خصائص رمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل

دراسة فى الجيومورفولوجياالتطبيقية

اعداد
أ.د./عزة أحمد عبدالله
استاذ مساعد – قسم الجغرافيا
كلية الآداب- جامعة بنها

ندوة التنمية و البيئة فى الصحارى المصرية
كلية الآداب جامعة القاهرة، 2005 م

خصائص رمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل

دراسة فى الجيومورفولوجياالتطبيقية

مقدمـــــة :

تقع منطقة الدراسة فى القسم الشمالى من شبة جزيرة سيناء، ويحدها شمالاً السواحل الجنوبية لبحيرة البردويل، وجنوباً خط عرض 31 ْ شمالاً، ويحد منطقة الدراسة من جهة الشرق خط طول 30 َ 33 ْ شرقاً، ويحدها من جهة الغرب خط طول50 َ 32 ْ شرقاً. يبلغ أقصى امتداد لمنطقة الدراسة من الشرق إلى الغرب 63 كم، ومن الشمال إلى الجنوب 10 كم، وتبلغ مساحتها 315 كم2.

وتمثل الكثبان الرملية المظهر الجيومورفولوجى السائد شمال سيناء، وقد حظيت هذه الظاهرة ببعض الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية والتى اهتمت بدراسة الأشكال الرملية ومحاولة تفسير نشأتها ومراحل تطورها، بينما تعد الدراسات الخاصة بتحليل رمال الكثبان قليلة على الرغم من أهمية هذه الدراسات ومن هنا جاء التفكير فى إعداد هذه الدراسة، والتى تهدف إلى:

1. إجراء تحليل وصفى كمى دقيق لرمال الكثبان من حيث الحجم، التصنيف، والشكل.
2. دراسة الملامح الدقيقة على سطح حبيبات الرمال للتعرف على بيئات الترسيب المختلفة التى مرت بها الحبيبات، والعمليات الجيومورفولوجية التى أثرت فيها.
3. دراسة الخصائص المعدنية للحبيبات بهدف التعرف على مصدر الرواسب إلى جانب تحديد التكوينات الثانوية النشأة ، وتشمل دراسة المحتوى المعدنى والمعادن الثقيلة.
4. تحديد الأهمية الاقتصادية لرمال الكثبان.

الدراسات السابقة :

يمكن تقسيم الدراسات السابقة عن الأشكال الرملية فى شبة جزيرة سيناء إلى :

1 -**دراسات جيولوجية**: وتشمل دراسة (Farag ,1950) عن بحر الرمال فى سيناء، (Sckick, et al, 1974)، عن مورفولوجية وديناميكية الكثبان الرملية فى العريش، (Misak & Shazly , 1982) . عن الرمال فى بعض مواضع من سيناء وشمال مصر، (Misak & Attia , 1983) عن الكثبان الرملية فى سيناء، دراسة (EL Shazly , et al , 1986) عن رمال الكثبان والشاطئ فى المساعيد غرب العريش، دراسة (Kamel , 1989) عن مورفولوجية وإشعاعية الرواسب الرملية شرق البردويل، ودراسة (Fikry , et al , 1997) عن حركة الرمال شمال غرب سيناء.

2 -**دراسات جيومورفولوجية**: وتشمل دراسات (Tsoar , 1974, 1982) عن مورفولوجية وحركة الكثبان الرملية، ودراسات صابر أمين دسوقى (1988) عن التحليل المورفومترى للكثبان الرملية الهلالية فى الجزء الأدنى من حوض وادى المساجد شمال سيناء، و (1992) عن الأشكال الرملية فى حوض واديى الحاج والجدى، و (2000) عن الكثبان الطولية شرق قناة السويس، ودراسة احمد عبد

السلام، ومحمود محمد عاشور (2000) عن التحليل المجهرى لرواسب الرمال شمال سيناء، وقد اقتصرت الدراسة على تحليل خمس عينات شرق العريش، ودراسة عزة أحمد عبد الله (2002) عن الأشكال الرملية شرق البردويل.

من العرض السابق يتضح أن خصائص رمال الكثبان فى منطقة الدراسة الحالية لم تكن هدفا أصيلا لأي من الدراسات السابقة، ومن هنا وقع الاختيار على دراستها.

طرق وأساليب الدراسة :

لتحقيق أهداف هذه الدراسة تم الاعتماد على الأساليب التالية :

1- تحليل وفحص الخرائط الطبوغرافية مقياس1 : 50.000 لوحات المزار، بير العبد، رمانه، الصادرة عام 1988، وأعيد طباعتها عام 1995 م، والمرئية الفضائية لشمال سيناء. (TM) مقياس1 : 000 250 والصادرة فى 2003/2/1 شكل (1)، وذلك بهدف التعرف على التوزيع الجغرافى للكثبان الرملية الحديثة وسماتها العامة، وبناء على ذلك تم تحديد موقع جمع العينات.

2- **الدراسة الميدانية**: تم جمع عدد (55) عينه من 25 كثيباً رملياً حديثاً من مواقع مختلفة، شكل (2)، وقد روعى فى جمع العينات كشط كمية من الرمال السطحية بسمك تراوح بين 2، 3 سم من السطح، وقد روعى فى اختيار العينات التوزيع الجغرافى والنوعى، وتنقسم العينات إلى 25 عينه من الأجزاء السفلى للكثبان وسميت بعينات القاعدة، و18 عينة من الأجزاء الوسطى من الكثبان وسميت بعينات الوسط، و12 عينة من قمم الكثبان وسميت بعينات القمة. كما تم فى الدراسة الميدانية قياس ارتفاع الكثبان الرملية التى جمع عينات منها حتى يمكن حساب قيمة العلاقة بين متوسط حجم الرمال وارتفاع الكثبان.

3 -**التحليلات المعملية: تم إجراء التحليلات التالية :**

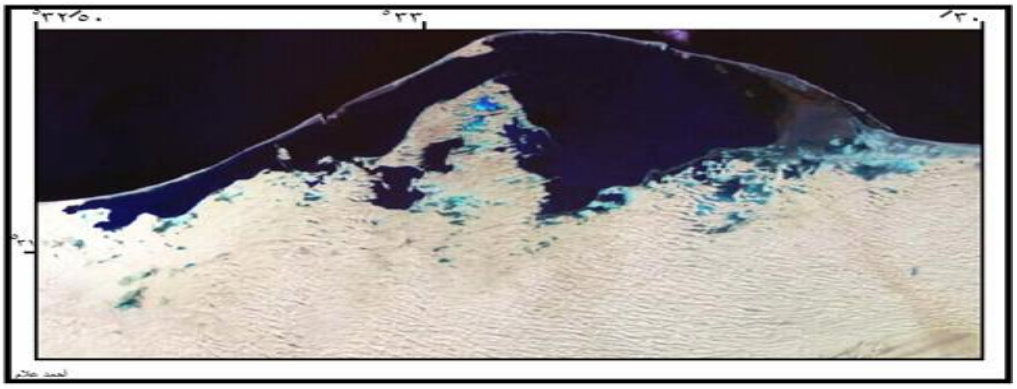
(أ) تحليل ميكانيكى لجميع العينات للتعرف على خصائص حجم الحبيبات، وقيم معامل التصنيف، وخصائص شكل الحبيبات من حيث الاستدارة والكروية.

(ب) تم إختيار (10) عينات من مواضع مختلفة، وفحصت حبيبات الرمال بالميكروسكوب الثنائى العدسات لتحديد استداره وكروية حبيبات الرمال.

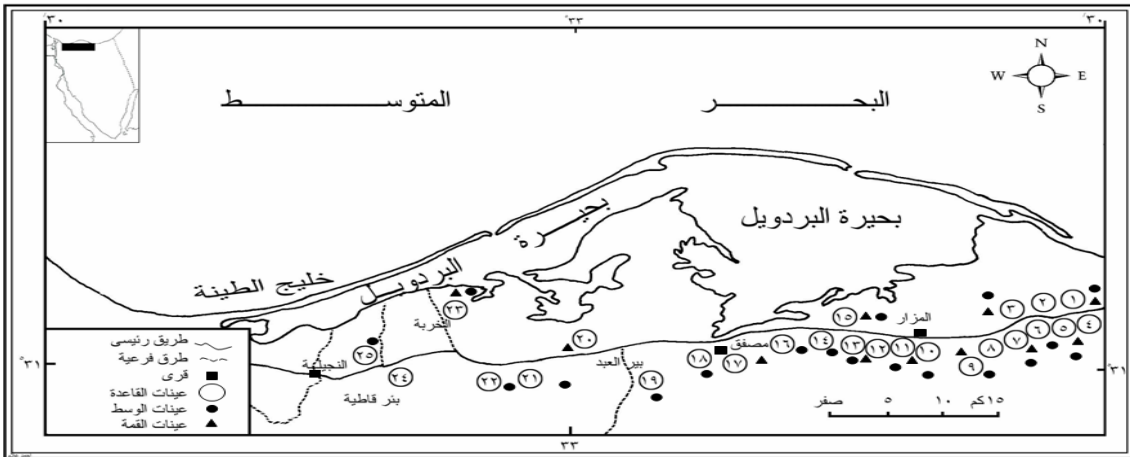
(جـ) تم اختيار عدد (8) حبيبات رمال يتراوح حجمها بين (0.5 – 1 مم) من مواضع مختلفة فى منطقة الدراسة وفحصها باستخدام المجهر الالكترونى المساح Scanning Electron Microscope لمعرفه خصائص النسيج الدقيق على أسطح الحبيبات لمعرفه ظروف بيئة الإرساب القديمة والحديثة.

(د) إجراء التحليل المعدنى لعدد (10) عينات من مواقع مختلفة بمنطقة الدراسة، كما تم أجراء تحليل جيوكيمائى لعدد (10) عينات للتعرف على المحتوى المعدنى لحبيبات الرمال والمعادن الثقيلة، حتى يمكن تحديد مصدر الرمال وتحديد القيمة الاقتصادية لها.

4 -إعداد التحليلات الرياضية: وحساب قيم المعاملات الإحصائية وإعداد الرسوم البيانية باستخدام الحاسب الآلي اعتمادا على برنامج Minitab, Excel.



شكل (1) مرئية فضائية(™) لمنطقة شمال سيناء



شكل (2) موقع عينات الكثبان الر ملية

محتويـــات البحـــث

تنقسم هذه الدراسة إلى خمسة محاور رئيسية، وهى الخصائص الطبيعية لرمال الكثبان، الظاهرات الدقيقة لسطوح حبيبات الرمال، الخصائص المعدنية للرمال، التحليل الجيوكيمائى، الأهمية الاقتصادية لرمال الكثبان.

الخصائص الطبيعية لرمال الكثبان

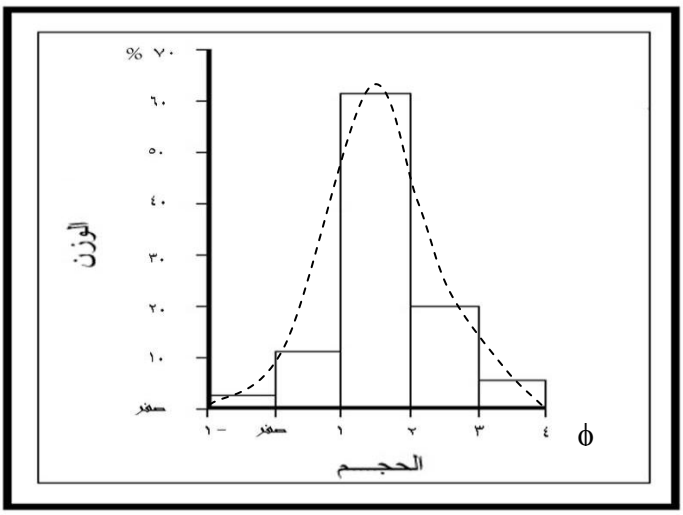
تهدف دراسة الخصائص الطبيعية لرمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل إلى التعرف على خصائص حجم حبيبات الرمال من خلال التعرف على توزيع أحجام الرمال ومدى تصنيفها، ثم دراسة شكل الحبيبات من حيث الاستدارة والكروية.

أولا : التحليل الحجمى لرمال الكثبان : (Size Analysis)

تهدف دراسة التحليل الحجمى لرمال الكثبان إلى التعرف على توزيع أحجام الحبيبات ومدى تصنيفها بهدف معرفه خصائصها من جهة، ومحاولة التعرف على مصدرها والعامل المسئول عن نقلها والظروف البيئية التى مرت بها. ويقصد بالتحليل الحجمى تصنيف الرواسب إلى فئات تبعا لحجم الحبيبات ولتحقيق هذا الغرض تستخدم طريقة التحليل باستخدام جهاز Electric Sieves. وللتعرف على خصائص حجم الرمال الكثبان أجرى التحليل الميكانيكى لجميع عينات الرمال السابق الاشاره إليها، وتم تمثيل نتائج التحليل كارتوجرافيا على هيئة منحنيات تراكمية صاعدة، ومن هذه المنحنيات أمكن حساب بعض المعاملات الإحصائية لكل على حدة، وهى متوسط الحجم، الوسيط، الانحراف المعيارى، الالتواء، والتفلطح، وقد تم الاعتماد على مجموعات المعادلات التى أوردها فولك وورد (Folk & Ward , 1957). (جودة حسنين جودة وآخرون، 1991، صـ219–221).

(أ) متوسط حجم حبيبات رمال الكثبان

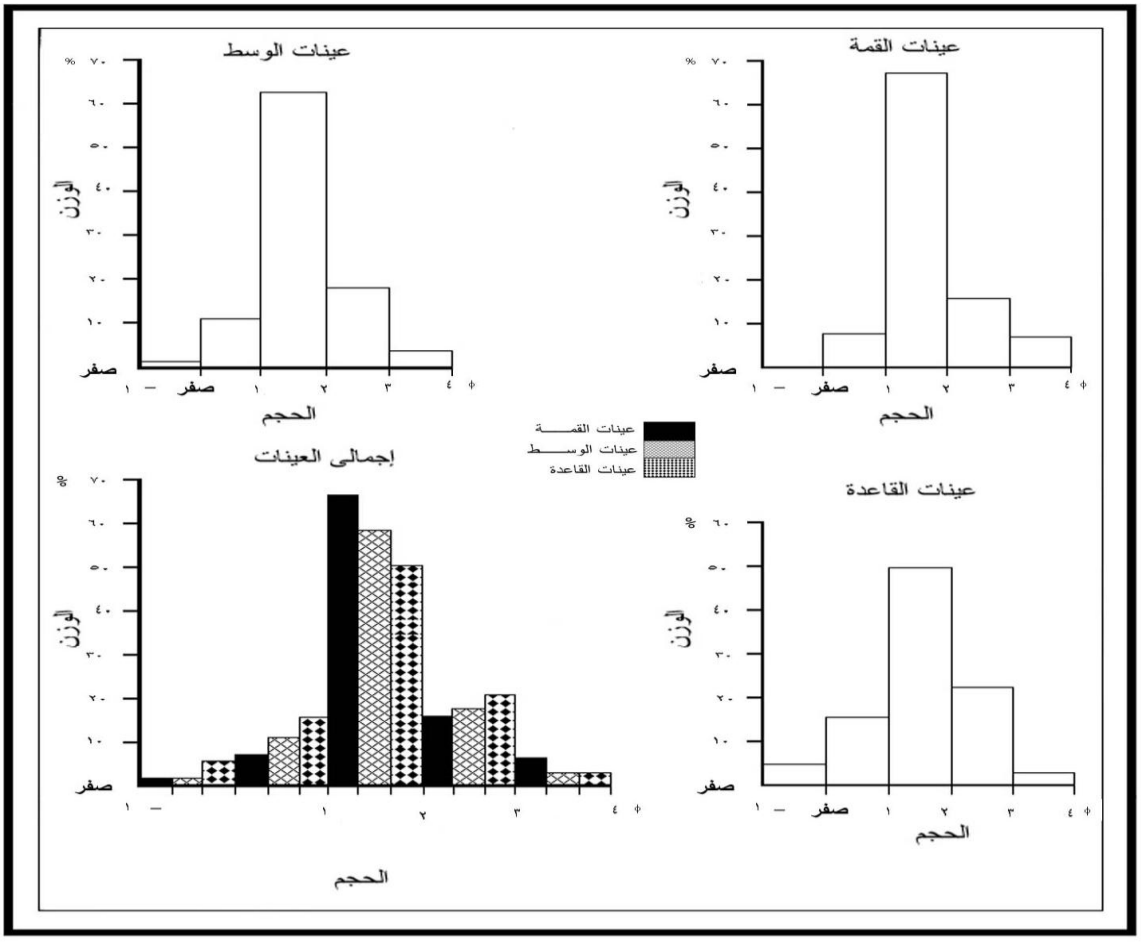
تم حساب قيم متوسط حجم حبيبات الرمال موضوع الدراسة[1] فى جميع العينات، ، ويتضح من الشكل (3) ما يلى:



شكل (3) المدرج التكرارى ومنحنى توزيع

1. يتراوح حجم رمال الكثبان فى جميع العينات بين الرمل الخشن جدا (-1 : صفر ϕ) والرمل الناعم جدا (3 : 4 ϕ).
2. ترتفع نسبة الرمال المتوسطة فى جميع العينات، حيث تمثل 62.8% من إجمالى وزن العينات، يليها من حيث الأهمية الرمل الناعم ويمثل 19.5%، ثم كل من الرمل الخشن والناعم جدا، والخشن جدا بنسبة 11.4%، 3.8%، 2.5% على التوالى من إجمالى وزن العينات. (شكل 3).

