مجلة كلية الآداب

مجلة دورية علمية محكمة

نصف ســنوية

العدد الثامن والأربعون
أكتوبر ٢٠١٧

مجلة كلية الآداب.. مج ١، ع ١ (أكتوبر ١٩٩١م) .
بنها : كلية الآداب . جامعة بنها، ١٩٩١م
مج؛ ٢٤ سم.
مرتان سنويا (١٩٩١) وأربعة مرات سنويا (أكتوبر ٢٠١١) ومرتان سنويا (٢٠١٧)

١ . العلوم الاجتماعية . دوريات . ٢. العلوم الإنسانية . دوريات.

مجلة كلية الآداب جامعة بنها

مجلة دورية محكمة

العدد الثامن والأربعون

الشهر : أكتوبر ٢٠١٧

عميد الكلية ورئيس التحرير : أ.د/ عبير فتح الله الرباط

نائب رئيس التحرير : أ.د/ عربى عبدالعزيز الطوخى

الإشراف العام : أ.د/ عبدالقادر البحراوى

المدير التنفيذى : د/ أيمن القرنفيلى

مديرا التحرير : د/ عادل نبيل الشحات

: د/ محسن عابد محمد السعدنى

سكرتير التحرير : أ/ إسماعيل عبد اللاه

رقم الإيداع ٦٣٦١ : ٦٣٦٣ لسنة ١٩٩١

ISSN: 1687-2525

المجلة مكشفة من خلال اتحاد المكتبات الجامعية المصرية

ومكشفة ومتاحة على قواعد بيانات دار المنظومة على الرابط:

http://www.mandumah.com

ومكشفة ومتاحة على بنك المعرفة على الرابط:

http://jfab.journals.ekb.eg

هيئة تحرير المجلة

أ.د/عبير فتح الله الرباط	عميد الكلية ورئيس مجلس الإدارة ورئيس التحرير
أ.د/عربى عبدالعزيز الطوخى	نائب رئيس التحرير
أ.د/عبدالقادر البحراوى	الإشراف العام
د/أيمن القرنفيلى	المدير التنفيذى
د/عادل نبيل	مدير تحرير المجلة
د/محسن عابد السعدنى	مدير تحرير المجلة
أ/إسماعيل عبد اللاه	سكرتير التحرير

الخصائص الطبيعية لرواسب الكثبان الرملية
فى منخفض الداخلة
(دراسة جيومورفولوجية)

د/ عواد حامد محمد موسى

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد

كلية الآداب - جامعة المنوفية

مقدمه :-

تعتبر دراسة الرواسب بصفة عامة ذات أهمية كبيرة،لإنها نتاج عمليات جيومورفولوجية عديدة تتضافر معاً فى أزمنة مختلفة وبيئات مختلفة، ومن دراستها يمكن التعرف على خصائص العمليات الجيومورفولوجية والعوامل التى نتجت عنها، وفى أحيان كثيرة يصعب التعرف على البيئات التى تكونت فيها الرواسب، نظراً لمرورها بأكثر من دورة حياة، وتأثرها بأكثر من عملية. لذلك تأتى دراسة الرواسب فى المقام الأول للتعرف على خصائص العمليات التى أدت إلى ارسابها وتشكيلها. ويشير أمبابى وعاشور(١٩٨٥) إلى وجود اختلاف فى الآراء حول إمكانية الإعتماد على هذه الخصائص،حيث يوجد فريقان: **الأول:** يعتقد أن هذه الخصائص يمكن الاعتماد عليها فى التعرف على خصائص الرواسب، **والثانى:** يرى أن هذه الخصائص غير كافية (أمبابى وعاشور، ١٩٨٥).

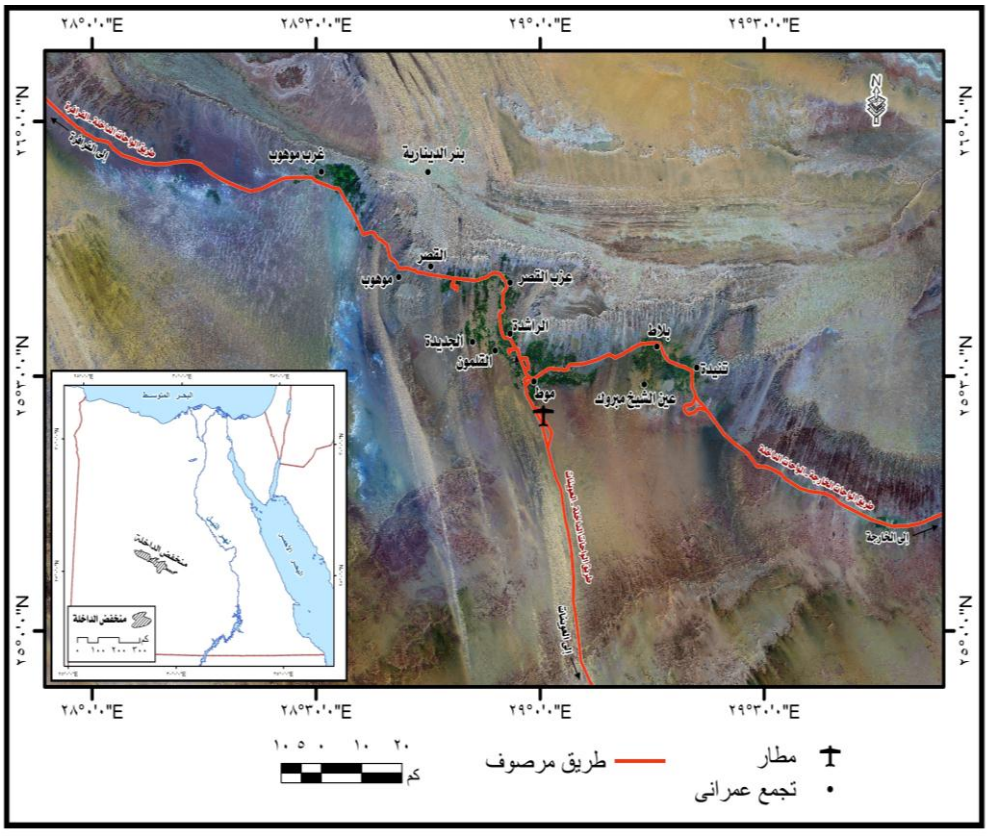
وبالرغم من ذلك فإن دراسة خصائص الرمال دراسة تفصيلية تعتبر أحد أهم الجوانب التى يمكن من خلالها معرفة مصادرها وبيئات ترسيبها وما تعرضت له من ظروف سابقة، كما أنها تلقى الضوء على العامل الذى قام بالارساب، وهناك الكثير من التحليلات التى يمكن أجراؤها على الرمال منها الخصائص الطبيعية والمعدنية والكيميائية، ومن ثم يمكن التعرف على الاختلافات المكانية والعوامل المؤثرة فى محاولة للتعرف على مصدر هذه الرمال، إلى جانب هذا فإن معرفة خصائص هذه الرمال قد يفيد إلى حد كبير فى جوانب متعددة منها التوصل إلى معايير كمية يمكن استخدامها فيما بعد فى دراسة حركة الرمال وحساب الكميات المتوقع تحركها فى دراسة تالية ، وكذلك مواجهة هذه الحركة فيما بعد.

وأيضاً دراسة خصائص الرواسب تميط اللثام عن الحقائق الكثيرة التى ترتبط باختلاف مصادرها من حيث الحجم والشكل ومكوناتها من العناصر والمعادن، وتلقى الضوء على جانب مهم من سطح الصحراء الغربية.

ويقع منخفض الداخلة إلى الغرب من منخفض الخارجة فى الصحراء الغربية على الأطراف الشمالية لهضبة الخرسان النوبى،وتشرف حافة الهضبة الايوسينية

بحافة شمالية عليه، ويمتد طريق الخارجة–الداخلة–الفرافرة فى وسط المنخفض وتقطعه نطاقات الكثبان الرملية.

ويقع فلكياً بين دائرتى عرض ١٨ ً ٨ َ ٢٥ ْ و ٣٠ َ ٢٦ ْ شمالاً، وبين خطى طول ٣٧ ً ٥ َ ٢٨ ْ و ٤٠ ً ٥٩ َ ٢٩ ْ شرقاً ، وتبلغ مساحته حوالى ٢٩٢٢ كيلو متراً مربعاً، على أعتبار أن خط كنتور ٢٠٠ يمثل حده الجنوبى، وتتوزع الكثبان الرملية فى المنخفض فى خمسة نطاقات متوازية تمتد من الشمال إلى الجنوب، وتغطى مساحة تقدر بحوالى ٦٢٥ كيلو متراً مربعاً، أى حوالى ٢١.٤ % من مساحة المنخفض، وهى بهذا تعتبر بحراً من بحار الرمال فى مصر. شكل رقم (١) .



شكل (١) الموقع الجغرافى لمنخفض الواحات الداخلة

أولا : الهدف من الدراسة

تهدف الدراسة الحالية والتى تعد الدراسة الثانية عن الكثبان الرملية فى منخفض الداخلة إلى التعرف على الجوانب التالية:-

١- التعرف على خصائص أحجام الرمال فى المنخفض وأختلاف أحجامها وعلاقة هذا الاختلاف بالاشكال الجيومورفولوجية التى عليها.

٢- دراسة خصائص شكل الرمال وعلاقته بحركتها.

٣- التعرف على الظاهرات الدقيقة التى توجد على أسطح حبات الرمال ومدى قدرتها على تفسير بيئات الترسيب التى مرت بها.

٤- التعرف على الخصائص المعدنية والكيميائية للرواسب.

٥- التعرف على مصدر الرمال فى المنخفض.

ثانيا : الخصائص الطبيعية لحبيبات الرمال

تعتبر دراسة خصائص الرمال أحد الجوانب المهمة فى دراسات الكثبان ، وقد تناولتها دراسات عديدة ، وتغطى هذه الدراسات خصائص الرمال من حيث الحجم والتحليل المعدنى والظاهرات الدقيقة على أسطح الحبيبات ومن هذه الدراسات :-

Udden (1898), Bake (1921), Bheiry(1959),Philipand Bheiry (1961), Khalief.a.o (1969), Arafa (1973), EL.Baz.a.o (1979), Embabi (1982), Haynes (1982b), Misak and Attia (1983), Monir (١٩٨٣)،(١٩٨٥) أمبابى وعاشور , Mccouley a.o (1986) ، وعبد السلام ,SAGGA (1991), يوسف(١٩٨٧) موسى ,Mansour and sdiek (1994), (٢٠١٠،٢٠٠١،١٩٩٩،١٩٩٣) ،وهلال (٢٠٠٧) ,Embabi(1998),EL.Gindy (2000), (٢٠٠٦،١٩٩٤) وضاحى (٢٠٠٤) ، وشلبى (٢٠٠٨) ,،خضر(٢٠٠٦).

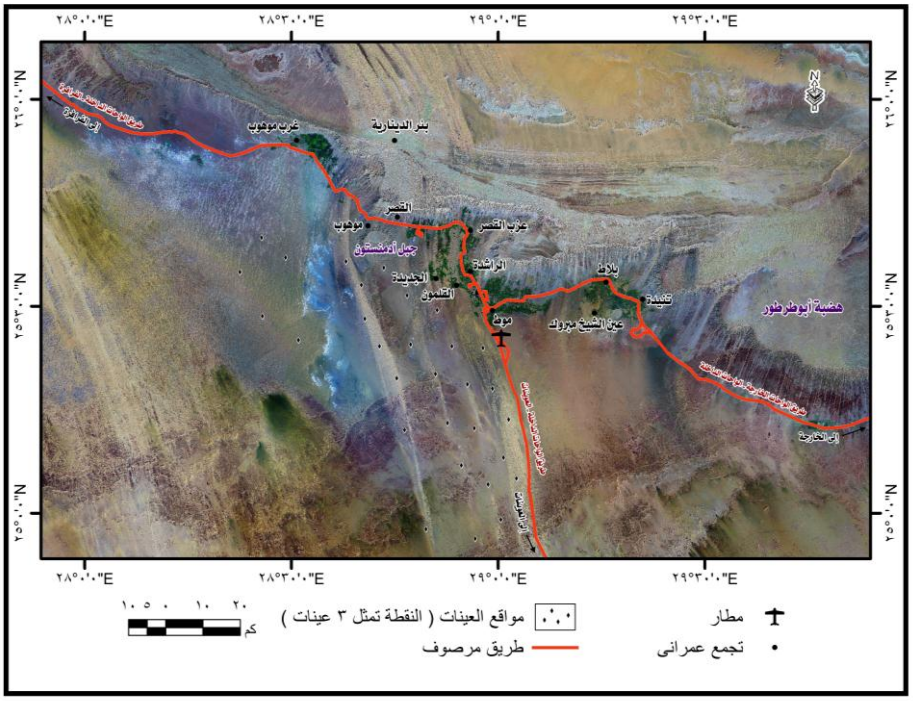
وتفيد دراسة توزيع حجم حبيبات الرمال فى معرفة الخصائص الأساسية للرواسب من حيث أصلها ومصدرها ، وأجرى العديد من العلماء بحوثهم حول حجم حبيبات الرمال الناتجة عن الارساب الهوائى ، وكان أودن (1898) أول من توصل

إلى أن متوسط حجم الحبيبات يتراوح ما بين ٠.٢٥ إلى ٠.١٢٥ مللم. بغض النظر عن موقع العينة،لأن الحركة الديناميكية هى التى تحدد حجم الحبيبة.وهناك دراسات أخرى فى هذا الصدد منها دراسة Bagnold (1941)، ودراسة Olto (1939) ، ودراسة Folk and word (1957). توصلت إلى أن الخصائص التركيبية للرواسب تمثل حجم الحبيبة المتوسط والفرز الجيد والتفلطح الموجب واستدارتها هى التى تميز الرواسب الناتجة عن الارساب الهوائى ، وعلى العكس أعتبر Udden (1914).Sheper and Yonng (1961) أن هذه الخصائص التركيبية السابقة ليست هى المميزة للرواسب الناتجة عن الارساب الهوائى.

ثالثا: أساليب الدراسة والتحليل

لدراسة الخصائص الطبيعية والكيميائية والمجهرية والمعدنية للرواسب،مرت الدراسة بعدة مراحل ميدانية ومعملية،فقد تم جمع عدد ٩٠ عينة خلال الدراسة الميدانية وأخذت العينات بواقع ٦٠ عينة من الكثبان الهلالية من النطاقات الأربعة ، و ٣٠ عينة من الكثبان الطولية فى النطاق الشرقى جنوب موط،وهذه العينات موزعة على النطاقات كالتالى شكل رقم (٢) :

- ٢٠ عينة من النطاق الغربى.
- ١٥ عينة من النطاق الثانوى الممتد من جبل أدمنستون.
- ١٥ عينة من نطاق غرب الموهوب.
- ١٠ عينات من نطاق غرب موشيا.
- ٣٠ عينة من الكثبان الطولية فى النطاق الشرقى جنوب موط.



شكل(٢) مواقع العينات على نطاقات الكثبان الطولية والهلالية بمنخفض الواحات الداخلة

طريقة التحليل :-

للتعرف على خصائص أحجام الرمال فى منخفض الداخلة أجرى تحليل ميكانيكي جاف لعينات الرواسب السابق ذكرها. وتم التحليل فى معمل الجيولوجيا بكلية العلوم جامعة المنوفية، وقد اتبعت الخطوات التالية فى التحليل:

١- وزن ٢٠٠ جرام من العينة بواسطة الميزان الحساس إلى أقرب ٠.١ جرام.

٢- غسل كل عينة فى حامض هيدروكلوريك مخفف للتخلص من المواد الكلسية،وكذلك معالجتها بهيدروجين بروكسيد لإزالة المواد العضوية ، ثم غسلها بالماء للتخلص من الأملاح.

٣- تجفيف العينة فى الفرن الحرارى عند درجة حرارة ١١٠ْ م.

٤- أختيار ١٠٠ جرام من كل عينة ووضعها فى المناخل على جهاز الهزاز الكهربائى لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة.

٥- تنظيف المناخل بالفرشاة لضمان أنتقال جميع حبيبات الرمال من المناخل إلى وعاء الوزن.

٦- تنظيف كمية الرمال فى المناخل كل على حدة وتسجيلها فى النموذج المعد لذلك،وتم حسابها كنسبة مئوية من وزن العينة التى تم نخلها.

٧- رسم المنحنى المتجمع الصاعد للرواسب واستخراج المعاملات الأحصائية منه لكل عينة على حده وتمثلت هذه المعاملات فيما يلى:.

أ- المتوسط = Ø١٦+Ø ٥٠+Ø ٨٤ ÷٣

ب-التصنيف = $\frac{\text{Ø٨٤-Ø ١٦}}{٤}$ - $\frac{\text{Ø٩٥ – Ø ٥}}{٦.٦}$

الالتواء = $\frac{\text{Ø١٦+Ø ٨٤-(Ø٥٠ x٢)}}{\text{(Ø ١٦-Ø٨٤)٢}}$ + $\frac{\text{Ø ٥+ Ø ٩٥ –(Ø٥٠ X ٢)}}{\text{(Ø ٥-Ø٩٥)٢}}$

التفلطح = $\frac{\text{Ø ٥-Ø٩٥}}{\text{(Ø ٢٥-Ø٧٥)٢.٤٤}}$

نقلاً عن (أمبابى وعاشور،١٩٨٥). Falk and word (1957)

٨- جدولة النتائج وتمثيلها كارتوجرافيا ثم تحليلها.

٩- النتائج :-

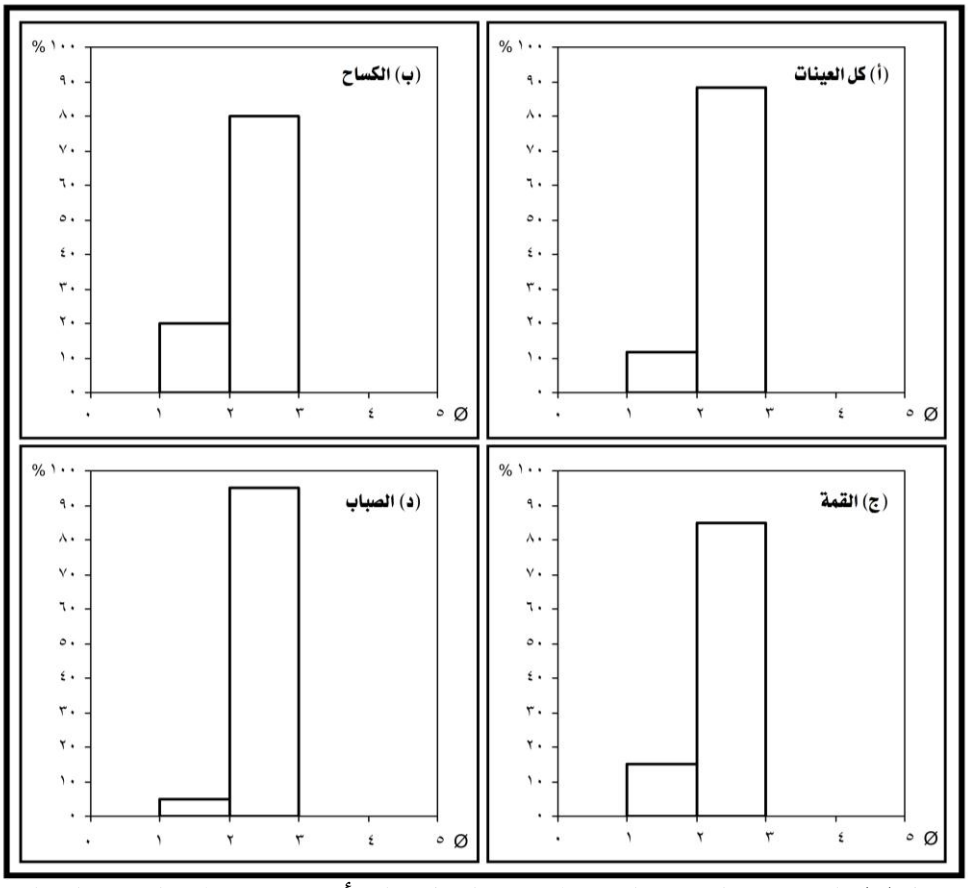
أ- متوسط حجم الحبيبات :-

❖ متوسط حجم الحبيبات على سطح الكثبان الهلالية :-

كشف التحليل الميكانيكى لعينات الرمال التى تم أختيارها على سطح الكثبان الهلالية أن متوسط حجم الرمال يتراوح بين ٢.٧٥ Ø و ١.٥٢ Ø أى بين الرمال الناعمة والرمال المتوسطة بمتوسط عام قدره Ø٢.٣١ ، ومما يدل على سيادة الرمال الناعمة. وهذا ما يوضحه الجدول رقم (١) والشكل رقم (٣-أ) .

جدول رقم(١) تصنيف أحجام الرمال حسب موقعها على سطح الكثبان الهلالية فى الداخلة

الحجم Ø	الوصف	كل العينات		الكساح		القمة		الصباب	
		العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
صفر-١	رمل خشن	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
١-٢	متوسط	٧	١١.٧	٤	٢٠	٣	١٥	١	٥
٢-٣	ناعم	٥٣	٨٨.٣	١٦	٨٠	١٧	٨٥	١٩	٩٥
٣-٤	ناعم جداً	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
٤-٥	عرين طين	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر



شكل(٣) المدرجات التكرارية لمتوسط حجم الرمال على أجزاء من سطح الكثبان الهلالية

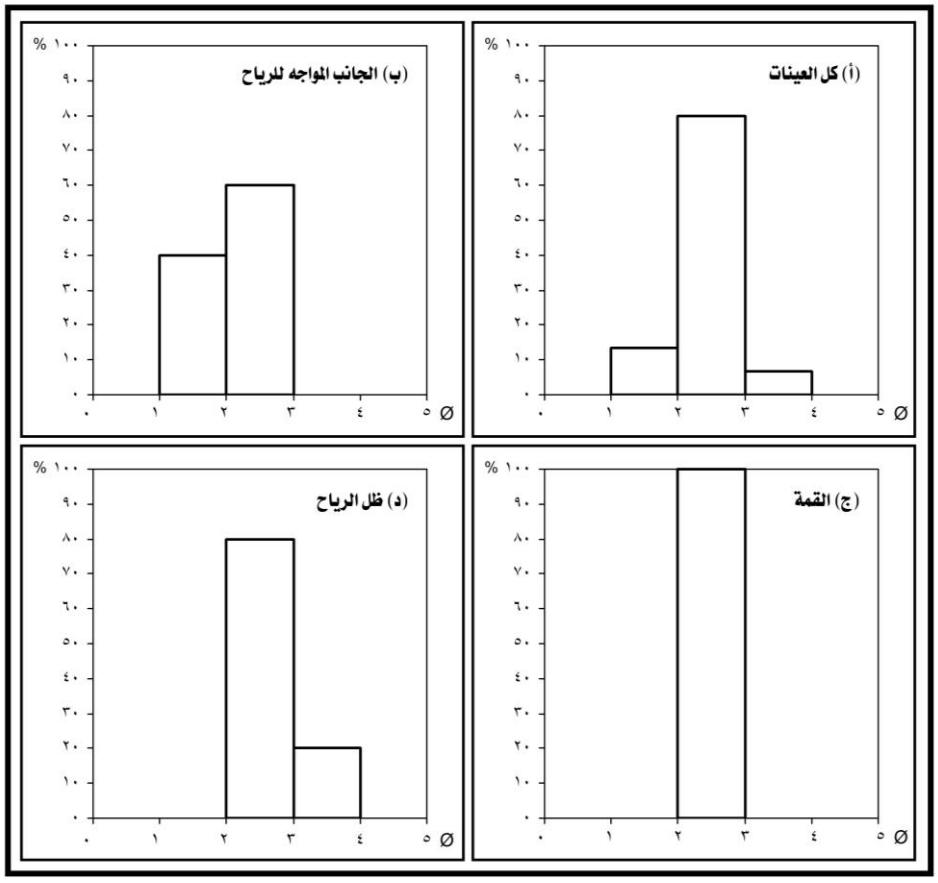
حيث تمثل الرمال الناعمة Ø٢ – Ø٣ حوالى ٨٨.٣% يليها الرمال المتوسطة Ø١ –Ø٢ بنسبة ١١.٧%، وبمقارنة هذه النتيجة لكل العينات بنتائج العينات على القمة والجانبين والتى يوضحها نفس الجدول والشكل (٣– ب ، ج ، د)، تبين أن نسبة الرمال المتوسطة Ø١ –Ø٢ تمثل حوالى ٢٠% والرمال الناعمة ٢ Ø–Ø٣ تمثل حوالى ٨٠% وذلك على الجانب المواجه للرياح (الكساح)، أما على قمة الكثبان فنجد أن نسبة الرمال المتوسطة إلى نسبة الرمال الناعمة تمثل ١٥% للرمال المتوسطة ، و ٨٥% للرمال الناعمة ، فى حين أن نسبة الرمال الناعمة إلى المتوسطة تمثل ٩٥% للرمال الناعمة ، ٥% للرمال المتوسطة على جانب ظل الرياح (الصباب).

❖ متوسط حجم الحبيبات على سطح الكثبان الطولية:–

يتراوح متوسط حجم الرمال على سطح الكثبان الطولية فى المنخفض ما بين الرمال الناعمة والناعمة جداً والمتوسطة (Ø٣.٥ –Ø١.٦٥) بمتوسط عام قدره Ø٢.٤٧ ومما يدل على سيادة الرمال الناعمة. وهذا ما يوضحه الجدول (٢) والشكل (٤–أ) حيث تمثل الرمال الناعمة Ø٢ –Ø٣ حوالى ٨٠% يليها الرمال المتوسطة ١ Ø–Ø٢ بنسبة ١٣.٣%،أما الرمال الناعمة جداً فتمثل حوالى ٦.٧% من الرمال،وبمقارنة هذه النتيجة بنتائج العينات على الجانبين والقمة والتى يوضحها نفس الجدول والشكل (٤–ب–ج–د) تبين أن نسبة الرمال الناعمة إلى نسبة الرمال المتوسطة هى ٦٠% و٤٠% لكل منهما على التوالى وذلك على الجانب المواجه للرياح، بينما على القمة يتضح أن الرمال الناعمة تمثل بنسبة ١٠٠%، أما على جانب ظل الرياح تتراوح نسبة الرمال الناعمة حوالى ٨٠%، ونسبة الرمال الناعمة جدا ٢٠%.

