جامعة المنوفية
مركز البحوث الجغرافية
والكارتوجرافية
بمدينة السادات

مجلة مركز البحوث الجغرافية
والكارتوجرافية

العدد السادس

التغيرات الجيومورفولوجية فى الساحل الشمالى الغربى لمصر بين رأس السيادة شرقا و رأس السلوم غربا

تحليل بيانات مستشعرة عن بعد (١٩٨٧-٢٠٠٢)

دكتور
رمضان عبد الحميد نوفل
مدرس بقسم الجغرافية
بكلية الآداب – جامعة المنصورة

مقدمة:

تمثل منطقة الدراسة أقصى امتداد للساحل الشمالى الغربى لمصر و تمتد بين رأس السيادة شرقا ورأس السلوم غربا بطول ٣٨,١كم فى شكل منطقة خليجية محاطة في الجزء الشرقى منها و بطول ٢٤,٥ كم بالسلسلة الجيرية الساحلية والتى تمتد موازية لخط الشاطئ بل أحيانا تمثل خط الشاطئ نفسه، هذه السلسلة الجيرية و التى تمتد منها بعض الرؤوس البحرية الصغيرة فى اتجاه البحر تمثل تكوينات البلايوستوسين فى المنطقة و تنقسم فى داخلها إلى ثلاث سلاسل متوازية يرجح إنها كانت خطوط شواطئ قديمة. (Selim, 1974, pp.27)

أما الجزء الغربى من منطقة الدراسة فيتشكل من تكوينات الميوسين، حيث تكوينات الحجر الرملى الجيرى(ميوسين أسفل) تشكل قاعدة الجروف البحرية وتعلوها تكوينات من الحجر الجيرى الأبيض(ميوسين أوسط) والتى تشكل هضبة السلوم، هذه الهضبة تمتد منها بعض الرؤوس البحرية مثل رأس القطارة و رأس بيكون نتيجة لتعرضها لالتواءات محدبة أحادية الميل، لذا فرأس السلوم يأخذ الشكل القبابى المحدب و الذى يميل عكس انحدار الهضبة (El-Gamal, 1968, pp.81) وأكد (شطا، ٢٠٠١، ص ٥٣) أن هناك ميل فى الطبقات المكونة لرأس السلوم باتجاه شمالى شرقى ــ جنوبى غربى.

أما السهل الساحلى فتشكله تكوينات الهولوسين وهو يزيد اتساعا بالاتجاه شرقا لبعد الهضبة الميوسينية عن البحر، وتشكل السهل الساحلى العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية منها اللاجونات والسبخات الساحلية، الكثبان الرملية والنباك.

ويظهر شكل رقم(١) أهم الملامح الجيومورفولوجية فى منطقة الدراسة والتى يمكن إيجازها فيما يلى:-

- ثلاثة من السلاسل الجيرية البيضاء تمتد موازية للبحر يتراوح متوسط ارتفاعها بين ١٥و٢٠م ولا يتعدى أقصى ارتفاع لبعض قممها ٣٥م، هذا ويعتقد أنها كانت خطوط شواطئ قديمة نتجت عن تغير مستوى سطح البحر فى البلايوستوسين.

شكل رقم (١) الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسية فى منطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث ارتكازا على المرئية الفضائية لعام ٢٠٠٢، الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية، بيانات و الدراسة الميدانيةSRTM 3arcsecond

- بعض اللاجونات الصغيرة والتى تقع بين السلاسل الجيرية سابقة الذكر وخاصة بين السلسلة الأولى والثانية.
- عدد من السبخات الساحلية والتى تمتد امتدادا طوليا بين السلاسل الجيرية ولها دور مهم فى تطور هذه السلاسل حيث تم رصد لزيادة فى مساحة هذه السبخات أحيانا على حساب الهوامش الدنيا من السلاسل الجيرية.
- مساحات محدودة تشغلها الكثبان الرملية و التى تظهر فى شكل ظلال رملية للسلسلة الجيرية الأولى.
- تنتشر النباك على الشاطئ الرملى الضيق كما تنتشر أيضا على السهل الساحلى وبصفة خاصة فى المناطق السبخية الرطبة و التى تنتشر بها النباتات، ونظرا لرطوبة التربة فالنباك فى الغالب من النوع المتدهور أو الميت.
- الهضبة الميوسينية ويبلغ أقصى ارتفاع لها ٢١٠م تقريبا وينحدر منها شبكة من الأودية الجافة يصب بعضها إلى البحر كما فى أودية الجزء الغربى من منطقة الدراسة حيث تطل الهضبة مباشرة على البحر، و بعض هذه الأودية تنتهى فى مناطق السبخات الساحلية و يلعب دورا فى تطورها.

هذا و تهدف الدراسة إلى رصد التغير فى بعض الوحدات الجيومورفولوجية فى فترة زمنية محدودة من خلال جيلين من المرئيات الفضائية(١٩٨٧-٢٠٠٢) مع الوضع فى الاعتبار أن هناك بعض الوحدات سوف يكون من الصعب تتبع التغير فيها من خلال المرئيات الفضائية المستخدمة فى هذه الدراسة لأسباب سوف يتم ذكرها مع كل وحدة عند دراستها.

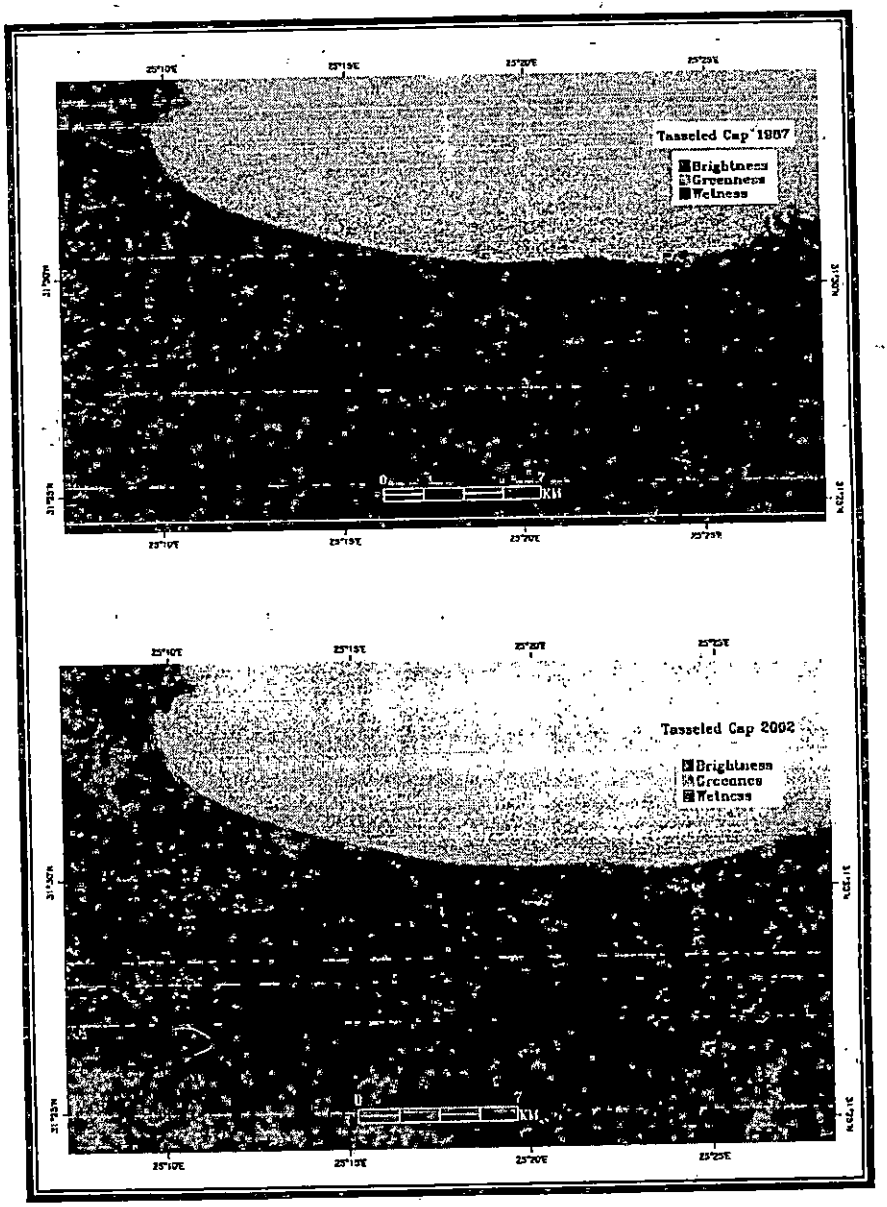
طريقة الدراسة:

اعتمد الباحث فى هذه الدراسة على تحليل المرئيات الفضائية و استخلاص أقصى ما يمكن من نتائج ليتمكن من تتبع التغير change detection فى الوحدات الجيومورفولوجية المختلفة، وتم ذلك من خلال مقارنة بيانات مستشعرة من بعد فى فترتين يفصل بينهما فترة زمنية تبلغ (١٥سنة) حيث المرئية الأولى بتاريخ ١٩٨٧ من نوع landsat TM والمرئية الثانية بتاريخ ٢٠٠٢من نوع landsat ETM.

وقد استخدم الباحث برنامج ENVI 4.3 لمعالجة المرئيات الفضائية واستخلاص النتائج منها، ويعد هذا البرنامج ENVI 4.3 من أفضل البرامج

المستخدمة فى هذا المجال ويمكن تلخيص الخطوات التى **أتبعت فى الدراسة فى الآتى:-**

- تم عمل معايرة Calibration لكل مرئية كى لا تظهر تأثيرات الأحوال الجوية أو ميقات التقاط الصورة على القيم الرقمية digital number بكل خلية، حيث تحول convert القيم الرقمية إلى إشعاع radiance وبهذا تكون عملية المقارنة بين جيلين من المرئيات قد أخذت المسار الصحيح.
- ثم عمل عمليات تحسين enhancement بهدف الحصول على أفضل توضيح أو رؤية لمكونات الصورة.
- تم عمل ربط link بين المرئيتان واخضاعهما لمقارنة بصرية بهدف تحديد المناطق والظاهرات التى يحدث فيها تغير لتكون جديرة بالدراسة، وحسب ما أشار إليه (Quinn, 2001,p.6) فإن الدمج بين المجالات الطيفية Bands (R.G.B) 3,2,1 يظهر التكوينات الرسوبية فى وسط مائى والدمج بين المجالات الطيفية(NIR,MIR,B) 4,5,1 يظهر مناطق تركز وانتشار النبات.
- عمل تصنيف غير موجه unsupervised classification للمرئيات بهدف التعرف على الوحدات الرئيسة فى منطقة الدراسة، حيث تم تصنيف كل مرئية إلى ٣٠وحدة أو مجموعة classes تم دمج merge المتشابه منهم بعد التعرف عليه من خلال الخرائط الطبوغرافية و الجيولوجية و انتهى التصنيف إلى ٦ وحدات رئيسية.
- بناء على المعلومات المتوفرة من التصنيف غير الموجه و الخرائط المختلفة وكذلك رصد منطقة الدراسة من خلال ما توفره الصور عالية الجودة المستخدمة بواسطة ال google earth و بيانات SRTM 3arcsecond ، هذا بالإضافة إلى النقاط التى تم الحصول عليها أثناء الدراسة الميدانية بواسطة ال GPS تم عمل التصنيف الموجه supervised classification للمرئيات.
- تم الحصول على تصنيف المساحات الخضراء فى منطقة الدراسة من خلال تحليل الغطاء الفسيفسائي tassledcap حيث بتطبيق هذه الخاصية يمكن بدقة تحديد المناطق الرطبة و كذلك المناطق الخضراء، بعد ذلك تم حقن التصنيف الموجه بما تم استخلاصه من تصنيف للمساحات الخضراء فى شكل وحدة class خاصة به.