1 -فى عينات القمة ترتفع نسبة الرمال المتوسطة والناعمة، والناعمة جدا وتنخفض نسبة الرمل الخشن والخشن جدا حيث تمثل 7.9% من إجمالى وزن العينات كما ينعدم وجود الرمال الخشنة والخشنة جدا فى بعض عينات القمة. (شكل4).



شكل (4) المدرجات التكرارية لمتوسط حجم الرمال لأجزاء الكثيب

2 -فى عينات الوسط ترتفع نسبة الرمال المتوسطة والناعمة، وتزيد نسبة الرمال الخشنة والخشنة جدا عن عينات القمة حيث تمثل 12.6% من إجمالى وزن عينات الوسط.

3 -فى عينات القاعدة تقل نسبة الرمال المتوسطة إذا قورنت بعينات القمة والوسط، وترتفع نسبة الرمال الخشنة والخشنة جدا حيث تمثل 21.2% من إجمالى وزن عينات القاعدة، ويدل ذلك على أن حجم الرمال يقل بالاتجاه صوب القمة. جدول (1).

4 -تراوح متوسط أحجام رمال الكثبان فى جميع العينات بين 0.8ϕ، 1.93، أى أنه يتراوح بين الرمل الخشن والرمل المتوسط بمتوسط عام قدره 1.51ϕ وإنحراف معيارى قدره 0.19.

5 -تراوح متوسط أحجام الرمال فى عينات القمة بين 1.6ϕ، 1.93ϕ بمتوسط قدره 1.73ϕ وإنحراف معيارى قدره 0.89ϕ ، وفى عينات الوسط تراوح متوسط الحجم بين 1.43ϕ، 1.76ϕ بمتوسط عام قدره 1.61ϕ، وإنحراف معيارى قدره 0.08ϕ وفى عينات القاعدة تراوح متوسط الحجم بين 0.8ϕ، 1.63ϕ بمتوسط حجم قدره

1.37ϕ، وإنحراف معيارى قدره 0.16ϕ ، مما يدل على تناقص متوسط حجم حبيبات الرمال بالاتجاه صوب القمة.

جدول (1)
أحجام الرمال وفقا لموقعها فى الكثبان (%)[1]

الحجم ϕ	رمل خشن جدا		رمل خشن		رمل متوسط		رمل ناعم		رمل ناعك جدا	
موقع العينة	أدنى قيمة	أعلى قيمة	أدنى قيمة	أعلى قيمة	أدنى قيمة	أعلى قيمة	أدنى قيمة	أعلى قيمة	أدنى قيمة	أعلى قيمة
عينات القمة	1.00	2.2	4.2	10.2	64.3	75.2	10.2	24.1	1.8	12.9
الوسط	1.1	4.3	9.2	14.2	60.7	70.5	14.1	23.1	1.2	4.8
القاعدة	1.00	7.2	10.2	24.9	42.3	65.2	12.5	25.2	1.3	11.6

يتضح من العرض السابق ان أحجام حبيبات رمال الكثبان فى منطقة الدراسة تنحصر فى مدى ضيق، ويرجع ذلك إلى تقارب أحجام الرمال فى منطقة المصدر، وإلى قدره الرياح على نقل الرواسب من هذا الحجم دون الأحجام الأخرى، وقد اوضحت دراسة سابقة أن الرياح ذات السرعات المتوسطة والقوية فى منطقة الدراسة تمثل 26.7% فى الشتاء، و35.7% فى فصل الصيف من إجمالى اتجاهات الرياح. (عزة أحمد عبد الله، 2002، صـ 10).

تتفق النتائج السابقة مع ما توصل إليه (نبيل سيد إمبابى ومحمود محمد عاشور، 1985، صـ12) فى دراستهم عن الكثبان الرملية فى قطر، (وأحمد سالم صالح. 1994 صـ61) فى دراسته عن الكثبان الرملية فى سلطنة عمان، و (صابر أمين دسوقى، 2000، صـ265) فى دراسته عن الكثبان الرملية شرق قناة السويس، وتختلف مع ما توصل إليه (أحمد عبد السلام على، 2001، صـ64) فى دراسته عن الكثبان الرملية غرب وجنوب سلطنة عمان.

الخطأ المحتمل لمتوسط حجم حبيبات الرمال :

نظرا لأن العينات التى جمعت من الكثبان لا يمكن أن تمثل الكثبان فى جنوب بحيرة البردويل تمثيلا مطلقا، ولمعرفه مدى تمثيل هذه العينات لرمال الكثبان التى جمعت منها تم حساب قيمة الخطأ المحتمل Probable Error لمتوسط حجم الرمال التى جمعت باستخدام المعادلة التالية:

الخطأ المحتمل = ثابت كرومبين 0.6745 × الإنحراف المعيارى

وبتطبيق المعادلة السابقة تبين أن نسبة الخطأ المحتمل بلغت 0.63 فى عينات القاعدة، (0.48) فى عينات الوسط، (0.47) فى عينات القمة، (0.13) فى جميع العينات.

(ب) تصنيف رمال الكثبان: Sand dunes sorting

لحساب قيمة معامل تصنيف رمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل تم حساب قيم الإنحراف المعيارى لجميع العينات وتبين أن قيم تصنيف الرمال تراوحت بين 0.40ϕو 1.1ϕ أي بين فئة جيد وردئ وبمتوسط عام قدره 0.74ϕ أى تصنيف متوسط وانحراف معيارى قدره 0.16وتمثل العينات ذات التصنيف المتوسط 83.7% من إجمالى العينات، يليها من حيث

الأهمية التصنيف الردئ ويمثل 9.1% ثم التصنيف الجيد 7.2% من إجمالى العينات.(شكل 5) ويشير ذلك إلى قرب مصدر الرمال المغذية للكثبان.

توضح قيم الانحراف المعيارى لعينات القمة أن قيم تصنيف رمال القمة تراوحت بين 0.40ϕ و0.80ϕ بمتوسط قدره 0.57ϕ وانحراف معيارى قدره 0.12ϕ وتمثل العينات ذات التصنيف الجيد 33.3% من إجمالى العينات بينما تمثل باقى العينات تصنيف متوسط. تراوحت قيم الانحراف المعيارى لعينات الوسط بين 0.53ϕ و 0.85ϕ بمتوسط قدره 0.68ϕ وانحراف معيارى قدره 0.75ϕ أى أن جميع العينات ذات تصنيف متوسط، بينما تراوحت قيم الانحراف المعيارى لعينات القاعدة بين 0.67ϕ، 1.1ϕ بمتوسط عام قدره 0.87ϕ، ويوضح شكل (5) أن عينات القاعدة ذات التصنيف المتوسط تمثل 80% من إجمالى العينات، بينما تمثل 20% من العينات تصنيف ردئ.

ونستخلص من ذلك أن الرمال الأثقل تميل إلى التركز تحت تأثير عملية الاختيار**Selective Action**، حيث تحمل الرياح المواد الأكثر نعومة إلى قمة الكثيب تاركه وراءها المواد الخشنة. (نبيل سيد إمبابى و محمود محمد عاشور و 1985،صـ 25).

وتتفق النتائج السابقة مع دراسة (نبيل سيد إمبابو محمود محمد عاشور، 1985) و صابر أمين دسوقى، 2000، و أحمد عبد السلام على 2001، بينما تختلف مع دراسة أحمد سالم صالح، 1994.

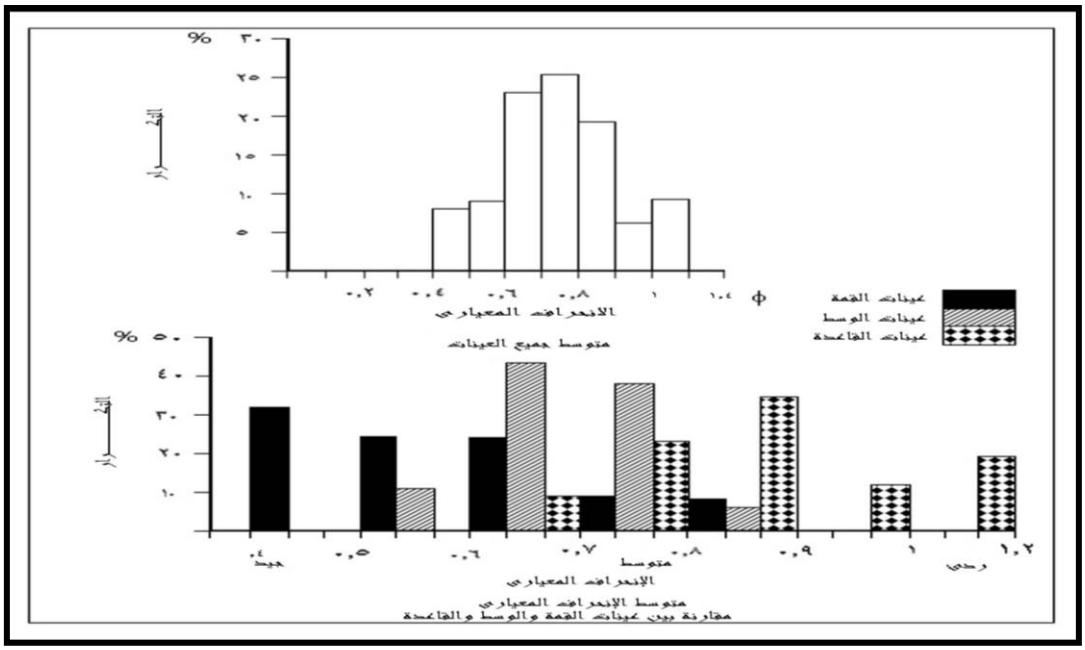
(جـ) التواء منحنيات توزيع الرمال :

يهدف حساب قيم الالتواء **Skewnes** إلى التعرف على درجة تماثل منحنيات توزيع الرواسب، ويرى ديفيد (David, 1977, p.118) أن المنحنى المتماثل تساوى درجة الالتواء فيه صفر و وهذا يدل على أن جميع الرواسب من بيئة رسوبية واحدة، أما فى حالة المنحنى غير المتماثل، والذى يعنى أن المنحنى يميل بذيل نحو الأحجام الخشنة، فإن درجة الانحراف تكون سالبة، وإذا كانت درجة الانحراف موجبة فإن ذلك يعنى أن المنحنى يميل نحو الأحجام الدقيقة، ويتراوح درجة الإنحرافين بين -1 ، +1.

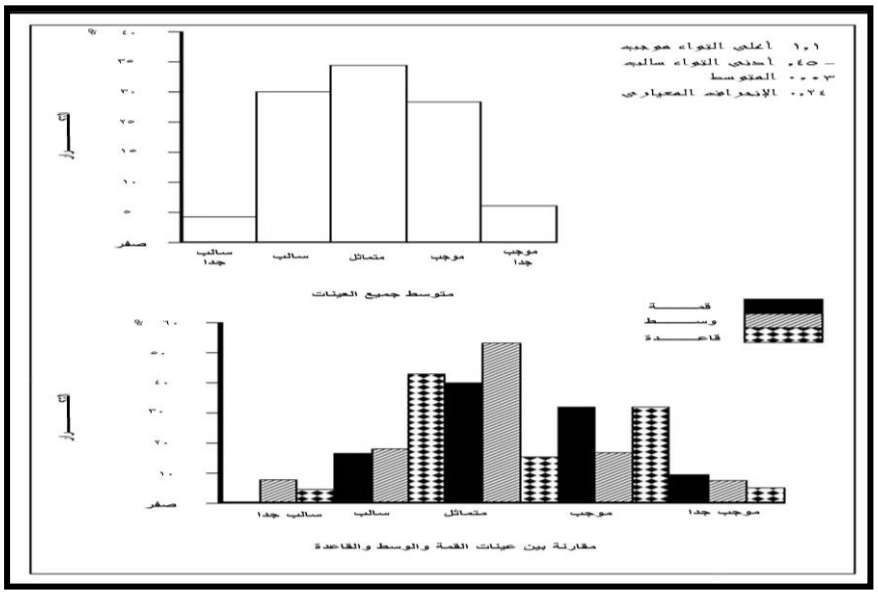
تم حساب قيم الالتواء لجميع العينات ويتضح من الشكل (6) أن 34.5% من منحنيات التوزيع ذات التواء متماثل، بينما تمثل كل من منحنيات التوزيع ذات الالتواء السالب 29.1% والموجب 27.3% أما النسبة الباقية فتمثل منحنيات التوزيع ذات الالتواء الموجب جدا، والسالب جدا بنسبة 5.5% و 3.6% على التوالى من إجمالى منحنيات التوزيع.

كذلك يتضح من الشكل (6) أن منحنيات التوزيع ذات الالتواء المتماثل ترتفع فى عينات الوسط والقمة حيث تمثل 55.6% و 41.7% من إجمالى قيم منحنيات التوزيع، ويليها من حيث الأهمية منحنيات التوزيع الموجب والسالب، وهذا يشير إلى أن هذه المنحنيات تميل بذيل نحو الأحجام الناعمة، أما فى عينات القاعدة، ترتفع نسبة منحنيات التوزيع ذات الالتواء السالب حيث تمثل 44% من إجمالى منحنيات التوزيع، وهذا يشير إلى أن هذه المنحنيات تميل بذيل نحو الأحجام الخشنة.

كذلك يوضح التواء منحنيات التوزيع لرمال الكثبان موضوع الدراسة تعدد بيئات الترسيب، و يكاد يقترب من تماثل التوزيع حيث يلاحظ اقتراب قيم المتوسط والوسيط إلى حد كبير. ملحق(4).



شكل (5) المدرج التكرارى لتصنيف أحجام حبيبات الرمال



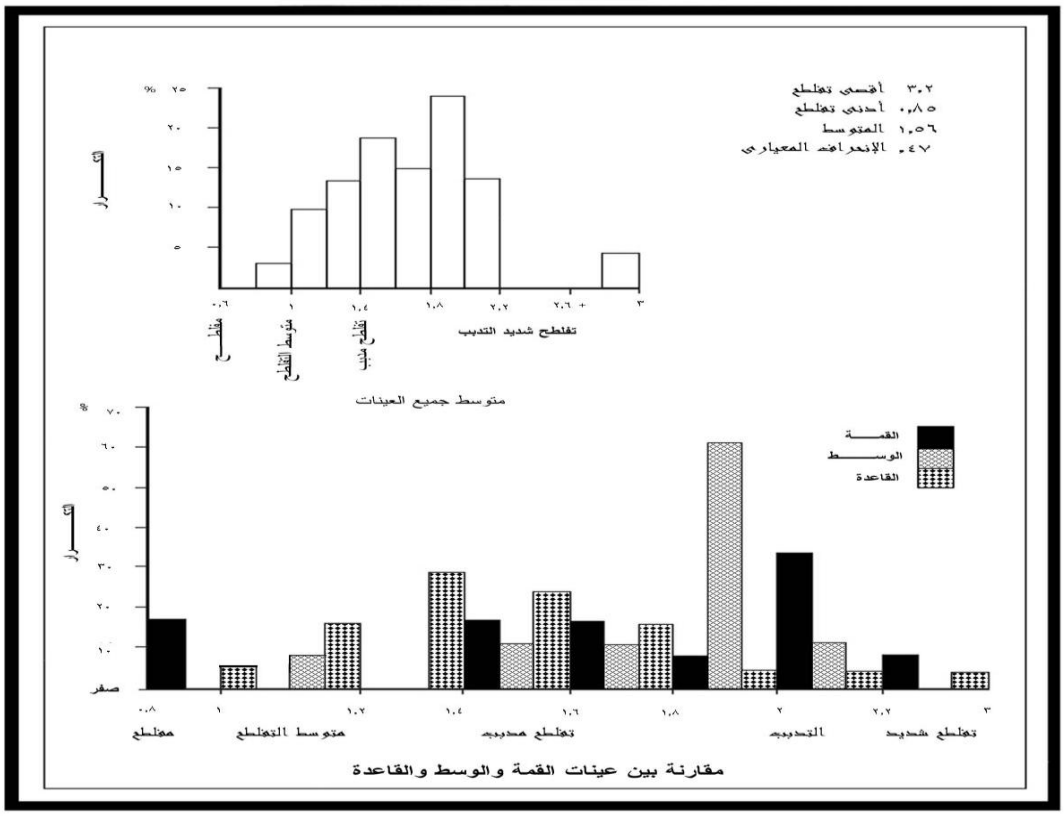
شكل (6) المدرج التكرارى لإلتواء منحنيات توزيع أحجام الرمال

(د) تفلطح منحنيات توزيع الرمال:

يهدف حساب تفلطح المنحنيات **Kurtosis** إلى قياس شكل المنحنى إذا كان مدببا أو مفلطحا، تم حساب قيم تفلطح منحنيات التوزيع ويتضح من شكل (7) والملاحق (1، 2، 3) أن التوزيع البيانى للعينات يتوزع بين تفلطح شديد التدبب ومفلطح، حيث يتراوح معامل التفلطح

بين 0.85ϕ، 3.2ϕ بمتوسط قدره 1.56ϕ وانحراف معيارى قدره 0.74ϕ، ويمثل التفلطح الشديد التدبب 54.6% من إجمالى المنحنيات يليه من حيث الأهمية التفلطح المدبب ويمثل 30.9% ، ثم كل من التفلطح المتوسط والمفلطح بنسبة 12.7%، 1.8% من إجمالى منحنيات التوزيع على التوالى.

