

ضروس الشاطئ (*)

توزيعها، تصنيفها، نشأتها

(مثال من ساحل مدينة الإسكندرية)

دكتور فحى عبد العزيز أبو راضى

قسم الجغرافيا - كلية الآداب

جامعة الإسكندرية

مقدمة

على الرغم من أن أكثر ما يلاحظ من ظاهرات الإرساب الشاطئية - على وجه العموم - هي تكوينات الرمل المتفاوتة الحجم بين الناعمة والخشنة والزلط، فإن هناك ظاهرات صغيرة لافتة للنظر بحدتها وتشعري الانتباه فوق كثير من الشواطئ، من بينها ظاهرة ضروس الشاطئ Beach cusps التى تنفارت فى أبعادها أو أشكالها وظروف نشأتها وخصائصها الجيومورفولوجية. وضروس الشاطئ عبارة تكوين منتظم يتم بفعل الأمواج على الشاطئ الأمامى Foreshore، قوامها الجيومورفولوجى مجموعة من القمم المستدقة أو الرؤوس المدبية Horns المؤلفة من المواد الخشنة والتى تفصلها خلعجان جرف Sweeping bays وتأخذ سلسلة الضروس شكل حرف لـا بهيئة موجة على طول امتداد الشاطئ وتتوسطها هذه القمم المستدقة وتأخذ اتجاهها عاما نحو البحر (شكل رقم : ١).

وقد استرعت ظاهرة ضروس الشاطئ انتباه كثير من الباحثين أمثال جونسون (Johnson, 1919)، وتيمرمانز (Timmermans, 1935)، وياجولد (Bagnold, 1940)، وجلشبر (Guilcher, 1954)، وميبي (Mii, 1958)، ولونجويت هيجنز وباركن (Longuet - Higgins & Parkin, 1962)، وأوتفوس (Otvos, 1964b)، وفليمنج (Flemming, 1964)، وكسج (King, 1965)، وكلاود (Cloud, 1966)، وورول (Worrall, 1969)، وكومار (Komar, 1973)، ووليامز (Williams, 1973)، وسالنجر (Sallenger, 1979)، وانيمان وجوزا (Inman & Guza, 1982)، وأنتيا (Antia, 1987). كما طرحت حولها كثير من النظريات

* استعمل عليها المصطلح الذى سس تعريب المصطلحات الجيومورفولوجية (مجمع اللغة العربية

والآراء لباحثين مثل ايفانس (Evans, 1938) وكوين (Kuenen, 1948) وروسيل ومارك انتير (Russell and McIntire, 1965).

وعلى الرغم من شيوعها ضمن الظواهر الشاطئية، إلا أنه ليس من المعروف على وجه اليقين كيفية لكونها وأسباب انتظامها واكتسابها لأبعادها المميزة. وعلى الساحل الشمالي لمصر، وساحل مدينة الإسكندرية جزء منه، لم تلق هذه الظاهرة اهتمام الباحثين، بينما اهتمت بها بعض الأبحاث التي تناولت جيومورفولوجية ساحل خليج العقبة في مصر (التركمانى، ١٩٨٧) وجيومورفولوجية الساحل الشرقى لخليج السويس (العروضى، ١٩٩٣).

ويهدف هذا البحث الميدانى الذى يتناول جوانب معينة تتعلق بتوزيع ونشأة وتصنيف ضروس الشاطئ على ساحل مدينة الاسكندرية - كجزء من دراسة موسعة عن التغيرات الجيومورفولوجية والخصائص الإرسائية المعاصرة لهذا الساحل - إلى تحقيق الآتى :

- ١- دراسة التوزيع المكانى لضروس الشاطئ وخصائصها المورفومترية على ساحل مدينة الإسكندرية، كمثال من الساحل الشمالى لمصر.
- ٢- دراسة الخصائص الطبيعية لحييات رواسب الضروس (القوام) عن طريق تحليل عينات من مواد الضروس وخلجاتها ميكانيكيا واحصائيا.
- ٣- تصنيف ضروس الشاطئ على ساحل مدينة الاسكندرية.
- ٤- محاولة تفسير نشأة وتطور ضروس الشاطئ على ساحل مدينة الإسكندرية.

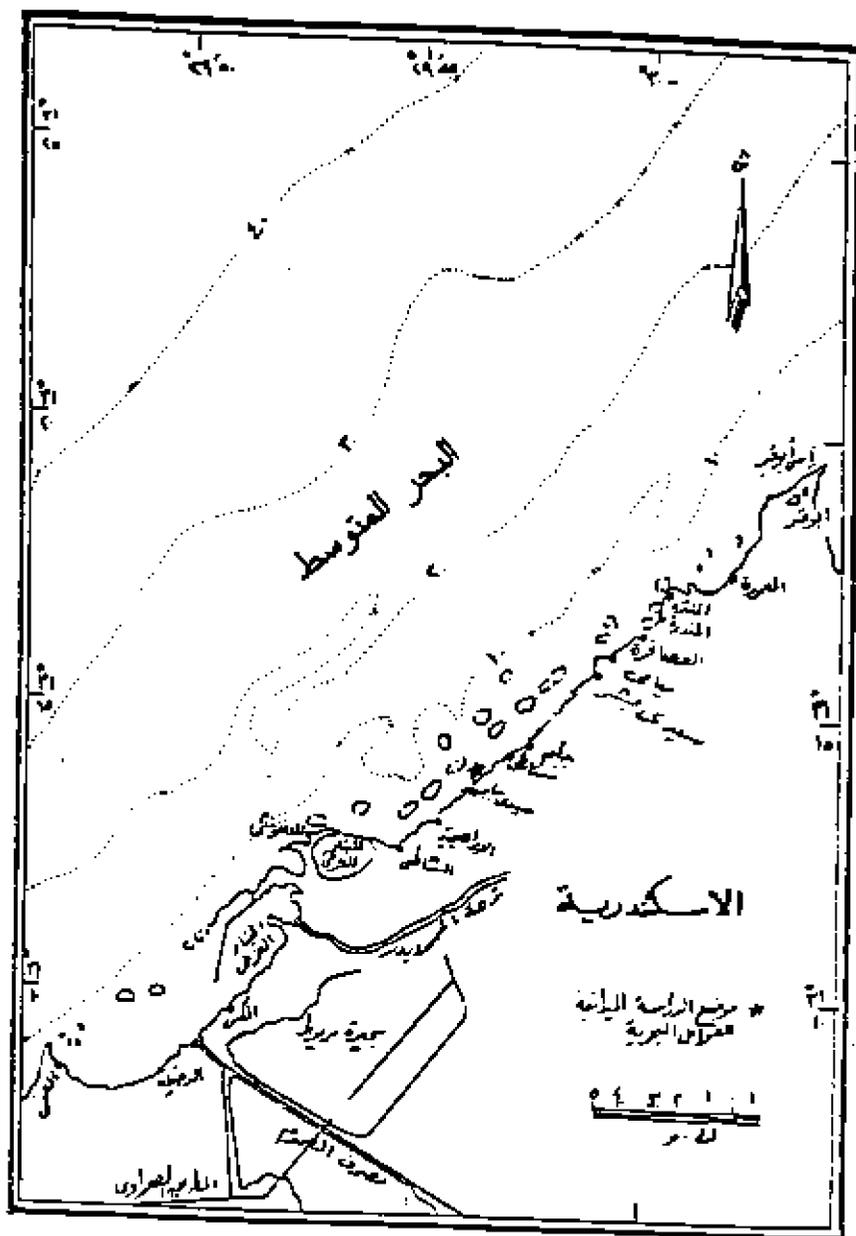
وتحقيق الأهداف السابقة فقد مرت هذه الدراسة بمرحتين: فى المرحلة الأولى تم الرجوع إلى الدراسات المختلفة التى تناولت ظاهرة ضروس الشاطئ على السواحل الطبيعية أو التى درستها داخل العامل. أما المرحلة الثانية فقد تم خلالها إجراء الدراسة الميدانية على شواطئ ساحل مدينة الإسكندرية الخمسة عشر ابتداء من أبى قبير حتى العجمى لمدة عام كامل (من ابريل ١٩٩٢ حتى مارس ١٩٩٣). وقد روى تقسيم هذه المدة الزمنية إلى فترتين لانتماء العمل الميدانى: الفترة الأولى خلال موسم الصيف والخريف حتى يمكن التعرف على ضروس الشاطئ ومراقبة العمليات المتعلقة بتكوينها وجمع عينات من موادها، والفترة الثانية فى موسم الشتاء والربيع لملاحظة العمليات التى تقوم بها الأمواج سواء فى النحت أو الإرساب.

١- مواضع وإجراءات الدراسة :

١-١ التركيب البيئي لمنطقة الدراسة

يقع الساحل الذى يحتضن مدينة الإسكندرية من الجهة الشمالية في أقصى الطرف الشمالي الغربي لساحل دلتا النيل، ويحصر بين دائرتي عرض ٣١° ٠٨' - ٣١° ٢١' شمالا وخطى طول ٢٩° ٤٧' - ٣٠° ٤٠' شرقا باتجاه عام من شمال الشمال الشرقي إلى جنوب الجنوب الغربي (شكل رقم : ٢). وتعد الجمجمة البحرية لساحل الإسكندرية لمسافة ٣٨ كيلومترا من أبي قير شرقا حتى العجمي غربا، كما يتسم خط الشاطئ باستقامته مع بعض التدرجات التي ينشأ عنها خلجان صغيرة في بعض المواضع (مثل خليج المنتزة وستانلي) تبدو بروزاتها في البحر في شكل رؤوس صخرية، وتضم معظم الشواطئ الرملية الرقيقة نوعا، إلا أن هناك مواضع عديدة تختفي منها الشواطئ الرملية ويظهر فيها الساحل صخرها. وعلى التقيض تتسع الشواطئ على الأطراف الشرقية والغربية لخط الشاطئ مثل شواطئ المعمورة والعجمي. وتقسم شبه جزيرة الأنفوشي منطقة ساحل الإسكندرية إلى قسمين: قسم غربي وقسم شرقي بضمان كلا من ميناء الإسكندرية الغربي الحديث والميناء الشرقي القديم المهجور. ويشمل القسم الغربي شواطئ الأنفوشي والمكس والدخيلة والعجمي، بينما يضم القسم الشرقي شواطئ الشاطبي والابراهيمية وسيدي جابر وستانلي وجليم وسيصنشر وميامي والعصافرة والمنتزة والمنتزة والمعمورة وأبوتير. ويبلغ امتداد هذه الشواطئ الخمسة عشر ما يرو على الثمانية عشر كيلومترا (١٨٣٥٠ كيلومترا).

وتتصف منطقة الاسكندرية بضيقها وقلة ارتفاعها، كما تتصف بوجود سلاسل صخرية متوازية ومتتابعة، تمتد بموازاة الساحل، وتختصر فيما بينها أودية طولية تسير في نفس الاتجاه. والموضع الذي قامت فوقه المدينة ذاتها يمثل واحدة من هذه السلاسل الساحلية المونستيرية (البليستوسين الأعلى) والتي تقع بين البحر المتوسط في الشمال وبحيرة مريوط في الجنوب (شكل رقم : ٣). ويقع الحجر الأكبر من المدينة على الأجزاء المرتفعة لأكثر من ٥٠ متر فوق سطح البحر من السلسلة التي قامت فوقها المدينة والتي يصل أقصى ارتفاع لها في غرب المدينة (كوم الشقافة) إلى ٣٠ مترا، بينما تشمل الأطراف الغربية والشرقية على



(شكل رقم ٢) : موقع منطقة الدراسة .

أكثر الأراضي انخفاضاً. ويظهر قبالة الساحل الحالي وبوابة تقريبا في بعض المواضع عدة جزر متفرقة، كما يمتد أمامه مباشرة في مواضع أخرى أمشاج من أراضي صلبة غاطسة. وربما تمثل هذه وتلك سلسلة غارقة وخط شاطئ قديم انغمز بفعل الهبوط والارتفاع النسبي لمنسوب مطح البحر الذي تعرضت له المنطقة (Ross and Unchupi, 1977) مما أدى إلى انخفاض منسوب السلسلة الساحلية عن مستوى سطح البحر وبهذا غمرت المياه هذه السلسلة فلم يبق منها سوى الجزر (شكل رقم : ٤).

ويتميز ساحل الإسكندرية بأنه ساحل رملي منخفض يتكون من رواسب هشة تنتمي لعصرى الجليستوسين والحديث (Hilmy, 1951)، ويتميز بصحولة البحر أمامه إذ يبعد عنه خط عمق ١٠٠ متر بحوالي ٢٠ كيلومترا تقريبا، وتغطي شواطئ الخمسة عشر بالرمال السائبة الجيدة التعنيف والتي تختلف محليا في القوام والأصل (Abou-Raddy, 1989). ويمكن تقسيم شواطئ الإسكندرية حسب مكوناتها الرسوبية إلى ثلاث وحدات : تمتد الأولى من العجمى إلى المكس وتغطي برمال كلسية يضاء اللون وناعمة، وتمتد الوحدة الثانية من المكس إلى سيدى بشر وتغطي برمال كوارتزيت متوسطة الحجم وخشنة نسبيا مختلطة بقايا القواقع والأصداف، بينما تمتد الوحدة الثالثة من سيدى بشر إلى أبى قير وتغطي برمال كوارتزيت ناعمة نسبيا مختلطة بقايا القواقع والأصداف البحرية وبعض الرواسب الطينية النيلية. وتتراوح درجات انحدار وجه الشواطئ بين ٢-١٦ درجة مع أكثرية تتراوح بين ٢-٦ درجة. وتتم الشواطئ المتسعة، مثل المعمورة والعجمى، بانحدار ضعيف أو هين تتراوح درجاته بين ٢,٥-٤ درجة، بينما تصنف الشواطئ الضيقة، مثل جليم وسيدى جابر، بانحدار متوسط أو شديد نسبيا فتفاوت درجاته ما بين ٨-١٦ درجة.

ويعرض ساحل الإسكندرية سمات الساحل الذي يمر بمرحلة الشباب (Shukri and Philip, 1955)، كما أنه يمثل وحدة جيومورفولوجية واحدة هيمنت عليها التدخلات الإرسابية والتأثيرات التكتونية التي تحكممت في تطورها ونظور ساحل دلتا النيل بوجه عام (El-Halaby, 1975; Ross and Unchupi, 1977). وتتم عمليات تشكيل ساحل الإسكندرية ومنطقته الشاطئية الأمامية

والخلفية بواسطة الطاقة التي تجلبها العوامل الجوية والعوامل البحرية عبر الوسيط المائي للبحر المتوسط والتي تمثل في الرياح والأمواج والتيارات التي تتولد عنها والتيارات الساحلية التي ينتج عنها نحت ونقل وإرساب الرواسب الشاطئية.

ومن الثابت أن اتجاهات الرياح تتباين فصليا على ساحل الإسكندرية (شكل رقم ٥) حيث تسود الرياح الشمالية الغربية أثناء شهور فصل الصيف، وتتولد عنها أمواج عادية Swells ينتج عن انكسرها يلر دفع طولي Longshore drift، كما تسود الرياح الجنوبية الغربية والشمالية الشرقية خلال شهور فصل الشتاء (نوفمبر / مارس)، بينما يغلب هبوب الرياح الشمالية نحو الساحل طوال العام. ومن الثابت كذلك أن الرياح التي تمر على سطح البحر باتجاه نحو الساحل تتولد عنها أمواج لها القدرة والفاعلية على نقل الطاقة الحركية للمياه kinetic energy نحو الساحل. وعلى النقيض، تعد الرياح التي تهب بعيدا عن الشاطئ Offshore winds أقل أهمية وأضعف قدرة على نقل الرمال الخشنة (Blatt et al., 1972) نظرا لضعف نسبة هبوبها بصفة عامة حيث لا تزيد هذه النسبة على ٢٥٪ من الرياح الغالبة في منطقة ساحل الإسكندرية. وعلاوة على ذلك تتباين سرعة الرياح فصليا، حيث تبلغ أقصاها (٣٥ كم/ساعة) في موسم التواتر خلال فصل الشتاء.

ومن المعروف أن الرياح الغالبة على ساحل الإسكندرية تولد الأمواج وتلغغ التيارات المقترنة بالحركة الدائرية للمياه صوب الشمال الشرقي في البحر المتوسط. ويبدو أن جزءاً من الطاقة قد يصبح محاصرا قبالة الساحل مما يؤدي إلى زيادة الطاقة على الساحل التي تتخذ شكل الأمواج الحادة (١) المتحركة على طول الشاطئ. ومن المعروف أن التأثير المتبادل بين الأمواج المسطحة المتحركة باتجاه الشاطئ والأمواج الحادة المتقلة على طول الشاطئ ينتج عنه نطاقات متعاقبة من الأمواج العالية والمنخفضة التي تحدد مواقع التيارات المازقة (الثقبة) Rip currents التي تتدفق نحو البحر (Sparks, 1970). وتتخذ النمط الناتج عن هذا التدفق شكل خلية أو دوامة أفقية تسمى خلية دوران الساحل الداخلي (Inman & Bagnold, 1962).

(١) الأمواج الحادة Edge waves هي عبارة عن أشكال خاصة من الأمواج تتمثل في تفرجات ذات قسم حادة (محدبة) لتصلها بعضها من بعض تبعان طريقة مسطحة نسبيا كما تتردد بفترات زمنية طويلة أثناء انتقالها على طول الشاطئ (Inman & Bagnold, 1962; King, 1972).