جدول (٢) تصنيف أحجام الرمال حسب موقعها على سطح الكثبان الطولية بمنخفض الداخلة

الحجم Ø	الوصف	كل العينات		الجانب المواجه		القمة		ظل الرياح	
		العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
صفر-١	رمل خشن	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
١-٢	متوسط	٤	١٣.٣	٤	%٤٠	صفر	صفر	صفر	صفر
٢-٣	ناعم	٢٤	٨٠	٦	%٦٠	١٠	%١٠٠	٨	%٨٠
٣-٤	ناعم جداً	٢	٦.٧	صفر	صفر	صفر	صفر	٢	%٢٠
٤-٥	عرين وطين	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر



شكل (٤) المدرجات التكرارية لمتوسط حجم الرمال على أجزاء من سطح الكثبان الطولية

ومن هنا يتضح أن هناك زيادة ملحوظة فى نسبة الرمال الناعمة مع اتجاه منصرف الرياح، ويرجع ذلك إلى التراكم التدريجى للرواسب المحمولة بواسطة الرياح،وكذلك يتضح أن متوسط حجم الرمال يميل إلى التناقص من الجانب المواجه للرياح سواء على الكثبان الهلالية أو الكثبان الطولية إلى القمة إلى جانب ظل الرياح. ويفسر ذلك أن الرمال فى كثبان المنخفض تعتبر نهاية بحر رمال الفرافرة من جهة الجنوب مما يعطى فكرة عن المسافة الكبيرة التى قطعتها الرمال مما يؤدى إلى زيادة تفتتها وقلة حجمها.

وهذه النتيجة تتفق مع نتائج دراسات أخرى سابقة منها على سبيل المثال دراسة عواد موسى(١٩٩٤، ٢٠٠٦) عن كثبان الخانكة والكثبان الطولية من منخفض وادى الريان، ودراسة عبد السلام٢٠٠١، Embabi١٩٨٢، Arfa١٩٧٨، ١٩٧٩ Sagga١٩٩١Elbaz فى أن متوسط حجم الحبيبات يزداد دقة كلما اتجهنا مع منصرف الرياح . وفى أن رمال الجانب المواجه للرياح تكون أخشن منها على باقى أجزاء الكثبان سواء الكثبان الهلالية أو الكثبان الطولية . وتختلف هذه النتيجة مع ما توصلت اليه دراسة Folk١٩٧١عن الكثبان الرملية فى صحراء سبمسون فى أستراليا.

ب- تصنيف حبيبات الرمال:-

❖ تصنيف حبيبات رمال الكثبان الهلالية:-

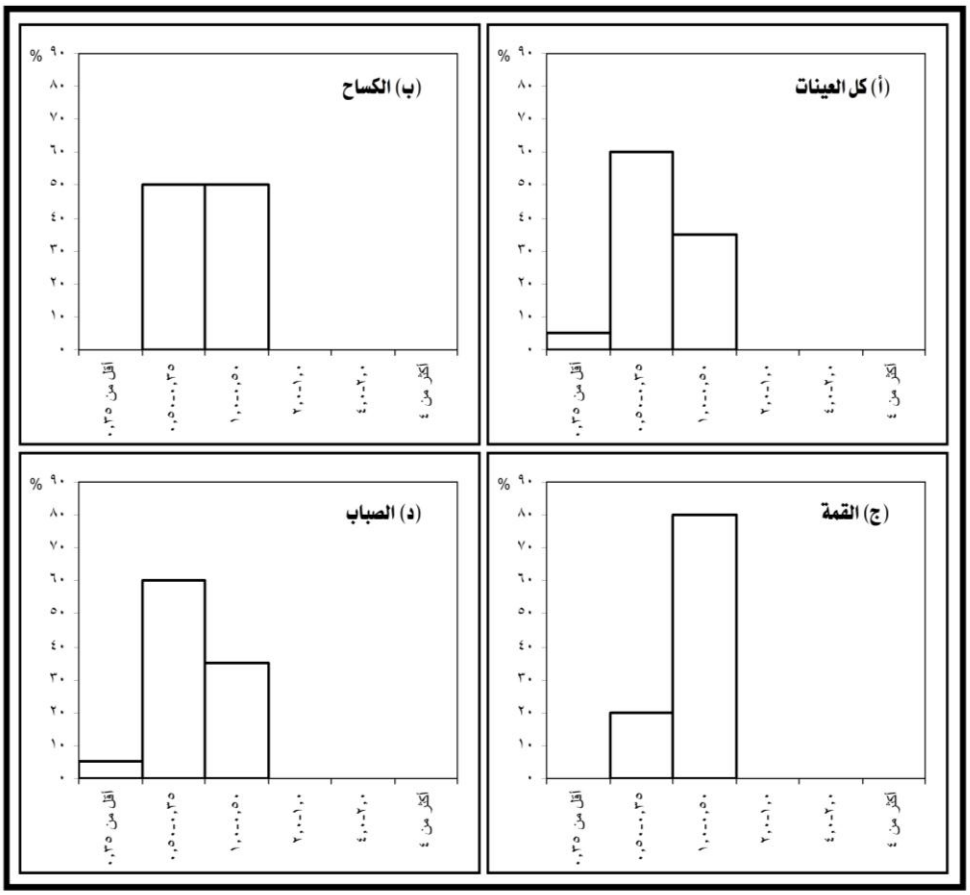
يتراوح تصنيف الرواسب الرملية على سطح الكثبان الهلالية فى منخفض الداخلة بين ٠.٧٩Ø و٠.٢٤Ø أى بين التصنيف الجيد جداً والمتوسط بمتوسط عام قدره ٠.٥٢Ø (تصنيف متوسط) وهذا ما يوضحه الجدول (٣) والشكل (٥-أ) .

فقد بلغ عدد العينات ذات التصنيف المتوسط حوالى ٣٢ عينة بنسبة ٥٣.٣% من مجموع العينات، فى حين بلغت نسبة التصنيف الجيد والجيد جداً حوالى ٤٦.٧% من جملة العينات بواقع ٤٥% للتصنيف الجيد و١.٧% للتصنيف الجيد

جداً. وأن كانت هذه النسب تختلف على أجزاء سطح الكثيب جدول (٣) والشكل (٥- ب ، ج ، د) فبلغت نسبة التصنيف المتوسط على الكساح ٥٠% والتصنيف الجيد ٥٠%، بينما بلغت نسبة التصنيف المتوسط على القمة ٨٠% والتصنيف الجيد ٢٠%، وبلغت نسبة التصنيف الجيد والجيد جدا على الصباب ٦٥% فى حين بلغت نسبة التصنيف المتوسط عليه ٣٥%.

جدول (٣) توزيع المعاملات الإحصائية على أجزاء سطح الكثبان الهلالية

نوع المعامل	Ø	درجة المعامل	كل العينات		الكساح		القمة		الصباب	
			العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
التصنيف	أقل من ٠.٣٥	جيد جداً	١	١.٧	صفر	صفر	صفر	صفر	١	٥
	٠.٣٥-٠.٥	جيد	٢٧	٤٥	١٠	٥٠	٤	٢٠	١٢	٦٠
	٠.٥-١	متوسط	٣٢	٣٥.٣	١٠	٥٠	١٦	٨٠	٧	٣٥
	١-٢	ردئ	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	٢-٣	ردئ جداً	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	أكثر من ٤	سيئ	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الالتواء	- ١.٠ إلى - ٠.٣	سالب جداً	٣	٥	صفر	صفر	صفر	صفر	١	٥
	- ٠.٣ إلى - ٠.١	سالب	١١	١٨.٣	١	٥	صفر	صفر	٤	٢٠
	- ٠.١ إلى ١.٠	متماثل	١٢	٢٠	٨	٤٠	٢	١٠	٦	٣٠
	٠.١ إلى ٠.٣	موجب	١٦	٢٦.٧	٦	٣٠	٧	٣٥	٨	٤٠
	٠.٣ إلى ١.٠	موجب جداً	١٨	٣٠	٥	٢٥	١١	٥٥	١	٥
تفلطح	أقل من ٠.٦٧	شديد	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	٠.٦٧-٠.٩	مفلطح	١٢	٢٠	٧	٣٥	صفر	صفر	٩	٤٥
	٠.٩-١.١١	متوسط	٢٤	٤٠	١٠	٥٠	١٠	٥٠	٧	٣٥
	١.١١-١.٥	مدبب	٢٣	٣٨.٣	٣	١٥	١٠	٥٠	٤	٢٠
	١.٥-٣	شديد الدبب	١	١.٧	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر



شكل (٥) المدرجات التكرارية لتصنيف أحجام رمال الكثبان الهلالية

❖ تصنيف حبيبات رمال الكثبان الطولية:-

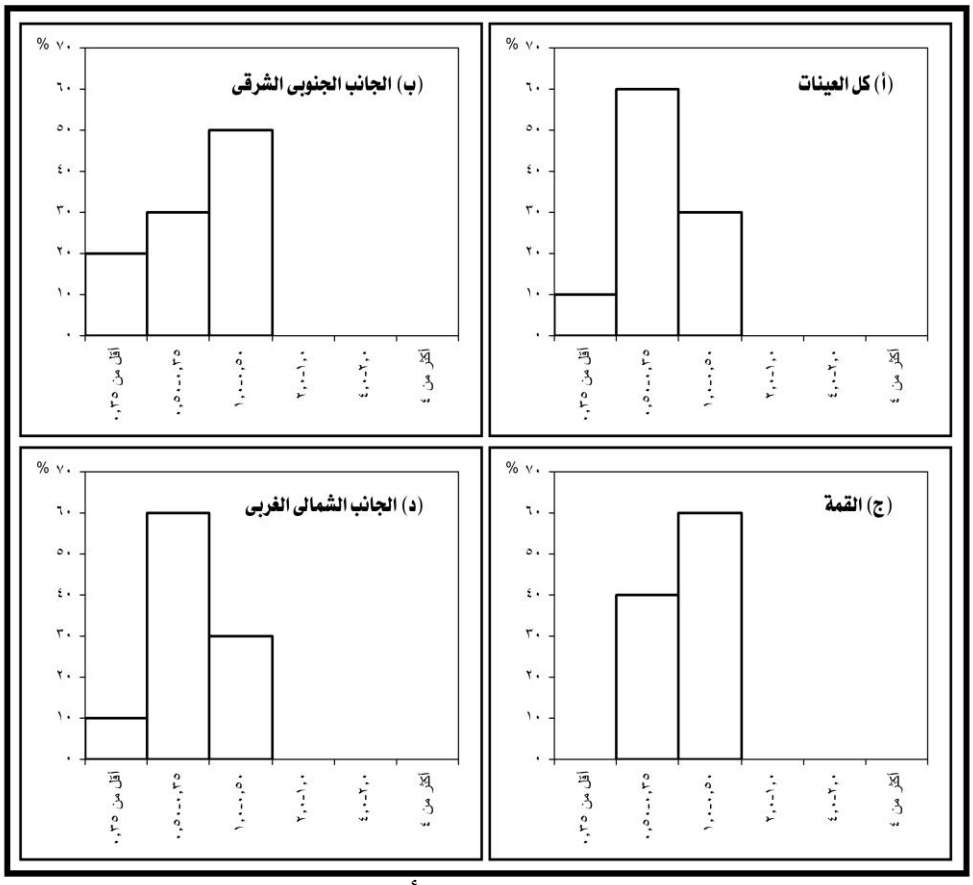
يتراوح تصنيف الرواسب الرملية على سطح الكثبان الطولية فى منخفض الداخلة بين ٠.٩٧ Ø و ٠.٢٤Ø أى ما بين التصنيف المتوسط والجيد جداً بمتوسط عام قدره ٠.٥٤Ø (تصنيف متوسط)، وهذه ما يوضحه الجدول(٤) والشكل (٦-أ) .

فقد بلغ عدد العينات ذات التصنيف المتوسط ١٤ عينة بواقع ٤٦.٧% من جملة العينات، فى حين بلغت نسبة التصنيف الجيد والجيد جداً ١٦ عينة بنسبة حوالى ٥٣.٣% من جملة العينات بواقع ٤٣.٣% للتصنيف الجيد، و١٠% للتصنيف الجيد جداً. وأن كانت

هذه النسب تختلف على أجزاء الكثبان جدول (٤) والشكل (٦- ب ، ج ، د،) فبلغت نسبة التصنيف المتوسط على الجانب المواجه للرياح ٥٠% و نسبة التصنيف الجيد ٣٠% والتصنيف الجيد جداً ٢٠% على هذا الجانب، بينما بلغت نسبة التصنيف المتوسط على القمة حوالى ٦٠%، والتصنيف الجيد ٤٠%، أما نسبة التصنيف المتوسط على جانب ظل الرياح فبلغت ٣٠% من جملة العينات، وبلغت نسبة التصنيف الجيد والجيد جداً حوالى ٧٠% بواقع ٦٠% للتصنيف الجيد و ١٠% للتصنيف الجيد جداً.

جدول (٤) توزيع المعاملات الإحصائية على أجزاء سطح الكثبان الطولية بمنخفض الداخلة

نوع المعامل	Ø	درجة المعامل	كل العينات		الجانب الجنوبى الشرقى		القمة		الجانب الشمالى الغربى	
			العدد	%	العدد	%	العدد	%	العدد	%
التصنيف	أقل من ٠.٣٥	جيد جداً	٣	١٠	٢	٢٠	صفر	صفر	١	١٠
	٠.٥-٠.٣٥	جيد	١٣	٤٣	٣	٣٠	٤	٤٠	٦	٦٠
	١-٠.٥	متوسط	١٤	٤٦.٧	٥	٥٠	٦	٦٠	٣	٣٠
	٢-١	ردئ	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	٣-٢	ردئ جداً	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	أكثر من ٤	سيئ	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
الالتواء	١.٠إلى٠.٣	سالب جداً	٢	٦.٧	صفر	صفر	١	١٠	١	١٠
	٠.٣ إلى ٠.١	سالب	٧	٢٣.٣	صفر	صفر	٣	٣٠	٤	٤٠
	٠.١ إلى ١.	متماثل	١٢	٤٠	٣	٣٠	٤	٤٠	٤	٤٠
	٠.١ إلى ٠.٣	موجب	٧	٢٣.٣	٥	٥٠	٢	٢٠	١	١٠
	٠.٣ إلى ١.٠	موجب جداً	٢	٦.٧	٢	٢٠	صفر	صفر	صفر	صفر
التفلطح	أقل من ٠.٦٧	شديد التفلطح	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
	٠.٩-٠.٦٧	مفلطح	٧	٢٣.٣	٥	٥٠	١	١٠	١	١٠
	١.١١-٠.٩	متوسط	١٣	٤٣.٣	٣	٣٠	٦	٦٠	٥	٥٠
	١.٥-١.١١	مدبب	٩	٣٠	١	١٠	٣	٣٠	٤	٤٠
	٣-١.٥	شديد الدبب	١	٣.٤	١	١٠	صفر	صفر	صفر	صفر



شكل (٦) المدرجات التكرارية لتصنيف أحجام رمال الكثبان الطولية

من خلال دراسة تصنيف رمال الكثبان فى المنخفض سواء الهلالية أو الطولية تبين مدى ضيق المدى الذى تنتشر فيه الرمال حيث تقع بين التصنيف المتوسط والتصنيف الجيد والجيد جداً، وقد أرجع (Mason and Folk ١٩٥٨) ضيق المدى الى تقارب أحجام الرمال فى المصدر الذى تستمد منه هذه الرمال كما أرجع ذلك (أمبابى وعاشور، ١٩٨٥) ، إلى أن العوامل المحلية لها القدرة على إيجاد نوع من التجانس الحجمى بين الحبيبات.. ومن المعتقد أن تصنيف الرمال فى منخفض الداخلة يرجع الى تأثير الرياح وقدرتها على حمل مفتتات ذات حجم معين

دون الأخر والمواد المتاحة وطبوغرافية السطح. وحسب ما يرى (Folk ,1975) and word فإن الرواسب ذات التصنيف المتوسط ترجع أما الى رواسب ذات أصل فيضى أو رواسب موضعية النشأة أما الرواسب ذات التصنيف الجيد فإنها ترجع أساساً الى الأصل الهوائى. (موسى، ٢٠٠٦).

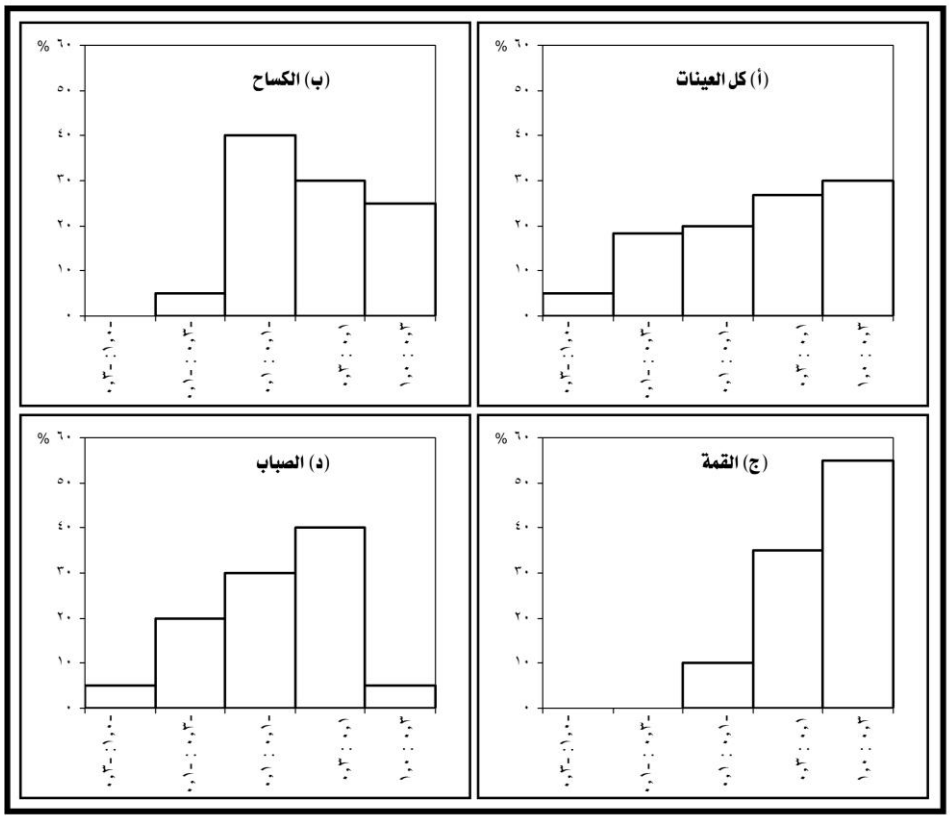
وهذا يعنى أن رمال الكثبان فى منخفض الداخلة ذات أصول مختلفة،وغالباً ما تكون ذات أصل فيضى أو ريحى (هوائى).

وتنفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى منها دراسة أمبابى (١٩٩٨) لغرد أبى محرك، ودراسة صابر أمين (٢٠٠٠)، للكثبان شرق قناة السويس، ودراسة اشرف أبو المفتوح (٢٠٠٢) للكثبان فى وادى الريان- ديروط، ودراسة محمود دسوقى (٢٠٠٣) للكثبان الرملية فى منخفض البحرية. ودراسة إحسان (٢٠٠٥) عن الكثبان الرملية فى منخفض سيوه، ودراسة عواد موسى (٢٠٠٦) لخصائص رواسب الكثبان الطولية فى منخفض وادى الريان، ودراسة محمود خضر (٢٠٠٦) عن حيومورفولوجية الأشكال الرملية فى غرب وادى العريش، ودراسة جهاد أكرم الحجازى (٢٠١٠) للكثبان الطولية فى مصر دراسة مقارنة.

ج- التواء حبيبات الرمال:-

❖ التواء حبيبات رمال الكثبان الهلالية:-

تتراوح قيم الالتواء حبيبات الرمال بين -Ø٠.٠٥ و٠.٦ أى بين التواء سالب جداً وموجب جداً بمتوسط عام قدره Ø٠.١٧ (التواء موجب) وهذا يدل على شيوع الالتواء الموجب، ويتضح ذلك من الجدول (٣) والشكل (٧) حيث بلغت نسبة الالتواء الموجب جداً والموجب حوالى ٥٦.٧% من جملة العينة بواقع ٣٠% للالتواء الموجب جداً و ٢٦.٧% للالتواء الموجب ، بينما يمثل الالتواء المتماثل حوالى ٢٠% من جملة العينات ، وتمثل الالتواءات السالبة والسالبة جداً النسبة الباقية وهى حوالى ٢٣.٣% بواقع ١٨.٣% للالتواء السالب و ٥% للالتواء السالب جداً .

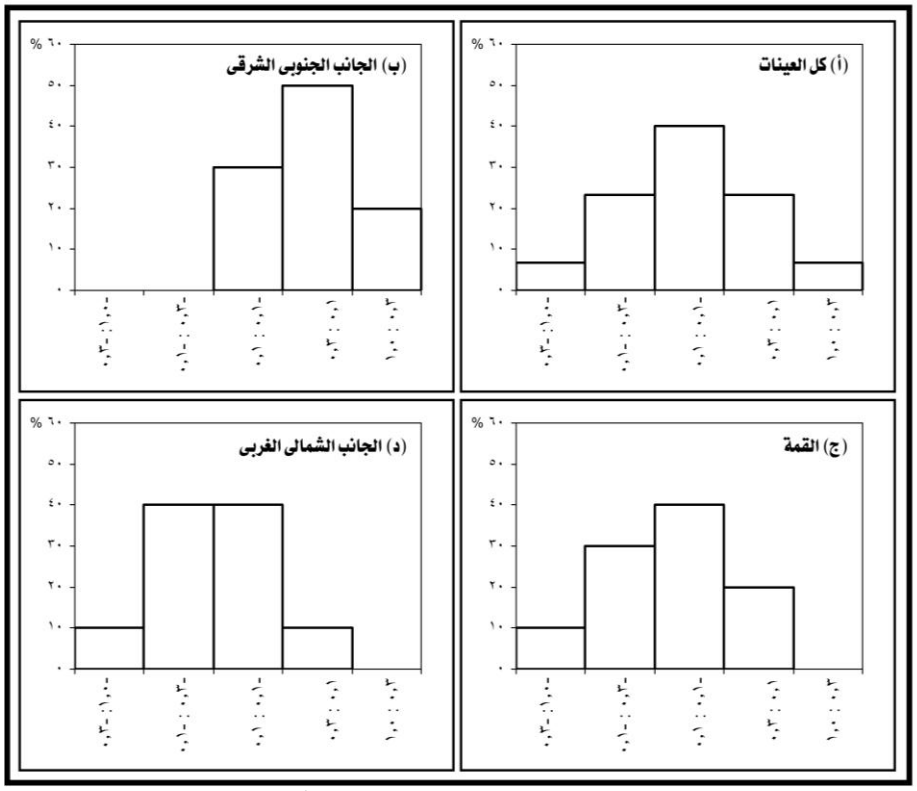


شكل (٧) المدرجات التكرارية لالتواء منحنيات توزيع أحجام رمال الكثبان الهلالية

وتختلف قيم الألتواء على الاجزاء المختلفة لسطح الكثيب فيسود الالتواء المتماثل على الكساح حيث بلغت نسبته ٤٠% يليه الالتواء الموجب بنسبة ٣٠%،ثم الالتواء الموجب جداً بنسبة ٢٥%. أما على القمة فيسود الالتواء الموجب جداً حيث بلغت نسبته حوالى ٥٥% من جملة العينات عليها ويليه الالتواء الموجب بنسبة ٣٥%،وأخيراً الالتواء المتماثل،بينما يسود الالتواء الموجب على الصباب حيث بلغت نسبتة ٤٠% يليه الالتواء المتماثل بنسبة ٣٠% ثم الالتواء السالب بنسبة ٢٠% من جملة العينات على هذا الجانب.

❖ التواء حبيبات الرمال على الكثبان الطولية:.

يتراوح التواء حبيبات الرمال على سطح الكثبان الطولية بين -٠.٠٣٣Ø و ٠.٥٢ Ø،أى بين الالتواء السالب جداً والموجب جداً.بمتوسط عام قدره ٠.٠١٤Ø (الالتواء متماثل) ويتضح ذلك من الجدول (٤) والشكل (٨) حيث بلغت نسبة الالتواء المتماثل حوالى ٤٠% من جملة العينات يليه الالتواء الموجب والالتواء السالب بنسبة ٢٣.٣% لكل منهما. وتختلف قيم الالتواء على الاجزاء المختلفة لسطح الكثيب فيسود الالتواء الموجب على الجانب المواجه للرياح (الجنوبى الشرقى) حيث بلغت نسبته ٥٠%، يليه الالتواء المتماثل بنسبة ٣٠%،أما على القمة فيسود الالتواء المتماثل حيث بلغت نسبته ٤٠% يليه الالتواء السالب بنسبة ٣٠% ، بينما على جانب ظل الرياح فيسود الالتواء المتماثل والالتواء السالب بنسبة متساوية تقدر ٤٠% لكل منهما.