أتضح فى عينات القمة أن التوزيع البيانى للعينات يتوزع بين تفلطح شديد ومتوسط، حيث تراوح معامل التفلطح بين 0.93ϕ، 3.16ϕ بمتوسط قدره 1.72ϕ وانحراف معيارى قدره 0.62ϕ و يمثل التفلطح الشديد 66.6% من إجمالى منحنيات التوزيع، ويليه من حيث الأهمية كل من التفلطح المدبب والمتوسط، وهذا يشير إلى أن رمال العينات تتركز معظمها فى حجم واحد. ملحق (4).



شكل (7) المدرج التكرارى لتفلطح منحنيات توزيع أحجام الرمال

تراوح معامل التفلطح بين 0.99ϕ و 2.1ϕ بمتوسط قدره 0.29ϕ ويمثل التفلطح الشديد 83.3% من إجمالى العينات ويليه من حيث الأهمية كل من التفلطح المدبب والمتوسط بنسبه 11.1% و5.6% على التوالى.

تبين فى عينات القاعدة أن التوزيع البيانى للعينات يتوزع بين تفلطح شديد ومفلطح، حيث تراوح معامل التفلطح بين 0.85ϕ و 2.86ϕ بمتوسط قدره 1.35% وانحراف معيارى قدره 0.42ϕ، ويمثل التفلطح المدبب 52% من إجمالى عينات القاعدة ويليه من حيث الأهمية التفلطح الشديد والمتوسط والمفلطح بنسبة 28%، 16%، 4% من إجمالى منحنيات التوزيع على التوالى.

وتتفق هذه النتائج مع النتائج التى توصل إليها كل من (نبيل سيد إمبابى و محمود محمد عاشور، 1985) ، (صابر أمين دسوقى ، 2000) ، (أحمد عبد السلام، 2001)، كما تتفق هذه النتائج مع كثير من نتائج الدراسات التى أجريت فى كثير من المناطق الصحراوية فى العالم كما هو واضح من جدول (2).

جدول (2)

ملخص البيانات الإحصائية لخصائص رمال الكثبان فى أقاليم مختلفة من العالم

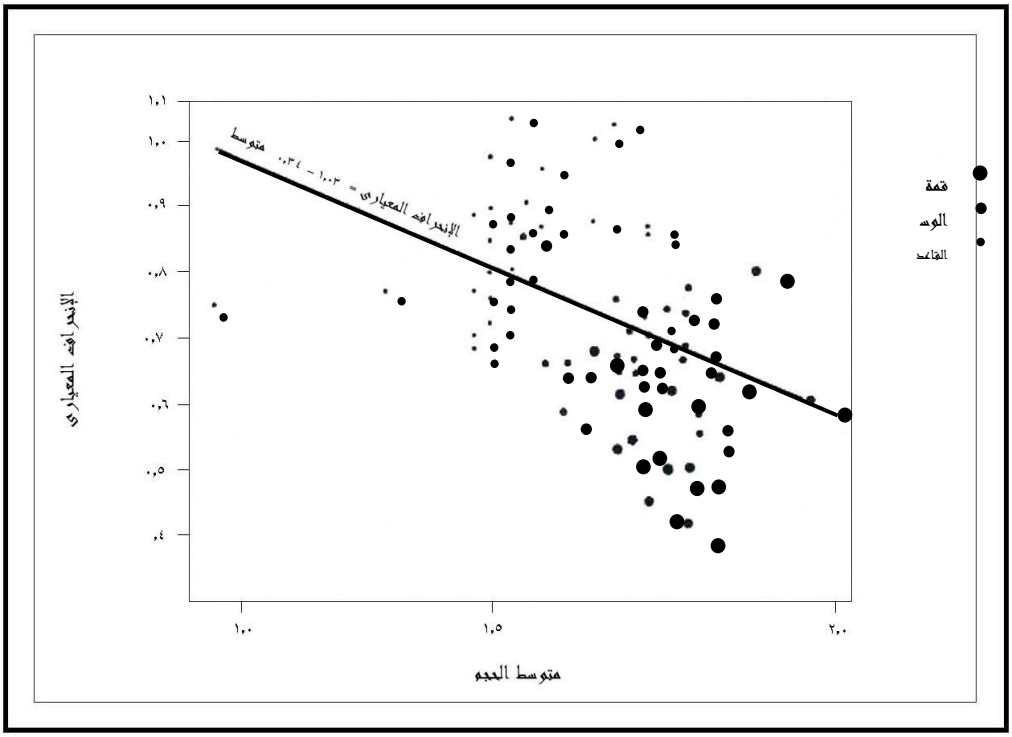
المنطقة	المؤلف	المتوسط ϕ	الإنحراف المعيارى ϕ	الإلتواء ϕ	التفلطح ϕ
جنوب بحيرة البردويل	الدراسة الحالية 2005	1.51	0.74	0.03-	1.56
جنوب الريان	Moustafa 2002	2.4 – 1.43	1.24 – 0.45	-	-
سلطنة عمان	أحمد عبد السلام 2001	2.5	0.61	0.17-	1.3
شرق قناة السويس	صابر أمين دسوقى 2000	1.5	0.90	0.10-	1.5
أبو منقار	Embabi 1995	2.25 – 1.5	0.87 – 0.41	-	-
قطر	إمبابى وعاشور 1985	1.9	0.5	0.1	0.7
جنوب غرب مصر	Maxwell 1982	1.9	0.6	0.3	0.5
جنوب سيوه	El-Bazetal 1979	1.6 – 0.74	0.23 – 0.1	-	-

العلاقات الإحصائية بين خصائص حجم حبيبات رمال الكثبان

لدراسة العلاقات بين خصائص حجم حبيبات الرمال موضوع الدراسة تم حساب قيم معامل الارتباط بين المعاملات الإحصائية لحجم الرمال، كذلك تم توقيع المعاملات المختلفة على رسم إنتشارى، وحساب قيم معادلة خط الانحدار بين كل متغيرين حتى يمكن استنتاج العلاقة بين المتغيرات المختلفة والتعرف على بيئة الإرساب، والعوامل المؤثرة على مكونات العينة.

أ) العلاقة بين متوسط حجم الرمال ومعامل التصنيف :

يوضح شكل (8) العلاقة بين متوسط حجم الرمال فى إجمالى العينات وقيم الانحراف المعيارى **"التصنيف"** لنفس العينات، ويلاحظ من الشكل أن أفضل قيم التصنيف تتحقق فى الحالات التى يتراوح فيها الحجم بين 1.3ϕ، 1.8ϕ أى فى فئة الرمل المتوسط، ويصبح التصنيف رديئا إذا ذاد الحجم أو قل عن القيم المذكورة.



شكل (8) العلاقة بين الإنحراف المعيارى ومتوسط حجم الرمال

أوضحت قيم معامل الارتباط جدول (3) عدم وجود علاقة ارتباط بين متوسط حجم الرمال وقيم معامل التصنيف، ويرجع ذلك إلى طبوغرافية السطح فى منطقة الدراسة، حيث توجد الكثبان القديمة أسفل الكثبان الحديثة، إلى جانب ما تحملة الرياح التى تهب من جنوب منطقة الدراسة من حبيبات مختلفة الأحجام وتختلط بالرمال التى تحملها الرياح الشمالية والشمالية الغربية، وارتفاع نسبة الرطوبة الجوية والأرضية فى منطقة الدراسة مما يعمل على سرعة الإرساب.

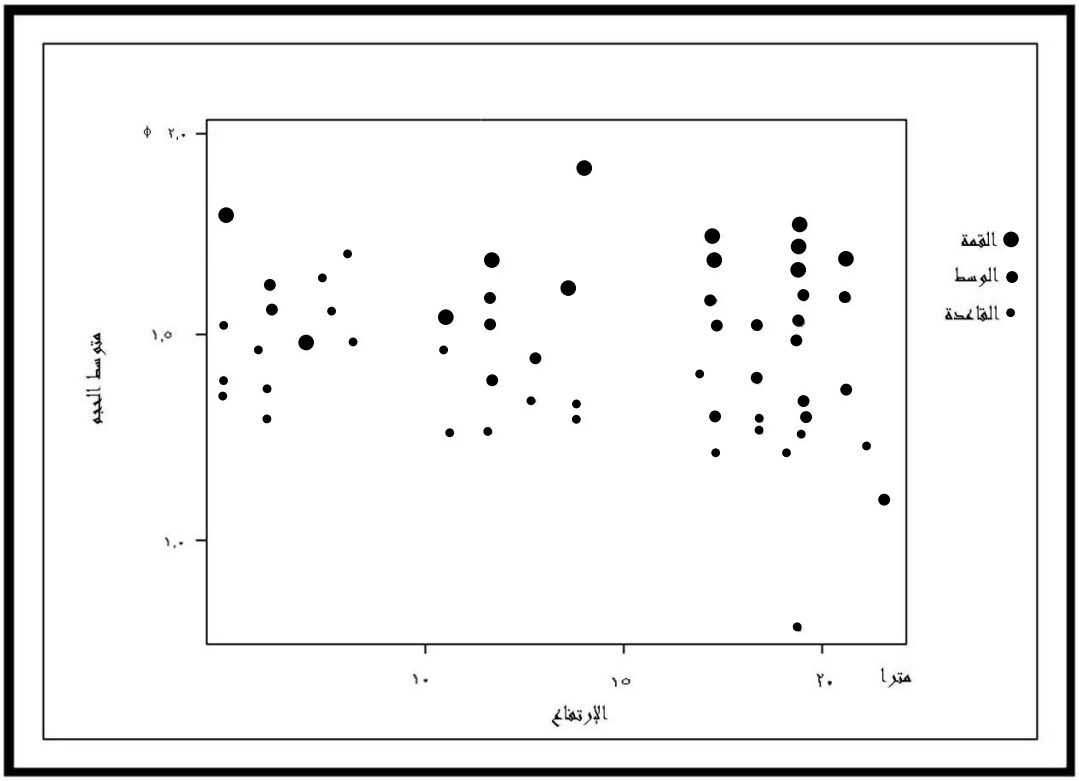
جدول (3)

مصفوفة معامل الارتباط بين خصائص حجم رمال الكثبان

الخصائص	متوسط الحجم ϕ	التصنيف ϕ	حجم الكثبان	الالتواء ϕ	التفلطح ϕ
متوسط الحجم ϕ	-	0.415 -	0.074-	0.252	0.344
التصنيف ϕ	-	-	0.165 -	0.078	0.315-
حجم الكثبان (م)	-	-	-	- 0.199	0.026
الالتواء ϕ	-	-	-	-	0.188 -
التفلطح	-	-	-	-	-

ب) العلاقة بين حجم حبيبات الرمال وحجم الكثبان الرملية :

يوضح شكل (9) عدم وجود علاقة بين حجم حبيبات الرمال وحجم الكثبان، جدول (3)، وقد يرجع ذلك إلى طبوغرافية السطح فى منطقة الدراسة، وبمقارنة نتائج العينات موضوع الدراسة يلاحظ أن عينات القمة تحتوى على نسبة مرتفعة من الرمال المتوسطة، والناعمة، والناعمة جدا ونسبة منخفضة من الرمال الخشنة. جدول (4)، والعكس ترتفع نسبة الرمال الخشنة والخشنة جدا فى عينات القاعدة إذا ما قورنت بعينات القمة، أما العينات التى أخذت من الأجزاء الوسطى من الكثبان فإنها تحتل موقعا متوسطا بين كل من عينات القمة والقاعدة .



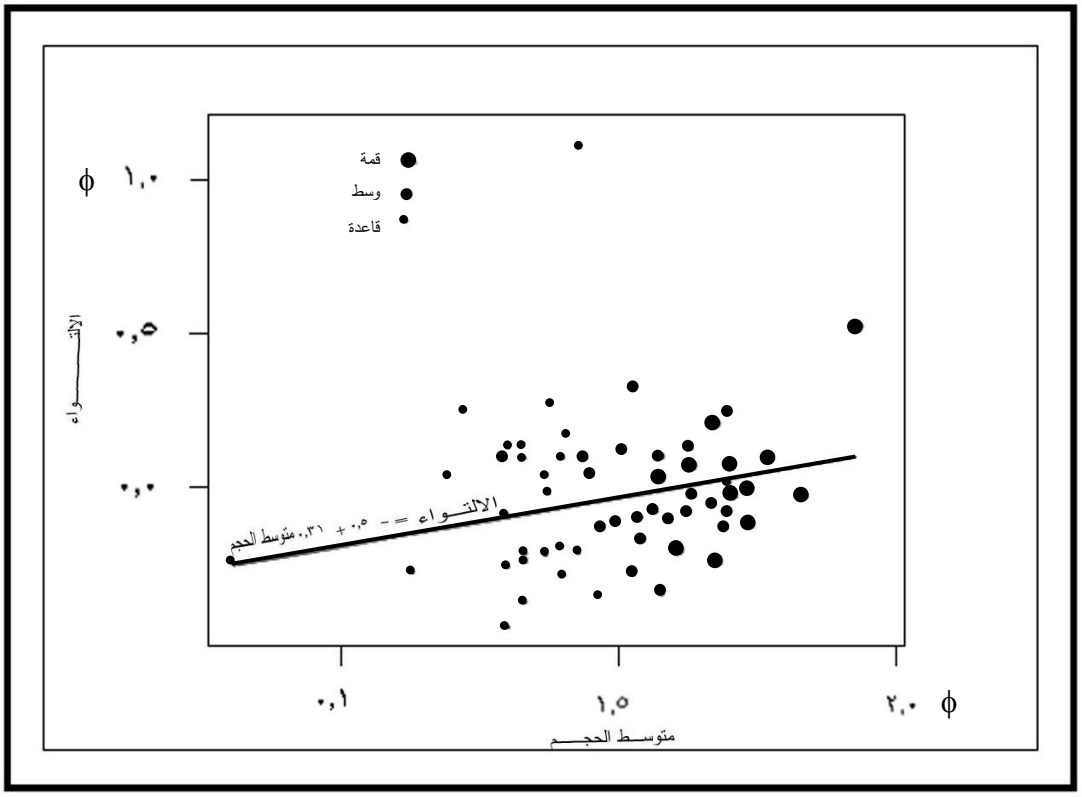
شكل (9) العلاقة بين متوسط حجم الرمال وارتفاع الكثبان

الحجم // موقع العينة	القمة %	الوسط %	القاعدة %
خشن وخشن جدا	7.9	12.6	21.1
متوسط	69.9	66.1	52.3
ناعم وناعم جدا	22.2	21.3	26.5

جـ - العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتواء المنحنى :

