Estimation of Dispersion Phenomena for Selected Sites in Babylon Governorate

Abdulkareem H. Abed

Department of Applied Geology, College of Science, University of Babylon, Iraq.

abdalkreemrubaie@gmail.com

Abstract

This investigation is conducted to estimate the dispersion phenomena for selected sites in Babylon governorate (ALkheder – Almossiab, ALsadda, ALbunafaa, ALhashmia,).

The main aim of this investigation is to study dispersion phenomena, and identification and classification of soils to (high, intermediate, and non-dispersion) depending on special test methods in dispersion phenomena. The experimental tests that were done; indexes, physical, and chemical tests to natural soils and special tests were done to the identification and classification of dispersion soils.

The results of crumb test showed weak dispersion (Grade 2) for AL sadda soil, but the soils of ((ALkhezer – Almossaab, AL.bunafaa, AL.hashmia) showed intermediate dispersion (Grade 3).

The results of the double hydrometer test showed that ALkheder – Al.mossaab, and ALbunafaa were of intermediate dispersion soils, and for AL.hashmia, and AL sadda soils were non – dispersive.

The results of slacking test indicated that (ALkheder - Almossaab, ALbunafeej) were dispersive soils and (AL.hashmia, ALsadda soils) were non– dispersive.

While the results of soluble salts in pore water test indicated that all soils were non–dispersive but with different ratios according to its position in zone B of the classification chart.

Keywords: Babylon governorate, Crumb test, Dispersive soils, Double hydrometer test.

تقييم ظاهرة التشتت لترب مختارة في محافظة بابل

عبد الكريم حسين عبد

قسم علم الارض التطبيقي، كلية العلوم، جامعة بابل، العراق.

abdalkreemrubaie@gmail.com

الخلاصة

يتناول هذا البحث تقييم ظاهرة التشتت لترب مختارة من مناطق في محافظة بابل (المسيب /الخضر، السدة، البونافع، الهاشمية). إن الهدف الرئيسي لهذا البحث هو دراسة ظاهرة التشتت وتميز وتصنيف التـــرب إلى (عالية التشتت، متوسطة التشتت، عديمة التشتت) اعتمادا على طرق الفحص الخاصة بظاهرة التشتت.

أجريت الفحوصات المختبرية (الدليلية، الفيزيائية، الكيميائية) للترب الطبيعيـــة، وكـــذلك الفحوصـــات الخاصة لتميز الترب المشتتة.

فبينت نتائج فحص الفتاتة (Crumb test) هي ضعيفة التشتت (Grade 2) لتربة السدة، أما التـــرب (البونافع، المسيب /الخضر، الهاشمية) فكانت متوسطة التشتت (Grade 3).

وأظهرت نتائج فحص المكثاف المزدوج (The Double Hydrometer Test) إن التربتين (المسيب / الخضر، البونافع) هي (Intermediate Dispersive، متوسطة التشتت) والتربتين (السدة، الهاشمية) كانت (Non – Dispersive، عديمة التشتت).

ودلت نتائج فحص الركود (The Slackening Test) على ان التربتين (البونافع، الخضر) هي ترب مشتتة والتربتين (السدة، الهاشمية) كانت غير مشتتة.

أما نتائج فحص الأملاح الذائبة في ماء المسام فأشارت على إن الترب المستخدمة في البحث (المسيب / الخضر، السدة، البونافع، الهاشمية) كانت (Non – Dispersive، عديمة التشتت) ولكـــن بنســـب مختلفـــة حسب موقعها بنطاق B في مخطط التصنيف.

الكلمات المفتاحية: محافظة بابل، فحص الفتاتة، الترب المشتته، فحص للمكثاف المزدوج.

المقدمة:

تعرف الترب المشتتة (Dispersive soil) بأنها الترب ذات التركيب غير المستقر، وذات مقاومة قليلة للتآكل، حيث تتداعى التربة المشتتة وتنهار عندما تحصل التربة على رطوبة وبالتالي تتشتت جزيئات الطـــين في المحلول. ولكن الفرق الأساسي بين الترب المشتتة والترب الغير المشتتة (المقاومة للتآكل) هو في طبيعة ونوع الايونات الموجودة في ماء المسام (water pour)، ففي الترب المشتتة تكون غالبية الايونات هي ايون الصوديوم، أما الترب غير المشتتة تكون أغلبية الايونات هي ايون الكالسيوم، المغنيسيوم[1].

الأسباب المهمة لتشتت الترب ، وجود ايون الصوديوم Na^{+1} بنسبة عالية تصل إلى 6% (تجعل التربة غير مستقرة) ، وكما هو معروف إن جزيئات الطين تملك شحنة سالبة على السطح ، هذه الشحنة يمكن أن تتوازن بواسطة الكاتايونات الموجبة الشحنة مثل Ca^{++} ، Mg^{++} ، K^{+} هذه الكاتايونات تكون محاطة حول سطح جزيئه الطين ، وان سعة التبادل ألايوني Cation exchange Capacity ونسبة

الصوديوم Sodium percent لهما الأثر الأكبر في قابلية التشتت ، وعلية فجزيئات الطين التي تقل فيها قوى الترابط بالأخرى تكون سهلة التشتت عندما تصبح رطبة[2].

تتكون الترب المشتتة في الطبيعة، أما بتجوية الصخور الرسوبية إذ إن ايون الصوديوم ينتقل من الصخور إلى التربة، أو في مناطق المناخ الجاف يتبخر الماء من الطبقات العليا ويوفر كميات كبيرة من ايون الصوديوم وخاصة عندما تكون الطبقات السفلية قليلة النفاذية، أو عندما تتعرض التربة إلى جريان المياه المالحة، أو كنتيجة لارتفاع أو انخفاض منسوب الماء الجوفي التي تزيد من محتوى ايونات الصوديوم في الطبقات العليا وبالتالي تتكون الترب المشتتة.[3]

تتواجد الترب المشتتة في الطبقات الغرينية وطبقات التربة المترسبة في البحيرات (Lacustrines) وفي الصخور الطينية Clay stone وصخور الطفل (Shale) المتكونة تحت البحار وفي المناطق ذات المناخ الرطب كما في (البرازيل، فيتنام، استراليا، المكسيك، تايلاند، الهند، جنوب أمريكا)[3] .

تسبب الترب المشتتة الكثير من المشاكل الهندسية ومنها انهيار العديد من السدود الترابية في الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا ومثال على ذلك انهيار سد (Los Estreos) وسد (Teton Dam) [4]. اللوحة رقم (1) تبين سدة منهارة بسبب تاكل الترب المشتتة [5].

