الأشكال الرملية على ساحل هضبة الدفنة فيما بين واديي الحريقة والمنستير الغربي بشمال شرق ليبيا

تحليل جيومورفولوجي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد

إعداد

د/ الصيد صالح الصادق الجيلاني
أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا
كلية الآداب – جامعة بنغازي
Assayed.Jailani@yahoo.com

الملخص

ركزت هذه الدراسة على ظاهرة الأشكال الرملية في هضبة الدفنة فيما بين واديي الحريقة والمنستير الغربي ، وذلك بغية معرفة أنواعها وخصائصها المورفومترية وتوزيعها الجغرافي ، وكثافتها وحركتها ، وأصل نشأتها. وقد بين تصنيف المرئية الفضائية للقمر الصناعي لانسات ٨ أنها تتألف من ثمانية أشكال مختلفة هي الأشكال الطولية والعرضية والهلالية والهلالية المقيدة بالنبات ، والهلالية المعكوسة ومناطق ما بين الكثبان والنباك الذيلية والقبابية ، وأشارت نتائج دراسة كثافة الكثبان الرملية أنها متباينة بين النطاقين الشرقي والغربي ، فقد سجلت الكثافة العامة للكثبان الرملية بالنطاق الشرقي قيمة بلغت ٤.٣١ شكل رملي لكل ١ كيلومترمربع ، بينما سجل النطاق الغربي كثافة عامة مقدارها ٨.٤٤ شكل رملي لكل ١ كيلومتر مربع . كما سجلت حركة الأشكال الرملية أقصاها في النطاق الغربي حيث بلغت ٢٥ متراً خلال مدة تسعة وعشرين شهراً ، وبمعدل سنوي بلغ ١٠.٣٤ متراً سنوياً . أما النطاق الشرقي فقد سجل حركة بلغت ٣٩ متراً في مدة مائة وثمانية وعشرين شهراً ، وكان معدل حركة الأشكال الرملية السنوي في هذا النطاق ٣.٦٥ متراً سنوياً . وقد تبين من خلال فحص حبيبات الأشكال الرملية المختلفة أن أصل نشأتها بحري ويعزز ذلك أحتوائها على أكثر من ٥٠ % من القواقع والأصداف البحرية المهرمشة ، . وقد نشأت الأشكال الرملية الحالية بفعل الرياح بعد سيادة ظروف الجفاف خلال عصر الهولوسين ويعزز نشأة هذه الأشكال خلال الفترة الدفيئة بأنه لايوجد فيها كثبان رملية متماسكة .

الكلمات المفتاحية :

هضبة الدفنة ، الحريقة ، المنستير ، الهولوسين ، كالكارنيت .

١ - مقدمة:

تعد الكثبان الرملية بأشكالها المختلفة من أهم الظواهر الجيومورفولوجية التي ترتبط بإقامة المشروعات المختلفة التي تتمثل في مشروعات التوسع الزراعي والرعوي والعمراني والصناعي ، وتحديد مدى الاستفادة منها ، بعد وضع الخطط اللازمة التي من شأنها العمل الدؤوب لإنجاح تلك المشروعات ، ونظرا لأن هذه الظاهرة تمثل أحد معوقات التنمية في المناطق الساحلية وغيرها من المناطق الأخرى ، فإن هذه الدراسة تكشف النقاب عن علاقة الأشكال الرملية بالنشاط البشري ، وتحديد مدي مزاياها وعيوبها في الموقع الجغرافي بعد تقويمها ومعرفة أهميتها لذلك المكان ، وكيفية استخدامها واستثمارها اقتصادياً بشكل جيد ومفيد يعود على المنطقة بالنماء ، وأوجز فأقول : أن التحليل الجيومورفولوجي للأشكال الرملية هو أحد الركائز الضرورية واللازمة لدعم خطط التنمية في المنطقة الساحلية قيد البحث.

٢ - موقع منطقة الدراسة :

تقع منطقة الدراسة على ساحل هضبة الدفنة فيما بين واديي الحريقة غرباً والمنستير الغربي شرقاً ، وتضم نطاقين من الكثبان الرملية ، النطاق الغربي الذي يمتد بطول ١٦.٨٣٦ كم ، وبأقصى عرض ١.١٧٣ كم ، وتبلغ مساحة هذا النطاق ٨.٨٢٥ كيلومتر مربع ، ويأخذ اتجاهه العام شرق شمال شرق – غرب جنوب غرب ، أما عن النطاق الشرقي فيمتد بمحاذاة الساحل بطول يصل إلى ١٣.٦٤١ كم ، وبأقصى عرض بلغ ١.٧٦٨ كم ، وتصل مساحته إلى ١٢ كيلو متر مربع ، ويأخذ هذا النطاق اتجاهاً مختلفاً عن نظيره ، إذ ياخذ اتجاه شرق جنوب شرق – غرب شمال غرب . (من قياس الباحث باستخدام GIS) هذا وترتبط منطقة الدراسة بشبكة من الطرق المعبدة الرئيسة والمتمثلة في طريق طبرق مساعد ، مروراً ببعض المراكز الحضرية المجاورة لمنطقة الدراسة مثل كمبوت وقصر الجدي ، وبئر الاشهب والبردي . وهناك الطريق الساحلي الذي تقع على امتداده زاوية أم ركبة والملّاحة ومرسى لك ، ناهيك عن مجموعة الأودية ذات التربة الخصبة التي تستخدم في زراعة بعض المحاصيل .

أما فلكياً فتقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ("١٠ ٥٧ ٣١°) و ("١٥ ٠١ ٣٢°) شمالاً وبين خطي طول ("٥٥ ٣٣ ٢٤°) و ("١١ ٠٠ ٢٥°) شرقاً الشكل (١) .

٣ - أهداف الدراسة :

تصبو هذه الدراسة لتحقيق الاهداف الآتية :

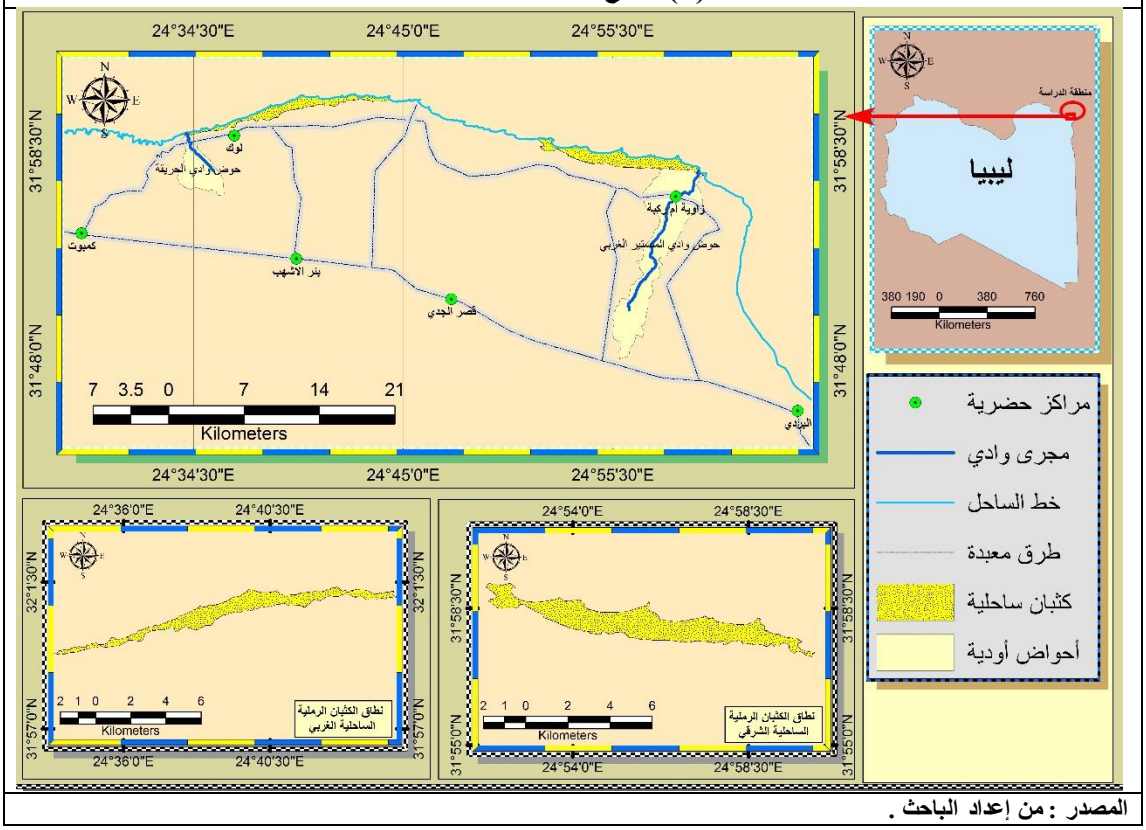
١- معالجة وتصنيف المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاندسات ٨ باستخدام برنامج (Erdas Imagine 2014)
٢- دراسة أنواع الأشكال الرملية و خصائصها المورفومترية .
٣- عمل التحليل الحجمي (الميكانيكي) لرواسب الكثبان الرملية .
٤- دراسة كثافة الأشكال الرملية .
٥- دراسة حركة الأشكال الرملية .
٦- دراسة نشأة وتطور الأشكال الرملية .
٧- تحديد القيمة الاقتصادية للأشكال الرملية ، والمخاطر الناجمة عنها .

٤ - أهمية الدراسة :

تكمن أهمية الدراسة من الناحية العلمية في كونها تعالج أنواع الكثبان الرملية من حيث أشكالها وحركتها وخصائصها المورفومترية والجيومورفولوجية ، وأحجام رواسبها وعلاقتها بالمتغيرات البيئية المتمثلة في التضاريس وخصائص المناخ والنبات الطبيعي والمياه تحت السطحية ، ويسهم كل ذلك في إثراء المكتبة الجغرافية ، كما تكمن أهميتها الأقتصادية في استغلال تلك الأشكال في السياحة أو استخدامها كمواد بناء . بالاضافة إلى أهميتها في حجز

كميات من المياه الجوفية تحت السطحية التي تتكشف في شكل عيون مائية عذبة يستفاد منها في بعض المجالات الزراعية والرعوية.

الشكل (١) موقع منطقة الدراسة



المصدر : من إعداد الباحث .

٥ ـ طريقة الدراسة ووسائلها ومناهجها :

اعتمدت طريقة الدراسة على جانبين أساسيين هما :

الجانب المكتبي : استخدمت المرئية الفضائية المرفقة مع برنامج القوقل بدقة ٥٠ سم لسنوات (٢٠٠٧ ـ ٢٠١٦ ـ ٢٠١٨)؛ استخدمت في قياس اتجاه عدد ١٤٠ كثيب رملي منها ٧٠ كثيب في النطاق الشرقي و٧٠ كثيب في النطاق الغربي واستخدمت أيضاً في رصد حركتها واتجاه الحركة والزمن المستغرق ، كما أمكن عن طريق برنامج الاوتوكاد رسم أظهر تلك الكثبان ومعرفة اتجاهاتها بدقة ، وكذلك تعرجاتها واختلاف اطوالها وامتدادها ، إلى جانب استخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية في إعداد الخرائط ، وإيجاد مساحات وأبعاد الكثبان الرملية ، . كما استخدمت الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠ والخرائط الجيولوجية مقياس١:٢٥٠٠٠٠ . أما فيما يخص تصنيف الأشكال الرملية بالمنطقة إلى أنواعها وطبيعة توزيعها الجغرافي ، ومعرفة المساحات التي يشغلها كل نوع منها فقد استخدمت المرئية الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي لاندسات ٨ الملتقطة في ١٩/ ٥ / ٢٠١٩ م

الجانب الميداني : أمكن خلال الدراسة الميدانية قياس عدد ٢٠ نبكة ، منها ١٠ نباك في النطاق الشرقي ، و ١٠ أخرى في النطاق الغربي ، وقد تضمن قياسها على درجة انحدار جانبي كل نبكة المواجه للرياح والمظاهر لها ، إلى جانب طول وعرض النبكة وارتفاعها ، ومن ثم تحديد شكلها ، وكذلك عمرها . ومن خلال العمل الميداني أيضاً قيس عدد ٧٠ تموج رملي موزعة

على النطاقين ، منها ٤٠ تموج في النطاق الغربي ، و٣٠ تموج في النطاق الشرقي ، وقد أمكن رصد درجة انحدار الجانبين المواجة والمظاهر للرياح وطولهما في كل تموج رملي ، بالاضافة إلى ارتفاع التموج وطول موجته .

جمعت بيانات عن ما يصل إلى ٥٠ كتيب رملي بواقع عشرة كثبان من كل نوع (الطولي – العرضي – الهلالي – الهلالي المقيد بالنبات – الهلالي المعكوس) توزعت بالتساوي بين النطاقين الشرقي والغربي ، وقد احتوت البيانات التي تم استقائها من الحقل على درجة انحدار الجانبين المواجة والمظاهر للرياح وطولهما في كل كثيب رملي ، كما تم قياس طول وعرض وارتفاع كل كثيب .

جمعت عينات من قمم الكثبان الرملية ، وأخرى من التموجات الرملية مع تحديد اتجاه الرياح عند كل موضع من مواضع جمع العينات . وقد رصدت مواقع كل الظواهر التي قيست في الحقل وحددت إحداثياتها ، بغية التعرف على توزيعها ، وبالتالي خصائص المكان الجغرافي وما يحدث فيه من تغيرات بيئية محلية .

وقد اعتمدت هذه الدراسة على استخدام المنهج الموضوعي Topical Method لإيجاد العلاقات بين جوانب الظاهرة ومحدداتها ، و تحديد العوامل التى تؤثر فيها من خلال معرفة العلاقات بين المتغيرات و العوامل الجيومورفولوجيه المؤثرة . كما استخدمت هذه الدراسة أيضاً ذات المنهج لمعرفة التطور الجيومورفولوجي لظاهرة الكثبان الرملية الساحلية ، و أثرها على أشكالها الحالية ، إضافة إلى الكشف عن المتغيرات والعوامل المؤثرة فى العمليات الجيومورفولوجيه التى كان لها التأثير الأكبر في تشكيل الظاهرة قيد التفسير والتحليل .

٦ - الدراسات السابقة :

جل الدراسات السابقة عن المنطقة هي دراسات جيولوجية ، وبيئية وسياحية ، وقد تطرقت بعض الدراسات الجيومورفولوجية لأشكال أرضية متباينة مثل المصبات الخليجية والسقايف والأودية وغيرها وهي كما يلي :

* دراسة محمود علي المبروك ٢٠١٣ : تطرق لدراسة الكثبان الرملية الساحلية كجزء من دراسة الأشكال الإرسابية الساحلية على هضبة الدفنة ، وقد ناقشت الدراسة الكثبان الرملية من حيث خصائصها العامة وتحليل أحجام حبيباتها وخصائصها الكيميائية والمعدنية . ولم تتطرق الدراسة لحركة الكثبان الرملية وكثافتها ، ومراحل تطورها الجيومورفولوجي ، والتحليل المورفومتري لمنحدراتها ، وأهميتها الإقتصادية ، وعلاقه متغيرتها المورفومترية بعضها ببعض ، وتصنيفها إلى أشكالها باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد ،وما إليها من الخصائص الأخرى ، التى تناولتها الدراسة الحالية بالتفصيل .

