تأثير إضافة مستويات مختلفة من ماء الجفت (OMW) وهيومات البوتاسيوم إلى طبقة التربة تحت السطحية في منحنيات الشد الرطوبي والثوابت الهيدروديناميكية لهذه الطبقة

م. رشا بدور* د. جهاد إبراهيم** د. ربيع زينة***

(الإيداع: 25 تشرين الأول 2023، القبول:26 شباط 2024)

الملخص:

نفِّذ البحث في العروة الخريفية على تربة ذات قوام طيني سلتي في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (محطة ستخيرس) عام 2019 حيث تضمنت الدراسة تسعة معاملات (W0H0 الشاهد بدون تفكيك ميكانيكي وبدون إضافة، أما المعاملات الأخرى فأضيفت أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية وهي: W0H1 إضافة هيومات البوتاسيوم بتركيز 1كغ/ دونم فقط، W0H2 إضافة هيومات البوتاسيوم بتركيز 2كغ/دونم فقط، W1H0 إضافة ماء الجفت بتركيز 2ل/م^2 فقط، W1H1 إضافة ماء الجفت بتركيز 2ل/م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 1كغ/ دونم، W1H2 إضافة ماء الجفت بتركيز 2ل/م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 2كغ/ دونم ، W2H0 إضافة ماء الجفت بتركيز 4ل/م^2 فقط،W2H1 إضافة ماء الجفت بتركيز 4ل/م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 1كغ/ دونم، W2H2 إضافة ماء الجفت بتركيز 4ل/م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 2كغ/ دونم)، هدف البحث إلى تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم وماء الجفت في منحنيات الشد الرطوبي وفي الثوابت الهيدروديناميكية (a, b) لطبقة التربة تحت السطحية.

أظهرت النتائج أن المحتوى الرطوبي للتربة قبل pF2.8 أعلى في المعاملات التي أضيف لها ماء الجفت وهيومات البوتاسيوم وخاصة في مستويات الإضافة الأعلى W2H2، أما المحتوى الرطوبي للتربة بعد pF2.8 يكون أعلى في معاملة الشاهد، ويعزى ذلك إلى تغير توزيع النظام المسامي في التربة. كما زادت قيمة الثابتين (a,b) بمقدار (0.23484 ، 3.278) على التتالي في المعاملة W2H2 مقارنة بالشاهد، وهذا يعد مؤشرا جيدا على إتاحة الماء للنبات بشكل أكبر بالنسبة للمعاملات المضاف لها ماء جفت وهيومات البوتاسيوم عند نفس قيمة الشد الرطوبي. كما ارتفعت نسبة الماء المتاح 4.4% حجما في المعاملة W2H2 مقارنة بالشاهد.

الكلمات المفتاحية: ماء الجفت _ هيومات البوتاسيوم _ منحنيات الشد الرطوبي _ طبقة التربة تحت السطحية.

*طالبة دراسات عليا(دكتوراه) – قسم علوم التربة والمياه – كلية الهندسة الزراعية– جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

**أستاذ – قسم علوم التربة والمياه – كلية الهندسة الزراعية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

***باحث – الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – اللاذقية – سورية.

Effect of Adding Different Levels of Olive Mill Wastewater (OMW) and Potassium Humate to The Subsurface Soil Layer on The Moisture Tension Curves and Hydrodynamic Constants of This Layer

Eng. Rasha Baddour * Dr.Jihad Ibrahim** Dr. Rabee Zainah***

(Received: 25 October 2023 , Accepted:26 February 2024)

Abstract:

The research was carried out in the autumn season on soil with a silty clay soil at the Center of Scientific Agricultural Research in Latakia (Settkhiris Station) in 2019.The study includeded nine treatments (W0H0) (control) without mechanical dismantling and without addition. As for the other parameters, they were added during the mechanical dismantling of the subsurface soil layer, which are : W0H1 adding potassium humate at a concentration of 1 kg/dunum only, W0H2 adding potassium humate at a concentration of 2 kg/dunum only, W1H0 adding olive mill wastewater at a concentration of 2 liters/m2 only, W1H1 adding olive mill wastewater at a concentration of 2 liters/m2 and potassium humate at a concentration of 1 kg/dun, W1H2 adding olive mill wastewater at a concentration of 2 L/m2 and potassium humate at a concentration of 2 kg/dunum, W2H0 adding olive mill wastewater at a concentration of 4 L/m2 only, W2H1 adding olive mill wastewater at a concentration of 4 L/m2 and potassium humate at a concentration of 1 kg/dunum, W2H2 adding olive mill wastewater at a concentration of 4 L/m2 and potassium humate at a concentration of 2 kg / dunum) .The research aimed to investigate the effect of adding different levels of potassium humate and olive mill wastewater on the moisture tension curves and on the hydrodynamic constants (a, b) of the subsurface soil laye. The results showed that the moisture content of the soil before pF2.8 is higher in the treatments to which olive mill wastewater and potassium humate were added, especially at the higher levels of W2H2 addition. However, the moisture content of the soil after pF2.8 is higher in the control treatment, and this is attributed to the change in the distribution of the porous system in the soil. The value of the constants a and b) also increased by (0.23484, 3.278) respectively in the W2H2 treatment compared to the control. This is a good indicator of greater water availability to the plant for the treatments to which olive mill wastewater and potassium humate were added at the same moisture tension value. The percentage of available water increased by 4.4% by volume in the W2H2 treatment compared to the control.