لوحة رقم (1) لسدة منهارة بسبب تآكل الترب المشتتة[5] .

الدراسات السابقة:

ومن الدراسات السابقة التي أرفدت هذا البحث منها

بين [6] تأثير المحتوى الرطوبي للترب المحدولة يكون واضح على معدل تآكل التربة التي لها دليل لدونه اقل من (12%) وأظهرت النتائج إن النماذج المرصوصة بمحتوى رطوبي اقل من المحتوى الرطوبي الأمثل تكون فيها معدل التآكل أكثر من النماذج المرصوصة بمحتوى رطوبي أعلى من المحتوى الرطوبي الأمثل.

درس [7] التسرب التاكلي خلال الترب الجبسية والمعاملة بالنورة المطفأة، حيث جلب أربع نماذج تربة لمناطق مختلفة في مدينة الموصل ذات محتوى جبسي مختلف، وبينت النتائج إن قسم من النماذج كانت لترب مشتتة وان النماذج الأخرى تربة غير مشتتة، وتمت معالجة الترب المشتتة بمادة النورة المطفأة وكانت النسب 3% و5% من النورة فعالة ومعالجة للتشتت.

درس [8] آلية مقاومة التسرب الداخلي للترب غير المستقرة، حيث أخذت نماذج بصورة عشـــوائية قبل وبعد المطر من المنحدرات الترابية في منطقة UiTM, Shah Alam Campus. في ماليزيا ، وبينت النتائج ان الترب مالت الى التشتت بالقرب من الحالة الجافة ، او بمحتوى رطوبي واطئ .وان التـــرب ذات الحبيبات الخشنة أعطت أعلى قيم للتشتت ، وهذا يدل على ان الترب ذات مقاومة تآكل واطئة.

المواد والعمل ألمختبري Materials and Experimental work

المواد المستخدمة:Materials

1- التربة Soil

استخدمت في هذا البحث أربعة أنواع من الترب المختلفة بخصائصها الدليلية، التشتية، الفيزيائية. ومن مواقع مختلفة في محافظة بابل (السدة، المسيب/الخضر، البونافع، الهاشمية) من عمق تجاوز التربة السطحية إلى التربة الطبيعية ولم يقل عن نصف متر.

2- الماء Water

تم استعمال ماء الإسالة في جميع الفحوصات المختبرية التي أجريت في هذا البحث، كما واستعمل الماء المقطر في بعض الفحوصات التي تستوجب استعماله.

الفحوصات المختبرية: Laboratory tests

تم إجراء الفحوصات المختبرية لهذا البحث في مختبرات كلية العلوم /قسم علم الأرض التطبيقي، قسم الكيمياء /جامعة بابل.

أولا: فحوصات الخواص الدليلية والفيزيائية **Index properties and physical tests**

1 - حدود اتربيرك **Atterberg Limits**

تم تعيين حدود اتربيرك (حد السيولة، حد اللدونة، دليل اللدونة) لجميع الترب حسب الطرائق المعتمدة من الجمعية الأمريكية للفحوص والمواد [9].

2- الوزن النوعي Specific Gravity

تم تعين هذا الفحص للترب الطبيعية حسب الطريقة المتبعة في مواصفة الجمعية الامريكية للفحص والمواد[10] .

3- التحليل الحبيبي Grain Size Analysis

تم إجراء هذا الفحص حسب الطريقة المتبعة للفحوص والمواد [11].

4- فحص الرص Compaction test

تم إجراء فحص وتعين كل من الكثافة الجافة العظمى ومحتوى الرطوبة الأمثل باستعمال الطريقة المتبعة من الجمعية الأمريكية للفحص والمواد [12].

ثانيا: الفحوصات الكيميائية Chemical tests

1-فحص محتوى الكبريتات Sulphate content tests

تم الفحص بموجب المواصفة البريطانية (B.S (1377 لعام 1975 التي تحمل الرمز – Test [13] -9- Number.

2- فحص محتوى الجبس Gypsum content tests

يحسب الجبس بضرب نسبة الكبريتات للتربة * 2.15%

3- فحص محتوى الأملاح الكلية القابلة للذوبان Total soluble salts Test

تم إيجاد مقدار الأملاح القابلة للذوبان للتربة الطبيعية بالاعتماد على الطريقة المذكورة في Earth manual في ال ASTM.

4-فحص الدالة الحامضي pH value

تم قياس الأس الهيدروجيني pH في الترب الطبيعية المستعملة في البحث على الطريقة المقدمة عن [14].

ثالثا: الفحوص الخاصة بالترب المشتتة Dispersive Soils of Special tests

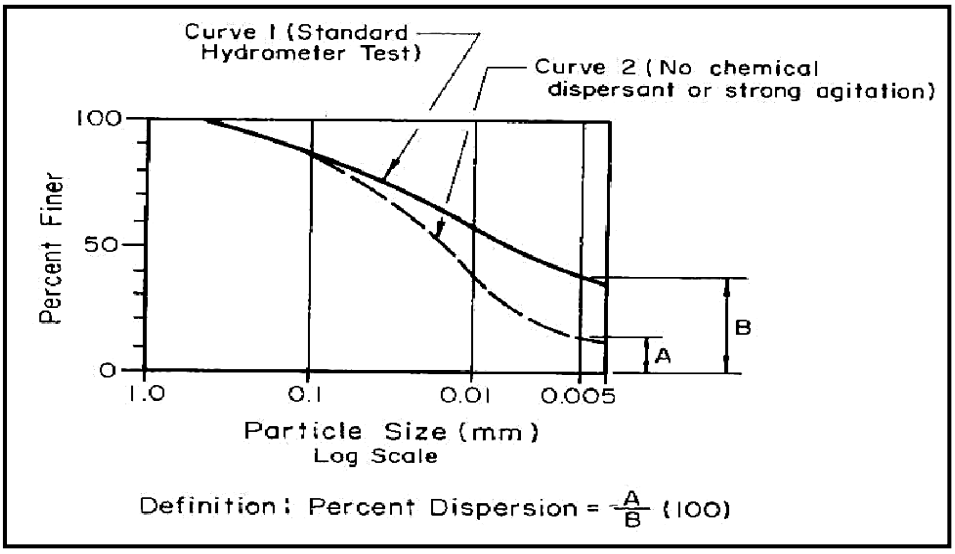
1- فحص المكثاف المزدوج The Double Hydrometer Test