* دراسة طارق كامل فرج خميس٢٠١٤ : أعد دراسة عن جيومورفولوجية المصبات الخليجية في منطقة البردية (شمال شرق ليبيا) أهتمت بدراسة المصبات الخليجية وخصائصها المورفومترية ، وأهميتها التطبيقية في المجالات المتعددة .

*دراسة الصيد صالح الجيلاني (٢٠١٦) : عن جيومورفولوجية مصبات الأودية المغمورة على ساحل هضبة البطنان فيما بين وادي العودة شرقاً ووادي الكراث غرباً في شمال شرق ليبيا ، وقد تناول الباحث خصائص مصبات الأودية ونشأتها وتطورها ، وعلاقتها بتغير مستوى سطح البحر .

*دراسة الصيد صالح الجيلاني ، وخليفة أحمد الشحومي (٢٠١٨) : اهتمت هذه الدراسة بظاهرة السقايف (البولجيات) في هضبة البطنان فيما بين طبرق وعين الغزالة بغية التعرف على

خصائصها وتوزيعها الجغرافي ، ومراحل تطورها الجيومورفولوجي ، إضافة إلى أهميتها الإقتصادية في المجالات المختلفة .

٧ـ تصنيف المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاندسات ٨ باستخدام برنامج Erdas Imagine (2014):

يتطلب التعرف على أنواع الأشكال الرملية وطبيعة توزيعها الجغرافي في النطاقين الشرقي والغربي ؛ الحصول على مرئية فضائية بتاريخ حديث ورصد أنواعها ميدانيا بإحداثيات جغرافية ثم مطابقة تلك الإحداثيات بنظيرتها على المرئية الفضائية .

وبالدخول على موقع لتحميل المرئيات الفضائية أمكن الحصول على مرئية فضائية للقمر الصناعي لاندسات ٨ والتي التقطت في ١٩ / ٥ / ٢٠١٩ م ، وتظم (Path 181) و(Row 38) وقد بلغت حمولتها ٨٦٤.٢ ميقا بايت (MB) يشكل منها النطاق الثامن منفرداً ما نسبته ٥٤.٤٠ % وتحتوي على ١١ نطاق (Bands) ، وبلغت الدقة المكانية لجميع نطاقاتها الطيفية ٣٠.٣٠ متراً ما عدا النطاق الثامن الذي بلغت دقته ١٥.١٥ متراً . والجدول (١) يبين خصائص نطاقات المستشعرات في القمر الصناعي لاندسات ٨ .

الجدول (١) نطاقات المستشعرات في قمر لاندسات ٨

النطاق	طول الموجة (مايكرومتر)	الدقة المكانية (بالمتر)
Band1 ضباب الشاطئ	٠.٤٣ – 0.45	٣٠.٣٠
Band2 الأزرق	٠.٤٥ – 0.51	٣٠.٣٠
Band3 الأخضر	٠.٥٣ – 0.59	٣٠.٣٠
Band4 الأحمر	٠.٦٤ – 0.67	٣٠.٣٠
Band5 تحت الحمراء القريبة	٠.٨٥ – 0.88	٣٠.٣٠
Band6 تحت الحمراء القصيرة ١	١.٥٧ – 1.65	٣٠.٣٠
Band7 تحت الحمراء القصيرة ٢	٢.١١ – 2.29	٣٠.٣٠
Band8 البانكروماتي	٠.٥٠ – 0.68	١٥.١٥
Band9 السحاب الرقيق	١.٣٦ – 1.38	٣٠.٣٠
Band10 تحت الحمراء الحرارية ١	١٠.٦٠ – 11.19	٣٠.٣٠
Band11 تحت الحمراء الحرارية ٢	١١.٥٠ – 12.51	٣٠.٣٠

المصدر : EARTH EXPLOREL, USGS

وقد تضمنت عمليات معالجة المرئية الفضائية ما يلي :

١ ـ التصحيح الهندسي للمرئية : Geometric Correction

بعد إجراء عمليات تنزيل المرئية الفضائية تبين أنها مصححة ومسقطة على نظام الإحداثيات المترية (المسقطة) (WGS_1984_UTM_Zone_35N) . وبذلك تم استخدامها بعد فحصها والتأكد من إحداثياتها بتوافقها مع البيانات المستقاه من الحقل والموقعة بجهاز تحديد المواقع العالمي GPS .

٢ـ تحسين المرئية : Enhancement

حسنت المرئية الفضائية للقمر الصناعي لاندسات ٨ بعدة طرق بغية أختيار انسبها من حيث الوضوع وكشف الأشكال الرملية بدقة ، وتضمنت الطرق الآتية :

(أ) : التحسين المكاني Spatial Enhancement عن طريق خاصية Convolution :

واختيرت طريقة High pass ٣×٣ وكانت درجة وضوح المرئية المحسنة (جيد) .

تم تحسين المرئية باختيار High pass ٥×٥ وكانت درجة وضوح المرئية المحسنة (سيئ) .

استخدم تحسين مكاني آخر بخاصية Non-directional Edge (Sobel) وكانت درجة وضوح المرئية المحسنة (جيد) .

اجري نفس التحليل مع اختيار خاصية (Prewit) وانتج هذا النوع من التحسين درجة وضوح (متوسط)

اجري تحسين اخر وهوالتحليل البؤري Focal Analysis واكنت النتيجة هي ظهور مرئية فضائية اكثر صفاء (جيدة جدا)

(ب) : التحسين الراديومتري Radiometric Enhancement واستخدم نوع Histogram Equalization ودرجة وضوح المرئية المحسنة (متوسط) .

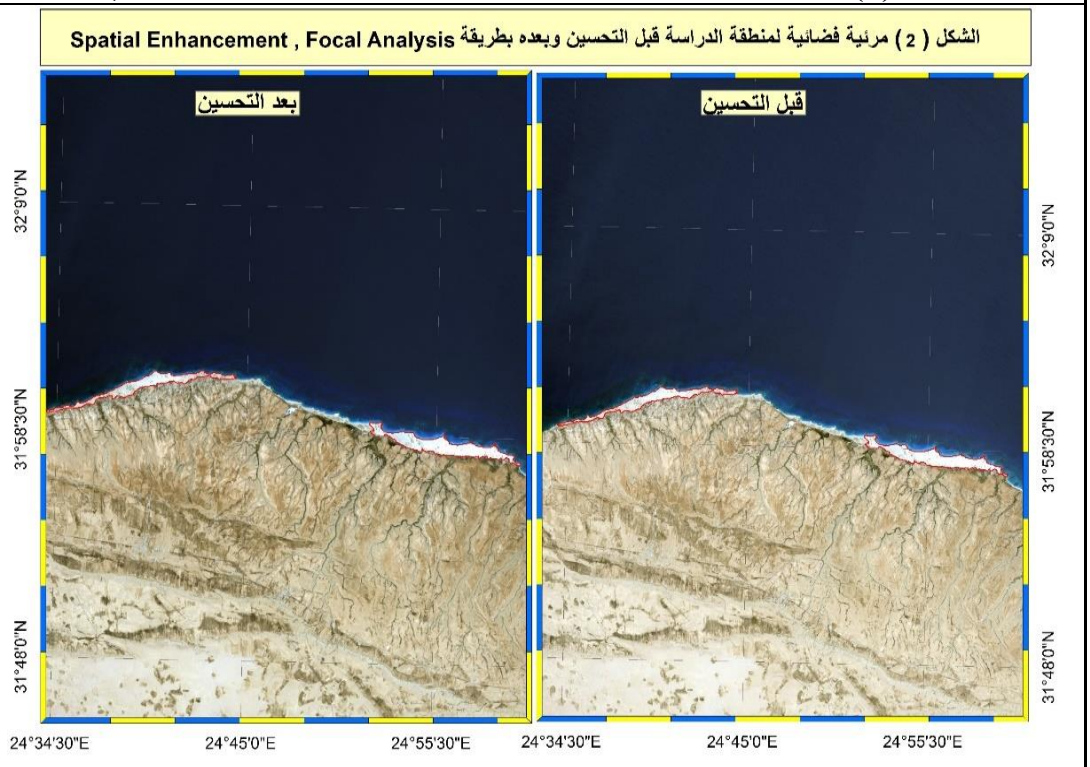
(ج) : التحسين الطيفي Spectral Enhancement ، وعمل التحسين من نوع Principal Component (PC) ويسمى تحليل المركبات الأساسية ، لكونه يقوم بتقسيم المنطقة إلى وحدات أرضية متبانية . والنتيجة التي ظهرت بعد إجراء التحسين للمرئية بهذه الطريقة كانت (متوسط) .

وبعد كشف نتائج طرق التحسين التي استخدمت للمرئية الفضائية تم اختيار المرئية المحسنة بطريقة التحليل البوؤريFocal Analysis وهي أحد طرق التحسين المكاني Spatial Enhancement وتظهر نتائج هذا التحسين في الخريطة التي يوضحها الشكل (٢) .

٣ـ تصنيف المرئية تصنيفاً موجهاً: Supervised Classification

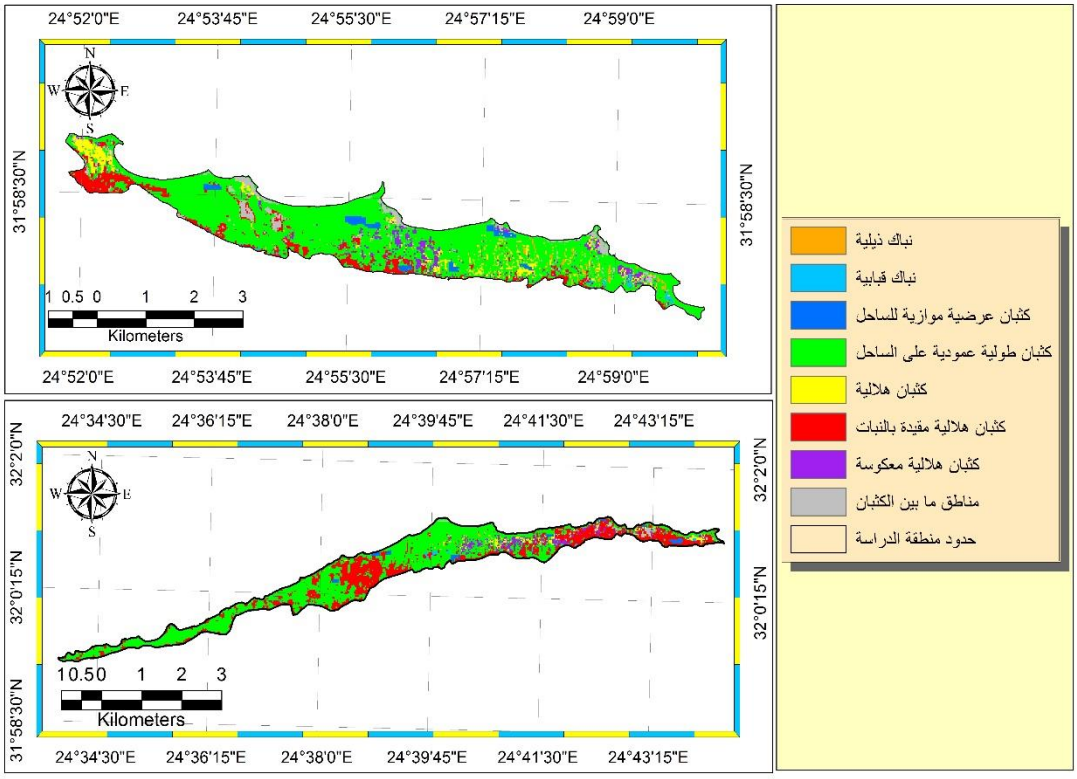
اتبعت في هذه الدراسة طريقة التصنيف الموجه وذلك بادخال ثمانون نقطة معلومة الإحداثيات والمعالم (من منطقة الدراسة) إلى جدول البصمات الطيفية في برنامج (Erdas Imagine 2014) امكن من خلالها تصنيف الأشكال الرملية إلى ثمان وحدات رئيسة ، الشكل (٣) ، وحساب مساحة كل شكل رملي منها ، وهي الموضحة في الجدول (٢) ، ومنه يتبين ما يلي:

الشكل (٢) مرئية فضائية لمنطقة الدراسة قبل التحسين وبعده بطريقة التحليل البؤري



المصدر: من عمل الباحث .

الشكل (٣) نتائج التصنيف الموجه للمرئية الفضائية



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على المرئية الفضائية للقمر الصناعي لانسات ٨ باستخدام برنامج Erdas Imagine 2014

الجدول (٢) مساحة الأشكال الرملية بالمنطقة			
	الأشكال الرملية	المساحة (كم٢)	نسبتها من مساحة المنطقة
1	نباك قبابية	٠.١٠٠٩٥٧	٠.٤٨
2	نباك ذيلية	٠.١١٣٠٤٢	٠.٥٤
3	كثبان عرضية موازية للساحل	٠.٤٠١٠٠٣	١.٩٣
4	كثبان طولية عمودية على الساحل	١٣.٥٢	٦٤.٩٣
5	الكثبان الهلالية المعكوسة	١.٠٠	٤.٨٠
6	الكثبان الهلالية المقيدة بالنبات	٣.٩٣	١٨.٨٧
7	الكثبان الهلالية	١.٠٢	٤.٩٠
8	أراضي ما بين الكثبان	٠.٧٤	٣.٥٥
	المجموع = (مساحة المنطقة)	**٢٠.٨٢٥**	**100%**
المصدر : حسبت من المرئية باستخدام برنامج (Erdas Imagine 2014)			

الجدول (٢) مساحة الأشكال الرملية بالمنطقة			
	الأشكال الرملية	المساحة (كم٢)	نسبتها من مساحة المنطقة
1	نباك قبابية	٠.١٠٠٩٥٧	٠.٤٨
2	نباك ذيلية	٠.١١٣٠٤٢	٠.٥٤
3	كثبان عرضية موازية للساحل	٠.٤٠١٠٠٣	١.٩٣
4	كثبان طولية عمودية على الساحل	١٣.٥٢	٦٤.٩٣
5	الكثبان الهلالية المعكوسة	١.٠٠	٤.٨٠
6	الكثبان الهلالية المقيدة	٣.٩٣	١٨.٨٧
7	الكثبان الهلالية	١.٠٢	٤.٩٠
8	أراضي ما بين الكثبان	٠.٧٤	٣.٥٥
	المجموع = (مساحة المنطقة)	**٢٠.٨٢٥**	**% 100**
المصدر : حسبت من قبل الباحث من المرئية باستخدام برنامج (Erdas Imagine 2014)			

١- بين التصنيف أن هناك ثمانية أنواع من الأشكال الرملية التي تتكشف في منطقة الدراسة بنطاقيها الشرقي والغربي ، وقد أختلفت هذه الأشكال في أنواعها وأحجامها .