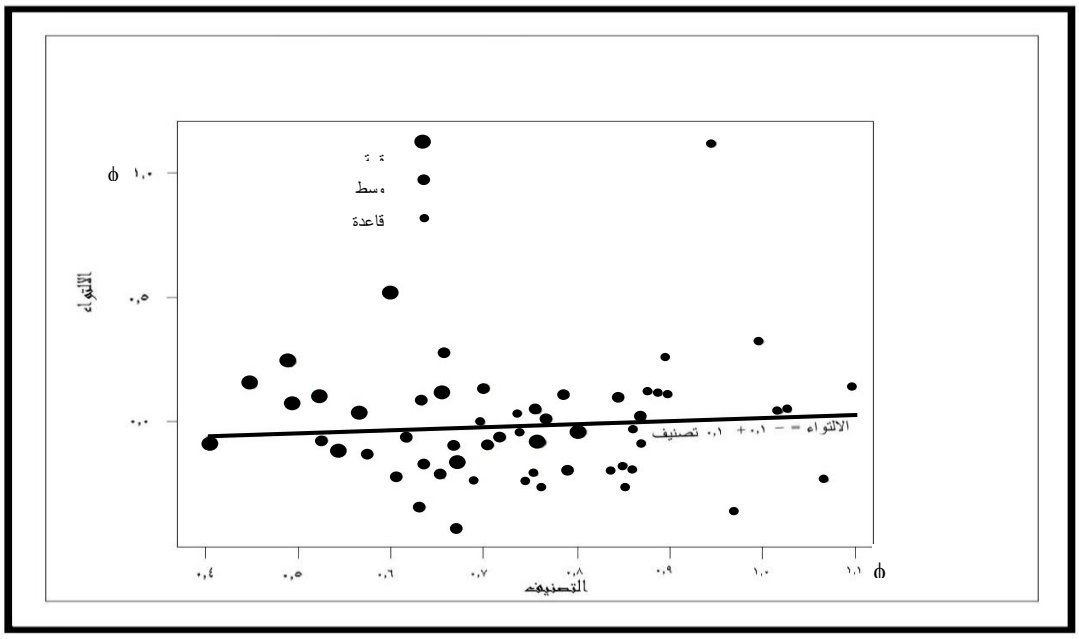
يوضح الشكل الانتشار رقم (10) العلاقة بين متوسط حجم حبيبات الرمال والتواء منحنيات التوزيع ، ويظهر من توزيع النقط أنه كلما قل متوسط حجم حبيبات الرمال نتج التواء موجب، كذلك يوضح الشكل ثلاث مجموعات من العينات هى:

- مجموعة عينات القمة وهى ذات التواء يتراوح بين -0.21ϕ ، 0.53ϕ.
- مجموعة عينات الوسط وهى ذات التواء يتراوح بين -0.35ϕ ، و0.25ϕ.
- مجموعة عينات القاعدة وهى ذات التواء يتراوح بين -0.45 ϕ، 1.1ϕ.



شكل (10) العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتواء المنحنى

من دراسة العلاقة بين قيم التصنيف ومقياس الالتواء، شكل (11) يلاحظ أن المنحنيات ذات الالتواء المتماثل ذات تصنيف متوسط، والمنحنيات ذات الالتواء السالب متوسطة ورديئة التصنيف، أما المنحنيات ذات الالتواء الموجب والموجب جدا تراوحت قيم تصنيفها بين جيد وردئ التصنيف.

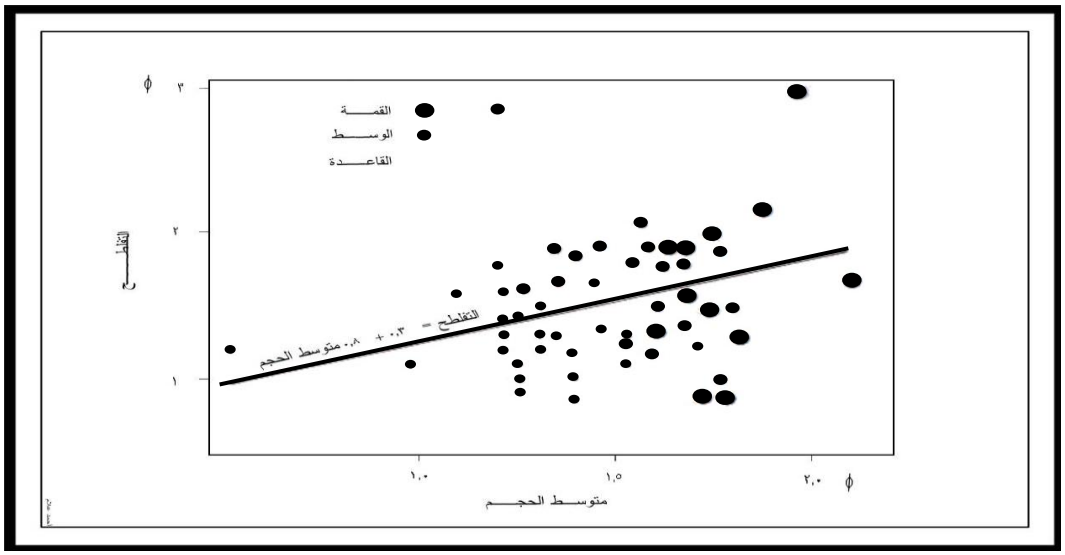


شكل (11) العلاقة بين تصنيف حبيبات الرمال والتواء المنحنى

د – العلاقة بين متوسط حجم الرمال وتفلطح المنحنى :

يوضح شكل (12) العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتفلطح، ويلاحظ وجود اتجاها عاما لتغير التفلطح إلى تفلطح شديد ومدبب كلما قل الحجم كما يتضح من الشكل أن أعلى نسبة لمنحنيات عينات القمة ذات تفلطح شديد، بينما أعلى نسبة لمنحنيات القاعدة ذات تفلطح مدبب.

كذلك لوحظ أن العينات رديئة التصنيف ذات تفلطح شديد ومدبب، أما العينات جيدة التصنيف فلها منحنيات ذات تفلطح متوسط ومدبب وشديد التفلطح.

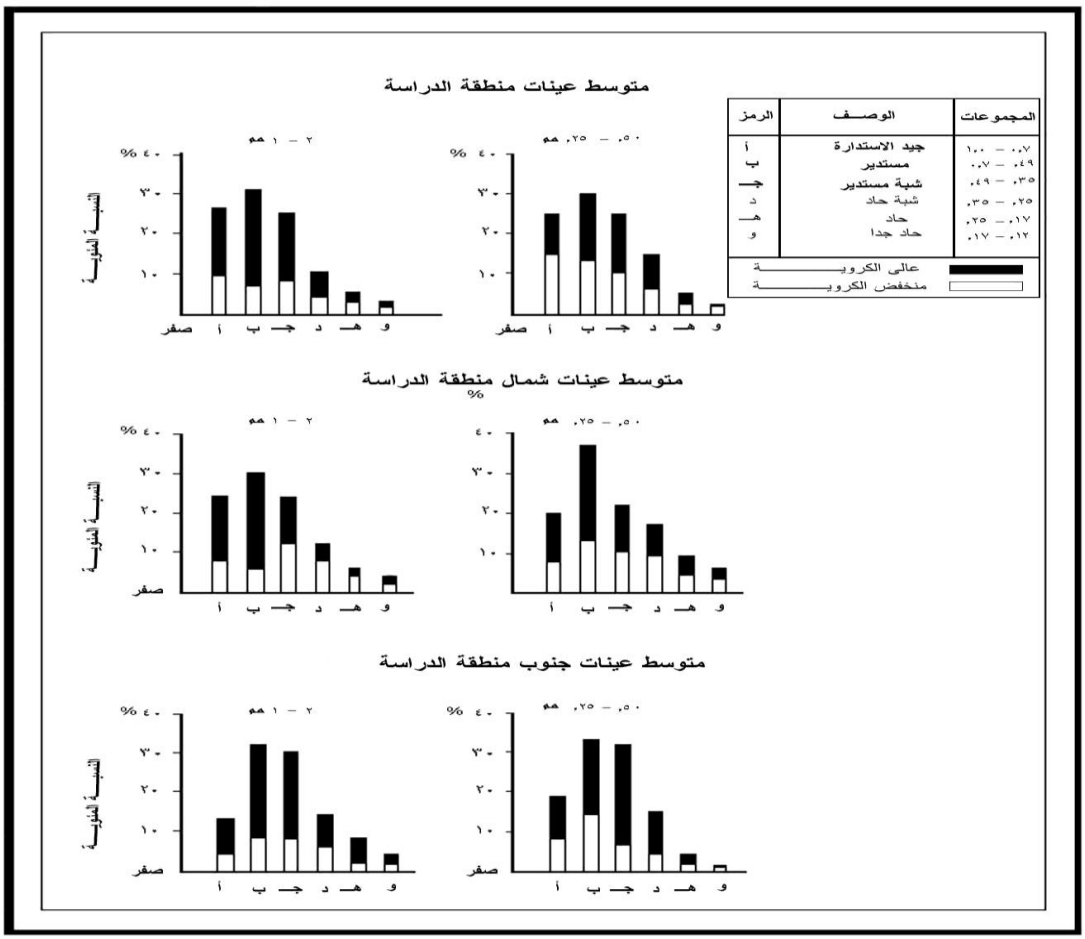


شكل (12) العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتفلطح

ثانيا : الاستـدارة والكرويـــة

لدراسة استدارة حبيبات الرمال وكرويتها تم اختيار10عينات من مواضع مختلفة من منطقة الدراسة بواقع 3 عينات، شرق منطقة الدراسة و 5 عينات من الجزء الأوسط شمال المنطقة وجنوبها، و2عينة غرب منطقة الدراسة، ثم تم اختيار (50) حبة رمل اختيارا عشوائيا من الرمال الخشنة جدا فئة (2 -1 مم)، (50) حبة أخرى من الرمال المتوسطة الحجم (0.50 – 0.25 مم) وذلك من كل عينة من العينات السابق الإشارة إليها ثم فحصت حبات الرمـــال تحـــت الميكروســـكوب الثنـــائى العدســـات Ordinary Binoculars Stereomicroscope Zeiss وذلك لتحديد استدارة وكروية حبة الرمال اعتمادا على لوحة (Powers 1953) حيث تم تحديد أقرب الفئات شكلا إلى حبة الرمل، ومن ثم أمكن تحديد قيمة الاستدارة على أساس رقم المتوسط الهندسى المذكور فى اللوحة، كما تم تحديد كروية الحبيبات مقارنة بالأشكال الموجودة فى لوحة Powers.

أوضح فحص عينات رمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل أن متوسط استدارة الحبيبات يتراوح بشكل عام بين المستدير وشبة المستدير شكل (13)، جدول (5)، ويتضح أن ما يتراوح بين 78.4%و82% من الحبيبات يقع فى ثلاث فئات هى جيد الاستدارة ، مستدير ، وشبة مستدير.



شكل (13) توزيع رمال الكثبان حسب الحجم والإستدارة

جدول (5)

تصنيف رمال الكثبان حسب فئات الإستدارة

الموقع	فئة الحجم (مم)	فئات الإستدارة					
		جيد الإستدارة	مستدير	شبة مستدير	شبة حاد	حاد	حاد جدا
شمال منطقة الدراسة	0.25 – 0.50	20.1	27.2	21.2	17.3	9.1	5.1
	1 – 2	24.2	30.4	24.4	12.2	5.3	3.5
جنوب منطقة الدراسة	0.25 -0.50	18.00	32.3	31.3	14.3	4.1	-
	1 – 2	12.00	32.00	30.1	14.1	8.2	3.6
إجمالى منطقة الدراسة	0.25 -0.50	25.3	29.5	23.6	13.8	5.4	2.4
	1 – 2	25.8	30.8	25.4	9.6	5.4	3.00

وتتفق هذه النتائج على حد كبير مع ما توصل إليه نبيل السيد إمبابى و محمود محمد عاشور (1985 ، صـ 25) فى دراستهم عن الكثبان الرملية فى قطر، وتختلف مع دراسة أحمد عبد السلام (2001 ، صـ 71)، ودراسة كل من (Folk , 1978)، (Goudie & Watson , 1981)، (نبيل سيد إمبابى و محمود محمد عاشور ، 1985 و صـ 28).

ويمكن حصر الأسباب التى تؤدى إلى ارتفاع معدلات الاستدارة وكروية الرمال فى منطقة الدراسة على النحو التالى :

1 -انتقال الرمال بفعل الرياح، ويرى كل من (Goudie & Watson , 1981) أن قدرة الهواء على زيادة استدارة الحبيبات يفوق قدرة المياه بمعدل يتراوح بين 100و 1000 مرة، وذلك أن حبيبات الرمال المتحركة فى وسط مائى يغلفها غشاء مائى رقيق يقلل من فرصة إستدارتها. المرجع السابق نقلا عن (Kuenen , 1980).

2 -تدحرج حبيبات الرمال بفعل الرياح يوفر فرصة جيدة لانتقاء الحبيبات الأكثر استدارة.

3 -تأثير التجوية الكيميائية وخاصة أن الكثبان موضوع الدراسة تقع فى منطقة ساحلية.

4 -تعرض رمال الكثبان إلى عمليات ارتطام واحتكاك بصفة دائمة ومما يؤيد هذا الرأى ارتفاع قيم الاستدارة جنوب منطقة الدراسة عن شمالها، وذلك فى فئة الرمال المتوسطة. جدول(5).

العلاقة بين الاستدارة وحجم حبيبات الرمال

يوضح شكل (13) عدم وجود علاقة بين الاستدارة وحجم الحبيبات وتتفق هذه النتيجة مع دراسات إمبابى وعاشور (1985 ، صـ 32) ولا تتفق مع نتائج دراسات (Shepard & Young , 1961 , Goudie & Watson , 1981). كما تختلف مع نتائج دراسة (صابر أمين دسوقى، 2000 ،صـ 269).

أوضح فحص قيم الاستدارة بين حبيبات القمة والوسط والقاعدة أن الفروق بينها تكاد تكون طفيفة ويمكن تجاهلها، ومن ثم يمكن القول أن موقع الحبيبة من الكثيب لا يؤثر على مدى استدارتها، وقد يرجع ذلك إلى الظروف البيئية المسئولة عن نشأة الكثبان.

كذلك أوضحت دراسة العلاقة بين قيم استدارة الحبيبات والمسافة التى تحركتها حبيبات الرمال. أن معدل تغير الاستدارة غير منتظم فى منطقة الدراسة شكل (13)، وقد يرجع ذلك إلى تعرض حبيبات رمال الكثبان لظروف بيئية متباينة جمعت ما بين البيئة الشاطئية والصحراوية.

العلاقة بين حجم الحبيبات والاستدارة والكروية

يوضح الجدول رقم (6) وشكل (13) العلاقة بين حجم حبيبات الرمال والاستدارة والكروية، ويوضح أن حبيبات الرمال موضوع الدراسة تتميز بارتفاع كرويتها High Sphericity، حيث تراوحت قيم الكروية ما بين 53% و 70% من مجموع الحبيبات موضوع الدراسة.

يتضح من دراسة العلاقة بين الحجم والاستدارة والكروية جدول (6) أن الكروية تزداد مع زيادة حجم الرمال حيث تراوحت قيم الكروية بين 52% و66% من مجموع حبيبات الرمال المتوسطة الحجم(0.50– 0.25مم)،بينما تزيد قيم الكروية فى حبيبات الرمل الخشن جدا (2–1مم) حيث تمثل نسبة تراوحت بين 60% و 76%، ويرجع ذلك إلى أن حبيبات الرمال الخشنة تنقل بطريقة التدحرج والقفز مما يؤدى إلى ارتطام الحبيبات ببعضها البعض،ومن ثم تأخذ الشكل الكروى.

كذلك يتضح من شكل (13) ارتفاع قيم كروية الرمال جنوب منطقة الدراسة عن شمالها. ويفسر ذلك انتقال الرمال لمسافة أطول يوفر فرصة أكبر لارتطام الحبيبات، ومن ثم تزيد كرويتها.

جدول رقم (6)

العلاقة بين حجم حبيبات الرمال والإستدارة والكروية

الموقع	الحجم (مم)	الكروية	جيد الإستدارة	مستدير	شبة مستدير	شبة حاد	حاد	حاد جدا	المجموع %
شمال منطقة الدراسة	0.50 – 0.25	عالى	12	14	11	8	5	3	53
		منخفض	8	13	10	9	4	3	47
	2 – 1	عالى	16	24	12	4	2	2	60
		منخفض	8	6	12	8	4	2	40
جنوب منطقة الدراسة	0.50 – 0.25	عالى	10	18	26	10	2	-	66
		منخفض	8	14	6	4	2	-	34
	2 – 1	عالى	8	24	22	8	6	2	70
		منخفض	4	8	8	6	2	2	30
إجمالى منطقة الدراسة	0.50 – 0.25	عالى	15.3	17	14.1	8	3	0.8	56.2
		منخفض	10	12.5	9.5	5.8	2.4	1.6	41.8
	2 – 1	عالى	16.6	22.6	17.6	5.4	2.8	1.6	66.6
		منخفض	9.2	8.2	7.8	4.2	2.6	1.4	37.4

الظاهرات الدقيقة لسطح حبيبات الرمال

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على الظاهرات الدقيقة على أسطح حبيبات الرمال موضوع الدراسة لمعرفة بيئات الترسيب المختلفة التى مرت بها الحبيبات، وما تعرضت له من عمليات جيومورفولوجية خلال رحلتها الطويلة.