وقد آيات الدراسات الحقلية لهذا البحث أن الأمواج هي القوة الأساسية ذات التأثير الأعظم على شواطئ ساحل الإسكندرية، ويمكن أن يوصف تأثير الأمواج على الشاطئ هنا بأنه تأثير فصلى بطبيعته وتحتل في أمواج العواصف Storm waves في فصل الشتاء (من أكتوبر إلى نهاية مارس) وفي الأمواج العادية Swells في فصل الصيف (يوليو، أغسطس وبداية سبتمبر)، وتتميز فترة أبريل ومايو وبداية يونيو بأنها فترة انتقالية وهده نسبة لحركة الأمواج في البحر. وتقوم الأمواج بنحت رواسب الشاطئ في المناطق التي تتميز بأن المعدل العام لانحدار شاطئها أكبر من معدل الإنحدار المتوازن الذي ننتظره. ومن تحليل القياسات والملاحظات الحقلية الخاصة بالأمواج تبين أنه في ٧٥٪ تقريباً من القياسات كانت ارتفاعات الأمواج أكثر من ٠.٧٦ متر، بينما وصلت الارتفاعات في ٢٨٪ من القياسات إلى أكثر من ٠.٥٥ متر، هذا ولم يتجاوز أقصى ارتفاع للأمواج ٣.٠٠ متر خلال فترات القياس. كما انضغ من تحليل القياسات أن أكثر الأمواج تواتراً وتكراراً من حيث الارتفاع (ع) وزمن الموجة (ز) وإنحدار (ص) الموجة Waves steepness $\frac{H}{L}$ حيث $L = \text{طول الموجة}$ هي التي يتضمنها الجدول التالي (جدول رقم ١):

(جدول رقم ١) ارتفاع وزمن وإنحدار (ص) الأمواج

الفصل	ارتفاع الموجة بالتيمر (ع)	زمن الموجة بالثانية (ز)	إنحدار الموجة $\left(\frac{H}{L}\right)$	
			المتوسط	القصي لجهة
أمواج العواصف	١٥٧	٨ - ٧	٠.٠١٩	٠.٠٤١
الأمواج العادية	٧٠ - ٣٥	١٠ - ٩	٠.٠٠٨	٠.٠٠٩

ومن الجدول يتضح أن الأمواج القصيرة ذات القيمة المرتفعة نسبياً في إنحدار (ص) الموجة والتي تبلغ حوالي ١ : ٣٥ تحتاج إلى معدل إنحدار للجزء الأدنى للشاطئ الأمامي يكون شديداً إلى حد ما والذي يتجاوز في درجته المعدل المنخفض العام لإنحدار شواطئ ساحل الإسكندرية، ومن ثم فإن عملية النحت التي تقوم بها الأمواج على ساحل الإسكندرية ما هي إلا محاولة من الأمواج لبناء

معدل إنحدارها المتوازن بالنسبة لمعدل الإنحدار الطفيف إلى المعتدل نوعاً الذي تتميز به الشواطئ الأمامية للساحل بصفة عامة وتم هذه العملية عن طريق تأثير اصطدامات الماء بالساحل من ناحية وفعل الفتحات التي تنقلها الأمواج من ناحية أخرى. وفي فصل الشتاء تتميز الأمواج المتكسرة بالقرب من ساحل الإسكندرية بكثرة تكرارها مما يجعل تأثيرها الهدمي على الساحل واضحاً وعندما تكسر هذه الأمواج التي تكون فيها حركة الماء دائرية تقريباً، فإن كتلة الماء تتجه إلى أسفل، وتدفع الماء فوق الشاطئ بقوة ضعيفة. بالإضافة إلى ذلك فإن الحركة الرجعية للماء (الخضرية) أي المياه العائدة (المرتدة) Backwash تكون لانزال تتحرك أسفل الشاطئ عند وصول الموجه التالية مما يؤدي إلى زيادة ضعف اندفاع الماء أو زحف الموج فوق الشاطئ (العجيج) Swash. ونتيجة لذلك فإن هذا النمط من الأمواج يحشط المواد من أعلى الشاطئ إلى أسفل مؤدياً إلى تأثير نحى بحث.

ومن تحليل قياسات الأمواج تبين أن الاتجاهات الغالبة التي تأتي منها معظم الأمواج إلى ساحل أبي قير خلال فصل العواصف (أكتوبر - مارس) تكون من شمالي الشمال الغربي والشمال الغربي (شكل رقم ٦). أما الأمواج العادية فتأتي عموماً إلى هذا الجزء من الساحل من شمالي الشمال الغربي وشمالي الشمال الشرقي بفترة تردد تتراوح من ٧-٩ ثانية، بينما تقل كثيراً نسبة الأمواج العادية الآتية من الشمال ولاسيما في شهري إبريل ومايو.

وتعد التيارات الساحلية العامل الأساسي المسئول عن حركة دفع الرواسب على طول الشاطئ ونقلها صوب البحر بالإضافة إلى عملية النحت والإرساب التي تقوم بها في نطاق تكسر الأمواج "Breaker zone" (Manohar et al., 1977; El-Gindy et al., 1984; Inman & Bagnold, 1962; King, 1972).

ويظهر أثر التيار البحري Littoral current الذي يتجه من الجنوب الغربي إلى الشمال الشرقي بمحاذاة ساحل الإسكندرية (شكل رقم ٤) في دفع الرواسب الكثيرة نحو الشمال الشرقي مما أدى إلى تلة عمق البحر هناك. وينجم عن التيارات الموجبة المصاحبة للأمواج المائلة الآتية إلى الشاطئ تراكم الماء على طول الساحل الأمر الذي يساعد على توليد تيارات مازقة (شقية) Rip currents وتيارات طولية Longshore currents. وينشأ النوع الأول من تجمع الماء المتدفق

قبالة الشواطئ بحيث يكون في بعض المواضع كافيا ليبدأ تدفقات عائدة نحو البحر. بينما ينشأ النوع الثاني من التيارات عندما يقل تدفق الماء وينشأ إنحدار هيدولي بطول الشاطئ (Bowen, 1969). كما تحدث الأمواج المائلة طوليا يكون في إمكانه أن يساعد في عملية تحريك المواد على طول الساحل. ويتوقف الاتجاه السائد للحركة على اتجاه الرياح. فالرياح الغالبة الشمالية الغربية على ساحل الإسكندرية تدفع التيارات المقترنة بالحركة الدائرية صوب الشرق في البحر المتوسط. ومن المعروف أن التيارات السطحية تساب بصفة عامة من الغربي إلى الشمال الشرقي أمام ساحل الإسكندرية بسرعة يصل متوسطها ٠,٥ عقدة (٢٨ سم/ثانية) (Eid, 1979).

كما أوضحت القياسات الحقلية لهذا البحث أن أقصى سرعة للتيارات الطولية المتجهة صوب الشمال الشرقي لا تزيد عن ١,٧ عقدة (٨٥ سم/ثانية). وحيث أن امتداد السطح Lengib fetch الذي تهب فوقه الرياح التي تتولد عنها الأمواج يتحكم في حجم واتجاه التيارات الطولية الناشئة عنها فإن التيارات المتجهة صوب الشرق لسود خلال شهور فصل الصيف. كما تمتد سيادتها حتى أكتوبر في بعض الأحيان، وبذلك تكون حركة الرواسب على ساحل الإسكندرية صوب الشمال الشرقي. ويمكن ملاحظة اتجاه التيار الطولي السائد عن طريق الاستعانة ببعض الظواهر. فقد لوحظ أثناء الزيارات الحقلية أثر تراكم الرواسب فوق حواجز الأمواج يكون دائما على الجانب الغربي للحواجز أى على الجانب المواجه للاتجاه الذي يأتي منه التيار السائد (صورة رقم : ١). وينعكس الاتجاه الجنوبي الغربي / الشمالي الشرقي السائد للتيار خلال شهور الشتاء (ديسمبر / فبراير) ليتحول إلى الاتجاه الشمالي الشرقي / الجنوبي الغربي نتيجة ظروف شاذة للرياح (Abdallah, 1979; Eid, 1979; fons, 1986). ويتحرك هذا التيار المضاد بسرعة يصل متوسطها نحو ٠,٨ عقدة (٣٥ سم/ثانية)، كما وصلت أقصى سرعة له إلى ٠,٨ عقدة (٤٠ سم/ثانية) كما يصل إلى مسافة ٣٠ كيلومترا تقريبا في منطقة الساحل الخارجي (Gerges, 1978).

وتعد معرفة اختلافات مستوى سطح البحر ذات أهمية أساسية عند تحليل ونقص العمليات البحرية نظرا لأن مستوى الماء يعتبر من العوامل الهامة في تحديد

خصائص التيارات البحرية في منطقة الشاطئ الداخلي Inshore، كما أن له تأثيرا واضحا على وضع خط الساحل وتعيين خصائص الأمواج، بالإضافة إلى ما يحتاجه المهندسون البحريون من معلومات عن مستويات الماء عند تصميم المنشآت الساحلية لتحديد مستويات قممها بالنسبة لمستوى الماء السائد. وتتميز مستويات سطح البحر بأن أهميتها محدودة على منطقة ساحل الإسكندرية كغيرها من المناطق الساحلية للبحر المتوسط (Manohar, 1981). فيتراوح متوسط الفرق بين المد والجزر عند الإسكندرية بين ٣٥ ستيجترا، ٦٠ ستيجترا. وقد يبلغ أقصى ارتفاع لمستوى الماء ١,٠٨ متر فوق سطح المقارنة (متوسط أقل انخفاض لمستوى الماء) كما يظهر من الجدول التالي (جدول رقم : ٢):

(جدول رقم : ٢) أمد مستوى سطح البحر بالنسبة لسطح المقارنة في ميناء الإسكندرية

القيمة (بالمتر)	المستوى
٠,٤٢	متوسط مستوى سطح البحر
٠,٥٥	متوسط مستوى لواء العالى
١,٠٨	أقصى لارتفاع لمستوى الماء
٠,٢٩	متوسط مستوى لواء المنخفض
٠,٠٩-	أدنى انخفاض لمستوى الماء

ويعد صغر النطاق المدى على ساحل الاسكندرية سببا من أسباب تركيز هجوم الأمواج على نفس مستوى الساحل لمدة ٢٤ ساعة يوميا. وذلك على العكس من السواحل التي يكون عليها نطاق المد كبيرا والذي قد ينتشر فوق نطاق شاطئ أمامى متسع، الأمر الذى يؤدي إلى أن قلرا كبيرا من هجوم المرج وطاقته سوف يستنفذ عليه (King, 1972).

يقوم هذا البحث أساساً وبالدرجة الأولى على الدراسة الميدانية التي امتدت لفترة عام كامل من ابريل ١٩٩٢ حتى مارس ١٩٩٣ ، والتي كانت تتم مرتين كل شهر. وكان العمل الميداني على الشواطئ الخمسة عشر لساحل الإسكندرية يستغرق في كل مرة مدة يومين إلى أربعة أيام تجرى فيها جميع القياسات والملاحظات اللازمة. وقد تم عمل مخطط لهذه الدراسة شمل الجوانب الخاصة بالمعاملات البحرية والخصائص المورفومترية لكل من الشواطئ والضرروس وخلجانها.

فعلى حسب طرق القياس المعتادة (King, 1972) تم جمع بيانات - أثناء الزيارات الميدانية - عن خصائص الأمواج (زمن الموجة، ارتفاع الموجة، اتجاه الموجة) في المياه الضحلة بالقرب من الشاطئ ، وخصائص التيارات الساحلية (من حيث السرعة والاتجاه) في المنطقة المحددة لقياس العوامل البحرية عند شاطئ سيدى جابر (شكل رقم : ٢) ، بالإضافة إلى قياس مسافة زحف المروج Swash على الشاطئ الأمامى والتي تمثل في المسافة التي عندها تبدأ الموجة في التكرس أو في الإندفاع وأقصى نقطة يصل إليها زحف الموجة داخل الخليج بين ضرسين. كما تم الحصول على بيانات، عن طريق القياس، لكل من أطوال الضرروس وعرضها وارتفاعاتها وتباعدها والمسافة التي تغطيها من الشاطئ، بالإضافة إلى قياس انحدار أسطحها وجوانبها وانحدار خلجانها، وانحدار وجه الشاطئ الأمامى الذى تقع فوقه الضرروس. وقد اشتملت الأجهزة التي استخدمت في عمليات القياس على شريط صلب وجهاز كليومتر لقياس الانحدار، وبوصلة منشورية (برهنتون) لقياس الاتجاهات. وعلاوة على القياسات السابقة كانت تجرى متابعة ومراقبة التغييرات التي تطرأ على الضرروس خلال كل زيارة وذلك عن طريق تسجيل الملاحظات الميدانية إما بالوصف أو بالصورة. وقد شملت هذه الملاحظات عمل الأمواج وزحف الأمواج والرياح السائدة في النحت والنقل والإرساب.

كما اشتملت الدراسة الميدانية على جمع عينات من مواد ضرروس الشاطئ وخلجانها بلغ عددها ٣٦٠ عينة (١٨٠ عينة من الضرروس ، ١٨٠ عينة من الخللجان) بواقع عينة واحدة من الضرروس وأخرى من الخللجان من كل شاطئ تختار عشوائياً مرة واحدة كل شهر. هنا إلى جانب ملاحظة التركيب الداخلى

الطباقية الرواسب عن طريق الحفر في رواسب الشاطئ الأمامي. وفي نفس الموضع المختار عشوائيا للعينة كان يجري اختبار النفاذية لرواسب الضروس وخلجانها بالأسلوب الذي وضعه رول (Worall, 1969) في هذا الخصوص. وبعد كل زيادة كان يتم إعداد العينات لتحليلها معمليا للتعرف على خصائصها الطبيعية عن طريق تعريضها للهواء لتجفيفها ثم نخلها بالنخل الجاف الكهربائي - بمعرفة الباحث - على جهاز Ro-Tap لمدة خمس عشرة دقيقة لكل عينة في مناخل ذات فتحات مقاديرها $\phi 0,5$ (من $\phi 1,5$: $\phi 4,0$)، ثم وزن ما تبقى في كل منخل بعد انتهاء النخل والحصول على نسبة كل مقدار من الحجم الكلي للعينة.

وقد تضمنت إجراءات الدراسة كذلك استخدام الحاسب الآلي في معالجة البيانات التي جمعت أثناء العمل الميداني وبيانات التحليل المعطى لرواسب الضروس وخلجانها للحصول على المقاييس الاحصائية اللازمة لهذه الدراسة مثل المتوسط والانحراف المعياري، ومعامل الاختلاف، ومربع كاي، ومعامل الارتباط (الجزئي والمتعدد)، وتحليل الانحدار، والمعاملات الاحصائية للخصائص الحجمية للرواسب. واستلزم ذلك الاستعانة ببعض البرامج الخاصة في هذا الشأن مثل برنامج CORR لحساب معامل الارتباط لصيغة بيرسون، وبرنامج MSX-BASIC لحساب الخصائص الحجمية للرواسب حسب معادلات جرينيورد (Greenwood, 1969). وقد نفذت معالجة البيانات على جهاز الحاسب الآلي الشخصي PC Mandax M-209.

٢- التوزيع المكاني والخصائص المورفومترية للضروس على شواطئ الاسكندرية

١-٢ التوزيع المكاني

يتشر على سطح الشواطئ الأمامية لمدينة الاسكندرية عدد كبير من ضروس الشاطئ التي تتباين فيما بينها من حيث الأبعاد والتباعد ومساحتها الشكلية. وفي محاولة لبيان توزيعها تم تحديدها من واقع الدراسة الميدانية التي أجريت في الفترة من أبريل ١٩٩٢ حتى مارس ١٩٩٣. يوضح (الجدول رقم : ٣) توزيع الضروس على شواطئ مدينة الإسكندرية.

(جدول رقم ٣) التوزيع المكاني للضروس على شواطئ الإسكندرية
في الفترة من أبريل ٩٢ وحتى مارس ١٩٩٣

