



The use of pore volume characteristics and soil moisture release curve to determine physical quality of soils with different gypsum contents

*Al-Kayssi A.W. and Ahmed Dawood Salman

*Tikrit University / Agricultural Machinery and Equipment Department
Tikrit University / Soil Science and Water Resources Department

Article Info.

Received
2021 / 3 / 1
Publication
2021 / 4 / 12

Keywords
S-index, Pore
volume,
gypsum
content, Air
Capacity, Bulk
Density,
Organic
Carbon

Abstract

A newly proposed concept of soil physical quality and its development as a guide to assess the extent of soil degradation or improvement and to determine appropriate soil management. The study aimed to: evaluate the soil physical quality index of gypsiferous soils under different management systems as well as determine the optimal pore size distribution and the optimum moisture-tension curve based on the quality of the physical soil properties under different management systems and diagnose the distribution of pore sizes and moisture-tension curves that could be used to predict the changes in the physical quality of gypsiferous soils because of the applied agricultural management pattern. Physical indicators measured on undisturbed soil samples collected from 15 selected sites in Salah Aldeen Governorate, with different gypsum content (30 to 301 g kg⁻¹ soil). The results showed that the best distribution of measured pore size (h) S *, (Normalized pore volume) was for a group of soils that were largely similar in terms of shape and location parameters. Accordingly, the optimal pore distribution considered representative of these soils. The results showed the possibility of using the (Dexter-S) indicator correctly and in coordination with the distribution of pore size and the soil moisture characteristic curve to calculate the physical soil quality in soils of different gypsum content.

Corresponding author: E-mail(wa.alkayssi@tu.edu.iq) Al- Muthanna University All rights reserved

تحديد النوعية الفيزيائية لبعض الترب الجبسية باستعمال دلائل التربة وتوزيع احجام المسامات

*أحمد داود سلمان و عبد الوهاب عبد الرزاق القيسى

*جامعة تكريت / قسم المكان و الآلات الزراعية

جامعة تكريت / قسم علوم التربية والموارد المائية

اقتصر مفهوم نوعية التربة الفيزيائي حديثاً وتطور استخدامه كدليل (indicator) لتقدير مدى تدهور أو تحسين التربة وتحديد الادارة المناسبة للتربة. استهدفت الدراسة (1) تقييم مؤشر نوعية التربة الفيزيائية لترسب جبسي تحت نظم ادارة مختلفة (2) معرفة توزيع حجم المسام الامثل ومنحنى الشد الرطوبى الامثل استناداً لنوعية خصائص الترب الفيزيائية تحت نظم ادارة ترب مختلفة (3) تشخيص توزيع احجام المسام ومحنيات الشد الرطوبى التي يمكن ان تستخدمن للتنبؤ بتغيرات النوعية الفيزيائية للترسب الجبسية كنتيجة لنطء الادارة الزراعية المطبقة. قيست المؤشرات الفيزيائية في المختبر لنماذج ترب جببية غير مثارة، جمعت من 15 موقع منتخب من محافظة صلاح الدين وتختلف بمحتواها من الجبس (30 إلى 301 غم كغم⁻¹ تربة). بينت النتائج ان أفضل توزيع لحجم المسام المقيس كانت لمجموعة الترب التي كانت متماثلة الى حد كبير من حيث عوامل الشكل والموقع وبناءً على ذلك اعتبر توزيع المسام الامثل ممثلاً لهذه الترب. بینت النتائج امكانية استخدام مؤشر (Dexter-S) بشكل صحيح وبالتنسيق مع توزيع حجم المسام ومنحنى الوصف الرطوبى للترسب لحساب نوعية التربة في ترب ذات محتوى جبسي مختلف.

فالتجمعات هي ناتج لعملية ترتيب وتنظيم وتماسك دقائق التربة

بوجود كاربون التربة العضوي وأيونات موجبة متعددة التكافؤ

المقدمة:

تعد تجمعات التربة من الخصائص المهمة في النظام البيئي للترسب وتنتأثر بعدد من العمليات الفيزيائية والكيميائية والحيوية،

الكلي لمعادن الكربونات ومحتوى الجبس والكلاثة الطاهرية والتوزيع الحجمي لتجمعات التربة ومعدل القطر الهندسي واكاسيد الحديد الحرة ونقطة الذبول والسعنة الحقلية والايصالية المائية المشبعة والايصالية الكهربائية (EC) والاس الهيدروجيني (pH) Rawlsa et Wosten and van Genuchten , 1988) Buccigrossi et al., Moreira et al., 2004 و 2003 Jafarnejadi et al., Keshavarzi et al., 2010 و 2010 و 2012 (Shalmani et al., 2010).

المواد وطرق العمل:

مصادر جمع عينات الترب الجبسية:

اختُت نماذج تربة من 15 موقع تم اختيارها في محافظة صلاح الدين شمل مناطق جامعة تكريت والديوم والعلم والدور. تميزت المواقع المختارة باختلاف محتواها من الجبس ونوع الادارة المستخدمة ونظام الزراعة وطريقة الري (جدول 1). صنفت موقع الدراسة الى ثلاثة مجتمعات اعتمادا على مؤشرات النوعية الفيزيائية للتراب وكما يلي:

أولاً: شملت المجموعة الأولى عينات التربة للمواقع ذات النوعية الفيزيائية جيدة جدا (DO-G1-NC و UN-G7-D1 و TI- G10-SI و G10-NC و AL-G14-NC و AL-G15-NC) ، والتي بلغت نسب الجبس فيها 30 و 110 و 140 و 212 و 301 غم كغم.¹ تربة على الترتيب، موقع نماذج الترب الأولى والرابعة والسادسة كانت غير مزروعة وغير مستغلة اما الترب الثانية فكانت ترب مزروعة بمحصول البطاطا وتربى بنظام الري بالتنقيط وكانت التربة الثالثة مستغلة ومزروعة بمحصول الحنطة وتربى بطريقة الري السطحي.

ثانياً: شملت المجموعة الثانية نماذج التربة للمواقع ذات النوعية الفيزيائية الجيدة (DO-G2-NC و UN-G4- NC و DO-G3-NC) والتي بلغت نسب الجبس فيها 42 و 58 و 68 و 103 و 150 و 164 غم كغم.¹ تربة على الترتيب ، تميز موقع عينة التربة الأولى والثانية والرابعة والسادسة في هذه المجموعة بكونها غير

والطين والمعادن والكتائبات الدقيقة التي لها دور رئيس في هذه العملية (Neelam et al., 2010).

الحيز المسامي للتربة هو الحيز الذي يشغل كل من الهواء والماء أو أحدهما وفق ظروف تلك التربة ومحتوها الرطبوبي. وتتحدد طبيعة ذلك الحيز حسب تنظيم دقائق التربة الصلبة وتجمعاتها، فإذا كان انتظام تلك الدقائق بشكل متزامن ومتلاصق وفي تماس مع بعضها كما في الترب الرملية تكون المسامية الكلية صغيرة، أما إذا كان انتظام الدقائق بشكل متجمع ومنتفض في تجمعات مسامية كما هو الحال في الترب المتوسطة النسجة والطينية أو ذات المحتوى المرتفع من المادة العضوية إذ تكون المسامية الكلية كبيرة (Njm وMahdi، 1980 ،حسن، 1989 ،Mahdi، 2005).

