مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

تأثير إضافة هيومات البوتاسيوم عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي في بعض الخواص الفيزيائية للتربة وفي نمو نبات الذرة الصفراء (zea maize)

الدكتور جهاد ابراهيم*

إيفان ديوب**

(تاريخ الإيداع 13 / 1 / 2019. قبل للنشر في 7 / 4 / 2019)

□ ملخّص □

أجري البحث لدراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم 85 POWHUMUS WSG (0.6-1.8-3.6 كغ/ دونم) عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي (400-600-800 ميلليبار) في خصائص التربة الفيزيائية وفي نمو نبات الذرة الصفراء على تربة طينية سلتية.

تبين النتائج انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة عند الشد الرطوبي 400 ميلليبار بشكل معنوي عند جميع مستويات الإضافة من هيومات البوتاسيوم بمقدار 0.05-0.1-0.17 غ/سم^3 على التوالي، ومع زيادة الشد الرطوبي إلى 600 و800 فقد انخفضت الكثافة في المعاملة بدون إضافة هيومات البوتاسيوم بمقدار 0.08 -0.13غ/سم^3 مقارنة بمستوى الشد 400 ميلليبار.

كما تبين النتائج أن الثوابت التجريبية (a,b) في العلاقة $\psi=a\theta^b$ بين الشد الرطوبي والرطوبة الحجمية تزداد مع زيادة معدل الإضافة من الهيومات عند جميع مستويات الشد الرطوبي وأن معامل التوصيل المشبع زاد معنوياً بمقدار 2.71 م/يوم عند شد رطوبي 400 ميلليبار ومستوى إضافة 3.6 كغ هيومات/دونم، وبمقدار 4.17 م/يوم عند شد رطوبي 800 ميلليبار ومستوى إضافة 3.6 كغ هيومات/دونم. لقد زادت نسبة الماء المتاح في التربة عند مستوى الإضافة 3.6 كغ هيومات/دونم بمقدار 5.47-5.33-5.14% على التوالي عند مستويات الشد الرطوبي (400-600-800 ميلليبار) مقارنة بالمعاملات لذات الشد الرطوبي وبدون إضافة الهيومات.

وأظهرت الدراسة أن مساحة المسطح الورقي للنبات عند نفس الشد الرطوبي تزداد مع زيادة نسبة الإضافة من الهيومات وكان هذا المسطح أعلى ما يمكن عند 600 ميلليبار ومستوى إضافة 1.8كغ/دونم وبلغ 2476 سم.^{2}

الكلمات المفتاحية: هيومات البوتاسيوم _ الشد الرطوبي _الماء المتاح_ الكثافة الظاهرية _ الذرة الصفراء_المحتوى الرطوبي_التربة الطينية.

* أستاذ في قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية. jihad.ibrahim@tishreen.edu.sy

**طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم علوم التربة والمياه– كلية الزراعة– جامعة تشرين–اللاذقية – سورية. dayoobivan@gmail.com

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (41) العدد (2) 2019
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (41) No. (2) 2019

Effect of adding potassium humate at different levels of moisture tension in some physical properties of soil and in growth of zea maize

Dr.Jihad Ibrahim*
Evan Dayoub**

(Received 13 / 1 / 2019. Accepted 7 / 4 /2019)

□ ABSTRACT □

This research was conducted to study the effect of different levels of potassium humate (POWHUMUS WSG 85) (0.6-1.8-3.6 kg/d) at different levels of moisture tension (400-600-800 millibar) on the physical properties of clay silty soil growing maize.

The results shows that soil bulk density was significantly decreased at 400 millibar in all levels of potassium humate added by 0.05-0.1-0.17 g/cm^3 respectively. Increasing moisture tension to 600 and 800 and not receiving humate, bulk density decreased by 0.08 -0.13 g/cm^3 compared to the moisture tension 400 millibar treatment.

The experimental constants (a) and (b) in $\psi=a\theta^b$ increased as level of humate addition was increased at all levels of moisture tension. The hydraulic saturated conductivity coefficient increased significantly by 2.71 and 4.17 m/day at moisture tension 400 and 800 millibar respectively, when receiving 3.6 kg humate/d. The percentage of available water in the soil increased at the level of 3.6 kg humate/d by 5.47, 5.33, and 5.14% with increasing moisture tension from 400 to 600 to 800 millibar respectively, compared with the same moisture tension treatments but not receiving humate amendment.

The study showed that leaf area of maize plant at the same moisture tension increases with the increase of humate addition reaching the highest value of 2476 cm^2 in treatment 600 millibar and the level of humate addition of 1.8 kg/d.

Keywords: Potassium humate, moisture tension, available water, bulk density, Zea mays, moisture content, clay soil

* **Professor, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.(jihad.ibrahim@tishreen.edu.sy)**
****Master Student, Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria (dayoobivan@gmail.com)**

مقدمة:

تعتبر التربة خليطاً معقداً من المواد المعدنية والعضوية مرتبة بشكل هندسي وفق تداخلات فيزيائية وكيميائية ضمن منظومة مؤلفة من عدة أطوار هي الطور السائل والطور الصلب والطور الغازي والطور الحيوي، تتفاعل هذه الأطوار مع بعضها البعض لتشكل وسطاً مناسباً لنمو وتطور النبات، والذي يجعل هذه المنظومة أكثر تعقيداً هو حاجة النبات للتنفس باستمرار في الوقت الذي يجب أن يكون المحتوى الرطوبي مناسبا لتأمين الماء والعناصر الغذائية الذائبة فيه للنبات. ومن هنا تأتي أهمية المحافظة على التوازن بين الطورين السائل والغازي.

تؤثر المادة العضوية في نمو المحاصيل وفي الإنتاج إما مباشرة عن طريق التزويد بالعناصر أو بشكل غير مباشر عن طريق تعديل الخواص الفيزيائية للتربة حيث تتحسن بيئة الجذور مما ينعكس إيجاباً على نمو النبات، وتحدد خواص التربة الفيزيائية مدى ملائمة التربة لإنتاج النبات المزروع (Iqbal *et al*.,2012)، هذه الخواص هي عوامل مسيطرة تؤثر على تأمين الأكسجين وحركة الماء خلالها وتغلغل الجذور وكذلك السلوك البيولوجي والكيميائي للعناصر الغذائية في التربة والنبات (Gul *et al*., 2011).

تحسن المواد العضوية من بناء التربة وتقلل لدونتها (Dermiyati,2015)، وتحسن إضافة المواد العضوية (من مصادر مختلفة) من مسامية التربة، المحتوى الرطوبي في التربة، بينما تقلل انضغاط التربة وكثافتها الظاهرية (Papini *et al*., 2011). كما يؤثر بناء التربة على نقل السوائل والغازات والحرارة، وكذلك العمليات الفيزيائية مثل التسرب والتهوية (Nimmo,2004)، حيث لا يحدث نمو النبات وتطوره إلا إذا كانت التربة مهواة بشكل كاف (Turski *et al*., 1999).

تختلف تأثيرات السماد العضوي في الخواص الفيزيائية تبعاً لنوعية وكمية المواد المستخدمة وتبعاً لنوع التربة وإدارتها (Bhattacharyya *et al*.,2007)، وتشكل المركبات الهيومية 50−80% من الكربون العضوي بالترب (Piccolo, 2001) وأحماض الهيوميك هي من بين أكثر المركبات العضوية انتشاراً على سطح الأرض، حيث تم العثور عليها ليس فقط في التربة بل في روث الأبقار ومياه المجاري، الكومبوست، الطحالب، الفحم البني(اللجنيت) والرواسب المتنوعة الأخرى .(Stevenson and Cole, 1999) في الواقع اللجنيت المؤكسد (الليونارديت) الذي يستخدم في إنتاج المواد الدبالية المعروفة باسم هيومات والمستخدمة على نطاق واسع إضافة إلى التربة أو رشاً على النبات بسبب محتواها العالي من أحماض الهيومك (Stevenson and Cole,1999)، وهي مركبات مقاومة للتحلل الميكروبي بسبب بنيتها المعقدة والعشوائية للغاية (MacCarthy,2001). وقدرتها عالية على تشكيل معقدات مع معادن التربة (Huang and Hardie, 2009) حيث تعمل كوسادة وسطوح بينية بين العناصر الغذائية في التربة وجذور النباتات، حيث تزيد هذه المواد من نمو النباتات بشكل مباشر وغير مباشر. فبإمكان النباتات امتصاص العناصر بشكل أسرع من المواد الهيومية كالآزوت والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمنغنيزيوم، أو تشجع على تحولات إتاحة هذه العناصر في التربة، الأمر الذي يزيد من إنتاجية التربة من الغلة المحصولية للنبات المزروع (Pettit,2009). تطور المركبات الهيومية وتحسن من ثباتية البناء عند نسب إضافة منخفضة بالتالي فإن لها أداء أفضل من روث الحيوانات (Fortun *et al*.,1989) ووفقاً لـ Tahir وآخرون (2011) فأن إضافة 1 كغ من الأحماض الهيومية (HA) له فائدة تعادل 1 طن من الزبل البلدي (روث أبقار مثلاً) الذي يحتاج لوقت طويل للتدبل.