شكل رقم(٢) الغطاء النسيفسائى Tassled Cap لرصد حالة الغطاء النباتى والمناطق الرطبة من خلال المرئيات الفضائية لعامى ١٩٨٧ و٢٠٠٢

- فى موضع آخر تم استخدام gridded bathymetry data (one minute grid) شكل رقم (٣) لعمل نموذج model لتولد الأمواج و خصائصها و ذلك لعدم وجود أى بيانات عنها لمنطقة الدراسة، لذا فقد استخدم الباحث بيانات الرياح للحصول على معلومات عن الأمواج و ذلك باستخدام برنامج arcgis 9.0 وسوف يتم توضح كيفية عمل النموذج لاحقا.
- وأخيرا تم استخدام بيانات SRTM 3arcsecond فى استخلاص شبكات تصريف الأودية الجافة فى منطقة الدراسة، وذلك باستخدام خاصية (hydrology) إحدى أدوات خاصية (spatial analyst) فى برنامج arcgis 9.0 ، ولابد من الإشارة هنا إلى أنه تم إخضاع بيانات SRTM 3arcsecond إلى المعالجة بواسطة برنامج landserf 2.2 و ذلك للتخلص من أحد أهم عيوبها و الذى يظهر فى هيئة فراغات voids تسبب العديد من الأخطاء إذا لم يتم معالجتها شكل رقم(٤).

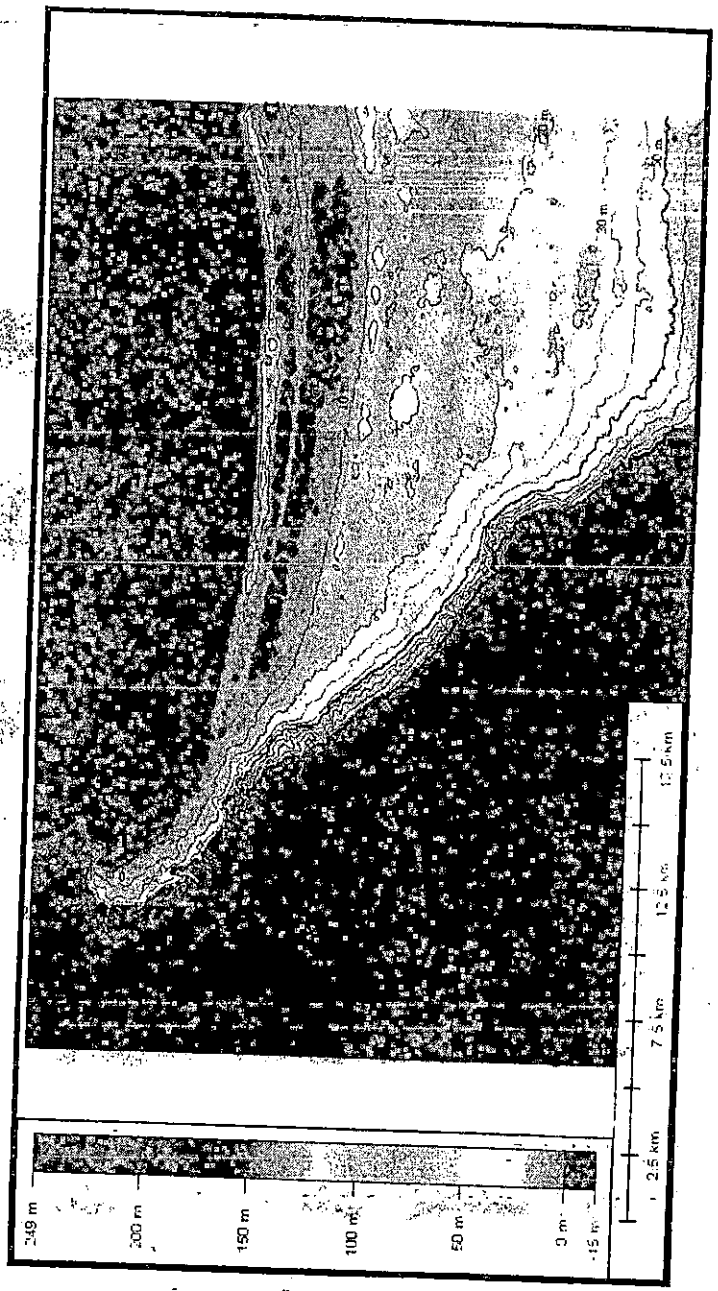
مصادر الدراسة:

اعتمدت الدراسة الحالية على نوعين من البيانات: مكتبية وميدانية:-

البيانات المكتبية، وشملت الدراسات السابقة، الخرائط و المرئيات الفضائية.

- **الدراسات السابقة:** وأهمها دراسة محمود شطا(٢٠٠١) وهى دراسة جيومورفولوجية لمنطقة السلوم نوه أنها باستخدام تقنيات الإستشعار من بعد و نظم المعلومات الجغرافية ولكن عابها الكثير من القصور فى هذا الاتجاه، El-Gamel (1968)، El-Gamel et al (1969)، Selim (1969) وهذه الدراسات ركزت على الجانب الجيولوجى للمنطقة، هذا بالإضافة إلى الكثير من الدراسات فى أماكن متفرقة من العالم أو من مصر التى اهتمت بدراسة التغير عن طريق بيانات مستشعرة من بعد و أهم هذه الدراسات دراسة عزب ٢٠٠٤ و ناقشت التغير فى بعض الظاهرات للساحل الشمالى لسيناء، El-Gamily (2003) وناقش التغير في منطقة الجونة على البحر الأحمر، Alaa Masoud and Koike وهى منشورة بدون تاريخ عبر الانترنت و ناقشت التغير لمناطق السبخات في إقليم سيوة، وغيرها العديد من الدراسات التى استفاد منها الباحث فى مجال الدراسة مثل Shair.M & Nasr.H (1999) . Singh (1989), Kumar et al (1993) , Picchiotti et al (1997)

شكل رقم (٣) خطوط الأعماق المساحية بتفاصيل شرق المنطقة من بيانات gridded bathymetry data (one minute grid) وباستخدام برنامج Global Mapper 7.0



شكل رقم (٤) الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة مستمدة من بيانات SRTM 3arcsecon بعد معالجتها

- **الخرائط والمرئيات الفضائية:** فقد اعتمدت الدراسة على الخرائط الطبوغرافية لسنة ١٩٩٦بمقياس ١:٥٠٠٠٠ والصادرة من إدارة المساحة العسكرية، الخريطة الجيولوجية لمنطقة السلوم بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠والصادرة من الهيئة المصرية العامة للبترول(كونوكو– كورال) لسنة ١٩٨٦، هذا بالإضافة إلى المرئيتين الفضائيتين لعامى ١٩٨٧، ٢٠٠٢واللتين استخدما فى رصد التغير، الأولى(١٩٨٧) من نوع landsat 5 TM بمقياس 28.5m X 28.5m pixelبتاريخ ١٩٨٧/٨/٨ والثانية(٢٠٠٢) من نوع landsat 7 ETM بمقياس 28.5m X 28.5m pixsel بتاريخ ٢٠٠٢/٦/١٠ .
- **الدراسة الميدانية:** وتم خلالها مضاهاة أو التأكد من الظاهرات الموجودة على المرئيات الفضائية و الواقع الفعلى فى منطقة الدراسة وكذلك الحصول على إحداثيات العديد من النقاط التى تمثل الظاهرات الجيومورفولوجية المختلفة بواسطة الGPS لتكون مصدرا مهما لتحديد الظاهرات على المرئيات الفضائية و خاصة عند عمل التصنيف الموجه، كذلك تم رصد العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية الصغيرة الحجم و تسجيلها عن طريق التصوير الفتوغرافى لتكون مصدر من المصادر المساعدة فى هذه الدراسة حيث هناك العديد من الظاهرات من الصعب دراستها عن طريق المرئيات الفضائية نظرا لصغر حجمها من ناحية و ضعف درجة وضوح المرئيات الفضائية المستخدمة من جهة أخرى، فمثلا النباك فى كثير من النطاقات لا يتعدى طوله مترين وارتفاعه متر واحد وهذا ما يجعل من الصعب رصده من خلال المرئيات وهناك أيضا بعض الظاهرات المرتبطة بتطور خط الشاطئ مثل الكهوف صغيرة الحجم و بعض الجروف البحرية القليلة الارتفاع و ظاهرات أخرى سوف يشار إليها لاحقا.

نتائج الدراسة:

بعد إجراء التناظر البصرى للمرئيات الفضائية و الملاحظات التى سجلت أثناء الدراسة الميدانية، وجد الباحث أن هناك العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية التى يمكن رصد التغير فيها من خلال المرئيات الفضائية والبعض الآخر لا يمكن رصده و كذلك لا يمكن إهماله لذا فقد تمت دراسته بدون رصد للتغير الحادث له.

