الفصل الأول

خطـــــة الدراسة

خطة الدراسة

يتناول هذا الفصل خطة الدراسة مشتملة على الموضوعات التالية:

- مقدمة
- أهداف الرسالة
- أهمية الدراسة
- فرضيات الدراسة
- الدراسات السابقة
- خصائص تربة المدرجات الزراعية
- أهمية تربة المدرجات الزراعية
- تقسيم فصول الدراسة
- مصطلحات الدراسة

مقدمـــة

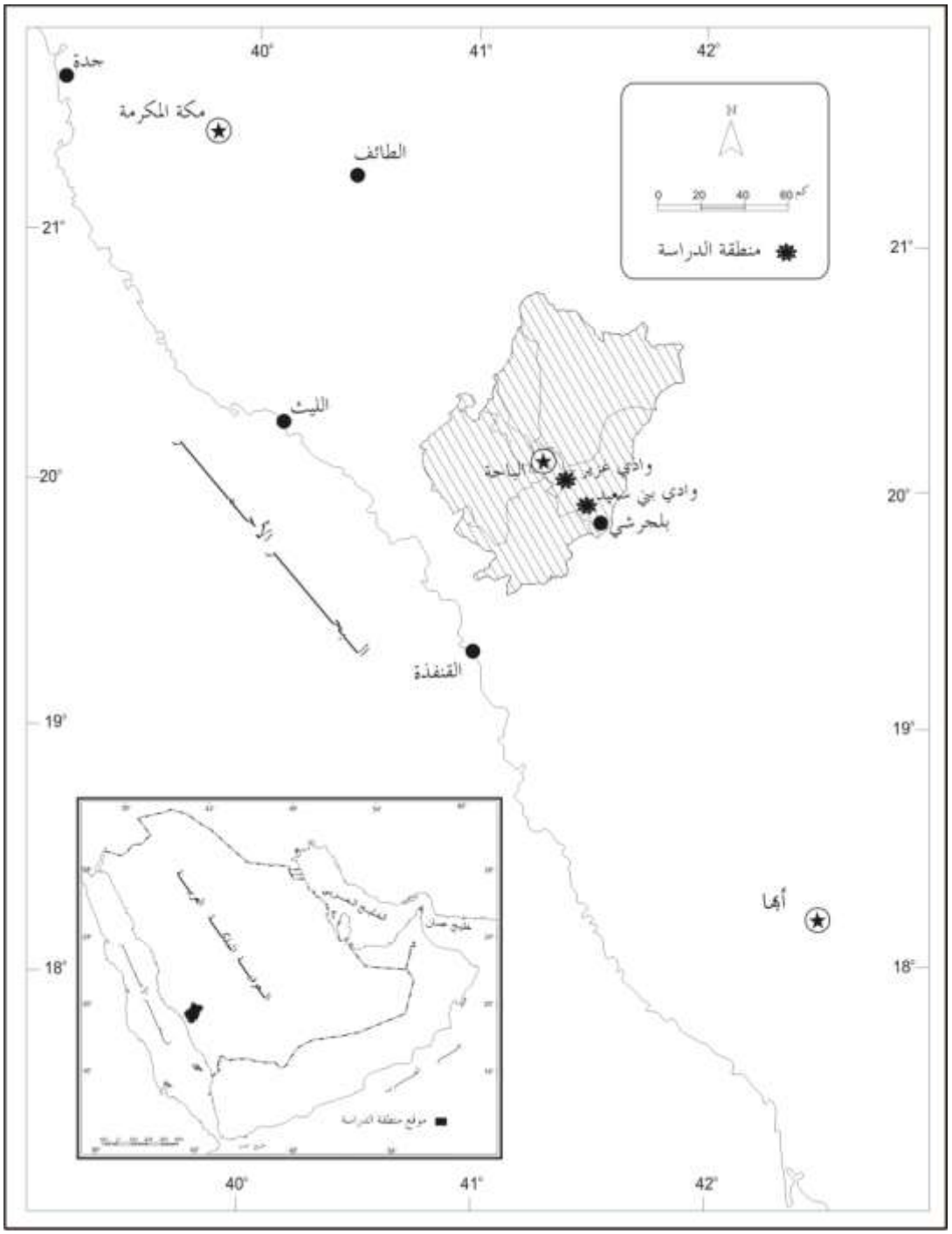
تربة المدرجات الزراعية لها أهمية كبيرة لبيئة وسكان منحدرات وأودية جبال الســروات، فهي كانت من الأسباب الرئيسة للاستقرار البشري فقد كانت تمدهم بالمحاصيل الزراعية فــي الصيف والشتاء مستغلين الأمطار الشتوية التي تسقط نتيجة للأعاصير الآتيــة مــن البحــر المتوسط والأمطار الموسمية في الصيف الآتية من أفريقيا نتيجة لهبوب الريــاح الموســمية ونتيجة للأمطار والغبار المنقول من القارة الأفريقية شــكل(19-20) ومــن الربــع الخــالي شكل(21)، وقد قام سكان منحدرات جبال السروات ببناء الجــدار المســاند للمــدرج علــى منحدرات جبال السروات وبطون الأودية و تراكمت تربة المدرجات الزراعية خلف الجــدار المساند سواء من الغبار المتساقط على حوض المدرج أو نقل الغبار الذي تراكم على ســفوح الجبال إلى المدرج بواسطة مياه الأمطار عند سقوطها، وتعتبر التربة في هذه الحالة رواســب ثانوية، ولها أسماء محلية معروفة في جنوب غرب المملكة العربية السعودية ففــي المنطقــة الجنوبية الغربية من المملكة العربية السعودية يطلق عليها أسماء مثل(الكدره) واعتقــد مــا يقصد بهذا الاسم أنها تعكر الماء إذا اختلطت به كما يطلق عليها أيضاً اسم (مدر) ، وكانــت تستخدم بكثرة في بناء البيوت كما هو معروف في منطقة عسير وتستخدم كذلك فــي تغطيــة أسقف سطوح البيوت الخشبية.

وتعتبر تربة المدرجات الزراعية مصدراً لإنتاج مختلف المحاصــيل الزراعيــة النقديــة كالحبوب بأنواعها والتي تعد بمثابة المحصول الغذائي الرئيس لسكان جبال السروات وكــذلك أشجار الفاكهة والخضروات، كما أحسن سكان جبال السروات استغلال هذه المدرجات علــى المنحدرات الجبلية لحجز المياه الجارية من السفوح أثناء هطول الأمطار ولحماية التربة مــن مختلف أنواع الإنجرافات، هكذا كان الوضع في الماضي، عندما أولــى القرويــون المــوارد الطبيعية جل اهتمامهم و كانوا يطبقون الأساليب الموروثة في استغلال مساقط المياه، حيــث كان المزارعون يقومون بصيانة المدرجات الزراعية بصورة منتظمة ويطبقون الأعراف التي تتعلق بذلك وعدم السماح باقتلاع الأشجار والاحتطاب المنظم وتنظــيم الرعــي والاســتخدام الأمثل للمياه. هذا التعامل التقليدي مع الموارد الطبيعية مثل الأرض و المياه و الغطاء النباتي أوجد بالطبع أساساً للمحافظة على تلك المدرجات وجعلها تستمر لعدة قرون، تحاكي الأجيــال

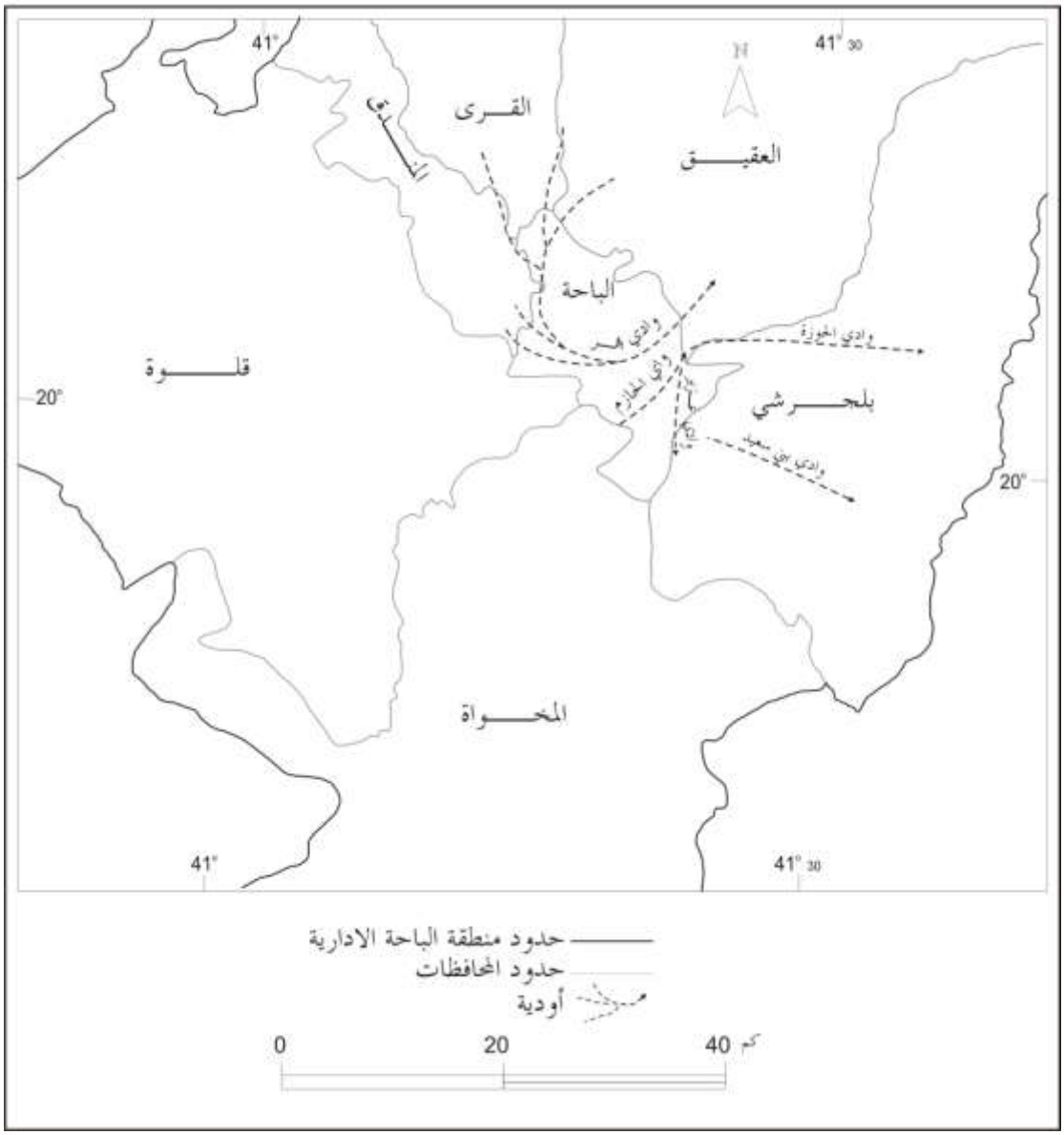
عن حكمة وعظمة إنسان جبال السروات في القرون الغابرة. فما هو الوضع الـــراهن لهـــذه المدرجات الزراعية؟.

تتعرض المدرجات الزراعية في العديد من المناطق الجبلية حالياً لإزالة الغطـــاء النبـــاتي وإهمال صيانة جدار المدرج المساند الذي يعتبر حاجز مهم جداً لحفظ التربة من الانجـــراف وحوضاً تتجمع فيه مياه الأمطار لتستفيد الزراعة التي يمارسها سكان جبال السروات، بل أن هذه الأحواض مهمة جداً في تغذية الآبار والينابيع الفصلية بالماء، أما الآن فالأمطار تهطـــل على مدرجات غير مزروعة عارية من النباتات جدرانها المساندة مهدمة شـــكل (24) ســـهلة الانجراف مُشكّلة سيولاً جارفة محتوية على نسبة عالية من التربة والحصى مسببة كـــوارث وأخطاراً على الأراضي الزراعية والأودية والسهول والمنشآت والتجمعات السكانية.

وقد اختارت الطالبة واديين وهما: وادي غزير ووادي بني سعيد من أودية جبال السروات بمنطقة الباحة لدراسة الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية، وتـــم اختيـــار هـــذين الواديين لاختلاف التركيب الجيولوجي، لهما فوادي بني سعيد يتكون من صخور الجرانيـــت، بينما وادي غزير يتكون من صخور الشست، وكذلك لسهولة الوصول إلى مدرجاتهما وجمـــع عينات التربة منهما شكل (1 – أ) ، (1 – ب).



شكل (1 – أ) موقع منطقة الدراسة.



شكل (1 – ب) موقع وادي غزير وبني سعيد

أهداف الدراسة :

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي :

1 – التعرف على الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية في منطقة الباحة وهل تنتمي إلى تربة اللويس كما ذكر(سعده 2003)؟ التي تعد من أخصب أنواع الترب للزراعة في العالم كما ذكر كل من (Calvin, 1906; Chesworth, 1982; Wooldridge and Linton, 1933) حيث أنها كانت سبب رئيس في الاستيطان البشري على منحدرات جبال السروات.

2 – معرفة أوجه الشبه والاختلاف بين واديين مختلفين في التركيب الجيولوجي وهما وادي غزير ووادي بني سعيد، وهل نوعية الصخور المختلفة تؤثر في الخصائص الطبيعية للتربة ام لا؟.

أهمية الدراسة :

إن أهمية هذه الدراسة تكمن في توفير معلومات ذات قيمة علمية تؤدي إلى التعرف على أهمية تربة المدرجات الزراعية في النظام البيئي لمنحدرات و أودية جبال السروات، ففي هذه الدراسة تم التوصل إلى الأهمية الكبرى لتربة المدرجات التي تجمعت خلف الجدار المساند للمدرجات الزراعية عبر الآف السنيين فهي السبب الرئيس في إيجاد بيئة مثلى لمختلف النباتات ، كما أن لهذه الدراسة أهمية في توفير معلومات ذات قيمة علمية تؤدي إلى التعّرف على سلوك هذه الأودية وما تصرفه من مياه سطحية جارية، في الحد من مخاطر فيضانات السيول، فالمدرجات الزراعية تعتبر سدود تحد من مخاطر السيول، وكذلك تكمن أهمية هذه الدراسة في مساهمتها العلمية المتوقعة للتعرف على الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية في منطقة الباحة ، لما لها من أهمية بالغة على الأنشطة البشرية مثل استغلالها للزراعة حيث تعد تربة زراعية خصبة يتكون معظمهما من الغرين (silt) (سعده،2003)، وكذلك أهميتها الكبرى لمقومات البيئة في هذه المنطقة فخصائص تربة المدرجات الزراعية التي معظمها من الغرين (Silt) سبب رئيس في وجود الينابيع و الآبار فهي تسهل تسرب الماء إلى أعماقها والبقاء بها مدة طويلة وكذلك تهويتها وسهولة تعمق

جذور النباتات فيها (Calvin, 1906; Chesworth, 1982; Wooldridge and Linton, 1933). ولا تزال تربة المدرجات الزراعية مجهولة رغم أهميتها في الاستقرار البشري على سفوح جبال السروات، كذلك خصائصها الطبيعية التي تسمح بتسرب المياه مما يؤدي إلى تزويد الينابيع والآبار بالمياه.

فرضيات الدراسة :

1 – معرفة تكوين تربة المدرجات الزراعية هل هي غرين (Silt) ، أو طمي (Clay) ، أو رمل (Sand)، أم هي خليط مما سبق ونسبة كل منهم؟.

2 – هل تختلف الخصائص الطبيعية باختلاف التكوين الجيولوجي للوادي، أم أنها رواسب ثانوية نقلت بالرياح من الربع الخالي، أو من أفريقيا وجرفت إلى المدرجات الزراعية بواسطة الأمطار كما ذكر (سعده 2003)، أم أنها تربة محلية؟.

3 – هل خصائص تربة المدرجات الزراعية في مدرجات الوادي الواحد متشابهة أو مختلفة؟.

الدراسات السابقة:

المدرجات الزراعية تناولها عدد كبير من الباحثين في دراسات لا تخص الخصائص الطبيعية للتربة و إنما في وصفها و أنواعها وتاريخ احتمال بنائها مثل (Lehman, 1993, Inbar and Zgaier, 1996 Treacy, 1989, Varisco, 1983m Lawton and Wilke, 1979m Spencer, and Hale, 1961; Donkin, 1979, Swanson, 1955, Abdulfatah, 1981, Lewis, 1953, Wheatley, 1965) .

ولا يوجد دراسات تبحث في الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية في جنوب غرب المملكة وإنما يوجد دراسات أشارت إلى احتمال أصل هذه التربة مثل:

1 – دراسة قام بها الدكتور(سعده،2003م)،تبحث في أصل تربة اللويس في جنوب غرب المملكة العربية السعودية وذكر أن تربة المدرجات الزراعية تتكون من تربة اللويس[1] نقلت

(1) تربة اللويس هو مصطلح عالمي يستخدم في معظم اللغات العالمية وهي تربة منقولة بواسطة الرياح يتكون معظمها من الغرين.

بواسطة الرياح من الربع الخالي وتم إرسابها بواسطة الامطار من سفوح الجبال إلى المدرجات الزراعية حيث قام بجمع عينة واحدة من كل وادي من أودية متفرقة من منطقة جازان إلى منطقة الباحة وذكر أن هذه التربة أصلاً نتيجة للتجوية الكيميائية لصخور الجرانيت للدرع العربي في الزمن الثالث المتميز بالأمطار (sadah, 1989)، وخلال العصر الأوليجوسين عندما بدأت جبال السروات بالارتفاع بدأت عوامل التعرية في جرف هذه المواد المفككة إلى حوض الربع الخالي، وخلال الزمن الرابع قامت الرياح بتصنيف الرواسب الفيضية حيث بقيت الرمال في حوض الربع الخالي ونقلت رواسب اللويس إلى جبال السروات، وخلال العصور المطيرة انجرفت تربة اللويس من على المنحدرات إلى الأودية.

2- دراسة قام بها الدكتور(الشمراني،1980م)، تبحث في أشكال المدرجات الزراعية وتوزيعها المكاني وأهميتها في إقليم السراة جنوب غرب المملكة العربية السعودية وذكر أن تربة المدرجات الزراعية تتكون من الطين فقط ولم يجري تحليلاً للتربة في المعامل.

اصل تربة المدرجات الزراعية :

تنتشر تربة اللويس (loess) انتشاراً كبيراً في أوربا الوسطى وفي روسيا ، كما تغطي مساحات واسعة في وسط الولايات المتحدة وخاصة في حوض المسيسبي ، كما توجد أيضاً في شمالاً الأرجنتين ، هذا بالإضافة إلى المساحات الواسعة التي تغطيها تربة اللويس حول أطراف المناطق الداخلية الجافة من آسيا ، كما تنتشر أيضاً في الصين حيث تتميز بالسمك الكبير (البنا ، 1968) .

وتتكون معظم تربة المدرجات الزراعية في منطقة الباحة من الغرين (Silt) كما ذكر (سعده 2003) و الاسم المتعارف عليه بين العلماء في العالم تربة اللويس (Loess)، واختلف العلماء اختلافاً كبيراً في أصل تربة اللويس ففي السابق كان الاعتقاد السائد أن احتكاك الجليد بالصخور يودي إلى تكوين حبات اللويس مثل سمولي (Smalley, 1966)، وعارضه كثير من العلماء مثل (Berger et. al, 2002) ، مستندين إلى أن الغطآت الجليدية في العصور الجليدية لم تغطي إلا نطاقات صغيرة من الكرة الأرضية بينما رواسب اللويس تنتشر على سطح الكرة الأرضية، ويعتقد بعض العلماء أن التجوية الكيميائية لصخور الجرانيت هي السبب الرئيس في

تكوين تربة اللويس مثل (Zhou et. al. 1990 , Nahon and Trompette, 1982 Pye, 1983; Gallet et al. 1998 , Wright et al, 1998) ، أما رايت وسميث فيرجعون تكوين حبات اللويس الى احتكاك الصخور ببعضها عند حدوث الفيضانات (Wrihgt and smith, 1993) وهناك رأي آخر يؤكد أن التجوية الميكانيكية هي السبب في تكوين حبات اللويس مثل (Kuenen,1960)، وهناك عدد من العلماء يؤيد أن بري الصخور بواسطة الرياح هي السبب الرئيس مثل (Smalley and Vita-Finzi, 1968, Whalley, et. al, 1987)، بينما وجد الجيولوجيون في أمريكا الجنوبية رواسب بركانية صنفت علمياً رواسب لويس (Clapperton, 1990) ، كذلك وجد في أمريكا الجنوبية رماد بركاني في حجم حبيبات اللويس يغطي مساحات كبيرة (Martin, 2000)، بينما يؤكد رايت أن كل العمليات السابقة تؤدي إلى تكوين حبات اللويس (Wright, 2001). عموماً تتركز معظم رواسب اللويس في المملكة العربية السعودية في جنوبها الغربي وتقل في الشمال والشمال الشرقي والشرق حتى تكون معدومة كما ذكر (سعده، 2003).

أهمية تربة المدرجات الزراعية :

تكمن أهمية تربة المدرجات أنها السبب الرئيس في الاستقرار البشري على منحدرات جبال السروات بما تتصف به من خصائص لنمو النباتات، فهي تربة خصبة واختلف الباحثون في هذه الخصوبة فالبعض يذكر أنها تبقى خصبة لمدة طويلة دون الحاجة الى مخصبات للتربة (Calvin, 1906, Merrill, 1921, Wooldridge and linton, 1933, Chesworth, 1982; مثل Catt, 2001)، وهناك رأي آخر يرجع الخصوبة إلى رواسب اللويس التي تنقلها الرياح سنوياً وتترسب على المناطق التي يسود فيها رواسب اللويس مثل (Free, 1911) وقد يكون رأي فيري أقرب للصحة فجبال السروات تتعرض سنوياً إلى سحب من الغبار من أفريقيا والربع الخالي تترسب على منحدراتها ثم تنقل بواسطة المياه إلى المدرجات وتتميز أن معظمها غرين (Silt) جيدة التصريف(سعده، 2003)، ونتيجة لهذه الخاصية فهي تمد الينابيع و الآبار بالمياه مما يمكن استخدامها للري مرة أخرى وخاصة في المدرجات التي توجد في نهاية الوادي وكذلك تحتفظ بالرطوبة وسهولة تعمق جذور النباتات بها، وتتميز هذه التربة عند النحت الجانبي للمياه أنها تبقى بزاوية قائمة مهما بلغ سمك التربة شكل (7)، ففي الصين يبلغ سمكها 400 متر وتبقى بزاوية قائمة (Pay, et. al, 1989).

تقسيم فصول الدراسة:

الفصل الأول: تم فيه مناقشة أهداف وأهمية الدراسة وفرضيات الدراسة وعرض الدراسات السابقة التي ألقت الضوء على تربة المدرجات الزراعية و أهميتها الكبرى للبيئة عموماً ومصطلحات الدراسة.

الفصل الثاني: يختص بالوادي المراد دراسته من حيث الموقع والمظهر العام والمناخ السائد والتكوين الجيولوجي وشكل الوادي.

الفصل الثالث: تعريف للمدرجات الزراعية أنواع المدرجات (والمقصود بأنواعها هناك مدرجات في بطون الأودية وهناك مدرجات على سفوح الجبال وكل منها له خصائصه وأشكاله).

الفصل الرابع: تم فيه عرض العمل الحقلي ومنهج الدراسة و أسلوب جمع البيانات وطرق تحليلها.

الفصل الخامس: يختص بنتائج التحليل المعملي وخاتمة الرسالة ونتائج الدراسة والمقترحات والمراجع.

مصطلحات الدراسة :

ا- التربة: Soil

طبقة رقيقة على وجه الأرض تتكون من مركبين أحدهما عضوي (الدبال) والآخر غير عضوي (معادن)وهكذا فهي سلسلة من المكونات الطبيعية والكيميائية ولها فعالية كبيرة على نمو النبات . " يحيى، الدوعان (1421).

2- رمل : Sand

حبيبات ترابية ارسابية يتراوح قطرها مابين 06'ملم – 2ملم. يحيى، الدوعان (1421).

3- طين : Clay

حبيبات رسوبية صغيرة الحجم يصل قطرها الى اقل من 004'ملم وهي بذلك تكون اصغر حبيبات التربة حجما. " يحيى، الدوعان (1421).

4- غرين : Silt

عبارة عن رواسب فتاتيه ناتجة من حت الأنهار في العصر الحديث والتي توجد في سهول الفيضانات والمراوح الفيضية . وهي ذات خصوبة عالية وصالحة لزراعة . " يحيى، الدوعان (1421).

5- قوام التربة : Texture

يجسم الخواص الطبيعية للصخور والتي تخص الحجم والشكل وترتيب الحبيبات المعدنية التي تحتويها هذه الصخور مثل الحبيبات الخشنة والناعمة . " يحيى، الدوعان (1421)."

6– مدرجات زراعية : Agricultural terraces

مجموعة من المدرجات والتي قطعت في المنحدرات الجبلية والتلال من اجل توفير الأراضي الزراعية وتقليص تعرية التربة في هذه المناطق ذات المنحدرات الشديدة يحيى، الدوعان (1421).. "

7– اللويس : Loess

مصطلح عالمي يطلق على نوع من التربة الخصبة زراعياً والمنقولة بواسطة الهواء او الماء ويتكون معظمها من الغرين (Silt) واختلف العلماء في مصدر هذا النوع من التربة. " سعدة (2003).

الفصل الثاني

منطقة الدراســـــة

منطقة الدراسة

مقدمة

وادي غزير :

- الموقع والمظهر العام
- المناخ السائد
- التكوين الجيولوجي
- مورفولوجية الوادي

وادي بني سعيد :

- الموقع والمظهر العام
- المناخ السائد
- التكوين الجيولوجي
- مورفولوجية الوادي

مقدمة

تم اختيار واديين من أودية جبال السروات التي يمكن الوصول إليها وجمع العينات منهـا وهما: وادي غزير– الذي تتكون صخوره من الشست وهو نوع من الصخور المتحولة يتميز بالصلابة ومقاومته للتجوية، ووادي بني سعيد الذي تتكون صخوره مـن الجرانيـت الـذي تعرض للتجوية الكيميائية في الزمن الثالث عندما كانت شبه الجزيرة العربيـة علـى خـط الاستواء (Sadah, 1989) ، وكلا الواديين رافدين من الروافد العليا التي تتميز بأن مدرجاته تحتل بطون الأودية ولا يوجد قناة في وسط الوادي لتصريف السيول، وهذه الميزة للواديين أن كل الرواسب سواءً من الغبار المتساقط على المدرجات رأسا أو الرواسب المنقولة من سفوح الجبال بواسطة المياه موجودة في المدرجات، بينما المدرجات التي تحتـل ضـفتي الـوادي وبينهما قناة لتصريف السيول شكل(4) ربما السيول نقلت كثير من الرواسب بعيداً إلى مصبات الأودية ولهذا ستكون هذه الدراسة مقدمة لإعطائنا صورة واضحة عن الخصائص الطبيعيـة لتربة المدرجات الزراعية.

وادي غزير:

الموقع والمظهر العام

يقع وادي غزير جنوب مدينة الباحة عند تقاطع خط طول "63 '30 °41 شرقاً مع دائـرة عرض " 53 ' 58 °19 شمالاً ويرتفع أعلى مدرج عن سطح البحر 2349م وأدنـى مـدرج 2253م عن سطح البحر ، ويبعد عن مدينة الباحة حوالي 15 كم شكل(2)، اسـتخدم جهـاز تحديد المواقع (GPS- Garmin, VI) في معرفة خطوط الطول والعرض وارتفاع الوادي عـن مستوى سطح البحر، وتقع منابع الوادي في الجنوب ويتجه الى الشمال شكل(1 – ب).

المناخ السائد

المناخ في هذه المنطقة معتدل صيفاً بارد شتاء وكمية الأمطار حوالي 477 مـم سـنوياً ، والتبخر حوالي 910.3 مم سنوياً، والرطوبة النسبية حـوالي 47.2% ، ومتوسـط درجـة الحرارة تتراوح بين 24.36 – 12.12 درجة مئوية (الجراش، 1989 ص 322 – 326).

التكوين الجيولوجي

يتكون الوادي من صخور الشست وهي صخور متحولة تتميز بصلابتها ومقاومتها للتعرية وهي صخور متحولة غير مسامية لا تسمح للماء بالتسرب إلى أسفل، ولهذا كانت من أهم العوامل لوجود الينابيع الفصلية. وكما هو معروف الدرع العربي يتكون معظمه من صخور الجرانيت وجيوب من الصخور المتحولة.(الشنطي، 1993)

مورفولوجية الوادي

يمتد وادي غزير من الجنوب إلى الشمال ويبلغ أقصى ارتفاع للوادي عن سطح البحر 2349م و ادني ارتفاع عن سطح البحر 2253م، ويقع على صخور متحولة صلبة طباقية غير مسامية، وفي نهاية الوادي تتكشف القاعدة الصخرية تظهر بها الينابيع لتكون ما يطلق عليه محلياً (كظامه) وهي حوض يشبه المدرج الزراعي ولكن يحتوي فقط على الماء الآتي من الينابيع الفصلية (الكظامة) بعد سقوط الأمطار يستخدمه المزارعون لسقي المدرجات الزراعية لوادي الحوزة الذي يلي وادي غزير، ومصدر هذه الينابيع الأمطار التي تسقط على وادي غزير تتسرب إلى أسفل الوادي، وتحتل المدرجات الزراعية المروية بطن الوادي بينما المدرجات البعلية غير مروية تحتل السفوح المنحدرة الى الوادي شكل(2).

شكل (2) منظر عام لوادي غزير.

وادي بني سعيد :

الموقع والمظهر العام

يقع وادي بني سعيد جنوب مدينة الباحة عند تقاطع خط طول " 05 ' 33 °41 وخط عرض " 30 ' 55 °19 ويرتفع عن سطح البحر 2045 وأدنى مدرج 2032م ، ويبعد عن مدينة الباحة حوالي 31 كم شكل(3)، ويتجه م الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي، واستخدم جهاز تحديد المواقع (GPS- Garmin, VI) في معرفة خطوط الطول والعرض وارتفاع الوادي عن مستوى سطح البحر.

المناخ السائد

المناخ في هذه المنطقة معتدل، صيفاً بارد شتاء وكمية الأمطار حوالي 477 مم سنوياً، والتبخر حوالي 910.3 مم والرطوبة النسبية حوالي 47.2% ودرجة الحرارة تتراوح بين 24.36 – 12.12 درجة مئوية (الجراش، 1989 ص 322 – 326).