يؤثر التحسن في بناء التربة الناتج عن إضافة المواد الدبالية ومنها أحماض الهيوميك في حركة الماء والهواء خلال التربة وبالتالي في قدرة التربة في الحفاظ على الحياة وأداء وظائفها الحيوية الأخرى، كما تؤثر رطوبة التربة على

نطاق واسع في خصائص التربة وعملياتها، فمن المعروف أنها تؤثر في التفاعلات بين التربة والغلاف الجوي ضمن مقاييس زمانية ومكانية متعددة (Buck and Brunsell, 2008).

تعتبر المشكلة الأساسية في إدارة ترب المناطق الجافة هي انخفاض توافر الرطوبة في التربة بحيث تصبح التربة غير قادرة على دعم نمو وإنتاجية المحاصيل(Wigena *et al.*,2015) لقد أظهرت الدراسات مزايا استخدام الشد الرطوبي في إدارة رطوبة التربة (Rivera-Hernández *et al* .,2009) الذي يسمح بتحديد المحتوى الرطوبي الواجب الحفاظ عليه لمحصول معين في ترب ذات الخواص الفيزيائية المختلفة. كما وجد Rawls وآخرون (2003) أن العلاقة بين الشد الرطوبي ومحتوى الكربون العضوي تتأثر بقوام التربة ويكون التأثير أكبر عند الشد الرطوبي – kpa33 حيث ازدادت نسبة الماء المتاح بمعدل 22% عند نسبة إضافة 10 كغ/دونم من هيومات البوتاسيوم (Piccolo *et al.*,1996) لقد تم تفسير ذلك على أساس قيام الكربون العضوي بتعديل مواقع الادمصاص للماء على معادن الطين (Cristensen ,1996). يتأثر النبات بالشد الرطوبي في التربة بشكل مباشر وذلك بحسب الظروف المناخية السائدة المؤثرة على التبخر–نتح، حيث أن التبخر–نتح الفعلي ينخفض مع زيادة الشد الرطوبي، فيظهر العجز المائي عند النبات (ابراهيم وبركات،2013).

تعتبر العلاقة بين بناء التربة والشد الرطوبي والتبخر–نتح في التربة بذات أهمية بالغة خاصة للمحاصيل الحساسة للجفاف وذات الاحتياجات المائية العالية ومنها الذرة الصفراء (Misovic,1985) بكل الأحوال، تختلف المتطلبات المائية في المحاصيل ومنها الذرة الصفراء تبعاً لمرحلة النمو، تتطلب الذرة الصفراء ماء أقل في مراحل النمو المبكرة والمتأخرة، بينما متطلب الذروة المائي فهو خلال فترة أسبوعين قبل وبعد طرد النورة الزهرية (Setter *et al.*,2001). لقد بين Rivera-Hemandez وآخرون (2010) أن الشد الرطوبي المناسب للذرة الصفراء الحلوة هو بحدود 30 kpa.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث:

تبرز أهمية هذا البحث من خلال الحاجة لتحديد الشد الرطوبي الأمثل لنمو نبات الذرة الصفراء لأن استجابة النبات للماء أكثر ارتباطاً بالشد الرطوبي مقارنة بأي عامل مفرد أخر لتربة طينية سلتية كون نبات الذرة الصفراء حساس للخواص الفيزيائية للتربة والإجهاد المائي خلال فترة الإزهار ودراسة أثر التداخل مع مستوى الإضافة الأمثل من هيومات البوتاسيوم على اعتباره تدخل عضوي سريع يحسن الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة ويزيد كفاءة استخدام العناصر الغذائية المحددة للنمو والإنتاجية.

أهداف البحث:

1–دراسة تأثير مستويات الإضافة من هيومات البوتاسيوم عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي في الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة، وتأثيرهما في نمو نبات الذرة الصفراء.

2–تحديد الثوابت الهيدروديناميكية للتربة المدروسة عند مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي.

طرائق البحث ومواده:

1 مواد التجربة:

التربة: جمعت التربة من مركز البحوث العلمية (ستخيرس) من الطبقة السطحية 10 سم وهي تربة طينية سلتية منقولة. خضعت تربة الدراسة لمجموعة من التحاليل المخبرية لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية(جدول1)

جدول (1): يوضح أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة الطينية السلتية.

التحليل	النتيجة	الطريقة المستخدمة
طين(%) (< 0.002 mm)	45.79%	طريقة الماصة (Bernharat,1967)
سلت(%) (0.05–0.002 mm)	%50.61	
رمل(%) (2–0.05 mm)	%3.6	
نوع التربة	uT طينية سلتية	مثلث القوام الألماني(TGL,1985)
المادة العضوية	0.72%	الهضم الرطب Ryanوأخرون(2003)
كربونات الكالسيوم	39.5%	المعايرة Ryan وأخرون(2003)
الكلس الفعال	15 %	دورينو Ryan وأخرون(2003)
السعة التبادلية الكاتيونية	35.6 م م/100 غ تربة	خلات الصوديومRyan وأخرون(2003)
السعة الحقلية% حجماً	35	جهاز الضغط الغشائي(Eijkelkamp Agrisearch Equipment 6987 ZG Giesbeek-The Netherlands)
نقطة الذبول% حجماً	22	
الكثافة الحقيقية	2.6	البكنومتر (ابراهيم وبركات ،2013)
الأزوت المعدني	24 ppm	كلداهلRyan وأخرون(2003)
الفوسفور المتاح	12 ppm	أولسنRyan وأخرون(2003)
البوتاس المتاح	422 ppm	خلات الأمونيوم Ryanوأخرون(2003)
درجة الحموضةPH	7.53	

المادة النباتية: تم استخدام صنف ذرة صفراء أميركي هجين F1 تاكسون.

هيومات البوتاسيوم: تم استخدام هيومات البوتاسيوم المتوفرة تحت أسم تجاري 85 POWHUMUS WSG والذي يتكون من 65% مادة عضوية، منها 80–85% هيومات بوتاسيوم، 10–12 % أكسيد البوتاسيوم K2O، 1% نتروجين عضوي، و 1% حديد، وذلك بحسب الشركة المصنعة الموضوعة على غلاف العبوة.

2– تحديد مستويات الشد الرطوبي في التربة:

تم ضبط مستويات الشد الرطوبي (ψ) التالية باستخدام جهاز قياس الرطوبة LUTRON –PMS–714:

- Ψ1: عند 400–ميللي بار (90% من السعة الحقلية)
- Ψ2: عند 600–ميللي بار (85% من السعة الحقلية)
- Ψ3: عند 800–ميللي بار (78% من السعة الحقلية)

حيث تتم معايرة الجهاز عند مستويات مختلفة من الرطوبة والشد الرطوبي وكانت المعادلة كما يلي:

$y=1.1736x-11.872$ حيث أن قراءة الجهاز y: و المحتوى الرطوبي :x $R^2=0.9986$

وتم حساب المحتوى الرطوبي من خلال قراءة الجهاز وتم حساب كمية الماء الواجب إضافتها للأصيص لرفع الرطوبة للوصول إلى المستوى المقابل للشد الرطوبي المناسب (شكل 1).

