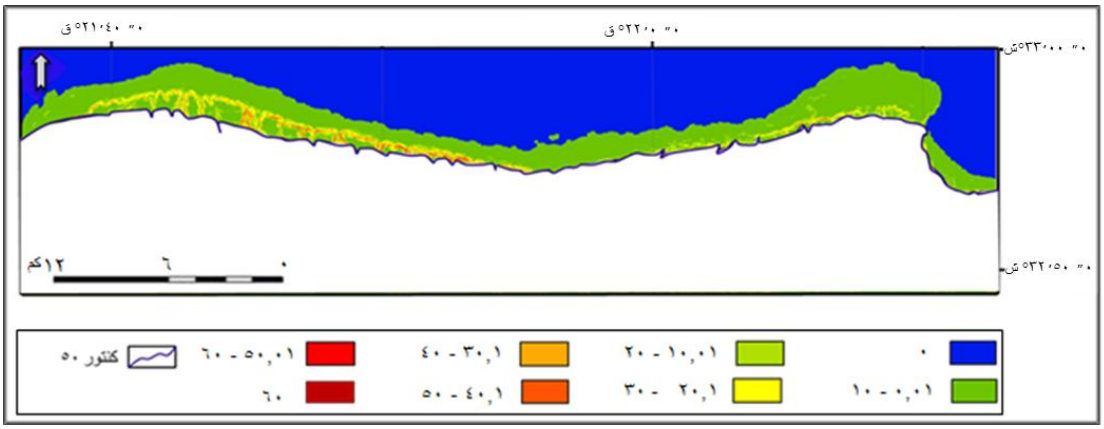
من تحليل جدول (7) وشكل (7) يتضح التالى :

الفئة الأولى من (0 – 10) : وهى فئة الإنحدارات الهينة و تشغل معظم مساحة السهل الساحلى 79.12 % من جملة مساحة السهل الساحلى ، وتتركز هذه الفئة فوق أسطح الشواطىء الرملية وأسطح المصاطب .

الفئة الثانية من (10,01 – 20) : وهى تعد من فئة الإنحدارات الهينه نسبياً وتشغل 14,22% من جملة مساحة السهل الساحلى .

الفئة الثالثة من (20,01 – 30) وتشغل 4,08% من مساحة السهل الساحلى وتوجدهذه الفئة فى نطاق الأجزاء العليا من أسطح المراوح الفيضية المطلة على السهل الساحلى .

الفئة الرابعة من (30,01 – 40) شغلت 1,14 % ، والفئة الخامسة من (40,01 – 50) شغلت 0,32% ، والفئة السادسة من (50,01 – 60) شغلت 0,2% ، بينما جاءت الإنحدارات أكثر من 60% بنسبة 0,92 % ، ويتضح من شكل (6) أن الفئات السابقة من درجات الإنحدار من30 فأكثر تتركز بصوة كبيرة داخل الأودية أو على الحافات الجبلية المطلة على السهل الساحلى.



شكل (7) فئات درجات الإنحدار بمنطقة الدراسة

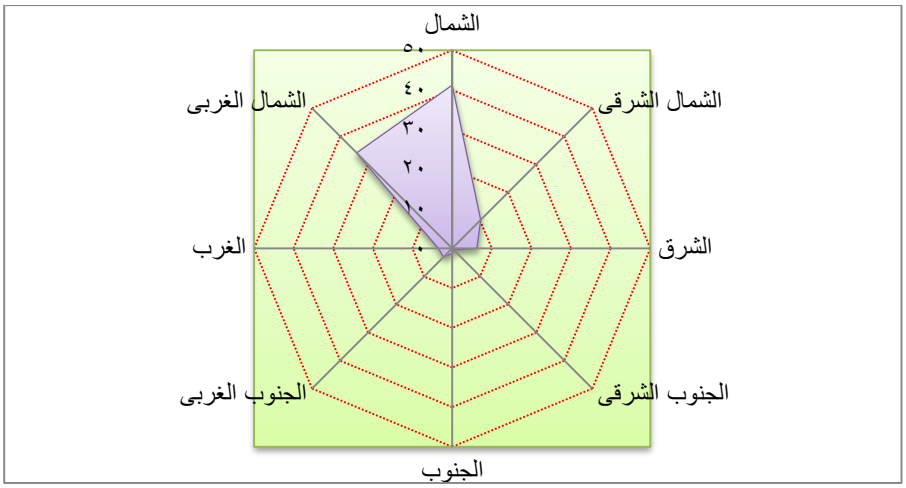
المصدر: نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، وبرنامج Arc GIS 10.7

وعن الإتجاه العام لسطح السهل الساحلى نجده يميل بصورة كبيرة ناحية الشمال والشمال الغربى فى إتجاه البحر مع وجود بعض الإختلافات المحلية التى قد تؤثر إيجاباً أوسلباً فى معدل وإتجاه التغير الجيومورفولوجى لخط الساحل ، ومن خلال تحليل جدول (8) و شكلى (8) ، (9) الناتج من تحليل نموذج الإرتفاع الرقمى للمنطقة DEM يتضح التالى :

جدول (8) النسبة المئوية لإتجاهات الإنحدار فى منطقة الدراسة

الاتجاه	الشمال	الشمال الغربى	الشمال الشرقى	الشرق	الغرب	الجنوب الغربى	الجنوب	الجنوب الشرقى
النسبة المئوية	41,2	34,1	10,2	6,2	3,5	3,1	1,2	0,5

المصدر: نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، وبرنامج Arc GIS 10.7



شكل (8) النسبة المئوية لإتجاهات الإنحدار فى منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث إعتماداً على بيانات جدول (8)

- يعد إتجاه الشمال الغربى هو الإتجاه الغالب لإنحدار سطح الأرض بالسهل الساحلى بمنطقة الدراسة حيث بلغت نسبة الأراضى التى تنحدر تجاه الشمال 41,2% من جملة مساحة السهل الساحلى ، ويتركز هذا التوزيع فى المنطقة الممتده من سوسة حتى رأس عامر ، وعلى الجانب الشمالى الشرقى لرأس الهلال .

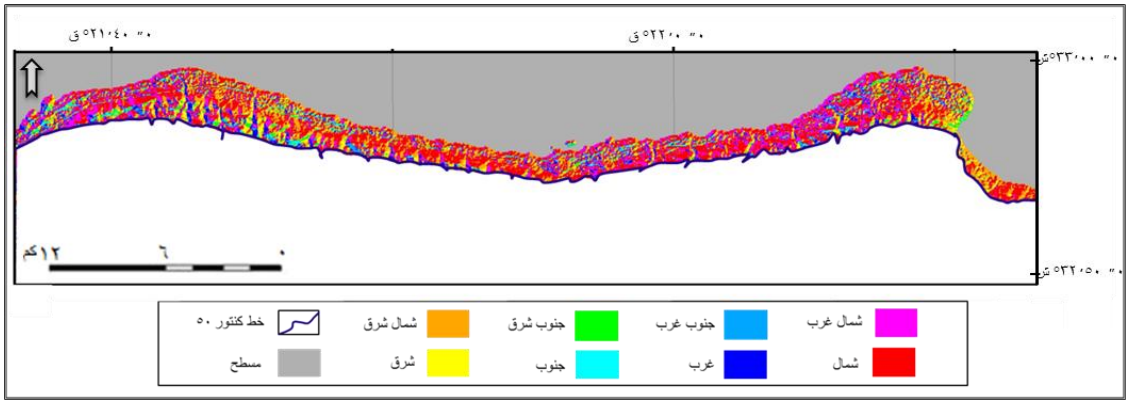
- يأتى إتجاه الشمال الغربي فى المرتبة الثانية بنسبة 34,1% من جملة مساحة السهل الساحلى ويتركز هذا الإتجاه فى المنطقة الممتده من غرب رأس الهلال حتى سوسة ، وأيضا غرب منطقة الدراسة فى المنطقة الممتده من رأس عامر حتى رأس الحمامه .

- تأتى الأراضى التى تنحدر تجاه الشمال الشرقى فى المرتبة الثالثة بنسبة 10,2% من جملة أراضى السهل الساحلى وتتواجد هذه الإنحدارات بصورة ملحوظة فى شرق رأس الهلال وفى شرق رأس عامر ومنطقة قصر نوته وشرق رأس الحمامة .

- تشغل الأراضى التى تنحدر ناحية الشرق نسبة 6,2% من جملة أراضى السهل الساحلى ويرتبط توزيعها إرتباطاً وثيقاً مع أراضى الفئة السابقة التى تنحدر ناحية الشمال الشرقى .

- بلغت نسبة الأراضى التى تنحدر تجاه الغرب والجنوب الغربى 3,5% ، 3,1% على الترتيب وتتواجد هذه الإنحدارات فى غرب رأس الهلال وشرق سوسة وغرب رأس الحمامة .

- جاءت الأراضى التى تنحدر ناحية الجنوب والجنوب الشرقى فى المرتبة الأخيرة بنسبة 1,2% ، 0,5% على الترتيب وتوجد هذه الإنحدارات فى مواضع قليله بتوزيع جغرافى عشوائى بمنطقة الدراسة ، ويتضح من التوزيع الجغرافى لإتجاهات إنحدار السطح فوق السهل الساحلى الإرتباط بين إتجاه إنحدار السطح وإتجاه خط الساحل ، حيث يسود إتجاه الإنحدار ناحية الشمال فى النطاقات التى يتخذ فيها الشاطىء الإتجاه الشرقى الغربى ، ويتجه إنحدار السطح إلى الشمال الشرقى والشرق فى النطاقات الساحلية التى تتخذ إتجاه الشمالى الجنوبى والشمالى الغربى / الجنوبى الشرقى ، ويلعب ذلك دوراً هاماً فى عمليات النحت البحرية سواء بواسطة الأمواج أو بواسطة التيارات البحرية ، حيث تمثل المناطق التى تميل فى إتجاه البحر ومتعامدة علية مناطق هدم وإزالة وتتمثل فى الأجزاء الشمالية والغربية من الرؤوس الأرضية بالمنطقة ، وذلك على عكس مناطق الخلجان البحرية التى يلتقى معها اليابس مع عوامل التعرية بزوايا حاده نسبياً أو موازية له مما يقلل من معدلات النحت وزيادة إحتمالية الإرساب وذلك فى مناطق الخلجان التى تلى الرؤوس البحرية وعلى الجوانب الشرقية للرؤوس نفسها .



