



## تأثير اضافة المولاس للتربة على بعض الخصائص المائية ومعدل رشح (غيض) الماء بها وعلاقته ببناء التربة

[5]

الاء صالح عاتي<sup>1</sup> - تغريد فرج يونان<sup>1</sup>  
1. قسم علوم التربة والمياه- كلية الزراعة- أبوغريب- جامعة بغداد- بغداد- العراق  
a. E-mail: alaasalih2008@yahoo.com

أظهرت النتائج انخفاض معنوي في قيم الخصائص المائية المدروسة ومعدل الرشح عند الزمن النهائي اللازم لقطع مسافة 30 سم في اعمدة التربة المعاملة، استمر هذا الانخفاض مع زيادة تركيز المولاس المضاف من 0 الى 40 جم كج-<sup>1</sup>، وكان ذلك مصحوباً بحدوث ارتفاع في زاوية التماس (من 49.54 الى 76.17 \* ) وانخفاض في الطاقة الحرة السطحية (من 135.9 الى 76.8 ملي نيوتن م-<sup>1</sup>). كما لعب المولاس المضاف دوراً في زيادة ثبات التجمعات الارضية أوضحتها الزيادة المعنوية العالية الحاصلة في قيم كل من معدل القطر الموزون والهندسي.

### المقدمة

تؤثر اضافة المواد العضوية الى التربة في خواص وخصائص التربة الفيزيائية اعتماداً على صفات التربة والظروف المحيطة، اذ ترتبط بدقائق التربة ويزداد هذا الارتباط بزيادة السطح النوعي للتربة (Kennedy et al 2006). فالمادة العضوية ذات ارتباط عالي مع معادن الطين (Hebting et al 2006) يحدده نوع المعدن الطيني (Wattel - Koekkoek et al 2001)، والقوة الكاتيونية Cationic strength، ونوع الكاتيونات المتبادلة (Dontsova and Bigham, 2005)، فضلاً عن نوع المادة العضوية المضافة ودرجة تحللها (Sollins et al 1996). ويكون هذا الارتباط اما عن طريق أدمصاص مباشر على أسطح معادن الطين او بشكل تجمع بين طبقات الطين (Six et al 2002). وتلعب جزيئات الماء دوراً مهماً في عملية الربط بين جزيئات المادة العضوية في حالة ارتفاع رطوبة التربة

الكلمات المفتاحية: الخصائص المائية [النفوذية (λ) والامتصاصية (S)]، معدل الرشح، زاوية التماس، الطاقة الحرة السطحية، بناء التربة والمولاس

### الموجز

نفذت تجربة مختبرية لدراسة التغيرات الحاصلة في بعض الخصائص المائية [النفوذية (λ) والامتصاصية (S)] ومعدل الرشح (الغيض) الاساسي اثناء رشح الماء افقياً وتحت ظروف الجريان غير المشبع في تربة مزيجة رملية (Sandy Loam) بعد معاملتها بمستويات مختلفة من المولاس (C = 0، 10، 20، 40 جم كج-<sup>1</sup>) وتحضيرها لمدة 60 يوم تحت محتوى رطوبي يمثل 80% من المحتوى الرطوبي الحجمي عند شد 33 كيلو باسكال في درجة حرارة 25 ± 2 م<sup>0</sup>. طبق تحويل بولتزمان ( $\lambda = x/t^{1/2}$ ) لحساب النفوذية واستعملت معادلة (Philip 1957) ذات الحد الواحد لحساب الامتصاصية ( $i = S/t^{1/2}$ )، قدر معدل رشح الماء من بيانات الغيض الافقي وفقاً للمعادلة التالية  $i = 1/2 S t^{1/2}$ . قيست زاوية تماس السائل مع السطح الصلب (α) لنماذج التربة المعاملة بمستويات المولاس المختلفة وحسبت الطاقة الحرة السطحية للدقائق الصلبة (γ<sub>s</sub>) في نماذج التربة المعاملة. كما تُرس تأثير المولاس المضاف على استقرار بناء التربة من خلال حساب معدل القطر الموزون (MWD) والهندسي (GMD) لنماذج التربة المعاملة غير المكسرة.

الرطوبي الابتدائي والنهائي ( $\theta_s$  ,  $\theta_0$ ) وللجهد الابتدائي والنهائي (Hillel, 1980) ولها علاقة بحركة وجريان الماء في التربة (Regalado et al 2005) وتستعمل في حساب الخواص المائية لتجمعات التربة السليمة والمتجزئة (Gerke and Kohne, 2002). وتدخل الامتصاصية في حساب الرشح التراكمي (Cumulative infiltration (I) ومعدل رشح (غيض) الماء في التربة (i) Infiltration Rate (Philip, 1957 & 1987) والذي يتأثر بخصائص التربة مثل سهولة دخول الماء في التربة Water entry، وقدره التربة على تخزين الماء Storage Capacity ، فضلاً عن معدل انتقال الماء خلال التربة Transmission Rate through of Soil (Infiltration From , Wikipedia, 2006) وبذلك يعكس صورة واضحة عن حركة وجريان الماء في الترب غير المشبعة.

يهدف هذا البحث الى دراسة تأثير اضافة المولاس على التغيرات الحاصلة في نفوذية، وامتصاصية، ومعدل رشح الماء أثناء الجريان الأفقي من تربة مزيجة رملية Sandy Loam، وامكانية استعماله في تقليل فقد المائي في التربة بهدف المحافظة على الموارد المائية وتقنياتها، فضلاً عن دراسة تأثيره في تحسين بناء التربة.

### المواد وطرائق العمل

اختبرت تربة مزيجة رملية Sandy Loam من منطقة الجادرية - بغداد والمصنفة تحت المجموعة Typic Torrifluvent، وتم أخذ العينات من الافق A (0-30سم). حسب كثافة التربة الظاهرية بطريقة الاسطوانة المعدنية. جفت التربة المأخوذة من الحقل هوائياً، ثم طحنت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته 2 مم. قدرت النسبة المئوية للرمل والغرين (السلت) والطين (الطمي) فيها بطريقة الماصة الدولية واجريت بعض التحليلات الكيميائية والفيزيائية على عينات التربة، وحسبت القوة الكاتيونية Cationic strength، وكما هو موضح في جدول (1). فحصت نماذج مفضول الطين معدنياً بواسطة جهاز الـ x-ray وبينت النتائج وجود معادن المونتوريلونايت (dominant) والايلايت (major) والكاولينايت (minor).