الشكل (1) يوضح منحني المعايرة لجهاز قياس الرطوبة

يوضع الجهاز بشكل عمودي بالتربة مع مراعاة التلامس التام بالتربة بعمق 10 سم لتحديد رطوبة التربة بعد معرفة قراءة الجهاز بعد ذلك تم حساب كمية الماء الواجب إضافته للوصول إلى الشد الرطوبي المطلوب وفق المعادلة التالية:

$$\Delta H2O = \left(\frac{M2+100}{M1+100} - 1\right).Mm$$ (ابراهيم وبركات،2013) حيث أن:

ΔH2O: كمية الماء الواجب إضافتها لرفع رطوبة التربة من رطوبة معينة إلى أخرى مطلوبة

$M2$: الرطوبة المطلوبة $M1$: الرطوبة الحالية Mm : وزن التربة مع الرطوبة الحالية

3- تصميم التجربة:

تضمن تصميم التجربة العاملية دراسة تأثير 4 مستويات من هيومات البوتاسيوم (0- 0.6- 1.8- 3.6 كغ/دونم)، وثلاث مستويات من الشد الرطوبي (400-600-800 ميلليبار) وبالتالي كان هنالك 12 معاملة، أربع معاملات من الهيومات عند كل مستوى من الشد الرطوبي ولكل معاملة ثلاث مكررات، وفق التالي:

مستوى الشد الرطوبي (ميلليبار)		معدل هيومات البوتاسيوم (كغ/دونم)		المكررات		
400		M0 = 0				
600	x	M1 = 0.6	x	3	=	36 أصيص
800		M2 =1.8				
		M3 =3.6				

تم التسميد بالهيومات بعد إذابته في ماء الري وتوزعت معدلات الإضافة على دفعتين:

الأولى: 50% من معدل الإضافة قبل شهر من الزراعة

الثانية: 50% من معدل الإضافة بعد شهر ونصف من الزراعة

تم حساب الكمية المخصصة لكل أصيص انطلاقاً من وزن التربة في 1 دونم على عمق 10 سم بعد معرفة الكثافة الظاهرية للتربة كما يلي:

$MS=\delta d.1000.B.F$

MS: وزن التربة الجاف تماماً لـ 1 دونم على عمق10 سم، δd :الكثافةالظاهرية ، 1000: عدد تحويل B: العمق (م) F: المساحة. وبالتالي يمكن حساب وزن التربة في المتر المربع كما يلي:
1000*0.1*1000*0.8=80000 كغ/دونم/10سم عمق = 80 كغ/م^2

وتكون معاملات التسميد بالهيومات عند معاملات الشد الرطوبي المدروسة في أصص سعة 6 كغ تربة وفق التالي:

- M0 : الأصص لم تتلق أي إضافة من الهيومات
- M1 (0.6 كغ هيومات/ دونم): تلقت الأصص 0.045 غ هيومات موزعة على دفعتين
- M2 (1.8 كغ هيومات/ دونم): تلقت الأصص 0.135 غ هيومات موزعة على دفعتين
- M3 (3.6 كغ هيومات/ دونم): تلقت الأصص 0.27 غ هيومات موزعة على دفعتين

4- تحضير التجربة للزراعة:

استخدم في التجربة أصص سعة الأصيص 8 كغ والقطر 23 سم والعمق 23.5 سم فتكون مساحة السطح 0.0415 سم^2 ووضع في كل أصيص6 كغ تربة جافة تماماً. أضيفت الأسمدة الفوسفورية والبوتاسية بكامل الجرعة التسميدية بعد الخلط بالتربة محسوبة تبعاً للمعادلة السمادية: 120_80_40 (Roqaia *et al.*, 2005)، حيث تلقى كل أصيص 0.723 غ/أصيص سلفات بوتاسيوم و2.98غ/أصيص سوبر فوسفات ثلاثي، ووزعت الأصص على مربع التجربة وفقاً لطريقة القطاعات العشوائية الكاملة. رويت الأصص بالماء العادي حتى وصلت للسعة الحقلية وتركت لمدة شهر لحين موعد الزراعة، تمت الزراعة بوضع بذور الذرة على عمق 2-2.5 سم وذلك بتاريخ 2017/7/26 بمعدل 5 بذور لكل أصيص حيث تمت إضافة جرعة التسميد الآزوتي الأولى على صورة يوريا 46% N (ثلث الكمية بمعدل 0.65غ/أصيص) من الكمية الأساسية 1.95 غ/أصيص. بدأ الإنبات بعد أسبوع واكتمل بعد 11 يوم وكانت نسبة الإنبات 85% وتم التفريد إلى 3 نباتات في الأصيص. وبعد حوالي نصف شهر من الإنبات تم تفريد نبات من كل أصيص.

5- العناية بالتجربة:

تمت عمليتي التسميد بالجرعة الثانية من التسميد الآزوتي (يوريا بعد 15 يوم من الزراعة0.65 غ/أصيص) والجرعة الثالثة (يوريا0.65 غ/أصيص عند بدء طرد النورة الزهرية المذكرة) و تمت عمليات الري بشكل دوري كل يوم وذلك تبعاً لاحتياجات معاملات الشد الرطوبي قيد الدراسة وذلك باستخدام الماء العادي (مصدره سد 16 تشرين).

6- إجراءات الحصاد:

تم الحصاد بعد 63 يوم من الزراعة (ظهور الحرير على الأكواز) حيث تم تسجيل المعايير المتعلقة بالنمو وذلك بقطع النباتات من مستوى سطح التربة وأخذت القياسات التالية:

- متوسط ارتفاع النبات
- المسطح الورقي من المعادلة (Sakalova,1997)

$$S = L.W.N.0.6$$

S: مساحة المسطح الورقي للنبات (سم2) L: أقصى طول للورقة W: أقصى عرض للورقة N: عدد الأوراق 0.6: معامل التصحيح للمسطح الورقي

بعد الحصاد أخذت عينات غير مخربة البناء بواسطة أسطوانات معدنية من جميع المعاملات بواقع ثلاث مكررات من كل معاملة لتحديد:

1- الكثافة الظاهرية عند مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي.

2- الماء المتاح للنبات عند مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي

3-منحنيات الشد الرطوبي عند مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم و الشد الرطوبي في جهاز الضغط الغشائي عند (pF = 1.8 – 2.5 – 3 – 3.5 – 4 – 4.2).

4- معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع.

كما تم اقتطاع عينات مخربة البناء لحساب ثباتية البناء للوحدات البنائية التي حددت بطريقة الغطس بالماء (Hartge and Horn,1991).

النتائج و المناقشة:

1- تأثير هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي على الكثافة الظاهرية:

تعد الكثافة الظاهرية إحدى أهم الخصائص الفيزيائية للتربة وتعد صفة فيزيائية مركبة يمكن من خلالها إعطاء فكرة عن حركة الماء والهواء في قطاع التربة (Kunze and Petelkau,1980)، هذا ما سوف يكون له انعكاس على نمو النبات وإنتاجيته (Petelkau,1984).

يوضح الجدول (2) قيم الكثافة الظاهرية في التربة بتأثير مستويات الإضافة من الهيومات والشد الرطوبي، حيث انخفضت قيم الكثافة الظاهرية بشكل متدرج مع زيادة معدلات الإضافة من الهيومات وذلك عند جميع مستويات الشد الرطوبي المطبقة في التربة. الكثافة الظاهرية للتربة كانت في معاملة الشاهد (بدون إضافة هيومات بوتاسيوم) وشد رطوبي 400 ميلليبار 1.15 غ/سم^3 ومع زيادة الإضافة من هيومات البوتاسيوم انخفضت الكثافة إلى 1.1 غ/سم^3 ثم إلى 1.05غ/سم^3، ثم إلى 0.98غ/سم^3 وانخفضت معنوياً بكل المعاملات مقارنة بالمعاملة بدون إضافة بمقدار0.05، 0.1 ،0.17 غ/سم^{3}على التوالي. وعند الشد الرطوبي الثاني 600 ميلليبار انخفضت الكثافة مع زيادة مستوى الإضافة من هيومات البوتاسيوم بمقدار 0.1غ/سم^3 وعند الشد الرطوبي الثالث 800 ميلليبار انخفضت بمقدار 0.07غ/سم^{3}عند مستوى إضافة 3.6 كغ/دونم مقارنة بدون إضافة الهيومات، وفي المعاملات بدون إضافة هيومات البوتاسيوم فكان للشد الرطوبي أثر واضح على انخفاض الكثافة حيث انخفضت بمقدار 0.13 غ/ سم^3 عند شد رطوبي 800 ميلليبار مقارنة بالشد الرطوبي 400 ميلليبار وهذا يعود إلى دورات الترطيب والتجفيف للتربة مما انعكس إيجاباً على بناء التربة.