وليتحقق هذا الهدف تم اختيار ثمانى عينات لفحصها مجهريا باستخدام المجهر الالكترونى المساح Scanning Electron Microscope واتبعت طريقة Krinsley & Doorn kamp , 1973 فى إعداد واختبار حبيبات الرمال للفحص والتحليل المعملى، وتم تدوين الملاحظات وتصوير نماذج من الظاهرات المتكررة على سطوح حبيبات الرمال، وتراوحت نسبة التكبير بين 50 مرة، 150 مرة. **وقد أوضح التحليل النتائج التالية:**

عينة رقم (1) :

أخذت هذه العينة من كثيب رملى شرق قرية المزار شكل (2) و فئة الحجم 0.5 مم وتم تكبير الحبيبات بنسبة 100 مرة، وظهر من التحليل أن حبيبات هذه العينة تتراوح بين فئة شبة مستدير وشبة حاد ومنخفضة الكروية، ذات تصنيف متوسط.

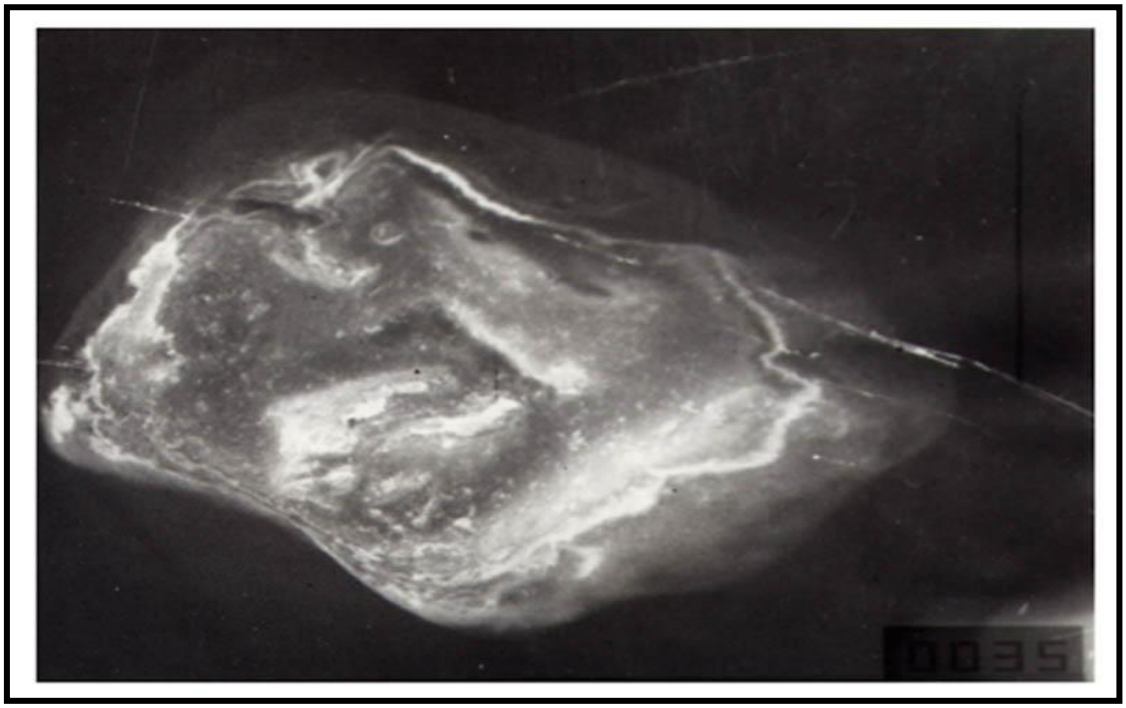
أوضح المجهر الالكترونى ميل لون حبيبات العينة إلى اللون الأبيض (لوحة 1) ويظهر على سطح الحبيبات فجوات عميقة Cavities، ومنخفضات طولية ناتجة عن تعرض الحبيبات لعملية البرى Abrasion بفعل الرياح، كما يظهر بسطح الحبيبة منخفض هلالى الشكل وخدوش قوسية وطولية جدول (7). ويظهر على سطح الحبيبة رواسب السليكا التى أرسبت داخل المنخفضات والشقوق والخدوش والتى تدل على مظاهر الرطوبة المختلفة التى تتعرض لها حبيبات الرمال فى البيئة الصحراوية.

عينة (3) :

أخذت هذه العينة من قمة كثيب رملى شمال شرق المزار شكل (2) من فئة حجم 1مم، وتم تكبير الحبيبات بنسبة 150 مرة. وظهر من التحليل أن شكل حبيبات العينة يقع بين فئة مستدير وشبة حاد، ومنخفضة الكروية، وتمتاز هذه العينة بتصنيف جيد (049 ϕ).

أتضح من الفحص المجهرى لحبيبات هذه العينة نوعين من الظاهرات، ظاهرات قديمة تتمثل فى منخفضات قليلة العمق، وظاهرات حديثة مثل الحزوز العميقة Grooves، ومنخفضات طولية ومنخفضات غير منتظمة الشكل، متباينة العمق، كما تظهر على سطح الحبيبات فجوات عميقة Cavities وتشير على تأثير الحبيبات بعملية الإذابة، وتظهر بعض الحفر على هيئة حرف (V) ميكانيكية النشأة، ويدل ذلك على تعدد بيئات الترسيب، وتأثر هذه الحبيبات بأكثر من عامل وعملية جيومورفولوجية. ويظهر على سطح الحبيبات رواسب السليكا المترسبة داخل المنخفضات والحفر والفجوات. لوحة(2).

وتوضح لوحة (2) حبيبة طولية الشكل، وقد يرجع ذلك إلى الصفات الموروثة من المصدر الأصلى للرمال. (أحمد عبد السلام على، محمود محمد عاشور، 2000 صـ 37 نقلا عن Krinsley & Doornkam p ,1973. p. 16).



لوحة (1) حبيبة شبة حادة منخفضة الكروية يظهر على سطحها منخفضات طولية وهلالية الشكل ، نسبة التكبير 100 مرة .

لوحة (2) حبيبة طولية الشكل يظهر على سطحها رواسب السليكا بنسبة عالية داخل المنخفضات الغير منتظمة ، نسبة التكبير 150 مرة .

عينة (5) :

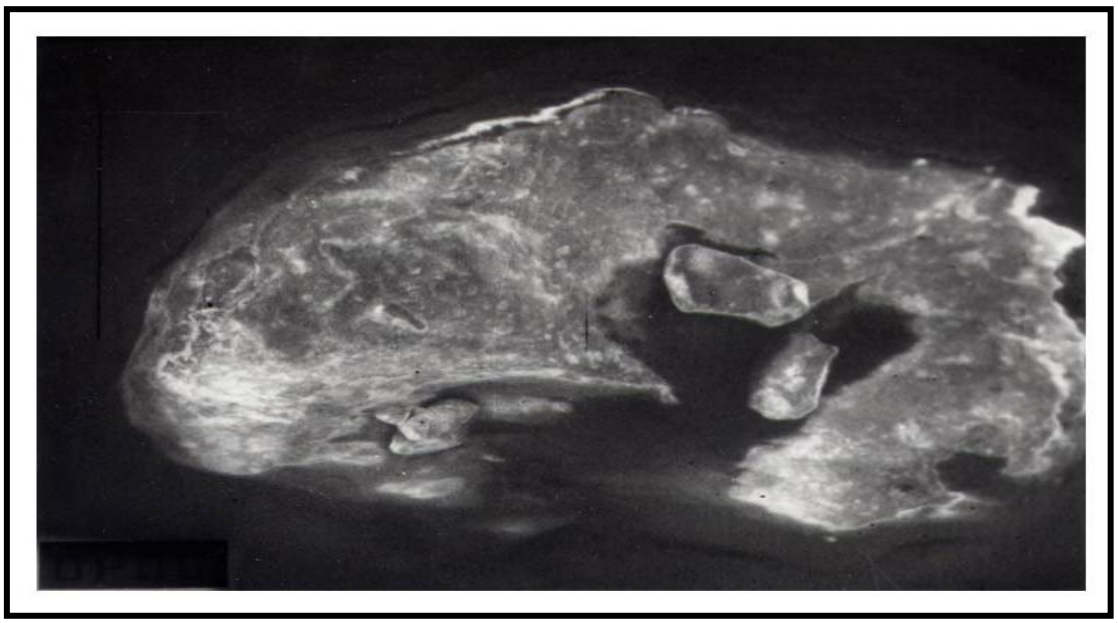
أخذت هذه العينة من وسط كثيب رملى جنوب شرق المزار، من فئة حجم 1 مم، وتم تكبير الحبيبات بنسبة 100 مرة. وظهر من التحليل أن شكل حبيبات العينة يقع بين فئة مستدير وشبة مستدير مما يشير إلى سيادة نشاط التعرية الهوائية، وحبيبات العينة عالية الكروية، وتصنيف هذه العينة متوسط (0.66 ϕ) .

أوضح الفحص المجهرى لحبيبات العينة ظهور حفر على هيئة حرف (V) ميكانيكية النشأة، ومنخفضات ضحلة غير منتظمة الشكل، ومنخفضات حديثة التكوين عميقة غير منتظمة الشكل، وأخرى طولية ودائرية الشكل ترسبت فى داخلها رواسب السليكا لوحة (3)، ويدل وجود هذه المنخفضات على تأثر الحبيبات بعامل الرياح وعمليتى البرى Abrasion والزحف Creep. كما يظهر على سطح الحبيبات ظاهرة الأطباق المقلوبة والأطباق Dish Shape، والتى يرجع تكوينها إلى اصطدام الحبيبات أثناء نقلها بواسطة الرياح.

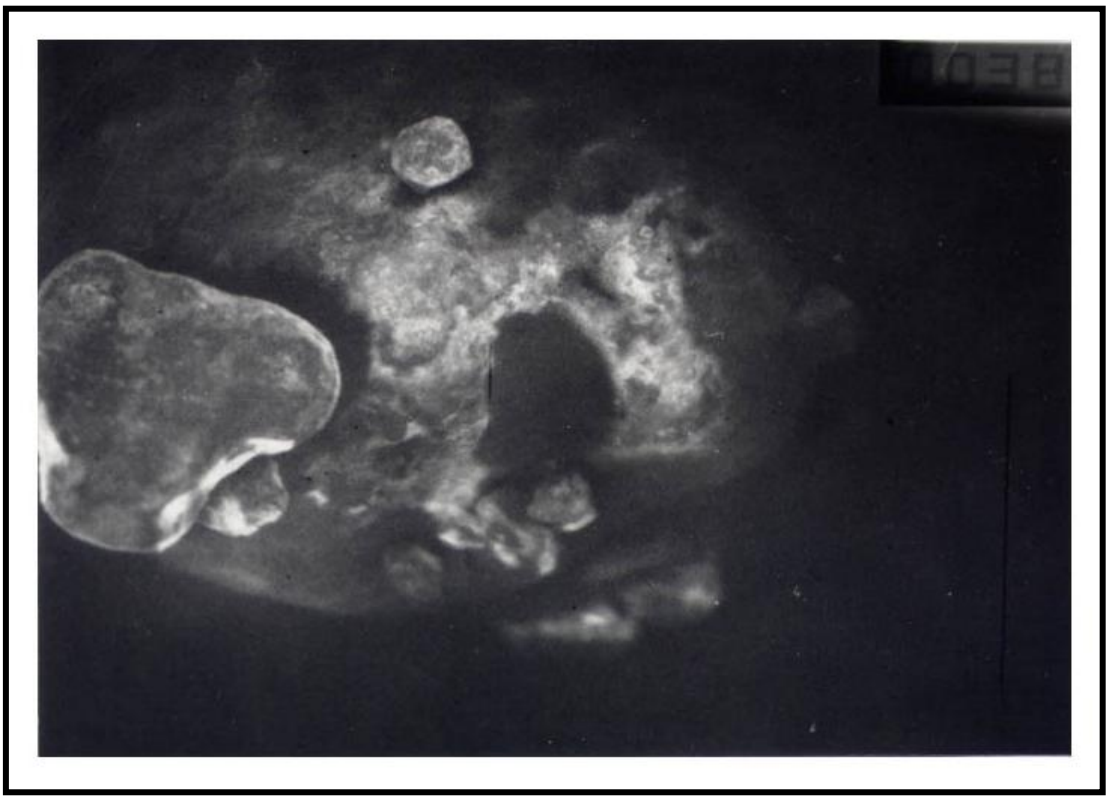
عينة (10) :

أخذت هذه العينة من قمة كثيب رملى جنوب شرق قرية مصفق من فئة حجم (0.5–1 مم)، وتم تكبير الحبيبات بنسبة تكبير100 مرة، وظهر من التحليل أن شكل حبيبات العينة تراوح بين مستدير وشبة مستدير، عالى الكروية، وبلغت قيمة تصنيف هذه العينة (0.54ϕ) أى متوسطة التصنيف.

يظهر على سطح حبيبات العينة ظاهرة الأطباق والأطباق المقلوبة مما يشير إلى انتقال هذه الحبيبات بفعل الرياح، كما يظهر بها فجوات ومنخفضات قوسية وغير منتظمة الشكل، لوحة (4)، وتظهر رواسب السليكا على سطح الحبيبات وإن كانت بنسبة أقل من العينات الأخرى، وقد يرجع ذلك إلى البعد النسبى لموقع العينة من المنطقة الشاطئية . كذلك يظهر على سطح بعض الحبيبات خدوش قوسية الشكل. جدول (7).



لوحة (3) حبيبة شبة مستديرة عالية الكروية يظهر على سطحها منخفضات ضحلة وعميقة ، نسبة التكبير 100 مرة .



لوحة (4) حبيبة مستديرة عالية الكروية يظهر على سطحها أطباق مقلوبة مما يشير إلى انتقال الحبيبة بفعل الرياح ، نسبة التكبير 100 مرة .

عينة (15) :

أخذت هذه العينة من قمة كثيب رملى شمال غرب قرية مصفق من فئة حجم (1 – 2 مم)، وتم تكبير الحبيبات بنسبة 150 مرة، وظهر من التحليل أن شكل حبيبات العينة مستدير وشبة مستدير عالى الكروية، وبلغت قيمة تصنيف هذه العينة (0.64 ϕ)، أى متوسطة التصنيف.

ظهر على سطح حبيبات هذه العينة رواسب سليكا بنسبة عالية مما يشير إلى تأثر حبيبات هذه العينة بنسبة رطوبة عالية، وتتباين نسبة رواسب السليكا على سطح الحبيبات داخل العينة ، فعلى سبيل المثال ظهرت رواسب السليكا فى بعض المنخفضات على هيئة تراكمات لوحة (5) ، مما يدل على أن عملية الإرساب استمرت فترة طويلة، بينما ظهرت فى بعض الحبيبات السليكا ملساء وغير منتظمة مما يدل على حدوث عملية الإرساب بصورة سريعة.