التكوين الجيولوجي

تتكون صخور الوادي من صخور الجرانيت التي تعرضت للتجوية الكيميائية عندما كانت شبه الجزيرة العربية في العصر الثالث على خط الاستواء وعندما انفصلت شبه الجزيرة العربية عن افريقيا وارتفعت جبال السروات انجرفت المواد الناتجة عن التحلل الكيميائي لصخور الجرانيت إلى شرق وغرب جبال السروات (Sadah, 1989)، اما ما بقي من المفتتات نتيجة للتجوية الكيمائية فأنه تخلط مع التربة شكل (26)، وتتميز صخور الجرانيت التي تعرضت للتجوية الكيميائية بوجود أحواض[2] تحت كل وادي تتسرب إليها المياه عند هطول الأمطار لتكون رافداً مهماً لمد الآبار بالمياه.

[2] الأحواض عبارة عن تجويف في الصخر تعرض للتجوية الكيميائية وأصبح الصخر فيه مفكك يسمح للماء بالتسرب إلى الحوض ليكون مستودع يغذي الآبار بالمياه.

مورفولوجية الوادي

يمتد وادي بني سعيد من الشمال إلى الجنوب، ويحيط به صخور متكورة نتجت عن التجوية الكيميائية لصخور الجرانيت في الزمن الثالث حيث أن هذه الصخور هي قلب الكتلة الصخرية التي تآكلت أطرافها بواسطة التجوية الكيميائية شكل (3)، وبعكس وادي غزير يوجد تحت الوادي صخور جرانيت تعرضت للتجوية الكيميائية مما شكل أحواض صخورها مفككة تسمح للاحتفاظ بالماء يستخدم لري المدرجات الزراعية بواسطة الآبارشكل (3).

شكل (3) منظر للجزء الأعلى لوادي بني سعيد.

الفصل الثالث

المدرجات الزراعية

أنواعها وأشكالها وأهميتها

المدرجات الزراعية

مقدمـــة

أنواع المدرجات الزراعية :

1- المدرجات الجانبية

2- المدرجات الكنتورية :

أ - المدرجات الكنتورية المروية

ب - المدرجات الكنتورية البعلية (غير المروية).

أهمية زراعة المدرجات

أسباب تدهور المدرجات الزراعية

المدرجات الزراعية

مقدمـة :

ظاهرة المدرجات الزراعية على الكرة الأرضية نالت كثير من الاهتمام وهي تختلف مـن منطقة إلى أخرى تبعاً لنوعية المناخ والمحصول الذي يراد زراعته. ففي المنـاطق الجافـة وشبه الجافة لابد أن تكون المدرجات الزراعية مسطحة وعبارة عن أحواض لتكْون مصـائد للماء حتى يبقى في التربة رطوبة يستفيد منها النبات بينما في المناطق التي تتميز بكمية كبيرة من الماء لا تحتاج إلى هذه التقنية وقد تكون المدرجات مسطحة في مناطق تتمتـع بكميـات كبيرة من الأمطار كما هو الحال في المدرجات الزراعية في جنوب شرق آسيا والتي يـزرع فيها الأرز حيث أن الأرز يحتاج إلى كمية كبيرة من الماء لنموه، وتاريخ الاسـتيطان علـى منحدرات جبال السروات وبناء المدرجات الزراعية لتوفير الغذاء الكافي لهذه المستوطنات لم تعط حقها في البحث والدراسة، فسكان هذه المناطق لم يتركوا وثائق تشرح الكيفية التي بنيت بها هذه المدرجات، ولا تزال أصول المدرجات الزراعية وتقنياتها مجهولة ، متى بدأت إقامة هذه المدرجات؟ ، وكيف تم انتشارها على ذلك النطاق الواسع؟ . فذلك مما لا يزال موضـع بحث وتأمل ، إذ يكاد لا يعرف شيء عن المدرجات وتقنيات بنائها.

والسؤال الذي لا يوجد له إجابة هل هذه المدرجات بنيت في وقت واحد أم أنها بنيت على مراحل؟،(سعده)[3] من خلال عمل ميداني قام به لتقصي بداية بناء المدرجات الزراعية وجـد أن الجدار المساند للمدرجات الزراعية لم يبنى دفعة واحدة بالشكل الذي هو عليه الآن وإنمـا بني على مراحل فالجدار كان قصيراً في البداية وجميع الرواسب من حجارة ورمل وتـراب – التي في المنحدر الأعلى من الجدار– جمعت وراء الجدار المساند لتكوين مـدرج مسـطح ويكون الجدار المساند مرتفعاً عن سطح المدرج ليشكل حوضاً تتجمع فيه المياه لتستفيد منهـا النباتات شكل (6،7) ومع مرور الزمن فإن الحوض الذي يحجز الماء خلفه يمتلئ برواسـب اللويس التي تأتي بها الرياح سواءً من الربع الخالي أو أفريقيا وكذلك رواسب اللـويس التـي تسقط على المنحدرات تحملها المياه إلى المدرجات، مما يضطر المزارع لرفع الجدار ليكـون

---

[2] تطور بناء المدرجات الزراعية على سفوح جبال السروات (بحث لم ينشر)

الحوض قادراً على حجز الماء وهكذا تم رفع الجدار تدريجياً مرات ومـــرات حتـــى أصـــبح بالشكل الذي هو عليه الآن ومما يؤيد هذا أن الرواسب التي بني عليها الجدار في البداية لـــم تكن كلها تنتمي إلى رواسب اللويس بل هي خليط من الرمل والحجارة والطين و اللويس التي كانت على المنحدر بل أن اللويس يشكل نسبة بسيطة جداً من هذه الرواسب، بينما الرواســـب فوق هذه الرواسب مباشرة معظمها رواسب لويس وتقل الرواسب الأخرى مثل الرمل والزلط والحجارة شكل (6،7) و هذا يفسر كيف بنيت المدرجات على خطوط الكنتور ونستنتج مـــن هذا أن المدرجات الزراعية أخذت وقتاً طويلاً لتصبح في شكلها الحـــالي ولهـــذا المـــدرجات الزراعية التي أنشئت في أول مرحلة قد تكون كافية للسكان ومع زيادة الســـكان المـــدرجات تتسع نتيجة للرواسب الفيضية أو الريحية أو بناء مدرجات جديدة .

وكان بناء المدرجات الزراعية على أودية ومنحـــدرات جبـــال الســـروات يهـــدف الـــى الأغراض التالية:

1 – تكوين مسطحات مستوية ليسهل حرثها وحصادها.

2 – تكوين مصائد للمياه لحفظ الرطوبة في التربة لتمد النباتات بالماء لوقت أطول حيث تتميز هذه المنطقة بقلة الأمطار وتذبذبها.

3 – إمكانية ري هذه المدرجات بالماء من الينابيع الفصلية والآبار وخاصة في بطـــون الأودية حيث أنه من المستحيل ري المدرجات الغير مستوية السطح شكل(5).

المدرجات الزراعية في أودية وعلى منحدرات جبال السروات معظمها أعيد بناءها جراء الأمطار الغزيرة التي تسقط في أوقات متباعدة ولمدة طويلة حيث ينهار الجدار المساند نتيجة لتشبع التربة بالماء مما يؤدي إلى ضغط التربة عليه فيسارع المزارع إلى إقامته مرة أخـــرى وفي نفس المكان السابق للجدار وسكان جبال السروات يتحدثون عن بعض السيول التي قـــد تكون جارفة أو تستمر لمدة طويلة التي حدثت في السابق مما أدى إلى هدم أجزاء كبيرة من الجدران المساندة، وتكون التربة في هذه المدرجات عادة اسمك في المقدمـــة ،اذ أن الغـــرين (Silt) يميل للتراكم على طول الجدران الحاجزة ، ومع الابتعاد عن الجدران الحاجزة تصـــبح التربة أكثر ضحالة، ومن الجدير بالذكر أن المحراث الذي تجره الحيوانات يمكنه الوصـــول

إلى الطبقة الصخرية عند الأطراف الخلفية للمدرج . وتكون التربة في الغالب مستوية وغنية بالغرين.

أنواع المدرجات الزراعية:

تُصنَف المدرجات الزراعية تبعاً للوادي فإذا كان الوادي رافد أولي ولا يصب فيه روافد يسود بطن الوادي المدرجات الزراعية ويمتد الجدار المساند من السفح الى السفح المقابل، وإذا كان الوادي يصب فيه روافد أو كان طويلاً فإن بطن الوادي يخصص كقناة لتصريف السيول، ويمكن تصنيف المدرجات الزراعية إلى الأنواع التالية:

1- المدرجات الجانبية:

وهي المدرجات التي تحتل أطراف الأودية الأكبر حجماً التي يصب فيها روافد بينما يخصص وسط الوادي كقناة كبيرة لتصريف السيول التي تأتي من الروافد العليا للوادي، ويمكن أن يطلق عليها اسم المدرجات الجانبية شكل (4)، وتكون المدرجات الجانبية محمية بواسطة جدران حاجزة تمتد على طول جوانب الوادي ومحاذية له وموازية لقناة التصريف، وتكون مبنية من حجارة جلمودية كبيرة من الصخور المتوافرة في الوادي وهي غير منتظمة الأبعاد.ويصل قطر الحجارة الجلمودية المستعملة عند قاعدة هذه الجدران إلى متر واحد فأكثر، وتكون قوية بحيث يمكنها تحمل قوة الانجراف الجانبي لقناة تصريف السيول. ثم تكدس حجارة جلمودية أصغر في العادة فوق الحجارة الجلمودية القاعدية . ويتغير ارتفاع هذه الجدران من مكان إلى مكان في الوادي، ومعظم المدرجات الجانبية هي شبة مستطيلة من حيث الشكل وذات أرض مستوية ، وهي تروى بالمياه من الآبار ، وهذه المياه تنتقل إلى جميع أقسام المدرج عبر أقنية صغيرة مشقوقة في سطح المدرج تؤدي إلى مربعات شكل (5)، وحيث لا تستطيع المياه أن تصل بسبب عدم استواء الأرض ، تسوى الأرض يدوياً لتسهيل الانسياب وتعتبر تربة المدرجات الجانبية هي تربة خصبة بسبب طبيعتها الغرينية . وتعتمد الزراعة في هذه المدرجات الجانبية بشكل كبير على كمية المياه المتوفرة من الآبار و الينابيع الفصلية (الكظامة) وعلى سقوط الأمطار أيضاً.

وتترك السيول عادةً وراءها طبقة رقيقة جديدة من الغرين والطمي ، هذه الطبقة تزيد من خصوبة التربة . ولكن بعض المزارعين الذين يجهلون قيمة الغرين يكشطون هذا الطمي

والغرين ويتخلصون منه. بينما يقوم المزارعون الآخرون الذين يفهمون قيمة هذه الترسبات بتوزيعها على كامل المدرجات.

2- المدرجات الكنتورية :

يوجد نوعان من المدرجات الكنتورية أو المدرجات المبنية على طول السفح :

أ - المدرجات الكنتورية المروية:

تقع المدرجات الكنتورية المروية في أودية الروافد العليا للأودية الكبيرة، حيث تكون كمية السيول غير خطيرة على جرف المدرجات الزراعية .و تتألف جدران المدرجات المروية من صف من الحجارة مع حشوة مخلوطة من فتات الصخور والحصى والوحل توضع بينها ، ويختلف ارتفاع الجدار بدرجة انحدار الوادي فكلما زاد الانحدار كان الجدار مرتفع وقلت مساحة المدرج وكلما نقص انحدار الوادي يقل ارتفاع الجدار وتزداد مساحة المدرج وتزداد مساحتها عندما يكون الوادي متسعاً، ويتميز سطح المدرج بالاستواء وهذه المدرجات مساحتها أكبر من كل أنواع المدرجات والجدار المساند يمتد من سفح الجبل إلى السفح المقابل بشكل كنتوري إلى الداخل بشكل نصف دائري وهذا الشكل يساعد الجدار المساند كثيراً في مقاومة ضغط التراب عند هطول الأمطار وتشبع التربة بالرطوبة وهي تقنية تستخدم في بناء السدود لمقاومة ضغط المياه، وتتميز بمحصول وافر نتيجة للأمطار وريها بمياه الينابيع و الآبار ولهذا اطلق عليها مدرجات مروية .

ب - المدرجات الكنتورية البعلية (غير المروية):

المدرجات الكنتورية البعلية ويسود هذا النوع من المدرجات في العادة في السفوح العليا على كلا جانبي الوادي ويطلق عليها في منطقة الباحة (عثري) وسميَت بذلك لأنها تستفيد من الأمطار فقط و لا تروى بمياه الينابيع و الآبار وذلك لوجود الآبار والينابيع في بطون الأودية بينما تكون هذه المدرجات مرتفعة على سفوح الجبال وتكون جدران المدرجات متوازية مع مجرى الوادي. وتصبح هذه الجدران أعلى مع الصعود على السفوح لأن ميل السفوح يزيد عادة في أعلى التلال بعكس المدرجات المروية وهي تتشابه مع المدرجات المروية في درجة انحدار السفح فكلما ازداد انحدار السفح زاد ارتفاع الجدار المساند وقلت مساحة المدرج وكلما

قل انحدار السفح قل ارتفاع الجدار وزادت مساحة المدرج شكل (22)، ومحصولها الزراعي اقل من محصول المدرجات المروية بسبب اعتمادها فقط على الأمطار.

أهمية زراعة المدرجات:

زراعة المدرجات مهمة جداً فبقاء المواد العضوية في التربة تؤدي الى:

1 – تسهل تسرب الماء إلى التربة .

2 – تزود التربة بالمواد العضوية اللازمة لنمو النبات وخاصة في أعماقها حيث تحرث التربة كل عام مرة أو مرتين مما يؤدي إلى تهويتها واختلاط المواد العضوية بها.

3 – حرث المدرجات الزراعية يساعد عل تقليب التربة وتفكيكها وإذا تركت من دون حرث سيؤدي إلى تكوين طبقة من الطين الناعم لا ينفذ الماء منها وتتعرض للتبخر ولا تستفيد منها الينابيع الفصلية والآبار .

4 – كسر وتخفيف شدة اندفاع السيول الساقطة من قمم الجبال فيبطئ جريانها ويقل ضررها على السكان والممتلكات في سفوح الجبال والوديان.

أسباب تدهور المدرجات الزراعية.

تعود أسباب تدهور المدرجات الزراعية على اودية ومنحدرات جبال السروات إلى عدد من العوامل المتشابكة ادت إلى تدهورها لعل أهمها:

1 – تفكك الملكية، فبعض المدرجات يمتلكها عدد من الأشخاص نتيجة للميراث مما يحول دون استثمارها اقتصادياً وينطبق هذا على المدرجات الكبيرة والصغيرة.

2 – قلة العائد الاقتصادي، فزراعة المدرجات بالحبوب لم تعد مجدية نظراً لزراعة الحبوب حديثاً وعلى مساحات كبيرة مما يقلل من التكلفة وكذلك استيراد الحبوب من دول أخرى.

3 – هجرة الشباب بل معظم السكان إلى المدن، وذلك لوجود الوظائف والخدمات والجامعات والخدمات عامة.

4 – عدم وصول الآلات الحديثة إلى المدرجات الزراعية سواء في بطون الأودية أو على سفح جبال السروات سبب رئيس في عزوف الناس عن زراعة المدرجات، وزراعتها بدون هذه الآلات يحتاج إلى قوة بشرية كبيرة كما أشار (Barrow, 1987) في دراسته أن ما مساحته واحد كيلو مربع من المدرجات يحتاج إلى 150 رجل، وفي السابق كانت المدرجات الزراعية تستهلك 70% من نشاط ساكن جبال السروات في زراعة المدرجات وصيانتها.

5 – التغيرات المناخية، فالمناخ على المنطقة الجنوبية الغربية من شبه الجزيرة العربية في عصر الهليوسين كان أفضل من الوقت الحاضر بسبب هبوب الرياح الموسمية المحملة بالأمطار (Roberts and Wright, 1993, p - 194). فالتغيرات المناخية قد تكون السبب الرئيس في تدهور المدرجات الزراعية، فالمنحدرات الواقعة في شرق جبال السروات والتي لا تصلح الآن الا للرعي كانت مغطاة بمدرجات زراعية بل أن نظام الري كالكظامة[4] و الفلج لا تزال آثاره باقية إلى الوقت الحاضر وكذلك القرى القديمة وهذا يدل على أن المناخ في السابق كان أكثر أمطاراً من الوقت الحالي مما حد بالسكان إلى النزوح غرباً حيث تزداد كمية الأمطار عن شرق جبال السروات بينما اصبح شرق جبال السروات مناطق للرعي فقط

6 – زيادة عدد السكان في جبال السروات مما أدى الى عجز المدرجات الزراعية بمد السكان بقدر كافي من الحبوب والخضار والفواكه، والجفاف الذي ساد في الوقت الحاضر.

7 – الطفرة البترولية تعتبر سبب رئيس في هجرة السكان و إهمال زراعة المدرجات لعدم توفر المردود الجيد منها وخاصة الشباب الذي هاجر سواء للعمل أو لطلب العلم.

---

(4) الكظامة هي حوض يقع على القاعدة الصخرية تتجمع فيه مياه الينابيع الفصلية بعد سقوط الامطار طوال الليل وبعد ذلك تنقل بالفلج إلي المدرجات الواقعة دون مستوى سطح الكظامة.

شكل (4) وادي بهر يحتل منتصفه قناة كبيرة (الجله) لتصريف السيول عند هطول الامطار الغزيرة التي تحدث عند موسم هطول الامطار وهو وادي يصب فيه عدد من الروافد، ولذلك خصص منتصف الوادي لتصريف الامطار.

شكل (5) المدرجات المسطحة وطريقة ريها بمياه الينابيع و الآبار التي من الصعب استخدامها مالم يكن المدرج مسطح وادي الحوزه منطقة الباحه .

شكل (6) مراحل بناء المدرج الزراعي على منحدرات وأودية جبال السروات

(صورة لمدرج من وادي غزير)

شكل (7) مقطع لمدرج زراعي في وادي غزير يمثل خصائص تربة اللويس التي تبقى بزاوية قائمة عندما يحدث لها نحت جانبي.

الفصل الرابع

العمل الحقلي

ومنهج الدراسة ومصادر

وأسلوب جمع البيانات وطرق تحليلها

العمل الحقلي :

طريقة جمع العينات.

الطرق المعملية المتبعة في الدراسة.

التحليل المعملي.

منهج وأساليب الدراسة:

أولا: المنهج السببي :

1 – الظروف المناخية.

2 – التركيب الجيولوجي.

3 – التصريف المائي.

ثانياً : الأساليب الإحصائية :

1 – المتوسط الحسابي.

2 – معامل التصنيف.

3– معامل الالتواء.

4 – معامل التفلطح.

العمل الحقلي :

تم جمع عينة واحدة من كل مدرج زراعي من منتصف المدرج من المدرجات التي تحتل منتصف الوادي من عمق 10سم وتم جمع (36) عينة من وادي غزير و (29) عينة من وادي بني سعيد، حجم كل عينة كان موافقاً للمعيار الذي وضع من قبل [BS (British Institute) 812,1975; BS3681 (1975)] لتكون نتائج التحليل صحيحة.

طريقة جمع العينات:

تم تحديد العينات باستخدام طريقة العينة العشوائية المكانية المنتظمة غير الموزونة،ويعتبر هذا الأسلوب من أفضل الأساليب المتبعة في مثل هذه الدراسات لأنها تجمع بين صفة العشوائية وصفة الانتظام وبذلك تم تلافى مشكلة التحيز في العينة المكانية العشوائية البسيطة وصفة الانتظام في العينة المكانية المنتظمة البسيطة و تم جمع العينات عام 1427هـ بمساعدة أقاربي نظراً لصعوبة وصولي لبعض الأماكن وقد أخذت عينة من كل مدرج بطريقة عشوائية من أعلى الوادي إلى أسفله من المدرجات التي تحتل بطون الأودية من عمق 10سم ونصف كيلو لكل عينه وفقاً للمعيار الذي وضع من قبل [BS 812,1975; (British Institute) BS3681 (1975)] ، وبلغ عدد العينات (65) عينة 36 عينة من وادي غزير و29 عينة من وادي بني سعيد، وقد وضعت كل عينة في كيس بلاستيك ، وثم ترقيم هذه الأكياس من اعلى الوادي الى أسفله (رقم العينة 1 من المدرج الأعلى في الوادي) ، وأرسلت إل جامعة ليفربول في بريطانيا، وتم تحليلها، وأرسلت النتائج وتم تمرير كل عينة من منخل(500 ميكرون[μ] 2 فاي) حيث أن الجهاز المستخدم لمعرفة حجم حبيبات التربة يتطلب ألا تزيد حجم الحبيبات عن 250 ميكرون جدول (1).

الطرق المعملية المتبعة في الدراسة:

المقصود بتحليل الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية هو معاينة خصائص حبيبات التربة من حيث الحجم وذلك لمعرفة نوعية الترسيب وطريقة النقل.

[μ] الميكرون هو مقياس لحجم حبيبات التربة وهو جزء من الألف من المليمتر.

التحليل المعملي:

تحليل حجم حبيبات التربة موضوع هام أشير إليه في عدد كبير من الأبحاث لخصت في بحث مقدم من(Folk, 1965) والطريقة المتبعة للوصول إلى فهم أفضل عن التربة ، وحجم حبيبات الرواسب هو قياس الحصى في الحقل ،والزلط والرمل بالمناخل، وإذا كانت العينة تحتوي على الغرين والطين فلابد من غسل الزلط والرمل بالماء كي يتم تنظيفها من حبيبات الغرين والطين العالقة بها وتضاف إلى بقية العينة حتى تكون نتيجة التحليل صحيحة، وهذه الطريقة نتائجها غير دقيقة وتستغرق وقت طويل – 15 ساعة لكل عينة– لذا فقد تم الاستعانة بجهاز يقيس أحجام حبيبات التربة بدقة فائقة يطلق عليه Coulter laser granulometer شكل (23)، وهو موجود في الدول المتقدمة، حيث يقوم بقياس الأحجام بواسطة الأشعة تحت الحمراء وتوضع العينة في المكان المخصص من الجهاز فتختلط بالماء ويقوم الجهاز بتحريك الماء، كما تقوم الأشعة برصد كمية كل حجم من العينة وإرسالها إلى جهاز الكمبيوتر المرتبط بالجهاز وتستغرق كل عينة اقل من عشر دقائق، وتم ارسال العينات الى قريبي طالب الداسات العليا بجامعة ليفربول ببريطانيا، وقام بمتابعة تحليل العينات في المعمل وكلفت كل عينة 9 جنيهات استرلينية

منهج وأساليب الدراسة :

أولاً: منهج الدراسة :

المنهج السببي :

بإتباع هذا المنهج تم التعرف على أهم العوامل المؤثرة في تراكم التربة في المدرجات الزراعية وذلك وفقاً لما يلي:–

1 – الظروف المناخية:

اعتمدت الدراسة على معرفة الظروف المناخية من رياح وأمطار ودورها في تراكم تربة اللويس في المدرجات الزراعية. وقد تم الاعتماد على الأبحاث العلمية وصور وكالة ناسا للفضاء الأمريكية ذات العلاقة بهذا الموضوع.

2 – التركيب الجيولوجي:

اعتمدت الدراسة على أثر التركيب الجيولوجي على الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية لوادي غزير ، ووادي بني سعيد.

3 – التصريف المائي:

تم التعرف على أثر مياه السيول في نقل التربة من سفوح الجبال الى المدرجات ومن المدرجات الى بعضها عند هطول الأمطار الغزيرة.

ثانياً: الأساليب الإحصائية:

طُبقت الأساليب الإحصائية المطلوبة لوصف العلاقات المتداخلة لحجم حبيبات التربة باستخدام برنامج سايمون (Simon, Kenneth 2001) المبرمج على برنامج اكسل لإستخراج النتائج المطلوبة لفهم الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية، واستخدم في هذه الدراسة طريقتين للتحليل الإحصائي، طريقة (Inman, 1952) وطريقة (Folk and Word, 1957)، وطريقة (Inman, 1952) الرياضية في التحليل الإحصائي لأحجام الحبيبات كان من الصعب استخدامها سابقاً حتى شاع استخدام الكمبيوتر وهي طريقة أفضل من الطرق الأخرى حيث أنها تأخذ في حسابها كل العينة . وهي طريقة تأخذ في حسابها كل مجتمع العينة، ونتائجها أكثر دقة من طريقة (Folk and Word, 1957) حيث أن طريقة فولك وورد تتجاهل 5% من طرفي المنحنى التكراري أي أنه يقوم بحساب 5% – 95% من مجتمع العينة ولكن طريقة فولك وورد مفيدة في وصف العينة من حيث التصنيف والالتواء والتفرطح وقامت الطالبة بتحليل الانحدارات الخطية باستخدام النتائج لطريقة (انمان الرياضية) وذلك لكونها تأخذ كل العينة في حسابها، وتم استخدام برنامج اكسل لرسم المدرجات التكرارية، والمنحنى التجمعي التراكمي الصاعد من أوزان كل ميكرون من كل عينة، ورسم الانحدارات الخطية لمعرفة الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية بيانياً.

1 – المتوسط الحسابي

استخدم هذا المؤشر الإحصائي في عملية تمييز حجم حبيبات الرواسب (الرمل/الغرين/الطين) وفقاً لطريقة (Inman, 1952) الرياضية و اللوغارتمية وطريقة (Folk and Word, 1957) وتحسب وفقاً لطريقة (Friedman and sanders; 1978) جدول (1)

2 – معامل التصنيف

يستخدم هذا المؤشر الإحصائي لمعرفة تصنيف حجم حبيبات الرواسب هل هي متساوية أو مختلفة فإذا كانت متساوية فأن النتيجة تكون جيدة التصنيف (well sorted) و إذا كانت الأحجام تختلف اختلافاً كبيراً فيطلق عليها التصنيف ردئ جداً (very poorly sorted) وفقاً لطريقة (Folk and Word, 1957) جدول (2).

3– معامل الالتواء

وهو مقياس مقدار تماثل توزيع الحجوم بالنسبة لمتوسطات أحجام حبيبات الرواسب (عوض ، سمير ، وآخرون 1980)، وتعتبر قيم هذا المعامل من أهم المؤشرات الإحصائية التي يمكن تحديد ظروف الترسيب البيئية حيث تشير القيم إلى تجانس أصول الرواسب أو العكس، يستخدم لحساب درجة تماثل منحنيات توزيع الرواسب، فالمنحنى المتماثل تكون درجة الالتواء فيه صفراً Symmetrical، وفقاً لطريقة (Inman, 1952) الرياضية و اللوغارتمية وطريقة Folk and Word, 1957 جدول (2)

4 – معامل التفلطح

ويستخدم هذا المؤشر الإحصائي في قياس التفلطح سواء كان مدبب أو مفلطح مما يساند نتائج قيم الالتواء وفقاً لطريقة (Folk and Word, 1957) جدول (2)

الفصل الخامس

نتائج التحليل المعملي

الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية

أولاً - الخصائص الطبيعية للتربة في وادي غزير :

1 - متوسط حجم الحبيبات

2 - معامل التصنيف

3 - معامل الالتواء

4 - معامل التفلطح

ثانياً - الخصائص الطبيعية للتربة لوادي بني سعيد :

1 - متوسط حجم الحبيبات

2 - معامل التصنيف

3 - معامل الالتواء

4 - معامل التفلطح

نتائج التحليل المعملي

أولاً - الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية

استخدمت الطريقتين الاحصائيتين (انمان) الرياضية (Inman, 1952)، وطريقة فولك وورد البيانية (Folk and Word, 1957) ، لمعرفة أحجام حبيبات التربة لكل عينة في وادي غزير ووادي بني سعيد والفرق بين الطريقتين، أن طريقة (انمان) تأخذ في حسابها كل العينة، بينما طريقة فولك وورد لا تأخذ في حسابها 5% من طرفي المنحنى التكراري، ولهذا طبقت التحليلات الإحصائية والانحدارات الخطية على طريقة (انمان) بينما طريقة فولك وورد استخدمت في وصف العينات من حيث الالتواء والتفرطح لأنها الطريقة الأفضل.

الخصائص الطبيعية للتربة في وادي غزير:

التحليل الإحصائي لأحجام تربة مدرجات وادي غزير رصدت في الجداول (3-6) وتوضح الوصف الإحصائي لكل عينة، ورسمت كمدرجات تكرارية شكل (28-39)

أوضحت تحاليل حجم الحبيبات التي أجريت على 36 عينة مدرجات وادي غزير أن معظمها غرين شكل(28-39) ونتائج نسب كل من الرمل والغرين والطين كالتالي:

- 12.5% من التربة رواسب رملية.
- 83.98% من التربة رواسب غرينية (لويس).
- 3.5% من التربة رواس طينية.

1 - متوسط حجم الحبيبات :

مقياس متوسط الحجم يستخدم للتمييز بين الحصى، والرمال، والغرين، والطين، وذلك لمعرفة متوسط حجوم كل نوع منها.

متوسط حجم الحبيبات يقل من أعلى الوادي إلى أسفل الوادي شكل (16)، حيث كان متوسط حجم الحبيبات في أعلى الوادي 60.58 ميكرون جدول (3-6) أي أنه غرين خشن حسب تصنيف (Inman, 1952)، ويقل كل ما اتجهنا إلى أسفل الوادي حيث كانت في آخر

مدرج من الوادي 16.66 ميكرون جدول (3-6) أي انه غرين ناعم حسب تصنيف Inman, (1952).

اما المتوسط العام كان 37.47 ميكرون أي أنه غرين خشن حسب تصنيف (Inman, 1952).

كمية الرمل تقل من أعلى الوادي إلى أسفله شكل (9) وكمية الغرين والطين تزداد من أعلى الوادي إلى أسفله شكل (10،11) وهذا قد يعود إلى الأمطار الغزيرة عندما تفيض المدرجات الزراعية بالماء فتنقل التربة الناعمة من المدرج الأعلى إلى الذي يليه شكل(25) وكمية الغرين هي الأكبر وهذا يدل أن هذه التربة تعتبر رواسب ثانوية أعيد إرسابها بواسطة الأمطار.