أولا : التغير في منطقة تكسر الأمواج Surf Zone :

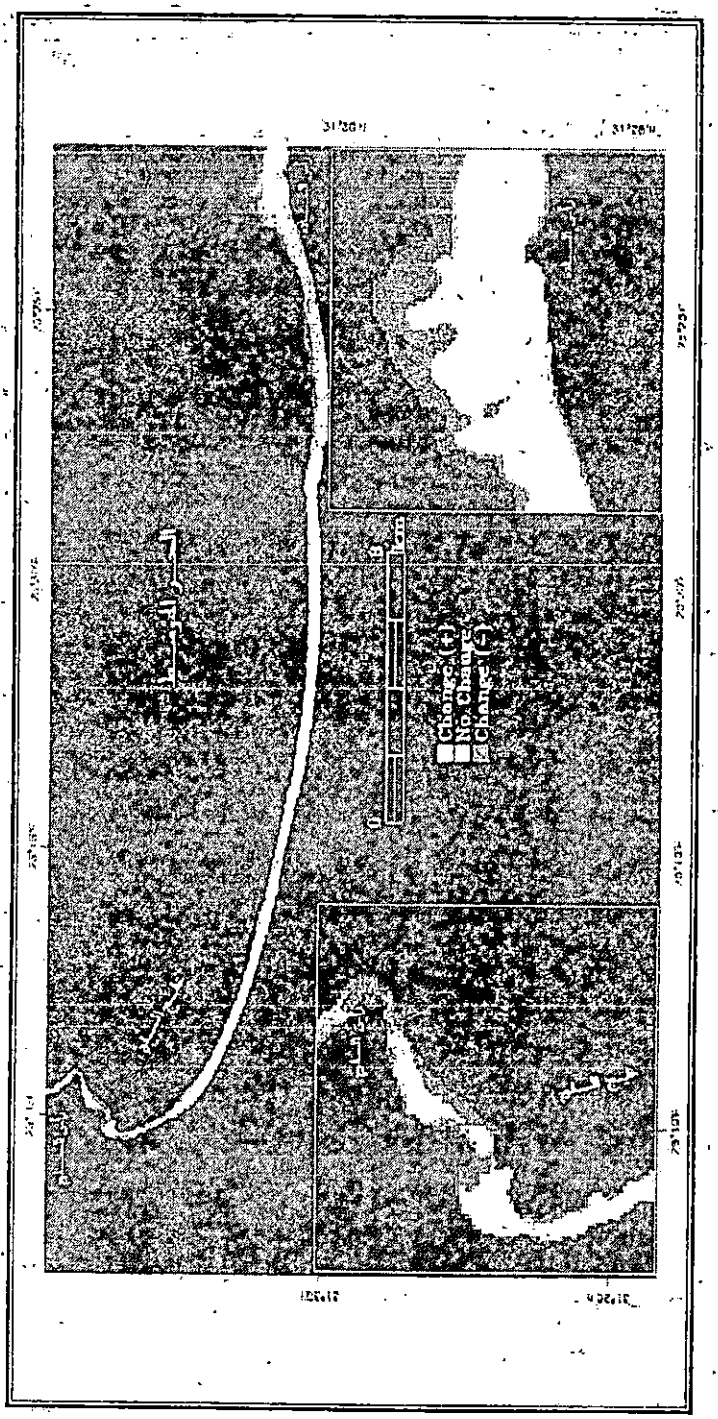
تعرف منطقة تكسر الأمواج بأنها المنطقة من المياه الضحلة الممتدة من خط تكسر surf line الأمواج حتى خط الشاطئ، و المقصود هنا بخط تكسر الأمواج، النقاط التى يبدأ على امتدادها تأثير الأمواج على القاع الضحل بمنطقة الشاطئ القريب، بهذا يتوقف اتساع منطقة تكسر الأمواج على عمق المياه أمام الشاطئ وانحداره و ما يميزه من ظاهرات و من قبل خصائص الأمواج عند دخولها منطقة المياه الضحلة.

جدول رقم(١) التغير فى منطقة تكسر الأمواج فى الفترة بين عامى ١٩٨٧/٢٠٠٢

الحالة	١٩٨٧/٢٠٠٢
زيادة /كم٢	٠,٢٥٦
عدم تغير/كم٢	١١,٩٢٤
نقص/كم٢	٢,٥٤٨

من خلال الجدول رقم(١) والشكل رقم(٥) نتبين الآتى:-

- تم رصد تغير قدره(-٢,٣كم٢) فى المساحة الكلية لمنطقة تكسر الأمواج حيث تناقصت من ١٤,٥كم٢ فى عام ١٩٨٧ إلى ١٢,٢ كم٢ فى عام ٢٠٠٢.
- رصد تغير بالزيادة بلغ(٠,٢٥٦كم٢) فى المناطق التى تسود فيها عمليات إرساب.
- رصد تغير بالنقص بلغ(٢,٥٤٨كم٢) فى المناطق التى تسود فيها عمليات نحت.
- هناك منطقة ثابتة لم يطرأ عليها تغير و قد بلغت ١١,٩ كم٢ ، ولكن يجب الإشارة هنا إلى أن هذا الثبات هو ثبات ظاهرى حيث لجأ الباحث و لتسهيل عملية الدراسة إلى دمج أربع وحدات classes فى وحدة واحدة class وهو أسلوب متبع فى هذا النوع من الدراسات كما فى دراسة(Valentina) عند دراسته للتغير على طول خط الساحل لمدينة Volusia بولاية فلوريدا، ويرجع ذلك لعدم معرفة الباحث على وجه الدقة بمدلولات هذه الوحدات الأربع من التكوينات المختلفة التى تشكل منطقة تكسر الأمواج، خلاصة القول انه يمكن توقع تغير بالنقص والزيادة داخل هذا النطاق الثابت لم يتم رصده.



شكل رقم (٥) التغير فى منطقة تكسر الأمواج خلال الفترات الفضائية بين عامى ١٩٨٧/٢٠٠٢

- **يلاحظ من الشكل رقم(٥):** أن عمليات التراجع تحدث تقريبا فى معظم قطاعات نطاق تكسر الأمواج و لكنها تتركز بشكل واضح فى منطقتين الأولى حول رأس السيادة و الثانية حول رأس السلوم، أما عمليات التقدم بالإرساب فتحدث بوضوح فى المنطقة الخليجية و محمية برأس بيكون.
- يلاحظ بشكل عام أن هناك تراجع فى المناطق الشاطئية للرؤوس البحرية كما هو الحال فى رؤوس السيادة والقطارة وبيكون والسلوم.

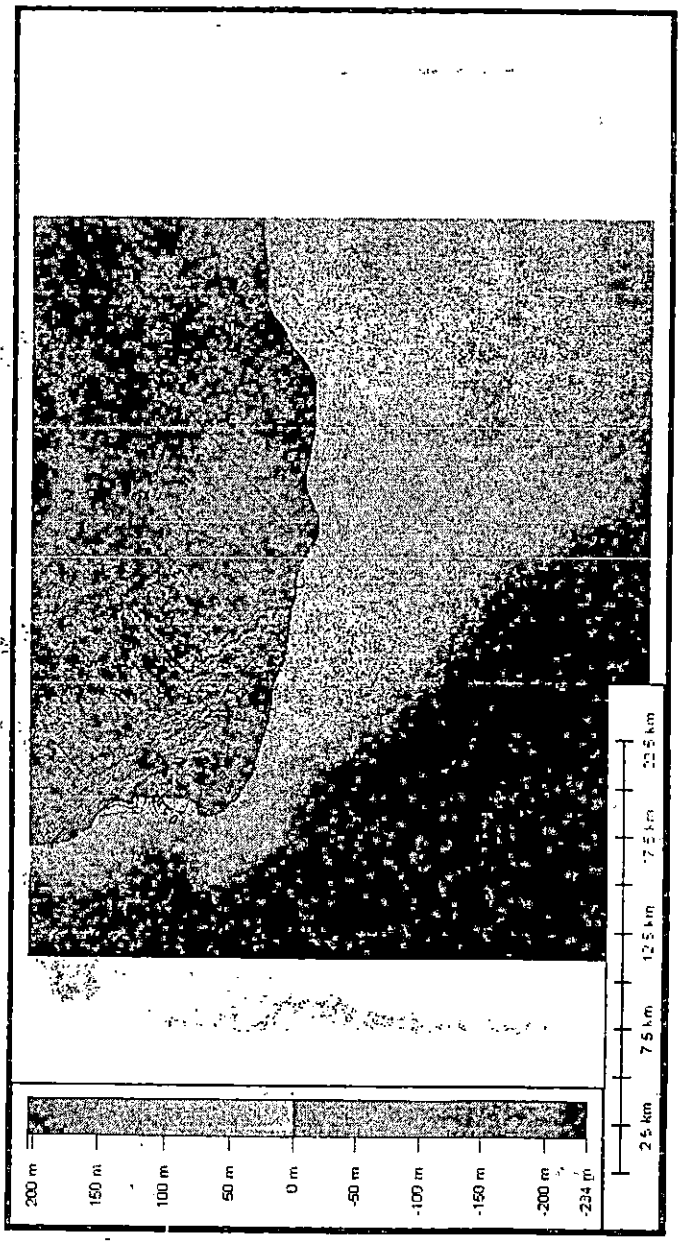
وبعد هذه النتائج التى استخلصت من تحليل المرئيات الفضائية وللتأكد من مدى توافقها مع العمليات المورفولوجية السائدة وخاصة تلك التى لها الأثر الأكبر والمرتبطة بالأمواج فقد تم عمل نموذج model للحصول على بعض خصائص الأمواج نظرا لعدم توفر أى بيانات عنها فى منطقة الدراسة، لذا فقد اعتمد الباحث على بيانات الرياح وخاصة تلك التى تحدث فى فترات العواصف البحرية نظرا لقدرتها على توليد أمواج عالية و هدامة، وقد استمدت هذه البيانات من موقع Nooa وتم اختيار إحدى البيانات المسجلة فى سنة ٢٠٠١حيث بلغت سرعة الرياح ٤٠عقدة فى الثانية مع اتجاه ٣٥٠درجة و لمدة ٥ ساعات. وقد استخدم برنامج arcgis 9.0 مع إحدى الخصائص المضافة إليه تحت مسمى (Uwwave) والتى من خلالها يمكن تحديد المنطقة من القاع fetch التى تؤثر فيها الأمواج اعتمادا على بيانات الأعماق و بيانات الرياح (السرعة و الاتجاه) ومن خلال خريطة تولد الأمواج يمكن استخلاص خريطة لارتفاعات الأمواج واتجاهاتها وتوزيعها على طول الشاطئ على أن نحدد مدة فترة الهبوب وعامل ضغط الرياح wind stress factor و الذى يمكن حسابه حسب ما جاء فى The shore protection manual, 1992, pp.3-24 من المعادلة الآتية:-

