



مَجَلَّةُ الدِّرَاسَاتِ الْعَرَبِيَّةِ  
بَحْثٌ جُغْرَافِيًّا

٣٤

التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات  
لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرملية الهلالية  
بنفود الثويرات  
دراسة حالة في محافظة الفاظ

د. يحيى بن محمد شيخ أبو الخير

١٩٩٨م

١٤١٩هـ

مجلس إدارة جامعة الملك سعود  
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية



مجلة جغرافية



التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات  
لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرملية الضالائية  
بنفود الثويرات  
دراسة حالة في محافظة النماص

د. يحيى بن محمد شيخ أبو الخير

١٩٩٨م

١٤١٩هـ

مكتبة جامعة الملك سعود  
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

ISSN 1018-1423

Key title = Buhut gugrafiyyat

● مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

رئيس مجلس الإدارة	أ.د. عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ
نائب رئيس الإدارة	د. سعد بن ناصر الحسين
أمين السر	د. عبد العزيز بن ابراهيم الحرة
أمين المال	د. عبد الله بن حمد الصليح
المشرف العام على وحدة البحوث	د. فوزان بن عبد الرحمن الفوزان
عضو	د. عبد الله بن سالم الزهراني
عضو	د. رمزي بن احمد الزهراني
عضو	د. حسن بن عايل أحمد يحيى
عضو	د. فهد بن محمد عبدالله الكلبي

● (ح) الجمعية الجغرافية السعودية ، ١٤١٩ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

أبو الخير ، يحيى محمد شيخ

التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكنبان الرملية الهلالية بنفوذ

الثورات : دراسة حالة في محافظة الغاط. - الرياض .

٦٤ ص ، ١٧ × ٢٤ سم - (سلسلة بحوث جغرافية ، ٣٤)

ردمك ٩٩٦٠-٠٥-٨٧١-٩

ردمد ١٠١٨-١٤٢٣ .

١- الرمال - السعودية - بحوث ٢- الصحاري - السعودية - أ-العنوان

٥٦٤/١٩

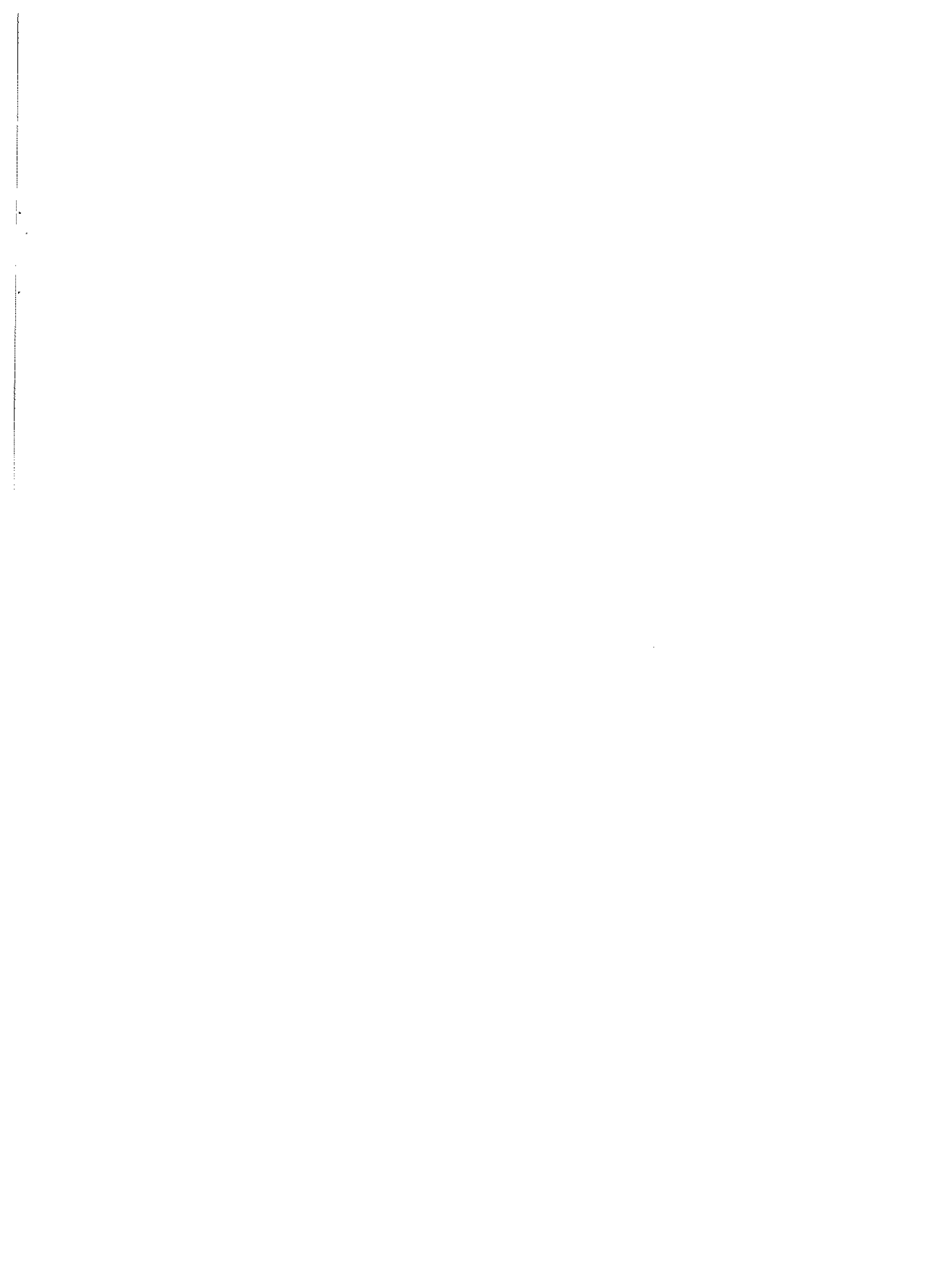
ديوي ٥٢٩،٩٨٢

رقم الإيداع : ١٩/٢٨٢٤

ردمك : ٩٩٦٠-٠٥-٨٧١-٩

ردمد : ١٠١٨-١٤٢٣





## قواعد النشر

١- يراعى في البحوث التي تتولى سلسلة "محوث جغرافية"، نشرها ، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .

٢- يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل .

٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة تحرير السلسلة .

٤- تقدم جميع الأصول على الآلة الكاتبة على ورق مجسم A4، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد ، ويترك فراغ ونصف بين كل سطر وآخر، ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث (٧٥) صفحة ، والحد الأدنى (١٥) صفحة .

٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية .

٦- يراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٨×١٣ سم، وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلتصق على أماكنها .

٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين على الأقل - في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة .

٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلم مبحثهم . وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها .

٩- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .

١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي :

يستخدم نظام (اسم / تاريخ) ويقضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً برقم الصفحة . وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر اسم المؤلف ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة . أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

الكُـتـب : يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة إن وجد - ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر .

الدوريات : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥-١٥) .

الكُـبـ الحرة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (in) تحتها خط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر ed. أو محررين eds). ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

الرسائل غير المنشورة : يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها .

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص .

تعريف بالباحث :

د . يحيى محمد شيخ أبو الخير، أستاذ مشارك، جامعة الملك سعود-كلية الآداب-قسم الجغرافيا .

## التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات

### لخصائص أحجام حبيبات الكثبان الرملية الهلالية بنفود الثويرات

#### " دراسة حالة في محافظة الغاط "

#### « الملخص »

يهدف البحث إلى تحديد الخصائص الحجمية لرمال الكثبان الهلالية التي تقع شمال غرب الغاط وتحليلها تحليلاً إحصائياً متعدد المتغيرات . وتؤكد نتائج هذه الدراسة أن خاصيتي المتوسط والوسيط تعدان من أكثر الخصائص الحجمية تحديداً لمسار السلوك الحجمي في منطقة الدراسة، تليهما خاصيتي التفرطح والفرز. وهذا يعني أن التوزيع القمي لمفردات قيم العينات يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالانحراف المعياري (معامل الفرز) للرمال الذي تؤكد الدراسة ضآلة حجمه، نتيجة للفرز الجيد والجيد جداً والتطابق بين قيم خاصيتي المتوسط والوسيط في الأغلب الأعم. وقد أثبتت التحاليل المختبرية أن أحجام رمال هذه النفود تتراوح ما بين ١٥ فاي إلى ٤ فاي، علماً بأن الحجمين الواقعيين بين ٢٥ فاي و ٣٥ فاي يمثلان ٩٥٪ من الحجم الرملية التي استخلصت في هذه الدراسة. وهذا يعني أن رمال المنطقة تتصف بمصفوفتها الحجمية الدقيقة، والدقيقة للغاية، مع حجوم متوسطة الخشونة، تتوافر بنسبة ضئيلة في النطاقات الواقعة ما بين الكثبان الرملية، أما الغرين فيكاد يكون معدوماً في المصفوفة الرملية في هذه النفود. وتتصف رمال المنطقة بفرزها الجيد، إلى الجيد جداً، وتوزيعها الإحصائي الحجمي القريب من التماثل، والمتوسط التفرطح الذي تتوازن فيه مقادير الرمل الخشن مع مقادير الناعم منه بالنسبة للعينة الواحدة.



ومن الجدير بالذكر أن أكثر الخواص الحجمية ثباتاً في التوزيع هي خاصيتي المتوسط، ثم الوسيط، ويليهما خاصية التفرطح ثم الفرز. أما خاصية الالتواء فتعد من أكثر الخواص تذبذباً في التوزيع إذ تعطي اختلافاً نسبياً يصل إلى أكثر من ١٨٥٪. وهذا يعني أن هناك تفاوتاً كبيراً بين نتائج العينات الرملية في هذه الخاصية بالذات على الرغم من التوافق فيما بينهما من حيث قرب توزيع كل عينة من التماثل.

أما من حيث شكل الحبيبات الرملية في هذه النفود، فقد أوضحت التحاليل المخبرية لعدد من الشرائح الرملية أنها رمال ذات حبيبات مستديرة، تتخللها نسبة من الحبيبات الحادة الأطراف ذات الزوايا. وتميل حبيبات الرمال في هذه النفود إلى اللون الذهبي الضارب إلى الحمرة بسبب أكاسيد الحديد التي تغلف سطحها.

## موضوع البحث، وأهدافه، وأهميته، وإطاره المرجعي .

أولاً : موضوع البحث وأهدافه .

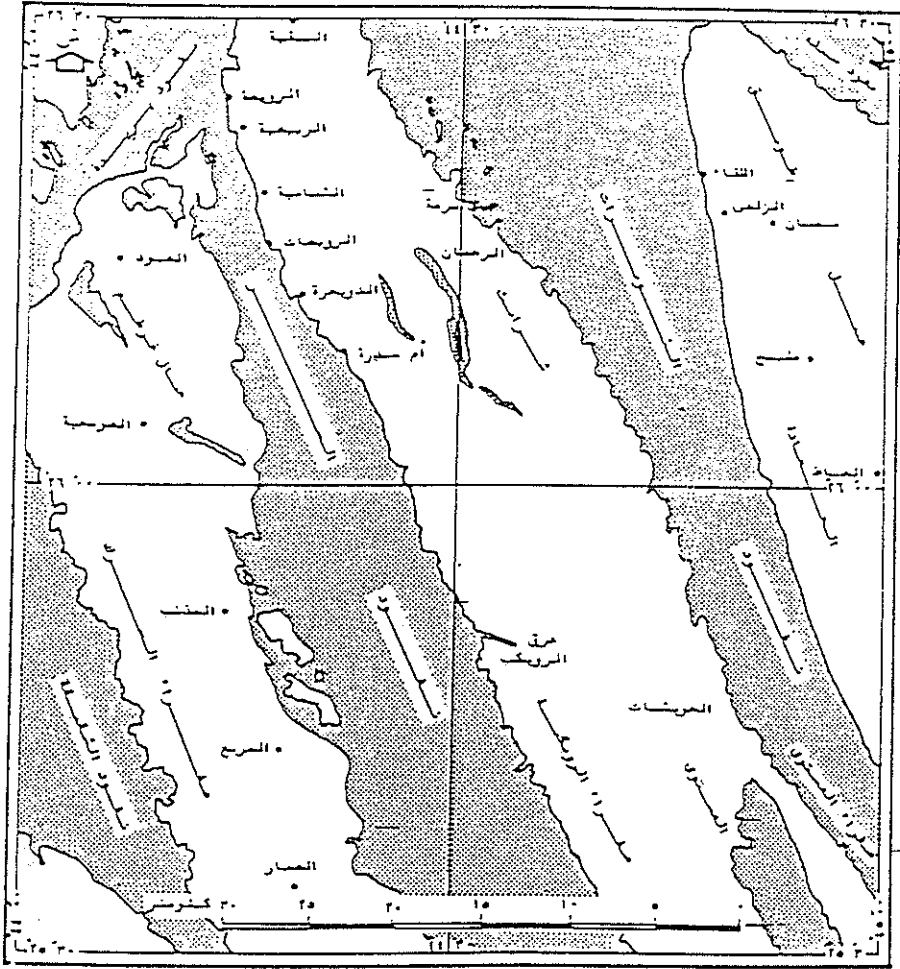
يتسق موضوع هذا البحث مع أهدافه التي تُعنى باستخدام الأساليب الاحصائية المتعددة المتغيرات، لتحديد الخصائص الحجمية لحبيبات الكتيبان الهلالية وتحليلها<sup>(١)</sup>، الممتدة على طول المشارف الشرقية لنفود الثويرات، وبالتحديد في جزئها المحاذي للنطاقات الزراعية الواقعة في شمال غرب محافظة الغاط عند تقاطع دائرة عرض ٢٦.٠٠ شمال الاستواء مع خط طول ٤٥.٠٠ شرق جرينتش). ويتضح من الشكل رقم (١) والشكل رقم (٢)<sup>(٢)</sup> أن منطقة الدراسة تقع في المربع الخريطي، المحصور بين دائرتي عرض ٢٦.٠٠ و ٣٠ ر ٢٦ شمال خط الاستواء، وبين خطي طول ٣٠ ٤٤ و ٤٥ شرق جرينتش. ويلاحظ القاريء أن الشكلين المذكورين يضمنان، أيضاً، مربعات خريطية أخرى للمناطق الواقعة خارج نطاق المربع الخريطي التابع لمنطقة الدراسة المنوه عنه أعلاه. وتهدف إضافة هذه المربعات الخريطية إلى توسيع دائرة النظرة الجغرافية الشمولية لطبوغرافية منطقة الدراسة، وماجاورها من ناحية، وربط نفود الثويرات خرائطياً بسلاسل النفود الرملية الأخرى في المنطقة بغية التحديد الدقيق لمنطقة الدراسة من ناحية ثانية.

(١) تشمل الخصائص الحجمية التي يتضمنها هذا البحث المتوسط، والوسيط، والفرز (الاتحراف المعياري) والانتواء والتفرطح.

(٢) لقد تم رسم شكل (١)، وشكل (٢) في وحدة الخرائط والاستشعار عن بعد وفي مختبر التصوير الخرائطي الآلي بقسم الجغرافيا، بكلية الآداب، بجامعة الملك سعود بالرياض وذلك بالاعتماد على المصادر الخرائطية الموضحة في الشكلين.

الشكل رقم (١)

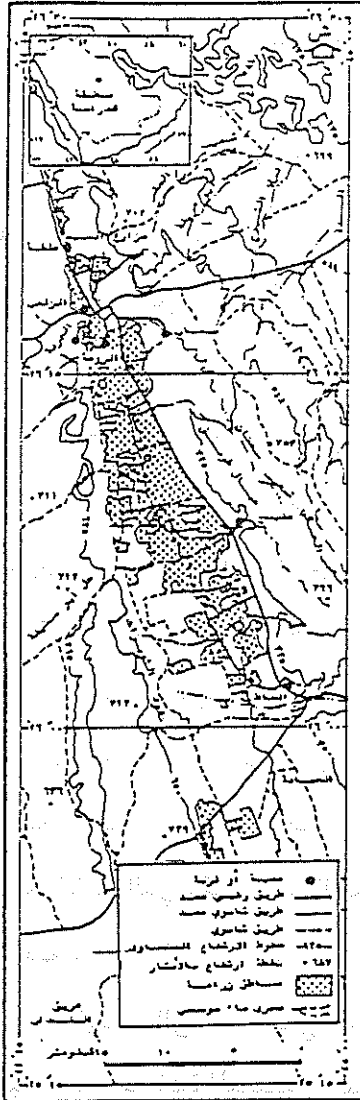
نطاق نفود الثويرات بمنطقة الدراسة والنفود الرملية الرئيسية الأخرى المجاورة



المصدر: الخريطة الجيولوجية رقم ٢٠٢٨ وزارة الشؤل والثروة المعدنية ١٣٨٣هـ.

الشكل رقم (٢)

الخريطة الطبوغرافية العام لمنطقة الدراسة  
وما جاورها



المصدر : خريطة رقم 7:2575، لموت رقم 10 - 2028  
 طبعا : 1 : 250000، وزارة الشؤون  
 والتشييد العمراني، إدارة المساحة العمرانية  
 بيروت، 1990.

ثانياً : أهمية البحث .

يكتسب هذا البحث أهميته من الدور الذي تلعبه أحجام الحبيبات الرملية في تحديد معدلات الزحف الرملي وكميته، وفي عمليات انتقاء الحبيبات التي تزحف تحت تأثير الرياح المتباينة في السرعة والاتجاه أو اختيارها. فمن المعروف أن استجابة الرمال الزاحفة لتيارات الحمل الريحي تختلف باختلاف أحجام الحبيبات، فتتحرك الحبيبات الناعمة بشكل أسرع من الخشنة.

كما يكتسب هذا البحث أهمية نظرية وتطبيقية فاعلة في المجال الديناميكي للرمال، إذ تساعد دراسة أحجامها على تقدير البيئات الديناميكية الريحية اللازمة للحركة الرملية واستمرارها من ناحية، وتحديد المسافات التي تقطعها الرمال من مصادرها إلى حيث ما تستقر وتسكن في مهاجرها من ناحية ثانية. فالرمال الخشنة والحادة الأطراف، توجد عادة بالقرب من مصادرها، بينما توجد الرمال الناعمة والمستديرة بعيداً عن هذه المصادر. ولذا تساعد دراسة أحجام الرمال على استقراء مواقع الترسيب الرملي والاستدلال على الظروف والعوامل التي تؤدي إليه كحجم الحمل الريحي، وطاقاته الكامنة والديناميكية، واتجاهات مساراته الفعالة، الأمر الذي يكسب هذا البحث أهمية أسلوية ومنهجية، رقمية الدلالات والأبعاد.

وتعود أهمية هذا البحث، أيضاً، إلى الدور الذي تلعبه أحجام الحبيبات الرملية في النمذجة الرياضية، ونظم المحاكاة العملية والحقلية للرمال الزاحفة أو السافية تحت تأثير نظم الطاقات الريحية المتنوعة. فقد أظهرت الدراسات

المخبرية في الأنفاق الهوائية أن لأحجام الحبيبات الرملية دوراً مباشراً في تحديد السرعة الريحية الأولية اللازمة لبدء الزحف الرملي الحبيبي من ناحية أو الزحف الكثيبي من ناحية ثانية. فتزداد السرعة الريحية الأولية اللازمة لبدء الزحف الرملي مع أقطار الحبيبات الناعمة، الأمر الذي ينتج عنه تبايناً ملحوظاً في كمية الانسياب الرملي، ومعدلات زحفه في المناطق الرملية بشكل عام، وفي منطقة راسة بشكل خاص.