جدول 1. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة في الدراسة

المصدر	القيمة	صفات التربة
--------	--------	-------------

بينما تلعب الايونات الموجبة الممدصة على اسطح المعادن هذا الدور عند حالات الجفاف، هذا بالاضافة إلى تأثير قوى فان دير فالس- لندن (Van der Waals London) - في تغطية سطح الحبيبات المعدنية بالجزئيات العضوية عن طريق رابطة استقطاب ضعيفة ذات قوى اليكتروستاتيكية (عواد، 1986). كما يمكن ان تنفذ المواد العضوية المضافة داخل مسامات التربة وتترسب بشكل مواد غير ذائبة (Hillel, 1980). يعد المولاس احد النواتج الثانوية في عملية البلورة النهائية لتصنيع السكر، وهو سائل بني غامق اللون لزج القوام ذو كثافة عالية في حدود 1.4 جم / سم<sup>3</sup> يطلق عليه بدبس السكر (ويكيبيديا، 2008). وهو مركب عضوي يحوي نسبة عالية من المركبات الكاربوهيدراتية والتي تتميز بأنها اكثر ارتباطاً مع التربة من المواد البروتينية وبقية المواد العضوية (Whitlatch and Johnson, 1974)، اذ ترتبط عن طريق مجاميعها الفعالة بجسور كاتيونية أو عن طريق الروابط الهيدروجينية ، فضلاً عن قوى فان دير فالس- لندن، وتتواجد ايضاً في مسامات التربة الصغيرة وتؤثر في حركة وجريان الماء في التربة وتسبب انخفاض نفاذية التربة (Permeability Ahmed and Hussain, 2008). كما يمكن استعمالها كمحسنات لبناء التربة وزيادة ثباتية تجمعاتها، أذ وجد كل من (Haynes and Swift 1990) ان هناك ارتباط معنوي موجب بين محتوى التربة من الكاربوهيدرات وثبات تجمعات التربة. ووضح (Al-Sheikhly 1990) تكون تجمعات ثابتة نتيجة تغلفة السكريات لدقائق الطين من جميع الجوانب. وادت زيادة نواتج السكريات المتعددة في هيكل التربة الى زيادة قوة القص Shear strength معنوياً ومقاومة التربة للتعرية (Ahmed and Hussain, 2008). كما أن امدصاص الجزيئات العضوية من قبل التربة يؤثر في قابلية ترطيب التربة بالماء (Doerr et al 2000)، وذلك يؤثر في العمليات الهيدروليكية الجارية في التربة. ونظراً لكون النفوذية ( $\lambda$ ) Penetrability والامتصاصية (S) Sorptivity من الخصائص المائية المهمة التي تستطيع ان تصف حركة وتوزيع الماء في التربة والتوصل الى تقديرات كمية لمسك الماء أثناء جريانه في الترب غير المشبعة وربط ذلك بتغيرات المحتوى الرطوبي الحجمي وقوى الشد، الأمر الذي يمكننا من اعتبارها كدالات لتأثير المواد العضوية المضافة على حركة وجريان الماء في الترب غير المشبعة. فقد استعملت النفوذية في تفسير كثير من المعاملات على جريان الماء في التربة كما تدخل في حساب انتشارية ماء التربة (Bruce and Klute, 1956). أما الامتصاصية فهي دالة للمحتوى

الوحدات التجريبية 20 وحدة تجريبية بمعدل 5 مكررات لكل معاملة. تم ترطيب التربة بالماء للوصول الى 80% من المحتوى الرطوبي عند شد 33 كيلوباسكال. حضنت عينات التربة المعاملة لمدة 60 يوم تحت ظروف المختبر عند درجة حرارة  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  ، مع المحافظة على رطوبة التربة اعلاه عن طريق وزن عمود التربة يومياً وإضافة الماء لايصال الرطوبة الى النسبة المذكورة انفاً. وبعد انتهاء مدة الحضان جففت عينات التربة هوائياً، اخذت عينات لقياس معدل القطر الموزون Mean weight diameter Geometric (GMD) ومعدل القطر الهندسي (MWD) mean diameter، طحنت باقي عينات التربة ومررت بمنخل قطر فتحاته 2 مم. عينت التربة المعاملة والمنخولة بمنخل قطر فتحاته 2 مم وبكثافة ظاهرية مقارنة للكثافة الظاهرية الحقيقية وبالطريقة المقترحة من قبل (Aoda (1982 في اعمدة مصنوعة من مادة Plexiglass بطول 40 سم وبقطر داخلي 3.17 سم، مكونة من حلقات بطول 2 سم ربطت مع بعضها بشريط لاصق وقد اغلقت احدى نهايتي العمود بصفحة من الزجاج العضوي الشفاف وصممت النهاية الثانية للاعمدة بشكل يسمح لها بالارتباط بمجهز الماء.

تم قياس الجريان الافقي في اعمدة التربة المجهزة وفقاً للطريقة المقترحة من قبل Bruce and Klute (1956) بعد وضعها بشكل أفقي وربطها بمجهز الماء وتحت شد 2 سم (Nielsen et al 1962) والسماح للماء بالتحرك بفعل الجهد الماتركي (matric potential) والمجهز من سحاحة حجمية سعة 100 مل. قيس حجم الماء الممتص على امتداد تقدم جبهة الابتلال ولمسافة 30 سم خلال الزمن، تم بعدها إيقاف الجريان وتقطيع

Day(1965)	673.0	الرمل (جم كج <sup>-1</sup> )
	8490.7	
	364.2	
	234.9	
Day(1965)	326.1	الغرين (جم كج <sup>-1</sup> )
	330.9	
	92.1	
	183.2	
Day(1965)	304.9	الطين (جم كج <sup>-1</sup> )
	92.1	
	183.2	
	304.9	
Blake(1965)	Sandy Loam	القوام
	1.49	
	1.447	
Blake(1965)	1.410	الكثافة الظاهرية (ميكا جرام م <sup>-3</sup> )
	3.1	
	7.82	
U.S.Salinity Laboratory Staff (Richards , 1954 )	7.78	ECe (ديسيسيمنز م <sup>-1</sup> )
	7.60	
	230.1	
	Nil	
	3.8	
	4.00	
	7.8	
	5.1	
	2.1	
	1.7	
Walkely and Black (Black,1965)	7.1	الاس الهيدروجيني pH
	7.1	
Papanicolouon (1976)	7.1	الكربونات الكلية (جم كج <sup>-1</sup> )
	7.1	
	7.1	
	7.1	
Dontsova and Bigham (2005)	7.1	الجبس (جم كج <sup>-1</sup> )
	7.1	
	7.1	
	7.1	
Dontsova and Bigham (2005)	7.1	المادة العضوية (جم كج <sup>-1</sup> )
	7.1	
Dontsova and Bigham (2005)	7.1	CEC (سنتيمول (+) ج <sup>-1</sup> )
	7.1	
Dontsova and Bigham (2005)	7.1	القوة الكاتيونية * (مليمول لتر <sup>-1</sup> )
	7.1	

$$I_c = \sum C_c Z_c^2$$

القوة الكاتيونية للكاتيون ،  $Z_c$  شحنة الكاتيون ،  $C_c$  تركيز الكاتيون

اضيف المولاس والمستحصل عليه من معمل قصب السكر (محافظة ميسان) والمبينة مواصفاته في الجدول (2) الى عينة التربة بمستوى (C = 0 ، 10 ، 20 ، 40 جم كج<sup>-1</sup>)، على اساس الوزن الجاف. رش المولاس على التربة بعد تخفيفه بالماء ومزج باليد بشكل جيد. اعيد امرار التربة عبر المنخل 2 مم لضمان الحصول على توزيع متجانس للمولاس في التربة. وضعت التربة المعاملة في اعمدة بلاستيكية وكان عدد

## جدول 2. تحليل مكونات المولاس \*

المكونات الصلبة % 76.4						المحتوى الرطوبي %23.6
المواد العضوية % 59.5						
Ash %16.9	بروتين %6.8	مركبات كاربوهيدراتية % 52.7				
		سكريات متعددة % 4.3	جلوكوز % 4.7	فركتوز % 6.9	سكروز % 36.8	