٢- يتبين من الشكل (٣) أن هناك اختلاف في التوزيع الجغرافي للأشكال الرملية ، فبينما تتوزع الأشكال الرملية الطولية في أغلب المواضع بالنطاقين ، لوحظ أن النباك بنوعيها تتوزع على الأغلب الأعم في الجزء الجنوبي في كل نطاق ، وذلك لتوفر المياه الجوفية والبعد عن خط الشاطئ حيث رشاش الأمواج ورذاذها . ويرتبط توزيع الأشكال الرملية الهلالية المقيدة بالنبات في النطاق الشرقي بذات المواضع التي تتوزع فيها أشكال النباك ، أما في النطاق الغربي فتتوزع الأشكال الرملية الهلالية المقيدة في أقصى الجزء الشرقي باستثناء الشريط الساحلي ، وهي ملازمة للنبات . ويقل وجودها في النطاق الشرقي وهي تتوزع في أماكن متفرقة بالأجزاء الجنوبية وفي بعض المواضع في اقصى الغرب . هذا وتتوزع الأشكال الهلالية والهلالية المعكوسة والعرضية في منتصف كلاً من النطاقين .

٣- بالنظر إلى الجدول ٢ تبين أن هناك تفاوت بين النسبة المئوية للمساحات التي تغطيها الأشكال الرملية ، فقد استحوذت الأشكال الرملية الطولية على أكبر مساحة من النطاقين حيث بلغت ١٣.٥٢ كم٢ وبنسبة مئوية ٦٤.٩٣ % ، وهي تقترب من ثلثي مساحة المنطقة ، تليها الأشكال الرملية الهلالية المقيدة بالنبات حيث بلغت مساحتها ٣.٩٣ كم٢ بنسبة ١٨.٨٧% ،

أما باقي الأشكال الرملية الأخرى فبحكم صغر مساحتها التي تغطيها فقد استأثرت مجتمعة على مساحة بلغت ٣.٣٨ كم٢ ، وبنسبة وصلت إلى ١٦.٢ % .

٨- أنواع الأشكال الرملية وخصائصها المورفومترية :

أوضحت بيانات الدراسة الحقلية (١٠-٢٠١٨/٨/١٤) والبيانات المستقاه من تحليل المرئية الفضائية ، أن هناك تباين واضح في خصائص الأشكال الرملية بالنطاقين الشرقي والغربي ، ومرد ذللك يعزى إلى اختلاف العوامل والعمليات التي أدت إلى نشأة وتطور الأشكال الرملية من ناحية ، وإلى طبيعة الظروف المحلية المحيطة والتي أسهمت هي الأخرى في تنوع مظهرها وتعدد أنواعها واختلاف أشكالها من ناحية أخرى .

وتبرز أهم جوانب الاختلاف في تباين درجات انحدار جانبي كل شكل رملي ، وكذلك في اتجاه جانبي الشكل الرملي، وتتباين درجات الانحدار بين الشديد نسبياً والخفيف ، كما يأخذ بعض هذه الجوانب الشكل المقعر ، بينما يأخذ بعضها الاخر الشكل المحدب ، أما عن اتجاه جوانب الأشكال الرملية فبعضها له جانبين المواجه والمظاهر للرياح ، وهي السائدة في أغلب الأشكال الرملية بالمنطقة ، في المقابل تتكشف بعض الأشكال الرملية الأخرى بأكثر من جانبين إثنين . وتختلف أيضاً أبعاد الأشكال الرملية فقد لوحظ أن هناك بعض الاشكال التي لايوجد بين طولها وعرضها فروقات كبيرة ، عكس الحال تظهر أشكال أخرى يفوق طولها أضعاف عرضها . كما أن هناك أشكال تتعامد على خط الشاطيء ، وأخرى تظهر بشكل موازٍ له ، كما تختلف في سبب تكونها فبعضها نشأ بسبب وجود عوائق مثل النبات والأراضي المنخفضة المنسوب ، وبعضها الاخر تكون بسبب وجود مياه جوفية قريبة من سطح الأرض ، ومن ناحية الشكل العام فهناك أشكال رملية صغيرة الحجم مثل النباك بأنواعها المختلفة ، وهناك أشكال كبيرة الحجم مثل الكثبان الرملية الطولية والعرضية ، والكثبان الهلالية بأنواعها المختلفة ، كما لوحظ أن هناك أختلاف في قممها أيضاً فتظهر قمم بعض الأشكال الرملية الطولية متعرجة وبعضها الاخر يظهر بقمة شبه مستقيمة ، هذا علاوة على اختلاف اتجاهها ، كما تبرز بعض الأشكال الرملية بقمة واحدة وبعضها الاخر بقمتين ، وتتداخل بعض الأشكال الرملية مع بعضها البعض وينتج عنها أشكال رملية مركبة ومعقدة يصعب تحليلها وتفسير نشأتها . كما تتباين الأشكال الرملية في حركتها فمنها ما يتحرك بحرية مع اتجاه الرياح السائدة ومنها ما يتحرك ببطء ، ومنها المقيد بالنبات وهي تلك الكثبان غير المتحركة ، ومن خلال الملاحظة والقياس خلال الدراسة الحقلية ، ومعالجة وتصنيف المرئية الفضائية وتفحصها أمكن التعرف على الأشكال الرملية بنطاقي منطقة الدراسة وهي كما يلي :

١- الكثبان الرملية الطولية :

تتوزع الكثبان الرملية الطولية في أغلب منطقة الدراسة وفي مختلف أجزائها الشكل (٣) ، وتتباين الخصائص المورفومترية لهذه الكثبان وفق ما يوضحه الجدول (٣) ، والملحقين (٢،١) ومنهما يتضح مايلي :

(أ): تتراوح أطوال الكثبان الطولية بين ٦٨.٩، ١٣٨.٣ متر في النطاق الشرقي بمتوسط طول بلغ ٨٨.٠٢ متر ، اما في النطاق الغربي فقد تراوحت أطوالها بين ٢٤.٣ ، ١٤٣.٩ مترا وبمتوسط طول بلغ ٨٦ متر ، وتبدو الكثبان الطولية أكثر طولاً في النطاق الشرقي عن نظيرتها في النطاق الغربي بسبب أتساع النطاق الشرقي واستقامته مقارنة بالنطاق الغربي الضيق نسبياً الذي يكتنفه انحناء محدب صوب الشاطئ .

(ب): تراوح عرض الكثبان الرملية الطولية في النطاق الشرقي بين ٢٦.٤ ، ٦١.٨ متر، وبمتوسط ٣٨ متر، أما في النطاق الغربي فقد تراوح بين ٨.٧ ، ٦٣.٣ متر ، وبمتوسط بلغ ٣٧ متر . أما عن أرتفاع الكثبان الطولية عن مستوى سطح البحر فقد تراوح في النطاق الشرقي ما بين ٢ و ٧ متر، أما في النطاق الغربي فقد تراوح بين ٣ و ٩ متر .

(ج): بين التحليل الميكانيكي لحبيبات الكثبان الطولية بالقطاعين الشرقي والغربي ، الشكل (٤) والشكل (٥) ، أن حجمها في النطاق الشرقي تراوح بين ١٥٠ – ٧١٠ ميكرون ، وقد تركز جل العينة في الحجم ١٥٠ ميكرون بنسبة سجلت ٨٥.٧ % ، وهذا يشير إلى أن نطاق التوزيع ناعم ، وأن أحجام الرمال يتركز أغلبها في فئة واحدة وهذا دليل على تجانس تركيب هذه الكثبان وجودة تصنيفها . في المقابل لوحظ أن احجام حبيبات الكثبان الطولية في النطاق الغربي تراوح بين ١٠٦ – ٤٢٥ ميكرون ، غير أن أكبر نسبة لتركز فئات الحجم كانت في ٤٢٥ و١٥٠ ميكرون حيث سجلت نسبة مئوية بلغت على التوالي ٤٤.٧ % و٣٧ % ، ويبدو من الشكلين المذكورين أن توزيع نسب الحبيبات على الاحجام في النطاق الغربي أكثر انتظاماً إلى حدٍ ما من نظيره على النطاق الشرقي .

(د): تتألف جل الكثبان الطولية بالنطاقين من جانبين أثنين أحدهما مواجه للرياح والآخر مظاهر لها ، ومن خلال قياس تلك الجوانب تبين أن متوسط زوايا انحدارها في النطاق الشرقي تراوحت بين ٣ و٦.٨ درجة للجانب المواجة ، وبين ٧ و٢٥.٥ درجة للجانب المظاهر . أما في النطاق الغربي فقد تراوحت بين ٢.٢ و ٩ درجة للجانب المواجه ، وبين ٥.٣ و١٨درجة للجانب المظاهر (الملحقان ٢.١) ، والشكلين (٦،٧). ويغلب على الجوانب المواجهة لاتجاه الرياح السائدة الشكل المقعر ويظهر في بعض المواضع مركب (المحدب – المقعر) أما عن الجانب المظاهر للرياح فيتكشف بشكل مقعر في أعلاه بينما يميل إلى الاستقامة بالاتجاه نحو اسفل المنحدر .

٢- الكثبان العرضية :

تظهر الكثبان الرملية العرضية في منطقة الدراسة بشكل متعامد على أتجاه الرياح السائدة كما تظهر متعامدة أيضاً على خط الساحل بالمنطقة وتتوزع الكثبان العرضية جغرافياً بالنطاقين الشرقي والغربي ، وهي تشكل نسبة ١.٩٣ % من مساحة منطقة الدراسة ، وأهم سمات هذه الكثبان ما يلي :

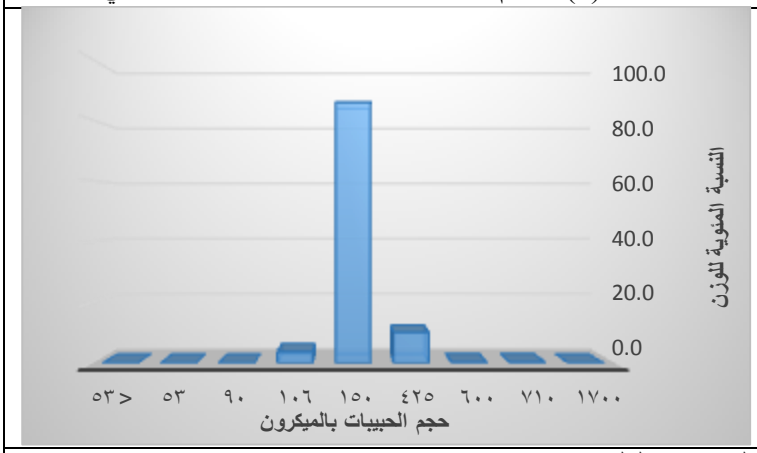
(أ) : تتراوح أطوالها بين ٢٧٣ – ٧٠٠ متر في النطاق الشرقي ، وبين ١٣٦ – ٤٦٣ متر في النطاق الغربي ، أما ارتفاعها فقد تراوح بين ٢-٥ متر في النطاق الشرقي ، و٢-٦ متر في نظيره الغربي .

الجدول (٣) الخصائص المورفومترية للكثبان الرملية بالمنطقة

نوع الكثيب	النطاق الشرقي				
	متوسط الطول (م)	متوسط العرض (م)	متوسط الارتفاع (م)	متوسط درجة انحدار الجانب المواجه	متوسط درجة انحدار الجانب المظاهر
طولي	88.2	38	4	4.7	16.2
عرضي	455	59	3.4	4	15
هلالي	161	22	2.2	6.2	21.2
هلالي مقيد بالنبات	203	44	3.6	6	17
هلالي معكوس	163	32	3	8.4	3.7
النطاق الغربي					
طولي	86	37.2	5.2	5	10.7
عرضي	241	34	4.4	4.3	9.4
هلالي	186	20.6	5.6	5.5	16.6
هلالي مقيد بالنبات	162	27.2	2.4	4.6	11.3
هلالي معكوس	267	30.8	3.6	9.2	3.54

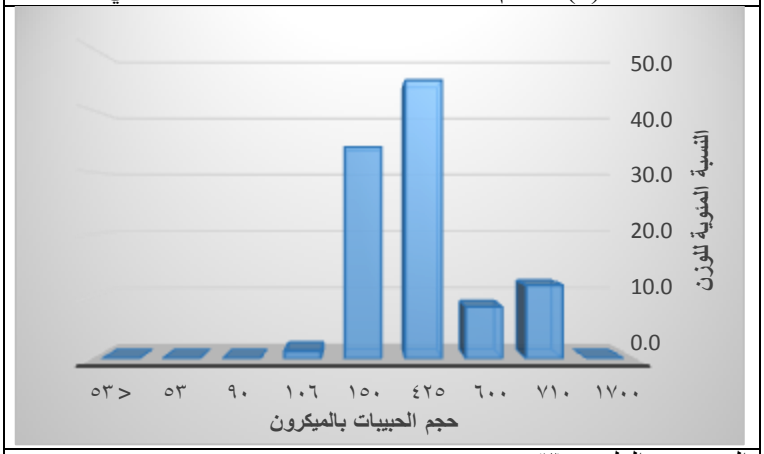
المصدر : الملحقان (٢،١)

الشكل (٤) احجام حبيبات الكثبان الطولية بالنطاق الشرقي



المصدر : الملحق (٣)

لشكل (٥) احجام حبيبات الكثبان الطولية بالنطاق الغربي

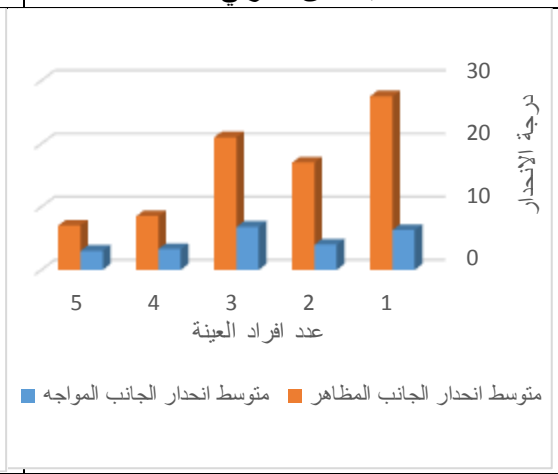


المصدر : الملحق (٣)

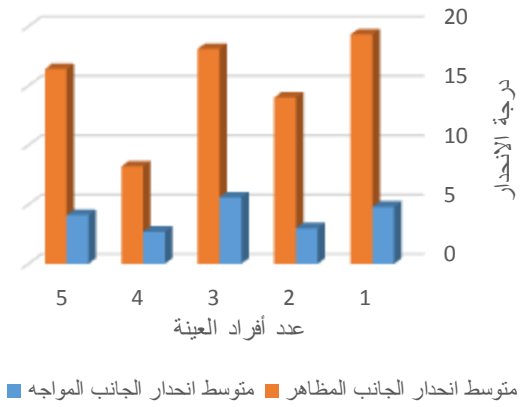
(ب): تتراوح درجات انحدار الجانب المواجهة للرياح بين ٢.٧ و٥.٦ درجة في النطاق الشرقي وبين ٢.١ و٦ درجة في النطاق الغربي ، بينما تتراوح درجات الأنحدار للجانب المظاهر بالنطاقين على التوالي بين ٨.٢ و١٩.٣ درجة ، و بين ٦ و١٣ درجة .