شكل (9) إتجاهات الإنحدار لسطح الأرض بمنطقة الدراسة البحر

المصدر: نماذج الإرتفاعات الرقمية (Aster (DEM لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر ، وبرنامج Arc GIS 10.7

هـ – الخصائص الطبيعية للمنطقة الشاطئية الضحلة :

عندما تصل الأمواج إلى المنطقة الشاطئية الضحلة تتغير خصائصها الطبيعية ، حيث تقل سرعتها ويقصر طولها ويزداد ارتفاعها ، ثم تتعرض للتكسر ، وهذا التغير في خصائص الأمواج ينعكس تأثيره على خط الساحل ، ومن هنا يجب دراسة خصائص المنطقة الشاطئية الضحلة بمنطقة الدراسة ،

وهذه الخصائص هي :

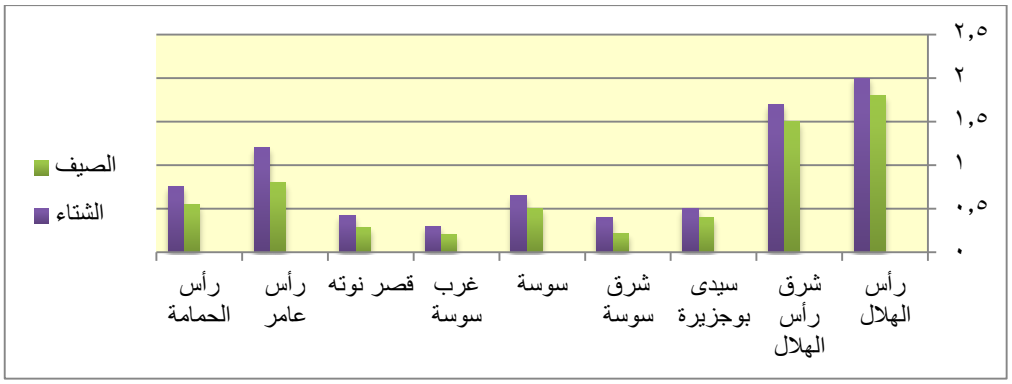
1. عمق المياه أمام خط الساحل :

يؤثر عمق المياه أمام خط الساحل في الخصائص الطبيعية للأمواج عند دخولها المنطقة الشاطئية الضحلة وبالتالى مدى تأثيرها على خط الساحل ، كما يؤثر عمق المياه جزئياً في إنحراف الأمواج أمام السواحل ، فيكون معدل تقدم الأمواج عند مداخل الخلجان العميقة أسرع من تقدمها في المياه الضحلة أمام النتوءات الساحلية ، والسبب في ذلك أن ضحولة المياه تزيد من فرصة احتكاك المدار البيضاوي لجزيئات الماء في الموجة بالقاع ، ولمعرفة تأثير عمق المياه في تغير خصائص الأمواج ، أُخِذَت قياسات لعمق المياه في منطقة الدراسة ، جدول (9) ، شكل (10) .

جدول (9) عمق المياه على مسافة 3 أمتار من خط الشاطئ خلال فصلى الصيف والشتاء

نقاط القياس / فترة القياس	رأس الهلال	شرق رأس الهلال	سيدى بوجزيرة	شرق سوسة	سوسة	غرب سوسة	قصر نوته	رأس عامر	رأس الحمامة
الصيف	1.80	1.50	0.40	0.22	0.50	0,20	0.28	0.80	0.55
الشتاء	2.00	1.70	0.50	0.40	0.65	0,30	0.42	1.20	0.75

المصدر : العمل الميدانى فى المدة من20 ديسمبر : 15 يناير ، 12 : 20 يوليو 2017 ، وتم إختيار مسافة 3 أمتار لانها المسافة التى يصعب بعدها القياس فى منطقة رأس الهلال بسبب عمق المياه .



شكل (10) عمق المياه (بالمتر) على مسافة 3 أمتار من خط الشاطئ خلال فصلى الصيف والشتاء
المصدر : من عمل الباحث إعتمادا على بيانات جدول (9)

ومن تحليل الجدول والشكل السابقين يتضح أن أكثر عمق للمياه سجل في منطقة رأس الهلال حيث بلغ في فصل الصيف (1,80م) ارتفع إلى (2,00م) في فصل الشتاء ، وأقل عمق سجل في غرب سوسه حيث وصل (0,20م) في فصل الصيف ارتفع إلى (0,30م) في فصل الشتاء .

كما يتضح أن عمق المياه يزداد في فصل الشتاء وينخفض في فصل الصيف في جميع المواقع بمنطقة الدراسة وذلك بسبب زيادة ارتفاع الأمواج فى فصل الشتاء وانخفاضها فى فصل الصيف ، ففي فصل الشتاء يزداد انحدار الشاطئ الأمامي بسبب الخنادق التى تكونها الأمواج شتاءً بسبب الدوامات المائية الناتجه عن زيادة قوة الأمواج ، ثم تمتلئ بالرواسب في فصل الصيف نتيجة ضعف قوة الأمواج .

2 – طبوغرافية قاع المنطقة الشاطئية الضحلة :

قاع المنطقة الشاطئية الضحلة هو جزء من الرّف القاري الذي يمثل النطاق الضحل من قاع البحر المتاخم للكتل القارية والذي غالباً ما تماثل طبيعة قاعة قاع اليابس المتاخم له ، فإذا كان النطاق الساحلي المتاخم وعراً كان قاع الرّف القاري مضرساً والعكس (جودة حسنين جودة، 1998 ، ص269) .

وتتحكم طبوغرافية القاع في سرعة وانحراف الأمواج ، فالأمواج تنخفض سرعتها بسبب احتكاك جزيئات الماء بالقاع وتزداد انخفاضاً مع ضحولة المياه ، كما تتحكم طبوغرافية القاع كذلك في حركة الرواسب فعندما يكون القاع مائلاً أو متموجاً يكون هناك تأثيراً على حركة المواد الكبيرة والصغيرة ،

والعكس عندما يكون منبسطاً ، وتتسبب الحركة التذبذبية لجزيئات الماء قرب القاع في تكوّن تموجات من مواد القاع تختلف في مسافاتها وارتفاعاتها باختلاف قوة الأمواج وخصائص الرواسب ، فعندما تكون الأمواج طويلة المدة وثابتة الارتفاع والاتجاه فإن تموج القاع سوف يصل إلى حالة توازن ، ويؤدي ذلك إلى إعاقة النقل الجانبي للرواسب Richard, (Silvester,1974,P91) ، ولكن تغير خصائص الأمواج زمانياً ومكانياً وعدم ثباتها على حال يُكسب قاع المنطقة الشاطئية الضحلة صفة الاستمرارية في التغير ، مما يؤدي إلى بروز نظام جديد من التموجات المختلفة بين فترة وأخرى ، وخلال فترة الانتقال من نظام إلى آخر تزداد كمية المواد العالقة وتزيد بذلك فرصة النقل الأفقي ، وفي منطقة الدراسة تختلف طبيعة قاع المنطقة الشاطئية الضحلة من نقطة قياس إلى أخرى ، ويؤثر هذا الاختلاف على خصائص الأمواج وحركة الرواسب ، جدول (10) .

جدول (10) طبيعة قاع المنطقة الشاطئية الضحلة

نقاط القياس	شكل القاع ومكوناته
سيدى بو جزيرة	تتميز بانحدار شديد فى اتجاه البحر ، وتتكون من مصطبة حصوية غير منتظمة الحجم .
غرب سوسه	ينحدر القاع تدريجياً داخل البحر ، وتتكون عليه تموجات قليلة الارتفاع ذات مسافات متقاربة تتغير بتغير الأمواج ، وتتكون رواسبة من رواسب رملية بيضاء تتخللها التكوينات الحصوية خاصة بالقرب من خط الساحل .
سوسة	ينحدر القاع بشكل متوسط نحو البحر، ويتكون من رمال بيضاء تتغطى بالصخور الملتحمة المتكونة من الحصى والزلط المختلف الأحجام ، وتكسو هذه الصخور الطحالب كما تنتشر نباتات Posidonia Oceanica أو ما يسمى (تبن البحر) بكثافة في هذا

	القاع .
رأس عامر	تتميز بإنحدار شديد يتجه بشكل مفاجئ صوب البحر ، ويغطى القاع في المنطقة العميقة والبعيدة عن الجرف بالرواسب الرملية والأصداف البحرية ، أما بالقرب من الجرف البحري فينتشر بعض الحصى والطحالب وكذلك الأعشاب البحرية .
رأس الهلال	ذو انحدار شديد ينحدر بشدة صوب البحر ، ويتكون القاع من صخور محطمة سقطت من الجرف المجاور ، وهي ذات أحجام مختلفة وتنتشر عليها الأعشاب البحرية الخضراء وتبن البحر.
رأس الحمامة	ذو انحدار شديد صوب البحر ، وله طابع الانزلاق بسبب تكوينه الحصوي، حيث أن القاع يتكون من حصى مختلف الأحجام والأشكال .
قصر نوته	ينحدر بشكل متوسط صوب البحر ويتكون من رواسب رملية وحصوية وصخور محطّمة من الجرف المجاور .

المصدر : العمل الميدانى فى المدة من20 ديسمبر : 15 يناير ، 12 : 20 يوليو 2017

ومن الجدول السابق يتضح الاختلاف المكاني لطبوغرافية المنطقة الشاطئية الضحلة، فوجود الصخور المحطّمة يعيق حركة نقل الرواسب على القاع كما في رأس الهلال وقصر نوته ، بينما تتسبب الظاهرات المورفولوجية الغارقة في تلاطم الأمواج من جهات مختلفة وبالتالي يزداد انحرافها ويرتفع رشاشها عند تكسرها بالقرب من تلك الظاهرات ، كما سيدى أبو جزيرة ورأس الحمامة.

ويختلف شكل قاع المنطقة الشاطئية الضحلة المتكونة من الحصى والرمل باختلاف حدة الأمواج ، ففي فصل الشتاء عندما تزداد سرعة الرياح وتتسبب في تقدم الأمواج وتراجعها بقوة فوق الشواطئ المكونة من الرمل

والحصى وبالتالى تكون بها خنادقا موازيه لخط الساحل ، وتختلف هذا الخنادق في عمقها واتساعها باختلاف حدة الأمواج . أما في فصل الصيف فتتحرك المواد المتجمعة خلف الخنادق في شكل تموجات وتملأ تلك الخنادق ويعاد الأمر فى الشتاء التالى ، وقد لوحظ وجود هذه الخنادق في فصل الشتاء في كل نقاط القياس ما عدا رأس الهلال بسبب زيادة عمق مياههما وعدم وجود حافة حصوية أو رملية لهما .

و – خصائص حركة المياه فى منطقة الدراسة :

تعد حركة المياه هى العامل الرئيس المسئول عن التغيرات الجيومورفولوجية على خط الساحل فهى المسئول الأول عن عمليات النحت والإرساب ولذلك لابد من دراسة حركة المياه فى المنطقة متمثلة فى دراسة الأمواج والمد والجزر والتيارات البحرية ، وهى كالتالى :

1 – الأمواج :

تعد الأمواج بما تحملة من معاول للهدم هي العامل الرئيس فى إحداث التغيرات على خط الساحل ، ومعرفة خصائصها تعد خطوة هامة في فهم التغيرات المكانية للسواحل ، وتختلف الأمواج بين فصلي الشتاء والصيف حيث تزداد أبعادها وسرعتها وطاقتها في فصل الشتاء وتقل صيفاً ، وذلك نتيجة لنشاط الرياح الشمالية الغربية التي تعمل على زيادة قوتها شتاءً جدول (11) ، وشكل (11)

ومن تحليل جدول (11) ، وشكل (11) يتضح التالى :

- بلغ المتوسط العام للرياح التى تهب على منطقة الدراسة 18,6 كم /ساعة فى حين بلغ المتوسط العام لإرتفاع الأمواج 1,16 متر .

