# Effect of application different levels of olive mill waste water to the subsurface soil layer on some physical and hydrodinamical properties of this layer during the mechanical dismantling

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

**(Received 17 / 10 / 2022. Accepted 28 / 2 /2023)**

## □ ABSTRACT □

Through the study conducted on silty clay soil on the effect of application different levels of olive mill waste water (OMWW) to the subsurface soil layer on some physical and hydrodynamical properties of this layer during mechanical dismantling, it was found that the bulk density decreased significantly after mechanical dismantling by 0.14 g/cm3 compared to the control, and it decreased by 0.2 g/cm3 when application the first level of olive mill waste water (2 liters/$m^2$), and 0.24g/cm3 when application the second level of olive mill waste water (4 liters/$m^2$) compared to the control.
The total porosity increased after mechanical dismantling by 1.34%, and by 7.46% when application the first level of (OMWW), and increased by 8.82% when application the second level of (OMWW) compared to the control. The pore size greater than 50 micron increased significantly after mechanical dismantling from 8.1% to 15.4%, and reached 14.43% when application the first level of (OMWW) , and 18.22% when application the second level of (OMWW) compared to the control 8.1%. The volume of air pores greater than 10 micron increased significantly after mechanical dismantling from 9.9% to 16.34%, and it became 18.02% at the first addition level, and 18.98% at the second application level compared to the control 9.9%. The pore size between 0.2 and 10 micron - responsible for the available water - increased after mechanical dismantling by 1.42%, which is an insignificant increase, while it increased significantly by 2.7% when application the first level of (OMWW) , and by 3.7% when application the second level of (OMWW) compared to the control. The size of the small pores - less than 0.2 micron - decreased significantly when mechanical dismantling from 25.2% to 22.68%, and decreased significantly to 21.84% when application the first level of (OMWW), and to 21.34% when application the second level of (OMWW) compared to the control. The saturated hydraulic conductivity coefficient increased significantly by 12.7 times with mechanical disassembly, and 15.8 times when application 2 liters/$m^2$ of (OMWW), and 23.3 times when application 4 liters/$m^2$ of (OMWW) compared to the control. The hydrodynamic constants of the soil increased with mechanical disassembly compared to the control. With an increase in the percentage of (OMWW) addition, it increased from 0.001345 in the control treatment to 0.0634 for the constant a, and from -11.9836 in the control treatment to -8.149 for the constant b.

**Keywords**: bulk density – air pores greater than 10 micron - mechanical disintegration- subsurface soil layer- olive mill waste water.

* **Professor ,Department of soil sciences and water ,faculty of Agriculture,TishreenUniversity,Lattakia,Syria.**
****Researcher, General Authority for Scientific and Agricultureal Research,Lattakia,Syria.**
*****Postgraduate student , Department of soil sciences and water ,faculty of agriculture,Tishreen-University,Lattakia,Syria.**

# تأثير إضافة مستويات مختلفة من ماء الجفت لطبقة التربة تحت السطحية في بعض الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية لهذه الطبقة أثناء التفكيك الميكانيكي

**د. جهاد ابراهيم***

**د. ربيع زينة ****

**رشا بدور*****

**(تاريخ الإيداع 17 / 10 / 2022. قبل للنشر في 28 / 2 / 2023)**

## □ ملخّص □

من خلال الدراسة التي أجريت على تربة طينية سلتية حول تأثير إضافة مستويات مختلفة من ماء الجفت لطبقة التربة تحت السطحية في بعض الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية لهذه الطبقة أثناء التفكيك الميكانيكي تبين أن الكثافة الظاهرية انخفضت معنويا بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 0.14 غ/سم$^3$ مقارنة بالشاهد، وانخفضت بمقدار 0.2 غ/سم$^3$ عند إضافة التركيز الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$ )، وبمقدار 0.24غ/سم$^3$ عند إضافة التركيز الثاني من ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$ ) مقارنة بالشاهد.

كما ارتفع حجم المسامية الكلية بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 1.34%، وبمقدار 7.46% عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت، وزاد بمقدار 8.82% عند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت مقارنة بالشاهد. أما حجم المسامات الأكبر من 50 ميكرون ارتفع معنويا بعد التفكيك الميكانيكي من 8.1% إلى 15.4% ،وبلغ 14.43% عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت، و18.22% عند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت مقارنة بالشاهد(8.1%). كما ارتفع حجم المسامات الهوائية الأكبر من 10 ميكرون معنويا بعد التفكيك الميكانيكي من 9.9% إلى 16.34% ، وأصبح 18.02% عند مستوى الإضافة الأول، و18.98% عند مستوى الإضافة الثاني مقارنة بالشاهد(9.9%). وارتفع حجم المسامات بين 0.2 و 10 ميكرون – المسؤولة عن الماء المتاح– بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 1.42% وهي زيادة غير معنوية ، بينما ارتفع معنويا بمقدار 2.7% عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت، وبمقدار 3.7% عند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت مقارنة بالشاهد. انخفض حجم المسامات الصغيرة – أقل من0.2 ميكرون– معنويا عند التفكيك الميكانيكي من 25.2% إلى 22.68%، وانخفض معنويا إلى 21.84% عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت، وإلى 21.34%عند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت مقارنة بالشاهد. زاد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع معنويا بمقدار 12.7 ضعفا مع التفكيك الميكانيكي ، و15.8 ضعفا عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت ، و23.3 ضعفا عند إضافة 4 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت مقارنة بالشاهد. زادت الثوابت الهيدروديناميكية للتربة مع التفكيك الميكانيكي مقارنة بالشاهد. ومع زيادة نسبة الإضافة من ماء الجفت زادت من 0.001345 في معاملة الشاهد إلى 0.0634 بالنسبة للثابت a ، و من 11.9836– في معاملة الشاهد إلى 8.149– بالنسبة للثابت b .