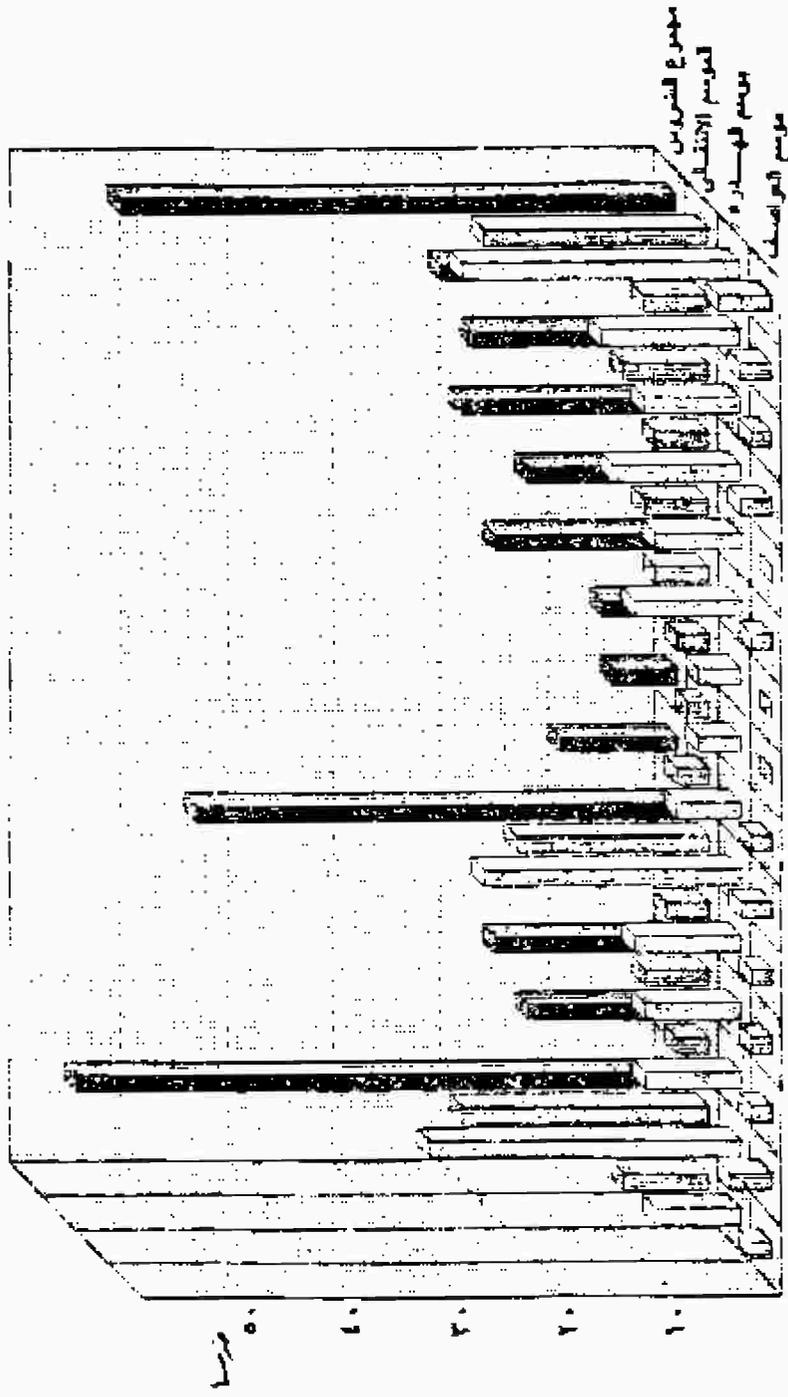
الشاطئ	طول الشاطئ (كم)	عدد الضروس أبريل ٩٢ يونيو ٩٢ توسم انتقالي	عدد الضروس يوليو ٩٢ سبتمبر ٩٢ (توسم الهدرية)	عدد الضروس أكتوبر ٩٢ مارس ٩٢ (توسم فريسانك)	مجموع الضروس	المسافة التي تغطها بين الشاطئ (كم)
١- أبو قيسر	١,٢٠٠	٨ (٤٤,٤)	٨ (٤٤,٤)	٢ (١١,٢)	١٨	٠,٥٥٠
٢- المنصورة	٢,٢٠٠	٢٣ (٤١,١)	٢٩ (٥١,٨)	٤ (٧,١)	٥٦	١,٠٥٥
٣- المنصورة	١,٣٠٠	٣ (٢١,٤)	٩ (٦٤,٢)	٢ (١٤,٣)	١٤	٠,٢٩٠
٤- المنصورة	٠,٨٠٠	٦ (٣٥,٣)	٩ (٥٢,٨)	٢ (١١,٧)	١٧	٠,٤٨٠
٥- العصفرة	١,٠٦٠	٤ (٢٥)	١٠ (٦٢,٥)	٢ ١٢,٥	١٦	٠,٤٢٠
٦- ميتامي وسيدى بشر	٢,٤٠٠	١٨ (٤٠)	٢٤ (٥٢,٢)	٣ (٦,٧)	٤٥	٠,٨٩٠
٧- جليم	٠,٦٠٠	٣ (٣٧,٢)	٦ (٥٤,٥)	٢ (١٨,٢)	١١	٠,٢٢٥
٨- منقالي	٠,٢٥٠	٢ (٢٣,٢)	٤ (٦٧,٧)	—	٦	٠,١٢٥
٩- سيدى جابر	٠,٢٩٠	٣ (٤٢,٩)	٤ (٥٧,١)	—	٧	٠,١٥٠
١٠- الابراهيمية	١,١٠٠	٥ (٢٩,٤)	١٠ (٥٨,٨)	٢ (١١,٨)	١٧	٠,٣٦٥
١١- الشاطئ	٠,٩٠٠	٦ (٤٢,٩)	٨ (٥٧,١)	—	١٤	٠,٢٩٥
١٢- الأنفوشي	٠,٨٠٠	٥ (٢٥)	١٢ (٦٠)	٣ (١٥)	٢٠	٠,٤٣٥
١٣- الكس	٠,٩٥٠	٨ (٤٢,١)	٩ (٤٧,٤)	٢ (١٠,٥)	١٩	٠,٤٢٠
١٤- الدخيلة	١,٢٠٠	٦ (٢٧,٢)	١٣ (٥٩,١)	٣ (١٢,٦)	٢٢	٠,٥٧٥
١٥- العجس	٢,٣٠٠	٢١ (٤٠,٤)	٢٦ (٥٠)	٥ (٩,٦)	٥٢	٠,٨٨٠
المجموع	١٨,٢٥٠	١٢١ (٣٦,٢)	١٨١ (٥٤,٢)	٢٢ (٩,٦)	٢٢٤ ٢١٠٠	٧,١٨٥

الأرقام بين الأقوس تمثل النسبة المئوية.

ويلاحظ من بيانات الجدول أن الضروس وخلجانها توزع بصورة كثيفة أمام الشواطئ التسعة (العريضة) في شرق المدينة (المحصورة، ميامي وسيدى بشر) أو غربها (المجمي). ومن ثم يرتبط توزيع ضروس الشاطئ مكانيا على شواطئ مدينة الاسكندرية بوجود مواد شاطئية بصرف النظر عن أصلها، وقوامها، ودرجة لصيقها. كما يبلغ عدد الضروس على شواطئ الجناح الشرقي من ساحل مدينة الاسكندرية ٢٢١ ضروما وهو مايشكل نسبة ١٧، ٦٦٦ من جملة الضروس التي أجريت عليها الدراسة، بينما بلغ عدد الضروس على شواطئ الجناح الغربي للمدينة ١١٢ ضروما، وهو مايشكل نسبة ٨٣، ٢٢٢ من المجموع الكلى للضروس على جميع شواطئ منطقة الدراسة. وبهذا التوزيع فإن الكثافة العامة للضروس على شواطئ مدينة الإسكندرية بلغت ١٨، ٢ ضروما للكيلومتر الطولى الواحد. وفي ضوء الطبيعة الدينامية للضروس فإن توزيعها المكاني والزمانى على طول شواطئ الاسكندرية يدل على زيادة نسبتها أثناء الفترة من يوليو حتى أكتوبر وهي فترة الهدوء في الأحوال الساحلية حيث تصل هذه النسبة إلى أكثر من ٢٤٠ على سبعة من الشواطئ الخمسة عشر، وتتسق هذه النتيجة مع النتائج التي توصل إليها رسيل وماك أنتير (Russell and McIntire, 1965) فقد لاحظ أن الضروس تنزع إلى النشوء المتزايد خلال ظروف الشاطئ الانتقالية من الشتاء إلى موسم الصيف والتي تتصف بضعف الطاقة الواردة إلى الشاطئ. وخلاصة القول أن أكبر نسبة لضروس الشاطئ ٢، ٧٥٤ تحدث خلال فترة الهدوء الصيفية (يوليو - سبتمبر)، بينما تتميز فترة العواصف والأعاصير الشتوية (أكتوبر - مارس) بتقلص عدد الضروس على الشواطئ واختفائها من بعض الشواطئ وانخفاض نسبتها إلى ٦، ٢٩. أما الفترة الانتقالية في الظروف الساحلية (أبريل - يونيو) فيتكون بها عدد لا بأس به من الضروس بنسبة تصل إلى ٢٠، ٣٦٦. (شكل رقم ٧).

٢-٢ السمات المورفومترية للضروس

يتناول هذا الجزء ضروس الشاطئ من زاوية الشكل للوقوف على طبيعة العلاقة بين عناصرها المختلفة. وتعتمد دراسة شكل الضروس على مجموعة من الخصائص الشكلية أو القياسات المورفومترية ومعالجتها احصائيا. ويمكن حصر هذه الخصائص في تكرار الضروس وأبعادها وإنحطارها واتساع خلجانها.



الجدول رقم ٧ : توزيع الكهرباء على شواطئ مدينة الإسكندرية.

(شكل رقم : ٧) : توزيع الكهرباء على شواطئ مدينة الإسكندرية.

٢-٢-١ تكرار الضروس (الكثافة) Cusp Frequency

يقصد بتكرار الضروس قسمة مجموع الضروس على مجموع المسافات التي نطفيها، أما معدل كثافة الضروس في الكيلومتر فهو عبارة عن مجموع التكرارات منسوبا إلى عدد الحالات (الشواطئ) التي شوهدت عليها ضروس الشاطئ وخلجانها. ويوضح الجدول رقم (٤) تكرار الضروس وكثافتها على شاطئ مدينة الإسكندرية.

(جدول رقم (٤): تكرار الضروس وكثافتها على شواطئ الإسكندرية
(ضرس لكل كيلومتر)

الشاطئ	تكرار الضروس	الشاطئ	تكرار الضروس	الشاطئ	تكرار الضروس
١- أبو قهر	٣٦,٧٢	٧- جليم	٤٨,٨٩	١٢- الانغوشى	٤٥,٩٧
٢- المعمورة	٥٣,٠٨	٨- ستلى	٤١,٣٨	١٣- المكس	٤٤,١٨
٣- المنزة	٤٨,٢٧	٩- سيدى جابر	٤٦,٦٧	١٤- الدخيلة	٣٨,٢٦
٤- المنزة	٣٥,٤٢	١٠- لابرعية	٤٦,٥٧	١٥- الحمسى	٥٩,٠٩
٥- الصانرة	٣٨,٠٩	١١- الشاطئ	٤٧,٤٦	متوسط التكرار	٤٦,٤٨
٦- بهاسى وميدى بشر	٥٠,٥٦			معدل الكثافة	٤٥,٧١

ظاهر من الجدول أن تكرار وكثافة ضروس شواطئ الاسكندرية يتراوح بين ٣٦,٧٢، ٥٩,٠٩، ٤٧,٤٦، وذلك بمتوسط يصل إلى ٤٦,٤٨ ضرسا لكل كيلومتر ومعدل عام للضروس يبلغ ٤٥,٧١ ضرسا لكل كيلومتر. ومعدل كثافة الضروس في منطقة الدراسة يقل عن القيمة التي توصلت إليها كنج (King, 1965) والتي بلغت ٦٧,٥ ضرسا لكل كيلومتر. وربما يرجع السبب في ذلك إلى ضعف الطاقة الديناميكية الواصلة إلى للشواطئ في شكل أمواج قليلة الارتفاع أثناء، فرة تكرنها وبالإضافة إلى خشونة رواسب بعض الشواطئ وضعف تصنيفها. كما يبدو من الجدول أن شواطئ المعمورة وميامى وميدى بشر والجمسى هي أكثر الشواطئ استجابة لبناء هذه الظاهرة بمعدل يفوق استجابة بقية

الشواطئ لها، وربما يرجع ذلك لطبيعة احجام التكوينات حيث أظهرت نتائج التحليل الميكانيكى لتكوينات هذه الشواطئ أنها أقل خشونة وأكثر تصنيفا من تكوينات الشواطئ، الأخرى لمنطقة الدراسة. وتبلغ نسبة هذه الشواطئ الثلاثة ٢٠.٠٪ من جملة الشواطئ وتعارض ذلك مع النتائج التى توصل إليها كل من أثنوس (Orvos 1964) وشبرد (Shepard, 1973) من حيث زيادة تكرار الضروس على الشواطئ الخشنة الرواسب عن الشواطئ الناعمة الرواسب. فى حين تبلغ نسبة الشواطئ التى تشكل الضروس بها تكرارا متوسطا (٤٠-٥٠ ضرسا/ كيلومتر) - وهى شواطئ المتزة وجليم ومثانلى وسيدى جابر والابراهيمية والشاطبي والأنفوشى والمكس - ٥٣,٣٪ من جملة شواطئ المنطقة، بينما تبلغ نسبة الشواطئ التى تشكل الضروس بها تكرارا منخفضا (أقل من ٣٥ ضرسا/ كيلومتر) - وتقتصر على أبى قير والمنذرة والعصافرة والدخيلة - ٢٦,٧٪ من جملة شواطئ منطقة الدراسة.

٢-٢-٢ خصائص الأبعاد Dimensional Characteristics

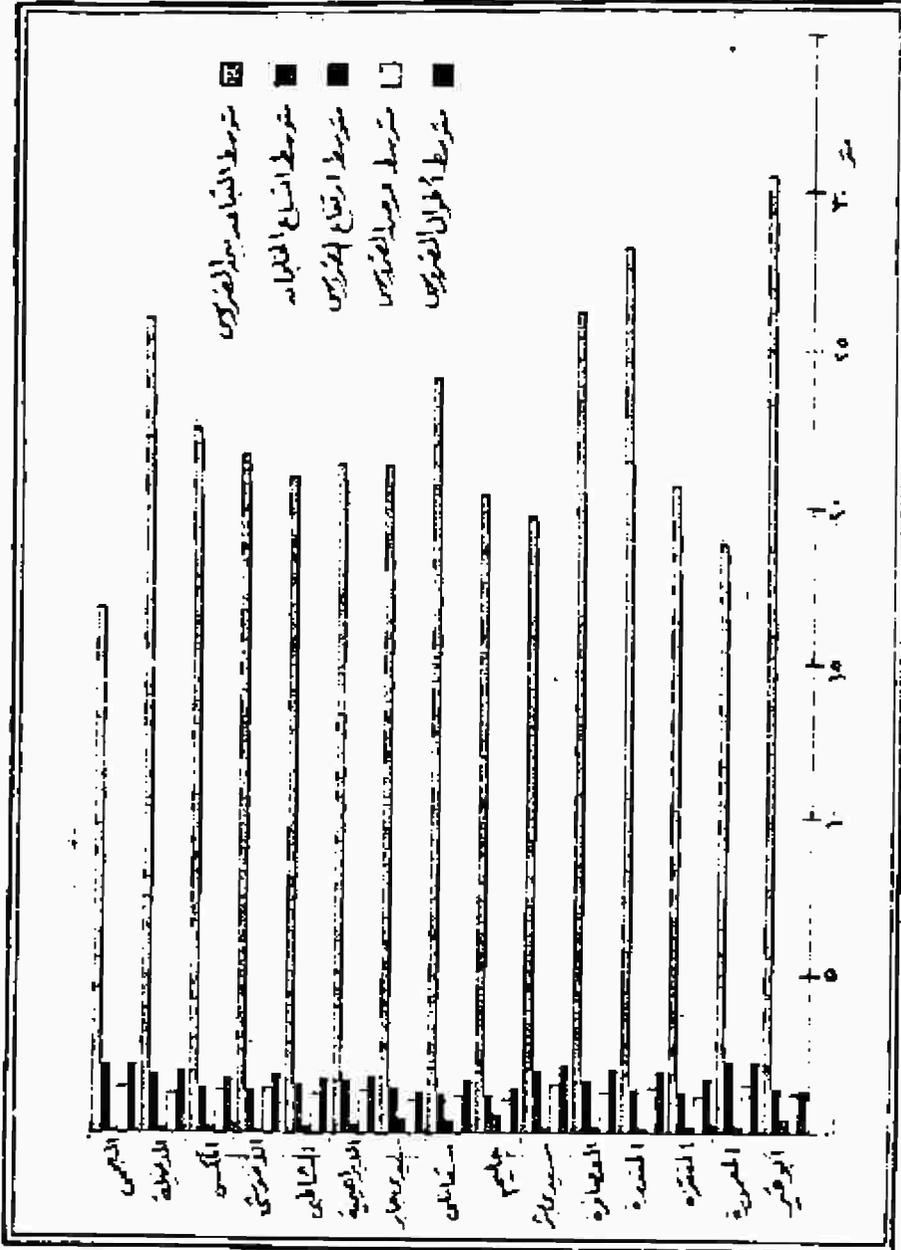
تتفاوت الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية من حيث الطول (الامتداد)، والعرض (الاتساع)، والارتفاع، والتباعد، واتساع، خلجانها تبعاً للفتوات فى أشكالها ومواقعها وتباعداتها. وسوف نعرض على الصفحات التالية أهم الخصائص المورفومترية التى تم قياسها فى الدراسة الميدانية وهى الطول والعرض والارتفاع والتباعد واتساع خلجانها والتى يوضحها الجدول رقم (٥).

أ - الطول Cups Length

وقد تم قياسه على أطول خط مستقيم يمتد به قرن الضروس تجاه البحر. وتراوح متوسطات أطول الضروس على شواطئ مدينة الإسكندرية. كما يظهر فى الجدول رقم (٣) - بين ١,٥٥ ، ٢,٢٥ مترا، فى حين بلغ معدل طول الضروس ١,٨٨ مترا بانهراف ميارى $\pm ٠,٥٦$ مترا، ومعامل الاختلاف ٢٩,٨٪. وبدل ذلك على تميز الضروس الشاطئية فى منطقة الدراسة بتجانسها النسبى فى أطوالها، ويتفق متوسط أطوال ضروس الشاطئ على ساحل مدينة الاسكندرية مع ما توصل إليه نوبال (Twidale, 1976) من أن متوسطات أطوال الضروس تتراوح من متر واحد إلى بضعة أمتار. وقد لوحظ أثناء الدراسة الميدانية أن معظم قرون الضروس

جدول رقم (5) أبعاد ضروس الشاطئ وعلجانها على شواطئ الاسكندرية

الشاطئ	متوسط أطوال الضروس بالمتر (الامتداد)		متوسط عرض الضروس (الامتداد) بالمتر		متوسط ارتفاع الضروس (المتلوس) حتر		متوسط اتساع العليجان بالمتر		متوسط الباعد بين الضروس بالمتر	
	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري
1- أبو نمر	1,37	0,22	1,37	0,22	0,46	0,07	1,40	0,42	20,06	12,4
2- الصيرة	2,20	0,41	1,01	0,32	0,23	0,08	2,2	0,36	18,81	11,2
3- الشرا	1,72	0,08	1,17	0,12	0,22	0,06	1,2	0,28	20,71	10,1
4- لليرة	1,90	0,18	1,10	0,28	0,17	0,11	1,1	0,30	28,24	11,0
5- الصانرة	2,00	0,01	1,22	0,29	0,24	0,09	1,7	0,20	26,20	12,8
6- ملى وسلى بشر	2,17	0,12	1,07	0,11	0,21	0,11	2,0	0,22	19,78	8,8
7- جليم	1,20	0,08	1,10	0,20	0,21	0,08	1,20	0,22	20,10	12
8- سطر	1,18	0,00	1,20	0,36	0,11	0,06	1,2	0,29	21,17	10,1
9- سلى جابر	1,30	0,29	1,12	0,10	0,02	0,09	1,0	0,28	21,12	7,2
10- الأبرمجة	1,81	0,21	1,29	0,22	0,26	0,10	1,7	0,27	21,47	10,7
11- الشاطئ	1,77	0,07	1,30	0,27	0,27	0,12	1,7	0,27	21,07	11,6
12- الأفرسى	1,91	0,20	1,17	0,28	0,12	0,08	1,1	0,27	21,20	9,8
13- لكس	1,70	0,18	1,20	0,29	0,22	0,07	1,0	0,20	22,23	11,0
14- النعارة	2,01	0,06	1,30	0,11	0,12	0,12	1,9	0,20	22,11	12,2
15- الحمسى	2,19	0,22	1,00	0,22	0,11	0,07	2,2	0,20	17,92	10,6
المتل	1,82	0,02	1,21	0,26	0,29	0,09	1,22	0,01	22,21	10,9
متل الاختلاف	228,4		226,8		221,0		221,2		248,0	



شكل رقم (٨) : أعداد ضفاديس المشاطة وتلجاطفا على شواطئ الاسكندرية

تتخذ قمتها apex الشكل المستدير أو القبابي، والقليل منها يتخذ الشكل الحاد أو المندب. كما لوحظ من خصائص طول الضروس أنه يرتبط ارتباطاً وثيقاً وواضحاً بطول زحف الأمواج Swash أكثر من ارتباطه بالتباعد، حيث تتقارب أطوال الضروس وتتوافق مع أطوال زحف الأمواج على وجه الشاطئ.