$UA=0.589U^{1.23}$

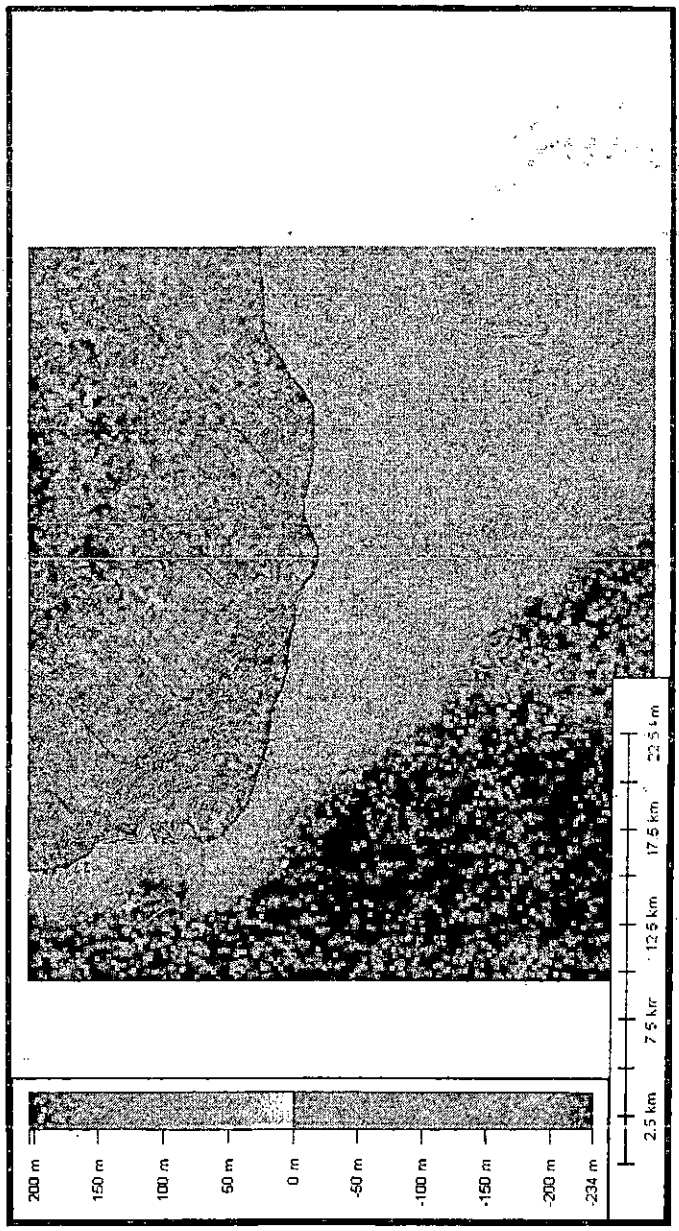
UA= wind stress factor /mile per hour

U= wind speed per hour

وكانت النتائج كما جاء فى شكل رقم(٦) والشكل رقم(٧) أن الأمواج تصل أعلى ارتفاع لها(من ٢,٥م إلى ٢,٨م) شرق منطقة الدراسة عند رأس السيادة وهى المنطقة ذاتها التى تتعرض لأقصى درجات التراجع، و يقل ارتفاع الأمواج غربا حتى يصل أدنى مستوى له(٠,٤م إلى ٠,٩م) فى المنطقة الخليجية المحمية برأس بيكون وهى نفسها المنطقة التى تسود فيها عمليات الإرساب.



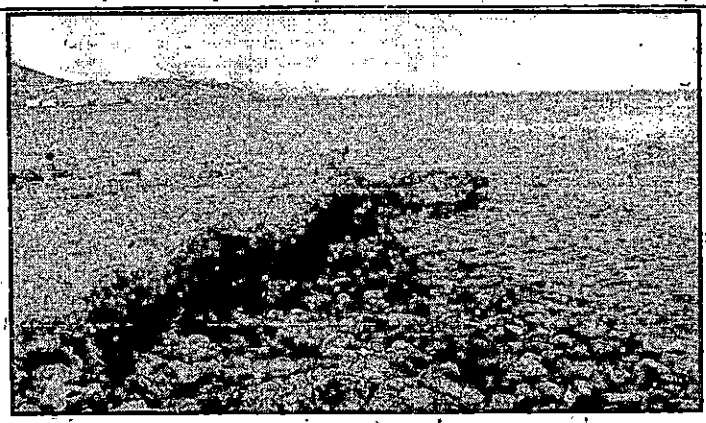
شكل رقم (١٦) ارتفاعات الأمواج فى حالة وجود رياح سرعتها ٤٠ عقدة/ثانية وفترتها ٨ ثوانى



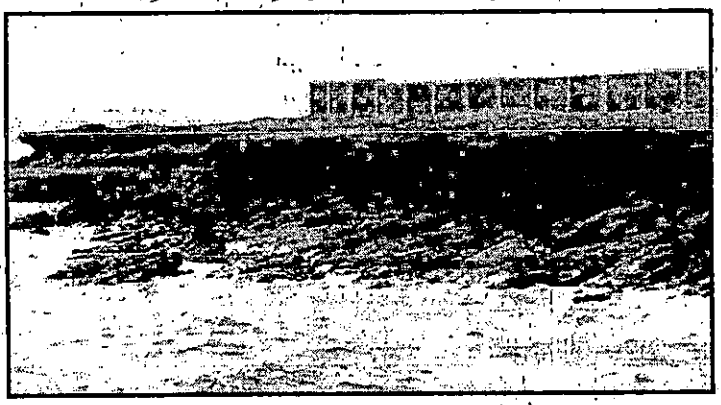
شكل رقم (٧) فترة تردد الأمواج في حالة وجود رياح سرعتها ٤٠ عقدة/ثانية وفترة تباعد مساعتين وباتجاه ٣٥٠

وبهذا يكون هناك توافق بين البيانات المستخلصة من هذا النموذج و نتائج تحليل المرئيات الفضائية، كما يلاحظ من خلال الشكل رقم(٧) أن فترة تردد الموجة ترتفع بالاتجاه شرقا(٦,٣ ثانية) بينما تضيق هذه الفترة إلى(٢ ثانية) ويزداد تردد الموجة فى المنطقة الخليجية الضحلة بجانب رأس السلوم هذا وقد سجل الباحث أثناء الدراسة الميدانية العديد من الظاهرات فى منطقة الشاطئ الأمامي fore shore و التى تقف كشاهد على تطور ومدى التغير الذى يحدث فى هذا النطاق ولا يمكن رصده من خلال المرئيات الفضائية المستخدمة **ويمكن إيجاز هذه الظاهرات فى الآتي:-**

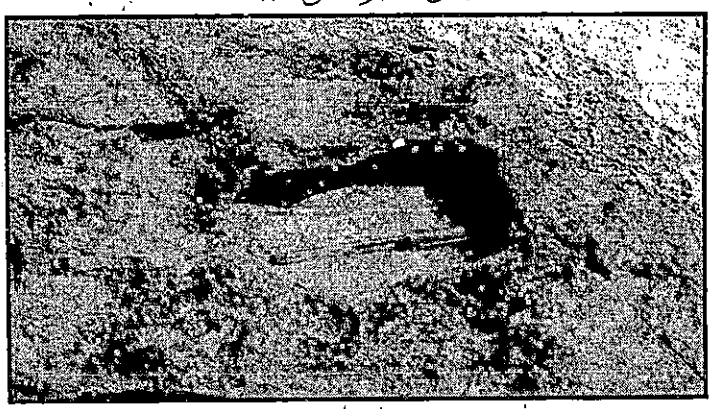
- ظاهرة العقد الظرانية أو الصوانية flint nodules صورة رقم(١) وهى نتيجة لعمليات التحجير بفعل الأمواج (محسوب، ١٩٩١، ص١٠٥) فى الجروف الجيرية الرملية غرب منطقة الدراسة.
- رؤوس أرضية head-land صغيرة الحجم صورة رقم(١) ظلت مقاومة لعمليات التعرية لصلابتها مقارنة بالصخور المجاورة التى استطاعت عمليات التعرية أن تحولها إلى مواضع لتكون الخلجان، ويرتبط بهذه الرؤوس غالبا ظاهرة الجسور Bridge كمرحلة من مراحل تطورها.
- الجروف البحرية Cliffs والتى تميز الجزء الغربى من منطقة الدراسة، وهى قليلة الارتفاع حيث لا يتعدى ارتفاعها ثلاثة أمتار تقريبا، وتشكل بواجهاتها ذات الانحدار الشديد العديد من الكهوف البحرية Sea caves وكما يظهر عند حضيضها بقايا الكتل الصخرية الناتجة عن عملية الانهيارات الصخرية Rock collapse بفعل عمليات التقويض السفلى Under-cutting الذى تمارسه الأمواج صورة رقم(٢).
- حفر الإذابة solution holes وتنتشر فى الجزء الشرقى من منطقة الدراسة حيث صخور الحجر الجيرى، وما تم رصده منها قطرة لا يتجاوز ٤٠سم مع عمقه لا يتجاوز ٣٠سم صورة رقم(٣).
- النباك Nebkas و ينتشر فى الجزء الشرقى من منطقة الدراسة وخاصة المناطق ذات الشواطئ الرملية، وهى من النوع صغير الحجم حيث لا تتعدى أطوال المرصود منها ٢م مع ارتفاع لا يتجاوز المتر الواحد كأقصى ارتفاع، ويرجع صغر حجم النباك هنا لغمر مياه البحر لهذه الشواطئ الضيقة خلال فترات المد ومع تراجعها فى فترات الجزر يتخلف وراءها مسطح تكسوه قشرة متماسكة تكثر فيها الرواسب الملحية وبالتالى يفقد النباك المصدر الذى يغذيه بالرمال و هذا ما يحد من نموه صورة رقم(٤).