**الكلمات المفتاحية:** الكثافة الظاهرية – المسامات الأكبر من 10ميكرون – طبقة التربة تحت السطحية– التفكيك الميكانيكي–ماء الجفت.

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

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

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

## مقدمة:

تعد التربة خليطا معقدا من المواد العضوية والمعدنية المرتبة بشكل هندسي وفق تداخلات فيزيائية وكيميائية ضمن منظومة مؤلفة من عدة أطوار ( السائل، الصلب، الغازي، الحيوي)، وإن كفاءة وإنتاجية تربة ما لا تتعلق فقط بالخواص الفيزيائية للطبقة السطحية وإنما أيضا بالخواص الفيزيائية للطبقة تحت السطحية التي تقوم بتنظيم المحتوى المائي وتحتفظ بالماء كمخزون للنبات في مراحل لاحقة.

تهدف الكثير من عمليات خدمة التربة إلى تحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية من جهة، كما يمكن أن تكون سببا في تدهور بعض الخصائص الفيزيائية للتربة نتيجة لاتباع طرائق خاطئة في خدمة التربة. تم التوصل إلى ضرورة التقليل من الاستخدام المكثف للآليات الثقيلة في خدمة التربة وفي الأوقات المناسبة من الرطوبة وإتباع الدورات الزراعية لفترة طويلة في نفس المساحة. وكذلك إضافة الأسمدة العضوية بشكل مستمر للأراضي الزراعية بمعدل 20 – 30 طن/هكتار أدى إلى تحسين خصائصها الفيزيائية والخصوبية والحيوية وحمايتها من التدهور (الخوري، 2009).

إن استخدام الآلات الزراعية يؤدي إلى انخفاض حاد في حجم المسامات الهوائية ليس فقط في الطبقة السطحية بل يتعداه ليصل إلى الطبقات التحتية للتربة بالإضافة إلى تدني نوعية هذه المسامات وانخفاض كفاءتها في تأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية اللازمة لنمو وتطور النبات (Brandhuber et.al.2001).

وإن قيم المسامية الهوائية المحددة لنمو الجذور يجب ألا تقل عن 11% حسب(Pierce et al 1983).

ويعتبر انضغاط التربة هو السبب الأساسي لتدهور الأتربة والذي يؤثر على 11% من الأراضي الزراعية في العالم. وهذا الانضغاط يأتي بسبب استخدام الآلات الزراعية – معدات الحراثة – الحيوانات التي تدوس الأراضي أثناء عمليات الرعي عندما تكون رطوبة التربة عالية – استخدام الأسمدة المعدنية دون استخدام الأسمدة العضوية – الحراثة على عمق واحد لفترات طويلة – بالإضافة إلى مرور عجلة الجرار في خط الفلاحة أثناء الحراثة المطرحية يؤدي إلى انضغاط الطبقة التحتية للتربة (Vanlynden,2000).

حسب (ابراهيم 1988) يعتبر التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية هو الوسيلة الوحيدة فقط للتخلص من الإجهادات الأفقية الناتجة عن الانضغاط حيث يتم رفع مستوى سطح التربة للأعلى وبالتالي إزالة الانضغاط عن هذه الطبقة بإجراء التفكيك الميكانيكي لهذه الطبقة إذا تجاوزت الكثافة القيمة الحدية لها –موقع منضغط– علما بأن التفكيك يخرب معامل درجة استقامة المسامات إضافة للتكلفة العالية له. وهنا تجدر الإشارة إلى أن إضافة المخلفات العضوية للأراضي الزراعية أصبحت نشاطا شائعا كاستراتيجية للتخلص منها ولتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة وزيادة إنتاجيتها. مخلفات الأراضي مع ثفل الزيتون أصبحت شائعة في الشرق الأوسط، هذا وتحتوي مخلفات عصر الزيتون على جزء صغير من الزيت والذي قد يؤثر على ارتشاح المياه واحتفاظ التربة به. كما يزيد تطبيق المخلفات الصلبة لمعاصر الزيتون المحتوى العضوي في التربة وفي الوقت نفسة يقلل الكثافة الظاهرية. يمكن أن تعزى زيادة سعة تخزين المياه عند السعة الحقلية ونقطة الذبول إلى التغيرات في بناء التربة والذي يعود إلى زيادة الكربون العضوي. زادت سعة تخزين المياه، وعمق الاختراق بزيادة معدلات تطبيق المخلفات الصلبة لمعاصر الزيتون. وتعتمد الزيادة في سعة تخزين المياه على بناء التربة –للترب الناعمة– حيث أن الزيادة في سعة تخزين المياه عند نقطة الذبول أقل منها عند السعة الحقلية، والعكس يحدث في الترب ذات البناء الخشن ( Abu–Rumman,2016).

الزيتون من الأشجار المعمرة وتعتبر ثروة لما لها من فوائد اقتصادية وبيئية. ثمرتها ذات فوائد كثيرة فهي غذاء كامل ويستخرج منها زيت الزيتون ذو الفوائد الصحية والغذائية والتجميلية. وهناك أكثر من 800 مليون شجرة زيتون منتجة

في جميع أنحاء العالم ودول البحر الأبيض المتوسط تمثل حوالي 97% من زراعة الزيتون في العالم وتقدر بحوالي10 مليون هكتار (Wesman,2009)، إن الدول المنتجة الرئيسية لزيت الزيتون هي أسبانيا 36%، إيطاليا 27%، اليونان 15%، تونس وسوريا 6%، وتركيا 4% (Buckland and Gonzales, 2010) .