وبناءً على ما تقدم يتضح أن أهمية هذا البحث تعود إلى موضوعه الذي يدرس أحجام الحبيبات الرملية كعنصر من أهم العناصر التي تساعد الباحثين على الفهم الدقيق لجيومورفولوجية الكثبان، ومعدلات زحف رمالها، والسرعات الريحية اللازمة لبدء الحركة الرملية، وانسياب حبيباتها على أسطح الكثبان، والفرشات الرملية في منطقة الدراسة. كما ستوفر النتائج التي يخلص إليها هذا البحث معلومات كمية أساسية ملحة للدراسات التطبيقية المستقبلية المتعلقة بجيومورفولوجية الرمال وزحفها في هذه المنطقة أو في التخوم الرملية المجاورة. كما سيوفر البحث معلومات ضرورية في مجال التحليل الحجمي للرمال، وما يتعلق به من نماذج رياضية أو إحصائية أو محاكاة للأشكال الرملية بناءً وزحفاً في هذه النفود أو في النفود الأخرى المجاورة لمنطقة الدراسة.

ثالثاً : الإطار المرجعي للبحث .

تعد أحجام الحبيبات الرملية من أهم العوامل المؤثرة في تحديد أحجام الكثبان الرملية وارتفاعاتها واتساعاتها (Wilson, 1972, Cooke et.al. 1973) ومعدلات انتقال حبيباتها (Bagnold, 1941, Zingg, 1952a, 1952b). فتزداد

ارتفاعات الكتيان، وتتسع أحجامها مع الرمال الناعمة والدقيقة في الوقت الذي تزداد فيه معدلات انسياب رمالها مع الحبيبات الرملية غير المنتظمة والسيئة التصنيف، وتقل مع الحبيبات المنتظمة والمصنفة جيداً (Bagnold, 1941, Zingg, 1952a).

وتؤكد الدراسات التي قام بها على سبيل المثال لا الحصر كل من :

(Bagnold, 1935, 1936, 1941, Chepil, 1945a, 1945b, Zingg, 1952a, 1952b, Folk and Ward, 1957, Horikawa and shen, 1960, Shepard and Young, 1961, Belly, 1964, Daune, 1964, Martins, 1965, Friedman, 1979, Hastenrath, 1967, إمبابي وعاشور، ١٩٨٣م، ١٩٨٥م).

إن أحجام الرمال تؤثر بشكل مباشر على مقدار السرعة الريحية اللازمة لرحف الرمال (Threshold Value : vt) وانسيابها حبات وكثباناً. فتقل هذه القيمة مع أحجام الحبيبات الرملية، التي تتراوح ما بين ٠,١ ملم إلى ٠,١٥ ملم، وتزداد مع الأحجام التي تقل أقطارها عن ٠,١ ملم أو تزيد على ٠,١٥ ملم (Chepil, 1945b).

ولقد كشفت الدراسات التي قام بها باجنولد أن السرعة الريحية الأولية اللازمة للانسياب الرمي تتراوح ما بين ٢ر٥ م/ث في حالة أحجام حبيبات الرمال المتجانسة ذات الأقطار ٠,٢٥ ملم و ٥ م/ث في حالة حبيبات الرمال غير المتجانسة في حجمها. كما أثبت أبو الخير (Abolkhair, 1986, 1985) أن السرعة الريحية الأولية اللازمة للانسياب الرمي في صحراء الجافورة وصحراء الربع الخالي تصل إلى ٥,٤ م/ث في حالة حبيبات الرمال الزاحفة التي تتراوح أقطارها ما بين ٢ر٠ إلى ٣ر٠ ملم. وتزيد هذه السرعة إلى ٦ر٥ م/ث في حالة الأحجام التي يبلغ متوسط أقطارها نحو ٨ر٠ ملم (Abolkhair, 1986).

ومن الجدير بالذكر أن تأثير حجم الحبيبات لا يقتصر على تحديد السرعة الأولية اللازمة لبدء الانسياب الرملي بل يتجاوزها إلى تحديد كمية هذا الانسياب والمدى الذي من الممكن أن يصل إليه. وتؤكد بعض الدراسات أن زحف الرمال على أجزاء من الكتيبان يعتمد على الخصائص الحجمية لرمال هذه الكتيبان

(Bagnold, 1937, Zingg, 1952a, 1952b, Mckee et al/ 1964, Folk1971, Mckee 1977, Tsoar 1978). 1978).

ومما يجدر ذكره أن أحجام الحبيبات الرملية تتحكم في خصائص حركة الحبيبات كالقفز والزحف، مثلاً. فيحدث القفز في حالة الرمال التي تتراوح أحجامها ما بين ١ر إلى ٥.٠ر. ملم، بينما يحدث الزحف في حالة الحبيبات الرملية التي تزيد أقطار أحجامها على ١ر. ملم.

وعلى الرغم من أهمية دراسة أحجام الرمال وغزارة الدراسات في هذا المجال على مستوى العالم إلا أن الإطار المرجعي الخاص بهذا الموضوع في المملكة العربية السعودية لا يزال محدوداً للغاية، ولا يتعدى بضع دراسات رائدة، منها على سبيل المثال لا الحصر ما قام به كل من :

(Hamdan, 1965, Keeble, 1976, Anton, 1982, Vincent,1984,Abolkhair,1985,Abolkhair,1986, ١٩٨٥م، القاسم، ١٩٨٦م، Al- إبراهيم، ١٩٩٢م، Al- Sagga, 1986, 1990, ١٩٩٠م، Al- Jebali, 1990

ولا شك أن هذا العدد المحدود من الدراسات في مجال التحليل الحجمي لرمال المملكة العربية السعودية، يدفع الباحثين إلى ضرورة خوض غمار هذا



المجال، واستقصاء حقائقه سداً للنقص، واستكمالاً لأوجه القصور في جوانبه. فدراسة أحجام الحبيبات الرملية في صحارى المملكة يعد جهداً علمياً أساسياً في مجالات عدة من أهمها مجال النمذجة الرياضية والمحاكاة العملية لحركة الرمال وخصائصها المختلفة، وللبحث العلمي النظري بصورة عامة، والتطبيقي بصورة خاصة.

### السمات الجيولوجية والجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة :

أولاً : السمات الجيولوجية.

ثانياً : السمات الجيومورفولوجية.

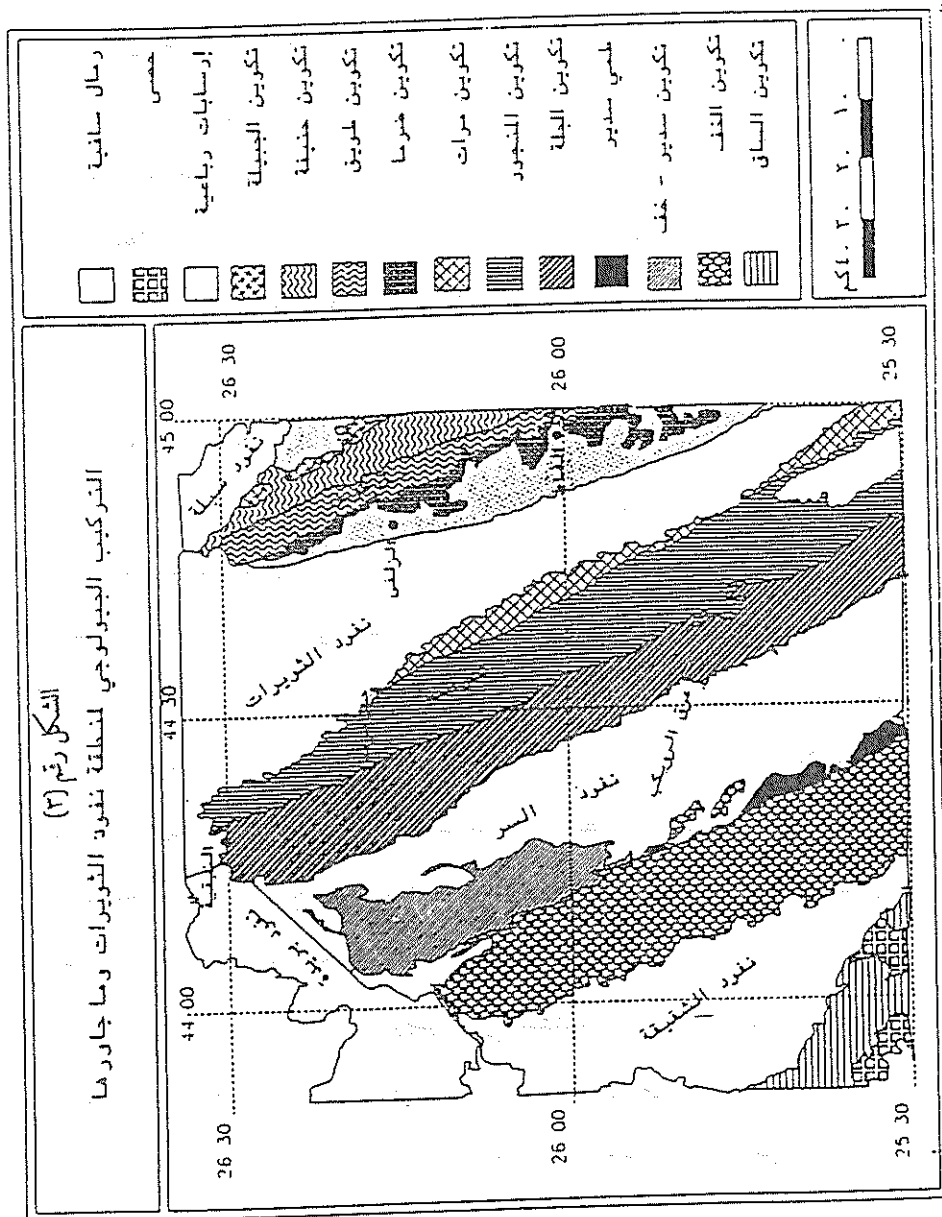
وفيما يلي تفصيل هذه السمات على النحو الآتي :

#### أولاً : السمات الجيولوجية :<sup>(١)</sup>

تنحصر نفود الثويرات بين سفوح جبال طويق الشديدة الانحدار في الشرق، وسفوح ظهرة شرايث وصفراء المستوى في الغرب. وتعود التكوينات الجيولوجية الصخرية في منطقة الدراسة، كما في الشكل رقم ٣<sup>(٢)</sup>، إلى العصرين الترياسي (الأعلى والأوسط)، والجوارسي، (الأدنى والأوسط والأعلى).

(١) المصدر : الخريطة الجيولوجية للوحة وادي الرمة بالمملكة العربية السعودية رقم ٢٠٦، مقياس ١ : ٥٠٠.٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية، ١٩٦٣م.

(٢) لقد تم رسم هذا الشكل بواسطة الحاسب الآلي في وحدة الخرائط الآلية ونظم المعلومات الجغرافية بقسم الجغرافيا بكلية الآداب - جامعة الملك سعود بالرياض وذلك باستخدام برنامج Atlas-GIS اعتماداً على الخريطة المشار إلى مصدرها في الشكل رقم ٣.



أما الإرسابات الرملية والظموية فتعود إلى الزمن الرابع، بينما تعود الإرسابات الحصوية إلى الزمنين الثلاثي (المبوسيني والبليوسيني)، والرابعي (الهولوسيني والبليوستوسيني) على حد سواء.

وتتألف رمال نفود الثويرات من إرسابات الحجر الرملي الكوارتزي بالدرجة الأولى، المتداخل مع أنواع مختلفة من المعادن الثقيلة والخفيفة التي توجد بنسب متفاوتة. وتعود هذه الإرسابات الرملية إلى الزمن الرابع، وبخاصة البليوستوسيني منها. وتنتشر على أطراف نفود الثويرات، وبخاصة في الجانب الشرقي منها والمحاذي لجبال طويق، وبالتحديد في المنطقة الواقعة بين محافظتي الزلفي والغاط، إرسابات الطمي والحصاة الرباعية الأصل. وقد لعبت المجاري السيلية التي تنحدر نحو نفود الثويرات من أعالي قمم جبال طويق في تشكيل هذا النوع من الإرسابات التي تعتمد عليها النطاقات الزراعية المنتشرة على الأطراف الشرقية لهذه النفود في النطاق الواقع بين الزلفي والغاط. ويقترن الطمي في الإقليم بالرواسب الناعمة بما في ذلك الإرسابات الشبيهة بكرينات الكالسيوم والجبس، وبخاصة في المنخفضات ذات التصريف الداخلي.

ويتألف الزمن الرابع من إرسابات سطحية غير متماسكة من الحصى والرمل والطيني، كما هو الحال في محافظة الغاط.

وتنقسم التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة إلى مجموعتين رئيسيتين. فتشمل المجموعة الأولى التكوينات الجيولوجية لقمم ومنحدرات شرايث والمستوى المحاذيتين للأجزاء الغربية لنفود الثويرات الشكل رقم (٣). أما المجموعة الثانية فتشمل التكوينات الجيولوجية لقمم جبال طويق، وحوافها

الغربية المتاخمة للأجزاء الشرقية من نفود الثويرات الشكل رقم (٣). وتعود تكوينات المجموعة الأولى إلى العصر الترياسي (الأعلى والأوسط)، والجوراسي الأدنى، بينما تعود تكوينات المجموعة الثانية إلى العصر الجوراسي (الأوسط والأعلى).

### ثانياً : السمات الجيومورفولوجية :

يبدأ نفود الثويرات عند تقاطع دائرة العرض ٠٠° ٢٧° شمالاً مع خط الطول ٣٠° و ٤٤° شرقاً، كامتداد طبيعي لالتقاء رمال السيارات الزاحفة من الدهناء في الشمال الشرقي برمال نفود المظهر الزاحفة من النفود الكبير في الشمال الغربي. ويشكل هذا الالتقاء مثلثاً مقلوباً، يحتل ركنه الشمالي الشرقي نفود السيارات، بينما يمثل ركنه الشمالي الغربي نفود المظهر. وعند رأس هذا المثلث أي عند دائرة العرض ٠٠° و ٢٧° شمالاً، يبدأ نفود الثويرات مساره، أي بعد نهاية نفود المظهر، صوب الجنوب، والجنوب الشرقي محاذياً لحواف جبل طويق في الشرق، وظهره شرايث، وصفراء المستوى في الغرب. وعند دائرة العرض ٥٠° و ٢٥° شمالاً في الجنوب الغربي من حمادة الغاط، ينتهي هذا النفود، ويبدأ عريق البلدان الذي يعد امتداداً طبيعياً لنفود الثويرات جنوباً إذ ينتهي هذا العريق هو الآخر على بعد ٦ كم إلى الشمال الشرقي من أشيقر (الوليبي ١٩٩٦م).

ويبلغ طول نفود الثويرات نحو ٢٥٠ كم، منها ١٢٦ كم لعريق البلدان (الوليبي ١٩٩٦ م). أما عرض هذا النفود فيتناقص باطراد نحو الجنوب،

فيسبلغ أقصاه بين مجزل والأسياح ( ٧٥ كم ) في الشمال، بينما يبلغ أذناه ( ٢ كم) على بعد ٦ كم إلى الشمال الشرقي من أشيقر في الجنوب، (الوليحي ١٩٩٦م) . ولا يزيد عرض هذا النفود في المتوسط على ١٠ كم، علماً بأن عرض النفود يصل إلى ٢٢ كم عند الزلفي، (الوليحي ١٩٩٦م). وإلى ١٦ كم عند الغاط. وتقدر مساحة نفود الثويرات بنحو ٤٨٥٥ كم<sup>٢</sup> منها ٨٠٠ كم<sup>٢</sup> لعرق البلدات (الوليحي ١٩٩٦م).

وتتخذ الكثبان الرملية في نفود الثويرات أشكالاً متنوعة، إذ تتراوح هذه الكثبان وبخاصة في منطقة المثلث المذكور أعلاه، من الدكاكة المستطيلة المتموجة التي تكسوها النباتات المتفرقة إلى التلال والسلاسل الرملية الطولية المتوازية ذات القمم الحادة الضيقة التي تفصل بينها بطون رملية واسعة تحتلها أحياناً الكثبان الهلالية أو المستديرة الشكل أو كليهما. أما بين دائرة العرض ٢٧° شمالاً ودائرة العرض ٥٠° و ٢٥° جنوباً فتسود الأكوام الرملية ذات الشكل القبابي المستدير أو البيضاوي التي تتراوح ارتفاعات قممها ما بين ٥٠ إلى ٣٠٠ متر فوق الطبقة الأساسية، وذلك وفقاً للترميز المستخدم على الخارطة الجيولوجية ٢٠٦، الصادرة من وزارة البترول والثروة المعدنية عام ١٣٨٣هـ. كما تتصف الثويرات بكثبان هلالية ضخمة، يمتد اتساع طرف البعض منها إلى عدة كيلو مترات. ويوجد في نفود الثويرات، أيضاً، قباب منفردة وروابي يفصل بينها خيب تخلو أحياناً من الرمال. وقد تمتد أعداد من القباب المتجاورة لتشكل قبة مركبة مستطيلة، يطلق عليها الجبل الرملي، الذي يتراوح قطر بعضه ما بين ١٠٠٠ إلى ١٥٠٠ متر وارتفاعه ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ متراً (الوليحي ١٩٩٦م).

وتتباين معدلات زحف الكثبان والانسياب الرملي في هذه النفود نتيجة للتباين الملحوظ في أشكال الكثبان الرملية، وأحجامها، واتساعاتها، وارتفاعاتها، وكمية رمالها، أو رمال المصادر المغذية لها. كما تتغير أحجام الكثبان في نفود الثويرات بالاتجاه جنوباً تبعاً لقلة وفرة الرمال نسبياً مقارنة بالوفرة الرملية في مثلث التقاء السيارات والمظهر بالثويرات، إذ من المتوقع أن تزيد الرمال المترسبة في نطاق ذلك المثلث على الرمال المنقولة. (الوليبي ١٩٩٦م). وعلى الرغم من أهمية عنصر الوفرة الرملية وتأثيره الكبير على بنية الكثبان الرملية وزحفها، إلا أن هناك عناصر أخرى لا تقل أهمية عن هذا العنصر، كسرعة الرياح واتجاهاتها، وأحجام الحبيبات الرملية وأشكالها، وتركيبها المعدني، وكثافة الغطاء النباتي، وظروف الطقس، وتضاريس السطح، وأنماط استخدامات الأرض. وتعد أشكال التضاريس في المنطقة واتجاهاتها مثل حواف طويق في الشرق وظهرة شرايث وصفراء المستوى في الغرب، الشكلان رقما (٢.١)، من أشكال الكثبان الرملية ومعدلات زحفها في النطاق الواقع بين الزلفي والفاظ. ويفترض الباحث أن كميات الرمال المترسبة في هذا النطاق تقل عن الرمال المنقولة وبخاصة في الأطراف الشرقية والغربية لهذه النفود، مقارنة بنطاق مثلث التقاء المظهر بالسيارات في أقصى شمال الثويرات. ولعل وفرة الرمال في هذا المثلث، وانفتاح المنطقة، وحرية حركة الرمال بعيداً عن تأثير التضاريس والجالات قد لعب الدور الأعظم في التباين الملحوظ بين رمال نطاق المثلث ونطاق الثويرات الواقع بين الزلفي والفاظ. وتلعب الشعاب التي تقطع حواف جبل طويق، وبعض أظهر الجالات صوب النفود دوراً لا يستهان به في

تشكيل الكثبان، وفي معدلات زحف رمالها. ولا شك أن ارتفاعات الحواف الغربية لطويق التي تصل إلى ٧٨٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، وارتفاعات الجبال الواقعة في غرب النفود التي تصل إلى ٧١٨ متراً فوق مستوى سطح البحر، قد لعبت دوراً في التشكيل النهائي لنفود الثويرات وأنماط كثبانها، وتوزيعها الجغرافي، ومسار انسياب رمالها الزاحفة.

من هذا العرض للسّمات الجيولوجية والجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة يتضح مدى إسهامهما في تشكيل الوضع التضاريسي الحالي لنفود الثويرات بنية وزحفاً أو نمواً وتقلصاً. والحقيقة أن كشييراً من القضايا ذات العلاقة بـجيومورفولوجية رمال نفود الثويرات تحتاج إلى استقصاء أكثر تكثيفاً، وإلى دراسات مستقبلية حقلية ومعملية أكثر محاكاة للواقع. ولا شك أن نتائج مثل هذه الدراسات تمكن الباحثين الجيومورفولوجيين من معرفة خصائص رمال الثويرات البالغة التعقيد تضاريسياً وبيومورفولوجياً وبخاصة في النطاق الواقع بين الزلفي والغايط.