(ج): من الجدول (٣) وبالنظر إلى درجات انحدار الجانب المظاهر للرياح لوحظ أن درجات الانحدار ترتفع في كثبان النطاق الشرقي عنها في كثبان النطاق الغربي ، وذلك لاتساع نطاق منصرف الرياح في النطاق الشرقي كما سبق الذكر ، ولمواجهة التجمعات الرملية بمختلف أشكالها للرياح السائدة في أغلب فصول السنة . الشكلان (٨،٩) .

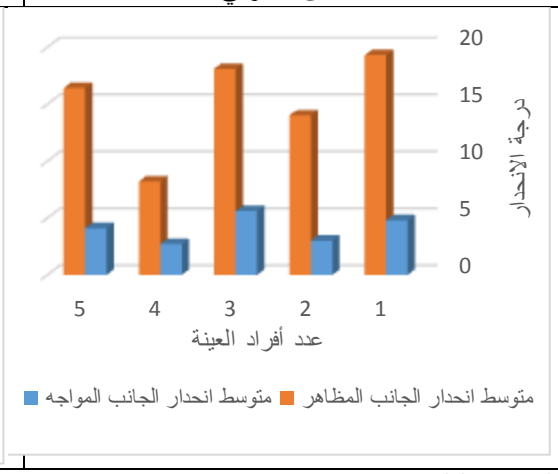
لشكل (٦) درجات انحدار جانبي الكثبان الطولية بالنطاق الشرقي



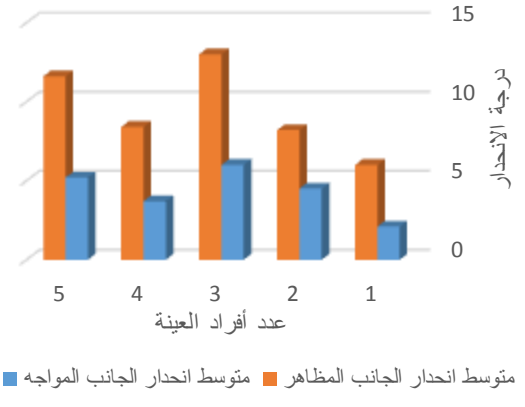
الشكل (٧) درجات انحدار جانبي الكثبان الطولية بالنطاق الغربي



الشكل (٨) درجات انحدار جانبي الكثبان العرضية بالنطاق الشرقي



الشكل (٩) درجات انحدار جانبي الكثبان العرضية بالنطاق الغربي



المصدر : الملحقان (٢،١)

٣-الكثبان الهلالية :

يتخذ هذا النوع من الكثبان الشكل الهلالي ، وتتوزع الكثبان الهلالية في مواضع متفرقة من منطقة الدراسة ، وقد أمكن تمييز ثلاثة أنواع رئيسة لهذه الكثبان هي : الكثبان الهلالية النموذجية المنفردة ، والكثبان الهلالية المقيدة بالنبات غير المتحركة ، والكثبان الهلالية المعكوسة ، ويمكن توضيح السمات التي يتميز به كل نوع منها كما يلي :

٣-١-الكثبان الهلالية :

يتألف جسم الكثيب الهلالي من جانبين ينحدران في اتجاهين متضادين ، الجانب المواجه للرياح السائدة وهو هين الانحدار حيث يتراوح انحداره بين ٣.٨ و ٩.١ درجة في النطاق الشرقي ، وبين ٣.١ و٨.٣ درجة في النطاق الغربي ، وبمتوسط ٦.٢ و٥.٥ درجة على التوالي ، ويتخذ الشكل المحدب في أعلاه والمقعر من أسفله ، والجانب المظاهر للرياح وهو أشد انحداراً إذ يتراوح انحداره بين ١٦.٢ و ٢٥.٣ درجة في النطاق الشرقي وبمتوسط ٢١.٢ درجة ، وبين ١٣.٤ و٢٠.٦ درجة في النطاق الغربي وبمتوسط بلغ ١٦.٦ درجة ، الشكلان (١٠،١١). ويأخذ الشكل المستقيم في أغلبه باستثناء جزء صغير في اسفه يميل إلى الشكل المقعر . هذه ويقع هذا الجانب بين قرنين غير متساويين في الطول في الأغلب الأعم ويشير اتجاههما إلى اتجاه منصرف الرياح السائدة .

" ويشير صابر أمين دسوقي ،٢٠٠٥، ص ١١٨ ، أن طول أحد قرني الكثيب الهلالي عن الآخر مغزاه إما إلى عدم انتظام هبوب الرياح ، أو إلى عدم انتظام كميات الرمال التي تضاف إلى الكثيب ، أو إلى انحدار السطح ، كما قد يكون للرياح المعاكسة والرياح المحلية أثر واضح في إطالة قرن عن الآخر".

هذا وتختلف أبعاد الكثبان الهلالية من نطاق إلى آخر فقد تراوح طولها في النطاق الشرقي بين ٧٠- ٢٢٨ متر وبمتوسط ١٦١ متر ، بينما تراوح عرضها بين ١٤ – ٣٣ متر ، وتراوح الارتفاع بين ٢ – ٣ متر. أما في النطاق الغربي فقد تراوح الطول بين ١٠٥ – ٢٤٢ متر ، وبمتوسط ١٨٦ متر ، وتراوح العرض بين ١٢ – ٢٧ متر أما الارتفاع فقد تراوح بين ٣ – ٩ متر.

٣-٢- الكثبان الهلالية المقيدة بالنبات (غير المتحركة) :

يتوزع هذا النوع من الكثبان في الأجزاء الشرقية والوسطى من النطاق الغربي ، بينما يتوزع في الأجزاء الجنوبية والغربية من النطاق الشرقي ، وتعد النباتات البحرية الشاطئية هي المسبب الرئيس لتقييد حركة هذه الكثبان إلى جانب الرطوبة الناجمة عن المياه العذبة المخزنة بالكثبان أو تلك المياه المالحة اسفلها خاصة للكثبان الواقعة بالقرب من النطاق السبخي في جنوب المنطقة . تتباين الخصائص المورفومترية لهذه الكثبان بين النطاقين الشرقي والغربي ، فقد بلغ متوسط طولها وعرضها وارتفاعها بالنطاق الشرقي ٢٠٣ – ٤٤ – ٣.٦ متراً على التوالي بينما بلغ متوسط ذات الخصائص في النطاق الغربي ١٦٢ – ٢٧.٢ – ٢.٤ متراً على التوالي ، هذا وتراوحت درجات انحدار جانبها المواجه للرياح السائدة بين ٢.٨ و٦.٧ درجة بالنطاق الشرقي ، وبين ٢.١ و ٨.٢ درجة بالنطاق الغربي (الشكلان ١٢،١٣) .

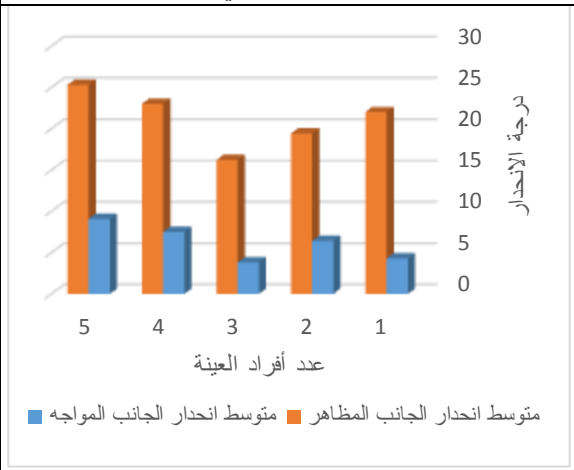
٣-٣- الكثبان الهلالية المعكوسة :

يرتبط هذا النوع من الكثبان في تواجده باماكن وجود النباتات ومكامن المياه القريبة من سطح الأرض ، كما يرتبط توزيعه الجغرافي بمناطق زيادة كثافة الكثبان الرملية وتعدد أجيالها ، وتتوزع الكثبان الهلالية المعكوسة في منطقة الدراسة في الأجزاء الوسطى والشرقية من النطاقين الرمليين الشرقي والغربي .

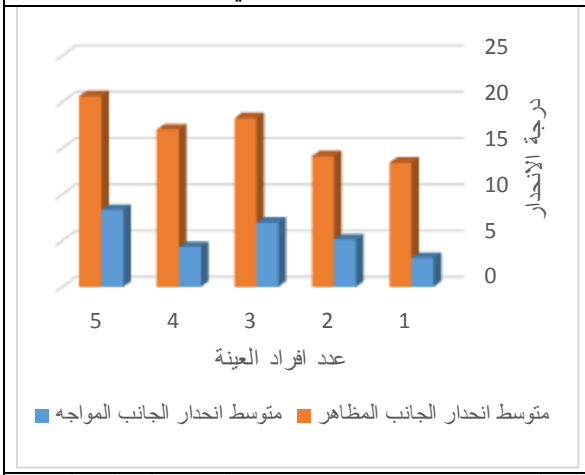
" واشار عاطف معتمد في دراسته لكثبان حقل الجافورة ، ٢٠٠٧ ، ص ٢٧ ، أن هذه الكثبان ليست معكوسة من حيث الأصل بل من حيث التطور ، حيث أدت عمليات الإعاقة إلى تثبيت جوانب هذه الكثبان ودفع الأجزاء الوسطى منها في اتجاه منصرف الرياح " .

أما عن خصائصها المورفومترية فقد سجلت متوسط طول (١٦٣- ٢٦٧) وعرض (٣٢- ٣٠.٨) وارتفاع (٣ – ٣,٦) بالنطاقين الشرقي والغربي على التوالي ، أما عن درجات انحدار جوانب هذه الكثبان المواجهة والمظاهرة للرياح السائدة قيوضحها الشكلين (١٤،١٥)

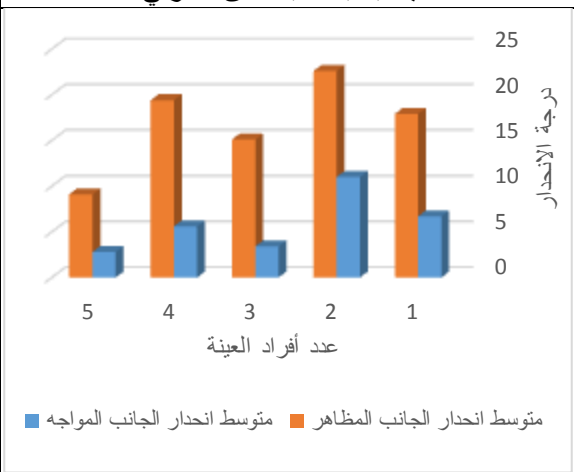
الشكل (١٠) درجات انحدار جانبي الكثبان الهلالية بالنطاق الشرقي



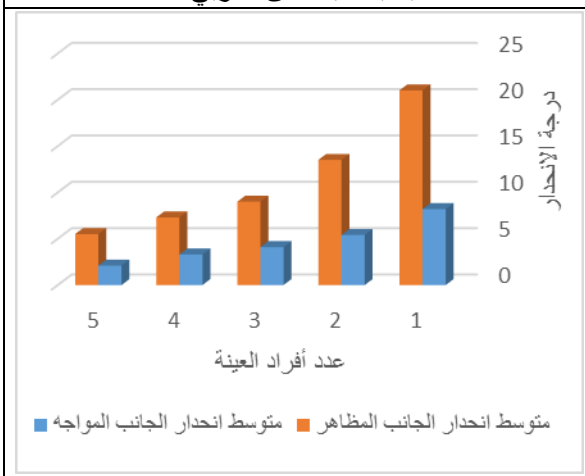
الشكل (١١) درجات انحدار جانبي الكثبان الهلالية بالنطاق الغربي



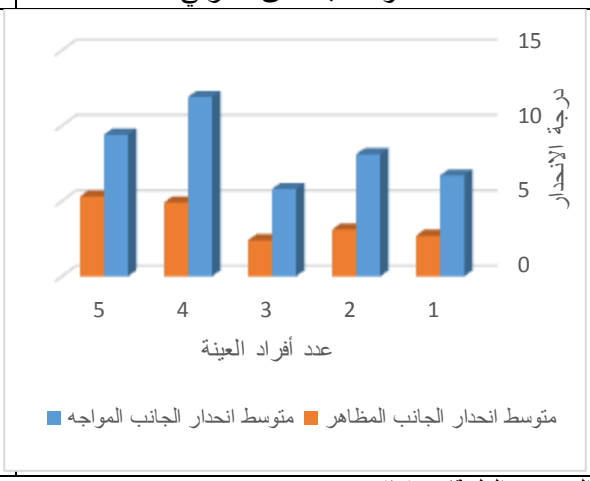
الشكل (١٢) درجات انحدار جانبي الكثبان الهلالية المقيدة بالنبات بالنطاق الشرقي



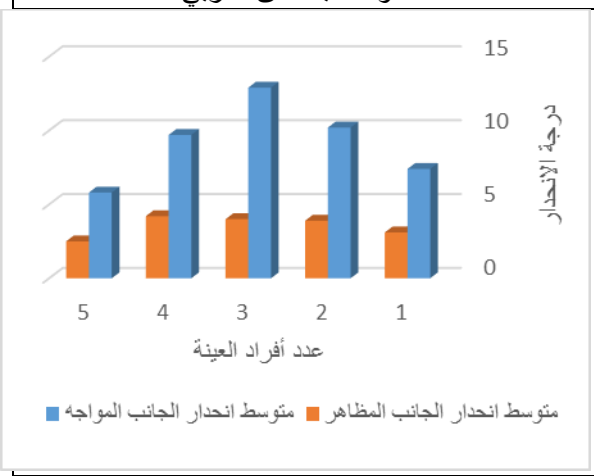
الشكل (١٣) درجات انحدار جانبي الكثبان الهلالية المقيدة بالنبات بالنطاق الغربي



الشكل (١٤) درجات انحدار جانبي الكثبان الهلالية المعكوسة بالنطاق الشرقي



الشكل (١٥) درجات انحدار جانبي الكثبان الهلالية المعكوسة بالنطاق الغربي



المصدر : الملحقان (٢،١)

٤ ـ النباك :

تعد النباك عائقاً نباتياً أمام الرياح المحملة بالرمال ، فهي عبارة عن تجمع للرمال حول بعض النباتات التي تتوزع بين الكثبان الرملية وعلى منحدراتها ، وتختلف هذه النباك في أحجامها باختلاف حجم النباتات التي تجمعت حولها ، فيتناسب حجمها طردياً مع زيادة حجم النباتات خاصة تلك التي المخضرة المزدهرة . وتظهر النباك بجانبين غير متماثلين من حيث الطول والارتفاع والانحدار ، كما تظهر هذه الجوانب معاكسة لما تظهر عليه جوانب الكثبان الرملية ، فالجانب المواجه للرياح السائدة يظهر في الكثبان الرملية هين الانحدار ، والجانب المظاهر يظهر اشد انحداراً نسبياً، بينما يحدث العكس في النباك حيث يظهر الجانب المواجه للرياح أشد انحداراً من نظيره المظاهر للرياح .