2 - معامل التصنيف :

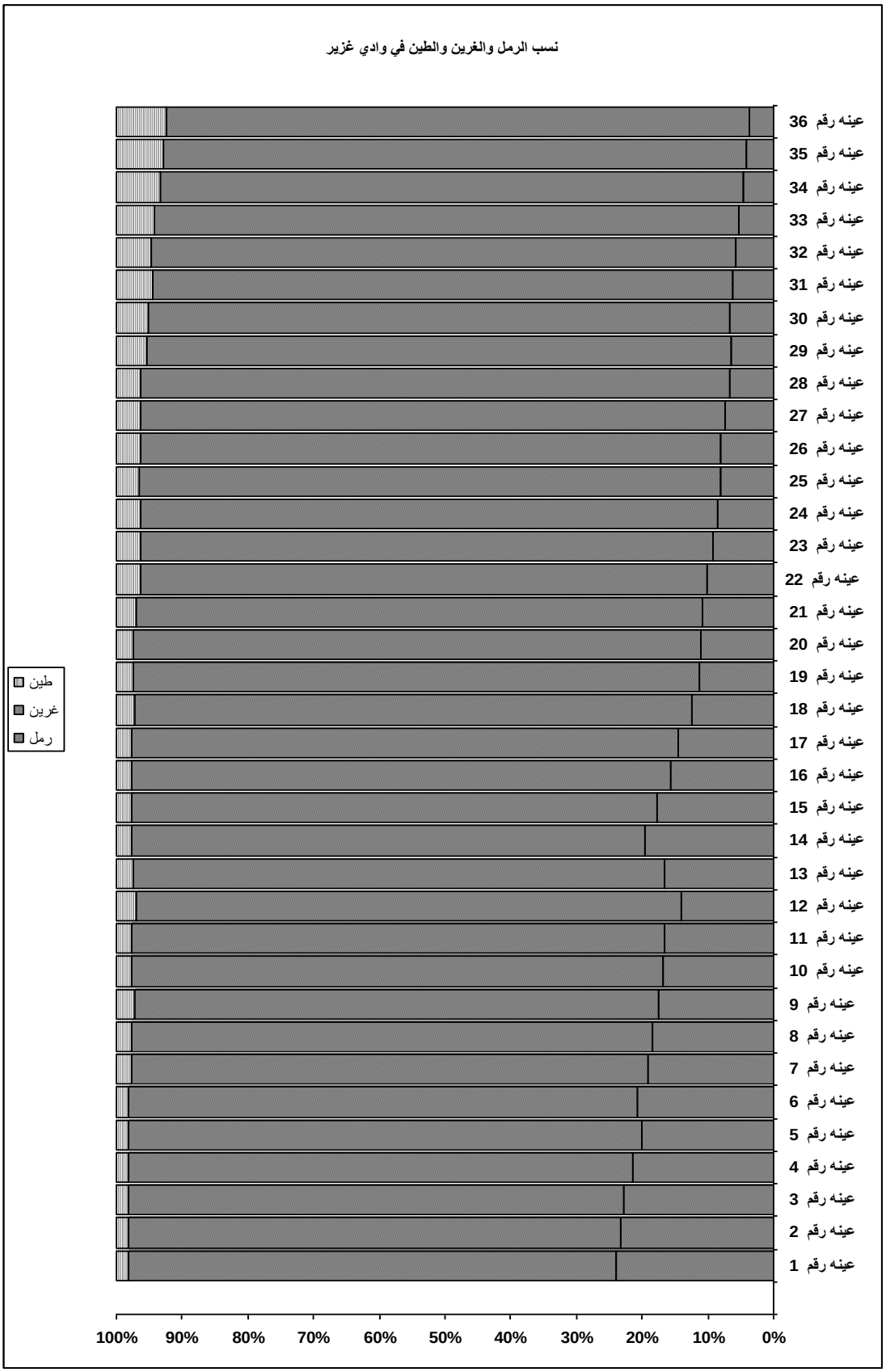
تشير نتائج التحليل المعملي أن التصنيف في البداية ردي جداً في أول مدرج 2.060ϕ الى تصنيف ردي 1.372ϕ جدول(3 – 6) وهذا يدل أن التصنيف عموماً ردي بسبب سقوط الغبار من الجو على المدرجات أو نقل الغبار من السفوح إلى المدرج أما التحسن الطفيف في التصنيف قد يعود إلى نقل بعض الرواسب من مدرج إلى آخر بواسطة المياه عند هطول الأمطار شكل (25)

3 - معامل الالتواء :

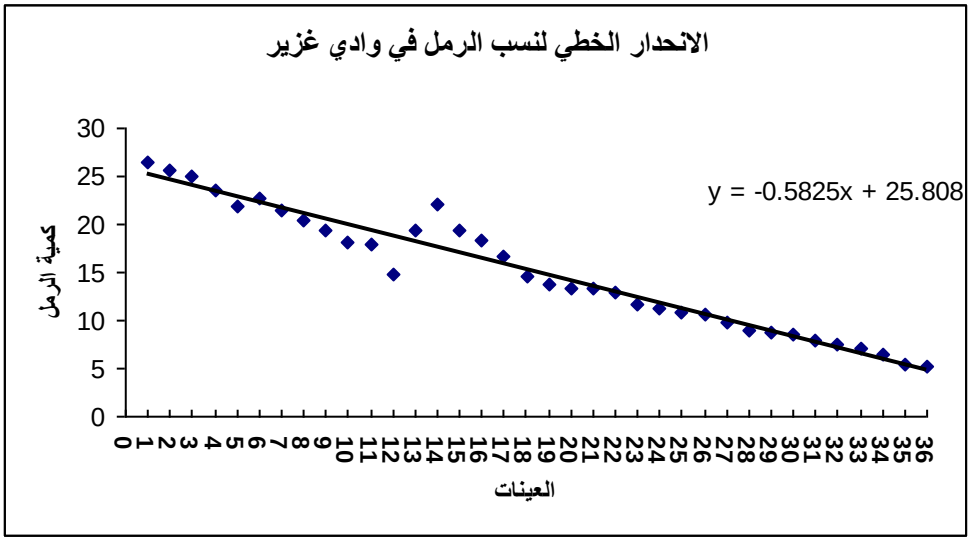
تتراوح قيم هذا المعامل من ϕ 0.243- إلى ϕ 0.022- أي أن العينات تتراوح حبيباتها بين الخشنة في أعلى الوادي إلى متوسطة الخشونة في أسفل الوادي حسب تصنيف (Folk and Word, 1957) جدول (3 –6)

4 - معامل التفلطح :

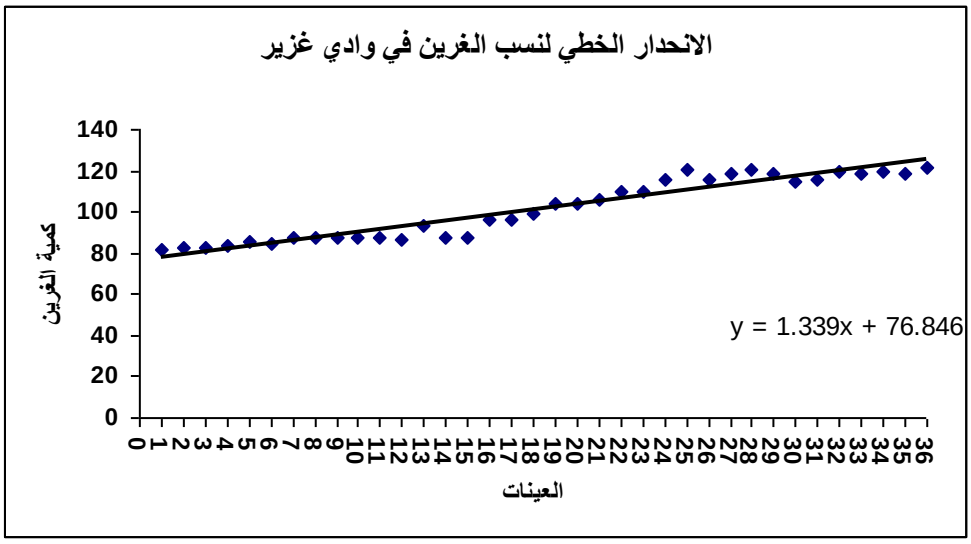
تتراوح قيم هذا المعامل من ϕ 1.108 إلى ϕ 1.133 حسب تصنيف (Folk and Word, 1957) أي أن العينات متوسطة التفلطح وتميل إلى التدبدب كلما اتجهنا إلى أسفل الوادي وقد يعود هذا إلى زيادة نسبة حجم الغرين والطين في العينات نتيجة نقله بواسطة فيضان المدرجات ونقل الرواسب من مدرج إلى المدرج الذي يليه عندما تسقط الأمطار الغزيرة جدول (3 – 6).



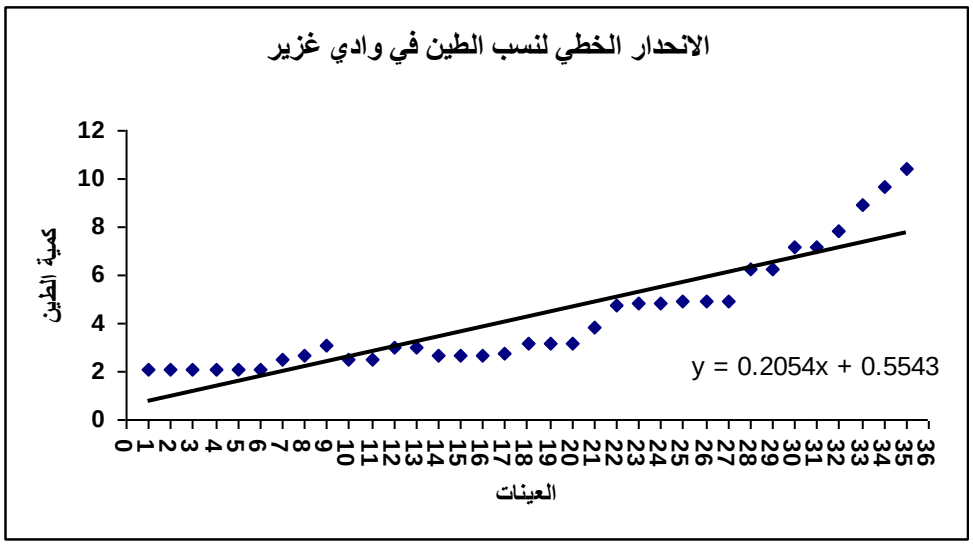
شكل (8) نسب الرمل والغرين والطين لعينات التربة في وادي غزير.



شكل (9) الانحدار الخطي لنسب الرمل في عينات التربة في وادي غزير.



شكل (10) الانحدار الخطي لنسب الغرين في عينات التربة في وادي غزير.



شكل (11) الانحدار الخطي لنسب الطين في عينات التربة في وادي غزير.

ثانيا ـ الخصائص الطبيعية للتربة لوادي بني سعيد

أوضحت تحاليل حجم الحبيبات التي أجريت على 29 عينة مدرجات وادي بني سعيد أن معظمها غرين، التحليل الإحصائي لأحجام تربة مدرجات وادي بني سعيد رصدت في الجداول (7 – 10) وتوضح الوصف الإحصائي لكل عينة، ورسمت كمدرجات تكرارية شكل (40–49)

اثبت التحليل الإحصائي لتربة مدرجات وادي بني سعيد أن معظمها غرين شكل(12)

- 18.65% من التربة رواسب رملية.
- 78.01% من التربة رواسب غرينية.
- 3.34% من التربة رواس طينية.

1 ـ متوسط حجم الحبيبات :

متوسط حجم الحبيبات يقل من أعلى الوادي إلى أسفل الوادي حيث كان متوسط حجم الحبيبات في أعلى الوادي 91.38 ميكرون جدول (7 – 10) أي أنه غرين خشن حسب تصنيف (Folk and Word, 1957) ويقل كل ما اتجهنا الى أسفل الوادي حيث كانت في آخر مدرج من الوادي 24.40 ميكرون أي انه غرين ناعم حسب تصنيف (Folk and Word, 1957). اما المتوسط العام كان 52.05 ميكرون أي أنه غرين خشن حسب تصنيف (Folk and Word, 1957).

كمية الرمل تقل من أعلى الوادي إلى أسفله شكل (13) وكمية الغرين والطين تزداد من أعلى الوادي إلى أسفله شكل (14،15) وهذا قد يعود إلى الأمطار الغزيرة عندما تفيض المدرجات الزراعية بالماء فتنقل التربة الناعمة من المدرج الأعلى إلى الذي يليه شكل(25) وكمية الغرين هي الأكبر وهذا يدل أن هذه التربة ترسبت من الغبار الآتي من أفريقيا والربع الخالي حيث أن هذا الغبار كله غرين كما يشير شكل(12) ترسب على المدرجات الزراعية وسفوح الجبال وقامت الأمطار بنقل الغبار من سفوح الجبال إلى المدرجات .

2 ـ معامل التصنيف :

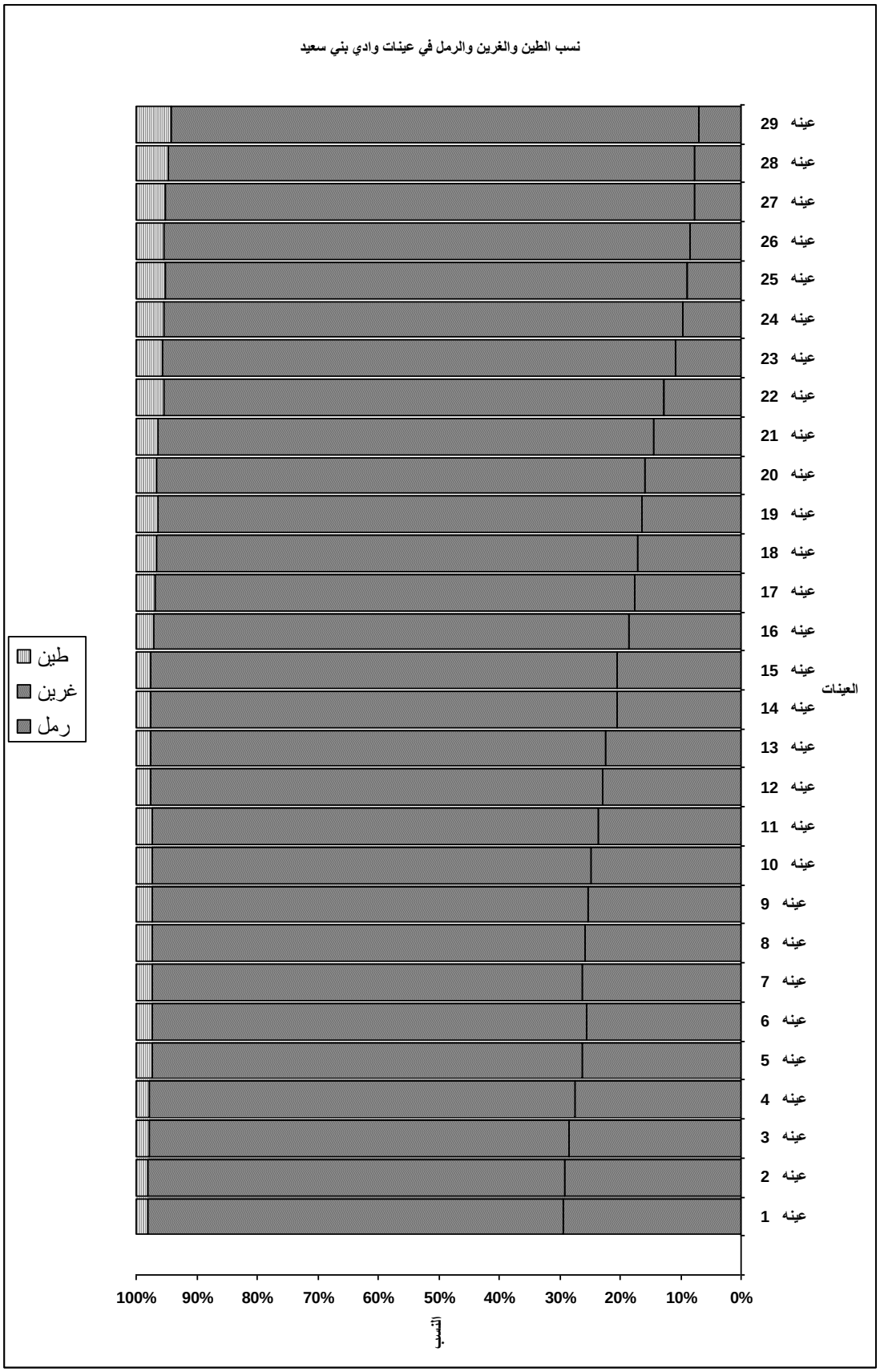
تشير نتائج التحليل المعملي أن التصنيف في البداية رديء جداً في أول مدرج 2.227ϕ الى تصنيف رديء 1.612ϕ جدول(7 – 10) وهذا يدل أن التصنيف عموماً رديء بسبب سقوط الغبار من الجو على المدرجات أو نقل الغبار من السفوح الى المدرج، أما التحسن الطفيف في التصنيف قد يعود إلى نقل بعض الرواسب من مدرج إلى آخر بواسطة المياه عند هطول الأمطار شكل (25) والتصنيف عموماَ في وادي بني سعيد اسوء من وادي غزير وقد يعود هذا إلى طبيعة الرواسب في كلا الواديين.

3 ـ معامل الالتواء :

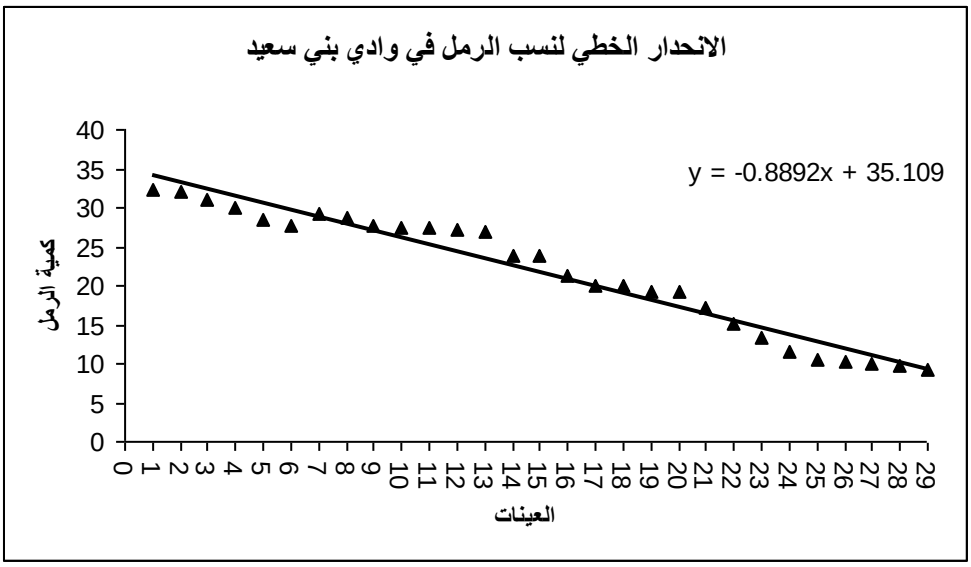
تتراوح قيم هذا المعامل من ϕ 0.235- إلى ϕ 0.013- أي أن العينات تتراوح حبيباتها بين الخشنة في أعلى الوادي إلى متوسطة الخشونة في أسفل الوادي حسب تصنيف (Folk and Word, 1957) جدول(7 – 10) وهذه النتيجة متقاربة جداً مع النتائج من وادي غزير.

4 ـ معامل التفلطح :

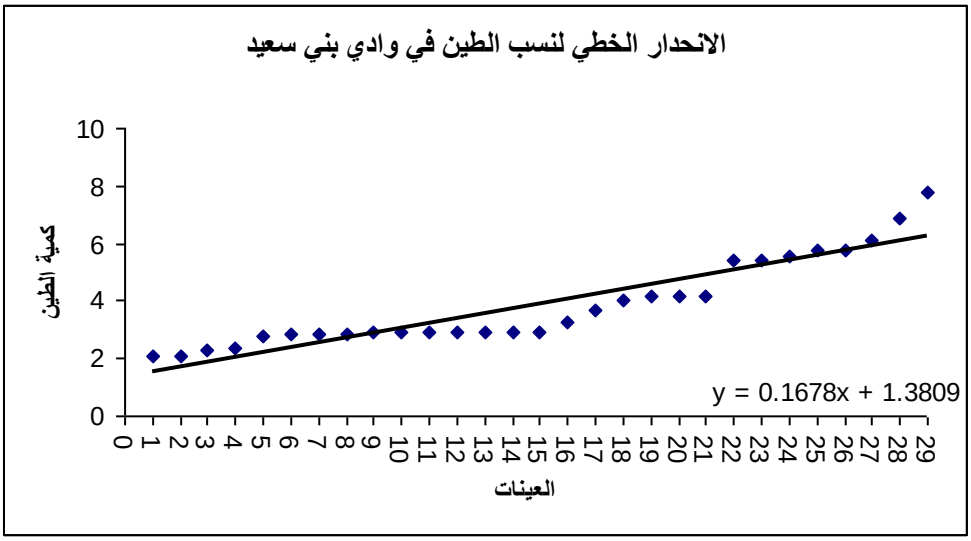
تتراوح قيم هذا المعامل من ϕ 1.948 الى ϕ 1.178 حسب تصنيف (Folk and Word, 1957) أي أن العينات متوسطة التفلطح وتميل إلى التدبدب كلما اتجهنا إلى أسفل الوادي وقد يعود هذا إلى زيادة نسبة حجم الغرين والطين في العينات نتيجة نقله بواسطة فيضان المدرجات ونقل الرواسب من مدرج إلى المدرج الذي يليه عندما تسقط الأمطار الغزيرة جدول (7 – 10). والاختلاف بين الواديين طفيف وهذا قد يعود إلى أنهما يقعان في بيئة مناخية واحدة متساوية في كمية الأمطار.



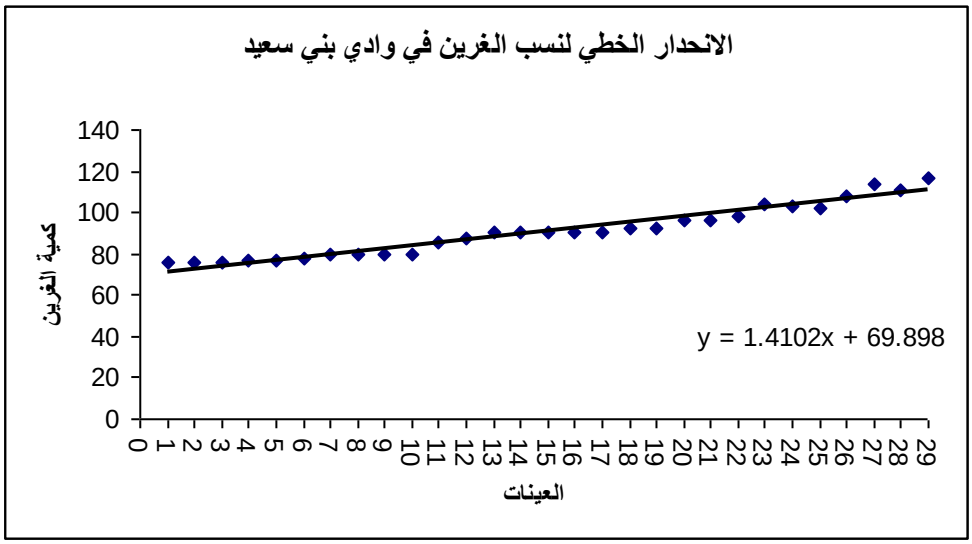
شكل (12) نسب الرمل والغرين والطين لعينات التربة في وادي بني سعيد.



شكل (13) الانحدار الخطي لنسب الرمل في عينات التربة في وادي بني سعيد.



شكل (14) الانحدار الخطي لنسب الطين في عينات التربة في وادي بني سعيد.



شكل (15) الانحدار الخطي لنسب الغرين في عينات التربة في وادي بني سعيد.

خاتمة الدراسة

نتائج الدراسة

تتلخص النتائج في هذه الدراسة في النقاط التالية:

- معظم تربة المدرجات الزراعية تتكون من الغرين (Silt) نقلت بواسطة الرياح الغربية من القارة الأفريقية والرياح الشرقية من الربع الخالي وليست فقط من الربع الخالي كما توصل إليه (سعده ,2003)، وقامت الطالبة بجمع عينتين من الغبار الآتي من القارة الأفريقية من سطح منزلين أحدهما في مدينة الباحة و الآخر في مدينة بالجرشي عام 2007م وبعد تحليلها مع بقية العينات كانت النتيجة أن هذا الغبار يتكون معظمه من الغرين وقليل من الطين شكل(17،18).

- اوضحت نتائج التحليل الإحصائي للخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية أنها تختلف من وادي الآخر تبعاً للتركيب الجيولوجي للوادي فنسبة الرمل في وادي بني سعيد أكبر من نسبة الرمل في وادي غزير شكل(9-13)، ومتوسط حجم حبيبات الرواسب في وادي بني سعيد تقل كلما اتجهنا الى اسفل الوادي بينما وادي غزير متوسط حجم الحبيبات بشكل اقل من وادي بني سعيد شكل (16)، وذلك أن وادي بني سعيد يتكون من صخور الجرانيت التي تعرضت للتجوية الكيميائية بينما صخور وادي غزير يتكون من الصخور المتحولة (شست) وكما هو معروف أن التجوية الكيميائية لصخور الجرانيت تؤدي إلى تحلل المايكا والفلسبار بينما الكوارتز لا يتأثر بالتجوية الكيميائية نظراً لصلابته يبقى دون تحلل شكل(27).

- أوضحت الدراسة أن تربة المدرجات الزراعية معظمها رواسب غرينية ترسبت بواسطة الهواء أو نقلت من سفوح الجبال إلى المدرجات بواسطة العمليات الهيدرولوجية ففي وادي بني سعيد نجد أن الرواسب مختلطة بالرمال الناتجة من التجوية الكيميائية لصخور الجرانيت شكل (26).

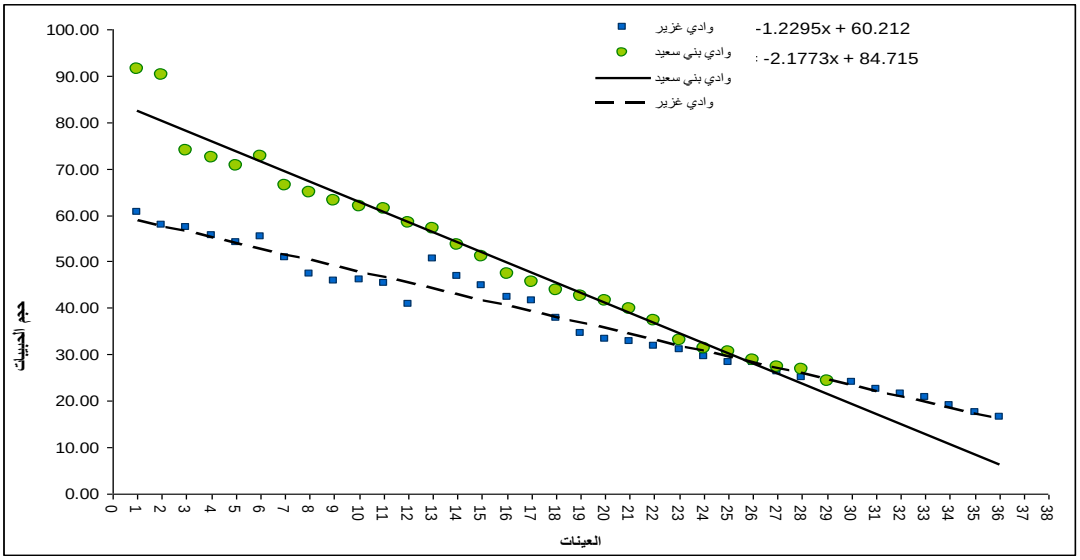
- كمية الغرين و الطين في المدرجات الزراعية في كلا الواديين تزداد من أعلى الوادي إلى أسفله وقد يكون بسبب فيضان المدرجات وقت الأمطار الغزيرة شكل(25)،

ونتيجة للأمطار الغزيرة التي تحدث وفيضان المدرجات فإن ذلك يـؤدي إلـى نقـل الغرين الناعم والطين من المدرجات العليا في الوادي إلى المدرجات الأدنى.

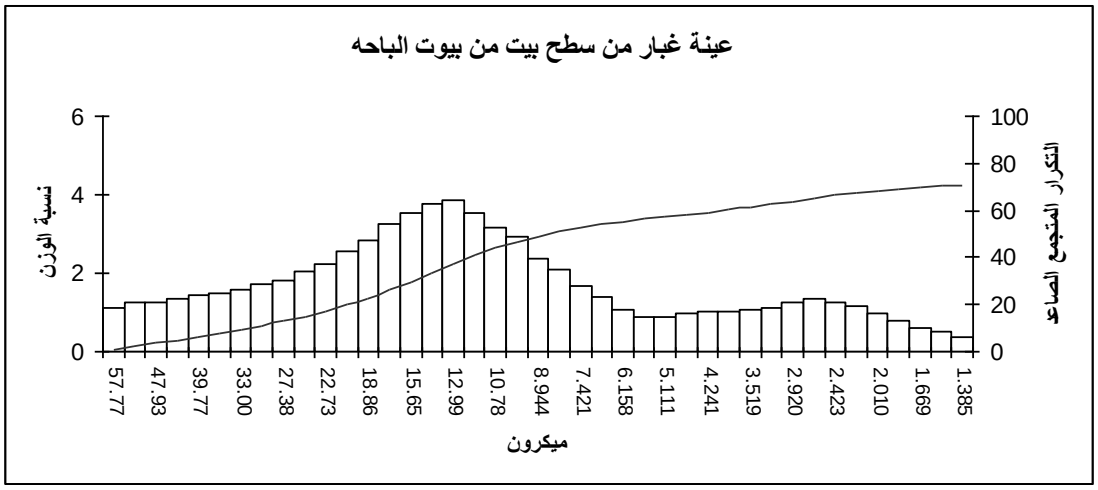
- المدرجات الزراعية تعتبر مصائد للمياه بوجود الحوض في أعلى كل مدرج و الخصائص الطبيعية لتربة المدرجات الزراعية التي يتكون معظمها من الغرين (Silt) ذات المسامية المثلى لتسرب المياه إلى باطن المدرج وكذلك لاحتفاظ التربـة بنسـبة جيدة من الرطوبة لنمو النباتات بينما الباقي يتسرب ليكون الينـابيع وتزويـد الآبـار بالمياه.

- سكان جبال السروات هجروا المدرجات الزراعية لعدم المردود الاقتصادي الجيد مما يشكل خطراً كبيراً على اختفاء المدرجات مما يؤدي إلى كارثة بيئية، فالاهتمام بصيانة المدرجات وحرثها يؤدي إلى المحافظة على البيئة وهجرها يؤدي إلى تهدم الجدار المساند شكل(24) مما يؤدي إلى انجراف تربة من المدرجات، و اختفاء حوض المدرج يودي إلى قلة أو إيقاف معدلات التدفق القاعدي للمياه Base Flow والتـي هـي السبب الرئيس في تغذية الآبار والينابيع الفصلية (الكظامة) بالمياه .وأهم مثال على هذا في نفس المنطقة التي أجريت عليها الدراسة هو جفاف مجرى جلة[5] الظفيـر (وادي بهر) وتوقفها عن الجريان.