إن منحى الوصف الرطبوبي أحد القياسات الفيزيائية المهمة في التربة، إذ يوضح تحديد حركة الماء في التربة ويفيد في التعرف على سلوك التربة غير المشبعة في إمداد النبات بالماء ومدى قابلية التربة على الاحتفاظ بالرطوبة عند الشدود المختلفة. اقترحت معادلات رياضية وضعية (Empirical equation) كثيرة لوصف هذا المنحنى تستند بشكل رئيس إلى توزيع حجوم المسام، وهذه يمكن أن تصنف خصائص رطوبة التربة خلال مديات شديدة، منها معادلة van Genuchten(1980) المغلق(Closed form) والتي تستخدم على نطاق واسع لوصف منحنى الوصف الرطبوبي في الترب المثارة وغير المثارة على حد سواء (Leech et al., 2006, Mahdi, 2008).

بدأ استخدام دوال (PTFs)، في بداية القرن العشرين لتحديد معامل الذبول وعرفوه على انه المحتوى المائي للترابة عندما يكون النبات غير قادر على امتصاص الماء وعندما لا يستطيع النبات استعادة نشاطه حتى وان تم وضعه في محيط رطب بعدها وتعد دالة لتوزيع حجوم دقائق التربة التي تعد مهمة في نمو النبات. وتعرف دوال (PTFs) بأنها مجموعة من الدوال الوضعية والمشتقة من الدوال المثلثي احصائياً والتي تشمل مجموعة واسعة ومتتنوعة من البيانات لترتب مختلفة لتوزيع حجوم مفصولات التربة والمادة العضوية (الكربون العضوي) والمحتوى

وG9-NC SI-G13-UN) وبلغت نسب الجبس فيها 88 و 123 و 135 و 172 غم كغم⁻¹. تربة على الترتيب، التربة الأولى والثانية والثالثة كانت غير مستغلة اما التربة الرابعة فكانت تربة مستغلة ومزروعة بمحصول الذرة الصفراء وبطريقة الري السطحي.

مستغلة بينما كان موقع عينة التربة الثالثة مستغل ومزروع بمحصول الذرة الصفراء ويروى بطريقه الري السطحي اما موقع التربة الخامسة فكان مستغل ومزروع بمحصول الحنطة ويروى بطريقيه الري السطحي.

ثالثاً: شملت المجموعة الثالثة نماذج التربة للمواقع ذات النوعية الفيزيائية الضعيفة (DO-G5-NC و TI-G8-NC و DO- TI-G8-NC).

جدول (1): احداثيات مواقع الترب الجبسية المختارة

المجموعة	رمز الموقع	اسم الموقع	محتوى التربة من الجبس (غم كغم ⁻¹)	ادهنيات خط العرض	ادهنيات خط الطول
	DO- G1-NC	الدور/تربة غير مزروعة جامعة تكريت/مزروعة	030	34° 30' 25.10'' N	43° 48' 15.87'' E
	UN-G7-Di	بطاطا /ري بالتنقيط	110	34° 40' 46.12'' N	43° 38' 48.10'' E
الأولى	TI-G10-Si	الديوم/مزروعة حنطة/ري سطحي	140	34° 39' 34.37'' N	43° 38' 06.87'' E
	AL-G14- NC	العلم/تربة غير مزروعة	212	34° 40' 28.43'' N	43° 38' 12.42'' E
	AL-G15- NC	العلم/تربة غير مزروعة	301	34° 40' 06.43'' N	43° 38' 52.43'' E
	DO-G2- NC	الدور/تربة غير مزروعة	042	34° 31' 14.61'' N	43° 46' 36.31'' E
	D0-G3- NC	الدور/تربة غير مزروعة	058	34° 31' 22.79'' N	43° 46' 18.66'' E
المجموعة الثانية	UN-G4-Si	جامعة تكريت/مزروعة ذره صفراء /ري سطحي	068	34° 40' 41.73'' N	43° 38' 20.10'' E
	DO-G6- NC	الدور/تربة غير مزروعة	103	34° 31' 10.37'' N	43° 46' 49.27'' E
	UN-G11-Si	جامعة تكريت/مزروعة/ري سطحي	150	34° 40' 49.32'' N	43° 46' 49.81'' E
	DO-G12- NC	الدور/تربة غير مزروعة	164	34° 30' 34.88'' N	43° 48' 28.58'' E
	DO-G5- NC	الدور/تربة غير مزروعة	088	34° 31' 07.83'' N	43° 46' 13.12'' E
المجموعة الثالثة	TI-G8- NC	الديوم/تربة غير مزروعة	123	34° 39' 45.09'' N	43° 38' 15.27'' E
	DO-G9- NC	الدور/تربة غير مزروعة	135	34° 31' 15.66'' N	43° 46' 19.38'' E
	UN-G13-Si	جامعة تكريت/مزروعة ذره صفراء /ري سطحي	172	34° 40' 44.78'' N	43° 38' 40.71'' E

=جامعة تكريت (Tikrit University ,UN) =Drip Irrigation,DI)

= غير مزروع (Non Cultivated,NC)

=ري سطحي (Surface Irrigation,SI)

مطرقة مطاطة وبعد الوصول للعمق المطلوب (5 سم) ثم حفر خندق حول الحلقه لاستخراجها باستعمال سكين. اخذ 48 نموذج غير مثار(undisturbed) من كل موقع على اساس 4 مكررات لكل شد من الشدود الرطوبية لمنحنى الوصف الرطوبى لكل موقع

الدور =(Door,DO)

=(Tikrit, TI)
= تكريت
العلم =(Alam,AL)

رطب سطح التربة لكل موقع من مواقع اخذ عينات التربة لتسهيل عملية الحصول على نماذج تربة غير مثاره (undisturbed) باستخدام حلقات مصنوعة من مادة ال PVC قطرها الداخلي 4.5 سم وارتفاعها 5 سم. ادخلت الحلقات في التربة الرطبة باستخدام

في الواقع المزروعة. نقلت العينات إلى المختبر بواسطة حاويات اعدت سلفاً لهذا الغرض لكيلا يحصل تغير في بناء التربة أثناء نقلها وغلفت بأكياس نايلون للحفظ عليها لحين اجراء القياسات والتحاليل المطلوبة. يبين جدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية الدراسة.