جدول (2) يوضح تغيرات الكثافة الظاهرية في التربة مع مستويات الهيومات والشد الرطوبي.

	M0	M1	M2	M3	$LSD_{0.05}$
Ψ1 400 ميللي بار	1.15	1.1	1.05	0.98	0.046
Ψ2 600 ميللي بار	1.07	1.04	1.02	0.97	0.05
Ψ3 800 ميللي بار	1.02	0.99	0.96	0.95	0.026
$LSD_{0.05}$	0.035	0.024	0.042	0.05	

وهذه النتائج تتوافق مع (Mousa,2017) الذي أشار لانخفاض الكثافة الظاهرية مع زيادة مستوى الإضافة من هيومات البوتاسيوم بشكل تدريجي، كما تشير الدراسات طويلة وقصيرة الأمد إلى علاقة خطية ملحوظة بين انخفاض الكثافة الظاهرية والزيادة بالكربون العضوي في التربة الذي قد ينسب للإضافات من أحماض الهيوميك المستخلصة (Bresson *et al*., 2001).

2- تأثير هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي في حجم مسامات الماء المتاح µm (10-0.2) في التربة:

يعتبر حجم المسامات الكلية في التربة أحد أهم الصفات الفيزيائية لها لأن هذا النظام المسامي هو المسؤول عن عمليات النقل والتخزين داخل قطاع التربة، كما أنه يعبر عن الحالة البنائية لها. ويمكننا تحديد توزع حجم المجموعات المسامية من تحديد حجم المسامات ذات القطر (10-0.2) µm كونها تحوي الماء المتاح للنبات وتلعب دوراً هاماً في عمليات النقل والتخزين في قطاع التربة وتلعب دوراً بارزاً في تأخير ظهور فترات العجز المائي عند النبات خلال فترات الجفاف والتي تم تحديدها في جهاز الضغط الغشائي وفق القانون:

$Pm=4\sigma W/d$ (ابراهيم وبركات,2013)

σw: التوتر السطحي للماء، d : قطر المسام بعد ذلك يتم تحديد حجم المسامات التي تحوي على الماء المتاح µm (10-0.2) وفق العلاقة التالية: $PV\%(0.2-10)\ \mu m=Wvol.pF2.5-Wvol.pF4.2$

حيث إن WvolPF2.5 هي الرطوبة الحجمية عند نهاية الضغط المعادل للشد الرطوبي pF2.5

WvolPF4.2 هي الرطوبة الحجمية عند نهاية الضغط المعادل للشد الرطوبي pF4.2

ويوضح الجدول (3) حجم المسامات التي تحوي الماء المتاح في التربة عند مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم ومستويات مختلفة من الشد الرطوبي ، تبين أن حجم المسامات التي أقطارها بين 10-0.2 ميكرون يزداد مع زيادة مستوى الإضافة من الهيومات عند ذات الشد الرطوبي وبلغت هذه الزيادة عند الشد الرطوبي 400 ميلليبار 5.47 % حجماً، وبلغت الزيادة عند 600 ميلليبار مقدار 5.33 % حجماً، لتصل إلى 5.14 % حجماً عند شد رطوبي 800 ميلليبار، وجميعها عند مستوى الإضافة 3.6 كغ/ دونم، ولكن هذه الزيادة لا تختلف معنوياً عن مستوى الإضافة 1.8 كغ /دونم عند الشد الرطوبي 600 و800 ميلليبار وبالتالي يكون مستوى الإضافة المناسب هو 1.8 كغ/دونم عند شد رطوبي يتراوح بين 600 و 800 ميلليبار لتحسين حجم المسامات التي تحوي الماء المتاح للنبات.

تزيد هيومات البوتاسيوم رطوبة الإشباع نتيجة لزيادة المسامات الصغيرة بالتربة المسؤولة عن الماء المتاح (Khoshkhan *et al.*, 2015)، هذا يبدو منسجماً مع نتائج Abdel-Razek(2011) الذي بين أن الماء المتاح يزداد عند إضافة الهيومات بنسبة 250غ/دونم بمقدار 10.2%.

جدول (3): يوضح حجم المسامات التي تحوي الماء المتاح في التربة بتأثير مستويات الإضافة من هيومات البوتاسيوم ومستويات الشد الرطوبي

الشد الرطوبي	مستوى الإضافة	حجم المسامات (**10-0.2**) **µm**
Ψ1 400 ميللي بار	M0	11.88
	M1	14.09
	M2	14.01
	M3	17.35
Ψ2 600 ميللي بار	M0	12.75
	M1	14.72
	M2	15.50
	M3	18.08
	M0	12.99
	M1	15.09

Ψ3 800 ميللي بار	M2	16.97
	M3	18.13
$LSD_{0.05}$		**2.46**

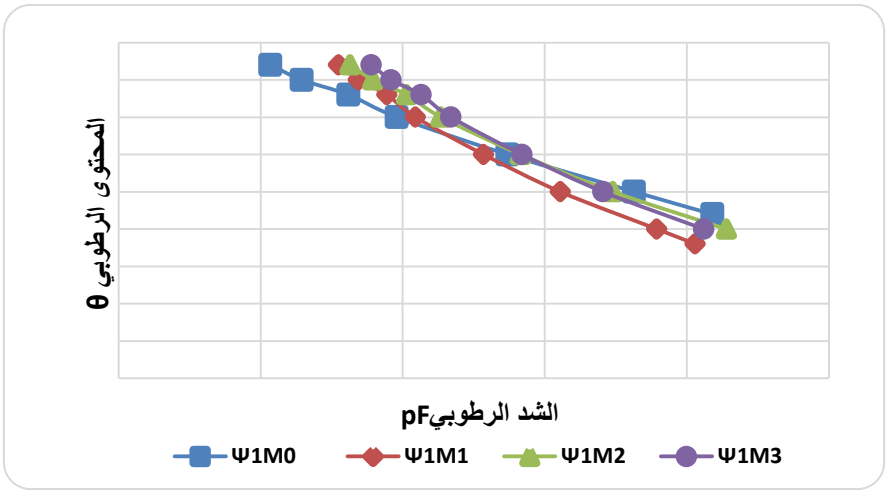
3_5 تأثير هيومات البوتاسيوم عند مستويات مختلفة من الشد الرطوبي في منحنيات الشد الرطوبي والثوابت التجريبية للتربة:

توضح منحنيات الشد الرطوبي العلاقة بين الشد الرطوبي (أي قوة مسك الماء) والرطوبة الحجمية في التربة. لقد تم تحديد منحنيات الشد الرطوبي باستخدام جهاز الضغط الغشائي وذلك بتطبيق ضغوط متزايدة بدءاً من الضغط pF1.8 و pF2 و pF2.5 و pF3 و pF3.5 و pF4.2 وذلك باستخدام اسطوانات تربة ارتفاعها 4 سم حيث يتم حساب المحتوى الرطوبي عند مستويات شد رطوبي مختلفة ويتم تحديد متوسطات الرطوبة المقابلة لها ويتم معالجة هذه القيم حاسوبياً، فكانت العلاقة بين ψ و θ من الشكل: $\psi=a\ \theta^{b}$، وهي تمثل الشكل الأكثر استخداماً من قبل العديد من الباحثين ومنهم(Gardner *et al.*,1970)، وبعد تحديد المحتوى الرطوبي عند مستويات مختلفة من الضغط، يتم التوصل إلى العلاقات التالية عند جميع مستويات الإضافة من هيومات البوتاسيوم ومستويات الشد الرطوبي (جدول 4).