وقد أمكن قياس الخصائص المروفومترية لمجموعة من النباك تظهر في الجدول (٤) ومنه يتضح مايلي :

الجدول (٤) الخصائص المورفومترية للنباك

النطاق	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول النبكة بالمتر	عرض النبكة بالمتر	ارتفاع النبكة بالمتر
النطاق الغربي	35	30	7.2	3.6	1.75
	25	20	7.3	5	1.2
	20	15	2.6	1.2	0.71
	27	8	1.2	0.66	0.71
	27	12	6.3	5.14	1.3
	40	25	5.7	5	1.2
	33	7	4.7	4.1	1.6
	30	7	6.1	5.2	1.55
	22	8	3.2	2.6	1.4
	33	11	2.55	1	1.3
المجموع	292	143	46.85	33.5	12.72
المتوسط	29.2	14.3	4.68	3.35	1.27
النطاق الشرقي	17	12	9.4	7	1.5
	30	15	3.7	3.2	1
	35	5	6	4	0.7
	35	10	6.5	4	1.2
	35	17	6.7	6.3	1.5
	37	5	3.7	2.1	0.6
	20	12	2.5	1.2	0.7
	10	5	1.5	0.4	0.8
	24	7	1.2	0.4	0.7
	22	4	3	0.8	0.7
المجموع	265	92	44.2	29.4	9.4
المتوسط	26.5	9.2	4.42	2.94	0.94

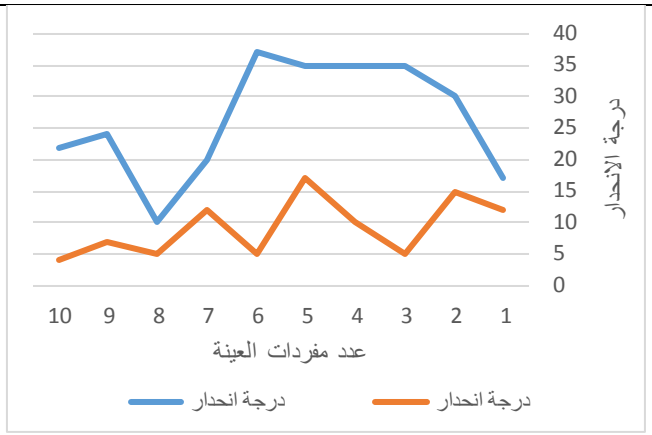
المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ /٨/ ٢٠١٨.

١- تراوحت أطوال النباك في النطاق الشرقي بين ١.٢ – ٧.٣ متراً، بينما تراوح عرضها بين ١ – ٥.١٤ متر ، أما ارتفاعها فقد تراوح بين ٠.٧٠ – ١.٧٥ متر . في المقابل تراوحت أبعاد النباك في النطاق الغربي لكل من الطول والعرض والارتفاع بين ١.٢ – ٩.٤ و ٠.٤ – ٧ و ٠.٦ – ١.٥ على التوالي .

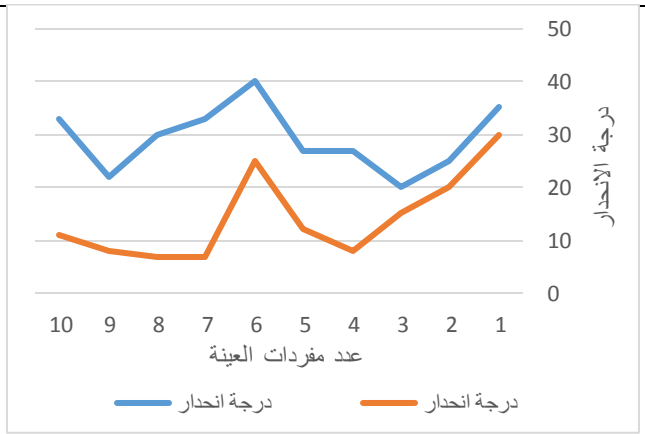
٢- يكشف الجدول (٤) عن تباين درجات الانحدار بين الجانبين المواجه للرياح ونظيره المظاهر لها حيث يظهر المواجه للرياح اشد انحداراً وأكثر استقامة ، والشكلان (١٦-١٧) يوضحان أشكال هذه الانحدارات والتبيان بينها بالنطاقين الرمليين .

٣- تبين من خلال الدراسة الحقلية أن ظاهرة النباك تمر بمراحل التطور الجيمورفولوجي ترتبط بدورة حياه النباتات التي تجمعت حولها الرمال ، فكلما كانت المياه الجوفية قريبة من سطح الأرض تنمو النباتات وتخضر وتتجمع حولها الرمال ويزداد التجمع الخضري وتكون النبكة في مرحلة النضج ، وعندما تفتقر هذه النباتات للمياه تفقد خصوبتها وتذبل اوراقها وتصبح النبكة في مرحلة الشيخوخة ،عندها تكتسح الرياح تلك التجمعات الرملية ولا يبقى لها أي أثر .

الشكل (١٦) درجات انحدار جانبي النباك بالنطاق الشرقي



الشكل (١٧) درجات انحدار جانبي النباك بالنطاق الغربي



المصدر : الجدول (٤) .

٥ - نيم الرمال (التموجات الرملية) :

يتكشف نيم الرمال على هيئة تموجات متباينة في احجامها وأشكالها ، ويعزى هذا التباين لعدة عوامل منها سرعة الرياح وحجم الحبيبات الرملية وتركيبها المعدني وطبوغرافية سطح الترسيب ، ودرجة انحداره . ويتوزع نيم الرمال على جميع الكثبان الرملية ، وبعض هذه العلامات يبقى لفترة زمنية بسبب كبر حجم حبيباته وثقل وزنها (الرمل الخشن) ، أما بعضها الآخر صغير الحبيبات (الرمل الناعم) مثل ذلك الذي يتألف في معظمه من بقايا الرواسب

البحرية التي تتمثل في القواقع والاصداف فهي خفيفة الوزن فالنيم الذي يتكون منها هو معرض للزوال بعد فترة وجيزة تهب خلالها رياح من متوسطة إلى شديدة السرعة نسبياً .

وقد أمكن خلال الدراسة الحقلية قياس عدد ٧٠ تموج رملي منها ٤٠ تموج في النطاق الغربي ، و٣٠ تموج في النطاق الشرقي . والجدول (٥) يبين بعض خصائصها كما يلي :

الجدول (٥) الخصائص المورفومترية لنيم الرمال (التموجات الرملية) بمنطقة الدراسة

النطاق	نوع التموج الرملي	متوسط درجة انحدار الجانب المواجه	متوسط درجة انحدار الجانب المظاهر	متوسط طول الجانب المواجه (سم)	متوسط طول الجانب المظاهر (سم)	متوسط ارتفاع الموجة (سم)	متوسط طول الموجة (سم)
الغربي	مستقيم صغير	13.2	28.9	8.9	4.1	2	12.27
	مركب	14.1	32.1	3.5	1.55	0.88	4.71
	مستقيم كبير	4.5	2.4	57.6	12.2	4.27	68.8
	مستقيم صغير جدا	15	33.8	2.5	1.12	0.63	3.34
الشرقي	مستقيم صغير	5.4	27.8	8.2	1.55	0.74	9.52
	متعرج كبير	5.4	10.6	65.1	35.1	5.68	99.43
	متعرج صغير	4.1	22.4	6.3	1.15	0.47	7.31
مجموع المنطقة		61.7	158	152.1	56.77	14.67	205.38
متوسط المنطقة		8.81	22.57	21.72	8.11	2.09	29.34

المصدر : الملاحق من ٤ ، ١٠

١- تنوعت التموجات الرملية في منطقة الدراسة إلى سبعة أنواع مختلفة توزعت على الأشكال الرملية بين النطاقين الشرقي والغربي ، ويمكن أن يعزى هذا التنوع إلى خصائص الأشكال الرملية ومكوناتها من ناحية وإلى التباين المحلي لاتجاهات هبوب الرياح من ناحية أخرى .

٢- ترتفع درجات انحدار الجانب المظاهر للرياح السائدة عن نظيره المواجه لها ، فقد تراوحت درجات انحدار الجانب المظاهر بين ٢.٤ ، ٣٣.٨ درجة ، في المقابل تراوحت درجات الانحدار الجانب المواجه بين ٤.١ ، ١٥ درجة . كما تباينت متوسطات أطوالها أيضاً بين ١.١٢ ، ٣٥.١ سنتيمتر للجانب المظاهر وبين ٢.٥ ، ٦٥.١ سنتيمتر للجانب المواجه .

٣- ارتبطت التموجات الرملية من نوع مستقيم صغير ومستقيم صغير جداً ، ومركب بارتفاع درجات انحدار الجانبين المظاهر للرياح والمواجه لها ، بينما ارتبطت التموجات الرملية من نوع مستقيم كبير و متعرج كبير بزيادة أطوال جانبي التموج ، وارتفاع متوسط طول الموجة كما هو مبين في الجدول (٥) .

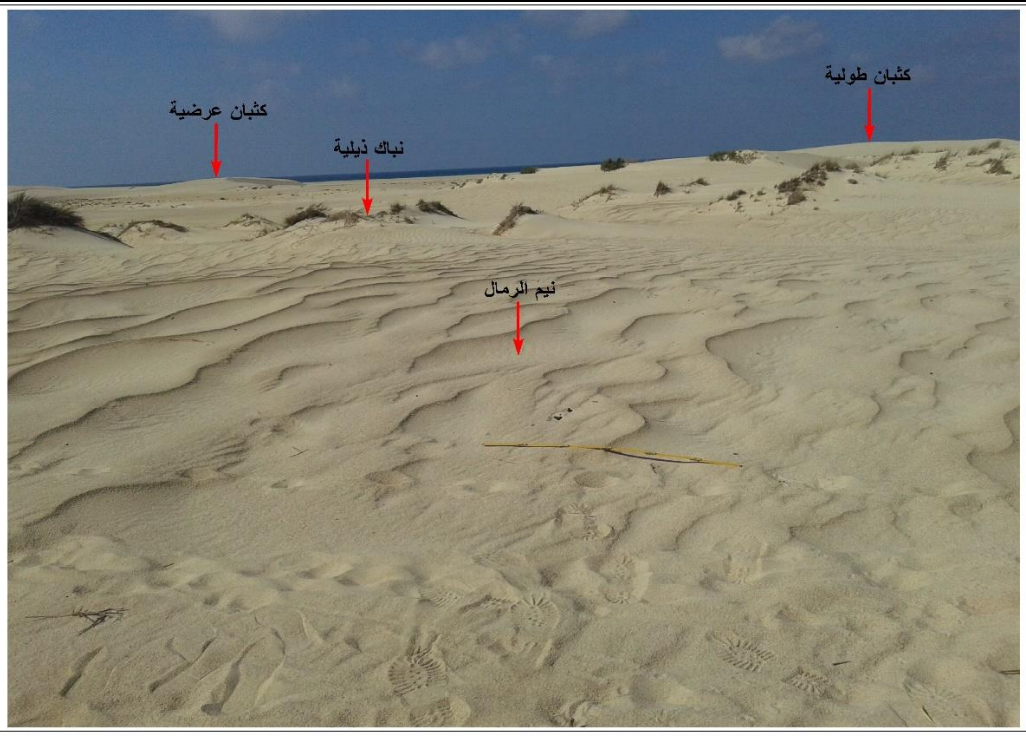
وتتأثر التموجات الرملية في فترة بقائها بسرعة الرياح واتجاه هبوبها ، في تبدو في فصل الصيف أكثر ثباتاً في شكلها وحركتها مقارنة بفصل الشتاء الذي تتغير فيه خصائصها المورفومترية بالكامل ، وربما تتعرض للإندثار خلال هذا الفصل لتنمو تموجات إخرى في أواخر الربيع وبداية الصيف بخصائص موفومترية لا تختلف كثيراً عن سابقتها . هذا ويمكن توضيح صور لبعض الأشكال الرملية التي سبق الحديث عنها ، وهي (من ١ إلى ٨) .

٩ ـ كثافة الأشكال الرملية:

تكشف معرفة كثافة الأشكال الرملية النقاب عن العديد من خصائصها وأسباب تنوع أشكالها ، وطبيعة توزيعها الجغرافي والعوامل المتحكمة في هذا التوزيع . كما تكشف أيضاً عن الأخطار الجيومورفولوجية المحتملة الحدوث بفعل هذه الأشكال ، وبغية الوصول لمعرفة كل ما سلف ذكره استخدمت المرئية الفضائية لبرنامج القوقل بدقة نصف متر ، وقد قسمت منطقة الدراسة إلى مربعات طول ضلع المربع واحد كيلومتر ، وحسب عدد الأشكال الرملية داخل كل

مربع بحيث تمثل كثافة الأشكال الرملية في كل كيلومتر مربع . وقد ضم النطاق الشرقي ثلاثة وعشرين مربعاً في المقابل أحتوي النطاق الغربي على ستة عشر مربعاً. الشكل (١٨) .

الصورة (١) أشكال رملية مختلفة



المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

الصورة (٢) أشكال رملية مقيدة وأخرى مركبة

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

الصور (من ٣ إلى ٨) أشكال متنوعة للتموجات الرملية بمنطقة الدراسة

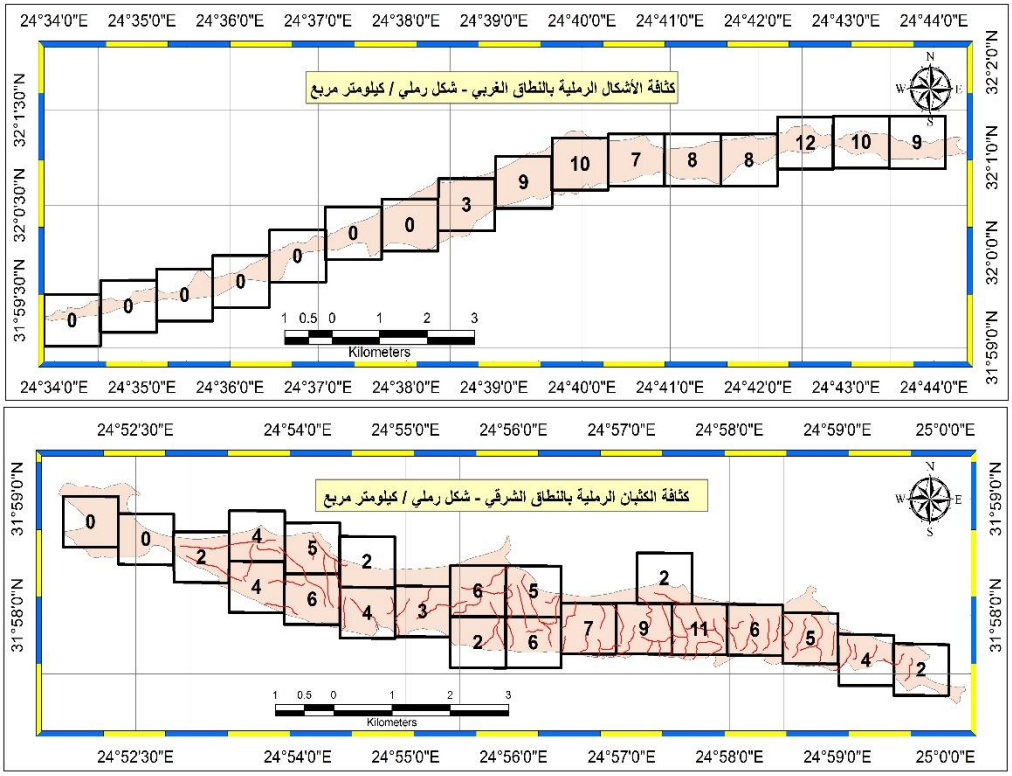
الصورة (٣)

الصورة (٤)

١

الصورة (٥)	لصورة (٦)
الصورة (٧)	**الصورة (٨)**
المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨	

الشكل (١٨) كثافة الأشكال الرملية



المصدر : من عمل الباحث أعتماداً على القياسات من المرئية الفضائية لبرنامج القوقل بدقة ٦٠ سم

من الشكل (١٨) يمكن استنتاج ما يلي :

١- تراوحت كثافة الكثبان الرملية في النطاق الشرقي بين ٢ -١١ شكل رملي في الكيلومتر المربع الواحد ، بينما تراوحت كثافتها في النطاق الغربي بين ٣ – ١٢ شكل رملي في الكيلومتر المربع .