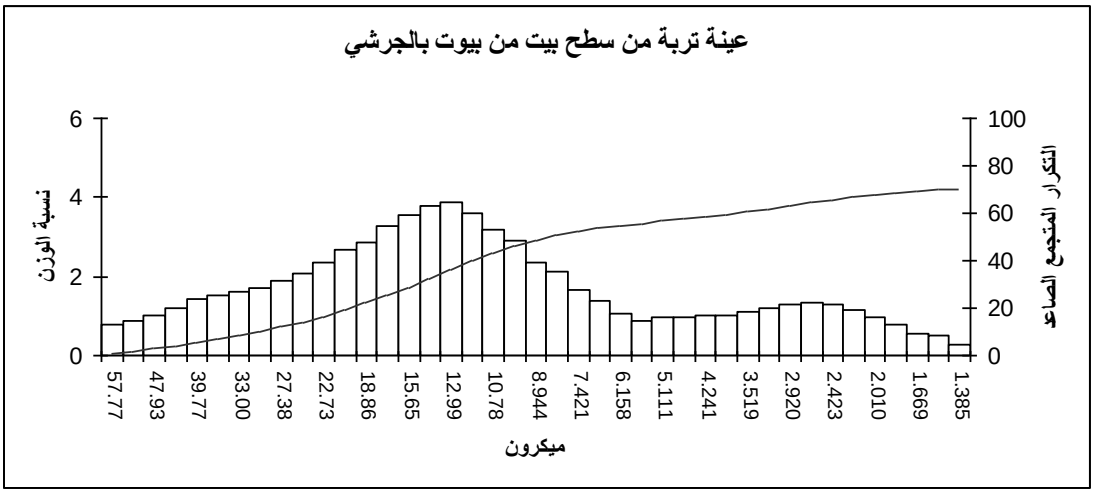
[5] الجلة اسم متداول بين سكان منطقة الباحة يعبر عن قناة تصريف المياه في وسط الأودية التي تصب فيها عدد من الروافد.



شكل (16) مقارنة للانحدار الخطي لمتوسط حجم حبيبات عينات التربة في وادي غزير ووادي بني سعيد.



شكل (17) المدرج التكراري والمتجمع الصاعد لعينة تربة من الغبار المنقول بواسطة الهواء من سطح بيت من بيوت الباحة عام 2007م.



شكل (18) المدرج التكراري والمتجمع الصاعد لعينة تربة من الغبار المنقول بواسطة الهواء من سطح بيت من بيوت بالجرشي عام 2007م.

مقترحـات

إن قصة الزراعة على منحدرات جبال السروات في حقيقة الأمر قصة صـــراع ومعانـــاة ومصابرة ضد ظروف طبيعية ممعنة في الشدة والقسوة وفي المقابل هي قصة عنـــاد وجلـــد ومثابرة من إنسان المنطقة الذي كان لا يملك من الإمكانات إلا أدوات تقليدية وإرادة حديديـــة على استنطاق الأرض والصخر ليستطيع أن يجد قوته ويصنع معجزة المـــدرجات الزراعيـــة التي أدت إلى إيجاد بيئة مثلى لنمو النباتات ووجود الطيور والينابيع من خلال جده واجتهـــاده ومتابعة وصيانة مدرجاته عبر آلاف السنيين ويمكن إجمال المقترحات الهامة فيما يلي:

1 – من العادات والتقاليد عند سكان جبال السروات الحفاظ على مدرجاتهم الزراعية وصيانتها وعدم بيعها، فبيعها يعتبر عيباً كبيراً، ولذا يجب على الجهات المسئولة توجيه إنذار إلى ملاك المدرجات بصيانتها أو تسليمها إلى من يقوم بصيانتها والحفاظ عليها وسيكون لهذا القرار استجابة كبيرة من الأهالي للمحافظة على مدرجاتهم مما سيكون له أثر كبير في الحفاظ على تربة المدرجات الزراعية من الانجراف مما سيودى حتماً الى الحفاظ على مقومات البيئة على سفوح جبال السروات، ويعود السبب الرئيس في هجر المدرجات الزراعية إلى الطفرة البترولية وهجرة اليد العاملة إلى المدن حيث هجرت المدرجات الزراعية في كل الدول التي تمتلك احتياطات نفطية وكذلك الدول المجاورة مثل دولة اليمن نتيجة لهجرة كثير من اليد العاملة إلى دول الخليج (Vogel, 1988) ، وكذلك في دول أخرى مثل اسبانيا (Garcia-Ruiz 1989) وفي اليونان (Lehman, 1993) وفي فلسطين (Inbar and Zgaier, 1996)، وعدم زراعة المدرجات يؤدي إلى تهدم الجدار المساند وانجراف التربة (Treacy, 1989; Cotler, 1985) شكل (24).

2 – هجر سكان جبال السروات لزراعة المدرجات أدى إلى تراكم الطـــين والغـــرين على سطح المدرج وتماسك حبيباته مما يؤدي إلى عدم تسرب الماء إلى باطن المدرجات الزراعية وبذلك يؤثر على تغذية الينابيع والآبار بالميـــاه، كمـــا أن حـــرث المـــدرجات الزراعية يؤدي إلى تقليب التربة وتفكيكها مما يسهل عملية تسرب الماء إلى باطن المدرج ما يؤدي إلى الزيادة في تدفق الينابيع وكمية المياه في الآبار، ومن المفتـــرض ان تقـــوم

الجهات المختصة بحرث المدرجات الزراعية وخاصة المدرجات الكبيرة الواقعة في بطون الأودية للمحافظة على تدفق الينابيع وتزويد الآبار بالمياه.

3 – عدم صيانة الجدار المساند للمدرج وخاصة الجدار الأعلى المكون لحوض المدرج أدى إلى اختفاء الحوض الذي تتجمع فيه المياه، بل أدى في بعض الأماكن إلى اختفاء الجدار كاملاً وانجراف التربة، مما قد يؤدي إلى كارثة بيئية لمنحدرات جبال السروات شكل (24)، لذا فإن من المفترض أن تسارع الجهات المختصة إلى تلافي هذه المشكلة سواءً بإصلاحه من قبلهم أو إجبار ملاك المدرجات بذلك.

4 – سكان جبال السروات في السابق استخدموا قمم جبال السروات لبناء مساكنهم وذلك لاستغلال سفوح الجبال وبطون الأودية للمدرجات الزراعية بينما في الوقت الحاضر بدأت المباني تنتشر على المدرجات الزراعية وتدهورت حالة هذه المدرجات بسبب حركة تحويل أراضي السفوح الجبلية وكذلك بطون الأودية إلى مناطق سكنية، واستمرار بناء المنازل السكنية على المدرجات الزراعية سيؤدي الى زيادة مخاطر السيول والإقلال من تغذية المياه الجوفية، ولا بد من إصدار تنظيمات عاجلة للمحافظة على هذه المدرجات لوقف التغيرات الكبيرة بالأنظمة الطبيعية لتصريف المياه السطحية.

5 – مواصلة البحث والدراسة في خصائص هذه التربة من كل النواحي وخاصة الخصائص الكيميائية والفيزيائية وبنية التربة لما تمثله من أهمية كبرى للبيئة في كل منحدرات وأودية جبال السروات.

6 – إنشاء مركز للدراسات يهتم بدعم الأبحاث عن تربة المدرجات الزراعية وصيانة الجدران المساندة للمدرجات والاهتمام بها.

المـــراجـــع

المراجع العربية :

البنا، علي علي، (2003م) ، الجغرافيا التطبيقية ، المضمون والتطور والمنهج مع نماذج دراسية للتربة واستخدام الأراضي ،ط1 ، دار الفكر العربي القاهرة .

الجراش، محمد عبدالله، (1989م)، قيم عناصر الميزان المناخي المائي في المملكة العربية السعودية، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبدالعزيز:جده.

سعدة ، احمد سعيد، (2003م)، اصل تربة اللويس في جنوب غرب المملكة العربية السعودية ، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، كلية الأرصاد وحماية البيئة ،المجلد 14: 19 -40.

الشمراني، صالح علي عبد الرحمن، (1980م)، أشكال المدرجات الزراعية وتوزيعها المكاني وأهميتها في إقليم السراة جنوب غرب المملكة العربية السعودية، سلسلة بحوث العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

الشنطي، أحمد محمود سلمان، (1993م)، جيولوجية الدرع العربي، جدة، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز .

عوض ، سمير ، واخرون، (1980م)، مبادئ الطرق الجيولوجية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي – جامعة الموصل: الموصل، العراق.

يحيى ، حسن بن عايل، الدوعان. محمود، (1421)، مختارات من المصطلحات الجغرافية، الدار الصولتية للتربية، الرياض.

المراجع الأجنبية:

Abdulfatah, H. A., (1981). Maintain farmer and fellah in Aids, South-west Saudi Arabia. Erlangen, Bavaria, Germany.

Barrow, C. R., (1987). Agricultural Terracing at Nakauvadra, Viti Levu: A Late Prehistoric Irrigated Agrosystem in Fiji Asain, 38: 62-89.

Berger, G.W. Pillans, B.J., Bruce,and J.G. and McIntosh, P.D., (2002). Luminescence chronology of loess-paleosol sequences from southern South Island, New Zealand., Quaternary Science Reviews. 21: 1358 – 1371.

British Standards Institute., (1975). Methods of sampling and Testing of mineral aggregates, Sand and Fillers: Part 2, Physical properties. BS 812. British Standards Institution, london.

Calvin, S., (1906). 15th annual report of the state geologist. Iowa. Geol. Surv. Rep. 17: 1-6.

Catt, J. A., (2001). The agricultural importance of loess. Earth-Science Review. 54: 213-229.

Chesworth, W., 1982. Late Ceonozoic geology and the second oldest profession. Geosci. Can. 9: 54-61.

Clapperton, Ch., (1990). The glaciation of the Andes. Quaternary Sciences Review 2: 83–155.

Donkin, R. A. (1979) . Agricultures terracing in the Aboriginal. New World (Tucson: The University of Arizona Press),U.S.A.

Friedman G.M, Sanders J.E. (1978). Principles of Sedimentology. Wiley: New York

Folk, R. L. (1965). Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphil, New York.

Folk, R. and Word, W. C., (1957). Brazons river bar, a study in the significance of grain-size parameter. J. Sedim. Petrol., 27: 3-27.

Gallet, S., Jahn, B. Van Vliet Lanoë, B. Dia, A. and Rossello, E., (1998). Loess Geochemistry and its Implications for Particle Origin and Composition of the Upper Continental Crust. Earth Planet. Sci. Lett. 156: 157‑172.

Garcia-Ruiz JM. (1989). Erosion Processes in Abandoned field. A case study in Central Spanish Pyrenees. Darmstadt: Geooko, 2nd. Int. Conf. Geomorphol., Frankfurt, Germany.

Inbar M, Zgaier A. (1996). Soil erosion in Mediterranean agricultural terraces. International Conference on Mediterranean Desertification; Crete, European Commission. Crete, Greece.

Inman, B, L., (1952). Measures for describing the size distribution of sediments, J. Petrol. 22: 125-45.

Kuenen Ph, H., (1960). Experimental abrasion 4: Eolian action. J. Geol. 68: 427‑449.

Lawton, H. W. and Wilke. P. J. (1979). ancient agricultural systems in dry regions. In Agriculture in semiarid Environment (A. E. Hall, C. H. cannel, and H.W. Lawton eds) New Yourk: Springer – Verlag, pp 1-44.

Lehman, R. (1993). Terrace degradation and soil erosion in Naxos island, Greece. In: Wicherek S, editor. Farm Land Erosion in Temperate Plains Environments and Hills. Amsterdam: Elsevier, pp 429–450.

Lewis, N. N. (1953) Lebanon the mountain and its terraces. Geograph. Rev. 43: 1- 14.

Nahon, D. and Trompette, R., (1982) Origin of siltstones: glacial grinding vs. weathering. Sedimentology 29:. 25‑35.

Merrill, G. P. (1921). A Treatise on Rocks, Rock Weathering and Soil. MacMillan, London.

Pye, K., (1983). Formation of quartz silt during humid tropical weathering of dune sands. Sediment. Geol. 34: 267‑282

Pye, K. and Zhou, L.P., (1989). Late Pleistocene and Holocene eaolian dust deposition in North China and the Northwest Pacific Ocean. Palaeogeography., Palaeoclimatal., Palaeoecol. 73, pp. 11‑23.

Roberts and Wright, (1993). Vegetational, lake-level and climatic history of the Near East and Southwest Asia. In: H.E. Wright, J.E. Kutzbach, T. Webb, W.F. Ruddyman, F.A. Street-Perrott and P.J. Bartlein, (Editors), Global Climates Since the Last Glacial Maximum, University of Minnesota, Minneapolis, pp. 194–220.

Sadah, A. S. (1989) , Pediments of the Al Aqiq and Al Jobob Areas, South-west Saudia Arabia. unpublished PhD. Lancaster university, Lancaster, UK.

Simon, G.B., Kenneth, P., (2001), Gradistat; A Grain size Distribution and Statistics Package for the analysis of unconsolidated sediments, Earth Surf. Process. Landforms 26, 1237-1248.

Smalley, I.J., (1966). The properties of glacial loess and the formation of loess deposits. Journal of Sedimentary Petrology 36, pp. 669–676.

Smalley, I.J. and Vita-Finzi, C., (1968). The formation of fine particles in sandy deserts and the nature of `desert' loess. J. Sediment. Petrol. 38: 766–774.

Spencer J.E. and Hale S.A. (1961). The origin, nature and distribution of agriculture terracing. Pacific Viewpoint 2:1–40.

Swanson, E. (1955). Terrace agriculture in the central andes, Davidson J. Anthrop. 1:123-132.

Treacy JM. (1989). The Fields of Coporaque: Agricultural Terracing and Water. Management in the Colca Valley, Arequipa, Peru [PhD dissertation]. Madison: University of Wisconsin.

Varisco, D. M. (1983). Irrigation in an Arabian valley A system of highland terraces in the Yemen Arab Republic. Expedition. Univ. of Pennsylvania Museum, Mag. Archaeol. Anthrop, 25:26 – 34.

Vogel H. (1988). Deterioration of a mountainous agro-ecosystem in the Third Development World due to emigration of rural labour. Mountain Research and Development 8:321–329.

Wheatley, P. (1965). Agricultural terracing. Pacific Viewpoint. 123-144.

Wright, J.S. Smith, B.J. Wahalley, W.B., (1998). Mechanisms of loess-sized quartz silt production and their relative effectiveness: laboratory simulations. Geomorphology 23: 15-34.

Wright, J.S. and Smith, B.J., (1993). Fluvial comminution and the production of loess-sized quartz silt: a simulation study. Geografiska Annaler 75A: 25‑34.

Whalley, W.B. Smith, B.J. McAlister, J.J. and Edwards, A.J., (1987). Aeolian abrasion of quartz particles and the production of silt-size fragments: preliminary results. In: Rostick, L.F., Reid, I. (Eds.), Desert Sediments: Ancient and Modern. Geol. Soc. London, Spec. Publ. 35: 129‑138.

Wright, J.S., (2001). Desert loess versus glacial loess: quartz silt formation, source areas and sediment pathways in the formation of loess deposits. Geomorphology, 36: 201 – 256.

Wooldridge, S.W. and Linton, D.L., (1933). The loam terrains of south east England and their relation to its history. Antiquity 7: 197-310.

Zhou, L.P., Oldfield, F., Wintle, A.G., Robinson, S.G, and Wang, J.T., (1990). Partly pedogenic origin of magnetic variations in Chinese loess. Nature 346: 737‑739.

المـــلاحق

المعادلات الرياضية المستخدمة

المتوسط الحسابي :

المتوسط = $\bar{x} = \frac{\Sigma fm}{100}$ الطريقة الرياضية Inman, 1952

المتوسط = $\bar{x}_\phi = \frac{\Sigma fm_\phi}{100}$ الطريقة اللوغارتمية Inman, 1952

المتوسط = $M_Z = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$ الطريقة اللوغارتمية Folk and Word, 1957

معامل التصنيف :

معامل التصنيف = $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma f (m - \bar{x})^2}{100}}$ الطريقة الرياضية Inman, 1952

معامل التصنيف = $\sigma_\phi = \sqrt{\frac{\Sigma f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^2}{100}}$ الطريقة اللوغارتمية Inman, 1952

معامل التصنيف = $\sigma_I = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6.6}$ الطريقة اللوغارتمية Folk and Word, 1957.

معامل الالتواء :

الالتواء = $Sk = \frac{\Sigma f (m - \bar{x})^3}{100\sigma^3}$ الطريقة الرياضية Inman, 1952

الالتواء = $Sk_\phi = \frac{\Sigma f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^3}{100\sigma_\phi^3}$ الطريقة اللوغارتمية Inman, 1952

الالتواء = $Sk_I = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$ الطريقة اللوغارتمية Folk and Word, 1957.

معامل التفلطح

التفلطح = الطريقة الرياضية $K = \frac{\Sigma f (m - \bar{x})^4}{100\sigma^4}$ Inman, 1952

التفلطح = الطريقة اللوغارتمية $K_\phi = \frac{\Sigma f (m_\phi - \bar{x}_\phi)^4}{100\sigma_\phi{}^4}$ Inman, 1952

التفلطح = الطريقة اللوغارتمية $K_G = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$ Folk and Word, 1957.

جدول (1) حجم حبيبات التربة بالمليمتر والميكرون المستخدمة في معرفة حجوم عينات التربة (Friedman and sanders; 1978)

Grain	size	Descriptive terminology	
phi	mm/um	Friedman and Sanders (1978)	
-11	2048 mm	Very large boulders	جلاميد كبيرة جداً
-10	1024	Large boulders	جلاميد كبيرة
-9	512	Medium boulders	جلاميد متوسطة الحجم
-8	256	Small boulders	جلاميد صغيرة
-7	128	Large cobbles	حصى كبير
-6	64	Small cobbles	حصى صغير
-5	32	Very coarse pebbles	زلط كبير جداً
-4	16	Coarse pebbles	زلط كبير
-3	8	Medium pebbles	زلط متوسط الحجم
-2	4	Fine pebbles	زلط ناعم
-1	2	Very fine pebbles	زلط ناعم جداً
0	1	Very coarse sand	رمل خشن جداً
1	500 um	Coarse sand	رمل خشن
2	250	Medium sand	رمل متوسط الحجم
3	125	Fine sand	رمل ناعم
4	63	Very fine sand	رمل نام جداُ
5	31	Very coarse silt	غرين خشن جداً
6	16	Coarse silt	غرين خشن
7	8	Medium silt	غرين متوسط
8	4	Fine silt	غرين ناعم
9	2	Very fine silt	غرين ناعم جداُ
2 um	أقل من	Clay	طين

جدول (2) مصطلحات الوصف الإحصائي للتصنيف والالتواء والتفلطلح لحجم حبيبات عينات التربة وما يقابلها قيم معبرة (Folk and Word, 1957).

Sorting (σ) (التصنيف)		
Very well sorted	التصنيف ممتاز	< 1.27
Well sorted	التصنيف جيد	1.27 – 1.41
Moderately well sorted	التصنيف فوق المتوسط	1.41 – 1.62
Moderately sorted	التصنيف متوسط	1.62 – 2.00
Poorly sorted	التصنيف غير جيد	2.00 – 4.00
Very poorly sorted	التصنيف ردئ	4.00 – 16.0
Extremely poorly sorted	التصنيف ردئ جداً	> 16.00
Skewness (*Sk*) (الالتواء)		
Very fine skewed	الالتواء ناعم جدا	$^{+}0.3$ to $^{+}1.0$
Fine skewed	الالتواء ناعم	$^{+}0.1$ to $^{+}0.3$
Symmetrical	الالتواء متماثل	$^{+}0.1$ to $^{-}0.1$
Coarse skewed	الالتواء خشن	$^{-}0.1$ to $^{-}0.3$
Very coarse skewed	الالتواء خشن جداً	$^{-}0.3$ to $^{-}1.0$
Kurtosis (*K*) (التفلطح)		
Very platykurtic	شديد التفلطح	< 0.67
Platykurtic	متفلطح	0.67 – 0.90
Mesokurtic	متوسط التفلطح	0.90 – 1.11
Leptokurtic	مدبب	1.11 – 1.50
Very leptokurtic	متدبدب جداً	1.50 – 3.00
Extremely leptokurtic	شديد التدبدب	> 3.00

جدول (3) الوصف الإحصائي للعينات 1 – 9 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي غزير.

FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Coarse Silt	5.367	5.427	60.58	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -1- وادي غزير
Very Poorly Sorted	2.06	1.968	98.13	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.243	-0.345	2.572	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.097	2.518	9.501	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.431	5.462	57.77	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -2- وادي غزير
Very Poorly Sorted	2.015	1.935	94.82	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.222	-0.341	2.741	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.108	2.578	10.62	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.448	5.477	57.36	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -3- وادي غزير
Very Poorly Sorted	2.016	1.931	94.95	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.222	-0.36	2.755	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.13	2.608	10.67	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.491	5.526	55.53	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -4- وادي غزير
Poorly Sorted	1.996	1.913	93.98	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.222	-0.4	2.849	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.164	2.683	11.24	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.55	5.566	54.07	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -5- وادي غزير
Poorly Sorted	1.966	1.895	93.62	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.209	-0.436	2.916	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.231	2.787	11.58	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.507	5.533	55.34	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -6- وادي غزير
Poorly Sorted	1.978	1.905	94.53	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.215	-0.419	2.846	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.202	2.74	11.13	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.604	5.631	50.77	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -7- وادي غزير
Poorly Sorted	1.926	1.869	88.77	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.207	-0.441	3.086	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.238	2.842	12.99	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.636	5.668	47.4	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -8- وادي غزير
Poorly Sorted	1.883	1.828	81.78	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.192	-0.407	3.209	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.241	2.869	14.17	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.701	5.719	45.89	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -9- وادي غزير
Poorly Sorted	1.878	1.824	80.47	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.175	-0.409	3.273	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.285	2.93	14.54	KURTOSIS (K)	

جدول (4) الوصف الإحصائي للعينات 10 - 18 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي غزير.

FOLK & WARD METHOD	METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Coarse Silt	5.721	5.728	46.08	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -10- وادي غزير
Poorly Sorted	1.859	1.814	82.33	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.183	-0.474	3.294	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.332	3.004	14.66	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.752	5.753	45.35	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -11- وادي غزير
Poorly Sorted	1.852	1.808	81.75	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.182	-0.495	3.332	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.343	3.037	14.95	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.921	5.884	40.74	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -12- وادي غزير
Poorly Sorted	1.782	1.762	76.6	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.142	-0.536	3.625	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.475	3.269	17.35	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.576	5.621	50.67	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -13- وادي غزير
Poorly Sorted	1.935	1.869	87.06	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.213	-0.419	3.026	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.23	2.804	12.66	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.697	5.72	46.88	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -14- وادي غزير
Poorly Sorted	1.887	1.83	83.76	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.195	-0.476	3.269	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.31	2.965	14.44	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.788	5.791	44.94	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -15- وادي غزير
Poorly Sorted	1.879	1.827	81.87	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.186	-0.496	3.374	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.32	2.996	15.27	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.842	5.837	42.45	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -16- وادي غزير
Poorly Sorted	1.808	1.777	78.89	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.189	-0.555	3.595	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.295	3.12	17.13	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.917	5.881	41.48	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -17- وادي غزير
Poorly Sorted	1.776	1.764	79.18	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.176	-0.601	3.645	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.355	3.26	17.35	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.06	5.994	37.77	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -18- وادي غزير
Poorly Sorted	1.724	1.726	75.64	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.136	-0.617	3.999	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.397	3.469	20.25	KURTOSIS (K)	

جدول (5) الوصف الإحصائي للعينات19 - 27 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي غزير.

FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Medium Silt	6.12	6.061	34.68	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -19- وادي غزير
Poorly Sorted	1.661	1.676	69.82	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.136	-0.638	4.307	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.368	3.56	23.64	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.147	6.086	33.37	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -20- وادي غزير
Poorly Sorted	1.643	1.656	67.04	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.123	-0.623	4.475	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.348	3.563	25.6	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.181	6.109	32.95	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -21- وادي غزير
Poorly Sorted	1.658	1.667	66.4	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.097	-0.585	4.525	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.341	3.524	26.15	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.244	6.171	31.77	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -22- وادي غزير
Poorly Sorted	1.65	1.668	65.25	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.096	-0.593	4.641	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.339	3.571	27.35	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.33	6.222	31	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -23- وادي غزير
Poorly Sorted	1.634	1.658	65.5	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.078	-0.647	4.677	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.373	3.728	27.5	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.386	6.284	29.52	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -24- وادي غزير
Poorly Sorted	1.594	1.631	63.75	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.099	-0.712	4.849	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.338	3.868	29.39	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.441	6.34	28.44	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -25- وادي غزير
Poorly Sorted	1.572	1.617	62.76	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.105	-0.764	4.974	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.281	3.962	30.7	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.485	6.381	28.39	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -26- وادي غزير
Poorly Sorted	1.583	1.628	63.81	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.121	-0.823	4.902	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.336	4.049	29.77	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.554	6.449	26.28	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -27- وادي غزير
Poorly Sorted	1.556	1.601	58.49	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.104	-0.812	5.031	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.268	4.039	31.47	KURTOSIS (K)	

جدول (6) الوصف الإحصائي للعينات 28 - 36 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي غزير.

FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Medium Silt	6.622	6.506	25	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -28- وادي غزير
Poorly Sorted	1.503	1.565	57.59	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.096	-0.874	5.242	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.282	4.327	33.61	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.712	6.577	24.15	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -29- وادي غزير
Poorly Sorted	1.511	1.575	56.72	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.073	-0.882	5.342	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.303	4.36	34.93	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.734	6.608	23.95	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -30- وادي غزير
Poorly Sorted	1.528	1.583	56.58	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.096	-0.91	5.345	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.319	4.349	35.09	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.811	6.692	22.63	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -31- وادي غزير
Poorly Sorted	1.522	1.581	54.69	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.093	-0.913	5.616	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.245	4.347	38.59	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.844	6.731	21.64	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -32- وادي غزير
Poorly Sorted	1.482	1.555	52.88	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.094	-0.934	5.829	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.217	4.453	41.41	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.894	6.775	20.83	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -33- وادي غزير
Poorly Sorted	1.454	1.536	52.19	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.074	-0.95	6.029	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.216	4.624	43.79	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.956	6.841	18.99	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -34- وادي غزير
Poorly Sorted	1.437	1.505	46.51	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.057	-0.894	6.465	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.178	4.511	51.79	KURTOSIS (K)	
Fine Silt	7.043	6.926	17.44	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -35- وادي غزير
Poorly Sorted	1.382	1.462	44.23	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.024	-0.918	7.006	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.149	4.786	60.36	KURTOSIS (K)	
Fine Silt	7.082	6.967	16.66	MEAN ($\bar{x}$)	عينه -36- وادي غزير
Poorly Sorted	1.372	1.445	42.51	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.022	-0.905	7.387	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.133	4.791	67.21	KURTOSIS (K)	

جدول (7) الوصف الإحصائي للعينات 1 – 9 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي بني سعيد.

FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Very Coarse Silt	4.887	4.937	91.38	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -1- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.227	2.121	139.2	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.235	-0.238	2.138	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	0.948	2.214	6.941	KURTOSIS (K)	
Very Coarse Silt	4.902	4.949	90.21	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -2- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.218	2.112	138	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.23	-0.242	2.165	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	0.953	2.229	7.078	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.206	5.25	73.83	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -3- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.225	2.113	114.3	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.229	-0.257	2.191	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	0.973	2.258	7.177	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.238	5.293	72.55	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -4- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.223	2.109	114.2	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.242	-0.295	2.22	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	0.99	2.29	7.281	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.297	5.35	70.67	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -5- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.229	2.108	113.8	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.239	-0.321	2.282	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.025	2.343	7.553	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.045	5.003	72.62	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -6- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.195	2.081	96.86	SORTING (s)	
Fine Skewed	0.226	0.309	2.26	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.045	2.377	7.958	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.321	5.362	66.32	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -7- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.162	2.062	104.7	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.22	-0.272	2.376	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.014	2.341	8.31	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.339	5.38	64.92	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -8- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.145	2.048	103	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.217	-0.272	2.436	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.021	2.363	8.696	KURTOSIS (K)	

جدول (8) الوصف الإحصائي للعينات 9 - 17 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي بني سعيد.

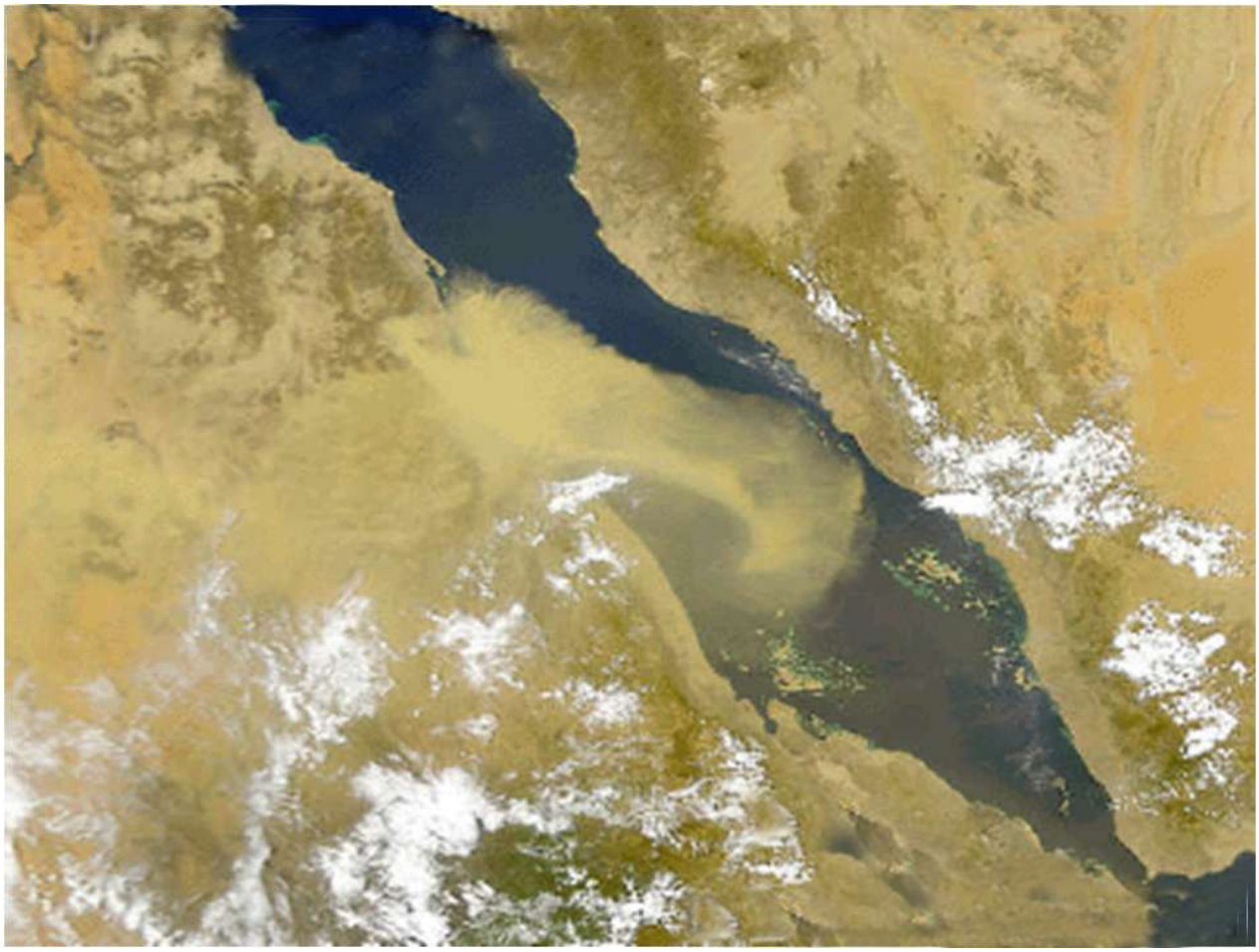
FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Coarse Silt	5.383	5.415	63.06	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -9- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.131	2.036	100.9	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.212	-0.279	2.492	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.037	2.396	9.019	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.403	5.432	61.88	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -10- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.122	2.027	98.87	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.211	-0.282	2.503	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.038	2.401	9.122	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.38	5.423	61.3	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -11- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.094	2.001	98.51	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.198	-0.284	2.549	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.074	2.467	9.377	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.422	5.465	58.32	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -12- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.051	1.963	95.13	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.185	-0.302	2.692	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.102	2.543	10.33	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.48	5.508	57.13	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -13- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.059	1.964	94.37	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.182	-0.329	2.737	SKEWNESS (Sk)	
Mesokurtic	1.091	2.54	10.61	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.528	5.553	53.57	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -14- وادي بني سعيد
Very Poorly Sorted	2.016	1.925	88.26	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.168	-0.323	2.842	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.111	2.584	11.48	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.573	5.593	51.15	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -15- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.972	1.893	85.66	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.156	-0.328	3.018	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.14	2.662	12.77	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.666	5.67	47.3	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -16- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.915	1.852	80.92	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.132	-0.33	3.255	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.182	2.776	14.62	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.722	5.721	45.6	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -17- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.91	1.847	78.85	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.118	-0.327	3.351	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.211	2.809	15.48	KURTOSIS (K)	

جدول (9) الوصف الإحصائي للعينات 18 – 26 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي بني سعيد.

FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Coarse Silt	5.776	5.765	43.98	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -18- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.913	1.844	75.94	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.107	-0.314	3.386	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.219	2.802	15.82	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.81	5.794	42.6	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -19- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.89	1.827	74.19	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.098	-0.311	3.522	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.228	2.843	17.04	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.833	5.82	41.68	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -20- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.862	1.809	73.36	SORTING (s)	
Coarse Skewed	-0.116	-0.35	3.577	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.244	2.896	17.51	KURTOSIS (K)	
Coarse Silt	5.963	5.91	39.83	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -21- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.851	1.799	73.12	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.096	-0.415	3.694	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.305	3.019	18.25	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.171	6.042	37.29	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -22- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.874	1.811	71.78	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.038	-0.437	3.892	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.294	3.079	19.8	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.253	6.141	33.09	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -23- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.762	1.732	65.4	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.038	-0.472	4.386	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.273	3.257	24.94	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.339	6.207	31.33	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -24- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.719	1.703	64.12	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.013	-0.501	4.627	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.285	3.42	27.24	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.439	6.272	30.47	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -25- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.708	1.698	64.45	SORTING (s)	
Symmetrical	0.005	-0.554	4.663	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.309	3.558	27.37	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.481	6.332	28.92	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -26- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.655	1.667	62.54	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.015	-0.612	4.877	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.272	3.681	29.7	KURTOSIS (K)	

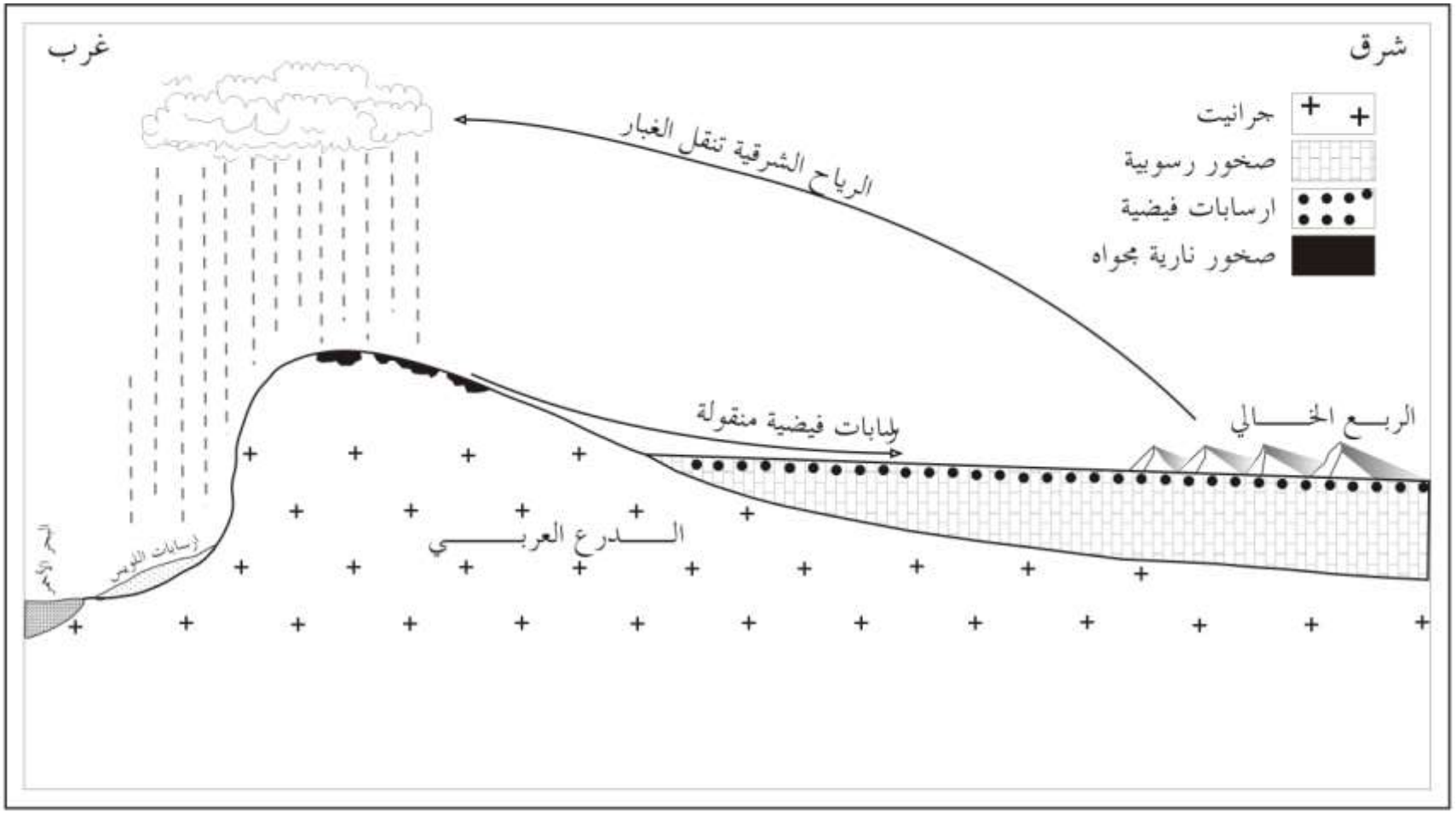
جدول (10) الوصف الإحصائي للعينات 27 - 29 بطريقة (Inman, 1952) الرياضية وطريقتي (Inman, 1952) و(Folk and Word, 1957) اللوغارتمية، وادي بني سعيد.

FOLK & WARD METHOD		METHOD OF MOMENTS		الوصف الإحصائي	العينات
Description	Logarithmic	Logarithmic	Arithmetic		
	ϕ	ϕ	μm		
Medium Silt	6.544	6.405	27.37	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -27- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.621	1.649	60.55	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.024	-0.652	5.106	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.214	3.753	32.37	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.595	6.449	26.81	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -28- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.634	1.655	60.19	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.016	-0.66	5.192	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.226	3.768	33.36	KURTOSIS (K)	
Medium Silt	6.677	6.532	24.4	MEAN ($\bar{x}$)	عينة رقم -29- وادي بني سعيد
Poorly Sorted	1.612	1.626	53.78	SORTING (s)	
Symmetrical	-0.013	-0.643	5.436	SKEWNESS (Sk)	
Leptokurtic	1.178	3.711	37.33	KURTOSIS (K)	



شكل (19) عاصفة غبارية متجهه من القارة الأفريقية إلى شبه الجزيرة العربية 5 يوليو 1999م (وكالة الفضاء الأمريكية ناسا)

شكل (20) عاصفة غبارية متجهه من القارة الأفريقية إلى شبه الجزيرة العربية 20 مايو 2005م (وكالة الفضاء الأمريكية ناسا)



شكل (21) رسم توضيحي يبين مراحل تكوين ارسابات اللويس في جنوب غرب المملكة العربية السعودية (د.سعدة، ٢٠٠٣م)

شكل (22) المدرجات الكنتورية البعلية غير المروية في المنطقة الجنوبية الغربية وهي جبال فيفا بمنطقة جازان وهي متوافقة مع الخطوط الكنتورية.

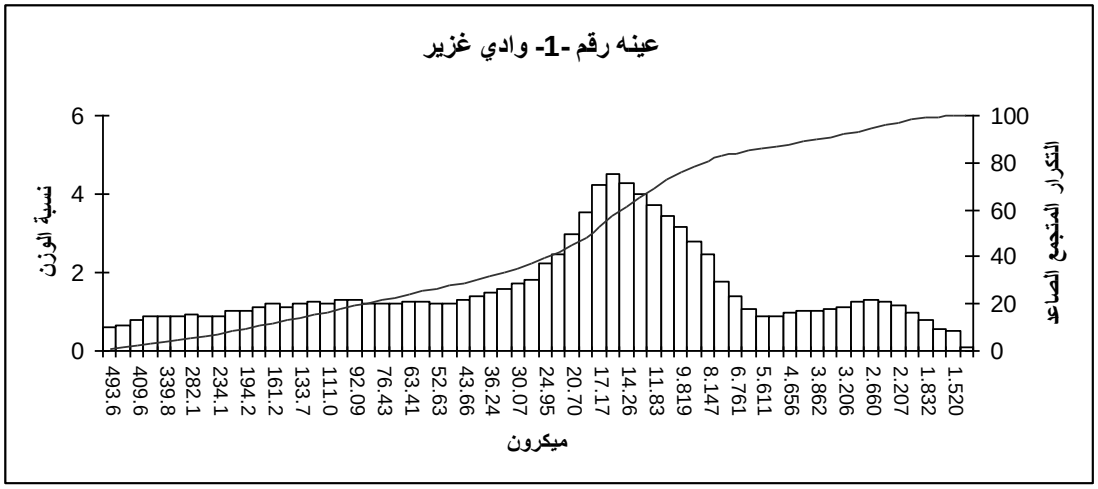
شكل (23) جهاز Coulter laser granulometer المستخدم في معرفة حجم حبيبات العينات.

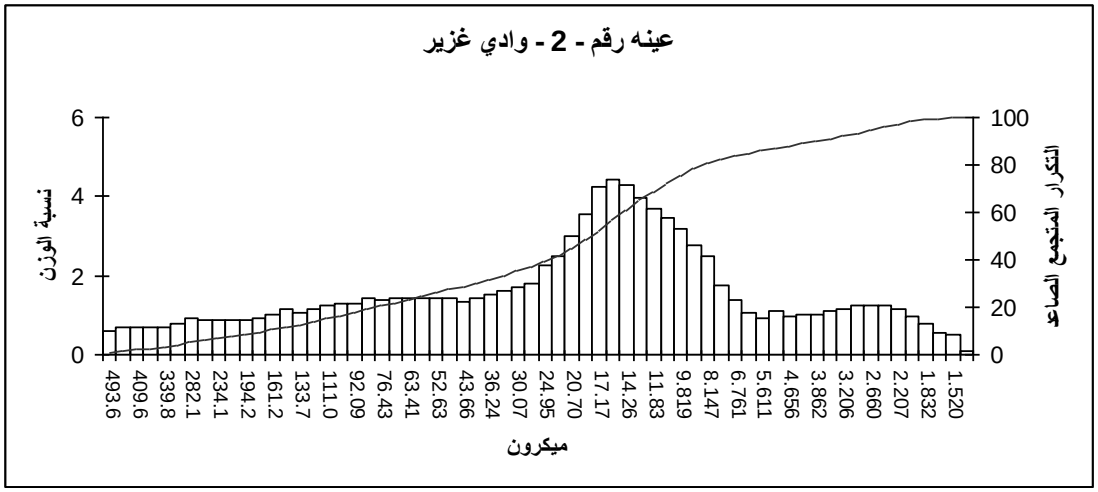
شكل (24) مدرجات زراعية على جبال السروات هجرت من قبل المزارعين وهي في الطريق للاختفاء مما يشكل كارثة بيئة كبرى (جبل بيضان بمنطقة الباحه).

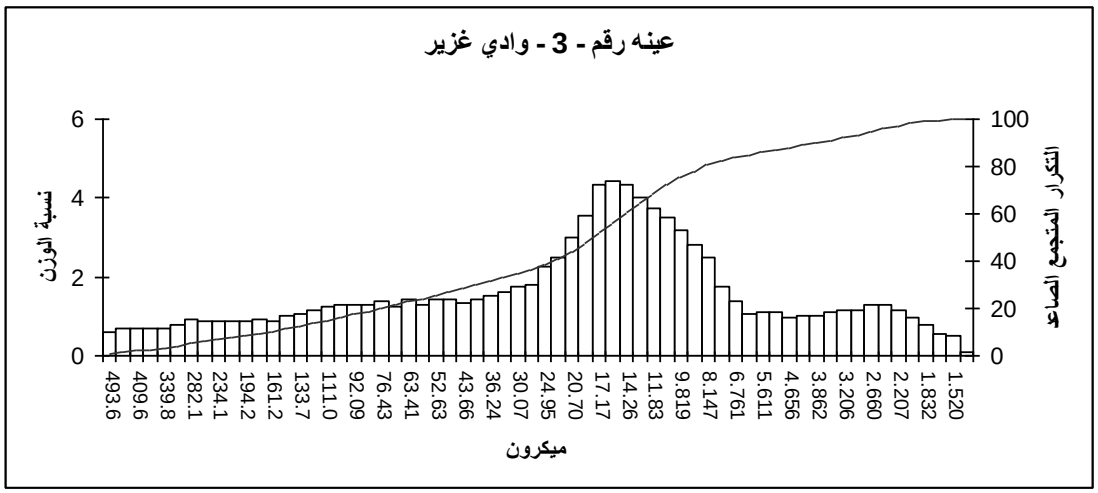
شكل (25) نقل الحبيبات من المدرج الأعلى إلى المدرج الذي يليه بواسطة الماء عند هطول الأمطار الغزيرة بمنطقة الباحه في الصيف.

شكل (26) رواسب اللويس في وادي بني سعيد مختلطة بالرمال والزلط الصورة أخذت من منخفض تراكمت فيه الرواسب وليس من مدرج.

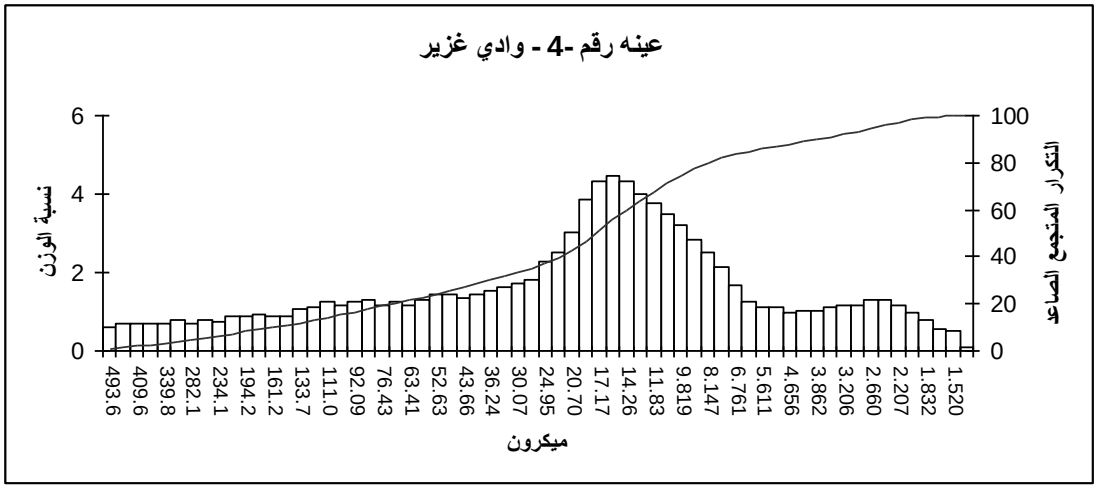
شكل (27) رواسب اللويس والرمال في وادي بني سعيد ويظهر في الصورة مقاطع فقط من الرمال وهذا يؤكد أنه في بعض السنوات لا يوجد غبار منقول بالهواء سواءً كان من افريقيا أو الربع الخالي فتكون الرواسب المنقولة فقط رمال (الصورة أخذت من مقطع في جيب تراكمت فيه الرواسب وليس من مدرج).

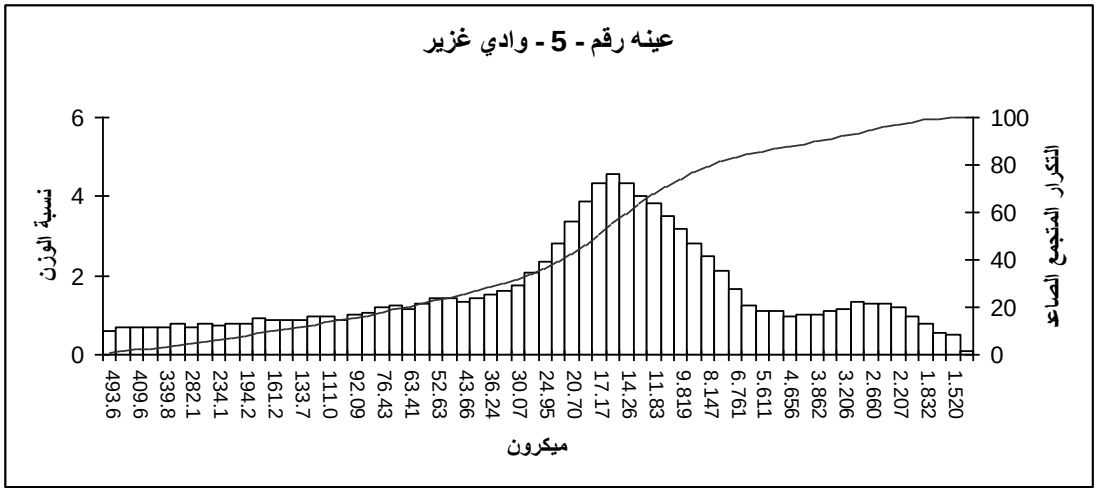


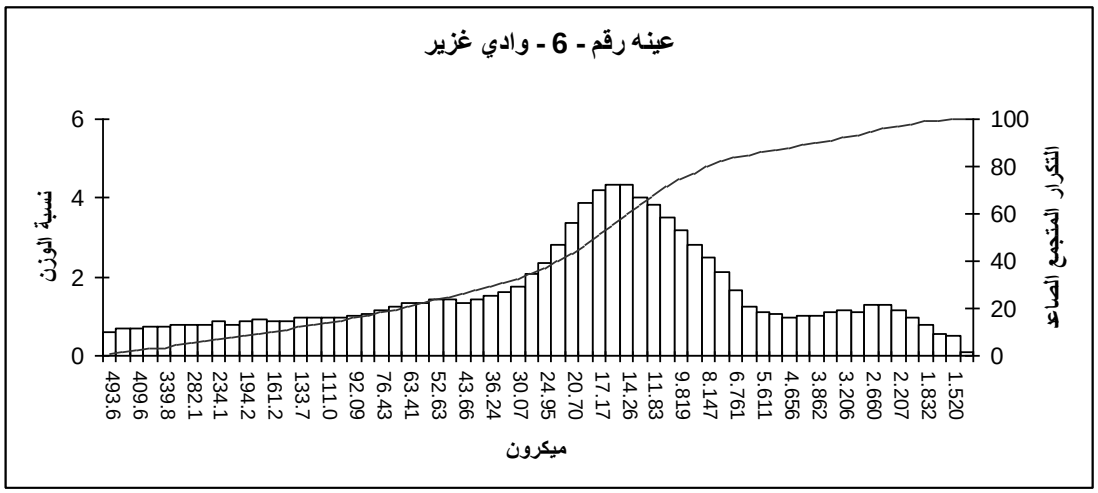




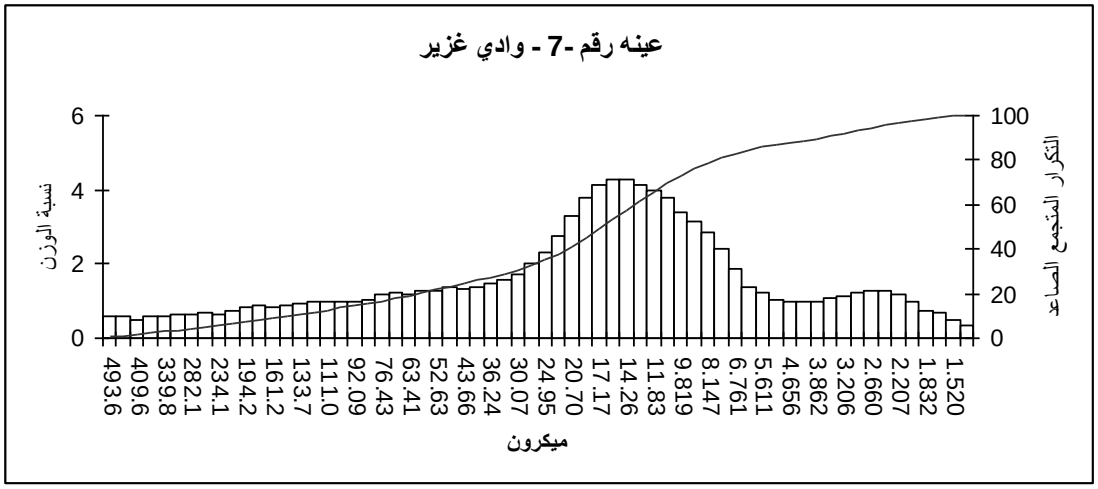
شكل (28) وادي غزير، عينات التربة من 1 – 3، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

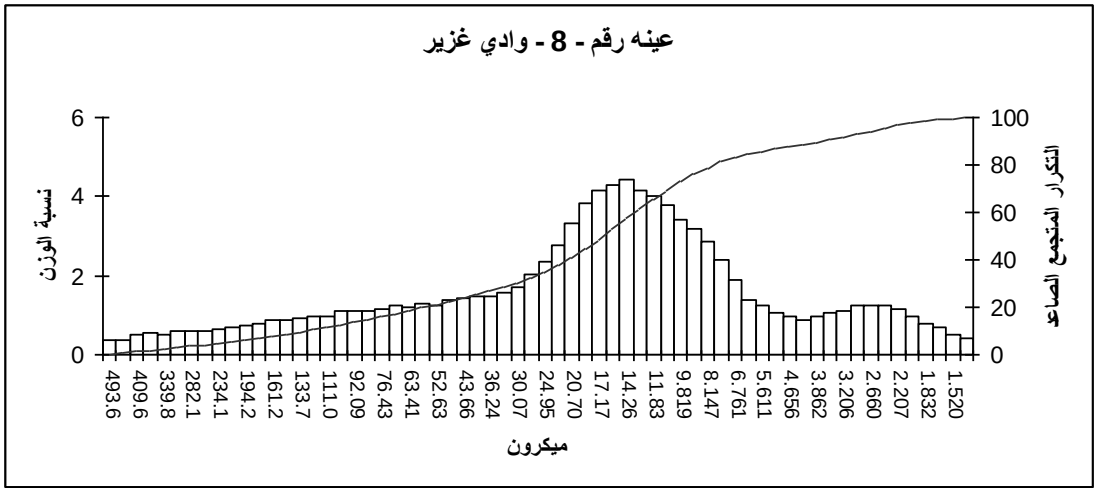


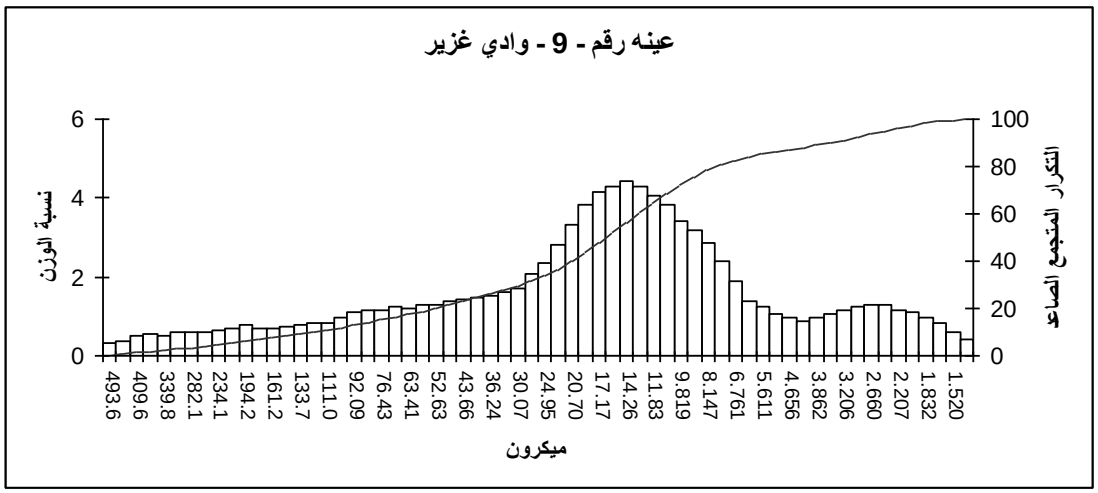




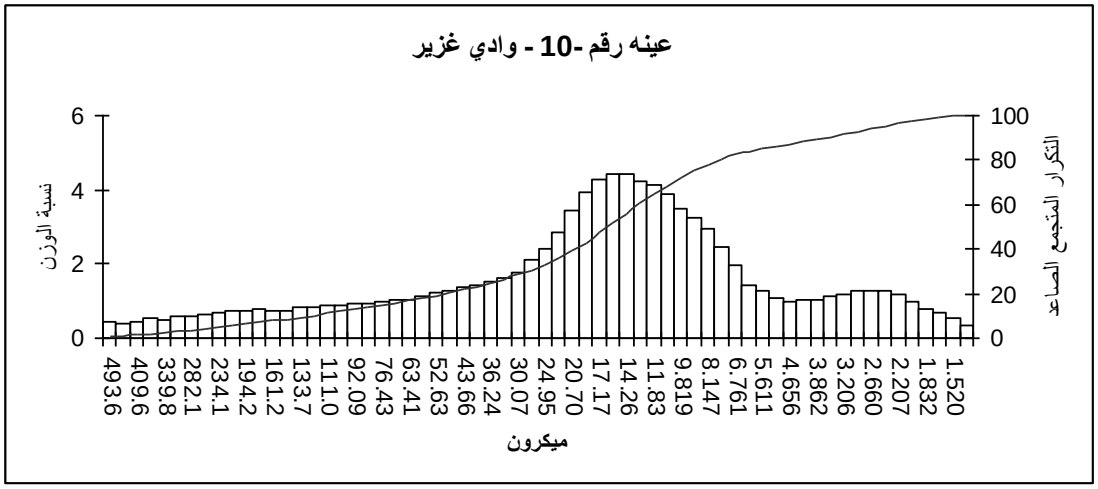
شكل (29) وادي غزير، عينات التربة من 4 – 6، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

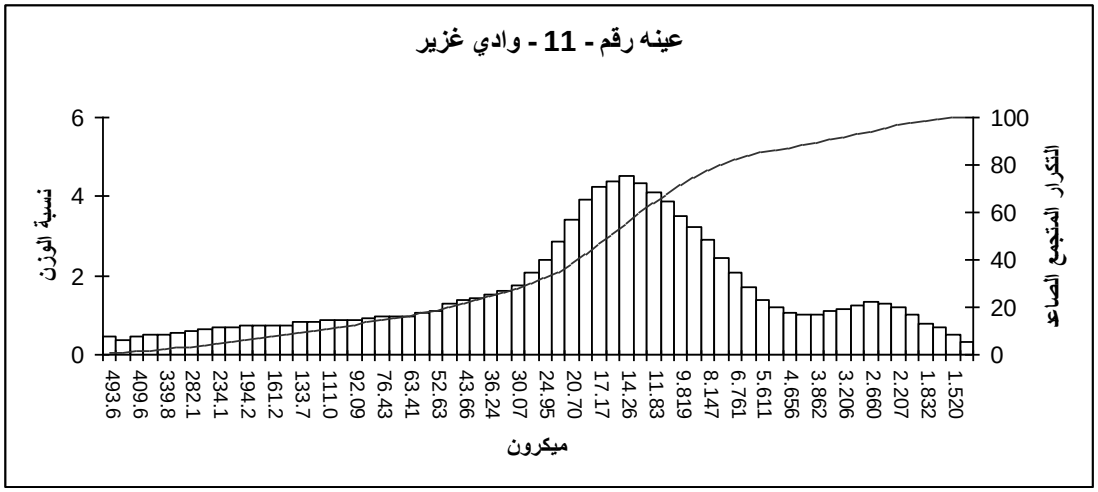


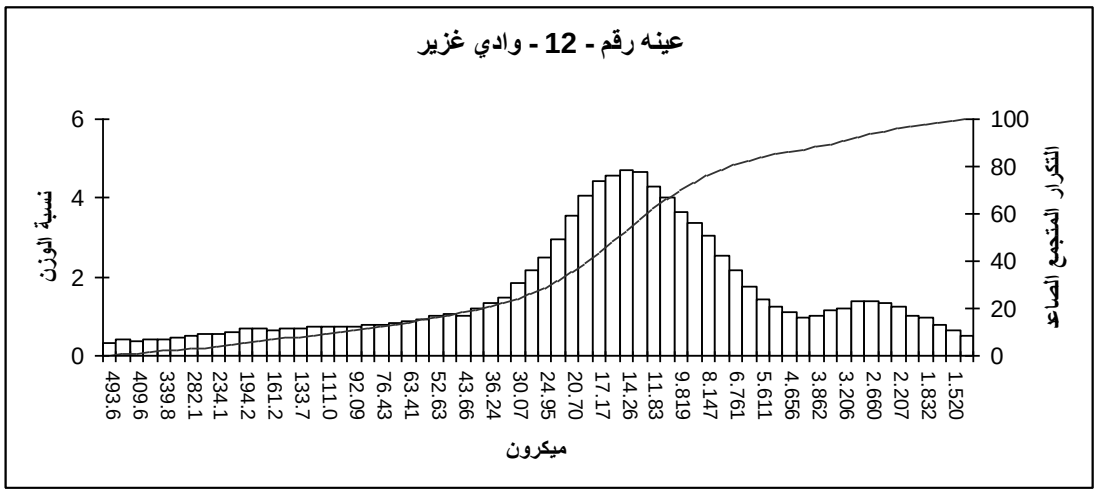




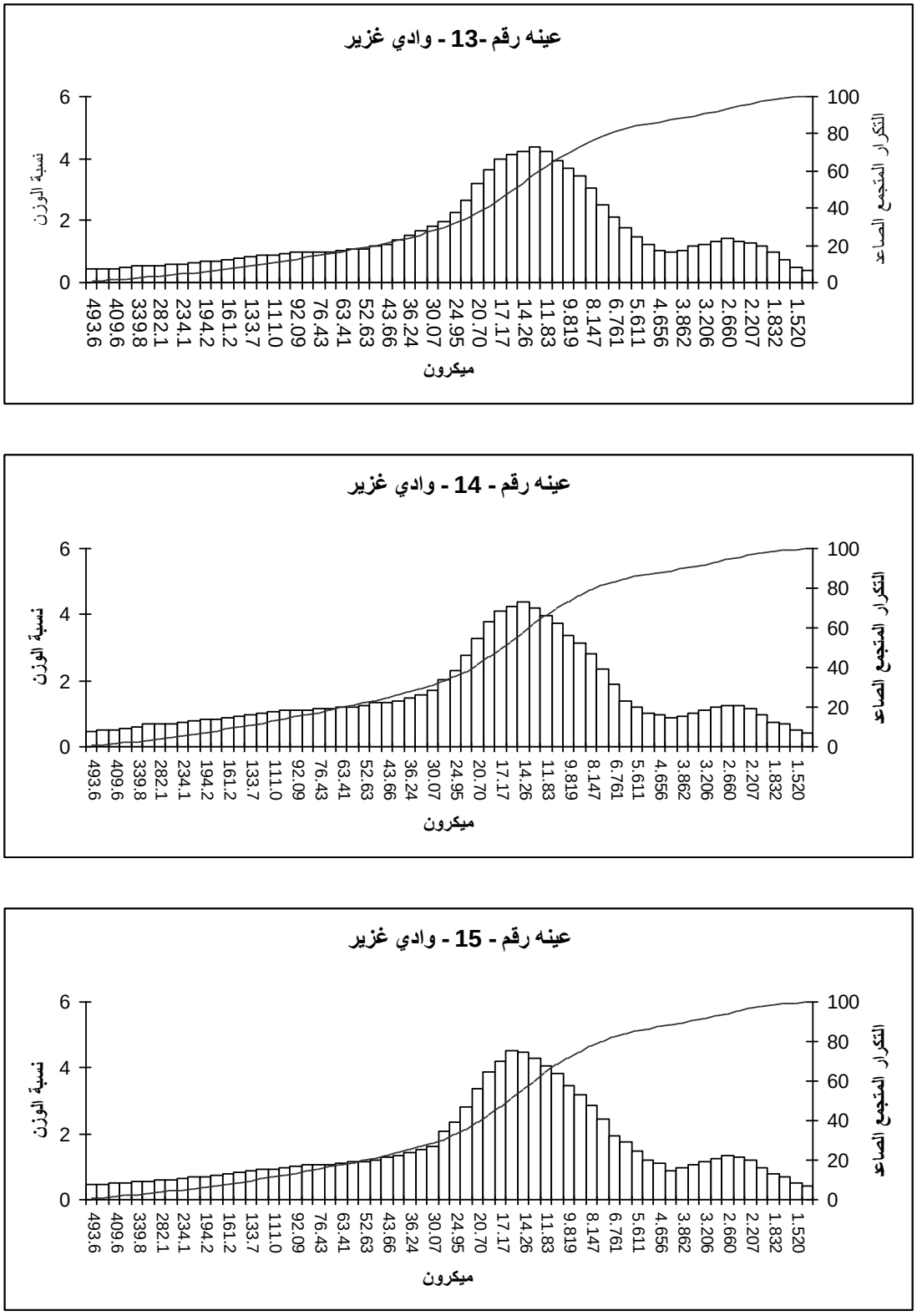
شكل (30) وادي غزير، عينات التربة من 7 – 9، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.