• تم التحليل بجهاز طرائق التحليل الكروماتوجرافي عالية الكفاءة (عالية السرعة) للسوائل High Performance Liquid Chromatography(HPLC)

تم أستنتاج معدل الرشح (الغيض) Infiltration rate (i) (سم دقيقة<sup>-1</sup>) عند الزمن النهائي اللازم لقطع اقصى مسافة (30 سم) في اعمدة التربة المعاملة وذلك من بيانات غيض الماء الاقفي وفقاً للمعادلة الاتية (Philip,1957):

$$i = \frac{I}{2} St^{-1/2} \dots\dots\dots (3)$$

قيست زاوية تماس السائل مع السطح الصلب لحبيبات التربة  $\alpha$  (\*) وفق الطريقة المقترحة من قبل Letey et al (1962)، اذ قيس الارتفاع الشعري للكحول الايثيلي ولمدة 72 ساعة بافتراض ان زاوية تماس الكحول الايثيلي مع التربة مساوية الى الصفر، وتم إيجاد نصف قطر المسام الشعري للتربة وفق المعادلة الأتية (Kelvin equation) (Taylor and Ashcroft,1972):

$$r = \frac{2\gamma \cos\alpha}{\rho_w gh} \dots\dots\dots (4)$$

عمود التربة الى حلقات لغرض التأكد من تجانس توزيع كثافة التربة الظاهرية في الاعمدة بعدم تجاوز معامل الاختلاف (C.V) لقيم الكثافة الظاهرية عن 2% (Nofziger and Swartzendruber, 1976). قدرت نفوذية ماء التربة  $\lambda$  (سم دقيقة<sup>-1/2</sup>) من بيانات مسافة تقدم جبهة الابتلال x (سم) عند جريان الماء افقياً في اعمدة التربة المعاملة مع الزمن (دقيقة)، اذ تمثل النفوذية ميل العلاقة الخطية المرسومة بين مسافة تقدم جبهة الابتلال x والجذر التربيعي للزمن  $t^{1/2}$  وذلك بتطبيق تحويل بولتزمان وفق المعادلة الاتية (Boltzmann,1894) :

$$\lambda = x/t^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

قدرت الامتصاصية S (سم دقيقة<sup>-1/2</sup>) من بيانات عمق الماء الممتص I (سم) اثناء الجريان الاقفي في الاعمدة مع الزمن t وذلك وفق المعادلة الاتية:

$$S = I/t^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

## النتائج والمناقشة

تظهر النتائج (شكل 1) وجود علاقة خطية موجبة عالية المعنوية بين مسافة تقدم جبهة الابتلال  $x$  (سم) خلال اعمدة التربة المعاملة والمتجانسة في كثافتها الظاهرية (C.V) بين 0.607 و 1.012% ولمستويات المولاس المختلفة (C = 0، 10، 20، 40 جم كج-1) مع الجذر التربيعي للزمن ( $t^{1/2}$ ) (دقيقة<sup>1/2</sup>)، ذات قيم مرتفعة لمعامل التحديد ( $R^2$ ) تراوحت بين 0.9936\*\* و 0.9971\*\*. وذلك عند جريان الماء أفقياً تحت جهد مائي مقداره 2 سم (Nielsen et al 1962) ولمسافة امتصاص قدرها 30 سم، يمثل فيها ميل الخط المستقيم قيمة النفوذية (Penetrability  $\lambda$ ) (معادلة 1) (Jackson, 1963). يبين الشكل (1) تأثير المولاس المضاف في زمن الجريان الأفقي في اعمدة التربة المعاملة، إذ ازدادت الفترة الزمنية اللازمة لقطع مسافة 30 سم في جسم التربة المزيج الرملية Sandy Loam بنسبة 12.7% بارتفاع مستوى المولاس المضاف الى التربة (C) من 0 الى 40 جم كج-1.

يوضح الشكل (2) العلاقة بين عمق الماء الممتص (I) (سم) والجذر التربيعي للزمن ( $t^{1/2}$ ) (دقيقة<sup>1/2</sup>) أثناء جريان الماء الأفقي في اعمدة التربة المعاملة بمستويات المولاس المختلفة (C = 0، 10، 20، 40 جم كج-1) ولمسافة امتصاص مقدارها 30 سم، والذي بين وجود علاقة خطية موجبة عالية المعنوية بين (I) و ( $t^{1/2}$ )، إذ تراوحت قيم  $R^2$  بين 0.9921\*\* و 0.9938\*\*، ويمثل فيها ميل الخط المستقيم قيمة الامتصاصية (S) Sorptivity (معادلة 2).

وبفحص تأثير المولاس المضاف في قيم الخصائص المائية المدروسة، بينت النتائج (شكل 3) انخفاض قيم نفوذية ( $\lambda$ ) وامتصاصية (S) التربة معنوياً بمستوى 0.01 وذلك من خلال فحص قيمة الـ LSD من 2.1103 الى 1.9976، 1.9875، 1.7875، سم دقيقة<sup>1</sup>، ومن 0.6710 الى 0.6636، 0.6532، و 0.6358 سم دقيقة<sup>1</sup> عند زيادة تركيز المولاس من 0 الى 10، 20، 40 جم كج-1، على التوالي.

وفيها  $\gamma_\lambda$  الشد الشطحي (داين سم<sup>-1</sup>)،  $\alpha$  زاوية التماس (\*)،  $\rho_w$  كثافة الماء (جم سم<sup>-3</sup>)،  $g$  عجلة الجاذبية الارضية (سم ثا<sup>-2</sup>)،  $h$  ارتفاع عمود الماء الشعري (سم) و  $r$  نصف قطر المسام (سم). ثم استخدمت المعادلة اعلاه (4) في حساب زاوية التماس بعد استبدال الماء بدلا من الكحول في حساب الارتفاع الشعري.

حسبت الطاقة الحرة السطحية ( $\gamma_s$ ) Surface free energy للجزء الصلب باستعمال بيانات زاوية التماس وفوق المعادلة التالية (Leelamanie et al 2008)