اد بلغ عدد نقاط الشد الرطبوى لمنحنى الوصف الرطبوى 12 نقطة لكل موقع، تم اختيار سطح التربة لأخذ العينات والعمق 5 سم لأن هذا العمق يؤثر في العديد من العمليات البيئية المحددة لنمو المحصول من خلال انبات البذور وبزيادة البادرات وظهور تشر التربة والتعرية والجريان السطحي للماء وغيض الماء في التربة Reynolds et al., 2009 واخذت العينات بالقرب من النباتات

جدول (2). بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لنماذج تربة موقع الدراسة

نوع التربة	PH	الكتوريات البيولوجية	الملاد العضوية البيولوجية	معان الكتوريات البيولوجية	الجيس	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	السعة التبادلية للأليونات		
													ت		
ستنمول. شحنة كغم ⁻¹ .	%	كم مل متر ⁻¹	كم متر ⁻¹												
17.0	0.41	7.70	7.50	4.80	0.77	4.20	5.10	9.40	30	88	11	2.01	7.6	DO-G1-NC	1
12.5	0.42	12.3	6.5	2.2	1.77	5.30	6.60	8.3	110	185	14	2.90	7.2	UN-G7-Di	2
12.5	0.45	13.0	1.5	5.8	4.80	0.40	8.80	26.0	140	201	14	3.10	7.6	TI-G10-Si	3
10.1	0.42	19.2	1.8	0.6	0.36	2.18	0.34	17.2	212	180	6	2.90	7.2	AL-G14-NC	4
5.8	0.40	24.0	2.7	0.9	0.41	2.89	2.80	22.1	301	205	4	2.40	8.1	AL-G15-NC	5
16.0	0.42	10.1	8.4	0.4	0.40	0.70	4.40	13.0	42	111	13	2.25	7.5	DO-G2-NC	6
15.0	0.42	11.2	9.4	0.5	0.61	0.70	4.30	15.8	58	148	10	2.21	7.5	DO-G3-NC	7
13.3	0.47	11.0	1.3	2.8	0.86	1.26	6.40	5.6	68	311	16	2.44	7.6	UN-G4-Si	8
13.0	0.47	10.3	9.3	0.5	0.51	0.90	3.60	15.0	103	108	12	2.99	7.8	DO-G6-NC	9
12.3	0.47	12.7	1.7	1.9	0.73	1.44	4.40	9.7	150	265	11	2.40	7.8	UN-G11-Si	10
10.0	0.44	16.6	4.5	2.0	0.18	2.40	2.60	18.7	164	99	7	2.75	7.6	DO-G12-NC	11
12.0	0.45	12.0	6.8	0.5	0.56	0.90	3.50	18.5	88	89	13	2.90	7.7	DO-G5-NC	12
14.9	0.45	11.5	1.8	4.9	2.60	0.70	8.00	7.0	123	226	9	2.10	7.3	TI-G8-NC	13
11.0	0.44	12.8	7.8	0.5	0.43	0.80	3.20	17.9	135	102	8	2.85	7.7	DO-G9-NC	14
11.8	0.44	17.5	2.9	2.1	1.02	2.72	4.50	15.0	172	212	15	3.10	7.1	UN-G13-Si	15

الرطوبـي الوزـني لـكل عـيـنة مـن عـيـنـات التـرـبـة عـند الشـدـود الرـطـوبـيـة
المـخـلـفـة بـعـد تـجـفـيفـهـا بـالـفـرن عـند درـجـة حرـارـة 105 درـجـة مـئـويـة ثـم
حـسـبـ المـحـتـوى الرـطـوبـيـ الحـجمـي عـندـ كـلـ شـدـ رـطـوبـيـ لـكـلـ نـمـوذـج
مـنـ نـماـذـجـ التـرـبـةـ.

دالة توزيع احجام المسام (Pore volume distribution function)

تعرف دالة توزيع احجام المسام S_v على بانها انحدار منحنى الوصف الرطوبى معبراً عنها كمحتوى رطوبى حجمي Θ_v (m^3/m^3) مقابل اللوغاريتم الطبيعي للشد المسلط [$\ln(h)$] او ما يعادلها من قطر المسام d_e (μm) بمقاييس لوغاريتمي (\log_{10}) (Jena

منحنى الوصف الرطوبى قدر المنحنى الوصف الرطوبى لعينات التربة بعد ترطيب عينات الترب غير المثار عن طريق الخاصية الشعرية لمدة 24 ساعة ثم عرضت للشذوذ الرطوبية 0 و 1 و 2 و 4 و 8 و 10 و 33 و 100 و 200 و 400 و 800 و 1500 كيلو باسكال. قدرت الحدود الدنيا لمنحنى الوصف الرطوبى لعينات التربة الغير المثار (Undisturbed) باستعمال اقماع زجاجية ذات افراص مسامية (Cintered glass funnels) قطر فتحاتها 20 مايكرون لمدى الشذوذ الرطوبى 1 و 2 و 4 و 8 كيلوباسكال استخدم جهاز افراص الضغط (Pressure plate Apparatus) للشذوذ 10 و 33 و 100 و 200 و 400 و 800 و 1500 كيلو باسكال. قدر المحتوى

وكلتيجة لذلك سيكون:

$$S^*(h) = \frac{m(\alpha h)n\{1+m-1\}(m+1)}{\{1+(\alpha h)n\}(m+1)} ; \quad 0 \leq S^*(h) \leq 1 \quad(5)$$

لذا فإن قيمة $S^*(h)$ تكون مستقلة وغير مرتبطة بالكتافة الظاهرية والمسامية وتتوفر إمكانية مقارنة توزيع حجم المسام بين المواد المسامية المختلفة. يمكن وصف و مقارنة توزيع احجام المسام باستخدام عوامل الموقع (Location) والشكل (shape)، اذ تضم عوامل الموقع، قيم المنوال (mode) و الوسيط (median) والمتوسط الحسابي لقيم d_e (mean) والتي تمثل مقاييس التمركز والانحراف (SD) والانحراف القياسي (Skewness) والتفرطح (Kurtosis). من خلال عوامل الموقع يمكن حساب d_e من المعادلة التالية:

$$d_e = \frac{2980\alpha}{(\theta-1/m-1)1/n} ; \quad 0 \leq \theta \leq 1 \quad(6)$$

حسبت قيم الوسيط (median) والمنوال (mode) من العلاقة التالية:

$$d_{\text{median}} = d_{0.5} = \frac{2980\alpha}{(0.5^{-1}/m-1)1/n} ; \quad \theta = 0.5 \quad(7)$$

عندما تكون قيمة $\theta = 0.5$ فأنها تمثل الوسيط لقيمة (d_{median}, d_e) و المنوال (d_{mode}, d_e) يتوافق مع المحتوى الرطوبى النسبى (Θ_i) او الشد (h_i) لمنحنى الوصف الرطوبى. ان اكثر حساب واقعي لانتشار (Spreading) وعدم التناسق (asymmetry) لتوزيع احجام المسام يتمثل بالمتوسط الهندسى (geometric standard deviation, mean, d_{mean}) والانحراف القياسي (mean, d_{mean})

and Gupta,2002) إذا فإن المنحنى الناتج على شكل جرس (bell shaped) لتوزيع المسام يكون احصائياً لوغاريتmic خطي. وتحسب قيم d_e باستعمال معادلة الخاصية الشعرية التالية (Warrick ,2002).