يتم إنتاج أكثر من 30 مليون متر مكعب سنويا من مياه مخلفات عصر الزيتون (OMW) في بلدان زراعة الزيتون المتوسطيه ( D'Annibale et al,2004)، ويتنوع التركيب الكيميائي لمياه صرف معاصر الزيتون وفقا لعوامل منها: نوع الزيتون، نظام الزراعة، درجة نضج الثمار، طريقة المعالجة لاستخراج الزيت. بالرغم من ذلك فإن التركيب الرئيسي له عالي الحمولة العضوية، منخفض الرقم الهيدروجيني ، سمية نباتية، رائحة مميزة ولون أسود بني غامق (Bettazzi,2006). بشكل عام الطلب البيوكيميائي للأوكسجين مرتفع في OMW 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).

وفي دراسة تأثير ماء الجفت على الترب الطينية القلابة دلت النتائج على تحسن في خصائص التربة الفيزيائية حيث انخفضت الكثافة الظاهرية وزادت قيم المسامية في حين لم يطرأ أي تغير يذكر على قيم الرقم الهيدروجيني للتربة كما زادت نسبة المادة العضوية ونسبة الآزوت الكلي وكمية البوتاسيوم والفوسفور المتاحين (حبيب وخليل، 2018)، وحسب (Mahmoud et al,2012) إن التطبيق المنتظم ل (OMW) على مدى (5 – 15) سنة زاد ثباتية حبيبات التربة كنتيجة لزيادة محتوى التربة من المادة العضوية. ونظراً لأهمية ماء الجفت وتوفره بكثرة تم استخدامه أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقات التربة تحت السطحية لتحسين خواصها الفيزيائية.

## أهمية البحث وأهدافه:

تنبع أهمية البحث من كون معظم دراسات التربة في القطر العربي السوري تركز على الطبقة السطحية للتربة وحسب (Grass,1971) يتواجد 70% من الجذور في الطبقة السطحية و30 % في الطبقة تحت السطحية حتى عمق 80 سم في حين يجب أن تكون النسبة 50% في كل من الطبقتين، وقد بينت دراسة لتقييم طبقة التربة تحت السطحية في بعض مواقع الساحل السوري أن 81.81% من مجموع المواقع المدروسة قد تجاوزت درجة الانضغاط فيها القيمة الحدية المسموح بها تحت ظروف الاستثمار الحالي (ابراهيم و بدور،2014) وبالتالي فإن هذه الترب بحاجة ماسة إلى استصلاح (تفكيك ميكانيكي وتدعيمه بالمواد العضوية).

هذا ويتم تحسين خواص الطبقة تحت السطحية إما بالتفكيك الميكانيكي أو بإضافة المواد العضوية مثل ماء الجفت أثناء التفكيك الميكانيكي وبذلك يتم التخلص من كميات كبيرة من ماء الجفت والذي يعتبر ملوثا للبيئة وللمياه الجوفية وفي نفس الوقت الاستفادة منه في تحسين خواص الترية الفيزيائية والكيميائية.

**أهداف البحث:**

1. دراسة تأثير التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية (20–50) سم على الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية لهذه الطبقة.
2. دراسة تأثير إضافة مستويات مختلفة من ماء الجفت أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة التحتية على الخواص الفيزيائية والهيدروديناميكية لهذه الطبقة وعلى الثوابت التجريبية.

## طرائق البحث ومواده:

1- موقع البحث: مركز البحوث العلمية الزراعية في ستخيرس على تربة طينية سلتية

2- تصميم التجربة: تجربة عاملية بطريقة العشوائية الكاملة وبمعدل ثلاثة مكررات. مساحة القطعة التجريبية 3 *3 = 9 م$^2$.

بعد تحديد موقع التجربة تم تحديد المعاملات وفق المخطط كالتالي:

| | | |
|---|---|---|
| W00 | W2 | W1 |
| W0 | W00 | W2 |
| W1 | W0 | W00 |
| W2 | W1 | W0 |

حيث أن W00 معاملة بدون تفكيك وبدون إضافة

W0 معاملة تفكيك ميكانيكي بدون إضافة ماء الجفت

W1 معاملة تفكيك ميكانيكي مع إضافة ماء الجفت بتركيز 2 ل/م$^2$

W2 معاملة تفكيك ميكانيكي مع إضافة ماء الجفت بتركيز 4 ل/م$^2$

3- موعد التنفيذ: نفذ البحث عام 2021 على تربة طينية سلتية (بدون تفكيك، مع تفكيك، مع تفكيك وإضافة ماء الجفت) وفق المعاملات السابقة قبل سنة ونصف من تاريخ أخذ العينات (مخربة البناء – غير مخربة البناء) لتحديد خواصها الفيزيائية وبعض الخواص الكيميائية من العمقين 0-20 سم و 20-50 سم فكانت النتائج موضحة بالجدول التالي:

**جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة المدروسة قبل الزراعة**

| التحليل | العمق 0-20 سم | العمق 20-50 سم |
|---|---|---|
| نسبة الطين% | 45.89 | 47.36 |
| نسبة السلت الناعم % | 9.47 | 10.52 |
| نسبة السلت المتوسط % | 23.52 | 21.05 |
| نسبة السلت الخشن % | 17.52 | 15.76 |
| نسبة الرمل الناعم% | 1.2 | 2.14 |
| نسبة الرمل المتوسط% | 0.8 | 1.15 |
| نسبة الرمل الخشن % | 1.6 | 2 |
| نوع التربة | uT (طينية سلتية) | uT (طينية سلتية) |
| نسبة المادة العضوية % | 0.92 | 0.73 |
| نسبة كربونات الكالسيوم الكلية% | 43.7 | 43.2 |
| نسبة كربونات الكالسيوم الفعالة % | 23 | 25 |
| سعة التبادل الكاتيوني م.م / 100 غ تربة | 37.7 | 35.5 |
| نقطة الذبول الدائم % وزنا | 18 | 18.5 |
| السعة الحقلية | 36 | 35 |
| الكثافة الظاهرية غ/ سم$^3$ | 1.18 | 1.4 |
| الكثافة الحقيقية غ/ سم$^3$ | 2.6 | 2.63 |