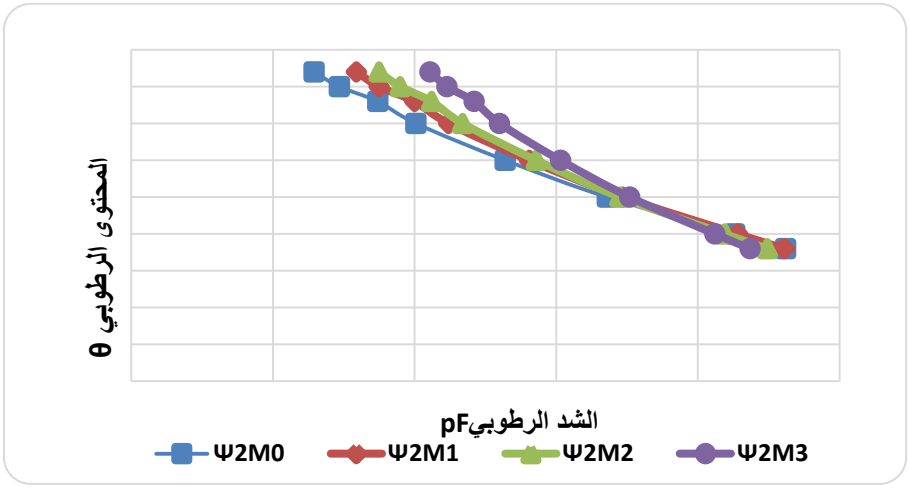
جدول (4): يوضح المعادلات والثوابت التجريبية ومعاملات التحديد لمنحنيات الشد الرطوبي

المعاملة	المعادلة	معامل التحديد	الثوابت التجريبية	
			a	**b**
Ψ1M0	$\Psi=0.00088.\theta^{-11.1288}$	$r^2=0.96$	0.00088	-11.1288
Ψ1M1	$\Psi=0.109.\theta^{-6.788}$	$r^2=0.74$	0.109	-6.788
Ψ1M2	$\Psi=0.0458.\theta^{-8.028}$	$r^2=0.97$	0.0458	-8.028
Ψ1M3	$\Psi=0.13.\theta^{-7.119}$	$r^2=0.96$	0.13	-7.119
Ψ2M0	$\Psi=0.00916.\theta^{-8.994}$	$r^2=0.97$	0.00916	-8.994
Ψ2M1	$\Psi=0.0369.\theta^{-8.164}$	$r^2=0.98$	0.0369	-8.164
Ψ2M2	$\Psi=0.1016.\theta^{-7.141}$	$r^2=0.98$	0.1016	-7.141
Ψ2M3	$\Psi=0.719.\theta^{-6.09}$	$r^2=0.98$	0.719	-6.09
Ψ3M0	$\Psi=0.028.\theta^{-8.227}$	$r^2=0.96$	0.028	-8.227
Ψ3M1	$\Psi=0.213\theta^{-6.851}$	$r^2=0.99$	0.213	-6.851
Ψ3M2	$\Psi=0.206\theta^{-6.793}$	$r^2=0.98$	0.206	-6.793
Ψ3M3	$\Psi=0.371\ \theta^{-6.441}$	$r^2=0.97$	0.371	-6.441

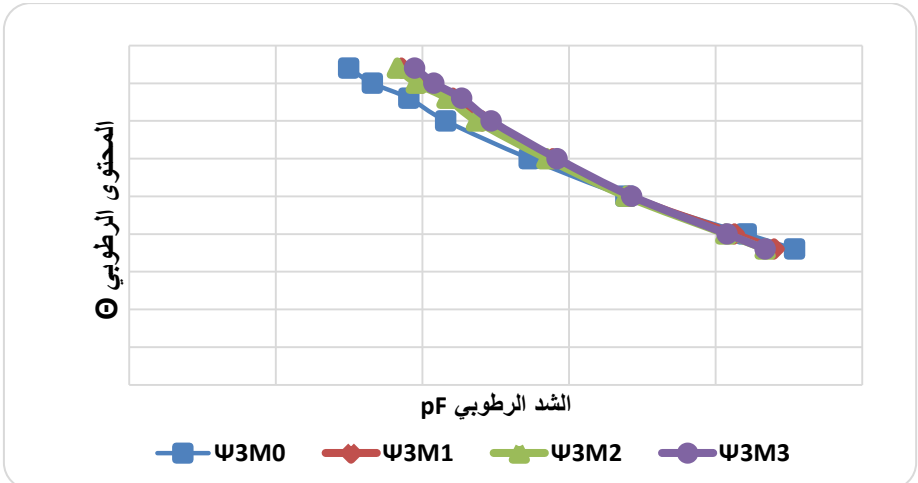
حيث أن Ψ: الشد الرطوبي (سم عمود ماء)، θ: المحتوى الرطوبي كجزء من الواحد كما تم توضيح منحنيات الشد الرطوبي وفق خطوط بيانية كما هي بالشكل (3-4-5)



شكل (3): منحنيات الشد الرطوبي عند مستويات مختلفة من KH ومستوى الشد الرطوبي 400 ميلليبار



شكل (4): منحنيات الشد الرطوبي عند مستويات مختلفة من KH ومستوى الشد الرطوبي 600 ميلليبار



شكل (5): منحنيات الشد الرطوبي عند مستويات مختلفة من KH ومستوى الشد الرطوبي 800 ميلليبار

يتناقص المحتوى الرطوبي للتربة مع زيادة الشد الرطوبي في جميع المعاملات المدروسة كما يلاحظ أنه مع زيادة مستوى الإضافة من هيومات البوتاسيوم عند ذات الشد الرطوبي يزداد المحتوى الرطوبي في التربة حيث أن الهيومات تزيد سعة الاحتفاظ بالماء للتربة (Mackowiak *et al*., 2001) وتكون هذه الزيادة أكبر عند مستويات شد رطوبي منخفض، وهذا ما يشير إلى زيادة كفاءة التربة في سعة احتفاظها بالماء وخاصة ذلك الجزء الذي يدعى بالماء المتاح (جدول 3).

كما تشير المعادلات في الجدول (4) إلى أن الثوابت التجريبية للتربة (a) و (b) تزداد مع زيادة معدل الإضافة من هيومات البوتاسيوم وزيادة الشد الرطوبي، وهذا له أثر كبير وإيجابي أثناء حركة الماء بالخاصية الشعرية إلى منطقة انتشار المجموع الجذري. عادة ما يكون الماء المتحرك باتجاه سطح الجذور محملاً بالعناصر الغذائية بآلية التدفق الدارسي (Darcy Flow) وهو ما سوف ينعكس إيجاباً على نمو النبات وإنتاجيته (Mengle and Kirkby، 2001). كما تشكل الأقنية الشعرية عامود الماء باتجاه سطح الجذور التي تشكل وسطاً لانتشار العناصر الغذائية ذات التركيز الأدنى في التربة، وتزيد كلا الآليتين معاً من حجم التربة التي يستفيد منها النبات في امتصاص العناصر الغذائية (Marschner, 1995).

4- تأثير هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي في معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع:

يعد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع أحد أهم الخصائص الهيدروليكية للتربة وهو نسبة التدفق إلى تدرج الجهد الهيدروليكي، ويتأثر هذا المعامل كثيراً بحجم المسامية الكلية وخاصة حجم المسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون ودرجة استقامة هذه المسامات (Suleiman and Ritchie,2001). كما ويتأثر أيضاً بمحتوى الكربون في التربة حسب (Wang *et al*.,2009).

يعتبر تحديد هذا المعامل أمراً في غاية الصعوبة نظراً لتشعب النظام المسامي في التربة بالإضافة إلى التباينات في شكل الأنابيب وطولها حيث تتناسب كمية الماء المتدفقة في مقطع التربة مع الأس الرابع لنصف قطر المسام الموصوف في العلاقة:

$$q = \pi r^4 \left(\frac{\Delta P}{8\eta L}\right)$$

حيث أن: L: طول المسام (سم) r: نصف قطر المسام (سم) ΔP: الارتفاع ويساوي δw*g*(H1−H2)

δw: كثافة الماء غ/سم^3 g : تسارع الجاذبية الأرضية (سم/ثا^2)

(H1−H2): الارتفاع الهيدروليكي η: لزوجة الماء غ/سم*ثا, q: كمية الماء المتدفقة (سم^3/ثا)

وبالتالي فإن زيادة بسيطة في قطر المسام يرافقه زيادة أسية كبيرة لكمية الماء المتدفقة وهو ما يعتبر مهماً لمعرفة أنصاف أقطار المسامات المشاركة في عمليات النقل.