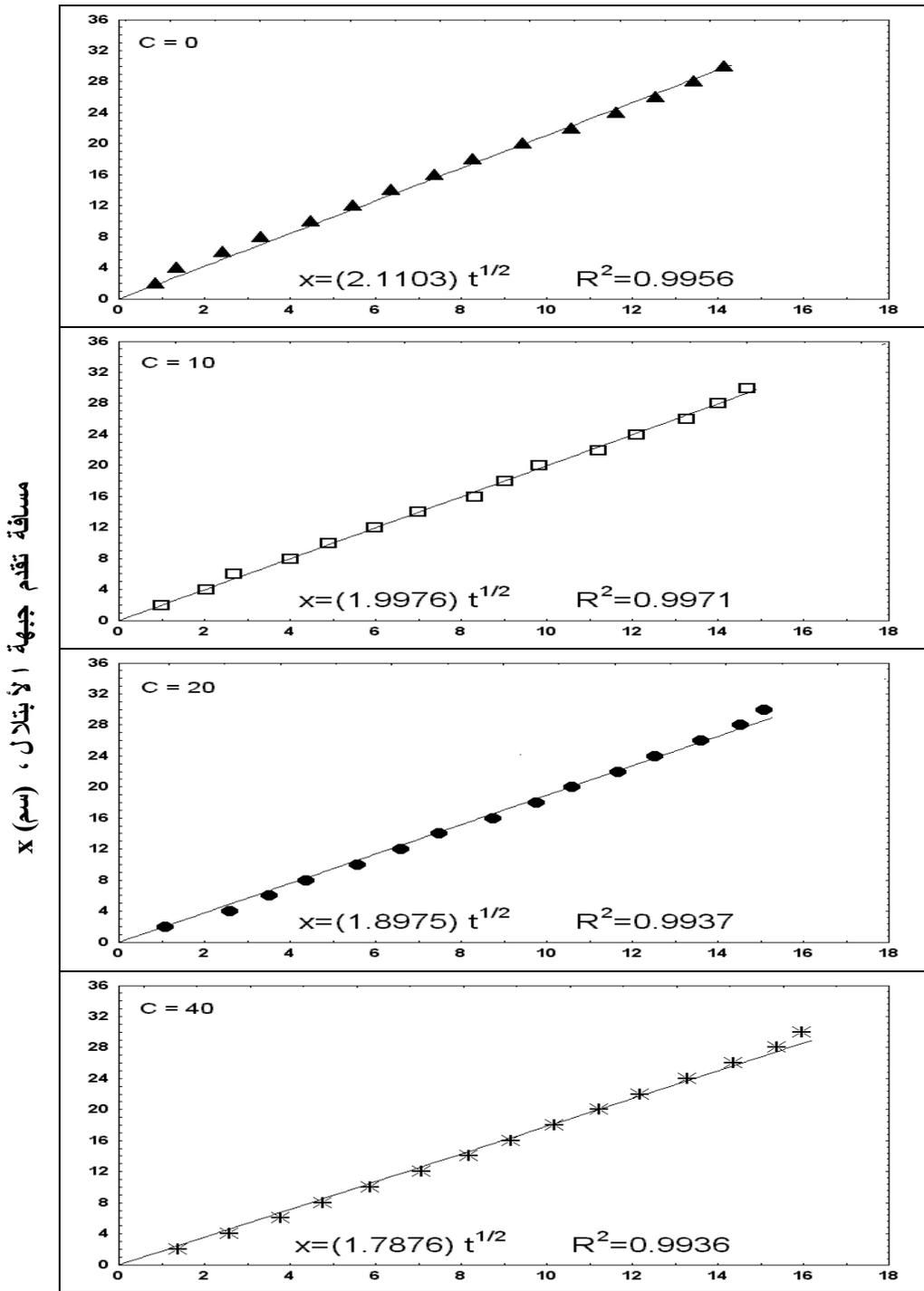
$$\cos \alpha = 2\phi \left( \frac{\gamma_s}{\gamma_e} \right)^{1/2} - 1 \dots \dots \dots (5)$$

وفيها  $\alpha$  زاوية التماس (\*)،  $\gamma_\lambda$  الشد الشطحي (داين سم<sup>-1</sup> او ملي نيوتن م<sup>-1</sup>)،  $\phi$  عامل تداخل = 0.6 وبتعويض قيمة الشد الشطحي عند درجة حرارة 25°م بـ 72 (ملي نيوتن م<sup>-1</sup>) و  $\phi$  بـ 0.6، تم حساب الطاقة الحرة السطحية ( $\gamma_s$ ) (ملي نيوتن م<sup>-1</sup>) كمايلي:

$$\gamma_s = 50 (\cos \alpha + 1)^2 \dots \dots \dots (6)$$

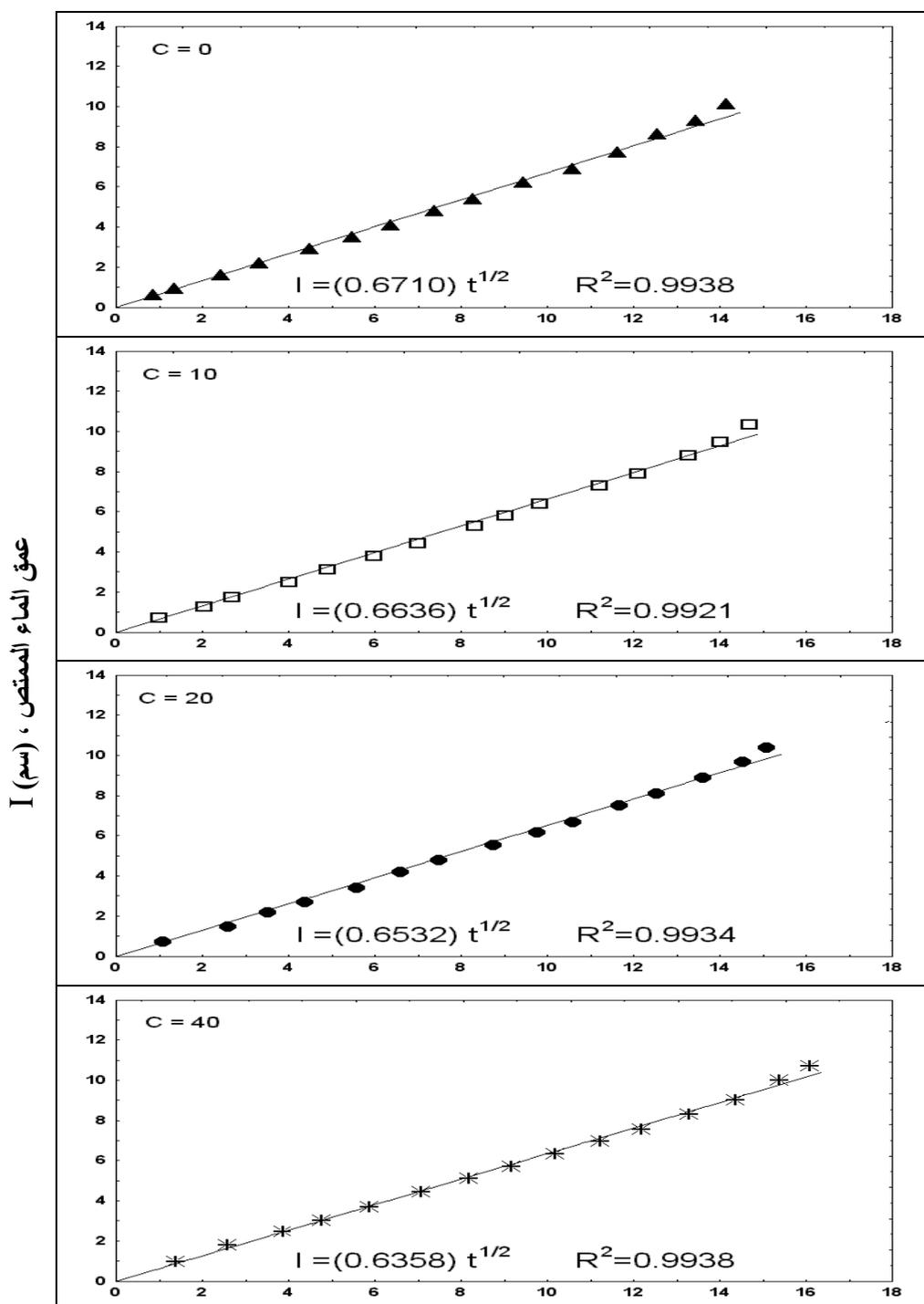
حسب معدل القطر الموزون (MWD) ومعدل القطر الهندسي (GMD) لنماذج التربة المعاملة بالمولاس (غير المطحونة) باستعمال جهاز يودر وفق الطريقة المقترحة من قبل Youker and McGuinness (1956) و Mazurak (1950)، على التوالي بعد تكسير عينات التربة المعاملة بعناية بواسطة اليد عند محتوى رطوبي مناسب للمحافظة على الانتظام الطبيعي للتجمعات، ونخل العينات المكسرة بواسطة منخلين الاول قطر فتحاته 9 مم والثاني قطر فتحاته 4 مم.