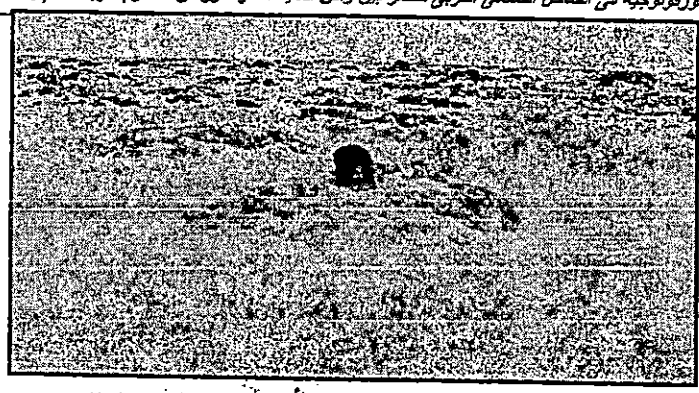
صورة رقم (١) رأس نحرية صغيرة تجوارها عقد صوانية



صورة رقم (٢) جرف نحرية يظهر عند حضيضها الكتل المتساقطة وبعض الكهوف على واجهاتها



صورة رقم (٣) حفر ناتجة عن عملية الإذابة يغطى قاعها قشرة ملحية بعد تبخر المياه عنها



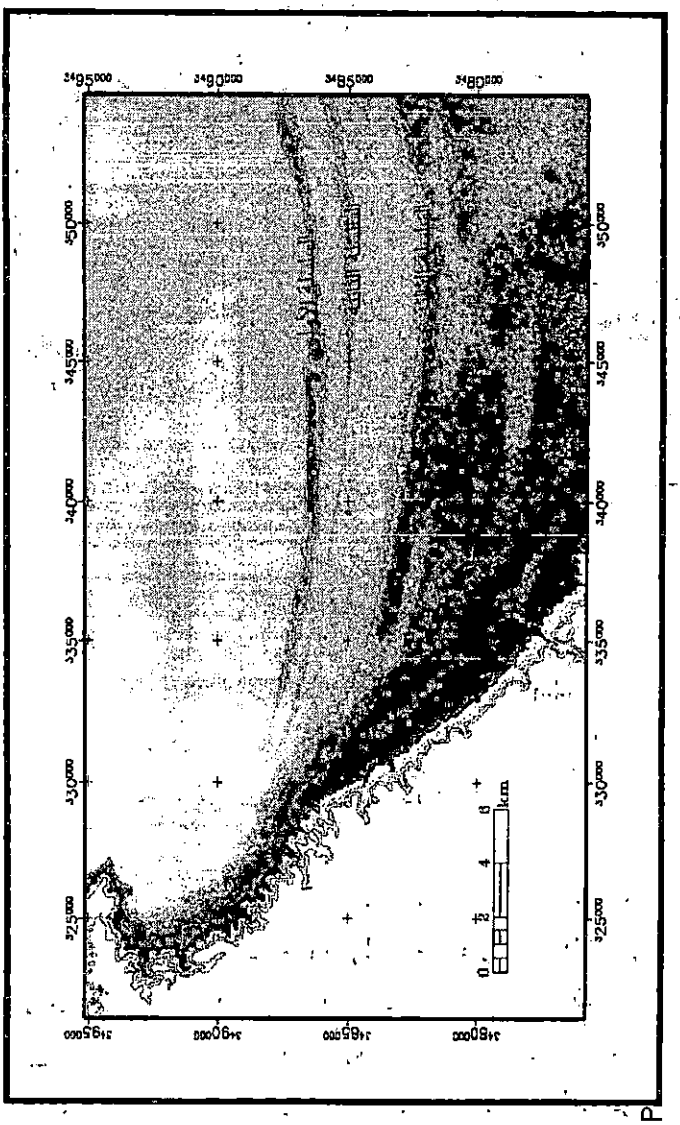
صورة رقم(٤) مسطح المد يغطى أجزاء منه ظاهرة النباك

ثانيا : التغير في منطقة الشاطئ الخلفي Back shore:

يظهر تأثير عامل التضاريس بصورة واضحة على ظاهرات الشاطئ الخلفى والمميزة للسهل الساحلى، حيث هناك تباين واضح افرزة وجود السلاسل الجيرية والهضبة الميوسينية من جهة، والسهول المستوية والأراضى المنخفضة من جهة أخرى.

يوضح الشكل رقم (٨) هذا التباين الواضح والذى يتمثل فى السلاسل الجيرية الساحلية المكونة من ثلاثة سلاسل متوازية مع بعضها البعض ويرتبط بكل واحدة منها منخفض طولى موازٍ لها، وبعد نهاية المنخفض الثالث يبدأ السهل الساحلى بالارتفاع التدريجى حتى أقدام الهضبة الميوسينية والتى بدورها تزداد فى الارتفاع حتى قمتها شبه المستوية.

ونظرا لأهمية السلال الجيرية و ما يرتبط بها من منخفضات و ما لها من أثر كبير فى نشأه أهم الظاهرات الجيومورفولوجية وأكثرها انتشارا فى منطقة الدراسة؛ السبخات الطينية؛ فقد قام الباحث بعمل العديد من القطاعات التضاريسية من خلال بيانات SRTM 3arcsecond و بمساعدة برنامج global mapper ، وكان الهدف من عمل هذه القطاعات من جهة هو توضيح الصورة التضاريسية سواء للسلاسل أو لمنخفضات هذه السلاسل و من جهة أخرى معرفة مدى الارتباط بين وجودها وتوضع السبخات الطينية و خاصة فى منخفضي السلسلة الأولى والثانية، فمن خلال الشكل رقم (٩) يمكن ملاحظة الآتى:

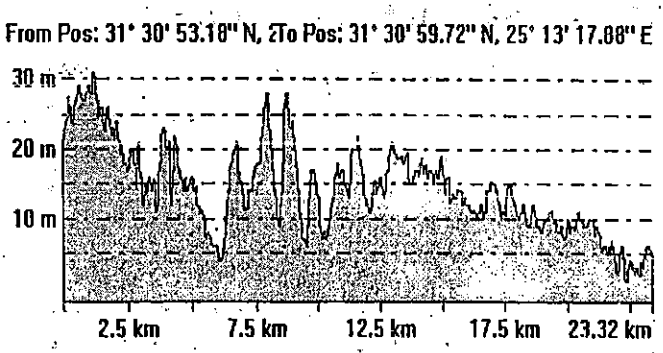


شكل رقم (٨) السلاسل الجبرتس خلال بيانات
SRTM 3arcsecond

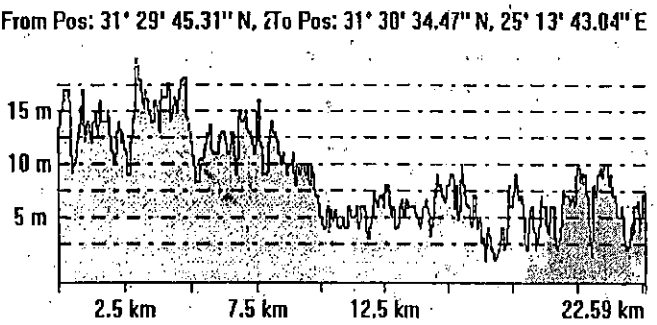
- تمتد السلسلة الأولى لمسافة ٢٣كم تقريبا فى منطقة الدراسة، ويتجاوز ارتفاع قمتها ٣٠م وذلك إلى الغرب من رأس السيادة، ولكن بعد ستة كيلومترات منها يحدث انخفاض مفاجئ فى منسوبها حيث يقل ارتفاعها عن ٣م فى أعلى أجزائها فى هذه المنطقة.
- هناك بعض القمم المرتفعة فى الأجزاء الشرقية و الوسطى يتراوح ارتفاعها مابين ٢٠م و ٢٥م، و من وسط السلسلة يبدأ الهبوط فى المنسوب و يقل الارتفاع بالاتجاه غربا وحتى نهاية السلسة.
- السلسة الثانية ويتجاوز طولها فى منطقة الدراسة ٢٣كم، و يصل ارتفاع بعض قممها ٢٥م وذلك فى الجزء الشرقى منها، أما النصف الغربى منها فهو قليل الارتفاع حيث يقل فى معظمة عن ١٠م.
- تنفصل أجزاء من السلسلة عن بعض خاصة فى الجزء الغربى.
- السلسلة الثالثة و يتجاوز طولها فى منطقة الدراسة حوالى ٢٠كم، ويلاحظ أن هناك انفصال فى بعض أجزائها سواء فى النصف الشرقى أو الغربى.
- يتجاوز ارتفاع بعض قممها ٣٠م خاصة فى الجزء الشرقى منها، ويبلغ متوسط الارتفاع بوجه عام ٢٠مترا، و بهذا تكون هذه السلسلة هى الأكثر ارتفاعا بين السلاسل الثلاث.

على الجانب الآخر ومن خلال الشكل رقم (١٠) يمكن تتبع أهم مميزات منخفضات السلاسل الثلاثة ويمكن إيجازها فى الآتى:-

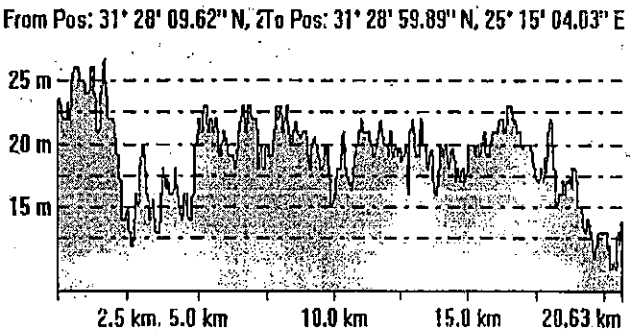
- منخفض السلسلة الأولى- يرتفع منسوب مستوى سطح الأجزاء الغربية منه على الصفر، فى حين ينخفض منسوب السطح فى الأجزاء الوسطى إلى أقل من ١٢متر تحت مستوى سطح البحر لذا تنتشر عليه اللاجونات و السبخات الطينية.
- منخفض السلسلة الثانية ــ معظم منسوب السطح فيه أقل من الصفر و يصل فى بعض الأجزاء إلى أقل من ١٢ متر تحت مستوى سطح البحر و نظرا للانخفاض الواضح فى منسوب السطح فإن معظم أجزاء هذا المنخفض تشكلها السبخات الطينية.
- منخفض السلسلة الثالثة- لا يقل منسوب السطح فى أى من أجزائه عن الصفر، كما أنه يبعد كثيرا عن تأثير مياه البحر، لذا لا تتشكل السبخات الطينية فوق سطحه و إن كان الباحث لا يستبعد حدوثها بعد أى تساقط مطرى كثيف، خاصة وأن طبيعة سطح المنخفض تساعد على ذلك.