حدد Sohnberg (1965) معامل التوصيل مخبرياً بالاعتماد على قانون دارسي:

$Kf=q/Grad\ \varphi_H$

حيث أن q: كمية الماء المتدفقة عبر مقطع التربة (م/يوم)، Grad Φh: التدرج الهيدروليكي

حيث نفذت القياسات لجميع العينات عند تدرج هيدروليكي واحد وفي حالة التدفق المستمر ويبينها الجدول (5).

جدول (5) معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع (م/يوم) بتأثير مستويات مختلفة من الهيومات والشد الرطوبي

مستوى الإضافة / الشد الرطوبي	**M0**	**M1**	**M2**	**M3**	**$LSD_{0.05}$**
Ψ1 400 ميللي بار	3.91	4.85	4.65	6.62	1.82
Ψ2 600 ميللي بار	5.05	3.57	4.64	6.9	2.08
Ψ3 800 ميللي بار	4.25	5.23	5.31	8.42	1.99
$LSD_{0.05}$	2.7	2.56	1.47	2.28	

يتأثر معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بنسبة الإضافة من الهيومات أكثر من تأثره بمستوى الشد الرطوبي حيث زاد معنوياً بمقدار 2.71 م/يوم عند الشد الرطوبي 400 ميللي بار، وبمقدار 4.17 م/يوم عند الشد الرطوبي 800 ميللي بار عند ذات المستوى من الإضافة من الهيومات (3.6 كغ / دونم) مقارنة بالمعاملتين بدون إضافة الهيومات، كما يلاحظ أنه عند مستوى إضافة واحد من الهيومات لم يكن للشد الرطوبي تأثير معنوي على معامل التوصيل المشبع. هذا ربما يعود إلى أن الهيومات أثرت على توزيع النظام المسامي في التربة لصالح المسامات المتوسطة التي تحوي الماء المتاح للنبات (جدول 3) على حساب المسامات الهوائية التي تلعب الدور المؤثر على معامل التوصيل المشبع، مع الإشارة هنا أن كل قيم معامل التوصيل تقع فوق القيمة الحدية (0.1 م/يوم). هذا ما أكدت عليه نتائج ljaz وآخرون (2015) بأن معامل التوصيل المشبع يزداد مع زيادة نسبة الإضافة من هيومات البوتاسيوم (KH). يتحسن التوصيل الهيدروليكي للتربة المدروسة عند إضافة الهيومات بسبب تشكيل مسامات صغيرة وهيمنة المسامات الصغيرة والمتوسطة على المسامات الاخرى الموجودة (El-Fayoumy and Ramadan, 2002).

5- تأثير هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي على ثباتية بناء التجمعات الترابية:

إن ثباتية البناء للتجمعات الترابية مؤشر فيزيائي هام على صحة التربة التي تحسن مسامية التربة والصرف وإتاحة الماء للنباتات وتقلل انضغاط التربة كما تدعم النشاط البيولوجي ودورة العناصر في التربة.

حيث يحدد متوسط تغير القطر للحبيبات الثانوية قبل وبعد الغطس بالماء وفق المعادلة ويبينها الجدول (6):

$$\Delta DM = \frac{\sum ni.di - \sum na.di}{\sum ni}$$ (Hartge and Horn,1991).

ni: وزن الحبيبات الجاف تماماً ذات القطر di قبل التنخيل الرطب na : وزن الحبيبات الجاف تماما ذات القطر di بعد التنخيل الرطب ∑ni : وزن التربة الجاف تماما قبل التنخيل

جدول (6): ثباتية البناء للتجمعات الترابية عند مستويات مختلفة من الهيومات والشد الرطوبي(ΔGM)

	M0	**M1**	**M2**	**M3**
Ψ1 400 ميللي بار	2.59	2.29	2.22	2.14
Ψ2 600 ميللي بار	2.05	2.14	1.86	1.76
Ψ3 800 ميللي بار	2.08	1.95	1.85	1.35

ملاحظة: (نشير بأن كلما انخفض الرقم كان البناء أكثر ثباتاً)

تبين أن ثباتية البناء تزداد عند ذات الشد الرطوبي مع زيادة نسبة الإضافة من الهيومات عند جميع مستويات الشد الرطوبي وكان أفضلها عند مستوى إضافة 3.6 كغ هيومات/دونم وشد رطوبي 800 ميللي بار، وأنه عند ذات مستوى الإضافة من الهيومات تزداد الثباتية مع زيادة الشد الرطوبي، وهذا ربما يعود إلى تأثير دورات الترطيب والتجفيف على التربة حيث أن التربة التي تبقى رطوبتها لفترة طويلة قريبة من السعة الحقلية (400 ميلليبار) يتأثر بناءها سلباً مقارنة بالتربة التي تتعرض للترطيب والتجفيف عند شد رطوبي أكبر من 400 ميلليبار (Hartge and Horn,1991)، كما يلاحظ أن ثباتية الوحدات البنائية كانت ضمن المدى المتوسط 1.2–4.5 (جدول 6).

يعتمد تشكيل المجمعات ومقاومتها على عمليات الانتفاخ والتقلص وعلى بعض أنواع المواد العضوية وكذلك على كثافة وعدد وزمن عمليات الترطيب والتجفيف (Horn and Smucker،2005). وتحدث الثباتية نتيجة تشكيل معقدات بين الهيومات والطين التي تحمي التربة من تأثيرات التفرق (Piccolo *et al*,1996) هذه المركبات الهيومية أمفيلية تشكل خيط أو غشاء كالحبيبة من الداخل كاره للماء ومن الخارج محب للماء، السطوح المحبة للماء عالية الشحنة تتفاعل مع المعادن بالتربة بينما المراكز الكارهة للماء تصد المياه وتمنع دخول الأنزيمات بالتالي تحمي الميكروبات (Piccolo, 2001) ، وسجل Piccolo وآخرون (1996) قيم زيادة تتراوح من 40% إلى 120% في ثباتية البناء لعدد من الترب الجافة وشبه الجافة في حوض البحر الأبيض المتوسط عند معدلات استخدام منخفضة للهيومات 0.05–0.1 غ هيومات/كغ تربة.

6– تأثير هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي على متوسط طول النبات (سم):

يعتبر طول النبات من أهم المؤشرات المورفولوجية لنمو وتطور النبات والذي يؤثر على الإنتاجية كونه يزيد الكتلة الحيوية للنبات خلال المراحل المبكرة والمتوسطة للنمو والتي تختلف تبعاً للموقع والموسم. ويوضح الجدول (7) أطوال نباتات الذرة.

جدول (7): متوسط طول النبات(سم) بعد شهر من زراعة نبات الذرة.