استعمل برنامج (Non-Linear Regression Fitting) Statistica في اجراء المطابقة للمعادلات المختلفة اللاخطية مع البيانات التجريبية وايجاد قيم المعايير الثابتة لكل معادلة، والبرنامج الجاهز (SAS 2002) في تحليل البيانات.



الجذر التربيعي للزمن ،  $t^{1/2}$  (دقيقة <sup>1/2</sup>)

شكل 1. مطابقة بيانات مسافة تقدم جبهة الأبتلال والجذر التربيعي للزمن في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من المولاس (  $C = 0, 10, 20, 40$  جم كج<sup>-1</sup>) باستخدام معادلة (1) Boltzmann Transformation (



الجذر التربيعي للزمن ،  $t^{1/2}$  (دقيقة <sup>1/2</sup>)

شكل 2. مطابقة بيانات الغيض التراكمي للماء والجذر التربيعي للزمن في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من المولاس (C = 0 ، 10 ، 20 ، 40 جم كج<sup>-1</sup>) باستخدام معادلة (2)

ويعزى ذلك لكون المولاس مركب عضوي غني بالمواد الكربوهيدراتية التي تدمص على أسطح معادن الطين وتتواجد في مسامات التربة الصغيرة (Curry et al 2007) وبكميات تزداد مع ارتفاع التركيز المضاف منها (Dontsova and Bigham, 2005)،

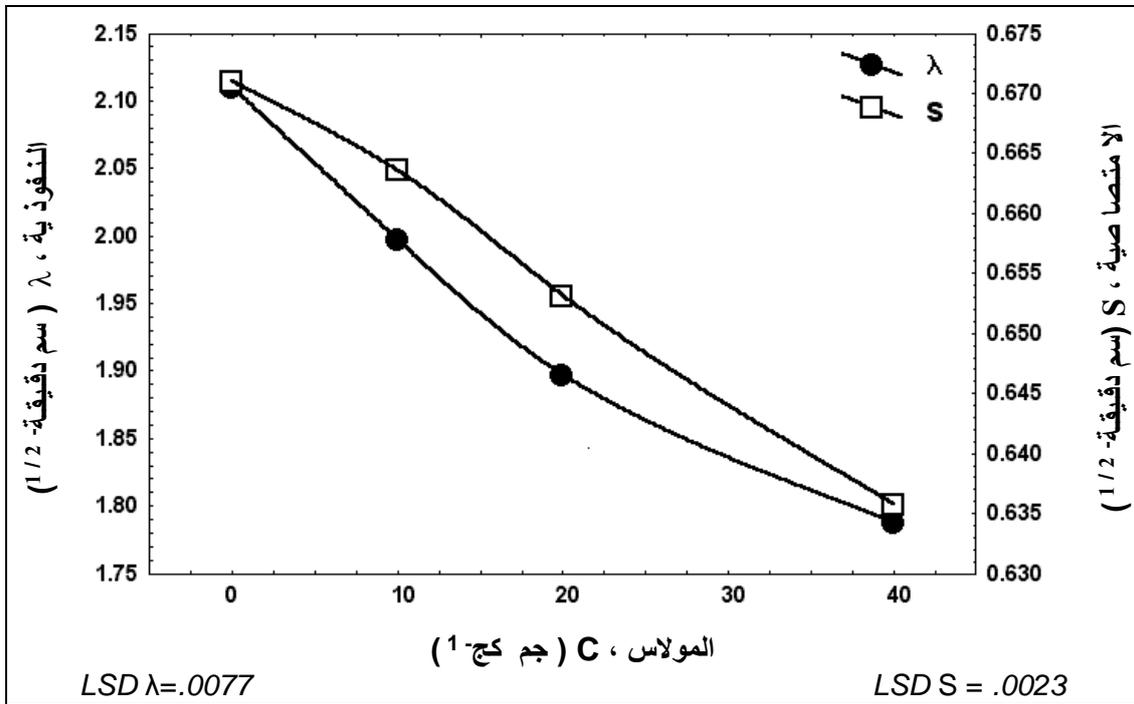
على الرغم من انخفاض محتوى الطين في تربة الدراسة (92.1 جم كج<sup>-1</sup>) والذي يتناسب طردياً مع كمية السكريات المدمصة (Wen, 2002) إلا ان طبيعة معادن الطين المتواجدة فيها والتي تتميز بسيادة معدن المونتموريلونيات ذو المساحة السطحية العالية مع ارتفاع القوة الكاتيونية لمحلول التربة Cationic strength (افضل قياس لقابلية الكاتيونات في معادلة الشحنة السالبة على اسطح الطين) ( $< 50$  مليمول لتر<sup>-1</sup>) (جدول 1) سبب في بناء جسور كاتيونية بين اسطح معادن الطين والمجاميع الفعالة في السكريات (Parfitt et al 1972 and Labille et al 2003) كما ان القوة الكاتيونية المرتفعة سببت في ضغط سمك الطبقة الكهربائية المزدوجة Electrical Double Layer مما سمح بزيادة المادة العضوية المدمصة بزيادة المولاس المضاف، هذا فضلاً عن الارتباط المؤثر للسكريات والبروتينات مع التربة عن طريق الاواصر الهيدروجينية وقوى فان دير فالس القصيرة المدى والدور الفعال لجزيئات الماء. أثر أدمصاص جزيئات المولاس العضوية على اسطح الطين وتراكم بعضها في مسامات التربة أثر في زاوية التماس ( $\alpha$ ) بين الماء والسطح الصلب وعلى الطاقة الحرة السطحية للدقائق الصلبة ( $\gamma_s$ )، فارتفعت زاوية التماس من 49.54 الى 76.17 (\*) وانخفضت الطاقة الحرة السطحية من 135.9 الى 76.8 (ملي نيوتن م<sup>-1</sup>) بزيادة تركيز المولاس المضاف من 0 إلى 40 جم كج<sup>-1</sup>، وكما هو موضح في الشكل (4).

