مجلة اتحاد الجامعات العربية
للعلـــــوم الزراعيـــــة
جامعة عين شمس ، القاهـرة
مجلد(١٨)، عدد (١)، ٤٩-٦٢، ٢٠١٠

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

## [٥]

الاء صالح عاتي[١،a] - تغريد فرج يونان[١]

١. قسم علوم التربة والمياه- كلية الزراعة- أبوغريب- جامعة بغداد- بغداد- العراق
a. E-mail:alaasalih2008@yahoo.com

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

**الموجـــــز**

نفذت تجربة مختبرية لدراسة التغيرات الحاصلة في بعض الخصـائص المائيـة [النفوذيـة (λ) والامتصاصية (S)] ومعدل الرشح (الغيض) الاساسي اثناء رشح الماء افقيا" وتحت ظروف الجريان غير المشبع في تربة مزيجة رملية (Sandy Loam) بعد معاملتهـا بمستويـات مختلفـة مـن المولاس (C = ٠، ١٠، ٢٠، ٤٠ جم كج$^{-١}$) وتحضينها لمدة ٦٠ يوم تحت محتوى رطوبي يمثل ٨٠% من المحتوى الرطوبي الحجمي عند شد ٣٣ كيلو باسكال في درجة حرارة ٢٥ ±٢ °م. طبق تحويل بولتزمان ($\lambda=x/t^{1/2}$) لحسـاب النفوذيـة واستعملت معادلـة **Philip (1957)** ذات الحـد الواحـد لحسـاب الامتصاصية ($I=S/t^{1/2}$)، قدر معدل رشح الماء من بيانـات الغيض الافقـي وفقاً للمعادلـة التاليـة $i=1/2\ S\ t^{-1/2}$. قيست زاوية تماس السائل مع السطح الصلب (α) لنماذج التربة المعاملة بمستويات المولاس المختلفة وحسبت الطاقة الحرة السطحية للدقائق الصلبة ( $\gamma_s$ ) في نماذج التربة المعاملة. كما دُرس تأثير المولاس المضاف على استقرار بناء التربة من خـلال حسـاب معـدل القطـر المـوزون (*MWD*) والهندسـي (*GMD*) لنمـاذج التربة المعاملة غير المكسرة.

أظهرت النتـائج انخفـاض معنـوي فـي قـيم الخصائص المائية المدروسة ومعـدل الرشـح عنـد الزمن النهائي اللازم لقطع مسافة ٣٠ سم في اعمـدة التربة المعاملة، استمر هذا الانخفاض مع زيادة تركيز المولاس المضاف من ٠ الى ٤٠ جم كج$^{-١}$، وكـان ذلك مصحوباً بحدوث ارتفاع في زاوية التماس (مـن ٤٩,٥٤ الى ٧٦,١٧ *) وانخفاض في الطاقة الحـرة السطحية (من ١٣٥,٩ الى ٧٦,٨ ملي نيـوتن م$^{-١}$). كما لعب المولاس المضاف دوراً في زيـادة ثبـات التجمعات الارضية أوضحته الزيادة المعنوية العاليـة الحاصلة في قيم كل من معـدل القطـر المـوزون والهندسي.

## المقدمـــة

تؤثر أضافة المواد العضوية الـى التربـة فـي خواص وخصائص التربـة الفيزيائيـة اعتمـاداً على صفات التربة والظروف المحيطـة، اذ تـرتبط بدقائق التربة ويزداد هذا الارتبـاط بزيـادة السـطح النوعي للتربـة **(Kennedy *et al* 2006)**. فالمـادة العـضوية ذات ارتبـاط عـالي مـع معـادن

(سلم البحث في ١٤ أكتوبر ٢٠٠٩)
(قبل للنشر في ١٤ نوفمبر ٢٠٠٩)

الطين (Hebting *et al* 2006) يحدده نوع المعدن الطيني (Wattel – Koekkoek *et al* 2001)، والقوة الكأتيونيةCationic strength، ونوع الكأتيونات المتبادلة (Dontsova and Bigham, 2005)، فضلاً عن نوع المادة العضوية المضافة ودرجة تحللها (Sollins *et al* 1996). ويكون هذا الارتباط اما عن طريق أدمصاص مباشرعلى أسطح معادن الطين او بشكل تجمع بين طبقات الطين (Six *et al* 2002). وتلعب جزيئات الماء دورا مهما في عملية الربط بين جزيئات المادة العضوية في حالة ارتفاع رطوبة 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 بالجزيئات العضوية عن طريق رابطة استقطاب ضعيفة ذات قوى اليكتروستاتيكية (عواد، ١٩٨٦). 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 ١,٤ جم / سم$^{٣}$ يطلق عليه بدبس السكر(ويكيبيديا، ٢٠٠٨). وهو مركب عضوي يحوي نسبة عالية من المركبات الكاربوهيدراتية والتي تتميز بأنها اكثر ارتباطا مع التربة من المواد البروتينية وبقية المواد العضوية (Whitlatch and Johnson, 1974)، اذ ترتبط عن طريق مجاميعها الفعالة بجسور كأتيونية أو عن طريق الروابط الهيدروجينية ، فضلا عن قوى فان دير فالس- لندن ،وتتواجد ايضا 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 معنويا ومقاومة التربة للتعرية (Ahmed and Hussain, 2008). كما أن امدصاص الجزيئات العضوية من قبل التربة يؤثرفي قابلية ترطيب التربة بالماء (Doerr *et al* 2000)، وذلك يؤثر في العمليات الهيدروليكية الجارية في التربة. ونظرا لكون النفوذية ($\lambda$) Penetrability والامتصاصية Sorptivity (S) 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 أعتبارها كدالات لتاثير 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 الرطوبي الابتدائي والنهائي $S(\theta_0, \theta_s)$ 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 Infiltration Rate (i) (Philip, 1957 & 1987) والذي يتأثر بخصائص التربة مثل سهولة دخول الماء في التربة Water entry، وقدرة 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 الفقد المائي في التربة بهدف المحافظة على الموارد المائية وتقنينها، فضلاً عن دراسة تأثيره في تحسين بناء التربة.