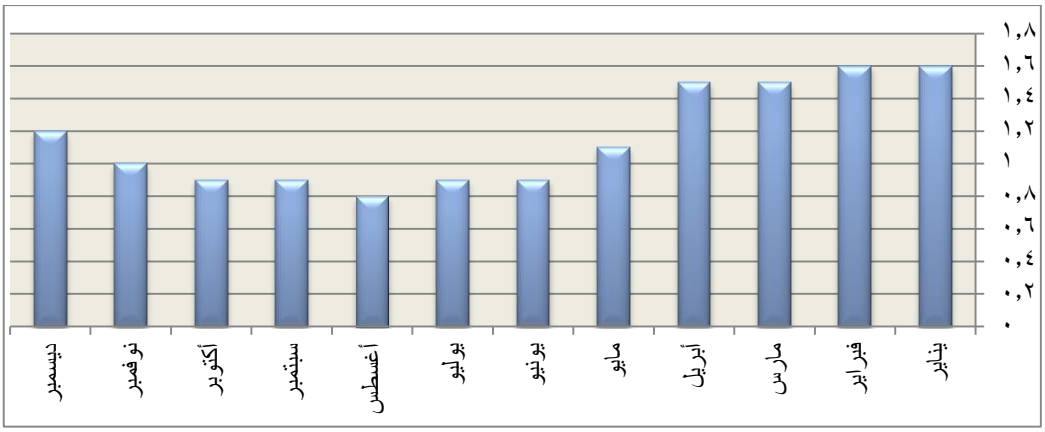
- يزداد إرتفاع الأمواج على سواحل المنطقة خلال شهور الشتاء والربيع حيث بلغ متوسط سرعة الرياح فى شهر فبراير 19,9كم/ساعة ومتوسط إرتفاع الأمواج 1,6 متر ، ويقل متوسط سرعة الرياح وإرتفاع الأمواج خلال فصلى الصيف والخريف حيث يصل متوسط سرعة الرياح فى شهر

أغسطس إلى 16,3 متر ومتوسط إرتفاع الأمواج 0,8 متر ، ويرجع ذلك إلى ما يميز فصلى الشتاء والربيع بمرور المنخفضات الجويه المسببه للأمطار الإعصارية .

جدول (11) متوسط سرعة الرياح كم/ساعة ومتوسط إرتفاع الأمواج بالمتر خلال شهور السنه ، فى المدة من 1995- 2018 .

الشهر	متوسط سرعة الرياح كم / ساعة	متوسط ارتفاع الموجه / متر
يناير	19,2	1,6
فبراير	19,9	1,6
مارس	19,5	1,5
أبريل	19,4	1,5
مايو	18,1	1,1
يونيو	17,9	0,9
يوليو	17,5	0,9
أغسطس	16,3	0,8
سبتمبر	16,5	0,9
أكتوبر	16,7	0,9
نوفمبر	17,4	1
ديسمبر	18,1	1,2
المتوسط	18.04	1,16

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طبرق ، البيانات المناخية فى المدة من 1995 – 2018.



شكل (11) متوسط إرتفاع الأمواج بالمتر خلال شهور السنه المختلفة بمنطقة الدراسة فى المدة من 1995– 2018 المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (10)

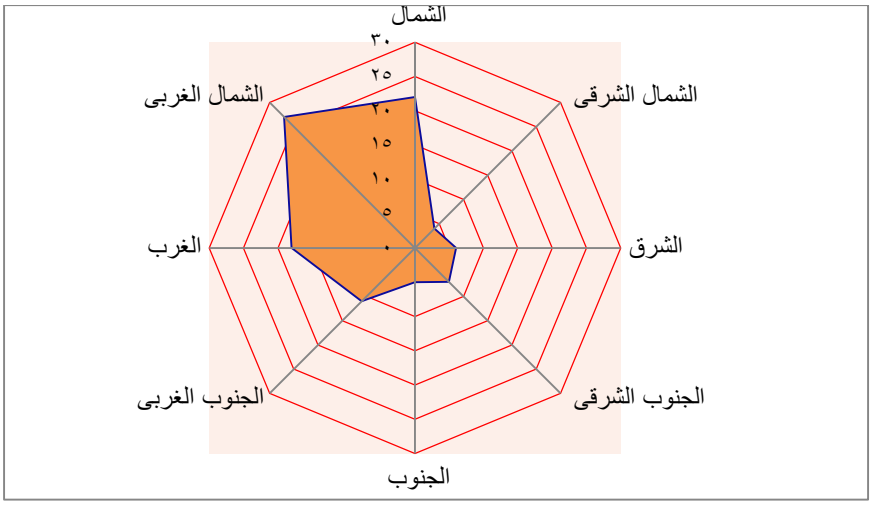
وفيما يتعلق بإتجاه الرياح وهى تعد المتحكم الرئيس فى إتجاه الأمواج فمن تحليل جدول (12) وشكل (12) يتضح التالى :

يتضح أن الإتجاه السائد للرياح فى منطقة الدراسة هو الرياح الشمالية الغربية بنسبة 28% من جملة الرياح التى تهب على منطقة الدراسة ، تليها الرياح الشمالية بنسبة 22% ثم الرياح الغربية بنسبة 18% حيث تمثل الرياح التى تهب من هذه الإتجاهات الثلاث نسبة 67% من إجمالى الرياح التى تهب على منطقة الدراسة ، وتتوزع النسب المتبقية على باقى الإتجاهات الأخرى بنسب تتراوح بين 4% إلى 11% لأكثرها هبوباً .

جدول (12) النسبة المئوية لإتجاه الرياح بمنطقة الدراسة، فى المدة من 1995– 2018 .

الإتجاه	شمال	الشمال الغربى	الغرب	الجنوب الغربى	الجنوب	الجنوب الشرقى	الشرق	الشمال الشرقى
النسبة	22	27	18	11	5	7	6	4

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طبرق، البيانات المناخية فى المدة من 1995 – 2018 .



شكل (12) النسبة المئوية لإتجاه الأمواج فى منطقة الدراسة فى المدة من 1995- 2018 .

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على بيانات جدول (12)

وتتعرض منطقة الدراسة لظروف طقس إستثنائية تتمثل فى عدد النوات التى تتكرر كل عام فى مواعيد شبة ثابته تتراوح فيها سرعة الرايح بين 18 – 33 عقدة فى الساعه وتنتج عنها أمواجاً بحرية يتراوح إرتفاعها ما بين 4 – 6 أمتار ، وتعد هذه الأمواج هى الأكثر فاعلية فى تشكيل خط الساحل فى منطقة الدراسة حيث أن ما تفعلة فى أيام قليلة يوازى ما تفعلة الأمواج العادية فى شهور عديدة ، وفيما يلى عرض لأهم النوات التى تتعرض لها منطقة الدراسة جدول (13).

جدول (13) أهم النوات النى تحدث فى منطقة الدراسة خلال العام

التاريخ	اسم النوة	المدة باليوم	إتجاه الرياح	سرعة الرياح/ عقدة	إرتفاع الموجه/ متر
2 يناير	رأس السنه	4	غربية	33 – 28	6 – 4
12 يناير	الفيضة الكبرى	6	جنوبية غربية	33 – 28	6 – 4

19 يناير	الغطاس	3	غربية	33 – 28	6 – 4
28 يناير	الكرم	7	غربية	30 – 25	5 – 4
18 فبراير	الشمس الصغيرة	3	غربية	33 – 28	6 – 4
2 مارس	السلوم	2	جنوبية غربية	33 – 28	6 – 4
9مارس	الحسوم	7	جنوبية غربية	33 – 28	6 – 4
18 مارس	الشمس الكبيرة	2	شرقية	33 – 28	6 – 4
24 مارس	عوة وبرد العجوز	6	شرقية	33 – 28	6 – 4
23 أبريل	رياح الخماسين/شم النسيم	2	شرقية	33 – 28	6 – 4
18 يونية	رياح النقطة	2	شرقية	33 – 28	6 – 4
30 سبتمبر	رياح الصليب	3	غربية	33 – 28	6 – 4
20أكتوبر	رياح الصليبة	3	غربية	30 – 28	6 – 4
16 نوفمبر	أنواء المكنسة	4	شمالية غربية	30 – 28	6 – 4
22 نوفمبر	أنواء باقى المكنسة	4	جنوبية غربية	30– 18	4 –1,75

4 ديسمبر	قاسم	5	جنوبية غربية	30 – 18	4 – 2,5
19 ديسمبر	الفيضة الصغيرة	5	شمالية غربية	30 – 25	4 – 2,5
28 ديسمبر	عيد الميلاد	2	غربية	30 – 25	4 – 2,5

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طبرق، البيانات المناخية فى المدة من 1995 – 2018 .

ومن تحليل جدول (13) يتضح التالى :

- يبلغ عدد النوات التى تتعرض لها منطقة الدراسة 18 نوة تستمر حوالى 70 يوماً خلال العام ويبلغ متوسط عدد أيام النوة الواحده نحو 4 أيام ، ويزيد إرتفاع الأمواج عن 4 أمتار فى ثلاثة عشر نوة أى نحو 72% من إجمالى عدد النوات .
- تزداد تكرارية حدوث النوات فى فصلى الشتاء والربيع خاصة ما بين شهرى ديسمبر ومارس حيث يبلغ عددها 12 نوة بنسبة 67% من عدد النوات ، وذلك بسبب مرور المنخفضات الجوية الشتوية .
- يختفى وجود النوات تماماً خلال شهور مايو ويوليو وأغسطس ، بين تقل تكراريتها خلال شهور الخريف (سبتمبر ، أكتوبر ، نوفمبر) حيث جاء بهم 4 نوات بنسبة 22 % من إجمالى عدد النوات .

وكما ذكرنا أن الأمواج التى تحدث خلال النوات لها أهمية خاصة نتيجة لإرتفاعها الواضح وقوتها التى تعكس قوة وسرعة الرياح التى كونتها ، لذلك فإن قوة تأثيرها على خط الساحل خلال أيام حدوثها القليلة تفوق ما تحدثة الأمواج العادية فى عدة أشهر .