	M0	**M1**	**M2**	**M3**	**$LSD_{0.05}$**
Ψ1 400 ميللي بار	54	48.3	52.3	63.3	5.17
Ψ2 600 ميللي بار	45.6	52.6	58.7	48.3	6.19
Ψ3 800 ميللي بار	43.3	42	51	57.8	7.01
$LSD_{0.05}$	6.92	3.6	8.62	4.97	

ازداد طول النبات عند الشد الرطوبي 400 ميليبار مع معدل الإضافة من الهيومات M3 = 3.6 كغ/دونم وبلغ أعلى ارتفاع 63.3 سم مقارنة بمستويات الإضافة الأدنى –M0 وM1 وM2، بينما حقق نبات الذرة أعلى ارتفاع عند معدل إضافة M2 = 1.8 كغ هيومات/دونم عند الشد الرطوبي 600 ميليبار. أما في معاملات الشد الرطوبي 800 ميليبار فيصبح تأثير إضافة الهيومات معنوياً مع معدل الإضافة 3.6 كغ/دونم (المعاملة M3). وبالتحقق من أثر الشد الرطوبي عند كل مستوى من مستويات إضافة الهيومات فيبدو التأثير السلبي لزيادة الشد الرطوبي على ارتفاع نباتات الذرة حيث ينخفض من 54 و 48.3 و 52.3 و 63.3 سم في المعاملات M0 إلى M3والشد الرطوبي 400 ميلييبار ليصبح طول النبات 43.3 و 42 و 51 و 47.8 لذات المعاملات من الإضافة من الهيومات عند الشد الرطوبي 800 ميليبار. وبحساب نسبة الانخفاض في ارتفاع النبات مع زيادة الشد الرطوبي من 400 إلى 800

ميليبار يظهر الأثر الإيجابي لإضافة الهيومات التي بزيادة معدل إضافتها تقل نسبة الانخفاض في ارتفاع نباتات الذرة وكانت معدلات انخفاضها بنسبة 20 و 13 و 2.5 و 9 % في المعاملات M0 و M1 و M2 و M3، على التوالي. تبدو هذه النتيجة متوافقة مع Awwad وآخرون (2015) الذين بينو أن أعلى ارتفاع لنبات الذرة يصل إليه عند نسبة إضافة من هيومات البوتاسيوم 3.57 كغ/دونم ورطوبة قريبة من السعة الحقلية، والتي هي تحت ظروف تجربتنا 400 ميليبار ومعدل الإضافة 3.6 كغ هيومات/دونم (جدول 7). وليس من المستغرب أن يؤثر الإجهاد المائي برفع الشد الرطوبي إلى 600 و 800 ميليبار سلباً على نمو نباتات الذرة الصفراء في مرحلة النمو الخضري حيث تكون احتياجات النباتات المائية عالية مرافقة لانقسام الخلايا واستطالتها (Cakir, 2004).

7- تأثير هيومات البوتاسيوم والشد الرطوبي على مساحة المسطح الورقي (سم2):

تلعب مساحة المسطح الورقي دوراً هاماً لاعتراض النبات للضوء ولذلك تأثير كبير على النمو والتنفس، وعمليات تراكم المادة الجافة، ولذا فقد تم قياس مساحة المسطح الورقي (سم^2) بأخذ أقصى طول للورقة وأقصى عرض لها وعدد الأوراق وحسبت تبعا لمعادلة (Sakalova,1997)، ويوضح الجدول 8 بيانات المسطح الورقي.

جدول (8): مساحة المسطح الورقي سم ^{2} (بعد 63 يوم من زراعة نبات الذرة).

	M0	**M1**	**M2**	**M3**	**$LSD_{0.05}$**
Ψ1 400 ميللي بار	1677.8	1888.6	1632	2165.8	142.2
Ψ2 600 ميللي بار	1724.0	2158.6	2476.0	2051.1	205.5
Ψ3 800 ميللي بار	1055.1	1716.2	1639.8	1731.6	164.4
$LSD_{0.05}$	168.4	196.1	161.3	207.6	

تبين من الجدول (8) أن المسطح الورقي للنبات يزداد عند نفس الشد الرطوبي مع زيادة معدل الإضافة من الهيومات وكان هذا المسطح أعلى ما يمكن عند 600 ميللي بار ومستوى إضافة 1.8 كغ/دونم حيث بلغ (2476سم^2)، ولكن عند الشد الرطوبي 800 ميللي بار كان المسطح الورقي أقل منه عند 400 و 600 وهذا ربما يعود إلى إجهاد مائي بالتربة أدى لنقص المسطح الورقي، وعند نفس مستوى الإضافة نلاحظ بأن المسطح الورقي ينخفض مع زيادة الشد الرطوبي وخاصة عند مستوى الإضافة المرتفع، وهذا يتطابق مع النتيجة التي توصل إليها Hall وآخرون (1981) الذين أشاروا إلى حدوث انخفاض المساحة الورقية لنبات الذرة الصفراء عند تعريضها لنقص المحتوى الرطوبي في التربة، وهو ربما ما تسببت فيه زيادة الشد الرطوبي تحت ظروف تجربتنا إلى 600 و 800 ميليبار.

الاستنتاجات والتوصيات:

1-تبين النتائج أن الكثافة الظاهرية للتربة عند جميع مستويات الشد الرطوبي انخفضت معنوياً مع زيادة مستوى الإضافة من الهيومات بكل المعاملات مقارنة بالمعاملة بدون إضافة هيومات البوتاسيوم.

2-لقد زادت نسبة الماء المتاح في التربة عند مستوى الإضافة 3.6 كغ هيومات/دونم بمقدار 5.47-5.33-5.14% على التوالي عند مستويات الشد الرطوبي (400-600-800 ميلليبار) مقارنة بالمعاملات لذات الشد الرطوبي وبدون إضافة الهيومات.

3-أظهرت الدراسة أن الثوابت التجريبية (b،a) تزداد مع زيادة نسبة الإضافة من المادة العضوية عند جميع مستويات الشد الرطوبي.

4-أدت إضافة هيومات البوتاسيوم لزيادة في المسطح الورقي مع زيادة نسبة الإضافة عند نفس الشد الرطوبي وانطلاقاً من ذلك نوصي بما يلي:

1-إجراء الدراسة على أنواع أخرى من الترب لمعرفة مستوى الإضافة المناسب من هيومات البوتاسيوم في تحسين الخواص الفيزيائية للتربة.

2-التوصية باستخدام التسميد العضوي (الهيومات) بمعدل 1.8 كغ/دونم لنبات الذرة الصفراء على تربة طينية سلتية.

المراجع:

1.ابراهيم، جهاد، بركات، منى. *فيزياء التربة*، منشورات جامعة تشرين، 2013

1-AWWAD, M.S; K.S. El-HEDEK; M.A. BAYOUMY and T.A. EID. *EFFECT OF POTASSIUM HUMATE APPLICTION AND IRRIGATION WATER LEVELS ON MAIZE YIELD*. J.Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ.,EGYPT Vol, 6 ,N.4 2015,461 - 482,

2-BERNHARAT, C. *Uber die Berechnung der Fahhgeschwindigokeit Kugelformiger Teilcheninzahen Medic*_Bergakademie2 1967,104_199,Freiberg,Germany

3-BHATTACHARYYA, R.; CHANDRA, S.; SINGH, R.D.; KUNDU,S.; SRIVASTVA, A.K. & GUPTA, H.S. *Long-term farmyard manure application effects on properties of a silty clay loam soil under irrigated wheat-soybean rotation*.Soil Tillage Res Vol 94,2007:386-396.

4-BUCK T and BRUNSELL N A. *Soil moisture controls on carbon and water cycling*. Ecological Forecasting Annual Symposium.19 April 2008. Lawrence

5-BRESSON, L.M., KOCH, C., LE BISSONNAIS, Y., BARRIUSO, E. & LECOMTE, V. *Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application.* *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65, 2001, 1804-1811.

6-CRISTENSEN, B.T. *Carbon in primary and secondary organomineral complexes*. *In:*Carter, M.R, Stewart, B.A (Eds.), Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils. Lewis Publishers, Boca Raton, New York, 1996 pp. 97-165.

7-CAKIR , R. . *Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn* . Field Crops Research vol.89, 2004, 1–16.

8-DERMIYATI.. *Sustainable organic farming systems (Sistim Pertanian Organik Berkelanjutan)*. Yogyakarta. 2015 p.33.

9-El-FAYOUMY, M.E. and H.M. RAMADAN,. *Effect of bio-organic manure on sandy soils amelioration and peanut productivity under sprinkler irrigation system*. Egypt. J. Soil Sci., 42(3, 2002 , 838.

10-FORTUN, C., A. FORTUN and G. ALMENDROS. *The effect of organic materials and their humified fractions on the formation and stabilisation of soil aggregates*. *Sci. Total Environ*. 81-82: 1989, 561-568

11-GARDNER,W.R.;HILLEL,D.;BENYAMINIi,y. *Post irrigation movement of soil water*.l.redistribution.Water resour .Res.USA, 1970,851-861

12-GUL,H., KHATTAK,R.A., MUHAMMAD,D.& SHAH,Z. *PHYSICAL PROPERTIES OF SOILS UNDER SUB-SURFACE DRAINAGE SYSTEM*. Sarhad J. Agric. Vol.27, No.2, 2011

13-HALL ,A.J.; J.H.LEMOCOFF, and N.TRAPANI . *Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield its components and their determinants*.Mayduca.VOL.26,1981,19-38

14-HARTGE, K. H; und HORN, R. *Einführung in die Bodenphysik Ferdinand Enke*, Verlag Stuttgart, Germany, 1991, P303

15-HORN, R. AND A. SMUCKER. *Structure formation and its consequences for gas and water transport in unsaturated arable and forest soils.* Soil & Till. Res. 82, 2005,5-14.

16-HUANG PM, HARDIE AG *Formation mechanisms in humic substances in the environment*. In 'Biophysical-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems'. (Eds N Senesi, B Xing, PM Huang), 2009, pp. 41–109. (John Wiley & Sons: Hoboken, New Jersey)

17-IJAZ ,A; SAFDAR, A; K, KHAN; F, HASSAN., K, BASHIR; Z, ABBAS; M, AHMAD., A, SHAKEELl. *Use of coal derived humic acid as soil conditioner for soil physical properties and its impact on wheat crop yield* . International Journal of Biosciences Pakistan, Vol.6 ,No.12, 2015, pp.81-89

18-KUNZE, U.: PETELKAU, A:*Die Lagerungsdichte des Bodens als wesentliche stuerungsgrÖbe FÜr die Boden –bearbeituny wissenschaftliche.*Beitrdge.MLU.Halle-wittenberg 14-22 Hallc,GERMANY, .(1980)35-56.

19-KHOSHKHAN,M.,M,R,DALALIAN.,A,HOUSHANG ., H,Z, MOGHBELI .*The Effect of Potassium Humate, Chicken Feathers and Vermicompost on the Water Retention Curve* J. Appl. Environ. Biol. Sci., 5(9), 2015,254-258,

20-LQBAL,M., KHAN,AG., HASSAN,AU., RAZA,M.W.& AMJAD,M. *Soil Organic Carbon, Nitrate Contents, Physical properties and Maize Growth as Influenced by Dairy Manure and Nitrogen Rates***.** INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY. 11–284/MFA/2012/14–1–20–28

21-MACKOWIAK, C.L., P.R. GROSSEL and B.G. BUGBEE.. *Beneficial effects of humic acids on micronutrients availability to wheat*. Soil Science Society of America Journal 65,2001,1744-1750.

22-MACCARTHY P *The principles of humic substances*. *Soil Science* 166, 2001,738–751.

23-MARCHNER,H.*Mineral nutrition of higher plants,* Academic Press, London, U.K. 1995

24-MISOVIC,M.S..*Maize breeding methodologies for environmental stress*.IN:Brandolini,A and Salamni, F..Breeding strategies maize for production improvement in topics, Florence and Bergam,Italy. 1985,207-227

25-MONA K.M. ABDEL-RAZEK NADIA M. HEMEID and HABASHY R. NADER,2011. *Beneficial Effect of Some Organic Soil-Conditioning Agents for Improving Sandy Soil Productivity Under Sprinkler Irrigation System.* Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 12-20, 2011 ISSN 1991-8178

26-MOUSA, A. A. *Effect of Using Some Soil Conditioners on Salt Affected Soil Properties and Its Productivity at El-Tina Plain Area, North Sinai, Egypt. J. Soil Sci*. 57, No. 1,2017, pp. 101 - 111 *Soil Conservation Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt.*

27-MENGEL K. and E.A. KIRKBY .*Principles of plant nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands,2001.
28-NIMMO, J.R., , *Porosity and Pore Size Distribution*, in Hillel, D., ed. Encyclopedia of Soils in the Environment: London, Elsevier,VOL 3, 2004, p. 295-303.
29-PAPINI, R., VALBOA, G., FAVILLI, F., L'ABATE, G.*Influence of land use on organic carbon pooland chemical properties of Vertic Cambisols in central and southern Italy*. Agri. Ecosyst. Environ.140, 2011, 68–79
30-PETELKAU,H: *Auswirkungen von Schadverdichtungen auf Bodeneigenschaften und Pflanzenertrag Sowie Mabnahmenzu ihrer Minderung*.Tag.-Ber.,Akad .Landwirtsch-wiss ,Berlin 227,S. .(1984)25-34Germany
31-PETTIT, R.E. ORGANIC MATTER, HUMUS ,HUMATE,HUMIC ACID , FULVIC ACID, AND HUMIN:Their Importance in soil fertility and plant Health.Emerritus Associate Professor Texas A&M University,2009,.65p
32-PICCOLO A, PIETRAMELLARA G, MBAGWU J *Effects of coal derived humic substances on water retention and structural stability of Mediterranean soils*. *Soil Use and Management* 12, 1996, 209–213.
33-PICCOLO A *The supramolecular structure of humic substances*. *Soil Science* 166, 2001,810–832.
34-RAWLS, W.J., PACHEPSKY, Y.A, RITCHIE, J.E., SOBECKI, T.M., BLOODWORTH, H. *Effect of soil organic carbon on soil water retention*. Geoderma 116, 2003 61-76
35_ROKAIA,N.,M.AABDULAZIZ,I,ABDULHAMID,S.SALAMEH,Y.MOHAMMED, T.ALI DIB,F.SAAD. *Field crop production ,SYRIA,* 2005
36-RIVERA-HERNANDEZ, B., E.CARILLO-AVILLA, J.J.OBRADOR OLAN, and L.A. ACEVES-NAVARRO. *Morphological quality of sweet corn (Zeamays L.) ears as response to soil moisture tension and phosphate fertilization in Campeche*, Mexico. Agr. Water Mgt. 97,2010,1365–1374-.
37-RIVERA-HERNANDEZ, B.; CARILLO-ÁVILLA, E.; OBRADOR-OLAN, J. J.; JUARES- LOPEZ, J. F.; ACEVES-NAVARRO, L. A.; GARCIA-LOPEZ, E. *Soil moisture tension and phosphate fertilization on yield components of A-7573 sweet corn (Zea mays L.) hybrid, in Campeche, Mexico*. Agricultural Water Management, v.96, 2009,p.1285-1292,.
38-RYAN, J;, ESTEFAN,G,and RASHID ,A .*Soil and Plant Analaysis Laboratory Manual2*, ICARDA .NARC,2003,172p.
39-SAKALOVA,G.U.*Environment and experimental of growth* .Academic press Moscow .Russia 1997.360
40--SETTER, T.L., FlANNIGAN, B.A. and MELKONIAN, J. *Loss of Kernel Set Due to Water Deficit and Shade in Maize: Carbohydrate Supplies, Abscisic Acid, and Cytokinins*. Crop Science, 41, 2001,1530-1540.
41-SOHNBERG,W.*Ein Beitrag zur Seryenmassigen Bestimmung der Wasserdurchlassigkeit an Strukturpropen*.Thar,Arch.5.S. 1965,756-765.Germany
42-STEVENSON, F.J. & COLE, M.A. *Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*, 2nd edn. Johan Wiley & Sons, New York. 1999
43-SULEIIMAN, A .;RITCHIE, *Estimating Saturated Hydraulic Conductivity from So Porpsity* , Transaction of the ASABE.vol.44,N.2, 2001,235-339
44-TAHIR, M.M; Khurshid M; Khan M Z; Abbasi M K; Kazmi M H. *Lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils*. Pedosphere Vol.21 N.1,2011 124-131

45-TURSKI R., SOWINSKA-JURKIEWICZ A., HETMAN J. *Zarys gleboznawstwa. Wyd.* AR, 1999
46-TGL 24300/05:*Aufnahme landwirtschaftlich genutzter standorten,Kornungsarten undskelettgehalt*_6S.,Akad.landw.wiss,Berlin,1985.
47-WANG,H.;TIEJUN,S.;DAVID,A. *Field evidence of a negative correlation between saturated hydraulic conductivity and soil carbon in a sandy soil*, Water Resources Research, Volume 45,Issue 7, 2009, USA.
48-WIGENA, P. G., L. Angaria and J. Purnomo. *Technology of nutrients and organic matter in the sustainable drylands farming at the arid*. Soil Research Institute, Indonesian Ministry of Agriculture. 2015