## المواد وطرائق العمل

اختيرت تربة مزيجة رملية Sandy Loam من منطقة الجادرية ــ بغداد والمصنفة تحت المجموعة *Typic Torrifluvent*، وتم أخذ العينات من الافق A (٠-٣٠سم). حسبت كثافة التربة الظاهرية بطريقة

الاسطوانة المعدنية. جففت التربة المأخوذة من الحقل هوائيا، ثم طحنت ومررت من خلال منخل قطر فتحاته ٢ مم. قدرت النسبة المئوية للرمل والغرين (السلت) والطين (الطمى) فيها بطريقة الماصة الدولية واجريت بعض التحليلات الكيميائية والفيزيائية على عينات التربة، وحسبت القوة الكاتيونية Cationic strength، وكما هو موضح في **جدول (١)**. فحصت نماذج مفصول الطين معدنيا" بوساطة جهاز الـ x-ray وبينت النتائج وجود معادن المونتموريلونايت (dominant) والايلايت (major) والكاؤلينايت (minor).

**جدول ١. بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة في الدراسة**

| صفات التربة | القيمة | المصدر |
|---|---|---|
| الرمل (جم كج$^{-1}$) | 673.0<br>8490.7<br>364.2 | Day(1965) |
| الغرين (جم كج$^{-1}$) | 234.9<br>326.1<br>330.9 | |
| الطين (جم كج$^{-1}$) | 92.1<br>183.2<br>304.9 | |
| القوام | Sandy Loam | |
| الكثافة الظاهرية (ميكاجرام م$^{-3}$) | 1.49<br>1.447<br>1.410 | Blake(1965) |
| ECe ( ديسيسيمنز م$^{-1}$) | 3.1 | U.S.Salinity Laboratory Staff (Richards , 1954 ) |
| الاس الهيدروجيني pH | 7.82<br>7.78<br>7.60 | |
| الكربونات الكلية (جم كج$^{-1}$) | 230.1 | |
| الجبس (جم كج$^{-1}$) | Nill<br>3.8<br>4.00 | |
| $Ca^{++}$ ( مليمول لتر$^{-1}$) | 7.8 | |
| $Mg^{++}$ (مليمول لتر$^{-1}$) | 5.1 | |
| $Na^{+}$ (مليمول لتر$^{-1}$) | 2.1 | |
| $K^{+}$ (مليمول لتر$^{-1}$) | 1.7 | |
| المادة العضوية (جم كج$^{-1}$) | 7.1 | Walkely and Black (Black,1965) |
| CEC (سنتيمول (+) ج$^{-1}$) | 16.1 | Papanicoluon (1976) |
| القوة الكاتيونية * (مليمول لتر$^{-1}$) | 55.4 | Dontsova and Bigham (2005) |

$I_c$ القوة الكاتيونية للكاتيون ، $Z_c$ شحنة الكاتيون ، $C_c$ تركيز الكاتيون
* $I_c = \sum C_c Z_c^2$

اضيف المولاس والمستحصل عليه من معمل قصب السكر (محافظة ميسان) والمبينة مواصفاته في **الجدول (٢)** الى عينة التربة بمستوى (C = ٠، ١٠، ٢٠، ٤٠ جم كج$^{-1}$)، على اساس الوزن الجاف. رش المولاس على التربة بعد تخفيفه بالماء ومزج باليد بشكل جيد. اعيد امرار التربة عبر المنخل ٢ مم لضمان الحصول على توزيع متجانس للمولاس في التربة. وضعت التربة المعاملة في أعمدة بلاستيكية وكان عدد الوحدات التجريبية ٢٠ وحدة تجريبية بمعدل ٥ مكررات لكل معاملة. تم ترطيب التربة بالماء للوصول الى ٨٠% من المحتوى الرطوبي عند شد ٣٣ كيلوباسكال. حضنت عينات التربة المعاملة لمدة 60 يوم تحت ظروف المختبر عند درجة حرارة ٢٥ ±٢ م°، مع المحافظة على رطوبة التربة اعلاه عن طريق وزن عمود التربة يوميا واضافة الماء لايصال الرطوبة الى النسبة المذكورة انفا. وبعد انتهاء مدة الحضن جففت عينات التربة هوائيا ،اخذت عينات لقياس معدل القطر الموزون Mean weight diameter (MWD) ومعدل القطر الهندسي (GMD) Geometric mean diameter، طحنت باقي عينات التربة ومررت بمنخل قطر فتحاته ٢ مم.

عبئت التربة المعاملة والمنخولة بمنخل قطر فتحاته ٢ مم وبكثافة ظاهرية مقاربة للكثافة الظاهرية الحقلية وبالطريقة المقترحة من قبل **Aoda (1982)** في اعمدة مصنوعة من مادة Plexiglass بطول ٤٠ سم وبقطر داخلي ٣,١٧ سم، مكونة من حلقات بطول ٢ سم ربطت مع بعضها بشريط لاصق وقد اغلقت احدى نهايتي العمود بصفيحة من الزجاج العضوي الشفاف وصممت النهاية الثانية للاعمدة بشكل يسمح لها بالارتباط بمجهز الماء.