### الإجراءات المنهجية :

تشمل هذه الإجراءات ما يلي :

أولاً : الأسلوب الحقلية.

ثانياً : الأسلوب المعملية.

ثالثاً : الأسلوب التحليلية للبيانات.

وفيما يلي تفصيل لهذه الأساليب على النحو الآتي :

### أولاً : الأسلوب الحقلي :

قام الباحث أثناء الزيارة الميدانية للمشارف الشرقية لنفود الثويرات وبالتحديد للجزء المحاذي منها لشمال غرب الغاط ، بجمع خمس عشرة عينة أخذت من العشرة سنتيمترات الأولى لقمم وأواسط وأسافل المقاطع الوسطى لسفوح (الكساح والصباب). ثلاثة كشبان هلالية اختيرت عن طريق المعاينة العشوائية . ويقع اثنان من هذه الكشبان عند أطراف المشارف، بينما يقع الثالث في الجزء الأوسط منها . وتتراوح ارتفاعات الكشبان الهلالية في العينة ما بين ٩ أمتار إلى ١٤ متراً فوق مستوى نطاقات ما بين الكشبان، ممثلة بذلك المدى المطلق لارتفاعات الكشبان الهلالية في هذه المشارف . وتشكل كشبان هذه المشارف حوائط تسمى (الباركانويد)، أو السلاسل الهلالية الحائطية وفقاً لما تم شرحه في الجزء الخاص بالسماط الجيومورفولوجية بمنطقة الدراسة . وتحجز هذه الحوائط أو السلاسل الرملية فيما بينها نطاقات ما بين الكشبان التي تتباين مساحاتها وسمك غطائها الرملي، وكثافة غطائها النباتي . وغالباً ما تكون هذه النطاقات في معزل عن الرياح التي تلعب دوراً بارزاً في زحف رسال أسطح الكشبان الهلالية وفرزها في هذه المشارف .

### ثانياً : الأسلوب العملي :

لقد تم في المعمل غربلة (٥٠) جراماً من كل عينة من العينات قيد البحث (١٥ عينة)، ولمدة عشرين دقيقة لكل عينة بوساطة مناخل رتبت على هزازة كهربائية من نوع (Ro-Tap Shaker) ترتيباً تنازلياً لأقرب  $\frac{1}{4}$  فاي



ابتداءً بالمنخل ذي الفتحات الأوسع (35 Mesh المعادل للحجم ٠,٠ ١ فاي)، وانتهاءً بالمنخل ذي الفتحات الأصغر (230 Mesh المعادل ٠,٠ ٤ فاي). وبعد انتهاء العشرين دقيقة من هز كل عينة، وزنت الرمال التي تخلفت عن المرور عبر منخل ما إلى الذي يليه لأقرب ٠,٠٠١ جرام، ثم حسبت النسب المئوية، والمئوية التراكمية لهذه الأوزان في المدى الحجمي الذي يتراوح ما بين ١ فاي إلى ٤ فاي. ويوضح الملحق (أ) المدرجات التكرارية، والمنحنيات التصاعدية للنسب المئوية، والمئوية التراكمية، الخاصة بنتائج التحليل المعملية لعينات الدراسة .

### ثالثاً : الأسلوب التحليلي للبيانات :

استخدم الباحث البرنامج الإحصائي المسمى Microsoft Excell الذي يعمل ضمن فعاليات النوافذ (٩٥) لرسم المدرجات التكرارية للنسب المئوية الموضحة في الأشكال المدرجة في الملحق (أ). كما استخدم الباحث البرنامج نفسه لرسم المنحنيات التصاعدية للنسب المئوية التراكمية الموضحة في الأشكال المدرجة في الملحق (أ). بعد ذلك قام الباحث باستخدام البرنامج الإحصائي الموسوم (sed-stat)، الذي صمم في قسم الجيولوجيا بكلية العلوم بجامعة الملك سعود بالرياض، لحساب المقاييس الإحصائية المختلفة المتعلقة بأحجام الحبيبات الرملية كالتوسط والوسيط والفرز والالتواء والتفرطح . ويوضح الجدول رقم (١) نتائج هذه الحسابات، ممثلة في الخصائص الحجمية المنوه عنها أعلاه. وقد أدرج الباحث في الملحق (ب) النسب المئوية المدرجة التي استخدمت في البرنامج المذكور لحساب المقاييس أو الخصائص الحجمية المشار إليها أعلاه .

كما قام الباحث باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS-6) لحساب معاملات

ارتباط بيرسون ونماذج خط الانحدار المتعدد، والتحليل العاملي، وذلك بالاعتماد على البيانات الحجمية المدونة في الجدول رقم (١) وفاعلية المجال الحاسوبي للنوافذ (٩٥).

### مناقشة النتائج :

يناقش هذا الجزء من البحث السمات العامة للخصائص الحجمية للرمال، أولاً والتحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات ثانياً. وفيما يلي تفصيل ذلك على النحو التالي:

### أولاً : السمات العامة للخصائص الحجمية للرمال :

أثبتت التحاليل المختبرية أن أحجام رمال العينات المفحوصة المعتمدة في هذه الدراسة تتراوح ما بين ١٥ فاي (٣٥ - ملم - رمال متوسطة الخشونة) إلى ٤ فاي (٦٢٥ - ر - ملم - رمال دقيقة للغاية)، كما أوضحت الدراسة أن الحجمين الواقعيين بين ٢٥ فاي (١٧٧ - ملم - رمال دقيقة) و ٣٥ فاي (٨٨ - ملم - رمال دقيقة للغاية) يحتلان في الغالب نحو ٩٥٪ من الحجم الرملية التي استخلصت من هذه الدراسة، أي أنهما يمثلان غالبية فئات الحجم الرملية السائدة في المنطقة. ومن الجدير بالذكر أن الحجم الرملية الموصوفة أعلاه بالدقيقة والدقيقة، للغاية هي تلك الحجم الرملية التي تمثل رمال قمم الكتيبان وانحداراتها المواجهة للرياح أو المعاكسة لها (الكساح والصاباب). أما الحجم الرملية المتوسطة الخشونة فتزداد في العينات التي أخذت من المناطق الواقعة ما بين الكتيبان الرملية أوفي المواقع السفلى للمنحدرات أو السفوح المواجهة للرياح أو المعاكسة لها. أما نسبة الحجم التي تقل عن ٤ فاي فلا تتعدى

## الجدول رقم (1)

## الخصائص الحجمية للحبيبات الرملية بنفود الثيوبوات بشمال غرب الغاط

البيانات	الخصائص الحجمية					مركز العينة نوع التوزيع
	المتوسط Mean (MZ)	الفرز Sorting (I)	التواء Skewness (SX)	التفرطح Kurtosis (XG)	الوسيط Median (MO)	
١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	قاعدة الكساح
٢	٢٠٥٩	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦٠	وسط الكساح
٣	٢٠٥٠	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦٠	القمة
٤	٢٠٥٩	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦٠	وسط الصباب
٥	٢٠٦٥	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦٣	قاعدة الصباب
٦	٢٠٤٤	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٤٠	قاعدة الكساح
٧	٢٠٥٦	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥٥	وسط الكساح
٨	٢٠٥٦	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥٢	القمة
٩	٢٠٦٠	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٧٠	وسط الصباب
١٠	٢٠٥٣	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥٠	قاعدة الصباب
١١	٢٠٥٥	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥٠	قاعدة الكساح
١٢	٢٠٥٩	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥٨	وسط الكساح
١٣	٢٠٥٠	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٤٩	القمة
١٤	٢٠٥٧	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥١	وسط الصباب
١٥	٢٠٤٩	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٦١	٢٠٥٠	قاعدة الصباب

١٨.٠٪، فقط ويمدى مطلق يعادل ٤٨.٠٪ مما يعني أن الغرين في مصفوفة رمال هذه النفود يكاد يكون معدوماً للغاية. وغالباً ما تزداد هذه النسبة في رمال العينات المأخوذة من النطاقات الواقعة فيما بين الكثبان الرملية، وتنعدم في عينات أعالي الكساح وأواسط الصباب. ويعود السبب في ذلك إلى أن لكل موقع فوق الكثبان الرملية بيئته الترسيبية المتميزة التي تختلف خصائص أحجام رمالها من موقع إلى آخر. ولاشك أن هذه الاختلافات قد حدثت بفعل العمليات الميكانيكية الريحية التي يتم بواسطتها نقل الرمال فوق الكثبان، الأمر الذي يكسب توزيعها خصائص مختلفة، وبخاصة من حيث الحجم المتوسط، ومعاملات الفرز لأحجام حبيباتها. ويوضح الجدول رقم (٢) القيم المتوسطة للخصائص الحجمية المختلفة لعينات الرمال المفحوصة وانحرافات المعيارية والحدود القصوى والدنيا لقيم توزيعاتها الحجمية.

الجدول رقم (٢)

المقاييس الإحصائية					
الاختلاف النسبي %	انحراف المعياري	المتوسط	القيمة الدنيا	القيمة القصوى	الخصائص الحجمية
١٩٦٦	٠.٥	٢٥٥	٢٤٤	٢٦٥	المتوسط
٢٧٥٦	٠.٧	٢٥٤	٢٤٠	٢٧٠	الوسيط
١٨٥١٩	٠.٥	٠.٢٧	٠.٢٣	٠.٣٩	الفرز
١٨٤٢١١	٠.٧	-٠.٢٨	-٠.١٧	٠.٠٩	الالتواء
٢٩٤١	٠.٣	١.٠٢	٠.٩٩	١.٠٩	التفرطح

وتتصف رمال منطقة الدراسة، حسب الجدول رقم (١) والجدول رقم (٢)، بأنها ذات فرز جيد إلى جيد جداً، والتواء قريب للتماثل ومتوسط التفرطح وحجم ناعم إلى

ناعم جداً. وتوزع الخصائص الحجمية المختلفة للرمال في المنطقة ضمن حدود انحرافات معيارية ضئيلة للغاية تعكس كياناً حجمياً تتوازن فيه مقادير الرمل الخشن مع مقادير الناعم منه للعينة الواحدة، إذ لا يزيد متوسط معامل الالتواء في المنطقة على ٠.٧. ومعامل الفرز على ٠.٥. فاي. كما تتصف الرمال بتوزيع حجمي إقليمي متجانس من حيث معامل الفرز إذ بلغت قيمة الانحراف المعياري بين مختلف متوسطات الحجم قيد البحث ٠.٥. فاي. وتتطابق قيم الانحرافات المعيارية الوسيطية عددياً إلى حد كبير مع قيم الانحرافات المعيارية المتوسطة، ويفارق معياري عن التماثل في التوزيع ضئيل للغاية لا يزيد على ٠.٢. فاي في المتوسط.

ومن الجدير بالذكر أن أكثر الخواص ثباتاً في التوزيع هي خاصيتي المتوسط، ثم الوسيط، يليهما في ذلك خاصية التفرطح والفرز، أما الالتواء فهو من أكثر الخواص تذبذباً في التوزيع، إذ يعطي اختلافاً نسبياً يصل إلى أكثر من ١٨٤٪. وهذا يعني أن هناك تفاوتاً كبيراً بين العينات في هذه الخاصية بالذات على الرغم من التوازن في مقدار الكم الرملي الخشن والناعم في العينة الواحدة، كما هو واضح في الجدول رقم (١) والجدول رقم (٢) اللذين يؤكدان قرب التوزيع من التماثل، كما أشير إلى ذلك آنفاً. وقد أوضحت التحاليل المختبرية التي قام بها الباحث لشرائح رملية أخذت من عينة مخلوطة، أن رمال هذه النفود مستديرة إلى شبه مستديرة، تتخللها نسبة من الحبيبات الحادة الأطراف وذات الزوايا. وتميل رمال هذه النفود إلى اللون الذهبي الضارب إلى الحمرة، وذلك بسبب أكاسيد الحديد التي تغلف أسطح الكوارتز الرملي.

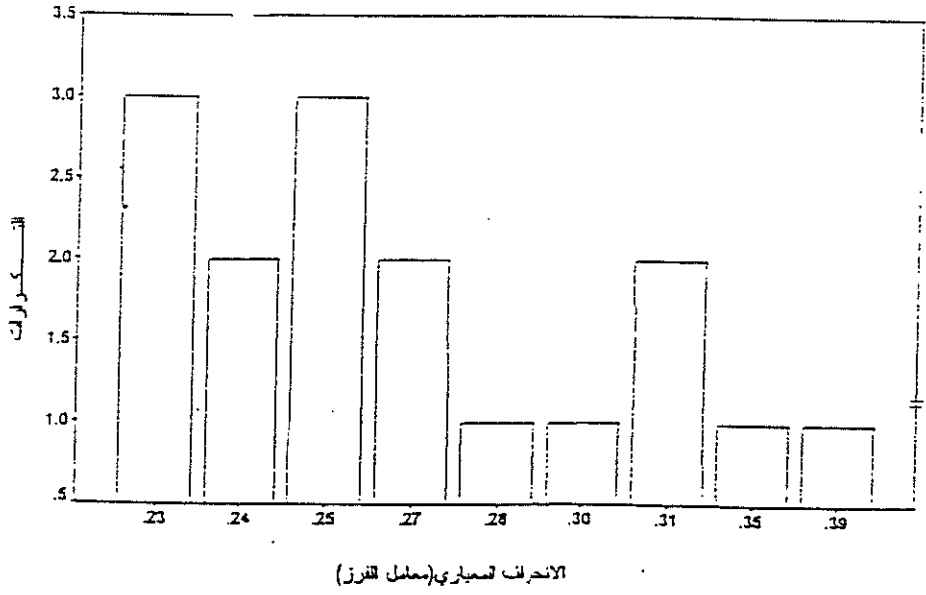
### ثانياً : التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات للخصائص الحجمية :

تؤكد الدراسات الإحصائية لفئات التكرارات الحجمية أن الرمال في هذه المنطقة

أحادية المنوال، وذلك باستثناء قيم المتوسط التي أظهرت قمماً عديدة التوزيع عند الحجم ٢٥ فاي والحجم ٢٥٩ فاي تقريباً، وتكراراً ثنائي المنوال عند معامل الفرز ٢٣.٠ و ٢٥.٠ الشكل رقم ٤ وبنسبة مئوية فئوية التكرار لا تزيد على ١٩٪ تقريباً لكل منوال منهما. ويتسق ما ذكر أعلاه مع قيم التكرارات الوسيطة التي يتركز منوالها عند القيمة ٢٥ فاي، أي بنسبة ٣١.٣٪ من واقع التوزيع الحجمي لأحجام الرمال. وتؤكد الدراسة أن أكثر قيم الالتواء تكراراً في التوزيع هي القيمة ٣.٠ ر، بينما أكثر قيم التفطح تكراراً هي القيمة ١٠.٠ ر، الأمر الذي يؤكد مدى تماثل ميل المنحنى إلى حد كبير وضآلة تكرار القيم الحجمية المنوالية في قسم التوزيع البياني للعينات المفحوصة المعتمدة في هذه الدراسة. وفيما يلي شرح لنتائج التحليل الإحصائي المتعدد المتغيرات للخصائص الحجمية وفق الآتي :

#### (i) معاملات ارتباط بيرسون :

من المهم في التحليل الحجمي لحبيبات الرمال الكشف عن العلاقات بين خصائص الحجم المختلفة للوقوف على أكثر الخصائص تأثيراً على مسار السلوك الحجمي لهذه العينات. ويوضح الجدول رقم (٣) معاملات ارتباط بيرسون الممثلة للعلاقة بين مختلف الخصائص الحجمية.



الشكل رقم (٤)  
التوزيع التكراري لمعاملات التفرز

## الجدول رقم (٣).

معاملات ارتباط بيرسون بين الخصائص الحجمية المختلفة المعتمدة  
في هذه الدراسة (\*)

الخصائص	المتوسط	الوسيط	الفرز	الالتواء	التفرطح
المتوسط	١ر٠	٠٨٧١٦ر٠	٠٤١٧٥ر٠-	٠٦٧٤٣ر٠	٠٣٣٠٥ر٠
	-	(٠ر٠)	(٠١٠٨ر٠)	(٠٠٠٤ر٠)	(٠٢١١ر٠)
الوسيط	-	١ر٠	٠٣٨٥١ر٠-	٠٥٠١٤ر٠	٠٣١١٠ر٠
	-	-	(٠١٤١ر٠)	(٠٠٤٨ر٠)	(٠٢٤١ر٠)
الفرز	-	-	١ر٠	٠٣٣٩٧ر٠-	٠٥١٧٠ر٠
	-	-	-	(٠٠٠١ر٠)	(٠٤٠ر٠)
الالتواء	-	-	-	١ر٠	٠٢٢١ر٠-
	-	-	-	-	(٠٩٣٥ر٠)
التفرطح	-	-	-	-	١ر٠

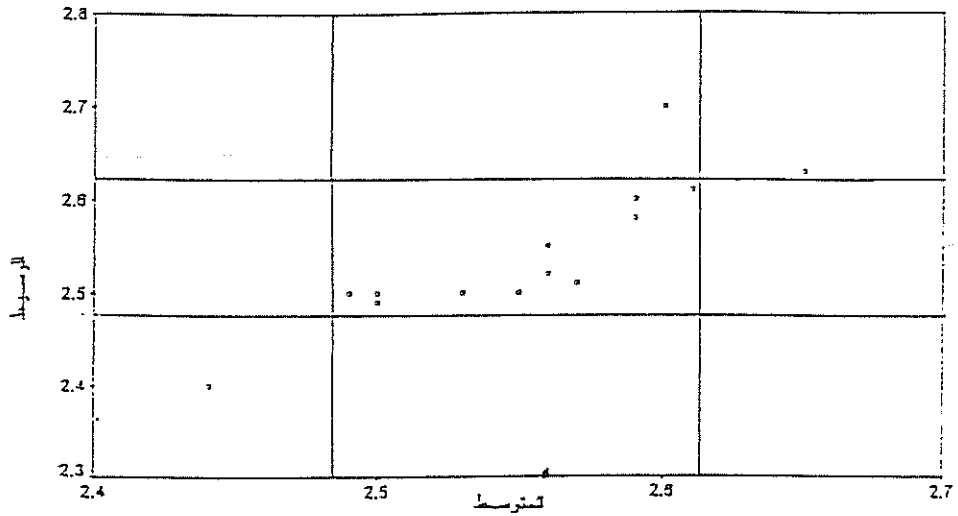
(\*) ملحوظة : القيم الموضوعية بين الأقواس تعطي مستوى الدلالة

أو المعنوية للعلاقة بين متغير وآخر.