Keywords: olive mill wastewater _ potassium humate _ moisture tension curves _ subsurface soil layer.

*Postgraduate student, Ph.D., Department of soil sciences and water, faculty of Agriculture, TishreenUniversity, Lattakia, Syria.

**Professor ,Department of soil sciences and water ,faculty of Agriculture, TishreenUniversity, Lattakia, Syria.

***Researcher, General Commission for Scientific and Agricultural Research, Lattakia, Syria

1.المقدمة:

يعد ماء الجفت مصدرا غير مكلف للمواد العضوية وغير العضوية التي يمكن الحصول عليها لأهميتها الاقتصادية أو قابليتها للتحول إلى منتجات يمكن استخدامها في الزراعة والتكنولوجيا الحيوية والصناعات الغذائية، حيث يوجد قرابة 750 مليون شجرة زيتون منتجة حول العالم منها 98% في منطقة المتوسط حيث يُنتج أكثر من 97% من الزيت، ويتغير تركيب ماء الجفت حسب: نوع الزيتون، المنطقة المزروعة ونوع التربة، استخدام الأسمدة والمبيدات، مرحلة النضج ووقت الجني، المناخ وظروف الطقس السائدة، وحسب طريقة استخلاص الزيت (Tsagaraki *et al.*, 2006)، وهنا تجدر الإشارة إلى إنتاج أكثر من 30 مليون متر مكعب سنويا من مياه مخلفات عصر الزيتون في بلدان زراعة الزيتون المتوسطية (D'Annibale *et al.*, 2004)، حيث أن الدول المنتجة الرئيسية لزيت الزيتون هي أسبانيا 36%، إيطاليا 27%، اليونان 15%، تونس وسوريا 6%، وتركيا 4% (Buckland and Gonzales, 2010) .

بشكل عام الطلب البيوكيميائي للأوكسجين مرتفع في ماء الجفت وفيه محتوى عال من المادة العضوية (سكريات، عديدات سكريات ، عديدات الكحول، أحماض عضوية بروتينية، وزيت) ويحوي كميات كبيرة من المواد الصلبة العالقة والعناصر المعدنية (Niaounakis and Halvadakis, 2004).

يمكن استخدام ماء الجفت غير المعالج سنويا للمحاصيل ولري الأشجار كمصدر غير مكلف للعناصر الغذائية في البلدان المتوسطية، كون إضافة ماء الجفت حتى لو تكررت عدة سنوات كان لها تأثيرا ضعيفا على الرقم الهيدروجيني ومحتوى التربة من البوليفينولات (Vella *et al.*, 2016).

أشار Mohawesh *et al.*, (2013) إلى إمكانية تطبيق ماء الجفت في المناطق الجافة وشبه الجافة لتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة، حيث انخفضت الكثافة الظاهرية معنويا عند تطبيق ماء الجفت على تربة سلتية لومية وكان هذا متوقعا بسبب زيادة محتوى المادة العضوية في التربة إذ انخفضت الكثافة الظاهرية بمقدار (0.17 ، 0.22) غ/سم^3 بعد (5 ، 15) سنة من تطبيق ماء الجفت على التتالي، وزادت المسامية الكلية كذلك بمقدار (6 ، 8) % بعد (5 ، 15) سنة من تطبيق ماء الجفت على التتالي، كما لوحظ انخفاضا كبيرا بنسبة المسام الكبيرة.

تعد الهيومات أكثر أنواع المواد الهيومية انتشاراً، وهي منتجات تجارية محضرة عادة من الليوناريديت Leonardite الذي يحوي 60% من الأحماض الهيومية والفولفية وعلى الأرجح فإن الهيومات التجارية تتكون من مزيج من الهيومات والفولفات والهيومين وبعض المواد التي يمكن وجودها في مناجم الليوناريديت (Stevenson, 1994). أدت إضافة الأحماض العضوية بمعدل 30 ل/ هـ إلى زيادة معنوية في المسامية الكلية بمقدار 2.29% (Hassan *et al.*, 2023)، حيث سببت هذه الأحماض انخفاضا في الكثافة الظاهرية عند زيادة مستويات الإضافة مما انعكس إيجابا على زيادة مسامية التربة (Gunal *et al.*, 2018). يمكن لأحماض الهيوميك أن تزيد من فعالية الري حيث تحسن قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء (Akimbekov *et al.*, 2020). تجدر الإشارة إلى فعّاليّة هيومات البوتاسيوم في تحسين ثباتية الحبيبات لكل من الترب الحامضية والترب الصودية(Imbufe *et al*, 2005). حيث أن هذه الثباتية تحدث نتيجة لتشكل معقدات (الطين– الهيومات) والتي تحمي التربة من تأثيرات التفكك (Piccolo and Mbagwu,1994).

