جيومورفولوجية الأشكال الارسابية الهوائية بمنطقة ساحل خليج سرت الليبي

د. أحمد فوزي ضاحي (*)

تتميز الأشكال الإرسابية الهوائية، بالانتشار الواسع على ساحل خليج سرت الليبى وأنها تشكلت بفعل الرياح السائدة، حيث أن للرياح دور هام فى المناطق الجافة من حيث النحت والنقل والترسيب لذا يبدو أثرها واضح فى المنطقة.ومن أبرز الأشكال الإرسابية الناجمة عنها النباك والفرشات الرملية والكثبان الرملية بأشكالها المختلفة والتموجات الرملية.

موقع منطقة الدراسة:

تمتد المنطقة على طول خليج سرت بطول يبلغ نحو ١٩٠ كم من غربي مدينة سرت عند مصب وادي تلال غرباً فيما بين دائرتي عرض ٣١ ْ ٠٥ درجة شمالاً – ١٥ ٣١ ْ درجة شمالاً وبين خطى طول ١٦ ْ ٣٠ َ و ١٧ ْ ١٥ َ على شكل سهل رملي منخفض تمتد على طوله سلاسل رملية طولية تميل للون الأبيض الذى يمكن ملاحظته من مسافات بعيدة،تليها من ناحية الصحراء أحواض مستطيلة تمتد بمحاذاة الساحل وتتغطي قيعانها بتربة شديدة الملوحة تغمرها مياه مالحة فى معظم شهور السنة مكونة السبخات (عبدالعزيز طريح شرف، ٢٠٠٨، ص ٣٩) شكل (١).

شكل رقم (١) الموقع العام لمنطقة الدراسة.

(*) مدرس الجيومورفولوجيا – قسم الجغرافيا– كلية الآداب– جامعة سوهاج.

أولاً: الدراسات السابقة: وتنقسم إلى:

١) دراســـات عامـــة:

وقد أجريت على مناطق أو ظـاهرات جيومورفولوجيـة تـشبه ظروف وظاهرات منطقة الدراسة:.

دراسة امبابى (١٩٧٦- ١٩٧٧) عـن شـكل منحـدرات الكثبـان الهلالية فى منخفض الداخلة والخارجة فـى الـصحراء الغربيـة، وخلصت الدراسة أن حركة الكثبان الرملية فـى المنطقـة تتـراوح مابين ٢٠-١٠٠ سم فى العـام، دراسـة امبـابى (١٩٧٨) عـن العلاقات الاحصائية بين أبعاد أشكال الكثبـان الهلاليـة، وأشـارت الدراسة الى أن هناك علاقة موجبة قويـة (+١٩) وبـين مـسافة تحرك الكثيب وارتفاعه،دراسة امبابى (١٩٧٩) عن حركة الكثبـان الهلالية وأثرها على العمران والتعميـر فـى مـنخفض الواحـات الخارجة،دراسة أمبـابى (٨٦ - ١٩٨٧) وقـد تناولـت التوزيـع الجغرافى للكثبان الرملية فى المنخفضين (الخارجة والداخلـة) مـع دراسة لمعدلات الحركة لهذه الكثبان فى الفترة مـن ١٩٣٠ حتـى ١٩٦٠ وخلصت الدراسة الى أن معدل حركة الكثبان فى تلك الفترة قد بلغ حوالى ١٧٠,٥ متر بمتوسط سنوى ٥.٥ متر، دراسة السيد الحسيني (١٩٨٨) عن جيومورفولوجية منطقة الخيـران بالكويـت وأوضحت أن الفرشات الرملية والنباك من أهم الأشـكال الرمليـة بمنطقة الخيران بالكويت،دراسة محمد صبرى محـسوب (١٩٨٩) عن العمليات الهوائية ودور التجارب المعملية والدراسات الحقليـة فى تفهمها وأوضحت أن أهم الظـاهرات الناتجـة عـن الإرسـاب الهوائي هى التموجات والحافات الرملية صغيرة الحجـم والكثبـان الطولية والهلالية وبعض الأشكال الأخرى مثل الكثبـان العرضـية والنجمية،كما أوضحت أن الكثبان الساحلية هى أكثـر تعقيـداً مـن الكثبان الصحراوية من حيث الشكل والتكوين، دراسة صابر أمـين دسوقى (١٩٩٢) عن جيومورفولوجية الأشكال الرملية فى حـوض وادى الحاج والجدى بسيناء وأضحت الدراسة أن الأشكال الرمليـة تعد أحد أشكال السطح الرئيسة في المنطقة وتتعدد أنواعها ما بـين الكثبان الطولية والكثبان الهلاليـة والنبـاك والغطـاءات الرمليـة والتموجات الرملية،دراسة احمـد سـالم (١٩٩٤) عـن أشـكال التكوينات الرملية فى منطقة سهل الباطنة سلطنة عمان، وأوضحت أن الأشكال الرملية تتكون من ثلاثة أشكال رئيـسية هـى الكثبـان الرملية والنبـاك الفرشـات الرمليـة وان الـشكل المورفولـوجي للتكوينات الرملية يعكس مدى تعدد أشكال الكثبان الرملية، دراسـة أحمد عبدالسلام علـى (١٩٩٩) عـن جيومورفولوجيـة الكثبـان الطولية شمال شرق منخفض البحرية وأوضحت ان الكثبان الطولية تختلف بصفة عامة عن بقية أنواع الأشكال الرملية من حيث الشكل والحركة، دراسة صابر أمين دسوقى (٢٠٠٠) عن الكثبان الطولية شرق قناة السويس وأوضحت أن التضرس المحلـى وطبوغرافيـة

السطح والرياح السائدة من أهم العوامل التى تؤثر فى اتحاد أو تشعب التموجات، كما أرجعت أيضاً أن ارتفاع السطح يعمل على تفرع الرياح مما يؤدى إلى تفرع أو تشعب التموجات الرملية كما أوضحت أيضاً أن التموجات الغير المقيدة بالكثبان الرملية تبدو أقل تشعباً، أما التموجات المرتبطة بالكثبان الرملية لا سيما المرتفعة فتكون أكثر تشعباً وأرجعت ذلك إلى تفرع الرياح نفسها مع الارتفاع وبالتالى تفرع التموجات الرملية،دراسة حسن على حسن (٢٠٠٣) الكثبان الرملية بشمال دلتا نهر النيل وأوضحت أن للرياح دوراً أساسياً فى نقل رواسب الشاطئ مع ما تحتويه من معادن اقتصادية تم ترسيبها على شكل أشرطة الكثبان الساحلية الممتدة على ساحل البحر المتوسط ومن الناحية المورفولوجية تتميز هذه الكثبان الرملية الساحلية بارتفاعات بسيطة إلى متوسطة وليس لها شكل مميز وثابت حيث تأخذ أشكال عديدة مثل الكثبان القبابية والهلالية والعرضية والكثبان الطولية والتى نقلت وترسبت على هيئتها الحالية، دراسة عزة أحمد عبدالله (٢٠٠٥) عن جيومورفولوجية النباك فى منخفض الواحات البحرية وأوضحت الدراسة أن نشأة النباك فى المنخفض ترجع إلى عدة عوامل يأتي فى مقدمتها الرياح واتجاه محاورها وتشكيلها والمرحلة الجيومورفولوجية التى تمر بها، وتشترك مع الرياح كل من عوامل طبوغرافية السطح ووجود مصدر دائم للرمال والذى أرجعته الدراسة إلى الرمال التى تم حفرها من منخفض القطارة،دراسة عادل عبد المنعم السعدنى (٢٠٠٦) عن الكثبان الرملية الطولية في شمال شرق بحيرة البرلس، وأوضحت الدراسة أن الكثبان بالمنطقة تغطى أسطحها بمجموعة من التموجات الرملية التى تتعامد مع اتجاه الرياح وأوضحت أن أطوالها تتراوح ما بين ٧ سم إلى ١٢ سم وارتفاعها ما بين ٢سم إلى ٤سم وأن كثافتها تزيد فى الجانب المواجه للبحر المتوسط فى حين تقل أو تكاد تنعدم فى الجانب المظاهر للبحر المتوسط،دراسة محمود حجاب (٢٠٠٦) عن جيومورفولوجية النباك على ساحل البحر الأحمر فيما بين القصير ومرسى علم وأوضحت الدراسة أن النباك يعد من الظاهرات الجيومورفولوجية المميزة لساحل البحر الأحمر كما أوضحت ايضاً من خلال نتائجها أن هناك علاقات ارتباطية قوية بين أبعادها وأن عرض النباك من أكثر المتغيرات تأثيراً فى الأبعاد الأخرى، وأن خصائص رواسبها تشير الى سيادة الرمل المتوسط والناعم،كما أرجعت نشأتها الى مجموعة من العوامل التى اهمها الرياح والنبات الطبيعى ومظاهر السطح مع وفرة مصادر الرواسب.

٢) دراسات خاصة:

وقد أجريت على منطقة الدراسة أو مناطق مجاورة لها:

دراسة جودة حسنين جودة (١٩٧٥) عن التطور الجيومورفولوجي للصحراء الليبية ضمن مجموعة أبحاث أجراها عن جيومورفولوجية الأراضى الليبية وفرق خلال الدراسة بين الكثبان القديمة والحديثة

واوضح انهما يتشكلان من حطام الأصداف البحرية دقيقة الحبيبات التى اندمجت ببعضها بالكالسيت،ولكن وجه الاختلاف بينهما ينحصر فى طريقة نقلها وارسابها،دراسة فتحى أحمد الهرام (١٩٩٥) عن تضاريس وجيومورفولوجية الأراضي الليبية وتناولت سهل سرت ضمن النطاقات التضاريسية (نطاق السهول الساحلية) وأوضحت أنه يتميز بشواطئه الرملية المنخفضة وكثبانه الطولية المرتفعة وكثرة سبخاته التى تغذيها الأمطار وكما تنتهي للمنطقة مجموعة من الأودية وأشهرها أودية تلا ل، جارف، الأقار و هراوة وغيرها من الأودية، دراسة أحمد فوزى (٢٠٠٦) عن التموجات الرملية بمنطقة هراوة شرق سرت وأوضحت الدراسة مدى تنوع أشكال التموجات بالمنطقة وان التموجات الهوائية هى أكثرها انتشارا وتأثيرا كما أن التموجات الخشنة كانت أكثر توزيعاً وانتشاراً لارتباطها بالكثبان الساحلية التي تتميز بخشونة رواسبها مما انعكس على التموجات بالخشونة أيضا لكونها دائماً ما تحمل خصائص السطح المشكلة عليه، دراسة أحمد فوزى وجميل النجار (٢٠٠٨) عن السبخات الساحلية بمنطقة الوشكة غرب مدينة سرت وأوضحت نتائج تحليل رواسبها أنها تتميز بالسيادة الأحجام الرملية الناعمة والمتوسطة مما يشير إلى مدى تنوع رواسب السبخات من حيث الأصل والعامل المرسب، كما أن رمالها تتميز بأنها فى مرحلة النضج، دراسة جميل النجار (٢٠٠٨) عن الخصائص البتروجرافية لتكوينات السهول الشرقية بسواحل سرت دراسة جيومورفولوجية تحليلية في مدلول "العامل والعملية" تناول فيها الباحث الخصائص البتروجرافية التي ركزت على نوعين من أنواع التحليل المعملي للرواسب وهما: التحليل الجرانيولومتري والكيميائي، في محاولة للتعرف على نوع الراسب وطبيعته، وتعيين العامل المرسب، والظروف الجيومورفولوجية الحالية وتلك التي كانت سائدة وقت الإرساب لتكوينات سهول المنطقة.

ثانياً: أهداف الدراسة:

بعد الانتهاء من مشروع النهر الصناعي العظيم والذي كان من أولويات أهداف إنشائه هو توصيل المياه للمنطقة الساحلية والتوسع في المشروعات التنموية والاقتصادية المختلفة وبصفة خاصة اتساع رقعة الأراضي المستصلحة للزراعة،ومع إحاطة تلك الأراضي بالكثبان والتجمعات الرملية المختلفة ومع الحركة الدائبة لها بالمنطقة فهي تعد من المعوقات الرئيسة للتنمية الاقتصادية التى بدأت بها مما وجب الاهتمام بدراستها فالدراسة الحالية تهدف إلى إبراز وتحليل الخصائص الجيومورفولوجية للأشكال الرملية الهوائية ودراسة العلاقة بين هذه الخصائص والنشاط البشرى بالمنطقة ومعرفة اتجاه حركتها وأثارها على المشروعات المختلفة والعمران بالمنطقة لاستخدام المنطقة الاستخدام الأمثل خاصة وأنها تحيط بمدينة سرت ويخترقها الطريق الدولي ولذا تولدت فكرة البحث الحالي،لا سيما وأن التحليل الجيومورفولوجى للأشكال الرملية يعد إحدى الأعمدة الأساسية لوضع

خطة متكاملة لاستخدام المنطقة ولتحقيق الهدف الرئيسي هذا يحاول البحث تغطية النقاط التالية:

١) توزيع الأشكال الارسابية الهوائية الرملية بأشكالها المختلفة على منطقة الدراسة.
٢) تحديد دور العوامل التى ساعدت على الإرساب وتكوين الأشكال الارسابية الهوائية بالمنطقة.
٣) تحديد الخصائص المورفولوجية للأشكال الارسابية الهوائية بالمنطقة
٤) تحديد خصائص الرواسب المكونة للأشكال الارسابية الهوائية بالمنطقة من حيث خصائصها الميكانيكية والكيميائية والشكلية ودورها فى تشكيل هذه الأشكال الارسابية الهوائية المختلفة.
٥) الوقوف على دور التدخلات البشرية فى تعديل وتغيير مورفولوجية الأشكال الارسابية الهوائية بالمنطقة.
٦) الآثار المترتبة على حركة الكثبان على المشروعات التنموية والعمرانية بالمنطقة.

ثالثاً: منهجية الدراسة:

ارتكزت المنهجية فى دراستها لخصائص الأشكال الارسابية الهوائية على حدة بمنطقة الدراسة على المنهج الوصفى ***Descriptive approach*** والتحليلى ***Analytical*** والتطبيقى ***Practical*** للمعلومات والبيانات ذات الصلة بموضوع الدراسة، وتطبيق هذه المنهجية يتلخص فى النقاط التالية:

١) دراسة الخصائص الطبيعة التى تتميز بها منطقة الدراسة من حيث الخصائص الجيولوجية والمناخية وغيرها.وتحديد دورها فى تشكيل وتطور الأشكال الرملية الهوائية بالمنطقة.
٢) دراسة نظام الرياح (السرعة والاتجاه) و دورها فى تشكيل مجموعة الأشكال الرملية بالمنطقة.
٣) القياسات الميدانية على مختلف الأشكال الرملية بالمنطقة للوقوف على خصائصها المورفولوجية المختلفة.
٤) إجراء التحليلات الإحصائية الوصفية لأبعاد الأشكال وتحليل زوايا الانحدار وتقوس قطاعاتها الانحدارية المختلفة.
٥) أخذ عينات من حبيبات رواسب التجمعات الرملية بأشكالها المختلفة من مواضع مختلفة على طول المنطقة لتحليلها ميكانيكياً وكيميائياً وشكلياً للوقوف على طرق نقلها وبيئة وعامل الترسيب.
٦) تحليل الخرائط والمرئيات الفضائية وتطبيق بعض نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد فى تحديد خصائص مورفولوجية بعضها وتوزيعها على المنطقة.

رابعاً: الدراسة الميدانية:

تم إجراء الدراسة الميدانية بصورة مستمرة على منطقة الدراسة خلال الفترة من مارس ٢٠٠٨ حتى يناير ٢٠١١ تم خلالها إجراء الاتى:

أ) الجانب الميدانى:

١) تم القيام بعملية الاستكشاف للمنطقة للوقوف على توزيع الأشكال الرملية المختلفة بالمنطقة وتحديد كثافتها حسب كل نوع منها.

٢) تسجيل الملاحظات الميدانية عن أشكال وخصائص كل نوع من أنواع الأشكال الرملية الهوائية بالمنطقة.

٣) إجراء القياسات المورفومترية على التموجات والكثبان والنباك على أجزاء متفرقة على طول المنطقة إلا أن كبر أحجام بعضها ووجودها بشكل معقد ومركبة كان من الصعوبة بمكانة اجراء بعض القياسات الميدانية فى مواقع كثيرة لاسيما على الكثبان الطولية المركبة الممتدة على طول الساحل.

٤) قياس سمك بعض الفرشات الرملية وعمل بعض القطاعات التى تحدد البنية الداخلية لها.

٥) تم جمع عدد (٤٦) عينة من رمال الاشكال الرملية المختلفة،من مواقع مختلفة وأنواع مختلفة من الأشكال الرملية لدراسة خصائصها والتعرف على مصادرها ومكوناتها.

٦) إعادة التأكيد على بعض القياسات وجمع المزيد من العينات من اجل الاستكمال وزيادة الدقة، مع ملاحظة الاختلافات المكانية والتغيرات التى قد تطرأ على بعض الأشكال الرملية لاسيما عند الأطراف والقمم ورصد لتحركات بعضها كلما أمكن ذلك.

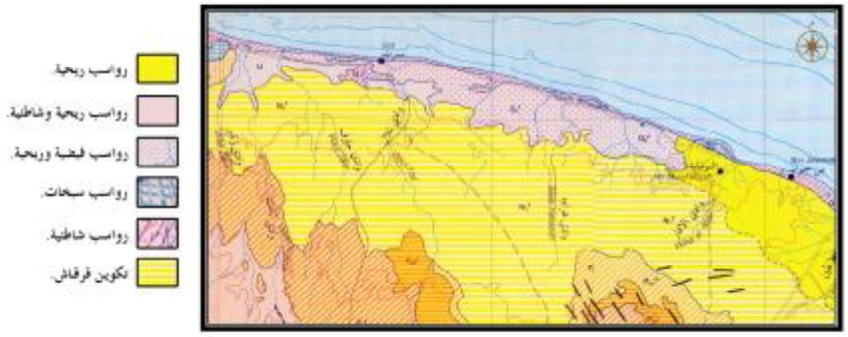
ب – الجانب المعملى:

بعد المرحلة السابقة ركزت الدراسة المعملية على اجراء مجموعة من التحليلات لمجموعة الرواسب تحليلاً ميكانيكياً وكيميائياً وميكروسكوبياً للتعرف على خصائص الحجم والشكل، وبعد الانتهاء من المرحلتين السابقتين تم إجراء بعض التحليلات الإحصائية والبيانية المختلفة ثم أعقب ذلك رسم الخرائط والأشكال والرسوم البيانية وكتابة النص واستخلاص النتائج المختلفة.

أولاً: الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

١) الخصائص الجيولوجية:

نظراً لعدم وجود دراسات جيولوجية متخصصة عن منطقة الدراسة لذا فسوف تعتمد الدراسة على الاستفادة من الخريطة الجيولوجية وبعض الدراسات الجغرافية العامة والمتخصصة للمنطقة أو أجزاء متفرقة من الجماهيرية الليبية مثل: الخريطة الجيولوجية مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠ لوحة قصر سرت والخريطة الفضائية المركبة من المرئيات الفضائية (*TM*) ذات النقاوة *Resolution* ٢٨,٥ متر والتى يطلق عليها خريطة مشروع وادي بى الكبير الزراعي غرب مدينة سرت، والخريطة الطبوغرافية (لوحة سرت) مقياس١: ٥٠٠٠٠ مرسومة من الصور الجوية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ لسنة ١٩٧٥.



شكل (٢) الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

يتضح من الشكل رقم (٢) أن الصخور المكشوفة بمنطقة الدراسة يتراوح عمرها الجيولوجى ما بين الميوسين الأعلى والبليوستوسين علاوة على الرواسب السطحية التى تتبع البليوستوسين والحديث فصخور الميوسين الأعلى فى جنوب المنطقة وهى عبارة عن حجر جيرى مارلى وجبسى، وحجر رملى وصلصال ورمال.

أما صخور البليستوسين: فتتمثل فى تكوين قرقارش (كالكارينيت) مع القشرة الكلسية (كالشى) وتبدو هذه التكوينات اكثر وضوحاً بالمنطقة لاسيما فى التكوينات الصخرية الشاطئية، وتبدو على هيئة تلال ترتفع فوق الساحل المنبسط مكونة المنحدرات الشاطئية ويتألف تكوين قرقاش من رمال شاطئية مع وجود كميات كبيرة من القواقع وحبيبات من الكوارتز، ويتميز بشدة تماسك وتلاحم حبيباته ذات الحجم المتوسط وبلونه الرمادى ويحتوى تكوين قرقاش فى بعض الأحيان على عدسات من الغرين والطفل الرملى ذات الأصل المائى – الريحى كما تظهر بها ظاهرة التقاطع الطبقى ويعتبر تكوين قرقاش من أكثر التكوينات الجيولوجية على امتداد الشاطئ الليبى فى منطقة الدراسة حيث يظهر مباشرة على بعد أمتار من البحر (فتحى الهرام، ١٩٩٥،ص ص ٩٢-٩٤).

أما الرواسب السطحية والتي تنتمي إلى البليوستوسين والحديث: فتضم هذه الرواسب عدة وحدات ارسابية هى الرواسب الريحية تظهر هذه الرواسب أحياناً على هيئة أحزمة طولية من الكثبان الرملية تمتد لعدة كيلومترات أو على هيئة فرشات رملية سطحية تنتشر فى المناطق المتاخمة للبحر وتتكون هذه الرواسب من رمال شاطئية جيرية متوسطة الى ناعمة الحبيبات وترتفع بها نسبة الكوارتز حيث تصل فى بعض المناطق الى ٢٠٪ كما تظهر أحياناً بعض بلورات الجبس الموجودة أصلاً فوق سطح بعض السبخات القريبة من حقول هذه الكثبان على سفوحها مما يكسبها اللون الأصفر المائل للون الأبيض وتشغل هذه الرواسب مساحات واسعة من منطقة الدراسة.

ب- رواسب قيعان الأودية الحديثة:

تمثل هذه الرواسب مع الرواسب الهوائية خاتمة دورات الترسيب فى منطقة الساحل الليبى وتتألف هذه الرواسب من جلاميد وحصى ورمال وطفل رملى ذو خصائص بترولوجية مختلفة. وتتدرج من المواد الخشنة الى رواسب ناعمة فى معظم المناطق، وتتميز هذه الرواسب بسمكها الكبير أحياناً وخاصة عند مصبات الأودية الموسمية مكونة دالات جافة وسهول فيضية حيث تظهر على هيئة طبقات متسعة بالأودية المسطحة والمناطق ذات الانحدار الهين وتنتشر رواسب الأودية على امتداد خط الشاطئ وخاصة عند مصبات أودية جارف، اتلال، الحنيوة، هراوة، الأحمر والأعقار (العقر).

ج- الرواسب السبخية:

وهى تغطى أجزاء كبيرة من المنطقة لاسيما فى شرقها وتتالف معظمها من طفل رملى وطينى مع تداخلات من نطاقات مشبعة بالمياه فضلاً عن نسبة كبيرة من كلوريد الصوديوم وبلورات الجبس يليه الى اسفل صلصال متماسك وتغطى سطح السبخة قشرة من الملح والجبس الناتج عن البخر خلال فترات الجفاف وتتصل معظم السبخات الشاطئية بالبحر وتنفصل عنه بواسطة تلال الكالكارنيت والكثبان الرملية وأشهرها بالمنطقة سبخة هراوة وغيرها.

٢) الخصائص التضاريسية:

يمتد السهل الساحلي على طول المنطقة فى شكل شريط يزيد اتساعه فى المنطقة قيد الدراسة ويوصف من الناحية الطبوغرافية بأنه مستوى ومنبسط وقليل الانحدار ولا يقطعه سوى بعض الكثبان الرملية القريبة من البحر كما تخترقه مجموعة من الأودية الجافة التى تأتى من المرتفعات المجاورة لها فى طريقها للبحر المتوسط شكل (٨).وتغطى تكوينات الزمن الرابع السهل الساحلى بالمنطقة وهى تتكون من إرسابات ناتجة عن عمليات التجوية والتعرية وتحرك المواد خاصة التعرية المائية التى تحمل كميات كبيرة من المفتتات الصخرية كما تكثر الإرسابات الفيضية عند مصبات الأودية التى تخترق السهول وجوانبها كما تغطى الإرسابات الهوائية والبحرية وبعض السبخات أجزاء عديدة من المنطقة (فتحي الهرام، ١٩٩٥، ص ص ٩٩-١٠١).

هذه السمات الخاصة بتضاريس المنطقة فى كونها منطقة سهلية قليلة التضرس المحلى مما يشير الى أنها عبارة عن عن سهل واسع ذو تضاريس محلية ضعيفة ولما كانت الأشكال الهوائية الارسابية لاسيما الكثبان الرملية لا تتكون بصفة عامة إلا على أسطح السهول فان سطح المنطقة كان أحد العوامل التى ساعدت على تكوين الكثبان الرملية.لا سيما وان الرياح تعتبر العامل الأساسى الذى يتحكم فى تضاريس المنطقة وشكل سطحها الخارجى.

٣) الخصائص المناخية:

يعد المناخ الحالي من أكثر العوامل الطبيعية تأثيراً على نشأة الأشكال الارسابية الهوائية، حيث تلعب الحرارة والرياح والأمطار الدور الرئيسى المؤثر، فى تشكيل تلك الأشكال الارسابية الهوائية، وبصفة عامة

فان العمليات الهوائية تكون اكثر اهمية فى تطور وتشكيل المناطق الجافة حيث قلة النباتات ومحتوى التربة من الرطوبة يكون قليل جداً (*Marzolf,1988*) لهذا السبب تسود الأشكال الرملية بأحجامها المختلفة حيث المناطق ذات المتوسط السنوى للامطار أقل من ٢٥٠ ملليمتر. وستعتمد الدراسة فى تحليل ودراسة ذلك على المعدلات المناخية لمحطة سرت فى ضوء البيانات المنشورة لها لكونها أقرب محطات الأرصاد لمنطقة الدراسة.

أوضحت البيانات المناخية لمنطقة الدراسة جدول (١) أن درجة الحرارة تبلغ أقصاها خلال شهور يوليو، أغسطس وسبتمبر حيث سجلت متوسط درجة الحرارة العظمى للفترة (٢٠٠٠- ٢٠٠٦) ٢٨,٦ ° ويرجع ذلك لطول فترة سطوع الشمس وصفاء الجو بمنطقة الدراسة مع الدور الواضح للبحر المتوسط ودخول ماؤه لمنطقة الدراسة خلال خليج سرت فى تلطيف درجة الحرارة كما كان هناك ارتفاع مضطرد فى درجات الحرارة منذ ٢٠٠٠ حتى ٢٠٠٦.كما سجلت أدنى درجات حرارة فى شهرى يناير وفبراير بمتوسط يبلغ ٦,٢ درجة مئوية ويرجع ذلك لقصر فترة سطوع الشمس وكثرة السحب المنخفضة الملبدة بالغيوم مما يقلل من الإشعاع الشمسى.مما يعنى أن منطقة الدراسة تتميز بمناخ معتدل الحرارة فى الشتاء وحار فى فصل الصيف.

جدول (١) متوسطات درجات الحرارة لمنطقة الدراسة فى الفترة مابين ٢٠٠٠-٢٠٠٦

السنوات / الشهور	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
٢٠٠٠	١٣,٢	١٣,٢	١٥,٩	١٦,٣	١٩,٣	٢٢,٣	٢٣,٤	٢٦,٧	٢٤,٥	٢٢,٠	١٦,٥	١٥,٦
٢٠٠١	١٣,٨	١٣,٨	١٦,٣	١٧,٠	٢٠,٩	٢٠,٤	٢٥,٨	٢٦,١	٢٤,٥	٢١,٨	١٩,٠	١٥,٠
٢٠٠٢	١٣,٣	١٣,٣	١٦,٣	١٧,٨	١٨,٦	١٨,٩	٢٦,٧	٢٦,٠	١٦,٥	١٧,٣	١٤,٩	١٥,٤
٢٠٠٣	١٢,٧	١٣,٣	١٦,٨	١٧,٢	١٩,٦	٢٣,٨	٢٣,٣	٢٧,٣	١٧,٤	١٨,٠	١٥,٢	١٥,٣
٢٠٠٤	١٣,٥	١٤,٨	١٧,٤	١٨,٣	٢٠,٣	٢٤,٣	٢٦,٧	٢٥,٦	١٧,٧	٢٦,٠	١٩,٢	١٥,٧
٢٠٠٥	١٣,٣	١٤,٢	١٧,٢	١٨,٣	١٩,٣	٢٢,٣	٢٤,٧	٢٧,١	١٧,٥	١٩,٤	١٩,٦	١٩,١
٢٠٠٦	١٣,٢	١٤,٨	١٧,١	١٨,٠	٢٠,٠	٢١,٨	٢٣,٤	٢٦,٣	٣٠,٠	١٧,٦	١٨,٦	١٦,٠
المتوسط	١٣,٢	١٣,٩	١٦,٢	١٧,٠	١٩,٢	٢١,٠	٢٢,٠	٢٧,٠	١٧,١	٢٣,٩	١٨,٩	١٥,٨

المصدر: محطة الأرصاد الجوية، سرت،٢٠٠٨.

أما تأثير درجة الحرارة فهى إلى جانب تأثيرها على عملية التجوية فإن لها تأثيرها المباشر على الأشكال الإرسابية الهوائية،وفى هذا يوضح كل من نبيل إمبابى ومحمود عاشور (١٩٨٣، ص ٣١) لأثرها حيث يريان أن أى أمطار تسقط على المنطقة أو أى رطوبة جوية يحدث لها مع الحرارة أن تتكاثف على أسطح التجمعات الرملية المختلفة، أو يحدث لها تسرباً خلال الطبقة السطحية كما تؤدى إلى التبخر بسرعة، ولهذا تظل الرمال فى حالة

مفككة وبالتالي تمكن الرياح من تحركها بسرعة هذا بالإضافة إلى ارتفاع درجة الحرارة خلال نصف السنة الصيفي يؤدى إلى تكسر الأنزيمات ونقص العمليات الحيوية للنبات ومن ثم يموت تماماً.

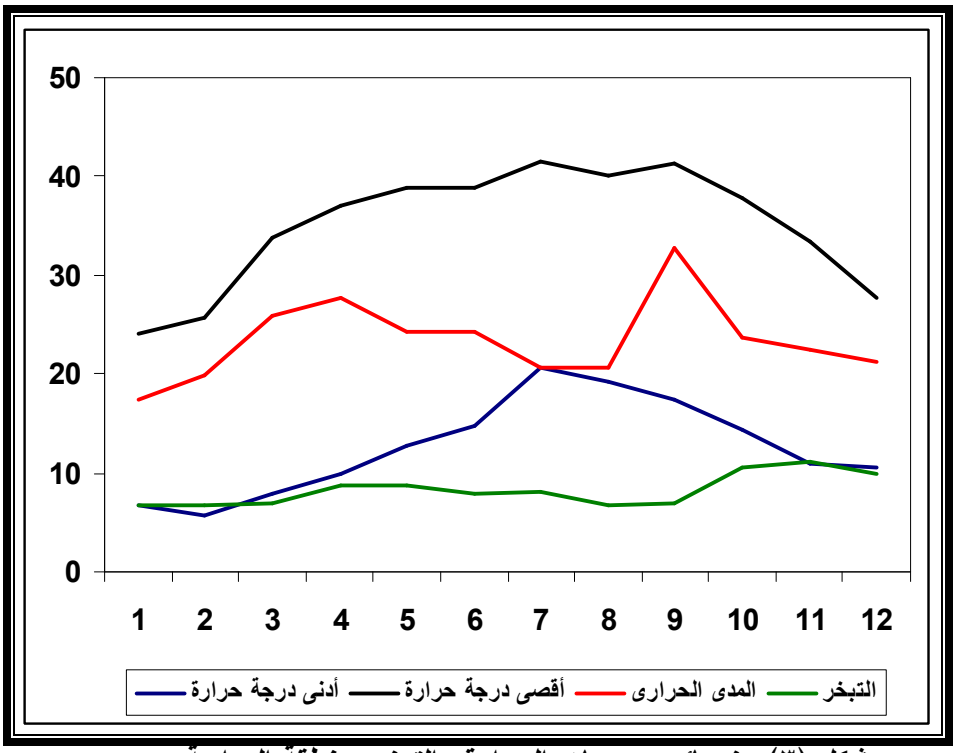
كما أن للحرارة تأثيرها الواضح فى تطور الكثبان الرملية من حيث زيادة القوة الكامنة للرياح لا سيما خلال الأسطح الرملية التى تكون أكثر جفافاً عكس الأسطح التى تتعرض للرطوبة حيث تتفاوت كثافة الرياح وقوتها عكسياً مع درجة الحرارة (*pye and Tsoar,1990, p:155*)

هذا إلى جانب أن هناك بعض الأملاح التى تتأثر بشكل حاد بالتغيرات الحرارية اليومية نظراً لقابليتها بشدة للذوبان. فمع انخفاض الحرارة ليلاً تزيد معدلات الترسيب من ملح كبريتات الماغنسيوم والتى تعود للذوبان مرة أخرى بمجرد سطوع الشمس.

جدول (٢) خصائص درجات الحرارةبمنطقة الدراسة فى الفترة مابين ٢٠٠٠-٢٠٠٦

الخصائص / الشهور	أدنى درجة حرارة م	أقصى درجة حرارة م	المدى الحراري	التبخر
يناير	٦,٦	٢٤,١٢	١٧,٥	٦,٦
فبراير	٥,٧	٢٥,٧	١٩,٩	٦,٧
مارس	٧,٩	٣٣,٨	٢٥,٩	٦,٨
ابريل	١٠	٣٧,١	٢٧,٨	٨,٧
مايو	١٢,٧	٣٨,٩	٢٤,٢	٨,٨
يونيو	١٤,٧	٣٨,٩	٢٤,٢	٧,٨
يوليو	٢٠,٧	٤١,٤	٢٠,٧	٨,٠
أغسطس	١٩,٣	٤٠	٢٠,٧	٦,٦
سبتمبر	١٧,٤	٤١,٣	٣٢,٧	٦,٩
أكتوبر	١٤,٣	٣٧,٩	٢٣,٦	١٠,٦
نوفمبر	١٠,٩	٣٣,٣	٢٢,٤	١١,٢
ديسمبر	١٠,٥	٢٧,٧	٢١,٢	١٠,٠
المتوسط العام	١٦,٩	٣٤,٩	٢٣,٤	٨,٢

المصدر: محطة الأرصاد الجوية،سرت،٢٠٠٨.



شكل (٣) خصائص درجات الحرارة والتبخر بمنطقة الدراسة

أما بالنسبة للتبخر فيتضح من الجدول (٢) والشكل (٣) أن هناك ارتفاعاً فى معدلات التبخر حيث يصل المتوسط العام للتبخر ٨,٢ مم، لاسيما فى شهور فصل الصيف، وبالتالى فان كمية التبخر تكون أكثر من الأشهر التالية التى تتسم بدرجات الحرارة المرتفعة،ويرجع ذلك إلى احتفاظ الأرض بنسبة عالية من رطوبتها خلال شهور الشتاء، حيث ترتفع درجات الحرارة مما يؤدى بدورها إلى ارتفاع حرارة الهواء والتربة ومن ثم ارتفاع درجة جفاف الهواء فى أغلب الأحيان مما يعطى القدرة على ارتفاع معدلات التبخر.

أما فصل الربيع فيمثل أقل الفصول تبخراً لارتفاع كمية الرطوبة فى الجو ومصدرها البحر المتوسط وانخفاض درجة الحرارة كما يحتفظ الربيع بنسبة عالية من الرطوبة عن الخريف لكونه يأتى بعد الشتاء والذى يمثل فصل المطر.

أما عن المطر فيسقط على منطقة الدراسة بسبب مرور المنخفضات الجوية ,ويزيد بصفة خاصة أثناء الشتاء بسبب الانخفاضات الشتوية،فى حين يقل أثناء الخريف والربيع مقارنة بفصل الشتاء وقد يرجع السبب فى ذلك الى هبوب الرياح فى شكل عمودى على خط الساحل فى منطقة خليج سرت كما تتسم بالفجائية والتركيز معاً. وتصل كمية الأمطار التى تسقط على المنطقة خلال فصل الصيف (٠,٥)مم وإذا قورنت بكمية المياه المتبخرة سنوياً مما يعطى مؤشراً على أن هناك زيادة تعرض أسطح بعض الأشكال

الرملية للجفاف. فى حين بلغت أقصاها خلال فصل الشتاء حيث تزيد على ٤٠ مم والذى يتميز بزيادة فى كمية الأمطار الساقطة.

ويبدو التأثير الحقيقى لمياه الأمطار على الأشكال الرملية بالمنطقة فى الآتى:

- نمو بعض الأعشاب القصيرة المتفرقة على الجوانب المواجهة للرياح السائدة مما يترتب عليه عدم انتظام درجات الانحدار عليها وزيادة أطوالها نتيجة لتراكم الرمال حول الأعشاب

لوحة (١) نمو الأعشاب والشجيرات المتفرقة على الجوانب المواجهة للرياح السائدة

- انخفاض معدل حركة الكثبان الرملية بسبب تسرب مياه الأمطار إلى جسم الكثبان الرملية مما يعمل على تماسك حبيبات الرمال طوال فترة بقاء المياه.

كما أوضحت الدراسة أنها تتركز فى شهور الشتاء وبالتالي فإنها تؤثر على التجمعات الرملية بشكل مباشر أو غير مباشر، حيث إنه عند سقوط مياه الأمطار على أسطح الأشكال الرملية بصورها المختلفة تتسرب فى الطبقة السطحية نحو ٣٠سم مما يؤدى إلى تماسك حبيبات الرمال وبالتالى ينخفض معدل حركتها.

جدول (٣) متوسط كمية المطر الفصليفي الفترة مابين (٢٠٠٠-٢٠٠٦)

الفصل	كمية المطر (مم)
الشتاء	٤٠,٧
الربيع	٦,٨
الصيف	٠,٥
الخريف	٧,٦

شكل (٤) متوسط كمية المطر الفصلي بمنطقة الدراسة

وقد اتضح من خلال الدراسة الميدانية مدى التغير في امتداد الأجزاء الرطبة بمنطقة الدراسة حيث أنها تزداد فى الشتاء نتيجة اقتراب منسوب الماء الأرضى مع فترة الأمطار,أما فصل الصيف فتنكمش مساحة الأجزاء الرطبة نتيجة الجفاف وارتفاع درجة الحرارة. مما يؤثر على الكثبان الرملية فى الاتى:

- **تبخر مياه الأمطار بسرعة مما يجعل الرمال فى حالة مفككة مما يسهل حركتها بواسطة الرياح السائدة بالمنطقة.**
- **يؤدى ارتفاع درجة الحرارة فى بعض شهور الصيف إلى أكثر من ٤٠ درجة مئوية إلى تكسر الإنزيمات وتوقف العمليات الحيوية للنبات وبالتالي هلاكه تماماً. (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٣،ص ٣١)**

أما عن الرياح فقد أكد العديد من الدراسات(*) أن نظام الرياح السائدة يعد عاملاً رئيساً فى تحديد وتطور مورفولوجية الأشكال الرملية وللوقوف على هذا فيتم تناولها من جانبين هما الاتجاهات والسرعة كالتالي:

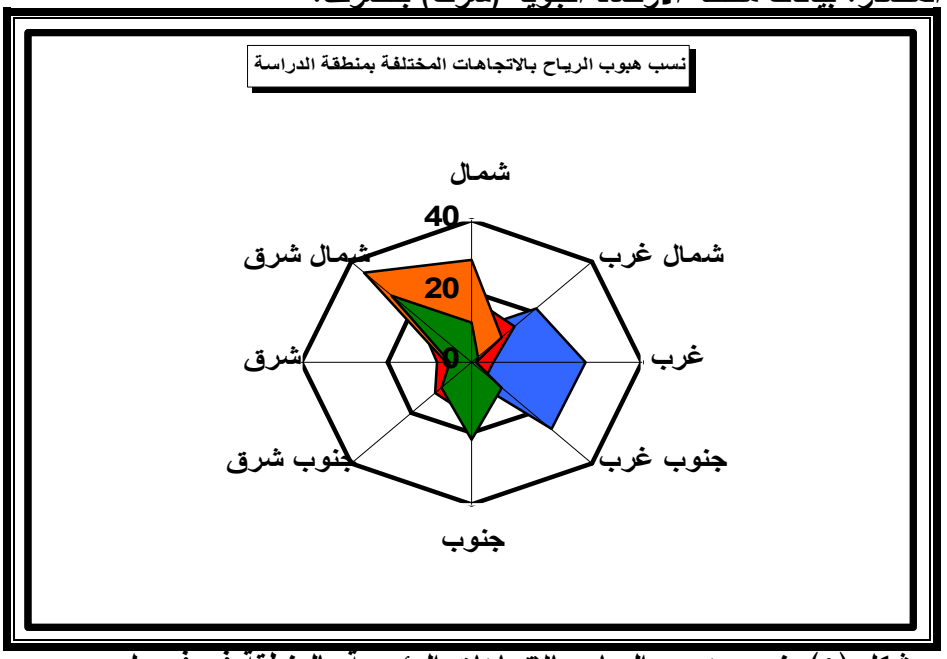
(*) أهم الدراسات:

Bagnold, 1941
Smith, h, 1968
Sharp, R, 1963
Lancaster, 1995
Wang, X, 2002
Pye , K., and Tsoar, H., 1990

جدول (٤) نسب هبوب الرياح الفصلية فى الاتجاهات المختلفة بمنطقة الدراسةفى الفترة من ٢٠٠٠-٢٠٠٦

الفصول / الاتجاهات	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
الشتاء	٩	٢	٢	٢	٥	٢٧	٢٧	٢٢	٤
الربيع	١٨	١٨	٨	١٢	١٥	٥	٥	١٤	٥
الصيف	٢٩	٣٦	٦	٥	٢	٣	١	١٠	٨
الخريف	١١	٢٧	٥	١٠	٢٢	١٠	١	٢	١٢
المتوسط	١٧	١٨	٥	٧	١١	١١	٩	١٢	٧

المصدر: بيانات محطة الأرصاد الجوية (سرت) بتصرف.