ب- العرض Cusp width

وتم قياسه بناءً على أطول خط مستقيم يتعامد على طول قرن الضرس. ويتراوح عرض الضروس على شواطئ مدينة الإسكندرية بين ١,١٠ متراً لضروس شاطئ جليم و ١,٥٧ متراً لضروس شاطئ ميامي وسيدى بشر. كما يبلغ معدل عرض ضروس الشاطئ ١,٣٤ متراً بانحراف معياري $\pm ٠,٣٦$ متراً، ومعامل اختلاف ٢٢٦,٨ مما يؤكد أن الضروس تعرض نوعاً من التجانس بين عرضها (أو أوسعها) على طول شواطئ مدينة الإسكندرية.

ج- الارتفاع (التضاريس) Cusp height (Relief)

ويقصد به الارتفاع بين أعلى نقطة على قمة قرن الضرس وأدنى نقطة على خليج الضرس. ويظهر من الجدول السابق (جدول رقم ٥) تقارب قيم ارتفاع الضروس على طول شواطئ الإسكندرية حيث سجلت معدلاً قدره ٠,٢٩ متراً بانحراف معياري $\pm ٠,٠٩$ متراً، ومعامل اختلاف قدره ٢٣١,٠. وهي بذلك تعرض تبانياً بفروق ما تعرضه أطوالها أو عرضها، كما أنه يتباين بشدة بين كل من الشواطئ المتسعة العريضة (المعمورة، سيدى بشر، العجمي) والشواطئ الضيقة (جليم، ستانلي، سيدى جابر). فعلى الأولى يتراوح بين ٠,١٤ - ٠,٢٢ متراً، بينما على الثانية يتراوح بين ٠,٤١ - ٠,٦١ متراً. وبصفة عامة تتركز الضروس المرتفعة على الشواطئ الخشنة في رواسبها الرملية (شاطئ جليم)، ويؤيد ذلك ما فوصل إليه مبي عند دراسته لهذه الظاهرة على سواحل اليابان (Mii, 1956).

د - اتساع الخلدجان (الجوانب) Cusp bay breadth

وتم قياسه بناءً على أطول خط مستقيم يتعامد على المسافة بين الضرسين على أطراف الخليج (الوتر) وحتى نقطة التقائه بمنحنى الخليج (شكل رقم ١). ويتراوح متوسطات اتساع خلدجان الضروس على شواطئ الإسكندرية بين ١,٢٠،

٢,٣٠ مترا بمعدل قدره ١,٦٣ متر وانحراف معياري $\pm 0,٣١$ مترا ومعامل اختلاف وصل إلى 2٣١,٣، وبمثل ذلك على وجود اختلاف نسبي بين اتساع خلجان الضروس على طول شواطئ منطقة الدراسة حيث سجلت الخلجان بين ضروس كل من شاطئ المعمورة وشاطئ المعجمي أكبر متوسطات اتساع بلغت ٢,٣ مترا، ٢,٢ مترا على الترتيب، في حين سجلت خلجان ضروس الشواطئ الضيقة عند جليم والمنزة وستانلي أقل متوسطات اتساع بلغت ١,٢، ١,٣، ١,٣ مترا على التوالي. ويتفق هذا إلى حد كبير مع دراسات جلشير عن خلجان الضروس (Guilcher, 1948; 1958).

هـ- التباعد Cusp Spacing

يقصد به طول المسافة بين مقعدة كل ضرسين، وهي التي يعبر عنها بطول الموجة (Russell and McIntire, 1965). ويكشف تباعد الضروس نمط انتشارها على صفحة الشاطئ. ومن بيانات الجدول (رقم ٥) نرى أن متوسطات التباعد بين ضروس الشاطئ تتراوح بين ١٦,٩، ٥٦,٥ مترا بمعدل قدره ٢٢,٦٩ مترا وهو يقع ضمن الحدود التي ذكرها جلشير ورسيل ومكميلان والتي تتفاوت ما بين خمسة أمتار إلى ما يربو على ٦٠ مترا وقد تصل إلى ٧٧ مترا (Russell and Macmillan, 1952; Guilcher, 1953) كما يتفق المعدل العام (٢٢,٦٩ مترا) مع النتائج التي توصل إليها باحثين آخرون مثل رسيل وماك أستير (Russell & McIntire, 1965) وويليامز (Williams, 1973). ومن فحص المتوسطات الشهرية للتباعد من الضروس على شواطئ الإسكندرية تبين أنها لا تكشف اتجاهها عاما بحيث تتقارب هذه المتوسطات فيما بينها ويتفق ذلك مع مشاهدات كل من شورت (Short, 1979a) وسالنجر (Sallenger, 1979) وسيمور وأوبري (Seymour and Aubrey, 1985) حيث بنيت مشاهداتهم على أساس أن التماسق والانتظام في تباعد الضروس يعد سمة هامة، وصفة مميزة للضروس التي تتكون بفعل زحف الموج المصاحب للأعراج الحادة المضطربة. وقد بلغ الإنحراف المعياري للتباعد $\pm 10,٩$ مترا ومعامل اختلاف ٤٨,٠% والذي يظهر بأن هناك تفراتا واضحا في التباعد بين الضروس على شواطئ الإسكندرية، وإن كان ذلك يتفق مع النتائج التي توصل إليها إيفانس الذي لاحظ أن متوسط

اختلافات التباعد بين الضروس يصل إلى ١٤٠ كحد أدنى (Evans, 1938)، كما أكد إنمان وجوزا أن هناك تفرقا ملحوظا في التباعد بين ضروس الشاطئ. حيث يتحكم في هذا التباعد أساسا طول موجة التيار الطولي Longshore wave length بفعل الأمواج الحادة Edge waves، كما أن أقصى طول للمسافة بين الضروس والذي يسمح بالوجود المنتشر للأمواج الحادة يكون دالة كافية لامتداد الموجة الساقطة (Inman and Guza, 1982). وقد أبانت القياسات الميدانية أن هناك اختلافا ملحوظا في التباعد بين الضروس الصيفية والشتوية، حيث يكون التباعد في الأولى أقل منه مع الثانية بسبب زيادة عددها مع ضعف العمليات البحرية أثناء موسم الصيف. ومن مقارنة بيانات الضروس في موسم النهوض في الأحوال البحرية (موسم الصيف) لشواطئ الاسكندرية اتضح أن ثبات وانتظام التباعد بين الضروس يكون بصورة جيدة على الشواطئ التي تسم بالخشونة في مواعيد كشواطئ جليم وسيدي جابر والتي يتراوح التفاوت فيها ما بين ٣٠-١٣٤، على حين كشفت الشواطئ والتي تصنف بنعومة مواعيد كشواطئ المعمورة والمعجمي بقلة التماس والانتظامية في التباعد حيث بلغ الاختلاف فيها عن المتوسط ما بين ٥٩-١٦٤. بينما تظهر الشواطئ التي تكون من رواسب متوسطة الحجم كشواطئ متانلي والأنقوشى لباعدا بين الضروس التي نشأ فرقها بتفاوت فيما بين ٤٠-١٤٥ عن المتوسط (مثل رقم ٨).

٣-٢-٢ الإنحدار Cusp slope

تعد درجات الإنحدار من السمات المورفومترية الهامة في دراسة خصائص ضروس الشاطئ، وتأتي في المرتبة الثانية بعد أطوالها. واعتمدت دراسة انحدارات ضروس الشاطئ وخطجانها عن طريق عينة مكونة من ٥-١٠ حالة من كل شاطئ من الشواطئ الخمسة عشر. ويرضع الجدول التالي (جدول رقم ٦) نتائج هذه الدراسة.

جدول رقم : ٦) انحدارات الضروس وخلجانها على شواطئ الإسكندرية

متوسط انحدارات اخلجان (درجة)	متوسط انحدارات أسطح الضروس (درجة)	متوسط انحدارات جوانب الضروس (درجة)	الشاطئ
٥,٥	٢,٥	٥,٥	١- أهر نمر
٤,٠	٦,٠	٤,٠	٢- للمصرة
٥,٠	٣,٠	٥,٠	٣- التراب
٥,٥	٢,٥	٧,٥	٤- للندرة
٤,٥	٢,٥	٦,٥	٥- الصلابة
٥,٠	٢,٥	٨,٠	٦- يلى ويندى بشر
٧,٥	٥,٥	١٨,٥	٧- جليم
٦,٥	٤,٠	١٤,٠	٨- ستان
٨,٥	٤,٥	٢١,٥	٩- سبتى جمر
٥,٥	٤,٠	١٠,٠	١٠- الأربعة
٦,٠	٣,٥	٨,٥	١١- الشاطئ
٥,٠	٤,٠	٨,٥	١٢- الأنفوسى
٥,٥	٢,٥	٧,٥	١٣- للكس
٥,٠	٢,٠	٥,٥	١٤- للخبلة
٣,٥	٢,٥	٤,٥	١٥- الجبس
٥,٥	٣,٥	٩,٠	المتوسط
١,٢	٠,٩٢	٤,٩٥	الانحراف المعياري
٢٢١,٨	٢٢٦,٢	٥٤,٤	معدل الاختلاف

وتنضح من الجدول السابق أن متوسط إنحدارات جوانب الضروس تتراوح بين 4.0° ، 21° بمعدل بلغ 9.0° وانحراف معياري $\pm 4.95^\circ$ ومعامل اختلاف 154.4 مما يدل على أن هناك تفاوتاً ملحوظاً بين متوسطات درجات انحدار جوانب الضروس، وإن كانت تسم بتشابهها في أنها متوسطة الانحدار في جملتها العامة كما يعكسها قيمة المتوسط العام لها. فهناك ضروس خفيفة الانحدار (أقل من 5°) وهي التي تتركز على الشواطئ التي تتصف بنعومة رمالها كشواطئ المعمورة والمعجمي، أما الضروس المتوسطة الانحدار ($5^\circ - 10^\circ$) فتوجد على الشواطئ التي يلبغ على قوام رواسبها الرمال المتوسطة الحجم كشواطئ الشاطي والأنفوشي. وتكثر الضروس ذات الانحدار فوق المتوسط ($10^\circ - 18^\circ$) على الشواطئ التي يحيل قوام رمالها إلى الخشونة كشواطئ ستانلي والابراهيمية. أما الضروس الشديدة الانحدار ($18^\circ - 25^\circ$) فتوجد على الشواطئ ذات الرواسب الخشنة كشاطئ جليم وسيدي جابر.

وقد سجلت إنحدارات أسطح الضروس على شواطئ مدينة الإسكندرية درجات يتراوح متوسطها بين 2.0° ، 5.5° بمعدل بلغ 3.5° وانحراف معياري $\pm 0.92^\circ$ ، ومعامل اختلاف 226.3 لذا نعرض إنحدارات أسطح الضروس تبانياً طبقياً وإن كانت تشابه جميعها تقريباً في أنها خفيفة الانحدار في جملتها العامة كما تعكسها قيمة معدلها.

وتتراوح متوسط إنحدارات خلجان الضروس بمنطقة الدراسة بين 3.5° ، 8.5° بمعدل 5.5° ، وانحراف معياري $\pm 1.2^\circ$ ، ومعامل اختلاف بلغ 221.8 مما يدل وجود اختلاف طفيف في متوسط إنحدارات الخلجان عن المعدل العام لها. وسجلت خلجان ضروس الشواطئ التي يلبغ على قوام رواسبها الخشونة أكبر الانحدارات التي بلغت 7.5° ، 8.5° على شاطئ جليم وسيدي جابر على التوالي، في حين سجلت خلجان ضروس الشواطئ ذات الرواسب المتوسطة الحجم عند العصافرة وستانلي والشاطئ والمكسي على سبيل المثال - درجات إنحدار تتراوح بين $4.0^\circ - 6.5^\circ$ ، بينما سجلت خلجان ضروس شواطئ المعجمي والمعمرورة أقل الانحدارات التي بلغت 3.0° ، 4.0° على الترتيب. وقد وجدت علاقة بين درجة إنحدار جوانب الضروس الشاطئية ودرجة إنحدار خلجان الجرف

وصلت قيمة معامل الارتباط بينهما ٠,٨٦ (له دلالة عند مستوى ٠,٠١) وهو يمثل ارتباطا طرديا قويا، وكما أنه يمثل ارتباطا متلازما حيث أن هناك عاملا وسيطا يمثل فت التيار الشقي Rip current وعامل الزحف والأرتداد الموجي Swash and Backwash.

٢-٣ العلاقات الارتباطية بين خصائص الضروس وعوامل تشكيلها

يتناول هذا الجزء توضيح العلاقات الارتباطية بين الخصائص المورفومترية للضروس وخلجاتها وبعض عوامل تشكيلها بغية الخروج منها ببعض الحقائق عن مدى إسهام هذه العوامل في تكوين وتشكيل كل من الضروس وخلجاتها على شواطئ الإسكندرية. ويوضح الجدول رقم (٧)، رقم (٨) نتائج التحليل الإحصائي لهذه العلاقات باستخدام معامل ارتباط بيرسون ومعامل الارتباط الجزئي والمتعدد وتحليل الإنحدار.

(جدول رقم ٧) معطلة العلاقات الارتباطية بين مورفولوجية ضروس للشالي وخلجاتها وبعض عوامل التشكيل البحرية

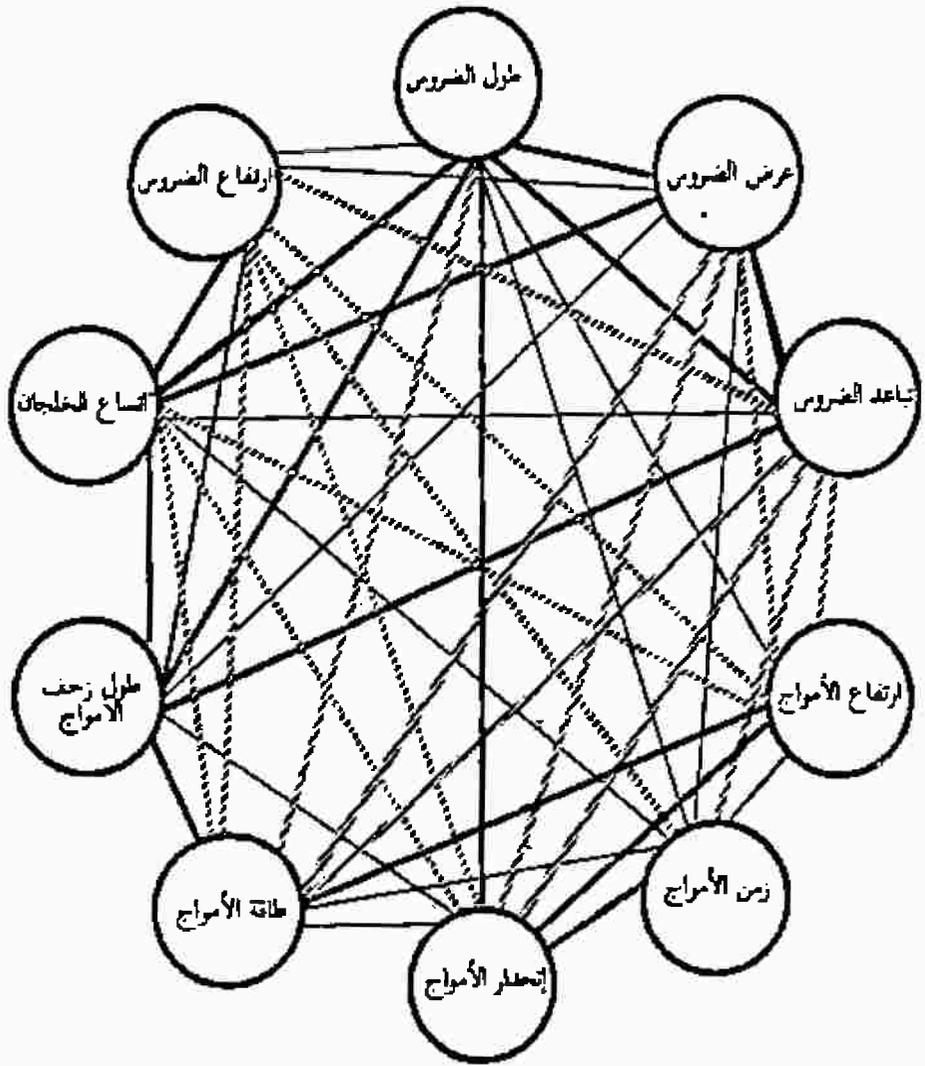
المعلمات	طول الضروس	عرض الضروس	إرتفاع الضروس	الامتداد على الضروس	إسراع الخلفان	إرتفاع الأمواج	زمن الأمواج	تسلسل الأمواج	ارتفاع الأمواج	طول وشك الموج
طول الضروس	-	٠,٦٩	-٠,٦١	٠,٧٣	٠,٢٤	٠,١٤	٠,١٩	٠,٤٦	٠,٣٣	٠,٧١
عرض الضروس	-	-	٠,٠٦	٠,٧١	٠,٧٦	٠,٣٧	٠,٨	٠,٢٥	٠,٣٥	٠,٤١
إرتفاع الضروس	-	-	-	٠,٢٦	٠,١٥	٠,٣٥	٠,٢١	٠,١١	٠,٢٤	٠,٤٩
الامتداد على الضروس	-	-	-	-	٠,٥٧	٠,٢٨	٠,١٢	٠,١٥	٠,٢٢	٠,٦٨
إسراع الخلفان	-	-	-	-	-	٠,٣٢	٠,٢٧	٠,٢١	٠,٣٥	٠,٦١
إرتفاع الأمواج	-	-	-	-	-	-	٠,١٨	٠,٥٢	٠,٥١	٠,٢٨
زمن الأمواج	-	-	-	-	-	-	-	٠,٥٢	٠,١٩	٠,١٢
تسلسل الأمواج	-	-	-	-	-	-	-	-	٠,١٨	٠,٢٨
ارتفاع الأمواج	-	-	-	-	-	-	-	-	-	٠,٢٧