إن تقييم الخصائص الفيزيائية للتربة تعطي فكرة عن جودة التربة، بما فيها منحنيات الشد الرطوبي إذ تعد من أهم الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية للتربة بحيث تعطي فكرة عن توزع النظام المسامي في التربة، وتحدد الثوابت المائية في التربة كالسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم والماء المتاح، كما تحدد السعة المائية النوعية للتربة $(d\boldsymbol{\theta}/d\boldsymbol{\Psi})$ وبالتالي يمكن الاستفادة منه في حساب معامل التوصيل الهيدروليكي غير المشبع Ku وفق العلاقة التالية: $Ku= D. (d\boldsymbol{\theta}/d\boldsymbol{\Psi})$ حيث أن D

الانتشارية الهيدروليكية للتربة ويمكن تحديدها مخبريا، كما أن الثوابت الهيدروديناميكية في التربة لها أهمية كبيرة في دراسة حركة الماء بالخاصة الشعرية وتنظيم مستوى الماء الأرضي (ابراهيم وبركات، 2012).

2.هدف البحث:

1. تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم وماء الجفت في منحنيات الشد الرطوبي لطبقة التربة تحت السطحية.
2. تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم وماء الجفت في الثوابت الهيدروديناميكية (a, b) لطبقة التربة تحت السطحية.

3.مواد وطرائق البحث:

نفذ البحث بتجربة حقلية في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية (محطة ستخيرس) على تربة سلتية طينية منضغطة في طبقاتها تحت السطحية (20–50) سم حيث بلغت الكثافة الظاهرية فيها 1.40 غ / سم^3 ، وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بتسع معاملات و ثلاث مكررات. علما أن مساحة القطعة التجريبية 3*3 = 9 م^2. وفق المعاملات التالية:

W0H0 الشاهد بدون تفكيك ميكانيكي وبدون إضافة.

W0H1 إضافة هيومات البوتاسيوم بتركيز 1 كغ/ دونم فقط أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W0H2 إضافة هيومات البوتاسيوم بتركيز 2 كغ/ دونم فقط أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W1H0 إضافة ماء الجفت بتركيز 2 ل/ م^2 فقط أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W1H1 إضافة ماء الجفت بتركيز 2 ل/ م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 1 كغ/ دونم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W1H2 إضافة ماء الجفت بتركيز 2 ل/ م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 2 كغ/ دونم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W2H0 إضافة ماء الجفت بتركيز 4 ل/ م^2 فقط أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W2H1 إضافة ماء الجفت بتركيز 4 ل/ م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 1 كغ/ دونم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

W2H2 إضافة ماء الجفت بتركيز 4 ل/ م^2 و هيومات البوتاسيوم بتركيز 2 كغ/ دونم أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية.

نفذ البحث عام 2019 (إضافة المواد للتربة) على تربة طينية سلتية حيث أخذت عينات تربة (مخربة البناء، غير مخربة البناء) قبل الزراعة عند رطوبة تربة 75–80% من السعة الحقلية لتحديد بعض خواصها الفيزيائية وبعض الخواص الكيميائية من العمقين 0–20 سم و 20–50 سم، فكانت النتائج موضحة بالجدول (1) إذ تعد هذه التربة كلسية فقيرة بالمادة العضوية.

الجدول رقم (1): بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة قبل الزراعة

التحليل	العمق 0–20 سم	العمق 20–50 سم	الطريقة المستخدمة
نسبة الطين%	45.89	47.36	الهيدروميتر
نسبة السلت %	50.51	47.33	الهيدروميتر
نسبة الرمل %	3.6	5.29	الهيدروميتر
نوع التربة	uT (طينية سلتية)	uT (طينية سلتية)	مثلث القوام الألماني
نسبة المادة العضوية %	0.92	0.73	الهضم الرطب
نسبة كربونات الكالسيوم الكلية% (الكربونات الكلية)	43.7	43.2	المعايرة
نسبة كربونات الكالسيوم الفعالة % (الكلس الفعال)	23	25	المعايرة (دورينو)
سعة التبادل الكاتيوني م.م / 100 غ تربة	37.7	35.5	خلات الصوديوم
نقطة الذبول الدائم % وزنا	18	18.5	جهاز الضغط الغشائي
السعة الحقلية % حجما	36	35	جهاز الضغط الغشائي
الكثافة الظاهرية غ/ سم^3	1.18	1.4	الاسطوانات
الكثافة الحقيقية غ/ سم^3	2.6	2.63	البكنومتر
حد الانكماش % وزنا	16	16.4	جهاز الضغط الغشائي

أما طريقة التفكيك وإضافة ماء الجفت الموضح تركيبة في الجدول رقم (2) وهيومات البوتاسيوم ذو التركيب الكيميائي الموضح في الجدول رقم (3) فقد تم استخدام المفكك الميكانيكي (شكل1) الموصول مع أنبوب ومضخة لضخ الهيومات أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية حتى عمق 50 سم.

الجدول رقم (2): بعض مواصفات ماء الجفت المستخرج من معامل حديثة باستخدام طريقة الطرد المركزي ثلاثي الأطوار

الصفة	القيمة
الرقم الهيدروجيني	5.9–4.5
نسبة المادة العضوية %	15
المادة الجافة غ/ل	161–10
الأوكسجين الكيميائي المستهلك غ/ ل	200–15
الأوكسجين الحيوي المستهلك غ/ل	50–30
المواد الصلبة المعلقة غ/ل	9–6
الزيت غ/ل	29.8–0.4
الفينولات المتعددة الكلية غ/ل	7.1–0.4
الآزوت العضوي غ/ل	0.14–0.97
الفوسفور الكلي مغ/ل	495–42
الرماد غ/ل	12.5–0.4
البوتاسيوم غ/ل	2500–630
الكالسيوم مغ/ل	200–47
الحديد مغ/ل	31.5–8.8
الصوديوم مغ/ل	124–18
المغنزيوم مغ/ل	180–60
التوتياء مغ/ل	1.4–4.5
النحاس مغ/ل	3.4–1.1
المنغنيز مغ/ل	5.2–0.9
النيكل مغ/ل	0.3–1.5
الكوبالت مغ/ل	0.5–0.1
الرصاص مغ/ل	0.7–0.4

الجدول رقم (3): التركيب الكيميائي لهيومات البوتاسيوم التجارية

Potassium humates	80 – 85 %
Potassium (as K2O dry matter)	10 – 12 %
Total organic nitrogen	1.0 %
Dry matter	Approx. 85 – 90 %
Iron (Fe)	1.0 %
Others	2.0 %
Particle size of insoluble constituents	<100 μm
Solubility in Water	100 %
Product type	Water soluble granules

يوضح الشكل (1) المفكك الميكانيكي ومركب عليه أنبوب معدني لإدخال فرد الرش فيها لضخ الهيومات داخل التربة خلف المفكك مباشرة وعلى نفس عمق التفكيك الميكانيكي 50 سم بوساطة مضخة موضوعة على خزان يوضع فيه الهيومات بعد إذابتها في الماء حسب معدل الإضافة المطلوب وهذا الخزان موصول بالأنبوب المركب على المحراث بحيث يتم ضخ هذه المواد على عمق 50سم مباشرة أثناء التفكيك الميكانيك علما أن البعد بين خطي التفكيك هو 50 سم. تمت معايرة المضخة لضخ الهيومات بمعدل (1 كغ/ دونم) للمعاملة H_1 و(2 كغ/ دونم) للمعاملة H_2 ، وضخ ماء الجفت بمعدل (2 ليتر / م^2) للمعاملة W_1 و (4 ليتر / م^2) للمعاملة W_2 وذلك حسب سرعة الجرار أثناء التفكيك الميكانيكي وحسب تدفق المرش خلال واحدة الزمن، ونفذ التفكيك عند حد الانكماش.

الشكل رقم (1): المفكك الميكانيكي مع أنبوب الضخ المثبت في نهايته حتى عمق الحراثة

منحنيات الشد الرطوبي والثوابت الهيدروديناميكية: بطريقة جهاز الضغط الغشائي بتطبيق ضغوط متزايدة على عينات التربة المشبعة غير المخربة البناء والمأخوذة بوساطة أسطوانات معدنية بحجم 100سم^3 من العمق المدروس (20– 50) سم، وفي دراستنا تم استخدام طريقة الضغط الغشائي بتطبيق الضغوط التالية: (pF1.8, pF2.5, pF3, pF3.5, pF4.2) ثم حسب المحتوى الرطوبي المقابل لكل شد رطوبي فكانت العلاقات من الشكل التالي: $\boldsymbol{\Psi} = a.\theta^b$

حيث أن: $\boldsymbol{\Psi}$ الشد الرطوبي، θ المحتوى الرطوبي، a,b ثوابت تجريبية (ابراهيم وبركات، 2012).

4.النتائج والمناقشة:

1.4. تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم وماء الجفت في منحنيات الشد الرطوبي لطبقة التربة تحت السطحية (20–50سم):

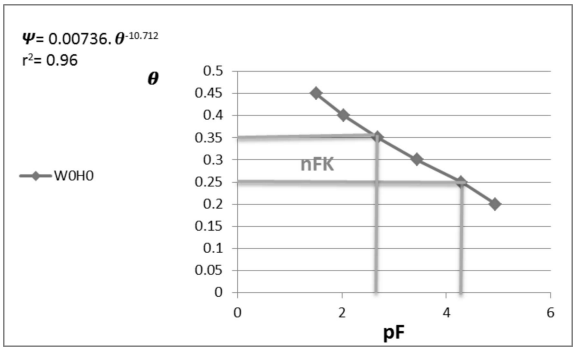
بعد إيجاد العلاقة بين الشد الرطوبي والمحتوى الرطوبي للتربة عند مستويات الضغط المختلفة المطبقة على العينات بعد إخراجها من جهاز الضغط الغشائي عند مستويات الضغوط المختلفة تم تحديد المحتوى الرطوبي للتربة ($\boldsymbol{\theta}$) كجزء من الواحد وتم إيجاد العلاقة بين لوغاريتم ($\boldsymbol{\theta}$) ولوغاريتم الشد الرطوبي ($\boldsymbol{\Psi}$) حيث أن ($\lg\Psi$ = pF) فتوصلنا إلى علاقة لوغاريتمية تم تحويلها إلى معادلة أسية من الشكل ($\boldsymbol{\Psi} = a.\theta^b$) وفق (Gardner *et al.*, 1970) لتحديد الثوابت التجريبية a و b للتربة وفق المعاملات المدروسة فكانت المعادلات الموضحة بالجدول (4):

الجدول رقم (4): معادلات منحنيات الشد الرطوبي للمعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20–50) سم

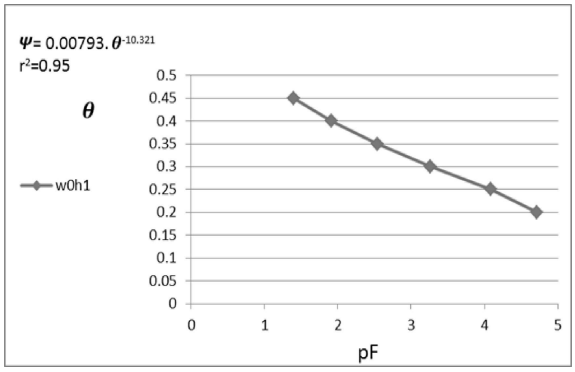
المعاملات	معادلة منحني الشد الرطوبي	معامل التحديد r^2
W0H0	$\Psi = 0.00736.\ \theta^{-10.712}$	0.96
W0H1	$\Psi = 0.00793.\ \theta^{-10.321}$	0.95
W0H2	$\Psi = 0.0202.\ \theta^{-9.3517}$	0.95
W1H0	$\Psi = 0.045.\ \theta^{-8.739}$	0.98
W1H1	$\Psi = 0.038.\ \theta^{-8.886}$	0.97
W2H1	$\Psi = 0.0859.\ \theta^{-8.227}$	0.93
W2H0	$\Psi = 0.1035.\ \theta^{-8.001}$	0.96
W2H2	$\Psi = 0.091.\ \theta^{-8.067}$	0.94
W2H2	$\Psi = 0.2422.\ \theta^{-7.434}$	0.96

وبعد إيجاد علاقات الارتباط بين الشد الرطوبي والمحتوى الرطوبي ومعامل التحديد (تم إيجاد معامل التحديد للمحافظة على قيمة موجبة لإعطاء فكرة عن شدة الارتباط بين الشد الرطوبي والمحتوى الرطوبي حيث أنه يعطي فكرة عن قوة الارتباط بين العوامل المدروسة سواء كانت العلاقة طردية أم عكسية) تم رسم منحنيات الشد الرطوبي كما هي موضحة في الأشكال رقم (2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10) إذ يلاحظ من هذه الأشكال أنه مع زيادة الشد الرطوبي ينخفض المحتوى الرطوبي للتربة. حيث تؤدي معاملة التربة بماء الجفت إلى زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالماء (Mekki *et al*, 2006; Mohawish *et al*, 2013). وهذا يتوافق مع Mohawish *et al*,(2013) الذي وجد أن المحتوى العالي من المادة العضوية لماء الجفت أدى إلى زيادة معنوية في قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

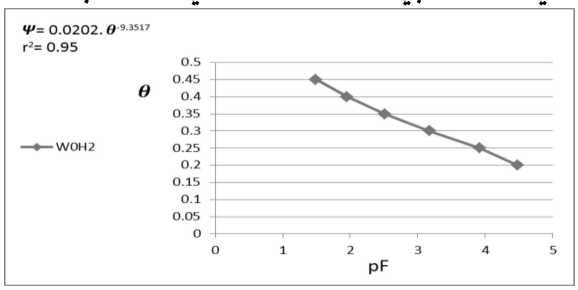
كما يلاحظ من الأشكال (2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10) أن المحتوى الرطوبي للتربة قبل pF2.8 أعلى في المعاملات التي أضيف لها ماء الجفت وهيومات البوتاسيوم وخاصة في مستويات الإضافة الأعلى، أما المحتوى الرطوبي للتربة بعد pF2.8 يكون أعلى في معاملة الشاهد (وهذا موضح جيدا في الشكل رقم 11)، ويعزى ذلك إلى تغير توزيع النظام المسامي في التربة لصالح المسامات الصغيرة أقل من 0.2 ميكرون. وهذا يتفق مع (Khoshkhan *et al*., 2015) حيث أدت إضافة هيومات البوتاسيوم إلى زيادة نسبة المسامات الصغيرة للتربة ذات القطر أقل من 0.2 ميكرون.



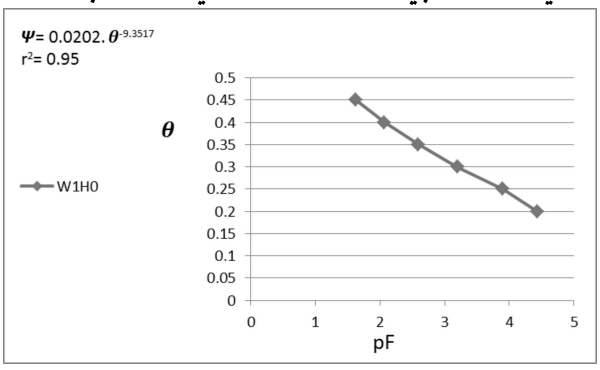
الشكل رقم (2): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W0H0 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



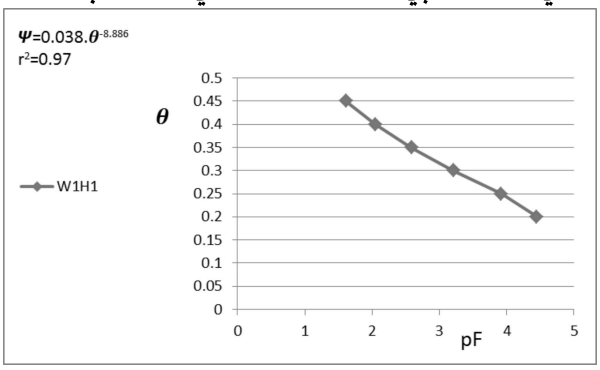
الشكل رقم(3): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W0H1 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



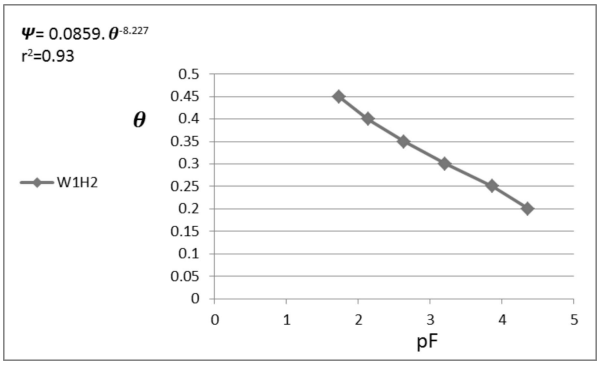
الشكل رقم (4): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W0H2 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



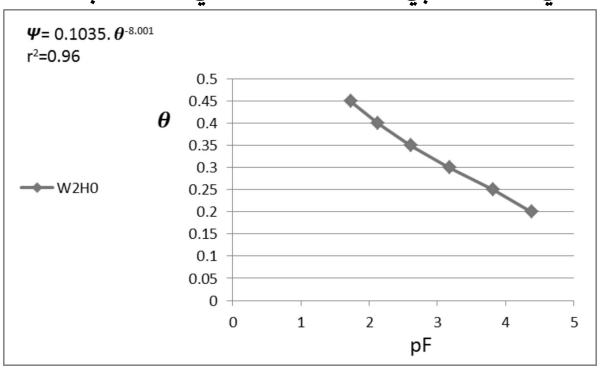
الشكل رقم (5): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W1H0 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



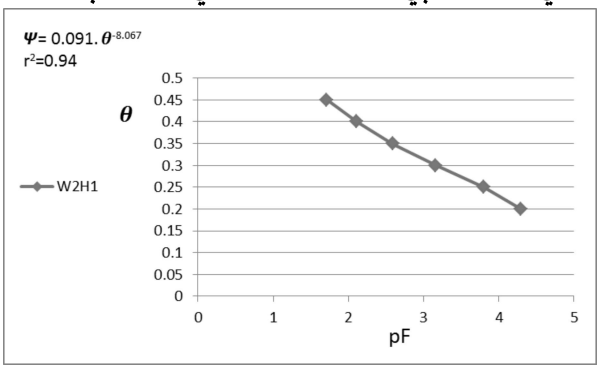
الشكل رقم (6): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W1H1 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



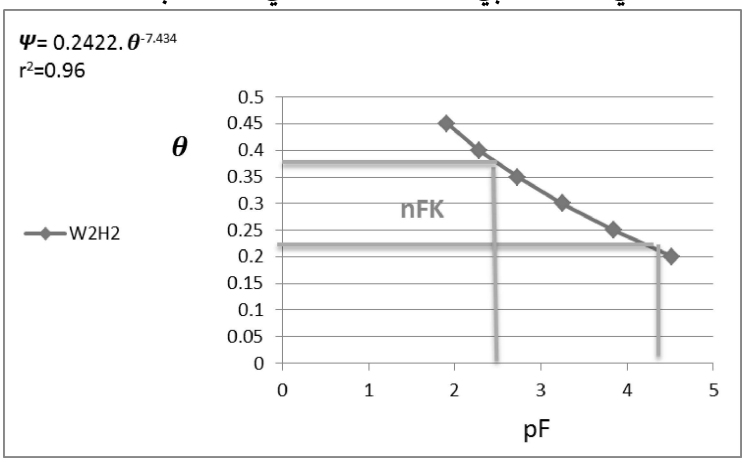
الشكل رقم (7): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W1H2 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



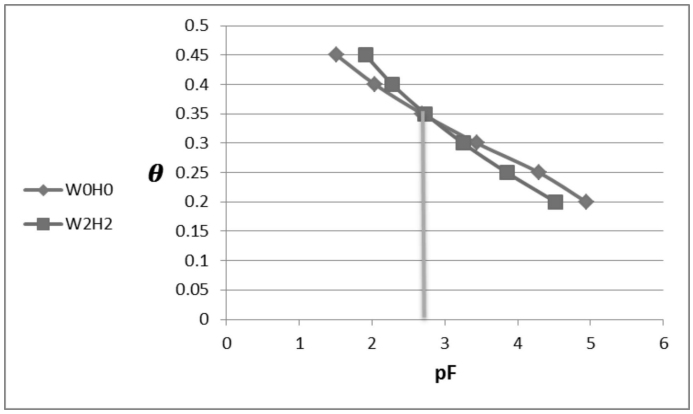
الشكل رقم (8): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W2H0 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



الشكل رقم (9): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W2H1 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



الشكل رقم (10): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملة W2H2 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم



الشكل رقم (11): يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملتين W0H0 و W2H2 في طبقة التربة تحت السطحية (20–50)سم

2.4. تأثير إضافة مستويات مختلفة من هيومات البوتاسيوم وماء الجفت في الثوابت الهيدروديناميكية والماء المتاح في طبقة التربة تحت السطحية (20–50سم):

بالنسبة للثوابت الهيدروديناميكية التي تم الحصول عليها من معادلات منحنيات الشد الرطوبي والموضحة بالجدول (5) إذ يلاحظ منه زيادة قيمة الثابتين (a ، b) مع زيادة مستوى الإضافة من ماء الجفت والهيومات، حيث زاد معنويا الثابت a من 0.00736 في معاملة الشاهد ليصل إلى 0.2422 في المعاملة W2H2، و 0.091 في المعاملة W2H1 و0.1035 في المعاملة W2H0 حيث تفوقت المعاملة W2H2 معنويا على باقي المعاملات بالنسبة للثابت a، كما زاد الثابت b من 10.712– في الشاهد ليصل إلى 7.434– في المعاملة W2H2 و8.067– في المعاملة W2H1 و8.001– في المعاملة W2H0 إذ تفوقت المعاملة W2H2 معنويا على باقي المعاملات باستثناء المعاملتين W2H1, W2H0 بالنسبة للثابت b ، وهذا يعد مؤشرا ممتازا على إتاحة الماء للنبات بكمية أكبر وبسهولة بالنسبة للمعاملات المضاف لها ماء جفت وهيومات البوتاسيوم عند نفس قيمة الشد الرطوبي. هذا وتدخل الثوابت الهيدروديناميكية في حساب كمية المياه الصاعدة بالخاصة الشعرية من مستوى الماء الأرضي إلى منطقة انتشار المجموع الجذري للنبات (ابراهيم وبركات، 2012).

الجدول رقم (5): متوسط قيم الثابتين a وb في العلاقات بين المحتوى الرطوبي والشد الرطوبي للمعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20– 50) سم

المعاملات	الثابت a	الثابت b
W0H0	0.00736	–10.712
W0H1	0.00793	–10.321
W0H2	0.0202	–9.3517
W1H0	0.045	–8.739
W1H1	0.038	–8.886
W1H2	0.0859	–8.227
W2H0	0.1035	–8.001
W2H1	0.091	–8.067
W2H2	0.2422	–7.434
$LSD_{\alpha 5\%}$	0.027	–0.692

كما يمكن حساب نسبة الماء المتاح بالاعتماد على منحنيات الشد الرطوبي التي تم التوصل إليها كما هو موضح في الشكلين (2 و 10) من خلال تحديد الرطوبة عند كل من السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم _ كما يمكن حسابة بالاعتماد على المعادلات السابقة _ إذ تم حساب نسبة الماء المتاح للمعاملات المدروسة أيضا وكانت النتائج موضحة في الجدول (6)، حيث يلاحظ من الجدول (6) ازدياد نسبة الماء المتاح للمعاملات المدروسة مقارنة بالشاهد، حيث بلغت زيادة نسبة الماء المتاح كنسبة مئوية حجماً 4.4 في المعاملة W2H2 مقارنة بالشاهد. كما بلغت هذه الزيادة 2.9 % حجما مقارنة بالشاهد في كل من المعاملتين W2H0 و W2H1. حيث تفوقت نسبة الماء المتاح (%حجما) في المعاملة W2H2 معنويا على باقي المعاملات، كما لم تلاحظ فروقا معنوية في نسبة الماء المتاح بين كل من المعاملات W2H0, W2H1, W2H2.

الجدول رقم (6): نسبة كل من (السعة الحقلية، نقطة الذبول الدائم، والماء المتاح) للنبات كنسبة مئوية حجما لكل من المعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20– 50) سم

المعاملات	السعة الحقلية FK (% حجما)	نقطة الذبول الدائم PWP (% حجما)	الماء المتاح nFK (% حجما)
W0H0	36.9	25.7	11.2
W0H1	35.8	24.5	11.3
W0H2	35.6	23.4	12.2
W1H0	36.3	23.2	13.1
W1H1	36.2	23.4	12.8
W1H2	36.8	22.9	13.9
W2H0	36.6	22.5	14.1
W2H1	36.5	22.4	14.1
W2H2	38.1	22.5	15.6
LSDα5%	0.955	0.609	0.953

5.الاستنتاجات:

1. زادت كمية الماء المتاح للنبات مع زيادة مستويات الإضافة من ماء جفت وهيومات البوتاسيوم عند نفس قيمة الشد الرطوبي حيث زادت بنسبة 4.4% حجما في المعاملة W2H2 مقارنة بالشاهد.
2. زيادة قيمة الثابتين (a_b) مع زيادة مستوى الإضافة من ماء الجفت وهيومات البوتاسيوم.
3. أكبر قيمة لزيادة الثابتين a وb كانت في المعاملة W2H2 بمقدار 0.23484 و 3.278 على التتالي مقارنة بالشاهد.

6.المقترحات:

1. ضرورة إضافة المخصبات لطبقة التربة تحت السطحية أثناء التفكيك الميكانيكي لهذه الطبقة من أجل تحسين الخواص الفيزيائية للتربة وزيادة إتاحة الماء للنبات عند نفس قيم الشد الرطوبي.
2. ضرورة متابعة هذا البحث على أنواع أخرى من الترب وتحديد مدى استمرارية فعالية هذه الإضافة مع مرور الزمن.

1.7.المراجع العربية:

1. **ابراهيم، جهاد؛ بركات، منى، (2012):** فيزياء التربة (الجزء النظري) – منشورات جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

2.7.المراجع الأجنبية:

1. **Akimbekov, N; Qiao, X.H; Digel, Y; Abdieva, G.Z.M; Ualieva, E.R.Z. and Zhubanova, A.Z.R (2020):** The effect of leonardite–derived amendments on soil microbiome structure and potato yield. Agriculture–Basel 10, 147. https://doi.org/ 10.3390/ agriculture 10050147.
2. **Buckland, G., and Gonzales ,A.C.(2010):** Trends in olive oil production, supply and consumption in Mediterranean countries from 1961 to the present day. Olives and olive oil in health and disease prevention. New York, USA: Elsevier Publications, Pp: 689–698.
3. **D'Annibale.A., Ricci. M., Quaratino.D., Federici. F.and Fenice, M.(2004):** Panus tigrinus efficiently removes phenols, color and organic load from olive–mill wastewater. Research in Microbiology 155, 596–603.
4. **Gardner, W. R., Hillel, D., and Benyamini, Y. (1970):** Post irrigation movement of soil water. 1. Redistribution. Water resour. Res. USA, 851–861.
5. **Gunal, E., Erdem, H., Çelik, İ. (2018):** Effects of three different biochars amendment on water retention of silty loam and loamy soils. Agricultural Water Management, 208, 232–244. doi:10.1016/j.agwat.2018.06.004
6. **Hassan, D., Abboud, A., and Kadhem, H. (2023):** Effect of Tillage Depths and Addition of Organic Acids on some Physical Properties and Yield of Wheat (Triticum eastvum L.). Fifth International Conference for Agricultural and Environment Sciences.
7. doi:10.1088/1755–1315/1158/2/022018
8. **Imbufe,A.B; Patti,A.F; Burrow,D; Surapaneni,A; Jackson,W.R; and Milner, A.D. (2005):** Effect of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. Geoderma, 125,321–330.
i. **Khoshkan, M., Dalalian, M.R., and Moghbeli, A.H.H.(2015):** The Effect of Potassium Humate, Chicken Feathers and Vermicompost on the Water Retention Curve. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 5(9): 254–258.
9. **Mekki,A., Dhaouib,A., and Sayadi, S. (2006):** Changes in microbial and soil properties following amendment with treated and untreated olive mill wastewater. Microbiological Research 161 , 93—101. doi:10.1016/j.micres.2005.06.001
10. **Mohawesh, O., Mahmoud, M., Janssen,M., and Lennartz,B.(2013):** Effect of irrigation with olive mill wastewater on soil hydraulic and solute transport properties. Int. J. Environ. Sci. Technol. DOI 10.1007/s13762–013–0285–1

11. **Niaounakis.M., and Halvadakis. C.P. (2004):** Olive–mill Waste Management: Literature Review and Patent Survey. Typothito–George Dardanos, Greece. P:430.
12. **Piccolo, A; and Mbagwu, J.S.C; (1994):** Humic substances and surfactants effects on the stability of two tropical soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, 950– 955.
13. **Stevenson, F. J. (1994):** Humus chemistry, Genesis, Composition, Reaction, John wily and Sons, New York
14. **Tsagarakl, H., Lazarides, H.N., Petrotos, K.B. (2006):** Olive mill waste treatment.
15. DOI: 10.1007/978–0–387–35766–9_8
16. **Vella, F. M., Galli, E., Calandrelli, R., Cautela, D., & Laratta, B. (2016):** Effect of Olive Mill Wastewater Spreading on Soil Properties. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 97(1), 138–144. doi:10.1007/s00128–016–1830–7