نلاحظ من الجدول أن التربة طينية سلتية حسب مثلث القوام الألماني، ونسبة المادة العضوية فيها منخفضة تراوحت بين 0.92%- 0.73%ونسبة كل من كربونات الكالسيوم الكلية وكربونات الكالسيوم الفعالة مرتفعة، كما أن السعة الحقلية مرتفعة ونقطة الذبول كانت مرتفعة نسبيا، والقوام هو قوام طيني فيها نسبة الرمل منخفضة.

4- طريقة الإضافة: بوساطة المفكك الميكانيكي المعدل وجهاز ضخ المواد السائلة إلى طبقة التربة تحت السطحية على عمق (20-50) سم.

**الشكل (1) المفكك الميكانيكي مع ماسورة الضخ يجره محراث (نيوهولاند)**

يوضح الشكل المفكك الميكانيكي يجره محراث (نيوهولاند) ومركب على المفكك ماسورة لضخ ماء الجفت داخل التربة خلف المفكك مباشرة بوساطة مضخة موضوعة على خزان ماء الجفت، يتم معايرة المضخة لضخ تركيزي ماء الجفت (2 ليتر / م$^2$) للمعاملة W1 و (4 ليتر / م$^2$ ) للمعاملة W2. ونفذت التجربة بإضافة ماء الجفت بوساطة المفكك الميكانيكي أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقة التربة تحت السطحية المنفَّذ عند حد الانكماش، وتم الحصول على ماء الجفت من معامل حديثة باستخدام طريقة الطرد المركزي ثلاثي الأطوار بمواصفات عالية موضحة بالجدول رقم (2) حيث كان الرقم الهيدروجيني 4.5-5.9، نسبة المادة العضوية 15%، المادة الجافة 10-161 غ/ل، الزيت 0.4-29.8 غ/ل، الفينولات المتعددة الكلية 1.4-14.3 غ/ل، الآزوت العضوي 0.14-0.97 غ/ل، الفوسفور الكلي 42-495 مغ/ل، البوتاسيوم 630-2500 غ/ل، والحديد 8.8-31.5 مغ/ل.

**جدول (2) بعض مواصفات ماء الجفت المستخرج من معامل حديثة باستخدام طريقة الطرد المركزي ثلاثي الأطوار**

| | طريقة استخلاص الزيت | |
|---|---|---|
| | الطرد المركزي ثلاثي الأطوار | الضغط |
| الرقم الهيدروجيني | 4.5-5.9 | 4.7-5.7 |
| نسبة المادة العضوية % | 15 | 15 |
| المادة الجافة غ/ل | 10-161 | 15-266 |
| الأوكسجين الكيميائي المستهلك غ/ ل | 15-200 | 42-389 |
| الأوكسجين الحيوي المستهلك غ/ل | 30-50 | 90-100 |
| المواد الصلبة المعلقة غ/ل | 6-9 | 1-2 |
| الزيت غ/ل | 0.4-29.8 | 0.2-11.5 |
| الفينولات المتعددة الكلية غ/ل | 0.4-7.1 | 1.4-14.3 |

| | | |
|---|---|---|
| الآزوت العضوي غ/ل | 0.14-0.97 | 0.10-0.15 |
| الفوسفور الكلي مغ/ل | 495-42 | 915-157 |
| الرماد غ/ل | 12.5-0.4 | 42.6-4 |
| البوتاسيوم غ/ل | 2500-630 | 5000-1500 |
| الكالسيوم مغ/ل | 200-47 | 480-58 |
| الحديد مغ/ل | 31.5-8.8 | 86.4-16.4 |
| الصوديوم مغ/ل | 124-18 | 285-38 |
| المغنزيوم مغ/ل | 180-60 | 336-90 |
| التوتياء مغ/ل | 1.4-4.5 | 6.5-1.6 |
| النحاس مغ/ل | 3.4-1.1 | 4.7-1.1 |
| المنغنيز مغ/ل | 5.2-0.9 | 8.9-2.2 |
| النيكل مغ/ل | 0.3-1.5 | 1.6-0.5 |
| الكوبالت مغ/ل | 0.5-0.1 | 0.9-0.2 |
| الرصاص مغ/ل | 0.7-0.4 | 1.8-0.4 |

تم التخلص من الفينولات عن طريق إضافة ماء الجفت للتربة أثناء التفكيك الميكانيكي لطبقات التربة تحت السطحية قبل أخذ العينات بسنة ونصف.