تم قياس الجريان الافقي في أعمدة التربة المجهزة وفقا للطريقة المقترحة من قبل **Bruce and Klute (1956)** بعد وضعها بشكل أفقي وربطها بمجهز الماء وتحت شد ٢ سم **(Nielsen *et al* 1962)** والسماح للماء بالتحرك بفعل الجهد الماتركي (matric potential) والمجهز من سحاحة حجمية سعة ١٠٠ مل. قيس حجم الماء الممتص على امتداد تقدم جبهة الابتلال ولمسافة ٣٠ سم خلال الزمن، تم بعدها ايقاف الجريان وتقطيع

جدول ٢. تحليل مكونات المولاس *

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

• تم التحليل بجهاز طرائق التحليل الكروماتوكرافي عالية الكفاءة ( عالية السرعة ) للسوائل High Performance Liquid_Chromatography(HPLC)

عمود التربة الى حلقات لغرض التاكد من تجانس توزيع كثافة التربة الظاهرية في الاعمدة بعدم تجاوز معامل الاختلاف (C.V) لقيم الكثافة الظاهرية عن ٢% (Nofziger and Swartzendruber, 1976).

قدرت نفوذية ماء التربة λ (سم دقيقة$^{-1/2}$) 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 الآتية (Boltzmann,1894) :

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

قدرت الامتصاصية S (سم دقيقة$^{-1/2}$) من بيانات عمق الماء الممتص I (سم) اثناء الجريان الافقي في الاعمدة مع الزمن t وذلك وفق المعادلة الاتية:

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

تم أستنتاج معدل الرشح (الغيض) Infiltration rate (i) ( $\frac{dI}{dt}$ ) (سم دقيقة$^{-1}$) عند الزمن النهائي اللازم لقطع اقصى مسافة (٣٠ سم) في اعمدة التربة المعاملة وذلك من بيانات غيض الماء الافقي وفقا للمعادلة الاتية (Philip,1957):

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

قيست زاوية تماس السائل مع السطح الصلب لحبيبات التربة α (*) وفق الطريقة المقترحة من قبل Letey *et al* (1962)، اذ قيس الارتفاع الشعري للكحول الاثيلي ولمدة ٧٢ ساعة بافتراض ان زاوية تماس الكحول الاثيلي مع التربة مساوية الى الصفر، وتم إيجاد نصف قطر المسام الشعري للتربة وفق المعادلة الأتية (Kelvin equation ) (Taylor and Ashcroft,1972):

$$r = \frac{2\gamma_l \cos\alpha}{\rho_w g h} \quad \ldots\ldots (4)$$

وفيها $\gamma_\lambda$ الشد السطحي (داين سم$^{-1}$)، $\alpha$ زاوية التماس(*)، $\rho_\varpi$ كثافة الماء (جم سم$^{-3}$)، g عجلة الجاذبية الارضية (سم ثا$^{-2}$)، 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 وفق المعادلة التالية (Leelamanie *et al* 2008)

$$\cos\alpha = 2\varphi\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_\ell}\right)^{1/2} - 1 \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

وفيها $\alpha$ زاوية التماس (*) ، $\gamma_\lambda$ الشد السطحي (داين سم$^{-1}$ او ملي نيوتن م$^{-1}$) ، $\phi$ عامل تداخل = ٠,٦ وبتعويض قيمة الشد السطحي عند درجة حرارة ٢٥°م بـ ٧٢ (ملي نيوتن م$^{-1}$) و $\phi$ بـ ٠,٦ ، تم حساب الطاقة الحرة السطحية ($\gamma_s$) (ملي نيوتن م$^{-1}$) كمايلي:

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

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 ٩ مم والثاني قطر فتحاته ٤ مم.

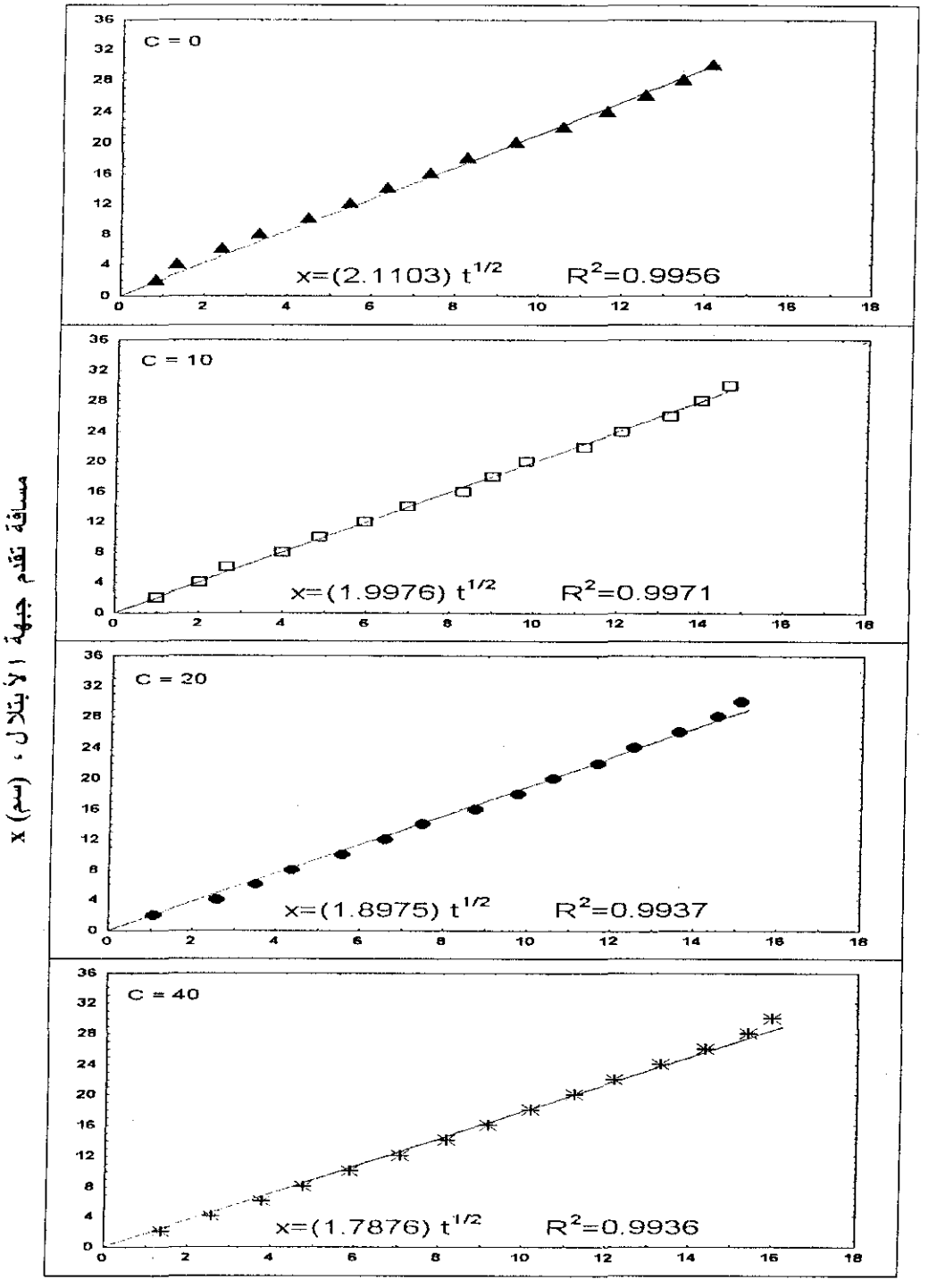
استعمل برنامج (Non-Linear Regression Fitting) Statistica في أجراء المطابقة للمعادلات المختلفة اللاخطية مع البيانات التجريبية وايجاد قيم المعايير الثابتة لكل معادلة، والبرنامج الجاهز **SAS (2002)** في تحليل البيانات.