$$d_e = \frac{4 \gamma \cos \omega}{\rho_w g h} \approx \frac{2980}{h} ; \quad h > 0 \text{ (cm)} ; \quad d_e \text{ (um)} ; \quad 20C \quad(1)$$

اذا ان

$$\gamma = \text{الشد السطحي المائي للمسام (72.8 غم ثانية}^{-2}\text{)}$$

$$\rho_w = \text{كتافة الماء (0.998 غ سـ}^{-3}\text{)}$$

$$g = \text{التعجيل الأرضي (980 سـ}^{-2}\text{)}$$

$$\omega = \text{زاوية التماس (0)}$$

حسبت دالة توزيع حجم المسام المقىس (Normalized pore volume) من العلاقة التالية:

$$S^*(h) = \frac{m(\alpha h)n\{1+m-1\}(m+1)}{\{1+(\alpha h)n\}(m+1)} ; \quad 0 \leq S^*(h) \leq 1 \quad(2)$$

اذا ان:

α (hpa^{-1}) و n (بدون وحدات) و m (بدون وحدات) هي معاملات تجريبية لأفضل منحنى باعتبار ان $.m=1-1/n$.

اذا اعتبرنا ان الكثافة الظاهرية للترابة (BD) ثابتة لمدى شد معين لمنحنى الوصف الرطوبى. إذا فإن المحتوى الرطوبى الحجمي θ_v يمكن حسابه في:

$$\theta_v = (BD)\theta_g \quad(3)$$

$$S_v(h) = (BD)S_g(h) \quad(4)$$

اعتبرت المجموعة الاولى التي ضمت خمس ترب مختلفة بمحتواها من الجبس ونظام الادارة المتبعه هي المجموعة المثلث لصفات التربة الفيزيائية جدول 3، اذ اظهرت هذه المجموعة افضل توزيع لحجم المسام المقيس (Normalized pore S^{*},(h) volume) والتي كانت متماثلة الى حد كبير من حيث عوامل الشكل والموقع (Shaped and location parameters) وبناءً على ذلك اعتبر توزيع المسام الامثل في الترب الخمس ممثلاً لهذه المجموعة (شكل 1b) وتم ادراج المديات المثلثى لعوامل الموضع والشكل في الجدول 3.

ووفقاً لمعايير Boltt and Pye (2001) فإن توزيع المسام الصغيرة والكبيرة كانت متاظرة وبلغت ذروتها في الوسط كما يلاحظ ان قيم $d_{mean} < d_{mode}$ وهذا يتفق مع انحراف قوي نحو المسام ذات الاقطرار الصغيرة (شكل 1b، جدول 3، المجموعة الأولى).

تم الحصول على منحنى الوصف الرطوبى الامثل (شكل 1c) الذي يمثل متوسط ومدى منحنيات الوصف الرطوبى المقيس (Normalized release curve) واستخدمت قيم هذه المجموعة (h) وتدخلات نظم الادارة المختلفة لتقدير توزيع حجم المسام ، اذ يلاحظ ان قيم d_{mode} لهذه المجموعة كانت بين $d_{median} \leq 33$ مايكرون ، بينما كانت قيم الوسيط d_{mean} لهذه المجموعة تتراوح بين $203 \leq d_{median} \leq 25$ مايكرون لكل من نماذج الترب Si - Ti - G10 - Di و UN - G7 - Di ، وكانت اقل قيمة للمتوسط الحسابي d_{mean} عند نموذج التربة - AL - G15 اذ بلغت 6.7 مايكرون وكانت اعلى قيمة للمتوسط الحسابي عند نموذج التربة Di - G7 - UN اذ بلغت 162 مايكرون، اما قيم الانحراف القباسي SD فكانت اقل قيمة عند نموذج التربة AL - G4 - NC اذ بلغت 27.2 . كانت النسب مقاومة بين قيم SD بمقدار 9% بينما كانت اعلى قيمة للانحراف (Skewness) عند نموذج التربة AL - G14 - NC اذ بلغت 0.17 ، واقل قيمة عند نموذج التربة Do-G1-NC التي بلغت

. (Kortisos) و التقرطح (Skewness) والتي يتم حسابها من العلاقات التي اقترحها Blott and pye (2001) لوصف توزيع احجام الدقائق.

$$d_{mean} = \exp\left(\frac{\ln d_{0.16} + \ln d_{0.50} + \ln d_{0.84}}{3}\right) \dots \quad (9)$$

$$SD = \exp\left(\frac{\ln d_{0.84} - \ln d_{0.16}}{4} + \frac{\ln d_{0.95} - \ln d_{0.05}}{6.6}\right); 1 \leq SD < \infty \dots \dots \dots \quad (10)$$

العامل SD يعد مقياس لمدى حجم قطر المسام المكافئ ، فعندما تكون قيمة $SD = 1$ فإن ذلك يدل على عدم وجود اختلاف في اقطار المسام (أي ان جميع المسام بنفس الحجم) وان زيادة قيمة SD تشير الى زيادة مدى اقطار المسام.

$$\text{Skewness} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{\ln d_{0.16} + \ln d_{0.84} + 2(\ln d_{0.50})}{\ln d_{0.84} - \ln d_{0.16}} + \frac{\ln d_{0.05} + \ln d_{0.95} - 2(\ln d_{0.50})}{(\ln d_{0.95} - \ln d_{0.05})} \right\} 1 \leq \text{skewness} \leq +1 \dots \dots \dots \quad (11)$$

عندما تكون قيمة Skewness = 0 فأنها تشير الى كون التوزيع لوغاريتmic طبيعى(أى متماثل على المقياس اللوغارتمي) بينما القيم السالبة تشير الى زيادة المسام الصغيرة نسبة الى توزيع اللوغاريتmic الطبيعى . أما القيم الموجبة فأنها تشير الى وجود زيادة في المسام الكبيرة .

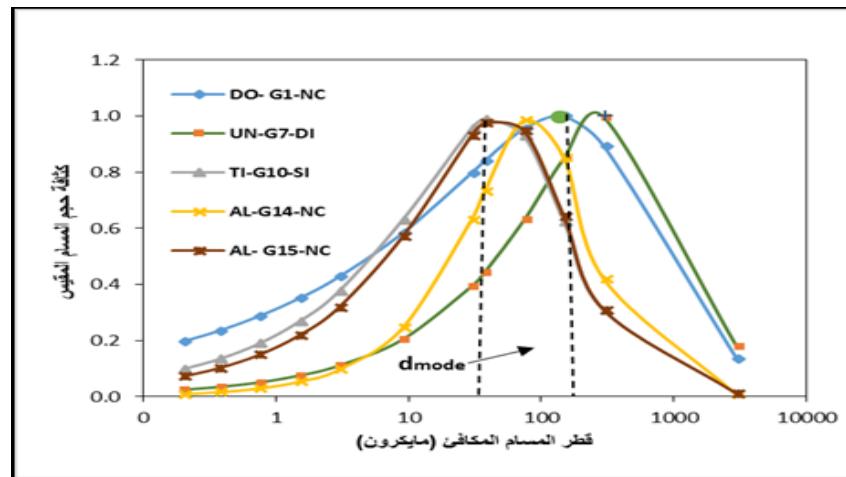
$$\text{Kurtosis} = \frac{\ln d_{0.05} - \ln d_{0.95}}{2.44(\ln d_{0.25} - \ln d_{0.75})}; 0.41 \leq kurtosis < \infty \dots \dots \dots \quad (12)$$

وعندما تكون قيمة kurtosis=1، فأنها تشير الى كون توزيع المسام لوغاريتmic طبيعى، وعندما تكون قيمة $kurtosis > 1$ فأنها تشير الى الوصول الى الذروة عند الوسط وعندما تكون $kurtosis < 1$ فأنها تشير الى انخفاض الذروة عند الوسط (Blott and Pye, 2001).