تم إجراء هذا الفحص بالاعتماد على الطريقة المقترحة من قبل.[1] واجري الفحص بطريقتين الأولى باستخدام المادة المشتتة (Dispersive agent) ويتم مزج التربة والماء بواسطة الخلاط الكهربائي ولمدة (15) دقيقة ، والطريقة الثانية يجرى الفحص بدون استخدام المادة المشتتة ولا الخلاط الكهربائي ، ثم يتم رسم منحني التوزيع الحبيبي بالطريقتين وتحسب نسبة المواد التي حجم حبيباتها تساوي (0.005mm) او اقل ومن المعادلة التالية نحسب نسبة التشتت (Dispersion Percent) في التربة.

$$\textbf{Dispersion } \% = \frac{Finer\ than\ (0.005mm)(Untreated)\%}{\text{Finer than (0.005mm)in hydrometer test\%}}$$

ويتم تصنيف التربة بهذه الطريقة (فحص المكثاف المزدوج) الشكل (1) من قبل [1] حسب الجدول التالي:

Dispersion %	Classification
%0 - 35 %	Non – Dispersive
35% - 50%	Intermediate Dispersive
> 50 %	Highly Dispersive



شكل (1) منحني التدرج الحبيبي لفحص المكثاف المزدوج (Double Hydrometer Test).[1]

3- فحص الفتاتة Crumb test

تم استخدام هذا الفحص في الحقل في بعض السدود المنهارة في استراليا وأمريكا، ويعتبر من أسرع وأسهل الفحوص، ويتضمن بأخذ فتاته من التربة وبوزن 10- 15 غم وبالرطوبة الطبيعية، توضع داخل وعاء بحجم 150 مل تقريبا مملوء بالماء المقطر ثم يلاحظ ميل حبيبات التربة الى التشتت بعد (10-5 دقائق) وتصنف حالة التربة وعكورة الماء بعد (10دقائق)، كما مبين باللوحة رقم (2) وتصنف التربة حسب [1] كما يلي

1- Grade 1 لا يوجد تفاعل ولا عكوره في الماء اذ تترسب التربة في قاعدة البيكر.

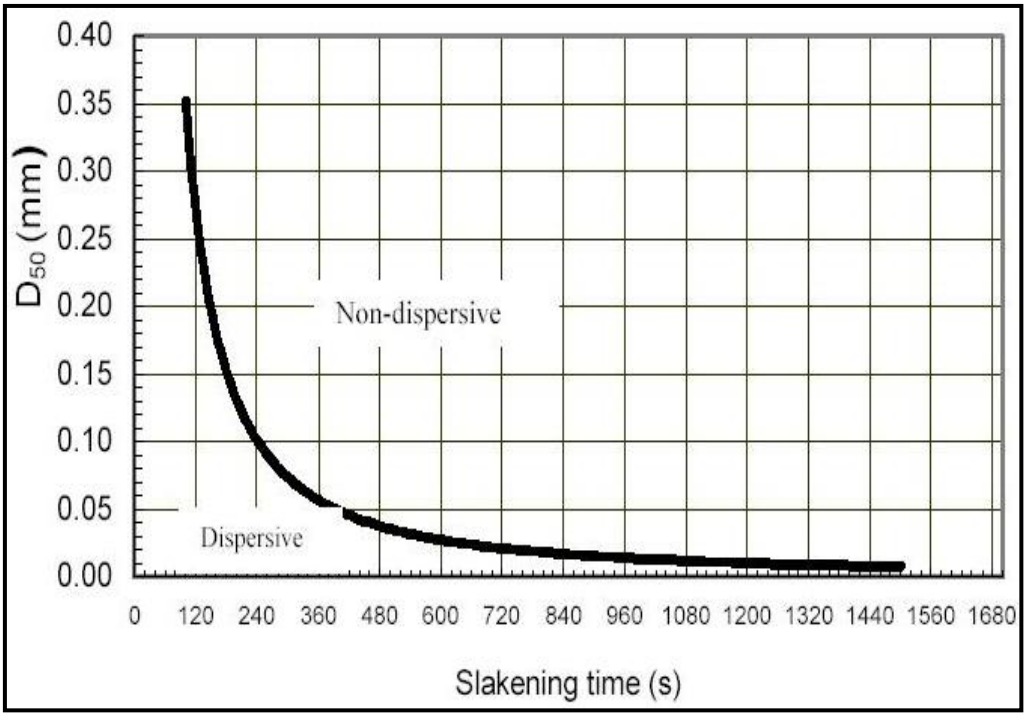
2- Grade 2 تفاعل ضعيف وتعكر ضعيف بالماء.

3- Grade 3 انتشار لحبيبات التربة وتعكر بالماء بشكل متوسط.

4- Grade 4 انتشار لحبيبات التربة وحدوث تفاعل قوي مع تكون عوالق وتعكر بالماء.

3- فحص الركود The Slackening Test

تم إجراء هذا الفحص بعد تطوير فحص الفتاتة من قبل [[15 وبين إن مقياس التشتت في فحص الركود هو العلاقة بين الوقت اللازم لانهيار النموذج وقيمة (D_{50} mm) في منحني التوزيع الحبيبي للتربة. ويمكن أن تصنف التربة بالاعتماد على المنحني التالي.



شكل (2) منحني تصنيف التربة باستخدام فحص الركود Slackening test.[15]

4- الأملاح الذائبة في ماء المسام Soluble Salts in pore water

تم إجراء هذا الفحص حسب ما ورد في قسم الزراعة للولايات المتحدة ضمن تشخيص وتحسين الترب الملحية والقلوية والمعروف أيضا في (Handbook 60)[16] .