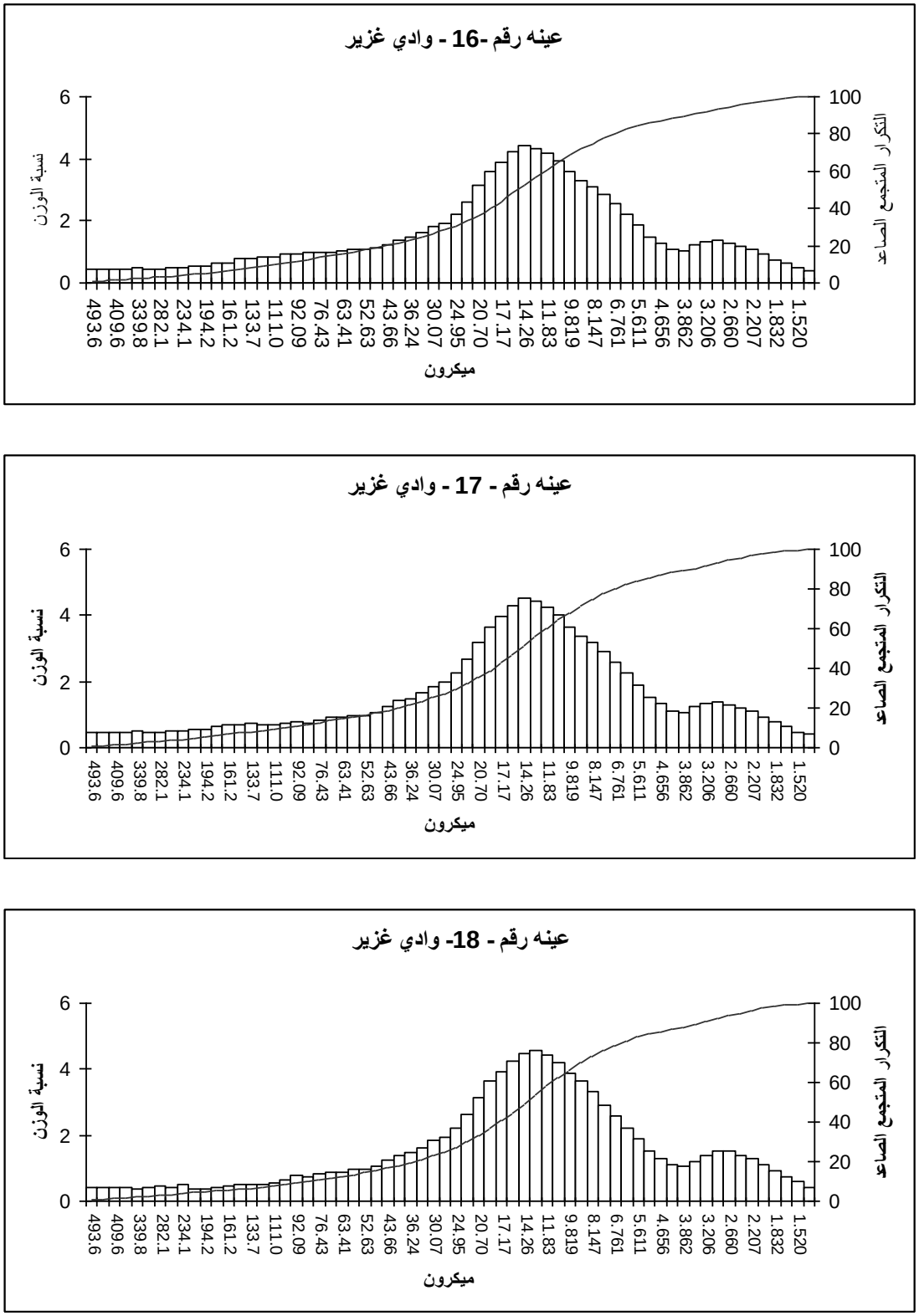




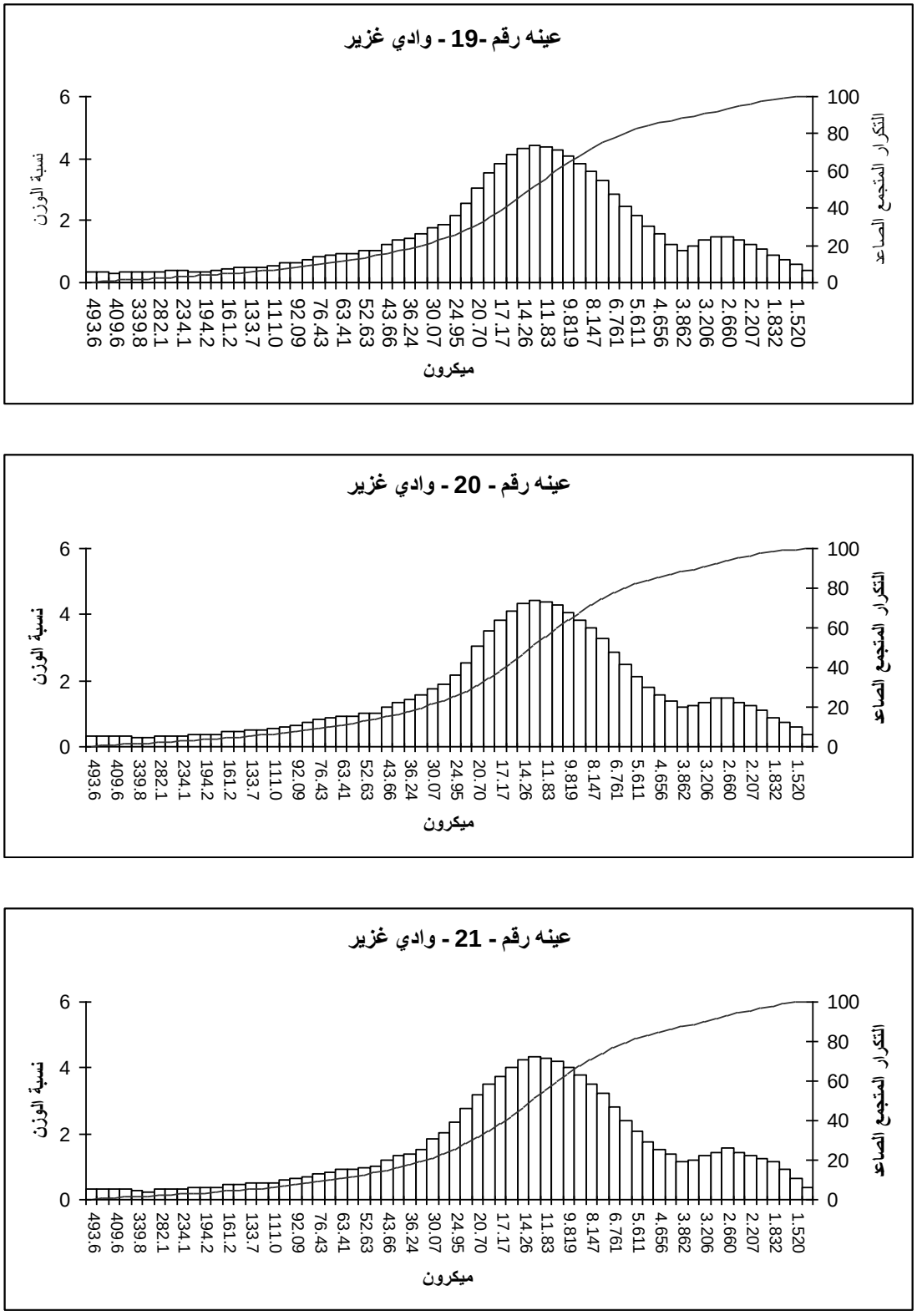
شكل (31) وادي غزير، عينات التربة من 10 – 12، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.



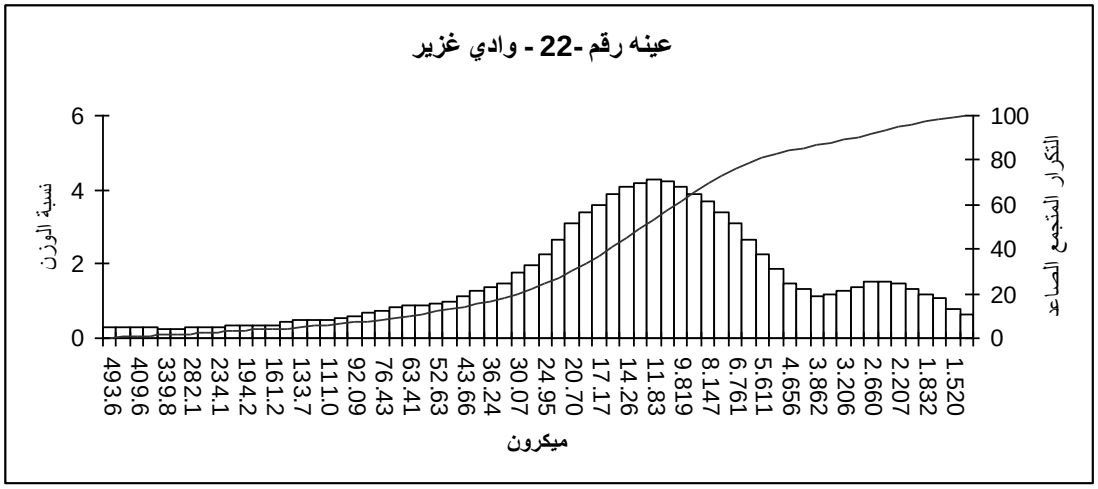
شكل (32) وادي غزير، عينات التربة من 13 – 15، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

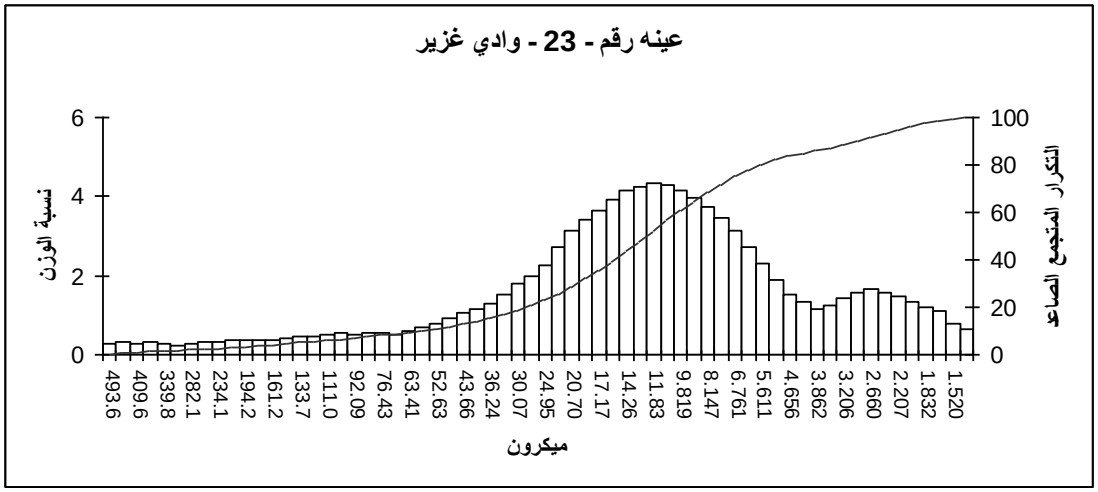


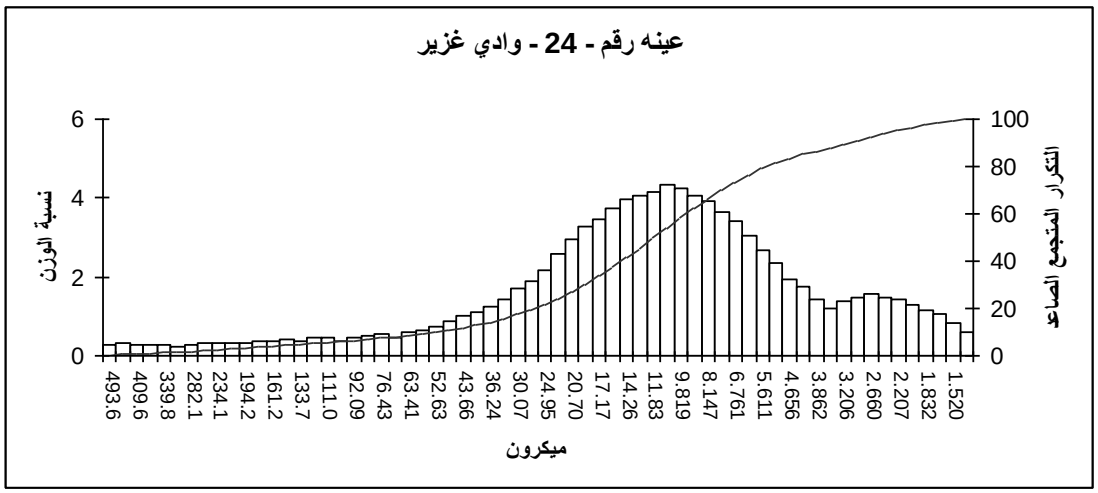
شكل (33) وادي غزير، عينات التربة من 16 – 18، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.



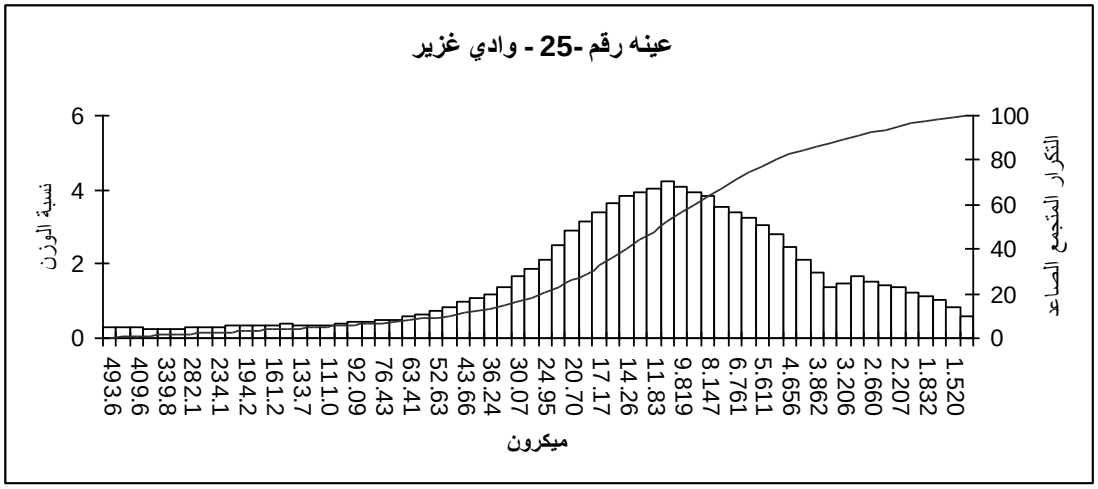
شكل (34) وادي غزير، عينات التربة من 19 – 21، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

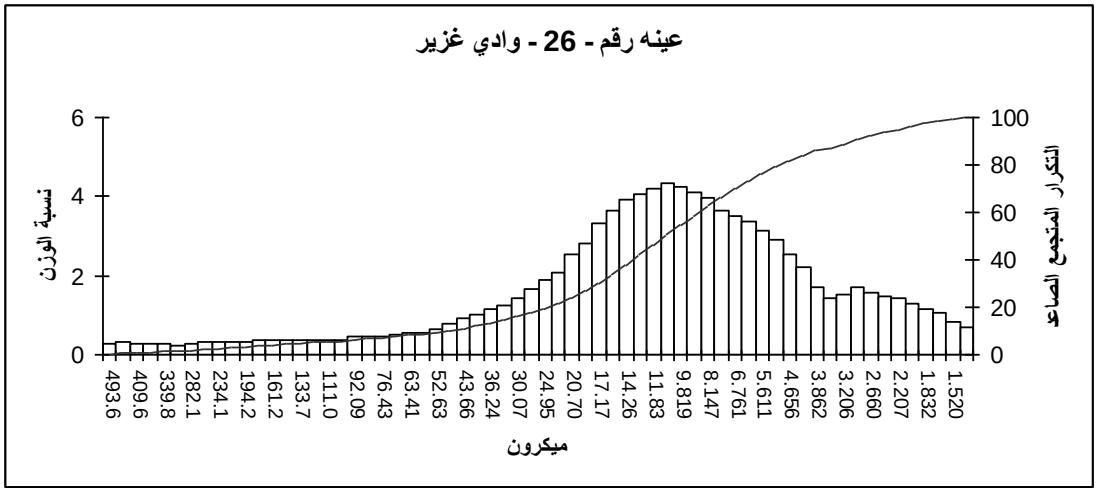


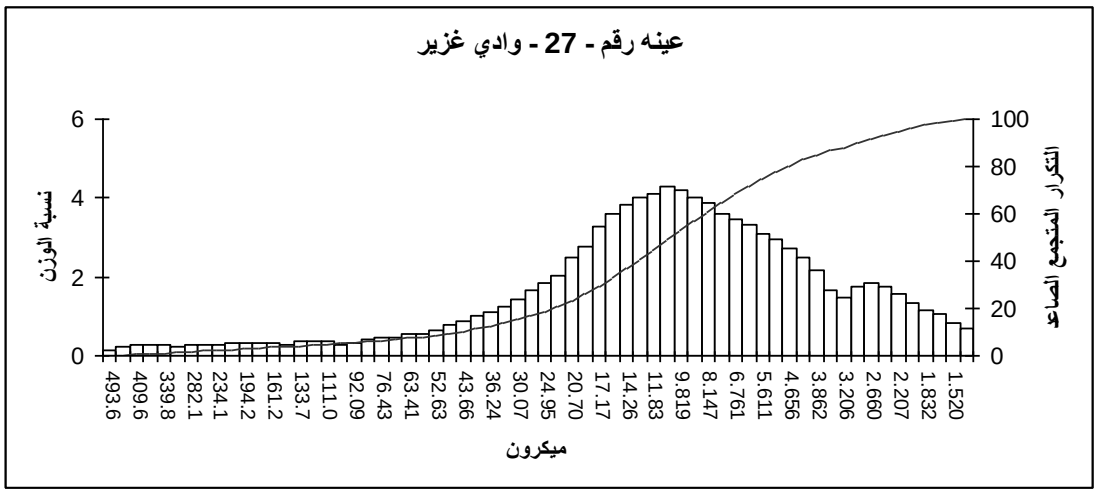




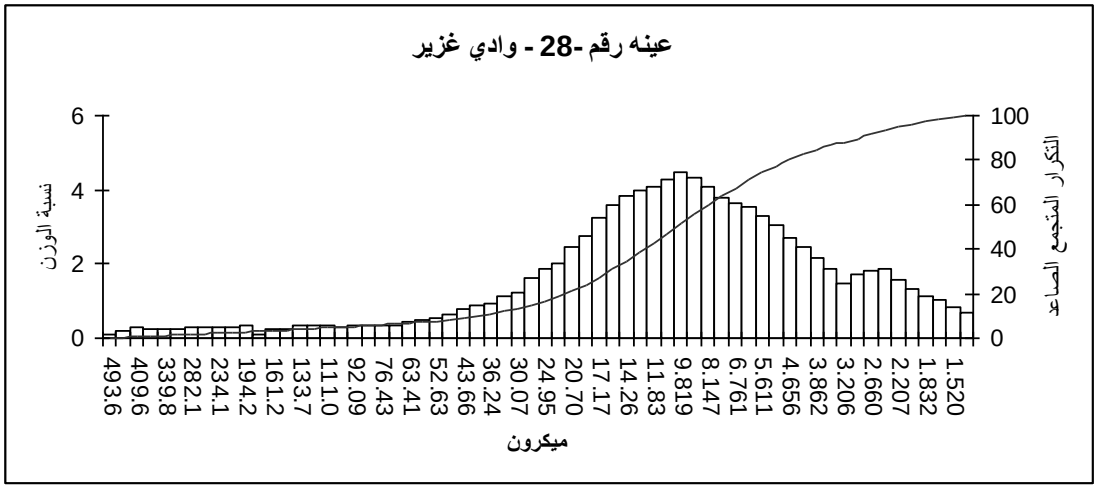
شكل (35) وادي غزير، عينات التربة من 22 – 24، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

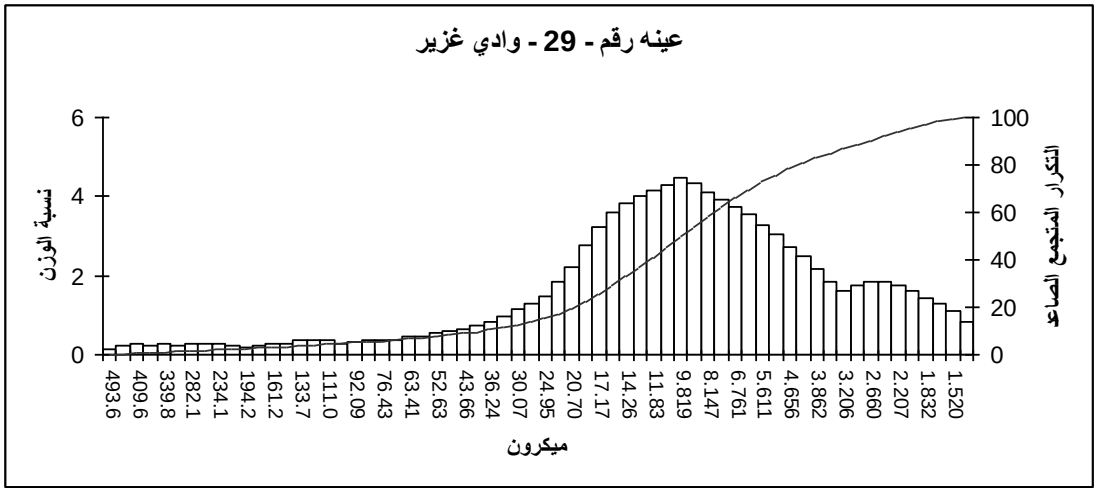


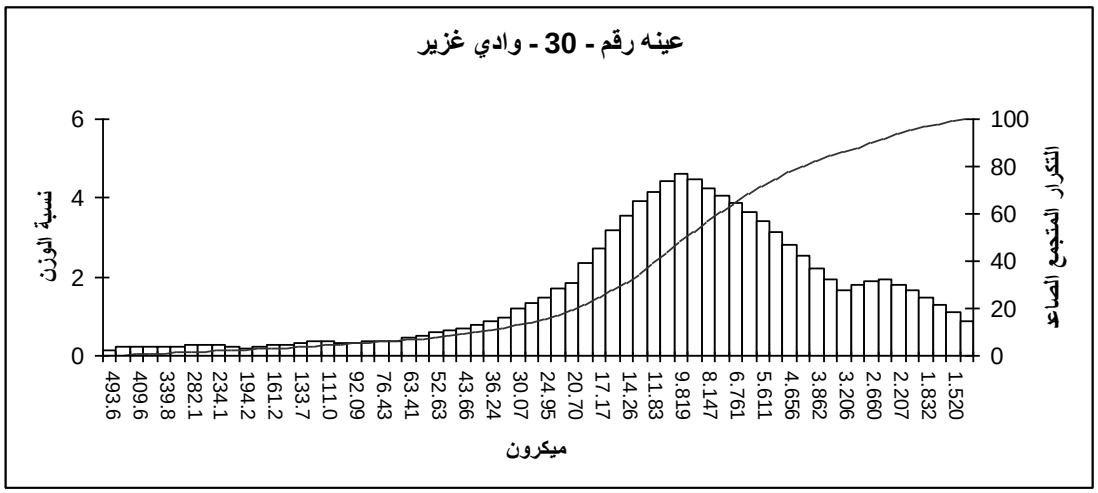




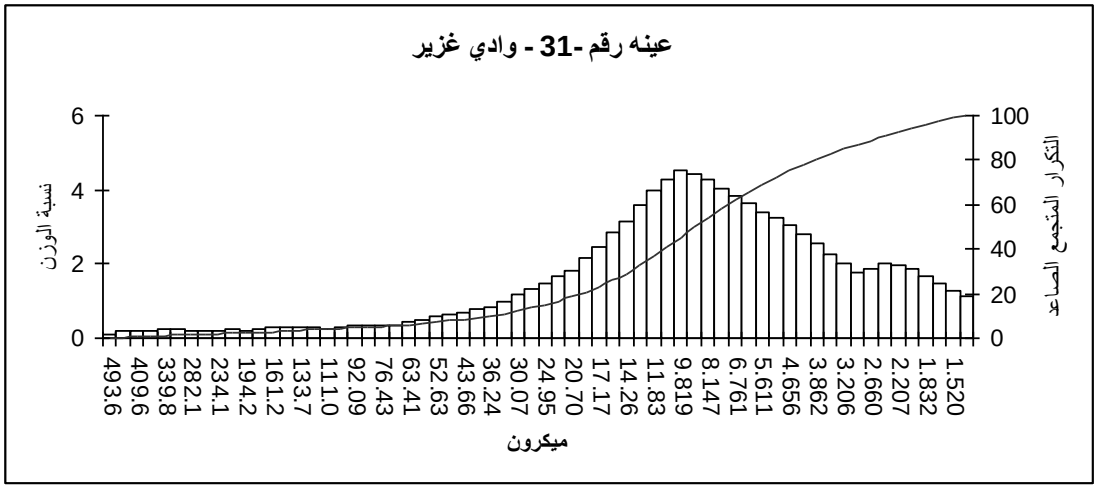
شكل (36) وادي غزير، عينات التربة من 25 – 27، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