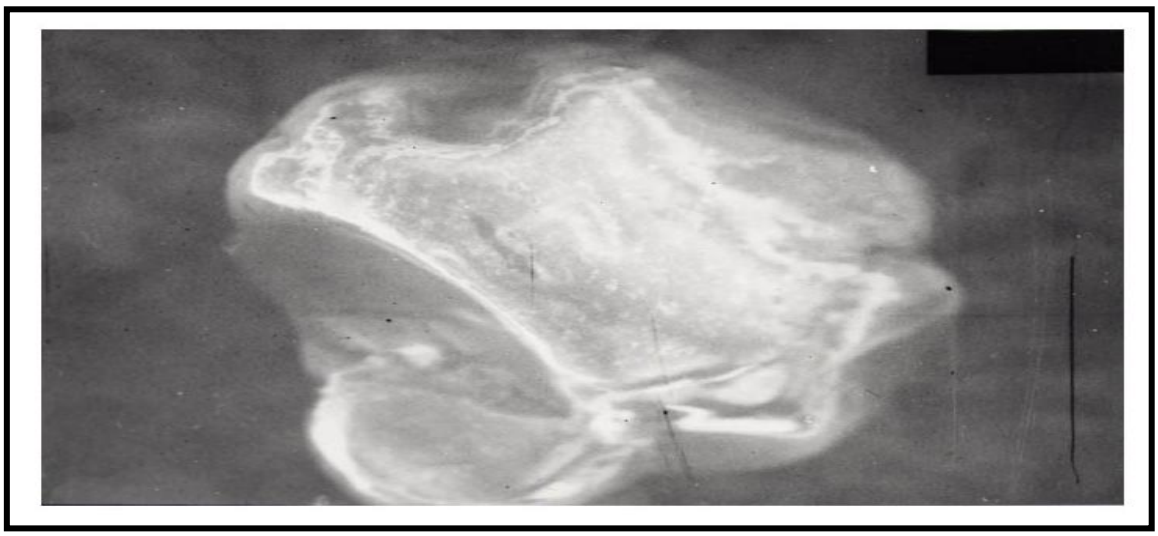
ويظهر على سطح حبيبات هذه العينة المنخفضات الطولية والغير منتظمة متباينة الأعماق مما يشير إلى وجود منخفضات قديمة ضحلة وأخرى حديثة عميقة كما يظهر على سطح الحبيبات الخدوش القوسية. كما يظهر على السطح ظاهرة الأطباق المقلوبة، ونادرا ما يظهر الحفر والفجوات.

عينة (17) :

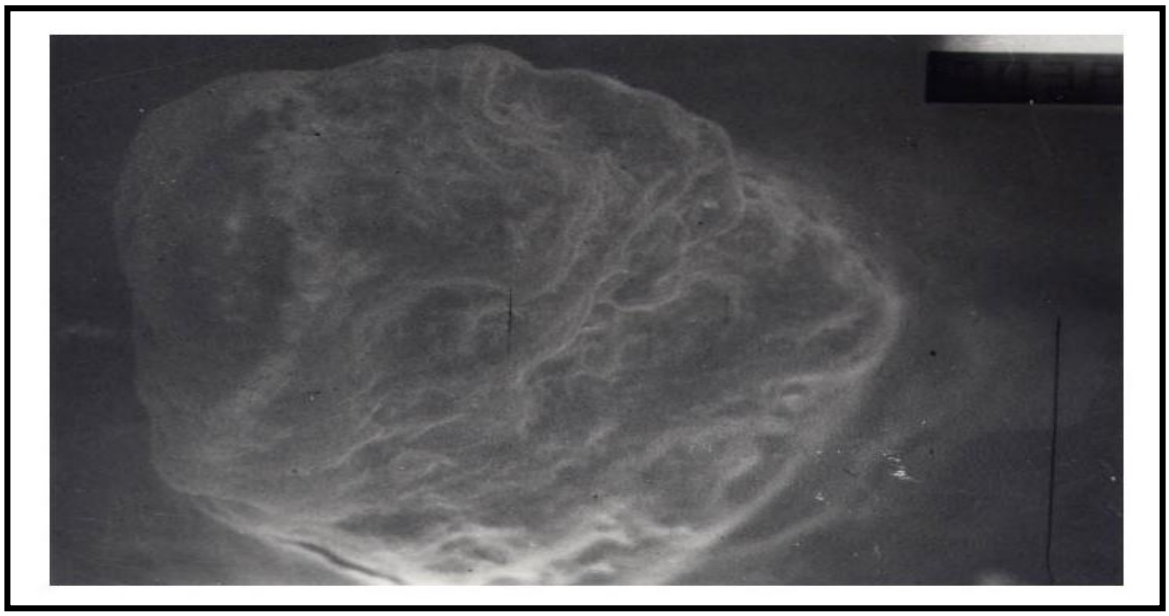
أخذت هذه العينة من قمة كثيب رملى شمال بير العبد، من فئة حجم (0.50–1 مم)، وتم تكبير الحبيبات بنسبة 75 مرة، وظهر من التحليل أن شكل حبيبات العينة مستدير عالى الكروية، والعينة ذات تصنيف متوسط (0,80 ϕ).

بصفة عامة تقل نسبة رواسب السليكا على سطوح حبيبات هذه العينة أما الثمة الغالبة على سطح حبيبات هذه العينة ظهور السطح مموج مما يدل على تأثر حبيبات هذه العينة بعملية إذابة واضحة، وقد يرجع ذلك إلى أن هذه العينة أخذت من كثيب رملى قريب من الشاطئ.

وتوضح اللوحة رقم (6) سطح أحد حبيبات العينة، ويبدو على هيئة سطح مموج، تكثر به ظاهرة الأطباق والأطباق المقلوبة، كما تكثر ظاهرة المنخفضات الغير منتظمة الشكل، كما يظهر على سطح الحبيبة أرسابات سليكا غير منتظمة مما يدل على حدوث عملية الإرساب بصورة سريعة.(المرجع السابق صـ 45).



لوحة (5) حبيبة شبة مستديرة عالية الكروية يظهر على سطحها رواسب سيليكية على هيئة تراكمت ، نسبة التكبير 150 مرة .



لوحة (6) حبيبة مستديرة عالية الكروية ذات سطح مموج يدل على تأثير عمليات الإذابة ، نسبة التكبير 100 مرة.

عينة (21) :

أخذت هذه العينة من وسط كثيب رملى بمنطقة الخربة، وتراوحت نسبة التكبير بين 50 مرة، 100 مرة، وتراوح حجم حبيبات العينة بين (1 – 2 مم)، وتراوح شكل حبيبات العينة بين جيد الأستدارة ومستدير وعالى الكروية، وتصنيف هذه العينة متوسط (0.61 ϕ) .

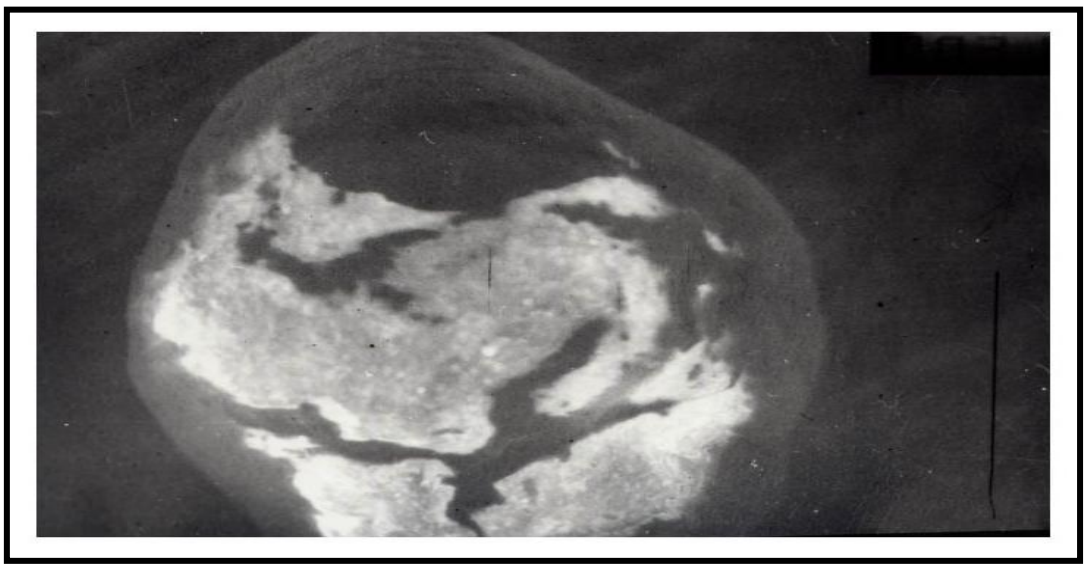
ظهر سطح حبيبات هذه العينة معتما، كما ظهرت عليه رواسب السليكا بشكل كبير(لوحة 7). كذلك ظهر على سطح الحبيبات منخفضات ذات اشكال مختلفة متباينة العمق، كما ظهرت بعض الحفر المتباينة الأعماق، وحفر على شكل حرف (V). وتشير إرتفاع نسبة رواسب السليكا فى هذه العينة على تأثر الحبيبات بمظاهر الرطوبة الجوية وخاصة الندى، كذلك يظهر على سطح بعض الحبيبات ظاهرة الأطباق.

عينة (23) :

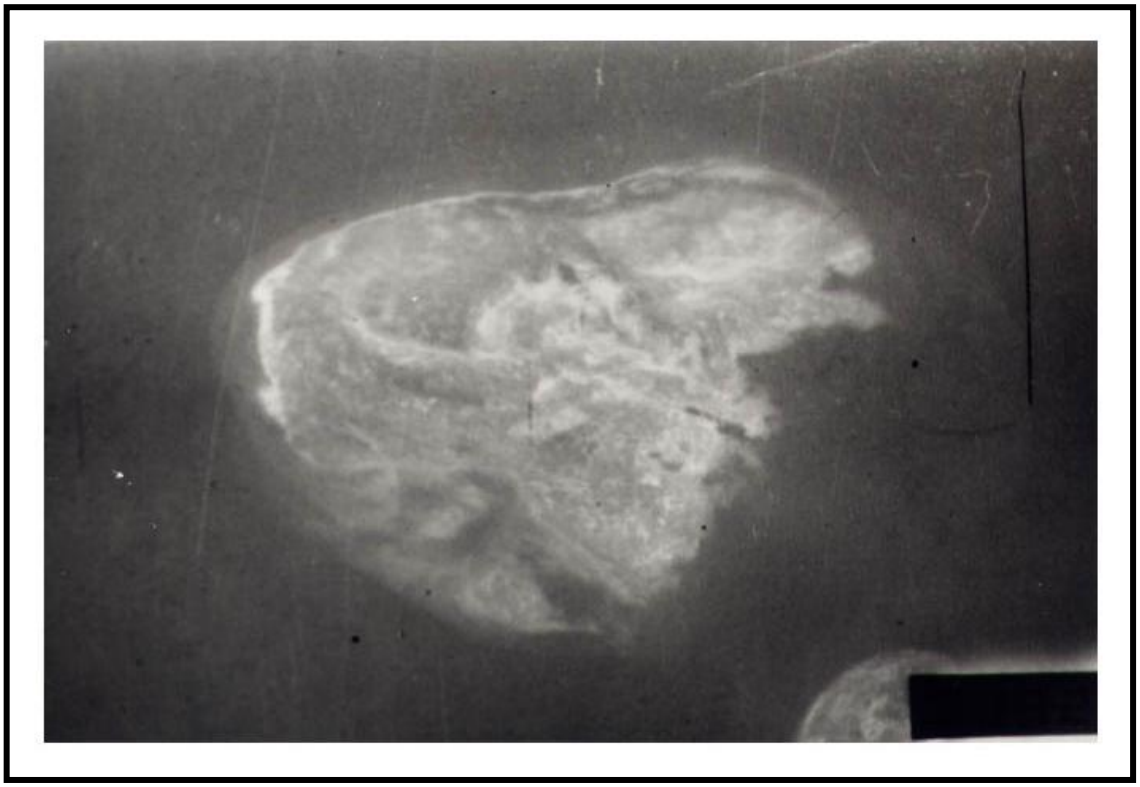
أخذت هذه العينة من قمة كثيب رملى شمال منطقة الخربة و تراوح حجم حبيبات العينة بين (50 – 1 مم) و تم تكبير الحبيبات بنسب تراوحت بين 75 مرة ، 100 مرة. ظهر من التحليل أن شكل حبيبات العينة تراوح بين مستدير وشبة حاد ومنخفض الكروية، والعينة ذات تصنيف متوسط (0.60 ϕ) يظهر على سطح حبيبات هذه العينة منخفضات هلالية الشكل كما توجد منخفضات طولية وأخرى غير منتظمة الشكل، ويظهر بسطح هذه الحبيبات ظاهرات قديمة ضحلة وقليلة العمق مثل المنخفضات، والحفر، بينما توجد ظاهرات حديثة مثل المنخفضات الطولية والهلالية العميقة. مما يشير إلى إعادة ترسيب هذه الرواسب.

ويدل وجود المنخفضات الهلالية على سطح هذه الحبيبات على أن هذه المنخفضات قد تشكلت فى بداية نشاتها على شكل حفر على هيئة حرف (V) ضحلة ، ثم تم تعديلها وإتخاذها الشكل الهلالى بواسطة عمليات الإذابة.

وتوضح اللوحة رقم (8) حبيبة تعرضت لعمليتين مختلفتين، حيث يظهر الجزء الأيسر منها بشكل دائرى مما يدل على تعرضه لتأثير التعرية الهوائية بينما يظهر الجزء الأيمن من الحبيبة وله سطح متضرس مما يدل على تأثره بعمليات التحلل الكيميائى الحديثة.



لوحة (7) حبيبة مستديرة ذات سطح معتم يظهر عليها رواسب السليكا ومنخفضات وحفر متباينة



لوحة (8) حبيبة يظهر على سطحها منخفضات هلالية الشكل توضح تأثير عمليات الإذابة ، نسبة التكبير 100 مرة .

من العرض السابق يتضح أن أهم الظاهرات الدقيقة على سطح حبيبات الرمال جنوب بحيرة البردويل هى:

1 -ظهور رواسب السليكا داخل المنخفضات والحفر والشقوق على سطوح الحبيبات، لوحات (1، 2، 3، 5، 7، 8)، وقد تباينت نسبة رواسب السليكا بين العينات، فعلى سبيل المثال توجد رواسب السليكا على هيئة تراكمات لوحة (5، 7) مما يشير إلى أن عملية الإرساب استغرقت فترة زمنية طويلة، بينما توجد رواسب السليكا بصورة غير منتظمة لوحة (2 ، 8) فى بعض العينات.

وما ينبغى الإشارة إلية أن وجود رواسب السليكا على سطح حبيبات الرمال ظاهرة شائعة فى مناطق مختلفة من جمهورية مصر العربية بصفة خاصة، والبيئات الصحراوية بصفة عامة. (دراسات Ali , 1993, EL Baz & Brestel ,1982)، (Emababi , 2004 , p . 136). وتعد رواسب السليكا على سطح حبيبات الرمال من أكثر الملامح الكيميائية وضوحا على سطح حبيبات الرمال وتتكون فى ظروف صحراوية نتيجة ارتفاع درجة حموضة الماء PH، حيث يتم إذابة بعض السليكا من بعض أجزاء سطح الحبيبة ثم يعاد ترسيبها فى المنخفضات الموجودة على سطح

الحبيبات، ويدل وجود رواسب السليكا على تعرض الحبيبات لإعادة الإرساب. (Ibid . p. 136).

2 -يظهر على سطح الحبيبات ظاهرات دقيقة يرجع نشأتها إلى تأثير عمليات التجوية الميكانيكية وتشمل حافات الانقسام Cleavage Scarps والحافات الغير منتظمة والحزوز Grooves والشقوق، بينما يرجع نشأة بعض الظاهرات الدقيقة على سطح الحبيبات لتأثير عمليات الإذابة مثل الحفر، وحزوز الإذابة، والفجوات والتكهفات، والأسطح المموجة، والمنخفضات ، كما توجد بعض الظاهرات الدقيقة مثل ظاهرة الأطباق والأطباق المقلوبة والتى تشير إلى تأثير التعرية الهوائية، وهذا يدل على تأثر حبيبات الرمال فى منطقة الدراسة بأكثر من عامل وأكثر من عملية جيومورفولوجية.

3 -بظهر على سطح بعض الحبيبات ظاهرات قديمة وأخرى حديثة لوحة (2، 5، 8) مما يشير إلى إعادة ترسيب حبيبات الرمال ومرورها بدورات إرساب متأثرة بأكثر من عملية جيومورفولوجية. وبصفة عامة أتضح من التحليل السابق أن الظاهرات القديمة ضحلة وقليلة العمق، بينما تتميز الظاهرات الحديثة بأنها عميقة، كذلك لوحظ من تحليل العينات حدوث تعديل فى شكل الظاهرات القديمة بواسطة عملية الإذابة.

4 -تعد ظاهرة المنخفضات أكثر الظاهرات الدقيقة وضوحا وانتشارا على سطوح الحبيبات موضوع الدراسة، وتبدو بأشكال مختلفة طولية، أو دائرية أو غير منتظمة الشكل أو هلالية الشكل ، وترجع نشأتها إلى تأثير كل من التعرية الهوائية التى تقوم بنقل حبيبات الرمال عن طريق عمليتى القفز والزحف، وتأثير التجوية الكيميائية، وخاصة عمليات الإذابة التى تساعد فى تعميق هذه المنخفضات.

5 -ظهرت فى بعض حبيبات العينات موضوع الدراسة ظاهرة الأطباق المقلوبة، وتعتبر من الظاهرات التى تدل على تأثر الحبيبات بالتعرية الهوائية (نبيل سيد إمبابى، ومحمود محمد عاشور، 1985، صـ 37).