شكل (٨) المدرجات التكرارية لالتواء منحنيات توزيع أحجام رمال الكثبان الطولية

من خلال دراسة منحنى الالتواء للكثبان الرملية فى منخفض الداخلة تبين أن المنحنى متماثل فى عينات الكثبان الطولية وموجب فى عينات الكثبان الهلالية ، وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات سابقة من أهمها دراسة Embabi (1998)، ودراسة أحمد عبد السلام على (١٩٩٩) فى شمال شرق البحرية.ودراسة صابر أمين (٢٠٠٠)،ودراسة Philip (1962)،فى منخفض الداخلة،ودراسة محمود دسوقى (٢٠٠٣) فى دراسته عن منخفض البحرية،و دراسة أحسان(٢٠٠٥) عن منخفض سيوة،ودراسة جهاد أكرم الحجازى(٢٠١٠) للكثبان الطولية فى مصر.

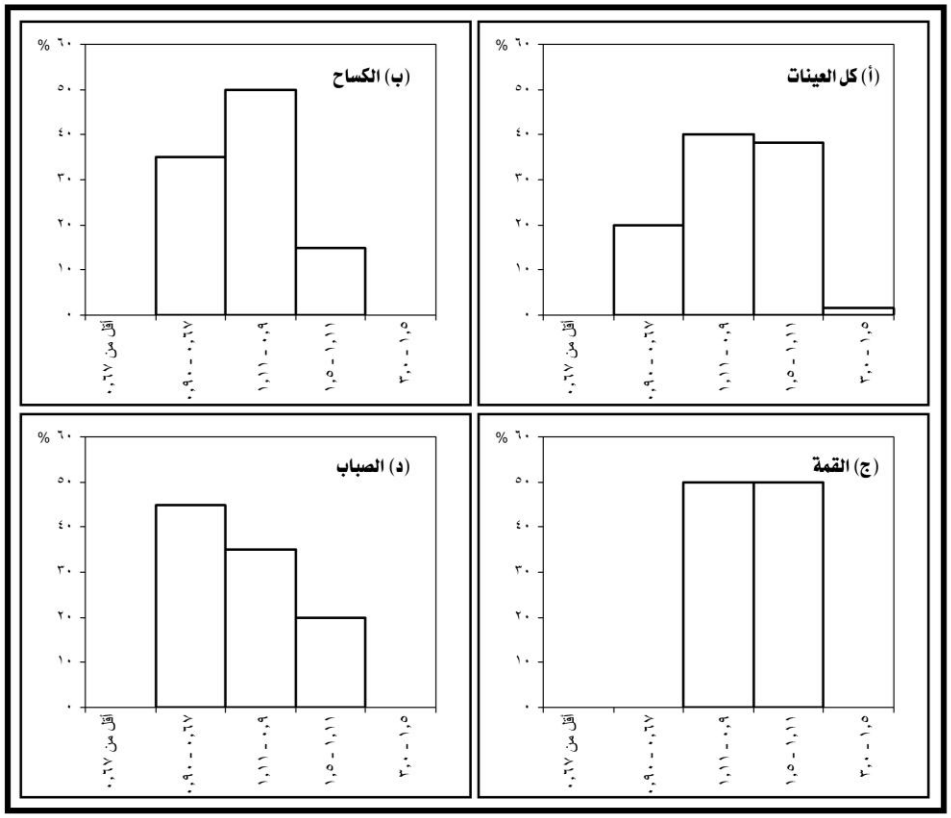
هذا وتعتبر قيم الالتواء من أهم المؤشرات الإحصائية التى يمكن أن تساعد فى معرفة ظروف بيئة الترسيب،فقد أوضح Mason and folk (1958)،أن أى أختلاف فى قيم الالتواء تدل على وجود رواسب ذات أصول مختلفة.وعليه فإن سيادة قيم الالتواء المتماثل تشير إلى بيئة هوائية وساحلية،وهذا واضح فى عينات الكثبان الطولية،أما باقى القيم والتى قد تكون سالبة أو موجبة فأنها تدل على تداخل ظروف بيئية مختلفة فى تكوين هذه الرواسب (جودة وعاشور،١٩٩٠)،وهذا يؤكد ما توصلت إليه نتائج معامل التصنيف لحبيبات الرمال فى منخفض الداخلة.

د- تفلطح حبيبات رمال الكثبان:-

❖ تفلطح حبيبات رمال الكثبان الهلالية :.

تتراوح قيم التفلطح بين ٠.٧١Ø و ١.٤Ø لحبيبات رمال الكثبان الهلالية فى منخفض الداخلة،أى بين التفلطح المفلطح والمدبب،بمتوسط عام قدره ٠.٩٩Ø (تفلطح متوسط).ويتضح ذلك من الجدول (٣) والشكل (٩) كما أن التفلطح المتوسط بلغت نسبته حوالى ٤٠% ، يليه التفلطح المدبب بنسبة ٣٨.٣% من جملة العينات أما التفلطح المفلطح فيمثل حوالى ٢٠% . وبمقارنة هذه القيم بقيم التفلطح على أجزاء الكثبان الهلالية تبين أنها تتباين إذ يسود التفلطح المتوسط على الكساح حيث بلغت نسبته حوالى ٥٠%،يليه التفلطح المفلطح على هذا الجانب بلغت نسبته ٣٥%،أما

على القمة فينقسم التفلطح لحبيباتها بين التفلطح المتوسط والتفلطح المدبب بنسبة ٥٠% لكل منهما،بينما على الصباب فيسود التفلطح المفلطح حيث بلغت نسبته حوالى ٤٥% يليه التفلطح المتوسط بنسبة ٣٥% من عينات هذا الجانب.



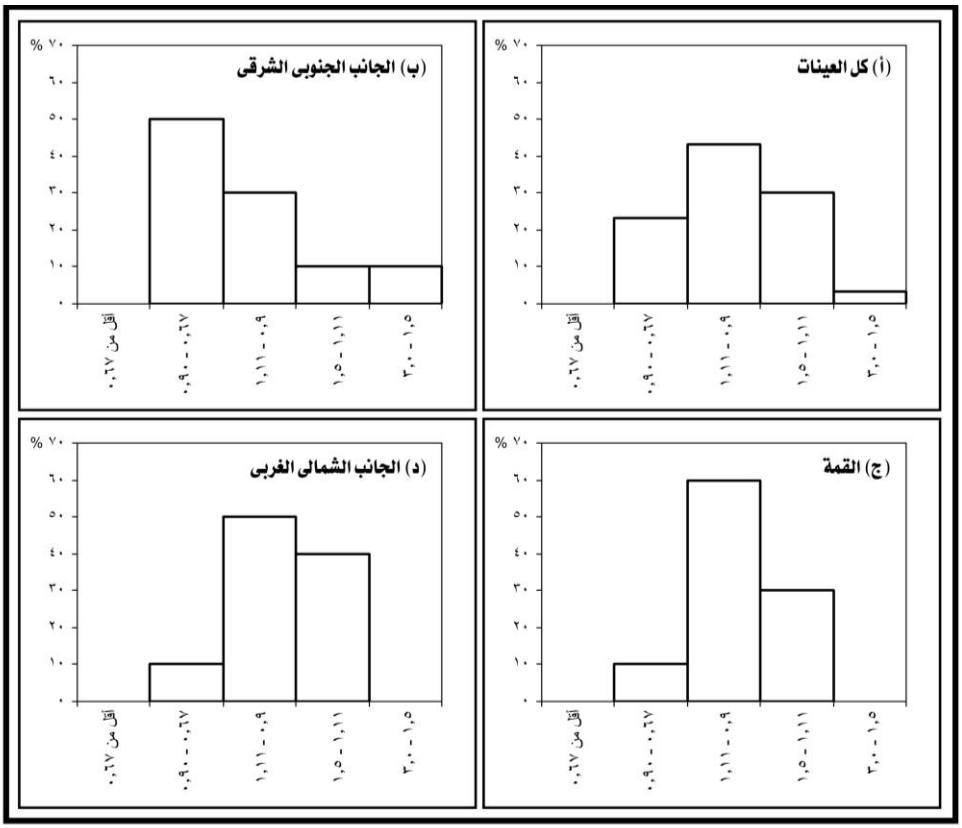
شكل (٩) المدرجات التكرارية لتفلطح منحنيات توزيع أحجام رمال الكثبان الهلالية

❖ تفلطح حبيبات رمال الكثبان الطولية:.

تتراوح قيم التفلطح على سطح الكثبان الطولية فى منخفض الداخلة بين ٠.٦٩Ø و ١.٦٩Ø أى بين التفلطح المفلطح والتفلطح شديد التدبب بمتوسط عام قدره ١.٠٥٩Ø (التفلطح المتوسط)،وهذا ما يوضحه الجدول (٤) والشكل (١٠) حيث

بلغت نسبة التفلطح المتوسط على سطح الكثبان الطولية حوالى ٤٣.٣% يليه التفلطح المدبب بنسبة ٣٠ % ثم التفلطح المفلطح بنسبة ٢٣.٣% .

وبمقارنة هذه القيم بقيم التفلطح على أجزاء سطح الكثبان الطولية يتبين وجود أختلاف فى قيم التفلطح على أجزاء الكثبان الثلاثة،فيسود التفلطح المفلطح على الجانب المواجه للرياح حيث بلغت نسبته ٥٠% يليه التفلطح المتوسط بنسبة ٣٠%،بينما يسود التفلطح المتوسط على القمة حيث بلغت نسبته ٦٠% عليها،وكذلك يسود هذا التفلطح–المتوسط على الجانب ظل الرياح حيث بلغت نسبته ٥٠% يليه التفلطح المدبب حيث بلغت نسبته حوالى ٤٠% من عينات هذا الجانب.



شكل (١٠) المدرجات التكرارية لتفلطح منحنيات توزيع أحجام رمال الكثبان الطولية

ومن خلال قيم التفلطح لحبيبات رمال الكثبان الرملية سواء الهلالية أو الطولية فى منخفض الداخلة يتبين أنها تتراوح بين التفلطح المفلطح والمدبب على الكثبان الهلالية، وبين التفلطح المفلطح وشديد التدبب على الكثبان الطولية ولكنها فى حجمها ذات تفلطح متوسط،وهذه النتيجة تتفق مع نتائج دراسات أخرى فى مناطق أخرى فى مصر والعالم ومنها دراسة أحمد عبد السلام على (١٩٩٣،١٩٩٩) فى شرق منخفض القطارة، وشمال شرق منخفض البحرية ودراسة Philip (1962) ، فى منخفض الداخلة، دراسة أشرف أبو الفتوح (٢٠٠٢) فى منخفض الريان- ديروط،ودراسة أحسان (٢٠٠٥) فى منخفض سيوة.

جدول (٥) ملخص البيانات الإحصائية لأحجام الرمال فى منخفض الداخلة

المتغير	المعامل الاحصائى	الكثبان الهلالية				الكثبان الطولية			
		كل العينات	الكساح	القمة	الصباب	كل العينات	الجانب المواجه	القمة	جانب ظل الرياح
المتوسط Ø	أقصى قيمة	Ø٢.٧٥	٢.٧	٢.٤٢	٢.٧٥	٣.٥	٢.٩	٢.٦	٣.٥
	أدنى قيمة	Ø١.٥٢	١.٨٩	١.٥٢	١.٧٧	١.٦٥	١.٦٥	٢.١٣	٢.٣
	المتوسط	Ø٢.٣١	٢.٣	٢.٠٩	٢.٣٦	٢.٤٧	٢.٣١	٢.٣٣	٢.٩٧
التصنيف Ø	أقصى قيمة	٠.٧٩	٠.٧	٠.٧٩	٠.٥٥	٠.٩٧	٠.٨٤	٠.٧١	٠.٩٧
	أدنى قيمة	٠.٢٤	٠.٣٧	٠.٣٩	٠.٢٤	٠.٢٤	٠.٢٤	٠.٣٤	٠.٣٢
	المتوسط	٠.٥٢	٠.٤٨	٠.٥٥	٠.٤٥	٠.٥٤	٠.٥٨	٠.٤٩	٠.٦٥
الالتواء Ø	أقصى قيمة	٠.٦	٠.٥٢	٠.٦	٠.٣٢	٠.٥٢	٠.٥٢	٠.١١	٠.١٢
	أدنى قيمة	٠.٠٥-	٠.٠٧-	٠.٠١	٠.٠٥-	٠.٠٣٣-	٠.٠٣٣-	٠.٠١٣-	٠.٠٣٣-
	المتوسط	٠.١٧	٠.١٦	٠.٣٣	٠.٠٣	٠.٠١٤	٠.١٨	٠.٠٤-	٠.٠٨٦-
التفلطح Ø	أقصى قيمة	١.٤	١.٤	١.٢٧	١.١٨	١.٩٤	١.٩٤	١.١٨	١.٤٣
	أدنى قيمة	٠.٧١	٠.٨٣	٠.٩٢	٠.٧١	٠.٦٩	٠.٦٩	٠.٧	٠.٨
	المتوسط	٠.٩٩	٠.٩٧	١.٠٨	٠.٩٤	١.٠٥٩	١.٠٣	١.٠٨	١.١٢

جدول (٦) نسبة الرمال المتوسطة الحجم والناعمة حسب موقعها على سطح الكثبان

الحجم Ø	الكثبان الهلالية				الكثبان الطولية			
	متوسط العينات	الكساح	القمة	الصباب	كل العينات	الجانب المواجه	القمة	جانب ظل الرياح
متوسط	١١.٧٧	١٥	٢٠	٥	١٣.٣	٤٠	صفر	%٢٠
ناعم	٨٨.٣	٨٥	٨٠	٩٥	٨٦.٧	٦٠	١٠٠	%٨٠

وبمقارنة نتائج العينات التى جمعت من الجانب المواجه للرياح سواء على الكثبان الهلالية أو الكثبان الطولية بنتائج العينات التى جمعت من جانب ظل الرياح والقمة للكثبان المختلفة فى المنخفض فقد تبين من خلال جدولي (٥ و ٦) أن عينات الكساح تحتوى نسبة مرتفعة من الرمال الناعمة بلغت ٨٥% وتزيد فى جانب ظل الرياح الصباب إلى حوالى ٩٥% فى حين بلغت نسبة الرمال المتوسطة حوالى ٥% على هذا الجانب هذا بالنسبة للكثبان الهلالية، أما على سطح الكثبان الطولية فقد بلغت نسبة الرمال الناعمة على الجانب المواجه للرياح حوالى ٦٠% من جملة الرمال وعلى القمة بلغت ١٠٠% فى حين بلغت ٨٠% على جانب ظل الرياح.

ومن هنا يتضح أن حجم حبيبات الرمال يقل فى اتجاه منصرف الرياح، وتتفق هذه النتيجة مع النتائج التى توصلت إليها دراسات أخرى منها دراسة (Amstutz ,1958)، للكثبان الرملية فى منطقة Lagoua بيرو، ودراسة (Embabi ,1998) للكثبان الرملية فى منخفض الخارجة، ودراسة أمبابى وعاشور(١٩٨٥) للكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر.

هـ-العلاقة بين معايير الأحجام:-

هذه المعاملات السابقة يمكن أن تساهم فى وضع خطوط فاصلة بين بيئات الترسيب المختلفة لحبيبات الرمال،والتى قد تكون نهراً أو شاطئاً أو أراضى متداخلة بين الكثبان، فهناك القليل من الدراسات استخدم المدرجات التكرارية للتميز بين بيئات الترسيب منها دراسة (Mckee and Tibttis,1964) للكثبان الطولية وأراضى ما بين الكثبان فى شمال ليبيا. وهناك من قام بعمل نموذجى تخطيطى لقياس العلاقة

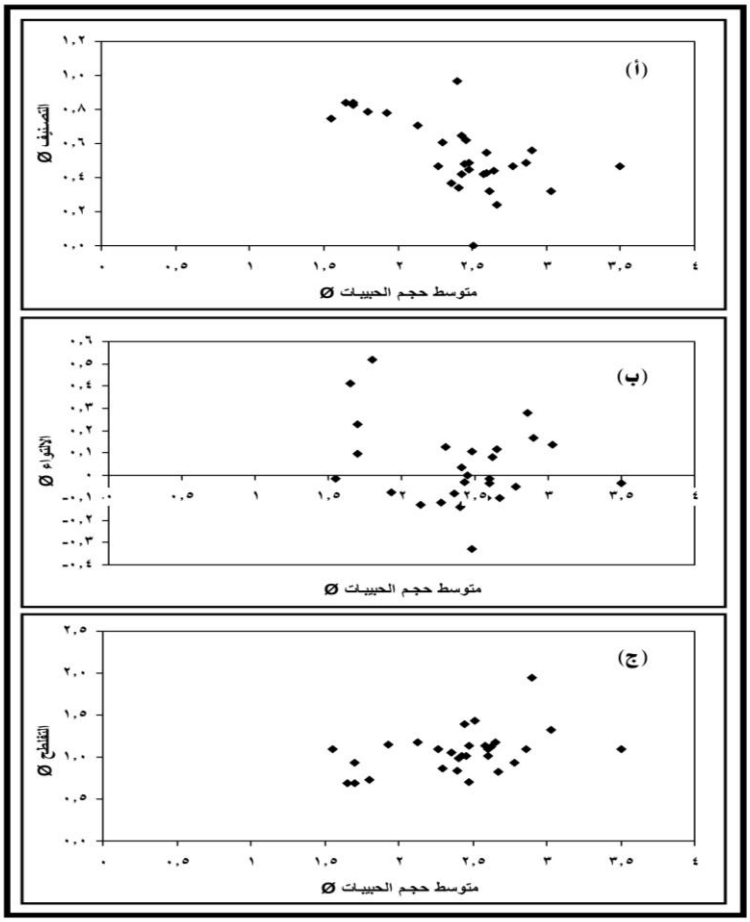
بين متغيرين للتمييز بين بيئات ترسيبية متعددة مثل (Friedman,1961) الذى قام بتحليل ٢٧٦ عينة رملية جمعت من بيئات مختلفة فى بلاد مختلفة واستخدام رسم بيانى عبارة عن العلاقة بين متغيرين هما متوسط حجم الحبيبة والتصنيف،ومتوسط حجم الحبيبة والالتواء، من أجل التفريق بين البيئات الترسيبية المختلفة كما قام (Sahu,1964) بحساب الخصائص البيئية المميزة للرواسب ليس من أجل التعرف عليها لأنها معروفة مسبقاً ، ولكن لتقدير النتائج التى يتم الحصول عليها من هذه الحسابات باعتبارها مؤشرات بيئية، وهناك دراسات أخرى عديدة أستخدمت العلاقة بين تلك المعاملات (المتوسط–التصنيف–الالتواء–التفلطح) للتوصل إلى بيئة الترسيب منها دراسة أمبابى وعاشور،١٩٨٥، وحسن على حسن،١٩٨٧ وموسى (١٩٩٤،٢٠٠٤) وسيتم تطبيق بعض هذه الطرق فى الدراسة الحالية.

- من خلال دراسة المدرجات التكرارية للمعاملات السابقة (المتوسط–التصنيف–الالتواء–التفلطح) فى الدراسة الحالية تبين أنها تشير إلى أن هذه الرواسب ترسبت فى بيئة صحراوية.
- أما عند دراسة العلاقة بين المتغيرات المختلفة سواء على الكثبان الطولية أو الكثبان الهلالية فيتبين الآتى:-

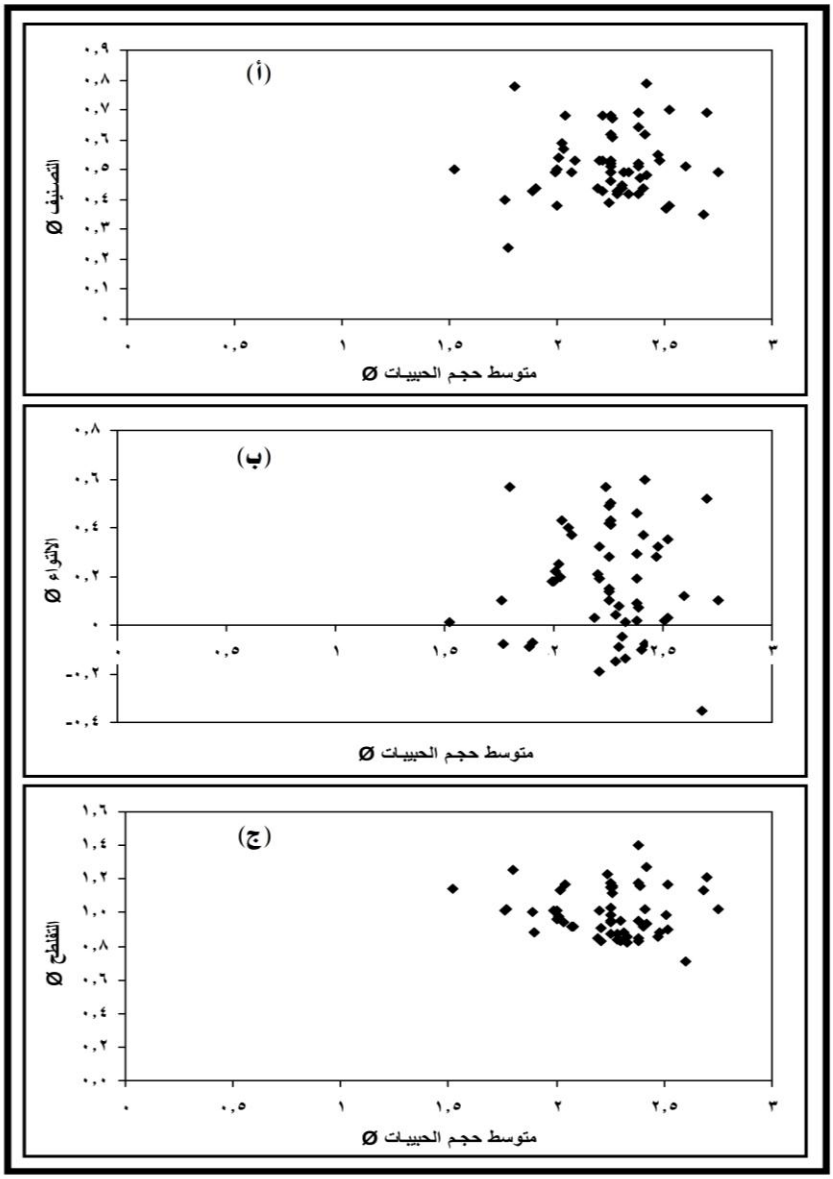
❖ العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات والتصنيف:.

من دراسة الشكل (١١–أ) والشكل (١٢–أ) واللذان يوضحان العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات والتصنيف (الانحراف المعيارى) لوحظ أن أفضل قيم للتصنيف الجيد والذى يميل إلى الجيد توجد فى الحالات التى يتراوح فيها متوسط حجم الرمال بين الرمال المتوسطة والناعمة ١.٥٢ Ø و ٢.٧٥Ø فى الكثبان الهلالية،وبين الرمال الناعمة والناعمة جداً ٢.١٣Ø و ٣.٥Ø فى الكثبان الطولية. معنى ذلك أن هناك علاقة بين متوسط حجم الرمال والتصنيف،أى أنه كلما قل حجم التصنيف يزداد نضوجها بمعنى أن الرواسب المصنفة جيداً تكون مع الرمال ذات الحجم الناعم. ومن المعروف أن متوسط حجم الحبيبات يؤثر على درجة التصنيف،حيث أن الرمال

متوسطة الحجم غالباً ما تكون جيدة التصنيف لأنها سهلة النقل والتصنيف بواسطة الماء والهواء وتنقل إلى مسافات طويلة خصوصاً فى الكثبان الرملية. وتتفق هذه النتيجة مع نتائج دراسات أخرى منها دراسة(ELBAZ et al,1979)، للكثبان الرملية فى جنوب غرب مصر ،ودراسة(أشرف أبو الفتوح ٢٠٠٣)، للكثبان الرملية فى جنوب منخفض الريان–ديروط،ودراسة(عواد موسى ٢٠٠٦) للكثبان الطولية فى منخفض وادى الريان.



شكل (١١) العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات وكل من التصنيف والالتواء والتفلطح لرواسب الكثبان الطولية



شكل (١٢) العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات وكل من التصنيف والالتواء والتفلطح لرواسب الكثبان الهلالية

❖ العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات والالتواء :-

أما عند دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرواسب والالتواء والتى يوضحها شكلا (١١- ب) (١٢-ب) تبين أن الحبيبات ذات الحجم الناعم تقع فى مجال الالتواء المتماثل والموجب والسالب فى حالة الكثبان الطولية،أما فى حالة الكثبان الهلالية فإن الحجم الناعم من الرمال يقع فى مجال الالتواء الموجب جداً والموجب والمتماثل. وتتفق هذه النتيجة مع نتيجة دراسة(Mexwell,1970) فى جنوب الصحراء الغربية فى مصر ،ودراسة (ELBAZ et al,1979) للرواسب الرملية فى جنوب غرب الصحراء الغربية وكذلك دراسة (عواد موسى،١٩٩٤) للكثبان الرملية فى شرق الدلتا.وهناك العديد من الدراسات تؤكد على أن الالتواء الموجب من خصائص الرواسب الهوائية منها دراسة(Folk and Mason 1958) ودراسة (Friedman1961) ، فى حين أن هناك دراسات أخرى أوضحت أن الالتواء الموجب لا يكون شاملاً لكل الظاهرة منها دراسة (Bigaralla,1972) ودراسة (Ahlbrandt,1979) وتتفق نتائج الدراسة الحالية مع الرأى الثانى لأن الظاهرة هنا تشمل الالتواء الموجب والالتواء الموجب جداً والالتواء المتماثل والالتواء السالب فى كل أنواع الكثبان.