(٥٥) له دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٠١ له دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥

جدول رقم ٨: الارتباط الجزئي والمتعدد ومعاملات الإنحدار
لبعض عوامل تشكيل ضرور الشاطئ

محاذاة الإنحدار	المتغيرات	مستوى الدلالة	معامل الارتباط المتعدد	المتغيرات	مستوى الدلالة	معامل الارتباط الجزئي	المتغيرات
	١ (ص)، ٤ (س)	٠.٠٥	٠.٤٩	٢٢٠١	٠.٠٢	٠.٦٧	٣٠٢١
	١ (ص)، ٢ (س)	٠.٠٥	٠.٥٣	٤٢٠١	غير قابل	٠.١٩	٢٠٣١
	١ (ص)، ٥ (س)	غير قابل	٠.١٥	٤٣٠١	٠.٠٠٥	٠.٧٨	١٠٢١
	٢ (ص)، ٣ (س)	٠.٠٥	٠.٥٩	٤٣٢٠١	غير قابل	٠.٣٨	٢٠٤١
	١ (ص)، ١ (س)				غير قابل	٠.٣٤	٤٠٣١
					غير قابل	٠.٢٩	٣٠٤١
					٠.٠٢	٠.٦٨	٤٣٠٢١
					غير قابل	٠.٠٥	٤٢٠٣١
١- متوسط التباعد بين الضرور (متر)		١- متوسط التباعد بين ضرور (متر) ٣- ارتفاع الموجة (سم) ٢- متوسط ارتفاع الضرور (سم) ٤- زمن للموجة (ثانية) ٣- طول زحف الأمواج (متر) ٥- زمن للموجة (ثانية)					
٢- متوسط ارتفاع الضرور (سم)							
٣- طول زحف الأمواج (متر)							
٤- ارتفاع للموجة (سم)							
٥- زمن للموجة (ثانية)							

يتضح من الجدول رقم (٧) والشكل رقم (٩) وجود علاقة طردية قوية بين أطوال الضرور وعرضها وتباعدها واتساعات الخلجان فيما بينها إذ أنه بزيادة أطوال الضرور تزداد اتساعاتها وتباعدها واتساعات خلجانها. كما توجد علاقة عكسية متوسطة بين إنحدار الأمواج وأطوال الضرور بحيث تعوق زيادة إنحدار الأمواج إمتداد الضرور وتحد من أطوالها، بينما توجد علاقة طردية قوية بين طول زحف الموج وأطوال الضرور فحيثما يزداد طول زحف الموج على وجه الشاطئ يزداد إمتداد الضرور بالمثل. وظاهر من الجدول كذلك وجود علاقة ارتباطية عكسية ضعيفة - غير مؤكدة - بين طاقة الأمواج من جهة وأطوال الضرور واتساعاتها وارتفاعاتها واتساعات خلجانها من جهة أخرى، وبين ارتفاع الأمواج واتساعات الضرور وارتفاعاتها وتباعدها واتساعات خلجانها. ولاتنق العلاقة الأخيرة مع دراسات لونغويت - هيجنز وباركن (Longuet - Higgins & Parkin, 1962) للضرور على شاطئ تشيسل Chesil Beach. وربما يرجع

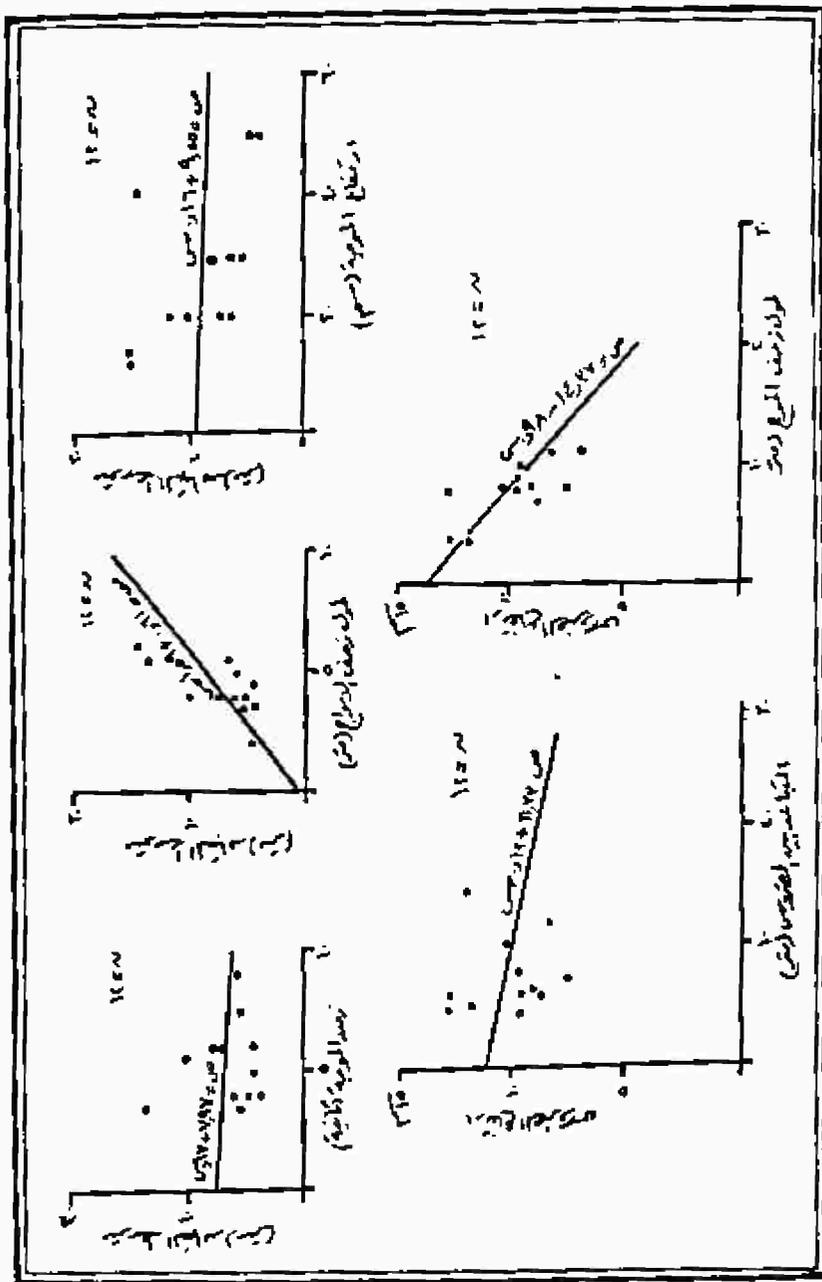


- ارتباط موجب غير دال احصائيا
- ارتباط موجب دلالة عند مستوى ٠,٠٥
- ارتباط موجب دلالة عند مستوى ٠,٠١
- ارتباط سالب غير دال احصائيا
- ارتباط سالب له دلالة عند مستوى ٠,٠٥

(شكل رقم ٩) العلاقات الارتباطية بين مورفولوجية ضروس الشاطئ وبعض عوامل تشكيلها

ضعف العلاقة السابقة إلى عوامل أخرى أكثر أهمية مثل نمط التدفق في منطقة الشاطئ الخارجى Offshore. كما توجد علاقة طردية قوية بين عرض (اتساع) الضروس وتباعدها واتساعات خلجانها. ويتضح من ذلك أنه كلما زادت اتساعات الضروس زاد التباعد بينها واتسعت خلجانها في حالة زيادة طول زحف الأمواج، في حين يعمق ارتفاع الأمواج وزيادة طاقتها نمو الضروس، ويحد من أطوالها واتساعاتها واتساعات خلجانها. ويتضح كذلك وجود علاقة طردية بين طول زحف الأمواج من جهة وارتفاعات وتباعده الضروس واتساعات الخلجان فيما بينها من جهة أخرى. ويستخلص من العلاقات السابقة أن اتساعات الضروس وتباعدها واتساعات خلجانها تزداد في حالة زيادة أطوالها، بينما تختفى الضروس وتزال، وتردم خلجانها، وتتشع معالمها في حالة أمواج العواصف أثناء فصل الشتاء، ولذا تعتبر أشهر فصل الصيف أنسب أوقات نموها وزيادة أعدادها (شكل رقم : ٧).

ويظهر من الجدول رقم (٨) والشكل رقم (٩) شدة العلاقة بين زحف الأمواج وتباعده ضروس الشاطئ في منطقة الدراسة، مما يؤكد على هيمنة هذا العامل وسيطرته على هذه الخصيصة لضروس الشاطئ وبالتالي على تطورها بوجه عام، وهو ما يتفق مع ما توصل إليه لونغويت - هيجنز وباركين (Longuet-Higgins & Parkin, 1962). كما يوضح الجدول ائتلاف العوامل الثلاثة : زمن الموجة وارتفاع الموجة وطول زحف الموجة في تفسير 7.٥٩ من التباين والاختلاف في تباعد الضروس على شواطئ الإسكندرية، بينما تعزى نسبة التباين الباقية غير المنصرفة بهذه العوامل الثلاثة إلى عوامل أخرى مثل اتجاه الرياح والفصل الذى تنمو فيه، والمد والجزر، وحجم الرواسب التى تتكون منها الضروس، مما يؤكد على ما توصل إليه لونغويت - هيجنز وباركين فى تحليلهما المحاليل للعلاقة بين تباعد الضروس وخصائص الأمواج التى اسهمت فى تشكيلها (Longuet-Higgins & Parkin, 1962). ومن جهة أخرى لم تتفق نتائج التحليل الإحصائى للإنحدار بين ارتفاع الأمواج والتباعد بين الضروس على شواطئ الإسكندرية مع ما اقترحه جونسون (Johnson, 1919) فى هذا الشأن من أن مسافة التباعد بين الضروس تتضاعف مع تضاعف ارتفاع الأمواج.



شكل رقم (١٠) : تحليل الانحدار للمعلاقة بين بعض خصائص متروس النشاط، وبعض عوامل تشكيلها .

٢- الخصائص الطبيعية لأحجام تكوينات الضروس وخليجاتها Textural Characteristics

تتميز ضروس الشاطئ بتنوع أحجام حبيبات الرواسب التي تتكون منها من شاطئ لآخر في منطقة الدراسة. وهناك عدة طرق اتبعها علماء الجيولوجيا لتقسيم حبيبات الرواسب، وتحديد العلاقات الحجمية بين كل من الزلط والرمل والطين. ويعد مقياس تدرج الحبيبات Grade Scale لونتورث (Wentworth, 1922) الأكثر استخداماً بين علماء الجيولوجيا. ومن الباحثين الآخرين الذين اهتموا بدراسة حجم حبيبات الرواسب نذكر كرومباين (Krumbein, 1934) الذي قام بعمل مقياس آخر شائع يعتمد على مقياس فاي (Phi-Scale) اللوغاريتمي، وفوك (Folk 1954) وهولي (Whalley, 1972)، وبتيجون (Petijohn, 1975).

ولدراسة الخصائص الحجمية لتكوينات الضروس وخليجاتها، تم جمع ٢٦٠ عينة سطحية من الضروس والخليجان (١٨٠ عينة من الضروس، ١٨٠ عينة من الخليجان)، وبسمك يتراوح بين ٣-٥ سم، كما تم تحليل هذه العينات ميكانيكياً. ويوضح الجدول رقم (٩) ورقم (١٠) نتائج التحليل الميكانيكي والتحليل الإحصائي لتكوينات عينات الضروس وخليجاتها على شواطئ مدينة الإسكندرية.

(جدول رقم : ٩) نتائج التحليل الميكانيكي لتكرينات الضروس وخلجانها
على شواطئ مدينة الاسكندرية

الخلجان			الضروس			الناطئ
ز	ز	ز	ز	ز	ز	
الرمل الناعم جدا والملت	الرمل المتوسط والناعم	الرمل الخشن جدا والرمل الخشن	الرمل الناعم جدا والملت	الرمل المتوسط والناعم	الرمل الخشن جدا والرمل الخشن	
Φ٤.٠ : ٢.٠	Φ٢.٠ : ١.٠	Φ٠.٥ : ١.٠	Φ٤.٠ : ٢.٠	Φ٢.٠ : ١.٠	Φ٠.٥ : ١.٠	
١١	٧٩	١٠	٦	١٦	٧٨	١- أبو قير
١٤	٨٢	٤	٥	٢٠	٦٥	٢- المعصرة
١٢	٨٠	٨	٥	٢٢	٧٣	٣- المتزة
١٠	٧٩	١١	٤	٢١	٧٥	٤- المنيرة
١٠	٨١	٩	٤	٢٠	٧٦	٥- العصارفة
١٤	٧٧	٩	٥	٢٠	٧٥	٦- ميامى وسيدى بشر
١٥	٧٣	١٢	٨	١٤	٧٨	٧- حلوم
١٠	٨١	٩	٦	٢١	٧٣	٨- منقل
١٤	٧٨	٨	٧	١٥	٧٨	٩- سيدى جابر
١٠	٧٩	١١	٥	٢٣	٧٢	١٠- البرامبية
١١	٧٧	١٢	٦	١٨	٧٦	١١- الناطئ
١٠	٨٠	١٠	٥	٢٤	٧١	١٢- الانقوشى
١١	٨١	٨	٦	٢٥	٦٩	١٣- الكس
٩	٨٢	٩	٤	٢٨	٦٨	١٤- الدخيلة
١٧	٨٠	٣	٦	٢٥	٦٩	١٥- العجمى
١١,٨٧	٧٩,٢٦	٨,٨٧	٥,٢٧	٢١,٨٧	٧٢,٨٦	المتوسط العام

ويوضح من هذا الجدول أن معدل نسبة المواد الخشنة (الرمل الخشن والخشن جداً، ١.٠ - ٥.٠) بلغ حوالي ٧٢.٨٦ من جملة تكوينات الضروس على شواطئ الاسكندرية، بينما انخفضت هذه النسبة في خلجانها فبلغت ٨.٨٧ في حين شكلت المواد الناعمة (رمل ناعم جداً والملت، أكبر من ٢.٠) نسبة ضئيلة بين تكوينات الضروس (٥.٢٧)، بينما ارتفعت هذه النسبة في تكوينات الخلجان لتصل إلى حوالي ١١.٨٧ من جملة التكوينات. وتعد كل من نشتي الرمل المتوسط الحجم والرمل الناعم (١.٠ : ٢.٠) أكبر الفئات تحميلاً حيث بلغ متوسطهما العام بين عينات الضروس ٧٢.٨٦ من جملة التكوينات، وارتفع هذا المتوسط بين عينات الخلجان إلى ٧٩.٢٦ من جملة تكويناتها. وصفوة القول أن تكوينات الضروس على مستوى شواطئ مدينة الاسكندرية تميل للخشونة، بينما تميل تكوينات خلجانها للدقة والنعومة - كما هو واضح من بيانات الجدول رقم (٩) - وربما يرجع السبب في ذلك لفرملة التكوينات التي تقوم بها الأمواج، حيث يعمل زحف المرج Swash بالنحت في الخلجان بينما تقوم المياه المرتدة Backwash بالإرساب في قرون الضروس (صورة رقم : ٢)، ويتفق ذلك إلى حد كبير من دراسات من باتيك (Pathick, 1984) وياجنولد (Bagnold, 1940).

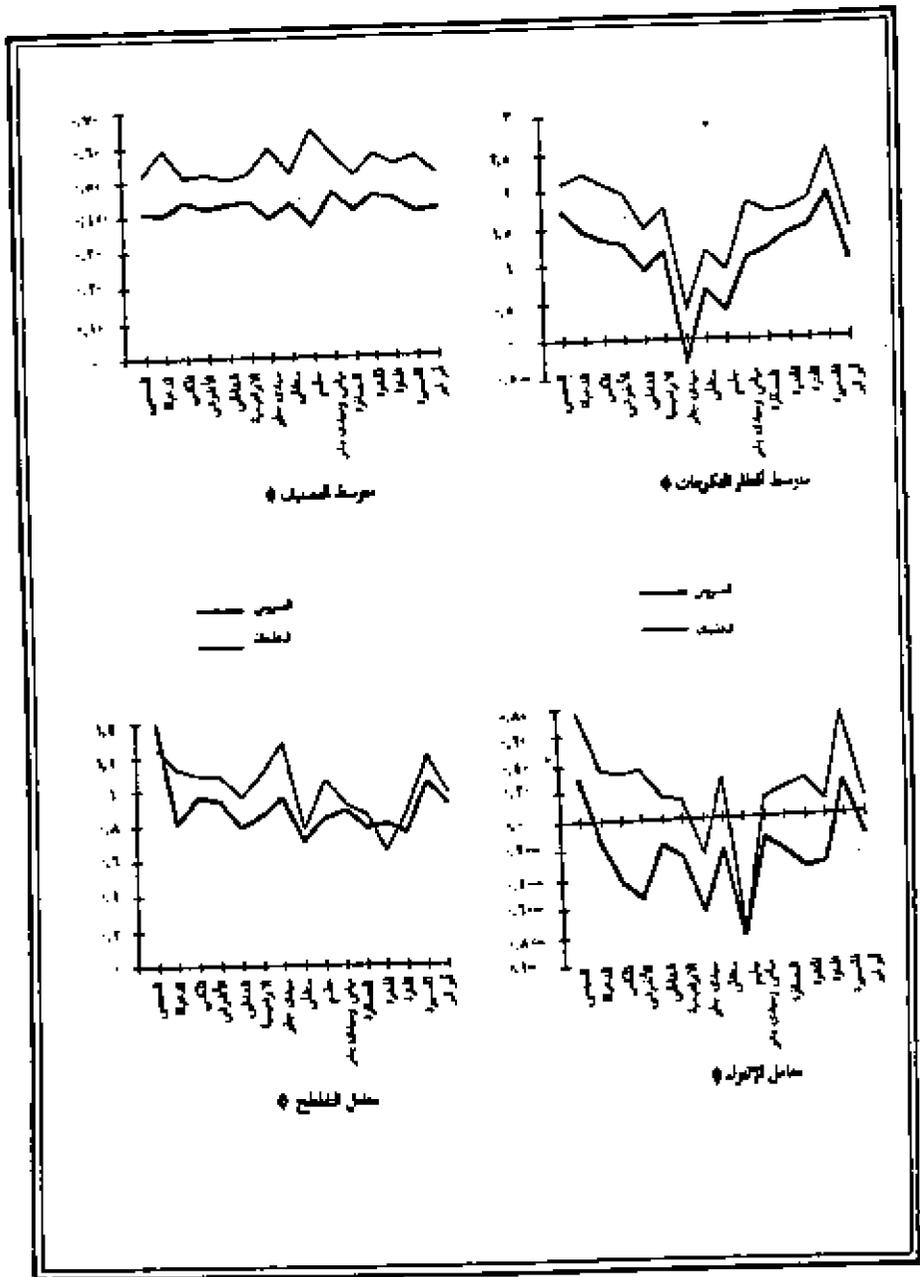
(جدول رقم : ١٠) نتائج التحليل الاحصائي لعينات لتكوينات الضروس
وخلجانها على مواطن مدينة الاسكندرية