## النتائج والمناقشة

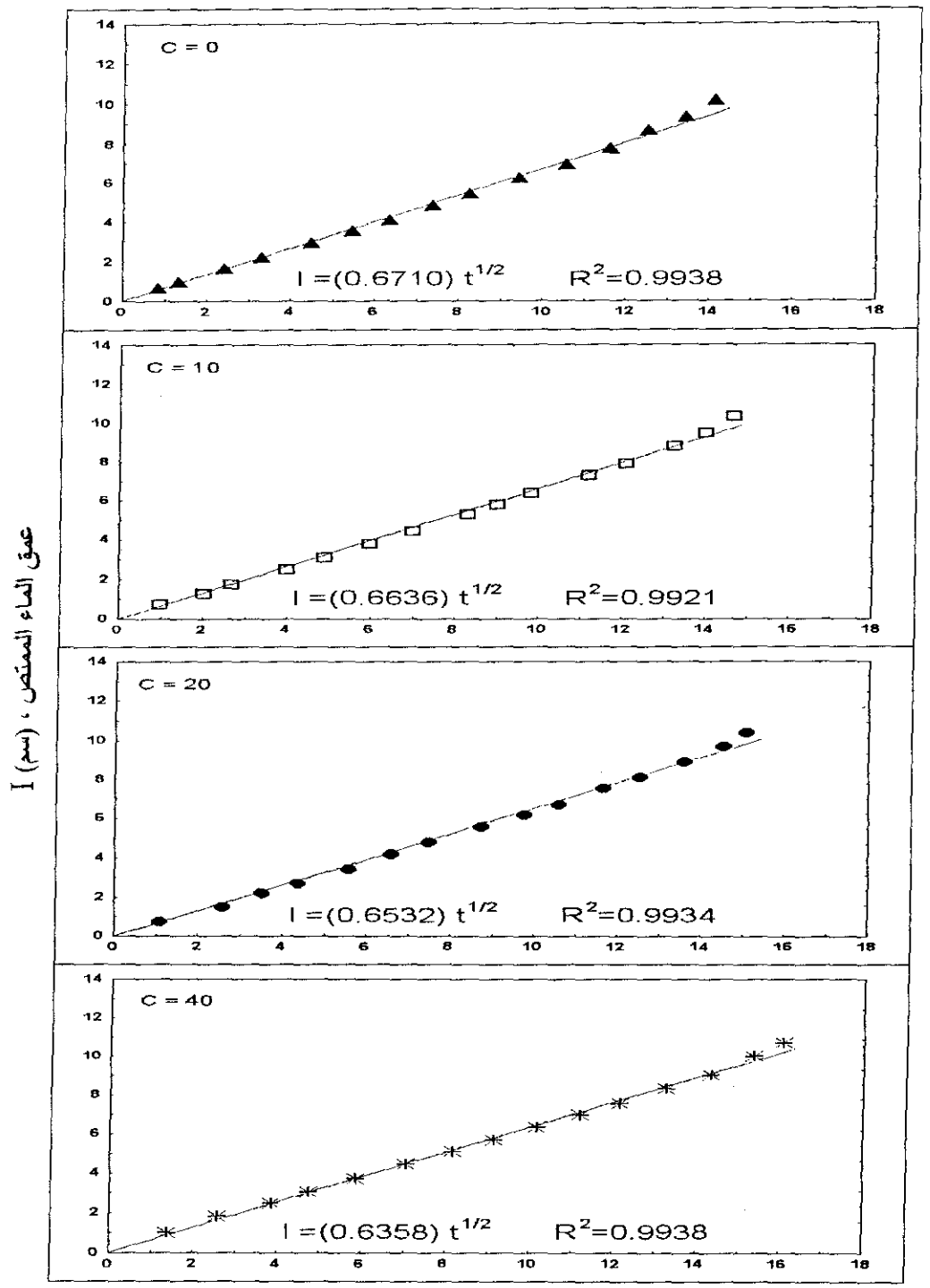
تظهر النتائج (**شكل ١**) وجود علاقة خطية موجبة عالية المعنوية بين مسافة تقدم جبهة الابتلال X (سم) خلال اعمدة التربة المعاملة والمتجانسة في كثافتها الظاهرية (C.V بين ٠,٦٠٧ و١,٠١٢%) ولمستويات المولاس المختلفة (C = ٠، ١٠، ٢٠، ٤٠ جم كج$^{-1}$) مع الجذر التربيعي للزمن($t^{1/2}$) (دقيقة$^{1/2}$)، ذات قيم مرتفعة لمعامل التحديد ($R^2$) تراوحت بين ٠,٩٩٣٦** و٠,٩٩٧١**. وذلك عند جريان الماء افقيا تحت جهد مائي مقداره ٢ سم ( **Nielsen *et al* 1962**) ولمسافة امتصاص قدرها ٣٠ سم،يمثل فيها ميل الخط المستقيم قيمة النفوذية (λ) Penetrability (**معادلة ١**) (**Jackson, 1963**). يبين **الشكل (١)** تأثير المولاس المضاف في زمن الجريان الافقي في اعمدة التربة المعاملة، اذ أزدادت الفترة الزمنية اللازمة لقطع مسافة ٣٠ سم في جسم التربة المزيجة الرملية Sandy Loam بنسبة ١٢,٧% بأرتفاع مستوى المولاس المضاف الى التربة (C) من٠ الى ٤٠ جم كج$^{-1}$.