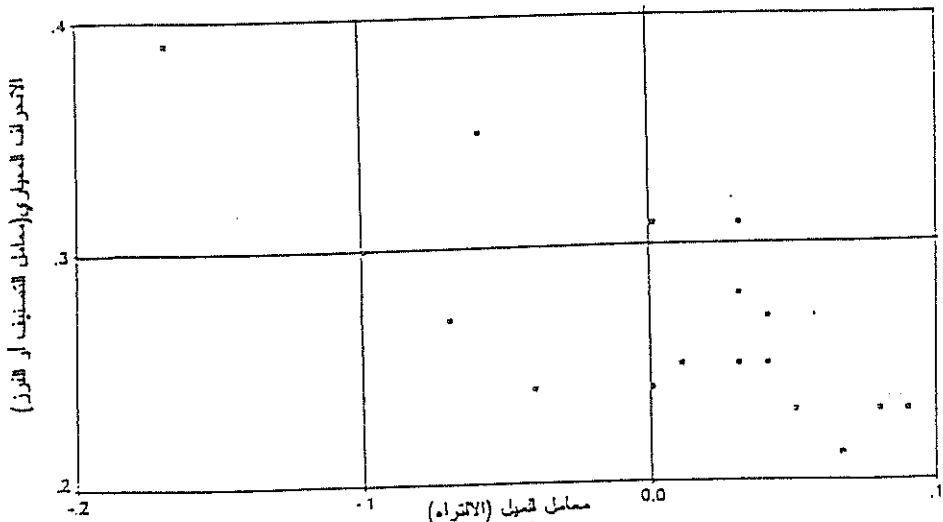
يتضح من الجدول رقم (٣) أعلاه أن معاملات الارتباط بين الخصائص الحجمية المختلفة تتراوح ما بين الضعيفة والمتوسطة إلى القوية نسبياً. فتعد العلاقة بين المتوسط والوسيط (٠٨٧١٦ر٠) أو بين الفرز والالتواء (٠٣٣٩٧ر٠-) علاقة قوية ومميزة، إذ يتراوح مستوى الدلالة ما بين (٠ر٠) إلى (٠٠٠١ر٠). وتعد العلاقة بين المتوسط والالتواء (٠٦٧٤٣ر٠) أو بين الفرز والتفرطح (٠٥١٧٠ر٠) أو بين الوسيط والالتواء (٠٥٠١٤ر٠) علاقة متوسطة القوة، إذ يتراوح مستوى الدلالة ما بين (٠٠٠٤ر٠) إلى (٠٠٤٨ر٠). وباستثناء العلاقة المتوسطة القوة بين الفرز والتفرطح التي أشير إليها أعلاه، فإن معاملات ارتباط بيرسون تتدنى بشكل ملحوظ بين خاصية التفرطح وبقية



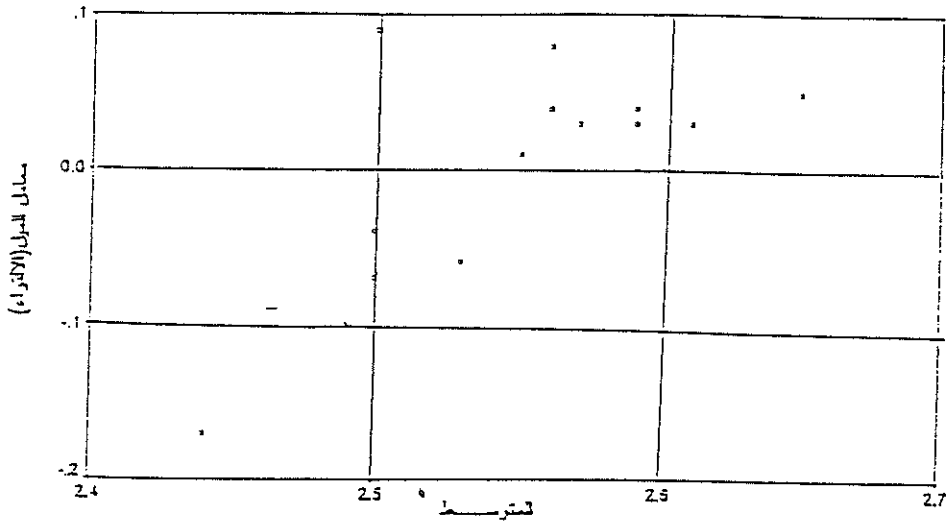
الخصائص الحجمية الأخرى، وبخاصة بين الوسيط ومعامل الفرز. ولهذا نجد أن أكثر العلاقات تأثيراً على مسار السلوك الحجمي للرمال في منطقة الدراسة هي العلاقة القائمة بين المتوسط والوسيط، وتليها في التأثير العلاقة بين الفرز والالتواء، ثم العلاقة بين المتوسط والالتواء الشكل رقم (٥) إلى الشكل رقم (٨). ويتضح من هذه الأشكال التقارب في التوزيع الحجمي إلى حد التطابق بين قيم الحجم المتوسط والحجم الوسيط في جميع العينات من ناحية، والتوازن في المقدار الخشن من الرمال والناعم منه في مصفوفة ميل التوزيع الحجمي للعينات الواحدة، ضمن مجموعة العينات المعتمدة في هذه الدراسة من ناحية ثانية. كما يتضح من الشكل رقم (٥) أن ٧٩٪ من العينات المفحوصة تقع في المدى الحجمي الذي يتراوح وسيطه ومتوسطه ما بين ٢ر٥ فاي إلى ٢ر٦ فاي، بينما يوضع الشكل رقم (٦) أن ٧٥٪ من العينات تقع في المدى الحجمي الذي يتراوح ميله من ٠ر١- إلى ٠ر١+ وفرزه من ٠ر٢ فاي إلى ٠ر٣ فاي. أما الشكل رقم (٧) الذي يوضح العلاقة الموجبة الاتجاه بين المتوسط والالتواء، فيؤكد بشكل كبير النتائج المستخلصة من الشكلين رقمي (٥ و ٦) على التوالي من ناحية، ويعكس مدى الترابط العددي في التوزيع بين مقاييس النزعة المركزية لأحجام الرمال في المنطقة والالتواء وتوزيعها من ناحية ثانية. كما يبرز الشكلان المذكوران التوازن الملحوظ في الفيض الرملي الخشن والناعم في ذيلي التوزيع من ناحية، وجودة فرزها من ناحية ثانية. ومن المهم أن تقتزن هذه الأشكال السابقة الذكر بالشكل رقم (٨) الذي يوضح نطاقات التوزيع الحجمي لقيم معاملات الفرز وقيم معاملات التفرطح، ويبرز تحاشد معاملات الفرز (بنسبة ٧٧٪) في المدى الحجمي الذي تتراوح انحرافاته المعيارية ما بين ٢ر فاي إلى ٣ر فاي وتفرطحه ما بين ٠ر٩٨ إلى ١ر٠٤.



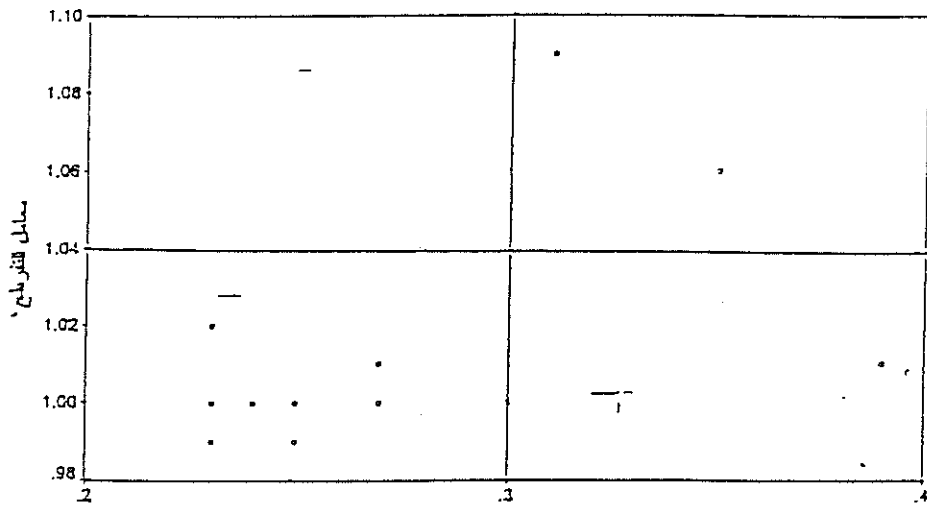
الشكل رقم (٥)  
العلاقة بين المتوسط والوسيط



الشكل رقم (٦)  
العلاقة بين الانحراف المعياري ومعامل الالتواء



الشكل رقم (٧) : العلاقة بين المتوسط ومعامل الارتباط



الانحراف المعياري (معامل التفرطح أو تفرطح)

الشكل رقم (٨) : العلاقة بين الانحراف المعياري ومعامل التفرطح

## (ب) نماذج خط الانحدار المتعدد :

ولعله من المهم في هذه المرحلة من الدراسة الكشف عن النماذج الرياضية التي تعكس الارتباطات المتعددة المتغيرات بين الخصائص الحجمية المختلفة، أي التي تعكس العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغيرات المعتمدة وبشكل مرحلي. وفيما يلي عرض لنماذج خط الانحدار المتعدد للخواص الحجمية المختلفة وفقاً لما هو موضح بالجدول رقم (٤) إلى الجدول رقم (٨) .

وباستقراء النتائج الموضحة في الجداول أرقام (٤ إلى ٨) يتضح أن النماذج التي أخذت التسلسل العددي من ١ إلى ٥ هي نماذج صادقة في تمثيل العلاقات بين الخواص الحجمية المختلفة، وعالية الكفاءة في تقدير قيم المتغير المعتمد من مجموعة من المتغيرات أو الخواص الحجمية المستقلة. فالملاحظ على جميع هذه الجداول ارتفاع قيم معامل الارتباط المتعدد (R) الذي يزيد في معظم الأحوال على (٠.٩) ولم يقل في أي حالة من الحالات عن (٨٠) .

الجدول رقم (٤) نموذج خط الانحدار المتعدد المتوسط وبقية الخصائص الحجمية الأخرى (النموذج الأول)

المتغير	المتغيرات	ثابت الانحدار	قيمة	قيمة	الخطأ	قيمة	مستوى
المعتمد	المستقلة	(B)	(R)	(R) <sup>2</sup>	المعياري	الاختبار	الدلالة
dependent	Independents					الفاشي (F)	
المتوسط MZ	الوسيط Md	٠.٥٢٦١١٨	٠.٩٢٤١	٠.٨٥٢٩٢	٠.٢٤٤٦	١٦٠.٧٧٢٣	٠.٠٠٠١
ثابت القطع Intercept	معامل القوس ا	٠.١٧٧٢٢٨					
	معامل الانحدار SK	٠.٣٤٦٤٨٦					
	معامل التفرطح KG	٠.٧٤٩٢٥					

ا نموذج خط الانحدار المتعدد الأول :

$$* \text{MZ} = ١٠.٨٩٧٢٧ + ٠.٥٢٦١١٨ \text{Md} + ٠.١٧٧٢٢٨ \text{I} + ٠.٣٤٦٤٨٦ \text{SK} + ٠.٧٤٩٢٥ \text{KG}$$

\*الرموز المستخدمة في النموذج تقابل المتغيرات الموضحة في العمودين الأول والثاني بالجدول أعلاه.

R = معامل الارتباط المتعدد.

الجدول رقم (٥) نموذج خط الانحدار المتعدد للوسيط وبقية الخصائص الحجمية الأخرى (النموذج الثاني)

مستوى الدلالة	قيمة الاختبار الفائتي (F)	الخطأ العياري	قيمة (R) <sup>2</sup>	قيمة (R)	ثابت الالتواء (B)	المتغيرات المستقلة Independents	المتغير المتعدد dependent
٥.٠٠٠	١١٩٤٦٢٨	٠.٢٦٦٠	٠.٨١٢٨٨	٠.٩٠١٦٠	١٠١٧٨٢٦٧	المتوسط MZ	الوسيط Md
					-٠.٧٢٢٥٥٢	معامل الفرز A	ثابت القطع
					-٠.٤٥٧٧٢٨	معامل الالتواء SK	= Intercept
					-٠.٥٢.٤٩٧	معامل التفرطح KG	-٠.٨٠.٥٩٤٤

٢- نموذج خط الانحدار المتعدد الثاني:  
 $Md = -0.805944 + 1.178267MZ - 0.722552A - 0.457728SK - 0.52497KG$

\* الرموز المستخدمة في النموذج تقابل المتغيرات الموضحة في العمودين الأول والثاني بالجدول أعلاه.  
 R = معامل الارتباط المتعدد.

الجدول رقم (٦) نموذج خط الانحدار المتعدد لمعامل الفرز وبقية الخصائص الحجمية الأخرى (النموذج الثالث)

مستوى الدلالة	قيمة الاختبار الفائتي (F)	الخطأ العياري	قيمة (R) <sup>2</sup>	قيمة (R)	ثابت الالتواء (B)	المتغيرات المستقلة Independents	المتغير المتعدد dependent
٢.٠٠٠	١٥٨٤٩٦١٨	٠.٢١٠٧	٠.٨٤٩٢٨	٠.٩٢١٥٧	٠.١٣١٥٤	المتوسط MZ	معامل الفرز A
					-٠.٢٣٩٧٩٢	الوسيط Md	Md =
					-٠.٤٢٢٤٧٦	معامل الالتواء SK	ثابت القطع
					٠.٧٨٢٨٤١	معامل التفرطح KG	Intercept

٣- نموذج خط الانحدار المتعدد الثالث:  
 $Md = -0.239792 + 0.13154MZ - 0.422476SK + 0.782841KG$

\* الرموز المستخدمة في النموذج تقابل المتغيرات الموضحة في العمودين الأول والثاني في الجدول أعلاه.  
 R = معامل الارتباط المتعدد.

الجدول رقم (٧) نموذج خط الانحدار المتعدد لمعامل الانتواء وبقية الخصائص الحجمية الأخرى (النموذج الرابع)

المتغير المعتمد dependent	المتغيرات المستقلة Independents	ثابت الانتواء (B)	قيمة (R)	قيمة (R) <sup>2</sup>	الخطأ العياري	قيمة الاختبار الفائي (F)	مستوى الدلالة
معامل الانتواء SK	المتوسط MZ	٠.٧٦١٨٥					
	الوسيط Md	٠.٤٤٩٣٩٨	٠.٨٩٣٧٥	٠.٧٩٨٨	٠.٣٦٦٦	١٠.٩١٧٧٤	٠.٠٠٠٨
ثابت القطع Intercept	معامل الفرز = I	١.٢٨١٢١١					
	معامل التفريطع = KG	٠.٧٥٩٠٠٩					
		١.٢٢٤٢.٢					

٤- نموذج خط الانحدار المتعدد الرابع:

$$SK = 0.76185 \cdot MZ + 0.449398 \cdot Md - 1.281211 \cdot I + 0.759009 \cdot KG - 12242.2$$

\* الرموز المستخدمة في النموذج تقابل المتغيرات الموضحة في العمودين الأول والثاني في الجدول أعلاه.  
R = معامل الارتباط المتعدد.

الجدول رقم (٨) نموذج خط الانحدار المتعدد لمعامل التفريطع وبقية الخصائص الحجمية الأخرى (النموذج الخامس)

المتغير المعتمد dependent	المتغيرات المستقلة Independents	ثابت الانتواء (B)	قيمة (R)	قيمة (R) <sup>2</sup>	الخطأ العياري	قيمة الاختبار الفائي (F)	مستوى الدلالة
معامل التفريطع KG	المتوسط MZ	٠.٥٦٧٢٥					
	الوسيط Md	٠.١٧٩٣٣٩	٠.٨٤١٢٧	٠.٧٧٤	٠.٢١٢٨	٦.٦٥٩٤٥	٠.٠٠٥٦
ثابت القطع Intercept	معامل الفرز = I	٠.٧٩٨٥٤٨					
	معامل الانتواء = SK	٠.٢٦١٢٤٦					
		٠.١٩٨٢٤					

٥- نموذج خط الانحدار المتعدد الخامس:

$$KG = 0.261246 \cdot SK + 0.56725 \cdot MZ + 0.179339 \cdot Md + 0.798548 \cdot I + 1.9824$$

\* الرموز المستخدمة في النموذج تقابل المتغيرات الموضحة في العمودين الثاني والثالث بالجدول أعلاه.  
R = معامل الارتباط المتعدد.

وقد لازم هذا الارتفاع في قيمة (R) ارتفاع ملحوظ في قيمة  $R^2$ ، أي في مقدار التباين الذي بإمكان هذه النماذج شرحه أو تفسيره. ولا شك أن قيمة  $R^2$  المرتفعة نسبياً التي تتراوح ما بين ٧١٪ إلى أكثر من ٨٠٪ تؤكد مدى كفاءة هذه النماذج في التنبؤ بقيم الخصائص الحجمية المختلفة ضمن مدى ضئيل من الخطأ المعياري الذي يتراوح ما بين ٢١٠٧.٠ إلى ٣٦٦٠.٠. كما تؤكد القيم الفائية (F) المحسوبة التي تفوق نظائرها (F) المجدولة عند درجة الحرية، ومستوى الدلالة المناسبين كفاءة هذه النماذج، فتتراوح قيم (F) ما بين ٦٦٦ إلى ١٦١ تقريباً أي بمدى يقل عن ١٠ قيم فائية. وينظر هذا المدى المنخفض نسبياً في القيم الفائية مستوى دلالاتها العالي التمييز معنوياً الذي يتراوح ما بين ٠.٠٠١ إلى ٠.٠٥٦. وتقترب هذه القيم الفائية بالقيم التائية (t) ذات الدلالة المتميزة معنوياً لكل خاصية من الخصائص الحجمية المختلفة المعتمدة في النماذج الموضحة في الجداول الجدول رقم (٤) إلى الجدول رقم (٨). وبمطابقة نتائج هذه النماذج مع قيم الخصائص الحجمية المدونة في الجدول رقم (١) يتضح أن أقل المربعات الناتجة عن هذا الحساب تشجع على تفعيل هذه النماذج تطبيقياً في حساب مختلف الخصائص الحجمية لرمال نفود الثويرات وتقديرها بصدق وكفاءة عاليتين.

### (ج) التحليل العايلي :

وللبحث عن مدى تفوق خاصية حجمية ما على خاصية حجمية أخرى ضمن أنماط التوزيع الحجمي الشامل للعينات المعتمدة في هذه الدراسة، قام الباحث بتطبيق التحليل العايلي (principal component analysis) الذي تم بوساطته تصنيف الخصائص الحجمية المختلفة الموضحة في الجدول رقم (١) إلى عدد من العوامل (Factors) المقترنة بحساب التباين المشترك (Comunality) والقيم الأيقونية

(Eigenvalue) والنسبة المئوية، والمئوية التراكمية وفقاً لما هو موضح في الجدول رقم (٩).

الجدول رقم (٩)

التحليل العاملي للخصائص الحجمية للرمال بنفود الثويرات

الخصائص الحجمية	التباين المشترك	العوامل	الايقونات	النسب المئوية	النسبة المئوية التراكمية
التفرطح	١ر٠	١	٢ر٨١١٥٧	٥٦ر٢	٥٦ر٢
الوسيط	١ر٠	٢	١ر٥٨٨٨٤	٣١ر٨	٨٨ر٠
المتوسط	١ر٠	٣	٠ر٤١١٤٧	٨ر٢	٩٦ر٢
الفرز	١ر٠	٤	٠ر١٢٤٧٧	٢ر٥	٩٨ر٧
الالتواء	١ر٠	٥	٠ر٠٦٣٣٤	١ر٣	١٠٠ر٠

يتضح من هذا الجدول أن خاصيتي التفرطح والوسيط تشرحان نحو ٨٨٪ من التباين في أنماط التوزيع الحجمي للعينات المعتمدة في هذه الدراسة. واستناداً إلى القيم الأيقونية نجد أن التحليل العاملي يستخلص عاملين مستقلين فقط، بحيث يأخذ الأول قيمة أيقونية تعادل (٢ر٨١١٥٧)، بينما يأخذ العامل الثاني قيمة تعادل (١ر٥٨٨٨٤). ويتضح من الجدول رقم (٩) أن العامل الأول يشرح أكثر من ٥٦٪ من التباين في توزيع الخصائص الحجمية، بينما يشرح العامل الثاني نحو ٣٢٪ تقريباً من هذا التباين، أي أن العاملين يشرحان معاً ٨٨٪ من التباين في التوزيع الحجمي لرمال الثويرات. ونظراً لأن القيم الأيقونية للعوامل الأخرى تقل عن (١ر٠)، لذا من الممكن الاكتفاء بهذين العاملين المستقلين لشرح التركيب الحجمي الشامل للعينات المعتمدة في هذه الدراسة، وذلك وفقاً لما هو موضح في الجدول رقم (١٠).