معامل التفرطح Φ		معامل الانتواء Φ		متوسط التصنيف Φ		متوسط أقطار التكوينات Φ		الشاطئ
الخلجان	الضروس	الخلجان	الضروس	الخلجان	الضروس	الخلجان	الضروس	
٠,٩٨	٠,٩١	٠,١٠+	٠,١٦-	٠,٥١	٠,٢١	١,٤٦	١,٠٢	١- أبو قير
١,١٩	١,٠٤	٠,٦٩+	٠,٢١+	٠,٥٦	٠,٤٠	٢,٥٢	١,٨٩	٢- المعمورة
٠,٨٨	٠,٧٥	٠,٠٩+	٠,٣٤-	٠,٥٤	٠,٤٤	١,٨٦	١,٤٨	٣- المترة
٠,٦٥	٠,٨٠	٠,٢٥+	٠,٣٧-	٠,٥٧	٠,٤٥	١,٧٢	١,٣٧	٤- المنيرة
٠,٨٦	٠,٧٨	٠,١٩+	٠,٢٥-	٠,٥١	٠,٤١	١,٦٨	١,١٨	٥- الصافرة
٠,٩٢	٠,٨٩	٠,١٢+	٠,١٦-	٠,٥٧	٠,٤٦	١,٨١	١,٠٦	٦- ميامي وسيدى بشر
١,٠٦	٠,٨٤	٠,٧٨-	٠,٨٢-	٠,٦٤	٠,٣٧	٠,٩٢	٠,٣٩	٧- جليم
٠,٧٨	٠,٧١	٠,٢٧+	٠,٢٣-	٠,٥٢	٠,٤٣	١,١٨	٠,٦٤	٨- ستلى
١,٢٨	٠,٩٥	٠,٢٥-	٠,٦٥-	٠,٥١	٠,٣٩	٠,٤١	٠,٣٢-	٩- سيدى جابر
١,١١	٠,٨٦	٠,١٣+	٠,٢٧-	٠,٥٢	٠,٤٤	١,٧٥	١,١٥	١٠- الابراهيمية
٠,٩٦	٠,٧٩	٠,١٥+	٠,١٨-	٠,٥٠	٠,٤٣	١,٤٨	٠,٩٢	١١- الشاطئ
١,٠٩	٠,٩٤	٠,٣٦+	٠,٥٥-	٠,٥٢	٠,٤٢	١,٩٦	١,٢٥	١٢- الأنفوشى
١,١٠	٠,٩٦	٠,٣٢+	٠,٤٣-	٠,٥١	٠,٤٤	٢,٠٨	١,٣٢	١٣- المكس
١,١٣	٠,٨١	٠,٣٥+	٠,١٧-	٠,٥٩	٠,٤٠	٢,٢٢	١,٤٣	١٤- الدخيلة
١,٢٥	١,٣٨	٠,٧٥+	٠,٢٨+	٠,٥٢	٠,٤١	٢,٠٩	١,٧٢	١٥- المجمعى
١,٠١	٠,٨٦	٠,١٨+	٠,٢٧-	٠,٥٤	٠,٤٢	١,٦٧٦	١,٠٠٥	المطل
٠,٢٩	٠,٢٧	٠,٠٥+	٠,٠٨-	٠,١١	٠,١٣	٠,٢٤٧	٠,٢٩٨	الانحراف المعيارى
228,٧	231,٤	22٧,٨	22٩,٦	22٠,٤	22٠,٩	21٤,٧٤	22٩,٦٥	معامل الاختلال

ظاهر من الجدول أن متوسطات أقطار حبيبات تكوينات الضروس وخلجانها على شواطئ مدينة الاسكندرية تتراوح بين $0.32, 0.52 \phi$ مما يدل على أن قشات الرمل الخشن جدا أو الخشن والمتوسط هي أكثر الفئات تشبيهاً بين التكوينات، وهذا ما أكدته نتائج التحليل الميكانيكي للتكوينات، كما يبدو من الجدول أن متوسط أقطار تكوينات الخلجان أصغر من (قومة ϕ كبيرة) من مثيله لتكوينات قرون الضروس المجاورة لها على الشواطئ قيد الدراسة، وتتفق هذه الملاحظة إلى حد بعيد مع ما سجلته أدبيات جيومورفولوجية السواحل المهتمة بمثل هذه الدراسة. وتعرض الشواطئ المتسعة التي تتصف بنعومة رواسبها (مثل شاطئ المعمورة والعجمي) أقل نسبة لبان (21-25%) في متوسط أقطار التكوينات السطحية لكل من الضروس وخلجانها، على حين تعرض الشواطئ التي تتميز بخشونة رواسبها (مثل شاطئ جليم وسيدى جابر) أكبر نسبة اختلاف (65-95%) في متوسط أقطار تكوينات الضروس وخلجانها (شكر رم: 11)

وبمقارنة قيم معامل التصنيف لتكوينات الضروس وخلجانها في منطقة الدراسة التي تتراوح بين $0.37, 0.64 \phi$ بترتيب التصنيف التي وضعها فوك ووارد (Folk and Ward, 1957) يتضح أن تصنيف تكوينات قرون الضروس يقع من فئة التصنيف الجيد (أقل من 0.50ϕ) بينما تقع قيم تصنيف الخلجان في فئة التصنيف المتوسط ($0.50 : 0.60 \phi$)، وربما يرجع ذلك لميل تكوينات قرون الضروس للخشونة، بينما تميل تكوينات خلجانها إلى النعومة، وذلك بسبب اختلاف تأثير الأمواج وعملية الزحف والأرنداد الموجي في نفتيت الرواسب وجرفها، بالإضافة إلى تأثير العتق المحلي على درجة التصنيف حيث لوحظ أن الرواسب الضعيفة التصنيف نسبياً يكون العتق أمام شواطئها ضحلاً لا يتعدى المتر أثناء المد العالي، وشاطئ جليم وسيدى جابر مثال لذلك، وهذا بهامد على تقليل كمية طاقة الأمواج التي تصل إلى الشاطئ والتي بضعف معها تكرار الرواسب مما يؤدي إلى الوصول بها إلى حالة من عدم التجانس نسبياً.

ويتضح من الجدول السابق أن قيم معامل الالتواء لمينات التكوينات السطحية بضرروس الشاطئ وخلجانها في منطقة الدراسة تتراوح بين $0.27, 0.18+$ ، وهذا يدل على تميز التكوينات بنمط توزيعي متماثل تقريبا للخلجان، بينما تميل



(شكل رقم 11) : شائع التبدل الاحصائي لتكرينات الضروس
 وخلقها على شواطئ مدينة الاسكندرية

تكوينات الضروس إلى الحيود نحو المكون الخشن، على حين يظهر علم وجود اختلاف واضح بين معامل الانتواء لكل من تكوينات قرون الضروس والخلجان على شاطئ جليم حيث تميل التكوينات هنا إلى الحيود تجاه المكون الخشن. كما أن تكوينات الخلجان على شاطئ المنزة تتميز بالانتواء متماثل تقريبا إذا ما قورن بالانتواء تكوينات ضروسها التي تميل إلى الحيود تجاه المكون المتوسط الخشونة، بينما تنزع تكوينات الخلجان على شاطئ المعصورة إلى الحيود نحو المكون الشديد النعومة إذا ما قورنت بتكوينات الضروس التي توصف بحيودها تجاه المكون الناعم نسبيا.

ومن الجدول السابق يتضح أن قيم معامل نقرطح عينات الضروس وخلجانها يتراوح بين $0.75, 1.38\phi$ لذا تقع في جميع ثبات النقرطح (المقرطح - المتعادل - المدبب) مما يدل على علم تجانسها وبنائها وأنواعها وخصائصها، ويؤكد ذلك ارتفاع قيمة معامل الاختلاف لمؤشر النقرطح والتي بلغت 231.4 للضروس، 228.7 للخلجان. كما يظهر من الجدول أن متوسط نقرطح عينات لضروس على الشواطئ الناعمة (المعصورة والمجمي) يبلغ $1.04, 1.38\phi$ بينما يبلغ في خلجانها $1.19, 1.25\phi$ وهما يعني أن نمط التوزيع في كل من الضروس والخلجان يأخذ الشكل المدبب في حين تميل نمط التوزيع لتكوينات الضروس والخلجان على الشواطئ الخشنة (جليم وسيدى جابر) تجاه النمط المقرطح أو المتعادل على الضروس حيث بلغ متوسط معامل نقرطحها $0.84, 0.95\phi$ بينما يأخذ التوزيع الشكل المدبب في الخلجان حيث بلغ متوسط معامل نقرطحها $1.06, 1.28\phi$ ، وهذا يعني أنه على الرغم من عدم التجانس بين التكوينات إلا أن تكوينات الضروس تسجل نوعا من التجانس النسبي بالمقارنة بخلجانها على مستوى منطقة الدراسة. وقد سجلت عينات ضروس وخلجان شاطئ أبو قير نقرطحا بلغت قيمته $0.91, 0.98$ على الترتيب، أي أنها تقع في فئة التوزيع متوسط النقرطح (أو التوزيع المتماثل). وبينما سجلت عينات ضروس وخلجان شاطئ ستانلى توزيعا مقرطحا، سجلت عينات الضروس على شاطئ الدخيلة نقرطحا بلغت قيمته 0.81 أي أنها تقع في فئة التوزيع المقرطح، الذي يحكس تشتت القيم حول متوسطها، إذا ما قورنت بعينات الخلجان الذي يأخذ نمط توزيعها الشكل المدبب حيث بلغ متوسط معامل نقرطحها $1.13, 1.1\phi$.

والنسبة لمقارنة خصائص التكوينات السطحية بالتكوينات تحت السطحية (١٠-٥ سم)، فقد أظهرت الملاحظات الميدانية أن حبيبات التكوينات تستدق وتميل إلى النعومة بشكل متتابع من أسفل إلى أعلى في ضروس بعض الشواطئ مثل شاطئ الشاطبي والأنفوشي والدخيلة، بينما ينعكس الوضع فيزداد حجم الحبيبات وتميل إلى الخشونة بشكل متتابع أيضا من أسفل إلى أعلى داخل تكوينات الضروس إذا ما قورنت بتكوينات خطلجانها التي تستدق وتزداد نعومتها من أسفل إلى أعلى في بعض الشواطئ مثل شاطئ المنذرة والعصافرة والابراهيمية والمكس في حين لم نشاهد أية اختلافات في تتابع وزيادة خشونة الحبيبات من أسفل إلى أعلى في كل من تكوينات قرون الضروس وخطلجانها على شاطئ جليم وميدى جاير. أما على شواطئ أبي قير والمنتزة ومثانلي لم يظهر أى من هذه التباينات على كل من الضروس والخطلجان التي نشأ فوقها. وعلى الرغم من انتشار تقصى الحقائق عن خصائص التكوينات السطحية لضروس الشاطئ على نحو متزايد في الآونة الأخيرة إلا أن قليل جدا من الدراسات هي التي وجهت اهتمامها نحو دراسة التركيب الداخلي وخصائص التكوينات تحت السطحية للضروس الشاطبية وخطلجانها (Chaftez & Kocurek, 1981, Artia, 1987). فقد أشار كاتر وكوكيرك إلى أن هناك نزعة للضروس المتجمعة فوق الشاطئ لأن تعرض تكوينات قرونها تابعا خشنا من أسفل إلى أعلى. ويتفق هذا الرأي مع ما أظهرته الدراسة الميدانية لضروس شواطئ مدينة الاسكندرية غير أنه ليس من السهل تفسير أصل هذا التتابع وتعليل اختلافه من تكوينات الضروس على بعض الشواطئ قيد البحث.

٤- تصنيف الضروس

من الثابت أنه ليس هناك بحثا واحدا تناول تصنيف ضروس الشواطئ بالتفصيل، وربما يرجع ذلك إلى اعتقاد الباحثين في أنه حينما نشأ هذه الضروس تكون طريقة تكوينها واحدة متشابهة. ولكن بعد الدراسة الميدانية المكثفة لمدة عام كامل لثلاثمائة وأربعة وثلاثين ضرسا على شواطئ مدينة الاسكندرية اتضح وجود تباين بين هذه الضروس من حيث قوة النشأة الرئيسى الذى انعكس على كل من الأبعاد والشكل الذى تتخذه قرون وخطلجان هذه الضروس.

اتضح وجود تباين بين هذه الضروس من حيث قوة عامل النشأة الرئيسي الذي انعكس على كل من الأبعاد والشكل الذي تتخذه قرون وخلجان هذه الضروس. كما تختلف الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية من حيث مدى تلاشيها واخفائها من الشاطئ، وكذلك نوع رواسبها.

وسوف نعرض في هذا الجزء محاولة أولية -ستجها محاولة أخرى تفصيلية- لتصنيف الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية، كما سوف نتناول دراسة وتحليل أوجه التباين بين الضروس لكشف مدى الاختلاف بينها وتوضيح نوع العلاقات بين المتغيرات التي تحكمت في أبعاد وشكل هذه الضروس. وبناء على ذلك فإن أهم الأسس التي سوف نعتمد عليها عند تصنيفنا للضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية يمكن حصرها في : الأبعاد (الطول-العرض)، التباعد، ودرجة التفرج.

٤-١- تصنيف الضروس حسب الأبعاد (الطول-العرض)

ذكرنا آنفاً أن الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية تتفاوت من حيث الطول والعرض تبعاً للتفاوت في أشكالها والمساحات التي تغطيها. وتتراوح متوسطات في أطوال الضروس بين ١,٣٥ على شاطئ سيدى جابر، ٢,٢٥ متراً على شاطئ المعمورة، في حين بلغ معدل طول الضروس ١,٨٣ متراً (جدول رقم ٥). كما تتراوح متوسطات عرض (إتساع) الضروس بين ١,١٥ متراً على شاطئ جليم، ١,٥٧ متراً على شاطئ مياس وسيدى بشر (جدول رقم ٥). (جدول رقم ١١) تصنيف الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية حسب أطوالها وعرضها

التصنيف حسب أقصى عرض				التصنيف حسب الطول			
النسبة المئوية	عدد الضروس	أبعاد العرض متر	الوصف	النسبة المئوية	عدد الضروس	أبعاد العرض متر	الوصف
٥,٤	١٨	أقل من ٠,٥	ضروس قليلة العرض جداً	٢,٦	١٢	أقل من ١,٥	ضروس قليلة الطول جداً
٢٤,٨	٨٣	٠,٥٠ -	ضروس قليلة العرض	٨,٧	٢٩	١,٥٠ -	ضروس قليلة الطول
٥٨,٤	١٩٥	١,٠٠ -	ضروس متوسطة العرض	٤٦,٧	١٥٦	١,٥٠ -	ضروس متوسطة الطول
٩,٣	٣١	١,٥٠ - ٢,٠٠	ضروس كبيرة العرض	٣٦,٢	١٢١	٢,٠٠ - ٢,٥٠	ضروس كبيرة الطول
٢,١	٧	أكثر من ٢,٠٠	ضروس كبيرة العرض جداً	٤,٨٠	١٦	أكثر من ٢,٥٠	ضروس كبيرة الطول جداً
١٠٠	٣٣٤		المجموع الكلى	١٠٠	٣٣٤		المجموع الكلى

ويوضح الجدول التالي (جدول رقم : ١١) تصنيف ضروس شواطئ مدينة الاسكندرية حسب فئات الطول المختلفة، وتبعا لأقصى عرض لها.

يظهر من الجدول أن الضروس متوسطة الطول (١,٥٠-٢,٠ متر) تستحوذ وحدها على ما يقرب من نصف عدد الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية، أي ما يعادل ٧٤٦,٧ وتليها الضروس الكبيرة الطول ٢٣٦,٢. ويلاحظ أن الضروس ذات الطول الكبير جدا (٢,٥ متر فأكثر) تشكل نسبة ضئيلة من ضروس شواطئ مدينة الاسكندرية إذ بلغ عدد ١٦ ضروسا بنسبة ٤,٨٪ في حين يلاحظ أن الضروس قليلة الطول جدا (أقل من ١,٠ متر) تمثل أقل أنواع الضروس انتشارا على وجه شواطئ مدينة الاسكندرية. وهذا يعكس لحد كبير ظروف النشأة لعدد كبير من الضروس لاسيما تلك التي ارتبطت نشأتها بفصل نموها ودرجة انحدار الشواطئ الذي تنتشر فوقه ودرجة توجيه خط الشاطئ وتعرضه لتأثير الأمواج.

ويضع من الجدول كذلك أن الضروس قليلة العرض والمتوسطة العرض تمثل نسبة كبيرة جدا من مجموع عدد الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية ٢٨٣,٢ يليها فئة الضروس كبيرة العرض التي بلغت نسبتها ٢٩,٣٪. وهذا يعكس أيضا طبيعة النشأة لعدد كبير منها، إذا ارتبط بدرجة انحدار الشاطئ الأمامي وزيادة طول زحف الأمواج عدد كبير من الضروس التي أظهرت استطالة واضحة وضيقا في العرض. وتشكل الضروس ذات العرض الكبير جدا نسبة صغيرة جدا من إجمالي عدد الضروس مما يدل على أن عددا من ضروس شواطئ الاسكندرية يقل فيها العرض عن الطول، أي تكون أميل إلى الاستطالة منها إلى الامتدادة.