5- التحليل الإحصائي: لتقييم النتائج استخدم تحليل التباين من الدرجة الأولى وعلاقات الارتباط من الدرجة الأولى والثانية وتم حساب أقل فرق معنوي عند 5% LSD باستخدام الاختبار t.Test

## النتائج والمناقشة:

### 1- تحديد الكثافة الظاهرية في طبقة التربة تحت السطحية:

تعتبر الكثافة الظاهرية في التربة أحد الخصائص الهامة وهي صفة فيزيائية مركبة تعطي فكرة عن حركة الماء والهواء في قطاع التربة (Kunze and Petlkaw, 1979)، تتأثر كثافة التربة بعوامل عدة لذلك هي مؤشر هام جدا. ويستفاد منها في تحديد انضغاط التربة بالإضافة إلى أنها تدخل في حسابات فيزيائية كثيرة ويمكن من خلالها تحويل الرطوبة الوزنية إلى رطوبة حجمية وترتفع هذه الكثافة في طبقات التربة تحت السطحية نتيجة انغسال الطبقة السطحية للتربة وتراكم نواتج الانغسال في طبقات التربة تحت السطحية خاصة عندما تكون ثباتية البناء منخفضة في الطبقات السطحية ويمكن أن ترتفع نتيجة انخفاض حجم وحدة وزن التربة الناتج عن انضغاط التربة بفعل استخدام الآلات الزراعية. وبلغت القيمة الحدية المؤثرة في إنتاجية النبات في الطبقة تحت السطحية للتربة الطينية السلتية (uT) 1.52غ/سم$^3$.

**جدول (3) متوسط الكثافة الظاهرية للمعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50)سم**

| المعاملة | الكثافة الظاهرية غ/ سم$^3$ |
|---|---|
| W00 | 1.4 |
| W0 | 1.26 |
| W1 | 1.2 |
| W2 | 1.16 |
| LSDα5% | 0.033 |

نلاحظ من الجدول بأن الكثافة الظاهرية للتربة في الطبقة تحت السطحية للشاهد بلغت 1.4 غ/سم$^3$ وهي قيمة مرتفعة وقريبة من القيمة الحدية وبعد التفكيك الميكانيكي انخفضت معنويا لتصبح 1.26 غ/سم$^3$ أي انخفضت بمقدار 10% وهي مطابقة مع القيم التي توصل لها ابراهيم 1989 عن الترب المتماسكة حيث كان الانخفاض بمقدار 9%، وفي المعاملة المفككة مع إضافة المستوى الأول من ماء الجفت (2ل/م$^2$) انخفضت الكثافة الظاهرية بمقدار 15% لتصبح 1.20 غ/سم$^3$، و مع إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت (4ل/م$^2$) انخفضت الكثافة الظاهرية بمقدار 17% لتصبح 1.16 غ/سم$^3$ ، وبالتالي يكون تأثير إضافة ماء الجفت أثناء التفكيك الميكانيكي أكبر من تأثير التفكيك الميكانيكي بمفرده.

2- تحديد المسامية الكلية وتوزيع النظام المسامي في طبقة التربة تحت السطحية:

يعتبر حجم المسامية الكلية من الصفات الفيزيائية الأساسية وهو يعطي فكرة عن بعض الخصائص الفيزيائية الأخرى وعن الحالة البنائية ودرجة انضغاط التربة (Muller,1985) غير أن حجم المسامية الكلية لا يكفي لدراسة وتقييم حجم المجموعات المسامية داخل قطاع التربة وبذلك يعتبر تحديد حجم هذه المجموعات المسامية من أصعب المهام بالنسبة للباحثين في مجال فيزياء التربة حيث يعد العامل المحدد لعمليات النقل والتخزين داخل قطاع التربة ويعد عاملاً محدداً للوسط الفيزيائي المناسب لنمو النبات وتتعلق بعوامل كثيرة منها عمليات الترطيب والتجفيف والفترة الفاصلة بين هذه العمليات، ويتم استخدام جهاز الضغط الغشائي لتحديد حجم هذه المجموعات وفق العلاقات التالية:

$$Pm=4\sigma W/d$$

Pm: الضغط (باسكال) $\sigma W$ : التوتر السطحي للماء (نيوتن/متر) d : قطر المسام (متر)

بعد ذلك يتم تحديد حجم المجموعات المسامية كمايلي:

$$PV\%>50\mu m=PV\%-Wvol.pF1.8$$

$$PV\%>10\mu m=PV\%-Wvol.pF2.5$$

$$PV\%(10-50)\ \mu m=Wvol.pF1.8-Wvol.pF2.5$$

$$PV\%(0.2-10)\ \mu m=Wvol.pF2.5-Wvol.pF4.2$$

$$PV\%<0.2\ \mu m=Wvol.pF4.2$$

حيث إن Wvol.pF1.8 هي الرطوبة الحجمية عند نهاية الضغط المعادل ل pF1.8

%PV حجم المسامات الكلي للتربة وتحدد كمايلي :

$$PV\%=(1-\varrho d/\varrho s)*100$$

حيث إن ϱd الكثافة الظاهرية. ϱS الكثافة الحقيقية للتربة.(غ/سم$^3$)

**جدول (4) حجم المسامية الكلية وتوزيعها في المعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50)سم**

| المعاملة | Pv % | Pv>50 % | Pv>10% | Pv(0.2-10)% | Pv<0.2% |
|---|---|---|---|---|---|
| W00 | 46.56 | 8.1 | 9.9 | 11.46 | 25.2 |
| W0 | 51.90 | 15.4 | 16.34 | 12.88 | 22.68 |
| W1 | 54.02 | 14.43 | 18.02 | 14.16 | 21.84 |
| W2 | 55.38 | 18.22 | 18.98 | 15.06 | 21.34 |
| LSDα5% | 1.28 | 3.04 | 2.81 | 2.44 | 0.61 |

نلاحظ أن حجم المسامية الكلية كانت في الشاهد 46.56% وزادت أثناء التفكيك الميكانيكي لتصبح 51.90%، وزادت عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$ ) لتصبح 54.02%، وعند إضافة المستوى الثاني من

ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$ ) أصبحت 55.38% وهذا يعود إلى انخفاض الكثافة الظاهرية للتربة وبالتالي انخفاض عدد نقاط التماس بين حبيبات التربة مما يؤدي إلى زيادة حجم الفراغات فيما بينها وبالتالي زيادة حجم هذه المسامية.