شكل (٥) نسب هبوب الرياح بالاتجاهات الرئيسية بالمنطقة فى فصول السنة

يتضح من الجدول (٤) والشكل (٥) أن الرياح تهب فى جميع الاتجاهات بنسب مختلفة حسب فصول السنة المختلفة كالتالى:

- يتراوح متوسط سرعة الرياح ما بين ٥-١٨ عقدة،تزيد السرعة شتاءً لاسيما الاتجاهات الغربية (شمال غرب وغرب وجنوب غرب) لتصل إلى ٧٦٪ فى حين تصل إلى ٦٥٪ فى الصيف فى الاتجاهات الشرقية (شمال

وشمال شرق وشرق) لتصل أقصى سرعة لها إلى ٣٦ عقدة من الاتجاه الشمال الشرقى.

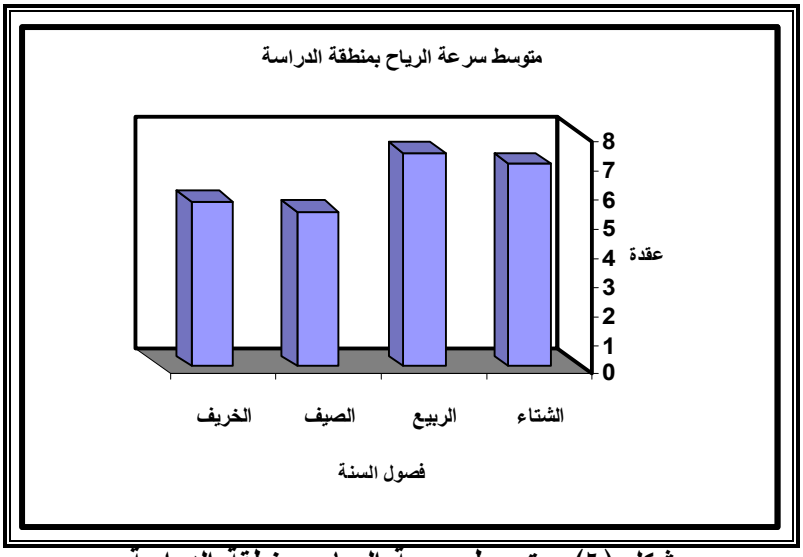
- يتضح مما سبق أن هناك تبادل للرياح الغربيات (شمال غرب وغرب وجنوب غرب) والشرقيات (شمال وشمال شرق وشرق) خلال فصول السنة على المنطقة وقد أدى هذا التغير فى اتجاه الرياح السائدة إلى تعقيد شكل الأشكال الرملية فى المنطقة وتغير شكلها من فترة لأخرى وتباين واضح فى بنياتها الداخلية وانحدار جوانبها المختلفة.
- كما يتضح ان متوسط السرعة فى الاتجاهات الشرقية والجنوب الشرقى والغرب تقل على ١١ عقدة فهى تعد من السرعات الضعيفة ولذا فهى قليلة بل عديمة الفائدة فى تكون وتطور وحركة الكثبان الرملية،ويتضح أيضاً من متوسط نسب هبوب الرياح السائدة أنها تقع فى فئة الرياح المتوسطة التى تتراوح ما بين ١١-٢١ عقدة فى تشغل نسبة تزيد على ٧٥٪ من نسب هبوب الرياح بالمنطقة وهى الرياح المؤثرة التى تستطيع إزالة الرمال والغبار وتكوين الكثبان الرملية.

هذا ويندر حدوث تكرار للرياح القوية التى تزيد فى سرعتها على أكثر من ٢٢ عقدة فهى تمثل نسبة ضئيلة من المجموع الكلى للرياح التى تهب عليها،كما تزيد فقط فى الصيف لاسيما فى الاتجاهين الشمال والشمال الشرقى وشتاءاً لاسيما فى الاتجاهين الغربى والجنوب الغربى.

وأتضح من خلال تسجيلات بيانات المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح فى محطة سرت أن متوسط سرعة الرياح الفصلي بالمنطقة (٧,٣) عقدة فى فصل الربيع يليه فصل الشتاء بمتوسط(٧) عقدة فى حين تزيد قليلا عن (٥) عقدة فى فصلى الصيف والخريف. كما تختلف نسب هبوب الرياح المؤثرة من فصل لآخر فهى تصل إلى أقصاها صيفاً لاسيما فى الاتجاهين الشمال والشمال الشرقى بنسبة ٦٥٪.ويبلغ أدناها فى الشتاء ماعدا الاتجاهين الغرب والشمال الغربى بنسب ٥٠٪.

جدول (٥) متوسط سرعة الرياح في الفترة مابين (٢٠٠٠-٢٠٠٦).

الفصل	سرعة الرياح
الشتاء	٦,٩٨
الربيع	٧,٣٥
الصيف	٥,٣٦
الخريف	٥,٦٧



شكل (٦) متوسط سرعة الرياح بمنطقة الدراسة

أما عن دور الرياح فهى تلعب دوراً هاماً فى تحديد مورفولوجيةالأشكال الرملية بالمنطقة لأنها تؤثر فى حركة الرواسب ودورها فى تشكيل الكثبان الرملية حيث تتشكل معظمها من رواسب رملية ناعمة أو متوسطة، تختلف فى طريقة تشكيلها مابين عمليات الجر والقفز والتعلق كما تتباين فى أشكالها ومورفولوجيتها حسب طبيعة حركة الحبيبات وسيتم تناول ذلك لاحقا بشيء من التفصيل على جميع الأشكال الرملية الهوائية بالمنطقة.

وليس أدل على اثر سرعة الرياح فى تشكيل الأشكال الرملية من أن الحبيبات تتحرك أثناء سرعة الرياح فوق السرعات الحرجة فى صورة رواسب زاحفة فى حين يتحرك عدد صغير نسبياً من الحبيبات فىى حركة لمسارات قصيرة نسبياً أما إذا اقتربت الرياح من السطح فتقل طاقتها ومن ثم فإن هذه الحالة لا يتم تطور أو نمو للأشكال الرملية *(Pye , K., and Tsoar, H., 1990, P., 178).*

أما فى حالة الرياح ذات السرعة المتوسطة فيتم حركة الحبيبات بالقفز بسهولة ولكن الأمر يقتصر هنا على الحبيبات الناعمة والمتوسطة، فى حين يقل الزحف الأمامى للحبيبات الخشنة عند اصطدامها بالقاع أو السطح.وعلى أية حال فإنه أثناء الرياح الشديدة فان الحبيبات الخشنة تبدأ فى القفز فيزداد نمو بعض الأشكال الرملية ويتلاشى بعضها فى ظل سرعات حرجة معينة للرياح،فيبدو السطح مستو تماماً وخالياً من بعضها مثل النباك والتموجات والفرشات الرملية والكثبان الرملية الجنينية (*Ibid, P., 179).*

هذا وتتأثر سرعة الرياح بالرطوبة حيث أوضحت بعض الدراسات أنه فى حالة احتواء الرمال الناعمة على نسبة تتراوح مابين ٢-٣ ٪ من الرطوبة فتتطلب فى هذه الحالة رياح قوية لكى تحركها وذلك لأن احتواء الرواسب على المياه يؤدى إلى زيادة تماسكها وبالتالى مقدرتها على مقاومة الرياح، ولذا تزيد كثافة بعض التجمعات الرملية مثل النباك و التموجات

بالقرب من الساحل على العكس فى الجانب المظاهر للشاطئ وهذا ما أثبتته دراسة عادل السعدنى (٢٠٠٦) على الكثبان الطولية فى شمال شرق بحيرة البرلس فى أنها تزيد فى كثافتها فى الجانب المواجه للبحر المتوسط فى حين تقل بل تكاد تنعدم فى الجانب المظاهر للبحر المتوسط (عادل السعدنى،٢٠٠٦، ص ص: ١٢٢-١٢٣).فضلا عن زيادة اطوال النباتات التى ترتبط بها النباك مما يزيد من أحجام وأبعاد الأخيرة وتغير فى خصائصها المورفولوجية عنها في الجانب المظاهر للبحر (الشاطئ الخلفى).

ويفسر ذلك بارتفاع نسبة الرطوبة فى الرواسب المواجهة للبحر مما يزيد من تثبيتها وعدم إزالتها بالرياح عكس الجانب المظاهر والذي تقل فيه نسبة الرطوبة مما يسهل عمل الرياح وزيادة نشاطها، وإن هبت رياح قوية (٤٠ كم / ساعة فأكثر) فإنها تستطيع نحت الطبقة السطحية الرطبة فى فترة زمنية قصيرة وتنقل ما تحتها من رمال جافة (صابر دسوقى، ٢٠٠٠،ص ٢٤٦).

جدول (٦) متوسط سرعة الرياح (عقدة) والرطوبة النسبية (٪) خلال الفترة من ٢٠٠٠- ٢٠٠٦

الأشهر / الخصائص	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	المتوسط العام
متوسط سرعة الرياح (عقدة)	٧,٠	٧,٥	٧,٣	٨,٢	٧,٠	٦,٠	٦,٠	٦,١	٦,٥	٦,٧	٦,٤	٦,٨
متوسط الرطوبة النسبية ٪	٧١,١	٦٩,١	٧١,٤	٧٠,٣	٧٣,١	٧٨,٠	٧٩,٧	٧٥,٣	٧٤,٠	٧١,٣	٦٧,٠	٧٠,٠

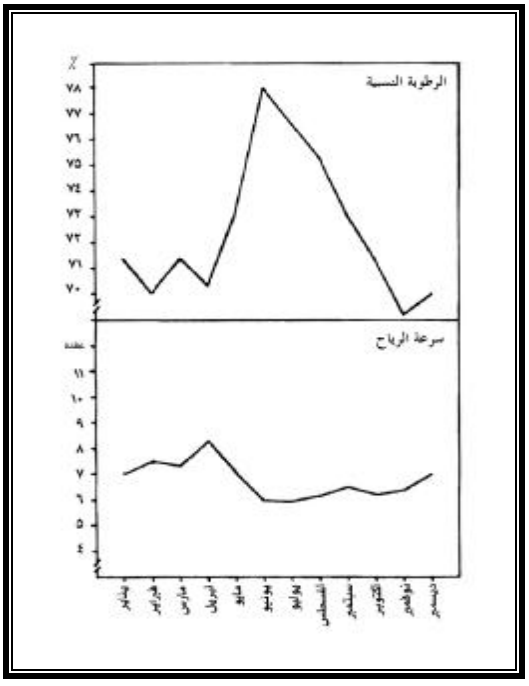
المصدر: المتوسطات تم حسابها من بيانات الأرصاد الجوية – محطة سرت (٢٠٠٨)

يتضح من الشكل (٧) أن سرعة الرياح وقوتها تتباين تبايناً عكسياً من نسب الرطوبة النسبية، فكلما زادت الرطوبة والأمطار بالمنطقة تقل سرعة وتأثير الرياح مما يترتب عليه عدم قدرة الرياح على إزالة بعض التجمعات الرملية لاسيما المنتشرة منها فى المنطقة القريبة من ساحل البحر، ويتفق ذلك مع ما توصلت إليه دراسة ***Jimenez*** واخرون من أن هبوب الرياح المؤدية لنقل الرمال فى البيئة الساحلية يمثل الجانب الهام جداً المتكامل فى ميزانية الرواسب الساحلية -***Jimenez ,et al,1999, pp:517-522***)) أو بمعنى آخر كما ذكر ***Bagnold*** (١٩٤١) أن حركة نقل الرواسب تعد عملية متداخلة مع مجموعة من المتغيرات البيئية تعمل جميعها فى حيز مكاني كبير مؤقت،بمعنى أدق أن هذه المتغيرات تعمل فردية ومتعاونة وقد تم تجريب ذلك خلال تجاربه فى معظم دراساته الأولية على الكثبان الرملية ***(Jimenez ,et al,1999,p.292)***.

...ويمكن تلخيص ماسبق فى النقاط التالية:

- سطح المنطقة استوائه وقلة تضرسه وقلة انحداره ساهم فى تكون الكثبان والتجمعات الرملية.

- انتشار الصخور الجيرية " تكوين قرقاش " والتى تتداخل فيه عقد من السيليكا، وانتشار التكوينات الناتجة عن فعل التجوية وفتات المحارات البحرية كل ذلك كان مورداً من الموارد التى اشتقت منه رمال الكثبان الرملية.
- ظروف الجفاف وسيادة الرياح ساعدت على تكون الكثبان وحركة الرمال لاسيما فى حالة الرياح الشديدة التى تزيد سرعتها على ٢٠ كم / ساعة.
- هبوب رياح فى اتجاهات متباينة وان كانت بنسبة قليلة إلا أنها تلعب دوراً فى تغير سمات شكل على الكثبان الرملية أثناء هبوبها.
- اما التساقط فعلى الرغم من قلته النسبية إلا أن سقوط المطر بشكل منتظم لاسيما فى فصل الشتاء فهى تمثل عاملاً هاماً يؤثر على معدل الحركة.
- وجود بعض الأشكال الجيومورفولوجية الساحلية وأهمها السبخات (سبخة هراوة...) فهى توقف حركة الكثبان وغيرها من الأشكال الساحلية وأبرزها وجود البحر نفسه الذى يحول دون تقدم الكثبان شمالاً.

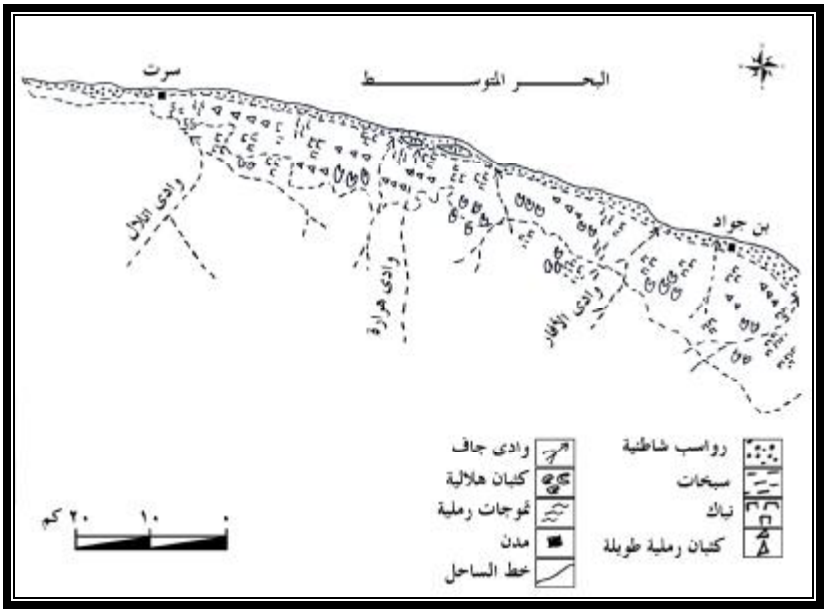


شكل (٧) سرعة الرياح (عقدة) وعلاقتها بالرطوبة النسبية ٪

ثانياً: توزيع الأشكال الرملية والعوامل المؤثرةفيها بالمنطقة:

تهدف دراسة التوزيع الجغرافى للكثبان الى التعرف على أهم خصائص توزيعها والأختلاف بين نطاقاتها، كما تهدف الى التعرف على أهم العوامل التى تؤثر فى هذا التوزيع ومن خلال الدراسة الميدانية وتحليل بعض المرئيات والخرائط التى تغطى المنطقة اتضح أن الأشكال الرملية بصورها المختلفة تتوزع على طول منطقة الدراسة مابين فرشات رملية وكثبان رملية بأشكالها المختلفة وتموجات رملية مرتبطة بأسطح بعض الكثبان غيرالحرة (غير مقيدة) والنباك كما اتضح من الدراسة الميدانية وتحليل بعض المرئيات التى تغطى المنطقة تباين نسب انتشار وتوزيع كل الظاهرات على المنطقة حسب ظروف وعوامل الإرساب فى كل جزء من منطقة الدراسة.

ومن هذا يتضح زيادة مساحة الأشكال الرملية الهوائية , ولهذا لابد من الوقوف على أهم العوامل التى تؤثر على الإرساب الهوائى بالمنطقة.



شكل (٨) الأشكال الإرسابية بمنطقة الدراسة

ثالثاً: العوامل المؤثرة فى الإرساب الهوائى بالمنطقة:

... أما أهم هذه العوامل التى تؤدى إلى حدوث إرساب للرمال فهى عديدة أوردها العديد من الدراسات (*Bagnold ,R.,1941, PP: 169 - 170*, (عبد الحميد كليو والشيخ, ١٩٨٦, ص ص ٨٨-٨٩) و (محمد صبرى محسوب, ١٩٩٤, ص ص ٣٦٠- ٣٦١) ويتمثل فيما يلى:

- وجود نظام رياح سائد لفترة زمنية طويلة خلال العام, ويتضح من الشكل(٥) أن الاتجاهات الرئيسية التى تهب منها الرياح طول العام هى الشمالية والشمالية الغربية ونتيجة لهذا تأخذ محاور الأشكال الرملية

نفس اتجاه الرياح السائدة والتى كانت وراء تشكيلها بمعنى أنها تتمشى مع اتجاه الرياح السائدة وسوف يتضح ذلك من دراسة الخصائص المورفولوجية للأشكال الرملية المختلفة بالمنطقة.

- جفاف المناخ معظم فترات العام، حيث أن المنطقة تقع برمتها فى النطاق شبه الصحراوى.
- توفر موارد دائمة تأخذ منها الرياح حمولتها، ويمكن القول بأن هذه الموارد تتمثل فى المفتتات المجواه من صخور التلال الميوسينية المتناثرة على طول المنطقة والرواسب الساحلية المجاورة.
- وجود سطح مستو أقل تضرساً ويتمثل هذا فى المنطقة السهلية مما ساعد على حدوث حركة الرياح وبالتالى نقل للرواسب الرملية معها.
- وجود غطاء نباتى ذو خصائص فسيولوجية تعمل على تثبيت الرمال ومن ثم نشأة وتكون أشكال رملية مرتبطة به.

... هذا ويلعب مصدر الرمال على السهل الساحلى دوراً هاماً فى إبراز الاختلافات المحلية فى بعض خصائص الأشكال من مكان لآخر حيث أن لوفرة هذه المصادر فى مواقع وقلتها فى مواقع أخرى يؤدى دوراً لحدوث تباين فى أحجام الأشكال الرملية. هذا بالإضافة إلى قرب بعض الأشكال مثل النباك من الساحل، أدى إلى تشكل بعضها بالرمال الجيرية البيضاء، لاسيما التى تغطى السبخات الرطبة وفوق نطاق الشاطئ الخلفى، كما فى نباك شاطئ هراوة شرق مدينة سرت أمام مصب وادى الحنيوة والى الشرق عند مصب وادى اتلال وغيرها من المناطق على طول الساحل وحول سبخة هراوة. كما تشكل الرمال والطمى رواسب النباك والكثبان والفرشات القريبة من مصبات الأودية المنتهية لمنطقة الدراسة.

.... يتضح مما سبق مدى ملائمة خصائص المنطقة الطبيعية لظروف الإرساب وتكون للأشكال الهوائية.

رابعاً: أشكـــال الإرســـاب الهوائيـــة:

١- النبـــاك:

هى إحدى أشكال الكثبان الرملية الوليدة(*) يندر أن يتجاوز ارتفاعها ثلاثة أمتار، وقد يقل عن نصف متر أحياناً، وتتشكل عندما تعترض حركة الرياح المحملة بالرمال عقبة ما، تتمثل فى أغلب الأحيان بأحد النباتات السائد في المنطقة(*Cooke, et al , 1993, p. 356)* وتأخذ أشكالها المثلثة المتطاولة أو القبابية أو المدببة مع اتجاه منصرف الرياح، أما جوانبها المرتفعة والتى تقع في مهب الرياح فتتكون من النباتات والشجيرات التى تثبت الرمال، وقد يطرأ على هذه النباك تغيرات وتدهور نتيجة توقف هبوب الرياح وسفى الرمال والعوائق النباتية، هذا بالإضافة إلى دور الإنسان السلبى فى تدهورها وتغير أشكالها, ومن ثم فهى كما أشارت العديد من الدراسات أنها من أكثر الأشكال الرملية سريعة الزوال *ephemeral* كما تتميز بعدم ثباتها *precursors (langford,R.,2000 , P.25)*

... وتجدر الإشارة هنا إلى أن المنطقة تتميز بوجود نباك على الشاطئ وأخرى فوق أسطح السبخات وبعيداً عن الشاطئ داخل المنطقة ولا سيما فى القطاعات الدنيا للأودية المتجهة صوب البحر المتوسط، يتم معالجتها عن طريق الآتى:

(أ) توزيع النباك. (د) البنية الداخلية للنباك.
(ب) الخصائص المورفولوجية للنباك. (هـ)خصائص أسطح حبيبات رمال النباك.
(جـ) الخصائص الطبيعية لرواسب النباك. (و) نشأة وتطور النباك.

أ) توزيع النباك:

تنتشر النباك على طول قطاع الساحل بصورة شبه مستمرة شكل (٨)، مع اختلاف أشكالها وأنواعها، بل تكاد تكون الظاهرة الوحيدة الأكثر انتشاراً على مستوى أشكال الإرساب الهوائي على ساحل المنطقة، متخذة أشكالاً متنوعة حسب طبيعة المنطقة التى نشأت عليها والعوامل التى أثرت

(*) يطلق عليها أسماء عديدة مثل:
- الكثبان الذيلية أو الوليدة: (نبيل إمبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٥).
- رمال الظل: (*Ibmabi, 1971, p. 68) , (Bagnold, 1960, p. 186*).
- كثبان النبكة: *Nebkha dunes* (*Dougill, A., and Thomas, A., 2002*)، *(Hesp, P., and MC lachlan, A., 2000, p. 171*). – أكمة محدودة الراس (البستانى، ١٩٨٧، ص ٨٧٦). والعقد الكثيبية (الأكمة) (Beheiry, *1967*) – التلال الرملية Sand Hills (Pye,1983))
- الرُبى الرملية: (*Gorshkov, and Yakusshova, 1967, p. 102*).
- كثبان النباتات: (*Trenhaile, A., S., 1997, p. 157) (Goldsmith, 1978, p. 195) (Langford, R., P., 2000, p. 25)*)

اسم محلى فى المملكة العربية السعودية.

فى نشأتها وتطورها، ونوع النباتات التى عملت على تكونهـا علـى طـول الساحل.

... ومن خلال الدراسة الميدانية والشكل (٨) وجد أن هناك انتشار واضحاً للنباك بأنواعها وأشكالها المختلفة، وقد يرجع ذلك لاتـساع منطقـة السهل الساحلى وقلة تضرسه واستوائه النسبى،مما ساعد بدوره على نشاط وقوة الرياح فى النقل والترسيب هذا بالإضافة إلى زيادة كميـة الرواسـب الرملية سواء رواسب الأودية أو الرواسب الشاطئية،او الرواسـب الرمليـة الداخلية التى تاتى بها الرياح الى المنطقة الساحلية هـذا بالاضـافة الـى رواسب المفتتات الناتجة عن تجوية تكـوين قرقـاش المنتـشر بالمنطقـة جميعها تمثل مصدر الرمال التى تتشكل منها الاشكال الرملية بالمنطقةورغم هذا الا انها تنتشر فى مناطق وتكاد تقل او تخلوا فى مناطق اخـرى حـسب طبيعة المنطقة ووفرة الرواسب ولكن من خلال الدراسة الميدانية وجـد ان منطقة مصبات اودية تلال والحنيوة والنوفالية ووادى هراوة ووادى الأحمر ومنطقة النوفالية وعند الكيلو ٩٠ فى منطقـة وادى رحمـة ومنطقـة أم القنديل لوحظ زيادة انتشارها لظروف المنطقة ووفرة الرواسـب وازدهـار الأعشاب والنباتات التى تمثل عوائق او مصدات للرمال ممـا سـاعد علـى انتشارها الواضح.

ب) الخصائص المورفولوجية للنباك: وتنقسم الى:

١- الخصائص الشكلية النباك:

لتوضيح خصائص النباك بالمنطقة، تـم قيـاس أبعـاد (الطـول – العرض – الارتفاع)مع قياس انحدار جوانبها الأمامية والخلفية لثلاثة عشرة نبكة، وقد تم تحليلها إحصائياً وقد شمل هذا التحليل أقصى وأدنى قيمة لكـل متغير وحساب المتوسط الحسابى والانحراف المعيـارى ومعامـل الالتـواء والأختلاف أو التباين ويلخص الجدول التالى (٧)وشكل (٩) أهم النتائج.

جدول (٧) الخصائص المورفومترية للنباك

الخصائص / التحليل الإحصائى	الطول (متر)	العرض (متر)	الارتفاع (متر)	الانحدار الخلفى (درجة)	الانحدار الأمامى (درجة)
أعلى قيمة	٦	٤	٢	٤٥	٤٠
أدنى قيمة	٢	١	٠,٥	٥	٢٢
المتوسط	٣,٧	٢,٣	١,٢	٢٥,٧	٣٥,٤
الانحراف المعيارى	١,٧	١,١	١,٤-	٨,٧	٢,٠ -
الالتواء	٠,٣٦	٠,٠١ -	٠,١٥ -	١,٩	٠,٠٤ -
التباين	٣,٥	١,١	٠,٢	٧٤,٥	٦,٠

(*) الجدول من إعداد الطالب بناءاً على القياسات الميدانية.

- تتراوح أطوال النباك ما بين ٢ –٦ متر بمتوسط طـول ٣,٧ متـراً، و انحراف معيارى قدره ١,٧ متر، ويصل معامل التبـاين الـى ٣,٥ مما يعطي مؤشراً على تشتت القيم وعدم تجانسها شكل (٩) ويرجـع هذا الى أن هناك زيادة فى أطوال النباك فوق أسطح الفرشات الرمليـة وهوامش السبخات بالقرب من الشاطئ مقارنة بنباك داخل المنطقة. كما أن نباك مصبات الأودية تتميز أيضاً بصغر أحجامهـا وقـصر أطوالهـا مقارنة بنباك خط الساحل وذلك نظراً لتوفر الرمال الشاطئية فى قطـاع الشاطئ واستواء السطح تقريباً مما ساعد على زيادة الإرساب الرملى، ومن هذه القياسات يتضح أن النباك تتميز بزيادة فى أطوالها، ويرجـع ذلك إلى نشاط ونمو النباك فى المنطقة، نتيجة لزيادة تأثير الرياح وتوفر مصادر الرمال التى تزيد من امتداد النباك.
- يتراوح أقصى عرض لها ما بين ١ –٤ متر، كما يبلغ متوسط عرضها ٢,٣ متر بانحراف معيارى يبلغ ١,١ متر، هذا وقد يرجع التباين بـين النبكات فى متوسط حجمها وامتدادها وبصفة خاصة فى اتجاه منـصرف الرياح إلى تباين موضع النبكات نفسها (*Langford , R., 2000, PP. 25- 41)*.
- يتراوح ارتفاع النباك ما بين ٠,٥ – ٢ متر ويصل متوسط هذا الارتفاع ١,٢ متر بانحراف معيارى (– ١,٤متر)، وتجدر الإشارة إلى أن تباين ارتفاع النباك بالمنطقة مرجعه إلى تباين ارتفاع النباتـات وأنواعهـا، فارتباط نباك منطقة الشاطئ بأشجار الرتم عمل على زيادة ارتفاع النباك بها عنه فى المناطق المجاورة الأخرى. حيـث أنـه كلمـا زاد كثافـة المجموع الخضرى للنبات وزادت حيويته واخضراره زادت مقدرته على تصيد الحبات الرملية، ومن ثم زيادة أبعادها لا سيما ارتفاعهـا، (عبـد الحميد كليو والشيخ، ١٩٨٦، ص ٧٣)
- ترتفع قيم الانحراف المعيارى بين أطوال النبـاك عنـه فـى العـرض والارتفاع مما يشير إلى وجود تباين فى أطوال النبـاك علـى مـستوى المنطقة، وتنخفض قيم الانحراف المعيارى فى الارتفاع لتكـون القيمـة بالسالب نظراً لقلة ارتفاع النباك حيث بلغ متوسط ارتفاعها ١,٢ متـر، هذا بالإضافة إلى قلة التباين بين قيم الارتفاع للنباك.
- كما ترتفع قيم الانحراف المعيارى بين الانحدار الأمامى والخلفى، ممـا يشير إلى مدى التشتت الكبير بين القيم والذى يرجع إلى وجود تفـاوت كبير بين أحجام النباك.
- تكاد تكون قيم معامل الألتواء سالبة مما يعطى مؤشراً على سيادة شكل التوزيع السالب ويفسر هذا الى زيادة ابعاد النباك المقاسة.

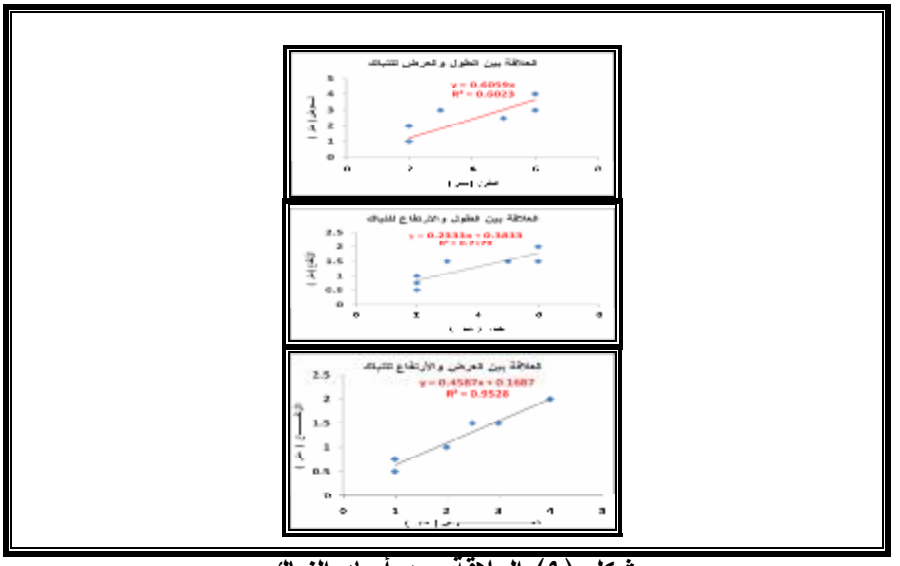
جدول (٨) العلاقات الإرتباطية بين الأبعاد المختلفة للنباك

المتغيرات	الطول	العرض	الارتفاع
الطول	١,٠		
العرض	٠,٨١	١,٠	
الارتفاع	٠,٨٤	٠,٩٧	١,٠

(*) الجدول من اعداد الباحث

- أوضحت دراسة العلاقة الارتباطية بين الأبعاد جدول (٨) وجود علاقة ارتباطية موجبة بين الطول وكل من العرض والإرتفاع على الترتيب ٠,٨١ – ٠,٨٤ مما يشير الى ارتباط هذه الأبعاد ببعضها البعض وزيادنها بزيادة الاخر.
- ترتفع قيمة العلاقة بين العرض والإرتفاع وفى هذا اتفاق مع دراسة كل من (امبابي وعاشور، ١٩٨٣). و (حجاب،٢٠٠٦). واختلفت فى هذا مع دراسة كل من (كليو والشيخ، ١٩٨٦) و (صابر أمين، ١٩٨٨) و (عزة عبدالله،٢٠٠٥).
- توجد علاقة ارتباطية قوية موجبة بين الأرتفاع وطول النباك بالمنطقة بلغت (٠,٨٤) مما يعنى زيادة اطوال النباك مع زيادة الارتفاع ويفسر ذلك كل من (عبدالمنعم،١٩٨٨، ص ٢٧٩) و حجاب، ٢٠٠٦، ص ١٩٣) بأنه مع زيادة الارتفاع تزداد العقية التى تحاول الرياح تخطيها عند الاصطدام، فترتفع لأعلي ولا تعود الى السطح مرة اخرى الا على مسافة تعادل ثلاثة الى اربعة أمثال ارتفاع العقبة، وفى أثناء الهبوط تقوم الرياح بنقل الرواسب باتجاه ذيل النبكة مما يعمل على استطالتها، وبالطبع فان المسافة التى تقطعها الرياح قبل هبوطها سوف تتناسب طردياً هى الاخرى مع الارتفاع.
- بلغت أعلى علاقة ارتباطية بين العرض والارتفاع فكانت (٠,٩٧) مما يعطى مؤشراً على زيادة عرض النباك مع زيادة الإرتفاع ويفسر ذلك بأنه مع زيادة الارتفاع فان ذلك يتطلب سرعات عالية للرياح لتتمكن من نقل وازالة الرمال وارسابها عند القمة مما يؤدى الى تفرع الرياح وتشعبها جانبياً وارساب جزءً من حمولتها على تللك الجوانب ومن ثم يزداد العرض (صابر أمين، ١٩٨٨، ١٤٥).
- تزيد قيم متوسط الانحراف الأمامى للنباك عن قيم الانحراف الخلفى، وقد كان للتباين الشديد بين الانحراف الأمامى للنباك مما أعطى مؤشراً بالسالب فى قيمة الالتواء فكانت قيمته (-٢,٠) درجة.

اتضح من خلال الدراسة الميدانية وخصائص النباك أن معظمها سواءً ما هو على الشاطئ أو فوق السبخات أنها تنحرف عن الشمال بزاوية ٣٢٠ و ٣٤٠ درجة مما يعطى مؤشراً على تأثير الرياح الشمالية الغربية والشمالية التى تسود فى المنطقة، حيث تمثل متوسط نسبتهما ٧٦,٠٪ من المجموع الكلى للرياح التى تهب على المنطقة لاسيما فى الشتاء، مما أدى بدوره إلى زيادة امتداد النباك نحو الجنوب الشرقى والجنوب فى اتجاه منصرف الرياح السائدة.



شكل (٩) العلاقة بين أبعاد النباك

من خلال الخصائص المورفولوجية أمكن أيضاً تقسيم النباك حسب الحجم إلى ثلاثة أحجام رئيسية هى:

(أ) النباك القزمية:

وهى نباك صغيرة تتراوح أبعادها ما بين متر ومتر ونصف طولاً مع ارتفاع يقل عن ٥٠ سم وعرض لا يزيد عن متر واحد، وتتميز جوانبها بضعف الانحدار، وهى ترتبط كذلك بمجموعة معينة من الأشجار القزمية والشجيرات القزمية لوحة (٢) ويمكن القول بأنها تمثل الجيل الأول للنباك وينتشر هذا النوع بصفة خاصة غرب الطريق الساحلى وفى منطقة أم القنديل وعند مصب وادى الحنيوة

لوحة (٢) النباك القزمية فى منطقة أم القنديل

(ب) النباك متوسطة الحجم:

تتميز بكبر أحجامها عن النمط السابق,لوحة (٣) وتتراوح أبعادها بين ٢-٤ متر طولاً ويزيد عرضها على متر ونصف وارتفاعها يصل إلى أكثر من متر واحد, فهى تبدو قبابية الشكل كما هو فى نباك منطقة

النوفلية وعند مصب وادى الحنيوة وغرب ثنية وادى اتلال قرب الطريق الساحلي حيث تميل للشكل القبابى , وهذا النوع من النباك يزيد انتشاره بالمنطقة لاسيما فى مصبات الأودية وبعيداً عن الشريط الساحلي وذلك لقدم تكونها ومن ثم زادت ونضجت فى أحجامها ولذا فهى تمثل مراحل النضج فى تطور النباك.

لوحة (٣) احدى النباك القبابية فى منطقة النوفليةشرق منطقة الدراسة

(جـ) النباك كبيرة الحجم:

ويمثل هذا النمط مرحلة أكثر تطوراً فمع استمرار هبوب الرياح السائدة وزيادة كمية الرمال الواردة إليها, تزداد أحجام النباك تدريجياً كما يزيد نمو النبات فوقها لا سيما مع وفرة المياه الأرضية والرطوبة مما يعمل على انتعاش واخضرار للكساء النباتى وقد تزيد أطوال هذا الشكل على ٨ متراً مع عرض يتراوح ما بين ٣-٥ متر وارتفاع نحو خمسة أمتار, ويتمثل هذا الشكل فى نباك شرق منطقة السواوة وجنوب شرق سبخة هراوة وعند مصب وادى هراوة فى منطقة الشاطئ الخلفى وبين الكثبان الساحلية وعلى أسطحها، ومع تطور هذه النباك وقدمها تاثرت كما يبدو من الصورة لوحة (٤) بعوامل التعرية المتمثلة فى الرياح والأمطار الساقطة فعملت على تقطعها وتخفيضها النسبى.

لوحة (٤) النباك كبيرة الحجم فى منطقة غرب سبخة هراوة

٢- خصائص انحدار سطح النباك:

من القياسات الميدانية لزوايا انحدار الجوانب الأمامية والخلفية للنباك والقطاعات الطولية لمحاور النباك المختلفة وتم تحديد ذلك فى بيانات الجدولين والشكل التالية اتضح ما يلى:-

جدول (٩) النسب المئوية لزوايا الانحدار على محاور النباك

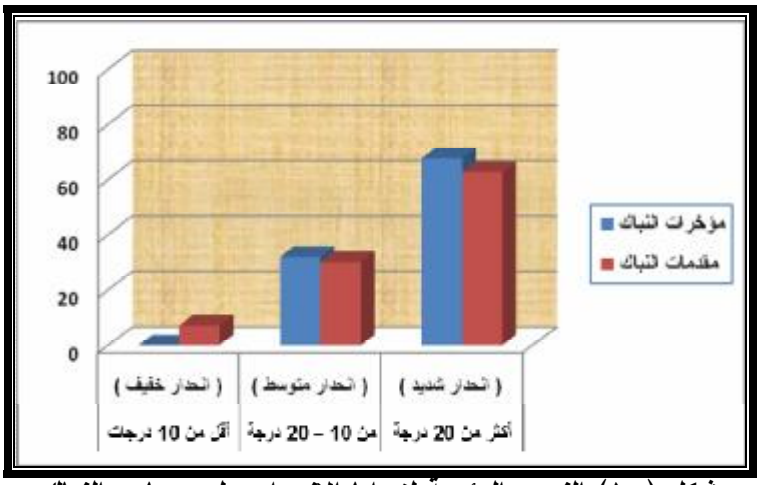
الانحدار / محاور النباك	درجـــــات الانحدار		
الخلفية والأمامية	أقل من ١٠ درجات (انحدار خفيف)	من ١٠ – ٢٠ درجة (انحدار متوسط)	أكثر من ٢٠ درجة (انحدار شديد)
مقدمة النباك	ـــــ	٪ ٣٢,٥	٪ ٦٧,٥
ذيل النباك	٪ ٧,٢	٪ ٣٠,٢	٪ ٦٢,٦

(*) الجدول من إعداد الباحث بناءاً على القياسات الميدانية.