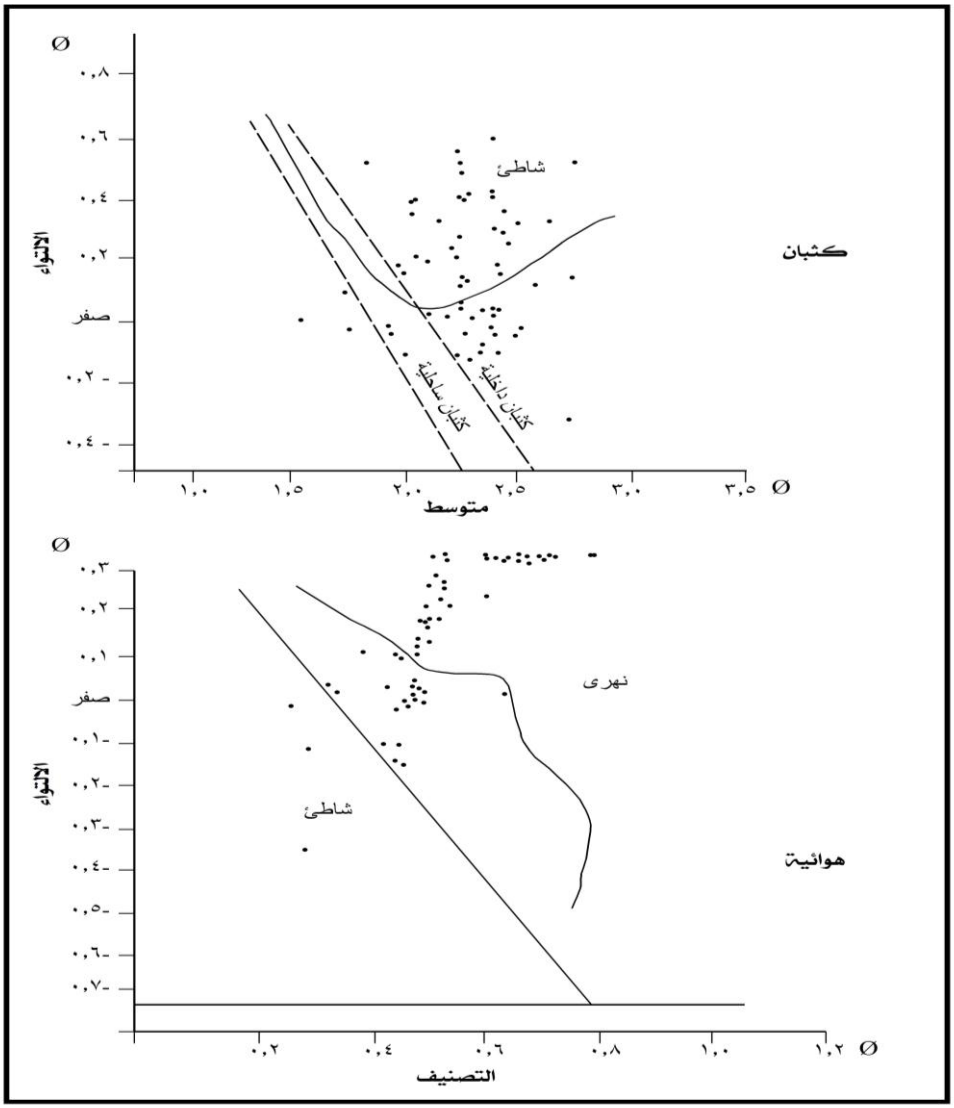
❖ العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتفلطح :-

وعند دراسة العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات والتفلطح والتى يوضحها شكلا (١١- ج) و (١٢-ج) تبين أن التفلطح المتوسط والمدبب يسود عند متوسط حجم الرمال المتوسطة والناعمة فى كل من الكثبان الهلالية والطولية فى المنخفض وهذا يؤكد على أن مصدر الرمال قد يكون قريباً من المنطقة.

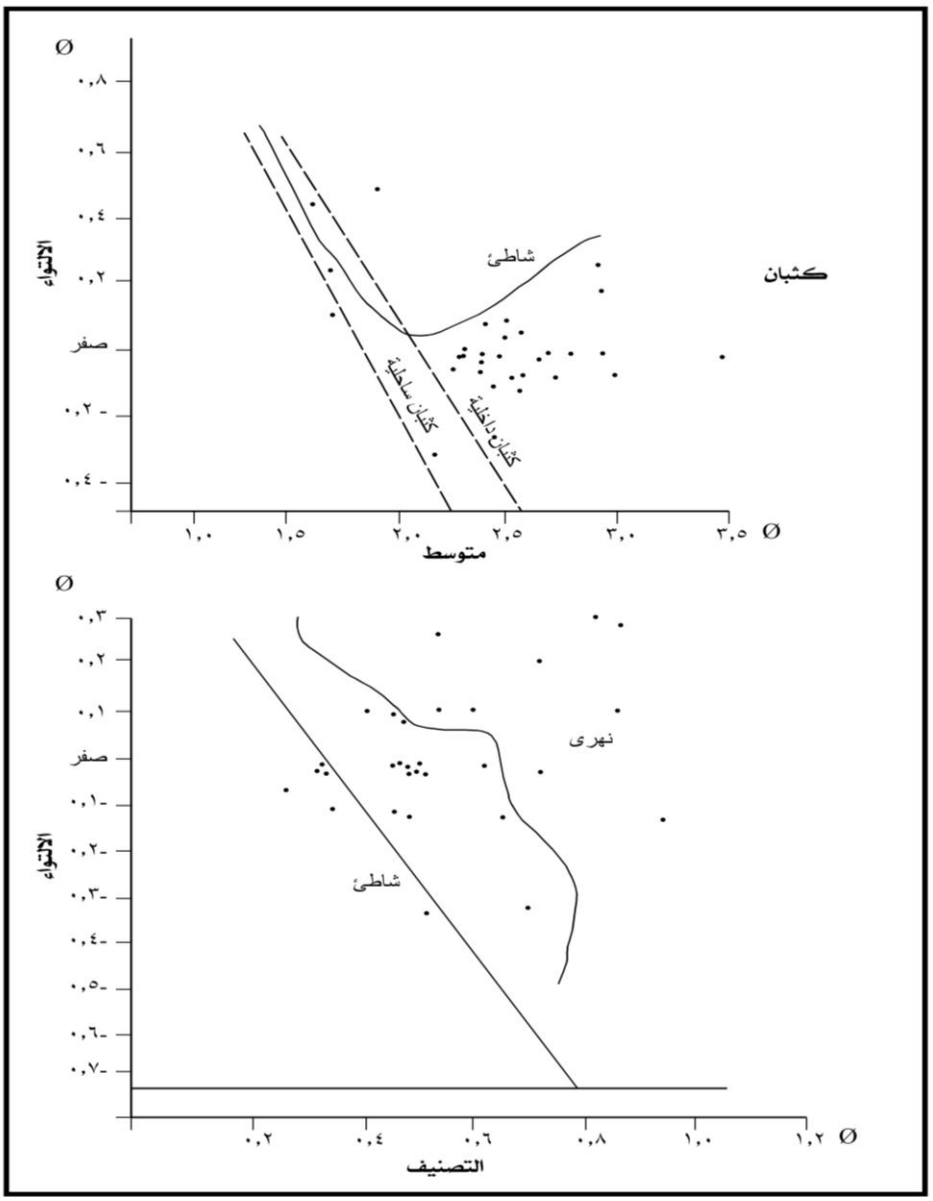
❖ العلاقة بين التصنيف والالتواء :-

وقد استخدما (Mani and Leader,1976) نموذجاً لتحليل العلاقة بين الانحراف المعيارى(التصنيف) والالتواء نقلاً عن (عواد موسى،٢٠٠٦) هذا النموذج يميز بين بيئات الترسيب النهرية والشاطئية ، وبتمثيل نتائج العينات للكثبان الهلالية والتى يوضحها شكل (١٣) ونتائج عينات الكثبان الطولية والتى يوضحها شكل (١٤)

تبين أن ٦٠% من عينات الكثبان الهلالية تقع فى بيئة الترسيب النهرية و ٣٥% منها تقع فى بيئة الترسيب المتداخلة،بينما ٥٣.٣% من عينات الكثبان الطولية تقع فى بيئة الترسيب المتداخلة و ٢٦.٧% منها تقع فى بيئة الترسيب النهرية. مما يؤكد على أن بيئة ترسيب الرمال بيئة نهرية وقامت الرياح بتشكيل مظهرها الخارجى.



شكل (١٣) العلاقة بين التصنيف والالتواء على الكثبان الهلالية

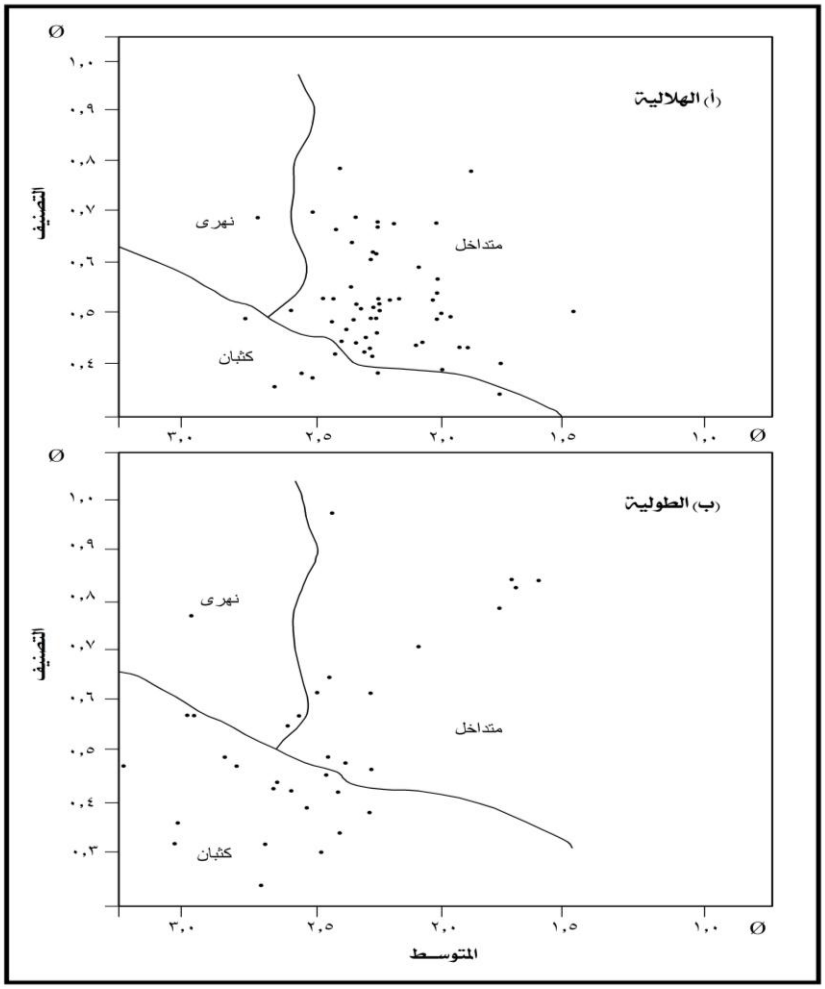


شكل (١٤) العلاقة بين التصنيف والالتواء على الكثبان الطولية

❖ العلاقة بين متوسط حجم الرمال والالتواء :-

أما عند تحليل العلاقة بين متوسط حجم الرمال والالتواء وذلك من خلال النموذج

التخطيطى والذى يميز أيضاً بين بيئات الترسيب المختلفة (جودة،عاشور،١٩٩٠)،وبتمثيل نتائج عينات الكثبان الهلالية والذى يوضحها شكل (١٥–أ) ونتائج عينات الكثبان الطولية والتى يوضحها شكل (١٥–ب) تبين أن ٥٠% من عينات الرمال تقع فى بيئة ترسيب شاطئية و ٤٠% منها تقع فى بيئة ترسيب صحراوية فى حالة الكثبان الهلالية،أما فى حالة الكثبان الطولية فتبين أن حوالى ٨٣.٢% من العينات تقع فى بيئة ترسيب صحراوية و١٣.٣% منها تقع فى بيئة ترسيب كثبان ساحلية.



شكل (١٥) العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتصنيف

وعند تحليل العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتصنيف ، وذلك من خلال النموذج التخطيطى الذى يميز بين بيئات الترسيب المختلفة (Friedman 1961)، وبتمثيل نتائج عينات الكثبان الهلالية والتى يوضحها شكل (١٥-أ) ونتائج عينات الكثبان الطولية والتى يوضحها شكل (١٥-ب) تبين أن ٨٨.٣% من عينات رمال الكثبان الهلالية تقع فى بيئة ترسيب متداخلة،و ١٠% منها تقع فى بيئة ترسيب كثبان صحراوية.بينما تبين أن ٥٣.٣% من عينات رمال الكثبان الطولية تقع فى بيئة ترسيب صحراوية و ٤٠% منها تقع فى بيئة ترسيب متداخلة.

وبعد دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرمال والالتواء ومتوسط حجم الرمال والتصنيف تبدو العلاقة بين متوسط حجم الحبيبات والالتواء أكثر تأثيراً فى التمييز بين البيئة الشاطئية والبيئات الكثيبية.

❖ نماذج الدالات الرياضية لساهو Sahu1964

استخدم (Sahu,1964) الصورة التخطيطية المؤخوذة من (Folk ,1975) and word للتمييز بين أربع بيئات ترسيبية،وتستخدم متغيرات عديدة وهى Y1,y2,y3,y4وتعطى هذه الصيغ النتائج والوظائف كالتالى:.

الدالة Y1 = ٣.٦٥٨٨ متوسط الحجم + ٣.٧٠١٦ الانحراف المعياري – ٢.٠٧٦٦ الإلتواء + ٣.١١٣٥ التفلطح

استخدمت هذه المعادلة للتمييز بين العمليات الهوائية والبيئة الساحلية .فلو كانت نتيجة Y1 أقل من -٢.٧٤١١ كانت البيئة الترسيبية هوائية أما إذا كانت القيمة أكبر كانت البيئة الترسيبية شاطئية.

الدالة Y2 = ١٥.٦٥٣٤ متوسط الحجم + ٦٥.٧٠٩١ الانحراف المعياري +١٨.١٠٧١ الإلتواء + ١٨.٥٠٤٣ التفلطح

Y2 تميز البيئة الشاطئية عن البيئة البحرية الضحلة العكرة العالية،وتكون البيئة الترسيبية شاطئية أذا كانت قيمة Y2 أقل من ٦٥.٣٦٥٠ أما أذا كانت Y2 أكبر من ذلك تكون بيئة الترسيب بحرية ضحلة.

الدالة Y3 = ٠.٢٨٥٨ متوسط الحجم + ٨.٧٦٠٤٠ الانحراف المعياري – ٤.٨٩٣٢ الإلتواء + ٠.٠٤٨٢ التفلطح

Y3 أذا كانت قيمة y3 أقل من –٧.٤١٤٠ تكون بيئة الترسيب نهرية،أما أذا كانت قيمة y3 أكبر تكون بيئة الترسيب بحرية ضحلة.

الدالة Y4 = ٥.٧١٢٥ متوسط الحجم – ٠.٤١٣ الانحراف المعياري + ٦.٧٣٢٢ الإلتواء + ٥.٢٩٢٧ التفلطح

Y4 تميز بين بيئة التيارات العكرة والبيئة النهرية. إذا كانت قيمة y4 أقل من 9.8433 تكون بيئة الترسيب تيارات عكرة،وإذا كانت أعلى من ذلك تكون بيئة الترسيب نهرية.

وقد تم حساب هذه المعادلات ل ٩٠ عينة من العينات المحللة ميكانيكيا بواقع ٣٠ عينة للكثبان الطولية و ٦٠ عينة للكثبان الهلالية. وأتضح من الجدول (٧) أن ٧٧.٥% من حبيبات رمال الكثبان الهلالية و ٧٥% من حبيبات رمال الكثبان الطولية قد تكونت فى بيئة صحراوية بمتوسط عام ٧٧.٥% .

وأن حوالى ٢٠.٨٣% من حبيبات رمال الكثبان الطولية قد تكونت فى بيئة بحرية ضحلة،فى حين أن ١٢.٢٥% من حبيبات رمال الكثبان الهلالية تكونت فى نفس البيئة. وأن حوالى ٦.١٢% من حبيبات رمال الكثبان الهلالية تكونت فى بيئة فيضية(نهرية)،فى حين أن حوالى ٤.١٧% من حبيبات رمال الكثبان الطولية تكونت فى البيئة النهرية.

جدول (٧) خصائص بيئات الترسيب لرمال الكثبان فى منخفض الداخلة تبعاً لنموذج (Sahu,1964)

نوع الكثبان	بيئة هوائية	ساحلية	بحرية ضحلة	فيضية	مياه عكرة
طولية	%٧٥	صفر	٢٠.٨٣	٤.١٧	صفر
هلالية	٧٧.٥٥	٢.٠٤	١.٢٥	٦.١٢	٢.٠٤
المتوسط	٧٧.٠٥	١.٦٤	١٣.٩٣	٥.٧٤	١.٦٤

رابعا : الاستدارة والكروية

تعد دراسة الخصائص الشكلية لحبيبات الرواسب من الأمور المهمة التى من خلالها يتم تحديد شكل الحبيبات ، ومعرفة مصدر الرمال ومكان ترسيبها ، والمسافة التى تقطعها فى الانتقال،وتعطى دلالة على عملية الترسيب،وهى من أصعب الأمور التى تقاس وتوصف فى ألفاظ كمية.

ومن هنا نرى أن هناك اهتماماً كبيراً من قِبل عدد من الباحثين لمعرفة كيفية حدوث أستدارة الحبيبات وبالتالى فقد قاموا بإجراء التجارب ومن هؤلاء (Kuenen and Perdok,1962), Thiel,1940,(Kuenen,1960), وكانت التجربة عبارة عن كيفية تآكل حبيبات الكوراتز فى وضعها فى تيار هوائى،(Whalley et al 1982) وأظهرت التجربة أن الحبيبات ذات الحواف والزوايا الحادة كانت تميل نحو الاستدارة بشكل متزايد نتيجة تكسير الحواف والجوانب.

ومن خلال هذه التجربة تبين أن الحبيبات الخشنة تتآكل أو تستدير بسرعة عن الحبيبات الناعمة،لأن الحبيبات الخشنة تنتقل بالقفز والتدحرج على طول السطح، بينما الحبيبات الناعمة تظل معلقة.وتستدير الحبيبات المنقولة بالهواء أسرع من الرمال المنقولة بالماء،لأن الحبيبات تمتلك تبايناً كبيراً فى كثافتها فى الهواء،لذلك فأنها تصطدم بقوة(Falk,1968). وأظهرت البيانات التجريبية أن تأثير الرياح على حبيبات الكوراتز يكون من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مرة من تأثير الحركة الميكانيكية للماء فى نفس مسافة الانتقال (Kuenen,1960). وفى حال الرمال الناعمة فأن تأثير الرياح والماء يكاد يكون أقرب إلى الصفر(Leader,1982) ولدراسة أستدارة الحبيبات وكرويتها تم أختيار ٢٠٠ حبة رمل من الكثبان بواقع ١٠٠ حبة لكل نوع من الكثبان (الهلالية–الطولية) أختياراً عشوائياً من رمال كل حجم ٥٠٠ ميكرون ٣٥٥ ميكرون،٢٥٠ ميكرون ١٨٠ ميكرون لتعرض تحت الميكروسكوب ثنائى العدسات Ordinary Bin coular Stereomicroscope،ولتقدير أستدارة وكروية

حبات الرمال كان يتم مقارنة حدود كل حبة بالصور الواردة فى لوحة (Powers,1953) ثم يتم تحديد أقرب الفئات شكلاً إلى حبة الرمل (نبيل سيد أمبابى ومحمود محمد عاشور،١٩٨٥).

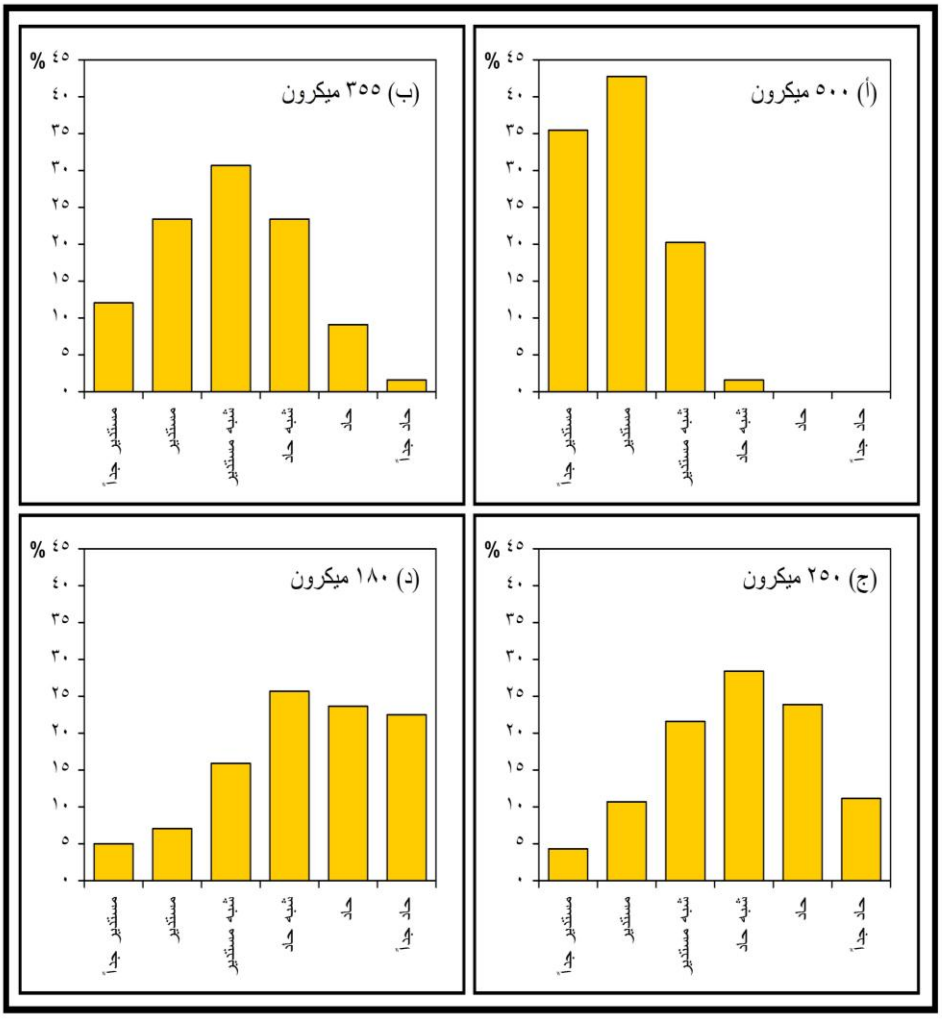
ومن خلال فحص العينات تبين أن متوسط استدارة العينات سواء فى الكثبان الهلالية أو الطولية يقع بشكل عام فى الفئات المستديرة جداً والمستديرة وشبه المستديرة بواقع ٥٧.٢% للكثبان الهلالية و ٦٣% للكثبان الطولية جدولى (٨ و ٩).

جدول (٨) العلاقة بين حجم الحبيبات والاستدارة على الكثبان الهلالية (الحجم ميكرون)

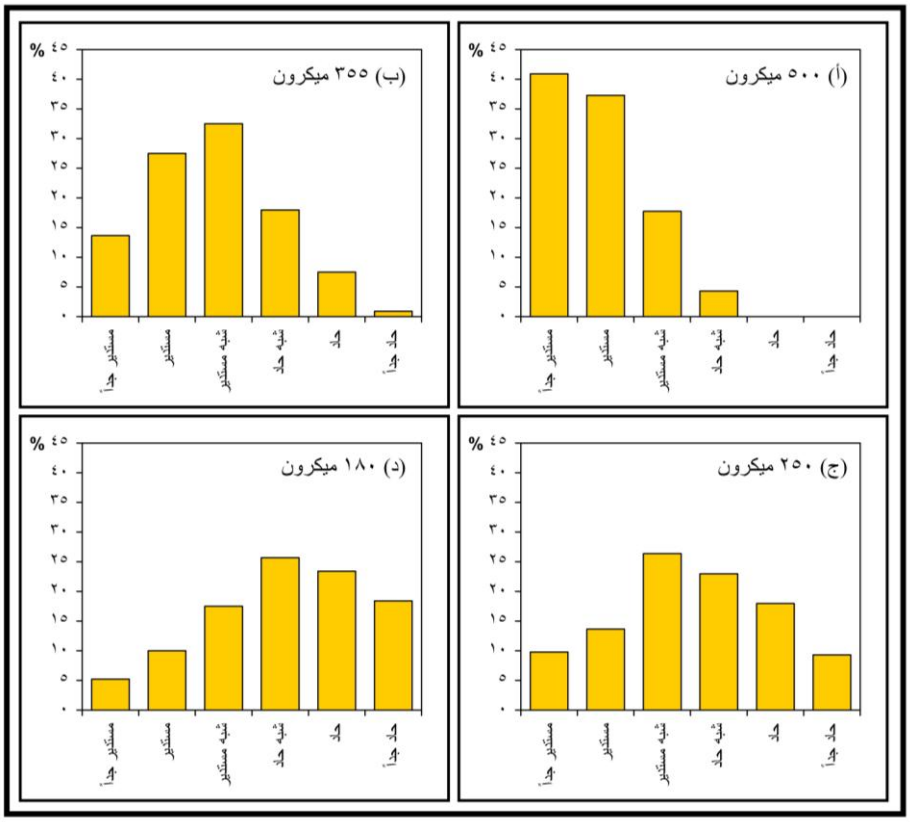
الاستدارة/الحجم	٥٠٠ ميكرون	٣٥٥ ميكرون	٢٥٠ ميكرون	١٨٠ ميكرون	المتوسط
مستدير جداً	٣٥.٥	١٢	٤.٣	٥	١٤.٢
مستدير	٤٢.٧	٢٣.٣	١٠.٧	٧	٢٠.٩
شبه مستدير	٢٠.٣	٣٠.٧	٢١.٧	١٦	٢٢.٢
شبه حاد	١.٥	٢٣.٣	٢٨.٣	٢٥.٧	١٩.٧
حاد	صفر	٩.٢	٢٣.٨	٢٣.٧	١٤.٢
حاد جداً	صفر	١.٥	١١.٢	٢٢.٦	٨.٨

جدول (٩) العلاقة بين حجم الحبيبات والاستدارة على الكثبان الطولية (الحجم ميكرون)

الاستدارة/الحجم	٥٠٠ ميكرون	٣٥٥ ميكرون	٢٥٠ ميكرون	١٨٠ ميكرون	المتوسط
مستدير جداً	٤٠.٨	١٣.٧	٩.٧	٥.٣	١٧.٤
مستدير	٣٧.٢	٢٧.٤	١٣.٧	١٠	٢٢.١
شبه مستدير	١٧.٧	٣٢.٤	٢٦.٣	١٧.٤	٢٣.٥
شبه حاد	٤.٣	١٨	٢٣.٠	٢٥.٧	١٧.٧٥
حاد	صفر	٧.٦	١٨	٢٣.٣	١٢.٢
حاد جداً	صفر	٠.٩	٩.٣	١٨.٣	٧.١



شكل (١٦) تصنيف رمال الكثبان الهلالية حسب حجم الحبيبات والاستدارة



شكل (١٧) تصنيف رمال الكثبان الطولية حسب حجم الحبيبات والاستدارة

وتبين من الجدولين (٨ و٩) والشكلين (١٦و١٧) وجود علاقة بين الحجم والإستدارة، حيث تقل الإستدارة كلما قل حجم الحبيبات خاصة الحبيبات الجيدة الإستدارة والمستدير، فقد بلغ متوسط الإستدارة فى الحبيبات الجيدة الإستدارة والمستديرة فى الرمال الخشنة حوالى ٧٨.٢%، و٣٥.٣% فى الرمال المتوسطة، و١٥% فى الرمال الناعمة، و١٢% فى الرمال الناعمة جداً على سطح الكثبان الهلالية، أما على سطح الكثبان الطولية فقد بلغ متوسط الاستدارة فى الحبيبات الجيدة

الإستدارة والمستديرة فى الرمال الخشنة ٧٨%، و ٤١.١% فى الرمال المتوسطة، و٢٣.٤% فى حال الرمال الناعمة، و ١٥.٣% فى حال الرمال الناعمة جداً.