ونظراً لكون زاوية التماس والطاقة الحرة السطحية هي كميات فيزيائية تعطي المعلومات الدقيقة عن قابلية ترطيب التربة بالماء Wettability [قابلية السائل في الانتشار على السطح الصلب (Letey et al 1962)] (Goebel et al 2004). فزيادة زاوية التماس وقلة الطاقة الحرة السطحية أدت إلى انخفاض قابلية ترطيب التربة بالماء وزيادة حالة رفض التربة للماء (Doerr

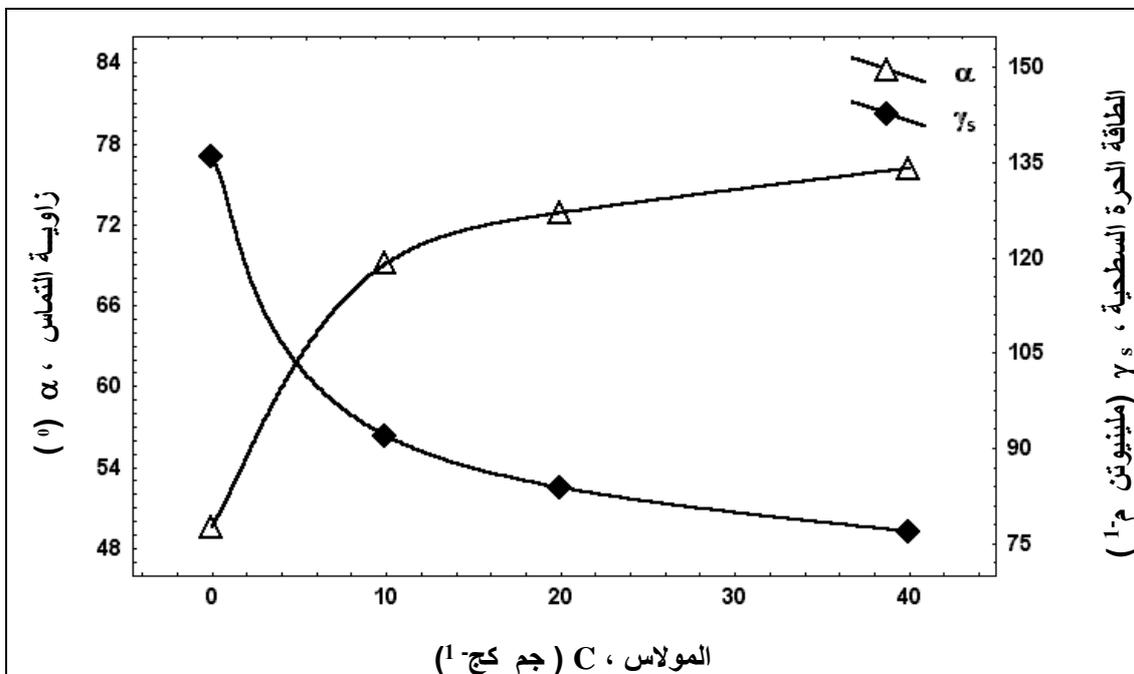
يوضح الشكل (5) انخفاض قيم معدل الرشح (الغيض) المحسوبة وفق المعادلة (3) عند الزمن النهائي اللازم لقطع مسافة 30 سم في جسم التربة المعاملة معنوياً (مستوى 0.01) من 0.0237 الى 0.0226، 0.0218، 0.0199 سم دقيقة<sup>-1</sup> بزيادة تركيز المولاس المضاف من 0 الى 10، 20، 40 جم كج<sup>-1</sup>، على التوالي. ويرجع ذلك الى ارتفاع زاوية التماس وانخفاض الطاقة الحرة السطحية والمسبب حالة رفض التربة للماء فضلاً عن انسداد بعض المسامات بمواد عضوية مترسبة وبقياء بعض النواتج الميكروبية، فقد اشارت بعض الدراسات الى وجود ارتباط موجب بين انسداد بعض مسامات التربة ومحتوى التربة من السكريات المتعددة (Avnimelech and Nevo, 1964) مما سبب انخفاض معدل الرشح معنوياً مع زيادة تركيز المولاس المضاف.

تشير النتائج (شكل 6) إلى حصول زيادة معنوية عالية بمستوى 0.01 في قيم معدل القطر الموزون (MWD) ومعدل القطر الهندسي (GMD) عند اضافة المولاس وحضنه في التربة لمدة 60 يوم، استمرت مع ارتفاع مستويات المولاس المضافة من 0 الى 10، 20، 40 جم كج<sup>-1</sup>.

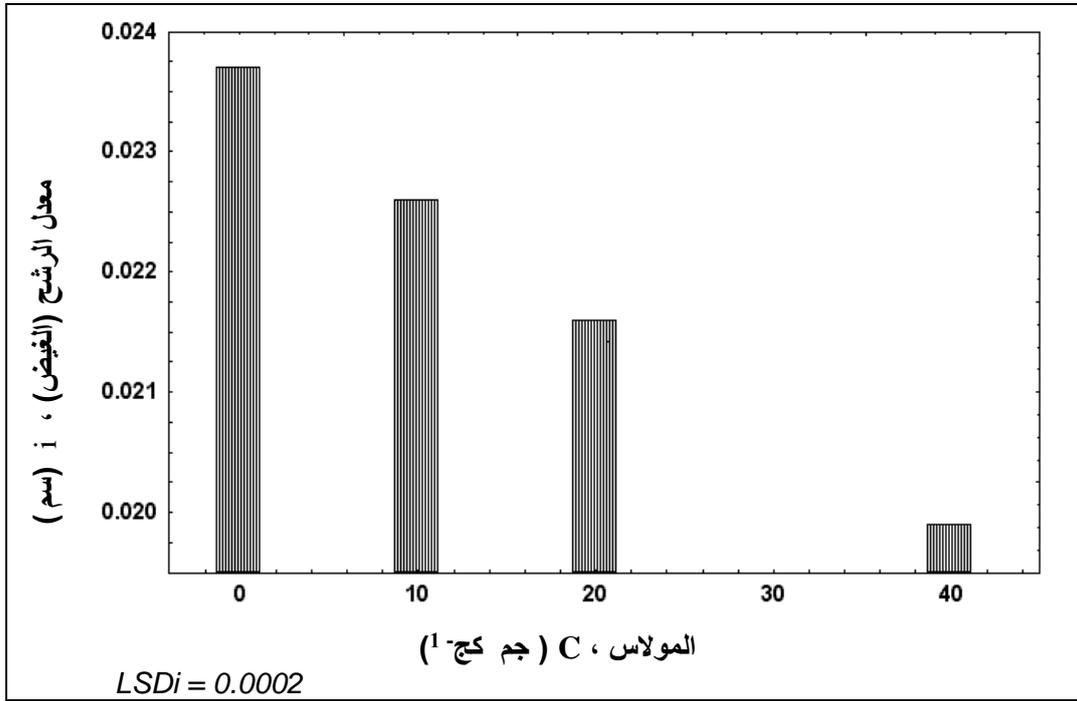
أن بناء التربة هو محصلة تكامل لعمليات واليات التداخل بين الصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية، وهو يتأثر بخزين التربة من الكربون العضوي (SOC). فدرجة تماسك دقائق التربة الاولية والذي يحدد استقرار تجمعات التربة يعتمد على محتوى التربة من المادة العضوية (Blanco-Canqui and Lal, 2004). ونظراً لكون المولاس مركب عضوي غني جداً بالمواد الكربوهيدراتية (52.7%)، فضلاً عن احتوائه نسبة من البروتين (6.8%) (جدول 2)، فقد سببت اضافته وحضنه في التربة لمدة 60 يوماً في رفع مستوى