يوضح **الشكل (٢)** العلاقة بين عمق الماء الممتص (I) (سم) والجذر التربيعي للزمن($t^{1/2}$) (دقيقة$^{1/2}$) أثناء جريان الماء الافقي في اعمدة التربة المعاملة بمستويات المولاس المختلفة (C = ٠، ١٠، ٢٠، ٤٠ جم كج$^{-1}$) ولمسافة امتصاص مقدارها ٣٠ سم، والذي بين وجود علاقة خطية موجبة عالية المعنوية بين (I) و ($t^{1/2}$)، اذ تراوحت قيم $R^2$ بين ٠,٩٩٢١** و٠,٩٩٣٨**، ويمثل فيها ميل الخط المستقيم قيمة الامتصاصية Sorptivity (S) (**معادلة ٢**).

وبفحص تأثير المولاس المضاف في قيم الخصائص المائية المدروسة، بينت النتائج (**شكل ٣**) انخفاض قيم نفوذية (λ) وامتصاصية (S) التربة معنويا بمستوى ٠,٠١ وذلك من خلال فحص قيمة الـ LSD من ٢,١١٠٣ الى ١,٩٩٧٦، ١,٩٨٧٥، ١,٧٨٧٥ سم دقيقة$^{-1}$، ومن٠,٦٧١٠ الى ٠,٦٦٣٦، ٠,٦٥٣٢، و٠,٦٣٥٨ سم دقيقة$^{-1}$ عند زيادة تركيز المولاس من ٠ الى ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ جم كج$^{-1}$ ، على التوالي.




شكل ١. مطابقة بيانات مسافة تقدم جبهة الابتلال والجذر التربيعي للزمن في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من المولاس ( C = 0 ، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ جم كج$^{-١}$) باستخدام معادلة Boltzmann Transformation ( ١ ).




شكل ٢. مطابقة بيانات الغيض التراكمي للماء والجذر التربيعي للزمن في التربة المعاملة بمستويات مختلفة من المولاس (C = 0، ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ جم كج$^{-1}$) باستخدام معادلة (٢)

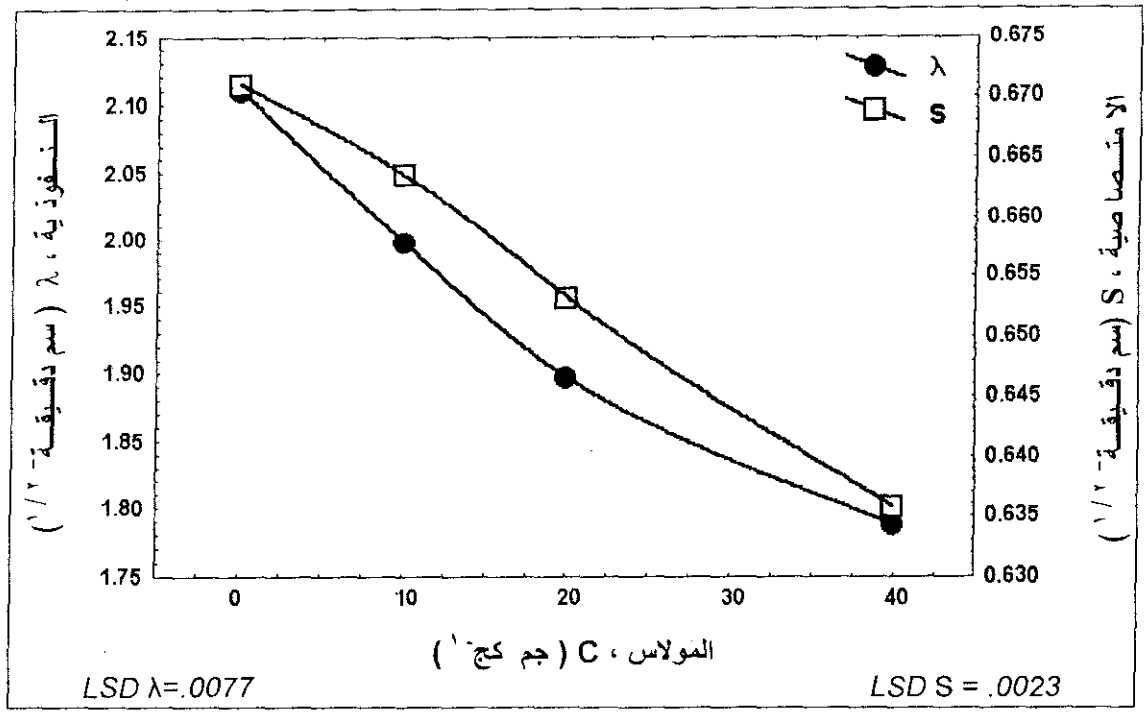
ويعزى ذلك لكون المولاس مركب عضوي غني بالمواد الكاربوهيدراتية التي تدمص على أسطح معادن الطين وتتواجد في مسامات التربة الصغيرة (**Curry *et al* 2007**) وبكميات تزداد مع ارتفاع التركيز المضاف منها (**Dontsova and Bigham, 2005**)، على الرغم من انخفاض محتوى الطين في تربة الدراسة (٩٢,١ جم كج$^{-1}$) والذي يتناسب طردياً مع كمية السكريات الممدصة (**Wen, 2002**) إلا ان طبيعة معادن الطين المتواجدة فيها والتي تتميز بسيادة معدن المونتموريلونايت ذو المساحة السطحية العالية مع ارتفاع القوة الكاتيونية لمحلول التربة Cationic strength (افضل قياس لقابلية الكاتيونات في معادلة الشحنة السالبة على اسطح الطين) ( > ٥٠ مليمول لتر$^{-1}$) (**جدول ١**) 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 ٤٩,٥٤ الى ٧٦,١٧ (*) وانخفضت الطاقة الحرة السطحية من ١٣٥,٩ الى ٧٦,٨ (ملي نيوتن م$^{-1}$) بزيادة تركيز المولاس المضاف من ٠ إلى ٤٠ جم كج$^{-1}$ ، وكما هو موضح في **الشكل (٤)**.