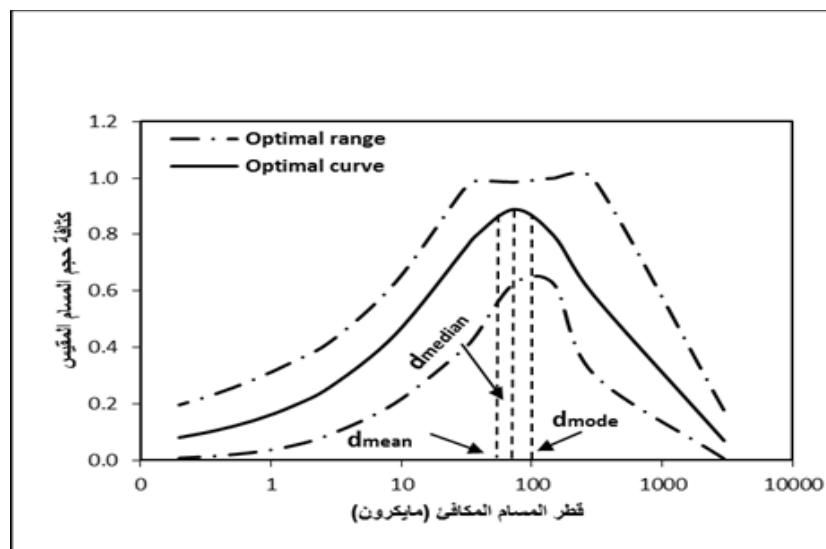
النتائج والمناقشة

الكلية وسعة الماء الجاهزة للنبات (PAWC) تشكل حوالي 34.5% من اجمالي المسامية الكلية . وكانت قيم الكثافة الظاهرية المثلث تتراوح بين 1.4 و 1.55 ميكاغرام م⁻³ وقيم الكثافة الحقيقية المثلث بين 2.48 و 2.61 ميكاغرام م⁻³ والتي تم حسابها من العلاقة التالية بين الكثافة الحقيقة ومحتوها من الجبس (Ps=3x10⁻³(G1)+2.6259) ³ والمفترحة من قبل الرستم (2010).

- ، اما قيم التفرطح (Kurtosis) فتراوحت قيمتها بين 0.34 و 1.15 وكانت النسبة متفاوتة بين القيم بمقدار 0.9%. اما قيمة d_{mode} (نقطة الانقلاب لمنحنى الوصف الرطبوبي) كانت عند نسبة تشبع 0.59 % وشد 21 سم وقيمة الوسيط d_{median} عند نسبة تشبع 0.52 % وشد 40 سم وقيمة المتوسط الحسابي d_{mean} عند نسبة تشبع 0.49 % وشد 55 سم ، واعتماداً على هذا المنحنى فإن قيمة P_{MAC} المثلث هي حوالي 9.7% من اجمالي المسامية والسعنة الهوائية (AC) هي حوالي 49.7 من اجمالي المسامية



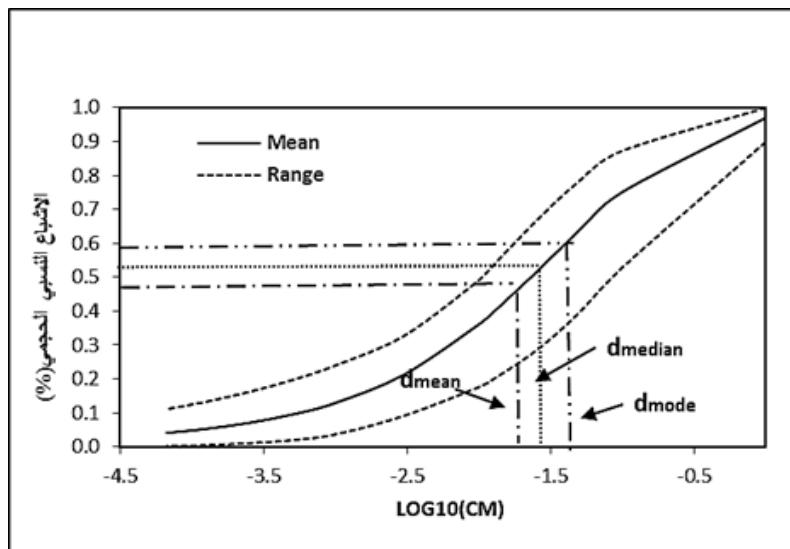
شكل (1a). العلاقة بين قطر المسام المكافئ وكثافة حجم المسام المقيس للمجموعة الأولى ذات نوعية التربة الفيزيائية جيدة جدا.



شكل (1b). العلاقة بين قطر المسام المكافئ وكثافة حجم المسام المقيس الأمثل.

جدول(3) يبين قيم دوال توزيع احجام وشكل المسام

kurtosis	Shape parameters		Location parameters			نموذج التربة	المجموعة
	Skewness	SD	d_{mean}	d_{median}	d_{mode}		
1.15	-0.342	27.22	22.41	40.280	131.580	DO- G1-NC	
1.15	-0.241	6.67	161.38	203.000	331.800	UN-G7-Di	الجروي
1.15	-0.259	7.98	19.61	25.820	45.650	TI-G10-Si	الجروي
1.14	-0.179	3.83	60.46	68.260	88.320	AL-G14- NC	الجروي
1.15	-0.243	6.77	6.77	30.490	99.940	AL-G15- NC	الجروي
1.15	-0.358	39.10	5.71	11.310	46.870	DO-G2- NC	الجروي
1.14	-0.386	90.00	12.20	30.210	206.400	DO-G3- NC	الجروي
1.15	-0.330	21.41	9.26	15.620	45.990	UN-G4-Si	الجروي
1.15	-0.375	61.32	3.94	8.800	47.620	DO-G6- NC	الجروي
1.15	-0.293	12.08	24.24	35.290	76.570	UN-G11-Si	الجروي
1.15	-0.307	14.04	12.04	18.420	44.220	DO-G12- NC	الجروي
1.13	-0.411	280.00	0.17	0.570	8.050	DO-G5- NC	الجروي
1.14	-0.397	154.12	1.99	5.460	47.810	TI-G8- NC	الجروي
1.14	-0.388	93.74	4.06	10.170	71.300	DO-G9- NC	الجروي
1.14	-0.380	71.62	3.00	6.990	41.330	UN-G13-si	الجروي
1.14-1.15	0.34-0.17	3-28	6-162	25-203	45-331	المدى الامثل	



شكل (1c). العلاقة بين اللوغاریتم الطبيعي للشد والاشباع النسيي الحجمي للمنحنى الأمثل.