٤-٢- تصنيف الضروس حسب التباعد

تباين خصيصة التباعد بين ضروس شواطئ مدينة الاسكندرية تباينا كبيرا إذ تتراوح متوسطاتها بين ١٨٨٤، ٣٠,٥٦ مترا في حين بلغ معدل التباعد ٢٦,٦٩ مترا (جدول رقم : ٥). ويوضح الجدول رقم (١٢) تصنيف هذه الضروس حسب فئات التباعد (المسافة بين كل ضرسين) المختلفة.

(جدول رقم : ١٢) تصنيف الضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية
 حسب التباعد (طول المسافة بين الضروس)

النسبة المئوية	عدد الضروس	متوسط التباعد (متر)	الوصف
٢٨,٤	٩٥	أقل من ١٠	ضروس تباعدها قليل جدا
٤٧,٠	١٥٧	١٠ - ٢٠	ضروس تباعدها متوسط
٢٠,٤	٦٨	٢٠ - ٣٠	ضروس تباعدها كبير
٤,٢	١٤	أكثر من ٣٠	الأشكال الهلالية
١٠٠	٣٣٤		المجموع الكلي

يلاحظ من الجدول أن الغالبية العظمى من الضروس على شواطئ الاسكندرية إما قليلة التباعد جدا أو متوسطة التباعد، إذ بلغ عددها ٢٦٠ ضرسا نسبة ٧٧,٤ معظمها حديث النشأة، ويليها الضروس الكبيرة التباعد ٤٠,٤٪. كما يلاحظ أن الضروس الهلالية الشكل (تباعدها أكثر من ٣٠ مترا) تشكل نسبة ضئيلة جدا من ضروس شواطئ مدينة الاسكندرية إذ بلغ عددها ١٤ ضرسا نسبة ٤,٢٪، ولهذا فإن مثل هذه المسافات يقل وجودها على ساحل منطقة الدراسة إذا ما قورنت بأنواع الضروس الأخرى.

٤-٣- تصنيف الضروس حسب درجة تفرجها

لقد تبين لنا من خلال المشاهدات الميدانية أن قيم أطوال الضروس تختلف باختلاف أطوال المسافات بينها (التباعد). وللتأكد من ذلك سحبت عينة عشوائية من ١٠٠ ضرس واستخدم مقياس مربع كاي حيث تم حساب ترتيب الوسيط ٥٠,٥ وقيمه ٢٧,٦ متر لطول المسافة بين الضروس (التباعد)، أما قيمة الوسيط لطول الضروس فتبلغ ١,٩٥ مترا. ويوضح الجدول رقم (١٢) توزيع أطوال المسافة بين الضروس (التباعد) ودرجة تعرض الشواطئ للعوامل البحرية.

(جدول رقم : ١٣) التوزيع الاحصائي لظروس شواطئ مدينة الاسكندرية
 حسب درجة النضج (العدد ١٠٠ ظروس)

المجموع	درجة تعرض الشاطئ للعوامل البحرية (ضعيفة)	درجة تعرض الشاطئ للعوامل البحرية (متوسطة)	درجة تعرض الشاطئ للعوامل البحرية (جيدة)	الوسيط	
٤١	٢٣	٧	١١	≥ 27.6	طوبى المسافة بين الظروس
٥٩	١٤	٨	٣٧	≤ 27.6	
١٠٠	٣٧	١٥	٤٨		المجموع

ومن معالجة بيانات الجدول السابق تم الحصول على قيمة مربع كاي (١٣,٥٤) وهي قيمة ذات دلالة عند مستوى دلالة ٠,٠١ حيث أنها أكبر من القيمة النظرية (٩,٢١) لذا نرفض الفرض الصفري التامل بعدم وجود اختلاف بين درجات تعرض الشاطئ للعوامل البحرية، ونستنتج أن كل فئة من الفئات التصنيفية ذات انحرافات لها دلالة، وإن قيم أطوال الظروس تختلف باختلاف أطوال المسافات بينها، ولذا فإنه يمكن القول بأن بينهما تبايناً دون أن تخضع هذه المجموعات التوزيعية للعشوائية.

وبناء على هذه الفئات التصنيفية أمكن تقسيم ظاهرة ظروس الشاطئ التي تم اختيارها وقياسها ميدانياً (١٠٠ ظروس) حسب درجة النضج إلى المجموعات التالية بهدف التعرف على سماتها المورفولوجية :

أ - الظروس الشاطئية الناضجة

وهي التي تنشأ فوق الشواطئ التي تكون درجة تعرضها للعوامل البحرية جيدة، بحيث تضم هذه المجموعة من الظروس تلك الظروس الشاطئية التي يقل طولها والمسافة بينهما معا عن قيمتي الوسيط، كما تضم ظروس الشاطئ التي يزيد فيها كل من طول الظروس وطول المسافة بينهما عن قيمتي الوسيط لكل منهما. ويصل عدد حالات هذه المجموعة ٤٨ حالة بنسبة ٤٨٪. وتوزع الظروس

الناضجة عموماً على شواطئ المنذرة والعصافرة وجليم وسيدي جابر. وربما يميز ارتفاع نسبة الضروس الناضجة هنا إلى انخفاض مؤشر لدرج الموجة، وخشونة الرواسب الشاطئية في غالبية مواضعها، وضخامة المنطقة الساحلية أمام الشواطئ التي تتركز فوقها، هذا بالإضافة إلى عامل الانتظام أو التجانس في عمليات التحت والإرساب الشاطئية.

ب- الضروس المتوسطة النضج

وهي التي يكون فيها طول الضروس أقل من قيمة الوسيط، بينما تكون طول المسافة بينها أكبر من قيمة الوسيط معاً. كما تضم هذه المجموعة تلك الضروس التي يكون طولها أكبر من قيمة الوسيط بينما تقل المسافة بينها عن قيمة الوسيط. وعامة يقل عدد الضروس في هذه المجموعة نسبياً بحيث يصل إلى ١٥ حالة بنسبة ١٥٪ من مجموع عددها. وتتركز هذه الضروس أساساً على شواطئ أبو قير المعمورة وسيدي بشر والابراهيمية والأنقوشى والعجمى.

ج- الضروس غير الناضجة

وتحدد خصائص هذه المجموعة في اختلاف أطوال الضروس على جانبي خلجانها، بحيث يكون طول أحد الضروس على جانبي خليج نحت الأمواج أقل من وسيط طول الضروس، والثاني يكون طوله أكبر من قيمة الوسيط. ويرتفع عدد الحالات هنا نسبياً ليصل إلى ٣٧ حالة بنسبة ٣٧٪، وبهذا يبدو لنا أن هذه الضروس غير متجانسة. وتوزع هذه الضروس على شواطئ المنتزة وستاتلى والشاطبي والدخيلة.

٥- نشأة الضروس وتطورها

على الرغم من ظاهرة ضروس الشاطئ لاتعد من الظواهر الجيومورفولوجية الساحلية واسعة الانتشار، كما أنها ليست من أشكال السطح الكبيرة في حجمها أو مدى تضررها الذي لا يتجاوز كما رأينا المتر الواحد (جدول رقم ٥)، إلا أنها لم تحظ باهتمام كثير من الباحثين. وعلى الرغم من أن أصل ضروس الشاطئ على ساحل مدينة الاسكندرية ليس واضحاً للوهلة الأولى إلا أنها تلفت النظر

بسبب زركشتها لخط الشاطئ، وتشد الانتباه إلى محاولة تفسير أصل نشأتها وتطورها. وبطبيعة الحال لا يمكن أن يعتمد التفسير الدقيق أو التأكيد الحاسم والمقنع لأصل هذه الظاهرة على شواطئ مدينة الاسكندرية على دراسة واحدة -مثل الدراسة الحالية- بل أن الأمر يتطلب أكثر من دراسة تفصيلية لأكثر من خصيصة للضروس، ويمزى ذلك إلى الطبيعة الثقلية لهذه الظاهرة المتميزة بسرعة زوالها واختفائها، إلى جانب ندرة البيانات الدقيقة عن خصائص الأمواج، وعدم القدرة على مراقبة سلسلة العمليات الجيومورفولوجية السابقة لتكوين ونشأة الضروس لا سيما في المواضيع التي لم تنشأ عليها من قبل.

وبصفة عامة، تختلف العوامل المشغولة عن تكوين ضروس الشاطئ وخلجاتها من شاطئ لآخر، كذلك على الشاطئ الواحد في أوقات مختلفة، وعلى هذا الأساس فإن إرجاع هذه الظاهرة إلى أصولها موضوع صعب وغامض غير معروف اختلف الباحثون بشأنه. إذ يرى البعض أن ضروس الشاطئ وخلجاتها تمثل مظهرا جيومورفولوجيا نجم عن النحت غير المنتظم للأصواج في وجه الشاطئ (Schwartz, 1972; Twidale, 1976)، ومنهم من عزاها إلى عملية البناء والإرساب بفعل الأمواج وزحفها (Russill & King, 1972; Komer, 1976; McIntire, 1965)، وهناك من يذكر بأنها لنجم عن النحت والإرساب معا بفعل الأمواج الهدامة والأمواج المرتدة في تشكيل مجموعة من المقعرات والمحدبات تتعامد محاورها على خط الشاطئ، وتسلق الأمواج المرتدة المقعرات فتنتح فيها وترسب في المحدبات، ومن ثم تشكل الضروس في مناطق المحدبات، بينما تشكل الخلدجان في مناطق المقعرات (Timmermans, 1935; Kuenen, 1948). فسي حين حبلد البعض وجود علاقة بين الخصائص الطبيعية للأمواج وبين تكوين ضروس الشاطئ مثل تقاطع سلاسل الأمواج وطاقة الموجة ومنهم (Dalrymple & Lanan, 1976; Longuiet-Haggins & Parkin, 1962) البعض إلى أنها دالة للتفاعل بين الأمواج من جهة وطبوغرافية الشاطئ من جهة أخرى (Doubois, 1978; Otvos, 1946; Evnas, 1938). أما راسيل وماك انتير (Russell & McIntire, 1965) فقد أرجعا نشأة ضروس الشاطئ في غرب استراليا إلى تأثير التيار الساحلي، كما قررا بأن فتحات الضروس (ويقصد بها خلدجان النحت البحري) قد تكونت في ضرات ثابتة، بينما يعتقد كافتر وكوكيرك

(Chafetz & Kocurek, 1981) في أن نشأة وتطور الضروس قد ترجع إلى عمليات النحت في أثناء المد العالي وأثناء فترات الأمواج الأكثر ارتفاعاً، كما يقرر وورول (Worrall, 1969) بأن ثبات وجودها يرجع إلى الانتظامية في تأثير الموج.

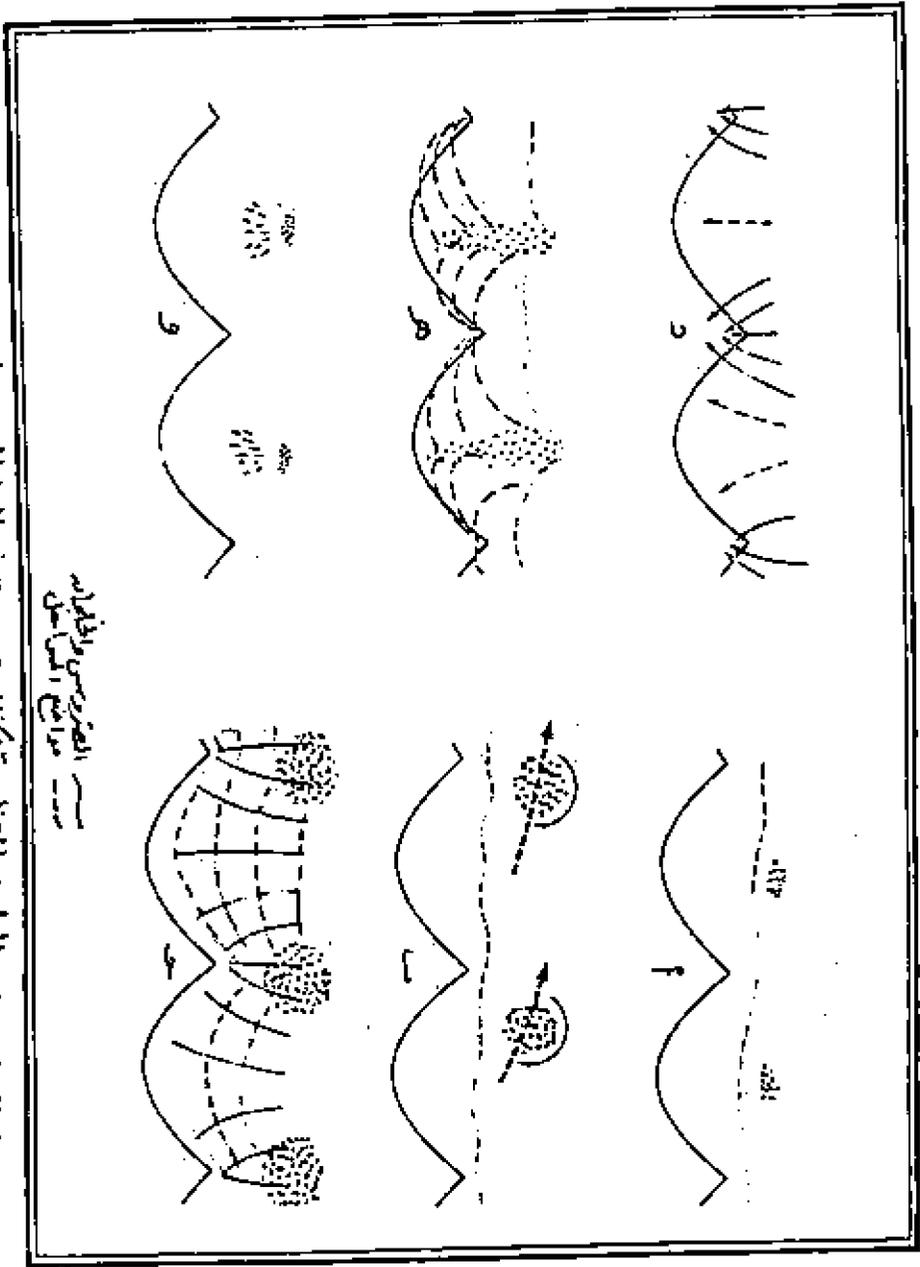
وربما يرجع هذا الخلاف بين الباحثين وتضارب آرائهم حول كيفية نشأة ضروس الشاطئ إلى الخلط بين مفهومين مختلفين هما الأصل والتشكيل. فالأصل يبحث في أسباب النشأة وعوامل ضبط التوزيع المكاني للظاهرة أي سر وجودها في مواضع معينة من الشاطئ دون سواها، بينما يعنى التشكيل جميع العوامل والعمليات التي أسهمت بدور في حفر الخلجان وتكوين الضروس سواء أكان ذلك بفعل الأمواج أم بفعل التيار الساحلي. فالأصل هو نقطة البداية الذي منه شرعت العوامل في تكوين الضروس وإيرازها بأبعادها وأشكالها المميزة. وعلى هذا فإن التفرغ لنشأة ضروس الشاطئ وتطورها يتطلب التفرقة بين أسباب النشأة وعوامل ضبط توزيعها المكاني، والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي أسهمت بدور في تكوين وتطور ضروس الشاطئ وخلجانها.

ولعل أهم ما يساعد على نشأة وتطور ضروس الشاطئ وجود مخزون كبير من الرواسب الشاطئية كبيرة الحجم - رمال خشنة ومسطح زلطي حصوي. وغالباً ما تختفى ظاهرة الضروس وخلجانها من الشواطئ التي يقل إنحدارها بصفة عامة عن درجة واحدة، أو تعيل إلى الأستواء التام، كما أنها تختفى من الشواطئ التي يزيد إنحدار واجهاتها عن ٢٥°.

وقد أوضحت الدراسة الميدانية أن أنسب الشواطئ الأمامية التي يتراوح إنحدارها بين ٤° إلى ١٦° حيث يساعد الإنحدار بهذا المدى عمل الأمواج الهدامة الزاحفة والأمواج المرتدة العائدة في تشكيل مجموعة من المقعرات والمحدبات تشكل في النهاية الخلجان والضروس. وتعد الأمواج عاملاً هاماً في ظهور الضروس أو في اختفائها، وبالتالي في تطورها (Riner, 1986; Komar, 1973) فحيثما تبديد طاقة الموجه على وجه الشاطئ وواجهته وتزحف في شكل شعاب تفصلها المحدبات، ثم تتحد كل شعبتين في شعبة واحدة تسمى الموجه المرتدة أو العائدة (الخضرية) التي تجدد طرفها إلى المقعرات تجاه البحر فتقوم

بنحتها لتشكل في النهاية خلجان الضروس (شكل رقم ٢١) وفيما بينها يتم الترسب لتتشكل قرون الضروس نفسها (Petlick, 1984). وبناء على ذلك ترسب المياه العائدة المواد الخشنة في قرون الضروس فيما بين الخلجان، وبالتالي فتأثير عمليات التجريف على الخلجان أكبر من تأثيرها على الضروس لارتفاع نفاذيتها، وذلك لخشونة موادها التي تعمل على تبديد الطاقة (King, 1972). وبالرغم من ذلك فالضروس تهجر وتختفي عندما لهاجمها أمواج العواصف القوية لاسيما إذا ما التقت بخط الشاطئ بزاوية مائلة أو شبه عمودية (Mii, 1958) لوجود عنصر الهلم فيها (Otvos, 1964b)، بينما تنمو وتتطور في حالة الأمواج الهادئة في حالة ما إذا التقت بخط الشاطئ بقمم موازية له. كما يعمل زحف الأمواج على نشوء الضروس أو وقف تقدمها تجاه البحر، بينما تعتمد الضروس في تطورها على سرعة أرتداد أو رجوع الأمواج التي ينبغي أن تكون عالية لتزيد من قدرتها على حمل الرواسب، فعلى حين يؤكد كوينين (Kuonen, 1948) على عمليات الإرساب في نشأة الضروس، نجد أن جليشير (Guilcher, 1958) يعمد لتكوينها إلى تحطيم وتحرق حواجز الشاطئ أو جسور العناب البحرية المتجمعة فوق وجه الشاطئ الأمامي. غير أن رسيل وماك اتشير (Russell and McIntire, 1965) ينسب نشأة الضروس إلى ضعف طاقة الأمواج في الفترة الإنتقالية بين الظروف الصيفية والشتوية حيث تؤدي أنماط التدفق الخلوي للمياه في هذه الفترة إلى تكوين الضروس على وجة عتبة الشاطئ Beach berm المواجه للبحر.