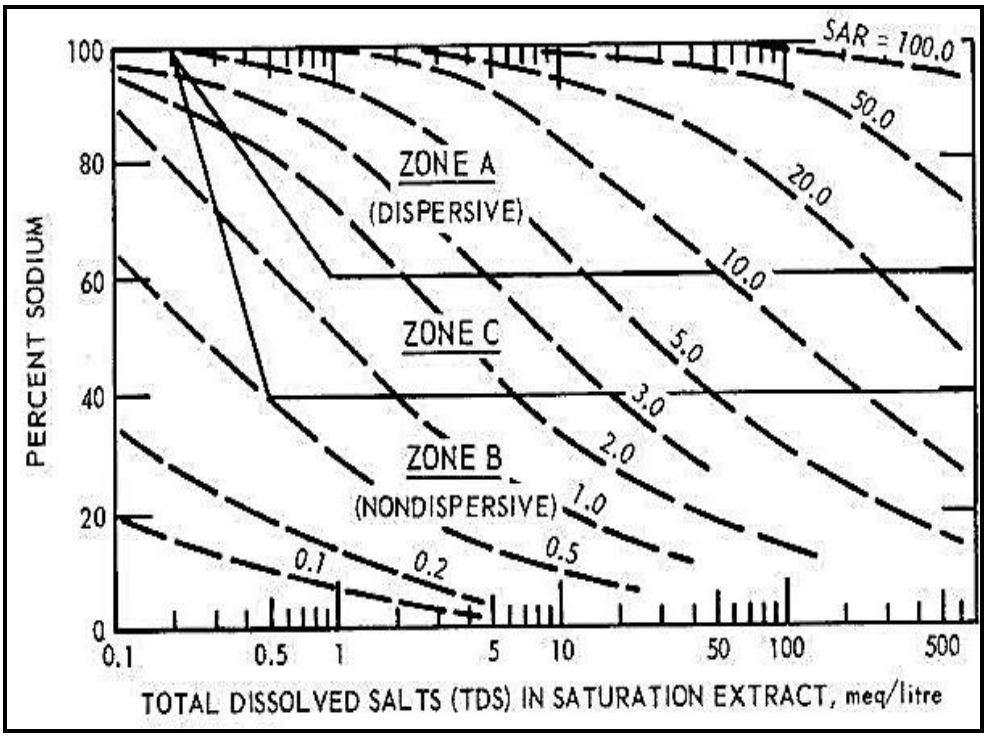
تم حساب مجموع الأملاح الذائبة (TDS) (الصوديوم، البوتاسيوم، المغنيسيوم، الكالسيوم) بوحدة الملي مكافيء لكل لتر. وتحسب كذلك النسبة المئوية للصوديوم ونسبة الصوديوم الممتص(SAR) (Sodium absorption ratio) حسب المعادلات التالية:

$$Na\% = (Na/TDS) *100 = (Na/Ca + Mg + Na + K) *100$$

$$TDS = Ca + Mg + Na + K$$

$$SAR = Na / (0.5(Ca+Mg))^{1/2}$$

ولغرض تصنيف التربة يستخدم المنحني المقترح من قبل [1] والمبين بالشكل التالي



شكل (3) العلاقة بين الأملاح الذائبة الكلية (TDS) ونسبة الصوديوم وتشتت التربة[1] .

النتائج والمناقشة Results and discussion

اولا- خواص الترب الطبيعية

1-الخواص الدليلية والفيزيائية والكيميائية

يبين الجدول (1) نتائج الخواص الدليلية والفيزيائية والكيميائية للترب في منطقة الدراسة، حيث أظهرت الفحوصات الدليلية إن حد السيولة للترب يتغير بشكل تدريجي بسيط، وان معامل اللدونة يتغير من 3% - 9% حسب نوع التربة. وبينت نتائج تحليل الحجم الحبيبي للترب إن نسبة الأطيان تراوحت بين 19%

– 52%. وصنفت الترب حسب نظام التصنيف الموحد الى (CL، ML، ML، CL – ML) للترب (1، 2 ،3، 4) على التوالي. أما نسبة الأملاح الذائبة (T.S.S) تراوحت للترب بين (1.26% – 12%).

جدول (1) يبين الخواص ألدليليه والفيزيائية والكيميائية للترب

4	3	2	1	نوع التربة		ت
الهاشمية	البونافع	السدة	المسيب/الخضر	المنطقة		1
2.71	2.72	2.73	2.75	Specific Gravity(Gs)		2
27	26	29	30	% L.L	Atterberg Limits	3
21	23	25	21	% p.L		4
6	3	4	9	%p.I		5
4	7.5	5	2.5	% sand	Grain size of Soil	6
44	73.5	51	58.5	% Silt		
52	19	44	39	% Clay		
1.81	1.87	1.835	1.788	Max. Dry density	Compaction properties	7
13.6	11.5	15.1	14.6	Opt. M.C		
7.7	7.6	8.2	8.1	PH		8
1.99	2.24	2.77	2.98	%SO3		9
8.16	12	1.26	11.3	%T.S.S		10
4.27	4.92	5.95	6.407	%Gypsum		11
0.0044	0.014	0.0085	0.0075	D_{50}		12
CL-ML	ML	ML	CL	Unified Classification System		13

ثانيا – خواص تميز الترب المشتتة

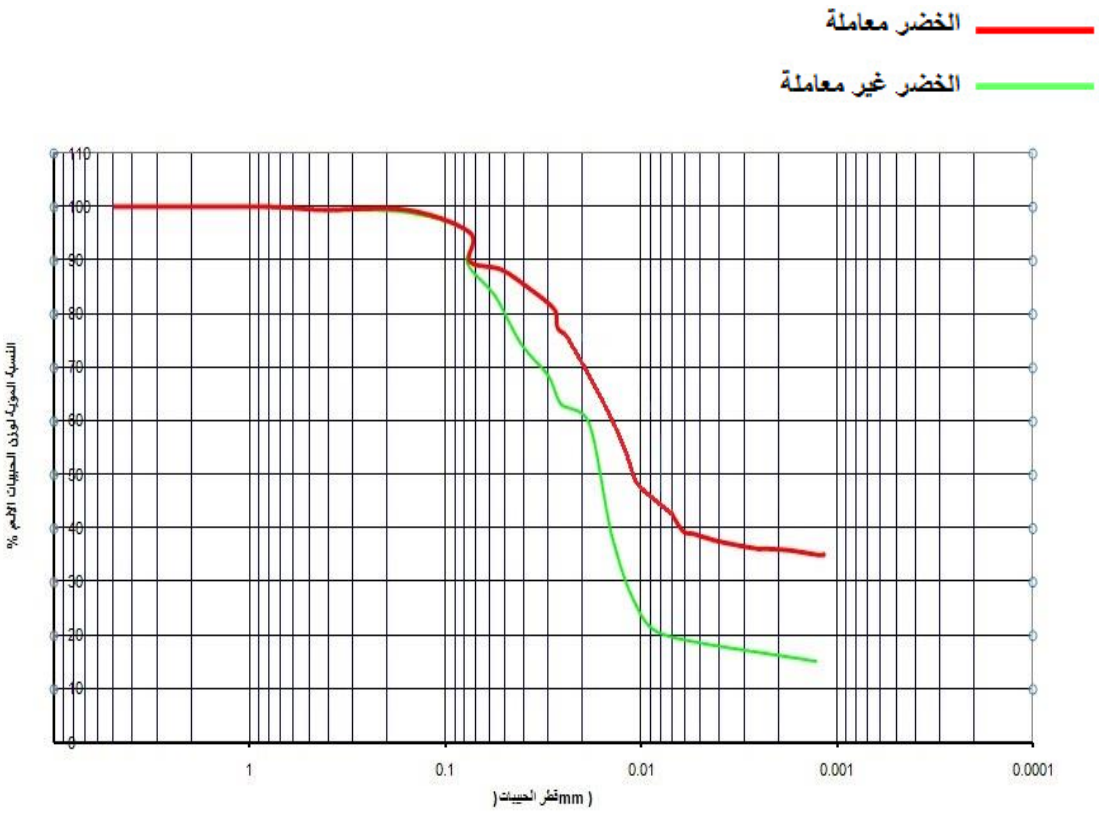
1- فحص المكثاف المزدوج The Double Hydrometer Test

يبين الجدول رقم (2) و الإشكال (4 ، 5 ، 6 ،7) نتائج فحص التحليل الحجمي الحبيبي بالمكثـــاف المزدوج ودلت النتائج بعد تصنيف الترب حسب الطريقة المتبعة من قبل [1].