أما المسامات التي قطرها أكبر من 50 ميكرون كانت في الشاهد 8.1% وزادت أثناء التفكيك الميكانيكي لتصبح 15.4%، وزادت عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$ ) لتصبح 14.43%، وعند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$ ) أصبحت 18.22%.

والمسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون كانت في الشاهد 9.9% وهي قيمة أقل من القيمة الحدية وزادت أثناء التفكيك الميكانيكي لتصبح 16.34%، وزادت عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$ ) لتصبح 18.02%، وعند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$ ) أصبحت 18.98%.

أما المسامات التي قطرها بين 10 و 0.2 ميكرون (المسامات التي تحوي الماء المتاح للنبات)كانت في معاملة الشاهد 11.46% وزادت زيادة غير معنوية أثناء التفكيك الميكانيكي لتصبح 12.88%، لكنها زادت معنويا عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$ ) لتصبح 14.16%، وعند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$ ) لتصبح 15.06%.

والمسامات الأصغر من 0.2 ميكرون كانت في معاملة الشاهد 25.2% وانخفضت معنويا أثناء التفكيك الميكانيكي لتصبح 22.68%، وانخفضت معنويا عند إضافة المستوى الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$ ) لتصبح 21.84%، وعند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$ ) أصبحت 21.34%.

**3- تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع لطبقة التربة تحت السطحية :**

يعتبر معامل التوصيل الهيدروليكي للترب المشبعة أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة وهو نسبة التدفق إلى التدرج الهيدروليكي ويتأثر هذا المعامل بحجم المسامات الكلية وبخاصة ( حجم المسامات التي قطرها أكبر من 10 ميكرون)، كما يتأثر بالحالة البنائية للتربة ، وبدرجة استقامة المسامات. وحسب ( Salarashayeri and Siosemarde, 2012) يمكن حساب معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بالاعتماد على نسبة توزيع المجموعات الحبيبية في التربة.

ويعد مؤشراً أساسياً لحالة الصرف في الحقل ومدى حاجة التربة إلى التفكيك الميكانيكي حسب (Dorter, 1986) ويمكن من خلاله تحديد البعد بين أنابيب الصرف، وبالتالي يعتبر مؤشرا مهما للكشف عن المواقع المنضغطة في الطبقات تحت السطحية للأتربة المتماسكة، وعندما يكون أقل من 0.1 م/يوم يعني أن الترب بحاجة إلى تفكيك ميكانيكي. حيث يتم تحديد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بطريقة (Schonberg, 1965) في حالة التدفق المستقر وتدرج هيدروليكي مساو للواحد وفق العلاقة التالية:

$$Kf=V/(F.t).\ L/h$$

حيث أن: V:حجم الماء المتدفق عبر مقطع التربة في واحدة الزمن (سم$^3$)

F :مساحة مقطع عينة التربة الاسطواني (سم$^2$)

t: زمن قياس التدفق (ثانية)

L: طول العينة( سم).

h: الارتفاع الهيدروليكي (سم).

وهذه الطريقة تعتمد على قانون دارسي التالي:

$$kf=q/(grad\Psi H)$$

حيث أن: q: كمية الماء المتدفقة عبر مقطع التربة(سم/ثانية).

gradΨH: التدرج الهيدروليكي.

**جدول (5) متوسط معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع في المعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50)سم**

| المعاملة | Kf م/يوم |
|---|---|
| W00 | 0.13 |
| W0 | 1.65 |
| W1 | 2.06 |
| W2 | 3.02 |
| LSDα5% | 1.31 |

نلاحظ من الجدول أن معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بلغ في معاملة الشاهد 0.13 م/يوم وهي قيمة قريبة من القيمة الحدية، ومع التفكيك زاد معنويا بمعدل 12.7 ضعفا حيث بلغ 1.65 م/يوم، وعند مستوى الإضافة الأول زاد معنويا بمقدار 15 ضعفا ليبلغ 2.06 م/يوم، وعند مستوى الإضافة الثاني 4 ليتر/ م$^2$ زاد معنويا 23.2 ضعفا لتصبح قيمته 3.02 م/يوم.

علما أنه لا فرق معنوي بين مستويي الإضافة 2 و4 ليتر /م$^2$ بالتأثير على معامل التوصيل المشبع لذا يكتفى بإضافة التركيز 2 ليتر /م$^2$ .

**4- تحديد منحنيات الشد الرطوبي للتربة في الطبقة تحت السطحية:**

منحني الشد الرطوبي هو المنحني الذي يوضح العلاقة بين قوة مسك الماء والمحتوى الرطوبي كنسبة مئوية حجما، وتسمى أحيانا منحنيات pF وقيمة pF هي اللوغاريتم العشري لطاقة ماء التربة ويعبر عنه بارتفاع عمود ماء مقدراً بـ سم سطح مقطعه 1 سم$^2$ يضغط على قاعدته بمقدار ثقله، وتعطي فكرة عن الخصائص المائية للتربة بما فيها السعة الحقلية ونقطة الذبول والماء المتاح للنبات، كما يعطي فكرة عن ثباتية بناء التربة، ويمكن من خلاله تحديد بعض الثوابت الهيدروديناميكية المتعلقة بالتربة ويمكن تحديد هذه المنحنيات بعدة طرق منها طريقة المعادلات الحسابية وطريقة جهاز الضغط الغشائي بتطبيق ضغوط متزايدة على عينة التربة 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، وحددت العلاقة بين المحتوى الرطوبي والشد الرطوبي فكانت العلاقات من الشكل التالي: $\Psi = a.\theta^b$