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 *et al* 2002**)، مما اثر في العمليات الهيدرولوجية الجارية في التربة وأدى إلى عرقلة حركة الماء في الاوساط المسامية وتأخر جبهة الابتلال وانخفاض قيم نفوذية وامتصاصية التربة معنوياً بزيادة تركيز المولاس المضاف اليها (**شكل ٣**).

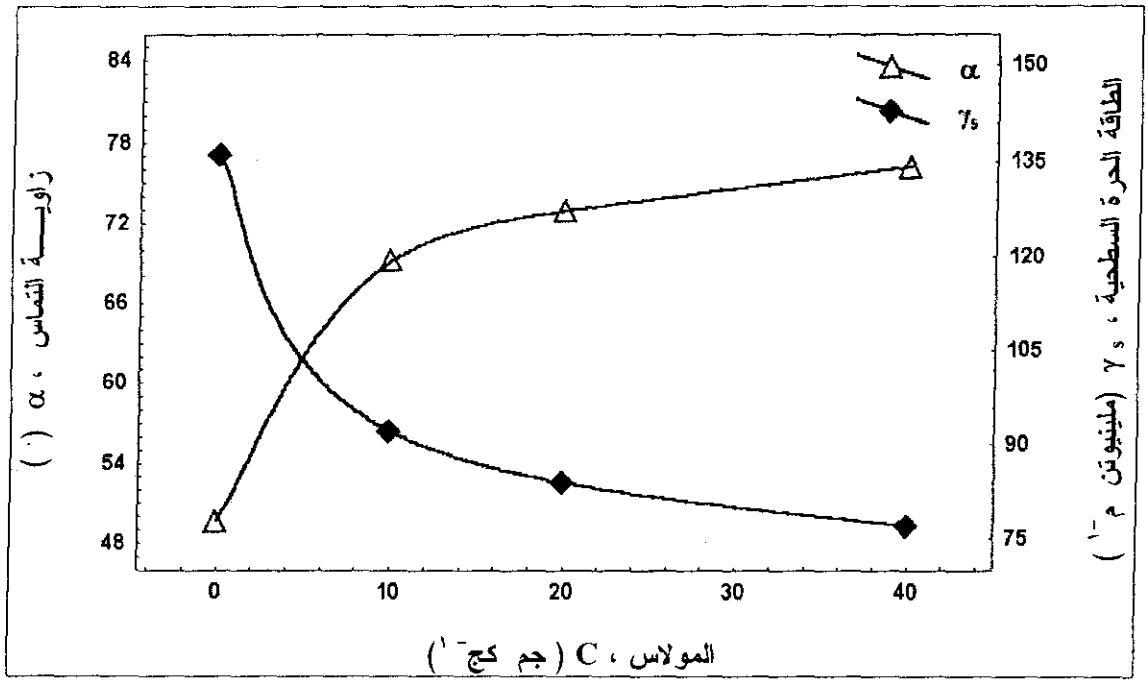
يوضح **الشكل (٥)** انخفاض قيم معدل الرشح (الغيض) المحسوبة وفق **المعادلة (٣)** عند الزمن النهائي اللازم لقطع مسافة ٣٠ سم في جسم التربة المعاملة معنوياً (مستوى ٠,٠١) من٠,٠٢٣٧ الى ٠,٠٢٢٦، ٠,٠٢١٨، ٠,٠١٩٩ سم دقيقة$^{-1}$ بزيادة تركيز المولاس المضاف من ٠ الى ١٠ ، ٢٠ ، ٤٠ جم كج$^{-1}$، على التوالي. ويرجع ذلك الى ارتفاع زاوية التماس وانخفاض الطاقة الحرة السطحية والمسبب حالة رفض التربة للماء فضلاً عن انسداد بعض المسامات بمواد عضوية مترسبة وبقايا بعض النموات المكروبية، 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 ٦**) إلى حصول زيادة معنوية عالية بمستوى ٠,٠١ في قيم معدل القطر الموزون (MWD) ومعدل القطرالهندسي (GMD) عند اضافة المولاس وحضنه في التربة لمدة ٦٠ يوم، استمرت مع ارتفاع مستويات المولاس المضافة من ٠ الى ١٠، ٢٠ ، ٤٠ جم كج$^{-1}$.