بيّنت النتائج ان للإدارة المتّبعة تأثير في درجة الاشباع النسيي الى طريقة الحراثة المتّبعة اذا كانت طريقة الحراثة المتّبعة في نموذج التربة TI-G10-SI الحراثة المختصرة بينما كانت طريقة الحراثة المتّبعة في نموذج التربة UN-G7-DI الحراثة التقليدية ويتوافق هذا مع ما أشار اليه Buezko et al. (2006) من أن استخدام الحراثة التقليدية يؤدي الى حصول انخفاض بالمسامية اذا ما قورنت بنظام الحراثة المختصرة (Reduced tillage) بالإضافة الى ما توصل اليه جاسم وأخرون (2006) من أن الزراعة بدون حراثة تفوقت على الحراثة التقليدية في قابليتها لحجم المسام ذات الأقطار الكبيرة لنموذج التربة TI-G10-SI، بينما كانت اقل كثافة لحجم المسام ذو الأقطار الصغيرة لنموذج التربة واعلى كثافة لحجم المسام ذات الأقطار الكبيرة لنموذج التربة UN-G7-DI ، وكانت قيم درجة الاشباع لنموذج التربة TI-G10-SI اعلى من قيم درجة الاشباع لنموذج التربة UN-G7-DI ، ويعود سبب ذلك

عدد اكبر لحجم المسام ذو الاقطان الصغيرة وعدد اقل من حجم المسام ذو الاقطان الكبيرة (شكل 2a) و ذروة المنحنى بقيت متزامنة مع ذروة المنحنى الامثل. بلغت اعلى قيم لكثافة حجم المسام ذات الاقطان الصغيرة لنماذج التربة DO-G6-NC و DO-G2-NC ، واعلى كثافة لحجم المسام ذو الاقطان الكبيرة لنماذج التربة DO-G3-NC و اقل كثافة لحجم المسام ذو الاقطان الصغيرة لنماذج التربة UN-G11-SI بينما كانت اقل Do-G12- NC . يبين شكل 2b منحنى الاشباع النسيي الحجمي اذ يلاحظ من الشكل ان درجة التشبع كانت متماثلة من حيث الشكل لمنحنى الامثل ولكن بدرجة اعلى قيم التشبع ويعود سبب ذلك الى ضعف درجة التهوية (AC) وزيادة السعة الحقلية المرجعية (RFC) (Aldanah et al., 2009) وانخفاض قيم المسامية الكبرى والبناء الهيكلي SI بالإضافة الى انخفاض نوعية التربة الفيزيائية. يتواافق هذا مع زيادة حجم المسام ذات الاقطان الصغيرة وعدم كفاية المسامات الكبيرة وزيادة الاحتفاظ بماء التربة، وبلغت اعلى قيم لدرجة الاشباع عندما كان الشد مقارب للصفر وكان نماذج التربة UN-G11-SI اقرب ما يكون لقيم المنحنى الامثل ، اذ كانت قيمة d_{mode} (نقطة الانقلاب لمنحنى الوصف الرطبوبي للمجموعة الثانية) عند نسبة التشبع 0.58 % وشد مقداره 38.9 سم وقيمة d_{median} عند نسبة تشبع 0.50 % وشد مقداره 84.4 سم وقيمة d_{mean} عند نسبة تشبع 0.46 % وشد مقداره 122.9 سم . كانت اعلى قيمة لدرجة التشبع لهذه المجموعة (شكل 2b) عند نماذج التربة Do-G6-NC اذ كانت قيمة d_{mode} عند نسبة تشبع 0.68 % وشد مقداره 62.5 سم وقيمة d_{median} عند نسبة تشبع 0.53 % وشد مقداره 338.4 سم ، وقيمة d_{mean} عند نسبة تشبع 0.45 % وشد مقداره 7.56 سم. يبين جدول 3 توزيع احجام وشكل المسام لمجموعة الترب الثالثة، اذ يلاحظ حصول زيادة في حجم المسام ذات الاقطان الصغيرة والتي كانت اعلى من قيم المنحنى الامثل اذ كانت اعلى قيمة لحجم المسامات ذات الاقطان الصغيرة لنماذج التربة Do-G5-NC و UN-G11-SI بينما كانت اقل نسبة لحجم المسام الصغيرة لنماذج التربة DO-

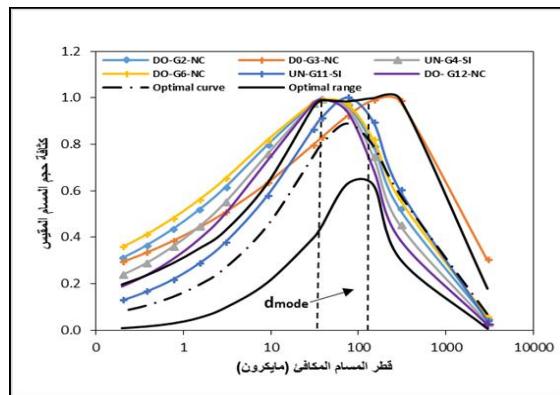
بالاحتفاظ بالماء. اضافة الى ذلك يلاحظ انخفاض المسامية في نموذج التربة UN-G7-DI والذي يتواافق هذا مع استنتاج (osunbitan 2005) من ان المسامية كانت أعلى في التربة المحروثة بالطريقة المختصرة مقارنة بالتقليدية. كذلك لعبت المادة العضوية دوراً في زيادة حجم المسامات الصغيرة وتحسين خصائص التربة الفيزيائية ومنها بناء التربة وزيادة ثبات التجمعات وزيادة نفاذية لتربة و المسامية مما يساعد في حصول حركة عالية للماء خلال التربة فضلاً الى زيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء، ويتوافق هذا لما أشار اليه العبيدي(2001) ان اضافة المخلفات العضوية على هيئة سماد عضوي يعمل على زيادة قطر حبيبات التربة وبالتالي زيادة قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء، كذلك تؤدي اضافة المخلفات العضوية الى زيادة المحتوى الرطبوبي في التربة بحوالى 1.85% ووجد ايضاً انخفاض في قيم الكثافة الظاهرية وزيادة المسامية ويرجع السبب في ذلك الى تخول المخلفات العضوية (المحسنات) المضافة الى دخل المسامات الكبيرة مما ادى الى تصغير حجم المسامات الناقلة . اما المجموعة الثانية والتي ضمت ست نماذج تربة (جدول 3)، كانت قيم d_{mode} فيها تتراوح بين 44≤ d_{mode} ≤206 و نماذج التربة DO-G3-NC و نماذج التربة DO-G2-NC وبينما كانت قيم الوسيط d_{median} والمتوسط الحسابي d_{mean} اقل من 8.8≤ d_{median} ≤35.6 مايكونون لكل من 3.9≤ d_{mean} ≤24.2 مايكونون وبلغت قيم المتوسط الحسابي 24.2 مايكونون لكل من UN-G11-SI و Do-G6-NC وكانت قيم الانحراف القياسي SD اكبر من قيم المجموعة المثلثى اذ كانت القيم UN-12≤SD≤90 لكل من نموذجي التربة Do-G3-NC و G11-SI اما قيم الالتواء (Skewness) والتفرطح (Kurtosis) كانت مماثلة لقيم المجموعة المثلثى اذ تراوحت قيم الالتواء بين -0.29≤Skewness≤-0.38 بينما تراوحت قيم التفرطح 1.14≤Kurtosis≤3.15 لكل من نموذجي التربة Do-G9-NC و UN-G11-SI . اظهرت هذه المجموعة توزيع حجم المسام المقياس بشكل اوسع من توزيع حجم المسام للمجموعة المثلثى مع