حيث أن: Ψ الشد الرطوبي، θ المحتوى الرطوبي، a,b ثوابت تجريبية

كما هو موضح بالعلاقات والشكل التالي بالنسبة للمعاملات المدروسة:

المعاملة W00 (معاملة بدون تفكيك ميكانيكي وبدون إضافة ماء الجف ):

$\Psi_{w00} = 0.00134_* \theta^{-11.9836}$ $r^2= 0.96$

المعاملة W0 (معاملة تفكيك ميكانيكي فقط) :

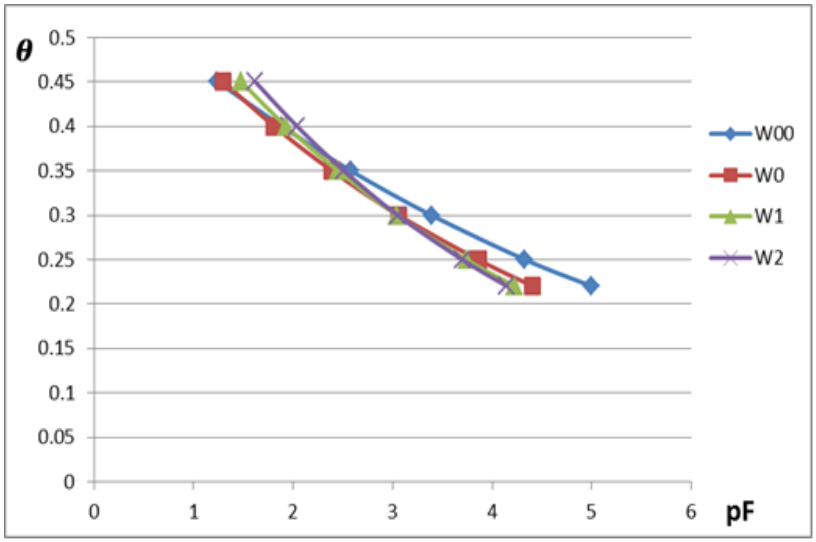
$\Psi_{w0} = 0.00672_* \theta^{-10.0236}$ $r^2= 0.95$

المعاملة W1 (معاملة تفكيك ميكانيكي مع إضافة المستوى الأول من ماء الجفت 2 ليتر/م$^2$) :

$\Psi_{w1}= 0.0255_* \theta^{-8.863}$ $r^2= 0.95$

المعاملة W2 (معاملة تفكيك ميكانيكي مع إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت 4 ليتر/م$^2$):

$\Psi_{w2}= 0.0634_* \theta^{-8.1409}$ $r^2= 0.92$




**الشكل (2) يمثل منحني الشد الرطوبي للمعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50)سم**

نلاحظ من الشكل رقم (2) أن المحتوى الرطوبي للتربة ينخفض مع زيادة الشد الرطوبي وتكون الرطوبة قبل pF=2 أكبر للمعاملات المفككة والمضاف لها ماء الجفت، ويتغير مسار المنحني بعد pF=2 حيث يصبح المحتوى الرطوبي أكبر للمعاملات ذات الكثافة الأكبر وهذا يعود إلى تغير توزيع النظام المسامي.

**جدول (6) متوسط قيم الثابتين a وb في العلاقات بين المحتوى الرطوبي والشد الرطوبي للمعاملات المدروسة في طبقة التربة تحت السطحية (20-50)سم**

| المعاملة | الثابت a | الثابت b |
|---|---|---|
| W00 | 0.001345 | -11.9836 |
| W0 | 0.00677 | -10.0236 |
| W1 | 0.0258 | -8.863 |
| W2 | 0.0634 | - 8.149 |

نلاحظ من الجدول أن قيمة الثوابت الهيدروديناميكية للمعاملات a وb تزيد مع التفكيك الميكانيكي للتربة وتزداد أيضا مع زيادة مستوى الإضافة من ماء الجفت في الطبقة تحت السطحية وهذا مؤشر قوي على مدى تحسن إتاحة الماء للامتصاص من قبل النبات عند نفس قيمة الشد الرطوبي في التربة، كما وتساهم هذه الثوابت في تحديد كمية الماء الصاعد بالخاصية الشعرية من مستوى الماء الأرضي أو من شبكة الري تحت السطحي إلى منطقة انتشار الجذور.

## الاستنتاجات والتوصيات:

### الاستنتاجات:

1. انخفضت الكثافة الظاهرية لطبقة التربة تحت السطحية بعد التفكيك الميكانيكي 10%، و15% عند إضافة التركيز الأول من ماء الجفت (2 ليتر/م$^2$)، و17% عند إضافة التركيز الثاني من ماء الجفت (4 ليتر/م$^2$).
2. ارتفع حجم المسامية الكلية بعد التفكيك الميكانيكي من 46.56% إلى 51.90% ، وزاد عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت إلى 54.02% ، ليصل إلى 55.38% عند إضافة 4 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت.

3. ارتفع حجم المسامات الهوائية الأكبر من 50 ميكرون معنويا بعد التفكيك الميكانيكي من 8.1% إلى 15.4%، وبلغ 14.43% عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت، و18.22% عند إضافة المستوى الثاني من ماء الجفت.

4. ارتفع حجم المسامات الهوائية الأكبر من 10 ميكرون بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 6.44%، وارتفع بمقدار 8.12% عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت، وبمقدار 9.8% عند إضافة 4 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت.

5. ارتفع حجم المسامات بين ( 0.2 – 10 ) ميكرون بعد التفكيك الميكانيكي بمقدار 1.42%، وارتفع بمقدار 2.7% عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت، وبمقدار 3.7% عند إضافة 4 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت.

6. انخفضت المسامات الصغيرة معنويا عند التفكيك الميكانيكي بمقدار 2.52%، و3.36% عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت، وبمقدار 3.86% عند إضافة 4 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت.