ومن هنا تبين وجود تنوع فى استدارة الحبيبات بين المستدير جداً والحاد جداً سواء على سطح الكثبان الهلالية أوالكثبان الطولية،وهذا يدل على وجود أكثر من عامل مؤثر فى شكل حبيبات الرمال فى المنخفض،ويحتمل أن يكون مصدر الاشتقاق أحد هذه العوامل،فقد يكون مصدر بعض الرمال فى المنخفض مشتق من الحجر الرملى على السطح،ولذلك فإن الرمال لم تتحرك مسافة طويلة تؤدى إلى استدارتها جيداً،وأيضاً من دراسة حجم الرمال فى المنخفض تبين أنه يتوزع بين الرمال الناعمة والمتوسطة،وهناك علاقة بين الحجم والإستدارة وبالتالى يعتبر حجم الحبيبات أحد العوامل المؤثرة فى الإستدارة. ويحتمل أن الرمال المستديرة والجيدة الإستدارة قادمة من مكان بعيد وقطعت مسافة كبيرة حتى وصلت إلى المنخفض فاكتملت استدارتها.

ويتضح من دراسة الجدول (١٠) والشكل (١٨) والذى يوضح العلاقة بين حجم الحبيبات والإستدارة والكروية ، أن متوسط نسبة الحبيبات عالية الكروية بمنطقة الدراسة بلغ حوالى ٥٧.٤% من أجمالى عدد الحبيبات المدروسة،وبدراسة العلاقة بين الإستدارة والحجم والكروية يلاحظ زيادة الكروية فى الأحجام الرملية الخشنة لتصل إلى ٦٢.٥%،وعلى العكس من ذلك تنخفض الكروية فى الرمال الناعمة جداً إلى ٤٩.٨% من الحبيبات المدروسة،ويرجع ذلك إلى أن تنقل عن طريق التدحرج والقفز مما يؤدى إلى احتكاكها بسطح الأرض،فتعمل على يرى أطرافها وزيادة نسبة استدارتها وارتفاع كرويتها بعكس الرمال الناعمة التى تظل عالقة فى الهواء.

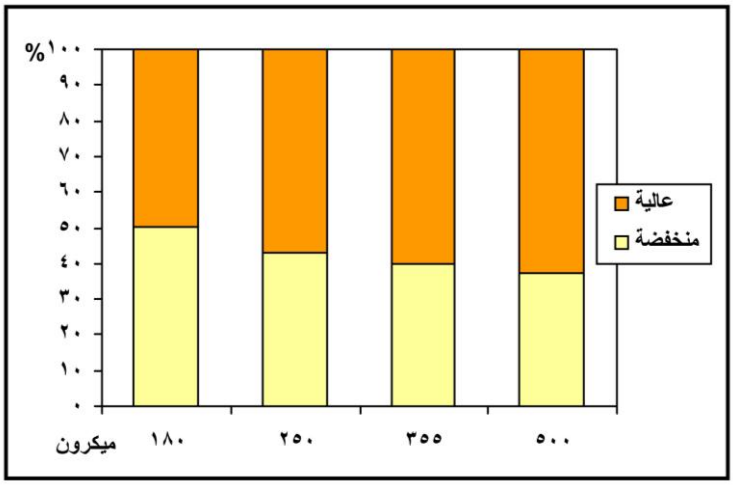
وتشير استدارة حبيبات الرمال فى المنخفض وكذلك كرويتها العالية إلى أنها نتاج بيئة ترسيب صحراوية، حيث أن استدارة الحبيبات وكرويتها العالية تزداد فى المناطق الصحراوية التى يزداد بها نشاط الرياح كعامل نقل عن المناطق الرطبة والتى تكون المياه الجارية هى عامل النقل الرئيسى بها.

وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت إليه دراسة (أمبابى وعاشور.١٩٨٥م للكثبان فى شبه جزيرة قطر،ودراسة (ELBaz et al,1979) للرواسب الهوائية فى جنوب غرب مصر، ودراسة (محمود خضر ٢٠٠٥) لشكل حبيبات الرمال غرب وادى العريش،ودراسة أحمد فؤاد عبد العزيز(٢٠٠٥) لشكل حبيبات الرمال فى منخفض الداخلة، ولا تتفق مع ما توصلت إليه دراسة (Falk,1978) لشكل حبيبات الرمال فى صحراء سيمسون فى استراليا،ودراسة (Goudie and Watson,1981) لشكل حبيبات رمال الكثبان،ودراسة (عواد موسى.٢٠٠٦)، للكثبان الطولية فى منخفض وادى الريان بالصحراء الغربية،وقد يفسر هذا الاختلاف إلى أن رمال الكثبان الرملية فى منخفض الداخلة قد وصلت إلى مرحلة النضج.

وتشير الدلائل التى جمعت حتى الآن إلى أن استدارة الحبيبات فى المنخفض ترجع أساساً إلى عملية الاحتكاك والارتطام المستمر إلى جانب التجوية الكيميائية ولكن يجب ألا نتجاهل الافتراض السابق ذكره والذى يفترض أن الرمال قد تكون مشتقة من صخور رملية تمتاز بشدة استدارة حبيباتها.

جدول(١٠) العلاقة بين الحجم والإستدارة والكروية على الكثبان الرملية فى منخفض الداخلة

		جيد الإستدارة	مستدير	شبه مستدير	شبه حاد	حاد	حاد جداً	المجموع
٥٠٠ ميكرون	عالية	٢.١	٨.٨	١٤	١٨.٨	١٤.٦	٤.٢	٦٢.٥
	منخفض	١.١	٦.٨	٥.٦	١١.٨	٩.٤	٢.٨	٣٧.٥
٣٥٥ ميكرون	عالية	٣.٥	١٢	١٥.٣	١٥.٤	١٢	٢	٦٠.٢
	منخفض	٢.٦	٧.٦	٨.٥	٩.٨	٩,-	٢.٨	٣٩.٨
٢٥٠ ميكرون	عالية	٥	٧.٣	١٥.٢	١٥.٧	١٠.٩	٣.١	٥٧.٢
	منخفض	٢.٩	٦.١	٩.٦	١١	١١.٥	١.٧	٤٢.٨
١٨٠ ميكرون	عالية	٥	٦.٢	١١.٤	١١.٦	٩.٢	٦.٤	٤٩.٨
	منخفض	١.٥	٦.٨	١٠.٧	١١.٦	١٦.٧	٢.٩	٥٠.٢



شكل (١٨) العلاقة بين الحجم والإستدارة والكروية على الكثبان الرملية فى منخفض الداخلة

خامسا : الظاهرات الدقيقة لسطوح حبيبات الرمال (النسيج السطحى)

بدأ الاهتمام منذ وقت مبكر بدراسة التضاريس الدقيقة الموجودة على أسطح حبيبات الرواسب بهدف التعرف على التطور الذى مرت به وما ينتج عنه من أشكال بفعل عمليات النحت والترسيب،حيث تشير الأنسجة السطحية للرواسب الرملية إلى ما يظهر على سطحها من علامات دقيقة ، هذه العلامات الدقيقة مستقلة فى تكوينها عن حجم واستدارة الحبيبة، وقد أقتصر الأمر فى البداية على الفحص البصرى أو باستخدام عدسات بسيطة، ثم أمتد هذا الاهتمام لفحص الأشكال الموجودة على أسطح الحبيبات الصغيرة والدقيقة مع التطور فى استخدام كل من الميكروسكوب البتروجرافى والميكروسكوب الألكترونى (S.H.M)، ويعتقد أن كثيراً من هذه العلامات تمثل أهمية تكوينية(Krinsley and DoornKamp,1973).

وتهدف دراسة النسيج السطحى لعينات الرمال وما عليها من ظاهرات دقيقة إلى الاستدلال على طبيعة وبيئات الترسيب والدورات الجيومورفولوجية وعوامل النقل المختلفة التى مرت وأثرت على تلك الرمال،فحبيبات الرمال قد ترث شكلها واستداراتها

من عوامل وعمليات تشكيل مختلفة،وقد ترث بالمثل تلك الأشكال الموجودة على سطحها عن ظروف مناخية مختلفة ومع هذا فإن القليل من النحت والنقل لمسافة محدودة كاف لتعديل تلك الأشكال على سطح الحبيبة،بينما لتعديل الشكل أو الحجم فإنه يتطلب قدراً أكبر من التحت والنقل لمسافة أطول،ولذا فإن العلامات السطحية تلك من السهل تعديلها أو إزالتها تماماً،ولذلك فإن النسيج السطحى للحبيبات غالباً ما يمثل دورة النقل والنحت الأخيرة فى حياتها،وأن أشكال السطح التى تنتمى لدورة تحات معينة قد ينطبع على أشكال دورة أخرى،ولذا فإن حبيبة رمل واحدة قد تحتوى على سجل لعدة دورات فى تاريخها الطويل(مشرف،١٩٩٧).

ولذلك أصبحت دراسة هذه العلامات السطحية لحبيبات الرمال فى الأونة الأخيرة ضرورية ومفيدة لما تضيفه من بيانات مهمة عن البيئات الترسيبية المختلفة التى تمر بها حبة الرمل، وما تتعرض له من عمليات تجوية وتعرية خلال رحلتها، وتعتبر هذه العلامات ذات أهمية كبيرة لتفسير ظروف الارساب التى مرت بها الرواسب.

وهناك العديد من الدراسات التى أهتمت بهذا الموضوع والتى من أهمها دراسة كل من (Krinsley and Takahashi,1962)،ويعد Krinsley من أكثر الباحثين أهتماماً بهذا النوع من الدراسات حيث شارك فى أكثر من دراسة مع أخرين منها:.
Krinsley and Donahue (1968)،Krinsley and Funnel,(1965)،
Krinsley and Margolis (1969)،Krinsley and Margolis (1969)
Caballero,(1970)،(1974), (Margolis and Krinsley,(1971)، Krinsley and Droonkamp(1973).

وتعد الدراسة الأخيرة Krinsley and Droonkamp (1973) من أكثر الدراسات التى تناولت الظاهرات الدقيقة بالتفصيل، وقد خلصت معظم الدراسات إلى أن اختلاف الظاهرات الدقيقة على أسطح الحبيبات يعود أساساً إلى بيئات الترسيب القديمة والحديثة وما مرت بهذه البيئات من عوامل وعمليات جيومورفولوجية مختلفة، فالحبيبات التى تعرضت بيئات ترسيبها لنشاط الرياح تتسم بأنها أكثر استدارة عن

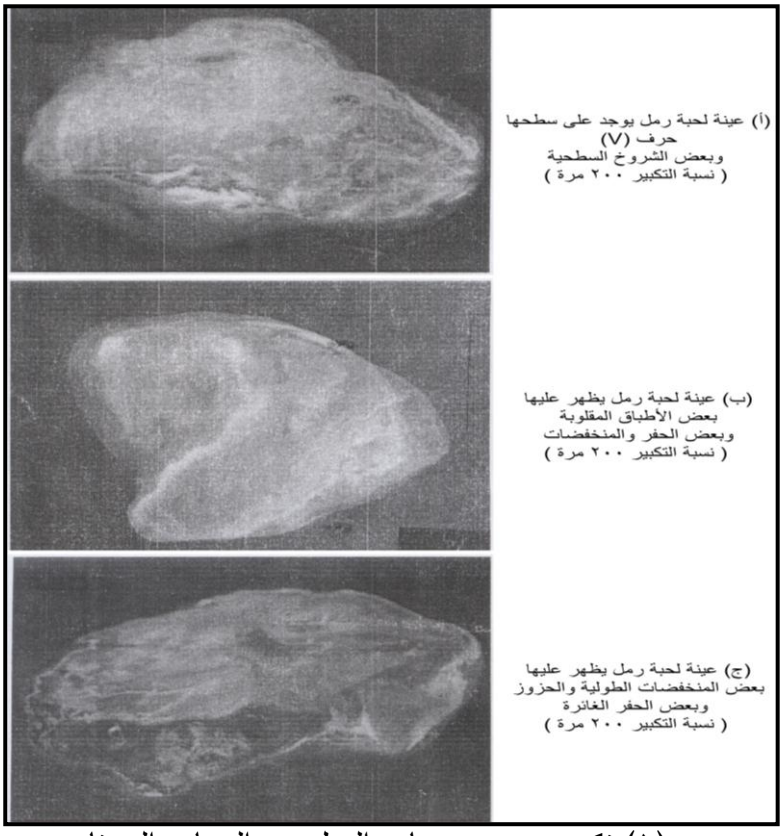
غيرها، وينتشر عليها المنخفضات غير المنتظمة Irregular depressions والأطباق المقلوبة Upturned plates ورواسب السيليكا Krinsley and Margolis(1969) أو السلاسل الدقيقة المتوازية (نبيل سيد أمبابى،ومحمود محمد عاشور،١٩٨٥).

وهناك العديد من الدراسات الأخرى التى تناولت النسيج السطحى للرواسب الرملية ومنها دراسة: نبيل سيد أمبابى ، ومحمود محمد عاشور،١٩٨٥)، ومحمود محمد عاشور وآخرون،(١٩٩٠)، أحمد عبد السلام على (١٩٩٣،١٩٩٩)،أحمد عبد السلام على، ومحمود محمد عاشور،(٢٠٠٠)، عواد حامد موسى،(٢٠٠٦).

ولدراسة الظاهرات الدقيقة على سطح الحبيبات الرملية للكثبان فى منخفض الداخلة، تم فحص ٦ عينات من خلال الميكروسكوب الالكترونى الماسح(S.E.M) تم أخذها من مواضع مختلفة على سطح الكثبان وكذلك من مناطق مختلفة فى المنخفض، وكان قد تم إعدادها من قبل دراسة الخصائص الطبيعية للحبيبات،وتم إختيار الرمال ذات الأحجام التى تتراوح بين ٠.٥ ١.٥ ملم لشيوع استخدامها فى الدراسات السابقة ولكون هذا الحجم مناسب لإظهار الملامح الميكانيكية والكيميائية للحبيبات. وقد أختبر من كل عينة حوالى ١٠٠ حبة ووضعت على حامل وتثبت بمادة لاصقة لتتماسك مع سطح الحامل فى الجانب السفلى له وليمسك العينات على السطح العلوى، وقد تم وضع حوامل العينات فى جهاز تغليف الذهب، وبعد تغليف الحبيبات بالذهب أصبحت صالحة للفحص تحت الميكروسكوب الالكترونى الماسح ماركة جول Joel موديل JSM5400 LV Scanning Micros cope وبه إمكانية تحريك الحبة فى جميع الاتجاهات وتم فحص بعض العينات صورة (١-أ،ب،ج) وتدوين الملاحظات والتقاط بعض الصور للظاهرات التى تتكرر بشكل ملحوظ وهى كالتالى:.

- معظم النتائج تقريباً لم تختلف مع ما خلصت إليه الدراسات السابقة،حيث أظهر النسيج الخارجى لحبيبات الرمال تأثره بالتجوية الميكانيكية.

- أوضحت النتائج أن أكثر الأشكال الدقيقة التى ظهرت على سطح الحبيبات المدروسة تنتمى إلى البيئات الصحراوية حيث تكررت بشكل واضح مثل ظاهرة الأطباق المقلوبة والمنخفضات الطولية المتوازية والشروخ والكهوف والمنخفضات غير منظمة الشكل ورواسب السيلكا،وجميعها ظاهرات تنتمى إلى البيئة الصحراوية،كما ظهرت الحفر على هيئة V Shape وهى تنتمى فى نشأتها إلى السبخات أو الشواطئ لذلك تظهر هذه الحفر قديمة وضحلة.



صورة (١) تكبير بعض حبيبات الرمل من العينات المختارة
على سطح الكثبان الرملية بمنخفض الداخلة

- تبين وجود منخفضات طولية وحفر تأخذ حرف V فى معظم العينات المدروسة وتتباين مساحة هذه المنخفضات على سطح الحبيبات فتظهر كبيرة، وتشير بعض

الدراسات إلى أن هذه الحفر ناتجة عن العمل الميكانيكى تحت ظروف مائية ذات طاقة قوية إلى متوسطة، وهذا يدل على أن هذه الرواسب ترسبت فى بيئة نهرية Krinsley and Droonkamp(1973)،(نبيل أمبابى، ومحمود محمد عاشور،١٩٨٥)،(محمود محمد عاشورو أخرون ،١٩٩٠)(أحمد عبد السلام على ومحمود محمد عاشور،٢٠٠٦)، فى حين يرجعها Harold and Baker) (1976 إلى عملية التحليل الكيميائى فى ظروف رطبة،وبصفة عامة وجود هذه الظاهرة دليل على البيئة الصحراوية التى تشكلت فيها سواء أكانت هذه البيئة بيئة كثبان أو بيئة سبخات.

- وجود الحفر الغائرة والعميقة والحزوز الغائرة تدل على أثار كيميائية بالاضافة إلى التعرية الهوائية، وكذلك وجود الشروخ القوسية أو الدائرية أو الأشكال المتعددة الأضلاع هذه سمة أخرى تنتج عن النشاط الكيميائى فى المناطق الصحراوية.
- تبين وجود دهاليز كيميائية وبها رواسب السيلكا وحفر قوسية ودائرية الشكل وبالرغم من ذلك فإن الملامح الناتجة عن التعرية الهوائية هى السائدة على سطح الحبيبة وتغطيها السيلكا وهذه تشير إلى ظروف صحراوية.
- ظهور الحفر والمنخفضات الضحلة التى تمتلئ أحياناً برواسب السيلكا حتى أن بعض الحبيبات تبدو منقرة Pitted لكثرة وجود تلك الحفر بها ، ويرجح (Pettijohun,1975)،أن تلك الحفر قد نشأت فى الغالب بفعل النحت والأذابة للحبيبات غير المتجانسة التكوين خلال فترة رطبة ، وتشير الرواسب التى استقرت فى تلك الحفر إلى تعرض الحبيبات لظروف جفاف تلت الظروف الرطبة(عويس أحمد الرشيدى،٢٠٠٢).
- يظهر سطح الحبيبات فى معظم الحبيبات ممتلئاً بالحفر الدقيقة التى تجعله معتماً أو غير مصقول وغالباً ما ينتج ذلك عن تجوية ميكانيكية أو حت هوائى فى حالة وجود حفر هلالية (Ricci and CCa 1975)، ويرى Kuenen and)

(Perdok,1962،أن النحت والأذابة الكيميائية بالإضافة إلى ترسيب الاكاسيد والسيلكا هم السبب فى عتمة الحبيبات وانطفائها وليس التجوية الميكانيكية(Pettijohun,1975)، ومن المحتمل أيضاً أن يكون إنطفاء الحبيبة نتيجة لتراكم الورنيش الصحراوى على سطحها،كما أن تعرض الحبيبة للحرارة الشديدة تحت شمس الصحراء قد ينتج عنه محلول السيلكا من داخل الحبيبة وترسيبه على سطحها يعطى الحبيبة بريقاً مطفياً(محمد عبد الغنى مشرف،١٩٨٧).

- عادة ما تظهر الأسطح الناعمة على الحبيبات الصغيرة وذلك بسبب ترسيب وذوبان السيلكا (Waugh,1970) ، وليست معرضة لتأثير أى نقر بواسطة التآكل Krinsley and Droonkamp (1973) ، وأحياناً تظهر بعض أجزاء من سطح الحبيبة ناعم والأخر منقر أو منبغش.وهناك رأى أخر أن وجود السطوح الناعمة تدل على تعرضها لآثار تعرية هوائية والسطوح المنقرة تدل على وجود أثار كيميائية حديثة النشأة.
- وجود شقوق متعددة الزاويا وهى الأكثر شيوعاً فى الحبيبات وتحدث نتيجة التجوية الكيميائية أو الميكانيكية (Krinsley,1978)،وتسمى الشقوق المقوسة بعلامات القفز(Folk,1978) وتعتبر الشقوق الدائرية هى الأكثر شيوعاً في معظم الحبيبات ، ولوحظ أن الأشكال النجمية ممتلئة برواسب السيلكا خاصة على أسطح حبيبات الرمال فى العينات المأخوذة من الطرف الشمالى لنطاق غرب الموشيا،وأيضاً لوحظ وجود الأشكال المضلعة على أسطح الحبيبات المأخوذة من نفس النطاق وفيما يلى عرض للظاهرات الدقيقة على أسطح الحبيبات .

سادساً: المعادن الثقيلة

تعد دراسة المعادن الثقيلة من الدراسات ذات الأهمية الكبيرة، وتكمن أهميتها فى تحديد نوعية الصخور المصدرية وظروف التجوية والعمليات اللاحقة التى تتعرض لها الرواسب لحين ترسيبها (Dill,1998). فضلاً عن ذلك تستخدم المعادن الثقيلة فى إجراء عمليات المضاهاة الجيولوجية بين التكوينات والرواسب الفتاتية المختلفة، وكذلك فى تحديد عمليات النقل والهيدروديناميكية التى تسيطر فى ترسيب هذه الرواسب (Folk,1974)، كما أن للمعادن الثقيلة أهمية فى تحديد التغيرات التى حدثت فى مستوى سطح البحر.

والمعادن الثقيلة مركبات متبلورة طبيعية تنشأ معظمها من الصخور النارية والمتحولة وأحياناً الصخور الرسوبية، وتنقل كمواد فتاتية إلى الأحواض الترسيبية بواسطة الأنهار من جراء تعرية وتأكل الصخور الأم،وهى بذلك موجودة أيضاً فى الصخور الرسوبية الفتاتية القارية المنشأ على وجه الخصوص ويعاد تدوير المعادن الثقيلة مرة أخرى من جراء تآكل هذه الصخور التى تصبح بدورها مصدر ثانوى لهذه المعادن (Morton and Hallsworth,1999).

وتتحكم عدة عوامل فى تحديد كمية ونوعية المعادن الثقيلة منها: طبيعية صخور المصدر التصنيف الطبيعى للرواسب الرملية،التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية والأذابة.

ومن المعروف أن التصنيف الطبيعى للرواسب الرملية يحدث نتيجة ظروف هيدروديناميكية خلال عملية النقل وعملية الترسيب،حيث أن هذا العامل يؤدى إلى وفرة المعادن الثقيلة فى الرواسب، أما الحت الميكانيكى للرواسب فيحدث من خلال عملية النقل والتى تتسبب فى تقليل حجم الحبيبات بواسطة البرى والإستدارة، أما الأذابة فتتسبب فى فقدان جزئى أو كلى لبعض أنواع المعادن الثقيلة،وخصوصاً

المعادن الثقيلة غير المستقرة مثل الهورنبلند والبيوتايت والبيروكسين. وذلك خلال الدورات الرسوبية المتعددة(Folk,1974) .

أن نمط تركيز المعادن الثقيلة فى الرواسب الرملية يعتمد على مبدأ المكافئ الهيدروليكى. وأن من أهم العوامل التى يعتمد عليها تركيز المعادن الثقيلة فى رمال الأنهار حسب (Osavetskii,1979)،هى الحجم الكبير للمعادن الثقيلة فى صخور المصدر ومقاومتها لعمليات التفكك الميكانيكى والبرى أثناء عمليات النقل والوزن النوعى للمعادن الثقيلة ودرجة الفرز وبعض الصفات الموروثة مثل شكل الحبيبات ودرجة التحبب للمعادن التى تشتق من صخور المصدر.