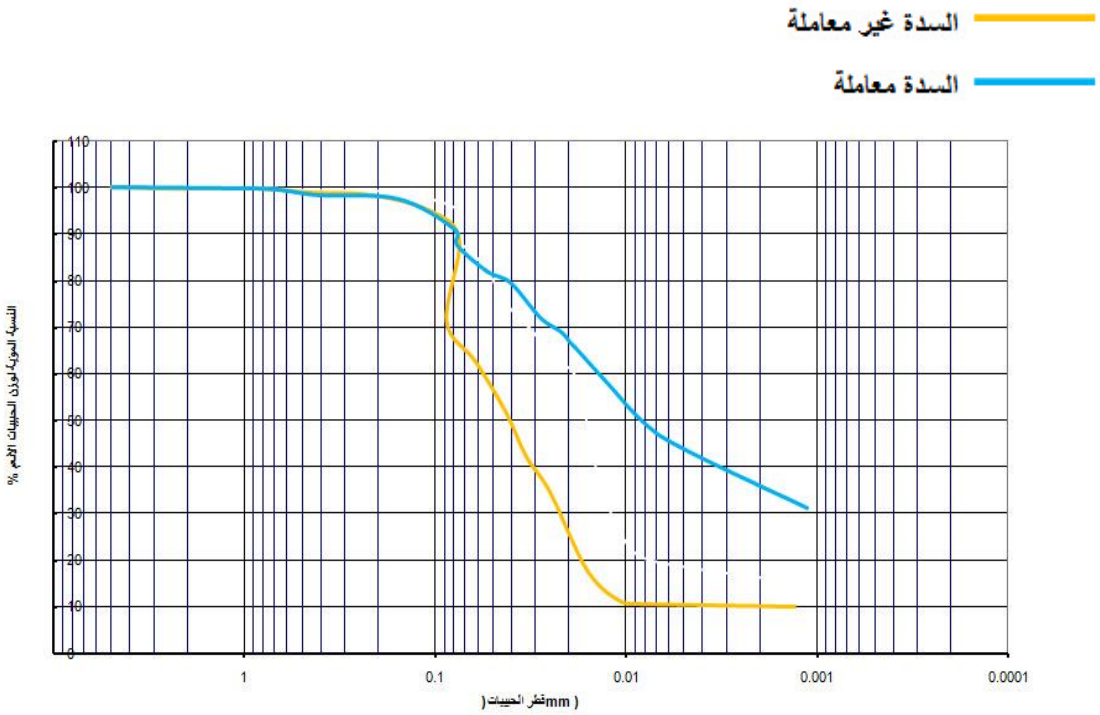
على ان تربة الخضر وتربة البونافع (1، 3) كانت (متوسطة التشتت Intermediate Dispersive) وتربة السدة وتربة الهاشمية (2 ،4) كانت (عديمة التشتت Non – Dispersive).

جدول (2) يبين نتائج فحص المكثاف المزدوج للترب

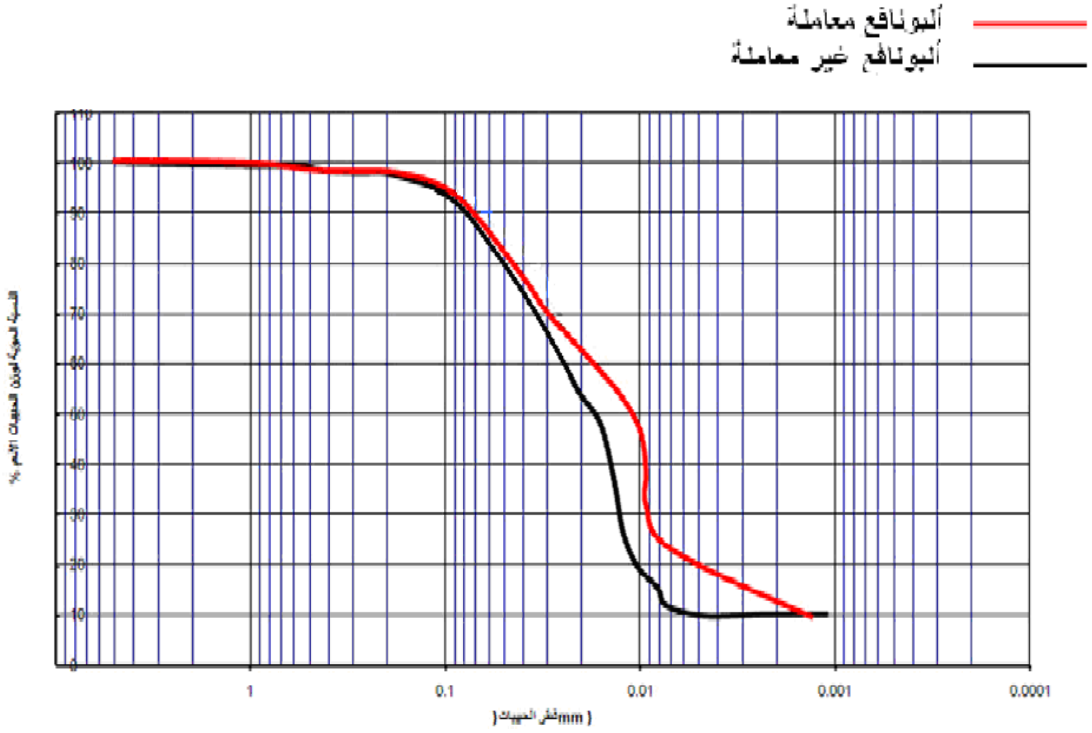
نوع التربة	نسبة المواد التي حجم حبيباتها اقل أو تساوي (0.005mm) للترب المعاملة %	نسبة المواد التي حجم حبيباتها اقل أو تساوي (0.005mm) للترب الغير المعاملة %	نسبة التشتت %	التصنيف
1- الخضر	39	19	48.7 %	Intermediate Dispersive
2- السدة	43	11	25.5%	Non – Dispersive
3- البونافع	20	10	50%	Intermediate Dispersive
4- الهاشمية	50	9	18%	Non – Dispersive