- **الفعل الجيومورفولوجى للأمواج :**

تقوم الأمواج بفعلاً جيومورفولوجياً واضحاً على خط الساحل ويتمثل ذلك فيما يلى :

- **عمليات النحت الموجى :**

ويقصد به تفتيت المواد الصخرية بواسطة الأمواج التي تحمل معاول للهدم من جلاميد وحصي ورمال خشنة ومن نواتج هذه العملية تقويض أسافل الجروف البحرية وإحداث فجوات بها مما يساعد أيضا علي زيادة الفعل الهيدروليكي الآتى ذكرة ، هذا بالإضافة إلي صقل أسطح الأرصفة البحرية ، وتتباين عمليات النحت الموجي علي أجزاء الساحل المختلفة حيث تظهر واضحة في بعضها وتكاد تختفي تماماً في البعض الآخر ، ويرجع هذا التباين إلي :

- مدي توافر معاول النحت التي تزيد من فاعلية الأمواج في النحت وتغيير ملامح أوجه الجروف والأرصفة البحرية .
- إرتفاع طاقة الأمواج فكلما كانت طاقة الأمواج مرتفعة أدي ذلك إلي زيادة قدرتها علي حمل أحجام كبيرة من الحصي والجلاميد وإلقائها علي واجهات الجروف مما يساعد علي تسارع عمليات النحت الموجي .
- درجة انحدار الشاطئ ودرجة إنحدار واجهات الجروف ومدي تعامدها علي إتجاه الأمواج .
- تباين الخصائص البنوية والتركيبية لصخور منطقة الدراسة .

ويتضح أيضا أن عملية النحت الموجي تنتشر بالقرب من مصبات الأودية كالاثرون والمهبول وغيرها ، وذلك بسبب توافر الحصي والجلاميد المختلفة الاحجام التي ألقتها الأودية علي السواحل الصخرية .

- الفعل الهيدروليكي Hydrology action :

تحدث الكتل المائية المندفعة نحو خط الساحل و الجروف البحرية تأثيراً قوياً ومباشراً في تحطيم صخورها عندما تصطدم الأمواج بها ، وخاصة عند تكسر الأمواج حيث يندفع الماء فوق قمة الموجة بسرعة تبلغ ضعف سرعة الموجة ككل ، هذا بالإضافة الي أن الموجة تحصر جيباً من الهواء بينها وبين صخور الجروف البحرية مما يؤدي إلي ضغط الهواء عند إصطدام الموجة بالجروف بشدة وعند إرتداد الموجة يتجدد الهواء فجأة وبتوالي عملية إنضغاط وتمدد الهواء يؤدي إلي تحطيم واجهات الجروف ، كما أن تأثير الأمواج يصبح فعالاً إذا كان الجرف ملئ بالشقوق والفواصل حيث أنه بتوالي ضغط الهواء بفعل

الأمواج داخل الشقوق والفواصل يؤدي إلي توسيعها وبالتالي إضعاف قوة الصخر نفسة ، وتسود هذه العملية في الصخور الكثيرة الفواصل التي تميل طبقاتها تجاه البحر مثل جروف الكالكارينايت التي تعرضت للإنفصال في كتلها الصخرية عند أسطح الطبقات ، كما تتأثر بذلك التكوينات الصخرية التي تواجه طاقة أمواج عالية وهي بالترتيب درنة ثم أبو لونيا ثم الآثرون ، وينتج عن هذه العملية إنفصال الكتل الصخرية عن الجروف ونشأة الأرصفة البحرية الحديثة المنحدرة تجاه البحر ، هذا بالاضافة إلي إنتشار الكدوات الصخرية الصغيرة المنخفضة التي لا يتعدي إرتفاعها نصف متر علي مقدمة الشاطئ الأمامي وفي مناطق تكسر الأمواج .

2 – المد والجزر :

تتميز مستويات المد فى منطقة الدراسة بقلة مداها المدى جدول (14) حيث يبلغ أعلى مد بها 0,20 متر وأدنى مد 0,15 متر ، ويبلغ مستوى أعلى جزر 0,05 متر وأدنى جزر 0,01 ، وبالتالى يصبح المدى بين أعلى مد وأدنى جزر 0,19 متر.

جدول (14) مستويات المد والجزر على سواحل منطقة الدراسة، فى المدة من 1995– 2018

مستوي المد / متر		مستوى الجزر / متر		المدى
أعلى مد	أدنى جزر	أعلى جزر	أدنى جزر	
0,20	0,15	0,05	0,01	0,19

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية، طبرق البيانات المناخية فى المدة من 1995– 2018 .

ونتيجة لإنخفاض قيمة المدى المدى Tidal Rang فى منطقة الدراسة فإن التأثير الجيومورفولوجى لتيارات المد على الشواطىء تعد أقل بكثير من فعل الأمواج ، حيث يكاد يقتصر دورها على زيادة عمليات التجوية للصخور الممتدة على طول خط الساحل خاصة فى مناطق الرؤوس الأرضية حيث تعمل مياه المد على توفير محتوى مائى يعمل على تكوين حفر إذابة على الأسطح الصخرية ، ونتيجة

لتناوب عمليات المد والجزر فوق الشواطىء الصخرية تتناوب عمليات البلل والجفاف وما يصاحبها من تمدد وإنكماش للصخور ، وبالتالى يزداد دور التجوية الميكانيكية فتتفكك الصخور وينقل حطامها بواسطة موجات الجزر إلى قاع البحر المجاور .

3- تيارات الدفع الساحلى :

تمثل منطقة الدراسة جزءً من التيار الرئيس للبحر المتوسط الذى يسير بمحازاة الساحل الإفريقى بعد عبورة لمضيق جبل طارق قادماً من المحيط الأطلنطى حيث يأخذ إتجاهاً عاماً من الغرب إلى الشرق ، وتتفاوت سرعته من مكان لأخر ومن وقت لأخر متأثراً بقوة الرياح ومدى عمق المياه حيث تزداد سرعته مع زيادة سرعة الرياح وزيادة عمق المياه وتتراوح ما بين (0,75 – 1,5 كم /ساعة) مما يضعف دورة كعامل نحت على إمتداد الشاطىء بإستثناء مناطق الرواسب (وهبه حامد،2003 ، صـ193).

ويتمثل الدور الجيومورفولوجى للتيارات الساحلية فيما تقوم به من نقل المواد المفككه على خط الشاطىء وتهيئة الفرصة لعوامل التعرية البحرية الأخرى كالأمواج والمد والجزر للقيام بعمليتى النحت والإرساب على إمتداد الشاطىء ، كما يقوم هذا التيار بدور إرسابى فعال خاصة فى المناطق التى تتميز بالتغيير المفاجىء فى الإتجاه العام لخط الشاطىء فيترك حمولته على هئية ألسنة إرسابية Spit ، وخطاطيف Hooks (عبد الرازق الكومى،2016 ، صـ 36) .

ثانياً : إستخدام تقنيات الإستشعار من بعد فى رصد تغيرات خط الساحل بمنطقة الدراسة :

تقوم تقنيات الإستشعار من بعد بدوراً مهما فى تصنيف ورصد وتقدير مدى التغيرات التى يتعرض لها كوكب الأرض بأغلفته المختلفة ، وتعد المناطق الساحلية أبرز المناطق التى تتضح بها التغيرات وخاصة ما يتعلق بتغير خط الساحل ، وأتاح التطور المذهل لمرئيات الأقمار الصناعية قدراً هائلاً من البيانات عن خصائص الغلاف الصخرى والمائى مما آتاح الفرصة لحصر وتقدير العديد من الموارد

الطبيعية ورصد معدلات التغيرات المكانية بإستخدام تقنيات كشف التغير Change Detection ، ويتضمن إنعكاس الإشعاع الكهرومغناطيسى من الغلاف الصخرى مجموعة مركبة من العمليات الهندسية والفيزيائية البصرية والتى تساهم فى رد الإشارة إلى المستشعر Sensor الذى يلتقط البيانات الخاصة بها (Nelson R .M,2002,p 184) ، كما أن التباين فى تكوينات سطح الأرض يؤثر فى إتجاه وشدة ومحتوى الإشعاع الكهرومغناطيسى الذى يتم إستقطابه ويعتمد هذا بالتأكيد على طبيعة الغطاء الأرضى فيزيائياً وكيميائياً مما يفيد لاحقاً فى إعطاء التغيرات الصحيحة لتلك الأغطية الأرضية(Randel.B.S,2006,p35) .

بينما يتأثر الإنعكاس من المسطحات المائية بعدة عوامل أهمها عمق المسطح المائى والمواد التى يحتويها ، فالإشعاع الذى ينعكس من المسطحات المائية الضحله بعضة ينعكس من قاع تلك المسطحات الضحلة أى من مواد رواسب القاع ولذا فإنه يمكن تقدير العمق فى المياه الصافيه التى يقل عمقها عن 40 متر (Dury.S.A,1997,p52) ، كذلك فإن توفر المواد العالقة والكولوروفيل فى المياه يؤثر على طبيعة الإشعاع المنعكس ، فالمياه التى تحتوى على كميات كبيرة من الرواسب العالقة تعكس إشعاع الموجات المرئية أكثر من المياه الصافية ولذا فإنه يمكن أيضا تقدير كمية المواد العالقة من تحليل بيانات الإستشعار من بعد ، أما إذا توافر الكلوروفيل بكميات كبيرة فإنه يؤدى إلى وافر إنعكاس إشعاع الموجات الزرقاء والحمراء (الموجات الأقل طولاً من 0,6 ميكرومتر) وزيادة إنعكاس الآشعه الخضراء وهذا ساعد كثيراً فى معرفة تركز النباتات .

وبالتالى فإنه كلما إزداد طول الموجة إرتفعت نسبة إمتصاص الآشعة وقلت نسبة إنعكاسها من سطح الماء ، وتكون قمة الإنعكاس عند طول موجة 0,45 ميكرومتر ، ويمكن تحديد مواقع المياه فى صور الأقمار الصناعية بدقة فى تلك المنطقة من الطيف إذ يبدو الماء باللون الأسود ، وتستخدم هذه الفكره فى تحديد العتبة الفاصلة بين الماء واليابس ، وطبقت هذه الفكرة فى العديد من الدراسات عن تغيرات خط الساحل أو دراسة مستويات البحيرات ومياه السدود مثل الدراسة التى استخدمت فى بتسوانا

بجنوب قارة أفريقيا لمراقبة مياه السدود وتحديد مسطحات المستنقعات المائية والبحيرات والتمييز بين مناطق المياه وغيرها من المناطق ، وحساب سعة السدود لكل منطقة مائية وذلك عن طريق تحليل الآشعة Near Infrared للقمر الصناعى Land Sat TM (Finch.J.W,1997,P195) .

وعلى ذلك قامت الدراسة الخاصة بمنطقة الدراسة بين رأس الهلال ورأس الحمامة للساحل الليبي على أساس تحديد العتبة الفاصلة بين اليابس والماء على المرئية Land Sat TM 1987 وعلى المرئية Land Sat 8 ETM 2018 ولتحديد العتبة الفاصلة بين اليابس والماء تم إتباع الخطوات الآتية :

- تم حساب متوسط قيم الإنعكاس المائى عن طريق إقتطاع جزء من مرئية خاصة بالبند 4 Near Infrared للمرئية Land Sat TM 1987 جدول (15) .