ولقد أشار (Friedman and Sanders,1978) إلى أن أحتواء معظم الرمال على المعادن الثقيلة يتراوح من ١-٢% من وزن العينة ولكن تختلف نسبة المعادن الثقيلة إلى نسبة المعادن الخفيفة من رمل إلى أخر، وعادة تزداد نسبة المعادن الثقيلة كلما تناقص حجم حبيبات الرواسب، وقد يرتفع تركيز المعادن الثقيلة فى بعض الرمال نتيجة عمليات ميكانيكية متنوعة مما ينجم عنه تكوين طبقة ذات سمك قد يصل إلى عدة مليمترات وأحياناً عدة سنتيمترات، وهو ما يعادل ٢٠% أو أكثر من وزن العينة المفحوصة، ويرجع ترسيب المعادن الثقيلة وتركيزها فى بعض المناطق إلى أرتفاع كثافتها النوعية، لذا تترسب المعادن الثقيلة مع جسيمات أكبر منها حجماً (محمد عبد الغنى مشرف ١٩٩٧).

ولدراسة المعادن الثقيلة فى رمال الكثبان فى منخفض الداخلة بالصحراء الغربية تم أختيار ١٤ عينة من الرمل الناعم جداً أجزاء مختلفة علي سطح الكثبان بواقع ٤ عينات من سطوح الكثبان الطولية، و١٠ عينات من سطوح الكثبان الهلالية. لإجراء تحليل المعادن الثقيلة عليها وقد تم إعداد هذه العينات حيث تم فصل المعادن الخفيفة عن الثقيلة بواسطة قمع الفصل وباستعمال سائل البروموفورم Bromofrom ذو ثقل نوعى (٢.٨٣). بعد ذلك تم أحضار شرائح زجاجية ووضع عليها قطرة من

سائل كندا بلسم Canada Balsam ذو معامل أنكسار ١.٥٤ كوسط للتحضير فى وسط الشريحة الزجاجية ثم توضع على سخان كهربائى عند درجة حرارة من ٦٠ °- ٧٠ °م لتسخين السائل،ومن ثم تنثر كمية من حبيبات معادن الرمال الثقيلة فوق السائل نثراً جيداً،ثم تنظف بالاستيون والماء وتصبح جاهزة للتشخيص وتقدير المعادن الثقيلة باستخدام الميكروسكوب النيرولوجى.

وبعد الفحص الميكروسكوبى تبين أن نسبة المعادن الثقيلة المعتمة أكبر من نسبة المعادن الثقيلة غير المعتمة جدول (١١) وشكل (١٩) وكذلك اختلفت نسبتها فى نوعية الكثبان، فقد تراوحت نسبة المعادن المعتمة فى الكثبان الطولية بين ٨١.٣٠% و ٩٥.٦٥% بمتوسط عام قدره ٨٦.٤٥% من إجمالى العينات،بينما تراوحت نسبة المعادن المعتمة فى رمال الكثبان الهلالية بين ٧٤.٥١% و ٩٠.٩٣% بمتوسط عام قدره ٨٢.١٢% من إجمالى العينات أى أنها أقل فى الكثبان الهلالية عن الكثبان الطولية، وهذا ينعكس على نسبة المعادن الثقيلة غير المعتمة حيث تزيد نسبتها فى رمال الكثبان الهلالية فتتراوح ما بين ٩.٠٧% و ٢٥.٤٥% بمتوسط عام قدره ١٧.٢٢% من إجمالى العينات،بينما تتراوح نسبتها فى رمال الكثبان الطولية ما بين ٤.٣٥% و ١٨.٦٩% بمتوسط عام قدره ١٣.٥٥% من اجمالى العينات.

ويتضح من الجدول (١١) أن هناك أختلاف فى نسبة المعادن الثقيلة غير المعتمة فى عينات الكثبان الهلالية وعينات الكثبان الطولية،فقد تبين أن معدن الابيدوت هو المعدن الرئيسى من بين المعادن الثقيلة غير المعتمة فى عينات الكثبان الطولية،حيث بلغت نسبته فى العينات حوالى ١٩.٨٢% من نسبة المعادن الثقيلة غير المعتمة،يليه الزركون بنسبة١٧.٣٣%،ثم التورمالين بنسبة ١٣.٩% والسيتروليت بنسبة ١٣.٢٨% والجارنت بنسبة ١٠.٣%،بيوتيت ٧.٤٢%،البيروكسين بنسبة ٦.٤%، والروتيل بنسبة ٤.١% والاباتيت بنسبة ٤% وسليمانت ١.٤% كاينت

٠.٦٣% والهورنبلند ٠.٥% والاندلوسيت بنسبة ٠.٤١% من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى العينات المدروسة.

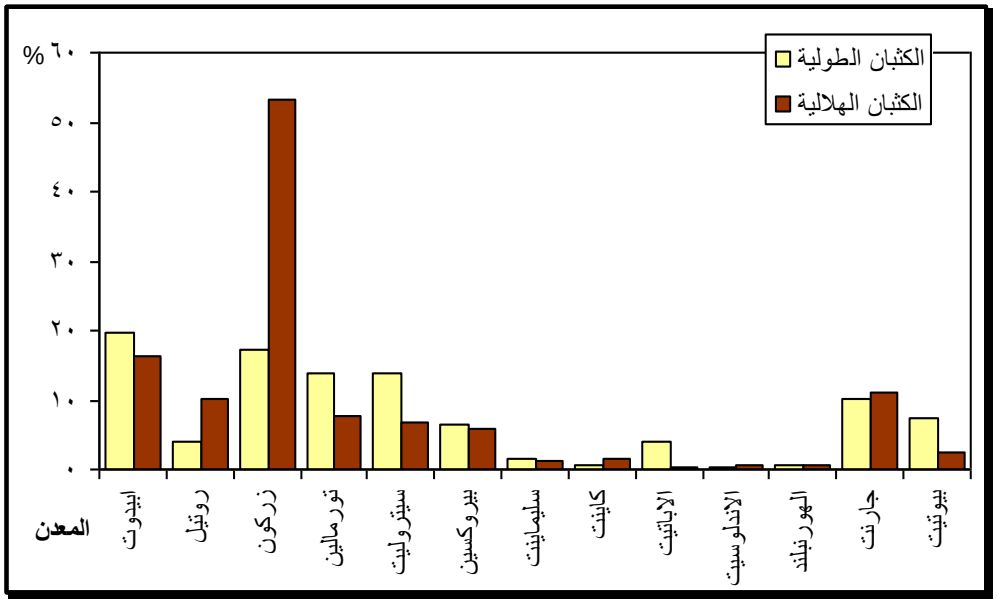
جدول (١١) نتائج التحليل المعدنى لعينات حبيبات الرمال المدروسة فى منخفض الداخلة

رقم العينة	المعادن المعتمة	المعادن الشفافة	% من المعادن الشفافة											
			(١)	(٢)	(٣)	(٤)	(٥)	(٦)	(٧)	(٨)	(٩)	(١٠)	(١١)	(١٢)	(١٣)
الكثبان الطولية	٨٦.٠١	١٣.٩	٢١.٧١	٣.٢	٩.٤	١١.٥٢	٢٣.٧٤	٢.٥٦	١.١١	١.١١	صفر	١.١	١.٤٥	٥.٤٢	١٣.٣٧
	٨٢.٧٤	١٧.٢٦	٢٩.٢٧	٤.١٥	١٢.٣٨	٧.٧٤	٥.٦	٦.١٥	٢.١٥	١.٠٨	٦.٧	صفر	صفر	١٥.٣٨	٤.٤١
	٨١.٣١	١٨.٦٩	١٦.٧٣	٨.٨٧	٣٩.٣٢	١٢.٢٨	٦.٨	٦.٣	٠.٣٤	٠.٣٤	صفر	٠.٣٤	٠.٣٤	٥.٥٧	٣.٧٨
	٩٥.٦٥	٤.٣٥	١١.٥٩	صفر	٨.٢٢	٢٣.٨٤	١٨.٩	١٠.٥٧	١.٩٦	صفر	٢.٢	صفر	صفر	١٤.٧٤	٨.١١
المعدل	٨٦.٤٥	١٣.٥٥	١٩.٨٢	٤.١	١٧.٣٣	١٣.٩	١٣.٨	٦.٤	١.٤	٠.٦٣	٤	٠.٤	٠.٥	١٠.٣	٧.٤٢
٥	٨٤.٢٣	١٥.٧٧	١٣.٩	٢.١٣	٣١.٧	١١.٦	٥.٨	٩.٧٢	٠.٧١	١.٤٢	١.٦١	٢.٢	٠.٧١	١١.٠٤	٦.٣
٦	٨٢.٥٧	١٧.٤٣	٢٥.٢	٥.٢٥	٢٦.٠٥	٨.٩	٣.٣	٩.١٣	٢.٢	١.١١	صفر	٢.٢	٣.٥	٩.١٤	٢.٣٤
٧	٧٨.٦٨	٢١.٣٢	٢١.٤	٢.٣	٤٤.٩	٦.٠١	٧.٧	٣.٧	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	٩.٠٢	٢.٣٤
٨	٧٧.٢١	٢٢.٧٩	٢٠.٥	١٧.٣	٤٢,-	٥	٤.٤	٠.٦٥	٣.٧	صفر	صفر	صفر	٠.٦٥	٨.٧	٠.٦٥
٩	٧٧.٥١	٢٥.٤٥	١١.٨	١٦.٥	٣٧.٩	٧.١	٥.١	٥.١	صفر	١.٥٥	صفر	٠.٦٥	٠.٦٥	٨.٢	٥
١٠	٨٥.٢٠	١٤.٨	١٢.١	٣.٨	٤٧.٩	٧.٨	٦.٣	٥.٩٣	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	١١.٥	٤.٥٥
١١	٨٤.٨١	١٥.١٩	٩.٦٣	١٥,-	٢٥.٧	١٣.١	٨.٥	٥.٥	١.١١	صفر	صفر	صفر	٠.٣٤	٢٠.٦	٢.٦
١٢	٨٨.١١	١١.٨٩	١٥.٢٥	١٥.١	٣٠.٢	٥.٢	٨.٧	٩.٧٢	٣.٣	صفر	٠.٧٢	صفر	٠.٧٢	١٠.٣٣	صفر
١٣	٩٠.٩٣	٩.٠٧	١٧.٢	١١.٥٠	٢٣,-	٢.٧	١٣	٢	صفر	١١.٧	صفر	١.٣	صفر	١٧.٧	صفر
١٤	٧٤.٩٨	٢٥.٠٢	١٦.٨	١٤.٨	٤١.٧	٨.٣	٤.٨	٦.٢٢	٠.٦٢	٠.٦٢	صفر	صفر	٠.٣٩	٥.٨٣	صفر
المعدل	٨٢.١٢	١٧.٨٨	١٦.٤	١٠.٢٨	٥٣.١	٧.٦	٦.٨	٥.٨	١.٢	١.٦٤	٠.٢٣	٠.٦٤	٠.٧	١١.٢١	٢.٤

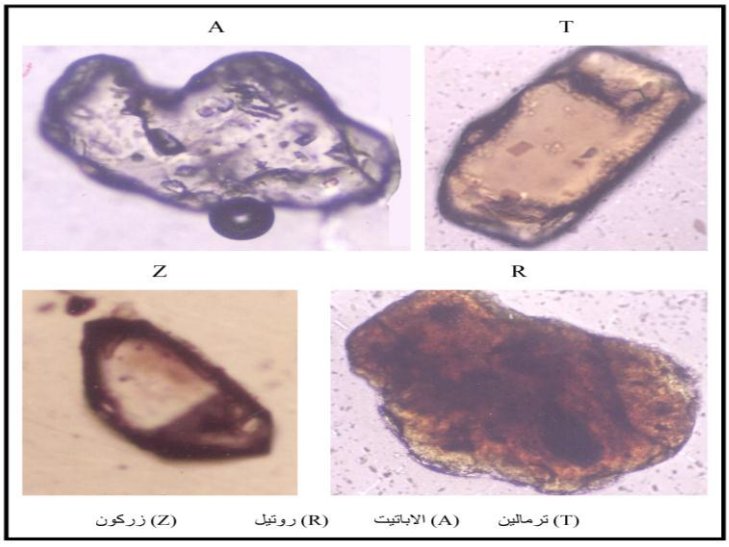
(١) ابيدوت (٢) روتيل (٣) زركون (٤) تورمالين (٥) سيتروليت (٦) بيروكسين (٧) سليماينت (٨) كاينت
(٩) الاباتيت (١٠) الاندلوسيت (١١) الهورنبلند (١٢) جارنت (١٣) بيوتيت

فى حين يعتبر معدن الزركون هو المعدن الرئيسى فى المعادن الثقيلة غير المعتمة فى عينات الكثبان الهلالية حيث بلغت نسته ٣٥.١% يليه الابيدوت ١٦.٤%، والجارنت ١١.٢١% والروتيل ١٠.٢٨%، والتورمالين ٧.٦% وسيتروليت ٦.٨%، والبيروكسين ٥.٨% وبيوتيت ٢.٤% وكاينت ١.٦٤% وسليمانت ١.٢% والهورنبلند ٠.٧% الاندلوسيت ٠.٦٤% والاباتيت ٢.٣% من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى العينات المدروسة . صورة (٢) توضح بعض المعادن الثقيلة الشفافة.

وفيما يلي وصف لهذه المعادن :-



شكل (١٩) نتائج التحليل المعدنى لعينات حبيبات الرمال المدروسة فى منخفض الداخلة



صورة (٢) بعض المعادن الثقيلة الشفافة

١- الزركون Zirco :-

يعد الزركون المعدن الرئيسى من المعادن الثقيلة غير المعتمة،حيث يتواجد بوفرة فى الكثبان الهلالية فتتراوح نسبته ما بين ما بين ٢٣% و ٤٧.٩% بمتوسط عام قدره ٣٥.١% من العينات المدروسة،فى حين يمثل ثانى المعادن الثقيلة غير المعتمة فى عينات الكثبان الطولية فتتراوح نسبته ما بين ٨.٢٢% و ٣٩.٣٢% بمتوسط عام قدره ١٧.٣٣% من العينات المدروسة.مما يشير إلى أن هذه الرمال قد ترسبت فى عصور سابقة خاصة من الحجر الرملى النوبى. وتتسم حبيباته بالأشكال المنشورية كاملة الأوجه وأطرافها ذات هيئة هرمية،وأن بعض حبيباته تتسم بإن لها أطرافاً شبه مستديرة. ومعظم حبيباته تعطى إنطفاء غير كامل وهى عديمة اللون تقريباً وأن كانت تظهر فى بعض الاحيان بنية ووردية اللون (نبيل سيد أمبابى،محمود محمد عاشور،١٩٨٥) ويستخدم الزركون فى صناعة السيراميك والعوازل والخزف والأسنان التعويضية،وكذلك يستخرج من معدن الزركون عنصر الزركوتيوم الذى يستخدم فى صناعة أغلفة الوقود النووى وفى العديد من الصناعات النووية والاستراتيجية الأخرى.

٢- الأبيدوت Epidote :-

يتواجد معدن الابيدوت بنسب متفاوتة فى العينات التى تم دراستها فيعتبر المعدن الرئيسى من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى رمال الكثبان الطولية بالمنخفض حيث تتراوح نسبته فى العينات ما بين ١١.٥٩% و ٢٩.٢٧% بمتوسط عام قدره ١٩.٨٢%،فى حين تتراوح نسبته فى عينات الكثبان الهلالية ما بين ٩.٦٣% و٢٥.٤% بتموسط عام قدره ١٦.٤% من العينات المدروسة. ويظهر بلون أصفر مخضر وأحياناً بألوان بنية شاحبة والابيدوت شائع فى الصخور ذات التحول العالى(Smale,1988). وبشكل عام تشتق مجموعة الابيدوت من الصخور المتحولة ذات درجات التحول المختلفة (Folk,1974)، (Tucker,1988). ومعظم حبيباته تكون على هيئة رقائق طولية منفصلة.

كما تنتشر أيضاً حبيباته على شكل رقائق حادة الزوايا متكسرة وكذلك ألواح دائرية ، (نبيل سيد أمبابى،محمود محمد عاشور،١٩٨٥).

٣- التورمالين Tourmaline :-

تتباين نسب تواجد معدن التورمالين فى عينات الكثبان الرملية فى منخفض الداخلة،فتتراوح نسبة التورمالين ما بين ٧.٧٤% و ٢٣.٨٤% بمتوسط عام قدره ١٣.٩% فى عينات رمال الكثبان الطولية،فى حين أنها تمثل نسبة أقل فى عينات الكثبان الهلالية حيث تتراوح بين ٢.٧% و ١٣.١% بمتوسط عام ٧.٦%،ويوجد التورمالين فى عروق البجماتيت،كما يوجد فى الصخور المتحولة مثل النايس والشست وفى الصخور الرسوبية مثل الدولوميت والحجر الجيرى ويكون مصحوباً بالكوراتز والفلسبار،ومعظم حبيبات التومالين ذات لون رمادى وأشكالها منشورية طولية،وتظهر تغيراً لونياً لدرجة متوسطة إلى قوية من البنى إلى الأسود. ومن النادر وجود عينات ذات ألوان زرقاء وخضراء ورمادية وقليل من هذه البيئات قد تظهر مستديرة الشكل،ولم يلاحظ أية دلائل على التغير المعدنى(نبيل سيد أمبابى،محمود محمد عاشور،١٩٨٥).

٤- الروتيل Rutile :-

يعتبر الروتيل من المعادن الثقيلة غير المعتمة عالية الثبات،ويتسم بلون بنى مائل للحمرة،وبأنه ذو حواف بارزة جداً،نظراً لأن معامل انكساره مرتفع،وله خاصية التغير اللونى،كما تظهر بلورته فى أشكال منشورية،وأحياناً تميل حبيباته للاستدارة ويمثل معدن الروتيل نسب تتراوح ما بين ٢.١٣% إلى ١٧.٣% بمتوسط عام قدره ١٠.٢٨% فى رمال الكثبان الهلالية،فى حين تمثل نسبته فى الكثبان الطولية ما بين صفر% و ٨.٨٧% بمتوسط عام قدره ٤.١% من عينات رمال الكثبان الطولية فى المنخفض. ويستخدم فى صناعة البويات.

٥- سيترولیت :-

هو من المعادن الأقل ثباتاً، وتتراوح نسبته ما بين ٥.٦% و ٢٤.٧٤% بمتوسط عام قدره ١٣.٣% فى عينات رمال الكثبان الطولية،فى حين أن نسبته تتراوح ما بين ٣.٣% و ١٣% بمتوسط عام ٦.٨% فى عينات رمال الكثبان الهلالية،ويميل لونه إلى اللون الأصفر الذهبى،ويتسم بتغيره اللونى القوى وله تضاريس عالية وانطفاء متوازى.

٦- البيروكسين :-

يضم عدة معادن مختلفة بعضها يتبلور فى مجموعة المعين وبعضها أحادى الميل ومنها معدن الأوجيت،ويتركب من سيلكات الالومنيوم مع الكالسيوم والماغنسيوم والحديد،لونه بنى أو أسود،وله بريق زجاجى أو صمغى.وتختلف درجة صلابته من ٥-٦ وكثافته النوعية من ٣.٣ -٣.٥ ويوجد الأوجيت على الأخص فى الصخور النارية القاعدية وتختلف نسبة تركيزه فى رمال الكثبان فى المنخفض فتتراوح نسبته ما بين ٢.٥٦% و ١٠.٥٧% بمتوسط عام قدره ٦.٤% فى رمال الكثبان الطولية،فى حين تتراوح نسبته ما بين ٠.٦٥% و ٩.٧٢% بمتوسط عام قدره ٥.٨% من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى الكثبان الهلالية.

ولا يوجد فيه تغير لونى،ويتخذ أشكال طولية منشورية إلى غير منتظمة الشكل،يتواجد البيروكسين فى الصخور المصدرية النارية القاعدية وفوق القاعدية (Krumbein and sloss,1963)،(Pettijohu,1975).

٧- الجارنت :-

يعد الجارنت من المعادن المستقرة ميكانيكياً غير مستقرة كيميائياً (Jauod,1962). ويشتق الجارنت من الصخور المتحولة خاصة ذات التحول العالى (Harris,1962) وأيضاً يشتق من صخور نارية فوق القاعدية وهو من المعادن

المقاومة للتجوية،وتتسم حبيباتها بأنها عديمة اللون وبعضها يكون كامل الأوجه،ويمكن تميزه بسهولة،إذ يعد من المعادن المتجانسة بصرياً بسبب الهيئة المكعبة للبلورات وذو إنطفاء كامل.وتتراوح نسبته ما بين ٥.٨٣% و ٢٠.٦% بمتوسط عام قدره ١١.٢١% من المعادن الثقيلة فى الكثبان الهلالية بالمنخفض فى حين تتراوح نسبته ما بين ٥.٤٣% و ١٥.٣٨% بمتوسط عام قدره ١٠.٣% من المعادن الثقيلة الشفافة فى الكثبان الطولية بمنخفض الداخلة.

٨- الهورنبلند :-

يظهر معدن الهورنبلند بلون أخضر فاتح إلى أخضر بنى،ذات تغير لونى واضح وأنفصاماً واضحاً وذو إنطفاء مائل،وأشكاله منشورية ذات استطالة،وتظهر الحافات المسننة كما هو الحال فى معادن البيروكسين الذى تحدث نتيجة التآكل الميكانيكى خلال عملية الفصل، و الهورنبلند معدن دال على صخور متحولة مثل الشست والنيس(Kerr,1959)،وأيضاً من صخور نارية حامضية (Pttijhon et al 1973).وتتراوح نسبة معدن الهورنبلند ما بين صفر% و ١.٤٥% بمتوسط عام ٠.٥% من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى رمال الكثبان الطولية،بينما تتراوح نسبته ما بين صفر% و ٣.٥% بمتوسط عام قدره ٠.٧% من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى رمال الكثبان الهلالية فى منخفض الداخلة.

٩- البوياتيت :-

يمتاز باللون الأصفر الفاتح إلى البنى المحمر،وبأشكال صفائحية كبيرة الحجم ويشتق معدن البوياتيت من صخور نارية حامضية وصخور متحولة منخفضة التحول (Pettijohu,1975) ويتباين متوسط نسبته ما بين الكثبان الهلالية والطولية فقد بلغ متوسط تركزه حوالى ٢.٤% و ٧.٤٢% من المعادن الثقيلة غير المعتمة فى رمال الكثبان الهلالية والطولية على التوالى.

١٠- معادن أخرى :-

وتتمثل فى معادن السليماينت والكاينيت والاباتيت والاندلوسيت.كلها تمثل بنسب قليلة جداً من المعادن الثقيلة غير المعتمة ما عدا معدن الاباتيت والكاينيت.

وبعد الفحص الميكروسكوبى للمعادن تبين أن المعادن الثقيلة الشفافة فائقة الاستقرار والمتمثلة فى(الزركون والتورمالين والروتيل والجارنت) تمثل النسبة الأعلى سواء فى رمال الكثبان الطولية أو الهلالية حيث تمثل حوالى ٤٥.٦٣% و ٦٤.١٩% فى رمال الكثبان على التوالى فى حين تمثل المعادن الثقيلة الشفافة قليلة الاستقرار والمتمثلة فى (البيروكسين والهورنبلند والبوياتيت) نسبة قليلة حيث تمثل ١٤.٣٢% و ٨.٩% فى رمال الكثبان الطولية والهلالية على التوالى.وهذا معناه أن رمال الكثبان الرملية بمنخفض الداخلة من المكونات الشائعة فى الصخور الرسوبية ومن النوع الذى يستطيع مقاومة دورات تعرية متعددة،ومن المعادن التى تقاوم عمليات البرى بشدة،ولذا فإنها تميل إلى أن تكون أكثر أنتشاراً فى المواد المتبقية من ظروف تعرية حادة،كما أن هذه المعادن تكون أيضاً مجموعات شائعة فى الصخور النارية الحمضية والصخور المتحولة.ومن هنا كانت الصعوبة فى تحديد نوع معين من الصخور أو التكوينات الجيولوجية التى أشتقت منها هذه المعادن.

تبين أن رمال الكثبان فى منخفض الداخلة كأى بحر رمال فى العالم تتكون فى الأساس من الكوارتز والفلسبار(المعادن الخفيفة) ويعتبر الفلسبار نادر نسبياً،حيث تم ملاحظته فى عينتين فقط فى الجزء الجنوبى من نطاق غرب الموشايا والنطاق الشرقى،ومن المحتمل أن يكون مصدره الحجر الرملى النوبى المجاور والمنتشر فى الجزء الجنوبى من المنخفض. ووجود الكوارتز بنسب عالية يشير إلى أن الرمل تكون نتيجة عملية نحت بطيئة حدثت فى جو دافئ رطب حيث توافر للمعادن سهلة التحلل

الوقت الكافئ لكى تتحلل وتذوب إلى محلول.(لاهى،ترجمة فتح الله عوض وأخرون،١٩٦١).

ولأهمية المعادن الخفيفة والمعادن الثقيلة فى تحديد طبيعة التجوية التى تتعرض لها الرواسب الرملية من حيث شدتها وأصلها وتحديد أى عامل من عوامل تكوين الرمال كان له الأثر الأكبر فى تكوينها،ولذلك فقد أعتمدت نسبة الكوارتز/نسبة الفلسبار كدليل شدة التجوية فى المعادن الخفيفة فى رمال الكثبان بمنخفض الداخلة،وحيث أن نسبة الفلسبار قليلة جداً فى رمال الكثبان بالمنخفض ولم توجد إلا فى عينتين وارتفاع نسبة الكوارتز برمال الكثبان يؤدى ذلك إلى أن الرمال تكون ذات مقاومة عالية للتجوية.

وقد أوضح (Baskin,1958)(Blatt. et al 1972) أن وجود الفلسبار يعطى دلالة قوية على طبيعة الصخور الأصلية وارتفاع تضاريسها أو انخفاضها وعلاقتها بسرعة عوامل التعرية،بالإضافة إلى نوعية المناخ المحتمل تكُون الفلسبار فيه،فعندما تكون تضاريس مناطق الصخور الأصلية مرتفعة ومعرضة لعمليات سريعة،فإن ذلك يؤدى إلى حفظ الفلسبار من التحلل الكامل وبالتالى يظهر بكثرة فى معدن الكوارتز عند تجميع الرمال فى أحواض الترسيب،ويتم ذلك فى درجة حرارة عالية ورطوبة ملحوظة،فى حين إذا كانت التضاريس قليلة الارتفاع وبالتالى تقل سرعة عوامل التعرية فيها،وتصبح ضعيفة وذات معدل بطئ فإن ذلك يؤدى إلى تحلل الفلسبار بالكامل وإختفائه(محمد عبد الغنى مشرف،١٩٩٧) وهذا يعنى أن مصدر الفلسبار النادر فى كثبان منخفض الداخلة ربما يكون من الحجر الرملى النوبى المنتشر فى الاجزاء المنخفضة من المنخفض كما ذكر من قبل.

أما عند تقييم شدة التجوية الخاصة بالمعادن الثقيلة فى الرمل الناعم فقد تم أستخدام النسبة بين المعادن الثقيلة المقاومة التجوية/المعادن الثقيلة ضعيفة المقاومة للتجوية.متمثلة فى(نسبة الجارنت+نسبة التومالين/الهورنبلند+نسبة البيروكسين) كدليل

لشدة التجوية(منى سلمان حسين،٢٠٠٥).وبعد حساب دليل شدة التجوية فى عينات رمال الكثبان المختارة جدول رقم (١٢) ، تبين أن دليل شدة التجوية يتراوح بين ٧.٥٥ عينة رقم(١٤) و (٢٢.٨) عينة رقم (١١) بمتوسط عام قدره (١٢.٣) وذلك فى رمال الكثبان الهلالية،أما دليل شدة التجوية فى عينات رمال الكثبان الطولية فيتراوح بين (٧.٤) عينة رقم (٣) و (١٦.٩٩) عينة رقم (٤) بمتوسط عام قدره (٣.٥)، وهذا يعنى أن قيم دليل شدة التجوية عالى،

جدول (١٢) دليل شدة التجوية فى عينات المعادن الثقيلة لرواسب الكثبان فى منخفض الداخلة

م	نوع الكثبان	الجارنت	التورمالين	بيروكسين	هورنبلند	دليل شدة التجوية
١	كثبان طولية	٥.٤٢	١١.٥٢	٢.٥٦	١.٤٥	١١.٣٦
٢		١٥.٣٨	٧.٧٤	٦.٤٥	صفر	١٦.٦٣
٣		٥.٥٧	١٢.٢٨	٦.٣	٠.٣٤	٧.٤
٤		١٤.٧٤	٢٣.٨٤	١٠.٥٧	صفر	١٦.٩٩
معدل		**١٠.٣**	**١٣.٩**	**٦.٤**	**٠.٥**	**٣.٥**
٥	كثبان هلالية	١١.٠٤	١١.٦	٩.٧٢	٠.٧١	١٢.٩
٦		٩.١٤	٨.٩	٩.١٣	٣.٥	١٣.٦
٧		٩.٠٢	٦.٠١	٣.٧	صفر	١٠.٦
٨		٨.٧	٥	٠.٦٥	٠.٦٥	١٠.٥
٩		٨.٢	٧.١	٥.١	٠.٦٥	٩.٤
١٠		١١.٥	٧.٨	٥.٩٣	صفر	١٢.٨
١١		٢٠.٦	١٣.١	٥.٥	٠.٣٤	٢٢.٨
١٢		١٠.٣٣	٥.٢	٩.٧٢	٠.٧٢	١١.٦
١٣		١٧.٧	٢.٧	٢	صفر	١٩.٠٥
١٤		٥.٨٣	٨.٣	٦.٢٢	٠.٣٩	٧.٥٥
معدل		**١١.٢١**	**٧.٦**	**٥.٨**	**٠.٧**	**١٢.٣٧**

وهذا معناه أن قيم المعادن شديدة المقاومة كمعدن الجارنت والتورمالين والزركون قد تواجدت بنسب عالية،أما المعادن قليلة الاستقرار قد تواجدت فى عينات رمال الكثبان بالمنخفض بنسب قليلة.الأمر الذى يدل على أن رواسب الكثبان مشتقة من صخور رسوبية وأنها ناتجة عن عملية جيومورفولوجية فى مناطق ذات تضاريس منخفضة،وتعرضت لأكثر من دورة ترسيبية،الأمر الذى يزيد من تأثير التجوية.وأن وجود هذه المعادن يدل على أن منطقة المصدر هى منطقة ذات مناخ جاف ورطب،وأن سرعة التعرية والنقل فيها قليلة،وهذا يعنى أن تأثير التجوية الكيميائية أكثر من تأثير التجوية الميكانيكية ووجود النسب القليلة من المعادن الثقيلة غير المستقرة معناه أن الرواسب غير ناضجة معدنياً (خلدون صبحى البصام ، ٢٠٠٨).

وأيضاً أرتفاع نسبة الجارنت فى الرمال يدل على قوة عمليات التجوية،وقد يرجع أرتفاع نسبة الجارنت إلى عدم تأثر الرمال بنشاط العمليات الجيومورفولوجية التى قد تؤثر فى طبيعة التكوين المعدنى لمادة الأصل.وتلعب الظروف المناخية السائدة فى منطقة مصدر الرواسب دوراً مهماً فى التغيرات التى تطرأ على المعادن الثقيلة التى تتباين درجة استقرارها تحت ظروف التجوية الشديدة وينتج عن ذلك زيادة فى تركيز المعان الثقيلة المستقرة على حساب تلك الأقل استقراراً.

ويعد اللون من السمات المميزة للمعادن الأولية،فالكوارتز ذو لون فاتح وهو شكل معظم المعادن الخفيفة،فى حين يميل شكل معادن الحديد التى تشكل معظم المعادن الثقيلة إلى أن تكون داكنة أن لم تكن سوداء،إذ أن اللون الاسود ناتج عن وجود الحديدوز(البطيخى وخطارى،١٩٩٩).

وقد تم ملاحظة احمرار رمال رمال الكثبان فى بحار الرمال فى العالم،ويعتبر اللون الأحمر مثير للجدل ، ويعتقد كلاً من (Falk,1969)(Van Hayten,1973) أن اللون الأحمر للرمال ناتج عن الأتربة المحمولة من التربة الحمراء من المناطق الحارة والرطبة، وتنتقل إلى الأحواض الترسيبية،ومن ناحية أخرى أقترح كلاً من

(Norris,1964)(Walker,1967) أن المعادن الخفيفة نتيجة تآكل الحديد داخل الرمال هى مصدر رئيس للون الأحمر فى رمال الكثبان. والذى يتزايد بمرور الوقت نتيجة لعملية النقل.وفى رمال كثبان منخفض الداخلة يعتقد أن مصدر اللون المائل للأحمرار هو جسيمات الغبار المحمولة بالهواء، وتعتبر الطبقة الطمية الحمراء التى تشكل الأراضى المنخفضة بمنخفض الداخلة هى المصدر الاساسى لكمية كبيرة من الغبار الأحمر (تكوين موط)، وهناك مصدر محتمل أخر للون الأحمر وهو تفلك الحديد شبه المستقر فى المعادن الثقيلة(الابيدوت والهورنبلند) مفككة داخل الرمال،وهذا يضمن تكرار قليل لتلك المعادن فى اتجاه منصرف الرياح.

وحتى يمكن التحقق من هذا التفسير فقد أجريت تحاليل إحصائية لدراسة مدى الارتباط بين المعادن المكونة لهذه التجمعات، إلا أن الارتباط المبنى على بيانات النسبة المطلقة قد يؤدى إلى استنتاجات خاطئة :-

أولاً : أن جزءً من الارتباط التلقائى قد يتواجد طبيعياً، **ثانياً:** أن هذه العينات يسود فيها معدن الجارنت لدرجة أن التغيرات فى نسبة تواجده قد تطغى على أى تغيرات فى المعادن الأخرى . (نبيل سيد أمبابى ومحمود محمد عاشور،١٩٨٥) ولتجنب هذه الصعاب أو المشاكل استخدمت معاملات أخرى مثل معامل التورمالين وهو نسبة أى معدن إلى نسبة التورمالين فى العينة(أى معدن س %/التورمالين %) وتم أختيار معدن التورمالين لأنه يتميز بانتشاره فى كل العينات مع أختلاف طفيف فى تواجده فى العينات التى تم تحليلها ، وكذلك فهو يتميز بخواص محددة يسهل التعرف عليه بدقة

وتشير العلاقات الارتباطية بين المعادن الثقيلة إلى وجود علاقة موجبة بين تركيز هذه المعادن جدول (١٣) .

جدول (١٣) نتائج مصفوفة معامل الارتباط بين نسب التورمالين والمعادن الأخرى.

م	المعدن	ابيدوت	روتيل	زركون	سيتروليت	بيروكسين	سليمانت	كانيت	الاباتيت	الاندلوسيت	الهورنبلند	جارنت	بيوتيت
١	ابيدوت	١											
٢	روتيل	٠.٥٣	١										
٣	زركون	٠.٦١	٠.٦٥	١									
٤	سيتروليت	٠.٤٧	-٠.٠١٣	٠.٢٤	١								
٥	بيروكسين	٠.١٧	٠.٠١٥	٠.٣٩	-٠.٣١	١							
٦	سليمانت	٠.٥	٠.٠٥٦	-٠.٤٧	٠.٠٣٧	٠.٠٠١	١						
٧	كانيت	٠.٢٩	٠.٢٣	٠.١٤	-٠.١٩	٠.٣٥	-٠.٠٥٧	١					
٨	الاباتيت	٠.١٦	-,٠٧٧	٠.٠٠١	٠.٢١	٠.٥٨	٠.٥٢	٠.٢٤	١				
٩	الاندلوسيت	٠.١٥	٠.١٧	٠.٣٧	٠.٠٣١	٠.٣٤	-٠.١٤	٠.٧٩	٠.٢١	١			
١٠	هورنبلند	,٠٨٦	٠.٢٤	-٠.٠٣	-٠.١٧	٠.١٤	٠.٥	٠.١٤	٠.١	٠.٣٨	١		
١١	جارنت	٠.٥٦	-,٠١٩	٠.٦١	٠.٣٥	٠.٣٩	٠.٠٣	٠.١١	٠.٢٧	٠.٠٥	-٠.٢٥	١	
١٢	بيوتيت	-٠.٣٣	-٠.٥٩	٠.١	٠.٥٧	٠.٣٤	٠.١٣	٠.٦٢	٠.٥٨	٠.٦	-٠.٠٨٥	-٠.٢٥	١

ويمكن ملاحظة أربع مجموعات من المعادن الثقيلة على أساس علاقتها التناظرية الموجبة(الحد المعنوى للقيم التناظرية ٠.٥) هذه المجاميع تعكس الأصول الصخرية والمناطق المصدرية للرواسب المنقولة. وهذه المجاميع هى مجموعة (البيروكسين والهورنبلند والبوياتيت) والتى تعكس صخور مصدرية متحولة، ومجموعة الروتيل وتعكس صخور مصدرية متحولة ، ومجموعة (الابيدوت والتورمالين والباريت)

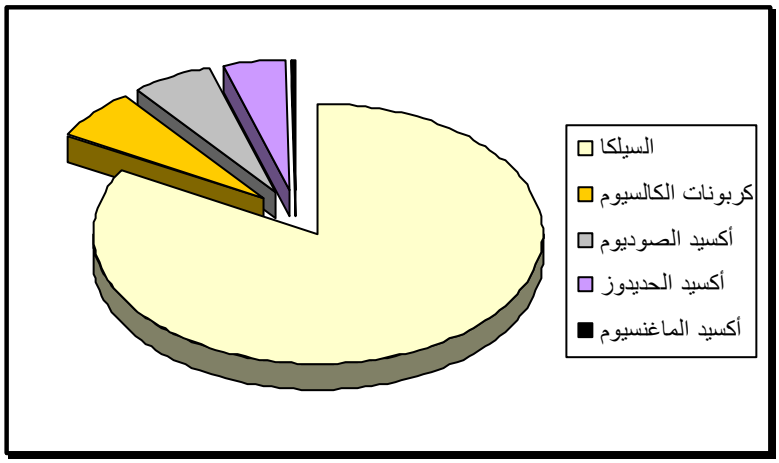
تعكس أصول مشتركة ومصدر صخور متحولة رسوبية، ومجموعة الزركون والجارنت وتعكس أصول مشتركة من صخور متحولة ونارية حامضية قوية. ومن هنا نجد أن هناك تباين فى المعادن الثقيلة فى رمال كثبان منخفض الداخلة من حيث المصدر فتوجد معادن من الصخور الرسوبية وتشمل (الزركون والتورمالين والروتيل والجارنت) بينما معظم أنواع المعادن الثقيلة الأخرى تنمتى إلى الصخور النارية الحمضية والصخور المتحولة وكذلك لوجود رواسب معاد ترسبيها. وقد أكد الوكيل وميساك أن رمال الميوسين تحتوى على بعض المعادن الثقيلة مثل الابيدوت والسيتورولیت والتورمالين وغيرها من المعادن الأخرى (Misake,1982) و(ALwaklee,1989) وهذا معناه أن رمال الكثبان فى منخفض الداخلة من المحتمل أن يكون مصدرها هو التكوينات الميوسينية التى تتركز فى شمال الصحراء الغربية.

سابعا : التحليل الكيميائى لرمال الكثبان فى المنخفض

لإجراء التحليل الكيميائى لرمال الكثبان تم جمع ٩ عينات من النطاقات الخمسة للكثبان بواقع ٦ عينات من الكثبان الهلالية و ٣ عينات من الكثبان الطولية، وتم أخذ ١٠٠ جرام للتحليل الكيميائى حيث تم إذابة العناصر الموجودة فى العينات بإضافة حمض النيتريك تركيز ٥ عيارى، وباستخدام جهاز الامتصاص الذرى الموجود بمعمل الكيمياء بكلية العلوم جامعة المنوفية، ودونت نتائج العينات جدول (١٤) والشكل (٢٠) وقد تم تحليل النتائج على النحو التالى :.

جدول (١٤) التحليل الكيميائى لرمال الكثبان فى منخفض الداخلة

م	السيلكا	كربونات الكالسيوم	أكسيد الصوديوم	أكسيد الحديدوز	أكسيد الماغنسيوم
١	٨٢.٥٧	٧.٩	٤.٢٢	٥.٣	–
٢	٧٨.٦٨	٧.٩٦	٧.٨	٤.٧٦	٠.٨
٣	٨٢.٢٤	٧.٢	٦.٨	٣.٢	٠.٥٦
٤	٨٥.٢٠	٧.٤	٥.٣	٢.١	–
٥	٨٤.٨١	٥.٦٣	٤.٢	٥.٣	٠.٠١
٦	٧٩.٩٩	٥.٣	٧.٥	٧.٢	٠.٠١
٧	٨٥	٤.٧	٤	٤	–
٨	٨٢.٧٤	٤.٣٦	٦.٥	٦.٤	–
٩	٨١.٣١	٤.٨	٨.١٦	٥.٣	٠.٤٣
المتوسط	**٨٢.٥**	**٦.٤**	**٦.٠٠٥**	**٤.٣٩**	**٠.٢**



شكل (٢٠) التحليل الكيميائى لرمال الكثبان فى منخفض الداخلة

١-السيلكا :-

أظهرت الدراسات الميكروسكوبية للمعادن فى رمال الكثبان فى المنخفض أن رمال الكثبان فى المنخفض كإى بحر رمال فى العالم تتكون فى الاساس من الكوارتز والفلسبار الذى يعتبر نادر نسبياً ، ولكن قد تم ملاحظة حبات الفلسبار فى عينة أخذت من الجزء الجنوبى فى نطاق غرب موشيا ، وعينة أخرى أخذت من النطاق الشرقى،ومن المحتمل أن يكون مصدره هو الحجر الرملى النوبى والمنتشر فى الجزء الجنوبى من المنخفض.

وعند فحص الرمال فى المنخفض تبين أن السيلكا تتراوح ما بين ٨٧.٦٨% و ٨٥.٢% بمتوسط عام قدره ٨٢.٥% فى العينات المختارة. وهذه تعتبر نسبة عالية ومناسبة لأنه من المعروف أن نسبة السيلكا فى الصخور الرملية يجب الأ تقل عن ٦٩% وهذه النتيجة تتفق مع نتيجة التحليل المعدنى والتى تؤكد على أنها تحتوى على معادن متحولة.

وتحتوى حبات الكوارتز على معادن أحتوائية ونادرة،وترتبط أستدارة حبات الكوارتز بحجمها مباشرة،حيث تكون الحبيبات أكثر أستدارة كلما زاد حجمها،وتظهر معظم العينات المفحوصة من الكوارتز سطح منقر بالأخاديد والشقوق والتى ربما نتجت عن التآكل الهوائى وتملأ هذه النقر والأخاديد عادة بأكاسيد الحديد.

٢-كربونات الكالسيوم :-

بلغ متوسط كربونات الكالسيوم فى رمال كثبان منخفض الداخلة ٦.٤%،بمعدل يتراوح ما بين ٤.٣٦% إلى ٧.٩٦% من مجموع رمال العينة.وهذه النسبة أعلى فى رمال الكثبان الهلالية عن رمال الكثبان الطولية . وبصفة عامة تبين أن العينات التى جمعت من الكثبان فى الجزء الشمالى من المنخفض أى القريبة من حافة المنخفض الشمالى تظهر نسبة أعلى من الكربونات، وتتمثل الكربونات بصورة أساسية فى الحبيبات ذات الشكل المستدير.

وبتحليل أشعة أكس والدراسات الميكروسكوبية أتضح أن الكربونات فى رمال الكثبان تتمثل بصورة رئيسية فى الكالسيت والدولوميت،وهذه المعادن من الصخور الجيرية القديمة وهى ذات ترسيب أصلى ومن أهم خصائص الصخور الكربونتينة أنها تترسب بالقرب من منطقة المصدر،وهذا يؤكد على أن مصدر هذه الرمال قد يكون الهضبة الجيرية الايوسينية القريبة من المنخفض.

٣-أكاسيد الحديدوز :-

تبين أن أكسيد الحديدوز فى رمال منخفض الداخلة يتراوح ما بين ٢.١% و ٧.١% بمتوسط عام قدره ٤.٣٩%. ويعتقد أن اللون الأحمر أو المائل للأحمرار ربما يكون مصدره من جسيمات الغبار المحمول بالهواء والتى تم تصنيفها ميكانيكيا فى رمال الكثبان الرملية. وتعتبر الطبقة السطحية الحمراء والتى تشكل الأراضى المنخفضة بمنخفض الداخلة هى المصدر الاساسى لكمية كبيرة من الغبار الأحمر (تكوين موط). وعادة تظهر حبيبات الكوارتز الخشنة بلون خفيف ، وذلك منذ أن أزيلت الطبقة السطحية جزئياً من السطح المعرض لتيار الهواء،ولذلك نجد أن المواد ذات اللون الأحمر والتى تملأ الفجوات محمية من التآكل.

وهناك مصدر محتمل للون الأحمر وهو تفكك الحديد شبه المستقر مع وجود المعادن الثقيلة مثل الابيدويت والأوجايت والهورنبلند مفككة داخل الرمال وهذا يضمن تكرار قليل لتلك المعادن الثقيلة فى اتجاه ظل الرياح.

ثامنا : مصدر الرمال

تُرجع كثير من الدراسات مصدر رمال كثبان الصحراء الغربية ومنها منطقة الدراسة إلى الرمال الناتجة عن حفر منخفض القطارة،بالأضافة إلى المفتتات المشتقة من الهضبة الميوسينية فى شمال الصحراء الغربية من أهم الدراسات دراسة (Murrey,1951) ودراسة (Ball,1927) ودراسة (أحمد عبد السلام على،١٩٩٩)

والبعض الأخرى يرجعها إلى منخفضات الصحراء نفسها ممثلة فى المنخفضات الكبرى والممتدة من منخفض سيوة وحتى منخفض وادى النطرون(Beadnell,1910) فى حين يرى (Embabi,2000) أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل فى رواسب الأنهار القديمة التى كانت تجرى على السطح خلال عصرى الاوليجوسين ومنتصف عصر الميوسين والتى كانت تنبع من وديان جبال البحر الأحمر ثم ترسبت على سطح الهضبة الميوسين والايوسينية وأعيد تشكيلها فى الفترات الجافة.

ومن خلال دراسة وتحليل أحجام الرواسب ومتغيراتها المختلفة والعلاقات المتبادلة بينها تبين وجود دلائل على تباين بيئة الرواسب والمصدر،من خلال دراسة المعايير الخاصة بحجم الرمال (متوسط الحجم–التصنيف–الالتواء–التفلطح) والعلاقات الممتبادلة بينهم والإستدارة والكروية والظاهرات التضاريسية على أسطح الحبيبات وأيضاً دراسة التحليل المعدنى والجيوكيميائى تم التوصل إلى معرفة بيئة الترسيب ومصدرها،وهذه الأدلة تتمثل فى الآتى:-

- تبين من التوزيع الحجمى للرمال أنها تتراوح بين الرمال المتوسطة والناعمة جداً،مع سيادة الرمال الناعمة سواء فى رمال الكثبان الهلالية أو الطولية، وكذلك وجود التصنيف بين المتوسط والجيد جداً مع سيادة التصنيف المتوسط، وأختلاف قيم الالتواء الموجب فى رمال الكثبان الهلالية والمتماثل والذى يشير إلى بيئة هوائية فى رمال الكثبان الطولية وسيادة التفلطح المتوسط،وهذه دلائل تؤكد على أن مصدر هذه الرواسب أما رواسب موضعية النشأة أو رواسب فيضية أو رواسب ذات أصول مختلفة ثم قامت الرياح بنقلها وتشكيل مظهرها الخارجى.
- من خلال دراسة العلاقة بين المعايير السابقة،وذلك لتحديد ومعرفة البيئة الترسيبية تبين من خلال دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرمال والتصنيف أن ٨٨.٣% من عينات الكثبان الهلالية تقع فى بيئة متداخلة و ١٠% فى بيئة صحراوية، أما

عينات رمال الكثبان الطولية فإن ٥٣.٣% تقع فى بيئة ترسيبية صحراوية و ٤٠ % فى بيئة متداخلة.

- ومن دراسة العلاقة بين متوسط حجم الرمال والالتواء تبين أن ٥٠% من عينات رمال الكثبان الهلالية تقع فى بيئة شاطئية، ٤٠% فى بيئة صحراوية،و ٨٣.٤% من عينات رمال الكثبان الطولية تقع فى بيئة صحراوية ١٣.٣% تقع فى بيئة ساحلية. فى حين أن العلاقة بين التصنيف والالتواء أثبتت أن ٦٠% من رمال عينات الكثبان الهلالية تقع فى بيئة الترسيب النهرى و ٣٥% تقع فى بيئة الترسيب المتداخلة،وأن ٥٣.٣% من رمال كثبان الطولية تقع فى البيئة المتداخلة و ٢٦.٧% فى البيئة النهرية مما يؤكد على أن بيئة الترسيب بيئة نهرية وقامت الرياح بتشكيلها.
- من خلال تحليل الصورة التخطيطية التى أعتمد عليها ساهو (Sahu,1964) تبين أن ٧٧.٥% من عينات رمال الكثبان الهلالية و ٧٥% من عينات رمال الكثبان الطولية تكونت فى بيئة صحراوية،و٢٠.٨٣% من حبات رمال الكثبان الطولية و ١٢.٢٥% من حبيبات رمال الكثبان الهلالية تكونت فى بيئة بحرية ضحلة،و ٦.١٢% من الكثبان الطولية تكونت فى بيئة فيضية و ٤.١٧% من رمال الكثبان الطولية تكونت فى نفس البيئة.
- مما سبق ينتج أن هناك بيئات مختلفة لرواسب الرمال فى منخفض الداخلة تتباين ما بين البيئة الصحراوية والبيئة الفيضية والبيئة المتداخلة.
- تشير أستدارة حبيبات الرمال فى المنخفض وكذلك كرويتها العالية إلى أنها نتاج بيئة ترسيب صحراوية،حيث أن استدارة الحبيبات وكرويتها العالية تزداد فى المناطق الصحراوية والتى يزداد فيها نشاط الرياح كعامل نقل وهذه العملية تؤدى إلى الاحتكاك والارتطام المستمر إلى جانب التجوية الكيميائية التى يجب الا

نتجاهل الأفتراض السابق ذكرها،والذى يفترض أن الرمال قد تكون مشتقة من صخور رملية تمتاز بشدة استدارة حبيباتها.

- أفادت دراسة التحليل الميكروسكوبى للظاهرات الدقيقة على أسطح الحبيبات فى التعرف على بيئات ترسيبها وعوامل نقلها وقد أتضح من الدراسة أن هناك ظاهرات ترجع إلى بيئات ترسيب صحراوية مثل الأطباق المقلوبة والمنخفضات الطولية المتوازية والشروخ والكهوف والمنخفضات غير منتظمة الشكل ورواسب السيلكا،وهو ما يعنى أنها قد تكون أشتقت من رواسب تفككت ونقلت بواسطة الرياح،وهناك أيضاً وجود حفر v shape تنتمى فى نشأتها إلى بيئة السبخات.
- من الفحص الميكروسكوبى للمعادن تبين أن المعادن الثقيلة الشفافة فائقة الاستقرار والمتمثلة فى(الزركون والتورمالين والروتيل والجارنت) تمثل النسبة الأعلى سواء فى رمال الكثبان الطولية أو الهلالية حيث تمثل حوالى ٤٥.٦٣% و ٦٤.١٩% فى رمال الكثبان على التوالى.
- فى حين تمثل المعادن الثقيلة الشفافة قليلة الاستقرار والمتمثلة فى (البيروكسين والهورنبلند والبوياتيت) نسبة قليلة حيث تمثل ١٤.٣٢% و ٨.٩% فى رمال الكثبان الطولية والهلالية على التوالى.وهذا معناه أن رمال الكثبان الرملية بمنخفض الداخلة من المكونات الشائعة فى الصخور الرسوبية ومن النوع الذى يستطيع مقاومة دورات تعرية متعددة.ومن المعادن التى تقاوم عمليات البرى بشدة. ولذا فإنها تميل إلى أن تكون أكثر انتشاراً فى المواد المتبقية من ظروف تعرية حادة،كما أن هذه المعادن تكون مجموعات شائعة فى الصخور النارية والصخور المتحولة.ومن هنا كانت الصعوبة فى تحديد نوع معين من الصخور أو التكوينات الجيولوجية التى اشتقت منها هذه المعادن.
- يتكون الفلسبار فى الكوارتز ويرجع تكوينه إلى عوامل مناخية ومناطق تضاريسية مرتفعة وعمليات تعرية سريعة ونظراً لأن نسبة الفلسبار هنا قليلة جداً فإن ذلك

يشير إلى تضاريس منخفضة وعمليات تعرية بطيئة وضعيفة وهذا يؤدى إلى تحلل الفلسبار، وهذا يعنى أن مصدر الفلسبار النادر فى كثبان الداخلة ربما يكون من الحجر الرملى النوبى المنتشر فى الأجزاء المنخفضة من المنخفض.

- ومن دراسة العلاقة الارتباطية بين نسبة التورمالين ونسبة المعادن الأخرى فى العينات تبين وجود علاقة موجبة بين تركيز هذه المعادن ويمكن ملاحظة أربع مجموعات من المعادن الثقيلة على أساس علاقتها التناظرية.هذه المجموعات تعكس الأصول الصخرية والمناطق المصدرية للرواسب المنقولة وهذه المجموعات هى :. مجموعة البيروكسين والهورنبلند والبوياتيت والتى تعكس صخور مصدرية متحولة. ومجموعة الروتيل وتعكس صخور مصدرية متحولة. ومجموعة الأبيدوت والتورمالين والبارايت تعكس أصول مشتركة ومصدر صخور متحولة ورسوبية، ومجموعة الزركون والجارنت وتعكس أصول مشتركة من صخور متحولة ونارية حامضية قوية،ومن هنا نجد أن هناك تباين فى المعادن الثقيلة فى رمال الكثبان فى المنخفض من حيث المصدر فتوجد معادن من الصخور الرسوبية وتشمل الزركون والتورمالين والروتيل والجارنت،بينما معظم أنواع المعادن الثقيلة الأخرى تنتمى إلى الصخور الحمضية والصخور المتحولة وكذلك لوجود رواسب معاد ترسيبها.
- وهذا يتفق مع ما توصل إليه(نبيل سيد أمبابى،٢٠٠٠) فى أن مصدر رمال الصحراء الغربية يتمثل فى رواسب الأودية القديمة التى كانت تجرى على السطح والتى كانت تنبع من جبال البحر الأحمر ثم ترسبت على سطح الهضبة.
- وقد أكد ميساك ١٩٨٢، والوكيل (١٩٨٩) أن رمال الميوسين تحتوى على بعض المعادن الثقيلة وهذا معناه أن رمال الكثبان الرملية فى منخفض الداخلة من المحتمل أن يكون مصدرها هو التكوينات الميوسينية التى تتركز فى شمال الصحراء الغربية.

ملحق (١)

المعاملات الأحصائية للمتغيرات التالية لرواسب الكثبان الهلالية فى منخفض الداخلة

م	موضع العينة	المتوسط Ø	التصنيفØ	الالتواءØ	التفلطح Ø
١	الكساح	٢,-	٠.٣٨	٠.١٢-	٠.٩٦
٢	قمة الكثيب	١.٥٢	٠.٥	٠.٠١	١.١٤
٣	الصباب	١.٧٧	٠.٢٤	٠.٠٨-	١.٠٢
٤	الكساح	١.٨٩	٠.٤٣	٠.٠٩-	١,-
٥	قمة الكثيب	١.٧٦	٠.٤	٠.١	١.٠١
٦	الصباب	٢.٦٨	٣٥.	٠.٣٥-	١.١٣
٧	الكساح	١.٩	٠.٤٤	٠.٠٧-	٠.٨٨
٨	قمة الكثيب	٢,-	٠.٥	٠.١٨	١.٠١
٩	الصباب	٢.٢١	٠.٤٣	٠.١٩-	٠.٨٣
١٠	الكساح	٢.٥١	٠.٣٧	٠.٠٢	٠.٩٩
١١	قمة الكثيب	١.٩٩	٠.٤٩	٠.١٨	١.٠١
١٢	الصباب	٢.٢٨	٠.٤٢	٠.١٥-	٠.٨٤
١٣	الكساح	٢.٥٢	٠.٣٨	٠.٠٣	٠.٩
١٤	قمة الكثيب	٢.٢	٠.٥٣	٠.٢١	١.٠١
١٥	الصباب	٢.٣٣	٠.٤٢	٠.١٤-	٠.٨٢
١٦	الكساح	٢.٢٨	٠.٤٣	٠.٠٤	٠.٨٧
١٧	قمة الكثيب	٢.٠١	٠.٥٤	٠.٢٢	٠.٩٨
١٨	الصباب	٢.٤	٠.٤٤	٠.١-	٠.٩٢
١٩	الكساح	٢.١٩	٠.٤٤	٠.٠٣	٠.٨٥
٢٠	قمة الكثيب	٢.٠٢	٠.٥٩	٠.٢٥	١.١٣
٢١	الصباب	٢.٣	٠.٤٥	٠.٠٩-	٠.٩٥
٢٢	الكساح	٢.٣٨	٠.٤٢	٠.٠٩	٠.٨٣
٢٣	قمة الكثيب	٢.٠٣	٠.٥٧	٠.٢	٠.٩٤
٢٤	الصباب	٢.٤٧	٠.٥٥	٠.٢٨	٠.٨٦

م	موضع العينة	المتوسط Ø	التصنيفØ	الالتواءØ	التفلطح Ø
٢٥	الكساح	٢.٣	٠.٤٤	٠.٠٨	٠.٨٣
٢٦	قمة الكثيب	٢.٠٨	٠.٥٣	٠.٣٧	٠.٩٢
٢٧	الصباب	٢.٤٢	٠.٤٨	-٠.٠٨	٠.٩٣
٢٨	الكساح	٢.٢٥	٠.٤٦	٠.١	٠.٨٧
٢٩	قمة الكثيب	٢.٠٧	٠.٤٩	٠.٤	٠.٩٢
٣٠	الصباب	٢.٣١	٠.٤٩	-٠.٠٥	٠.٨٨
٣١	الكساح	٢.٢٥	٠.٥٢	٠.١٥	٠.٩٤
٣٢	قمة الكثيب	٢.٢٥	٠.٦٢	٠.٤٢	١.٠٣
٣٣	الصباب	٢.٣٣	٠.٤٩	٠.٠١	٠.٨٦
٣٤	الكساح	٢.٣٨	٠.٥٢	٠.١٩	٠.٩٥
٣٥	قمة الكثيب	٢.٢٦	٠.٦١	٠.٤٣	١.١٥
٣٦	الصباب	٢.٣٩	٠.٤٧	٠.٠٧	١.١٦
٣٧	الكساح	٢.٣٨	٠.٥٢	٠.١٩	٠.٩٥
٣٨	قمة الكثيب	٢.٠٤	٠.٦٨	٠.٤٣	١.١٧
٣٩	الصباب	٢.٢٥	٠.٤٩	٠.١	١.١٨
٤٠	الكساح	٢.٣٨	٠.٥١	٠.٢٩	١.٤
٤١	قمة الكثيب	٢.٢٦	٠.٦٧	٠.٥	١.١٦
٤٢	الصباب	٢.٦	٠.٥١	٠.١٢	٠.٧١
٤٣	الكساح	٢.٢٥	٠.٥٣	٠.٢٨	٠.٩٥
٤٤	قمة الكثيب	٢.٣٨	٠.٦٩	٠.٠٢	١.١٨
٤٥	الصباب	٢.٧٥	٠.٤٩	٠.١	١.٠٢
٤٦	الكساح	٢.٢١	٠.٦٨	٠.٣٢	٠.٩١
٤٧	قمة الكثيب	٢.٢٤	٠.٣٩	٠.٥٧	١.٢٣
٤٨	الصباب	٢.٢٥	٠.٥٢	٠.١٥	١.١٥
٤٩	الكساح	٢.٣٨	٠.٦٤	٠.٤٦	٠.٨٥
٥٠	قمة الكثيب	١.٨	٠.٧٨	٠.٥٧	١.٢٥
٥١	الصباب	٢.٢٥	٠.٥١	٠.١٤	٠.٩٩

م	موضع العينة	المتوسط Ø	التصنيفØ	الالتواءØ	التفلطح Ø
٥٢	الكساح	٢.٤١	٠.٦٢	٠.٣٧	١.٠٢
٥٣	قمة الكثيب	٢.٤٢	٠.٧٩	٠.٦	١.٢٧
٥٤	الصباب	٢.٢١	٠.٥٣	٠.١٩	٠.٩١
٥٥	الكساح	٢.٥٢	٠.٧	٠.٣٥	١.١٧
٥٦	قمة الكثيب	٢.٢٦	٠.٦١	٠.٤١	١.١٢
٥٧	الصباب	٢.٤٨	٠.٥٣	٠.٣٢	٠.٨٨
٥٨	الكساح	٢.٧	٠.٦٩	٠.٥٢	١.٢١
٥٩	قمة الكثيب	٢.٢٥	٠.٦٨	٠.٤٩	٠.٩٥
٦٠	الصباب	٢.٤٨	٠.٥٣	٠.٣٢	٠.٨٨

ملحق (٢) المعاملات الأحصائية للمتغيرات التالية لرواسب الكثبان الطولية فى منخفض الداخلة

م	موضع العينة	المتوسط Ø	التصنيفØ	الالتواءØ	التفلطح Ø
١	قمة الرياح	٢.٤٨	٠.٤٩	٠.١١	٠.٧٠
٢	الجانب المواجه للرياح	٢.٦٥	٠.٤٤	٠.١٢	١.١٧
٣	المواجه للرياح	١.٦٥	٠.٨٤	٠.٤١	٠.٦٩
٤	قمة الرياح	٢.٦	٠.٥٥	٠.٠١٣-	١.٠١
٥	قمة الرياح	١.٥٥	٠.٧٥	٠.٠١٣-	١.١
٦	المواجه للرياح	١.٨	٠.٧٩	٠.٥٢	٠.٧٣
٧	جانب ظل الرياح	٢.٣	٠.٦١	٠.١٣	٠.٨٧
٨	المواجه	١.٧	٠.٨٣	٠.٢٣	٠.٦٩
٩	المواجه	١.٧	٠.٨٤	٠.١	٠.٩٣
١٠	جانب ظل الرياح	٢.٤	٠.٩٧	٠.١٤-	٠.٨٤
١١	جانب ظل الرياح	٢.٥٨	٠.٤٢	٠.١-	١.١٤
١٢	جانب ظل الرياح	٢.٤٨	٠.٤٥	٠.٣٣-	١.١٣
١٣	جانب ظل الرياح	٢.٧٨	٠.٤٧	٠.٠٤٨-	٠.٩٣
١٤	جانب ظل الرياح	١.٩٣	٠.٧٨	٠.٠٧٧-	١.١٥
١٥	الجانب المواجه للرياح	٢.٩	٠.٥٦	٠.١٧	١.٩٤
١٦	الجانب المواجه للرياح	٢.٨٦	٠.٤٩	٠.٢٨	١.٠٩
١٧	قمة الكثيب	٢.٤١	٠.٣٤	٠.٠٣٨	٠.٩٨
١٨	جانب ظل الرياح	٢.٤٥	٠.٤٨	صفر	١.٣٩
١٩	قمة الكثيب	٢.٣٦	٠.٣٧	٠.٠٨٢-	١.٠٦
٢٠	جانب ظل الرياح	٢.٥١	,٣٩	٠.١١-	١.٤٣
٢١	الجانب المواجه للرياح	٢.٦٢	٠.٣٢	٠.٠٨٣	١.١٢
٢٢	الجانب المواجه للرياح	٢.٦	٠.٤٣	٠.٠٣٣-	١.١
٢٣	قمة الكثيب	٢.٤٣	٠.٤٢	٠.٠٢٩-	١.٠٢٠
٢٤	الجانب المواجه للرياح	٢.٦٧	٠.٢٤	٠.١-	٠.٨٢

م	موضع العينة	المتوسط Ø	التصنيفØ	الالتواءØ	التفلطح Ø
٢٥	جانب ظل الرياح	٣.٥	٠.٤٧	-٠.٠٣٣	١.١
٢٦	جانب ظل الرياح	٣.٠٣	٠.٣٢	٠.١٤	١.٣٣
٢٧	قمة الكثيب	٢.٤٦	٠.٦٢	-٠.٠٨٨	١.٠٢
٢٨	جانب ظل الرياح	٢.٤٣	٠.٦٥	-٠.١٢	١.٠٢
٢٩	قمة الكثيب	٢.٢٧	٠.٤٧	-٠.١٢	١.٠٩
٣٠	قمة الكثيب	٢.١٣	٠.٧١	-٠.١٣	١.١٨

المصادر والمراجع

المراجع العربية :-

١- ابتسام طلعت بكر سعد ، (٢٠١٣) الأشكال الرملية غرب محافظة سوهاج – دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الدراسات الإسلامية ، جامعة الأزهر ، القاهرة .

٢- أحسان سعيد،(٢٠٠٥) الاشكال الهوائية بمنخفض سيوة، دراسة جيومورفولوجية رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٣- أحمد عبد السلام على ، (١٩٩٣) الكثبان الرملية فى جنوب وجنوب شرق منخفض القطارة، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب،عين شمس،القاهرة.

٤- ----------،(١٩٩٩) جيومورفولوجية الكثبان الرملية فى شمال شرق منخفض البحرية ، الصحراء الغربية، المجلة الجغرافية العربية(المجلة الجغرافية المصرية) العدد الرابع والثلاثون.

٥- أحمد عبد السلام على ، محمود محمد عاشور ،(٢٠٠٠) التحليل المجهرى لرواسب شمال سيناء ، المجلة الجغرافية العربية (المجلة الجغرافية المصرية) ، العدد السادس والثلاثون ، الجزء الثانى ، القاهرة.

٦- أحمد عبد السلام على،(٢٠٠٨) خصائص رواسب الأشكال الرملية فى سلطنة عمان ، مجلة كلية التربية ، جامعة كفر الشيخ ، العدد الخامس.

٧- أحمد عبدالله محمد الدغيرى ،(٢٠١٢) الأنماط المورفولوجية والتوزيعات اللونية للكثبان فى صحراء الدهناء شمال منطقة القصيم ، مجلة العلوم الإنسانية ، جامعة القصيم ، السعودية.

٨- أحمد فوزى ضاحى،(٢٠٠٤) الأشكال الارسابية على ساحل البحر الأحمر فيما بين رأس أبو سومه شمالاً وحتكراب جنوباً ، دراسة جيومورفولوجية ، دكتوراه غير منشوررة ، كلية الآداب ، جامعة جنوب الوادى ، سوهاج.

٩- أسماء على إباحسين وأخرون ، (٢٠٠٩) دراسة حركة الرمال فى دولة قطر وأثره على مدينة مسيعيد الصناعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية – فعاليات الملتقى الوطنى السادس لنظم المعلومات الجغرافية ، السعودية.

١٠- أشرف أبو الفتوح مصطفى،(٢٠٠٢) الكثبان الرملية المتأخمة للسهل الفيضى للنيل فيما بين جنوب وادى الريان وديروط – الصحراء الغربية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب جامعة عين شمس ، القاهرة.

١١- جهاد أكرم الحجازى ، (٢٠١٠) الكثبان الطولية فى مصر، دراسة جيومورفولوجية، دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب جامعة عين شمس، القاهرة.

١٢- جودة حسنين جودة ، محمود محمد عاشور ،(١٩٩١) وسائل التحليل الجيومورفولوجى، الطبعة الأولى ، القاهرة .

١٣- جودة فتحى التركمانى ، (١٩٩٩) جيومورفولوجية منطقة توشكى وأمكانت التنمية ، الجمعية الجغرافية المصرية ، اصدار خاص ، العدد الرابع ، القاهرة.

١٤- حسن على حسن ،(٢٠٠٣) الكثبان الرملية بشمال دلتا نهر النيل ، المجلة الجغرافية المصرية ، العدد الثانى والأربعون ، الجزء الثانى ، القاهرة .

١٥- حسين عذاب خليف الموسوى ، صفاغتى عبد الواحد ، (بدون تاريخ) الأشكال الأرضية المتأثرة بالرياح غرب محافظة واسط،مجلة كلية التربية ،جامعة واسط/،العدد الثانى والعشرون،العراق.

١٦- خلودن صبحى البصام،لمى عز الدين المختار، (٢٠٠٨)المعادن الثقيلة فى رواسب نهر الفرات فى العراق،مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية،العدد الأول،المجلد الرابع،العراق.

١٧- عبير على فرغلى هلالى،(٢٠٠٧) جيومورفولوجية الكثبان الرملية بين الجزء الجنوبى من قناة السويس والحافة الغربية لهضبة التية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الأسكندرية.

١٨- عواد حامد محمد موسى ، (١٩٩٣) الكثبان الرملية فى شرق الدلتا دراسة جيومورفولوجية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة المنوفية ، شبين الكوم.

١٩- عواد حامد محمد موسى ،(٢٠٠٦) خصائص رواسب الكثبان الطولية فى منخفض وادى الريان بالصحراء الغربية ، مجلة الخدمة للإستشارات البحثية ، سلسلة الجغرافيا والتنمية ، شعبة البحوث الجغرافية ، كلية الآداب ، جامعة المنوفية.

٢٠- لاهى ترجمة (فتح الله عوض وأخرون) ، (١٩٦١) جيولوجيا الحقل ، وزارة التربية والتعليم وجمهورية مصر العربية.

٢١- محمد عبد الغنى عثمان شرف ، (١٩٩٧) اسس علم الرسوبيات ، النشر والمطابع ، جامعة الملك سعود الرياضى ، السعودية.

٢٢- محمد فؤاد عبد العزيز سليمان،(٢٠٠٥) الأشكال الأرضية الناتجة عن التعرية بفعل الرياح بمنخفض الداخلة دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة طنطا ، طنطا.

٢٣- محمود محمد خضر،(٢٠٠٦) جيومورفولوجية الأشكال الرملية غرب وادى العريش وأخطارها ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية الآداب-جامعة عين شمس ، القاهرة.

٢٤- منى سلمان حسين،(٢٠٠٥) معدنية وجيوكيميائية التربة الجسية فى منطقتى النجف-كربلاء والفلوجة ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الزراعة ، جامعة بغداد،العراق.

٢٥- نبيل سيد أمبابى ، محمود محمد عاشور ،(١٩٨٥) الكثبان الرملية فى شبه جزيرة قطر، الجزء الثانى ، جامعة قطر ، الدوحة ، قطر.

المراجع الأجنبية:.

1- Ahlbrandt, T.S.,1979, Textural Parameters of Aeolian deposits, In : A study of Global Sand Seas (Editor : E.D. Mckee),U.S. Geological Survey Professional Paper 1052,pp.23-32.
2- Baltt, Harvey, (1982), Sedimentary Petrolgy. W.H. Freemen and Company, San Francisco
3- Breed, C.S., et al., 1979, Regional Studies of Sand Seas Using Landsat (ERTS) Imagery,In : A study of Global Sand Seas (Editor : E.D. Mckee),U.S. Geologacal Survey Professional Paper 1052,pp.305-421.
4- Climatic Change, Alshaman, Glennie, Whittle & Kendall (eds), Balkema, Rotterdam, ISBN 905415976.
5- El-Baz. F. et al, (1979), Aeoliun features in the western Desert of Egypt and some applications to Mars, Journal Pf Geophysical Research, Vol.84,No B14 pp.
6- El-Wakell. S.K.(1984), A study of the Bottan Deposits of the La;e Qarun part 1, Mecanical Analysis, Bull of the faculty of science, Alex,Vol 5 pp 33-50.
7- Embabi, N. S. (2000), sand Dunes in Egypt, Sedimentary. Geology of Egypt, Bull, Soc, Geogr D Egypt, Vol 73.
8- Embabi, N. S., 1998, Sand Seas of the Western desert of Egypt, Quaternary deserts And
9- Embabi, N. S., 1995, Types and Patterns of Sand Dunes in Egypt, Bull. Soc. Geogr. D,Egypt, Vol.68,p.57-89.
10- Embabi, N.S,(1982), Barchans of the Kharga. Depression. in "Desert Land forms of South West Egypt," ELBAZ,F. and Maxwell. Ted, A.editors,NASA,Cr-3611, Washington, pp.141-155.

11- Folk, R.L., 1978, Angularty and Silica of Cootings of Simpson desert Sand Grains, Northern Territory, Australia, Journal of Sedimentary petrology, Vol .52,pp.93-101.
12- Friedman, G.M and Sanders. J.E.,(1978), Principles of Sedimentology, John Wiley and Sons, New York.
13- Friedman, G.M.(1961), Distinction between dune beach, and River sands from their textural Characteristic, J. Sed, Petrology 31.pp 514-529.
14- Gees, R.A.,1969, Surface Textures of Quartz Sand Grains from Various Depositional Environments, Beitr. ELektronenmikroskop. Direktabb. Oberfl. 2,pp.283-297.
15- Goudie, A.S. and Watson. A.(1981), The shape of desert sand grains, Journal of Arid Environments, 4.pp.185-190.
16- Hillefors, A., 1971, Deep Weathered Rock Material and Sand Grains under the Scanning Electron Microscope,Lund Std. Geog. Series A. phys. Geog., No. 49,pp138-164.
17- Krinslay, D. and Doorbkamp, J. 1973, Atlas of Quartz Sand Surface Texures,Cambridg University Press,91p.
18- Kronslay, D.,Biscaye, p .E.and Turekian, K.K.,1973, Argentine Basin Sediment Sources as indicated by Quartz Surface Textures, Journal of Sedimentary Petrology, Vol.43,No. 1,pp. 251-257.
19- Kuenen. P.H.,(1956 a), Experimental abrasion of pedbbles 1؛ Wet sand blasting, Leid, Geol, Meded,20.pp.131-137.
20- Laming. D. J.C.,(1966), Sedimentary stucres and pale acurrents in the lower New Red sandstone, Devan Shire England, Am, Assoc, Petrol, Geol, Bull,48.
21- Lancaster, N ., 1989c, The Namib Sand Sea, Dune Forms, Processes And Sediment, Brookfield, 1., 173 p.
22- Lancaster, N., 1995, Geomorphology of Desert Dunes, Royal Geographic Society, London,

23- Lancaster, N., 1982c, Spatial Variations in Linear Dune Morphology and Sediments in The Namib Sand sea, Palaeoclogy of Africa, 15,pp.173-182.
24- Mason .C.C. and Folk. R.L., (1958), Differentiations of Beach, Dune and Eolian Flat Environments by Size Analysis, Mustang island Texas, Jour, Sad, Petrol, 28, pp.211-226.
25- Maxwell, T.A., 1982, Sand Sheet and Lag Deposits the Southwestern Dersert, In: El-Baz,F and Maxwell, T.(eda),Desert Landforms of Southwest Egypt: basis for Comparison with Mars:157-174, Washington DC:NASA.
26- Mcalister. J.J. and Edwards, A.J.,1987, Textural Parameters of Aeolian deposts, In : A study of Global Sand Seas (Editor : E.D.Mckee) U.S Geological Survey Professional Paper 1052,pp.23-32.
27- Misak, R.F.& Attia, S. H., 1983, On the Sand of Sinai Peninsula, Egypt Jour. Geol.,Vol 27,pp.115-131.
28- Misak, R.F.& EL-Shazly, M., 1982, Studies on the Blown Sands at some Localities in Sinai and the Northern Western Desert Egypt Geol. Jour. Special Issue(Part),.4-5
29- Pettijohn.F.J., Petter, P.E, and siever, R.(1972), Sand and Sand Stones, New York Springer verlag, Berlin.
30- Powers, M.C.,1953, Anew Roundess Scale for Sedimentary particles, Journal of Sedimentary petrology, Vol.23,pp.117-119.
31- Pya, K. and Tsoar, h., 1990, Aeolian Sand and Dunes, Unwin Hyman Ltd., London,396 p.
32- Pye, K.& Tsoar, H., 1990, Aeolian Sand and Sand Dunes. Unwin Hyman Ltd, L.
33- Selley. R.C., (19576), An introduction to sediment logy, Academic, press, Landon.

34- Shepard .F.P.& Young, R.,1961, Distinguishing between Beach and dune Sands, Journal of Sedimentary petrology, Vol.31,pp.196-214.
35- Shou, B.K.(1964), Depositional mechanisms form the size analysis of clastic sediments. Joursed .peetrol v. 34.
36- Soutendam, C. J. A., 1967, Some Methods to study Surface Textures of Sand Grains, Sedimentology, 8,pp. 281-290
37- Summerfield, M.A.,1991, Global Geomorphology, An introduction to the study of landforms, Longman Scientific Technical, New York,537 p.
38- Thomas,D.S.G.,1989, Arid Zone Geomorphology, Belhaven Press , London,382 P.
39- Tsoar, H. 1993, Dynamic processes acting on Longitudinal (seif) Sand Dune,Sedimentology,30,pp.578.
40- Whalley, W.B., Smith,B. J., Aeolian abrasion of Quartz Particles and the Production of Silt Size fragments: Preliminary results. From Frostick, L. reid, I.(eds.)Desert Sediments : Ancient and Modem, Geological Society Special Publication, No. 35,pp.129-138.
41- Wilson, 1. G.,1971, Desert Sandflow Basins and A Model for the development of Ergs, Geogr. Jour., Vol 137,pp.180-199.