المجموعة اذ كانت قيمة d_{mode} عند نسبة تشعّب 0.7% وشد مقداره 41.8 سم و قيمة d_{median} عند نسبة تشعّب 6.53% وشد مقداره 293 سم و قيمة d_{mean} عند نسبة تشعّب 0.45% شد مقداره 733 سم.

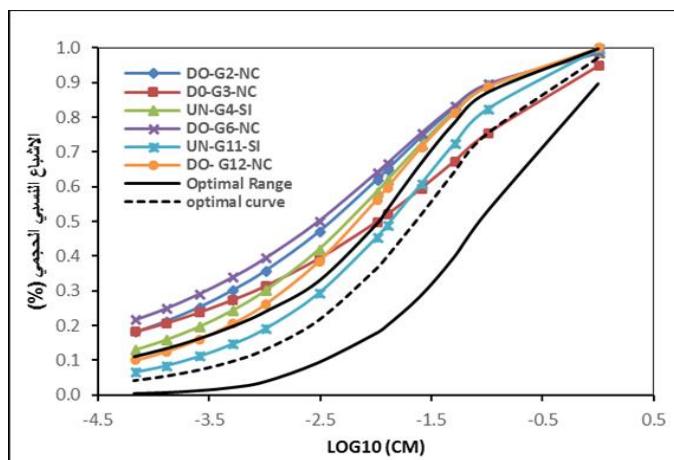
الاستنتاجات:

- إن مؤشر نوعية التربة الفيزيائي (Dexter-S) أعطى نتائج إيجابية لقيم نوعية الترب الفيزيائية تحت نظام الري السطحي والتتفيط، واعتبرت متى (Optimal) بمحب قيم (Dexter-S).
- أفضل توزيع لحجم المسام المقيس كانت لمجموعة الترب الأولى التي كانت متماثلة إلى حد كبير من حيث عوامل الشكل والموقع وبناءً على ذلك اعتبر توزيع المسام الأمثل في هذه الترب الخمس ممثلاً لهذه المجموعة، ولعب حجم المسام دور في قابلية التربة على الاحتقان بالماء وتأثيره في السعة الحقلية النسبية والسعنة الهوائية بالإضافة إلى درجة الإشباع النسبي إذ تزداد درجة الإشباع بزيادة المسام ذي الأقطار الصغيرة.
- إن لإدارة التربة المتبعه تأثير في المؤشرات النوعية الفيزيائية للتربة توزيع حجم المسام إذ كان لطريقة الحراثة دور في توزيع أحجام المسام بالإضافة إلى طريقة الري المستخدمة والمحتوى الجسي في التربة.
- إن العلاقة كانت ضعيفة بين درجة رص التربة ومؤشر Dexter-S (Dexter-S) ولكن كان هناك ارتباط بين درجة الرص ومسامية التربة إذ أثبت انخفاض المسامية إلى زيادة درجة رص التربة.

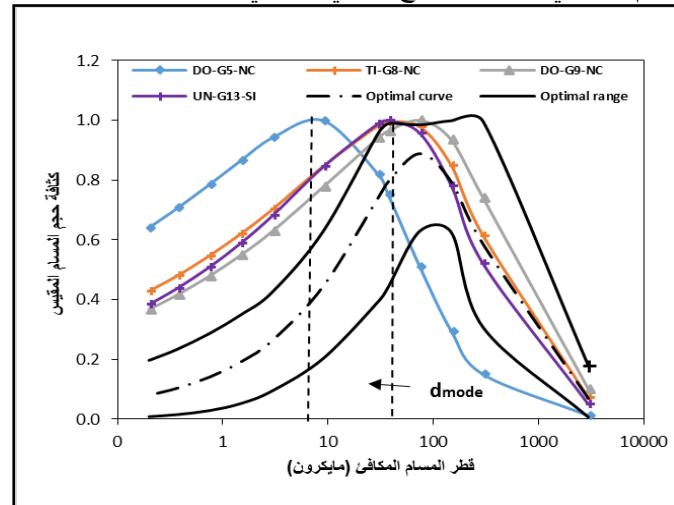
G9-NC (شكل 3a)، أما كثافة حجم المسامات الكبيرة فكانت متماثلة لأحجام المسامات للمنحنى الامثل ما عدا نموذج التربة DO-G5-NC الذي اعطى أقل كثافة لحجم المسام ذات الأقطار الكبيرة. كانت قيم كل من d_{mode} و d_{median} و d_{mean} أقل من المجموعة المثلثي (جدول 3 ، المجموعة الثالثة) اذ بلغت $0.57 \leq d_{median} \leq 10.1$ ميكرون بينما كانت $8 \leq d_{mode} \leq 71.3$ ميكرون و $0.17 \leq d_{mean} \leq 4$ ميكرون لكل من نموذج التربة- Do G5-NC و DO-G9-NC ، وازدادت قيم الانحراف القياسي SD، اذ كانت $71 \leq SD \leq 280$ كما أن قيم الانحراف (Skewness) كانت أعلى من قيم المجموعة المثلثي والتي تراوحت بين $-0.38 \leq Skewness \leq -0.41$. أما قيم التقرط (Kurtosis) فكانت مقاربة لقيم المجموعة المثلثي اذ بلغت $1.17 \leq Kurtosis \leq 1.14$. يبين شكل 3b العلاقة بين اللوغاريتم الطبيعي للشد ودرجة التشعّب الحجمي، اذ كانت درجة الإشباع ذات قيم أعلى من قيم المنحنى للمجموعة المثلثي الا ان درجة الإشباع كانت أعلى ما يمكن عندما يكون الشد مقارب للصفر وكانت أعلى قيم لدرجة التشعّب لنموذج التربة Do-G5-NC ذا كانت قيمة d_{median} عند نسبة تشعّب 0.57% وشد مقداره 370 سم وقيمة d_{median} عند نسبة تشعّب 0.53% وشد مقداره 5515 سم وقيمة d_{mean} عند نسبة تشعّب 0.45% وشد مقداره 1773 سم ويعود سبب ذلك لزيادة السعة الحقلية المرجعية (RFC) اذ كانت هي أعلى قيمة اذ بلغت (0.78 m^3) وانخفاض قيمة السعة الهوائية (AC) اذ بلغت (0.1 m^3) وكانت سعة الماء الجاهز للنبات (PAWC) (0.24 m^3) . بينما كانت أقل قيم لدرجة التشعّب هي لنموذج التربة Do-G9-NC لهذه