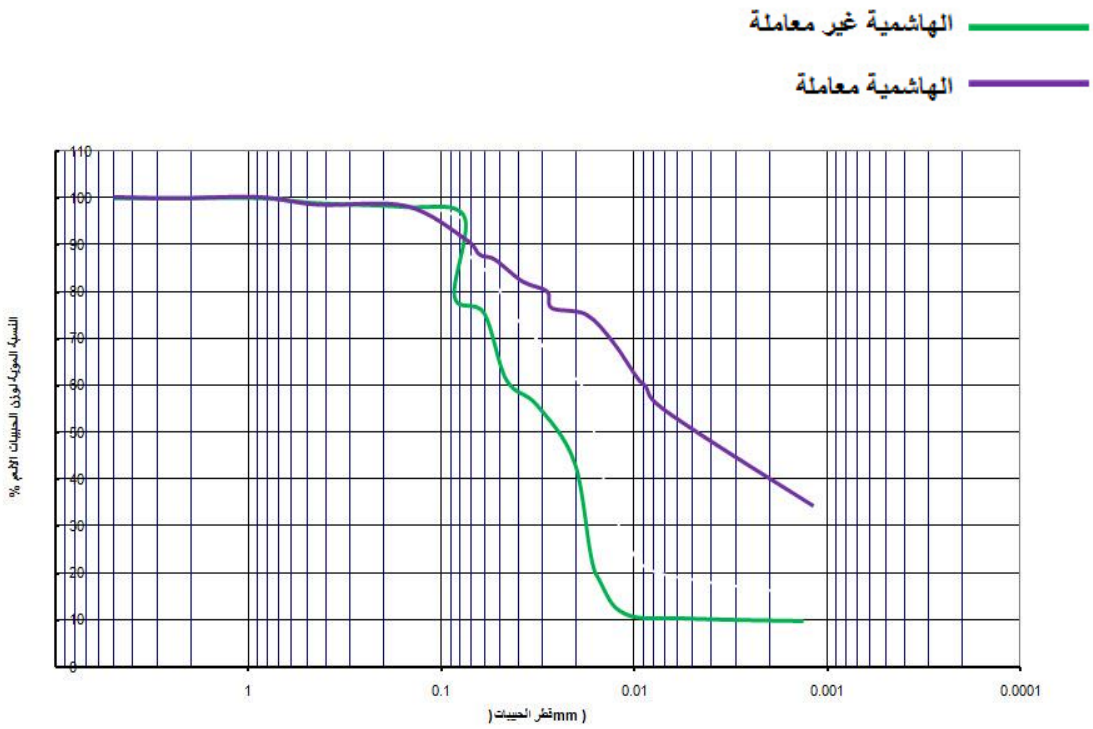
الشكل (4) يبين التحليل ألحجمي الحبيبي لفحص المكثاف المزدوج لتربة الخضر معاملة وغير معاملة



الشكل (5) يبين التحليل ألحجمي الحبيبي لفحص المكثاف المزدوج لتربة السدة معاملة وغير معاملة



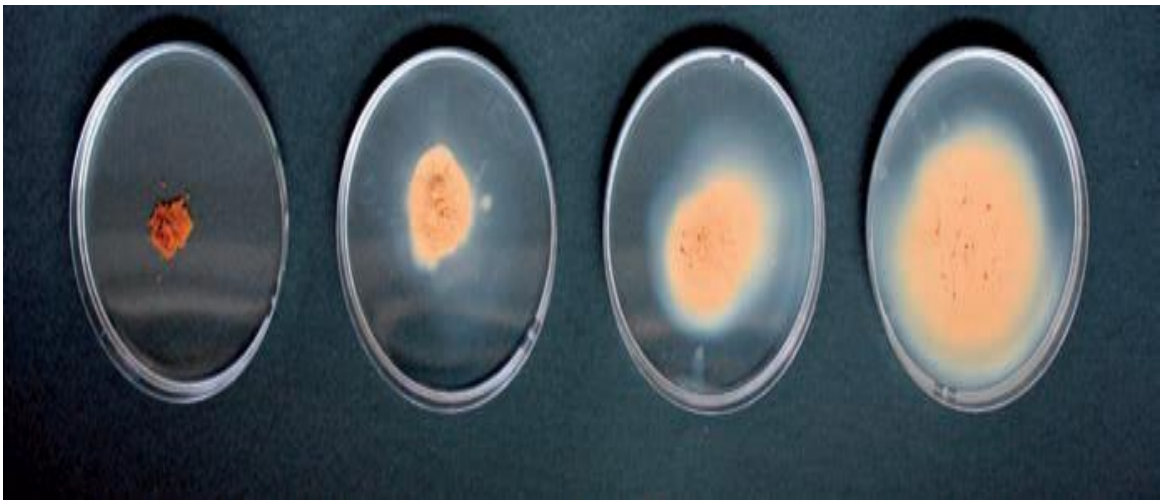
الشكل (6) يبين التحليل ألحجمي الحبيبي لفحص المكثاف المزدوج لتربة البونافع معاملة وغير معاملة



الشكل (7) يبين التحليل ألحجمي الحبيبي لفحص المكثاف المزدوج لتربة الهاشمية معاملة وغير معاملة

2- فحص الفتاتة Crumb test

تم إجراء فحص الفتاتة حسب الطريقة المذكورة سابقا وتم تصنيف الترب حسب طريقة [1]وكانت نتائج التصنيف مايلي تربة موقع السدة تصنف Grade 2 أما ترب مواقع (الخضر، البونافع، الهاشمية) وجدت إنها Grade 3.