(أ) السلسلة الجيرية الأولى

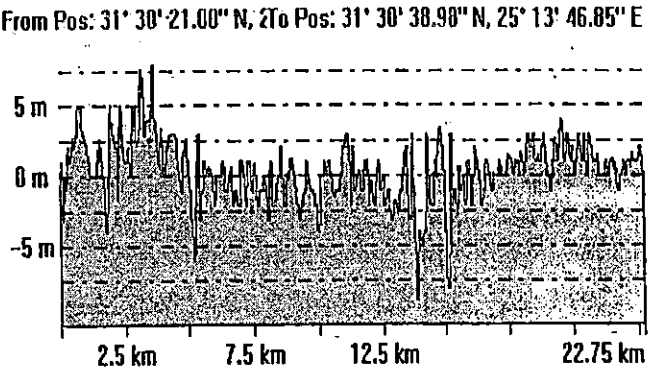


(ب) السلسلة الجيرية الثانية

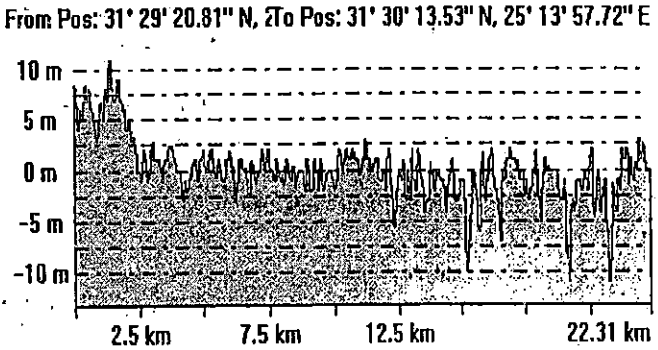


(ج) السلسلة الجيرية الثالثة

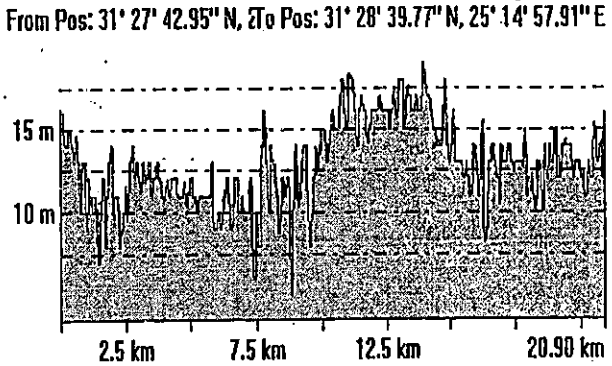
شكل رقم (٩) قطاعات تضاريسية طولية للسلاسل الجيرية الساحلية



(أ) منخفض السلسلة الجيرية الأولى



(ب) منخفض السلسلة الجيرية الثانية



(ج)منخفض السلسلة الجيرية الثالثة

شكل رقم (١٠) قطاعات تضاريسية طولية داخل منخفضات السلاسل الجيرية الساحلية

وبعد هذا العرض لخصائص السلاسل الجيرية ومنخفضات هذه السلاسل والتأكد من أن هناك ارتباط بين وجود المنخفضات وانتشار السبخات الطينية كان من الطبيعى أن نبحث عن كيفية وصول مياه البحر؛ وهى المصدر الأول لتغذية السبخات بالمياه؛ إلى هذه المنخفضات.

من خلال الشكل رقم (٤) يمكن ملاحظة أن المنطقة المتاخمة للسلسة الجيرية الأولى من ناحية الغرب و التى تمتد لمسافة خمسة كيلومترات و يتراوح عرضها ما بين ٣٠٠م إلى ٧٠٠م تقع بين خطى كنتور صفر و ٥م، و لما كان ارتفاع الأمواج فى حالة العواصف يتجاوز ٢,٨م فيمكن أن نتوقع أن تغطى مياه البحر أجزاء كبيرة من هذه المنطقة، حيث ينساب جزء من هذه المياه فى اتجاه المنخفضات ليغذى مناطق السبخات، هذا بالإضافة إلى أنه هناك بعض الأجزاء فى السلسلة الجيرية الأولى ينخفض الارتفاع فيها عن ثلاثة أمتار مما يعنى إمكانية عمرها بمياه البحر فى حالة العواصف وهذا يفسر وجود بعض اللاجونات الساحلية فى حضن هذه السلسلة وعلى تكوينات الحجر الجيرى، كذلك يمكن القول أن التقطع الواضح فى السلسلة الجيزية الوسطى سمح بمرور المياه من منخفض السلسلة الأولى إلى منخفض السلسة الثانية.

وأخيرا لاشك فى أن الأمواج أحدثت العديد من التغيرات الجيومورفولوجية بطريقة مباشرة بتأثيرها الكبير على السلسلة الأولى وهذا ما سجله الباحث ميدانيا ونوه عنه سابقا، أو بطريقة غير مباشرة كما هو دورها فى تطور اللاجونات والسبخات الساحلية.

هذا ويميز منطقة الشاطئ الخلفى العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية التى استطاع الباحث رصد التغير الحادث فيها عن طريق المرئيات الفضائية وبمساعدة المصادر الأخرى المعتمدة فى هذه الدراسة و التى سبق التنويه عنها، **ويمكن حصر نتائج الدراسة فى الآتى:-**

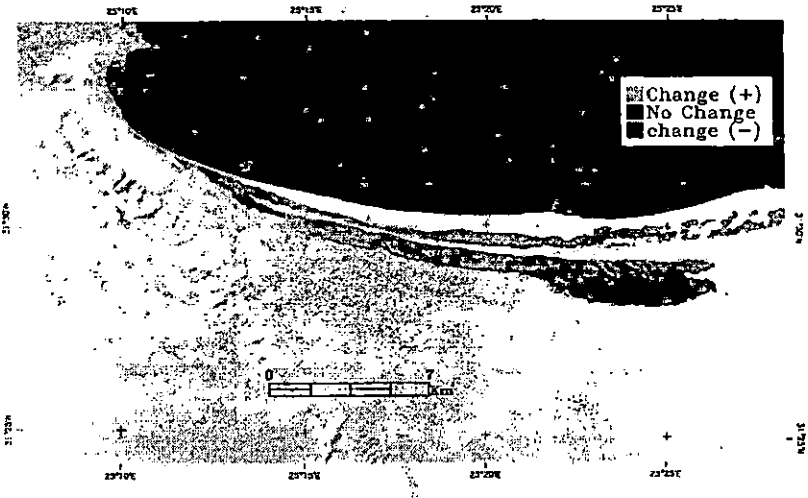
اللاجونات والسبخات الساحلية :

بلغت مساحة السبخات سنة ٢٠٠٢(٣١,٧١كم^{٢}) بينما كانت فى سنة ١٩٨٧(٣٠,٣٣كم^{٢}) مما يعنى أن هناك تغير فى مساحة قدرها ١,٣٨كم^{٢}، ويوضح الشكل رقم(١١) والجدول رقم(٢) كيفية حدوث هذا التغير، حيث حدث تغير

بالزيادة فى مساحة السبخات وقدرة ٨,١كم^{٢} فى حين حدث تغير بالنقص بلغ ٢,٤كم^{٢} بينما تبلغ المساحة من السبخات التى لم تتغير ٢٣,٦كم^{٢}.

جدول رقم(٢) التغير فى مساحة السبخات فى الفترة بين ١٩٨٧/٢٠٠٢

الحالة	١٩٨٧/٢٠٠٢
زيادة	٤,٤٦
بدون تغير	٢٧,٢٥
نقص	٣,٠٧

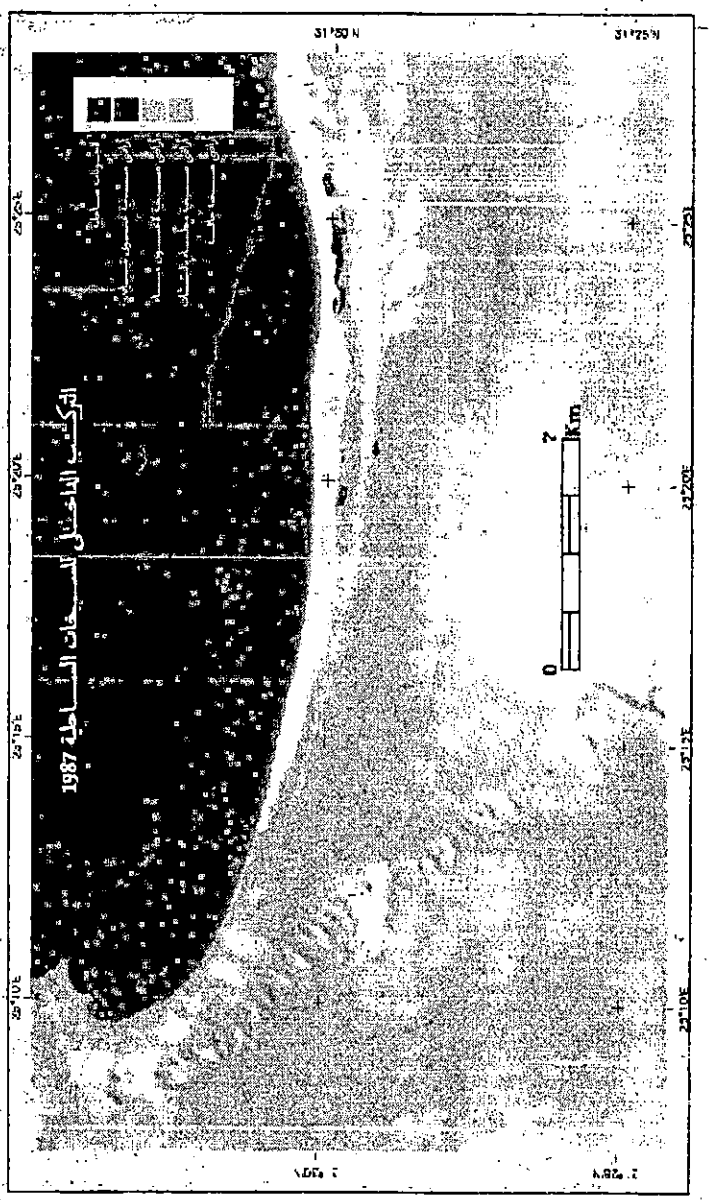


شكل رقم(١١) التغير فى اللاجونات والسبخات الساحلية بين عامى ١٩٨٧/٢٠٠٢

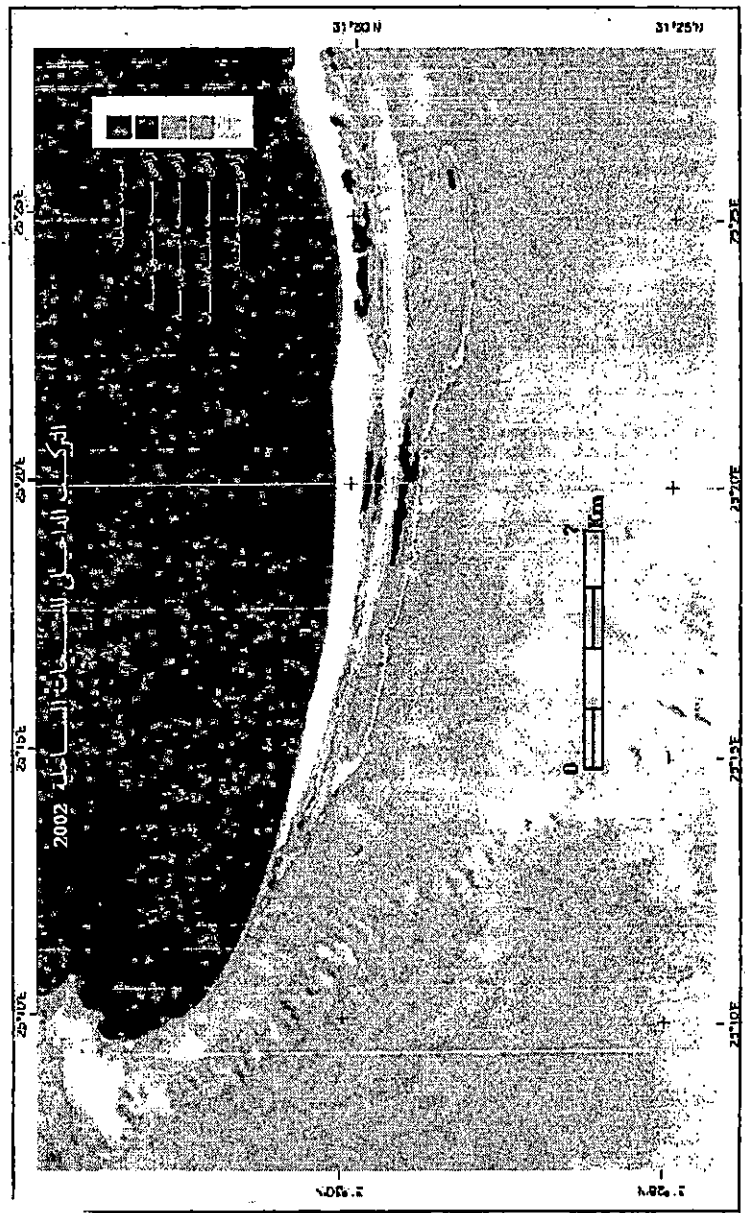
تعطى دراسة التركيب الداخلى للسبخات، جدول رقم(٣) والشكل رقم(١٢-١٣)، صورة دقيقة عن التغير الحادث فيها، حيث قسمت داخليا إلى خمسة أقسام حسب تحليل المكونات الرئيسية لكل مرئية فضائية والمعالجات السابق ذكرها، **ويمكن إيجاز النتائج فى الآتى :-**