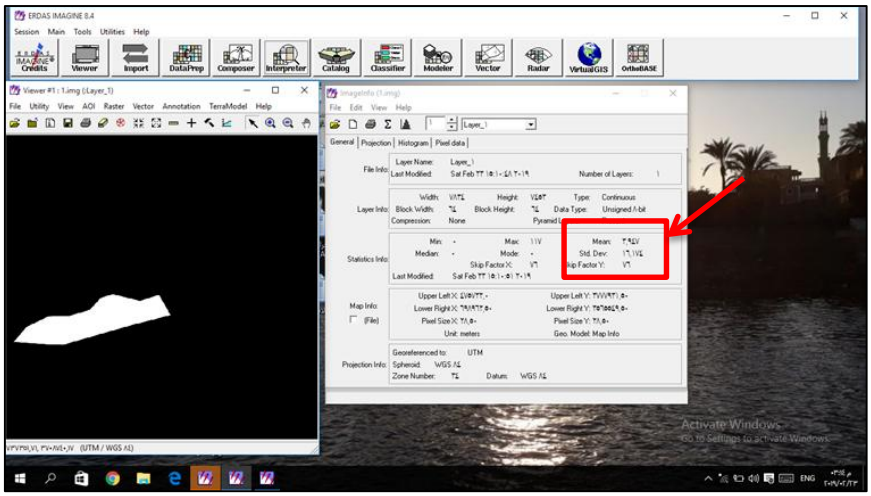
جدول (15) مقارنة الإنعكاس الطيفي بين Land Sat 5 TM و Land Sat 8 ETM

Band	Wavelength	Useful for mapping
Band 1 - blue	0.45-0.52	Bathymetric mapping, distinguishing soil from vegetation and deciduous from coniferous vegetation
Band 2 - green	0.52-0.60	Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor
Band 3 - red	0.63-0.69	Discriminates vegetation slopes
Band 4 - Near Infrared	0.77-0.90	Emphasizes biomass content and shorelines
Band 5 - Short-wave Infrared	1.55-1.75	Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds
Band 6 - Thermal Infrared	10.40-12.50	Thermal mapping and estimated soil moisture
Band 7 - Short-wave Infrared	2.09-2.35	Hydrothermally altered rocks associated with mineral deposits
Band 8 - Panchromatic (Landsat 7 only)	.52-.90	15 meter resolution, sharper image definition

Bands	Wavelength (μm)	Res (m)
Band 1 – Coastal aerosol	0.43–0.45	30
Band 2 – BLUE	0.45–0.51	30
Band 3 – GREEN	0.53–0.59	30
Band 4 – RED	0.64–0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85–0.88	30
Band 6 – SWIR 1	1.57–1.65	30
Band 7 – SWIR 2	2.11–2.29	30
Band 8 – Panchromatic	0.50–0.68	15
Band 9 – Cirrus	1.36–1.38	30
Band 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60–11.19	30
Band 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50– 2.51	30

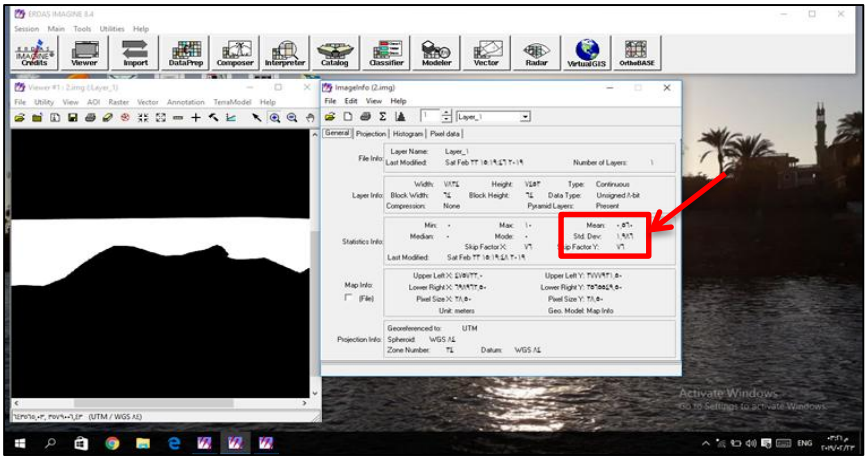
المصدر : USGS

تم إستخراج متوسط الإنعكاس لليابس وبلغ 3,947 شكلى (3 1 ، 14) ثم حساب متوسط الإنعكاس لليابس بنفس الطريقة وبلغ 0,560 .



شكل (13) متوسط الإنعكاس الطيفي لليابس فى منطقة الدراسة

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM,Band4 لسنة 1987 ، برنامج ERDAS Imagine 14



شكل (14) متوسط الإنعكاس الطيفي للماء فى منطقة الدراسة

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM,Band4 لسنة 1987 ، برنامج ERDAS Imagine 14

وتم الحصول على العتبة من خلال المعادلة الآتية :

$$T = 2(Rw + Ric)$$

(Finch.J.W,1997,P196)

حيث أن :

t = العتبة

Rw = متوسط إنعكاس المياه

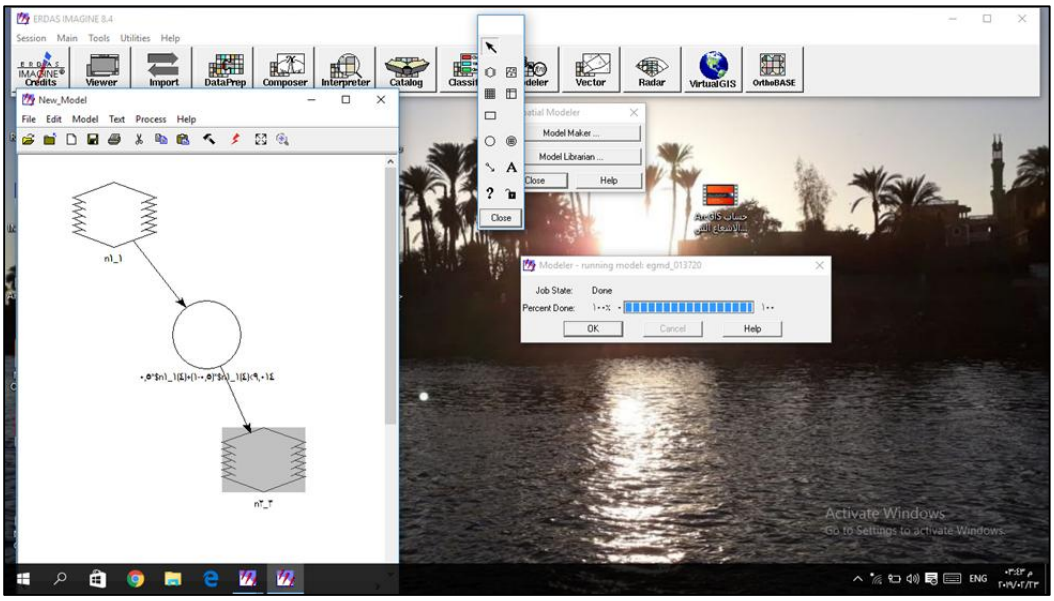
Ric = متوسط إنعكاس اليابس

ولإظهار العتبة تم القيام بعمل نموذج Model على برنامج ERDAS Imagine 14 شكل (15) وإستخدام المعادلة الخاصة بتحديد العتبة لإستخلاص وتحديد خط الساحل وهى :

$$[\ 0.5\ Band\ 4\ ] + [\ 0.5\ Band\ 4\ ] < t$$

(Finch.J.W,1997,P197)

ثم تصدير الصورة الناتجة من النموذج برنامج Arc GIS 10.7 لرسم خط الساحل لسنة 1987 ، وتم عمل نفس الخطوات السابقة على مرئية Land Sat 8 ETM 2018 مع إستبدال Band 4 بـ Band 5 فى Land sat 8 حيث أن Band 5 يمثل الباند Near Infrared فى Land sat 8 جدول (15) وذلك لرسم خط الساحل لسنة 2018 وتصدير الصورة الناتجة لبرنامج Arc GIS 10.7 ، ثم حساب الفرق بين الخطين لتقدير مدى التغير خلال المدة الزمنية من 1987 إلى 2018 سواء بالسلب أو بالإيجاب ومدى إختلافها من مكان لأخر ودراسة العوامل المؤثرة فى هذا التغير .



شكل(15) عمل نموذج Model على برنامج ERDAS Imagine 14 لإظهار العتبة الفاصلة بين اليابس والماء على المرئية الفضائية المرئية الفضائية Land sat _5 TM, Band 4 لسنة 1987.

- التغير فى معدلات النحت والإرساب على خط الساحل بمنطقة الدراسة :

تباينت المساحات التى تعرضت للنحت والإرساب فى النطاقات الساحلية بمنطقة الدراسة بداية من رأس الهلال حتى رأس الحمامة ، وذلك تبعاً للعوامل المؤثرة فى ذلك كالعامل الجيولوجى واتجاهات خط الساحل واتجاه الأمواج وغيرها ، وبعد حساب المساحات التى تعرضت للنحت والمساحات التى تعرضت للإرساب تم حساب معدلات التغير التى طرأت على الساحل من خلال المعادلة التى استخدمها Wallick لحساب معدلات التغير السنوى فى سواحل ولاية أوريجون بالولايات المتحدة الأمريكية وهى كالتالى :

$$BE = 2A / p$$

حيث BE = مسافة التراجع أو التقدم

A = المساحة

P = المحيط

وتم حساب معدل التراجع السنوى من العلاقة

$$ABE = BE / T$$

حيث ABE = معدل التراجع أو التقدم السنوى

T = الفترة الزمنية

(Wallick,G.R.et all,2004)

جدول (16) معدلات التغير فى خط الساحل بمنطقة الدراسة فى المدة من 1987 : 2018

	النحت					الإرساب			
رقم القطاع	النطاق	المساحة م2	المحيط م	مقدار التراجع م2	المعدل السنوى م2	المساحة م2	المحيط م	مقدار الإرساب م2	المعدل السنوى م2
1	رأس الهلال	397820	15115	52,64	1,70	291015	13213	44,05	1,42
2	غرب رأس الهلال	212611	12152	34,99	1,13	310114	13140	47,20	1,52
3	سيدى بوجزيرة	267015	13221	40,39	1,30	184231	14182	25,98	0,84
4	شرق سوسة	2521	352	14,32	0,46	588792	21896	53,78	1,73
5	سوسة	3265	932	7,01	0,23	691492	23943	57,78	1,86
6	غرب سوسة	269131	17311	31,09	1,00	452157	22271	40,61	1,31
7	قصر نوتة	162052	14306	22,66	0,73	291943	13819	42,25	1,36
8	غرب قصر نوتة	255711	16924	30,22	0,79	291414	14923	39,06	1,26
9	شرق رأس عامر	361286	14052	51,42	1,66	192917	15228	25,34	0,82
10	رأس عامر – رأس الهلال	443918	16019	55,42	1.79	213211	16152	26,40	0,85
المتوسط		237533	12038,40	34,02	1,10	350728,60	16875,80	40,24	1,30

المصدر من عمل الباحث إعتمادا على معادلة (Wallick,G.R.et all,2000

ومن تحليل جدول (16) والأشكال (16 : 25) يتضح التالى :

- بلغ المتوسط العام للمساحات التى تعرضت للنحت فى منطقة الدراسة 237533 متر2 وبلغ متوسط المعدل السنوى للتراجع 1,10 متر2 ، فى حين بلغ المتوسط العام لمساحات الإرساب فى كل القطاعات 350728,60 متر2 وبلع متوسط المعدل السنوى للإرساب 1,30 متر2 ، ويتضح من ذلك زيادة المتوسط العام لمعدلات الإرساب عن المتوسط العام لمعدلات النحت فى منطقة الدراسة ويرجع ذلك إلى التيارات العرضية التى تسير موازية للساحل فى بعض المناطق الضحلة ، بالإضافة إلى أن إتجاه خط الساحل فى قطاعات عديدة يكون موازياً لإتجاه الأمواج .