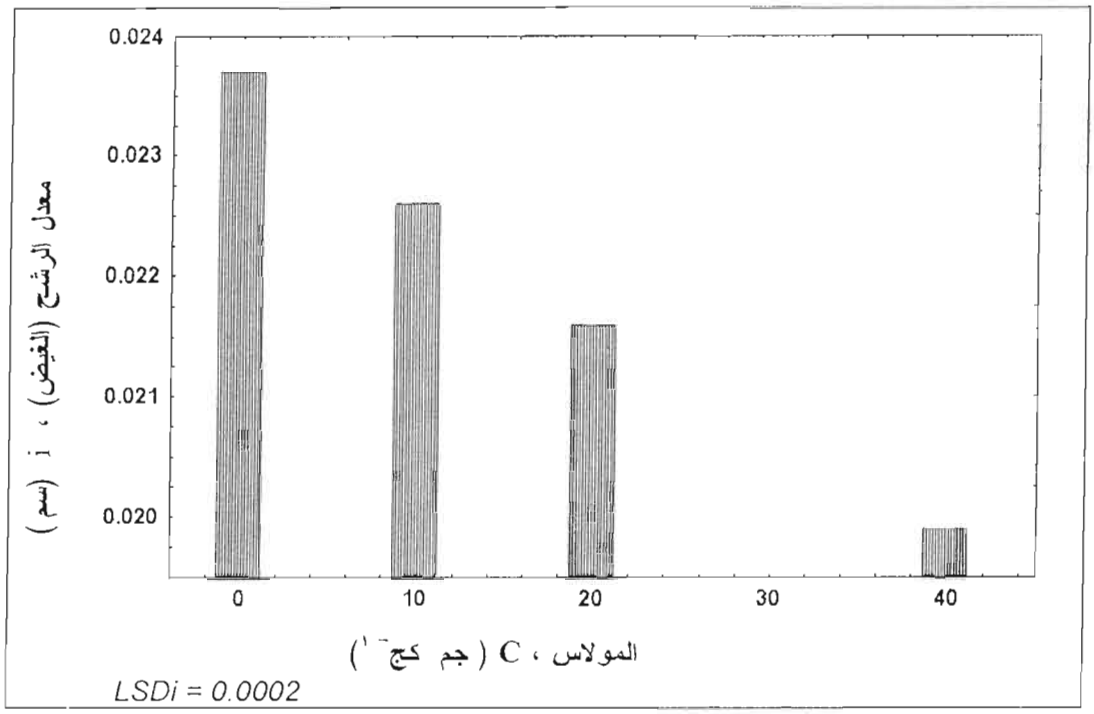
أن بناء التربة هو محصلة تكامل لعمليات واليات التداخل بين الصفات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية ، وهو يتأثر بخزين التربة من الكربون العضوي (SOC). فدرجة تماسك دقائق التربة الاولية والذي يحدد استقرار تجمعات التربة يعتمد على محتوى التربة من المادة العضوية (**Blanco- Canqui and Lal, 2004**). ونظراً لكون المولاس مركب عضوي غني جداً بالمواد الكاربوهيدراتية (٥٢,٧%)، فضلاً عن احتوائه نسبة من البروتين (٦,٨%) (**جدول ٢**)، فقد سببت اضافته وحضنه في التربة لمدة ٦٠ يوما في رفع مستوى



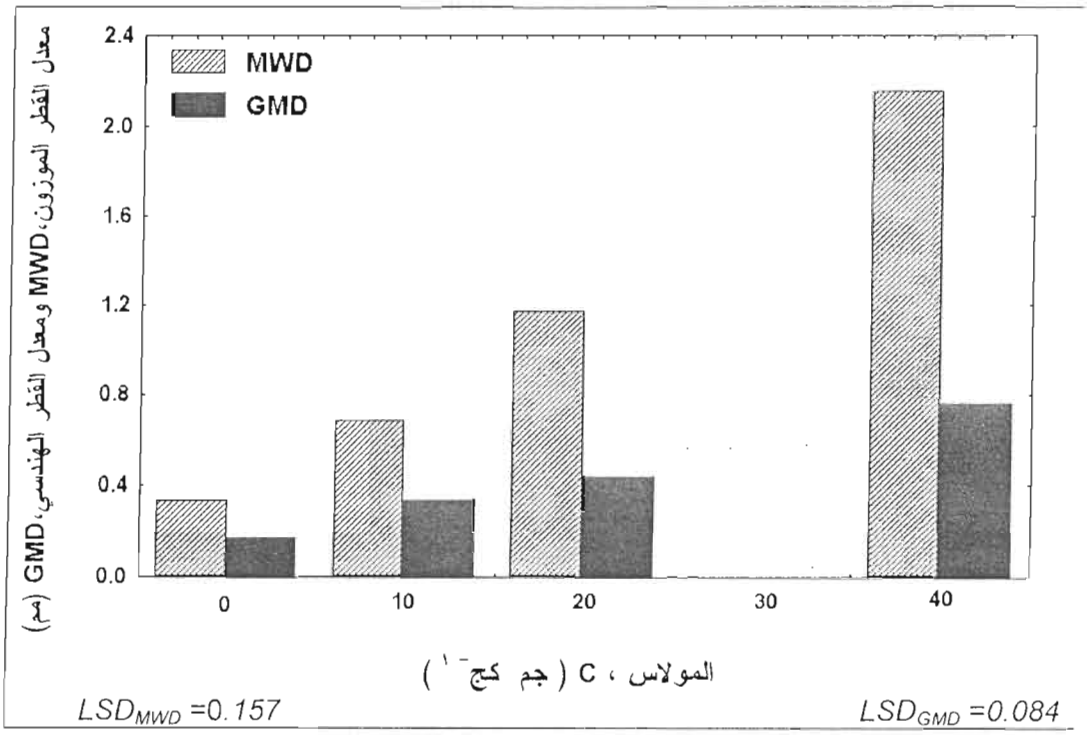

شكل ٣. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم دالة النفوذية ودالة الامتصاصية




شكل ٤. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم زاوية التماس والطاقة الحرة السطحية




شكل ٥. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم معدل غيض الماء في التربة




شكل ٦. تأثير المولاس المضاف الى التربة في قيم معدل القطر الموزون ومعدل القطرالهندسي