وبذلك يمكن القول أن أكثر الملامح التى ظهرت على سطوح حبيبات الرمال موضوع الدراسة تكونت فى بيئة صحراوية وبيئة شاطئية تأثرت بالتعرية الريحية، وعمليات البرى والقفز والزحف، كما تأثرت بالتجوية الميكانيكية والكيميائية.

الخصائص المعدنية للرمال جنوب البردويل

تهدف هذه الدراسة إلى التمييز بين الحبيبات، خصوصا ما كان منها غريبا عن منطقة الدراسة، كما تهدف أيضا إلى تمييز التكوينات الثانوية النشأة. وتنقسم دراسة الخصائص المعدنية للرمال إلى دراسة المحتوى المعدنى ودراسة المعادن الثقيلة والعناصر التى تحتويها الرمال لتحديد القيمة الاقتصادية لها وتحديد مصدرها.

أ – المحتوى المعدنى للرمال :

لدراسة المحتوى المعدنى لحبيبات الرمال تم اختيار (10) عينات من مواضع مختلفة من منطقة الدراسة واختير من كل عينة 50 حبيبة عشوائيا، وتم فحصها بوضع حبيبات العينة تحت الميكروسكوب الثنائى العدسات Ordinary Bincoulor Streomicroscope

Zeiss حيث تم التمييز بين المعادن المعتمة Opaque، والمعادن الشفافة Non opaque، ثم تم حساب النسبة المئوية لكل مجموعة إلى إجمالى العينة.

أوضحت نتائج التحليل ما يلى :

1 -تتراوح نسبة المعادن الشفافة فى عينات القمة بين 51%، 55% بمتوسط قدره 53% وانحراف معيارى قدره 1.58%، بينما تتراوح نسبتها فى عينات الوسط بين 50%، 55% بمتوسط قدره 51.6% وانحراف معيارى قدره 2.1%، وفى عينات القاعدة تراوحت النسبة بين 49%، 53% بمتوسط قدره 51% من إجمالى العينات. جدول (8).

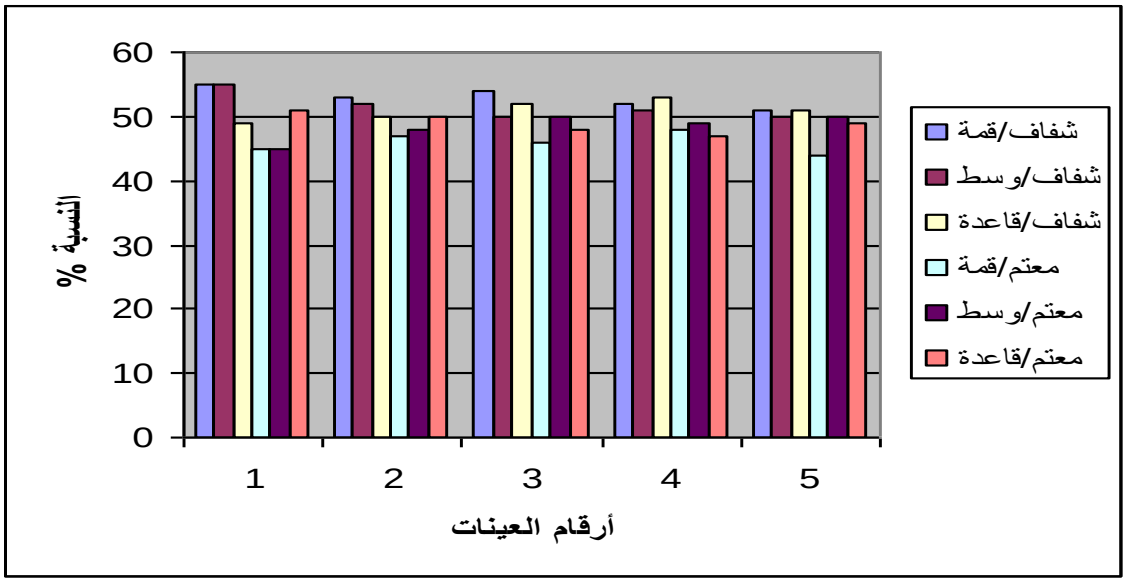
2 -تتراوح نسبة المعادن المعتمة فى عينات القمة بين 44%، 48% وبمتوسط قدره 46%، بينما تتراوح نسبتها فى عينات الوسط بين 45%، 50% بمتوسط قدره 51.6%، وفى عينات القاعدة تراوحت النسبة بين 47%، 51% بمتوسط قدره 49% شكل (14)، وهذا يشير إلى ارتفاع نسبة المعادن المعتمة عند حضيض الكثبان ويرجع ذلك إلى ثقل هذه المعادن.

تتراوح نسبة المعادن الشفافة فى إجمالى العينات بين 49% و 55% بمتوسط قدره 47.8% من إجمالى العينات، بينما تتراوح نسبة المعادن المعتمة بين 44%، 51% بمتوسط قدره 47.8% من إجمالى العينات. ويرى إمبابى (Embabi, 2000, p 78-79) أن انخفاض نسبة المعادن المعتمة عن 50% يرجع إلى أن مصدر رمال الكثبان من رواسب شاطئية ودلتاويه.

جدول (8)

النتائج الإحصائية للتحليل المعدنى لرمال الكثبان (%)

موقع العينة	الحد الأدنى		الحد الأقصى		المتوسط		الوسيط		الإنحراف المعيارى	
	شفاف	معتم	شفاف	معتم	شفاف	معتم	شفاف	معتم	شفاف	معتم
قمة	51	44	55	48	53	46	53	46	1.58	1.58
وسط	50	45	55	50	51.6	48.4	51	49	2.1	2.1
قاعدة	49	47	53	51	51	49	51	49	1.58	1.58
إجمالى العينات	49	44	55	51	51.87	47.8	52	48	1.85	2.1



شكل (14) نسبة المعادن الشفافة والمعتمة فى رمال الكثبان

يتضح من مقارنة نتائج التحليل السابق مع مناطق أخرى من العالم أن نسبة المعادن المعتمة Opaque فى منطقة الدراسة يتقارب مع نسبتها فى كثبان الخانكة، وفى دراسة سابقة تبين أن مصدر كثبان الخانكة من رمال الدلتا والجزر الرملية فى الدلتا، ورواسب ما تحت الدلتا. (عزة أحمد عبد الله ،1989، صـ 288)، بينما تقل نسبة المعادن المعتمة فى رمال منطقة الدراسة عن رمال كل من شرق الفرافرة والداخلة ومنخفض القطارة، وجنوب الريان. جدول (8).

جدول (9)
النسبة المئوية للمعادن الشفافة والمعتمة فى مناطق مختلفة من العالم

المنطقة	المؤلف	معادن شفافة	معادن معتمة
جنوب البردويل	الدراسة الحالية 2005	51.9	48.1
الخانكة	Philip &Beheiry, (1961)	48.7	51.3
شرق الفرافره والداخلة	Philip a.o. (1992)	20.00	80.00
الخارجة	Sadek, (1995)	24.00	76.00
جنوب الريان	Arafa, (1973)	34.1	65.9

ب – المعادن الثقيلة :

تعد دراسة المعادن الثقيلة Heavy Minerals فى رمال الكثبان من الدراسات الهامة فى مجال الدراسات الجيومورفولوجية حيث يمكن منها معرفة مصدر الرواسب وعدد الدورات Cycles التى مرت بها الرواسب. وتهدف دراسة محتوى رمال الكثبان من المعادن الثقيلة إلى تحديد مصدر رمال هذه الكثبان، والدورات التى مرت بها والقيمة الاقتصادية لها.

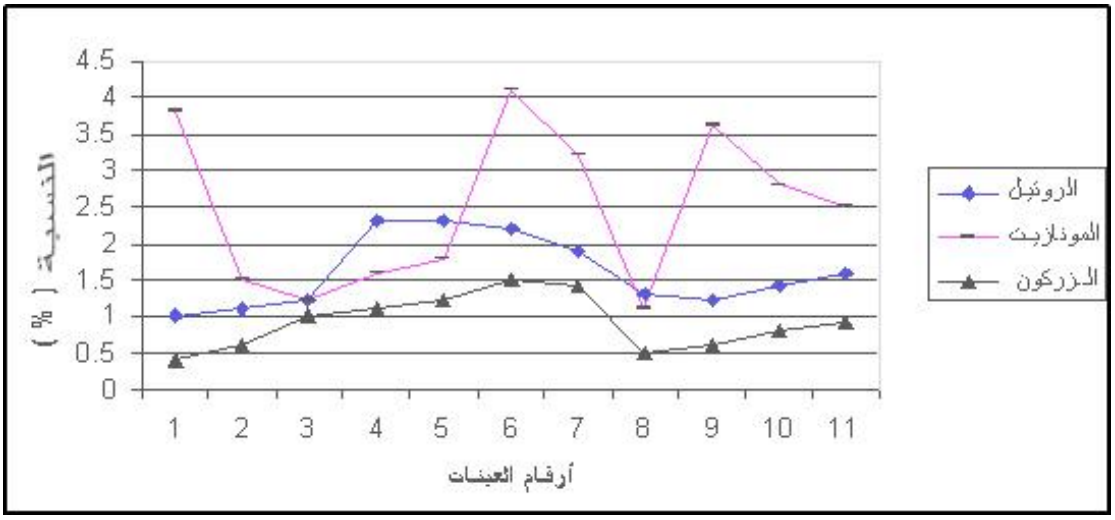
ولتحقيق هذا الهدف تم التحليل لعدد (10) عينات من رمال الكثبان موضوع الدراسة لتحديد نسبة كل من الزركون والمونازيت والروتيل، وهى المعادن ذات القيمة الاقتصادية. ويوضح جدول (10) نتائج هذا التحليل.

جدول (10)

نتائج محتوى رمال الكثبان من المعادن الثقيلة

المعادن / البيان الإحصائى	الزركون	المونازيت	الروتيل	إجمالى المعادن الثقيلة
أدنى قيمة	0.4	1.1	1.00	20
أعلى قيمة	1.5	4.1	2.3	2.8
المتوسط	0.91	2.5	1.59	22.8
الوسيط	0.9	2.3	1.35	22.00
الانحراف المعيارى	0.39	1.2	0.53	2.94

يوضح جدول (10) ارتفاع نسبة المونازيت بالمقارنة بنسب كل من الزركون والروتيل، تتراوح نسبة المونازيت بين 1.1%، 4.1% بمتوسط قدره 2.5% وانحراف معيارى قدره 2.3%، بينما تتراوح نسبة الروتيل بين 1.00% و 2.3% بمتوسط قدره 1.59% و أما الزركون فتتراوح نسبته بين 0.4%، 1.5% بمتوسط قدره 0.9% شكل (15).



شكل (15) نسبة المعادن الثقيلة فى رمال الكثبان

أتضح من مقارنة نتائج تحليل رمال الكثبان للمعادن الثقيلة أن نسبة كل من المونازيت والزركون ترتفع فى العينات الواقعة إلى الشمال من طريق العريش القنطرة، وخاصة فى منطقة مصفق (عينة 15) وتنخفض نسبة الزركون فى العينات الواقعة جنوب الطريق فى منطقة المزار (عينة 6) وجنوب منطقة الخربة (عينة 23).

أوضحت مقارنة نتائج التحليل السابق مع نتائج تحليل منطقة المساعيد أن نسبة الزركون فى كثبان جنوب البردويل أدنى من نسبتها فى المساعيد حيث تراوحت نسبة الزركون فى المساعيد بين 0.4%، 5.6% بمتوسط قدره 3.2% بينما ترتفع نسبة المونازيت فى كثبان البردويل عن نظيرتها فى المساعيد والتى تراوحت قيمها فى المساعيد بين 0.2 ، 2.8% بمتوسط قدره 1.4% أما نسب الروتيل فهى متقاربة بين المنطقتين.

أوضحت مقارنة نسبة المعادن الثقيلة فى رمال الكثبان جنوب البردويل مع نظيرتها فى المساعيد انخفاض النسبة فى كثبان البردويل حيث بلغ متوسط نسبة المعادن الثقيلة فى كثبان البردويل 22.8%، بينما تراوحت نسبة المعادن الثقيلة فى كثبان المساعيد بين 20.3%، 27.3% بمتوسط قدره 28.8%.

توضح مقارنة نسبة المعادن الثقيلة فى كثبان جنوب البردويل مع نسبتها فى مناطق مختلفة من جمهورية مصر العربية وجود تقارب فى نسبه الزركون والروتيل بين كثبان البردويل ورواسب الدلتا ورمال كثبان الخانكة، وهذا يشير إلى أن رواسب الدلتا تعد أحد مصادر رمال الكثبان فى جنوب البردويل، وأنها مرت بعدة دورات.

وتتفق هذه النتائج مع نتائج الدراسات السابقة فعلى سبيل المثال أشارت دراسة (El Shazly & Wassif, 1982) وجود تشابة بين محتوى رواسب الشاطئ من دمياط إلى بورسعيد من المعادن الثقيلة مع رمال شاطئ رشيد ودلتا النيل.

أوضحت دراسة (Misak & Attia ,1983. p.121)، وجود تقارب بين نسب المعادن الثقيلة فى رمال الكثبان ورواسب النيل، ويرجع ذلك إلى دور التيارات البحرية التى تقوم بنقل الرواسب النيلية إلى شواطئ سيناء، ثم تنقلها الرياح الشمالية إلى الكثبان الرملية فى شمال سيناء. كذلك أوضح الباحثان وجود تشابه فى نسبة الترمالين والزركون والروتيل فى النجيلة ومصفق مع محتوى الحجر الرمل النوبى من المعادن الثقيلة، وعلى العكس من ذلك يوضح نسبة المعادن الثقيلة فى الكثبان الرملية فى ريسان، وعنيزة إلى أن مصدرها الصخور النارية والمتحولة.

من العرض السابق يتضح أن مصدر رمال الكثبان جنوب البردويل يعد متعدد المصادر، منها مصدر **"خارجى"** External ويتمثل فى الرواسب الدلتاوية ومصدر داخلى **"محلى"** من شبة جزيرة سيناء، ويمثلة الرمال التى تنقلها الرياح من الرواسب الشاطئية، أو من الرمال الناتجة عن نحت الصخور وتجويتها بسيناء، ويؤكد ذلك نتائج تحليل المعادن الثقيلة للرمال فى منطقة الدراسة، وكذلك تشير نتائج التحليل السابق إلى الأهمية الاقتصادية لرمال الكثبان فى منطقة الدراسة لمحتواها من المعادن الثقيلة.

التحليــل الجيوكيميائـــى

لإجراء التحليل الجيوكيمائى للعينات تم اختيار عشر عينات من مواضع مختلفة من منطقة الدراسة، حيث تم إذابة العناصر الموجودة فى العينات بإضافة حمض النيتريك، وتم حساب قيم العناصر الموضحة بالجدول التالى.