7. زاد معامل التوصيل الهيدروليكي المشبع بمقدار 12.7 ضعفا مع التفكيك الميكانيكي، و15.8 ضعفا عند إضافة 2 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت، و23.2 ضعفا عند إضافة 4 ليتر/م$^2$ من ماء الجفت.

8. زادت الثوابت الهيدروديناميكية للتربة مع التفكيك الميكانيكي ومع زيادة مستوى الإضافة من ماء الجفت حتى 4 ليتر/م$^2$ من 0.001345 إلى 0.0634 بالنسبة للثابت a ، ومن 11.9836 – إلى 8.149 – بالنسبة للثابت b .

**التوصيات:**

1. ضرورة الكشف عن مواقع انضغاط طبقات التربة تحت السطحية وإجراء التفكيك الميكانيكي لهذه الطبقة.

2. ضرورة إضافة المواد العضوية (ماء الجفت) لطبقة التربة تحت السطحية أثناء التفكيك الميكانيكي لتحسين خواص التربة الكيميائية والفيزيائية وزيادة فعالية وعمر التفكيك.

3. ضرورة متابعة الدراسة على أنواع مختلفة من الترب لمعرفة مدى استمرارية تأثير التفكيك الميكانيكي مع وبدون إضافة المواد العضوية لطبقة التربة تحت السطحية.

## References:

1. ابراهيم، جهاد؛ بدور، رشا، (2014): تقييم الخصائص الفيزيائية والهيدروديناميكية لطبقة التربة تحت السطحية في بعض مواقع الساحل السوري تحت ظروف الاستثمار الحالي، رسالة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، سوريا.

2. الخوري، عصام، (2009): تأثير نوع الاستخدام الزراعي في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة، ندوة تحسين خواص التربة والتقنيات الزراعية الحديثة ،جامعة البعث.

3. حبيب، حسن؛ خليل، جهان، (2018): تأثير ماء الجفت في بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للترب الطينية القلابة VERTISOLS، رسالة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، سوريا.

1. Ibrahim, Jihad; Bodour, Rasha, (2014): Evaluation of the Physical and Hydrodynamic Properties of the Subsurface Soil Layer in Some Sites of the Syrian Coast Under Current Investment Conditions, Master Thesis, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Syria.

2. Al-Khoury, Essam, (2009): The effect of the type of agricultural use on some physical properties of the soil, Symposium on improving soil properties and modern agricultural techniques, Al-Baath University.

.3Habib, Hassan; Khalil, Jahan, (2018): The Effect of Peat Water on Some Physical, Chemical and Biological Properties of Vertisols, Master Thesis, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Syria.

1- Abu-Rumman.G.(2016): Effect of Olive Mill Solid Waste on Soil Physical Properties. International Jornal of Soil Science; 11(3):94-101,2016.
2-Bettazzi. E; Morelli.M; Caffaz.S; Caretti.C; Azzari.E; and Lubello. C.(2006): Olive mill wastewater treatment: an experimental study. Water Science 2006;54(8):17–25. And Technology.
3-Brandhuber.R;Lothar.S.L.and J.K. Heinz.(2001): Sind heuteubliche Fahrzeugmassenbei Rubenernte und Gullenausbringungmit den Zielenvorsorgenden Boden,
4-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;2010.
5- 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.
6-Dorter.K.(1986): Lehrboch des landwirtschaftlichenMeliorationen. VEB. Deutscherlandwirt. Verlag. Berlin. (Germany).
7-Grass.V.K.(1971): Tiefenarbeit auf unterschiedlichen Bodentypen. SHI (1971), S. 278-223
8-Ibrahim.J. :(1988) : Einfluss Raddruckbedingter Krumenbasisverdichtunger auf Bodenphysikalische Eigenschaften und den Zuckerrubenertrag sowie daraus abgeleitete Belastungsgrenzwerte. MLU. Halle-Wittenberg. Dissertation.
9-Kunze.A and Petelkaw.H: (1979):ForschungberichtVorlaufigeGrenzwerte der Lagerungsdichte fur die Ackerkrume und unterbodennachstandortgruppen und Kornugsarten. Akad. Landw. Wiss. Berlin Germany.
10-Mahmoud.M; Janssen.M;Peth.S;Horn.R and Lennartz.B: (2012): Long-term impact of irrigation with olive mill wastewater on aggregate properties in the top soil. Soil and Tillage Researsh;124(2012)24-31.
11-Muller.G. (1985):Leherboch der BodenKunde VEB-Deutscherlandwirtschaffverlag, P(392). Berlin. (Germany).
12-Niaounakis.M; Halvadakis. C.P. (2004):Olive-mill Waste Management: Literature Review and Patent Survey. Typothito–George Dardanos, Greece.
13-Pierce. F.J; Larson. W.E.; Dowdy. R.H. and Graham, W.A.P. (1983): Productivity of Soils. Assessing Long-term changes dues to erosion *J. Soil and water cons.*38: 39-44.
14-Salarashayeri.A.F. and Siosemarde. M.(2012): Prediction of soil hydraulic conductivity from particle-size distribution. World Academy of Science, Engineering and Technology 61:454-458
15-Schonberg.W.(1965): EinBeitragzurSeryenmassigenBestimmung der Wasserdurchlassigkeit an Strukturproben. Thar. Arch.5.S.756-765. Germany.
16-Van LyndenG.W.J. ( 2000): The Assessment of the Status of Human-induced Degradation. FAO Report, No. 37.
17-Wiesmann. Z. Desert olive oil cultivation: advanced bio technologies. 1st ed. New York, USA: Elsevier Publications; (2009).