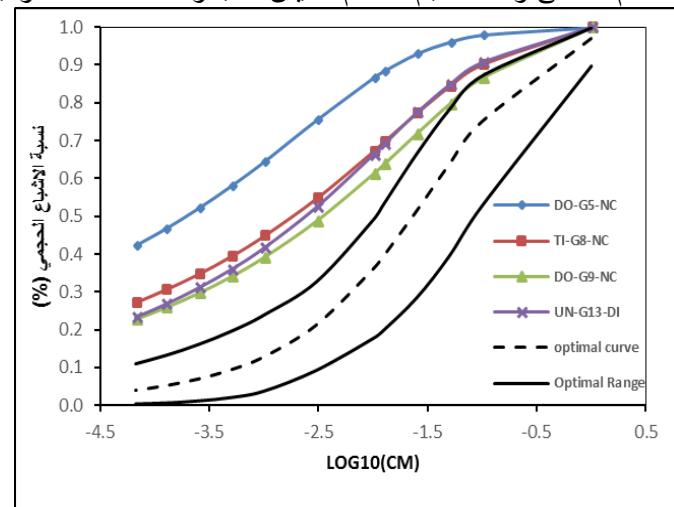
شكل (2a): العلاقة بين قطر المسام المكافئ وكثافة حجم المسام المقيس للمجموعة الثانية ذات نوعية التربة الفيزيائية الجيدة.



شكل (2b). العلاقة بين اللوگاریتم الطبيعي للشد والاشباع النسبي الحجمي للمجموعة الثانية ذات نوعية التربة الفيزيائية الجيدة.



شكل (3a). العلاقة بين قطر المسام المكافئ وكثافة حجم المسام المقيس للمجموعة الثالثة ذات نوعية التربة الفيزيائية الضعيفة.



شكل (3b). العلاقة بين اللوگاریتم الطبيعي للشد والاشباع النسبي الحجمي للمجموعة الثالثة ذات نوعية التربة الفيزيائية الضعيفة.

العبيدي، باسم شاكر. 2001. تدبل مصادر عضوية مختلفة في التربة وعلاقتها بالكلس. رسالة ماجستير كلية الزراعة - جامعة بغداد.

نجم، محمد عبد الله وخالد بدر حمادي. 1980. الري. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة البصرة.

مهدي، نمير طه. 2005. تأثير محتوى الجبس في دوال نقل الماء في التربة خلال الغيش الأفقي. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 36 (5): 1-10.

- Blott, S.J., Pye, K., 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Process. Landforms* 26, Proceedings 23 (4), 277–284.
- Buccigrossi, F., A. Caliandro, P. Rubino, and M. A. Mastro. 2010 Testing Some Pedotransfer Functions (PTFs) in Apulia Region. Evaluation on the Basis of Soil Particle Size Distribution and Organic Matter Content for Estimating Field Capacity and Wilting Point. *Ital. J. Agron. / Riv. Agron.* 4:367-381.
- Buezko,V.O., Bens and R.F.Huttl 2006. Tillage effects on hydraulic properties and macroporosity in silty and sandy soil .*soils sci. sco. AMJ.*70:1998-2007.
- Jafarnejadi, A. R., G. A. Sayyad., R. R. Arshad, and A. Hossein. 2012. Pedotransfer function development for field capacity and wilting points using artificial neural network and regression models. *International Journal of Agriculture.* 2(S): 1079-1084.
- Jena, A., Gupta, K., 2002. Determination of pore volume and pore distribution by liquid extrusion porosimetry without using mercury. *Ceramic Engineering & Science.*
- Keshavarzi, A., F. Sarmadian, M. Sadeghnejad, and P. Pezeshki. 2010. Developing Pedotransfer Functions for estimating some Soil Properties using Artificial Neural Network and Multivariate Regression Approaches. *Proenvironment.* 3: 322-330.
- Leech, C., D. Lockington, and R. D. Hooton. 2006. Estimation of water retention curve from mercury intrusion porosimetry and van

المصادر:

- حسن، فتيبة محمد. 1989. اختبار نماذج رياضية للتنبؤ عن بعض الصفات المائية للترب العراقية. 3: اتصالية مار التربية في الحالة غير المشبعة. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 20 (1): 580-590.
- الرسنم، منتصر ناجي عبد الله خضرير. 2010. تقييم دوال نقل الماء أثناء الغيش الأفقي والعمودي ل نوعيتي المياه في ترب ذات محتوى جبسي مختلف. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة تكريت.
- Genuchten model. *ACI structural J.* 103: 2872–2876.
- Mahdi, N.T. 2008. Effect of gypsum content on soil-water characteristic curve and unsaturated hydraulic conductivity in soil. *Iraqi Journal of Agricultural Science.* 39(3): 10-23.
- Moreira, L. F. F., A. M. Righetto, and V. M. de A. Medeiros. 2004. Soil Hydraulics Properties Estimation by Using Pedotransfer Functions in a Northeastern Semiarid Zone Catchment, Brazil. *Engenharia Sanitária/ Universidade Federal do Rio Grande do Norte.* 6p.
- Neelam, A. Aggarwal, A. Gaur, E. Bhalla, and S. R. Gupta. 2010. Soil Aggregate Carbon and Diversity of Mycorrhiza as Affected by Tillage Practices in a Rice-Wheat Cropping System in Northern India. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.*, 36(4): 233-243.
- Osunbitan J.O. 2005. Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in South Western Nigeria. *Soil and Tillage research.* 82: 57-64: 1237–1248.
- Rawls, W. J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobeckic, T.M. and H. Bloodworthc. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma.* 116: 61–76.
- Reynolds, W.D., Drury, C.F., Tan, C.S., Fox, C.A., Yang, X.M., 2009. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. *Geoderma* 152, 252–263.
- Shalmani, A. A., M. S. Shahrestani, H. Asadi, and F. Bagheri. 2010. Comparison of Regression

- Pedotransfer Functions and Artificial Neural Networks for Soil Aggregate Stability Simulation. *World Applied Sciences Journal.* 8 (9): 1065-1072.
- Warrick, A.W., 2002. *Soil Physics Companion.* CRC Press LLC, Boca Raton, USA.
- Wosten, J. H. M., and M. Th. van Genuchten. 1988. Using Texture and Other Soil Properties to Predict the Unsaturated Soil Hydraulic Functions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:1762-1770.