الكربـــون العضوي فيها وزيادة ربط دقائق التربة الاولية في تجمعـــات 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 باسطح الطين السالبة الشحنة نتيجة توفر أيونات موجبة ثنائية الشحنة في التربة (**جدول ١**) (Parfitt *et al* 1972) ساهم في التصاق الدقائق وتكوين التجمعـــات المستقرة . كما ادى احتـــواء السكريات على عدد كبير من المجاميع الهيدروكسيلية الى تكون روابط هيدروجينية مع اسطح الطين مما زاد من استقرار التجمعات. هذا فضلاً عن كـــون جزيئات السكريـــات المتعددة مرنة ولها القدرة على تكوين اواصر متعددة في ان واحـــد ومن الممكن ان تشكل غطاءً حول التجمعات مما يجعلها تلعب دوراً مهماً في زيـــادة 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 الكاربوهيدراتية في التربة في زيادة ثبات تجمعات التربة (Aly & Letey, 1989 and Ahmed & Hussain, 2008) وظهور التاثير الايجابي في زيـــادة قيـــم معـــدل القطر الموزون (MWD) ومعدل القطر الهندسي (GMD).

إضافة إلى دور المـــولاس 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** (٤) سبب حالة من رفض التربة للماء نتيجة ضعف حالة الجذب بين الطور الصلب والسائل (Roy and McGill, 2002)، وانخفاض قابليـــة ترطيبهـــا ممـــا أدى إلى حمايـــة التجمعـــات من التكسر (Goebel *et al* 2005) وزاد من معدل القطر الموزون والهندسي لهذه التجمعات.

## الاستنتاجات

١- احدثت اضافة المولاس الـــى التربـــة انخفـــاض معنوي في قيم نفوذيـــة ($\lambda$) وامتـــصاصية (S) التربة للماء استمر هذا الانخفـــاض مـــع زيـــادة تركيز المولاس من ٠ الى ٤٠ جم كج$^{-1}$.

٢- ادى ارتفاع نسبة المواد الكاربوهيدراتية في التربة الى زيادة في زاوية التماس($\alpha$) وانخفاض فـــي الطاقة الحرة السطحية ($\gamma_s$)، مما قلل من قابلية ترطيب التربة بالماء وزاد من استقرارها.

٣- نجح المولاس المضاف الى التربة فـــي خفـــض معدل رشح (غـــيض) المـــاء (i) عنـــد الـــزمن النهائي، مما يقلل من الفقد المـــائي فـــي تربـــة مزيجة رملية Sandy loam.

٤- لعب المولاس دوراً مهماً في تحسين بناء التربـــة عن طريق تقوية ميكانيكيـــات الـــربط الـــداخلي بالاضافة الى خفض قوى التكسر وأتضح ذلـــك من الزيادة الحاصلة فـــي قـــيم معـــدل القطـــر المـــوزون (MWD) ومعـــدل القطـــر الهندســـي (GMD).

## المصـــادر


**عواد، كاظم مـــشحوت (١٩٨٦). مبـــادئ كيميـــاء التربة.** جامعة البصرة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، العراق .

**ويكيبيديا (٢٠٠٨).** 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.**

**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 .ne-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 hydro-geomorphological 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/hndex. 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).** Destabilizapetroleumtion of montmorillonite suspensions by Ca2_ and succinoglycan. **J. lay 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 prob-

lems. **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.**

**Papanicoluon, 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 Edaphilogy. 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.**

Arab Univ.
J. Agric. Sci.,
Ain Shams Univ.,
Cairo, 18(1), 49-62, 2010

# INFLUENCE OF MOLASS APPLICATION ON SOME SOIL HYDRAULIC CHARACTERISTICS AND INFILTRATION RATE, RELATED TO THE SOIL STRUCTURE

[5]

**Ati, Alaa S.[1,a] and F. Younan, Taghreed[1]**
1. Soil and Water Dep., Collage of Agricultural- University of Baghdad, Baghdad, Iraq.
a. E-mail:alaasalih2008@yahoo.com

**Keywords:** Water transport function [Penetrability, Sorptivity and infiltration rate], Contact angle, Soil surface free energy, Soil structure and Molass

## ABSTRACT

A laboratory study was performed to evaluate the role of Molass using four levels (C=0, 10, 20 and 40 g $kg^{-1}$) on the water transport function [namely, penetrability $(\lambda)$, sorptivity $(S)$ and infiltration rate $(i)$] during transient flow in horizontal infiltration in Sandy loam soil incubated with Molass at 25 ± 2°C and 80% relative moisture content at 33 Kpa. For 60 days. Boltzmann transformation $\left(\lambda = x/t^{1/2}\right)$ was used to esitmate penetrability by fitting the wet front distance X vs. square root of time $(t)$. Equation of **Philip (1957)** $\left(I = St^{1/2}\right)$ was used to estimate sorptivity $(S)$ by fitting cumulative depth of water observed $(I)$ vs. $t^{1/2}$. Infiltration rate $(i)$ was calculated using equation $\left(i = \frac{1}{2} St^{-1/2}\right)$. The contact angle $(\alpha)$, soil surface free energy $(\gamma_s)$ were measured and calculated for all soil treatments. We also studied the effect of Molass on aggregate stability from the values of Mean Wight Diameter (MWD) and Geometric Mean Diameter (GMD). Results showed significant response and decrease in all study water transport functions [$(\lambda)$, $(S)$ and $(i)$] with distance 30 cm of wetting front advance in end time with increasing the levels of Molass from 0.0 to 40 g $kg^{-1}$. Value of contact angle increased from 49.54 to 76.17, while the value of soil surface free energy decreased from 135.9 to 76.8 (m N m-1).

The addition of Molass played very important role in aggregate stability according to the value of MWD and GMD.

(Received October 14, 2009)
(Accepted November 14, 2009)

تحكيم: أ.د محمد سيد جلال
أ.د منير عبده عزيز