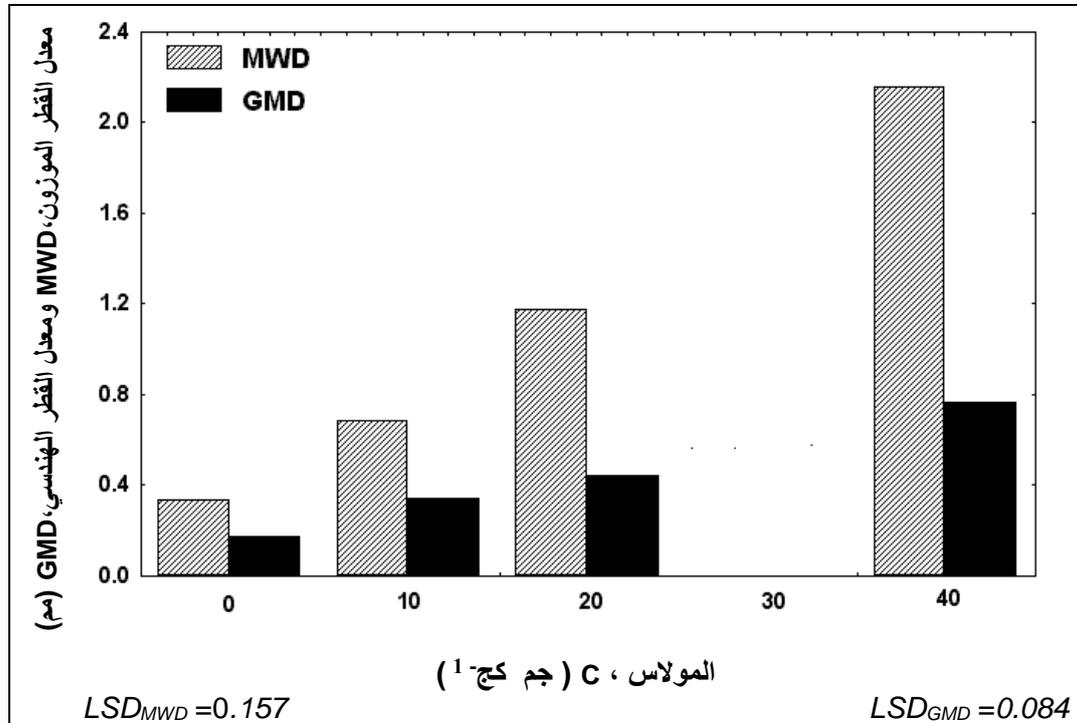
شكل 3. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم دالة النفوذية ودالة الامتصاصية



شكل 4. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم زاوية التماس والطاقة الحرة السطحية



شكل 5. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم معدل غيض الماء في التربة



شكل 6. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم معدل القطر الموزون ومعدل القطر الهندسي

## الاستنتاجات

- 1- احدثت اضافة المولاس الى التربة انخفاض معنوي في قيم نفوذية ( $\lambda$ ) وامتصاصية (S) التربة للماء استمر هذا الانخفاض مع زيادة تركيز المولاس من 0 الى 40 جم كج<sup>-1</sup>.
- 2- ادى ارتفاع نسبة المواد الكربوهيدراتية في التربة الى زيادة في زاوية التماس ( $\alpha$ ) وانخفاض في الطاقة الحرة السطحية ( $\gamma_s$ )، مما قلل من قابلية ترطيب التربة بالماء وزاد من استقرارها.
- 3- نجح المولاس المضاف الى التربة في خفض معدل رشح (غيض) الماء (i) عند الزمن النهائي، مما يقلل من الفقد المائي في تربة مزيجة رملية Sandy loam.
- 4- لعب المولاس دوراً مهماً في تحسين بناء التربة عن طريق تقوية ميكانيكيات الربط الداخلي بالاضافة الى خفض قوى التماس وتوضيح ذلك من الزيادة الحاصلة في قيم معدل القطر الموزون (MWD) ومعدل القطر الهندسي (GMD).

## المصادر

عواد، كاظم مشحوت (1986). مبادئ كيمياء التربة. جامعة البصرة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، العراق .

ويكيبيديا (2008). الموسوعة الحرة

<http://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=>

Ahmed, A. and I. Hussain (2008). Enhancing the Stability of Fine Grained. Soil Using Biological Approach. *J. EJGE. Vol. 13, Bund. E.113.*

Al-Sheikhly, A.H. (1990). Influence of Fungal Hyphae and Polysaccharides on Soil Structure Stabilization, p. 91. Ph.D. Thesis, Wales University, UK.

Aly, S.M. and J. Letey (1989). Effect of two polymers and two water qualities on the dry cohesive strength of three soils. *J. Soil Sci. Soc. Am., 53: 255-259.*

الكربون العضوي فيها وزيادة ربط دقائق التربة الاولية في تجمعات صغيرة (Tisdall and Oades, 1982) وزاد من استقرارها . إذ تعمل مكونات المولاس العضوية كجسور لاحمة تزيد من ثبات تجمعات التربة، فاحتواء السكريات الاحادية والمتعددة على مجاميع وظيفية فعالة لها القابلية على الارتباط بأسطح الطين السالبة الشحنة نتيجة توفر أيونات موجبة ثنائية الشحنة في التربة (جدول 1) (Parfitt et al 1972) ساهم في التصاق الدقائق وتكوين التجمعات المستقرة . كما ادى احتواء السكريات على عدد كبير من المجاميع الهيدروكسيلية الى تكون روابط هيدروجينية مع اسطح الطين مما زاد من استقرار التجمعات. هذا فضلاً عن كون جزيئات السكريات المتعددة مرنة ولها القدرة على تكوين اواصر متعددة في ان واحد ومن الممكن ان تشكل غطاءً حول التجمعات مما يجعلها تلعب دوراً مهماً في زيادة ثبات تجمعات التربة وحمايتها من التحلل. كما تساهم الاحماض الامينية في البروتينات في ربط دقائق الطين في تجمعات اولية، بالإضافة الى دور الاحياء المجهرية والتي تنشط نتيجة إضافة المركبات الكربوهيدراتية في التربة في زيادة ثبات تجمعات التربة (Aly & Letey, 1989 and Ahmed & Hussain, 2008) وظهر التأثير الايجابي في زيادة قيم معدل القطر الموزون (MWD) ومعدل القطر الهندسي (GMD).

إضافة إلى دور المولاس في زيادة متانة ثباتية وربط التجمعات، يمكن ان تشجع اضافته ثباتية التجمعات عن طريق خفض قابلية ترطيب التربة وانتفاخها. فزيادة زاوية التماس وانخفاض الطاقة الحرة السطحية للدقائق الصلبة عند اضافة المولاس الى التربة والموضح في شكل (4) سبب حالة من رفض التربة للماء نتيجة ضعف حالة الجذب بين الطور الصلب والسائل (Roy and McGill, 2002)، وانخفاض قابلية ترطيبها مما أدى إلى حماية التجمعات من التماس (Goebel et al 2005) وزاد من معدل القطر الموزون والهندسي لهذه التجمعات.