وقد أبانت الدراسة الميدانية في منطقة الدراسة، أن الأمواج الهادئة في موسم الصيف والخريف تلتقي بخط الشاطئ بقمم شبه موازية له غير مائلة هي أنسبة أنواع الأمواج لنشوء هذه الظاهرة والعمل على تطورها، بينما تختفي في حالة أمواج العواصف الشتوية التي ترتطم بالشاطئ بزاوية مائلة حيث تصبح السيادة لعملية التجريف على إمتداد الشاطئ وتشتت المواد الشاطئية على سطح القاع البحري القريب من الشاطئ. كما اتضح من الدراسة الميدانية أن هناك ضروسا تتكون على شواطئ مدينة الاسكندرية بفعل الأمواج أثناء المد العالي خاصة، ومجموعة أخرى تشكل بفعل زحف الأمواج Swash، والضروس الباقية فانها



المرحلة الأولى
 موج البحر

(بعد ١٠ : المراحل المتتالية لكافة توزيع وتدفق التيار المصاحبة لهذا المرحله)

من المحتمل أن ترجع نشأة الغالبية العظمى منها إلى تضافر عدة عوامل يشترك فيها طاقة الأمواج واتجاهها والتيار الساحلى. فالضروس التى ترجع إلى فعل الأمواج وطاقتها واتجاهها أثناء المد العالى ثم مراتبها لمدة نهار يوم ١٥/٩/١٩٩٢ على شاطئ المعمورة حيث لوحظ أن عامل التجريف الساحلى وراء نشأتها، فالأمواج كانت شبه موازية لخط الشاطئ حيث أن توجيهه 35° ق واتجاه الأمواج 18° ق (أى أن زاوية تعامد الأمواج 17°) وسرعة التيار الساحلى ١٦,٨ متر/دقيقة. فحينما يحدث المد يرتفع مستوى المياه فتترفع الرواسب لأعلى ويحدث لإرساب أمام أطراف الضروس نتيجة انخفاض سرعة تيار المياه أمامها فتزيد أطوال الضروس ينما ينحرف تيار المياه نحو الخلجان الصغيرة بين الضروس بسرعة تفوق سرعة الموجة نفسها حتى تقطع مسافة الخليج، فيؤدى ذلك إلى عمليات التعت التى تشكل بها الخلجان بين الضروس. ومن مراقبة هذه الضروس وجد أنها تتقدم ٢٠ سنتيمترا فى زمن قدره ١٠ ساعات نتيجة عملية التجريف الساحلى من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى.

ومن الدراسة الحالية لضروس الشاطئ على ساحل مدينة الاسكندرية ظهر أنها تنتمى فى نشأتها أيضا إلى عمليات والإرساب. فلقد اتضح من الدراسة الميدانية أن عدداً غير قليل من الضروس نشأ بفعل الإرساب على أساس أن قرون الضروس تتألف دائما من تكوينات خشنة، ينما تحتوى الخلجان على مواد ناعمة (شكل رقم : ١٠)، علاوة على تأكيد المشاهدات الميدانية لتتابع النسق الحبيبي وزيادة الخشونة من أسفل إلى أعلى فى التركيب الداخلى لتكوينات قرون الضروس. ويتفق ذلك على دراسات كل من رسيل وماك انتير (Russell & McIntire, 1965) وكافتر وكوكيرك (Chaftez & Kocurek, 1981). ويظهر من الدراسة الميدانية أيضا ما يؤكد على النشأة الإرسابية للضروس على شواطئ مدينة الاسكندرية حيث يشتد الإنحطار على جوانب قرون كثير من الضروس بالمقارنة مع الإنحطار داخل خلجانها.

واعتمادا على خصائص التركيب البيئى والقياسات الميدانية للشواطئ قيد الدراسة على ساحل مدينة الاسكندرية فقد تبين أن نشأة الضروس عليها ترتبط ارتباطا وثيقا بدرجة إنحطار الشاطئ الذى تتشر فوقه. ومثل هذه النتيجة توصل

إليها مى (Mii, 1958) من قبل ، كما أكدتها بعض الدراسات النظرية والأبحاث التجريبية العملية (Guza & Inman, 1975; Inman & Guza, 1982; Takeda & Sunamura, 1983 and Kaneko, 1985) غير أن التقييم الميداني الدقيق لتأثير درجة إنحدار الشاطئ على نشأة الضروس فى مواضع أخرى لازال نادرا حتى الآن. وبصفة عامة فإن وجود إنحدار غير عادى شديد أو ضعيف جداً، لوجه الشاطئ الأمامى - ربما لحدود شدة تدرج الأمواج - يجعل تأثير زحف الموج غير فعال أثناء عملية نشأة الضروس، ويترتب عى ذلك ندرة وجود ضروس على مستوى منخفض من وجه الشواطئ وهو ما يتمثل على بعض شواطئ ساحل مدينة الاسكندرية كشاطئ المعمورة وسيدى جابر - ويعزى ذلك إلى أن درجة إنحدار الشاطئ الأمامى تتخطى درجة الإنحدار الحرجة لنشأة الضروس على الشواطئ غير المدية وهى 3° فأقل.

نخلص من ذلك إلى أن نعتاً معيناً من الضروس ينتشر على شواطئ ساحل مدينة الاسكندرية بوجه خاص يرتبط بظروف معينة بمواد وإنحدار الشاطئ، وخصائص الأمواج، إضافة إلى النمط الخلوى للتدفق للمياه فى مناطق الشاطئ الخارجى Offshore له والذى يرتبط بالعمليات التى تؤدى إلى نشأة تيارات محلية مازقة (تيارات شقية) Rip currents.

٦- الخاتمة

كشفت الدراسة الحالية لضروس الشاطئ على ساحل مدينة الاسكندرية عدة حقائق نوجزها فيما يلى :

١- تزيد كثافة الضروس على الشواطئ المتميزة بنعومة رواسبها، كشاطئ المعمورة والعجمى، استجابة لدرجات الإنحدار الحرجة لتكوين الضروس إذا ماقوتت بالشواطئ التى تغطيها الرواسب المتوسطة الحجم إلى الخشنة كشاطئ جليم وسيدى جابر.

٢- تسود نشأة الضروس، وتزايد اعدادها، أثناء فترات الهدوء فى الظروف البحرية، مع النزعة للإتقراض والاختفاء بتقدم فترات العواصف المتميزة بطاقتها العالية، كما تلعب التغيرات المورفودينامية لظروف الشاطئ دورا بارزا فى نشأة

وتكوين الضروس والتي تتوالد بكثرة عندما تسود حالة إنكسار للطاقة على الشاطئ مما ينتج عنها حدة في إنحدار الشاطئ وتقل كميات كبيرة من روابه على الجبهة البحرية بفعل الأمواج الغالبة العادية Swells.

٣- تزداد أطوال البضروس وتقل ارتفاعاتها على الشواطئ التي تغطيها الرواسب الناعمة بينما يحدث العكس على الشواطئ التي تغطيها الرمال من الحجم المتوسط إلى الخشن.

٤- أوضحت القياسات الميدانية لانحدار الشاطئ الأمامي أن الضروس تنقرض وتختفى من منطقة الشاطئ عندما تصل درجات انحدار الشاطئ إلى أكثر من ١٣ درجة (كما هي الحال عند شاطئ سيدى جابر) وبالمثل تختفى الضروس من الشواطئ التي تقل درجات إنحدارها عن ٣ درجات في بعض الأوقات من السنة (كما هي الحال عند شاطئ الدخيلة).

٥- تباين الخصائص الطبيعية لتكوينات كل من الضروس والخلجان على شواطئ ساحل الاسكندرية وهو ما يتفق مع معظم الدراسات المماثلة.

٦- استنادا إلى المشاهدات والقياسات الميدانية يمكن تمييز دلالات النشأة الإرسابية والنحتية للضروس على كل الشواطئ قيد البحث، إلا أن الأهمية النسبية لهذه النتيجة لا يمكن تأكيدها من الدراسة الحالية بل أن الأمر يتطلب إجراء دراسات تفصيلية أخرى، حيث أوضحت القياسات أن بقاء الضروس على الشاطئ أو اختفائها وانقراضها منه إنما يتحكم فيه عاملين هامين هما درجة انحدار الشاطئ الأمامي وتأثير زحف الأمواج على الشاطئ.

وأخيراً، فإن هذه الدراسة تعتقد في أن ظاهرة ضروس الشواطئ تعد علامة، من الدرجة الأولى، من العلامات التي يعتمد عليها في التعرف، بسهولة، على التغيرات التي تنتاب أحوال الأمواج وظروف الشاطئ. ومن هنا فإن اهتمامنا سيوجه مستقبلاً نحو إلقاء الضوء على التغيرات الزمانية في أبعاد ضروس الشاطئ وتمذجة خصائصها وسعاتها الجيومورفولوجية على أجزاء أخرى من ساحل مصر الشمالي.

المراجع العربية والأجنبية

أولا : المراجع العربية

- (١) الركمانى، جودة فتحى متولى (١٩٨٧) : اقليم ساحل خليج العقبة فى مصر، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب - جامعة القاهرة.
- (٢) العوضى، حمدينه عبد القادر السيد (١٩٩٣) : اقليم الساحل الشرقى لخليج السويس - دراسة جيومورفولوجية رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب - جامعة الاسكندرية.
- (٣) عبد الحكيم، محمد صبحى (١٩٥٨) : مدينة الاسكندرية، القاهرة.
- (٤) عثمان، لىلى محمد (١٩٧٨) : الجيومورفولوجيا (مترجم)، القاهرة.
- (٥) مجمع اللغة العربية (١٩٧٢) : مجموعة المصطلحات العلمية والفنية مجلد ١٤، القاهرة.

ثانيا : المراجع الاجنبية

- Abdallah, A.M., 1978. Study of the currents and hydrographic structure of the water masses in front of Alexandria coast *M.Sc. Thesis. Alex. Univ.*
- Abou-Radd'y, F.A., 1989. Local Areal variations of beach sand along the Coast of Alexandria City, Egypt, *Bull. of the Faculty of Arts, Univ. of Alexandria Vol. XXXVI, pp. 35-67.*
- Allen, J.R.L., 1982. *Sedimentary Structures - Their Character and Physical Basis. (Developments in Sedimentology, 30D). Elsevier, Amsterdam. 663pp.*

- Antia, E.E., 1987. Preliminary field observations on beach cusp formation and characteristics on tidally and morphodynamically distinct beaches on the Nigeria. *Mar. Geol.*, 78: 23-33.
- Bagnold, R.A., 1940. Beach formation by waves; Some model-experiments in a wave tank. *Inst. Civil Engineers Jour.*, v. 15, p.27-52.
- Blatt, H. Middleton, G., and Murray, R., 1972. *Origin of Sedimentary rocks*, Prentice-Hall, In., Englewood Cliffs, New Jersey, 634 pp.
- Bowen, A.J. and Inman, D.L., 1971. Edge waves and crescentic bars. *J. Geophys. Res.*, 76: 8662-8671.
- Chafetz, H.S. and Kocurek, G., 1981. Coarsening-upward sequences in beach cusp accumulations. *J. Sediment. Petrol.*, 51: 1157-1161.
- Cloud, P.E., 1966. Beach cusps: response to Plateau's rule. *Science*, 154:890-891.
- Dairymple, R.A. and Lanan, G.A., 1976. Beach cusps formed by intersecting waves. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 87: 57-60.
- Dubois, R.N., 1978. Beach topography and beach cusps. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 89: 1133-1139.
- Eid, F.M., 1979. Currents and water masses in the Coastal area from Abo Qir area to Agami. *M.Sc. Thesis. Alex. Uni.*
- El-Ganainy, M.A., Fanos, A.M. and Nafaa, M.G., 1991. Characteristics of waves off the Mediterranean coast of Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 30:25-34.
- El-Gindy, A., Abozed, A.B. and Farag, E., 1984. Circulation pattern beyond the breaker zone along the Nile Delta Coast during winter. *Internal Report. Coastal Research Institute. Alexandria, Egypt.* p. 9.

- El-Halaby, O.M.G., 1975. Comparative studies on some recent nearshore foraminifera from the Mediterranean Coast of Egypt and Greece. *M. Sc. Thesis*. Ein-Sharns Univ.
- Evans, O.F., 1938. The classification and origin of beach cusps. *J. Geol.* 46: 615-627.
- Fanos, A.M. 1986. Statistical analysis of longshore current data along the Nile Delta Coast. *Water Science Journal (Cairo)* 1. pp. 45-55.
- Flemming, N.G. (1964). Tank experiments on sorting of beach material during cusp formation. *J. Sed. Petrol.*, 34, pp. 112-22.
- Folk, R.L. and Ward W.C., 1957. Braxos River bar : a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27:3-26.
- Gerges, M.A., 1978. Trajectories and speeds of surface currents near the Egyptian Mediterranean Coast as deduced from the movement of surface drifts, *Ives, Jour. etud. pollut., C.I.E.F.M. Antalya* : 573-587.
- Greenwood, B., 1969. Sediment parameters and environment discrimination: un application of multivariate analysis. *Ca. J. Ea. Sc.* 6: 1358.
- Guilcher, A., 1954. Observation sur le croissants de plage : *Soc. Géol. France*, (5), v. 19, p. 15-30.
- _____, 1958. Coastal and submarine morphology, Methuen, London, 234 p.
- _____, 1961. Le Beach-Rock'ou Gre's de Plage. *Ann. de Geo.* 70(378), pp. 113-25.
- Guz, R.T. and Bowen, A.J., 1981. On the amplitude of beach cusps. *J. Geophys. Res.*, 86: 4125-4132.

- Guza, R.T. and Inman, D.L., 1975. Edge waves and beach cusps. *J. Geophys. Res.*, 80: 2997-3013.
- Hilmy, M.E., 1951. Beach sands of Mediterranean coast of Egypt. *Jour. Sediment. Petrol.*, 21(2) : 109-120.
- Inman, D.L. & Bagnold, R.A., 1962. *Beach and nearshore processes littoral processes*, Chapter 2, Vol. 2, The Sea. John Wiley & Sons, New York.
- Inman, D.L. and Guza, R.T., 1982. The origin of swash cusps on beaches. *Mar. Geol.*, 49:133-148.
- Johnson, D.W., 1919. *Shore processes and shoreline development*. John Wiley, New York, 473-476 pp.
- Kaneko, A., 1985. Formation for beach cusps in a wave tank. *Coastal Eng.*, 9: 81-98.
- King, C.A.M., 1965. Some observation on the beaches of the West Coast of County Donegal. *Irish Geo.* 5(2), pp. 46-50.
- _____, 1969. Some Arctic Coastal features around Foxe Basin and in E. Baffin Island, N.W.T. *Canada Geogr. Ann.* A51(4), pp. 207-18.
- _____, 1972. *Beaches and Coasts* St. Martin's Press, New York, 570 p.
- Komar, P.D., 1973. Observations of beach cusps at Mono Lake, California. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84: 3593-3600.
- Komar, P.D., 1976. *Beach process and Sedimentation*, Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Krumbein, W.C., 1984. Shore processes and beach characteristics. In : J.S. Fisher and R.Dolan (Editor), *Beach Processes and Coastal Hydrodynamics*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pa., pp. 71-112.

- Kuennen, Ph. H., 1948. The formation of beach cusps : *Jour. Geology*, v. 56, p. 34-40.
- Manohar, M., 1955. Mechanics of bottom sediment movement due to wave action, B.E.B. Tech. Memo, 75.
- _____, M., 1981. Coastal processes at the Nile Delta Coast. *Shore and Beach*, 49, pp. 8-15.
- _____, M. Nafaa, M. & Sharaky, N., 1977. Longshore currents along the coastal protection project. *Proceedings UNESCO Siminar on Nile Delta Coastal processes with Special Emphasis on Hydrodynamical Aspects. Alexandria*, pp. 235-254.
- Mii, H., 1956. Beach cusps on the Pacific coast of Japan. *Sci. Rep. of Tohoku Univ. Sendai, Japan, 2nd Series*, 29, pp. 77-107.
- Otvos, E.G., 1964. Observation of beach cusps and beach ridge formation on the Long Island Sound. *J. Sediment. Petrol.*, 34:554-560.
- Pathick, J., 1984. *An introduction to Coastal geomorphology*, London.
- Ross, D.A., and Uchupi, E., 1977. The structure and sedimentary history of the south-eastern Mediterranean Sea-Nile Cone area. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*
- Russell, H.J. and McIntire, W.G., 1965. Beach cusps. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 76: 307-320.
- Sallenger, A.H., 1979. Beach cusp formation. *Geol.*, 29: 23-37.
- Schwartz, M.L., 1972. Theoretical approach to the origin of beach susps. *Geol. Soc., Am. Bull.*, 83: 1115-1116.
- Scott, T., 1954. Sand movement by waves, Inst. Eng. Res. Univ.

of Calif.: Wave Res. Lab.

- Seymour, R.J. and Aubrey, D.G., 1985. Rhythmic beach cusp formation: a conceptual synthesis. *Mar. Geol.*, 65: 289-304.
- Shepard, F.P., 1973. *Submarine Geology*. Harper and Row. New York, N.Y., 3rd ed., 157 pp.
- Short, A.D., 1979a. Wave power and beach stages - A global model. Proc. 16th Conf. *Coastal Eng.* Hamburg, pp. 1145-1162.
- Shukri, N.M., and Philip, G., 1955. The Geology of the Mediterranean coast between Rosetta and Bardia. *Bull. Inst. D'Egypte*. LXX-XVII: 371-463.
- Sparks, 1970. *Geomorphology*, 2nd. Ed. Cambridge.
- Takeda, I. and Sunamura, T., 1983. Formation and spacing of beach cusps. *Coastal Eng. Jpn.*, 26: 121-135.
- Timmermans, P.D., 1935: Proeven oev den invloed Van golven oopen strand. *Leidische Geol. Med.* 6., pp. 231-386.
- Twidale, C.R., 1976. *Analysis of Landforms*, John Wiley and Sons, Sydney, *Australasia PTY LTD.*
- Williams, A.T., 1973. The problem of beach cusp development. *J. Sediment. Petrol.*, 43: 857-866.
- Worrall, G.A., 1969. Present-day and sub-fossil beach cusps on the West African coast. *J. Geol.*, 77: 484-487.