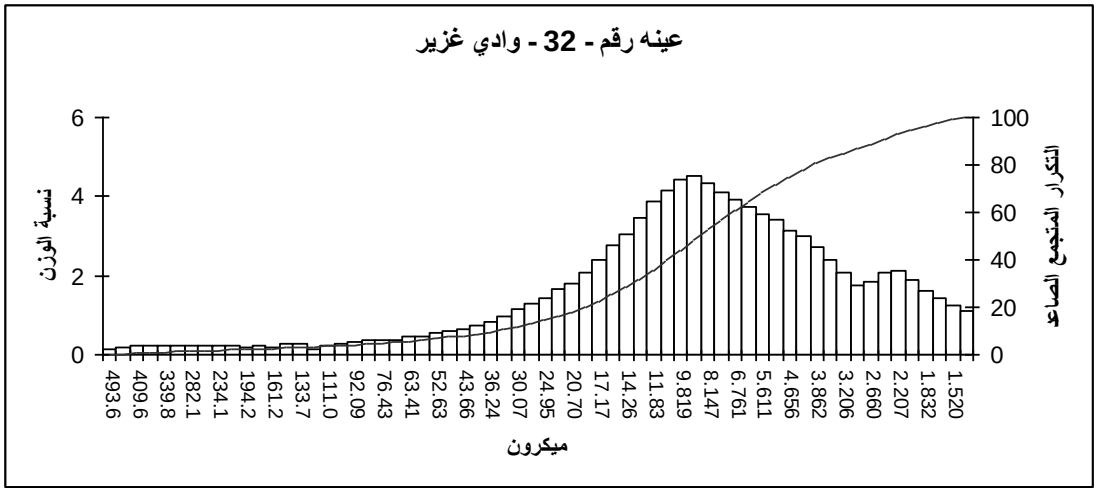


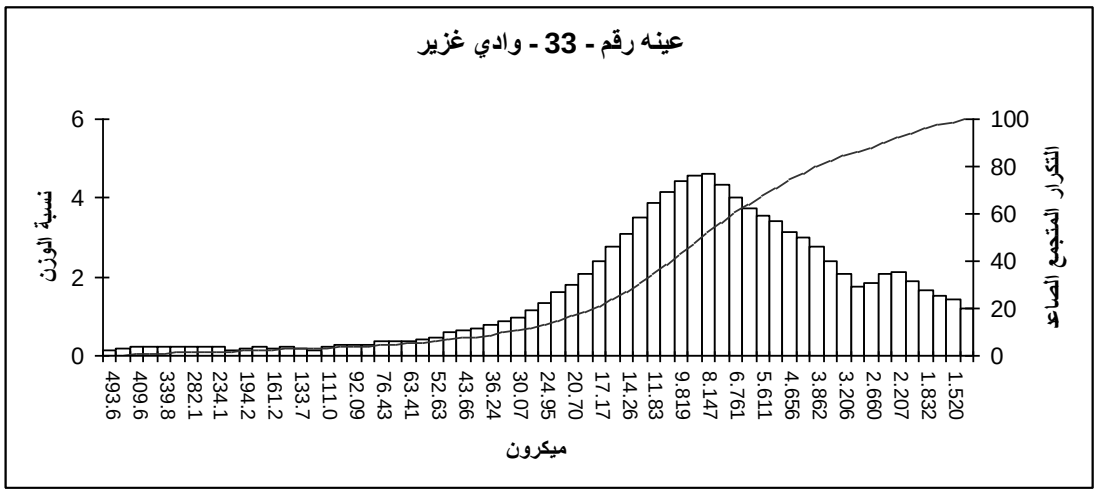




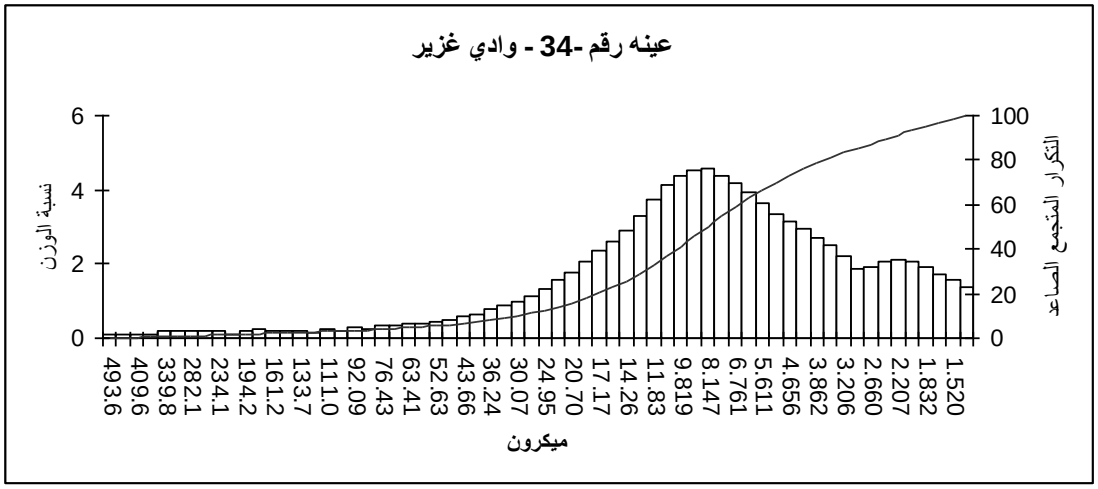
شكل (37) وادي غزير، عينات التربة من 28 – 30، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

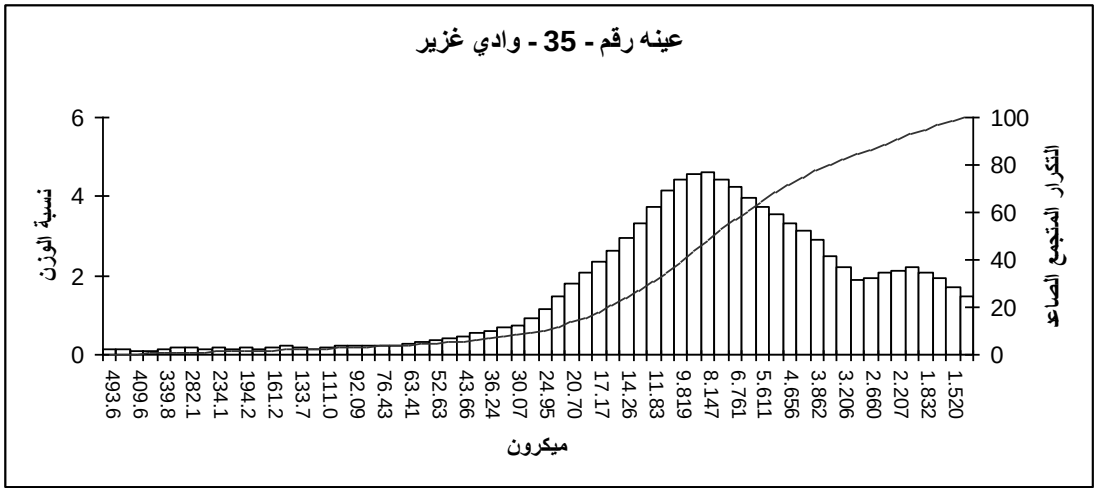


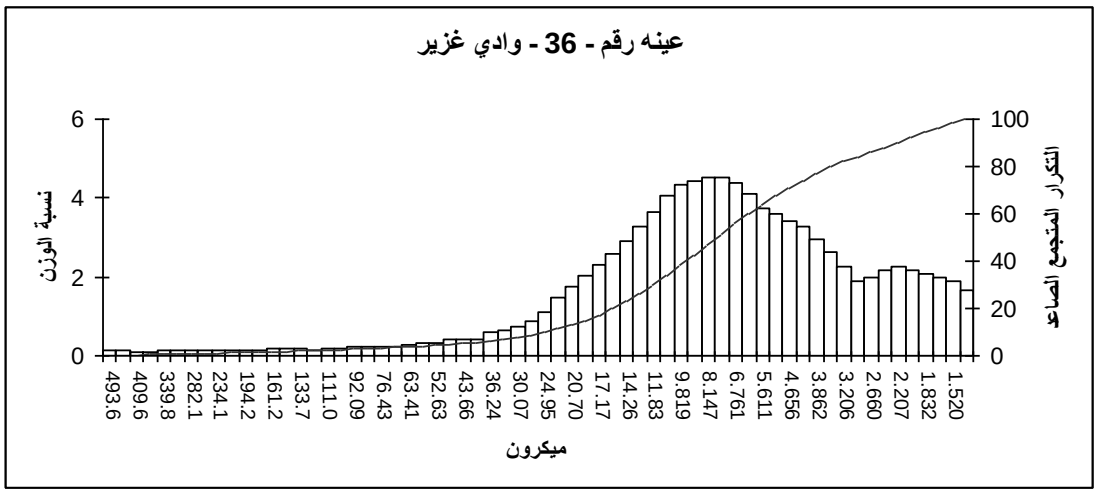




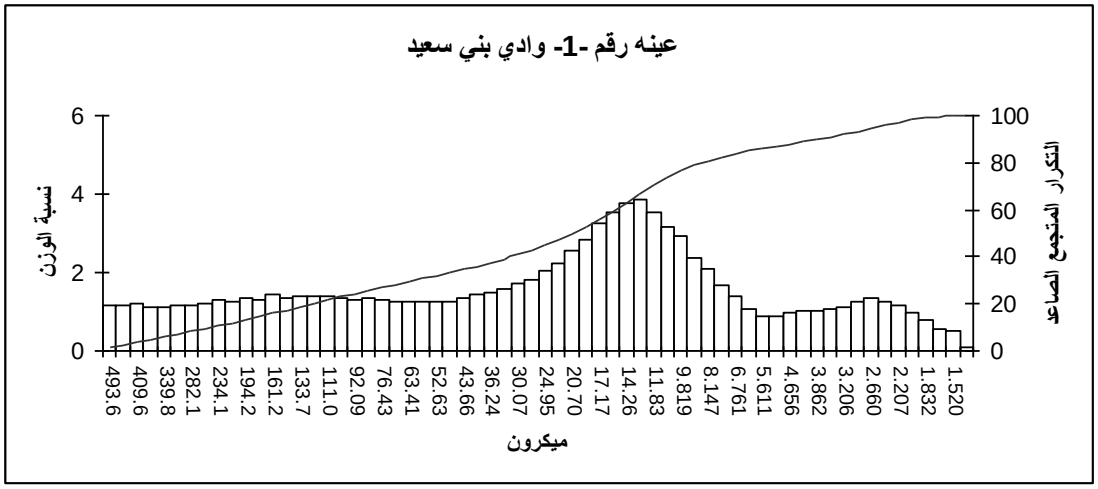
شكل (38) وادي غزير، عينات التربة من 31 – 33، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

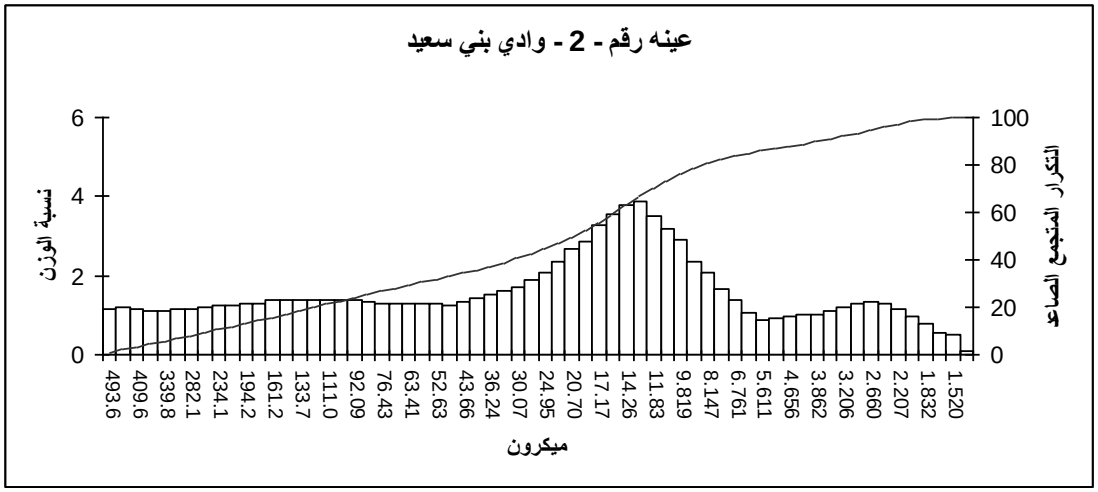


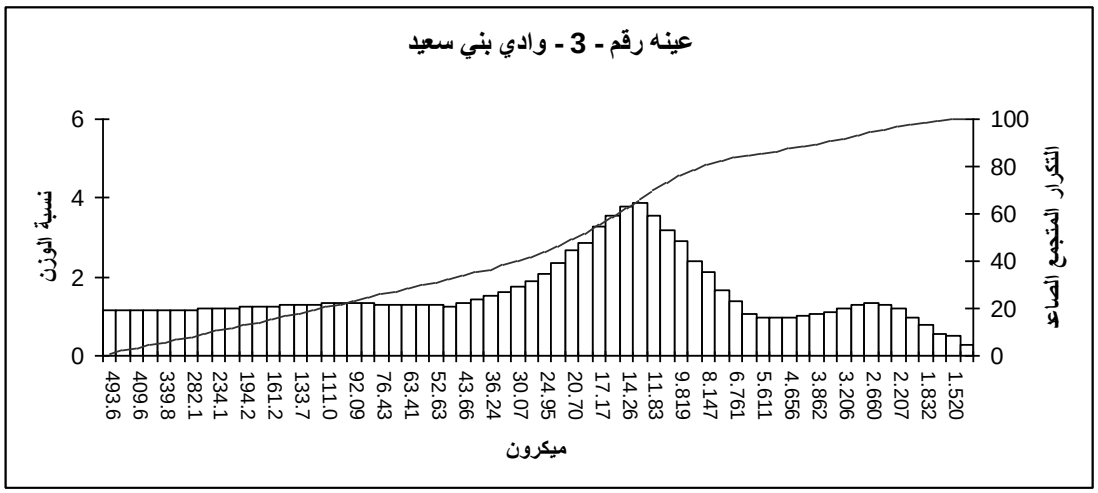




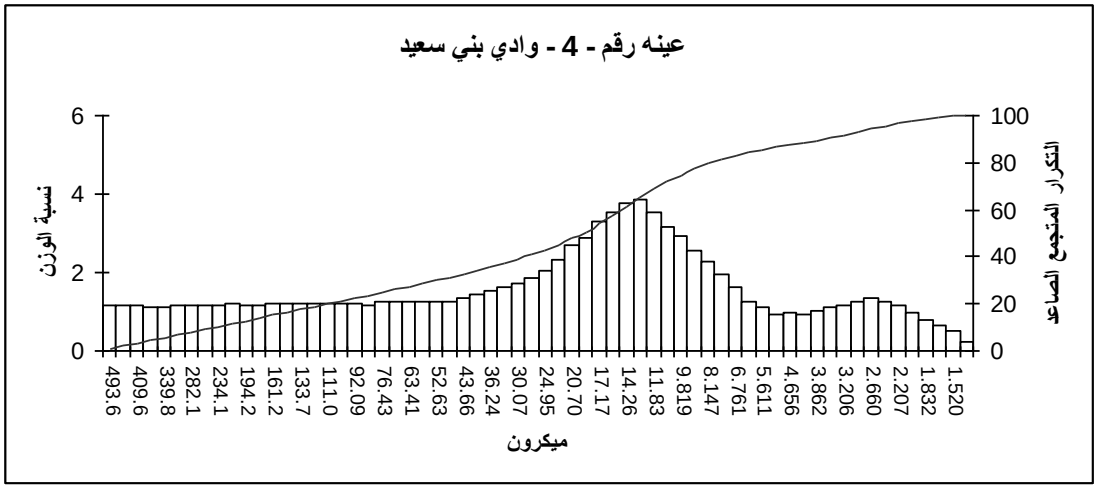
شكل (39) وادي غزير، عينات التربة من 34 – 36، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

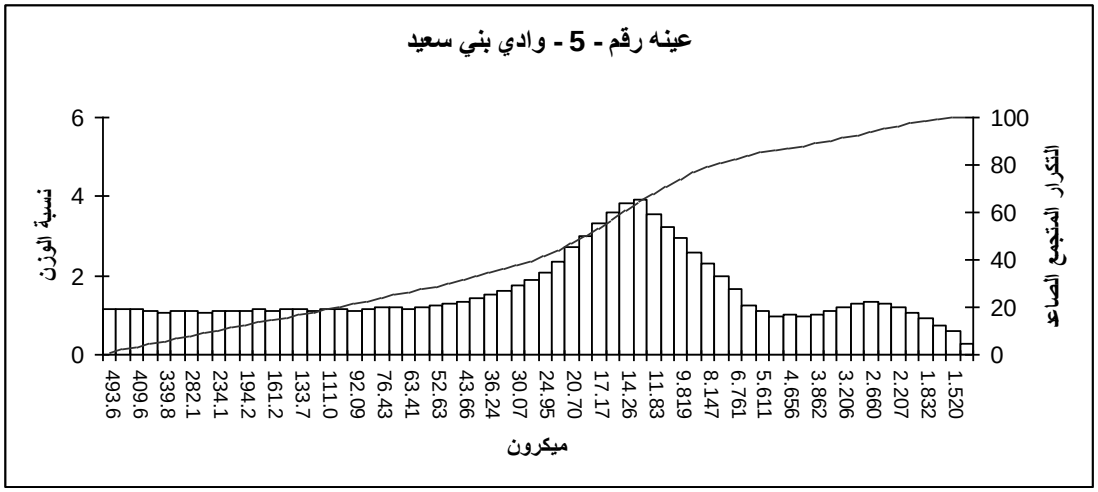


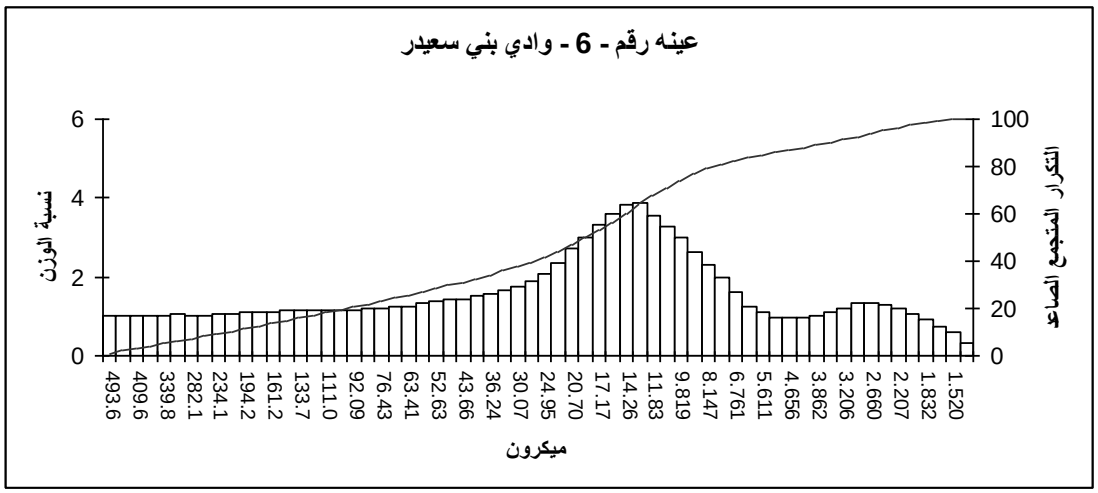




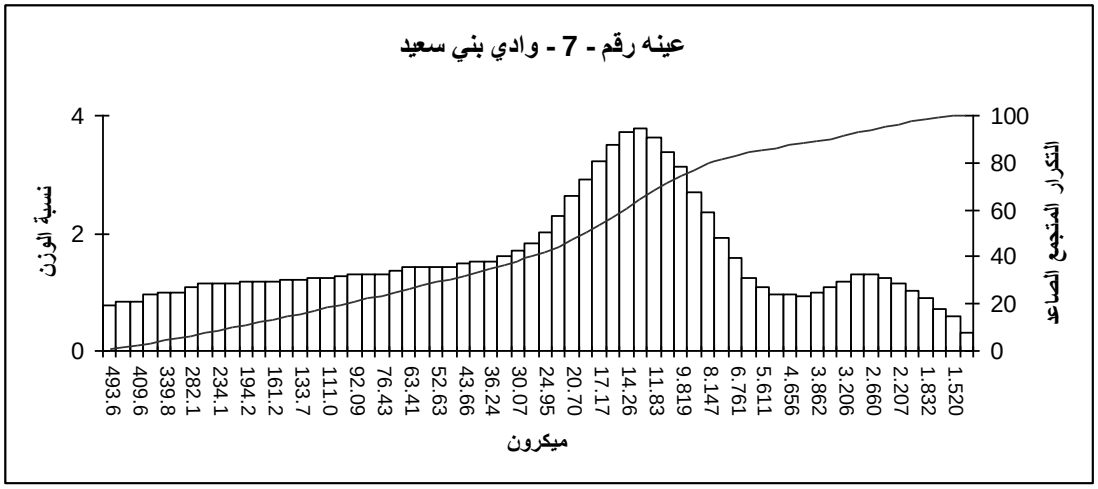
شكل (40) وادي بني سعيد، عينات التربة من 1 – 3، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

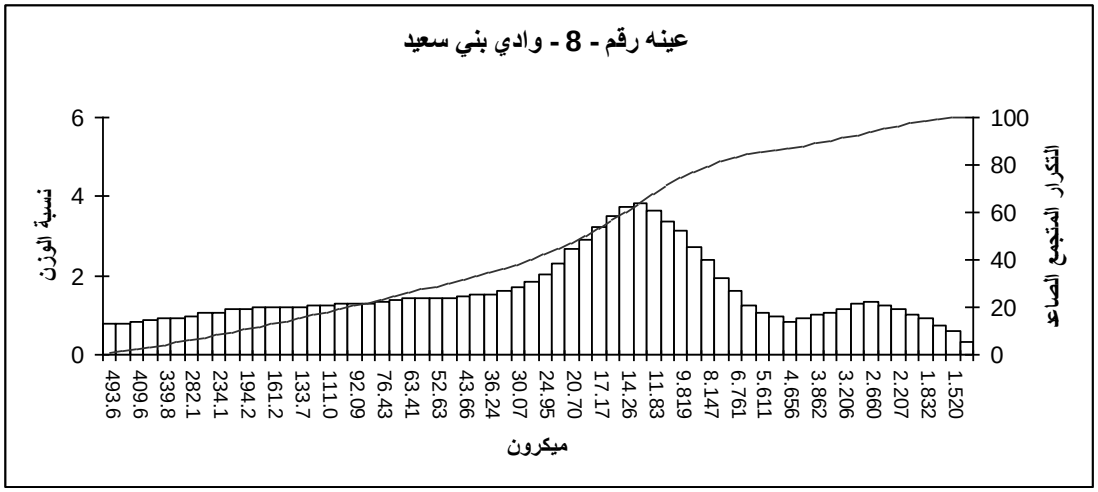


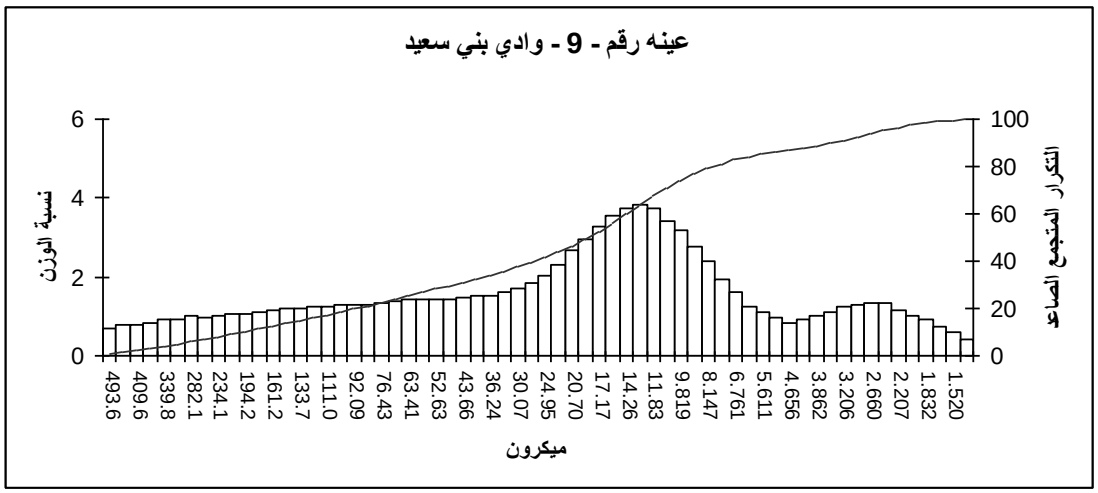




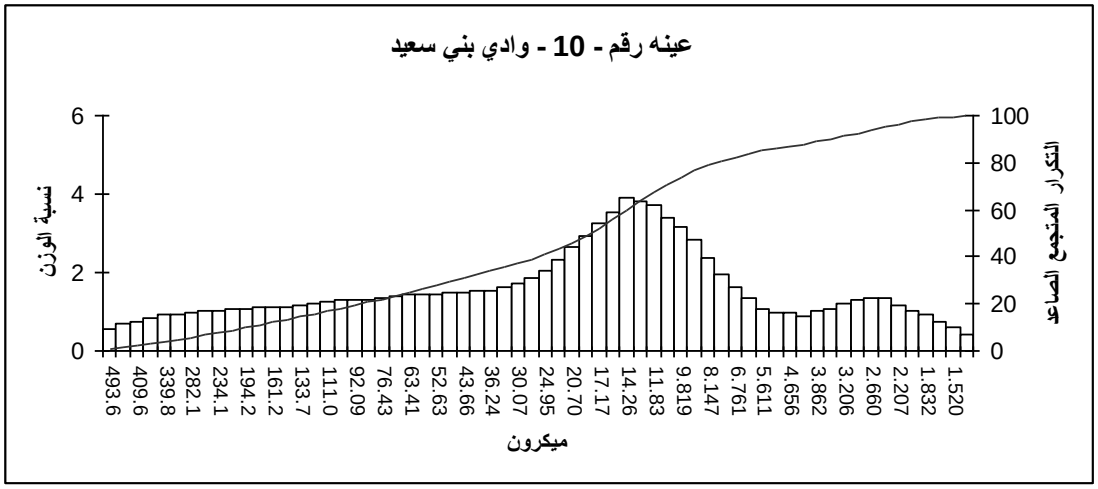
شكل (41) وادي بني سعيد، عينات التربة من 4 – 6، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

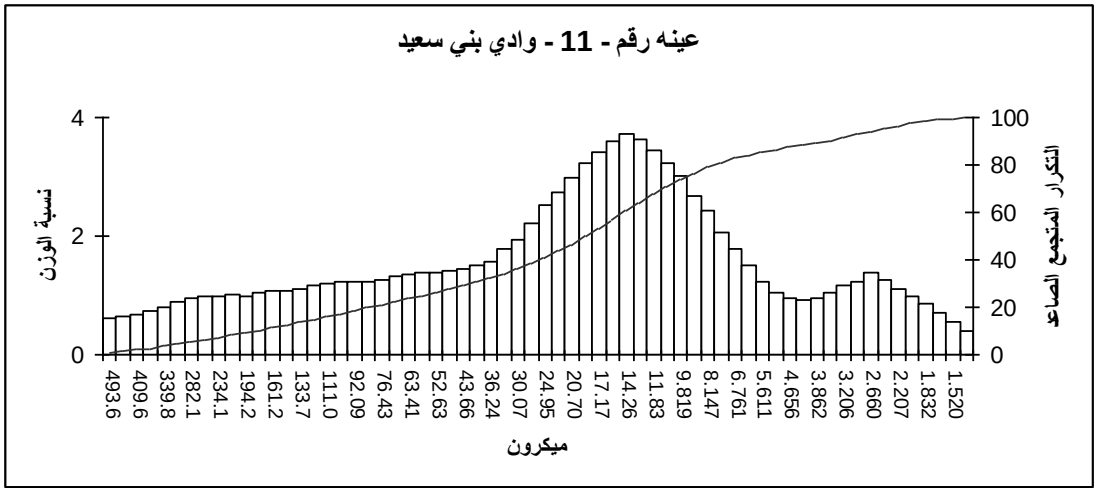


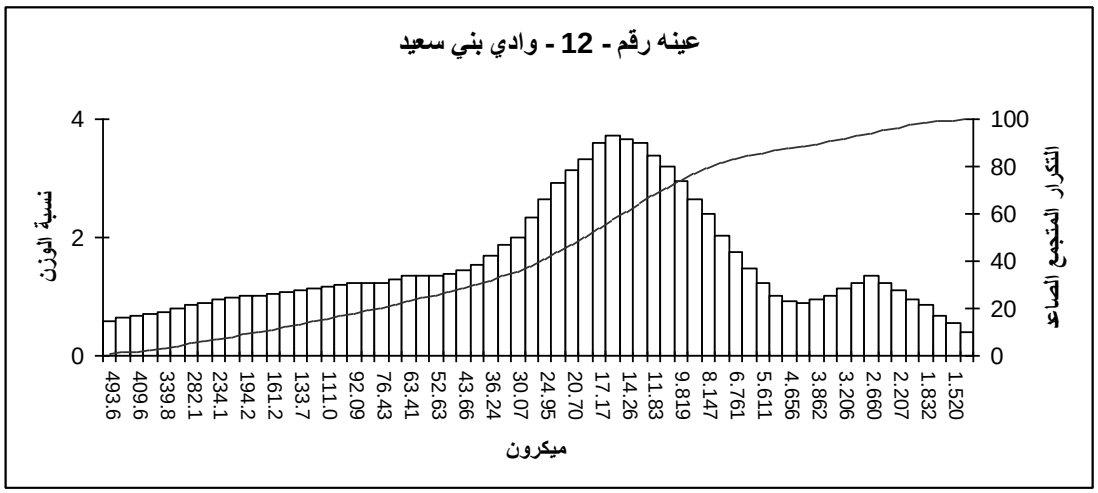




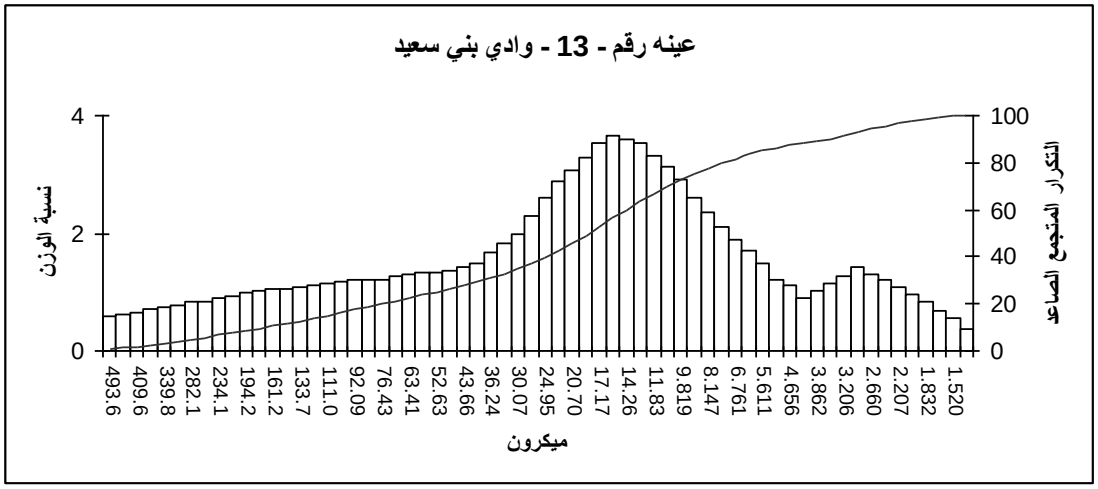
شكل (42) وادي بني سعيد، عينات التربة من 7 – 9، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