Grade 1 **Grade 2** **Grade 3** **Grade 4**

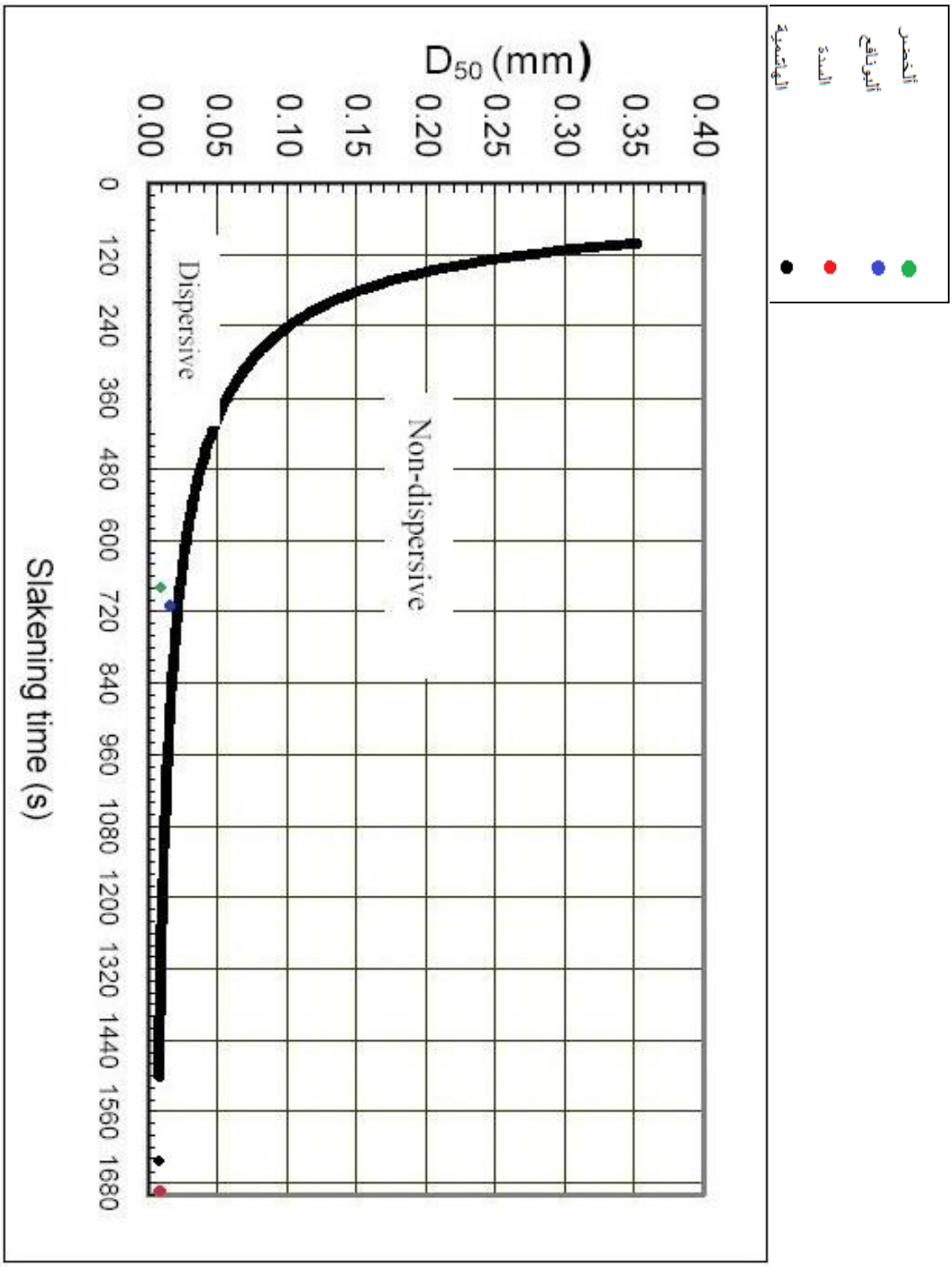
لوحة رقم (2) تبين فحص الفتاتة (Crumb test)

3- فحص الركود The Slackening Test

يبين الجدول (3) قيم D_{50} والوقت اللازم لانهيار النماذج والشكل (8) يبين منحني تمييز وتصنيف هذه الترب وأظهرت النتائج إن تربة كل من (البونافع والخضر) مشتتة، والتربتين (السدة والهاشمية) ترب غير مشتتة. يمكن ان يكون السبب هو ان قيم D_{50} للتربتين (البونافع، الخضر) اعلى من التربتين (السدة، الهاشمية) والوقت اللازم لانهيار التربتين (السدة، الهاشمية) هو اعلى من وقت الانهيار للتربين (البونافع، الخضر).

جدول (3) يبين نتائج فحص الركود (الوقت اللازم لانهيار النموذج وقيم (D_{50}) للترب (1،2، 3، 4)

نوع التربة	وقت انهيار النموذج للترب بال ثانية	D_{50} mm
1- الخضر	680	0.012
2- السدة	1690	0.0085
3 -البونافع	710	0.013
4-الهاشمية	1640	0.0044



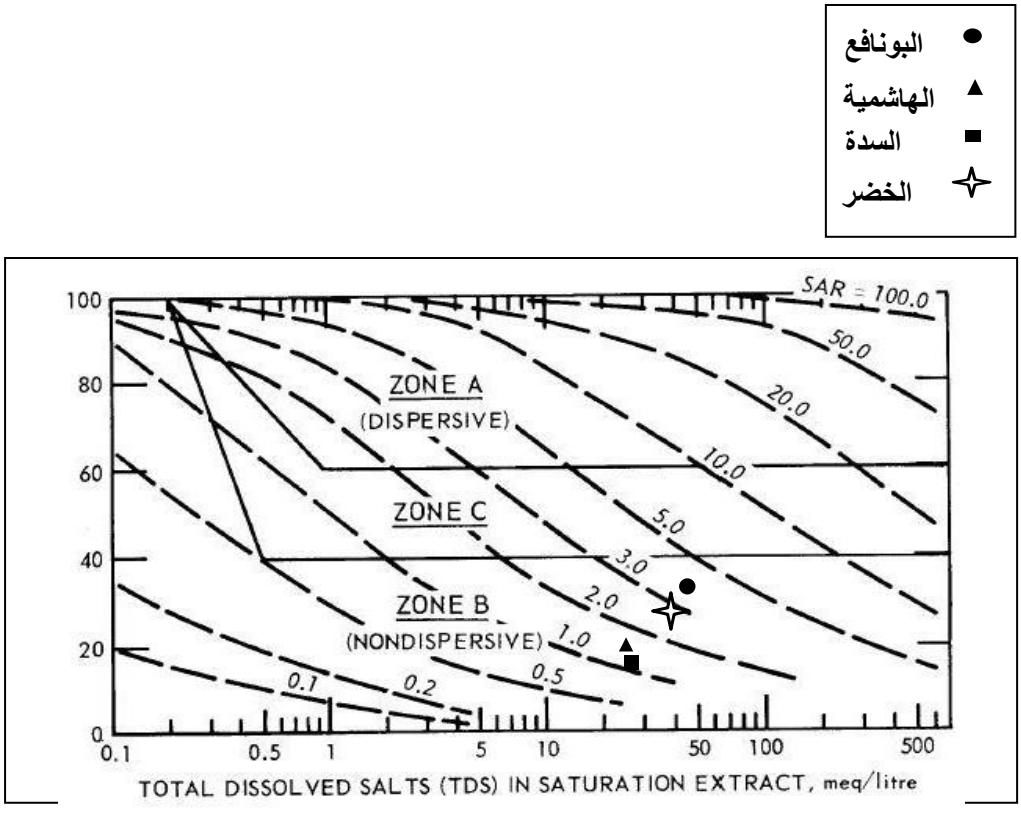
ألشكل (8) يبين منحني تصنيف الترب (1،2،3،4) لفحص الركود Slackening.