جدول (١٠) فئات الانحدار على جوانب النباك بمنطقة الدراسة

فئات الانحدار	طبيعة الانحدار	اجمالي أطوال القطاعات	
		المسافة (سم)	٪ من أطوال القطاعات
٠ – ٢	مستو	ـــــ	ـــــ
٣ – ٥	خفيف الانحدار	٥٠	٢,٠
٦ – ١٠	متوسط الانحدار	١٣٠	٥,٢
١١ – ١٨	فوق المتوسط	٦٨٠	٢٧,١
١٩ – ٣٠	شديد الانحدار	٨٩٣	٣٥,٦
٣١ – ٤٥	شديد الانحدار جداً	٧٥٥	٣٠,١
مجـــ	ـــــــــــــــــ	٢٥٠٨	١٠٠

(*) الجدول من إعداد الباحث بناءاً على القياسات الميدانية.



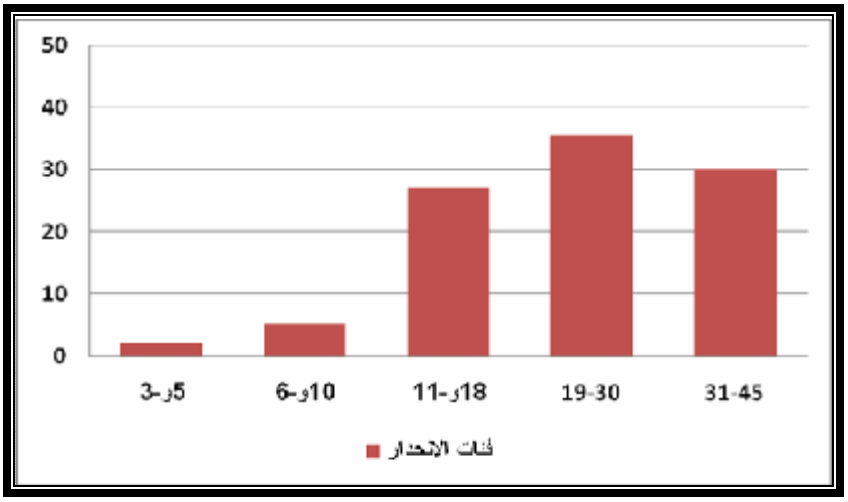
شكل (١٠) النسب المئوية لزوايا الانحدار على محاور النباك

- ترتفع النسبة المئوية التى تشغلها الانحدارات الخفيفةوالمتوسطة في مؤخرات النباك (جوانب منصرف الرياح)، مقارنة بالنسب المئوية للانحدارات الخفيفة والمتوسطة فى مقدمات النباك (جوانب مهب الرياح)، وقد يرجع ذلك إلى أنه مع الزيادة فى أطوال مؤخرات النباك تنخفض درجات انحدارها.
- تزيد النسب المئوية للانحدارات الشديدة (أكثر من ٢٠ درجة) فى مقدمة النباك، حيث تزيد على ٦٧ ٪ فى حين تقل كثيراً فى مؤخرة النباك، لتصل الى ٦٢ ٪ ويرجع ذلك لشدة انحدار الجوانب المواجهة للرياح وزيادة خشونة رواسبها مما يؤدى بدورة إلى زيادة الانحدار، اى ان شدة الانحدار ترتبط بالمواضع التى تتعرض فيها الرواسب للسفى واللازالة، فى حين تسود الانحدارات الخفيفة والمتوسطة على مؤخرات النباك والتى تتعرض دائماً للارساب.
- أما عن انحدار جوانب النباك المواجهة للغرب والشرق فقد سجلت درجات الانحدار أعلى فى الجوانب المواجهة للشرق حيث أنها تواجه الرياح القادمة من البحر فتزيد من انحدارها لا سيما وأنها تتأثر بالرزاز البحرى الذى يؤدى إلى تثبيتها فتظهر فى شكل حواف حادة تنحدر بشدة نسبياً مقارنة بمقدمات ومؤخرات النباك من جهة و بالجانب المواجهة للغرب جهة اليابس من جهة أخرى.
- لوحظ من خلال الدراسة الميدانية زيادة انحدار واجهات النباك التى يزيد انحدارها صوب الشمال والشمال الغربى كثيراً، وهذا يعنى أن الرياح الشمالية والشمالية الغربية أكثر تأثيراً وقوة، وهذا يفسر حقيقة العلاقة القوية بين الاتجاه والانحدار لواجهة النباك على طول ساحل خليج سرت.

جدول (١١) التوزيع التكرارى لمجموعات زوايا انحدار جوانب النباك بالمنطقة

المدى	الوصف	الزاويا الشائعة			طول المجموعة		الزوايا الحدية	
		الدرجة	طول المجموعة	مجموع الإجمالى للمجموعات	المسافة	%	الدنيا	العليا
٢-٠	مستو	—	—	—	—	—	—	—
٥-٣	خفيف	٤	٥٠	١,٠	٥٠	٢,٠	٢	٥
١٠-٦	متوسط	٧	٤٢,٣	٢,٢	١٣٠	٥,٢	٦	١٠
١٨-١١	فوق المتوسط	١٥	٢٥	٦,٨	٦٨٠	٢٧,١	١١	١٨
٣٠-١٩	شديد	٢٢	٣٠,٨	١٠,٩	٨٩٣	٣٥,٦	١٩	٣٠
٤٥-٣١	شديد جدا	٣٣	٢٦,٥	٨,٨	٧٥٥	٣٠,١	٣١	٤٥
مجـــــ		—	—	—	٢٥٠٨	١٠٠	—	—

الجدول من اعداد الباحث



شكل (١١) التوزيع التكرارى لمجموعات زوايا الأنحادار على جوانب النباك

- **من التوزيع التكرارى لزوايا الانحـــدار جـــدول (١١) وشـــكل (١١) يتضح مدى التنوع فى التوزيع والذي يوصف بانه متعدد المنوال وغير متصل، وهى من السمات التى تميز منحدرات الكثبان عمومـــاً وكثبـــان**

المناطق الجافة وشبه الجافة خصوصاً (صابر أمين، ١٩٨٨) (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٣) (*Embabi , 1976*) ((محمود حجاب،٢٠٠٦).

- يتميز التوزيع بوجود مجموعة من الزوايا الشائعة استحوذت منها الزاويا الشائعة ٢٢ درجة على اعلى نسبة من اجمالى أطوال القطاعات التى تم قياسها، حيث بلغت نسبتها ١٠,٩ ٪ وان اختلفت عن بعض الاماكن حيث كانت فى نباك البحر الأحمر (٢ ° و ٩ ° درجة) (محمود حجاب، ٢٠٠٦) وكانت ٣٠ ° درجة فى كثبان منخفض الواحات البحرية (عزة عبدالله، ٢٠٠٥)، ويرجع هذا التباين الى اختلاف الموقع الجغرافى واختلاف أبعاد النباك وكمية الرواسب ومصادرها وأختلاف الظروف المناخية وعوامل نشأة النباك وتطورها.
- يمكن من خلال التوزيع التكرارى السابق ان تقسم الى اجزاء يتراوح انحدارها بين الخفيف الى المتوسط (الزوايا ٣- ١٨ درجة) وهى تشغل نسبة ٣٤,٣ ٪ وترتبط دائماً بمؤخرات النباك والأجزاء الدنيا من واجهات بعضهن. وأجزاء أخرى يتراوح انحدارها بين الزوايا (١٩- ٤٥ درجة) وهى تشغل نسبة ٦٥,٧ ٪ وترتبط دائماً بمقدمات النباك وتتميز دائماً بخشونة حبيباتها نسبياً وتعرضها الدائم للنحت والازالة بواسطة الرياح السائدة.

ج) الخصائص الطبيعية لرواسب النباك:

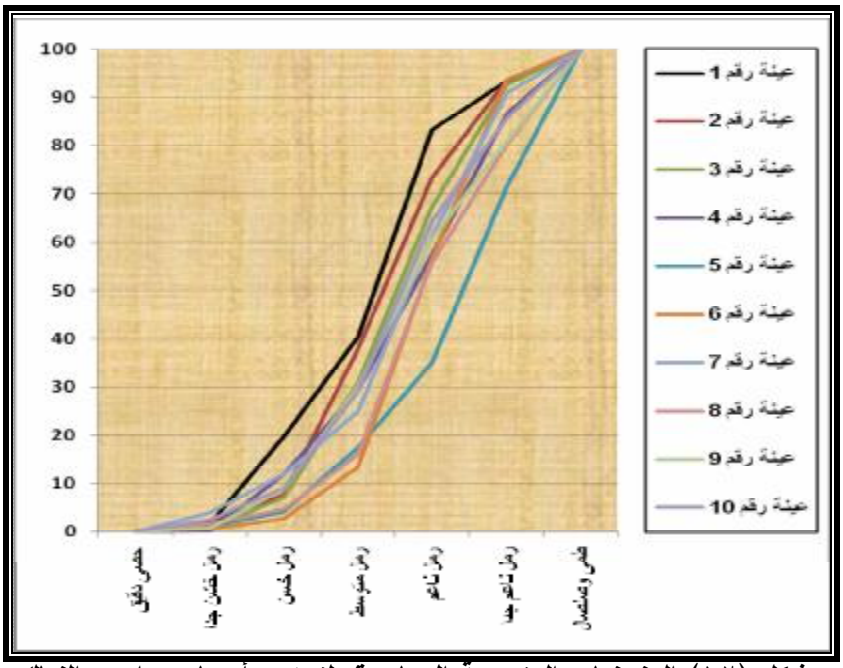
لتحديد خصائص رواسب النباك والصورة التوزيعية لأحجام رواسبها وذللك للوقوف على أهم طرق النقل والارساب والعوامل التى أثرت فى هذا فقد تم إجراء التحليل الميكانيكى لرواسب مقدمات ومؤخرات النباك وأوضحت نتائج التحليل جدول (١٢) وشكل (١٣) ما يلى:

جدول (١٢) نتائج التحليل الميكانيكى لرواسب النباك

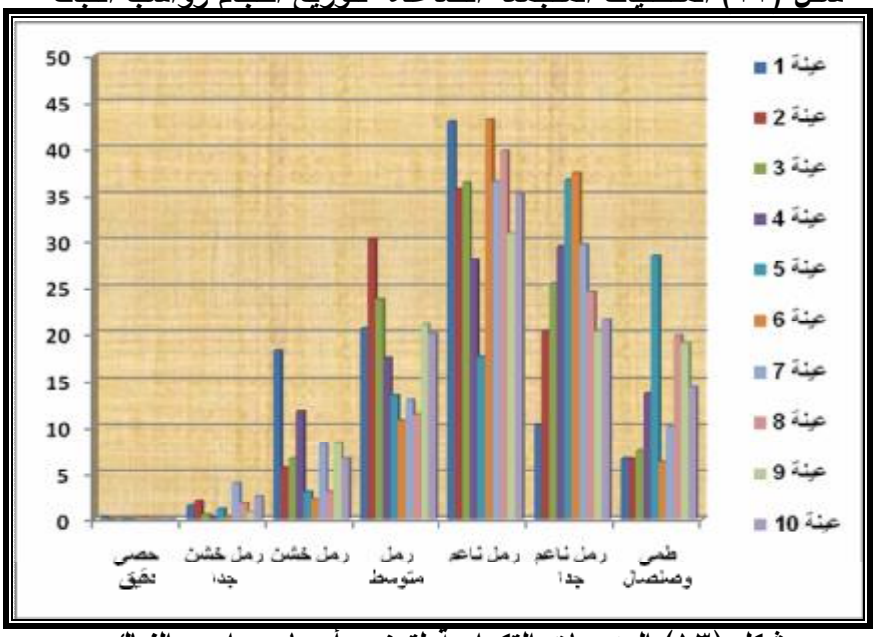
الخصائص / موقع العينات	فيجو ٢ - ١ فاى	زحف قفزى جيد ١ - ٠ مم	زحف متوسط ٠,٥ - ٠,٢٥ مم	ريل ناتج ٠,٢٥ - ٠,١٢٥ مم	زحف ثقيل جيد ٠,١٢٥ - ٠,٠٦٢ مم	طمى ومعلق ٠,٠٦٢ فى دق مم	التوزيع الاجمالى ٪	متوسط الحجم (فاى)	معامل الالتواء	معامل التفلطح	الانحدار التقريبى
١) (و)	٠,٢	١,٤	١٨,٢	٢٠,٥	٤٢,٩	١٦,٨	١٠٠	٢,٠٣	٠,٠٧	١,٠٣	١,١٧
٢) (و)		٣,٠	٥,٦	٣٠,٢	٣٥,٦	٢٥,٤	١٠٠,٠	٢,٤٦	٠,٤٥	٠,٤٨	١,٠٥
٣) (و)	٠,١	٠,٥	٩,٩	٢٣,٩	٣٩,٣	٢٦,٣	١٠٠	٢,٤٣	٠,١٩	٠,٩٠	١,٠٩
٤) (و)	-	٠,٣	١١,٧	١٧,٤	٢٨,٠	٤٢,٦	١٠٠,٣	٢,٦٣	٠,١٨	٠,٨٦	١,٠٨
٥) (م)	-	١,١	٣,٠	١٣,٤	١٧,٥	٦٥,٠	١٠٠	٣,٢٠	٠,٣٣	٠,٨٧	١,٣٧
٦) (م)	٠,٢	٠,٣	٢,٢	١٠,٧	٤٣,١	٤٣,٣	١٠٠	٢,٨٠	٠,١٠-	١,١٥	٠,٨٣
٧) (م)	٠,٠٤	٣,٩	٨,١	١٢,٩	٣١,٤	٤٣,٦	١٠٠	٢,٦٠	٠,٢٠	١,٢٢	١,١٦
٨) (م)		١,٧	٣,٠	١١,٣	٣٩,٧	٤٤,٥	١٠٠	٣,٠٠	٠,٢٦-	٠,٩٣	٠,٨٦
٩) (م)		٠,٥	٨,٢	٢١,٠	٣٠,٨	٣٩,٥	١٠٠	٢,٣٠	٠,٠٣	١,١٤	١,١١
١٠) (و)	-	٣,٤	٩,٩	٢٠,٠	٣٥,١	٣١,٤	١٠٠	٢,٩٠	٠,٠٥	٠,٩٧	١,١٧
المتوسط العام	٠,١٣	١,٤٤	٧,٣	١٨,١	٣٤,٥	٣٨,٧	١٠٠,٠٤	٢,٥٩	٠,٤٨	١,٠٧	١,٠٩

و واجهة نبك م مؤخرة نبك

- يبلغ المتوسط العام لحجم الرواسب ٢,٦ (ϕ) تراوحت معظمها ما بين الرمال الناعمة والناعمة جداً، حيث تمثل الشكل المميز لرمال النباك، ويصل متوسط نسبتها ٣٤,٥٪، ٢٥,٥٪ على التوالى من إجمالى وزن العينات، فى حين تنخفض نسبة الرمال المتوسطة (٠,٢٥ – ٠,٥مم) والطمى والصلصال (أقل من ٠,٠٨٣ مم) إلى ١٨,١٪ و١٣,٢ على التوالى. فى المقابل أيضاً تنخفض نسبة الرمال الخشنة والخشنة جداً إلى ٨,٧٪ فى معظم رواسب النباك، ويفسر لقرب موقع النبكات من مصادر الإرساب البحرية أو الصحراوية علاوة على ظروف الرطوبة المرتفعة مما ساعد على تماسك الرواسب الناعمة وعدم تذريتها أو قد يكون لضعف الرياح بحيث لم تتمكن من ازالتها وبقيت على السطح كما ان لإزدهار الغطاء النباتى دوره فى اعاقة حركة الرمال.
- كما يُفَسْر انخفاض نسبة الطمى والصلصال إلى ١٣,٢٪ من إجمالى وزن العينات، بأن الرياح قد تحمل أولاً المواد الدقيقة تاركة الرواسب الخشنة. أو أنها عند إرسابها للرمال قد ترسب المواد الخشنة أولاً بينما تظل المواد الناعمة عالقة بها لمسافات طويلة، وليس أدل على ذلك من انتشار التموجات الرملية فوق أسطح مؤخرات النباك بالمنطقة.وقد فسر سميث *Goldsmith, V., 1978* هذا بأنه مرتبط بتكوين المعادن داخل هذه الرواسب، حيث أن الرواسب ذات النسب العالية من المعادن الثقيلة والرمل الخشن تجعل الرياح تسفى الرواسب الناعمة أولاً وتبقى الرواسب الخشنة على السطح *(Goldsmith, V., 1978, p. 189)*.
- من نتائج تحليل رواسب مقدمات ومؤخرات النباك أن هناك تبايناً واضحاً بينها حيث ترتفع نسبة المواد الخشنة (رمل خشن جداً وخشن) فى مقدمات النباك فى حين تقل نفس النسبة فى مؤخرات النباك وقد يرجع ذلك إلى عملية الترسيب التدريجى للرواسب المحمولة بالرياح، إذ ترسب حمولتها الخشنة أولاً بمجرد اصطدامها بالنبات، ثم ترسب المواد الأقل فى خشونتها فى اتجاه منصرف الرياح (مؤخرة النباك). ولذلك دائماً يكون جانب منصرف الرياح أكثر نعومة من الجانب المواجه للرياح *(Langford, 2000, p.41)*.



شكل (١٢) المنحنيات المتجمعة الصاعدة لتوزيع أحجام رواسب النباك



شكل (١٣) المدرجات التكرارية لتوزيع أحجام رواسب النباك

- **لوحظ أيضاً وجود نسبة ضئيلة من الحصى والمفتتات الحصوية، وعلى الرغم من ندرتها في رواسب النباك بصفة عامة، حيث تقدر بنسبة ٠,١٣٪، حيث توجد فقط فى رواسب واجهات نباك قريبة من الشاطئ وحول السبخات، وربما تتشكل من المكسرات الصدفية وبعض قشور**

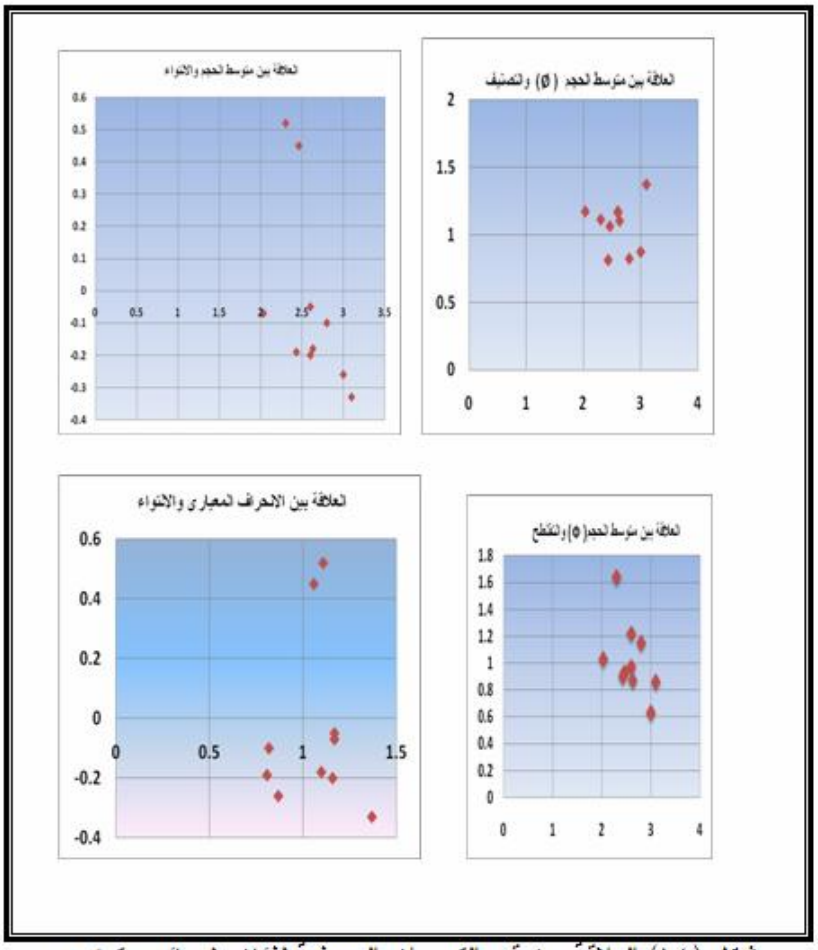
الأحياء البحرية، إلا أنها تشير إلي وقوع بعض النباك بالقرب من الشاطئ وتأثره بالمؤثرات البحرية.

جدول (١٣) قيم التعبيرات الوصفية لفئات خصائص توزيع حبيبات رواسب النباك

التصنيف	عدد	٪	الالتواء	عدد	٪	التفلطح	عدد	٪
تصنيف جيد جداً اقل من ٠,٣٥	–	–	التواء موجب جداً ٠,٣ – ١,٠	٢	٢٠	مفلطح جداً أقل من ٠,٦٧	١	١٠
تصنيف جيد ٠,٣٥ – ٠,٥٠	–	–	التواء موجب ٠,١ – ٠,٣	–	–	مفلطح ٠,٦٧ – ٠,٩٠	٢	٢٠
تصنيف شبه جيد ٠,٥٠ – ٠,٧٠	–	–	التواء متماثل ٠,١ – ٠.٠ – ١	–	–	مفلطح متوسط ٠,٩٠ – ١,١١	٤	٤٠
تصنيف متوسط ٠,٧٠ – ١,٠	٣	٣٠	التواء سالب ٠,١ – ٠,٣	٦	٦٠	مدبب ١,١١ – ١,٥٠	٢	٢٠
تصنيف ضعيف ١ – ٢	٧	٧٠	التواء سالب جداً ٠,٣ – ٠,١	٢	٢٠	مدبب جداً ١,٥٠ – ٣,٠	١	١٠
الاجمالى	١٠	١٠٠	–	١٠	١٠٠	–	١٠	١٠٠

- يتضح من الجدول (١٣) والشكل (١٤) أن أحجام رواسب النباك تتراوح بين الناعم والناعم جداً بنسبة ٦٠,٠٪، حيث تمثل الفئة المنوالية فى توزيع أحجام رواسب النباك على حين بلغت نفس نسبة هذه الأحجام نسبة ٧٢٪ فى رواسب الكثبان حول خليج سفاجا (*Mansour, A., 1991, pp. 127 - 147*). فى حين أظهرت العديد من الدراسات ان رواسب النباك تتميز بسيادة الأحجام المتوسطة والناعمة كفئة منوالية نظراً لأن الرياح هى العامل الرئيسى المرسب لها، ويعتقد الباحث نظرا لظروف المنطقة وموقها الجغرافى المتميز فى كونها منطقة خليجية مما أثر على نشاط الرياح فى عملية النحت والنقل فزادت نسبة الرمال الناعمة جدا لتماسكها بسبب الرطوبة مما حال دون نقلها وبقيت على السطح ولذا زادت نسبة الرمال الناعمة والناعمة جدا بحيث اصبحت النسبة السائدة او الفئة المنوالية السائدة فى التوزيع.

على الرغم من ان هناك بعض الدراسات التى أوضحت وجود علاقة بين حجم الرواسب وقوة الرياح السائدة و يتضح ذلك من خلال العلاقة بين حجم الرواسب والانحراف المعيارى جدول (١٣) وشكل (١٤) أنها تتصف بالتصنيف الردئ *ill sorted* بنسبة *70٪* نظراً لعدم تناسق أحجامها، وهذا يتفق مع ما توصلت إليه دراسات عديدة على النباك (*Mansour, A., 1991, pp. 127 - 147*) و (أحمد سالم، *1994*، ص ٦٤) (*Carling, P., A., et al, 2000, p. 227*).(حجاب،٢٠٠٦،ص ٢٠٩).



شكل (١٤) العلاقة بين قيم التعبيرات الوصفية لفئات خصائص توزيع رواسب النباك

- يتضح من الجدول (١٣) والشكل (١٤) العلاقة بين الالتواء والتفلطح لتوزيع أحجام رواسب النباك، أنها تتصف بالالتواء السالب بنسبة ٦٠٪ والتفلطح المدبب (عادى ومتوسط) بنسبة ٦٠٪، حيث أنها تتصف برواسبها الناعمة،وهذا يعطى مؤشراً هاماً بأن معظم رواسب النباك بالمنطقة من الأصل القارى، وتقل بها الرواسب البحرية، وذلك لأن رواسب الكثبان الساحلية تتميز بالالتواء الموجب (*Mansour, A., 1991, pp: 137-147)*. وتتفق الدراسة مع ما توصلت اليه العديد من الدراسات التى تناولت أحجام الرواسب فى تفسير طبيعة النباك وتطورها،أنها تتميز دائماً بالالتواء السالب (*Daugill, A., J., and Langford, R., 2000, P.25)* (*(Thomas, A., 2002, P.419)*.وان كانت بعض الدراسات ترى أن الرواسب الرملية غالباً تكون جيدة التصنيف الى جيدة جداً والكثبان الساحلية معتدلة الى جيدة أما فى الكثبان الداخلية فهى فقيرة وان هذه الرواسب تعكس التواء موجب (احمد سالم، ١٩٩٤، ص ٦٤).وتشير بعض الدراسات أيضاً الى ان الألتواء الموجب فى رواسب الكثبان الرملية ناتج عن أن سرعة الرياح ليست بالقوة لتنقل الحبيبات الخشنة مع نقلها للرواسب الناعمة، كما أن رواسب الشاطئ تكون سالبة الالتواء.
- كما يتضح أيضاً من الشكل (١٤) أن الرواسب التى تتميز بالتصنيف المتوسط تميل دائماً إلى الالتواء السالب، وفى هذا يرى باجنولد *Bagnold, 1941* أن جودة تصنيف الرواسب ترجع إلى أن الرياح لها القدرة على حمل أحجام معينة دون الأخرى (نبيل إمبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٥، ص ١٧)، حيث أوضحت بعض الدراسات أن لدرجة التصنيف تأثير على معدلات الحركة والأنتقال حيث ينخفض معدل الحركة مع ارتفاع درجة التصنيف، وهذا فضلاً عن تأثير الحجم على هذه العملية.(أحمد سالم، ١٩٩٤، ص ٦٦).
- ويفسر هذا أيضاً شكل منحنيات توزيع أحجام رواسب النباك شكل (١٢) أنها تتميز بنعومتها، لذا فقد تم نقلها لمسافات بعيدة عن طريق التعلق أما الرواسب الأكثر خشونة فقد تم نقلها عن طريق القفز ولمسافات قصيرة (*Mcmanus, J., 1988, p. 75*)، حيث تشير دائماً أحجام الرواسب إلى عملية النقل , فالرواسب المتوسطة إلى الخشنة تسود مع سيادة عمليات النقل بواسطة القفز , كما تشير أيضاً إلى أن النباك قد تكونت بصفة دائمة عن طريق إعادة التوزيع للرواسب المحلية. (*Daugill, A., J., and Thomas, A., D., 2002, PP: 419-420*).

د) البنية الداخلية لرواسب النباك:

يقصد بالبنية الداخلية طريقة وضع الطبقات، ولما كانت الرياح هى العامل الرئيسى المكون للأشكال الهوائية بما فيها النباك،والتى تقوم أثناء عملها بتنظيم الرمال عن طريق الازالة والترسيب على هيئة راقات متقاطعة

تختلف فى ميلها واتجاهاتها ونمط توزيعها حسب سرعتها والاتجاه الذى تهب منه مكونة فى ذلك أنواعاً مختلفة من البنيات فى جسم الكثيب (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٥، ص ١٣٧).

وتشير دراسة البنية الداخلية فى معرفة العمليات المسؤلة عن نقل وارساب الرمال المشكلة لها. كما توضح طبيعة بيئة الترسيب وليست طبيعة مصدر الرمال التى اتت منه (*McKee,D.,1971,p.403*) وقد اوضح هنتر *Hunter 1977 A* (أن هناك ثلاثة مجموعات من العمليات هى المسئولة عن تكوين البنية الداخلية الأولية للرواسب الهوائية هى:

- الارسابات الرملية المتدفقة.
- الارسابات الرملية المتساقطة.
- الارسابات الرملية المجرورة.

وقد أوضح *Hunter* أن البنية الأساسية للكثبان مسؤل عنها العنصرين ا وب والتى أطلق عليها تدفق الرمال فى شكل طبقات وسقوط الحبيبات وترسيبها على هيئة طبقات عرضية *Grain Flow cross-stratification*. (*Pye and Tsoar, 1990 , P. 258*).

أما عن طبيعة شكل الطبقات الداخلية فتنقسم البنيات الداخلية الى نمطين اساسيين هما:

١) طبقات ذات زوايا منخفضة: وتكون دائماً فى الجوانب المواجهة للرياح السائدة وتتشكل من حبيبات الرمال القافزة.
٢) طبقات متوسطة الى شديدة الميل: وتنتج عن رمال منهالة فى واجهة الانهيال فى الجانب المظاهر للرياح (منصرف الرياح) (*McKee,D.,1971,p.403*).

وترجع أهمية البنية الداخلية للكثبان إلى أربعة أسباب رئيسة:

أولاً: تعطى فكرة عن تطور وديناميكية الكثبان الحديثة، وتسمح بالمقارنة بين حركة الرمال المجروفة وبيانات الرياح الحالية.
ثانياً: تم استخدامها على نطاق واسع للتمييز بين الرمال الهوائية والرواسب المائية وكذا لتحديد نمط الأشكال الأرضية (أشكال القاع) التى تشكلت بالإرسابات الهوائية القديمة.
ثالثاً: تزود الكثبان المتحجرة بوسائل إعادة اتجاهات الرياح القديمة.
رابعاً: للتراكيب الداخلية والتنوعات البنيوية المرتبطة بها تاثيراً مهماً على خصائص المسامية والنفاذية للخزانات الجوفية.

امكن للباحث من خلال الدراسة الميدانية وفحص بنيات بعض النباك بالمنطقة التعرف على البنية الداخلية بعض النباك وذلك من خلال فحص لبعض القطاعات فى الرمال المشكلة لتلك النباك والتى أوضحت ما يلى:

- تتميز البنية الداخلية بأنها ذات شرائح طباقية رقيقة تأخذ ميلاً خفيفاً يتراوح ما بين 1° – ٤° درجات، أما سمك هذه الراقات فهو لا يتجاوز ٥ سم فى المتوسط، ويشير السمك الرقيق لهذه الطبقات الى أن الرمال

المشكلة لها قد تكون ارسبت على سطح المنطقة فى ظل ظـروف اكثـر جفافاً وانها ايضاً تمت على عدة مراحل او على عدة دورات ترسيبية.

لوحة (٥) البنية الداخلية لاحدى النباك بمنطقة وادى رحمة

- هناك تفاوتاً فى أحجام الرواسب المشكلة لهذه الراقات، قد ترجـع إلـى تباين نمط ترسيبها، فقد لاحظ كل من (*Ahlbrandt and Frybrger, 1981*) وجود نمطين أساسين للبنية الداخلية لرواسب الكثبـان همـا: إرسابى وغير إرسابى (نمط تذرية). ويفسر باجنولـد *Bagnold* هـذا التغير فى أحجام الرواسب الداخلية إلى أنه مع تعرض الأسطح الرمليـة للرياح فإن الحبيبات الناعمة تكون أول ما يتم تذريته ومن ثـم أول مـا يتم ترسيبه ومع تناقص الحبيبات الناعمة يزداد تدريجياً حجم الحبيبـات المرسبة بالاتجاه نحو السطح، ويتعرض هذا السطح للتذرية حيث تـزال المواد الناعمة ويصبح أكثر خشونة والذى ترسب فوقه من جديد راقات ناعمة تصبح أخشن بالاتجـاه نحـو الـسطح (*Bagnold, 1960, p. 288).*
- أما النمط غير الإرسابى (نمط التذرية) فلا يشترط أن تكـون رواسـبه هوائية، وإنما قد تكون رواسب فيضية , وتجدر الإشارة هنـا إلـى أن النمط غير الإرسابى هذا يتكون من رواسب رطبة وأخرى جافـة، أمـا الرواسب الجافة فقد سادت عن طريق التموجات الهوائية مـع تـساقط حبيبات عليه، أما الرواسب الرطبة فهى ربما تكون قد تعرضت للتـدفق من خلال مجارى مائية أو عندما يخترق مـستوى المـاء الجـوفى أو البحرى الكثيب ليصل إلى السطح، هذا وقد تضم تلـك البنيـة الرطبـة رواسب عضوية وكربونات جيرية ورواسب متبخرات (*Ahlbran, and Frybrger, 1981, pp. 118 – 119*)
- كما يتضح وجود نوعاً من البنيات القبابية او المائلـة قلـيلاً باتجـاه جوانب النبكات،وهى بنيات تعكس صورة تراكم الرمال علـى الأسـطح الغنية بالنباتات، كما تميز هذه الخصائص البنيوية الكثبـان الـساحلية القبابية المنتشرة على طول ساحل المنطقة. لوحة (٦)

لوحة (٦) نوع من أنواع البنيات القبابية او المائلة ميلاً خفيفاً والمتقاطعة بالكثبان الساحلية بمنطقة خليج سرت

- اتضح ايضا وجود راقات خشنة نسبيا ترتكز عليها الرواسب المشكلة لجسم بعض النبكات لا سيما الداخلية البعيدة نسبياً عن الشاطئ على سطح الأرض و قد تكون هذه الرواسب بسبب عوامل اخرى غير الرياح قد أدت إلى ترسيب الرمال المشكلة لها، مما يتطلب معه دراسات دقيقة لبنيات النباك للوقوف على أهم خصائص عوامل الترسيب المشكلة لها.
- وأوضحت الدراسة الميدانية ايضاً أن البنية الداخلية للنباك بالمنطقة تتميز بالطبقية المتقاطعة. والتى تميز دائماً الكثبان الرملية الهوائية النشأة (جودة حسنين جودة، ١٩٧٣، ص ١١٨).

و) خصائص أسطح حبيبات رمال النباك:

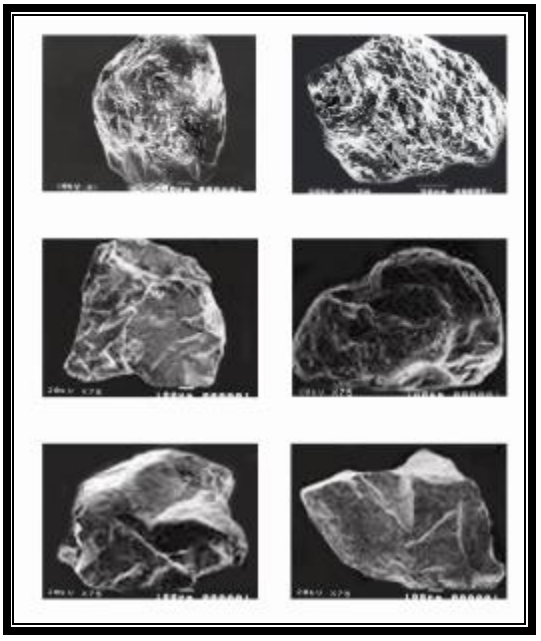
من خلال الشكل (١٥) والتى توضح أشكال السطح الخارجية لحبيبات رمال النباك يمكن ملاحظة الاتى:

- ظهور مجموعة من الأشكال الميكانيكية والكيميائية والتى تميز كلاً من البيئة القارية والبيئة البحرية التى ترسبت بها وقد أكدت ذلك أيضاً دراسة*(Mansour, A., 1991, p. 81)* على حبيبات رمال الشاطئ الحديث والكثبان الساحلية، ويفسر ذلك تعرض الحبيبات المشكلة للنباك لأكثر من دورة ترسيب، فعلى سبيل المثال تعرضت حبيبات الرمال الهوائية والفيضية لامتدادها ناحية الشاطئ ثم أعيد ترسيبها مرة أخرى فى النباك لاسيما القريبة من الشاطئ، ويؤكد ذلك مجموعة من الأشكال الميكانيكية مثل الأطباق المقلوبة والحفر والفجوات المتوازنة وغير المتوازنة وهذه تتضمن حبيبات البيئات الهوائية *(Manker and Ponder, 1978, pp. 1227 – 1232)*، هذا بالإضافة إلى ملاحظة إستدارة لحبيبات رمال النباك نسبياً، حيث تقل البروز الخارجية وهى التى تميز حبيبات البيئة البحرية نظراً لتعرضها للاضطراب بواسطة

الأمواج التى أتت بها إلى الشاطئ الخلفى ثم تمكنت الرياح من نقلها وتشكيل النباك.

- **وجود بعض الأشكال التى تميز رواسب البيئات الفيضية مثل الحفر الغائرة وبعض الأشكال الطولية أو الدائرية، وهذه أيضاً تميز رواسب البيئات البحرية وذلك لتعرضها للاضطرابات الموجية والمياه الفيضية، مما يفسر تعدد بيئات ترسيب حبيبات رمال النباك وإن كانت السيادة لأشكال البيئات القارية، وهذا ما أكدته الخصائص الطبيعية للرواسب أيضاً. هذا بالإضافة إلى سيادة المنخفضات وارتفاع محاليل السيلكا بها تدل على التأثر بالرطوبة مما يشير إلى خصائص الأشكال الكيميائية والتى تميز البيئات الساحلية.**
- **تفسير سيادة الأشكال الحلزونية المستديرة فى حبيبات رمال النباك إلى أنها لم تأخذ مسافات طويلة فى نقلها، بالإضافة إلى سرعة ترسيبها (*Mohran, T., 1994, pp. 312 – 313*)**

... مما سبق يتضح سيادة الأشكال الكيميائية والتى تميز البيئات الساحلية والمناطق التى حظيت بفترات مطيرة مع وجود لبعض الأشكال الميكانيكية التى تميز البيئات القارية، وهذا يعطى مؤشراً على تدخل العوامل البحرية والهوائية فى تكوين وخصائص رواسب النباك بالمنطقة، وإن كانت هناك سيادة للبيئات الصحراوية لاسيما فى حبيبات نباك هوامش السبخات البعيدة عن الشاطئ.



شكل (١٥) أشكال السطح الخارجية لحبيبات رمال النباك بمنطقة الدراسة

(ز) نشأة وتطور النباك:

هناك مجموعة من العوامل التى تتحكم فى نشأة وتكوين النباك فى منطقة الدراسة تتعاون جميعها فى تشكيل النباك وإكسابها خصائصها الجيومورفولوجية، أهمها النبات والرياح والطبوغرافية السطحية والرواسب المتوفرة، (*Goldsmith, V., 1978 , pp. 195 – 196*). وفيما يلي عرض لكل منها:

أولاً: النبات الطبيعى:

يلعب النبات دور هام فى عملية تشكيل النباك , حيث تعمل العوائق النباتية على تصيد كميات أكثر من الرمال ومن ثم فهى تمثل العامل الرئيسى فى التشكيل (*Daugill, A., J., and Thomas, A., D.,) 2002, pp: 413 - 419.*

حيث تعد النباتات الدائمة ذات النمط الجذرى المتشعب من أكثر الأنواع النباتية تأثيراً فى تشكيل الرمال والكثبان الساحلية بأنواعها المختلفة, أما عن أنواع النباتات المنتشرة بالمنطقة فيعد الرتم, السبط والريس من أكثر النباتات قدرة على تصيد الرمال وتحديد مواضع ترسبها حيث تتميز بنظام جذرى يمتد امتداد أفقى تحت السطح مع ظهور المجموع الخضرى فوق السطح. كما يوجد نوع آخر من النباتات التى تنتشر فوق النطاق الرملى المتموج فوق الشاطئ (نطاق البيرم) والتى ترتبط بالفرشات الرملية ألا وهي النباتات المعترشة وتكثر فى مناطق الخلجان والشواطئ الرملية المتسعة.