## الجدول رقم (١٠)

العاملات والأيقونات الرئيسة المتعلقة بالخصائص الحجمية لرمال نفود الثويرات

الخصائص الحجمية	العامل (١)	العامل (٢)	التبليغ	العوامل	الأيقونات	النسب للثوية	النسبة المئوية التراكمية
التفرطح	٠,٩٦٨١	٠,٩٤٣٥٣	٠,٨٩٩٦١	١	٢,٨١١٥٧	٥٦,٢	
الوسيط	٠,٨٤٥٨٤	٠,٣٣٩٩٠	٠,٨٣٠٩٨	٢	١,٥٨٨٨٤	٣١,٨	٨٨,٠
المتوسط	٠,٩١٠٨٧	٠,٣١١٧٣	٠,٩٣٦٨٥	-	-	-	
الفرز	٠,٧١٤٧٨	٠,٦٦١٤٥	٠,٩٤٨٤٣	-	-	-	
الالتواء	٠,٨٦٣٨١	٠,٢١٩٩٥	٠,٧٩٤٥٤	-	-	-	

ويتضح من هذا الجدول أن خاصيتي المتوسط والوسيط تلعبان دوراً رئيسياً في تحديد نمط التركيب الحجمي لرمال نفود الثويرات، إذ أنهما تحملان أعباءً عاملية عالية نسبياً ضمن مجموعة أعباء العامل الأول، علماً بأن خاصية الالتواء تحمل عبئاً في هذا العامل لا يقل كثيراً عن العبء العملي لخاصيتي المتوسط والوسيط على التوالي، مما يؤكد، أيضاً، أهمية هذا العامل في شرح التركيب الحجمي لرمال المنطقة وتفسيرها. أما العامل الثاني فيؤكد بما لا يدع مجالاً للشك أهمية خاصية التفرطح التي تحمل عبئاً يزيد على (٠,٩٠)، وخاصية الفرز ذات العبء الذي يزيد على (٠,٦٠).

وللتأكد من دقة هذه النتائج وتمثيلها الصادق لواقع التركيب الحجمي وأنماط توزيع خصائصه المختلفة قام الباحث بتدوير التحليل العملي الذي أعطى هو الآخر عاملين مستقلين للتركيب الحجمي لرمال نفود الثويرات. ونتيجة لهذا التدوير المحوري للعوامل (Rotated Varimax Factors) فقد تركزت الأعباء العمليّة وتكشفت بحيث أصبح من الممكن تمييز أكثر الخصائص إسهاماً في كل عامل من ناحيته، وفي أنماط التركيب الحجمي الشامل لنفود الثويرات من ناحية ثانية. ويوضح جدول (١١) نتائج

هذا التدوير (Factor Rotation) والأعباء العاملية لكل خاصية حجمية. من دراسة هذا الجدول يظهر، أيضاً، أن خاصيتي المتوسط والوسيط تلعبان دوراً رئيساً في تحديد مسار العامل الأول الذي يتعلق بخصائص مركز التوزيع، بينما تلعب خاصيتا التفرطح والفرز الدور الأكبر في العامل الثاني الذي يتعلق بخصائص قمم وانحرافات التوزيع. وعلى الرغم من أهمية خاصية الالتواء وانتمائه للعامل الأول إلا أن قيمته العاملية تعد منخفضة نسبياً فيما لو قورنت بقيمتي عاملي المتوسط والوسيط. ويعود السبب في هذا الوضع إلى أن التوزيعات الحجمية لجميع العينات تتصف بالتوائها القريب من التماثل، أي القريب في معظم العينات من الحالة الصفيرية. ولا شك أن سبب نزوع هذه التوزيعات نحو الالتواء الموجب هو وجود فائض نسبي من الرمال الدقيقة في معظم العينات المعتمدة في هذه الدراسة الأمر الذي يؤكد دقة التحليل، وكفاءة النتائج التي توصل إليها هذا البحث.

## الجدول رقم (١١)

التحليل العاملي المدور للخصائص الحجمية لرمال نفود الثويرات

الخصائص الحجمية	العامل الأول خصائص مركز التوزيع	العامل الثاني خصائص قمم وانحرافات التوزيع
التفرطح	٠.٢٣٧٨٧	٠.٨٨٦٢٦
الوسيط	٠.٩٠٥٠١	٠.١٠٩٢٤
المتوسط	٠.٩٦٠٥	٠.٦٥١٨
الفرز	٠.٥١٩٠٨	٠.٨٢٤٠٠
الميل	٠.٧٧٧٣٧	-٠.٤٣٦١٧
	ر = ٠.٢٥٨٩٩	إلى ٠.٢٥٨٩٩

ويتضح من العرض السابق أن نتائج التحليل العاملي في الجدولين رقمي (٩) و (١٠) تنسجم مع النتائج الواردة في الجدول رقم (١١) من حيث أهمية توزيع الخصائص

الحجمية على العاملين التحليليين. ولكن الأعباء العملية في الجدول رقم (١١) قد تكثفت عددياً مما أعطى الباحث إمكانية التأكد بدقة وكفاءة عاليتين من الإسهام الفعلي لكل خاصية حجمية في المجموع الأيقوني والمثوي للعامل الواحد أو للتركيب الحجمي الشمولي للعينات المعتمدة في الدراسة، وينسحب هذا الاستنتاج، أيضاً، على الأعباء العملية للعامل الثاني.

### الخلاصة :

واعتماداً على ما سبق فإن خاصيتي المتوسط والوسيط تعبان من أكثر الخصائص الحجمية تحديداً لمسار السلوك الحجمي في منطقة الدراسة، تليهما خاصيتي التفرطح والفرز. وهذا يعني أن التوزيع القممي لمفردات قيم العينات يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالانحراف المعياري (معامل الفرز) للرمال الذي تؤكد الدراسة ضآلة حجمه نتيجة للفرز الجيد، والجيد جداً، والتطابق بين قيم خاصيتي المتوسط والوسيط في الأغلب الأعم. وقد أثبتت التحاليل المختبرية أن أحجام رمال هذه النفود تتراوح ما بين ١ر٥ فاي إلى ٤ فاي، علماً بأن الحجمين الواقعيين بين ٢ر٥ فاي و ٣ر٥ فاي يمثلان ٩٥٪ من الحجم الرملية التي استخلصت في هذه الدراسة. وهذا يعني أن رمال المنطقة تتصف بمصفوفتها الحجمية الدقيقة، والدقيقة للغاية مع حجم متوسط الخشونة تتوافر بنسبة ضئيلة في النطاقات الواقعة ما بين الكتيان الرملية، أما الغرين فيكاد يكون معدوماً في المصفوفة الرملية في هذه النفود.

وتتصف رمال المنطقة بفرزها الجيد إلى الجيد جداً، وتوزيعها الإحصائي الحجمي القريب من التماثل والمتوسط التفرطح الذي تتوازن فيه مقادير الرمل الخشن مع مقادير

الناعم منه بالنسبة للعينه الواحدة.

ومن الجدير بالذكر أن أكثر الخواص الحجمية ثباتاً في التوزيع هي في خاصيتي المتوسط ثم الوسيط، ويليهما خاصية التفرطح ثم الفرز. أما خاصية الالتواء فتعد من أكثر الخواص تذبذباً في التوزيع، إذ تعطي اختلافاً نسبياً يصل إلى أكثر من ١٨٥٪. وهذا يعني أن هناك تفاوتاً كبيراً بين نتائج العينات الرملية في هذه الخاصية بالذات على الرغم من التوافق فيما بينهما من حيث قرب توزيع كل عينة من التماثل.

أما من حيث شكل الحبيبات الرملية في هذه النفود، فقد أوضحت التحاليل المخبرية لعدد من الشرائح الرملية أنها رمال ذات حبيبات مستديرة تتخللها نسبة من الحبيبات الحادة الأطراف ذات الزوايا. وقيل حبيبات الرمال في هذه النفود إلى اللون الذهبي الضارب إلى الحمرة بسبب أكاسيد الحديد التي تغلف سطحها.

ويوصي الباحث بتكثيف الدراسات الحقلية في هذه النفود؛ لتحري العوامل المؤثرة في بنيتها الرملية وديناميكية حركة رمالها؛ كرصده سرعة الرياح، واتجاهاتها، ومدة هبوبها، وتحديد أحجام الحبيبات الزاحفة وأشكالها، وبنائها الكيميائي، والمعدني، ومسامية الرمل ونفاذيته، ورطوبة التربة، والظروف السائدة للمناخ، وطبيعة ملمس السطح الذي تزحف عليه الرمال، وكثافة الغطاء النباتي وتوزيعه، وحجم التغذية الرملية ومصادرها. ويجب أن يصاحب هذا الأمر تكثيفاً للتحاليل المخبرية ونظم المحاكاة التشبيهية في الأنفاق الهوائية، وتخزين المعلومات واسترجاعها حاسوبياً، واستخدامها في بناء الأنظمة والنماذج الرياضية والبنائية ذات العلاقة ببنية هذه النفود، وحركة انسياب رمالها. ولا شك أن القيام بمثل هذه الدراسات المكثفة سيكون السبيل الوحيد للمعرفة الدقيقة لهذه النفود العملاقة التي لا تعرف رمالها وكتبانها الجمود والسكون،

أخذين في الاعتبار أن الدراسة التي بين أيدينا ونتائجها التي وصلت إليها تمثل نواة ضرورية وأساسية للأعمال البحثية المستقبلية في مجال جيومورفولوجية رمال هذه النفود، أو رمال التخوم المجاورة لها. ولعل هذه الدراسة وما يتبعها من دراسات مستقبلية كفيلة بجعل البور من الأرض منتجاً، والضيق من الإقليم واسعاً، وما نصب من المعين فياضاً دافقاً، والنزح استقراراً ودعة وسكوناً.

#### أولاً: المراجع العربية :

- إبراهيم ، هدى مأمون محمد، ١٩٩٢م، الخصائص الحجمية والشكلية والمعدنية لرمال كتيان الدهناء الهلالية الواقعة على خط الرياض - الدمام السريع، دراسة حالة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض، ٣٢٩ ص.
- آل سعود، مشاعل بنت محمد، ١٩٨٥م، الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض الدمام، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩١ ص.
- القاسم، ليلى، ١٩٨٦م، الرواسب الرملية في المنطقة الشرقية - المملكة العربية السعودية، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا، الرئاسة العامة لتعليم البنات، الرياض.
- الوليعي، عبداللّه بن ناصر، ١٩٩٦م، جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية "أشكال سطح الأرض"، قسم الجغرافيا، بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض، القسم الأول، الطبعة الأولى، ٥٢٦ ص.

- إمبابي نبيل، ومحمود عاشور، ١٩٨٣م، الكيبان الرملية في شبه جزيرة قطر، الجزء الأول، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، ٢٤٤ص.
- إمبابي نبيل، ومحمود عاشور، ١٩٨٥م، الكيبان الرملية في شبه جزيرة قطر، الجزء الثاني، مركز الوثائق والبحوث الإنسانية، جامعة قطر، الدوحة، ٢٣٧ص.

### ثانياً: المراجع الإنجليزية :

- Abolkhair, Y., 1985, "The Size Characteristics of the Drifting Sand Grains in Al-Hasa Oasis, Saudi Arabia", Geojournal vol. (2) 11. pp. 131-135.
- Abolkhair, Y.M., 1986, "The Statistical Analysis of the Sand Grain Size Distribution of Al-Ubaylah Barchan Dunes, North Western Ar-Rub-Alkhali Desert, Saudi Arabia", Geo-Journal, V. 13.(2), pp. 103-109.
- Al-Jebali, A.A., 1990, Sand Encroachment in Agricultural and Settlement Area in Central Saudi Arabia, The Case of Unayzah, Unpublished M-Phil Dessertation, Swensea, U.K. Univ. of Wales, 331,pp.
- Al-Khalaf, A.H., 1986, Specification and Calibration of Bagnold's Model for Sand Transport, Urag Al-Buldan Dune Field, Central Saudi Arabia, Unpublished Ph.D. Dissertation, Bloomington, Ind. Univ., 243 pp.



Anton, D. 1982, Modern Eolian Deposits of the Eastern Province of Saudi Arabia, Sand Research Program, U.P.M Dharan, Saudi Arabia.

Bagnold, R.A. 1935, "The Movement of Desert Sand", Geogr. J. vol . 85, pp. 348-369.

Bagnold, R.A., 1936, "The Movement of Desert Sand", Proc. Roy. Soc. A157, 892, 594-620.

Bagnold, R.A., 1937, "The Size Grading of Sand by Wind", Proc. Roy. Soc. A163, 913, 250-264.

Bagnold, R.A. 1941, "The Physics of Blown Sand and Desert Dune", Methuen, London. 265 pp.

Belly, P.Y., 1964, Sand Movement by Wind, US Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Tech. Mem., I, 38 pp.

Chepil, W.S. 1945a, "Dynamics of Wind Erosion, II : Initiation of soil movement. Soil Science 60, 379-411.

Chepil, W.S., 1945b, "Dynamics of wind erosion, III: The Transport Capacity of the Wind". Soil Science, 60, pp. 457-480.

Cooke, R.U., et. al., 1973, : Geomorphology in Deserts, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 374 pp.

Daune, D.B, 1964, Significance of Skewness in Recent Sediments, West Pamlico Sound, N. carolina, j. sed. pet., v. 34, pp. 864-874.

Friedman, G.M. 1979, Differences in Size Distribution of Populations of Particles among Sand of various origins, sed., Vol. 26, PP. 3-32.

Folk, R.L., Ward, W.C., 1957, : "Brazos River Bar, a Study in the Significance of Grain Size Parameters". J. Sed. Pet., vol 27, pp. 3-27.

Folk, R.L., 1971, "Longitudinal Dunes of the North Western Edge of the Sompson Desert, Northern Territory Australia, 1, Geomorphology and grain size relationships", Sedimentology vol. 16, pp. 5-54.

Hamdan, A.A., 1965, "The Size and Shape Characteristics of Some Modern Sands", Univ. of Sheffield, Sheffield Ph.D. Dis

Hastenrath, S.L., 1967, "The Barchan of the Arequipa Region, Southern Peru" , Zeitschr". fur Geomorph. 11,pp 200-331.

Horikawa, K., Shen, H.W., 1960, Sand Movement by Wind Action; on Characteristics of Sand Trpas, US Army Corps of Engineers, Beach Erosion Board, Technical Memor. 119, 51 pp.



Keeble, P.H., 1976, Eolian Sands in Saudi Arabia. BMMK and Partners, Cons. Eng. Rep. Ministry of Comm., Saudi Arabia, Riyadh, pp. 1-6.

Martins, L.R., 1965, "Significance of Skewness and Kurtosis in Environmental Interpretation", J. sed. pet., V. 35, pp. 768,770.

Mckee, E.D.; Tibbitts, G.C.; 1964, "Primary Structures of a Sief Dune and Associated Deposits in Libya", J. Sed. Pet. vol. 34, pp.5-17.

Mckee, E.D., 1977, "A Study of Global Sand Seas", U.S.G.S. Prof. 1052, Washington U.S. Gov. printing office.

Sagga, A.M., 1986, Variations in Sand Grain Size and Shape Over Barchan Dunes in the Jafura Deserts, Saudi Arabia, Unpub. Ph.D thesis, Univ. of Lancaster, U.K.

Sagga, A.M., 1990, "The Utility of Sand Grain Size in Distinguishing Between Various Depositional Environments". Research Papers in the Geog. of the Kingdom of Saudi Arabia, The Saudi Geog. Society, King Saud Univ., V.4, pp. 5-24.

Shepard, F.P.; Young, R., 1961, "Distinguishing between Beach and Dune Sands", J. Sed. Pet. vol. 31, pp. 196-214.

Tsoar, H., 1978, The Dynamics of Longitudinal Dunes, Department of Geography, Ben Gurion University of the Negev, 171 pp.

Vincent, P.J., 1984, "Particle Size Variation Over a Transverse Dune in the Nafud Assir, Central Saudi Arabia", J. of Arid Environments vol.7, pp. 329-336.

Wilson, I.G., 1972, "Aeolian Bed Forms, their Development and Origings", Sedimentology, vol. 19, pp.173-210.

Zingg, A.W., 1952a, "Wind Tunnel Studies of the Movement of Sedimentary Material", Proc. of the Fifth Hydraulics Conference, Univ. of Iowa, Bull. 34, 111-135.

Zingg, A.W., 1952b, A Study of the Characteristics of Sand Movement by Wind, M.A. Thesis, Dept. of Agr. Eng., Kansas State College.

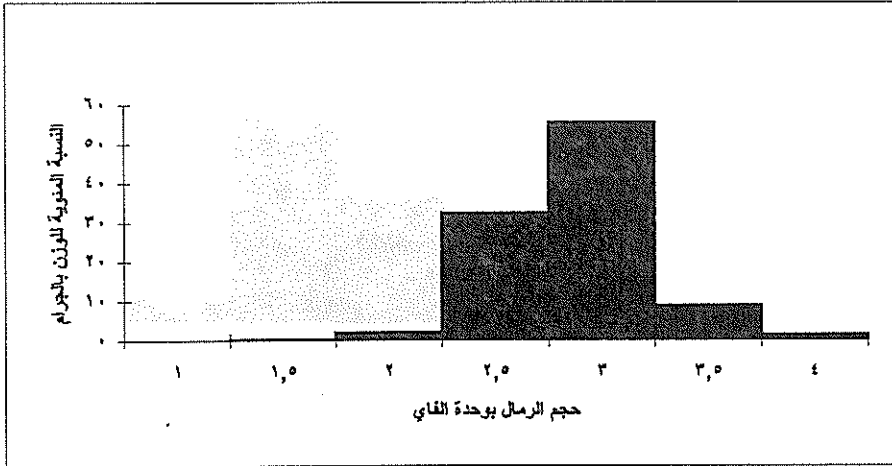
### ثالثاً: مصادر الخرائط :

- الخريطة الجيولوجية ٢٠٦ أ، وزارة البترول والثروة المعدنية، إدارة المساحة، المملكة العربية السعودية، الرياض ١٩٨٣ م.
- لوحة رقم ٣٨-٦ NG، مقياس ١: ٢٥٠.٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية، إدارة المساحة، المملكة العربية السعودية، الرياض، ١٩٨٥ م.
- لوحة رقم ١٠ - ٣٨ NG، مقياس ١ : ٢٥٠.٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية، إدارة المساحة، المملكة العربية السعودية، الرياض، ١٩٨٥ م.