4- الأملاح الذائبة في ماء المسام Soluble Salts in pore water

تم حساب قيم كل من نسبة الصوديوم Na% ومجموع الأملاح الذائبة الكلية (TDS) ونسبة الصوديوم الممتص (SAR) بوحدة الملي مكافيء لكل لتر كما مبين بالجدول (4) واستخدام البيانات والشكل (9) الذي تبيين تصنيف الترب لفحص الأملاح الذائبة في ماء المسام حسب [1] بينت النتائج على ان الترب (الخضر، البونافع، السدة، الهاشمية) تقع ضمن Zone B التي تمثل نطاق الترب غير المشتتة لكن التربتين (السدة، الهاشمية) تبدو أكثر بعدا في نطاق B حسب قيم SAR. ودلت النتائج حسب نسب الصوديوم المبينة بالجدول ان الترب (البونافع، الخضر، السدة) مشتتة وان تربة (الهاشمية) تعتبر تربة غير مشتتة.

جدول (4) يبين نتائج فحص الأملاح الذائبة في ماء المسام

التربة	الخضر	البونافع	السدة	الهاشمية
K+ meq/L	0.65	0.75	0.180	0.39
Na+ meq/L	11.4	14.18	1.11	2.53
Ca++ meq/L	25.91	22	26	17
Mg++ meq/L	14.38	20	6.7	13.5
TDS meq/L	52.34	56.93	33.9	33.42
Na%	22	25	4.00	8.00
SAR meq/L	2.54	3.19	0.28	0.65



الشكل (9) تبيين تصنيف الترب لفحص الأملاح الذائبة في ماء المسام

الاستنتاجات:

- **نستنتج من خلال النتائج البحث ما يلي:**

1- إن ظاهرة التشتت تتأثر بقيم D_{50} حيث كلما زادت قيمة D_{50} زادت ظاهرة التشتت للترب.

2- إن طريقة فحص المكثاف المزدوج للترب أعطت نتائج جيدة بسبب ان الترب المستخدمة في البحث هي ترب ليست جبسيه.

3- إن نتائج فحص الأملاح الذائبة أبدت تغايرا واضحا في نتائج التصنيف للترب المشتتة عن فحصي الركود والمكثاف المزدوج وهذا يعود إلى محتوى الترب من المكونات المعدنية والكيميائية.

4- ان ظاهرة التشتت تتأثر بقيم دليل اللدونة للترب P.I، إذ إنها كلما قلت قيم I.P ازدادت قابلية التربة على التشتت.

التوصيات المستقبلية:

1- نوصي بدراسة ظاهرة التشتت للترب في مناطق أخرى من محافظات الفرات الأوسط وبأعماق مختلفة.

2- نوصي بدراسة استعمال بعض المواد الكيميائية (الاسمنت، النورة المطفأة) لمعالجة ظاهرة التشتت للترب المشتتة.

3- نوصي بوضع مواصفات قياسية خاصة لظاهرة التشتت للترب.

References

[1] Sherard, J. L., Dunnigan, I. P., and Decker, R. S., "Identification and Nature of Dispersive Soils," Journal of geotechnical engineering division, Vol .102, No .1-Gt4, pp.287 -301, 1976.

[2] Davies, S., and Lacey, A.,"Identifying Dispersive Soils" Department of Agriculture and Food, 2009. *http://* www.agric.wa.gov.au

[3] Australian Center For Mining Environmental Research,"Identification And Management Of Dispersive Soil", Kenmore Qld 4069, Australia, 2004.

[4] Mc Daniel TN And Decker ,A. M.,"Dispersive Soil Problem At Los Esteros Dam" Journal Of Geotechnical Engineering division ,Vol .105 ,No .GT4 .Sep .,PP .1027-1029, 1979.

[5] Jane I., "Soil Classification Testing and Suitability", FSA, Irrigation, Page No. E-7., 2001.

[6] Ali M. A., "Internal Erosion in Cores of Earth Dams" M.Sc, thesis, Civil engineering Department, College of engineering, University of mosul. 1978.

[8] Ismail F., Mohamed Z., and Mukri M.," A Study on the Mechanism Internal Erosion Resistance to Soil Slope Instability "Faculty of Civil EngineeringUniversiti Teknologi MARA Malaysia, 2008. *http:// www.ejge.com/2008/Ppr 0809.pdf*

[9] ASTM D 4318-84, "Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils" Annual Book of ASTM Standards Vol, 04.08, 1986.

[10] ASTM D854-83, "Standard Test Method for Specific Gravity of Soils" Annual Book of ASTM Standards, Vol, 04. 08, 1986.

[11] ASTM D422-84, "Standard Method for Particle –Size Analysis of Soils", Annual Book, of ASTM Standards Vol, 04. 08, 1986.

[12] ASTM D698-78, "Standard Test Methods for Moisture-Density Relations of Soils and Soil Aggregate Mixture, Using 5.5 Ib (2.49 kg) Rammer and 12-In. (305-mm) Drop", Annual Book of ASTM Standards Vol, 04. 08, 1986.

[13] British Standards "Methods of Testing Soil for Civil Engineering Purposes". 1377: 1975.

[14] Eades J. L., and Grim R. E., "Reaction of Hydrates Lime with pure clay minerals in soil stabilization". Bulletin 262, Highway Research Board, Washington, Dc, 1960.

[15] Rahimi R.; Abbasi N. and Davarzani H., "Physical Dispersivity Phenomenon and Its Evaluation Criteria in Cohesionless Soils". 2nd International conference on advances in soft soil engineering and technology, 2-4 July, Putrajaya, Malaysia, 2003.

[16] Richards L. A., "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils," U.S. Dept. of Agriculture Handbook No. 60, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C, 1954.

[7] موسى ، زهير إسماعيل ، "دراسة التسرب التاكلي خلال الترب الجبسية والمعاملة بالنورة" رسالة ماجستير ، كلية الهندسة ، القسم المدني ، جامعة الموصل، 2005.