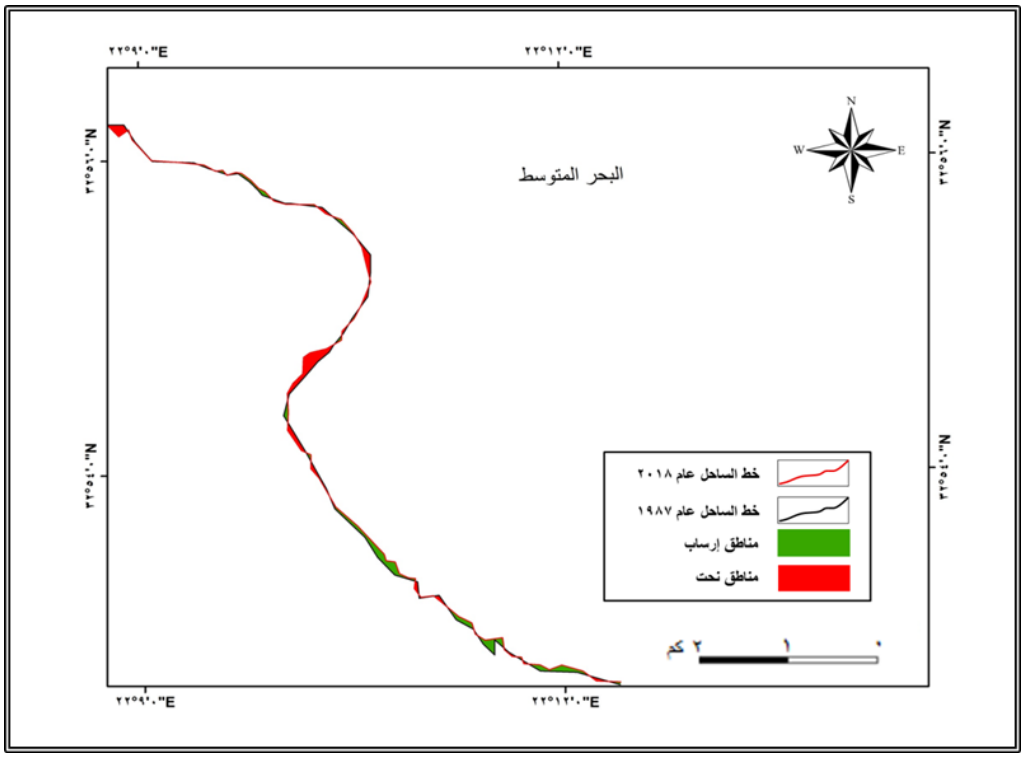
- زادت معدلات النحت عن معدلات الإرساب فى القطاعات التالية (رأس الهلال – سيدى بوجزيرة – شرق رأس عامر – رأس عامر ورأس الحمامة) ، ويرجع ذلك إلى توافر عدة عوامل أدت إلى زيادة محفزات النحت عن الإرساب أهمها أن هذه المناطق تتوافر بها الرؤوس الأرضية التى تتعامد على إتجاه الأمواج بالإضافة إلى ضعف التكوينات الصخرية وكثرة الفواصل والإنكسارات بها .

- تزداد معدلات الإرساب عن معدلات النحت فى القطاعات الآتية (غرب رأس الهلال – شرق سوسة – سوسة – غرب سوسة – قصر نوتة – غرب قصر نوتة) وترجع زيادة معدلات الإرساب فى هذه القطاعات إلى قلة الرؤوس الأرضية الكبيرة بها بالإضافة إلى إتجاه خط الساحل شبة موازى لإتجاه الأمواج ، كما أن مرور التيارات البحرية فى بعض المناطق الضحلة أدى إلى بطىء التيارات وميلها إلى الإرساب أكثر من النحت .

- تزداد بشكل عام معدلات النحت على الجوانب الغربية والشمالية الغربية للرؤوس الارضية الكبيرة مثل رأس الهلال ورأس عامر ورأس الحمامه بصورة أكبر من جوانبها الشرقية بسبب مواجهة الجوانب الغربية والشمالية الغربية للإتجاه العام للأمواج بمنطقة الدراسة وبالتالى زيادة محفزات النحت بعكس الجوانب الشرقية التى تأتى فى ظل الأمواج فتقل بها معدلات النحت عن الإرساب .

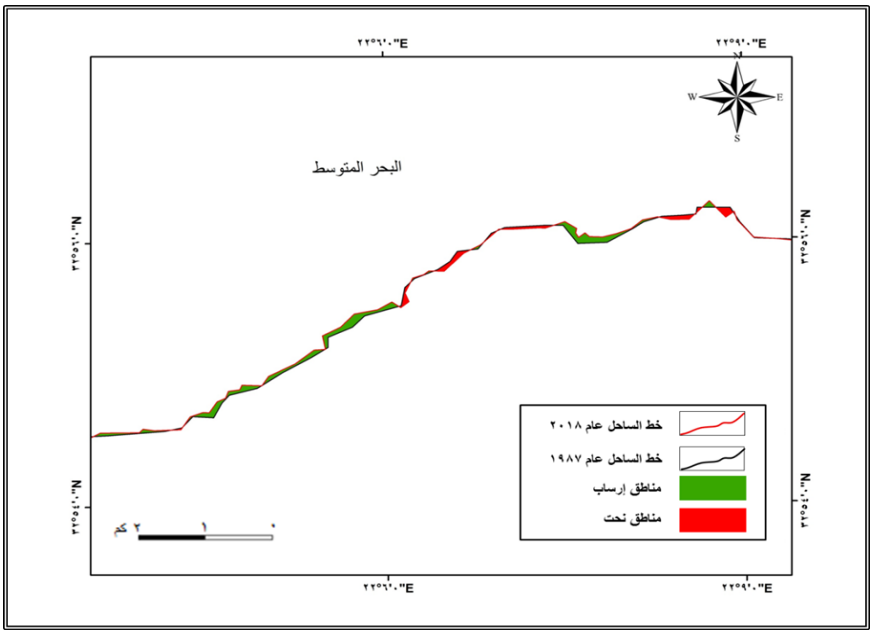
- تميزت معظم مناطق الخلجان البحرية بقلة معدلات التغير نتيجة لهدوء حركة الامواج والتيارات البحرية بها .

- تزداد معدلات الإرساب فى المناطق التى يتغير فيها الإتجاه العام لخط الساحل تغيراً مفاجئاً خاصة إذا تغير فى إتجاه يوازى إتجاه الأمواج ولا يتعامد عليها كما فى منطقة شرق رأس الهلال وشرق سوسة .
- يعد العامل الجيولوجى المتمثل فى خصائص الصخر وبنيتة ، والعامل المورفولوجى المتمثل فى الخصائص الطبوغرافية لقاع المنطقة الشاطئية أو سطح الظهير اليابس لخط الساحل ، بالإضافة إلى الخصائص الهندسية لخط الساحل ، من أهم العوامل المحلية التى عملت على تباين معدلات النحت والإرساب فى النطاقات الساحلية .



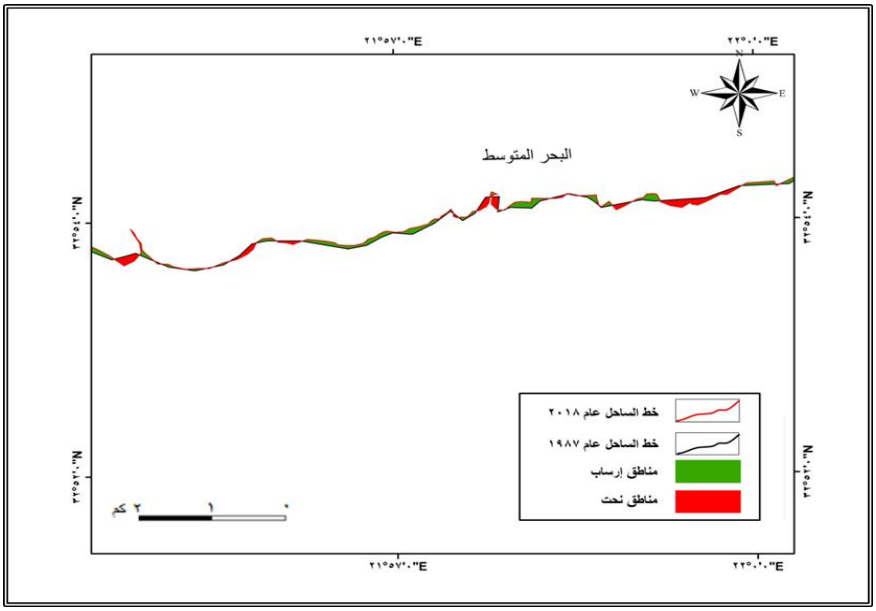
شكل (16) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة رأس الهلال فى المدة من 1987 : 2018

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



شكل (17) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة غرب رأس الهلال فى المدة من 1987 : 2018

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018 برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



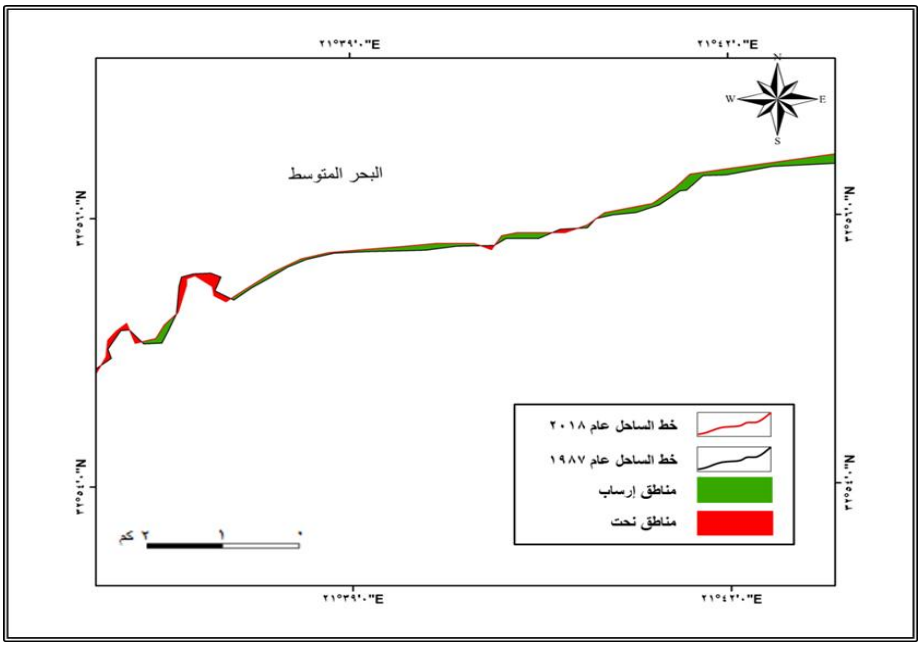
شكل (18) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة سيدى بوجزيرة فى المدة من 1987 : 2018

المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018

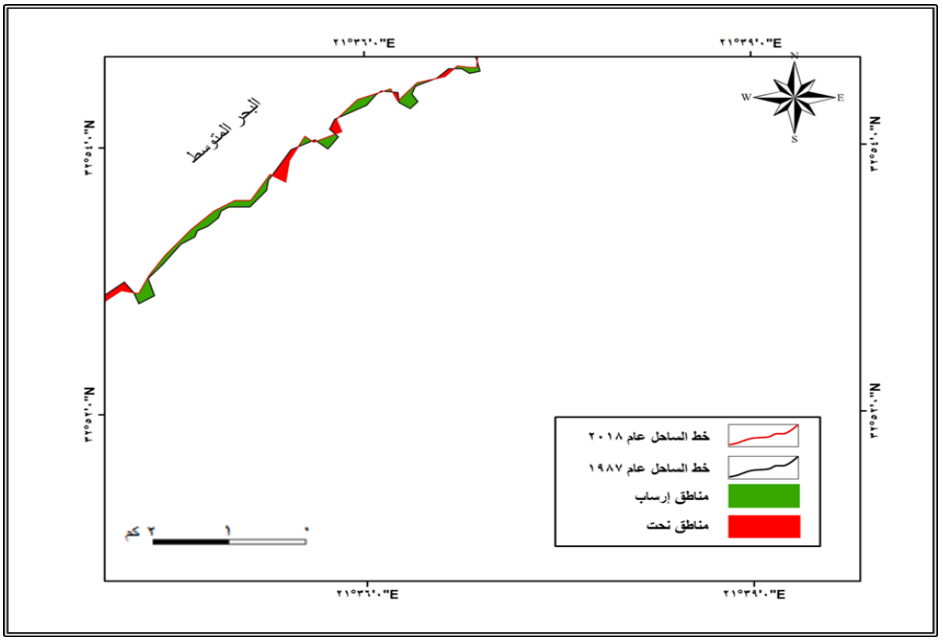
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7

شكل (19) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة شرق سوسة فى المدة من 1987 : 2018
المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7

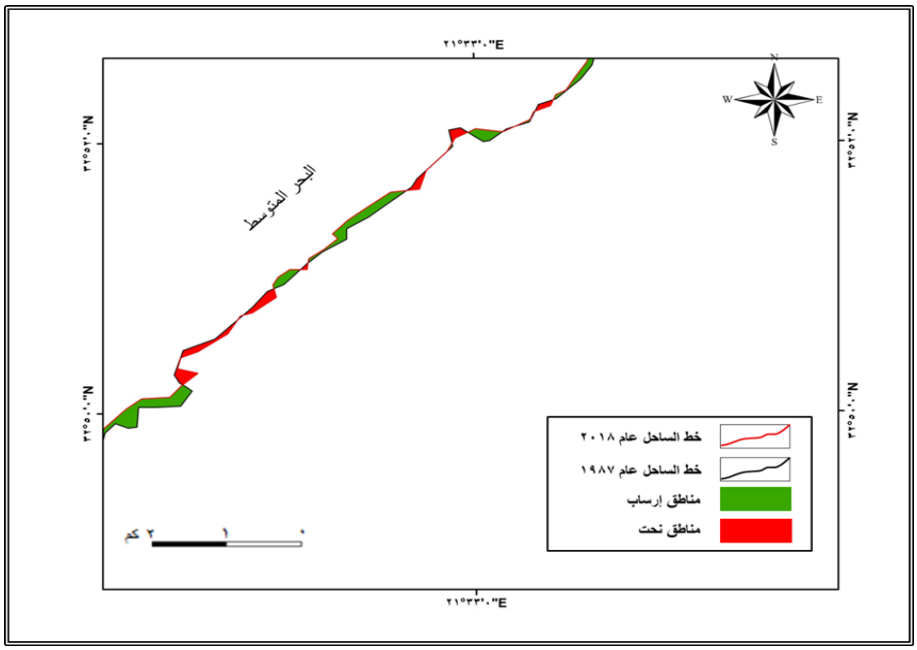
شكل (20) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة غرب سوسة فى المدة من 1987 : 2018
المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



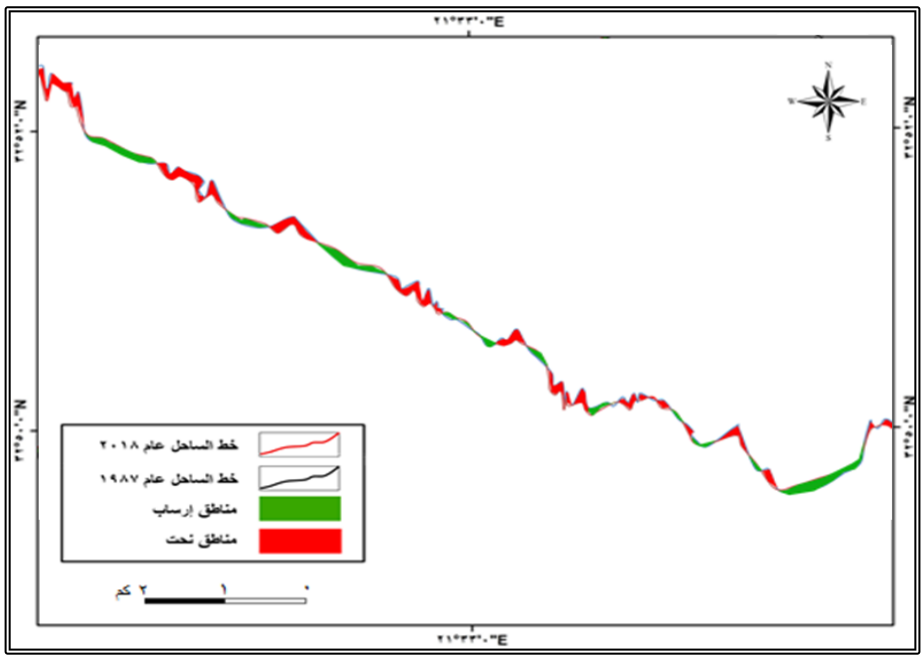
شكل (21) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة غرب سوسة فى المدة من 1987 : 2018
المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



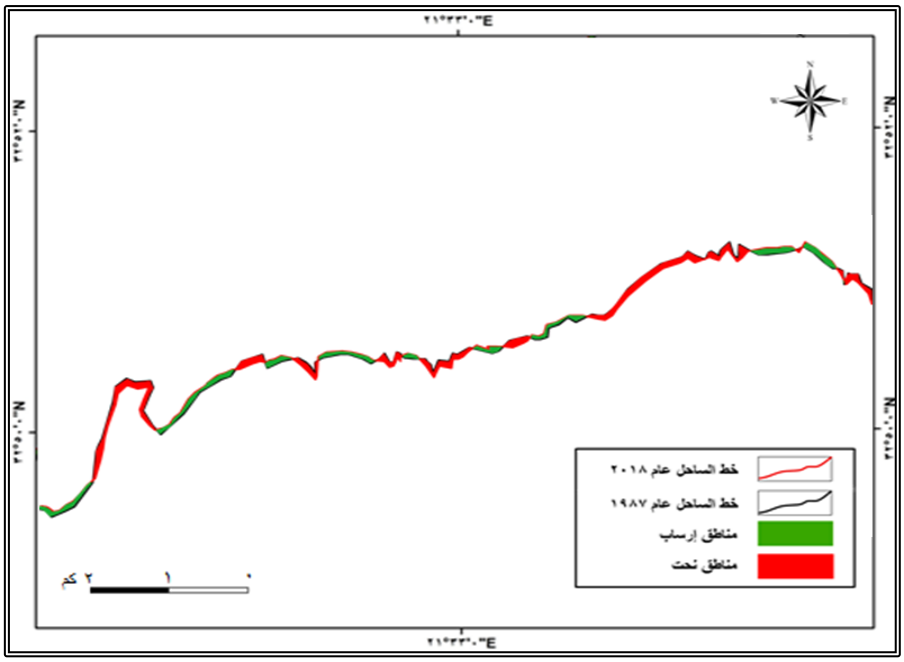
شكل (22) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة قصر نوتة فى المدة من 1987 : 2018
المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



شكل (23) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة غرب قصر نوتة فى المدة من 1987 : 2018
المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



شكل (24) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة شرق رأس عامر فى المدة من 1987 : 2018
المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018
برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7



شكل (25) التغيرات الجيومورفولوجية لخط الساحل فى منطقة رأس عامر- رأس الحمامه فى المدة من 1987 : 2018 المصدر : المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987 ، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018 برنامج ERDAS Imagine14 برنامج Arc Gis10.7

ثالثاً النتائج والتوصيات :

أ – النتائج :

خلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج ، وفيما يلى أهمها :

1- يؤثر شكل خط الساحل على مدى حدوث التغيرات الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة ، الجوانب الشمالية والشمالية الغربية والغربية للرؤوس الأرضية تتعامد إلى حدٍ كبير مع الأمواج البحرية مما يزيد من معدلات تراجعها خاصة الواجهات الجرفية النشطة كما فى رأس الهلال ورأس عامر على عكس الشواطىء داخل الخلجان الواقعة شرق الرؤوس الأرضية تزداد بها عمليات الإرساب لعدم تعامد الأمواج عليها .

2-عمل التباين فى التكوينات الصخرية وإختلاف خصائصها التركيبية والليثولوجية على تباين قدرة تأثير العمليات الجيومورفولوجية على طول خط الساحل .

3- لعب المظهر التضاريسى لخط الساحل دوراً فعالاً فى معدلات تغيره وخاصة فى سواحل الجروف البحرية التى تتميز بها منطقة الدراسة .

4- أثرت درجات إنحدار السطح فى المناطق الساحلية على معدلات تغير خط الساحل ، حيث تساعد درجات الإنحدار الهينه على توغل مياه البحر نحو اليابس ، كما تعمل الواجهات الجرفية على زيادة عملية التقويض السفلى وظهور الجروف النشطة ، ولكن هذا يتوقف على مجموعة عوامل أخرى كنوع الصخر والبنية وإتجاه الأمواج وقوتها وغيرها .

5- لعبت الخصائص الطبيعية للمنطقة الشاطئية الضحلة مثل عمق المياه أمام خط الساحل ، وطبوغرافية قاع مياه المنطقة الشاطئية دوراً كبيرا فى تباين تأثير العمليات الجيومورفولوجية البحرية على خط الساحل من منطقة إلى أخرى .

6- تعد خصائص حركة المياه من الأمواج ، والمد والجزر ، وتيارات الدفع الساحلى وما يتبعها من فعل جيومورفولوجى أهم العوامل الرئيسة المسئولة عن تغيرات خط الساحل فى منطقة الدراسة .

7-من خلال إستخدام طريقة تحليل الآشعة Near Infrared والتى تمثلت فى البند الرابع Band 4 فى مرئية القمر الصناعى Land Sat 5 TM ,1987 ، وجاءت فى البند الرابع Band 5 فى مرئية القمر الصناعى Land Sat 8 ETM ,2018 ، ومن خلال الحصول على متوسط الإنعكاس الطيفى لليابس والماء بالمرئيتين وإستخدام نموذج Model على برنامج ERDAS Imagine 14 وإستخدام المعادلة الخاصة بتحديد العتبة ، تمكن الباحث من إستخلاص وتحديد خط الساحل بدقة فى المرئيتين ، وتصديرهم لبرنامج Arc GIS 10.7 ، وتمكن الباحث من حساب الفرق بين خط الساحل لسنة 1987 و 2018 وحساب مدى التغيرات خلال هذه الفترة .

8- بلغ المتوسط العام للمساحات التى تعرضت للنحت فى منطقة الدراسة 237533 متر2 وبلغ متوسط المعدل السنوى للتراجع 1,10 متر2 ، فى حين بلغ المتوسط العام لمساحات الإرساب فى كل القطاعات 350728,60 متر2 وبلع متوسط المعدل السنوى للإرساب 1,30 متر2 .

9- زادت معدلات النحت عن معدلات الإرساب فى قطاعات (رأس الهلال – سيدى بوجزيرة – شرق رأس عامر – رأس عامر ورأس الحمامة) ، ويرجع ذلك إلى توافر عدة عوامل أدت إلى زيادة محفزات النحت عن الإرساب أهمها أن هذه المناطق تتوافر بها الرؤوس الأرضية التى تتعامد على إتجاه الأمواج بالإضافة إلى ضعف التكوينات الصخرية وكثرة الفواصل والإنكسارات بها .

10- تزداد معدلات الإرساب عن معدلات النحت فى قطاعات (غرب رأس الهلال – شرق سوسة – سوسة – غرب سوسة – قصر نوتة – غرب قصر نوتة) وترجع زيادة معدلات الإرساب فى هذه القطاعات إلى قلة الرؤوس الأرضية الكبيرة بها بالإضافة إلى إتجاه خط الساحل شبة موازى لإتجاه الأمواج ، كما أن مرور التيارات البحرية فى بعض المناطق الضحلة أدى إلى بطىء التيارات وميلها إلى الإرساب أكثر من النحت .

11- تزداد بشكل عام معدلات النحت على الجوانب الغربية والشمالية الغربية للرؤوس الارضية الكبيرة مثل رأس الهلال ورأس عامر ورأس الحمامه بصورة أكبر من جوانبها الشرقية بسبب مواجهة الجوانب الغربية والشمالية الغربية للإتجاه العام للأمواج .

12- تميزت معظم مناطق الخلجان البحرية بقلة معدلات التغير نتيجة لهدوء حركة الامواج والتيارات البحرية بها .

13- تزداد معدلات الإرساب فى المناطق التى يتغير فيها الإتجاه العام لخط الساحل تغيراً مفاجئاً خاصة إذا تغير فى إتجاه يوازى إتجاه الأمواج ولا يتعامد عليها كما فى منطقة شرق رأس الهلال وشرق سوسة .

14- يعد العامل الجيولوجى المتمثل فى خصائص الصخر وبنيتة ، والعامل المورفولوجى المتمثل فى الخصائص الطبوغرافية لقاع المنطقة الشاطئية أو سطح الظهير اليابس لخط الساحل ، بالإضافة إلى الخصائص الهندسية لخط الساحل ، من أهم العوامل المحلية التى عملت على تباين معدلات النحت والإرساب فى النطاقات الساحلية .

ب – التوصيات :

بعد دراسة تغيرات خط الساحل فى المنطقة بين رأس الهلال ورأس الحمامة بالساحل الليبى توصى الدراسة بالتالى :

1- بناء مجموعة من المصدات والحواجز فى المناطق التى يكون فيها خط الساحل متعامداً على إتجاه الأمواج خاصة الأجزاء الغربية والشمالية الغربية للرؤوس الأرضية مثل رأس الهلال ورأس عامر ورأس الحمامة .

2- توفير الحماية اللازمة للموانى مثل ميناء رأس الهلال وميناء سوسة للصيد وهى بالفعل تقام بها إنشاءات الحماية ولكن يرجى التوصية بمتابعتها المستمرة .

3- إتجاه مخططات التنمية العمرانية السكنية والسياحية إلى مناطق الإستقرار والتغيرات الموجبة مثل منطقة سوسة وغرب سوسة ومناطق الخلجان البحرية التى تتميز بهدوء حركة الأمواج والتيارات البحرية .

4- تفعيل أساليب الإنذار المبكر قبل حدوث النوات لتجنب المناطق الخطرة مثل الجروف النشطة ، وإيقاف عمليات الصيد والعمل بالموانى .

5- إنشاء محطات للرصد والمتابعة الدورية للمناطق التى تتعرض لنحت خط الساحل ومناطق الجروف الساحلية النشطة على إمتداد خط الساحل مع التوصية بدراسة هذه الجروف وتحديد درجات الخطورة بها .

المصادر :

- المركز الوطني للأرصاد الجوية، طبرق البيانات المناخية فى المدة من 1995– 2018 .
- مركز البحوث الصناعية ، خريطة ليبيا الجيولوجية مقياس 1 : 250000 ، لوحة البيضة ، الطبعة الأولى 1974 .
- هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) ، المرئية الفضائية Land sat _5 TM لسنة 1987، المرئية الفضائية Land sat _8 ETM لسنة 2018، نماذج الإرتفاعات الرقمية Aster (DEM) لسنة 2011 الدقة المكانية 30 متر .

المراجع

1– الهادى بولقمة، محمد الأعور، 1993، الجغرافيا البحرية، الدار الجماهيرية للنشر والتوزع والإعلان ، الطبعة الأولى .

2– الهادى بولقمة، سعد القريزى، الساحل الليبي، 1997، منشورات مركز البحوث والإستشارات جامعة قاريونس، دار الكتب الوطنية، بنغازى .

3– إيناث أحمد محمود فرغلى ، 2017، دور الأمواج فى تشكيل خط الساحل فيما بين رأسى الضبعة والحكمة بالساحل الشمالى الغربى لمصر (دراسة جيومورفولوجية) ، رسالة ماجستيرغير منشورة ، كلية البنات للآداب والعلوم والتربية ، جامعة عين شمس .

4– جوة حسنين جودة ، 1998 ، جغرافية البحار والمحيطات ، منشآة المعارف، الأسكندرية .

5– سعد قسطندى ملطى، 1975، مناخ إقليم المرج، مجلة كلية الأداب، جامعة بنغازى، العدد السابع.

6– عبد الرازق بسيونى الكومى، 2016، تغير خط الشاطىء بين رأس الحكمة ورأس أم الرخم بالساحل الشمالى الغربى لمصر ، مجلة بحوث الشرق الأوسط ، جامعة عين شمس ، العدد التاسع والثلاثون الجزء الثانى.

7- عبد العزيز طريح شرف، 1971، جغرافية ليبيا، دار الجامعات المصرية، الأسكندرية، الطبعة الثانية .

8- محمد مجدى تراب، 1997، أشكال السواحل المصورة دراسة لأهم الظاهرات الجيومورفولوجية للسواحل البحرية، منشآة المعارف ، الأسكندرية .

9- محمد صبرى محسوب سليم، 1991، جيومورفولوجية السواحل، دار الثقافة للنشر والتوزيع .

10-وهبة حامد شلبي،2003، جيومورفولوجية الرؤوس الأرضية لساحل مصر الشمالى الغربى دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا.

References

-Benerjec., Symades. (1969). "Stratigraphic Lexicon of Libya". Bulletin No.13, S.P.L., Industrial Research Center, Tripoli,1969, p.24.

Drury.S.A. (1997). " Image Interpretation in Geology " . Allen &

-Unwin. London.

-Finch.J.W (1997). " Mentoring small dams in semi-arid regions using remote sensing and GIS". Journal of hydrology 195, 1997.

- Gamal M.EL Qot.(2016). "Cenomanian turonian biostratigraphy of the Jardes AL Bid area , AL Jabal AL Akhdar , north east Libya". Elsevier Journal of African Earth Sciences, Vol 121, September 2016, p 84-99.

-H.M,EL-Asmar., M.E.Hereher. (2011). "change detection of the coastal zone east of the Nile Delta using remote sensing". Springer Environmental Earth Sciences, February 2011, Vol 62, Issue 4, pp 769 – 777.

-Jalila Moussaid., et al. (2015). "using automatic computation to analyze the rate of shoreline change on the Kenitra coast, Morocco". Elsevier Ocean Engineering, Vol 102,1July 2015, p 71 - 77.

-Nelson.R.M (2002). " The Opposition Effect: A Very Unusual Case". Solar System Remote Sensing Symposium. Jet Propulsion Laboratory. 4800 Oak Grove Drive. Pasadena CA 91109. 183-501.

-P.Rohlich.(1980). "Tectonic Development of AL Jabal AL Akhdar". The Geology of Libya, Vol III, (ed. By M.I.Salem & M.T. Busrewil)., Universty of EL-Fateh,1980, p932-927.

-Randel.B.S (2006). " Introduction to Remote Sensing of Environment (RSE): IN Association With Micro Images Inc". 11th Floor Sharp Tower . 206 South 13th Street. Lincoln. Nebraska 68508-2010 USA.

-Richard, Silvester. (1974). "Coastal Engineering". Elsevier Scientific Publishing Company, New York, p.33,Vol.1.

-S.Prabharam., K. Srinivasa Raju., et al. (2010). "Remote Sensing G I S Application on Change Detection Study in Coastal Zone Using Multi Temporal Satellite Data". International Journal of Geomatics and Geosciences,Vol 1. No 2, 2010. ISSN 0976 – 4380 .

- Wallick, J.R. (2004) Geology, flooding and human activities: establishing a hierarchy of influence for controls on historic channel change, Willamette River, Oregon. MS thesis, Oregon State University, Corvallis, 171 pp.