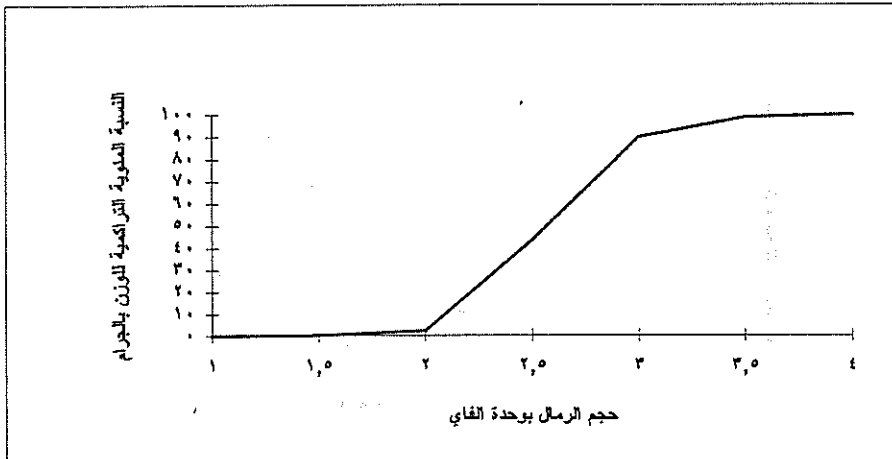
**الملحق (أ) : الجداول والرسومات البيانية الخاصة  
بنتائج العينة ١ إلى العينة ١٥**

## نتائج تحليل العينة رقم (١)

النسبة المئوية التراكمية بالجرام	النسبة المئوية بالجرام	الوحدة بالفاي
٠	٠	١
٠,١٤١	٠,١٤١	١,٥
٢,١١٥	١,٩٧٤	٢
٤٣,٥٢٢	٣٢,٤٠٧	٢,٥
٨٩,٨٩	٥٥,٣٦٨	٣
٩٨,٦٣١	٨,٧٤١	٣,٥
١٠٠	١,٣٦٩	٤



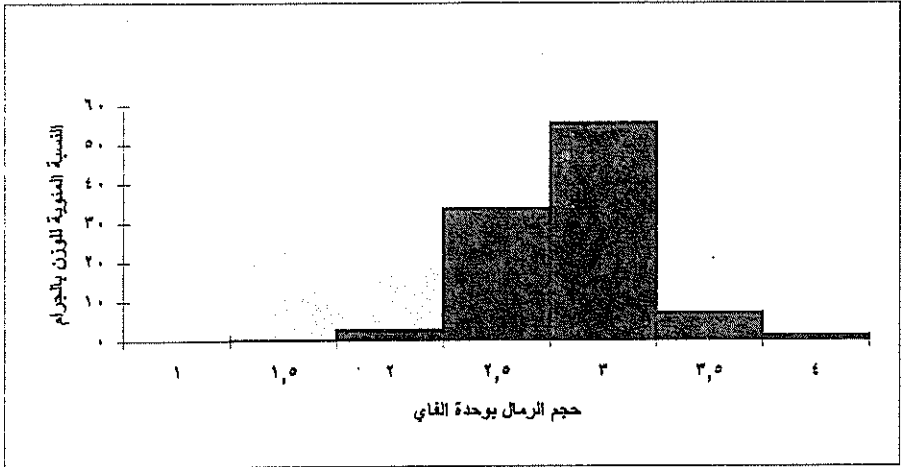
الشكل رقم (أ)



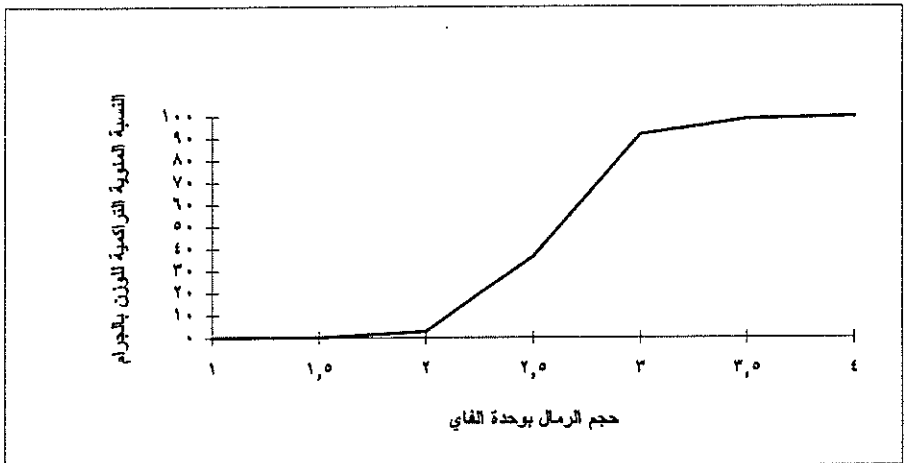
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (٢)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠,١	٠,١
٢	٢,٧١٢	٢,٨١٢
٢,٥	٣٣,٦١٥	٣٦,٤٢٧
٣	٥٥,٤٣٥	٩١,٨٦٢
٣,٥	٦,٩١٢	٩٨,٧٧٤
٤	١,٢٢٦	١٠٠



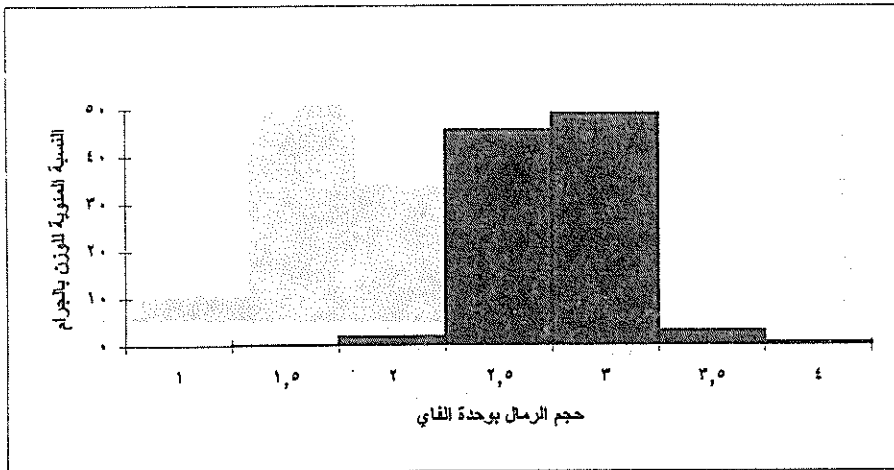
الشكل رقم (أ)



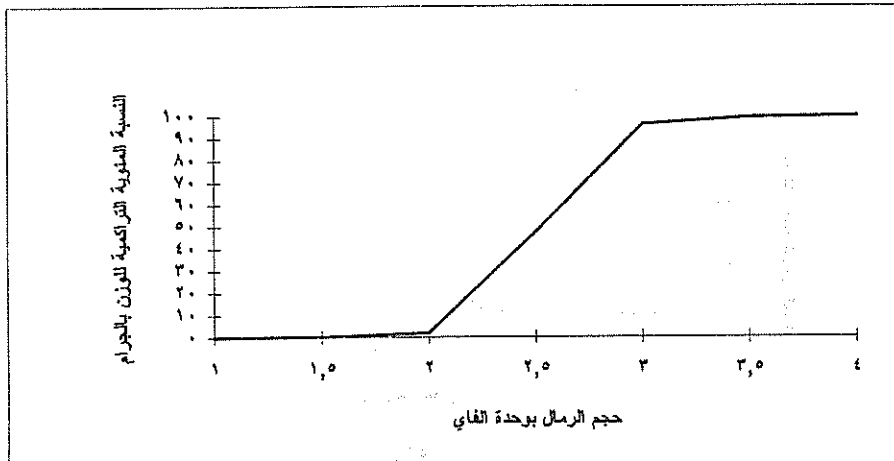
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (٣)

النسبة المئوية التراكمية بالجرام	النسبة المئوية بالجرام	الوحدة بالفاي
٠	٠	١
٠,١	٠,١	١,٥
١,٩٢٤	١,٨٢٤	٢
٤٧,٤٤٤	٤٥,٥٢	٢,٥
٩٦,٣٩٢	٤٨,٩٤٨	٣
٩٩,٤٧٩	٣,٠٨٧	٣,٥
١٠٠	٠,٥٢١	٤

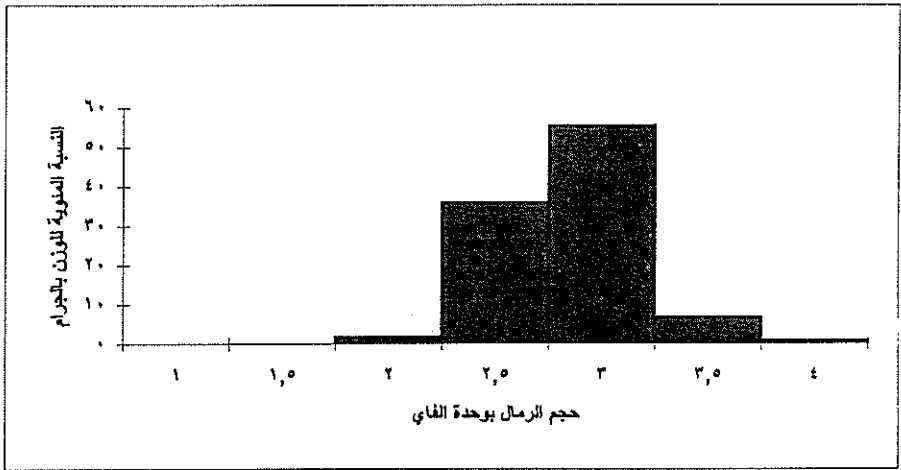


الشكل رقم (١)

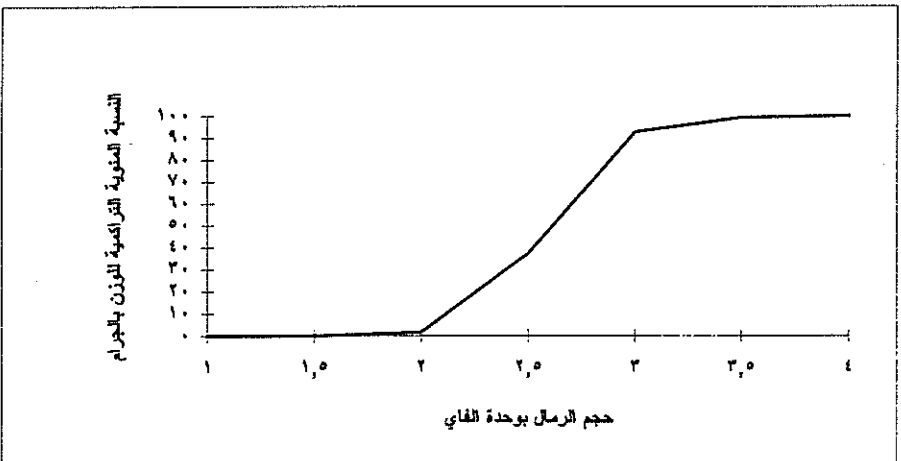


## نتائج تحليل العينة رقم (٤)

النسبة المئوية التراكمية بالجرام	النسبة المئوية بالجرام	الوحدة بالفاي
٠	٠	١
٠	٠	١,٥
١,٥٤٣	١,٥٤٣	٢
٣٧,٣٥٥	٣٥,٨١٢	٢,٥
٩٢,٧٠٦	٥٥,٣٥١	٣
٩٩,٣٣٩	٦,٦٣٣	٣,٥
١٠٠	٠,٦٦١	٤



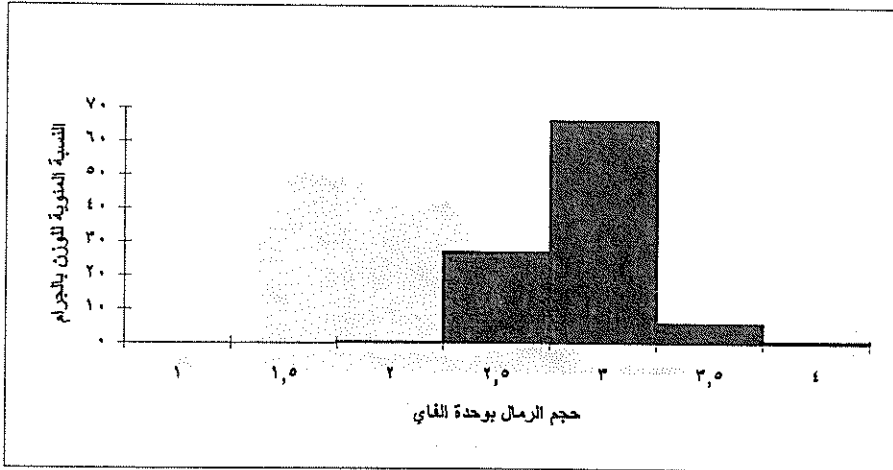
الشكل رقم (أ)



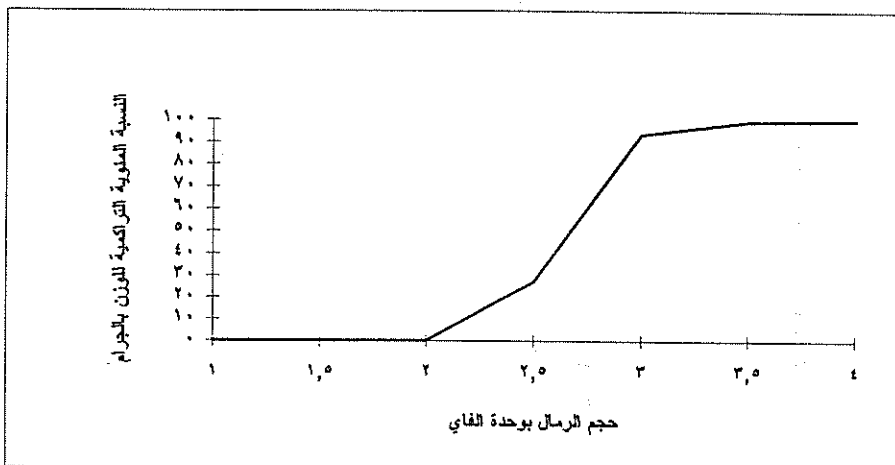
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (٥)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠	٠
٢	٠,١٦	٠,١٦
٢,٥	٢٦,٩٧٨	٢٧,١٣٨
٣	٦٦,٣٧٣	٩٣,٥١١
٣,٥	٥,٨٦٨	٩٩,٣٧٩
٤	٠,٦٢١	١٠٠



الشكل رقم (أ)

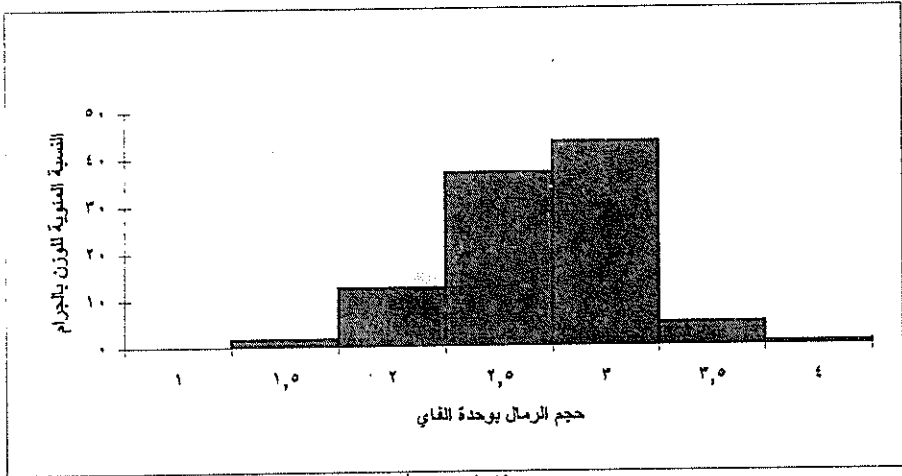


الشكل رقم (ب)

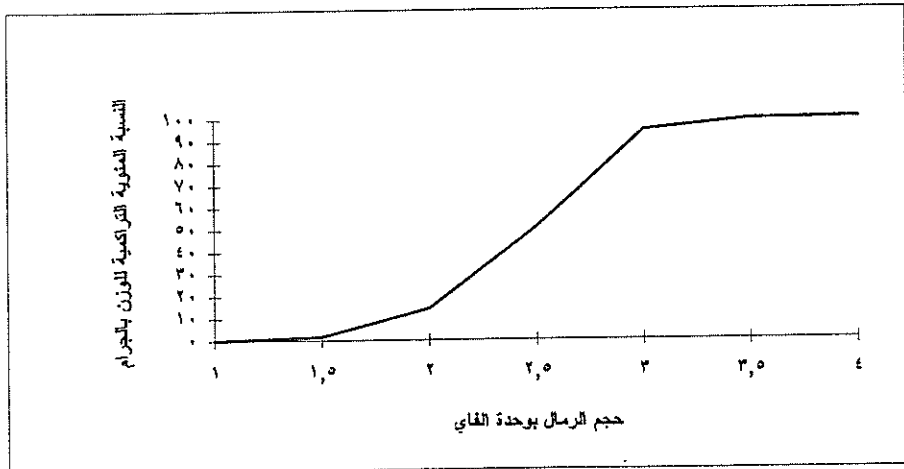


## نتائج تحليل العينة رقم (٦)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	١,٦٢١٣	١,٦٢١٣
٢	١٢,٥٣	١٤,١٥١٣
٢,٥	٣٦,٩٦٩٦	٥١,١٢٠٩
٣	٤٣,٣٧٤٧	٩٤,٤٩٥٦
٣,٥	٤,٩٢٣٩	٩٩,٤١٩
٤	٠,٦٨٠٤	١٠٠



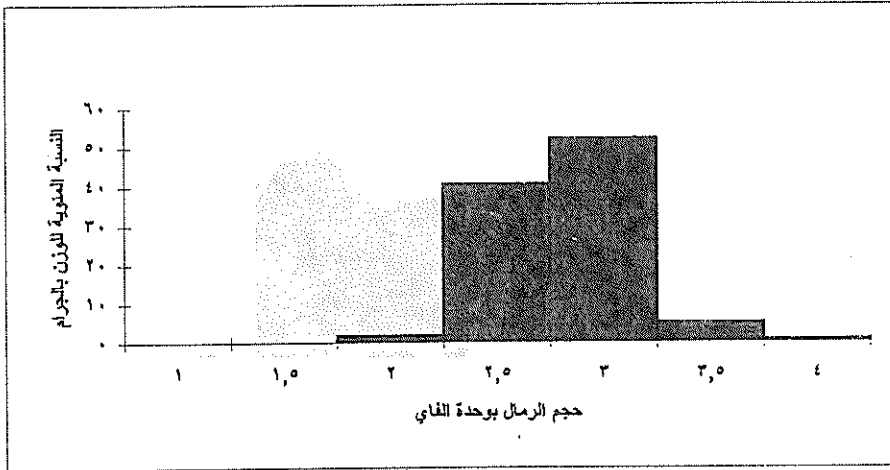
الشكل رقم (أ)



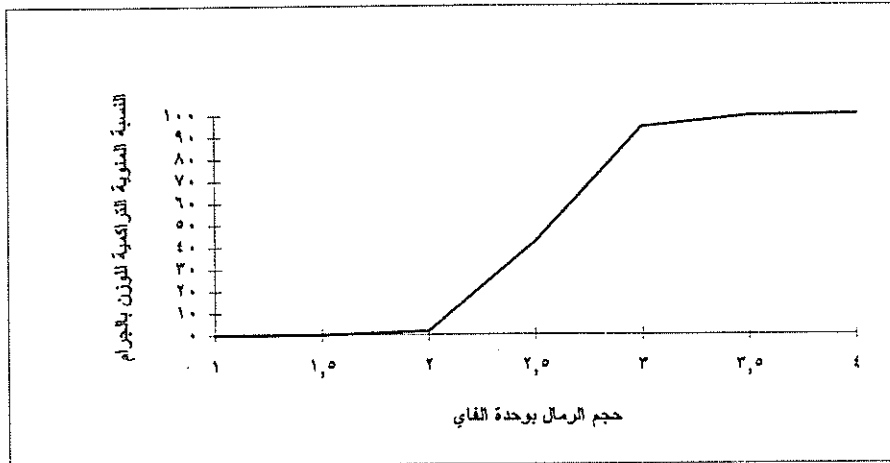
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (٧)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠	٠
٢	١,٦	١,٦
٢,٥	٤٠,٦	٤٢,٢
٣	٥٢,٢	٩٤,٤
٣,٥	٥,٠٢	٩٩,٤٢
٤	٠,٥٨	١٠٠



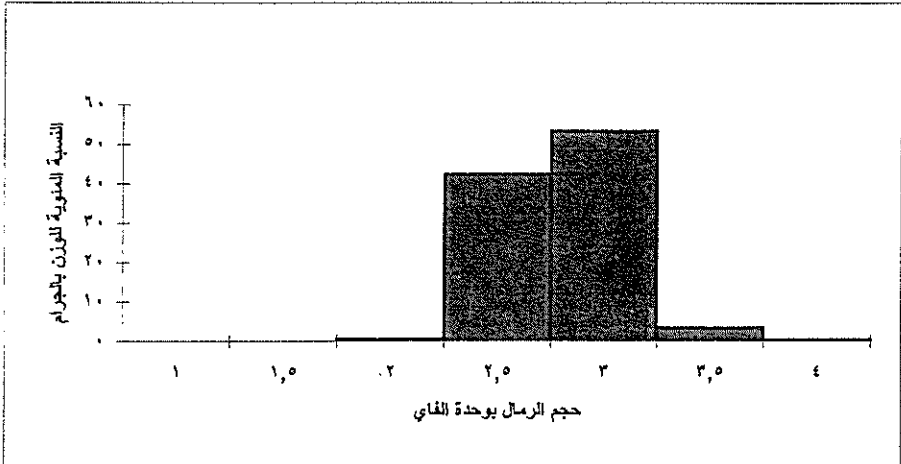
الشكل رقم (أ)