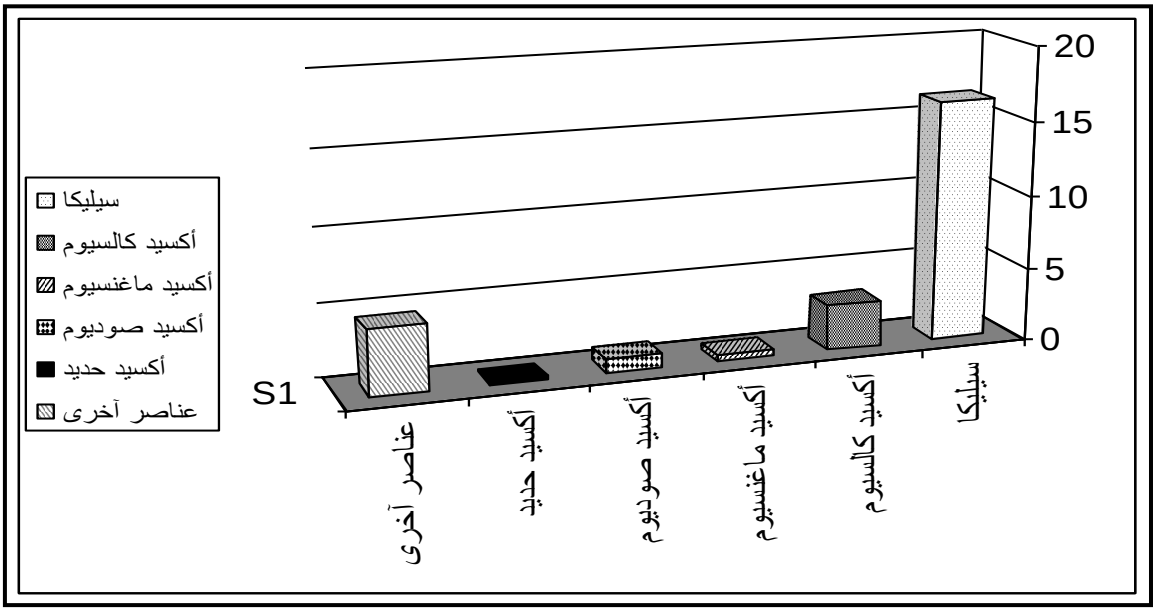
جدول (11)

نتائج التحليل الجيوكيميائى لعينات الرمال (% من الوزن)

العنصر البيان الإحصائى	سليكا	أكسيد كالسيوم	أكسيد ماغنسيوم	أكسيد صوديوم	أكاسيد حديد	عناصر أخرى
أدنى قيمة	89.2	2.8	0.12	0.1	00	3.00
أعلى قيمة	92.3	3.4	1.6	1.3	0.42	6.2
المتوسط	90.96	3.07	0.39	0.91	0.22	4.46
الوسيط	90.85	3.1	0.23	0.98	0.27	4.36
الانحراف المعيارى	1.05	0.22	0.44	0.34	0.20	1.17

يتضح من جدول (11) وشكل (16) أن السليكا هى العنصر الذى يشكل أكبر نسبة فى جميع العينات حيث تتراوح نسبته بين 89.2% و 92.3% بمتوسط قدره 90.96%، ويلى عنصر السليكا من حيث الأهمية أكسيد الكالسيوم وتتراوح نسبته بين2.8% 3.4% بمتوسط قدره 3.07%. وتنخفض نسبة أكسيد الماغنسيوم والصوديوم، أما نسبة أكاسيد الحديد فهى بصفة عامة منخفضة ولم تسجل أى نسبة فى العينات رقم 14، 16، 17، 23.

وبذلك يتضح أن رمال الكثبان فى المنطقة موضوع الدراسة تتكون من عنصرين رئيسين هما السليكا وأكسيد الكالسيوم ويكونان معا 94.03%فى جميع العينات، ويليهما بعض العناصر الثانوية وتمثل 5.97% من إجمالى التركيب الكيميائى للعينات.



شكل (16) نتائج التحليل الجيوكيميائى لرمال الكثبان

وبذلك يتضح أن رمال الكثبان فى المنطقة موضوع الدراسة تتكون من عنصرين رئيسين هما السليكا وأكسيد الكالسيوم ويكونان معا 94.03%فى جميع العينات، ويليهما بعض العناصر الثانوية وتمثل 5.97% من إجمالى التركيب الكيميائى للعينات.

من العرض السابق يتضح أن مصدر رمال الكثبان يقع خارج منطقة الدراسة ويتمثل فى الرمال التى تنقلها الرياح من دلتا النيل، والأودية التى تقطع سطح سيناء أما أكاسيد الكالسيوم فمن المحتمل أن مصدر الرواسب المحلى يتمثل فى الصخور الجيرية الواقعة وسط سيناء.

الأهمية الاقتصادية لرمال الكثبان

من العرض السابق لخصائص رمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل تتضح الأهمية الاقتصادية لرمال الكثبان والتى يمكن تحديدها على النحو التالى:

1 -تصلح رمال الكثبان كمادة بناء خاصة أن نسبة المواد الكلسية "كربونات الكالسيوم " تتراوح بين 1.2%، 3.1% من إجمالى وزن العينات، ويجب الاهتمام بمعالجة الرمال قبل استخدامها كمادة بناء حتى لا يحدث تلف وإنهيار جزئى فى جسم المنشأ الخرسانى (http://www.homekw.com)

2 -تعد السليكا عنصر القرن الحادى والعشرين لما له من أهمية اقتصادية، حيث السليكا 2.3جم/سم3 من الرمال وتبلغ درجة انصاره 142^{5}م، ودرجة غليانه 2400^{5}م. كما سبقت الاشارة تمثيل السليكا بنسبة تراوحت بين 89.2% و 92.3% من إجمالى العينات، ويستفاد من السليكا فى صناعة الزجاج الشفاف والملون. كما تستخدم السليكا فى صناعة مواد الصنفرة.

3 -تحتوى رمال الكثبان على الزركون ويستخدم فى تزجيج السيراميك والأدوات الصحية والحراريات، كما يتميز بقدرته العالية على امتصاص النيترونات، ولذلك يستخدم فى الصناعات النووية.

4 -يعتبر المونازيت من المصادر الرئيسية للمعادن الأرضية النادرة، وكذلك يستخدم معدن الثوريا المصاحب " أكسيد الثوريوم " فى صناعة الأدوات الكهربائية.

5 -يستخدم معدن الروتيل فى إنتاج معدن التيتانيوم لصناعة هياكل الطائرات وكذلك سبيكة الفيروتيتانيوم التى تدخل فى صناعة المحركات، ويمكن تحويلة لإنتاج الروتايل وهو المادة الأساسية فى صناعة البويات. (الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية، صـ3 .

6 -تدخر الرمال المصنفة فى صناعة مرشحات المياه، وسبك المعادن والصناعات المعدنية، والمكونات الالكترونية مثل الترانزستور، وصناعة الدوائر الالكترونية الكاملة.

7 -يمكن تصدير الرمال إلى الأسواق العالمية بعد تصنيفها وتجهيزها تسويقيا، حيث يتراوح سعر طن الرمال المصنفة بين 20 : 80 دولار طبقا للحجم. (http://www.copts-united.com).

8 -يمكن الاستفادة من رمال الكثبان فى تغذية الشواطئ المصرية التى تعانى من مشكلة التراجع بسبب نحت الأمواج.

الخاتمـــة:

أوضحت دراسة خصائص رمال الكثبان جنوب بحيرة البردويل النتائج التالية:

1- تراوح حجم رمال الكثبان فى جميع العينات بين الرمل الخشن جدا والرمل الناعم جدا، وترتفع نسبة الرمال المتوسطة فى جميع العينات ويليها من حيث الأهمية الرمال الناعمة، وهذا يشير إلى أن أحجام الرمال موزعه توزيعا أحاديا، مما يدل على وجود تركز فى حجم معين من الرمال، وبصفة عامة يقل حجم الرمال بالاتجاه صوب القمة.

2- تراوح متوسط حجم رمال الكثبان بين 0.8ϕ، 1.9ϕ، ويبلغ متوسط أحجام الرمال 1.6ϕ. مما يعكس المدى الضيق الذى تنحصر فيه أحجام الرمال ويرجع ذلك إلى قدره الرياح على نقل الرواسب من هذا الحجم دون الأحجام الأخرى.

3- تتراوح قيم تصنيف رمال الكثبان بين فئة جيد وردئ التصنيف، حيث تراوحت قيم الانحراف المعيارى بين 0.40ϕ و 1.1ϕ بمتوسط قدره 0.74ϕ، وتمثل العينات ذات التصنيف المتوسط 85.5% من إجمالي العينات مما يشير إلى قرب مصدر الرمال المغذية للكثبان.

4- يمكن وصف منحنيات توزيع الرمال بأنها متماثلة الالتواء بصفة عامة ويرجع هذا إلى تماثل التوزيع واقتراب قيم المتوسط والوسيط إلى حد كبير.

5- أوضح دراسة قيم تفلطح المنحنيات أنها تتوزع بين تفلطح شديد التدبب ومفلطح، حيث تراوحت القيم بين 0.85 ϕ ، 3.2 ϕ.

6- أوضحت دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرمال ومعامل التصنيف أن أفضل قيم التصنيف تتحقق فى الحالات التى يتراوح فيها الحجم بين 1.2 ϕ ، 1.8 ϕ، ويصبح التصنيف رديئا

إذا زاد الحجم أو قل عن القيم المذكورة، كما تبين من دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرمال وحجم الكثبان عدم وجود علاقة فيما بينهما ويرجع ذلك إلى طبوغرافية سطح المنطقة.

7- أوضحت دراسة العلاقة بين متوسط الحجم والتواء المنحنيات، أنه كلما قل متوسط حجم الحبيبات نتج التواء موجب، بينما أوضحت دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرمال وتفلطح المنحنيات إلى وجود اتجاه عام لتغير التفلطح إلى تفلطح شديد ومدبب كلما قل الحجم.

8- أتضح من دراسة شكل حبيبات الرمال أن متوسط استدارة العينات يتراوح بين مستدير وشبة مستدير، ويرجع ذلك إلى دور الرياح فى نقل الرمال وتأثير التجوية الكيميائية، كذلك أوضحت الدراسة أن معدل تغير الاستدارة غير منتظم، ويرجع ذلك إلى تعرض الحبيبات لظروف بيئية متباينة.

9- أتضح من دراسة العلاقة بين متوسط الحجم والاستدارة والكروية، أن الكروية تزداد مع زيادة حجم الرمال.

10- أوضحت دراسة الظاهرات الدقيقة لسطوح الحبيبات ظهور رواسب السليكا على سطح الحبيبات وداخل المنخفضات والشقوق التى توجد على سطح الحبيبات ويرجع ذلك إلى الظروف الصحراوية التى تؤثر فى حبيبات الرمال، كما يظهر على سطح الحبيبات ظاهرات ترتبط بالتجوية الميكانيكية مثل حافات الانقسام والشقوق، وظاهرات ترتبط بالتجوية الكميائية مثل الفجوات والتكهفات، وحفر الإذابة.

11- يظهر على سطح حبيبات الرمال ظاهرات قديمة وأخرى حديثة ويرجع ذلك إلى تأثر الحبيبات بدورات إرساب وتأثرها بأكثر من عامل وعملية جيومورفولوجية.

12- أوضحت نتائج التحليل المعدنى انخفاض نسبة المعادن المعتمة حيث بلغ متوسطها 47.8%، ويرجع ذلك إلى أن مصدر رمال الكثبان من رواسب شاطئية ودلتاوية. كما أوضح تحليل المعادن الثقيلة احتواء رمال الكثبان على الزركون والمونازيت والروتيل، وتتقارب نسب المعادن الثقيلة فى رمال الكثبان مع الرواسب الدلتاوية.

13- أوضح التحليل الجيوكيميائى ارتفاع نسبة السليكا فى جميع العينات مما يشير إلى أن أحد مصادر رمال الكثبان يقع خارج منطقة الدراسة.

14- من التحليل المعدنى وتحليل المعادن الثقيلة والتحليل الجيوكيميائى أتضح أن مصادر رمال الكثبان تنقسم إلى مصادر خارجية غير محلية وهى رواسب دلتا النيل، ومصادر داخلية أو محلية وتتمثل فى رمال الشاطئ ورواسب الأودية التى تقطع سطح سيناء.

15- تبين من دراسة الأهمية الاقتصادية لرمال الكثبان بناء على محتواها من المعادن الثقيلة والسليكا، صلاحيتها فى الاستخدامات الصناعية المتعددة إلى جانب إمكانية استخدام الرمال كماده بناء، وكذلك إمكانية تصدير هذه الرمال إلى السوق العالمى، وإمكانية الاستفادة منها فى تغذية الشواطئ المصرية.

المراجع

أولا : المراجع العربية :

1 -أحمد سالم صالح، (1994) :
" أشكال التكوينات الرملية فى منطقة سهل الباطنة سلطنة عمان : دراسة جيومورفولوجية " ، الجمعية الجغرافية الكويتية ، العدد 168 . صـ 1-106 .

2 -أحمد عبد السلام على ومحمود محمد عاشور ، (2000) :
" التحليل المجهرى لرواسب الرمال فى شمال سيناء " ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد السادس والثلاثون ، الجزء الثانى .

3 -أحمد عبد السلام على ، (2001) :
" الكثبان الرملية غرب وجنوب غرب سلطنة عمان: (رمال الربع الخالى)، دراسة جيومورفولوجية". مجلة بحوث كلية الآداب جامعة المنوفية، العدد الثانى عشر. صـ 1 -86.

4 -الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية والمشروعات التعدينية "الرمال السوداء"، بدون تاريخ.

5 -جودة حسنين جودة وآخرون ، (1991) :
" وسائل التحليل الجيومورفولوجى " ، الطبعة الأولى .

6 -رافت فهمى ميساك ، وسناء حسن عطية ، (1981) :
" دراسات عن الكثبان الرملية فى شبة جزيرة سيناء " ، الجمعية الجيولوجية المصرية .

7 -صابر أمين دسوقى ، (1988) .
" التحليل المورفمترى للكثبان الرملية الهلالية فى الجزء الأدنى من حوض وادى المساجد شمال سيناء " ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد العشرون . صـ 137 – 160 .

8 -صابر أمين دسوقى ، (1992) .
" جيومورفولوجية الأشكال الرملية فى حوض وادى الحاج والجدى بسيناء " ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الرابع والعشرون ، صـ 221 – 270 .

9 -صابر أمين دسوقى ، (2000) :
" الكثبان الطولية شرقى قناة السويس : تحليل جيومورفولوجى " ، المجلة الجغرافية العربية ، العدد الخامس والثلاثون الجزء الأول ، صـ 231 – 280 .

10 - عزة أحمد عبد الله ، (1989) :
" جيومورفولوجية المنطقة بين القاهرة والسويس " ، رسالة دكتوراه غير منشوره ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة .

11 - عزة أحمد عبد الله ، (2002) :
" الأشكال الرملية شرق بحيرة البردويل : دراسة جيومورفولوجية " ، مجلة كلية الآداب جامعة الزقازيق . صـ 1 : 47 .

12 - نبيل سيد امبابى ومحمود محمد عاشور ، (1985) .
"الكثبان الرملية فى شبة جزيرة قطر"، الجزء الثانى، مركز الوثائق والبحوث الانسانية، جامعة قطر، الدوحة.

ثانيا : المراجع الأجنبية :

13- AL Far , D M , (1964):
" The black sands of north Sinai, Mediterranen coast , " Bull .Ins . Egypt , vol . XLVI ,pp . 1- 27 .
14- Bagnold , R.A . , (1944) :
" The Physics of blown sand and desert dunes", Methan and co. ltd., London .
15- David , B., (1977):
" Sediments : Sources and Methods in Geography , " London .
16- Egyptian Geological Survey and Mining Authority ," Glass Sands"
17- EL Shazly & Others , (1986) :
" Studies on beach and dune sands on the Mediterranean sea coast at EL Massaid west of Arish, Sinai , Egypt " , Egypt . j. Geol ., cairo , Egypt , Vol . 30 , No 1-2 , pp . 1-8 .
18- Embabi , N.S . , (1995) :
" Types and patterns of sand dunes in Egypt ", Bull . Soc . Geog . D.' Egypt , Vol . 68 , pp . 57 -89 .
19- Embabi , N.s ., (2000) :
" Sand dunes in Egypt ". Sedim. Geol . of Egypt , Geol . Dept. Bldg. Fac. Sci. , Ain Shams Univ. , 11566 Egypt , pp . 44 . 87 .
20- Embabi , N.s. , (2004) :
" The Geomorphology of Egypt : Land Forms and Evolution " , volume 1 , the Egypt . Geog. SOC.
21- Fikry , K, & others , (1997) :
" Preliminary assessments of the impacts of the drifting sands of development activites in Northern Sinai Egypt " , remo . sensi . And Spac.Scien.

21- Green berg , M., & others , (1970) :
" Black sands of the Northern Sinai coast " , Rep. Geol . Israel , Vol . B . pp 170 – 517 .
22- kamel , A.F , EL Rakaiby, M . M , & EL Kassas , I .A . , (1982) .
" Photointerpretation of sand dune belts in Northwestern Sinai " , Egypt . , J. Geol . Spec .Iss. , part I , pp . 57 - 70 .
23- http://www.homekw.com
24- http://www.deq.state-mi.us/document/deq-gsd-sanddune
25- Kamel , A . E . , (1989) :
" Geomorphic setting and radioactivity of sand deposits east EL Bardawil , North Sinai , Egypt " , ASW . Tech Bull. , vol. 10 , pp. 155 – 169 .

26- krumbein , w.c . , (1934):
" The probable Error of sampling , sediments of Mechanical analysis " , Amer . four . Soc, vol . 27, pp . 204 -214 .
27- Misak , R.F , & EL shazly , M . M ; (1982) :
" Studies on the blown sands at some localities in Sinai and Northern Wstern Desert , Egypt " , Geol . Spec . Iss . part I . pp 47 – 56 .
28- Misak , R . F , & Attia , (1983) :
" On the sand dunes of Sinai peninsula " , Egypt , & . Geol. 27 . No . 1 – 2 , pp 115 - 131 .