من خلال الدراسة الميدانية يتضح أن تنوع النباتات وأشكاله المختلفة بالمنطقة عمل على تباين مورفولوجية النباك والأشكال الرملية المتراكمة حولها ويتفق هذا مع ما توصلت اليه دراسة كل من *(Hesp, P., and Mc lachlan, A., 2000 , P.171)* من أن للنباتات دوراً فى تنوع مورفولوجية النباك.

حيث تشير خصائص النباك المورفولوجية أن أشكالها المختلفة تأتى من خلال حركة الرواسب الرملية لا سيما أثناء انخفاض النباتات فى المناطق التى تنتشر فيها النباك *(Daugill, A., J., and Thomas, A., D., 2002, pp: 413-419).*

كما أظهرت العديد من الدراسات التى تمت على النباك أن هناك علاقة قوية بين ارتفاع النباك من جانب وارتفاع النباتات من جانب آخر , وأنه كلما زاد ارتفاع النباتات وزادت حيويتها واخضرارها زادت قدرتها على تصيد حبيبات الرمال ومن ثم زيادة أبعاد النباك.(عبد الحميد كليو والشيخ، ١٩٨٦، ص ٧٣).

هذا ويعد النبات أحد العوامل التى تؤثر فى توزيع أحجام الرواسب حيث يعمل على انتقاء الرواسب حيث تتحرك الرواسب الأكثر خشونة فى صورة زاحفة *Creep*, فى حين تتحرك الرواسب الأنعم فى شكل حبيبات قافزة *Saltating* , وبالتالى فهى تشكل مصيدة للرمال, وترجع مثل هذه الحركات المختلفة للرمال إلى تناقص سرعة الرياح ووجود العوائق النباتية(*Abuodha, J., A., 2003, P.41).*

ولا يقتصر دور النبات على ذلك فحسب وإنما تشير المناطق التى بها وحدات جيومورفولوجية (حقول نباك) تتشكل من الرمال الناعمة دائماً مما يكون لها تنوع فى النباتات, وعلى العكس فان الوحدات الجيومورفولوجية ذات الرمال المتوسطة دائماً تكون خالية من النباتات وان وجد النبات فهو متباعد ومتناثر (*Abuodha, J., A., 2003, P.41)*.

بالإضافة إلى ما سبق فان النباتات وكثافتها لها تأثير مباشر على البنية الداخلية للنباك حيث توجد علاقة قوية بين كثافة النباتات وزوايا ميل الطبقات المشكلة لجسم النباك (الطبقات العرضية) حيث أن زوايا الميل الخفيف التى تقل عن عشرة درجات ترتبط بالحشائش القصيرة ولكن زوايا الميل المعتدلة $10^{\circ}-15^{\circ}$ درجة فهى ترتبط بالنباتات الكثيفة , أما زوايا الميل الكبيرة أكثر من ٢٥ درجة فترتبط بحافة واجهة النباك, حيث ترتبط بالأشجار الكبيرة الطويلة. *(Goldsmith, V., 1978, PP.195-196)*.

... اتضح كذلك من خلال الدراسة الميدانية أن النباك خلف الكثبان الساحلية وعلي هوامش السبخات وفوق أسطح النطاق الساحلى على طول منطقة الدراسة تتميز بارتفاعها وزيادة امتدادها وقد يرجع ذلك إلى استواء السطح، وقرب مستوى الماء الأرضى مما يساعد على نمو النباتات والشجيرات بالإضافة إلى قربها من مصدر الرمال الشاطئية ومن ثم زادت كثافة النباك فى هذه الأماكن التى تتوفر فيها النباتات لتصل إلى متوسط ٠,٥ نبكة / متر^{٢}.

... مهما يكن فإن العوائق النباتية هى العامل الأساسى فى تشكيل النباك فى المنطقة، ورغم تعدد النباتات بالمنطقة، فقد أظهرت بشكل واضح قدرتها جميعاً على اعتراضها للرياح المحملة بالرمال عند اجتيازها تلك النباتات، مما يؤدى إلى انخفاض سرعتها وتناقص قدرتها على الحمل والدفع وهذا يؤدى بدوره إلى تراكم الرمال التى عجزت الرياح عن حملها خلف العائق النباتى مباشرة.

ثانياً: الرياح:

تتحكم الرياح فى نشأة وتطور النباك وتحديد الاتجاه العام لها وكذلك فى خصائصها الشكلية و يتمثل دورها فى عاملين هما ؛ اتجاه الرياح وسرعتها.فمن حيث الاتجاه اتضح مما سبق أن الرياح تهب فى جميع الاتجاهات بنسب مختلفة حسب فصول السنة المختلفة، وتزيد السرعة شتاءً لاسيما الاتجاهات الغربية (شمال غرب وغرب وجنوب غرب) لتصل إلى ٧٦٪ فى حين تصل إلى ٦٥٪ فى الصيف فى الاتجاهات الشرقية (شمال وشمال شرق وشرق) لتصل أقصى سرعة لها إلى ٣٦ عقدة من الاتجاه الشمال الشرقى.

.... يتضح مما سبق أن هناك تبادل للرياح الغربيات (شمال غرب وغرب وجنوب غرب) والشرقيات (شمال وشمال شرق وشرق) خلال فصول السنة على المنطقة وقد أدى هذا التغير فى اتجاه الرياح السائدة إلى تعقيد شكل الأشكال الرملية فى المنطقة وتغير شكلها من فترة لأخرى.كما اتضح

ان متوسط السرعة فى الاتجاهات الشرقية والجنوب الشرقى والغرب تقل على ١١ عقدة فهى تعد من السرعات الضعيفة ولذا فهى ضعيفة الدور فى تكون وتطور وحركة الكثبان الرملية.

يتضح أيضاً من متوسط نسب هبوب الرياح السائدة أنها تقع فى فئة الرياح المتوسطة التى تتراوح ما بين ١١-٢١ عقدة فى تشغل نسبة تزيد على ٧٥٪ من نسب هبوب الرياح بالمنطقة وهى الرياح المؤثرة التى تستطيع إزالة الرمال والغبار وتكوين الكثبان الرملية.

إن الرياح القوية التى تزيد فى سرعتها على أكثر من ٢٢ عقدة يندر حدوثها فهى تمثل نسبة ضئيلة من المجموع الكلى للرياح التى تهب عليها،وهى تزيد فقط في الصيف لاسيما فى الاتجاهين الشمال والشمال الشرقى وشتاءاً لاسيما فى الاتجاهين الغربى والجنوب الغربى

أما من حيث سرعة الرياح والتى تزيد طاقتها الحركية بزيادة سرعتها، فالرياح القوية والسريعة يمكنها إثارة الرمال والأتربة وحملها لمسافات تتناسب طردياً مع تلك السرعة. ويرى العديد من الباحثين أن أقل سرعة مطلوبة لجعل الرياح قادرة على حمل الرمال والغبار وتذريتها هى ٢٠كم / ساعة، أما سرعة الرياح القادرة على حمل وتحريك الرمال المتوسطة الحجم فيجب أن تصل إلى ٣٥كم / ساعة (عبد الحميد كليو والشيخ، ١٩٩١، ص ص ٤١ – ٤٢). أما عن هذه السرعات فهى غير متوفرة بمحطات الدراسة، وإنما الفئة ١٢,٦ – ٢٨,٨ كم / ساعة الفئة الرئيسية والتى لا يمكن للرياح بهذه السرعة من حمل الرواسب أو الرمال المتوسطة ولكن يمكنها حمل الرواسب الناعمة والناعمة جداً.هذا بالاضافة الى انها تقوم بالدور الرئيسى فى تشكيل وتكوين النباك بما تحمله من كميات كبيرة من الرمال،وكذلك ينعكس تأثير هذه الرياح على الاتجاه العام الذى تتبعه محاور النباك بالمنطقة.

... يجدر الإشارة إلى أن عملية حمل ونقل الرمال والرواسب السطحية المفككة بواسطة الرياح ما هى إلا المرحلة الأولى والهامة فى عمليات تشكيل النباك.

ثالثاً: خصائص السطح:

تلعب مظاهر السطح المحلية دوراً هاماً فى تشكيل النباك ويتوقف هذا الدور على عدة عناصر مورفولوجية تميز ساحل المنطقة هى:

١) من الخريطة الطبوغرافية للمنطقة، يلاحظ أنها تتميز بالاستواء النسبي وضعف الانحدار حيث يشغله سهل ساحلى والسبخات والفرشات الرملية والشواطئ التى تفترش النطاق الساحلى.

٢) يتراوح منسوب السطح الطبوغرافى المحلى للسهل الساحلى ما بين صفر – ١٥ متر، حيث يرتبط انتشار الرمال بطبيعة السطح فقد أوضحت العديد من الدراسات أن الرمال تتجمع فى المناطق المنخفضة، وان الرمال متى وصلت الى منطقة حوضية منخفضة ترسب الحبيبات الخشنة فوق قاع الحوض مكونة الفرشة الأولى وتتراكم بعد ذلك عليها الرمال تباعاً (عزة عبدالله،٢٠٠٥، ص ص ١٣٣-١٣٤).

٣) وقد ساعد اتجاه هبوب الرياح الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية على جانبى النباك مما عمل على زيادة أطوالها نسبياً (*Mabbutt, J., A., and Wooding, R., A., 1983, PP.51-69).*

٤) وجود السبخات والتى تمثل مسرحاً لعمليات تشكيل النباك من حيث وفرة الرواسب ووجود النباتات التى تعيق حركة الرياح المحملة بالرواسب.

٥) انفتاح الأودية فى قطاعاتها الدنيا واتساع مجاريها وضعف انحدار جوانبها بدرجة يصعب معها الاستدلال على المجارى الرئيسية إلا من خلال بعض النباتات الطبيعية.

رابعاً: وجود مصدر دائم للرواسب (للرمال):

تتنوع مصادر الرمال بالمنطقة ما بين الرمال البيضاء اللون ذات الأصل الشاطئي وهذه تمثل المصدر الرئيسى للرمال لان المنطقة تقع برمتها على خليج سرت الساحلى، علاوة على ان تقدم الساحل خلال الفترات الجيولوجية السابقة كان بمثابة مخزون من الرمال التى شكلت فى الفترات الحديثة الأشكال الرملية المختلفة. كما أن هناك مصدرا آخر للرمال متمثل فى الرمال الداخلية التى تتاتى بها الرياح من الصحراء الليبية وهى تتميز باللونين الأحمر والأصفر، ورواسب الأودية وتظهر هذه الرمال فى الكثبان والنباك جنوب الطريق الأسفلتي الدولى. علاوة على الرمال المترتبة على تجوية صخور قراقاش المنتشرة على طول المنطقة.

... مما سبق ومن خلال عوامل التشكيل ودورها فى تطور النباك، أمكن وضع تصور لمراحل نمو النباك، تتلخص في ثلاث مراحل هلى مرحلة النشأة وتتميز هذه المرحلة بتراكم الرمال خلف إحدى الشجيرات الحديثة النمو ذات الحجم الصغير لوحة (٢)، مع نمو هذه الشجيرات يزداد معها معدل تراكم الرمال،مرحلة النضج يأخذ النباك فى النمو حتى يصل لأقصى نمو له ومن ثم تصل النبكة إلى أكبر ارتفاع لها، حيث يصل ارتفاعها إلى اكثر من ثلاثة أمتار، لوحة (٣) و مرحلة الشيخوخة،وهى مرحلة تدهور النباك، وقد تبدأ هذه المرحلة بموت النبات مع موته يجف الغلاف الخضرى للنبكة فتصبح عارية تماماً لوحة (٧)، ومن ثم تتعرض للتذرية بواسطة الرياح.

لوحة رقم (٧) نبكةفى مرحلة الشيخوخةبمنطقة هراوة

وفى هذا الصدد يُذكْر أن أهم العوامل التى تساعد على موت النبات وتدهور النباك بالمنطقة، يتمثل أساساً فى التدخلات البشرية عن طريق إزالة النباتات بالرعى والتحطيب والتوسع العمرانى ومد الطرق.... وغيرها من الاستخدامات البشرية للمنطقة الساحلية، إلى جانب أن ارتفاع بعض النباك بصورة كبيرة يؤدى إلى ارتفاع النبات عن مستوى الماء الأرضى ومن ثم تتعرض للجفاف والهلاك، كما تؤدى قله الأمطار أيضاً لاسيما فى هوامش المنطقة الجنوبية التى تبعد عن الساحل إلى هلاك النبات وتدهور النباك معه التى تتعرض للتذرية ولا يتبقى منها إلا بقايا لجذوع النباتات الصغيرة.

ثانياً: الفرشات الرملية: ***Sand Sheets***

هى عبارة عن سهول رملية[١] تتشكل بواسطة رياح شديدة السرعة، وهى تتشكل من طبقات هوائية مسطحة الى مائلة خفيفاً، وتوجد بصفة عامة على هوامش الكثبان أو بين نطاقات من الكثبان داخل البحار الرملية ***(Fryberger, et al , 1979)***. وتتشكل الفرشات الرملية فى أغلب الأحيان فى ذيل الكثبان المتقدمة.وتشترك مجموعة من العوامل في تشكيلها مابين فيضانات دورية للأنظمة النهرية، مجموعة الحبيبات الرملية الخشنة، وجود الغطاء النباتي أو نقص الإمداد بالرمال التى تزال بواسطة الرياح ***(Kocurek and Nielson , 1986)***، فهي إذن تمثل إحدى الأشكال الارسابية المرتبطة برياح شديدة السرعة ومصدر متميز للرمال ورمال متجانسة الأحجام الى حد كبير وعلى العكس فان ***Bloom,1978***)) يرى أن الفرشات الرملية تكون عبارة عن أشكال متبقية أكثر منها أشكال بنائية.وهي تتكون اذا توافرت كميات وفيرة من الرمال ورياح متوسطة الى عالية السرعة ورمال يتراوح حجم حبيباتها ما بين ٢ ملليمتر وأقل من ١٢٥. مليمتر وسطح مستو أو متموج خفيفاً تنمو عليه بعض النباتات الصحراوية (صابر أمين،١٩٩٢ , ص، ٢٦٠).

توزيع الفرشات الرملية:

تنتشر الفرشات الرملية على طول منطقة الدراسة، ولذا فهى من الأشكال الإرسابية الهوائية واسعة الانتشار، حيث تشغل أكبر مساحة مقارنة بالأشكال الهوائية الأخرى فتمتد فى شكل تجمعات أو بقع متناثرة على طول الساحل، وتتوزع فى المنطقة الواقعة بين الكثبان الرملية،وخلف الكثبان الساحلية الممتدة على طول المنطقة، كما تغطيها رواسب حصوية خشنة و ينحدر سطحها انحداراً هيناً صوب البحر المتوسط يتراوح ما بين ٢-٦ درجة بحيث تبدو شبه مستوية بالقرب من الشاطئ شكل (١).و تتناثر فوق أسطحها بعض النبات الطبيعى، وتوجد بالمنطقة فرشة رملية تبدأ من منطقة بئر العادن غرباً شرق مدينة سرت حتى بئر أم الجوابى

(١) وهى تطلق على الرمال المستقرة المنبسطة وتكثر بها – عادة – النباتات والشجيرات التى تعمل على استقرارها وهى صالحة لسير المركبات فوقها لتلبد الرمل وتماسكه. (عبدالله الغنيم، ١٩٨١، ص. ٧٦).

شرقاً،وتمتد جنوباً حتى دائرة عرض ١٠ ٣١درجة،وتقدر مساحتها بنحو ٢٥,٧ كم٢. وهناك فرشة اخرى كبيرة تمتد من الساحل شمالاً حتى دائرة عرض ٠٧ َ ٣١ ْ درجة وتغطى بالنباتات المختلفة ويقطعها الطريق الساحلى.

لوحة (٨) فرشة رملية يغطى سطحها بمجموعة من التموجات الرملية الكبيرة

... وتجدر الإشارة إلى أن انخفاض المنسوب التى تمتد فوقه الفرشات الرملية هنا عمل على زيادة النبات الطبيعى فهي لا يزيد متوسط ارتفاعها من ٥-١٠ متر فوق مستوى سطح البحر مما أدى إلى قربها من مستوى الماء الجوفي، ولذا ينتشر فوقها النباك والتموجات الخشنة والكبيرة والتجمعات الرملية الأخرى ... وتمثل الفرشات الرملية مصادر رئيسية للرمال الناعمة والمتوسطة التى تنقلها الرياح من فوق أسطحها باتجاه المناطق المجاورة (أحمد سالم، ١٩٩٤، ص٤١) بحيث تغطى مساحات جديدة من أراضى الساحل بالرمال المنقولة، وما يترتب عليها من حدوث زوابع ترابية وإثارة المتاعب والمشكلات الصحية، حيث تغطى فى بعض الأوقات الطريق الإسفلتى إلى الجنوب منها والممتد على طول منطقة الدراسة، وهذا يفسر بطبيعة الحال مدى خشونة رواسب سطح الفرشات الرملية بالمنطقة.

... تجد الإشارة إلى أن بعض الفرشات الرملية قد تتحول إلى سبخات رملية ***Silicilastic Sebkhas*** لاسيما إذا ارتفع منسوب الماء الأرضى، ***(Fryberqer, S., et al, 1983, pp. 280) 312***. كما حدث فى شمال هراوة، حيث يعتقد وجود هذا النوع من الفرشات وهى فى طريقها لتصبح سبخات جافة نظراً لانخفاض منسوب المياه الأرضية.

خصائص رواسب الفرشات الرملية:

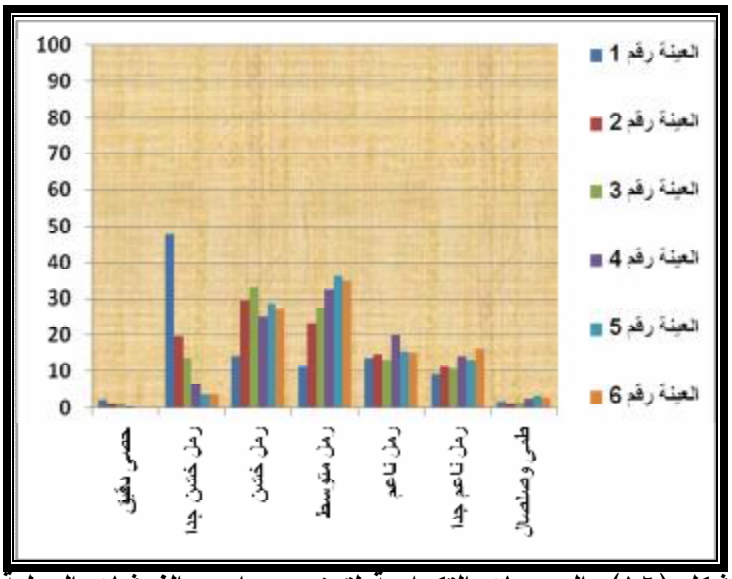
لتحديد خصائص رواسب الفرشات، فقد تم التحليل الميكانيكى لرواسب الفرشات الرملية، وقد أسفرت نتائج التحليل جدول (١٤) عن الآتى:

جدول (١٤) نتائج التحليل الميكانيكى لرواسب الفرشات الرملية

الخصائص / مواقع العينات												
البيزارة	١٨٧	٢,٢		١٣,٣	١٤,٣	٩,٣	١,٩	٩٩,٩	١,٩	٠,٠٣	٠,٧٠	٠,٢٧
الجنوة	٢٠٧	١,٠٠		٢٤,٨	٢٩,٦	١٦,٣	١١,٦	١٠٠	١,٠٠	٠,٣٦	١,١	٠,٢٥
الأربعين	١٥٢	١,٠		٢٥,٣	٣٤,١	١٣,٠	١٠,٢	١٠٠	١,٠	٠,٢٧	٠,٧٥	٠,٢٣
عرابة	١٢٤	٠,٣		٢٥,٠	٣٦,٢	٢٠,٠	١٤,٠	١٠٠	٠,٩	٠,٢٤	٠,٨٩	٠,٢٤
بير جواد	١١٧			٢٦,١	٢٨,٧	١٤,٢	١٢,٠	٩٩,٨	١,٠	٠,٢٩	٠,٩١	٠,٢٤
بير أم تجديس	٨٤			٢٥,٠	٢٧,٠	١٤,٠	١٢,١	٩٩,٩	١,٠	٠,٢١	٠,٩٢	٠,١٢
المتوسط العام	١٤٦	١,١		٢٧,٤	٢٦,٤	١٤,٢	١١,٣	٩٩,٩٣	١,٣	٠,٢٩	٠,٨١	٠,١٦

يبلغ المتوسط العام لحجم الرواسب المشكلة للفرشات الرملية ١,٣ مم، كما ترتفع نسبة الرمال الخشنة (رمل خشن جداً، وخشن ومتوسط) إلى ٦٩,٤ ٪ فى حين تنخفض نسبة الرمل الناعم إلى ٢٩,٥٪، ويفسر انخفاض نسبة المواد الناعمة إلى اشتراك عامل آخر فى تشكيلها غير الرياح، ويتمثل فى الغطاءات الفيضية التى تغطى جزءاً واسعاً من السهل، ويؤكد ذلك ظهور واضح للمجارى المضفرة فوق سطحها, ما يشير إلى التعرية المائية فى نطاق الفرشات االرملية بالمنطقة.

- أما خشونة الرواسب وارتفاع نسبة المواد الخشنة فقد يرجع إلى حركة الرياح فوق سطحها المستوى وقدرتها على تذرية وحمل المواد الناعمة وإلقاء ما بها بعيدا عن هذه الفرشات، أو قد يعتقد أنه حدث تضافر بين العوامل الهوائية والمائية مما أدى إلى خفض نسبة المواد العالقة (أحمد سالم، ١٩٩٤،ص ص ٦٤ – ٦٨).
- تجدر الإشارة إلى أن الفرشات الرملية تصنفها كثير من الدراسات ضمن مظاهر الإرساب الهوائى، إلا أن رشدى سعيد (*Said, R., 1990, p. 493*)، أعتبر أنها تمثل بقايا لنظام تصريف معقد، ومن المحتمل أنها تمثل رواسب المجارى المضفرة التى تاتى الى المنطقة من الأراضى المرتفعة.



شكل (١٦) المدرجات التكرارية لتوزيع رواسب الفرشات الرملية

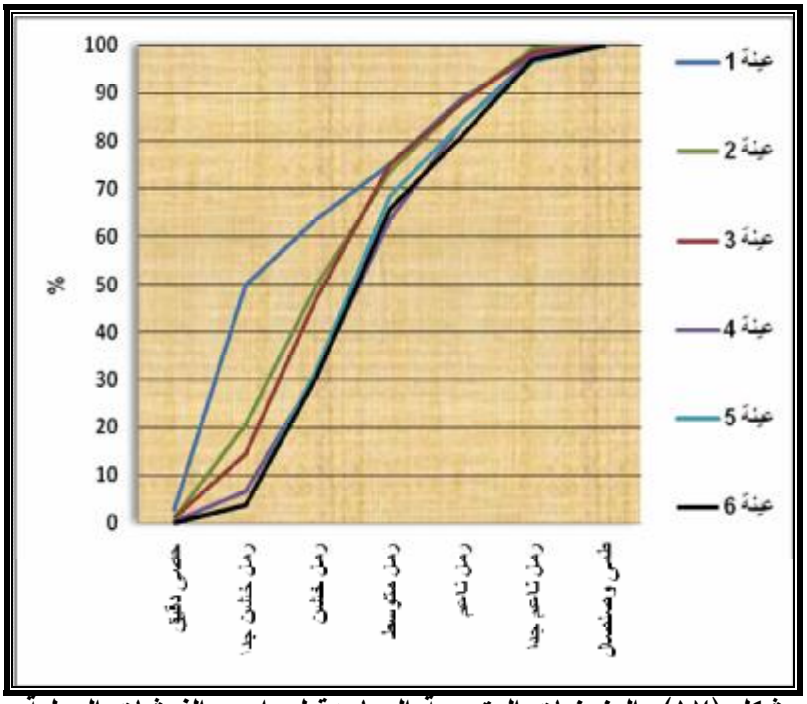
- **يتضح من خلال توزيع أحجام رواسب الفرشات الرملية جدول (١٤وشكل (١٦) وجود نسبة من الرواسب الحصوية تصل إلى ١,٢٪ مما يشير بالتالي إلى أن هذه الرواسب تم نقلها بواسطة المجارى المائية المنحدرة من المرتفعات الجنوبية، ومما يؤكد ذلك ما تم ملاحظته ميدانياً حيث تتباين الوان رمال الفرشات الرملية، والذى يشير إلى تنوع الرواسب المشكلة لها.**

- **تتراوح أحجام الرواسب بين الرمل الخشن بنسبة ٤١,٩٪ والرمل المتوسط بنسبة ٢٧,٥٪ فهى تتميز إذن بتوزيع ثنائى المنوال *Bimodal* لأحجام رواسبها وهذا ما قد أشارت إليه معظم الدراسات السابقة(*), نظراً لاتحاد أكثر من عامل لنقل هذه الرواسب، هذا بالإضافة إلى وجود نسبة ١٢٪ من المواد الحصوية التى تم نقلها بواسطة المياه الجارية والتى لا يمكن للرياح أن تقوم بتحريكها أو نقلها.**
- **يتضح أيضاً من خلال العلاقة بين حجم الرواسب والانحراف المعيارى جدول (١٥) وشكل (١٨) أنها تتصف بالتصنيف الردئ - *ill sorted* بنسبة ٨٣,٣٪ وهذا يرجع إلى عدم تناسق أحجام الرواسب، وأن الرياح ليست هى العامل الرئيسى فى تكوين هذه الفرشات الرملية. وبفرض ان الرياح هى التى كونتها فيفسر ذلك بكونها تكونت كما ذكرت العديد من الدراسات تحت ظروف رياح قوية (*Mc Kee,1966,P.26*)).**

(*) Folk, 1971, pp: 5 – 54.
Fryberger, S., G., 1979, pp: 137 – 140.
Warren, I., 1973, pp: 37 – 49.

- وقد ترجع رداءة التصنيف أيضاً إلى قصر مسافة النقل للرواسب المشكلة لهذه الفرشات الرملية (*Mohran , T., 1994, P.309)* , كذلك فقد كان لنقل الرواسب بالصور الثلاث للنقل شكل (١٧) وهى الزحف والقفز والتعلق , دوره فى أن يكون التصنيف رديئاً *(Abudoha , J.,O., 2003 , PP. 50-53)*، حيث أن لدرجة التصنيف تاثير على معدلات حركة وانتقال الرواسب حيث ينخفض معدل الحركة مع ارتفاع درجة التصنيف، مع تأثير الحجم ايضاً فى هذه العملية. (أحمد سالم، ١٩٩٤، ص ٦٦).

كما يفسر شكل المنحنيات المتجمعة الصاعدة لأحجام الرواسب شكل (١٧) أن رواسب الفرشات الرملية تتميز بتنوع أحجامها ما يرجح أن نقلها تم بصور النقل الثلاثة كما أنها تتميز بالاستدارة الشديدة فى رواسبها مما يدل على تعرضها للنقل لمسافات، كما أوضح أيضاً شكل التفلطح أن رواسب الفرشات الرملية تتوزع فى شكل مدبب وهذا يعضد لرداءة تصنيفها وتنوع أحجام رواسبها.

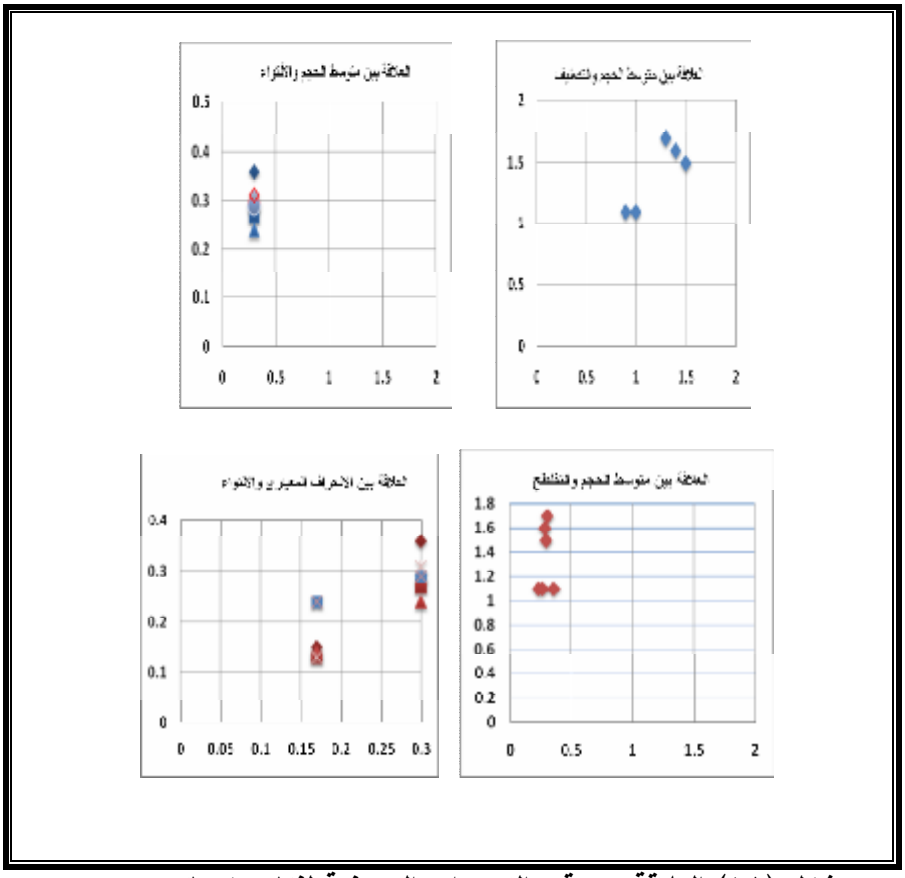


شكل (١٧) المنحنيات المتجمعة الصاعدة لرواسب الفرشات الرملية

جدول (١٥) قيم التعبيرات الوصفية لفئات خصائص توزيع حبيبات رواسب الفرشات الرملية

التصنيف	عدد	٪	الالتواء	عدد	٪	التفلطح	عدد	٪
تصنيف جيد جداً اقل من ٠,٣٥	-	-	التواء موجب جداً ١,٠ - ٠,٣	١	١٦,٧	مفلطح جداً أقل من ٠,٦٧	١	١٦,٧
تصنيف جيد ٠,٥٠-٠,٣٥			التواء موجب ٠,٣ - ٠,١	٥	٨٣,٣	مفلطح ٠,٩٠ - ٠,٦٧	٣	٥٠,٠
تصنيف شبه جيد ٠,٧٥ - ٠,٥٠	-	-	التواء متماثل ٠,١ - ٠,١-	-	-	مفلطح متوسط ١,١١ - ٠,٩٠	٢	٣٣,٣
تصنيف متوسط ١,٠ - ٠,٧٥	١	١٦,٧	التواء سالب ٠,١- - ٠,٣-	-	-	مدبب ١,٥٠ - ١,١١	-	-
تصنيف ضعيف ٢ - ١	٥	٨٣,٣	التواء سالب جداً ٠,٣- - ٠,١-			مدبب جداً ٣,٠ - ١,٥٠		
الإجمالي	٦	١٠٠		٦	١٠٠		٦	١٠٠

- من الجدول (١٥) والشكل (١٨) تتضح العلاقة بين الالتواء والتفلطح لتوزيع أحجام رواسب الفرشات الرملية حيث تتصف بالالتواء الموجب والموجب جدا بنسبة ١٠٠٪ والتفلطح المتوسط والتفلطح والتفلطح جداً بنسبة ١٠٠ ٪ رغم خشونة رواسبها، يُفسر ذلك بأنه قد تم ترسيب هذه الرواسب بطرقة فجائية، أو ربما يرجع إلى أن المواد الخشنة تم إرسابها أولاً ثم تلاها إرساب المواد الناعمة.
- كما تشير بعض الدراسات الى أن الالتواء الموجب فى الرواسب المشكلة للكثبان بصفة عامة ناتج عن أن سرعة الرياح ليست بالقوة لتنقل الحبيبات الخشنة مع مقدرتها على نقل الحبيبات الناعمة. (Goud, *E* ,et al, *1989*)و (أحمد سالم، ١٩٩٤، ص ٦٦).
- يتضح من الشكل (١٨) العلاقة بين الانحراف المعيارى والالتواء أن الرواسب التى تتميز بالتصنيف الردئ تميل دائماً إلى الالتواء الموجب ويوضح ذلك مدى تباين أحجام الرواسب بالفرشات الرملية وأن الرواسب الخشنة تميل دائماً للتصنيف الردئ، وهذه أيضاً يتوقف على سرعة الرياح وكثافة الحبيبات.



شكل (١٨) العلاقة بين قيم التعبيرات الوصفية لفئات خصائص توزيع رواسب الفرشات الرملية

البنية الداخلية للفرشات الرملية:

تمكن الباحث خلال الدراسة الميدانية من عمل بعض القطاعات في جسم مجموعة من الفرشات الرملية، استطاع من خلاله وصف لطبيعة الرواسب والتركيب الداخلى لها كالتالي:

تتكون معظم الفرشات من طبقات رقيقة، تغطيها طبقة سطحية من الرمال الخشنة والحصى الحديثة والتى تتميز بقلة إستدارتها نسبياً ويتراوح سمكها ما بين ١٠ – ٢٥ سم، ترتكز فوق طبقة تتكون من راقات من الرمال الخشنة والمتوسطة الضاربة البنى حيث يعتقد أنها تمثل التربة القديمة الناتجة عن نتاج التجوية لتكوين قرقاش مع وجود بعض التكوينات او الحطام الصدفى *shell Fragments* وهى تظهر فى شكل راقات قليلة فى سمكها ما بين ١ – ٥ سم مكونه من الحبيبات الخشنة والناعمة وهى ذات طباقية غير منتظمة. وقد يرجع سبب وجود هذه الحبيبات الخشنة هنا إلى تعرضها لرياح شديدة أثناء ترسبها *(Lancaster, N., 1996, pp. 100- 104)* هذا وتوجد بها أيضاً بعض الراقات التى تمتد بها جذور النباتات، وربما يرجع ذلك أن رمالها

ترسبت فى ظل ظروف كانت بها نباتات بعكس الوضع الحالى الذى يتميز بندرة النباتات , حيث تمتد معظم الراقات الرملية على الغطاءات النباتية (*Lancaster, 1993, a, pp. 631 – 644*). وهذا ما أكده جودة (١٩٧٩،ص ٧٥) فى دراسته على التطور الجيولوجى والجيومورفولوجى لمنطقة خليج سرت على ان المنطقة تعرضت لظروف مناخية مدارية غزيرة الامطار نوعاً تقارن بأحوال مناخ نيجيريا الحالى.

لوحة (٩) توضح البنية الداخلية للفرشات الرملية

أما الطبقة السفلية والتى ترتكز عليها الطبقات السابقة فهى من الرمال المجواه الخشنة مختلطة مع الحصى (*Said, R., 1990, p. 493*) والتى تشير الى نقلها بواسطة التعرية الفيضية او سيادة رياح شديدة أو يعتقد باشتراك العاملين معاً.

..... ما سبق يتضح من خلال الوضع الداخلى لمعظم بنيات الفرشات بالمنطقة أنها تمثل بيئات ارسابية معقدة، فضلاً عن تميزها بوجودها فى شكل شرائح متوازية تقترب من الشكل الأفقى وهذا يشير بطبيعة الحال الى ظروف ترسيب بطيئة والتى دائماً تميز المناطق الجافة وشبه الجافة. ورغم ذلك فان هناك بعض المواضع التى اتضح فيها وجود بعض البنيات الداخلية التى تشير الى وجود تموجات متسلقة ولها ميل فى شرائحها تصل الى أقل من ١٠ درجات،ويوكد ذلك ما قام به كل من *1986* (*Nielson , and Koura*) في دراستهما على ان هناك بنيات داخلية يصل ميل شرائحها اكثر من ١٥ درجة.،كما اتضح ايضاً أن الفرشات بصفة عامة تنمو ببطئ رأسياً وتمتد أفقياً أسرع.فضلاً عن تباين سمك رواسبها من مكان لاخر وعن أماكن أخرى خارج الجماهيرية الليبية.

نشأة وتطور الفرشات الرملية:

تتكون الفرشات الرملية لاسيما فى مناطق المنخفضات بطريقتين:

<u>الأولى</u>: عن طريق اعادة فعل الرياح للرواسب والتى تم نقلها الى الحوض بواسطة العمليات الفيضية.

<u>الثانية</u>: بواسطة عملية تجميع الرمال المنقولة الى الحوض بواسطة الرياح.

هذا وقد اوضحت بعض االدراسات أن الفرشات الرملية لا ترجع فى نشاتها لفعل الرياح لوحدها وانما تشترك المياه معها فى تكوين ونشأة الفرشات الرملية *(Said,R.,1990, p. 493)*، واتضح ذلك من خلال توزيع خصائص رواسبها و خصائص بنيتها الداخلية، ولذا فيمكن القول بأنها ترجع لفعل المياه وليست بفعل الرياح على عكس ما كان يعتقد فى الماضى أنها ترجع فى تكوينها ونشأتها لفعل الرياح فقط. أو قد ترجع الى تعاون العديد من الظروف منها الفياضانات الدورية لأنظمة التصريف المنتشرة بالمنطقة والمنتهية الى البحر المتوسط شمالاً مكونة تجمعات رملية ذات رواسب خشنة مع وجود بعض المصادر الرملية التى تمدها بالرمال بواسطة الرياح ويستدل على ذلك من وجود التموجات الرملية الخشنة فوق معظم سطحها والتى دائما ما تأخذ خصائص الأسطح التى تشكلت فوقها. كل ذلك يشير الى مدى تعقد بيئة ترسيبها. (جودة حسنين جودة، ١٩٧١، ص ١١٨).

ثالثاً: الكثبان الرملية:

تتنوع الكثبان الرملية تنوعا يصعب معه وضع تصنيف موحد مقبول لكل انواعها المعروفة، وقد يرجع ذلك الى ان منها تصنيفات اعتمدت على تجارب بعض الباحثين من موقع واحد *(Goldsmith ,1989, Hinter,et al , 1983)* أو على مستوى اراء وتجارب عالمية مثل *Pye and Tsoar , 1990)*

ويمكن القول بصفة عامة ان الكثبان الرملية *Tsoar and et al , 2003* تصنف الى ثلاث مجموعات او أقسام هى:

١) كثبان متحركة: والتى يكون فيها جسم الكثيب يتحرك تحركاً كاملاً مع حدوث تغير طفيف مع عدم حدوث تغير فى الشكل والأبعاد واهمها الكثبان الهلالية.
٢) كثبان طولية: والتى يكون فيها الكثيب ممتد ويطول مع استمرار الوقت بالعمليات التى تختلف تماماً عن تلك التى تؤثر فى حركة الكثبان واهمها الكثبان الطولية.
٣) كثبان التجمعات (العقبات): وتكون فيها الكثبان قليلة الحركة أو قد لا تتحرك على الاطلاق وأشهرها الكثبان النجمية.

وطبقاً لذلك يمكن تقسيم الكثبان الرملية بالمنطقة الى الأنواع التالية:

أولاً:- الكثبان الهلالية:

وتتنوع فى المنطقة مابين الأشكال التالية:

أ) القباب الرملية: *Dome Dunes*

وهى تمثل شكلاً من أشكال التراكمات الرملية التى تتكون فى بداية الكثبان الهلالية الجنينية أو حول العوائق الثابتة فى اتجاه الرياح المحملة بالرمال (حسن رمضان سلامة، ٢٠٠٣، ص.١١٩).

وتتمثل فى منطقة الدراسة الحالية جنوب الطريق الساحلى وبالقرب من المنطقة الساحلية حيث تتوفر الرطوبة والنباتات وفوق الفرشات الرملية لاسيما بين الكثبان الرملية الساحلية المركبة،وتتخذ عدة اشكالا قبابية وذيلية تمتد فى اتجاه منصرف الرياح السائدة بالمنطقة لوحة (١٠).

لوحة (١٠) القباب الرملية جنوب الطريق الساحلى عند الكيلو ٤٠ شرق مدينة سرت

ويذكر (*Pethick , J.,1984,p.127*) أن هذا الشكل من الأشكال الرملية لا يزيد ارتفاعه عن نصف متر ويبلغ طوله عدة أمتار وقد تزيد هذه القباب فى أطوالها وارتفاعاتها حسب طبيعة المنطقة وظروفها الطبيعية والجيومورفولوجية المختلفة وطبيعة العمليات الجيومورفولوجية المسئولة عن تشكيلها.

وتبدو أحيانا اخرى منخفضة نسبياً ذات قمم مسطحة، وفى اغلب الأحيان بدون أوجه تهدل *slip faces* وتبدو غالباً في شكل دائرى ويقل ارتفاعها عن متر واحد وقطرها يقل عن ١٠ متراً (*Mc Kee , and Bigarella , 1979 , P.99*)، هذا وقد تم تسجيل ابعاد اكثر مما ذكرت سابقاً فيتراوح ارتفاعها فى صحراء *Taklamakan* من ٤٠ –٦٠ متر، وقد تتطور لتنمو فوقها كثبان ثانوية وقد تظهر لها ذيولاً خطية، وأطلق عليها (*Holms , 1953*)فى شمال المملكة العربية السعودية اسم القباب العملاقة وهذه القباب لها حافات هلالية صغيرة. *Pye and Toasar,1990.PP:223-224*)).

هذا وتتميز برواسبها الخشنة الى المتوسطة ذات التصنيف الردئ وقد يفسر ذلك بكونها تتكون كما ذكرت العديد من الدراسات تحت ظروف رياح قوية *Mc Kee,1966,P.26*)).

ويذكر أن مثل هذا النوع من الكثبان الهلالية يوجد قرب المنطقة الساحلية، وقد اعتبره جولد سميث *1985* ملمحاً مميزاً للمناطق الساحلية.

- توزيع القباب الرملية ومورفولوجيتها:

تتناثر هذه الاشكال الرملية على طول منطقة الدراسة ويمكن ملاحظتها على جانبى الطريق الساحلى وفوق الفرشات الرملية فى المنطقة

الشاطئية وحول سبخة هراوة وبين الكثبان الساحلية الممتدة من شرق سرت حتى هراوة شرقا، وتزيد هذه القباب فى ارتفاعها على المتر والمترين وتتراوح اطوالها بين ٢-٢٠ متر بمتوسط ٣,٧ متر ويتراوح عرضها مابين متر و١٢ متر بمتوسط ٤,٥ متر فى حين تتراوح متوسط درجة انحدار جوانبها مابين ٢- ٢٨ درجة بمتوسط ١٨,٦ درجة وتكاد تربط بشكل مستمر بالنباتات الطبيعية مثل نبات الرتم.وتزيد هذه القباب عن القباب فى منطقة شمال الدلتا في أبعادها(حسن على يوسف، ٢٠٠٣، ص.١٢٠) فى حين تقل فى درجات انحدارها لشدة الرياح وقوتها مما يعمل على تسطيح هذه القباب واذالة اجزاء كبيرة منها،فى حين تزيد فى ارتفاعهاتها وهذا بطبيعة الحال مرتبط بازدهار النباتات المرتبطة بها علاوة على طبيعة المنطقة في كونها منطقة خليجية ولذا تزيد فيها معدلات الرطوبة مما انعكس على طبيعة النباتات والتكوينات المرتبطة بها

ب) الكثبان المعكوسة:

تظهر الكثبان المعكوسة متجاورة مع كثبان مستعرضة تقليدية ويرتبط وجودها دوماً بالاراضى الرطبة اذ تنتشر فى مناطق العوائق الجيومورفولوجية حيث تعد الاراضى الرطبة قاسماً مشتركاً فى وجود هذه الظاهرة.

تتفق مناطق الكثبان المعكوسة مع مناطق ذات وفرة فى النباتات الدائمة والحولية،وتنتشر هذه النباتات فى مناطق مختلفة فى أجزاء الكثيب (القمة – الجوانب – المقدمات)،كما أن هذه الكثبان توجد فى مواضع تضم أجيالاً قديمة من الكثبان يتراكب فوقها جيل حديث من الرمال.(عاطف معتمد،٢٠٠٨،ص ٢٧).

لوحة (١١) احدى الكثبان المعكوسة فى منطقة النوفلية
(لاحظ ازهار النباتات حيث يتفق وجود هذا النوع من الكثبان مع وجود النباتات المزدهرة)

وقد أستدل الباحث أثناء دراسته بمنطقة وجود هذه الكثبان أن هذه الكثبان ليست معكوسة من حيث الأصل بل من حيث التطور، فقد نشات كبرخانات تقليدية ثم أدت عمليات الاعاقة (كنمو نباتات وفيرة، ارتفاع مستوى الماء الارضى) الى تثبيت جوانب هذ الكثبان وأجزائها الوسطى فى اتجاه منصرف الرياح.

جـ) الكثبان الهلالية بارزة الصباب وقصيرة القرون:

ينتشر هذا الشكل من اشكال الكثبان الهلالية بمنطقة الدراسة لاسيما فى المنطقة الواقعة شرق منطقة هراوة، ويتميز بقصر فى قرنى الكثيب او أحد القرنين ويعتقد الباحث بأن قصر أمتداد القرنين او احداهما انما يرجع لوجود عوائق نباتية او وجود منطقة رطبة مثل السبخات على سبيل المثال بحيث توقف امتداد احد القرنين، كما ان الصباب يظهر ويزيد انحداره لظروف مرتبطة بهبوب الرياح بالمنطقة والتى قد تؤدى الى زيادة الازاحة من فوق الكساح بشكل كبير مما يزيد من بروز ووضوح الصباب.

لوحة (١٢) أحد الكثبان واضحة الصباب وقصيرة فى احد قرنيها

لوحة (١٣) قياس زواياا لانحدار على جانب أحدى الكثبان الرملية بالمنطقة

د) الكثبان الهلالية المجدوعة:

تنتشر هذه الكثبان على طول خط الشاطئ وتمتد حتى تلتحم بمياه الشاطئ لوحة (١٤) وتتميز بانها تبدو غير مكتملة القرون وانحدار جانب الكساح ذو انحدار خفيف وانحدار الصباب يبدوا شديدا نسبياً، علاوة على وصول مياه المد الي ادني حضيض الصباب، فضلاً عن تكون الكثيب برمته على ساحل البحر وفى هذا اتفاق تام مع ما توصل اليه كل من (امبابى وعاشور، ١٩٨٣، ص ٨٨).

لوحة (١٤) الكثبان المجدوعة على ساحل منطقة الدراسة(منطقة هراوة)

ويشير هذا الشكل المجدوع الى ان أى كثيب يصل الى مستوى المد العالى سوف يتم تآكله اما بفعل الأمواج أو بواسطة مياه المد، وتكونها بهذا الشكل انما يدل على أن الكثبان التى تصل الى ساحل البحر المتوسط تختفى فى مياه البحر عن طريق تآكلها بواسطة الأمواج أو قنوات الجزر وليس عن طريق الرياح (امبابى وعاشور، ١٩٨٣، ص ٨٨). نظراً لان الرياح بالمنطقة أضعف من أن تزيل مثل هذه الكثبان والتى تتطلب رياحاً قوية قد

تزيد على ٤٠ كم / ساعة، وانما تقوم فقط بازالة ونقل لبعض الرمال من فوق أسطح الكساح الى البحر المجاور.

هـ) الكثبان الهلالية المركبة:

وهى أكبر أشكال الكثبان الهلالية من حيث الحجم، ويزيد ارتفاعها على ١٠ متر ويصل طولها فى بعض المواضع الى أكثر من ٢٠ متر وهي تمثل مرحلة الشيخوخة من مراحل تطور الكثبان الرملية الهلالية، لوحة (١٥) وهذا الشكل يتركب من كثيب وعديد من الكثبان الصغيرة التى تقع بصفة خاصة أمام قرون الكثيب الهلالى النوذجى وانفصلت عنه وتنتشر فى منطقة الدراسة فى مواضع متفرقة لاسيما فى شرق هراوة وغرب وادى الحنيوة ومنطقة النوفالية.

لوحة (١٥) الكثبان الهلالية المركبة بمنطقة الدراسة

و) الكثبان المتحجرة:

يقصد بها الكثبان التي تماسكت حبيباتها ولم تعد تتحرك وتتشكل بواسطة الرياح مثلها مثل بقية الأنواع الأخرى من الكثبان الرملية وأطلق عليها امبابى وعاشور (١٩٨٣، ص ٩٤) اسم الكثبان الميتة.

ومن الدراسة الميدانية وجد أن هذه الكثبان تظهر على الساحل مباشرة ويعتقد أنها متطورة عن الكثبان المجدوعة والتى تاكلت قرناها وتصلبت رمالها وتماسكت لتصبح بهذا الشكل لوحة (١٦).كما تبدو مغطاه بطبقة بيضاء متماسكة جدا يعتقد انها ناجمة عن التماسك والتحجر الذى تعرضت له عبر الفترات المختلفة.

لوحة (١٦) الكثبان المتحجرة (الميتة) على ساحل المنطقة

وتنتشر بالجزء الأوسط من الساحل ويطلق عليها تكوين قرقاش الكالكارنتى والتى تمتد على هيئة تلال طولية منخفضة فى موازاة خط الشاطئ تقريباً مما يجعلها تلعب دوراً كبيراً فى تطور شكل الشاطئ فى المناطق التى توجد بها، حيث يعمل البحر على تحويلها الى جروف منخفضة وملامح شاطئية مميزة، كما أنها تعمل على حفظ بعض السبخات من التعرية البحرية خاصة أثناء العواصف المدية (فتحى الهرام،١٩٩٧، ص١٥٩).

ولكن السؤال لماذا تصلبت هذه الكثبان وتماسكت حبيباتها ؟ وهذا يرجع للآتى:

١) لكى يحدث هذا التحجر لابد من ظروف مناخ رطب بدرجة تسمح بتحلل الكربونات فى الرمال ومع تغير الظروف المناخية يزيد معدل التبخر فيعيدها الى حالتها المتماسكة فهى تحتاج لظروف مناخية يتعاقب فيها الرطوبة مع الجفاف (محمد صبرى محسوب،١٩٩١، ص ٢٢٢).

٢) لكى يتم التحجر للرواسب بفعل المواد اللاحمة عن طريق التجفيف أو الانضغاط واللذان يؤديان الى تحرر الرواسب من الماء وتناقص حجم الفراغات البينية وقد لا تتحجر الرواسب إلا بعد أن يتناقص حجم الفراغات البينية ***Voids*** بنسبة ٧٥ ٪ (حسن سلامة رمضان، ١٩٨٣، ص٩). ويعتمد تركيز المواد اللحمة فى الماء المتسرب على درجة حرارته ومعدل حموضته وتكوينه الكيميائى.

ثانياً: الكثبان الطولية:

تعرف باسم الحافات الرملية ويطلق عليها بصفة عامة فى الصحارى الليبية اسم السيوف وهى تتميز بأن طولها يفوق عرضها بحيث تتخذ الشكل الطولى، ولها جانبان ينحدران فى اتجاهين متضادين ويلتقيان فى قمة حادة عادة تكون متعرجة بامتداد المحور الطولى للكثيب لوحة (١٧).

لوحة (١٧) نهاية احد الكثبان الطولية بالمنطقة – يلاحظ ان النباتات قد عملت على انحرافها وتغير اتجاهها

يبلغ متوسط طولها فى المنطقة ما بين ١٠٠ الى ٢٠٠٠ متراً ويصل عرضها احياناً اكثر من ٥٠ متراً وقد تقل عن ذلك كثيراً وتميل احياناً الى الشكل المتعرج.

وقد أكد *Bagnold* على أن الرياح الجانبية تحول الشكل البرخانى الى كثيب طولى وذلك من خلال العمل على اطالة أحد قرنيه وبذلك يصبح الشكل النهائى للكثيب محصلة لرياح ثنائية الاتجاه *Bidirectional winds* وذلك فيما يعرف عند باجنولد بنظرية محصلة ثنائية الرياح (محمد صبرى محسوب،٢٠٠٧، ص ٣٠٣)، وقد أكد كل من *Tibbitt and McKee (1964)* هذه النظرية فى دراستهما للكثبان الرملية بصحراء ليبيا عام ١٩٦٤، فقد وجدا أن الكثبان الطولية تتحكم فيها بدرجة كبيرة رياح قادمة من اتجاهيين الجنوب الشرقى صباحاًوالشمال الشرقى مساءً،وقد اقترب هولمز *Holmes* فى تفسيرة لنشأة الكثبان الطولية من تفسير باجنولد حيث يعتقد بأنه حيث تهب رياح دائمة من اتجاه ثابت وتأتى رياح جانبية قوية متعامدة عليها فينتج عن ذللك تكون سلسلة من الكثبان الطولية فى شكل حافات مسننة تمتد فى موازاة الرياح السائدة (محمد صبرى محسوب،٢٠٠٧، ص ٣٠٣).

ومن الدراسة الميدانية اتضح انها تمتد جنوب الطريق الساحلى والى الدخل لاسيما اذا التحمت الكثبان الهلالية، فيمكن القول بأن الكثبان الطولية بالمنطقة معظمها متطور عن التحام بعض الكثبان الهلالية. ويرجع

ذلك بطبيعة الحال الى قلة مصدر الرمال التى يذكر كل من امبابى وعاشور (١٩٨٣) هى التى تعطيها هذا الشكل لكى تتطور بشكلها الطولى المعروف عنها.

لوحة (١٨) الكثبان الطولية الناتجة عن اتحاد مجموعة من الكثبان الهلالية

تمتد كذلك بصورة غير منتظمة لاسيما تلك الواقعة الى جنوب المنطقة، كما تتفاوت المسافات بينها وتتباعد جدا لدرجة انه قد يختفى احياناً، وقد يرجع ذلك الى ثبات التيارات الهوائية المعروفة باسم ***Seiche Type*** (محمد صبرى محسوب،١٩٩٨،ص ٣٠٥)، أو قد ترجع الى أثر التيارات الهوائية العكسية الثانوية للرياح(***Bagnold,1953,p.232***)، وان كان لوجود شريط مزدوج من الاشجار الكبيرة على طول الطريق لا سيما القطاع الممتد من سرت حتى وادى الحنيوة دورها فى قلة تفرع الكثبان الطولية وبالتالى تزيد المسافة بينها بصورة كبيرة.

يمكن من خلال الدراسة الميدانية أن تقسم الكثبان الطولية بالمنطقة الى:

١) كثبان طولية بسيطة: وهى عبارة عن حافات رملية قد تكون مستقيمة او متعرجة وتتميز المستقيمة منها بقمتها الحادة متموجة، ويكون الكثيب فيها مستقيم فى امتداد قمته.

٢) كثبان طولية متعرجة: حيث تزيد تعرجات قممها، ورغم ذلك فهى تكاد تحتفظ بشكل امتدادها الطولى لا سيما ما هو ممتد على طول الطريق الساحلى، وتتميز قطاعاتها العرضية بانها حادة القمة ومتماثلة الجانبين كما يحدث تتبادل لوجهات الانزلاق.

يتضح من نتائج مؤشر التعرج جدول (١٦) أن الكثبان الطولية بالمنطقة من النوع المتعرج، حيث تراوح معدل تعرجها بين ١,٣١ - ١,٤٣ متر، بمتوسط ١,٣٦ متر، وتتفق كثبان منطقة الدراسة فى هذا مع مع الكثبان الطولية شرق قناة السويس فى مصر التى تتسم بكثرة قممها وتعرجها (معهد بحوث الصحراء، ١٩٨٣، ص ٥٩).

كما يتضح أن أكثر أجزاء الكثبان تعرجاً هي اجزائها الوسطى وأطرافها التى تقع فى منصرف الرياح، ويبدو أن الأجزاء المفتوحة أمام الأشجار تزيد التعرج لازدواجية اتجاه الرياح.

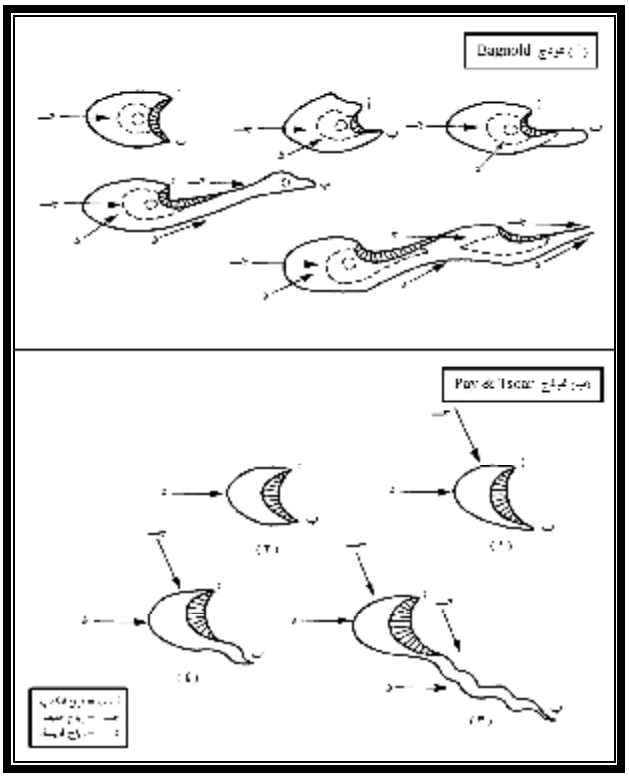
جدول (١٦) مؤشر تعرج بعض الكثبان الطولية بمنطقة الدراسة

م	الطول الفعلى للكثيب (متر)	الطول المستقيم للكثيب (متر)	مؤشر التعرج
١)	٥٥٠	٤٠٠	١,٣٧
٢)	٨٠٠	٥٨٠	١,٣٨
٣)	١٤٦٠	١٠٠٠	١,٣٢
٤)	١٨٠٠	١٣٠٠	١,٣٨
٥)	١٠٠٠	٧٠٠	١,٤٢
٦)	١٦٤٠	١٢٥٠	١,٣١
المتوسط العام			١,٣٦

أما تفسير اسباب زيادة معدل التعرج بمنطقة الدراسة فقد يرجع الى زيادة الغطاء النباتى لاسيما وان موقع المنطقة على ساحل البحر المتوسط وظروف المناخ المناسبة لنمو نباتات واسعة والتى تعمل بدورها على انحراف الكثبان الطولية اكثر من مرة، ورغم ذلك فان الكثبان تحافظ على امتدادها فى مسارات واتجاهات تتفق واتجاه الرياح السائدة بالمنطقة.

نشأة الكثبان الطولية:

ترجع نشاة الكثبان الطولية الى العديد من الأسباب والتى أهمها الرياح السائدة بالمنطقة، بالاضافة الى الحركة الدوامية الحلزونية المتقدمة مع الرياح السائدة، حيث تتكون دوامات هوائية حلزونية مضطربة تمتد على محاور طولية متجاورة ناتجة عن احتكاكها بسطح الأرض، حيث ينشأ فى قاعدة الهواء المتحرك تيارات هوائية دوامية صاعدة وهابطة نتيجة للتسخين المتباين للسطح، فتحمل هذه التيارات الرمال وتكسحها عن السطح على طول امتداد محور التيارات الصاعدة، فتتشكل بذلك الخطوة الأولى للكثبان الطولية، ومع استمرار هذه العملية يزداد تراكم الرمال على الخطوط الكثيبية على حساب الممرات الفاصلة بينها ورمالها (عادل عبدالسلام، ٢٠٠٠، ص ٢٧٦). شكل (١٩).



After: pye and tsoar , 1990 ,p.212

شكل () يوضح تطور نشأة الكثبان الطولية عن الكثبان الهلالية
(ا) نموذج باجنولد *Bagnold* (١٩٤١)
(ب) نموذج معدل بواسطة تسور *Tsoar (1984)*
حيث تشير ال (د) الى الرياح القوية وتشير ال (جـــ) الى رياح ضعيفة.

ولتوضيح تطور ونشأة الكثبان بصورة أكثر توضيحاً، مـن خـلال تناول نموذجى كل من باجنولد وتسور المفسرين لنـشأة الكثبـان الطوليـة كالتالى:

١) نموذج باجنولد *Bagnold*

تبدأ الكثبان الطولية فيه دورتها بكثبان هلالية جنينيـة، تتعـرض هـذه الكثبان أحياناً الى رياح جانبية تتقاطع مع اتجاه الرياح السائد، ممـا يعمـل على أمتداد أحد جوانبه بصورة أكبر من الجانب الاخر، ولكن سـرعان مـا تستقر الرياح السائدة من جديد فيقترب الشكل الهلالى مرة اخرى من شكله الأصلى ولكن يظل احد الجانبين اكثر امتداداً من الاخر، فاذا تكرر ما سـبق واستمر هذا الجانب فى الامتداد ويتكون له انتفاخ يشبه الكثيب الأصلى، بعد أن انحرف فى اتجاه الرياح الجانبية، فاذا امتد جانب هذا الكثيب الجديد بفعل الرياح الجانبية فى اتجاههها كما حدث اول مرة وهكذا تتكون حافـة رمليـة طولية مركبة من عدد من القمم يوازى اتجاهها العام اتجاه الرياح الـسائدة وبذلك يتحول الشكل الهلالى الى كثيب طولى، ويصبح الشكل النهائى للكثيب

محصلة الرياح ثنائية الاتجاه ***Bidirectional***.(***Bagnold , 1953 , p.223***)

٢) نموذج تسور ***Tsoar***

ويرجع فيه تسور ***Tsoar*** تكوين الكثبان الطولية بشمال سيناء الى رياح ثنائية الاتجاه، يتمثل الاتجاه الأول فى الرياح السائدة ذات الاتجاه الجنوبى الغربى التى تهب منه شتاءً (ط) وهى الرياح الشديدة المحملة بالرمال وتتفق مع المحور الطولى للكثبان الهلالية، أما الاتجاه الثانى فيتمثل فى الرياح الشمالية التى تهب صيفاً (ز) والتى تؤدى الى استطالة القرن الجنوبى للكثيب الهلالى شكل (١٩).

يتضح من الشكل السابق أن نشاة الكثبان الطولية تبدأ اولاً بنشأة الكثبان الهلالية بفعل الرياح الشتوية القوية السائدة والمتمثلة فى الرياح الجنوبية الغربية (ط) ومع هبوب الرياح الصيفية الأقل قوة والمتمثلة فى الرياح الشمالية يحدث ازالة من القرن (ب) حيث تقترب الرياح من قمة الكثيب، وتتسع مناطق الانحراف ويتم الترسيب على القرن (أ) ومع تكرار حدوث هذه العملية يحافظ الكثيب على الشكل الهلالى، فى حين تؤدى الى استطالة القرن (أ) الذى يمتد بمعدل أسرع من القرن (ب) فى اتجاه منصرف الرياح فيتحول بالتالى الكثيب الهلالى الى طولى يمتد بموازاة الرياح السائدة.

لكن السؤال الذى يطرح نفسه اذن مالفرق او الاختلاف بين النموذجين ؟ يتضح من خلال العرض السابق ان هناك اختلافين بين النموذجين، <u>الأول</u>:فقد اعتبر باجنولد أن الرياح الضعيفة هى السائدة وهى المسؤلة عن نشأة الكثيب الهلالى الأصلى، وبالتالى فهى التى تتفق مع المحور الطولى للكثيب، فى حين اعتبر تسور أن الرياح القوية المحملة بالرمال هى السائدة والمسؤلة عن تكون الكثبان الهلالية وبالتالى فانها تتفق مع المحور الطولى للكثيب الهلالى. <u>الثانى</u>: فقد اعتبر باجنولد أ، الرياح الموسمية القوية المحملة بالرمال هى المسؤلة عن امتداد القرون، وتكوين الكثبان الطولية، نتيجة زيادة القرن بفعل الارساب من جانب الرياح القوية المحملة بالرمال مباشرة على القرن الممتد الذى يقابل هذه الرياح، فى حين يرى تسور أن الرياح الضعيفة الموسمية الخالية تقريباً من الرمال هى المسؤلة عن اطالة القرن، حيث ترسب الرياح الرمال على القرن المعاكس لها الذى يأخذ فى الزيادة والتمدد. (أشرف ابوالفتوح، ٢٠٠٢، ص ١٢٩).

التحليل المورفومترى للكثبان الطولية بالمنطقة:

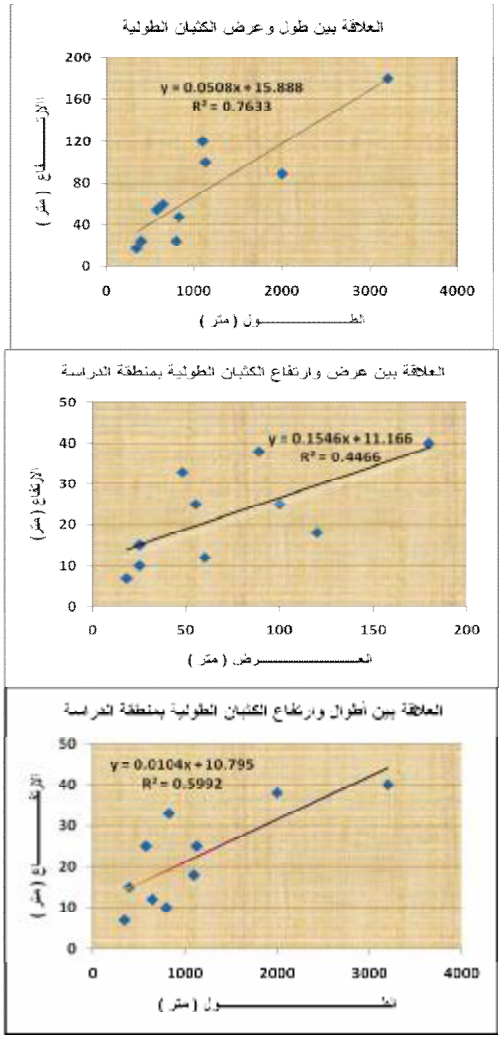
١) التحليل المورفومترى لأبعاد الكثبان الطولية بالمنطقة:

يتضح من العلاقة الارتباطية بين أبعاد الكثبان الطولية جدول (١٧) شكل (٢٠) مايلى:

جدول رقم (١٧) مصفوفة معاملات الارتباط بين أبعاد الكثبان الطولية بالمنطقة

المتغيرات	الطول	العرض	الارتفاع
الطول	١,٠		
العرض	٠,٨٦	١,٠	
الارتفاع	٠,٦٦	٠,٧٧	١,٠

- وجود علاقة ارتباطية طردية قوية بين أبعاد الكثبان (الطول والعرض والارتفاع)،وكانت أقوى العلاقات بين العرض والطول لتصل الى ٠,٨٦ وتليها العلاقة بين الارتفاع والعرض لتصل الى ٠,٧٧ ثم تأتى العلاقة بين الارتفاع والطول ادنى العلاقات الارتباطية.
- كما يتضح أن عرض الكثبان الطولية هو البعد الرئيس المتحكم في الأبعاد الأخرى يليه الارتفاع فى المرتبة الثانية، وتختلف الدراسة الحالية فى هذا مع كل من (أحمد عبدالسلام،١٩٩٩،ص.٣٤٦ – أشرف أبو الفتوح،٢٠٠٢، ص.٩٠ – صابر الدسوقى،٢٠٠٠، ص.٢٥٩) فى حين تتفق مع دراسة (نبيل امبابى ومحمود عاشور،١٩٨٣، ص.١٠٢) حيث أشارا الى أن عرض الكثيب هو أكثر المتغيرات تأثيراً فى المتغيرات الأخرى.



شكل (٢٠) العلاقات الاحصائية بين الابعاد المورفولوجية للكثبان الطولية بالمنطقة

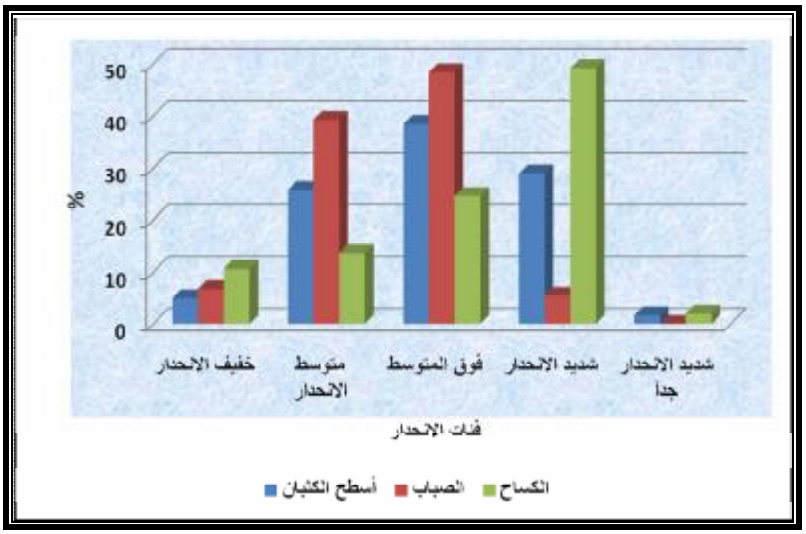
٢) التحليل المورفومترى لزوايا انحدار جوانب الكثبان الطولية بالمنطقة:

يتضح من الجدول (١٨) والشكل (٢١) الخصائص المورفومترية المرتبطة بتحليل زوايا الانحدار على جوانب الكثبان الطولية المختلفة كالتالى:

جدول (١٨) التوزيع التكرارى لفئات ومجموعات زوايا الانحدار على جوانب الكثبان الطولية بالمنطقة

المدى	الوصف	الزاوية الشائعة		طول المجموعة		الزوايا الحدية		مواضع القياس
		الدرجة	% طول المجموعة	المسافة	%	الدنيا	العليا	
٠ ٢	خليف الانحدار	٢	٤٦,٣	٤٣,٠	٥,٠	٠	٢	أسفل الكثبان
٣ – ١٠	متوسط الانحدار	٨	٥٠	٢٢٣,٣	٢٥,٨	٣	١٠	
١١ – ١٨	فوق المتوسط	١٠	٢٥	٣٣٣	٣٨,٥	١١	١٨	
١٩ – ٣١	شديد الانحدار	٣٠	٣٠,٩	٢٥٠,٩	٢٩,٠	١٩	٣١	
٣٢ – ٤٥	شديد الانحدار جداً	٣٣	٢٥,٥	١٥,١	١,٧٠	٣٢	٤٥	
مجـــ	ـــ	ـــ	ـــ	٨٦٥	١٠٠	ـــ	ـــ	
٠ ٢	خليف الانحدار	٢	٥٠,٠	٥٠,٢	٦,٨	٠	٢	أتجاه الجنوب الشرقي (المصب)
٣ ١٠	متوسط الانحدار	٥	٢٣,٣	٣٢١,٣	٣٩,٣	٣	١٠	
١١ – ١٨	فوق المتوسط	١٦	٢٦,٥	٢٨٥,٣	٤٨,٤	١١	١٨	
١٩ – ٣١	شديد الانحدار	٢٤	٣٠,٨	٣٢,٢	٥,٥	١٩	٣١	
٣٢ – ٤٥	شديد الانحدار جداً	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	ـــ	
مجـــ	ـــ	ـــ	ـــ	٥٨٩	١٠٠	ـــ	ـــ	
٠ ٢	خليف الانحدار	٢	٨,٧	٤٣,٢	١٠,٦	٠	٢	أتجاه الشمال الغربي (الحدب)
٣ ١٠	متوسط الانحدار	١٠	٢,٣	٥٥,٣	١٣,٦	٣	١٠	
١١ ١٨	فوق المتوسط	١٥	٣٣	١٠٠,٢	٢٤,٦	١١	١٨	
١٩ ٣١	شديد الانحدار	٢٨	٣٠,٨	٢٠٠,٤	٤٩,٢	١٩	٣١	
٣٢ ٤٥	شديد الانحدار جداً	٣٢	٢٥,٦	٨,٤	٢,٠	٣٢	٤٥	
مجـــ	ـــ	ـــ	ـــ	٤٠٧,٥	١٠٠	ـــ	ـــ	

الجدول من إعداد الباحث



شكل (٢١) النسب المئوية لزوايا الانحدار على جوانب الكثبان الطولية بالمنطقة

- **يتميز التوزيع التكرارى لزوايا انحدار أسطح الكثبان الطولية بانه متنوعاً فى التوزيع والذى يوصف بأنه متعدد المنوال وغير متصل، وهذا يميز منحدرات الكثبان عموماً وكثبان المناطق الجافة وشبه الجافة خصوصاً (صابر أمين، ١٩٨٨) (نبيل امبابى ومحمود عاشور،١٩٨٣) (*Embabi , 1976* ((محمود حجاب،٢٠٠٦).**
- **تزيد النسبة التى تشغلها الانحدارات المتوسطة (11° – ٣١°) الى الشديدة بنسبة ٧٥,٢٪ فى كل جوانب الكثبان الطولية مقارنة بالانحدارات الخفيفة ويرجع ذلك الى أن جوانب الكثبان الطولية تتميز بانحداراتها الشديدة، وهذا يعنى أن الرياح الشمالية والشمالية الغربية أكثر تأثيراً وقوة، وهذا يفسر حقيقة العلاقة القوية بين الاتجاه والانحدار لمنحدرات الكثبان الطولية.**
- **تتوزع زوايا انحدار جوانب الكثبان الطولية فى خمس مجموعات توضح كل مجموعة الزوايا الشائعة ونسبتها المئوية والزوايا الحدية العليا والدنيا وقد استحوذت منها الزوايا 16° و33° على أعلى نسب مئوية من اجمالى أطوال القطاعات التى تم قياسها، وقد تختلف هذه الزوايا ونسبها عن مناطق اخرى تم دراستها سابقاً على مستوى الجماهيرية الليبية او اقطار الوطن العربى وذلك لاختلاف الظروف المناخية والموقع الجغرافى وتباين احجام الكثبان ورواسبها ومصادرها.**
- **تقل نسبة الانحدارات الخفيفة ٠° – ٢° فى جوانب الكثبان الطولية الثلاثة مما يشير الى سيادة الشكل السيفى لقمم الكثبان الطولية وأنها لم تصل الى مرحلة التسطح بعد، كما تفسر حداثة وصغر أحجام الكثبان بالمنطقة.**

أنواع الكثبان الطولية بالمنطقة:

تتنوع أشكال الكثبان الطولية بالمنطقة حسب طبيعة تشكيلها وظروف نشاتها وتطورها ويمكن ايجاز اهم الأنواع السائدة فى الآتى:

١) الكثبان الطولية البسيطة:

وهى تبدو فى شكل حافات صغيرة تمتد بشكل متوازى او شبه متوازية تفصلها ممرات مستوية يتراوح اتساعها مابين ٥٠ – ٣٠٠ متر وغالباً ما تكون هذه الممرات مغطاه بالنباتات او بأسطح رملية.

وينقسم هذا النمط الى اثنين هما:

١- النمط البسيط

ويبدو الكثيب فيه على شكل طولى منتظم ويتسم قطاعه العرضى بأنه على شكل مثلث متساوى الساقين تقريباً، وتختلف درجة الانحدار على جانبيه اللذان يلتقيان فى حافة قد تكون حادة غالباً، يطلق عليها خط القمم وهذا النوع قليل بالمنطقة وتشبه الكثبان الطولية المنتشرة فى الجزء الجنوبى من الصحراء الغربية بمصر (*Embabi , N., 1998 , P. 497*).

٢- النمط المتعرج

ويبدو الكثيب فى هذا النمط اكثر تعرجاً على امتداد خط القمم وتختلف اتجاهات محاورها عدة مرات رغم ان اتجاهها العام هو نفس اتجاه الرياح السائدة فى منطقة الدراسة، بينما يرتفع وينخفض خط القمم المتعرج على مسافات تكاد تكون منتظمة لتشكل سلسلة من القمم والسروج التى اطلق عليها كل من بيى وتسور اسم *Pye,K.,and Tear and. Drops* (*Tsoar ,H., 1990 ,P.172*) (.

٢) الكثبان الطولية المركبة:

وهى تلك الكثبان التى تتميز بوجود حافات طولية عريضة ويتميز عرضها بأنه أقل من طولها وتتميز بوجود اوجه حرة عند قمتها كما تظهر عليها بعض الحافات الثانوية *subsidiary Ridges* ويضيف على هذا صابر الدسوقى بأنها عبارة عن حافتين او أكثر متقاربتين او متداخلتين وهى أكثر طولاً وعرضاً وارتفاعاً من الكثبان البسيطة (صابر امين الدسوقى، ٢٠٠٠، ص. ٢٥٣).وتعد هذه الكثبان من أكثر الأنواع انتشاراً فى المنطقة.

من الدراسة الميدانية لوحظ ان معظم الكثبان الطولية من هذا النوع تنتظم فى نمط متواز تقريباً وقد تتشعب او تتحد حسب طبيعة السطح فتكون نمطاً من أطلق عليه سابقاً مصطلح *Y Junction* قبل ان ياخذ شكل الحافة الفردية (*Pye and Tsoar, 1990, P.206*)

وقد قسم كل من *Pye and Tsoar 1990* هذا الأتصال الى نوعين هما:

١) اتصال عادى مفتوح فى اتجاه الرياح السائدة.

٢) اتصال معكوس ومفتوحاً فى اتجاه منصرف الرياح.

ويعد التضرس المحلى والرياح المحلية من أهم العوامل التى تؤثر فى اتحاد او تشعب الكثبان الطولية بالمنطقة (صابر أمين الدسوقى، ٢٠٠٠، ص ٢٥٤) فعندما يكون انحدار السطح فى اتجاه منصرف الرياح تتحد الكثبان مع بعضها البعض وتكون الفتحة فى اتجاه مقتبل الرياح، اما عندما يرتفع السطح فقد يؤدى الى تشعب الرياح مما يعمل على تفرع الكثيب وتكون الفتحة فى اتجاه منصرف الرياح.

خصائص رواسب الكثبان الطولية:

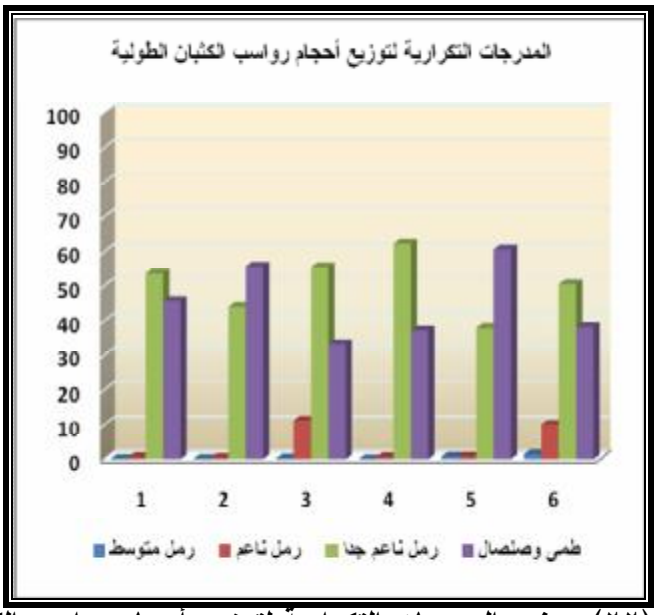
أولاً: التحليل الحجمى للرواسب:

تعد دراسة خصائص الرمال المشكلة لهذه الكثبان ذات أهمية فى أنها تلقى الضوء على معرفة مصادرها وبيئات ترسيبها، و معرفة الظروف التى تعرضت لها فى الماضى،كما أنها توضح طبيعة عامل الترسيب المشكل لها، ولتوضيح ذلك تم تحليل عدد (٦) عينات من رمال الكثبان الطولية شملت جانبى الكثبان (الصباب والكساح)، وكانت نتائج التحليل كالاتى جدول (١٩).

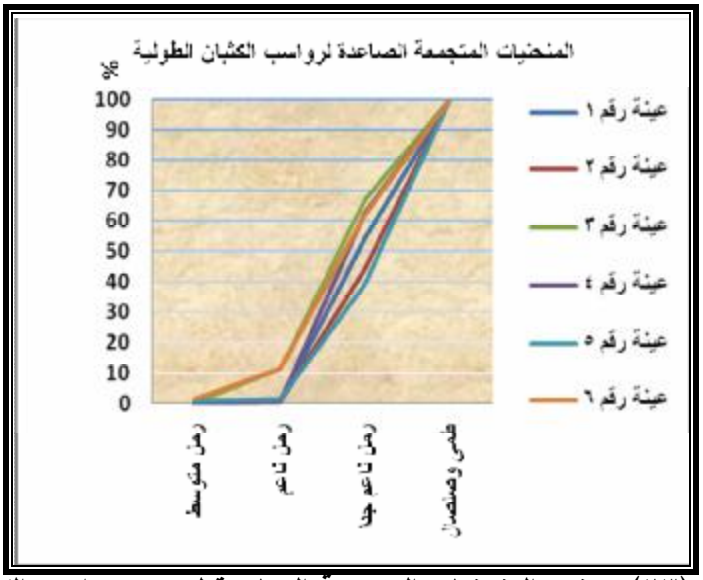
جدول (١٩) يوضح التوزيع التكرارى لأحجام رواسب الكثبان الرملية الطولية

الخصائص / موقع العينة	الوزن الاجمالى (جرام)	رمل ناعم جدا ٣,٤ — ٤ فى	رمل متوسط ٢,٣ — ٣,٤ فى	رمل خشن ١,٢ — ٢ فى	رمل ناعم جدا ٣,٤ — ٤ فى	تجمعى وتصاعدى اقل من ٣,٤ فى	الوزن الاجمالى %	متوسط الحجم (Φ)	معدل التسوية	معامل الالتواء	معامل الانفراط	التكور الجيولوجى
صباب كثبان غرب إجليوة	٤٠٥	—	٠,٩	٠,٦	٥٣,٦	٥٤,٥	١٠٠	٢,٩	٠,٤٣	٠,٩٣	٢١	٤
كساح كثبان غرب إجليوة	٢٩٦	—	٠,٩	٠,٤	٤٣,٩	٤٤,٦	١٠٠	٢,٩	٠,٤٣	٠,٩١	٢١	٤
كساح كثبان أم القديل	٣٣٠,٤	٠,٢	١١,٢	٥٥,٤	٣٣,٢	٣٣,٤	١٠٠	٢,٥	٠,٥٠	١,١٥	٢٠	٤
صباب كثبان أم القديل	٢٢٨	—	—	٠,٦	٦٢,٢	٣٧,٢	١٠٠	٢,٥	٠,٣٤	٠,٩٤	٢٠	٣
صباب كثبان شرق هراوة	٢٥٥	—	٠,٧	٠,٨	٣٧,٩	٦٠,٦	١٠٠	٣,٠	٠,٣٦	١,٣	١٩	٤
كساح كثبان شرق هراوة	٣٠٠	—	١,٤	٢,٠	٥٠,٤	٣٥,٢	١٠٠	٢,٣	٠,٤١	١,٠٩	٢٠	٤
المتوسط العام	٣١٢,٩	—	٠,٤٢	٣,٩	٥٠,٦	٤٥,٦	١٠٠	٢,٧	٠,٤٢	١,٠٩	٢١	٤

- يبلغ المتوسط العام لأحجام رواسب الكثبان الطولية بالمنطقة ٢,٧ Φ مما يعطى مؤشراً على أن رمال المنطقة ناعمة الحجم وتقترب من الرمال الناعمة جدا.
- تزيد نسبة الرمال الناعمة والناعمة جدا حيث تمثل الفئة المنوالية لتصل نسبتها الى ٥٤,٥ ٪، والطمى والصلصال بنسبة ٤٥,١ ٪،شكل (٢٢) ويفسر ارتفاع نسبة الرمال الناعمة والناعمة جداً الى أن الرياح هى العامل الرئيسى المشكل للكثبان الطولية بالمنطقة.



شكل (٢٢) يوضح المدرجات التكرارية لتوزيع أحجام رواسب الكثبان الطولية بالمنطقة



شكل (٢٣) يوضح المنحنيات المتجمعة الصاعدة لتوزيع رواسب الكثبان الطولية بالمنطقة

- **تميل الرمال المشكلة للكثبان الطولية بالمنطقة الى اللون الأحمر الفاتح ذات الأحجام الناعمة والناعمة جداً. (*Mijalkovic , N., 1977 , pp:14-15*) وقد يُفسرْ زيادة نسبة الرمال الناعمة جدا الى ارتفاع**

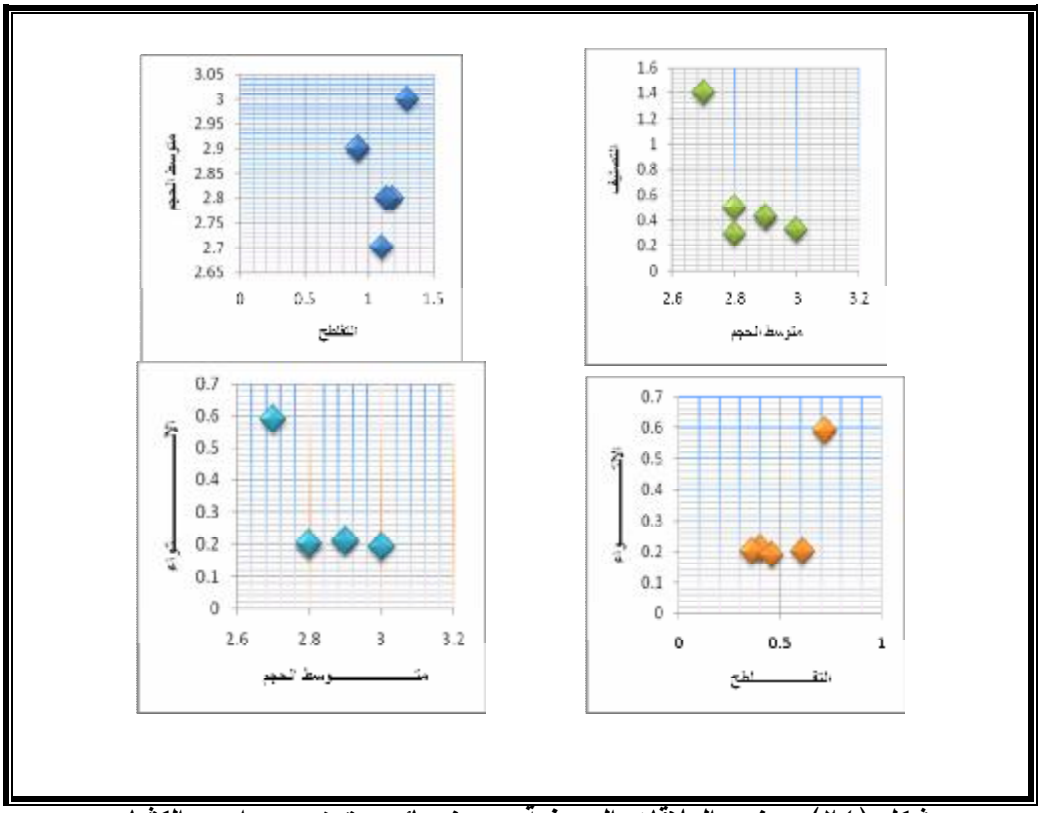
نسبة الرطوبة والنباتات الطبيعية بالمنطقة الساحلية ساعد على تثبيت الرمال وعدم تذريتها، او قد ترجع لضعف الرياح لاسيما وان هناك علاقة عكسية بين الرطوبة وبين سرعة ونشاط الرياح.

- من نتائج تحليل رمال صباب وكساح االكثبان الطولية يتضح أن هناك تبايناً واضحاً بينها حيث ترتفع نسبة الناعمة جدا والمواد الطمية فى رمال الصباب في حين تقل نفس النسبة فى الكساح وقد يرجع ذلك إلى عملية الترسيب التدريجى للرواسب المحمولة بالرياح، إذ ترسب حمولتها الخشنة أولاً بمجرد اصطدامها بجسم الكثيب، ثم ترسب المواد الأقل فى خشونتها فى اتجاه منصرف الرياح (الصباب). ولذلك دائماً يكون جانب منصرف الرياح أكثر نعومة من الجانب المواجه للرياح (*Langford, 2000, p.41*).

من تحليل المعاملات الاحصائية جدول (٢٠) يتضح أن متوسط حجم الرمال يميل للحجم الناعم والناعم جدا وقد يصل الى الطمى والصلصال، ويشير معامل التصنيف للعينات الى وصفها بالتصنيف شبه الجيد الى المتوسط أحياناً بمتوسط ٠,٥٦ Φ مما يشير الى قرب مصادر الرمال ومعظمها ذات الأصل المحلى، كما يدل ذلك على انتشار أحجام الرواسب داخل العينات المختارة تجانسه شبه جيد وهذه الخاصية دائماً تميز الرواسب الهوائية.... وتجد الإشارة إلى أن لدرجة التصنيف هذه تأثيراً على معدلات الحركة والانتقال، حيث ينخفض معدل الحركة مع ارتفاع درجة التصنيف، هذا فضلاً عن تأثير الحجم أيضاً على هذا العملية. (أحمد سالم، ١٩٩٤، ص ص ٦٤ – ٦٦).

جدول (٢٠) يوضح قيم التعبيرات الوصفية لفئات خصائص توزيع حبيبات رمال الكثبان الطولية

التصنيف	عدد	٪	الالتواء	عدد	٪	التلاطح	عدد	٪
تصنيف جيد جداً اقل من ٠,٣٥	٢	٣٣,٣	التواء موجب جداً ٠,٣ – ١,٠	١	١٦,٦	ملاطح جداً أقل من ٠,٦٧		
تصنيف جيد ٠,٣٥ – ٠,٥٠	٢	٣٣,٣	التواء موجب ٠,١ – ٠,٣	٥	٨٣,٣	مقلطح ٠,٦٧ – ٠,٩٠		
تصنيف شبه جيد ٠,٥٠ – ٠,٧٠	١	١٦,٦	التواء متماثل ٠,١ – ٠,٠			مقلطح متوسط ٠,٩٠ – ١,١١	٥	٨٣,٣
تصنيف متوسط ٠,٧٠ – ١,٠	١	١٦,٦	التواء سالب ٠,١ – ٠,٣	–	–	مدبب ١,١١ – ١,٥٠	١	١٦,٦
تصنيف ضعيف ١ – ٢	–	–	التواء سالب جداً ٠,١ – ٠,٣	–	–	مدبب جداً ١,٥٠ – ٣,٠	–	–
الاجمالى	٦	١٠٠	–	٦	١٠٠	–	٦	١٠٠



شكل (٢٤) يوضح العلاقات الوصفية بين خصائص توزيع رواسب الكثبان الطولية

- **تشير نتائج معامل التفلطح والألتواء للعينات علـــى أنهـــا ذات تفلطـــح متوسط بنسبة ٨٣,٣ ٪ مما يفسر أن أحجام الرمال غير مركزة فى فئة حجمية واحدة، كما يدل التواء منحنى توزيع رمال العينات المختارة علي أنه التواء متماثل أى أن الرمال تتركز فى اتجاه واحد، حيث بلغت نسبة الالتواء الموجب اكثر من ٨٣ ٪، وتشير بعض الدراسات أيضاً الى ان الألتواء الموجب فى رواسب الكثبان الرملية ناتج عن أن سرعة الرياح ليست بالقوة لتنقل الحبيبات الخشنة مع نقلها للرواسب الناعمة.**
- **بلغ متوسط الانحراف المعيارى لتوزيع رواسب العينات المختارة ٠,٤٩ مما يشير الى تناسق أحجام الرواسب وتناسق توزيعا ايضاً، وهذه دائماً ما تميز الرواسب القارية بعكس الرواسب الشاطئية يزيد فيها متوســـط الانحراف المعيارى.**
- **تشير نتائج العلاقات الاحصائية الوصفية شكل (٢٤) ان الرواســـب ذات التصنيف الجيد والجيد جدا تميل الى ان يكون منحنى توزيعها موجبـــاً، كما ان الرواسب ذات التفلطح المتوسط تميل الى الالتواء المتماثل.**

⇐ يتضح من الشكل (٢٣) الذى يوضح المنحنى المتجمع الصاعد لتوزيع احجام الرواسب أن الرمال تم نقلها بطريقة التعلق لمسافات طويلة، دون ان تتعرض لمراحل النقل الأخرى المختلفة.

مما سبق يتضح ان هناك اختلافاً ولو طفيفاً بين خصائص رمال الكساح والصباب وبين الخصائص الوصفية بين الجانبين وهذا يتفق مع نتائج العديد من الدراسات التى تناولت الكثبان الطولية على أجزاء متفرقة من صحارى العالم (*Livingston , 1987, p.282*).

الخصائص المورفولوجية للكثبان الرملية الهلالية:

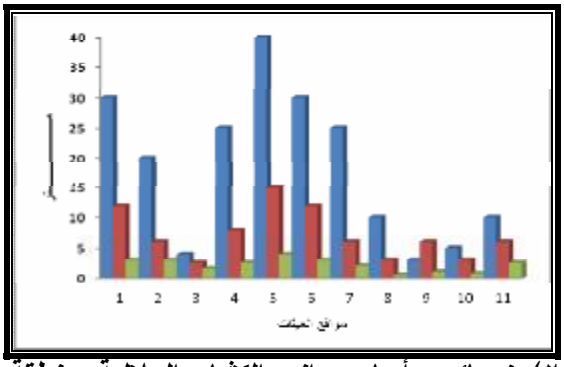
(أ) التحليل المورفومترى لأبعاد الكثبان الهلالية بالمنطقة:

لتحديد خصائص أبعاد الكثبان بالمنطقة فقد تم قياس مجموعة من (طول – عرض – ارتفاع) الكثبان ميدانياً، لعدم توفر خرائط وصور يمكن القياس منها مباشرة وكانت القياسات فى مناطق شرق سرت (التلاتين) ومنطقة النوفيلية وأم القنديل ومنطقة شرق هراوة حيث تنتشر بها الكثبان بصورة واضحة واسفرت النتائج عن الاتى جدول (٢١).

جدول (٢١) خصائص أبعاد وانحدار جوانب الكثبان بمنطقة الدراسة

موقع العينة		أبعاد الكثيب			الانحدار		الاتجاه
		الطول	العرض	الارتفاع	الصباب (درجة)	الكساح (درجة)	
سرت	١	٣٠	١٢	٣	٣٥	١٨	ج ش – ش غ
	٢	٢٠	٦	٢	٣٥	١٥	ج غ – ش ق
	٣	٤	٢,٥	١,٥	٢٨	١٠	ج ش – ش غ
هراوة	١	٢٥	٨	٢,٥	٣٠	٧	ج ش – ش غ
	٢	١٠	١٥	٤	٣٢	٩,٥	ج ش = ش غ
	٣	٣٠	١٢	٣	٣٢	١٢	ش ج
أم القنديل	١	٢٥	٦	٢	٣٠	١٥	ش ق – ج غ
	٢	١٠	٣	٠,٥	٣٥	١٠	ش ق – ج غ
	٣	٣	٦	١	٣٠	١٥	ش ق = ج غ
النوفيلية	١	٥	٣	٠,٧٥	٢٩	١٣	ش غ – ج ق
	٢	١٠	٦	٢,٥	٣٣	١٠	ش غ – ج ق
المتوسط		١٨,٥	٧,٣	٢,١	٣١,٧	١٢,٢	

المصدر : قياسات ميدانية



شكل (٢٥) خصائص أبعاد جوانب الكثبان الهلالية بمنطقة الدراسة

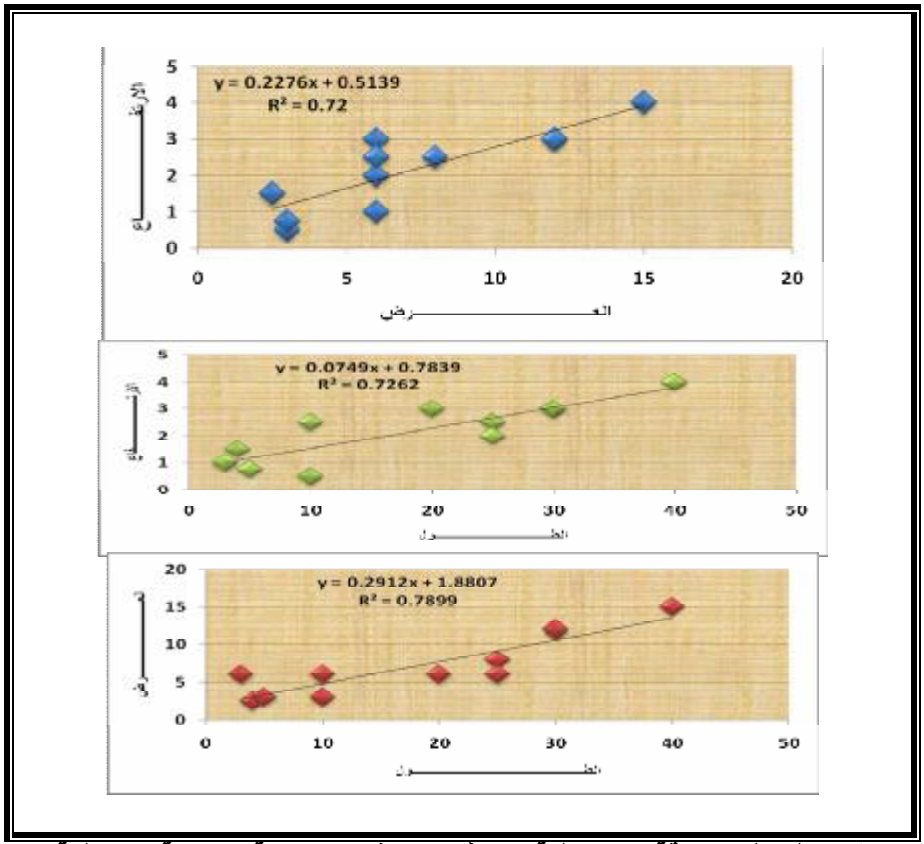
- يتضح من الجدول (٢١) والشكل (٢٥) ان متوسط أطوال الكثبان بمنطقة هراوة يزيد عن باقى المناطق ويفسر ذلك بزيادة امتداد الكثبان بهذه المنطقة لتلاحم معظم كثبانها، فى حين يصل ادنى قيم له فى كثبان منطقة النوفيلية لصغر أحجام كثبانها.
- اتضح ايضاً من بيانات الجدول (٢٢) ارتفاع قيم الانحراف المعيارى بين قيم الطول وهذا يرجع بدوره الى تباين أطوال الكثبان حيث بلغ ادنى القيم ٣ متر واعلاه ٤٠ متر، فى حين تقل قيم الانحراف المعيارى بين قيم الارتفاع لتقارب قيم ارتفاع الكثبان بالمنطقة.
- اتضح من الجدولين (٢٢، ٢٣) والشكل (٢٦) وجود علاقة ارتباطية قوية طردية بين ابعاد الكثبان الهلالية بين بعضها البعض، مما يعطى مؤشراً على أن جميع أبعاد الكثبان تنمو فى وقت واحد وبنفس المعدل تقريباً.
- تمثل العلاقة الارتباطية بين الارتفاع والعرض أقل القيم الارتباطية لتصل الى ٠,٨٤.
- تتشابه نتائج العلاقات الاحصائية التى وجدت بين أبعاد الكثبان الهلالية فى منطقة الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة فى مناطق مختلفة من الوطن العربى والعالم.
- يشير ارتفاع معاملات الارتباط بين أبعاد الكثبان بالمنطقة الى صغر أحجام الكثبان الرملية مقارنة بمناطق اخرى مثل قطر، حيث أنه كلما زاد الحجم كلما زاد تشوه الكثيب، وبالتالى انخفاض الارتباط بين أبعاده (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص ١٠٢).
- تتفق الدراسة الحالية مع دراسة نبيل امبابى ومحمود عاشور (١٩٨٣) فى ان عرض الكثيب هو أكثر المتغيرات ارتباطاً بالمتغيرات الاخرى ويأتى الارتفاع فى المرتبة الثانية،ولهذا تتفق الدراسة الحالية مع دراسة اخرى لنبيل امبابى ***(Embabi , 1978)***، فى أن الارتفاع هو البعد الرئيسى الذى يتحكم فى أبعاد الكثبان.

جدول (٢٢) البيانات الاحصائية لأبعاد الكثبان الرملية بالمنطقة

الخصائص	الطول	العرض	الارتفاع
أقصى القيم	٤٠	١٥	٤
أدنى القيم	٣	٢,٥	٠,٥
المتوسط	١٨,٤	٧,٢	٢,١
الانحراف المعيارى	١٢,٦	٤,١	١,١

جدول (٢٣) مصفوفة علاقة الارتباط بين أبعاد الكثبان الرملية لأبعاد الكثبان الرملية بالمنطقة

الخصائص	الطول	العرض	الارتفاع
الطول	١,٠	—	—
العرض	٠,٨٨	١,٠	—
الارتفاع	٠,٨٥	٠,٨٤	١,٠



شكل (٢٦) العلاقة الارتباطية بين أبعاد الكثبان الرملية الهلالية بالمنطقة

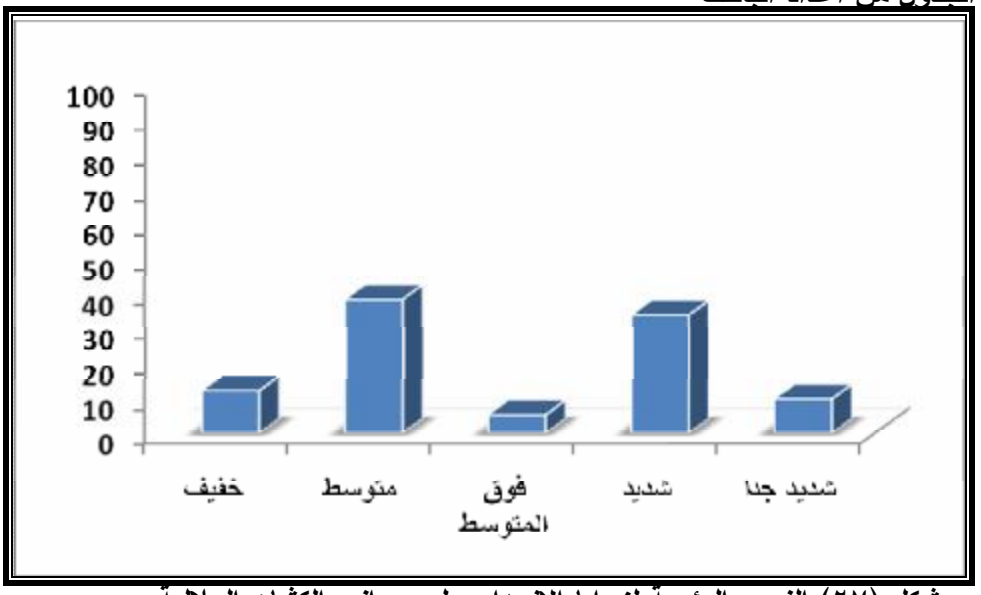
(ب) التحليل المورفومترى لمنحدرات جوانب الكثبان الرملية الهلالية:

يتضح من الجدول (٢٤) والشكل (٢٧، ٢٨) الخصائص المورفومترية المرتبطة بتحليل زوايا الانحدار على جوانب الكثبان الهلالية المختلفة كالتالى:

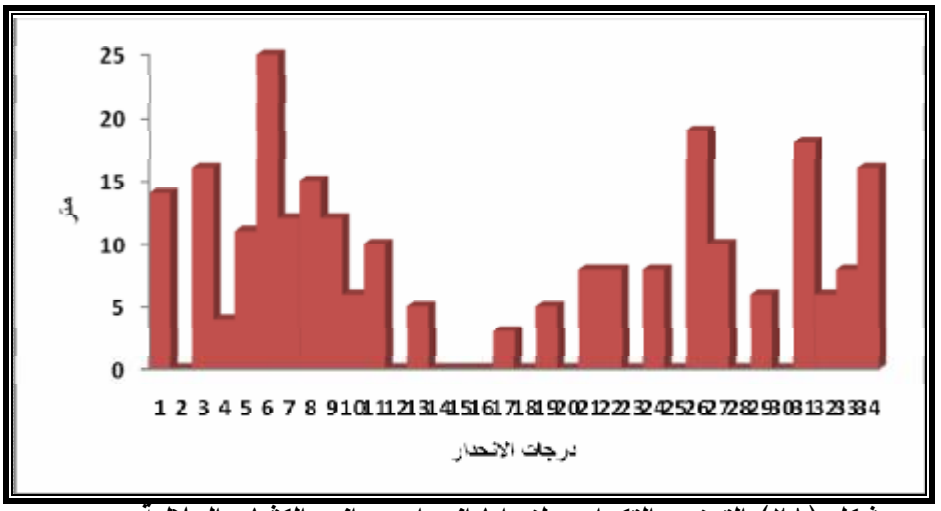
جدول (٢٤) التوزيع التكرارى لفئات ومجموعات زوايا الانحدار على جوانب الكثبان الطولية بالمنطقة

المدى	الوصف	الزاوايا الشائعة		طول المجموعة		الزوايا الحدية		مواضع القياس
		الدرجة	%طول المجموعة	المسافة (متر)	%	الدنيا	العليا	
٠ – ٢	خفيف الانحدار	٢	٥٣,٣	٣٠	١٢,٢	٠	٢	الكساح والصباب
٣ – ١٠	متوسط الانحدار	٥	٢٦,٣	٩٥	٣٨,٨	٣	١٠	
١١ – ١٨	فوق المتوسط	١٨	٣٨,٥	١٣	٥,٣	١١	١٨	
١٩ – ٣١	شديد الانحدار	٢٥	٢٣,٠	٨٣	٣٣,٩	١٩	٣١	
٣٢ – ٤٥	شديد الانحدار جداً	٣٣	٦٦,٨	٢٤	٩,٨	٣٢	٤٥	
مجـــ	ـــ	–	–	٢٤٥	١٠٠	–	–	

الجدول من اعداد الباحث



شكل (٢٧) النسب المئوية لزوايا الانحدار على جوانب الكثبان الهلالية بالمنطقة



شكل (٢٨) التوزيع التكرارى لزوايا انحدار جوانب الكثبان الهلالية

- **يتميز التوزيع التكرارى لزوايا انحدار أسطح الكثبان الهلالية بانه ثنائى التوزيع *Bimodal* ووقد يوصف بأنه متعدد المنوال وغير متصل، وهذا يميز منحدرات الكثبان عموماً وكثبان المناطق الجافة وشبه الجافة خصوصاً (صابر أمين، ١٩٨٨) (نبيل امبابى ومحمود عاشور،١٩٨٣) (*Embabi , 1976* ((محمود حجاب،٢٠٠٦).**
- **تتباين متوسطات درجات الانحدار على جانب الصباب بصفة خاصة وقد يرجع هذا التباين الى عملية التشويه والتهدل التى تصيب الكثبان الهلالية البسيطة والمعقدة (المركبة) وهى الحالة التى تمثل حالة الكثبان الهلالية البسيطة مرحلة النضج ومن ثم ارتفاع قيمة متوسط درجة انحدار الصباب. (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص ص ٧٨ -٨٥).**
- **تزيد النسبة التى تشغلها الانحدارات المتوسطة (11° - ٣١°) بنسبة ٣٨,٨ ٪ الى الشديدة بنسبة ٣٣,٩ ٪ فى كل جوانب الكثبان الهلالية مقارنة بالانحدارات الخفيفة ويرجع ذلك الى أن جوانب الكثبان الهلالية تتميز بانحداراتها الشديدة نسبياً لاسيما جانب الصباب الذى تزيد فيه الانحدارات الشديدة والشديدة جداً، وهذا يعنى أن الرياح الشمالية والشمالية الغربية أكثر تأثيراً وقوة، مما يفسر حقيقة العلاقة القوية بين اتجاه الرياح وانحدار جوانب الكثبان الهلالية.**
- **تتوزع زوايا انحدار جوانب الكثبان الهلالية فى خمس مجموعات توضح كل مجموعة الزوايا الشائعة ونسبتها المئوية والزوايا الحدية العليا والدنيا وقد استحوذت منها الزوايا 18° و33° على أعلى نسب مئوية من اجمالى أطوال القطاعات التى تم قياسها، وقد تختلف هذه الزوايا ونسبها عن مناطق اخرى تم دراستها سابقاً على مستوى**

الجماهيرية الليبية او اقطار الوطن العربى وذلك لاختلاف الظروف المناخية والموقع الجغرافى وتباين احجام الكثبان ورواسبها ومصادرها.

⇐ تقل نسبة الانحدارات الشديدة جداً أكثر من ٣٢ ° فى جوانب الكثبان الهلالية مما يشير الى سيادة التهدل فى جانب الصباب لنشاط الرياح بالمنطقة، كما تفسر حداثة وصغر أحجام الكثبان بالمنطقة.

⇐ تزيد نسبة الانحدارات الخفيفة نسبياً لتصل الى ١٢,٢ ٪ والتى تمثل جانب الكساح وتميل الى ان تاخذ الشكل المحدب – المقعر مما يفسر انها متطورة عن كثبان قبابية.

⇐ تقل نسبة الانحدارات فوق المتوسطة (١١ ° – ١٨ °) لأن الكثبان كما لوحظ اثناء الدراسة الميدانية تاخذ الشكل الخفيف فى مواجهة الرياح ثم تنتقل مباشرة من السطح الهين الى الشديد مباشرة (مقعر – محدب) وقد يرجع ذلك لطبيعة وتطور الكثبان بالمنطقة لكونها متطورة عن كثبان قبابية، علاوة على دور الرياح وشدتها مما يكون له أثر واضح على كثبان المنطقة.

الخصائص الميكانيكية لرواسب الكثبان الرملية الهلالية:

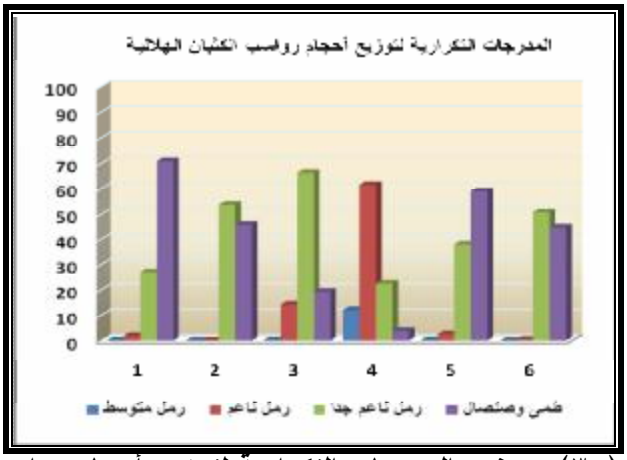
لتحديد خصائص رواسب الكثبان الرملية وتحديد الصورة التوزيعية لأحجام رواسبها وذلك للوقوف على أهم طرق النقل والارساب وطبيعة بيئة الترسيب التى تشكلت فيها هذه الكثبان، فقد تم إجراء التحليل الميكانيكى لرواسب عدد (٦) عينات من جوانب الكثبان وأوضحت نتائج التحليل جدول (٢٥) وشكل (٢٩) ما يلى:

جدول (٢٩) نتائج التحليل الميكانيكى لرواسب الكثبان الهلالية بالمنطقة

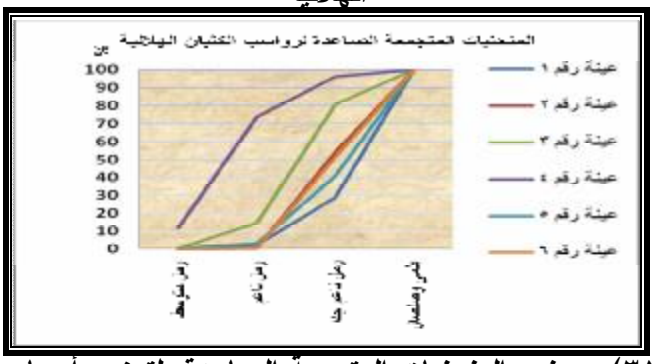
الخصائص / مواقع العينات									
كساح شمال أبوهادى	–	٣١٤	٠,٠١	١٠٠	٠,٠٣	٧٠,٩	١٠٠	٣,٠١	٠,٠٢٥
صباب شمال أبوهادى		٢٤١,٥		٨٣,٣	٠,٠٣	٤١	١٠٠	٢,٠	٠,٠٣٤
كساح شمال أم القنديل		٢١٠	٠,٠٥	٦٦,٣	١٤,٠٧	١٤,٠	١٠٠	٢,٣	٠,٠٣٣
صباب شمال أم القنديل		١٤٩	١٦,٨	٦١,٦	٢١,٤٤	٩,٥	١٠٠	٢,٨	٠,٠٤٣
كساح شمال سبخة هراوة		١٧٣	٠,٠٥	٨٦,٨	١,٦	٥٩	١٠٠	٢,٠	٠,٠٣٤
صباب شمال سبخة هراوة	–	٦٥٠	–	٠,٠٥	٣,٠٨	١٥	١٠٠	٢,٤	٠,٠٣٥
المتوسط العام	–	٢٣٥	٣,٠١	٤٠	١٣,٠٥	٤٠,٠٧	١٠٠	٢,٦	٠,٠٣٥

- يبلغ المتوسط العام لأحجام رواسب الكثبان االهلالية بالمنطقة ٢,٦ Φ مما يعطى مؤشراً على أن رمال المنطقة ناعمة الحجم وتقترب من الرمال الناعمة جدا.
- تزيد نسبة الرمال الناعمة والناعمة جدا حيث تمثل الفئة المنوالية لتصل نسبتها الى ٥٦,٥ ٪، والطمى والصلصال بنسبة ٤٠,٧ ٪، شكل (٢٩) ويفسر ارتفاع نسبة الرمال الناعمة والناعمة جداً الى أن الرياح هى العامل الرئيسى المشكل للكثبان الهلالية بالمنطقة قيد الدراسة.

- **يتضح من نتائج تحليل رمال صباب وكساح الكثبان الهلالية أن هنـــاك تبايناً واضحاً بينها حيث ترتفع نسبة الرمال الناعمة جدا والمواد الطميية فى رمال الصباب فى حين تقل نفس النسبة فى الكساح وقد يرجع ذلك إلى عملية الترسيب التدريجى للرواسب المحمولة بالريـــاح، إذ ترســـب حمولتها الخشنة أولاً بمجرد اصطدامها بجسم الكثيب، ثم ترسب المـــواد الأقل فى خشونتها فى اتجاه منصرف الرياح (الصباب). ولـــذلك دائمـــاً يكون جانب منصرف الرياح أكثر نعومة من الجانـــب المواجـــه للريـــاح (*Langford, 2000, p.41*).وفى هذا يؤكد كل من *Embabi(1982)* و *Glennie ,(1970)* على أن حجم الحبيبات يقل كلما اتجهنا نحو قمة الكثيب.**



شكل (٣٠) يوضح المدرجات التكرارية لتوزيع أحجام رواسب الكثبان الهلالية



شكل (٣١) يوضح المنحنيات المتجمعة الصاعدة لتوزيع أحجام رواسب الكثبان الهلالية

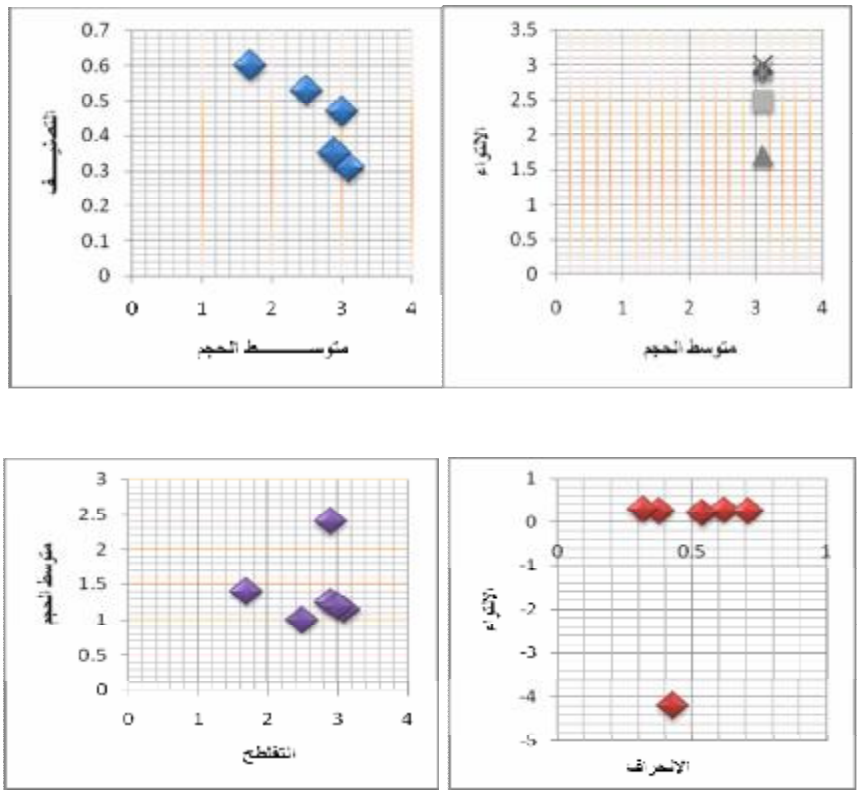
- **من تحليل المعاملات الاحصائية جدول (٢٦) يتضح أن متوسط حجم الرمال يميل للحجم الناعم والناعم جدا وقد يصل الى الطمى والصلصال، ويشير معامل التصنيف للعينات الى وصفها بالتصنيف شبه الجيد الـــى**

الجيد جداً أحياناً لتبلغ نسبة التصنيف الجيد جدا والجيد وشبه الجيد ١٠٠٪ مما يشير الى قرب مصادر الرمال ومعظمها ذات الأصل المحلى، كما يدل ذلك على أن انتشار أحجام الرواسب داخل العينات المختارة يكون تجانسه جيد الى شبه جيد وهذه الخاصية دائماً تميز الرواسب الهوائية. ويتفق هذا مع ما توصلت إليه دراسة الكثبان على سهل الباطنة بسلطنة عمان، حيث وجدت أن الرمال الناعمة فى الكثبان الداخلية ذات درجات فرز معتدلة إلى جيدة (أحمد سالم، ١٩٩٤، ص ٦٤).

- تشير نتائج معامل التفلطح والألتواء للعينات على أنها ذات تفلطح متوسط الى مدبب بنسبة ٦٦,٦ ٪ مما يفسر أن أحجام الرمال غير مركزة فى فئة حجمية واحدة، كما يدل التواء منحنى توزيع رمال العينات المختارة على أنه التواء موجب أى أن الرمال تتركز فى اتجاه واحد، حيث بلغت نسبة الالتواء الموجب اكثر من ٨٣,٣ ٪، وتشير بعض الدراسات أيضاً الى أن الإلتواء الموجب فى رواسب الكثبان الرملية ناتج عن أن سرعة الرياح ليست بالقوة لتنقل الحبيبات الخشنة مع نقلها للرواسب الناعمة.

جدول (٢٦) يوضح قيم التعبيرات الوصفية لفئات خصائص توزيع حبيبات رمال الكثبان الهلالية

التصنيف	عدد	٪	الالتواء	عدد	٪	التفلطح	عدد	٪
تصنيف جيد جداً أقل من ٠,٣٥	١	١٦,٦	التواء موجب جداً ١,٠ – ٠,٣	–	–	مفلطح جداً أقل من ٠,٦٧	–	–
تصنيف جيد ٠,٣٥–٠,٥٠	٣	٥٠	التواء موجب ٠,٣ – ٠,١	٥	٨٣,٣	مفلطح ٠,٩٠ – ٠,٦٧	–	–
تصنيف شبه جيد ٠,٧٠ – ٠,٥٠	٢	٣٣,٣	التواء متماثل ٠,١ – ١-٠,٠	١	١٦,٦	مقلطح متوسط ١,١١ – ٠,٩٠	٢	٣٣,٣
تصنيف متوسط ١,٠ – ٠,٧٠			التواء سالب ٠,٣ – ٠,١			مدبب ١,٥٠ – ١,١١	٣	٣٣,٣
تصنيف ضعيف ٢ – ١	–	–	التواء سالب جداً ٠,١ – ٠,٣	–	–	مدبب جداً ٣,٠ – ١,٥٠	١	١٦,٦
الاجمالى	٦	١٠٠		٦	١٠٠		٦	١٠٠



شكل (٣٢) يوضح العلاقات الوصفية بين خصائص توزيع رواسب الكثبان الهلالية

- **بلغ متوسط الانحراف المعيارى لتوزيع رواسب العينات المختارة ٠,٥ مما يشير الى تناسق توزيع أحجام الرواسب، وهذه دائماً ما تميز الرواسب القارية بعكس الرواسب الشاطئية يزيد فيها متوسط الانحراف المعيارى.**
- **تشير نتائج العلاقات الاحصائية الوصفية شكل (٣٢) ان الرواسب ذات التصنيف الجيد والجيد جدا تميل الى ان يكون منحنى توزيعها موجباً، كما ان الرواسب ذات التفلطح المتوسط تميل الى الالتواء المتماثل والموجب. حيث أنه إذا كان التفلطح يتراوح بين الجيد والمتوسط فإن الرمال تكون قد دخلت مرحلة النضج (نبيل إمبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٥، ص ١٤).**

- ومن الشكل (٣٢) يتضح أن الرمال التى تتصف بتصنيف جيد ومعتدل تميل إلى الالتواء شديد النعومة (التواء موجب)، مع ملاحظة أن الرواسب الناعمة دائماً تميل للالتواء السالب، ولكن الالتواء الموجب هنا يشير إلى أن سرعة الرياح ليست بالقوة لتتمكن من نقل الحبيبات الخشنة مع نقلها للرواسب الناعمة (أحمد سالم، ١٩٩٤، ص ص ٦٤ – ٦٦).

يتضح من الشكل (٣١) الخاص بالمنحنى المتجمع الصاعد لتوزيع احجام الرواسب أن الرمال تم نقلها بطريقة التعلق لمسافات طويلة، كما يبدو ايضاً من الشكل ان هناك بعض الحبيبات الرملية تاخذ داخل مرحلة التعلق اكثر من مرحلة للحركة، وقد يفسر ذلك بامتداد منطقة الكساح وتنوع حركة الحبيبات عليها.

هذا وتوضح أحجام الرواسب الرملية مدى تناقص حجم الرمال فى اتجاه نقل الرواسب , وقد أوضح (*Allen , 1970*) أن هناك عاملين أساسيين مسئولين عن هذا التناقص فى متوسط الحجم وبالتالى فى التصنيف مع اتجاه النقل:

١) تباين المدخلات حيث أن حبيبات الحجم الواحد أو الناعمة تكون أسرع فى نقلها من الحبيبات الأخرى

٢) انتقاء المدخلات *selective entrainment*، بحيث تؤدى إلى تناقص فى مستوى الطاقة فى اتجاه النقل مع تغير فى قوة الدفع بين الحبيبات والقاع التى تتحرك عليه مما يتطلب ذلك سرعة بين أحجام الرواسب واحتكاكها ببعضها البعض. (*Abudoha , J.,O.,2002,PP.49-50*)

ثانياً: التحليل الكيميائى لرواسب الكثبان الرملية:

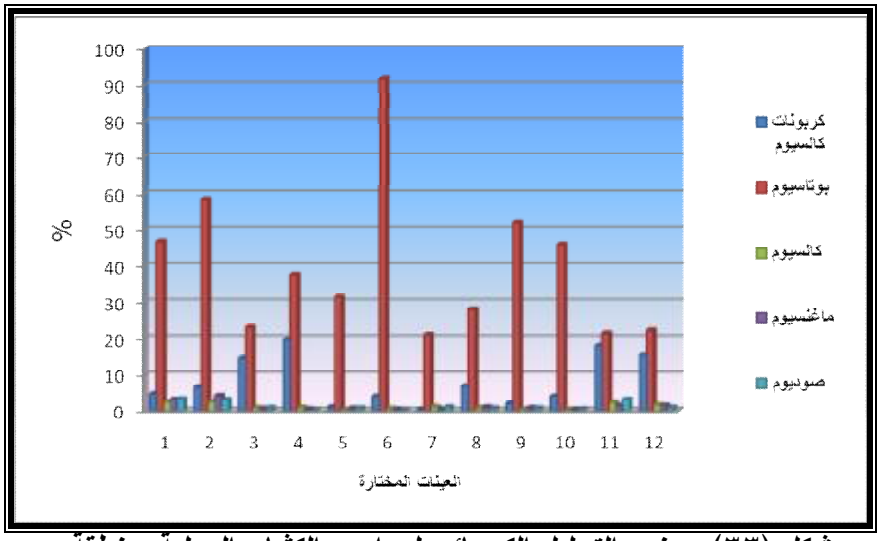
تهدف دراسة الخصائص الكيميائية والمعدنية الى التمييز بين الحبيبات عما إذا كانت محلية أم منقولة من مكان آخر، وطبيعة الأشكال الثانوية المرتبطة بالحبيبات الرملية، وذلك عن طريق معرفة المحتوى المعدنى والمعادن الثقيلة. وقد تم تحليل ست عينات[*] ثلاثة منها تمثل حبيبات الكثبان الطولية، والأخرى تمثل حبيبات الكثبان الهلالية، واسفرت نتائج التحليل جدول (٢٧) عن الآتى:

[*] تم إجراء التحليل بمعمل التربة بكلية الزراعة جامعة سرت

جدول (٢٧) نتائج التحليل الكيميائى لرواسب الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة (النسب بالملجرام مكافئ)

رقم العينة	PH	كربونات الكالسيوم %	الكبريتيت الذائبة جزء / مليون	الكاتيونات القاعدية (ميكافئ / لتر)			الكاتيونات الذائبة (ميكافئ / لتر)				الكاتيونات المتبادلة (ميكافئ / ١٠٠ جم)		
				كلوريدات	كبريتات	كربونات	صوديوم	بوتاسيوم	ماغنيسيوم	كالسيوم	صوديوم	بوتاسيوم	كالسيوم ومغنيسيوم
العينة ١	٧,٩	٤,٧	٤١,٨	٣,٥	٢,٢	٢,١	٣,٤	٠,١	٣,١	٢,٤	١,٣	٠,٤	٦,٥
	٨,٠	٦,٦	٨٤,٥	٣,٧	٥,٠	١,٩	٣,٤	٠,٢	٥,٢	٣,٤	١,٨	٠,٧	٦,٠
العينة ٢	٨,٣	١٤,٥	٢٣	٠,٣	١,١	١,٨	٠,٨	٠,١	٠,٦	٠,٨	٠,٣	٠,٧	٢,٠
	٨,٢	١٩,٧	٣٧,٦	٠,٤	١,١	١,٨	٠,٩	٠,٥	٠,٥	٠,٩	٠,٧	٠,٩	٢,٨
العينة ٣	٧,٧	١,٠	٣١,٥	٠,٢	٠,٦	١,٢	٠,٣	٠,٧	٠,٣	٠,٦	٠,٨	٠,٧	٣,٠
	٧,٨	٤,٠	٩١,٨	٠,٨	٠,٦	١,٥	٠,٦	٠,٤	٠,٣	٠,٦	٠,٣	٠,٥	٣,٦
العينة ٤	٨,٧	٠,٤	٢١	٠,٨	٢,١	١,٢	٠,٨	٠,٥	٠,٢	١,١	٠,٥	٠,٨	٣,٢
	٨,٧	٩,٩	٢٨	٠,٣	٠,٥	٠,٧	٠,٨	١,٠	٠,٢	٠,٨	٠,٧	٠,٧	٣,٠
العينة ٥	٧,٦	٢,٠	٤٢	٠,٣	١,٠	١,٧	٠,٥	٠,٨	٠,٣	٠,٥	١,١	٠,٥	٣,٥
	٨,٢	٤,٠	٤٦	٠,٨	٠,٧	٢,٠	٠,٤	٠,٥	٠,٢	٠,٤	١,٢	٠,٦	٣,٠
العينة ٦	٨,٨	١٨	٢١,٤	١,٤	٣,٩	١,٠	٢,٣	١,٤	٠,٣	٣,١	٠,٦	٠,٨	١,٩
	٨,٤	١٥,٥	٢٢,٢	٠,٤	٥,٨	١,٧	١,٦	١,٤	٠,٣	٠,٩	٠,٦	٠,٥	١,٥
المتوسط العام	٨,٢	٨,١	٣٩,٩	١,٠	١,٩	١,٥	١,١	١,٠	٠,٣٨	١,٣	٠,٦٢	٠,٧٤	٣,٣

- يبلغ متوسط قيمة الرقم الأيدروجينى ***(ph)*** برواسب الكثبان الرملية ٨,٢ مما يعكس ارتفاع قلوية التكوينات (يوسف محمد عبدالهادى، ١٩٨٦). مما يؤدى إلى إذابة السيلكا فى ظل الظروف الصحراوية فتعمل على تغطية السيلكا للحبيبات الرملية المشكلة للكثبان الرملية (***Embabi ,N,2004,p.136***).
- ارتفاع نسب كربونات الكالسيوم الى متوسط ٨,١ ٪ يفيد أن مصدرها التكوينات الجيرية المنتشرة بساحل المنطقة (صخور الكاكرانيت) وقد تأكد ذلك من الخصائص الميكانيكية للحبيبات المشكلة للكثبان بالمنطقة فى انها ذات اصل محلى أو انها نقلت لمسافات قريبة من تلك التلال المنتشرة بالمنطقة.
- تأخذ الرواسب الهوائية دائماً اللون الأحمر الفاتح،من الرمل الناعم جداً الى الناعم لارتفاع نسبة السيلكا علاوة على انها قد يكون مصدرها من الداخل وليست لها علاقة بتكوينات الشاطئ التى تميل للون الأبيض نتيجة ارتفاع نسب الكالسيوم الأصداف البحرية الكلسية.



شكل (٣٣) يوضح التحليل الكيميائى لرواسب الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

- **يتضح من الجدول السابق والشكل (٣٣) أن هناك تنوعاً في نسبة المعادن الثقيلة والخفيفة في الرواسب وهذا التنوع يرجع إلى التباين الواضح في طبيعة الصخور التي اشتقت منها هذه المعادن، وإنه قد لوحظ ارتفاع فى نسب المعادن الثقيلة لاسيما فى الرواسب المأخوذة من أعالى الكثبان ويفسر ذلك بقاؤها وعدم تحركها من قمم الكثبان وبالتالى عملت على ارتفاع بعض الكثبان بالمنطقة. ويؤكد ذلك ما لاحظه (*Walker (1979* من زيادة فى نسب المعادن الثقيلة من *Augite* و *Hornblande* الهورنبلند فى كثبان ليبيا الرملية و أرجع ذلك الى التجوية الموضعية *in situ* وأوضحت خصائص الحبيبات أن هناك تقدماً يزيد فى درجات هذه المعادن الثقيلة مع المسافة من مصدر هذه الرمال بمعنى آخر مع عمر الكثيب نفسه. *Pye and Tsoar, 1990 , P.208).*)**

خصائص أسطح حبيبات رمال الكثبان:

أوضحت دراسة النسيج السطحى لحبيبات الكوارتز باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى أنها تتميز بمجموعة من الظاهرات الخاصة هى:

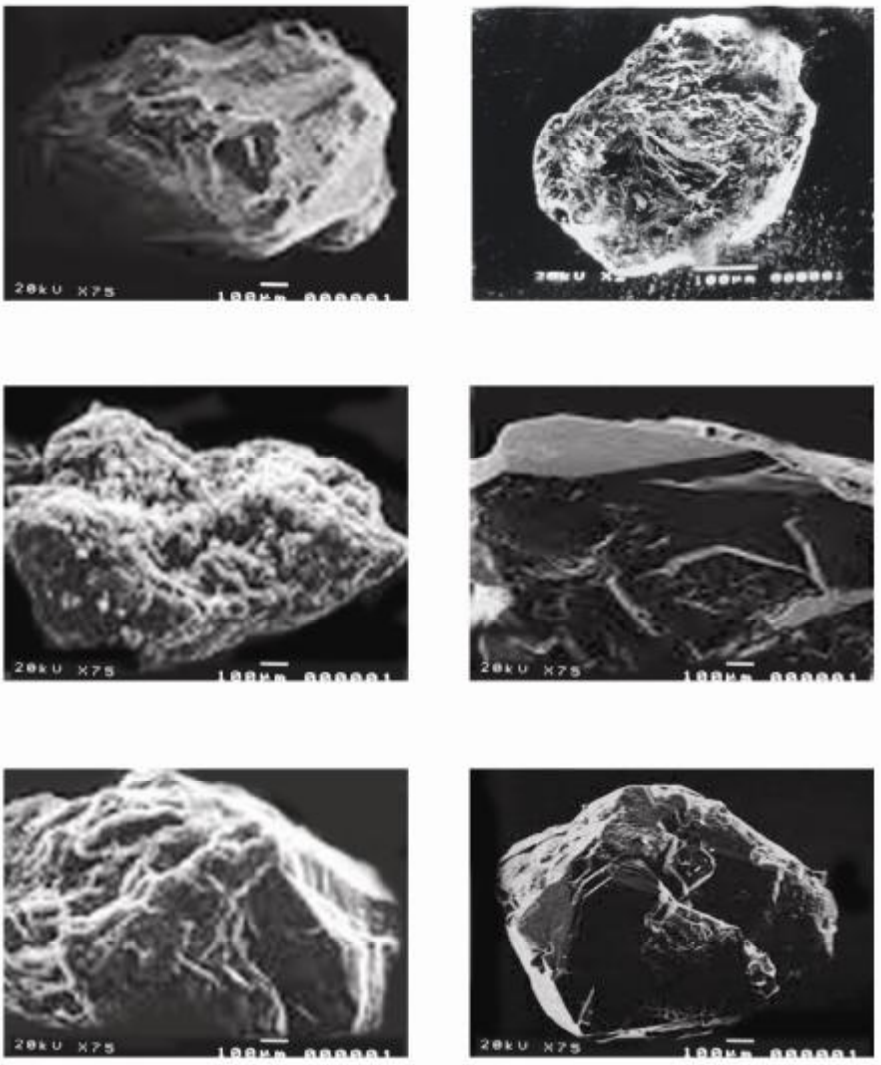
من خلال شكل الأسطح الخارجية للحبيبات لوحة (١٩اوب) يتضح أنها تتميز بمجموعة من الأشكال أهمها الحافات المستديرة وهى تكاد أن تظهر فى كل الحبيبات، وظاهرة الأطباق المقلوبة، وهى ترجع إلى تكسير الكوارتز على طول أسطح الالتحام فى صورة شعريات شبكية بالإضافة إلى ظهور مجموعة من الفجوات والمنخفضات مع قليل من الحزوز والحفر الغائرة، بالإضافة إلى رواسب السيلكا التى تغطى سطح الحبيبات، مع وجود للأشكال المضلعة والتى تنجم عن التجوية أو التلاطم.

وتشير بعض الخصائص السابقة مثل الملامح الميكانيكية كالأطباق المقلوبة والحفر والفجوات المتلاحمة إلى البيئات الهوائية (*Mohran, T. M., 1994, p. 312)*، حيث أن هناك بعض الأشكال الهامة تنتشر فوق أسطح حبيبات الكثبان بالمنطقة مثل المنخفضات الطولية المتوازية، وهذه قد ترجع إلى نتائج عمليات البرى *Abrasion* التى تعرض لها أسطح الرمال فى البيئات الصحراوية، أو عملية الزحف *Creep* التى تتحرك بها الرمال (أحمد عبد السلام ومحمود عاشور، ٢٠٠٠، ص ص ٣٦ – ٣٧).

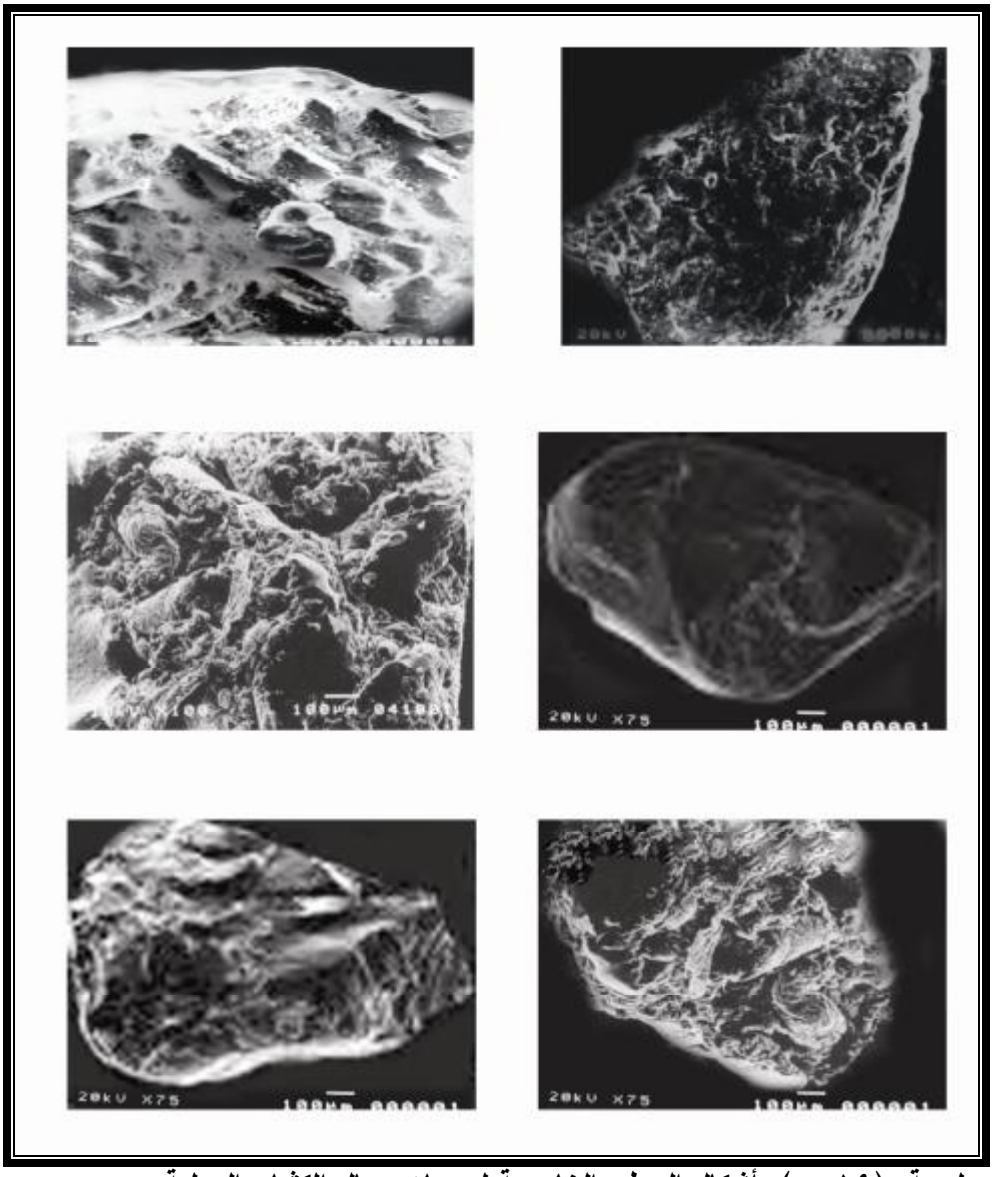
هذا بالإضافة إلى الأشكال الأخرى مثل التى تميز بيئات فيضية ولكنها تعرضت بعد ذلك لفعل العمليات الهوائية التى عملت على إعادة إستدارتها، ومن ثم قد يصعب بواسطة هذه الأشكال السطحية الوقوف على بيئة الترسيب الأساسية لتعرض الحبيبات لأكثر من بيئة ترسيب مختلفة.

وعلى الخلاف مما سبق فالحقيقة التى انتهيت إليها معظم الدراسات فى أن الرمال الهوائية ليست تامة الإستدارة كما كان يعتقد البعض، وإنما هى تكون فقط مستديرة فى الفئة الحجمية (٠,١٢٥ – ٠,٢٥ مم) فئة الرمل الناعم، أما باقى الأحجام فمعظمها تكون شبه زاوية إلى شبه مستديرة فى شكلها، وهذا يرجع بدورة إلى خصائص مصدر الرمال وطريقة نقلها. *(Trewin, N. H., 1988, pp. 252 – 254)* .

خلاصة القول أن هذه الأشكال التى تميز أسطح الرمال فى الكثبان الرملية قد تتغير مع تطور الزمن أثناء ومع تجميع وتراكم الرواسب الهوائية، ويرجع تشكرين *(Tchakrian, V., P., 1991, pp.347– 369)* هذا التطور والتغير والذى قد يؤدى إلى ظهور أشكالاً أخرى من الملامح التى لم تكن موجودة سابقاً إلى فعل التجوية.



لوحة (١٩، أ) أشكال السطح الخارجية لحبيبات رمال الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

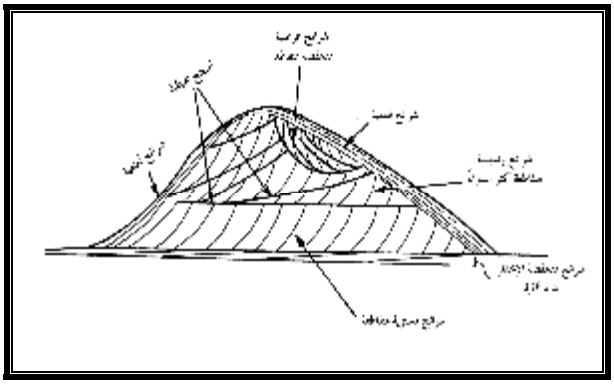


لوحة (١٩، ب) أشكال السطح الخارجية لحبيبات رمال الكثبان الرملية بمنطقة الدراسة

البنية الداخلية للكثبان الرملية الهلالية:

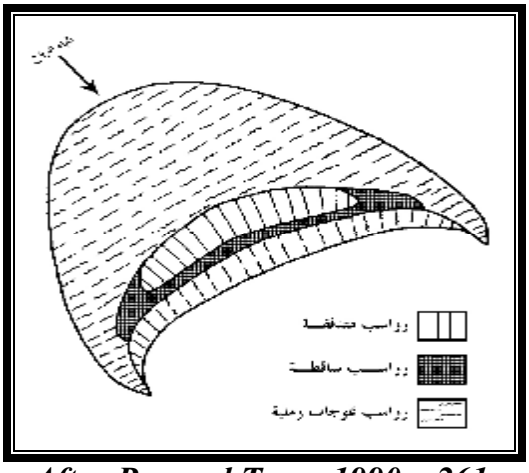
من العرض السابق للعوامل المشكلة للكثبان بالمنطقة اتضح أن للرياح دوراً رئيساً فى تشكيلها حيث تقوم اثناء تشكيلها للكثبان بتنظيم الحبيبات الرملية عن طريق عمليتى الازالة والارساب على شكل راقات متقاطعة تتباين فى اتجاهاتها ودرجات ميلها ونوع توزيعها حسب سرعتها واتجاهها السائد التى تاتى منه هذه الرياح مكونة فى ذلك مجموعة من البنيات الداخلية المتباينة فى اجسام الكثبان الرملية بالمنطقة.

وقد قدم باجنولد *(Bagnold , 1941 , p. 241)* (نموذجاً للبنية الداخلية للكثبان الهلالية لحافة وقمة منفصلتين ومع واجهة تهدل تمتد الى قاعدة المنحدر المظاهر لاتجاه الرياح السائدة شكل (٣٥)



after: pye and Tsoar ,1990 , p.259

شكل (٣٤) يوضح البنية الداخلية النموذجية لاحدى الكثبان الهلالية



After:Pye and Tsoar,1990,p.261.

شكل (٣٥) يوضح نمط توزيع شرائح او طبقات سطح الكثيب الهلالى

ورغم ذلك فقد أشارت الدراسات الميدانية الى تعقد البنيـــة الداخليـــة للكثبان عن النموذج الذى اقترحه باجنولد،استناداً الى ما اذا كان هذا الكثيب له حافة وقمة متوافقتين وعما اذا كان له واجهة تهدل ممتدة الـــى قاعـــدة المنحدر المظاهر للرياح،هذا وتودى تغير اتجاهات الرياح وموسميتها لوقت اطول الى تغير حجم وشكل الكثيب على طول الوقـــت. *(Mc Kee ,1957 , 1966).*

ولكن اذا لم يكن هناك واجهة تهدل ممتـــدة الـــى قاعـــدة المنحـــدر المظاهر فان الجزء الاسفل من الكثيب سوف يتكون من شرائح من الحبيبات الساقطة المضفرة داخلياً *interfingered* مـــع طبقـــة مـــن التموجـــات المتصاعدة. *(Pye and Tsoar , 1990 , p.263)*، كما توجد ايضاً بعض الشرائح المتنوعة مما تشير الى تنوع عمليات النقل للرواسب فـــى اجـــزاء مختلفة من الكثيب، مما يؤدى بدوره الى تعقد البنية الداخلية للكثبان.

اما عن الشرائح او الطبقات العرضية المنخفضة فى انحدارها فهى تشير الى تجمع للرمال فى بيئات نباتية، أما الطبقات الأفقية تماما فهى تشير الى ظروف ترسيب رملى بطيئة،وهذه تميز البنيات الداخليـــة للكثبـــان فـــى المناطق الجافة. *(Pye and Tsoar , 1990, p.275*)

وتجدر الاشارة الى ان مواضع الطبقات العرضية فى الكثبان تتضح في الأجزاء الدنيا بالنسبة لمعظم الكثبان،فى حين يقل سمكها ووجودها فـــى الأجزاء العليا من الكثبان، وهذا يعطى مؤشراً علـــى أن الأجـــزاء العليـــا او المستويات العليا تكون أكثر تأثراً بالازاحة والارساب اكثـــر مـــن التغيـــرات المرتبطة بالرياح السائدة.

يتضح من الشكل (٣٥) أن السطح العلوى فى الكثيب والذى يطلـــق عليه رواسب التموجات الرملية الرياحيـــة *wind Ripple Deposites* او طبقة التموجات المتصلقة فهى تتشكل بواسطة حركة التموجات تحت ظروف اللاارسابات او الارسابات القليلة.وقد اوضـــح *Hunter ,1977a* ان هـــذه الطبقات المتموجة هى التى تميز نمط الارسابات الهوائية.

أما عن أهم انواع البنيات السائدة فهى:

النوع الأول:

وهو أكثر الأنواع سيادة بمنطقة الدراسة ويتكون من مجموعـــات من الطبقات المتقاطعة شبه الأفقية او تميل ميلاً خفيفاً، ويتكون فوق ســـطح الجزء العلوى من جانب ظل الرياح على هيئة طبقات قمة ويحده من أســـفل سطح شبه أفقى، وعادة ما يكون سمك الطبقات رقيق لا يتعدى عدة عشرات من السنتيمترات.

وقد تميل الطبقات فى اتجاه منصرف الرياح أو فى اتجاه مقتبل الرياح أو قد تكون أفقية تماماً.

وفى الحالات الثلاث يتحكم اتجاه وانحدار سطح الكثيب فـــى تحديـــد اتجاه وميل طبقات البنية الفوقية، كما تحدد سرعة الريـــاح الموقـــع الـــذى يحدث فيه الترسيب فاذا كانت ضعيفة حدث على الجزء الأدنى من الكـــساح واذا كانت سريعة نسبياً حدث الترسيب على القمة أو على الجـــزء الأعلـــى

من جانب الكساح. (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص ١٣٥).لوحة (٢٠)

لوحة (٢٠) البنية الداخلية للكثبان الساحلية بالمنطقة

النوع الثانى:

يتكون من مجموعة من الطبقات المتقاطعة الأمامية التى تميل ميلاً شديداً الى متوسط فى اتجاه منصرف الرياح بزوايا تتراوح بين ٢٥ ْ، ٣٣ ْ درجة وهى التى تمثل فى الأصل رواسب الصباب التى تكونت بفعل انهيال الرمال ونتيجة لان الطباقية هنا تكونت بفعل الارساب فقط فقد سميت فى دراسة اخرى بأسم الطباقية البسيطة (نبيل إمبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٣، ص ١٣٤) وتتباين سمك الطبقات فى هذا النوع من الطباقية من عدة سنتيمترات الى عشرات من السنتيمترات وفى نفس الوقت قد يقل السمك للطبقة الواحدة فى اتجاه واحد او فى كلا الاتجاهين وفى هذه الحالة تعرف باسم الطبقات المتلاشية.

وتقل درجة الميل أحياناً بشكل تدريجى بحيث تتخذ الطبقات الشكل المقعر،هذا النوع البسيط من البنية يتميز بأستواء أسطح الطباقية كما تتوازى الأسطح التى تفصل بين مجموعات الطبقات لمسافات مختلفة. لوحة (٢٠)

- وتجدر الاشارة الى ان سمك الشرائح لا يزيد على عشرات السنتيمترات ويشير السمك الرقيق لهذه الطبقات الى أن الرمال المشكلة لها قد تكون ارسبت على سطح المنطقة فى ظل ظروف اكثر جفافاً وانها ايضاً تمت على عدة مراحل او على عدة دورات ترسيبية.
- اوضحت دراسة كل من ***McKee ,D.,and Tibbitts,J., 1964,pp:5-17)*** (ان معظم البنيات الداخلية للكثبان الهلالية

والطولية الليبية تتشكل من خليط من الرمال المستديرة جيدة التصنيف الناعمة مشكلة طبقات عرضية تميل بزاوية شديدة فى اتجاهات عكسية.

- وقد يرجع هذا التفاوت فى أحجام الرواسب المشكلة لهذه الراقات، إلى تباين نمط ترسيبها، فقد لاحظ كل من (*Ahlbrandt and Frybrger, 1981*) وجود نمطين أساسين للبنية الداخلية لرواسب الكثبان هما: إرسابى وغير إرسابى (نمط تذرية). ويفسر باجنولد *Bagnold* هذا التغير فى أحجام الرواسب الداخلية إلى أنه مع تعرض الأسطح الرملية للرياح فإن الحبيبات الناعمة تكون أول ما يتم تذريته ومن ثم أول ما يتم ترسيبه ومع تناقص الحبيبات الناعمة يزداد تدريجياً حجم الحبيبات المرسبة بالاتجاه نحو السطح، ويتعرض هذا السطح للتذرية حيث تزال المواد الناعمة ويصبح أكثر خشونة والذى ترسبت فوقه من جديد راقات ناعمة تصبح أخشن بالاتجاه نحو السطح (*Bagnold, 1960, p. 288*).
- أما النمط غير الإرسابى (نمط التذرية) فلا يشترط أن تكون رواسبه هوائية، وإنما قد تكون رواسب فيضية , وتجدر الإشارة هنا إلى أن النمط غير الإرسابى هذا يتكون من رواسب رطبة وأخرى جافة، أما الرواسب الجافة فقد سادت عن طريق التموجات الهوائية مع تساقط حبيبات عليه، أما الرواسب الرطبة فهى ربما تكون تعرضت للتدفق من خلال مجارى مائية أو عندما يخترق مستوى الماء الجوفى أو البحرى الكثيب ليصل إلى السطح، هذا وقد تضم تلك البنية الرطبة رواسب عضوية وكربونات جيرية ورواسب متبخرات (*Ahlbran, and Frybrger, 1981, pp. 118 – 119*).

رابعاً: التموجات الرملية:

التموجات الرملية من الأشكال التى تنتج من عمليات ترسيب سريعة للرياح فوق أسطح مستوية نسبياً، وتوصف ضمن الأشكال الرملية صغيرة الحجم (محمد صبري محسوب، ١٩٩٦، ص ص ٣٠٠- ٣٠١) كما تنتشر فوق أسطح كل من الفرشات الرملية و النباك الكبيرة والكثبان الساحلية والصحراوية،وقد يزيد حجمها فى بعض الأحيان لتصل إلى ما أسماه باجنولد *Bagnold* بالعروق (الحافات الرملية) *Sand Ridges* حيث يصل طول موجتها إلى ٢٠ متراً وقد يزيد ارتفاعها على ٦٠ سم. (*Bagnold , 1941, pp:154-155*).

ولدراسة مثل هذه الظاهرات الجيومورفولوجية الدقيقة صعوبات تتمثل فى صغر أحجامها وقلة ارتفاعاتها لذا يصعب دراستها من الصور الجوية والمرئيات الفضائية وتتطلب دراستها تكثيف الدراسة الميدانية

والقياسات الميدانية. وقد تم دراستها بالتفصيل فى دراسة سابقة للباحث ([٢]) ولذا اكتفى هنا بعرض نتائج الدراسة فقط.

اظهرت نتائج البحث مايلى:-

- ⇐ تباين خصائص منطقة الدراسة من الناحية الجيولوجية والمناخية والتضاريسية، فتنوعت صخورها ورواسبها ما بين صخور بليستوسينية ورواسب ريحية وشاطئية وفيضية ساعدت على نشاط العوامل الهوائية من ممارسة نشاطها الارسابى فوق سطح يتميز باستوائه وقلة تضرسه المحلى.
- ⇐ توزعت الأشكال الارسابية الهوائية فوق منطقة الدراسة مابين نباك وفرشات رملية وكثبان رملية بأشكالها المختلفة، بصورة واسعة على طول امتداد المنطقة متاثرة بمجموعة من العوامل الجغرافية ساعدت على ارساب وتشكيل هذه الرواسب.
- ⇐ تنتشر النباك بأشكالها المختلفة بصورة واسعة على منطقة الدراسة، حيث تتباين فى خصائصها المورفولوجية، حيث تتباين قيم الأنحراف المعيارى بين أطوالها وعرضها وارتفاعها، وارتفاع قيم الانحراف المعيارى بين أطوال النباك تشير الى وجود تباين فى أطوال النباك على مستوى المنطقة، فى حين انخفضت قيم الانحراف بين قيم الأرتفاع نظراً لقلة ارتفاع النباك.
- ⇐ اوضحت خصائص زوايا الانحدار على جوانب النباك الى ارتفاع النسب المئوية التى تشغلها الانحدارات ى مؤخرات الخفيفة والمتوسطة لا سيما فى مؤخرات النباك، فى حين ترتفع نسب الانحدارات الشديدة (أكثر من ٢٠ درجة) فى مقدمات النباك، مما يفسر شدة انحدار الجوانب المواجهة للرياح.
- ⇐ بلغ المتوسط العام لأحجام رواسب النباك ٢,٦ Φ،حيث تراوحت ما بين الرمال الناعمة والناعمة جداً، حيث تمثل الرمال الشكل المميز لرمال النباك، فى حين يزيد الحجم نسبياً فى مقدمات النباك عنه فى مؤخراتها حيث تحمل الرياح اولاً المواد الناعمة تاركة الرواسب الخشنة.
- ⇐ أوضحت الدراسة أن البنية الداخلية للنباك بالمنطقة أنها تتميز بالبقية المتقاطعة والتى تميز دائماً الكثبان الرملية الهوائية.
- ⇐ أوضحت ايضاً خصائص اسطح رواسبها أنها تتميز بمجموعة من الأشكال الميكانيكية والكيميائية والتى تميز كل من البئية القارية والبيئة البحرية التى ترسبت بها.
- ⇐ شغلت الفرشات الرملية اكبر مساحة مقارنة بالأشكال الارسابية الأخرى زادت بها نسبة الرمال الخشنة لتصل الى ٧٠% مع

---

[2] التموجات الرملية على ساحل هراوة – شرقي سرت الليبية –دراسة جيومورفومترية، مجلة مركز الخدمة للاستشارات البحثية – كلية الاداب –شعبة البحوث الجغرافية–العدد الرابع عشر، ٢٠٠٦.

انخفاض الرمال الناعمة مما أعطى مؤشراً على أشتراك عامل اخر مع الرياح فى تشكيلها.

⇐ تميزت رواسبها أيضاً برداءة تصنيفها لقصر مسافة نقل رواسبها كما أن الرواسب تم نقلها بصور النقل الثلاث، كما أشارت خصائص البنية الداخلية لها أنها تمثل بيئات ارسابية معقدة، ووجودها فى شكل راقات متوازية تقترب من الشكل الأفقى مما أعطى مؤشراً على ظروف ترسيب بطيئة وهذه الظروف دائماً تميز المناطق الجافة وشبه الجافة.

⇐ تمتد الكثبان الطولية على طول منطقة الدراسة بصورة غير منتظمة متفاوتة المسافات البينية وتتباعد لدرجة اختفاؤها وارجعت الدراسة ذلك الى ثبات التيارات الهوائية أو الى أثر التيارات الهوائية العكسية الثانوية للرياح، مما كان له الأثر على مؤشر تعرجها وزيادة نتائج هذا المؤشر نتيجة لزيادة الغطاء النباتى والتى عملت على انحراف الكثبان اكثر من مرة.

⇐ أوضحت دراسة خصائصها المورفومترية أن عرض الكثبان الطولية هو البعد الرئيس المتحكم فى الأبعاد الأخرى.

⇐ تميزت زوايا انحدار جوانبها انها تتنوع فى توزيعها التكرارى وفى أشكالها مابين كثبان طولية بسيطة ومركبة تتصل ببعضها البعض فى صور مختلفة.

⇐ تميزت رواسبها بنعومتها بمتوسط ٢,٧ Φ تمثل الرمال الناعمة والناعمة جداً الفئة المنوالية، وان اختلفت هذه النسب على جوانبها المختلفة وذلك لطبيعة الترسيب التدريجى للرواسب المحمولة بالرياح.

⇐ اوضحت خصائص الكثبان الهلالية مدى تباين أبعادها حسب مناطق تشكيلها،وأوضحت العلاقات الارتباطية بين أبعادها المختلفة وجود ارتباط قوى بينها مما أعطى مؤشراً على نمو أبعادها فى وقت واحد وبمعدل واحد.

⇐ اتفقت الدراسة مع معظم الدراسات التى تناولت الكثبان الهلالية فى أن عرض الكثيب هو أكثر المتغيرات ارتباطاً بالمتغيرات الأخرى.

⇐ أما خصائص زوايا انحدارها فقد أوضحت أن التوزيع التكرارى يتميز بأنه ثنائى التوزيع ***Bimodal*** وقد يكون فى بعض الكثبان متعدد المنوال.

⇐ كما أشارت خصائص أحجام رواسبها الى انها تتميز بنعومتها حيث بلغ متوسط أحجام رواسبها ٢,٦ Φ مما فسر بأن الرياح هى العامل الرئيس المشكل لها.

⇐ أوضحت خصائص الرواسب الكيميائية ارتفاع قيم الرقم الأيدروجينى ***Ph*** الى ٨,٢ مما يعكس ارتفاع قلوية التكوينات،كما اشارت الى ارتفاع نسب كربونات الكالسيوم مما أشار الى مصدر

هذه الرواسب الجيرى (صخور الكاكرانيت)، مع ارتفاع فى نسبة السيلكا ايضاً مما اعطاها اللون الأحمر الفاتح.

⇐ كما أوضحت خصائص البنية الداخلية لرواسب المشكلة للكثبان الهلالية مدى تعقدها وتنوعها حيث تاخذ مجموعة الطبقات المشكلة لها الوضع الأفقى او التى تميل ميلاً خفيفاً.

⇐ اتضح من دراسة مورفولوجية التموجات أنها تتميز بتنوع خصائصها المورفوموترية وقد أرجعت الدراسة ذلك الى مجموعة من العوامل التى أهمها سرعة الرياح وتنوع اتجاهاتها وطبيعة السطح ومورفولوجية وطبيعة الرواسب المشكلة منها وتنوع خصائصها المورفومترية لانحدار جوانبها.

⇐ تراوح مؤشر التموج مابين ٥-٩ فى التموجات المرتبطة بالكثبان الساحلية (التموجات الكبيرة) أما التموجات الصغيرة فتراوح معدل تموجها مابين ١٤-١٨ وهذا اتفق مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة فى أن مؤشر التموج يتباين عكسياً مع حجم الرواسب، وطردياً مع سرعة الرياح.

⇐ بلغ متوسط معدل الاستمرارية (الامتداد الأفقى) ١٢,٤ مما أعطى مؤشراً على تنوع وتعدد اتجاهات الرياح السائدة على المنطقة.

⇐ أوضحت الخصائص المورفومترية لزوايا انحدار جوانب التموجات سيادة الانحدارات المتوسطة والشديدة مما يشير الى ضعف الرياح وقلة مقدرتها على تحريك وإزاحة الرواسب على المنحدرات المواجهة للرياح، كما أوضحت أيضاً قلة الانحدارات الخفيفة مما أعطى مؤشراً على أن منحدرات التموجات تمر بمرحلة متقدمة من مراحل تطورها وأنها لم تصل بعد لمرحلة التسطح.

⇐ أوضحت نتائج التحليل الميكانيكية للرواسب أنها تتميز بخشونتها النسبية وتتراوح أحجام رواسبها مابين المتوسطة والناعمة أى أنها تتميز بتوزيع زوجى، كما أنها نقلت بواسطة حركتى القفز والدحرجة،كما أنها تميزت بتصنيف ردئ نظراً لتنوع رواسبها وعدم تناسق أحجامها ووصفها بالالتواء الناعم،وقد أشارت خصائص توزيع رواسبها أن للرياح دور رئيسى فى التشكيل.

⇐ أوضحت خصائص رواسبها الكيميائية أن هناك تنوعاً فى نسب المعادن الثقيلة والخفيفة وهذا يفسر تنوع مصادر رواسبها،وتزيد أيضا نسب المعادن الثقيلة فى رواسب القمم والتموجات الخشنة المرتبطة بالكثبان الساحلية مما أعطى تفسيراً لبقائها وعدم تحركها من قمم التموجات.

⇐ أوضحت خصائص أسطح رواسب التموجات أنها تتميز بوجود مجموعة من الأشكال الميكانيكية والكيميائية والتى أوضحت أن هناك تنوعاً فى بيئات الترسيب ما بين الشاطئية والقارية والفيضية.

⇐ أشارت الدراسة الى وجود حركة للرمال فى بعض المناطق التى تنتشر بها هذه الأشكال الرملية،وان اختلفت الحركة من شكل لاخر

حسب طبيعة سطح المنطقة وسرعة الرياح من جهة وحجم الكثيب من جهة أخرى، ترتب على هذه الحركة تأثيرها على الاراضى الزراعية والطرق والمساكن مما يؤدى إلى تدميرها وتناقص مساحتها وتدهور التربة.

⇐ أشارت الدراسة الى مجموعة من الحلول المقترحة للحد من حركة الرمال وتقليل اثارها التدميرية بالمنطقة.

رابعاً: حركة الكثبان الرملية والاثار المترتبة عليها وطرق مواجهتها:

أمكن للباحث من خلال الدراسة الميدانية ملاحظة وجود حركة للرمال فى بعض المناطق التى تنتشر بها هذه الأشكال الرملية،وان اختلفت الحركة من شكل لاخر حسب طبيعة سطح المنطقة وسرعة الرياح من جهة وحجم الكثيب من جهة أخرى، ونظرا لعدم تمكن الباحث من الحصول على ايه مرئيات او صور جوية لفترة زمنية طويلة يستطيع من خلال مقارنتها وهى طريقة متبعة من قبل فى دراسة حركة الكثبان الرملية (٣) للتعرف على معدلات النحت والحركة ولذا فقد لجا الباحث الى الطريقة الميدانية فى تتبع حركة بعض الكثبان الرملية بالمنطقة واتضح ان حركة الكثبان بطيئة فى الكثبان الطولية فهى تقل عن متر سنوياً وفى هذا شبه اتفاق بين الدراسات على ان هذه الكثبان تتحرك بصورة بطيئة جداً تصل الى اقل من متر سنوياً كما اوضحت التجارب التى قامت بها العديد من الدراسات التى أجريت على هذا النوع من الكثبان (امبابى وعاشور، ١٩٨٣، ص ٩٥)) *(Hynes,1980,61 (Pye and Tsoar ,1990).*

أما الكثبان الهلالية فقد كانت حركتها اسرع بالمقارنة بالكثبان الطولية حيث تراوحت بين ٥-٨ متر فى السنة ويفسر زيادة السرعة هذه بصغر أحجام الكثبان الهلالية بالمنطقة من جهة وزيادة سرعة او نشاط الرياح السائدة من جهة أخرى (احمد سالم، ١٩٩٤، ص ٧٤).

---

(٢) استخدمت هذه الطريقة فى قياس حركة الكثبان فى رمال ال وهيبة بسلطنة عمان (*Kay simon , 1988 pp. 181,184*) كما استخدمت فى شبه جزيرة قطر (نبيل امبابى ومحمود عاشور، *1985*، ص ص ١٤٨-١٤٩ (وفى الاشكال الرملية بسلطنة عمان (احمد سالم، ١٩٩٤، ص ص ٧٣-٧٤).

لوحة (٢٦) تراكم الرمال خلف احدى المساكن بنطقة الدراسة

وقد نتج عن هذه الحركة انتشاراً واسعاً فى اتجاه المناطق الزراعية والمساكن (الأحواش) مما ادى الى وجود خطورة واضحة على المزارع المنتشرة بالمنطقة وايضاً تأثرت مورفولوجية بعض الأشكال نتيجة لهذه الحركة فالتحمت أو تراكبت مع بعضها البعض مكونة كثباناً طولية ناتجة عن عملية التلاحم والتركيب للكثبان الهلالية لوحة (٢٦).

أما عن النباك فتبدو الحركة بطيئة جدا بل تكاد تتوقف تماماً وترتبط فيها الحركة بنوعية النباتات التى تغطيها وشكل هذه التغطية لسطح النباك وطبيعة جذورها وعلى مدى عمق هذه الجذور، كما يتوقف على الظروف الجوية وبخاصة رطوبة الجو وبالتالى تماسك الحبيبات وقرب مستوى الماء الأرضى وبعده كما تتوقف ايضاً على كثافة النباك وخصائص سطحها وجوانبها المورفولوجية.

اما اذا توفرت ظروف الحركة كما يتضح من اثارها المتمثلة فى التموجات الرملية المنتشرة فوق مؤخرة بعض النباك، وايضاً وجود بعض النباك القزمية او الجنينية بجوار النباك الكبيرة كل ذلك يعد مؤشراً على نتاج لحركة النباك.

أما عن الفرشات الرملية فهى لم تتعرض للقياس ولكن يمكن القول بصفة عامة بأنها تتعرض للتذرية لاسيما فى المناطق المكشوفة او الخالية من النباتات حيث تقوم الرياح الشديدة بنقل الرواسب الناعمة من السطح ولذا تميزت كما اوضحت الدراسة الحالية بأسطح خشنة وتموجات رملية خشنة حيث قامت الرياح بحمل الرواسب الناعمة وبقيت الخشنة على السطح وساعد ذللك ايضاً ظروف الرعى الجائر وقطع الأشجار لاسيما فى النطاق الساحلى.

⇐ الأثار المترتبة على حركة الكثبان الرملية وطرق مواجهتها:

يرتبط بالرياح فى المناطق الصحراوية الجافة العديد من المشكلات والأخطار بشكل غير مباشر وذلك من خلال تأثيرها ودورها فى حركة الرمال وزحفها على الاراضى الزراعية والطرق والمساكن مما يؤدى إلى تدميرها وتناقص مساحتها وتدهور التربة، ومن صور هذه الاثار المرتبطة بحركة وزحف الرمال على المنطقة مايلى:

تتعرض معظم الأراضى المستصلحة للزراعة (المزارع) بالمنطقة لاضافة كميات من الرمال مما يؤدى الى تغيير خصائص التربة الميكانيكية وزيادة نسبة الرمال بها، مما يؤدى الى تدهور التربة الزراعية وتغير خصائصها ويحاول اصحاب هذه المزارع من جهة والدولة من جهة اخرى ايقاف زحف الرمال بعمل مصدات للرياح بالطرق التقليدية عن طريق انشاء أسوار وحواجز من فروع الأشجار وزراعة بعض النباتات التى من أشهرها نبات الطرفا والسرو.

تتعرض المساكن (الأحواش) أيضاً لهجوم الرياح بما تحمله من رمال عالقة مما يؤدى الى عمليات برى للمنازل وحدوث خدوش لا سيما فى الأجزاء السفلى من المبانى مما يسبب اتلاف للمساكن وتعرضها للانهيار اذا لم يتم معالجتها.

يتعرض السكان ايضاً لازعاج مناخى ناتج عن هذه الرمال مما يؤدى الى ضيق فى التنفس ومشاكل صحية لا سيما الاطفال وكبار السن.

تتعرض الطرق لزحف الرمال ويظهر ذلك على بعض الأجزاء من الطريق الساحلى الدولى لا سيما فى الجانب الشمالى وبصفة خاصة الاجزاء الواقعى عمودياً على اتجاه الرياح السائدة، حيث يصل ارتفاع الرمال المتراكمة فى بعض الاجزاء اكثر من نصف متر تقريباً ويحتاج ذلك ازالتها ميكانيكياً بواسطة الات الرفع، كما تتعرض الطرق الفرعية ايضاً لزحف الرمال لا سيما الطرق الممتدة الى المزارع الداخلية بعيداً عن الطريق الساحلى.

يترتب على زحف الرمال بعض المشكلات منها تقليل نسب الرمال الناعمة والمواد العضوية من أسطح الفرشات الرملية مما يترتب عليه من انخفاض حصوبتها وضعف مقدرتها على الاحتفاظ بالماء ومن ثم تزيد مساحة الأراضى المتصحرة.

تقلل كمية الرمال الناعمة المسفية بالرياح من نسبة الرؤية وبالتالى تزيد الحوادث المرورية وما اكثرها فى الجماهيرية الليبية فقد بلغ هذا المعدل في الأعوام الأخيرة ما بين ٢٣-٢٥ حالة وفاه لكل ١٠٠ الف من السكان (الهيئة القومية للمعلومات والتوثيق، ليبيا، " تقرير التنمية البشرية " ١٩٩٩ ص ١٠).

يعمل انتقال الرمال وزحفها على المزارع على دفن النباتات الصغيرة والبراعم الصغيرة مما يعوق نموها.

أما عن طرق مواجهة زحف الرمال فقد طرحت العديد من الدراسات مجموعة من الحلول والطرق لتفادى اخطار زحف الرمال (نبيل امبابى ومحمود عاشور، ١٩٨٥، ص ص ٢٢٥-٢٢٦) (صابر أمين الدسوقى، ١٩٩٦، ص ٢٣١) (ابراهيم سليمان الأحيدب، ١٩٩٦، ص ٢٣٣) (سمير

سامى، ٢٠٠٠، ص ص ٤٨٥-٤٨٦) (محمد فوزى عطا، ٢٠٠٠، ص ص ٢٤٢ – ٢٤٣) (معهد بحوث الصحراء، ١٩٨٣) يمكن تطبيق منها مايلى بمنطقة الدراسة ؛ استخدام الطرق البيولوجية والكيميائية وتتمثل الطريقة الأولى فى استزراع أنواع من النباتات الصحروايةوالتى يكون لها المقدرة على تثبيت الرمال وامتداد جذورها فى التربة مثل نبات الأثل (الطرفا)*Tamarix* ، على أن تحفر مجموعة من الخنادق الطولية المتعامدة على اتجاه الرياح السائدة، ثم تزرع النباتات فى الجوانب المواجهة للرياح، ولوحظ نجاحاً لهذه الطريقة حيث تنتشر الأشجار من مدخل مدينة سرت حتى وادى الحنيوة شرقاً حيث تكونت حافة رملية فى كثير من المواضع على يمن ويسار الطريق الساحلى مما حمى المزارع المجاورة من زحف الرمال.كما يمكن رش لأسطح الكثبان والفرشات الرملية بالقار لاسيما وأن الدولة الليبية غنية بالبترول ولذا فهى لا تكلف كثيراً، صيانة الطرق التى تزحف عليها الرمال، وذلك عن طريق ازالة الرمال، ووضع لوحات ارشادية على الطرق فى الأماكن التى تتعرض لزحف الرمال وعمل طرق بديله لها.

خاتمة:

اظهرت نتائج البحث مايلى:-

- ⇐ تباين خصائص منطقة الدراسة من الناحية الجيولوجية والمناخية والتضاريسية، فتنوعت صخورها ورواسبها ما بين صخور بليستوسينية ورواسب ريحية وشاطئية وفيضية ساعدت على نشاط العوامل الهوائية من ممارسة نشاطها الارسابى فوق سطح يتميز باستوائه وقلة تضرسه المحلى.
- ⇐ توزعت الأشكال الارسابية الهوائية فوق منطقة الدراسة مابين نباك وفرشات رملية وكثبان رملية بأشكالها المختلفة، بصورة واسعة على طول امتداد المنطقة متاثرة بمجموعة من العوامل الجغرافية ساعدت على ارساب وتشكيل هذه الرواسب.
- ⇐ تنتشر النباك بأشكالها المختلفة بصورة واسعة على منطقة الدراسة، حيث تتباين فى خصائصها المورفولوجية، حيث تتباين قيم الأنحراف المعيارى بين أطوالها وعرضها وارتفاعها، وارتفاع قيم الانحراف المعيارى بين أطوال النباك تشير الى وجود تباين فى أطوال النباك على مستوى المنطقة، فى حين انخفضت قيم الانحراف بين قيم الأرتفاع نظراً لقلة ارتفاع النباك.
- ⇐ اوضحت خصائص زوايا الانحدار على جوانب النباك الى ارتفاع النسب المئوية التى تشغلها الانحدارات ى مؤخرات الخفيفة والمتوسطة لا سيما فى مؤخرات النباك، فى حين ترتفع نسب الانحدارات الشديدة (أكثر من ٢٠ درجة) فى مقدمات النباك، مما يفسر شدة انحدار الجوانب المواجهة للرياح.
- ⇐ بلغ المتوسط العام لأحجام رواسب النباك ٢,٦ Φ،حيث تراوحت ما بين الرمال الناعمة والناعمة جداً، حيث تمثل الرمال الشكل المميز لرمال النباك، فى حين يزيد الحجم نسبياً فى مقدمات النباك عنه فى

مؤخراتها حيث تحمل الرياح اولاً المواد الناعمة تاركة الرواسب الخشنة.

⇐ أوضحت الدراسة أن البنية الداخلية للنباك بالمنطقة أنها تتميز بالبقية المتقاطعة والتى تميز دائماً الكثبان الرملية الهوائية.

⇐ أوضحت ايضاً خصائص اسطح رواسبها أنها تتميز بمجموعة من الأشكال الميكانيكية والكيميائية والتى تميز كل من البئية القارية والبيئة البحرية التى ترسبت بها.

⇐ شغلت الفرشات الرملية اكبر مساحة مقارنة بالأشكال الارسابية الأخرى زادت بها نسبة الرمال الخشنة لتصل الى ٧٠% مع انخفاض الرمال الناعمة مما أعطى مؤشراً على أشتراك عامل اخر مع الرياح فى تشكيلها.

⇐ تميزت رواسبها أيضاً برداءة تصنيفها لقصر مسافة نقل رواسبها كما أن الرواسب تم نقلها بصور النقل الثلاث، كما أشارت خصائص البنية الداخلية لها أنها تمثل بيئات ارسابية معقدة، ووجودها فى شكل راقات متوازية تقترب من الشكل الأفقى مما أعطى مؤشراً على ظروف ترسيب بطيئة وهذه الظروف دائماً تميز المناطق الجافة وشبه الجافة.

⇐ تمتد الكثبان الطولية على طول منطقة الدراسة بصورة غير منتظمة متفاوتة المسافات البينية وتتباعد لدرجة اختفاؤها وارجعت الدراسة ذلك الى ثبات التيارات الهوائية أو الى أثر التيارات الهوائية العكسية الثانوية للرياح، مما كان له الأثر على مؤشر تعرجها وزيادة نتائج هذا المؤشر نتيجة لزيادة الغطاء النباتى والتى عملت على انحراف الكثبان اكثر من مرة.

⇐ أوضحت دراسة خصائصها المورفومترية أن عرض الكثبان الطولية هو البعد الرئيس المتحكم فى الأبعاد الأخرى.

⇐ تميزت زوايا انحدار جوانبها انها تتنوع فى توزيعها التكرارى وفى أشكالها مابين كثبان طولية بسيطة ومركبة تتصل ببعضها البعض فى صور مختلفة.

⇐ تميزت رواسبها بنعومتها بمتوسط Φ ٢,٧ تمثل الرمال الناعمة والناعمة جداً الفئة المنوالية، وان اختلفت هذه النسب على جوانبها المختلفة وذلك لطبيعة الترسيب التدريجى للرواسب المحمولة بالرياح.

⇐ اوضحت خصائص الكثبان الهلالية مدى تباين أبعادها حسب مناطق تشكيلها،وأوضحت العلاقات الارتباطية بين أبعادها المختلفة وجود ارتباط قوى بينها مما أعطى مؤشراً على نمو أبعادها فى وقت واحد وبمعدل واحد.

⇐ اتفقت الدراسة مع معظم الدراسات التى تناولت الكثبان الهلالية فى أن عرض الكثيب هو أكثر المتغيرات ارتباطاً بالمتغيرات الأخرى.

- ⇐ أما خصائص زوايا انحدارها فقد فقد أوضحت أن التوزيع التكرارى يتميز بأنه ثنائى التوزيع ***Bimodal*** وقد يكون فى بعض الكثبان متعدد المنوال.
- ⇐ كما أشارت خصائص أحجام رواسبها الى انها تتميز بنعومتها حيث بلغ متوسط أحجام رواسبها ٢,٦ Φ مما فسر بأن الرياح هى العامل الرئيس المشكل لها.
- ⇐ أوضحت خصائص الرواسب الكيميائية ارتفاع قيم الرقم الأيدروجينى ***Ph*** الى ٨,٢ مما يعكس ارتفاع قلوية التكوينات،كما اشارت الى ارتفاع نسب كربونات الكالسيوم مما أشار الى مصدر هذه الرواسب الجيرى (صخور الكاكرانيت)، مع ارتفاع فى نسبة السيلكا ايضاً مما اعطاها اللون الأحمر الفاتح.
- ⇐ كما أوضحت خصائص البنية الداخلية لرواسب المشكلة للكثبان الهلالية مدى تعقدها وتنوعها حيث تاخذ مجموعة الطبقات المشكلة لها الوضع الأفقى او التى تميل ميلاً خفيفاً.
- ⇐ اتضح من دراسة مورفولوجية التموجات أنها تتميز بتنوع خصائصها المورفوموترية وقد أرجعت الدراسة ذلك الى مجموعة من العوامل التى أهمها سرعة الرياح وتنوع اتجاهاتها وطبيعة السطح ومورفولوجية وطبيعة الرواسب المشكلة منها وتنوع خصائصها المورفومترية لانحدار جوانبها.
- ⇐ تراوح مؤشر التموج مابين ٥-٩ فى التموجات المرتبطة بالكثبان الساحلية (التموجات الكبيرة) أما التموجات الصغيرة فتراوح معدل تموجها مابين ١٤-١٨ وهذا اتفق مع ما توصلت إليه الدراسات السابقة فى أن مؤشر التموج يتباين عكسياً مع حجم الرواسب، وطردياً مع سرعة الرياح.
- ⇐ بلغ متوسط معدل الاستمرارية (الامتداد الأفقى) ١٢,٤ مما أعطى مؤشراً على تنوع وتعدد اتجاهات الرياح السائدة على المنطقة.
- ⇐ أوضحت الخصائص المورفومترية لزوايا انحدار جوانب التموجات سيادة الانحدارات المتوسطة والشديدة مما يشير الى ضعف الرياح وقلة مقدرتها على تحريك وإزاحة الرواسب على المنحدرات المواجهة للرياح، كما أوضحت أيضاً قلة الانحدارات الخفيفة مما أعطى مؤشراً على أن منحدرات التموجات تمر بمرحلة متقدمة من مراحل تطورها وأنها لم تصل بعد لمرحلة التسطح.
- ⇐ أوضحت نتائج التحليل الميكانيكية للرواسب أنها تتميز بخشونتها النسبية وتتراوح أحجام رواسبها مابين المتوسطة والناعمة أى أنها تتميز بتوزيع زوجى، كما أنها نقلت بواسطة حركتى القفز والدحرجة،كما أنها تميزت بتصنيف ردئ نظراً لتنوع رواسبها وعدم تناسق أحجامها ووصفها بالالتواء الناعم،وقد أشارت خصائص توزيع رواسبها أن للرياح دور رئيسى فى التشكيل.

- ⇐ **أوضحت خصائص رواسبها الكيميائية أن هناك تنوعاً فى نسب المعادن الثقيلة والخفيفة وهذا يفسر تنوع مصادر رواسبها،وتزيد أيضا نسب المعادن الثقيلة فى رواسب القمم والتموجات الخشنة المرتبطة بالكثبان الساحلية مما أعطى تفسيراً لبقائها وعدم تحركها من قمم التموجات.**
- ⇐ **أوضحت خصائص أسطح رواسب التموجات أنها تتميز بوجود مجموعة من الأشكال الميكانيكية والكيميائية والتى أوضحت أن هناك تنوعاً فى بيئات الترسيب ما بين الشاطئية والقارية والفيضية.**
- ⇐ **أشارت الدراسة الى وجود حركة للرمال فى بعض المناطق التى تنتشر بها هذه الأشكال الرملية،وان اختلفت الحركة من شكل لاخر حسب طبيعة سطح المنطقة وسرعة الرياح من جهة وحجم الكثيب من جهة أخرى، ترتب على هذه الحركة تأثيرها على الاراضى الزراعية والطرق والمساكن مما يؤدى إلى تدميرها وتناقص مساحتها وتدهور التربة.**
- ⇐ **أشارت الدراسة الى مجموعة من الحلول المقترحة للحد من حركة الرمال وتقليل اثارها التدميرية بالمنطقة.**

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

١) إبراهيم سليمان الأحيدب (١٩٩٦)
بعض المخاطر الأرضية والجوية فى المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية العربية المصرية، القاهرة، العدد ٢٨.

٢) أحمد سالم (١٩٩٤)
أشكال التكوينات الرملية فى منطقة سهل الباطنة، سلطنة عمان، الجمعية الجغرافية الكويتية، رسائل جغرافية ١٦٨، الكويت.

٣) أحمد عبدالسلام (١٩٩٩)
جيومورفولوجية الكثبان الطولية شمال شرق منخفض القطارة،شمال الصحراء الغربية، رسالة دكتوراة غير منشورة،كلية الاداب، جامعة عين شمس.

٤) أحمد عبد السلام على و محمود محمد عاشور (٢٠٠٠)
التحليل المجهرى لرواسب الرمال فى شمال سيناء، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٣٦، الجزء الثانى، القاهرة.

٥) أحمد فوزى ضاحى (٢٠٠٤)
الأشكال الإرسابية على ساحل البحر الأحمر فيما بين رأس أبو سومة شمالا وحنكراب جنوبا – دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب، جامعة سوهاج.

٦) ـــــــــــ (٢٠٠٦)
التموجات الرملية على ساحل هراوة شرق سرت الليبية – دراسة جيومورفومترية، مجلة مركز الخدمة للأستشارات البحثية – كلية الاداب شعبة الجغرافيا – جامعة المنوفية، العدد الرابع.

٧) أحمد فوزى ضاحى وجميل النجار (٢٠٠٨)
السبخات الساحلية بمنطقة الوشكة جنوب غرب خليج سرت الليبي– دراسة جيومورفولوجية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة مركز الخدمة للاستشارات البحثية – كلية الآداب شعبة البحوث الجغرافية – جامعة المنوفية،العدد ٢٤.

٨) أشرف ابوالفتوح (٢٠٠٢)
الكثبان الرملية المتاخمة للسهل الفيضى للنيل فيما بين جنوب وادى الريان وديروط الصحراء الغربية – مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الاداب، جامعة عين شمس.

٩) السيد السيد الحسينى (١٩٨٨)
جيومورفولوجية منطقة الخيران – جنوب الكويت، السلسلة العلمية التى تصدرها وحدة البحث والترجمة بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ١٩.

١٠) الهيئة القومية للمعلومات والتوثيق (ليبيا) (١٩٩٩)
" تقرير التنمية البشرية "، ليبيا.

١١) جميل النجار (٢٠٠٨)
الخصائص البتروجرافية لتكوينات السهول الشرقية بسواحل سرت , دراسة جيومورفولوجية تحليلية فى مدلول العامل والعملية , مجلة جامعة التحدى العلمية،العدد الثانى، المجلد الثانى، سرت، الجماهيرية العربية الليبية.
١٢) جودة حسنين جودة (١٩٧٥)
التطور الجيومورفولوجى للصحراء الليبية، أبحاث فى جيومورفولوجية الأراضى الليبية، جـ ٢، منشورات الجامعة الليبية، بنغازى
١٣) حسن رمضان سلامة (١٩٨٣)
مظاهر الضعف الصخرى وآثارها الجيومورفولوجية نشرة دورية عدد ٥٣، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
١٤) حسن على حسن يوسف (٢٠٠٣)
الكثبان الرملية بشمال دلتا نهر النيل – دراسة تحليلية لخصائصها ومكوناتها، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٤٢، الجزء الثانى، القاهرة.
١٥) سمير سامى محمود (٢٠٠٠)
المخاطر الطبيعية فى مصر من منظور جيومورفولوجى، مجلة كلية الاداب، جامعة القاهرة، المجلد ٦٠، العدد ٤.
١٦) صابر أمين دسوقى (١٩٨٨)
التحليل المورفومترى للكثبان الرملية الهلالية فى الجزء الأدنى من حوض وادى المساجد بشمال سيناء، مجلة الجمعية الجغرافية العربية، العدد ٢٠، القاهرة.
١٧) ـــــــــــ (١٩٩٢)
جيومورفولوجية الأشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى بسيناء، المجلة الجغرافية العربية، القاهرة، العدد ٢٤.
١٨) ـــــــــــ (١٩٩٦)
دراسات فى جيومورفولوجية الأراضى المصرية، دار القلم للدعاية والنشر، الزقازيق.

١٩) ـــــــــــ (٢٠٠٠)
الكثبان الطولية شرقى قناة السويس: تحليل جيومورفولوجى، المجلة الجغرافية العربية، العدد الخامس والثلاثون، الجزء الأول، القاهرة.
٢٠) صبرى محمد التوم (٢٠٠٤)
الرياح كعامل نحت لبعض الأشكال الأرضية، المجلة الجغرافية العربية، العدد الرابع والأربعون، القاهرة.
٢١) عادل عبد المنعم السعدنى (٢٠٠٦)
الكثبان الرملية الطولية فى شمال شرق بحيرة البرلس – دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٤٨،القاهرة.
٢٢) عاطف معتمد (٢٠٠٨)
تكامل بيانات الاستشعار عن بعد والمراجعة الحقلية فى دراسة الكثبان الرملية – حقل الجافورة شرق السعودية، مجلة الكويت، رسائل جغرافية (٣٣٠).

٢٣) عبد العزيز طريح شرف (١٩٩٦)
جغرافية ليبيا، الطبعة الثالثة، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية.
٢٤) عبدالحميد أحمد كليو ومحمد اسماعيل الشيخ (١٩٨٦)
نباك الساحل الشمالى فى دولة الكويت – دراسة جيومورفولوجية، اصدارات وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.
٢٥) عبدالحميد أحمد كليو (١٩٨٨)
أودية حافة جال الزور بالكويت تحليل جيومورفولوجى، اصدارات وحدة البحث والترجمة بقسم الجغرافيا، بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.
٢٦) عبدالله يوسف الغنيم (١٩٨١)
أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح فى شبه الجزيرة العربية، وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية.
٢٧) عزة أحمد عبدالله (٢٠٠٥)
جيومورفولوجية النباك فى منخفض الواحات البحرية، المجلة الجغرافية العربية، العدد السادس والأربعون، الجزء الثانى، السنة السابعة والثلاثون، القاهرة.
٢٨) فايق حسن اعويدات (٢٠٠٩)
التصحر فى المنطقة الممتدة مابين وادى هراوة شرقاً ووادى جارف غرباً بمنطقة سرت – دراسة فى اختلاف التوازن البيئى فى المناطق شبه الجافة، منشورات جامعة سرت
٢٩) فتحى أحمد الهرام (١٩٩٥)
التضاريس والجيومورفولوجيا كتاب: الجماهيرية دراسة فى الجغرافيا، الهادى مصطفى ابولقمة و سعد القزيرى (محرر)، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع.
٣٠) ـــــــــــ (١٩٩٧)
جيومورفولوجية الساحل كتاب: الساحل الليبى، الهادى مصطفى ابولقمة و سعد القزيرى (محرر)، منشورات مركز البحوث والاستشارات، جامعة قاريونس.
٣١) محمد صبرى محسوب (١٩٩١)
جيومورفولوجية السواحل، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
٣٢) ـــــــــــ (١٩٩٤)
سواحل مصر: بحوث فى الجيومورفولوجيا، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة.
٣٣) ـــــــــــ (١٩٩٦)
البيئة الطبيعية خصائصها وتفاعل الإنسان معها، دار الفكر العربى، القاهرة.
٣٤) ـــــــــــ (١٩٩٧)
جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربى، القاهرة.

٣٥) محمد صبرى محسوب (٢٠٠٠)
الأطلس الجيومورفولوجى (دراسة تحليلية للشكل والعملية)، دار الفكر العربى، القاهرة.
٣٦) ـــــــــــ (٢٠٠٧)
جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، مكتبة الرشد، السعودية.

٣٧) ـــــــــــ (٢٠٠٤)
الأراضى الجافة خصائصها الطبيعية ومشكلاتها البيئية، مطبعة الإسراء، القاهرة.
٣٨) محمد صبرى محسوب وأحمد فوزى ضاحي (٢٠٠٦)
الدراسة الميدانية والتجارب المعملية فى الجيومورفولوجيا، مطبعة الإسراء، القاهرة.
٣٩) محمد فوزى عطا (٢٠٠٠)
الرياح وزحف الرمال بمنطقة الاحساء بالسعودية وتاثيره على المناطق الترفيهية، مجلة كلية الاداب، جامعة القاهرة، المجلد ٦٠، العدد ٢.
٤٠) محمود أحمد حجاب (٢٠٠٦)
جيومورفولوجية النباك على ساحل البحر الأحمر فيما بين القصير ومرسى علم، مجلة البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، العدد ١٤.
٤١) مركز البحوث الصناعية (١٩٧٧)
الكتيب التفسيرى لخريطة ليبيا الجيولوجية ١: ٢٥٠٠٠٠ – لوحة قصر سرت، طرابلس.
٤٢) معهد بحوث الصحراء (١٩٨٣)
الكثبان الرملية فى مصر، القاهرة.
٤٣) نبيل إمبابى ومحمود عاشور (١٩٨٣)
الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، الجزء الأول.
٤٤) نبيل إمبابى ومحمود عاشور (١٩٨٥)
الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر، الجزء الثانى، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1) Abuodha, J., O., Z., (2003)
Grain Size Ditribution and Composition of modern dune and beach sediments, Molindi Bay Coast, Kenya, *Journal of African Earth Sciences*, Vol. 36, pp: 41 – 54.
2) Ahlbrandt, T. S., & Fryberger, S. G. (1981)
Sedimentary features and significance of interdune deposits. In F. G. Etheridge & R. M. Flores (Eds.), Recent and ancient non-marine depositional emironments: models for exploration (pp. 293–314). Tulsa: Soc. Econ. Palaeontol. Mineral.
3) Allen , I,R., (1968)
Current Ripples: their Relation to Pattern of Water an Sediment Motion, Amsterdam:North- Holland publishing Company.
4) Bagnold, R. A. (1960)
The re-entrainment of settled dusts. *Int. J. Air Pollut*. 2, 357–363.
5) Bagnold, R., A., (1941)
The Physics of blown sand desert dunes, Methues, London
6) Black, K., P., and Oldman, J., W., (1999)
Wave Mechanisms Responsible for grain sorting and non–uniform ripple distribution across two moderate energy, Sand Continental Shelves, *Marine Geology*, Vol. 162, pp: 121 – 132.
7) Cooke ,R., Warren,A.,Goudie , A., (1993)
Desert Geomorphology , UCL Pres Limited , London.
8) Daugill,A., & Thomas,A., (2002)
Nebka Dunes in the Molopo Basin- South Africa and Botswana:Formation controls and their validity as indicators of Soil degradation , *Journal of Arid Environments* , Vol.50.
9) Davis,J., (1980)
Geographical Variation iCoastal Development,2nd.,London,longman.

10) Donoghue ,T.,and clubb,G.,(2001)
Sand Ripples Generated by Regular Oscillatory Flow , *Coastal Engineering* , 44,pp:101-115.
11) El-Syed ,H., (1999)
Sedimentological Characterstics and Morphology of the Aeolian sand dunes in the eastern part of the UAR: Acase study from Al Rub –Alkali , Sedimentary Geology , 123,pp:219-233.
12) Embabi,N.,(1971)
Structures of Barchan Dunes of the Kharga Oases Depression (and a Comparison with the Structures two Aeolian Micro – Forms from Saudi Arabia) , Bull.,Soc., Geog.,d,Egypte , T.49 -50,PP:13 – 27.
13) Embabi,N.,(1976-1977)
Barchan Dunes at the Kharga and Dakhla Depressions,
14) Embabi,N.,S., (1988)
Sand Sea of the Western Desert of Egypt , Quaternary Desert and Climatic change ,Alshaman,Glennie , Whittle and Kendall (Eds) , Balkoma Rotterdam.
15) Embabi,N.,S., (2004)
The Geomorphology of Egypt: Landforms and Evolution , Vol. 1, the Egypt,Geogr.,Soc..cairo.
16) Folk ,R.,(1971)
Genesis of Longitudinal and Oghurd Dunes Elucidated by Rolling Upon Grease *, Bull.,Geol., America* , Vol., 82,pp:3464 – 3468.
17) Fryberger, S., G., (1979)
Dune Forms and Wind regimes in: Mc Kee, E., D., (Ed.), Study of Global Sand Sea, Vol. 1052, U.S. Geological Survey, pp: 137 – 140.
18) Fryberger, S., G., AL- Sari, A., M., Clisham, T., J., Rizvi, S., A., and AL- Hinai, K., G., (1984)
Wind Sedimentation in the Jafurah Sand Sea, Saudi Arabia, *Sedimentology*, Vol. 31, pp: 413 – 431.
19) Fryberger, S., G.,and Ahbrandt,T., (1979)
Mechanisms for the formation of eolian sand sea, *Zeitshrift Für Geomorphologie* ,vol.,23,no.,4 , PP:440-460.

20) Glennie , K., M., (1970)
Desert Sedimentary Environment *, in Development in Sedimentology*, Vol., 14,London, Elsevier Puplishing co.,.

21) Goudie ,A.,Warren,A.,Jones,D.,and Cooke,R., (1987)
The Character and Possible Orgins of the Aeolian Sediments of the Wahiba Sand Sea , Oman,*Geograh.,J.,*153(2),pp:231-256.

22) Hennings , I., Lurin, B.,Vernemmen, C., and Vanhessche, U., (2000)
On The behaviour of Tidal Current Direction due to the Presence of Submarine Sand Waves , *Marine Geology* ,169. pp:57-68.

23) Hints ,L., and Miidel ,A., (2008)
Ripple Marks as indicators of late Ordovician Sedimentary environments in Northwest Estonia, *Estonian Journal of Earth Sciences* ,57,pp:10-22.

24) Jackson , D.,w., and Copper ,j, A., (1999)
Beach Fetch Distance and Aeolian Sediment transport , *Sedimentology* , 46,pp:517-522.

25) Lancaster, N., (1996)
Geomorphology of Desert Dunes , London.

26) Livingston ,I., (1987)
Grain size Variation – Acomplex Linear Dune in The Namib Desert in Desert Sediments, Ancient and Modern, ed., by Frostick, L., E., and Reid, I., PP:281-291.

27) Mabbutt, J. A., &Wooding, R. A. (1983)
Analysis of longitudinal dune patterns in the Northwestern Simpson Desert, central Australia. *Z. Geomorph*. Suppl. Bd. 45, 51–69.

28) Mahran, T., (1994)
Facies and Sedimentary Evolution of Syn- Rift Middle Miocene – Pliocene Sediments of wadi Queih – wadi Um Aish Area, South of Safaga, Red Sea, Egyptian Journal of Geology, Vol. 38, No. 2, pp: 435 – 453.

29) Mashhadi, N., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M., Feiznia, S., and Feghhi, G., (2007)
Analysis of Dunes to determine Wind direction and detect Sand source Sites (case study: Khartooran Erg , Iran),*BIABAN*,(desert journal) ,Vol.,12 ,pp: 69-75.

30) McKee , D., E., and Tibbitts, J., (1964)
Primary Structures of a Sief Dune and associated deposits in Libya, *Journal of Sedimentary Research* , Vol., 34 , No.,1, pp: 5-17.

31) McKee, E. D. (1966)
Structures *of* Dunes at White Sands National Monument, New Mexico.

32) McKee, E. D., & Bigarella, J. J. (1979)
Sedimentary Structures in Dunes. In E. D. McKee (Ed.), A study of global sand seas (pp. 83–134). Prof. Pap. US Geol. Surv. No. 1052.

33) McKee, E.D (1971)
Primary Structures in Dune Sand and their Significance, Symposium on the Geology of Libya , Papers Presented at the Symposium held at Tripoli , April 14-18 , 1969.

34) McManus, J. (1988)
Grain size determination and interpretation. In M. Tucker (Ed.), Techniques in sedimentology (pp. 63–85). Oxford: Blackwell.

35) Mijalkovic, N., (1977)
Explanatory Booklet , Geological map of Libya 1:250000 , Sheet:Qasr Sirte , NH 33-4 , 1st ed., Belgrade , Yugslavia , for Industrial Research Center , Tripoli.

36) Pethick J., (1984)
An Introduction to Coastal Geomorphology, Edward Arnold, London.

37) Pye , K., and Tsoar, H., (1990)
Aeolian Sand and Sand Dunes , Unwin Hyman, London, 396.

38) Pye, K., & Sperling, C. H. B.(1983)
Experimental investigation of silt formation by static breakage processes: the effect of temperature, moisture and salt on quartz dune sand and granitic regolith. *Sedimentology* 30, 49–62.

39) Said , R. (1990)
The Geology of Egypt, A. A. Balkema Publishers , Rotterdam.
40) Sharp, R.P. (1963)
'Wind Ripples'. *Journal of Geology*, 71, 617–636.
41) Wang, X., Dong, Z., Zhang, J., Qu, J., and Zhao, A., (2002)
Grain size characteristics of dune sands in the central Taklimakan Sand Sea, *Sedimentary Geology*, Vol. 3144, pp: 1–14.
42) Warren, A., (1972)
Observation on dunes and bimodal sands in the Tenere Desert. *Sedimentology* 19, 37–44.
43) Wynn, R., B., Masson, D., G., and Bett, B., J., (2002)
Hydrodynamic Significance of Variable ripple morphologya cross deep – Water Barchan dunes in the Faroe – Shetland channel, *Marine Geology*, Vol. 192, pp: 309 – 319.
44) Zizhag,H., Balmforth,N., and Provenzale , A., (2004)
Blown by wind:Nonlinear Dynamics of Aeolian Sand Ripples , *Physica D195*,pp:207-228.