٢- سجل النطاق الشرقي أعلى عددا للأشكال الرملية حيث بلغت مجتمعة ٩٥ شكل رملي توزعت على ٢٢ كيلومتر مربع ، في المقابل سجل عدد الأشكال الرملية في النطاق الغربي ٧٦ شكلاً رملياً توزعت على مساحة ٩ كيلومتر مربع .

٣- يمكن القول أن الكثافة العامة للأشكال الرملية في النطاق الشرقي بلغت ٤.٣١ شكل رملي لكل ١كيلومترمربع ، بينما سجل النطاق الغربي كثافة عامة مقدارها ٨.٤٤ شكل رملي لكل ١ كيلومتر مربع .

٤- يتضح من النقطة السابقة أن النطاق الغربي أعلى كثافة من نظيره القطاع الشرقي غير أن الأخير توزعت أشكاله الرملية على مساحة أكبر من تلك التي توزعت عليها الأشكال الرملية في النطاق الغربي ، ويعزى ذلك لضيق عرض النطاق الغربي الذي أدى إلى تكدس الأشكال الرملية بجوار بعضها البعض فسجل بذلك كثافة عامة مرتفعة .

٥- هناك اتجاه عام في النطاقين الشرقي والغربي بأن عدد الأشكال الرملية يتزايد في اتجاه منصرف الرياح ، فهي تبدو قليلة العدد في الأجزاء الغربية من كل نطاق ، وتزداد تدريجياً بالاتجاه نحو الشرق .

٦- مما سبق يتوقع تراكم الرمال بأشكالها المختلفة في اتجاه منصرف الرياح نحو الشرق ، وخلو الأجزاء الغربية من كل نطاق من تلك التراكمات التي قد تكون سبباً في إعاقة المشاريع التنموية المراد إنشاؤها على تلك السواحل .

١٠- حركة الأشكال الرملية واتجاهها :

تتوقف حركة واتجاه الأشكال الرملية على عدة عوامل يأتي في مقدمتها سرعة الرياح واتجاهها ، وطبوغرافية السطح ومدى توفر المياه تحت السطحية والنباتات ، ومن خلال فحص المرئيات الفضائية لبرنامج القوقل لفترتين زمنيتين مختلفتين لكل من النطاقين الشرقي والغربي ؛ تبين أن هناك حركة لتلك الأشكال وضحت اتجاهاتها ومقدار حركتها ، خلال الفترة الزمنية المحددة ، وخلال السنة .

وقبل توضيح التفاصيل الخاصة بحركة الأشكال الرملية واتجاهاتها نعرج قليلاً على طبيعة اتجاه الرياح في منطقة الدراسة لمطابقته مع اتجاه الأشكال الرملية ، ويتضح اتجاه الرياح في منطقة الدراسة من الجدول الآتي :

الجدول (٦) النسبة المئوية لاتجاه الرياح السائدة في محطة طبرق خلال الفترة (١٩٨٥ – ٢٠٠٧)

اتجاه الرياح	فصول السنة				المتوسط
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	
سكون	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2
شمالية	11.1	22.2	12.1	24.4	17.4
شمالية شرقية	0	2.2	0	2.2	1.1
شرقية	6.6	22.2	0	8.8	9.5
جنوبية شرقية	0	0	0	0	0
جنوبية	22.2	4.4	0	15.5	10.5
جنوبية غربية	31.1	0	0	2.2	8.3
غربية	13.3	0	0	0	3.1
شمالية غربية	15.5	48.8	87.8	46.6	49.9
المجموع	%100	%100	%100	%100	%100

المصدر: محمود علي المبروك ، ٢٠١٣ ، ص ٥٠ ،
نقلا عن المركز الوطني للأرصاد الجوية ، طرابلس.

من خلال الجدول (٦) يتضح ما يلي :

١- تتباين النسبة المئوية لإتجاه الرياح السائدة من فصل إلى آخر خلال السنة ، ففي فصل الشتاء تسود الرياح الجنوبية الغربية ، والجنوبية ، حيث سجلت مجتمعة نسبة ٥٣.٣% وتؤثر هذه الرياح في تغيير اتجاهات جانبي النباك ، حيث يكون الجانب المواجه للرياح السائدة في هذا الفصل أقل طولاً وأشد انحداراً من نظيره المواجة ، وتبقى النباك على هذا الحال حتى تتغير في الفصول القادمة استجابة لتغير الرياح السائدة إلى اتجاه آخر مختلف. أما الكثبان الرملية المختلفة الأشكال ذات الامتداد الكبير فلا تتغير لأنها تحتاج إلى فترة زمنية كبيرة تسود بها الرياح من اتجاه واحد دونما تغير .

٢- تسود الرياح الشمالية الغربية في باقي فصول السنة ، ففي فصل الربيع سجلت ٤٨.٨% وسجلت في فصل الصيف والخريف على التوالي نسب بلغت ٨٧.٨% و٤٦.٦% . ويمكن القول أن هذه الرياح تبدو في فصل الصيف أشد سيادة وبالتالي تكون لها القدرة على تحريك الكثبان الرملية في اتجاه منصرفها ، كما تقوم بتغيير أتجاهات جانبي النباك

من حالها في فصل الشتاء إلى وضع جديد يتمشى مع الرياح السائدة وتبقى على وضعها الجديد لمدة ثلاثة فصول من السنة إلى حين حلول فصل الشتاء .

٣- لا أثر للرياح الجنوبية الشرقية ، كما أن فترات السكون تتكشف بنسب ضئيلة جداً ، علاوة على أن فصل الصيف هو الفصل الوحيد الذي لا تظهر به إلا نسب اتجاهين فقط هما الرياح الشمالية الغربية والرياح الشمالية بنسبة ١٢.١% .

ووفقاً لما سبق من تبيان للنسبة المئوية لاتجاه الرياح السائدة ، و أن الرياح الشمالية الغربية هي السائدة في أغلب فصول السنة ؛ لذا يمكن توضيح حركة الأشكال الرملية واتجاه هذه الحركة من خلال رصدها خلال فترتين زمنيتين باستخدام المرئيات الفضائية ، ويمكن معرفة حركة الأشكال الرملية واتجاهها من خلال ما يوضحه الجدول (٧) و الاشكال (١٩ – ٢٠ – ٢١) .

النطاق الشرقي						النطاق الغربي					
حركة الأشكال الرملية خلال الفترة ٢ / ٧ / 2007 - ٧ / ٣ / 2018						حركة الأشكال الرملية خلال الفترة ١٠ / ٣ / 2016 - 25 / 8 / 2018					
أدنى قراءة للحركة (م)	أقصى قراءة للحركة (م)	اتجاه الحركة	المتوسط	متوسط مقدار الحركة خلال الفترة ١٢٨ شهراً (م)	مقدار الحركة خلال السنة (م)	أدنى قراءة للحركة (م)	أقصى قراءة للحركة (م)	اتجاه الحركة	المتوسط	متوسط مقدار الحركة خلال الفترة ٢٩ شهراً (م)	مقدار الحركة خلال السنة (م)
49	60	ج - ش	54.5	39	3.65	18	29	ج - ش	23.5	25	10.34
51	61	شرق	56			24	36	ج - ش	30		
25	37	شرق	31			12	29	شرق	20.5		
17	29	ج - ش	23			15	26	ج - ش	20.5		
45	16	شرق	30.5			14	47	ج - ش	30.5		
المتوسط العام			**39**	–	–	**المتوسط العام**			**25**	–	–

الجدول (٧) حركة الأشكال الرملية بمنطقة الدراسة

المصدر : حسبت من قبل الباحث اعتماداً على المرئيات الفضائية لبرنامج القوقل .

وبالنظر إلى الجدول (٧) و الاشكال (١٩ – ٢٠ – ٢١) التي تبين حركة الأشكال الرملية واتجاهها يتضح ما يلي :

١- يأخذ اتجاه الأشكال الرملية في النطاقين الشرقي والغربي (شرق وجنوب شرق) بسبب تأثير الرياح الشمالية الغربية السائدة في المنطقة خلال ثلاثة فصول من السنة ، وإن كان هناك تغير محلي بين النطاقين ، إذ أن الاتجاه الشرقي هو الأكثر تأثيراً في النطاق الشرقي من الاتجاه الجنوبي الشرقي ، أما النطاق الغربي فيتأثر بالاتجاه الجنوبي الغربي مقارنة بالاتجاه الشرقي ، وتعزي هذه الفروقات إلى تغير اتجاه خط الساحل وطبوغرافيته في النطاقين حيث يأخذ النطاق الساحلي الشرقي اتجاه شمال غرب – جنوب شرق ، أما

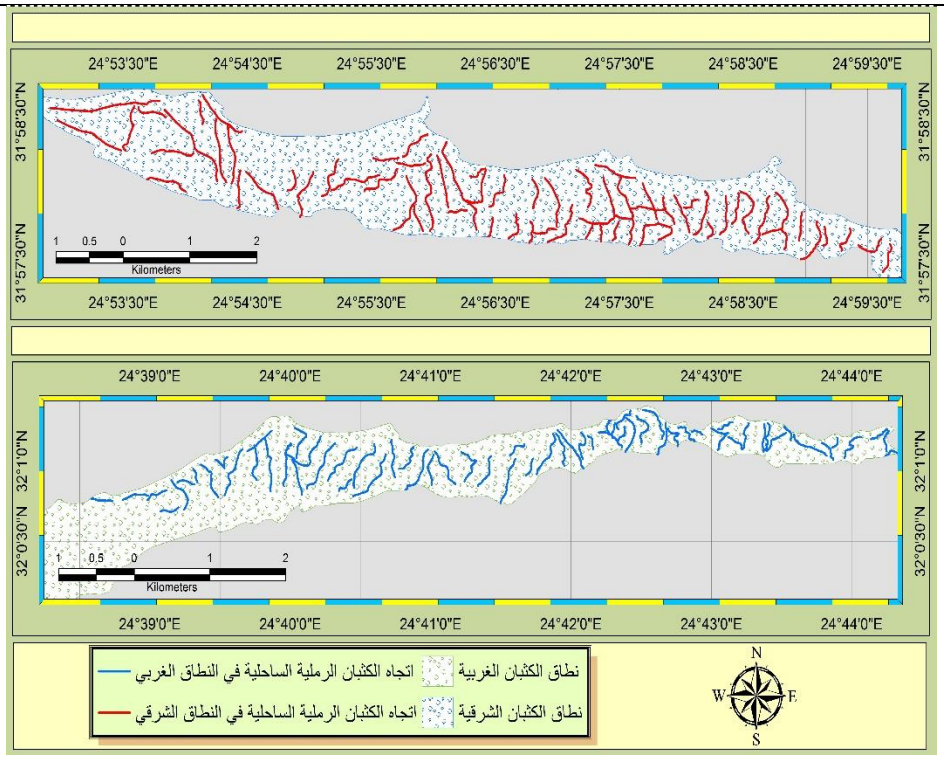
نظيره الغربي فيأخذ الاتجاه شمال شرق – جنوب غرب ، وقد أثرت هذه الفروقات أيضاً في اتجاه الأشكال الرملية بالنطاقين ، الشكل (١٩) .

٢-تتحرك الأشكال الرملية في اتجاه منصرف الرياح متأثرة في حركتها باتساع النطاق وكثافة الاشكال الرملية ، وطبوغرافية السطح ومدى كثافة النبات الطبيعي ودرجة غزارته ، وأماكن توفر المياه القريبة من سطح الأرض .

٣-قسيت حركة الأشكال الرملية في النطاقين الشرقي والغربي لمعرفة مقدار المسافة المقطوعة بين فترتين زمنيتين مختلفتين لكل نطاق ، وقد حسبت هذه الفروقات في الحركة من المرئيات الفضائية لبرنامج القوقل خلال السنوات الموضحة في الجدول (٧) ، وأخذت خمس قياسات لأشكال رملية متباينة ، ورصدت أدنى وأقصى قراءة تباينت بين النطاقين للأسباب آنفة الذكر بالنقطة (٢) ، وقد سجلت حركة الأشكال الرملية أقصاها في النطاق الغربي حيث سجلت ٢٥ متراً خلال مدة بلغت تسعة وعشرين شهراً، وبمعدل سنوي بلغ ١٠.٣٤ متراً سنوياً. أما النطاق الشرقي فقد سجل حركة بلغت ٣٩ متراً في مدة وصلت إلى مائة وثمانية وعشرين شهراً، وكان معدل حركة الأشكال الرملية السنوي في هذا النطاق ٣.٦٥ متراً سنوياً.

٤-مما سبق لوحظ أن الأشكال الرملية بأنواعها المختلفة في النطاقين تتحرك نحو الشرق والجنوب الشرقي باتجاه منصرف الرياح ، وهذا يكشف النقاب عن مواضع الخطر التي يجب توخيها عند القيام بإنشاء مشاريع مثل : الإسكان والسياحة و الزراعة ، وغيرها من المشاريع والخطط التنموية .

الشكل (١٩) اتجاه حركة الأشكال الرملية



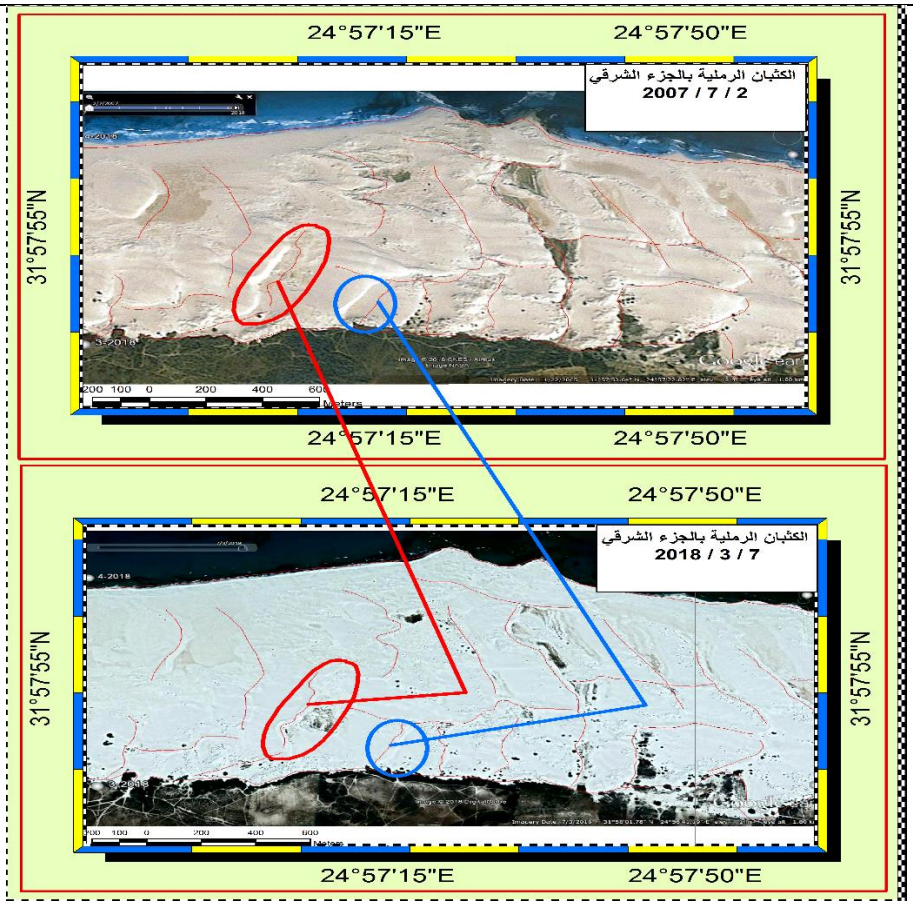
المصدر : من عمل الباحث أعتمادا على القياس من المرئيات الفضائية

١١ ـ نشأة الأشكال الرملية :

رغم أن منطقة الدراسة تتألف من العديد من الأشكال الرملية المختلفة (الكثبان الطولية والعرضية والهلالية والهلالية المقيدة وتلك المعكوسة ، والنباك) والتي كشفت عنها الدراسة الميدانية ، وتصنيف المرئية الفضائية ؛ فإن هذه الأشكال قد تشكلت وتكونت في منطقة النطاقين التي تتعرض لهبوب الرياح الشمالية الغربية خلال ثلاثة فصول من السنة وتعد المنطقة وفقاً لذلك متأثرة باتجاه أحادي للرياح في الاغلب الاعم ، وقد تأثرت الأشكال الرملية في منطقة الدراسة بقرب مستوى الماء الجوفي العذب الذي عمل على تقييد تلك الأشكال والسماح لها بالنمو التدريجي شيئاً فشيئاً ، وقد ساعد على تكونها أيضاً نمو النباتات الطبيعية بوفرة بسبب توفر المياه العذبة تحت السطحية .

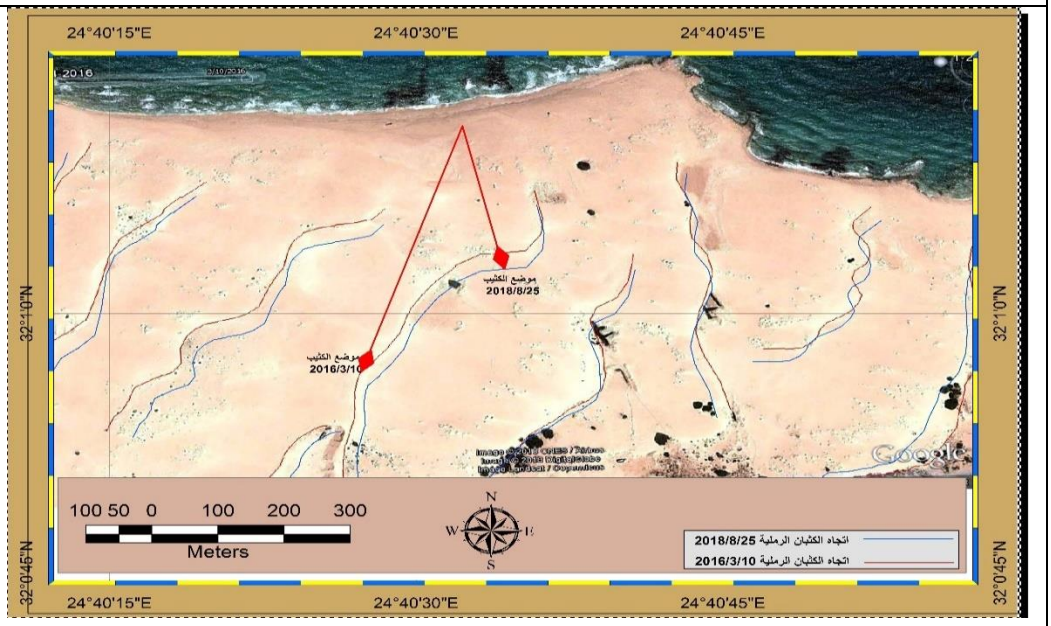
تبين من خلال فحص حبيبات الأشكال الرملية المختلفة أن أصل نشأتها بحري ويعزز ذلك احتواء أكثر من ٥٠ % من مكوناتها على القواقع والأصداف البحرية المهرمشة وهذا ما جعل لونها يميل إلى اللون الأبيض الناصع الذي يعكس بريقاً لضوء الشمس يتكشف بوضوح

لشكل (٢٠) حركة الاشكال الرملية بالنطاق الشرقي



المصدر : من عمل الباحث أعتمادا على القياس من المرئيات الفضائية

الشكل (٢١) حركة الاشكال الرملية بالنطاق الغربي



المصدر : من عمل الباحث أعتمادا على القياس من المرئيات الفضائية

أكثر وقت الشروق ، وعند الزوال وأشتداد الإنعكاس الشمسي ، هذا وتختلط هذه الرمال مع الرواسب الطينية والحصوية للأودية التي ينتهي تصريفها بالسبخات الساحلية الواقعة خلف الأشكال الرملية ، وتظهر الأشكال الرملية التي انتابها خليط في مكوناتها من الطين ، وقلت بها مخلفات الأصداف البحرية لونا داكناً .

تعرضت منطقة الدراسة خلال العشرة آلاف سنة الأخيرة من عصر الهولوسين إلى مناخ جاف ، وتأثرت بظروف الجفاف ، وبالتالي فإن الإرسابات الرملية بأشكالها المختلفة على هذا الساحل هي حديثة النشأة والتكوين ، ويعزز تشكل ونشأة الأشكال الرملية بالمنطقة خلال ظروف الجفاف أنه لايوجد فيها كثبان رملية متماسكة (كالكارنيت) ، كما عزز نشأتها أيضاً ارتفاع مستوى سطح البحر الحالي وتقدم منطقة الشاطئ صوب الداخل في اتجاه الأراضي القارية .

١٢- تحديد القيمة الاقتصادية للأشكال الرملية ، والمخاطر الناجمة عنها :

يمكن تحديد أهم الجوانب النفعية للأشكال الرملية والمخاطر المرتبطة بها من خلال الآتي :

١- في مجال السياحة : تفيد الكثبان الرملية بأشكالها المتنوعة ومنحدراتها وما يكتنف سحطها من اشكال رملية دقيقة ؛ في جذب العديد من السائحين خاصة أولئك الذين يزورون الشواطئ خلال فصل الصيف ، وذلك للتمتع بممارسة رياضات مثل التزحلق على الكثبان الرملية ، والتقاط الصور الفوتوغرافية ، ورياضة العدو ولعب كرة التنس ، وما إليها من الألعاب التي تستهوي السائح .

٢- في مجال البناء والتشييد : تكفي كميات الرمال التي تضمها منطقة الدراسة لسد حاجة المشاريع الإنشائية من الرمل الذي يستخدم في البناء وفي ردم السبخات وحساب تسوية الأراضي .

٣- في مجال الحصول على المياه العذبة : بينت الدراسة الحقلية أن الاشكال الرملية الساحلية كبيرة الحجم تعمل بمثابة مصيدة للمياه العذبة المتساقطة من الامطار أو تلك المتدفقة مع الجريان السيلي للأودية ، وتتجمع هذه المياه عند أقدام الكثبان الرملية ويمكن الاستفادة منها في الزراعة وسقاية الحيوانات ، وقد تم العثور في اثناء الدراسة الحقلية على مواضع قريبة جداً من الكثبان تم حفرها وتحتوي على الماء العذب ، ولا يزيد عمق تلك

الحفر عن متر واحد ، الصورة (٩) تستخدم كما سبق الذكر في سقاية الحيوانات ، وهي

الصورة (٩) المياه العذبة تحت السطحية بين الكثبان الرملية

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

صالحة أيضاً للشرب .

٤- المخاطر الناجمة عن الأشكال الرملية : بينت الدراسة أن الأشكال الرملية في النطاقين تتحرك بمعدلات تراوحت بين ٣ -١٠ متر في السنة ، ويترتب على حركة الأشكال الرملية خطر على المراكز الحضرية والأراضي الزراعية والمشاريع الإنشائية المختلفة ، كما يترتب على انتقال الرواسب الرملية الناعمة عبر الرياح لأماكن بعيدة إثار سيئة على البيئة وصحة الإنسان ، كما أن نقل الرياح للرواسب الناعمة والمواد العضوية وترك نظيرتها الخشنة يؤدي إلى فقدان هذه الرمال لخصوبتها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء وزيادة حساسية الأرض وميلها للتصحر . أضافة إلى ان المساحة التي تشغلها الأشكال الرملية الساحلية باتت مشكلة في حد ذاتها لكونها وقفت حجر عثرة في طريق الاستغلال السياحي والزراعي إذ أن إزالتها يتطلب تكاليف كبيرة ، وبالتالي أمسى هذا الساحل غير مستغل مع أنه من أفضل الأماكن التي تجذب السكان ، والمستثمرين والسائحين ، وعشاق الهواية والمغامرة .

١٣- النتائج والتوصيات :

١٣-١- النتائج :

١-أوضحت الدراسة أن الأشكال الرملية تشغل مساحة تصل إلى ٢٠.٨٢٥ كيلومتر مربع وقد أحتوت على أشكال عدة منها الطولية والعرضية ، والهلالية والهلالية المقيدة بالنبات ، والهلالية المعكوسة والنباك بنوعيها الذيلية والقبابية ، إضافة إلى أراضي ما بين الكثبان والتي تمثل المسطحات الرملية شبه المستوية .

٢-بين تصنيف المرئية الفضائية للقمر الصناعي (لاند سات ٨) أن الأشكال الرملية الطولية استأثرت على أكبر مساحة من النطاقين شكلت ما نسبته ٦٤.٩٣ % من مساحة المنطقة، ، وجاءت الأشكال الرملية الهلالية المقيدة بالنبات في المرتبة الثانية حيث استحوذت على نسبة مئوية بلغت ١٨.٨٧ % .

٣-اجري التحليل المورفومتري للأشكال الرملية وأوضح أن أطوال الكثبان الطولية تتراوح بين ٦٨.٩، ١٣٨.٣ متر في النطاق الشرقي ، وفي النطاق الغربي تراوحت أطوالها بين ٢٤.٣ ، ١٤٣.٩ متراً . أما عن أطوال الكثبان العرضية فقد تراوحت أطوالها بين ٢٧٣ – ٧٠٠ متر في النطاق الشرقي ، وبين ١٣٦ – ٤٦٣ متر في النطاق الغربي ، أما ارتفاعها فقد تراوح بين ٢-٥ متر في النطاق الشرقي ، و٢-٦ متر في نظيره الغربي .

٤- وقد تراوح طول الكثبان الهلالية في النطاق الشرقي بين ٧٠- ٢٢٨ متر ، بينما تراوح عرضها بين ١٤ – ٣٣ متر ، وتراوح الارتفاع بين ٢ – ٣ متر. أما في النطاق الغربي فقد تراوح الطول بين ١٠٥ – ٢٤٢ متر ، وتراوح العرض بين ١٢ – ٢٧ متر أما الارتفاع فقد تراوح بين ٣ – ٩ متر. هذا وبلغ متوسط طول وعرض وارتفاع الكثبان الهلالية المقيدة بالنطاق الشرقي ٢٠٣ – ٤٤ – ٣.٦ متراً على التوالي بينما بلغ متوسط ذات الخصائص في النطاق الغربي ١٦٢ – ٢٧.٢ – ٢.٤ متراً على التوالي ، كما وتراوحت درجات انحدار جانبها المواجه للرياح السائدة بين ٢.٨ و٦.٧ درجة بالنطاق الشرقي ، وبين ٢.١ و ٨.٢ درجة بالنطاق الغربي . وسجلت الكثبان الهلالية المعكوسة متوسط طول (١٦٣- ٢٦٧) وعرض (٣٢- ٣٠.٨) وارتفاع (٣ – ٣,٦) بالنطاقين الشرقي والغربي على التوالي . تنوعت التموجات الرملية في منطقة الدراسة إلى سبعة أنواع مختلفة توزعت على الأشكال الرملية بين النطاقين الشرقي والغربي

٥- اوضح التحليل الميكانيكي لرواسب الكثبان الطولية بالقطاعين الشرقي والغربي ، أن أحجامها بالنطاق الشرقي تراوح بين ١٠٦ – ٧١٠ ميكرون ، وقد تركز جل العينة في الحجم ١٥٠ ميكرون بنسبة سجلت ٨٥.٧ % ، وهذا يشير إلى أن نطاق التوزيع متوسط ، وأن أحجام الرمال يتركز أغلبها في فئة واحدة وهذا دليل على تجانس تركيب هذه الكثبان وجودة تصنيفها . في المقابل لوحظ أن احجام حبيبات الكثبان الطولية في النطاق الغربي تراوح بين ١٠٦ – ٧١٠ ميكرون ، غير أن أكبر نسبة لتركز فئات الحجم كانت في ٤٢٥ و١٥٠ ميكرون حيث سجلت نسبة مئوية بلغت على التوالي ٤٤.٧ % و٣٧ % .

٦- تراوحت كثافة الكثبان الرملية في النطاق الشرقي بين ٢ -١١ شكل رملي في الكيلومتر المربع الواحد ، بينما تراوحت كثافتها في النطاق الغربي بين ٣ – ١٢ شكل رملي في الكيلومتر المربع . كما سجل النطاق الشرقي أعلى عددا للأشكال الرملية حيث بلغت مجتمعة ٩٥ شكل رملي توزعت على ٢٢ كيلومتر مربع ، في المقابل سجل عدد الأشكال الرملية في النطاق الغربي ٧٦ شكلاً رملياً توزعت على مساحة ٩ كيلومتر مربع .

٧- سجلت حركة الأشكال الرملية أقصاها في النطاق الغربي حيث سجلت ٢٥ متراً خلال مدة بلغت تسعة وعشرين شهراً، وبمعدل سنوي بلغ ١٠.٣٤ متراً سنوياً . أما النطاق الشرقي فقد سجل حركة بلغت ٣٩ متراً في مدة وصلت إلى مائة وثمانية وعشرين شهراً، وكان معدل حركة الأشكال الرملية السنوي في هذا النطاق ٣.٦٥ متراً سنوياً .