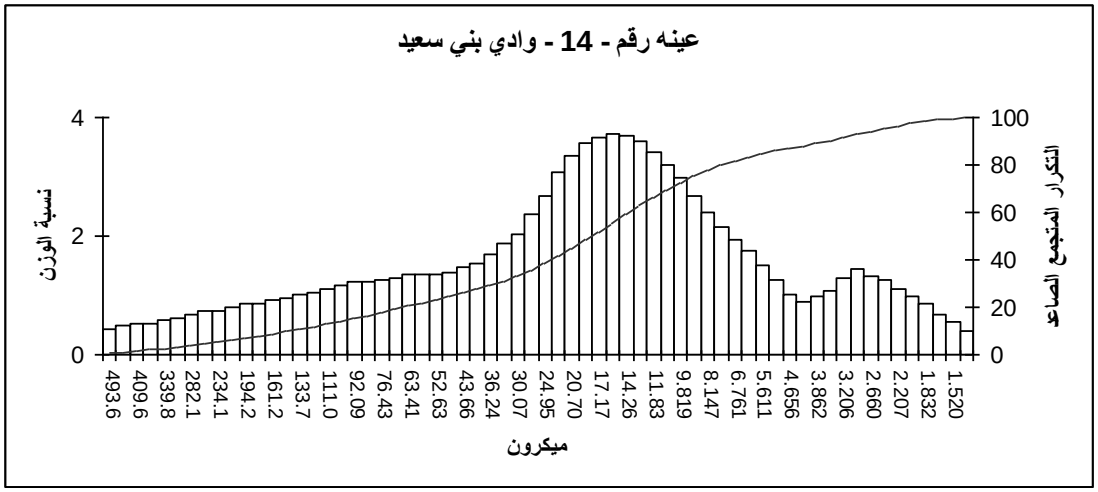


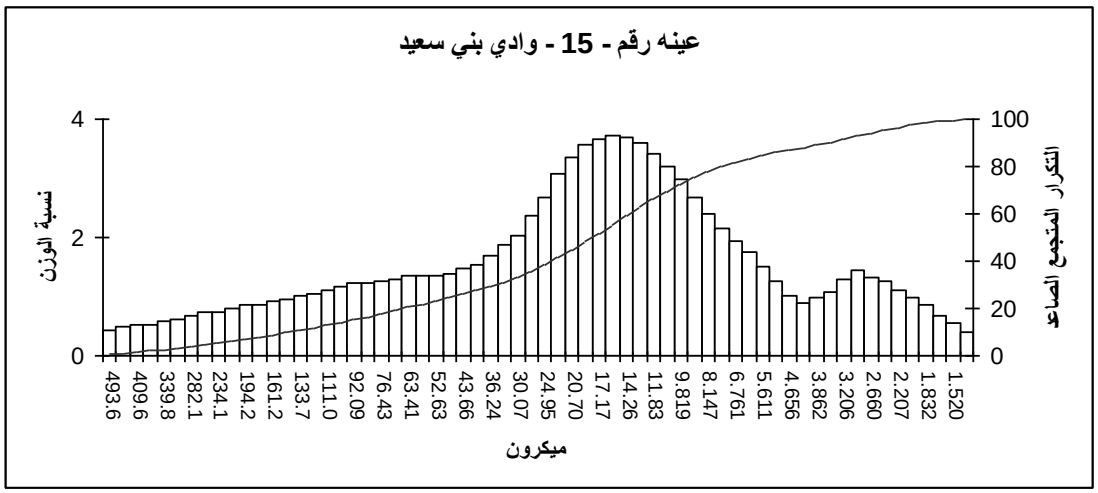




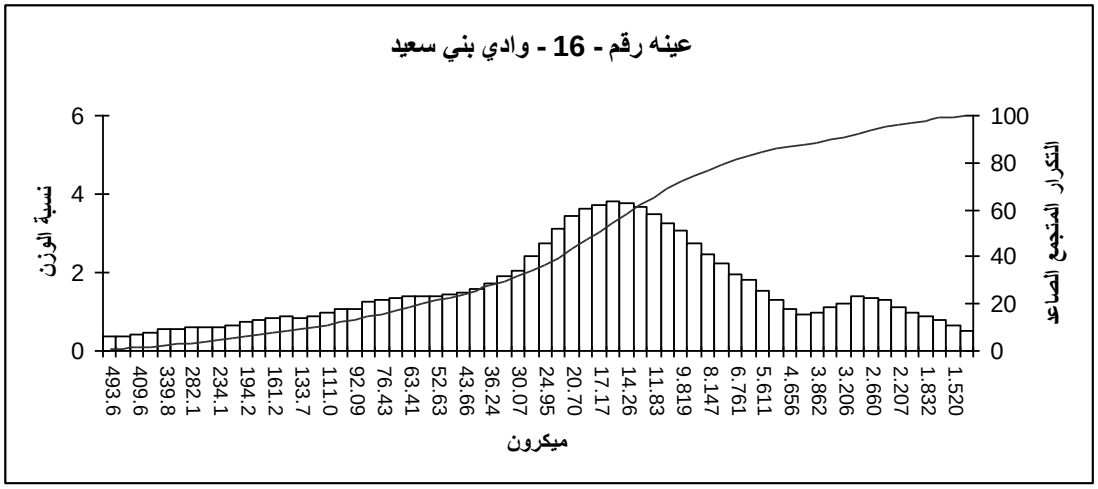
شكل (43) وادي بني سعيد، عينات التربة من 10 – 12، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

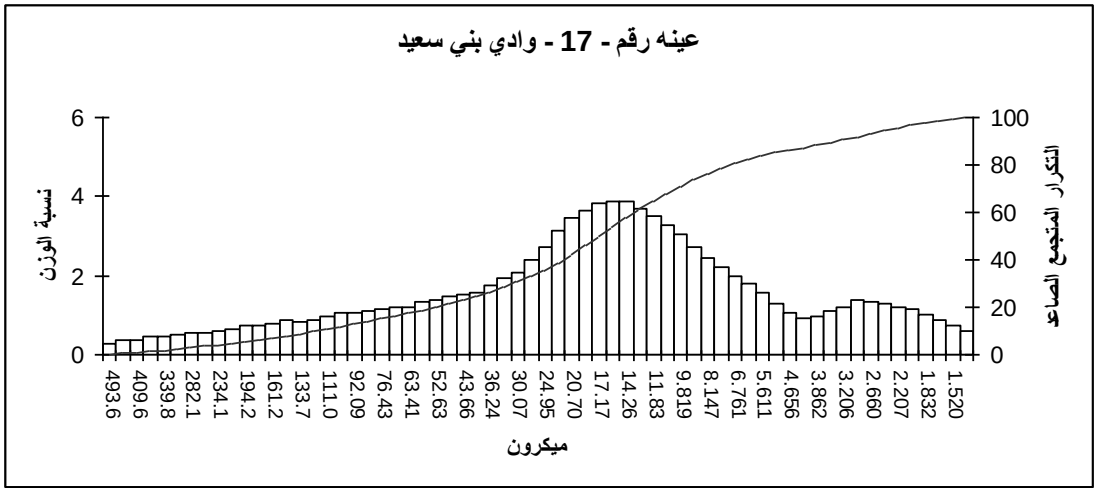


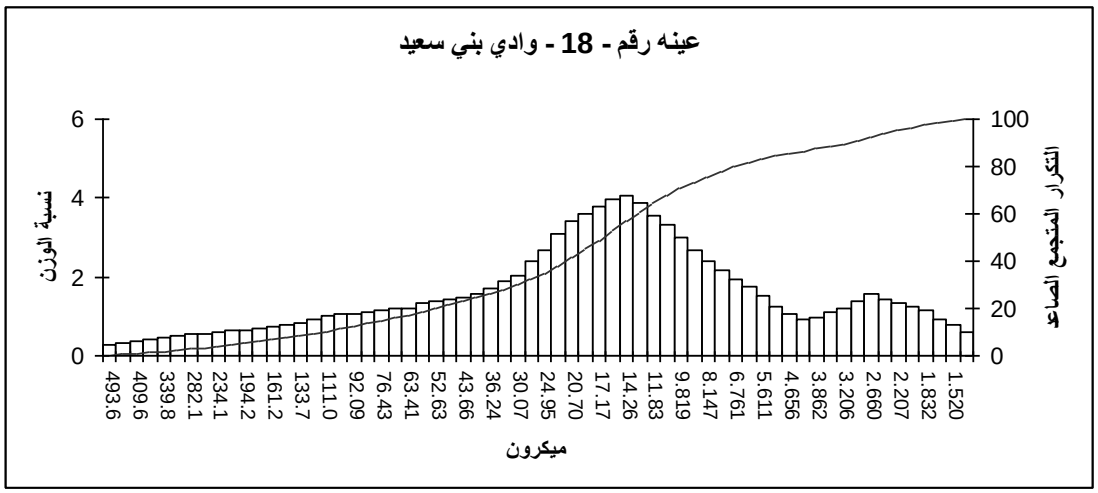




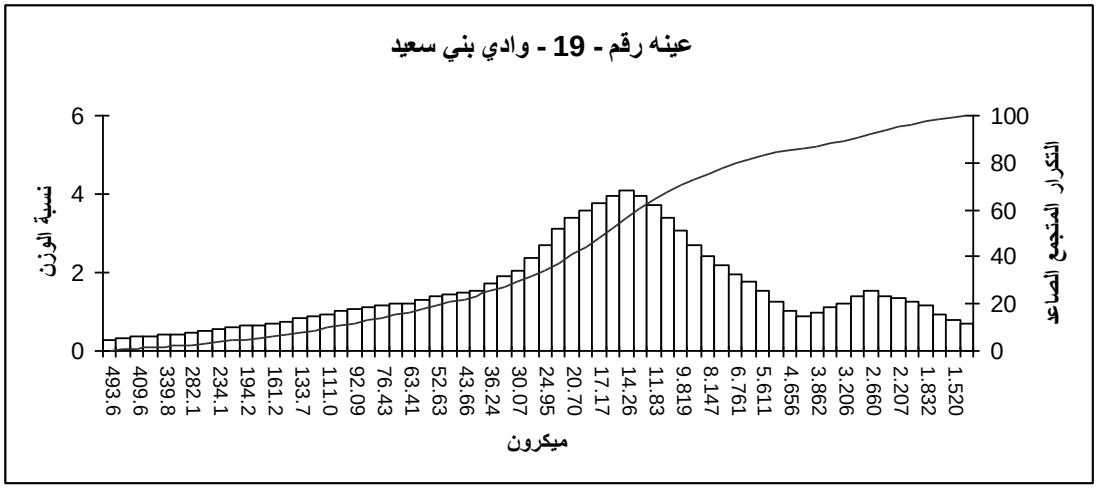
شكل (44) وادي بني سعيد، عينات التربة من 13 – 15، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

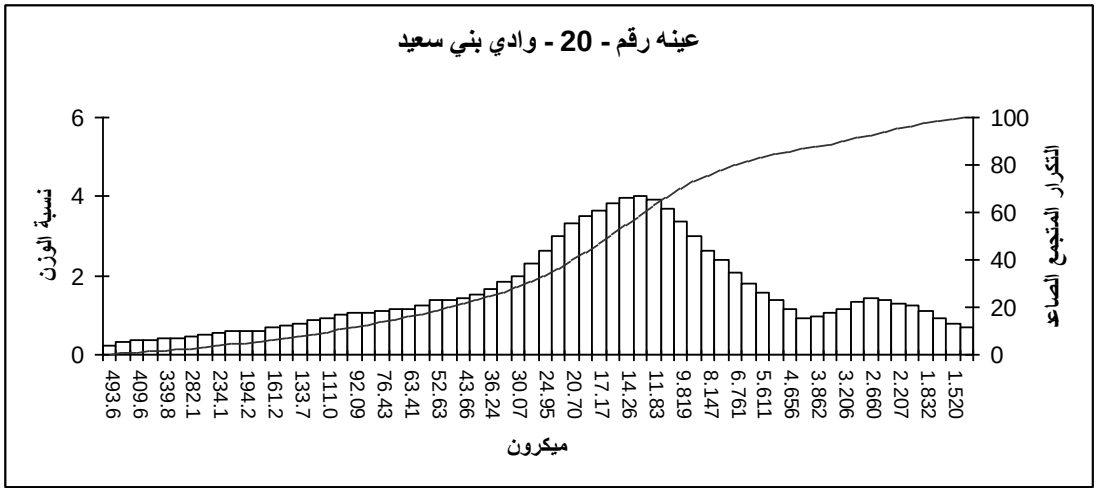


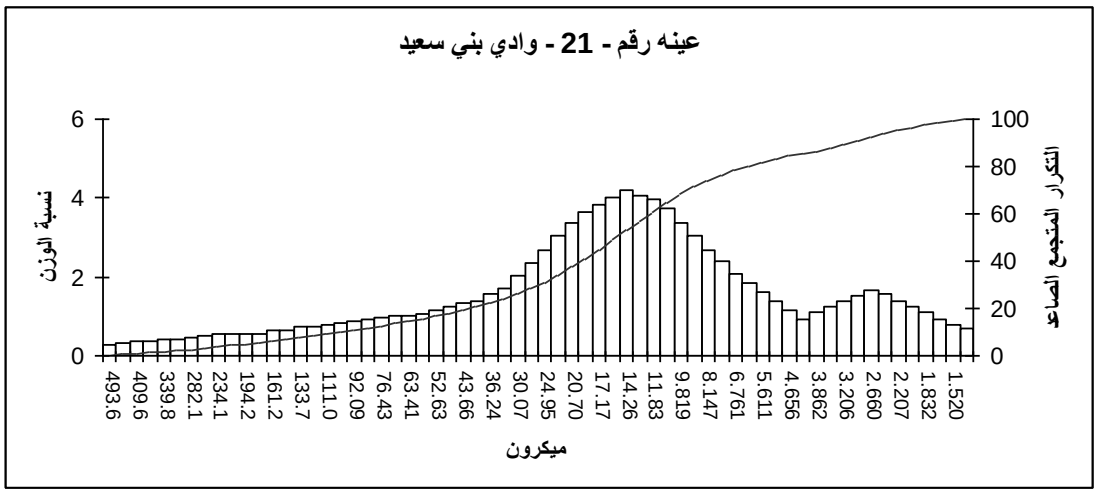




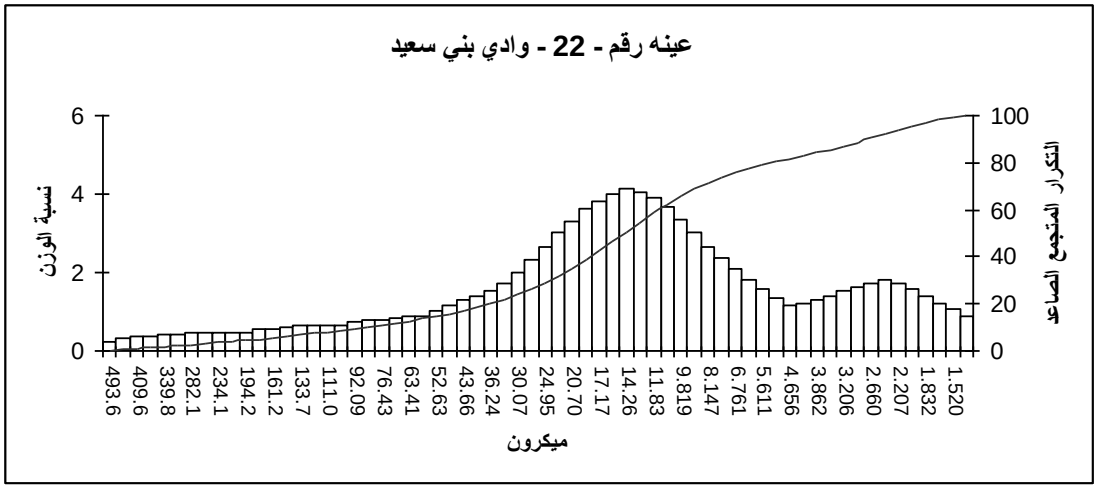
شكل (45) وادي بني سعيد، عينات التربة من 16 – 18، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

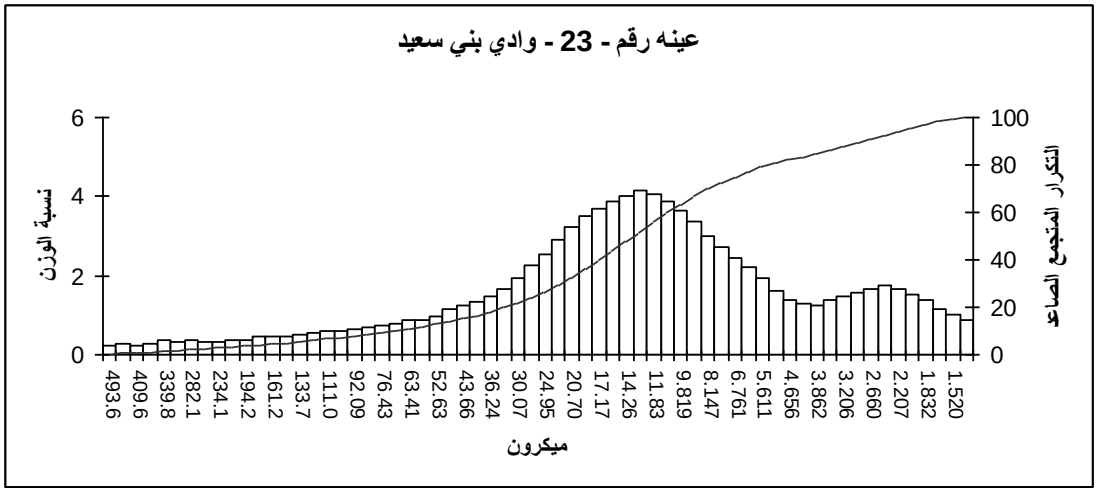


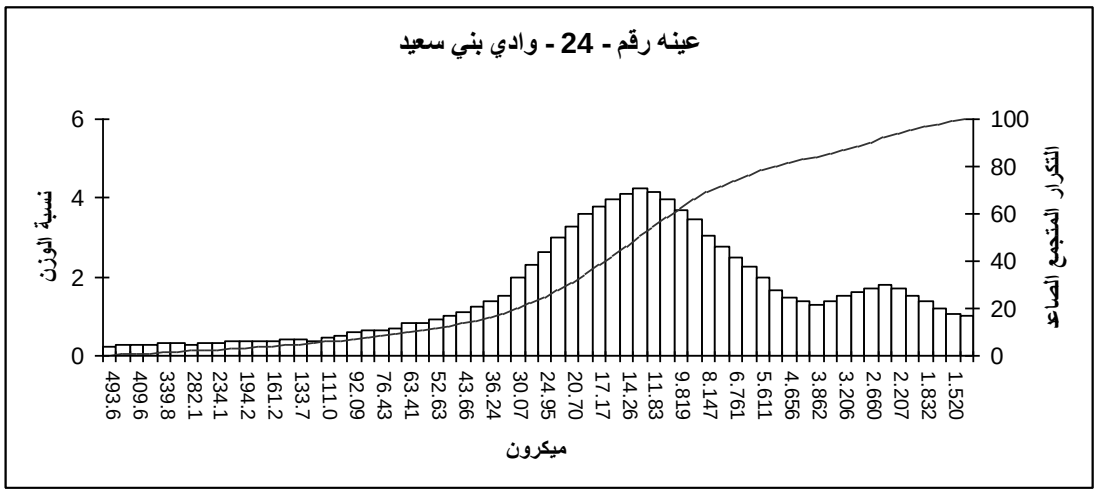




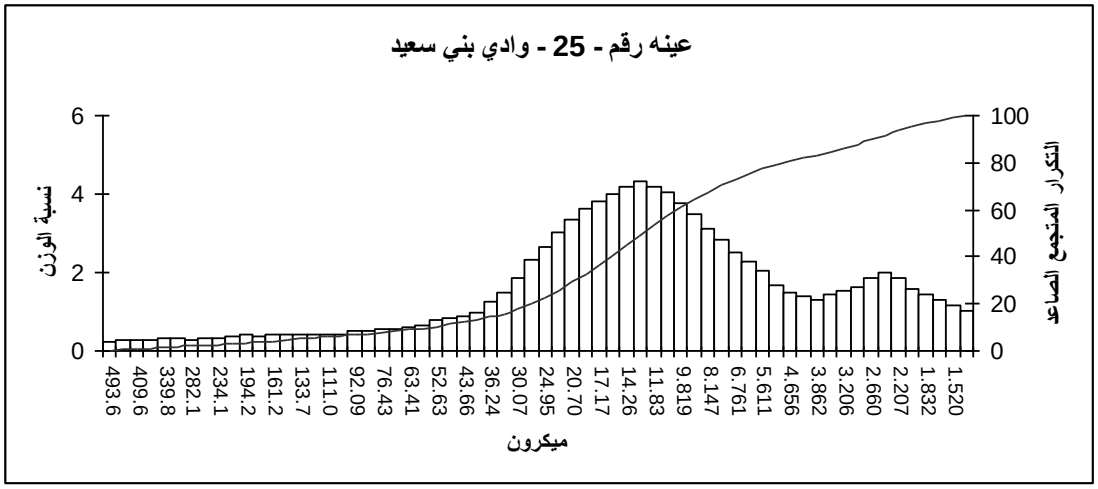
شكل (46) وادي بني سعيد، عينات التربة من 19 – 21، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

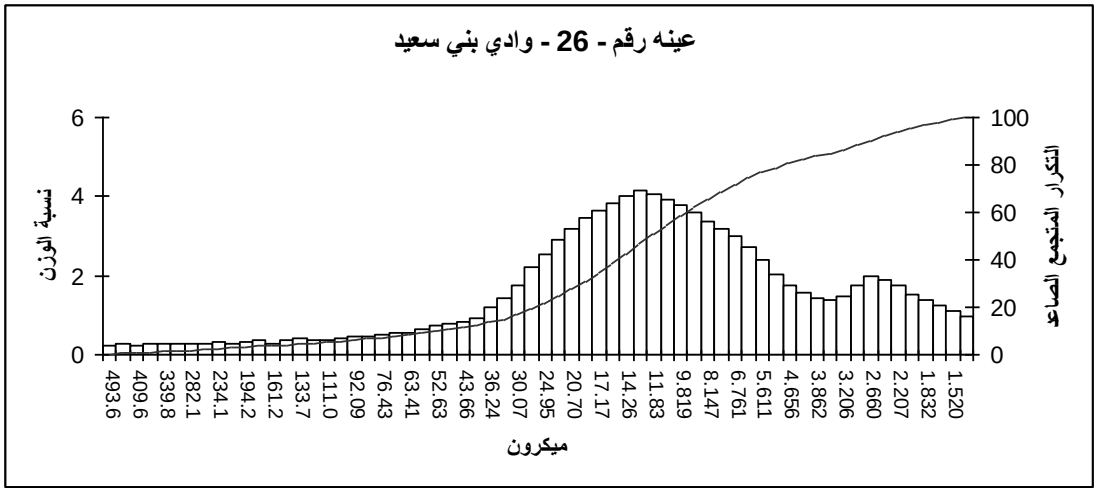


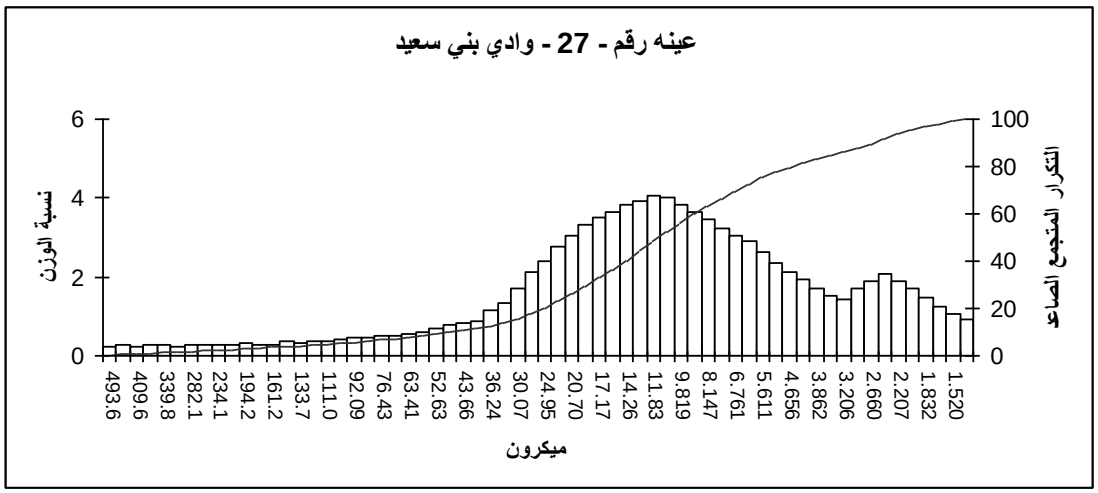




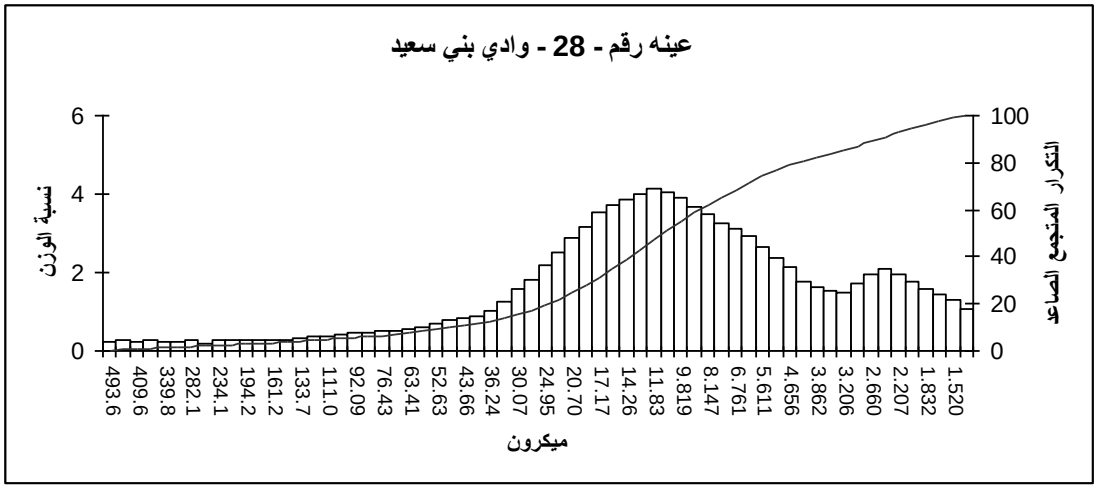
شكل (47) وادي بني سعيد، عينات التربة من 22 – 24، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

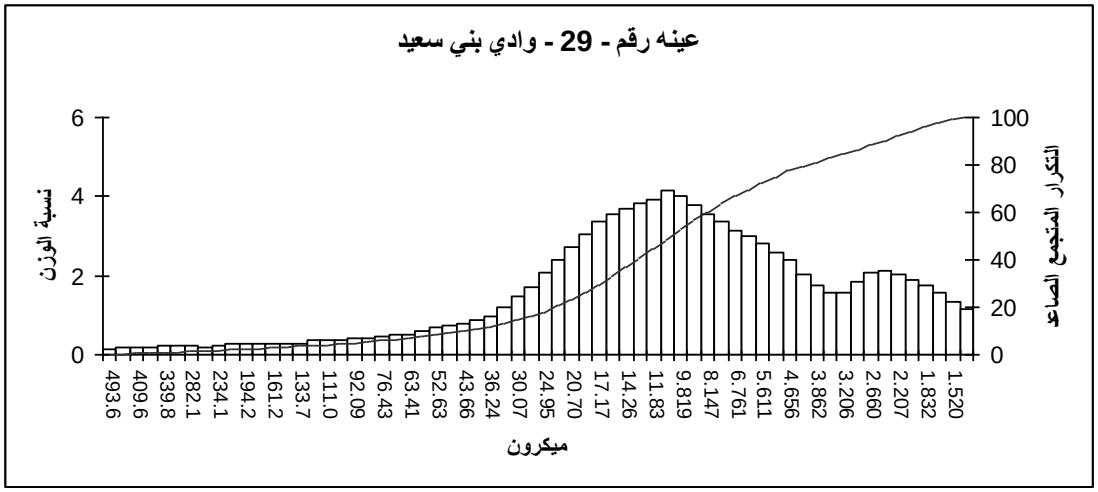






شكل (48) وادي بني سعيد، عينات التربة من 25 – 27، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.





شكل (49) وادي بني سعيد عينات التربة 28 ، 29، المدرج التكراري لحجم الحبيبات والتكرار المتجمع الصاعد لنسب حجم كل ميكرون.

Summary

No scientific research has been undertaken on the agricultural terrace soils of the Sarawat Mountain slope and valleys. This present research attempts to understand the physical characteristics of soils in Al-bahah region. Two contrasting geological valleys were chosen. The Ghazeer valley comprises schist and the Bani Saeed valley very weathered granites relating to former Tertiary climates and plate movements of the Peninsula when it was at the equator.

A number of soil samples were collected: 36 samples from the Ghazeer valley and 29 from Bani Saeed valley. The particle size of all samples was measured by a Coulter laser granulometer which is much more accurate than alternative methods such as the hydrometer method.

The continual downslope colluviation of silts derived from Africa and from the Rub'al Khali on terraced slopes, and the need by farmers to keep each terrace surface flat, and have retaining walls to trap water, means that terraces walls have to periodically be built higher so as not to be overtopped by silts passing down slope.

The most dominate feature of the terrace soils was the high percentage of silts (loess) with only low percentages of sand and clay. Percentages of silt, sand and clay differed between the two valleys. This is partly the result of local geology as the colluvial loessic silts are mixed with local weathering products.

Many local farmers have left the land to find better paid jobs in urban areas. Farming terraces is hard work and the area of each terrace too small to use machinery. Furthermore, the boundary walls need regular maintenance without which all the terrace soils will eventually be washed off the slopes and lost forever. Soil is a precious resource and once gone cannot be replaced. Once the terraces are lost the local village life dies too. Thus the wider impacts are very important. Only government agencies can deal with the problem and provide subsidies and technical support to the remaining farmers.

In the past people built their houses on top of the mountain and used valleys and slopes for agricultural purposes. Today people have started to build their houses on the agricultural terraces themselves. The loss of this prime agricultural resource is serious and the government must develop strong planning legislation to prevent this. Soils also absorb water and if covered with houses and concrete runoff will be faster and flash floods more likely.