جدول رقم(٣) التغير فى الأقسام الداخلية للسبخات بين عامى ١٩٨٧/٢٠٠٢

	١٩٨٧	٢٠٠٢	التغير
لاجونات	٠,٢٤ كم٢	٠,٢٠ كم٢	ــ ٠,٠٤ كم٢
سبخات رطبة تحتوى مياه	٠,٨٠ كم٢	٢,٥٨ كم٢	١,٧٨ كم٢
سبخات رطبة لا تحتوى مياه	٢١,٣١ كم٢	١٤,٣٥ كم٢	ــ ٦,٩٦ كم٢
سبخات تحتوى نباتات	٢,٣٤كم٢	٦,٨٠ كم٢	٤,٦٤ كم٢
سبخات جافة	٥,٩٥ كم٢	٧,٧٨ كم٢	١,٨٣ كم٢



شكل رقم (١٢) التركيب الداخلى للسبخات عام ١٩٨٧

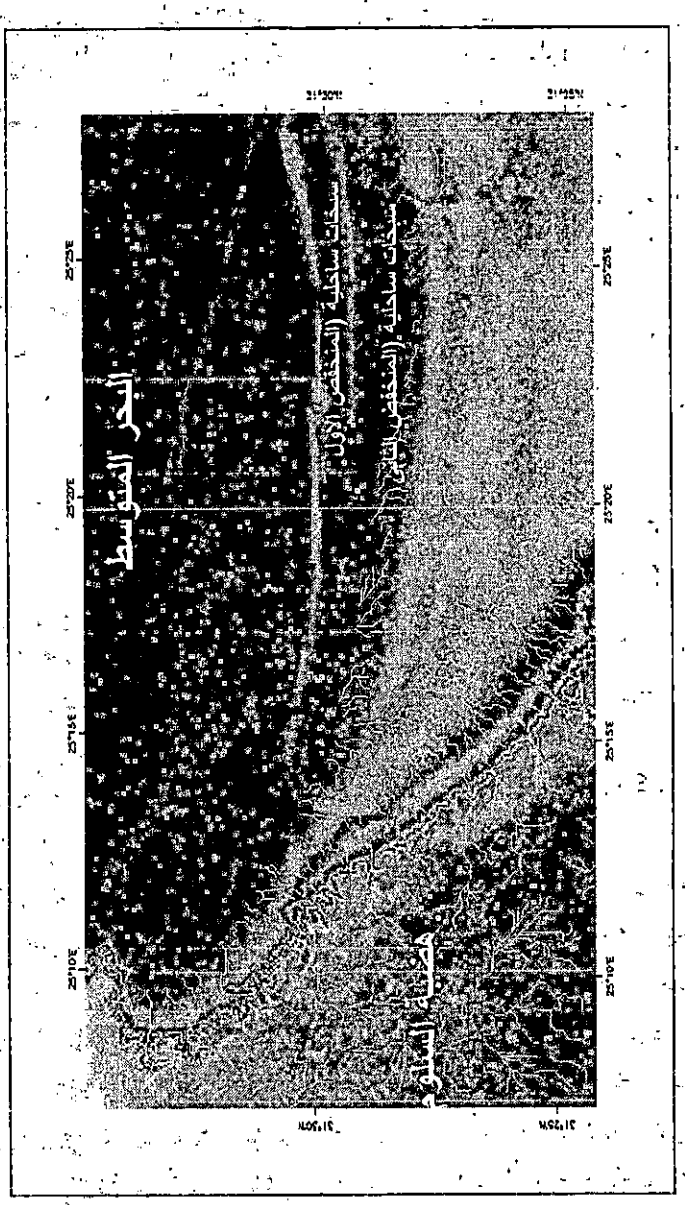


شكل رقم (١٣) التركيب الداخلى للسبخات عامى ٢٠٠٢

- لم يحدث تغير ملحوظ فى مساحات اللاجونات Lagoons الساحلية حيث هناك تناقص طفيف فى مساحتها بلغ(ـ ٠,٠٤كم^{٢}).
- هناك زيادة فى الأجزاء من السبخات التى تحتوى مياه راكدة بلغت(١,٧٨كم^{٢})
- هناك تغير بالنقص فى مساحة الأجزاء الرطبة والتى لا تحتوى مياه بمقدار (ـ٦,٩٦كم^{٢}).
- زيادة فى المساحات التى يغطيها النبات بلغت(٤,٦٤كم^{٢})، وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية أن هذه النباتات تنتشر على السواء فى مناطق من السبخات التى تحتوى مياه أو مثيلاتها التى لا تحتوى مياه أو الأجزاء الجافة، كما لوحظ أيضا انتشار النباك الميتة؛ نظرا لارتفاع الرطوبة والتكوينات الملحية؛ وبكثافة فى المناطق الرطبة التى ينتشر فيها غطاء نباتى.
- هناك تزايد فى مساحة الهوامش الجافة بلغ(١,٨٣كم^{٢}) وهذا يأتى منطقيا مع الزيادة الملحوظة فى مساحة الأجزاء الرطبة.

وأخيرا فقد لاحظ الباحث أثناء تحليل المرئيات الفضائية و عمل تقسيم موجه لها أن هناك تشابه فى بعض البصمات الطيفية خاصة التى أخذت من الهوامش السبخية مع البصمات الطيفية للرواسب داخل الأودية المنحدرة من الهضبة الميوسينية، لذا فقام الباحث بمحاولة إيجاد العلاقة بينهما فقام باستخلاص شبكات تصريف الأودية المنحدرة من الهضبة الميوسينية لمعرفة مدى علاقتها بمناطق تواجد السبخات وما إن كانت لها علاقة بتغذيتها سواء بالمياه أو الرواسب.

فمن خلال الشكل رقم(١٤) أن هناك بعض الأودية تستطيع الوصول إلى البحر مباشرة ليكون مصبا لها كما فى الأودية المرتبطة برأس السلوم، و أخرى تنتهى إلى مناطق السبخات حيث تقف السلسلة الجيرية عائقا يحول دون وصولها إلى البحر و يظهر تأثير هذه الأودية فى الأجزاء الغربية من السبخات لقربها من الهضبة ويقل هذا التأثير بالاتجاه شرقا حيث تبعد الهضبة ويتسع السهل الساحلى، ذا بالإضافة إلى انحدار بعض الأودية صغيرة الحجم من السلسلة الثالثة لتصب مباشرة فى مناطق السبخات.



شكل رقم (٤) شبكات الأدجة المحددة من هضبة السلوم وعلاقتها بمناطق السبخات الساحلية

(مستخلصة من بيانات 3arcsecond)

الكثبان الرملية Sand Dunes:

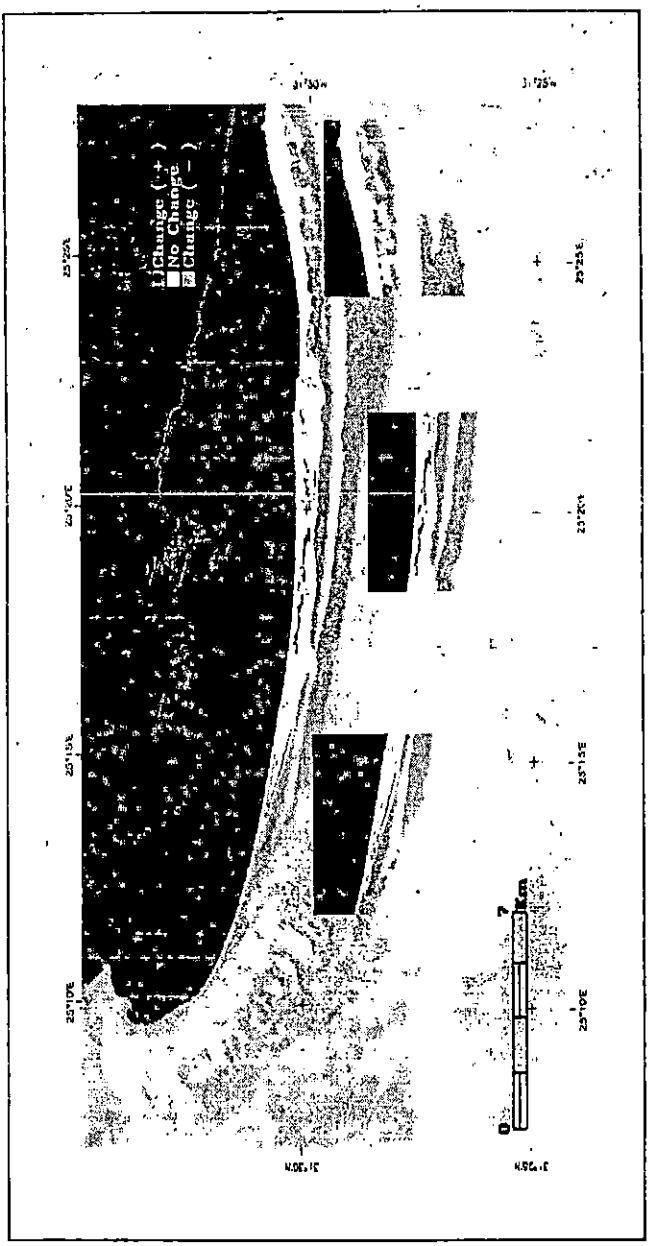
تنتشر بعض التجمعات الرملية فى منطقة الدراسة وهى تظهر فى شكل ظلال رملية حيث تقع فى ظل السلسلة الجيرية الممتدة بمحاذاة الساحل، والتكوينات الرملية لهذه الظلال يغلب عليها اللون الأبيض نظرا لأن مصدرها هو التلال الجيرية البيضاء، وقد كان هناك صعوبة فى استخلاص هذه التجمعات الرملية من المرئيات الفضائية نظرا لتشابه تكويناتها مع تكوينات التلال وهذا ما نتج عنه خلط فى البصمات الطيفية لكليهما مع التنويه بأن الباحث كان قد حدد أماكن هذه التجمعات الرملية أثناء الدراسة الميدانية فى العديد من النقاط التى أخذت بواسطة جهاز GPS ولكن اتضح أنها لم تكن كافية لتحقيق الغرض منها، لذا فقد استعان الباحث بإمكانات الرؤية العالية الجودة التى يتم توفيرها من خلال Google Earth فتم تحديدها بدقة و استخدامها عند عمل التصنيف الموجة.