- Aoda, M.I. (1982).** **Critical Assessment of Green and Ampt Water Infiltration Equation**, p. 76. Ph.D. Thesis. Lincoln. Nebraska, USA.
- Avnimelech, Y. and Z. Nevo (1964).** Biological clogging of sands. **J. Soil Sci.**, **98**: 222-226.
- Black, C.A. (1965).** **Method of Soil Analysis. Part (1)**, p. 265. Physical Properties. Am. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Blake, G.R. (1965).** Bulk density, In Black, C.A. *et al* 1965. **Methods of Soil Analysis. Agron. Monog. No. 9(1): 374-390.** Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Blanco-Canqui, H. and R. Lal (2004).** Mechanisms of carbon sequestration in soil aggregates. **J. Plant Sciences**, **23(6): 481-504.**
- Boltzmann, L. (1894).** Zur integration der diffusionsgleichung bei variabeln diffusions coefficient. **Ann. Phys. (Berlin) 53: 959-964.** In: **Tyner, J.S. and G.O. Brown. 2004.** Improvements to estimating unsaturated soil properties from horizontal infiltration. **J. Soil Sci. Soc. Am. 68: 1-6.**
- Bruce, R.R. and A. Klute. (1956).** The measurement of soil moisture diffusivity. **J. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20: 458-462.**
- Curry, K.J.; R.H. Bennett; L.M. Mayer; A. Curry; M. Abril; P.M. Biesiot; M.H. Hulbert (2007).** Direct visualization of clay microfabric signatures driving organic matter preservation in fine-grained sediment. **J. Geochimica et Cosmochimica Acta 71: 1709-1720.**
- Day, P.R. (1965).** Particle fractionation and particle size analysis. In: Black, C.A. **Methods of Soil Analysis. Part (1). J. Agron. Mono. No. 9(1): 545-567.** Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Doerr, S.H.; L.W. Dekker; C.J. Ritsema; R.A. Shakesby and R. Bryant (2002).** Water repellency of soils: the influence of ambient relative humidity. **Soil Sci. Soc. Am. 66: 401-405.**
- Doerr, S.H.; R.A. Shakesby and R.P.D. Walsh (2000).** Soil water repellency: Its causes, characteristics and hydrogeomorphological significance. **J. Earth Sci. Rev. 51: 33-65.**
- Dontsova, K.M. and J.M. Bigham (2005).** Anionic polysaccharids sorption by clay minerals. **J. Soil Sci. Soc. Am. 69: 1026-1035.**
- Gerke, H.H., and J.M. Kohne (2002).** Estimating hydraulic properties of soil aggregate skins from sorptivity and water retention. **J. Soil Sci. Soc. Am. 66: 26-36.**
- Goebel, M.; J. Bachmann; S.K. Woche; W.R. Fischer and R. Horton (2004).** Water potential and aggregate size effects on contact angle and surface energy. **J. Soil Sci. Soc. Am. 68:383-393.**
- Goebel, M.; J. Bachmann; S.K. Woche and W.R. Fischer (2005).** Soil wettability, aggregate stability, and the decomposition of soil organic matter. **J. Geoderma, 128: 80-93.**
- Haynes, R.J. and R.S. Swift (1990).** Stability of soil aggregation in relation to organic constituents and soil water content. **J. Soil Sci. 41: 73-83.**
- Hebting, Y.; P. Schaeer; A. Behrens; P. Adam; G. Schmitt; P. Schneckenburger; S. M. Bernasconi and P. Albrecht (2006).** Biomarker evidence for a major preservation pathway of sedimentary organic carbon. **J. Soil Science 312: 1627-1631.**
- Infiltration from Wikipedia (2006).** **Free encyclopedia.** <http://en.wikipedia.org/w/index.php>.
- Hillel, D. (1980).** **Fundamentals of Soil Physics.** p. 189. Academic Press, New York.
- Jackson, R.D. (1963).** Porosity and soil-water diffusivity relations. **J. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27: 23-126.**
- Kennedy, M.; M. Droser; L.M. Mayer; D. Pevear and D. Mrofka (2006).** Late Precambrian oxygenation: inception of the clay mineral factory. **J. Soil Science 311: 1446-1449.**
- Labille, J.; F. Thomas; I. Bihannic and C. Santaella (2003).** Destabilization of montmorillonite suspensions by Ca<sup>2+</sup> and succinoglycan. **J. Clay Miner. 38: 73-185.**
- Leelamanie, D.A.L.; J. Karube and A. Yoshida (2008).** Effects of hydrophobic and hydrophilic organic matter on water repellency of sandy soils. **J. Soil Sci. Plant Nutr., 54: 179-187.**
- Letey, J.; J. Osborn and R.E. Pelishek (1962).** Measurement of liquid solid contact angles in soil and sand. **J. Soil Sci. 93: 149-153.**
- Mazurak, A.P. (1950).** Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregate. **J. Soil Sci. 69: 135-148.**
- Nielsen, D.R.; J.W. Biggar and J.M. Davidson (1962).** Experimental consideration of diffusion analysis in unsaturated flow problems. **J. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28: 107-111.**

- Nofziger, D.L. and D. Swartzendruber (1976).** Water content and bulk density during wetting of bentonite-silt column. *J. Soil Sci. Soc. Am.* **40:** 345-348.
- Papanicolou, E.P. (1976).** Determination of cation exchange capacity of Calcareous Soils and their percent base saturation. *J. Soil Sci.*, **121:** 65 -71.
- Parfitt, R.L. (1972).** Adsorption of charged sugars by montmorillonite. *J. Soil Sci.* **113:** 417-421.
- Philip, J.R. (1957).** The theory of infiltration: 4. Sorptivity and algebraic infiltration equation. *J. Soil Sci.* **84:** 257-264.
- Philip, J.R. (1987).** The infiltration joining problem. *J. Water Resour. Res.*, **23:** 2239-2245.
- Regalado, C.M.; A. Ritter; J. Alvarez-Benedi and R. Munoz-Carpena (2005).** Simplified method to estimate the Green-Ampt wetting front suction and soil sorptivity with the Philip- Dunne falling- head permeameter. *J. Vadose Zone* **4:** 291-299.
- Richards, L.A. (ed.) (1954).** *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.* USDA Handdook No. 60. pp. 18-111, U.S. Salinity Laboratory Staff, USDA, Washington, DC.
- Roy, J.L. and W.B. McGill (2002).** Assessing soil water repellency using the molarity of ethanol droplet (MED) test. *J. Soil Sci.* **167:** 83-97.
- SAS (2002).** *SAS Users Guide*, Statistics SAS, Inst. Gary, N.C., U.S.A.
- Six, J.; R.T. Conant; E.A. Paul and K. Paustian (2002).** Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *J. Plant Soil* **241:** 155-176.
- Sollins, P.; P. Hofmann and B.A. Caldwell (1996).** Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls. *J. Geoderma* **74:** 65-105.
- Taylor, S.A. and G.L. Ashcroft (1972).** *Physical Edaphology.* p. 94. The physics of Irrigated and non irrigated Soils. Freeman, San Francisco, California, U.S.A.
- Tisdall, J.M. and J.M. Oades (1982).** Organic matter and water-stable aggregates in soil. *J. Soil Sci.*, **33:** 141-163.
- Wattel-Koekkoek, E.J.W.; P.P.L. Van Genuchten; P. Buurman and B. Van Lagen. (2001).** Amount and composition of clay-associated soil organic matter in a range of kaolinitic and smectitic soils. *J. Geoderma* **99:** 27-49.
- Wen, Y. (2002).** *Xanthan Sorption on Synthetic Goethite.* p. 87. M.S. thesis. The Ohio State Univ., Columbus.
- Whitlatch, R.B. and R.G. Johnson (1974).** Methods for staining organic matter in marine sediments. *J. Sediment. Petrol.* **44:** 1310-1312.
- Youker, R.E. and J.L. McGuinness (1956).** A short method of obtaining mean weight diameter. *J. Soil Sci.*, **83:** 291-294.