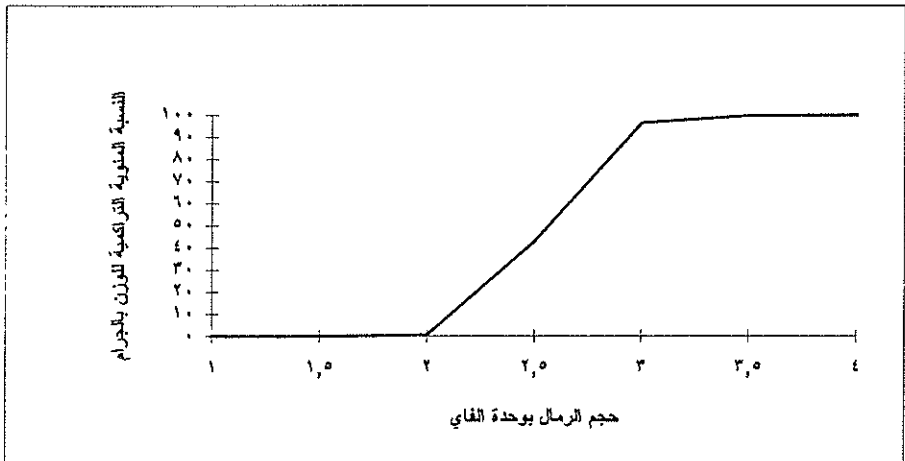
الشكل رقم (ب)

نتائج تحليل العينة رقم (٨)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠,٠٢	٠,٠٢
٢	٠,٥	٠,٥٢
٢,٥	٤٢,٤٤	٤٢,٩٦
٣	٥٣,٣٨	٩٦,٣٤
٣,٥	٣,٣٤	٩٩,٦٨
٤	٠,٣٢	١٠٠



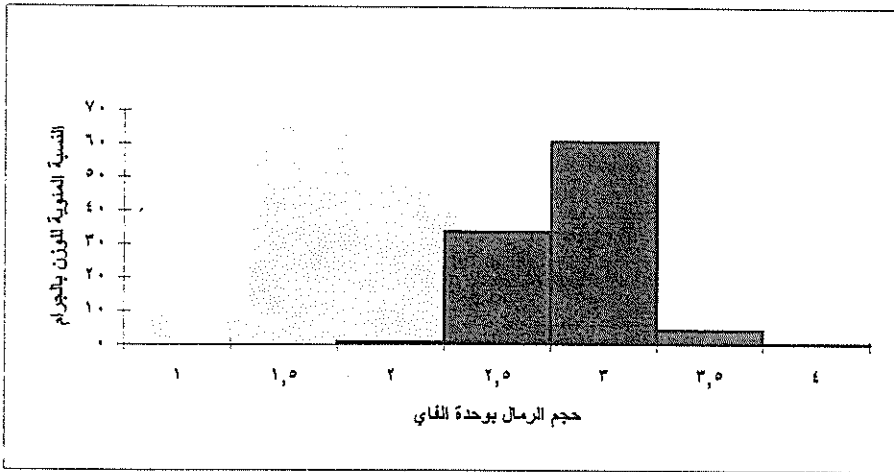
الشكل رقم (أ)



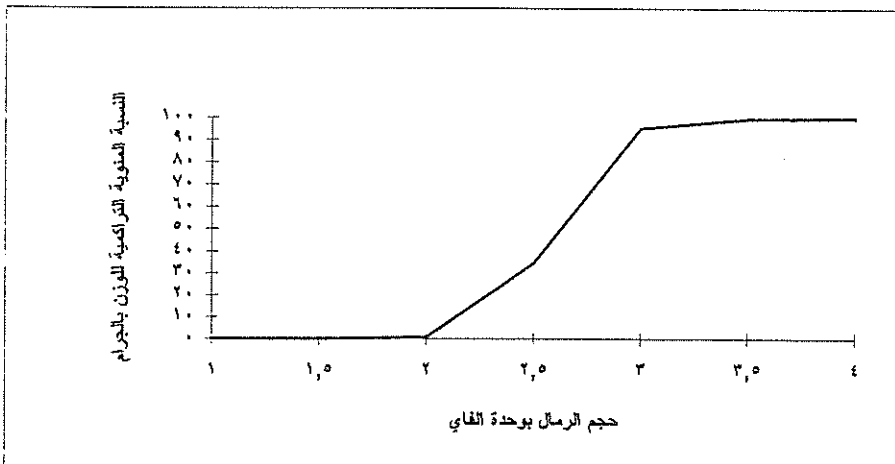
الشكل رقم (ب)

نتائج تحليل العينة رقم (٩)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠	٠
٢	٠,٧٤	٠,٧٤
٢,٥	٣٣,٦٨	٣٤,٤٢
٣	٦٠,٧٨	٩٥,٢
٣,٥	٤,٤	٩٩,٦
٤	٠,٤	١٠٠



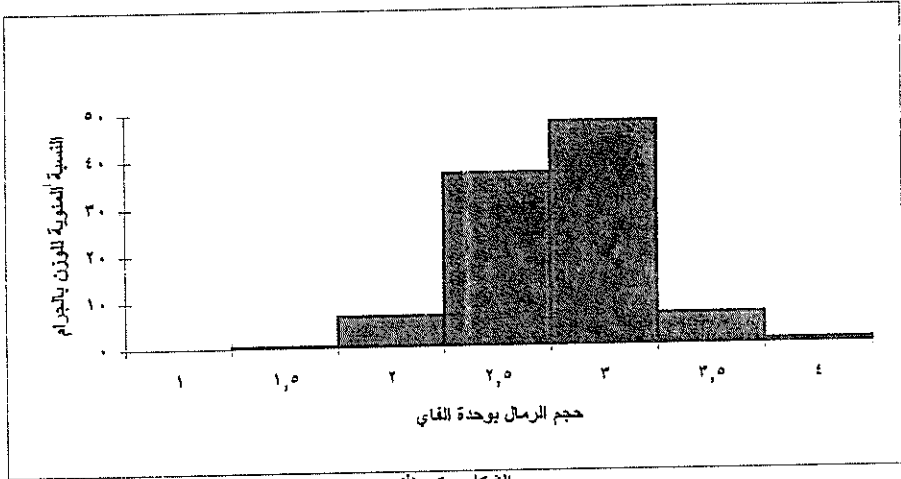
الشكل رقم (أ)



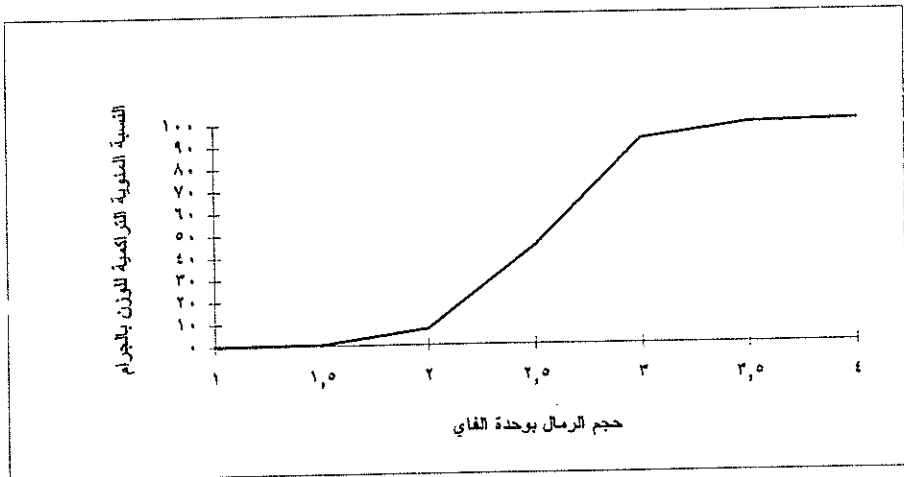
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (١٠)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠,٣٨٣	٠,٣٨٣
٢	٦,٨١٦	٧,١٩٩
٢,٥	٣٧,٠٢٤	٤٤,٢٢٣
٣	٤٧,٨٣٢	٩٢,٠٥٥
٣,٥	٦,٧٩٦	٩٩,٠١٥
٤	٠,٩٢٨	٩٩,٩٤٣



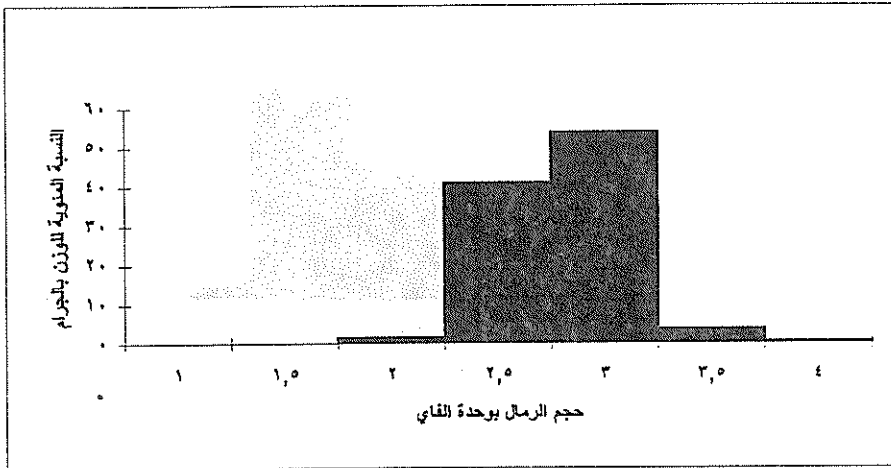
الشكل رقم (أ)



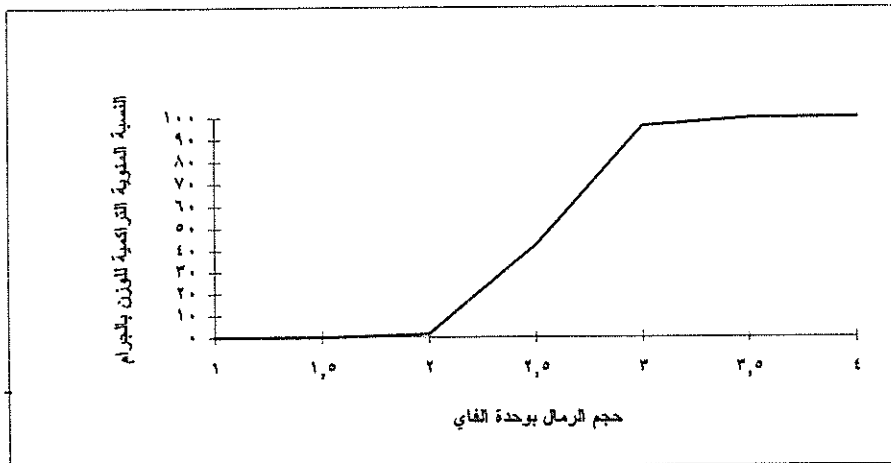
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (١١)

النسبة المئوية التراكمية بالجرام	النسبة المئوية بالجرام	الوحدة بالفاي
٠	٠	١
٠,٠٢	٠,٠٢	١,٥
١,٤٤٣	١,٤٢٣	٢
٤٢,٢٨٥	٤٠,٨٤٢	٢,٥
٩٦,٠٧٣	٥٣,٧٨٨	٣
٩٩,٦٦	٣,٥٨٧	٣,٥
١٠٠	٠,٣٤١	٤



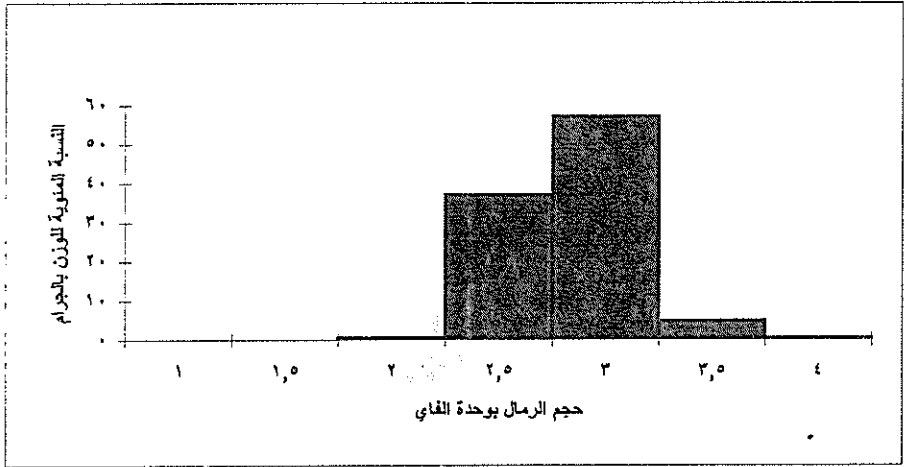
الشكل رقم (أ)



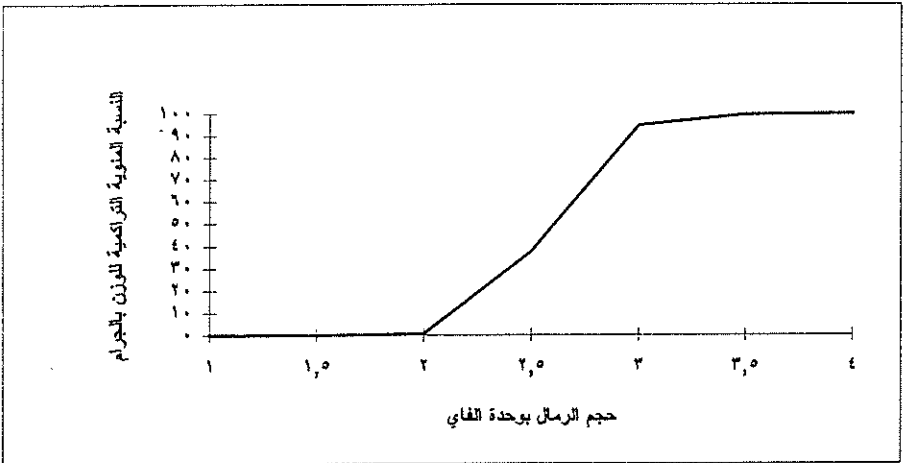
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (١٢)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠,٠٤	٠,٠٤
٢	٠,٦	٠,٦٤
٢,٥	٣٧,٠٦	٣٧,٧
٣	٥٧,١٣	٩٤,٨٣
٣,٥	٤,٧٨	٩٩,٦١
٤	٠,٣٨	٩٩,٩٩



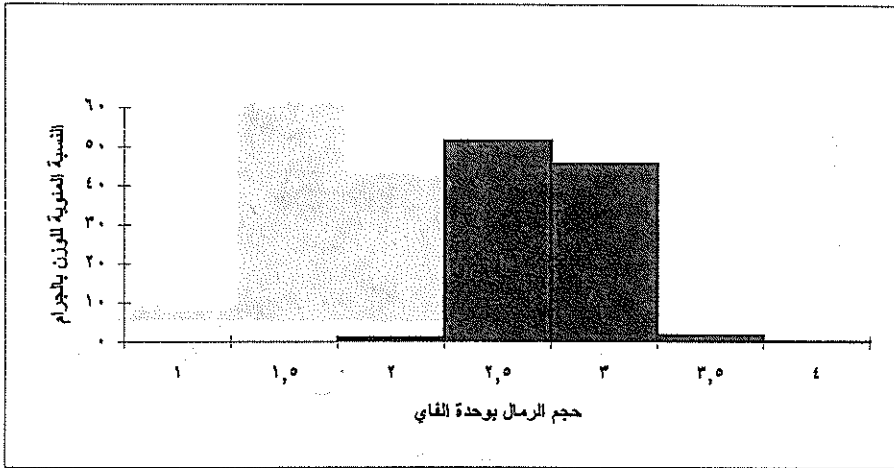
الشكل رقم (أ)



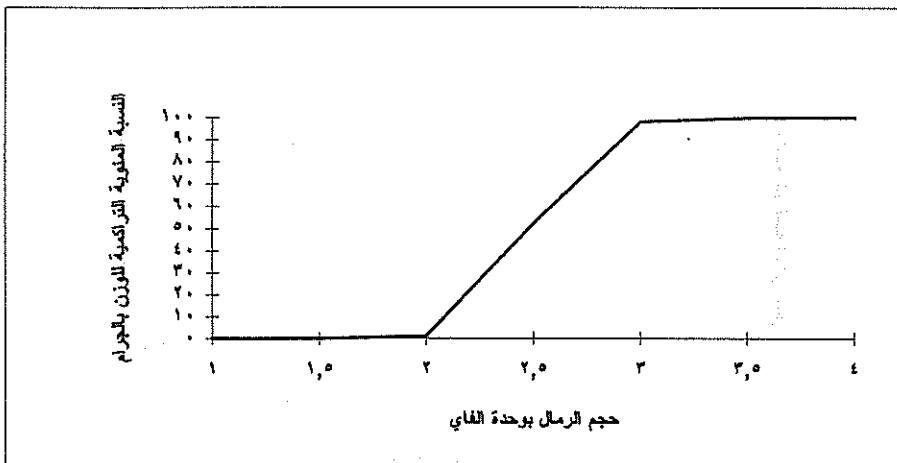
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (١٣)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠	٠
٢	٠,٩٦	٠,٩٦
٢,٥	٥١,٤٩	٥٢,٤٥
٣	٤٥,٦٢	٩٨,٠٧
٣,٥	١,٧٤	٩٩,٨١
٤	٠,١٨	٩٩,٩٩



الشكل رقم (أ)

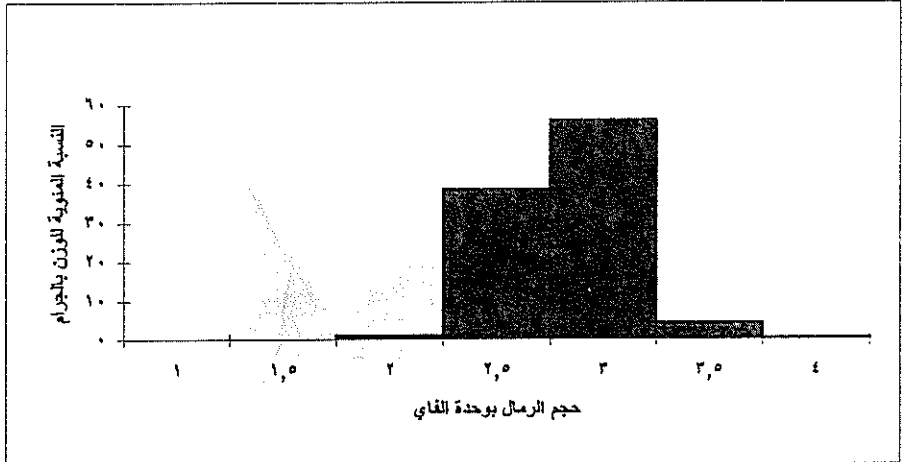


الشكل رقم (ب)

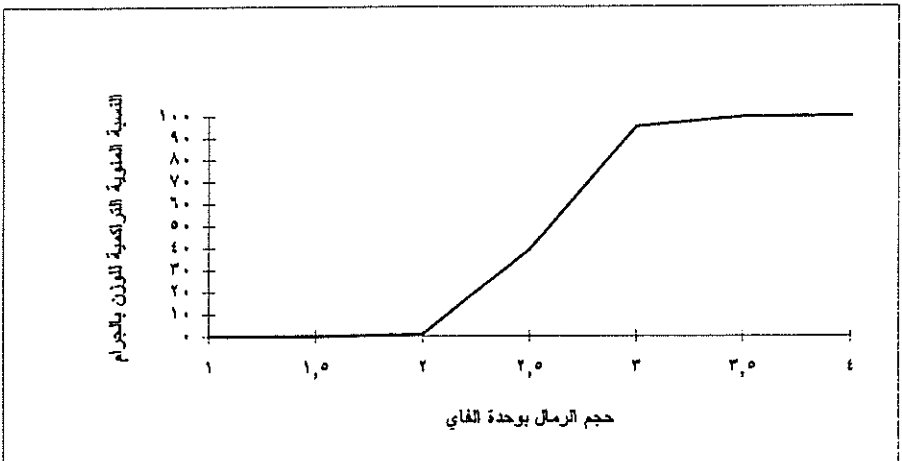


## نتائج تحليل العينة رقم (١٤)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠	٠
٢	٠,٩٢	٠,٩٢
٢,٥	٣٨,٤٧	٣٩,٣٩
٣	٥٦,٠٢	٩٥,٤١
٣,٥	٤,٢٤	٩٩,٦٥
٤	٠,٣٤	٩٩,٩٩