جدول رقم(٤) التغير فى مساحة الكثبان الرملية بين عامى ١٩٨٧/٢٠٠٢

١٩٨٧	٢٠٠٢	التغير فى المساحة
١,٢٧كم٢	١,٥٧كم٢	٠,٣

ومن خلال الشكل رقم(١٥) الجدول رقم(٤) يمكن الخروج بالنتائج الآتية:

- تنتشر الكثبان على مساحة ١,٢٧كم^2 فى عام ١٩٨٧و١,٥٧كم^2 فى عام ٢٠٠٢، وهذا يسجل زيادة قدرها ٠,٣كم^2.
- يلاحظ أن هناك حركة للرمال فى اتجاه السبخات وتتماشى هذه الحركة مع اتجاه الرياح السائدة طول العام (شمالية ـ شمالية غربية).
- يلاحظ انه فى الجزء الشرقى تم اختفاء جزء من هذه التكوينات كان ممثلا على المرئية الفضائية لعام ١٩٨٧ولكنه لم يعد موجودا على المرئية الفضائية لعام ٢٠٠٢، هذه الجزء تم التأكد من أنه مازال موجودا بواسطة google Earth ولكن مع تغير لونه لتشبعه بمياه السبخات وتأثير الرطوبة عليه وهو السبب الذى جعل من الصعب رصده على المرئيات الفضائية لعام ٢٠٠٢، وهذا يمكن فهمه بالنظر للزيادة التى حدثت فى مساحة السبخات فى عام٢٠٠٢
- هناك حركة واضحة ومتوازية من حيث الشكل للكثبان الرملية فى اتجاه السبخات وخاصة على الأجزاء الغربية من التلال الجيرية، ويساعد فى هذه الحركة بالإضافة إلى الرياح بخصائصها المختلفة انخفاض التلال الجيرية هنا بشكل ملحوظ مما يجعل تأثير الرياح أعظم فى عملية الحركة.



شكل رقم (١٥) التغير فى الكثبان الرملية فى الفترة بين عامى ١٩٨٧/٢٠٠٢.
(لقطة يسار، حركة الكثبان – لقطة وسط، زيادة فى نمو الكثبان – لقطة يمين، اثر السبخات على الكثبان)

الخلاصة Concision :

منطقة الدراسة هى جزء من الساحل الشمالى الغربى وتجمع العديد من مميزاته كالسلاسل الساحلية التى تمثل امتداد لظاهرة جيومورفولوجية تمتد من غرب الإسكندرية وحتى الكيلو ٧ شرق السلوم، الرؤوس البحرية، اللاجونات والسبخات الساحلية، الكثبان الرملية، النباك وغيرها، وقد أجمعت كل الدراسات التى أجريت على الساحل الشمالى الغربى أن هناك ثمة تغيرات جيومورفولوجية تحدث، فمثلا سجل معوض بدوى، ٢٠٠٣، ص ١٥٠ أن هناك تراجع فى منطقة رأس الحكمة يصل إلى ٦,٦م سنويا و هذا يقترب كثيرا مما سجله الباحث من تراجع يحدث فى منطقة السلوم حيث وجد أنه فى خلال ١٥سنة حدث تراجع قدرة ٥٨,٥م^{٢} مما يعنى أن هناك تراجع سنوى يقترب من ٦م^{٢}، على كل حال العديد من الدراسات التى أجريت على الساحل الشمالى الغربى رصدت هذا التغير مع اختلاف الطرق المستخدمة و دقتها فى رصد هذا التغير وخاصة أن هذه الدراسات ركزت على التغير فى خط الشاطئ و هذا تحديدا يجعل حدوث الخطأ وارد بدرجة عالية نظرا لاختلاف المصادر التى اعتمد عليها فى تقدير التغير وأسباب أخرى متعلقة بالعوامل البحرية وخاصة المد والجزر لأن خط الشاطئ يتغير تبعا لها.

خلاصة القول أن هذه الدراسة رصدت تغيرات كبيرة فى منطقة تكسر الأمواج فى فترة زمنية محدودة(١٥سنة) تدل على حدوث تعرية ساحلية واسعة ربما ساعد على ذلك انتشار التكوينات الجيرية على طول ٢٣كم من منطقة الدراسة وامتدادها فى شكل حافة غاطسة وأجزاء منها تظهر فى شكل رؤوس بحرية وهذا ما يجعلها عرضة للتأثر بالعوامل البحرية وخاصة الأمواج التى تركز عملها فى مناطق الرؤوس، هذا بالإضافة للتغيرات التى تم رصدها لبعض الظاهرات الجيومورفولوجية الأخرى كاللاجونات والسبخات الساحلية والكثبان الرملية.

المراجع

أولا: المراجع العربية:

١ــ محمد صبرى محسوب سليم(١٩٩١) جيومورفولوجية السواحل، دار الثقافة للنشر و التوزيع، القاهرة.

٢ــ محمود السيد محمد شطا(٢٠٠١) جيومورفولوجية منطقة السلوم باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الأسكندرية.

٣ــ محمد عزب(٢٠٠٤) رصد التغيرات لمنطقة الساحل الشمالي لسيناء باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. بحث مقدم لندوة الإنسان والبيئة المنعقدة بقسم الجغرافيا بكلية الآداب –جامعة الإسكندرية.يونيو ٢٠٠٤

ثانيا: المراجع الأجنبية:

1- El-Gamal, M, M (1968) Geology of Salum area.Western Desert. M, Sc, Fac. Sci, Ain Shams Univ.

2- El- Gamily, I, H (2003) Assessment of Environmental Desteriorationd due to Land use / Land Cover Changes Using Multi-Dates Landsat: A Case Study of El-Gona Region, Red Sea, Egypte. Bul.Soc.Geog.Egypte. Vol. 76.

3- Kumar.M, Gossens.E& Gossens.R(1993) *Assessment of sand dune change detection in Rajasthan (Thar) desert.* International Journal of Remote Sensing. Vol. 14 No 9

4- Picchiotti.A ,Casacchia.R & Salvatori.R (1997) *Multitemporal principal component analysis of spectral and spatial features of the Venice lagoon.*

5- Selim, A,A (1974) Origin and Lithification of The Pleistocene Carbonates of The Salum Area, Western Coastal Plain of Egypt, Jour. Sed. Petro., Vol.44

6- Shair.M & Nasr.H (1999)*The use of satellite data to detect land-use change in Al-Ain city.UAE.Egypt*.J.Remote sensing & Space sci.Vol.2

7- Singh.A (1989) *Digital change detection techniques using remotely-sensed data.* International Journal of Remote Sensing. Vol. 10 No 6

8- Valentina S.David, Multi-Temporal Change Detection Analysis of Beach Erosion using Satellite Remote Sensing.

9- http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/85346.pdf

التغيرات الجيومورفولوجية فى الساحل الشمالى الغربى لمصر بين رأس السيادة شرقا و رأس السلوم غربا
تحليل بيانات مستشعرة عن بعد (١٩٨٧ - ٢٠٠٢)

د. رمضان عبد الحميد نوفل

تقع منطقة الدراسة فى نهاية الساحل الشمالى الغربى لمصر وهى من المناطق التى تتعرض لمشاكل مرتبطة بالتعرية البحرية بصفة خاصة. وقد وجد الباحث فى تحليل المرئيات الفضائية و نظم العلوات الجغرافية و سائل مناسبة لمعالجة هذا الموضوع، و قد استخدم الباحث جيلين من المرئيات الفضائية(١٩٨٧/٢٠٠٢) وبيانات SRTM 3arcsecond و الخرائط الطبوغرافية و الجيولوجية بالاضافة الى الدراسة الميدانية كمصادر تقوم عليها الدراسة. و بعد معالجة المرئيات الفضائية .تم التعرف على الوحدات الجيومورفولوجية فى منطقة الدراسة و تم تحديدها فى كل مرئية بهدف قياس التغير بين هذه الوحدات. فقد تم قياس التغير الحادث فى منطقة تكسر الأمواج و كذلك التغير الحادث فى مناطق السبخات الساحلية ومناطق الكثبان الرملية، مثل هذه الدراسة تساعد على التعرف على اتجاه التغيرات الجيومورفولوجية وبالتالى توقع اتجاه التغيرات المستقبلية و التى يجب أن ينظر إليها فى حال وضع الخطط التنموية، و خاصة أن نتائج الدراسة تشير إلى نشاط عمليات التعرية البحرية فى منطقة الشاطئ القريب هذا بالإضافة إلى نتائج مرتبطة بزيادة مساحة السبخات الساحلية.

Geomorphological change in the western coastal plain of Egypt from Ras El seiadah to Ras El Salum Using Satellite Remote Sensing (1987-2002)

Study area located at the end of the northern coast of Egypt has been recently subjected to severe Erosion problems. Monitoring and analysis of the recent land cover dynamics integrating remote sensing and GIS could provide base information to document geomorphological change trends and anticipate further degradation where the absence of long-term Erosion records is an obstacle. Two Landsat TM/ETM+ satellite images over a span of 15 years (1987-2002) coupled with a 90-m DEM (SRTM 3arcsecond) and field observations served as the basic source of data. Standard image enhancements, classification, and change detection techniques were applied to determine changes between the available images.

Changes were analyzed and applied to surf zone, lagoons and Sebkha and sand dunes.

Such analysis enabled characterizing the alteration in geomorphological feature and provided the evidences to locate possible future changes.

Results showed acceleration in the rate of surf zone Erosion, change in the sebkha structure and movement of the sand dune toward the area of coastl sebkha