٨- بين الفحص المجهري لحبيبات الرمال بالمنطقة أنها تتألف في معظمها من رواسب الأصداف والقواقع البحرية المطحونة ، وهذا يشير إلى أن أصل نشأتها بحري ، ويدعم ذلك لونها الابيض الناصع ، كما أن عدم وجود كثبان رملية متماسكة في المنطقة ، وتوغل البحر صوب الاراضي القارية ينهض دليلاً على أن نشأتها كانت تزامنت مع عصر الهولوسين خلال العشر سنوات الدفيئة الأخيرة .

١٣-٢- التوصيات :

١-يمكن تفادي حركة الكثبان الرملية بتشجير مصادرها بأشجار ذات قدرة على مقاومة الملوحة المتمثلة في الرذاذ والرشاش الصادر عن ارتطام الأمواج بالجروف البحرية الساحلية ويتم التركيز على تشجير الأماكن القريبة من خط الشاطئ بوصفها تعد المصدر الاساسي لإنتاج الرمال .
٢-استغلال الكثبان الرملية في المناطق التي تتعرض لحركة الرمال في عمليات البناء وذلك بسحبها من الشواطئ بآلات ونقلها إلى حيث تستغل .
٣-العمل على ضخ كميات من التربة الناعمة الخصبة وخلطها برمال الكثبان وذلك للتقليل من حركتها وزيادة خصوبتها بحيث تسمح بنمو النباتات الطبيعية والمزروعة .
٤-استثمار مواضع الكثبان الرملية غير المتحركة في إقامة المخيمات والمنتجعات الثابتة والمتنقلة وذلك للاستفادة منها في مجال السياحة .
٥-العمل على إجراء الدراسات حول المنطقة ورصد حركة واتجاه الكثبان الرملية وقياسها باستمرار لاتخاذ التدابير اللامة حيال أي طارئ ، ووضع الخطط لتلافي الخطر من جهة ولاستثمار تلك الكثبان والمحافظة على الشاطئ من جهة أخرى .

.....

١٤- المراجع والمصادر :

١-**صابر أمين دسوقي ، (٢٠٠٥):** جيومورفولوجية الأشكال الرملية في حوضي واديي الحاج والجدي بسيناء ، في كتاب : دراسات في جيومورفولوجية الأراضي المصرية ، الجزء الثاني ، منشأة المعارف ، الإسكندرية .
٢- **الصيد صالح الصادق الجيلاني ، (٢٠١٦) :** جيومورفولوجية مصبات الأودية المغمورة على ساحل هضبة البطنان فيما بين وادي العودة شرقاً ووادي الكراث غرباً - شمال شرق ليبيا ، حوليات آداب عين شمس ، العدد ٤٤ .
٣-**الصيد صالح الجيلاني ، خليفة أحمد الشحومي ، (٢٠١٨) :** ظاهرة السقايف (البولجيات) بهضبة البطنان بين طبرق وعين الغزالة شمال شرق ليبيا " توزيعها وخصائصها ونشأتها وتطورها الجيومورفولوجي" ، مجلة العلوم والدراسات الإنسانية ، كلية الآداب والعلوم – المرج ، العدد الثاني والخمسون .
٤- **عاطف معتمد عبد الحميد ، (٢٠٠٧):** تكامل بيانات الاستشعارعن بعد والمراجعة الحقلية في دراسة الكثبان الرملية ، حقل الجافورة – شرق السعودية ، رسائل جغرافية ٣٣ ، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي .
٥-**محمود علي المبروك، (٢٠١٣):** هضبة الدفنة شمال في شرق ليبيا "دراسة جيومورفولوجية"
رسالة دكتوراة غير منشورة ، جامعة عين شمس .
٦-**طارق كامل فرج خميس ، (٢٠١٤)** : جيومورفولوجية المصبات الخليجية في منطقة البردية شمال شرق ليبيا ، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية ، العدد الثالث والستون ، الجزء الأول ، السنة السادسة والأربعون .
٧-**مرئيات فضائية للقمر الصناعي لاندسات ٨ ، (١٩ / ٥ / ٢٠١٩)** : وتظم (Path 181) و(Row 38) حمولة ٨٦٤.٢ ميقا بايت (MB) ، ١١ نطاق (Bands) ، الدقة المكانية للنطاقات الطيفية ٣٠.٣٠ مترا .

٨- **مرئيات فضائية (٢ / ٧ / ٢٠٠٧) (٧ / ٣ / ٢٠١٨) (١٠ / ٣ / ٢٠١٦) (٢٥ / ٨ / ٢٠١٨)** ، دقة نصف متر ، على برنامج Google Earth .
٩- **الخرائط الطبوغرافية مقياس** ١:٥٠٠٠٠ . سلاح الجيش الأمريكي (١٩٦٤) .

١٥- الملاحق :

الملحق (١) خصائص الكثبان الرملية في النطاق الشرقي

أنواع الكثبان	طول	عرض	ارتفاع	متوسط انحدار الجانب المواجه	متوسط انحدار الجانب المظاهر
الطولية	138.3	61.8	7	6.3	27.5
	68.9	26.4	4	4	17
	80.1	35.2	5	6.8	21
	81.8	37.1	3	3.3	8.5
	71	29.1	2	3	7
العرضية	700	90	3	4.8	19.3
	470	84	4	3	14
	273	42	3	5.6	18.1
	480	48	2	2.7	8.2
	352	31	5	4.1	16.4
الهلالية	140	33	3	4.3	22
	210	17	2	6.4	19.4
	70	14	2	3.8	16.2
	228	21	2	7.5	23
	156	24	2	9.1	25.3
الهلالية المقيدة	250	51	4	6.7	17.9
	220	46	3	11	22.6
	176	40	4	3.4	15.1
	215	46	3	5.6	19.4
	155	36	4	2.8	9.1
الهلالية المعكوسة	166	37	4	6.7	2.7
	208	44	3	8.1	3.1
	71	23	3	5.8	2.4
	245	40	3	11.9	4.9
	125	15	2	9.4	5.3

المصدر: حسبت من قبل الباحث من المرئيات الفضائية والدراسة الحقلية .

أنواع الكثبان	طول	عرض	ارتفاع	متوسط انحدار الجانب المواجه	متوسط انحدار الجانب المظاهر
الطولية	139.8	63.3	9	2.2	5.3
	70.7	28.6	6	3.6	12
	143.9	66.2	3	5.4	11.3
	50.82	19.4	4	5	7
	24.3	8.7	4	9	18
العرضية	187	32	5	2.1	6
	171	25	2	4.5	8.2
	250	24	4	6	13
	136	20	5	3.7	8.4
	463	70	6	5.2	11.6
الهلالية	105	12	5	3.1	13.4
	229	24	9	5.1	14.1
	165	23	6	6.9	18.2
	187	27	5	4.3	17
	242	17	3	8.3	20.6
الهلالية المقيدة	187	48	4	8.2	21
	194	16	2	5.4	13.5
	145	21	2	4.1	9
	167	36	2	3.3	7.3
	117	15	2	2.1	5.5
الهلالية المعكوسة	181	30	4	7.4	3.1
	473	38	5	10.2	3.9
	170	21	2	12.9	4
	225	31	3	9.7	4.2
	284	34	4	5.8	2.5

الملحق (٢) خصائص الكثبان الرملية في النطاق الغربي

المصدر: حسبت من قبل الباحث من المرئيات الفضائية والدراسة الحقلية

الملحق (٣) النسبة المئوية لاحجام
عينات الرواسب الرملية

الكثبان الطولية بالنطاق الشرقي		الكثبان الطولية بالنطاق الغربي		علامات النيم بالنطاق الشرقي		علامات النيم بالنطاق الغربي	
ميكرون	النسبة	ميكرون	النسبة	ميكرون	النسبة	ميكرون	النسبة
1700	0	1700	0	1700	4.7	1700	0
710	0.2	710	11.8	710	90.2	710	25.8
600	0.3	600	8.3	600	2	600	19.2
425	10.1	425	44.7	425	2	425	2
150	85.7	150	34	150	1.2	150	40.3
106	3.7	106	1.2	106	0	106	14.8
90	0	90	0	90	0	90	0
53	0	53	0	53	0	53	0
< 53	0	< 53	0	< 53	0	< 53	0

الملحق (٤) خصائص التموجات الرملية من نوع (مستقيم صغير) النطاق الغربي

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	10	30	11	4	2	14.27
2	14	29	10	5	2.5	14.07
3	14	27	9	5	2.3	13.19
4	11	26	11	5	2.2	15.36
5	13	37	8	3	1.8	10.21
6	15	30	6	3	1.5	8.4
7	17	24	4	3	1.2	6.56
8	13	28	11	5	2.4	15.13
9	12	30	10	4	2.1	13.23
10	13	30	9	4	2	12.29
مجموع المنطقة	–	–	89	41	20	122.71
متوسط المنطقة	13.2	28.9	8.9	4.1	2	12.27

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	20	28	3	2	1	4.58
2	9	37	4	1	0.6	4.74
3	15	24	3	2	0.8	4.72
4	13	37	4	1.5	0.9	5.11
5	12	32	4	1.5	0.8	5.18
6	9	36	4	1	0.6	4.76
7	21	27	2.5	2	0.9	4.11
8	10	32	4.5	1.5	0.8	5.69
9	17	37	3	1.5	0.9	4.06
10	15	32	3	1.5	0.8	4.16
مجموع المنطقة	–	–	35	15.5	8.1	47.11
متوسط المنطقة	14.1	32.1	3.5	1.55	0.88	4.71

الملحق (٥) خصائص التموجات الرملية من نوع (مركب) النطاق الغربي

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	6	5	66	40	6	105.28
2	3	18	98	18	5.5	115
3	2	17	76	10	3	85.48
4	8	26	30	9	4	37.79
5	3	28	40	5	2.4	44.33
6	5	28	50	10	4.7	58.65
7	7	30	35	8	4.1	41.67
8	4	32	64	7	3.8	69.78
9	4	25	57	8	3.5	64.11
10	3	31	60	7	3.6	65.91
مجموع المنطقة	–	–	576	122	40.6	688
متوسط المنطقة	4.5	2.4	57.6	12.2	4.27	68.8

الملحق (٦) خصائص التموجات الرملية من نوع (مستقيم كبير) النطاق الغربي

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	6	37	3	0.5	0.3	3.38
2	14	30	2	1	0.5	2.79
3	14	37	2.5	1	0.6	3.22
4	7	26	2.5	0.7	0.3	3.11
5	17	37	3	1.5	0.9	4.06
6	23	32	2	1.5	0.8	3.09
7	23	35	1.5	1	0.6	2.21
8	14	35	2.5	1	0.6	3.34
9	15	32	3	1.5	0.8	4.17
10	17	37	3	1.5	0.9	4.06
مجموع المنطقة	–	–	25	11.2	6.3	33.43
متوسط المنطقة	15	33.8	2.5	1.12	0.63	3.34

الملحق (٧) خصائص التموجات الرملية من نوع (مستقيم صغير جداً) النطاق الغربي

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	10	30	6	2	1	7.64
2	4	28	10	1.5	0.7	11.29
3	6	26	9	2	0.9	10.75
4	2	24	10	1	0.4	10.91
5	5	32	9.5	1.5	0.8	10.73
6	6	36	8.5	1.5	0.9	9.66
7	8	30	7	2	1	8.66
8	6	32	8	1.5	0.8	9.23
9	2	17	7.5	1	0.3	8.44
10	5	23	6.5	1.5	0.6	7.91
مجموع المنطقة	–	–	82	15.5	7.4	95.22
متوسط المنطقة	5.4	27.8	8.2	1.55	0.74	9.52

الملحق (٨) خصائص التموجات الرملية من نوع (مستقيم صغير) النطاق الشرقي

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

الملحق (٩) خصائص التموجات الرملية من نوع (متعرجة كبيرة) النطاق الشرقي

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	6	14	50	20	5	69.14
2	5	10	65	30	5.4	94.32
3	5	11	67	30	5.8	96.16
4	5	12	63	25	5.2	87.26
5	5	8	78	45	6.3	122.31
6	5	9	66	40	6	105.27
7	4	5	100	85	7.4	184.44
8	4	12	80	26	5.3	105.26
9	7	15	40	18	4.8	57.06
10	8	10	42	32	5.6	73.12
مجموع المنطقة	–	–	651	351	56.8	994.34
متوسط المنطقة	5.4	10.6	65.1	35.1	5.68	99.43

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

الملحق (١٠) خصائص التموجات الرملية من نوع (متعرجة صغيرة) النطاق الشرقي

ت	درجة انحدار الجانب المواجه	درجة انحدار الجانب المظاهر	طول الجانب المواجه (سم)	طول الجانب المظاهر (سم)	الارتفاع (سم)	طول الموجة (سم)
1	6	30	5	1	0.5	5.84
2	2	25	6	0.5	0.2	6.45
3	8	31	7	2	1	8.65
4	6	27	8	2	0.9	9.73
5	3	17	6	1	0.3	6.94
6	3	24	7	1	0.4	7.91
7	3	12	4	1	0.2	4.95
8	4	17	4	1	0.3	4.98
9	2	17	10	1	0.3	10.94
10	4	24	6	1	0.4	6.79
مجموع المنطقة	–	–	63	11.5	4.5	73.18
متوسط المنطقة	4.1	22.4	6.3	1.15	0.47	7.31

المصدر : الدراسة الحقلية : ١٠- ١٤ / ٨ / ٢٠١٨

Sand forms on the coast of the Dafna plateau between the Wadis of Hariqa and Monastir in the north-east of Libya "Geomorphological Analysis Using Remote Sensing Techniques"

Aljailani, Assayed S. S.
Associate professor, Geography Department
, Faculty of Art,
University of Benghazi
Assayed.Jailani@yahoo.com

Abstract

This study focused on the phenomenon of sandy forms in the Dafna plateau between the Harika and Western Monastir wades, in order to know their types, morphometric characteristics, geographical distribution, density, movement, and origin of their origin. The satellite visibility classification of the Lansat 8 satellite showed that it consists of eight different shapes, which are the longitudinal, transverse, semicircular, and semicircular shackles bound by the plant, the inverted semicircular, and areas between the dunes and the caudal and dome nebula. The general dune sand in the eastern range has a value of 4.31 sandy forms per 1 sq. Km, while the western range has a general density of 8.44 sandy forms per 1 square kilometer. The movement of sand shapes recorded the maximum in the western range, reaching 25 meters during a period of twenty-nine months, and at an annual rate of 10.34 meters annually. As for the eastern range, it recorded a movement of 39 meters in a period of one hundred and twenty-eight months, and the average annual movement of sandy forms in this range was 3.65 meters annually. It has been found by examining the grains of the various sandy shapes that the origin of their origin is marine, and this is enhanced by the fact that they contain more than 50% of the seashell and the marginal seashells. The current sandy forms were formed by the wind after the prevailing drought conditions during the Holocene era, and the emergence of these forms during the greenhouse period is reinforced by the fact that there are no coherent sand dunes.

Key Words:

Dafna plateau , Hariqa ، Monastir , Holocene , Calcarenite