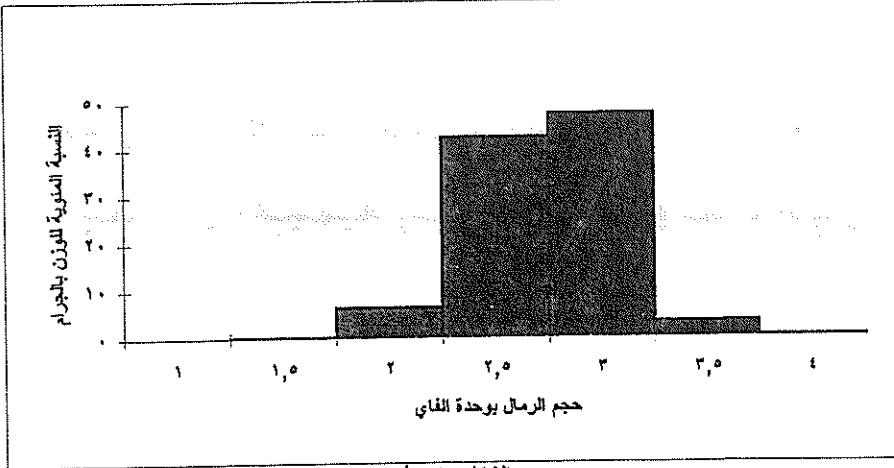
الشكل رقم (أ)



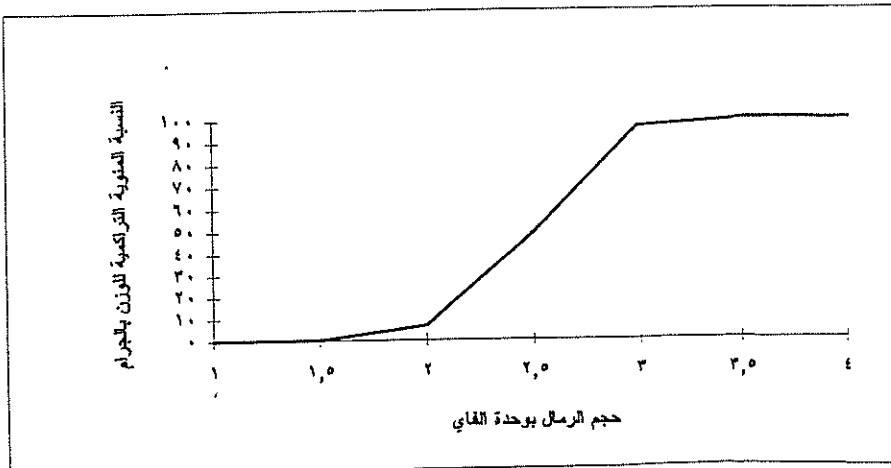
الشكل رقم (ب)

## نتائج تحليل العينة رقم (١٥)

الوحدة بالفاي	النسبة المئوية بالجرام	النسبة المئوية التراكمية بالجرام
١	٠	٠
١,٥	٠,١٦	٠,١٦
٢	٦,٤٤	٦,٦
٢,٥	٤٢,٤٣	٤٩,٠٣
٣	٤٧,٤٨	٩٦,٥١
٣,٥	٣,٢٧	٩٩,٧٨
٤	٠,٢٢	١٠٠



الشكل رقم (أ)



الشكل رقم (ب)

**الملحق (ب) : النسب المئوية التي استخدمت لحساب  
الخصائص الحجمية وما يقابلها من وحدات الفاي**

الملحق (ب) : النسب المئوية الدرجة التي استخدمت لحساب الخصائص الحجمية  
وما يقابلها من وحدات الفاي

موقع العينة	النسب المئوية الدرجة						
	%٩٥	%٨٤	%٧٥	%٥٠	%٢٥	%١٦	%٥
١ قاعدة الكساج	٢ر٢٠	٢ر٩٢	٢ر٨٢	٢ر٦٢	٢ر٤٢	٢ر٢٢	٢ر١٢
٢ وسط الكساج	٢ر١٥	٢ر٨٨	٢ر٧٩	٢ر٦٠	٢ر٤٠	٢ر٢٩	٢ر٠٨
٣ القمة	٢ر٨٩	٢ر٧٤	٢ر٦٦	٢ر٥١	٢ر٣٤	٢ر٢٦	٢ر١٠
٤ وسط الصياب	٢ر٠٩	٢ر٨٧	٢ر٧٨	٢ر٥٩	٢ر٤٠	٢ر٢٢	٢ر١٤
٥ قاعدة الصياب	٢ر٠٧	٢ر٨٨	٢ر٨٠	٢ر٦٤	٢ر٤٩	٢ر٤٢	٢ر٢٨
٦ قاعدة الكساج	٢ر٠٢	٢ر٨١	٢ر٧١	٢ر٤٩	٢ر١٨	٢ر٠٤	١ر٧٢
٧ وسط الكساج	٢ر٠٢	٢ر٨٢	٢ر٧٤	٢ر٥٥	٢ر٣٨	٢ر٢٠	٢ر١٢
٨ القمة	٢ر٩٦	٢ر٨٠	٢ر٧٢	٢ر٥٤	٢ر٤٠	٢ر٢٢	٢ر١٩
٩ وسط الصياب	٢ر٠٠	٢ر٨٤	٢ر٧٦	٢ر٦٠	٢ر٤٢	٢ر٢٥	٢ر١٩
١٠ قاعدة الصياب	٢ر١٢	٢ر٨٦	٢ر٧٦	٢ر٥٥	٢ر٣٠	٢ر١٨	١ر٩٢
١١ قاعدة الكساج	٢ر١٧	٢ر٨٠	٢ر٧٢	٢ر٥٥	٢ر٣٨	٢ر٢٠	٢ر١٤
١٢ وسط الكساج	٢ر٠١	٢ر٨٤	٢ر٧٥	٢ر٥٨	٢ر٤٢	٢ر٢٤	٢ر١٩
١٣ القمة	٢ر٨٩	٢ر٧٢	٢ر٦٥	٢ر٤٩	٢ر٣٥	٢ر٢٨	٢ر١٤
١٤ وسط الصياب	٢ر١٩	٢ر٨٢	٢ر٧٤	٢ر٥٧	٢ر٤٠	٢ر٢٢	٢ر١٧
١٥ قاعدة الصياب	٢ر٩٥	٢ر٧٨	٢ر٦٩	٢ر٥١	٢ر٣٨	٢ر١٨	١ر٩٦

## الإصدارات السابقة

- ١- نموذج لتوقيع الكتابة العربية على الرموز في الخرائط العامة والطبوغرافية
  - ٢- تهيدير عدد سكان المدن السعودية الصغيرة باستخدام الصور الجوية
  - ٣- الحرارة وتكاليف تمديد موسم إنتاج الطماطم في البيوت المحمية المكيفة في واحة الأحساء
  - ٤- The Utility of sand Grain Size in Distinguishing Between Various Depositional Environments
  - ٥- خصائص ومشكلات إنتاج تخضراوات بالبيوت المحمية من وجهة نظر المزارعين في منطقة الرياض الإدارية
  - ٦- الصناعات الغذائية في مدينة الرياض خصائصها الجغرافية ومستقبلها .
  - ٧- خدمات هواتف العملة في مدينة الرياض دراسة جغرافية في الخصائص والتوزيع
  - ٨- نمط توزيع محطات وقود السيارات في مدينة الرياض ، عام ١٤٠٩هـ/١٩٨٨م
  - ٩- تحلية مياه البحر في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية : دراسة جغرافية تحليلية
  - ١٠- نوايا الهجرة والمفاضلات المكانية لطلبة الجامعة السعوديين
  - ١١- التحليل المكاني للخدمات التنموية في وادي تندحة - منطقة عسير
  - ١٢- ترح الألبار والأودية - دراسة جيومورفولوجية تطبيقية لبعض الأودية الجافة في مملكة العربية السعودية
  - ١٣- الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية : تطبيق مقارن للتحليل التجمعي
  - ١٤- دراسة لتوسع عمراني في منية الرياض باستخدام الصور الجوية والمنظر الفضائية (١٩٥٠-١٩٨٩م)
  - ١٥- الاستخدام الرأسي للأرض في المنطقة المركزية بمدينة جدة .
  - ١٦- Regional Evaluation of Food System in the Third World With Special Reference to Arab Countries.
  - ١٧- التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعة بالمملكة العربية السعودية
  - ١٨- نوعية وكفاءة مياه الري وأثرها في الأراضي الزراعية في واحة بيزين - لمملكة العربية السعودية
  - ١٩- جيومورفولوجية ملحة القصب بالمملكة العربية السعودية
  - ٢٠- الانتقال السكاني في مدينة الرياض : دراسة الاتجاهات والأسباب والخصائص
  - ٢١- احتمالات هطول الأمطار درجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية
  - ٢٢- نحو منهج موحد في الجغرافيا التطبيقية - أنموذج مقترح .
  - ٢٣- الأشعة الشمسية القصيرة على سطح الأرض في المملكة العربية السعودية .
  - ٢٤- العوامل الرملية وقنارية وأثرها في ترب الحقول الزراعية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية
  - ٢٥- أنماط توزيع الأراضي في المنطقة المركزية لمدينة الرياض
  - ٢٦- الخصائص الهيدروكيميائية ودرجة التحلل الكارستي في نبع عين-الفيجة : سوريا .
  - ٢٧- تقييم طريقة الري بالرش المحوري : دراسة حقلية في الجغرافيا الزراعية لمنطقة وادي الدواسر .
  - ٢٨- خصائص تربة فكتبان الرملية ومدى ملائمتها لزراعة الجافة في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية
  - ٢٩- جغرافية التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية
  - ٣٠- أهمية الأطلس المدرسي في تدريس مادة الجغرافيا في مراحل التعليم العام
  - ٣١- العلاقات السكانية والزمنية للأسواق الموسمية وخصائصها الجغرافية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية
  - ٣٢- مسح ميداني الإيكولوجي باستخدام تقنية تحديد المواقع ونظام الربط الأرضي الخرائطي - G.P.S-GEOLINK
  - ٣٣- تقويم الوضع الإيكولوجي الزراعي في منطقة وادي المياه بالمملكة العربية السعودية
- د.ناصر بن محمد عبد الله سلمى  
د. خالد بن محمد العنقري  
د. عبد الله بن أحمد سعد الطاهر  
د. عبد الحفيظ محمد سعيد سقا  
د. عبد الله بن سليمان الحديثي  
د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة  
د. صبيح بن أحمد قاسم السعيد  
د. عبد الرحمن بن صادق الشريف  
د. خالد بن ناصر المديهم  
د. محمد بن عبد العزيز القبانى  
د. محمد مفرح شبلي القحطاني  
د. حسين سنان ريموي  
د. عبد الله بن ناصر الوليحي  
أ.د. محمد بن عبد الله الجراش  
د. عيسى بن محمد الشاعر  
د. عبد الحفيظ بن عبد الحكيم سمرقندي  
د. صلاح الدين قرشي  
د. محمد عبد الله الصالح  
د. عبد الله بن أحمد الطاهر  
د. جودة فححي للتركامني  
د. رشود بن محمد الخريف  
د. عبد الملك بن قسم السيد  
د. يحيى بن محمد شيخ أبو الخير  
أ.د. محمد بن عبدالله الجراش  
د. عبد الله بن أحمد طاهر.  
د. عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ  
د. محمد بن فائد حاج حسن.  
د. عبد الله بن سليمان الحديثي.  
أ.د. عبد الله بن أحمد سعد الطاهر.  
د. فريال بنت محمد الهاجري.  
د. ناصر بن محمد عبد الله سلمى.  
د. محمد بن طاهر اليوسف.  
د. غازي عبد الواحد مكي المكي.  
أ.د. عبدالله بن أحمد سعد الطاهر.

Price Listing Per Copy

أسعار البيع :

Individuals 10 00 SR

سعر النسخة الواحدة : ١٠ ريالاً سعودية.

Institutions 15 00 SR

سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ١٥ ريالاً سعودياً.

Handling & Mailing Charges are added on the above listing.

تضاف إلى هذه الأسعار اجرة البريد.

## صفحة الإعلانات

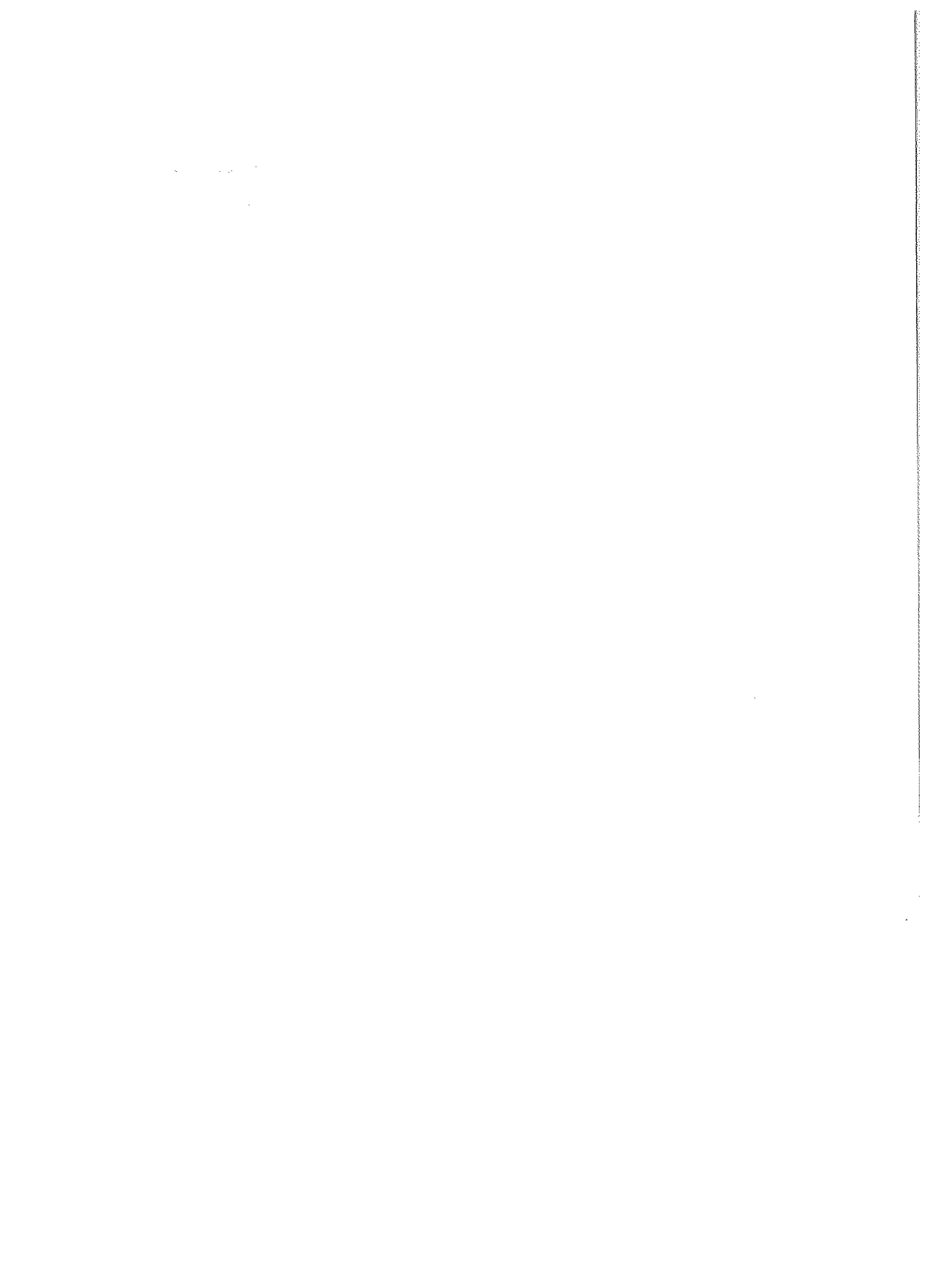
عزيزي الباحث وصاحب العمل  
والمؤسسة تتيح لك الجمعية الجغرافية  
السعودية فرصة التعريف بمنتجاتك  
العلمي وأجهزتك ومؤسساتك وبرامجك  
التي يمكن أن نخدم الجغرافيين  
والجغرافيا.

## أسعار الإعلانات

ربع صفحة يبلغ ٢٥٠ ريال سعودي

نصف صفحة يبلغ ٥٠٠ ريال سعودي

صفحة كاملة يبلغ ١٠٠٠ ريال





**MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS OF THE BARCHAN DUNE  
GRAIN SIZE CHARACTERISTICS IN AL-THUWAYRAT SAND FIELD  
A CASE STUDY IN AL-GHATT DISTRICT**

*Dr. Yahya M. Sh. Abolkhair<sup>(1)</sup>*

This Paper aims to analyze the grain size characteristics of the barchan dunes located in the north west of AL-Ghatt. Several multivariate statistical methods were used in this research. The results emphasize that the mean and the median grain sizes are the most dominant characteristics in this sand field. The results also show that grain sizes range from 1.5Ø to 4.0Ø. However the grain sizes ranging between 2.5Ø and 3.5 Ø occupy a bout 95% of the total grain size distribution.


The grain sizes of the barchan dunes of Al-Thuwayrat range from fine to very fine sand. A small percentage of medium coarse grains were found in the interdune areas. The barchan dune grains are well to very well sorted. The grain distribution is near normal and its peaks range from low to medium kurtosis.

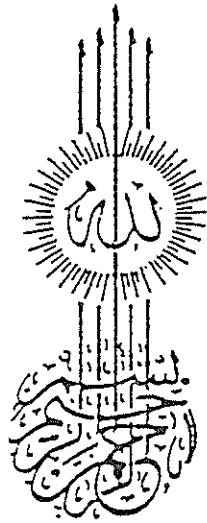
The mean and the median are also the most stable sand grain characteristics compared to kurtosis and sorting. The skewness coefficient of the grain size distribution fluctuates widely and its coefficient of variation exceeds 185%. The results delineate that the sand grains are round in shape with little percentages of angular grains dominating the interdune areas. The sand is gold-red in color due to the iron oxides coating their surfaces .

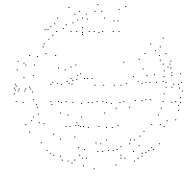
---

<sup>1</sup>King Saud University - Geography Department .

1000







الجمعية الجغرافية السعودية



ISSN 1018-1423

● ADMINISTRATIVE BOARD OF THE SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY ●

Abdulaziz A. Al-Shaikh	Prof.	Board Chairman
Saad N. Al-Hussein	Assis. Prof.	Vice-Chairman
Abdulaziz Al-Harrah	Assis. Prof.	Secretary General
Abdullah H. Al-Solai	Assis. Prof.	Treasure
Fawzan A. Al-Fawzan	Assis. Prof.	Research Unit Supervisor
Abdullah S. Al-Zahrani	Assis. Prof.	Member
Ramzi A. Al-Zahrani	Assis. Prof.	Member
Hasan Ayel A. Yahya	Assis. Prof.	Member
Fahad M. Al-Kolibi	Assis. Prof.	Member



RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

34

**Multivariate Statistical Analysis Of The  
Barchan Dune Grain Size Characteristics In  
Al-Thuwayrat Sand Field.  
A Case Study In Al-Ghatt District**

**Dr. Yahya M. Sh. Abolkhair**

1419 A.H.

1998 A.D

ردمك: