# دراسة تأثير الري بمياه عذبة وعادمة ومعالجة في بعض الخصائص الكيميائية للتربة وبعض مؤشرات النمو الباولونيا في سورية

**طالبة الدكتوراه: سوسن منصور كلية الزراعة – جامعة البعث**

**اشراف الدكتور: د. عصام الخوري + د. داوود رعد**

**الملخص:**

نظراً لشح المياه والعجز المائي والجفاف المستمر في كان لابد من البحث وإيجاد بدائل لمياه الري العذبة ومن هذه البدائل المياه العادمة والمعالجة أجريت هذه الدراسة بهدف معرفة مدى تأثير مصادر الري المختلفة ( مياه عذبة ،عادمة ،معالجة)على بعض خواص التربة الكيميائية وعلى بعض مؤشرات نمو شجرة الباولونيا التي تأخذ أهميتها كونها تعتبر من أشجار الزينة، وجودة خشبها، ودور أزهارها في تغذية النحل واستخدام أوراقها كعلف لتغذية الحيوانات.

نفذت هذه التجربة في حقل خاص في قرية تابعة لمنطقة القصير، و قسمت القطعة التجريبية إلى ثلاثة خطوط، روي كل خط بنوع من المياه: مياه عذبة(F)، مياه معالجة (T) و مياه عادمة (W)، وأخذت من كل خط عينات التربة قبل وبعد انتهاء الموسم الأول من الري وأجريت عليها التحاليل الكيميائية المختلفة ومحتواها من بعض المعادن الثقيلة وسجلت القراءات النباتية خلال موسم الري للأشجار من طول الساق ومحيط الجذع.

بينت النتائج بأن المياه العادمة المستخدمة في الري كانت خفيفة القلوية إلى قلوية تحتوي على نسبة من كاتيونات الكالسيوم والمعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم والنيكل أعلى من محتواها في المياه العادمة المعالجة والمياه العذبة وكان محتوى كل من الفوسفور والبوتاسيوم في المياه المعالجة أعلى من محتواها في المياه العادمة و المياه العذبة، لكن

بالمقارنة مع المواصفات القياسية لمنظمة الـ FAO فهي تعدصالحة لري الأشجار ولا تتجاوز الحدود القصوى المسموح بها من حيث محتواها من المعادن الثقيلة.

تبين عند الدراسة تأثير المياه المستخدمة على الخصائص الكيميائية في التربة ومحتواها من المعادن الثقيلة، أن الري بالمياه العادمة أدى إلى زيادة كل من الناقلية الكهربائية و درجة الـ pH للتربة مقارنة مع المياه العذبة والمياه المعالجة التي خفضت درجة الـ pH. كما أدى استخدام المياه العادمة إلى ارتفاع نسبة الكربونات والكلس الفعال في التربة عند استخدام المياه االعادمة أكثر مقارنة مع استخدام المياه المعالجة والمياه العذبة. كما أدى الري بالمياه المعالجة و العادمة إلى ارتفاع طفيف في نسبة المادة العضوية والبوتاسيوم في التربة، عند استخدام المياه العادمة ولكن الازدياد كان غير معنوي في المياه العادمة من جهة أخرى الري بالمياه العادمة إلى ارتفاع في محتوى التربة من الكادميوم والرصاص والنيكل وكان بشكل أعلى من زيادته عند الري بالمياه المعالجة، ولكن لم تتجاوز الحد الأقصى المسموح به أي لم تصل لحد السمية وبالتالي لاتوجد مشاكل لاستخدام هذه الأنواع من المياه في ري التربة.

ومن حيث تأثير المياه المستخدمة في الري على بعض مؤشرات نمو أشجار الباولونيا فقد أدى الري بالمياه المعالجة والمياه العادمة إلى زيادة في ارتفاع ساق شجرة الباولونيا ومحيط الجذع بشكل معنوي مقارنة بالري بالمياه العذبة ولكن هذه الزيادة كانت أكبر عند استخدام المياه المعالجة مقارنة مع استخدام المياه العادمة.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الري، المياه العادمة، المياه المعالجة، الباولونيا، التربة، المعادن الثقيلة

# Study of the effect of irrigation (fresh,waste and treated)water on some chemical properties of soil and some of pionters growth of Paulownia trees in Syria

**Abstract:**

Because of the water deficit and the continuous drought, it was necessary to search and find alternatives to traditional irrigation water (well), Therefore, this study was conducted with the aim of knowing the effect of different irrigation sources on the chemical properties of the soil and on the growth of the Paulownia trees, which takes its importance as it is considered an ornamental tree, the quality of its wood, the role of its flowers in feeding bees and the use of its leaves as animal feed. The experiment was carried out in a private field in a village belonging to the Qusair region in Syrie.The experimental plot was divided into three lines, each line irrigated with a type of water: fresh water (F), treated water (T) and waste water (W), soil samples were taken from each line at different depths before and after the end of the irrigation season to conduct the chemical analyzes to determine the chemical properties of the soil and its content of heavy metals. Plant growth indicators were taken during the irrigation season for trees by measuring stem length and trunk circumference. The results showed that the wastewater used in irrigation was light alkaline to alkaline, containing a proportion of calcium cations and heavy metals such as lead, cadmium and nickel, higher than their content in treated wastewater and fresh water, where the content of both phosphorous and potassium in treated water was higher than their content in wastewater and fresh water, but compared to the standard

specifications of the FAO, they are suitable for irrigating trees and do not exceed the maximum permissible limits in terms of their content of heavy metals. In terms of the effect of different sources of water used in the experiment on the chemical properties of soil and its content of heavy metals, it was found that irrigation with waste water led to an increase in both electrical conductivity and soil pH compared to fresh water and treated water that led to a decrease in pH. The use of wastewater also resulted in a higher percentage of carbonate and active lime in the soil similarly when using treated water and more than when using fresh water. Irrigation with treated water led to a slight increase in the percentage of organic matter and potassium in the soil, as well as when using waste water, but the increase was less clear. Irrigation with waste water also led to an increase in the soil content of cadmium, lead and nickel, and it was higher than when irrigated with treated water, but it did not exceed the maximum permissible level, that is, it did not reach the toxicity level, and therefore there are no problems for the soil. In terms of the effect of the water used in irrigation on the some of pionters growth of paulownia trees, irrigation with treated water and wastewater led to a significant increase in the height of the paulownia tree stem and trunk circumference compared to irrigation with fresh water, but this increase was greater when using treated water compared to using waste water.

**Key words:** Irrigation, Waste water, Treated water, Paulownia, Soil, Heavy metals

**أولاً: المقدمة**

يعد الإنتاج الزراعي من أهم القطاعات الاقتصادية الذي يلبي متطلبات الأعداد المتنامية للسكان، ويساهم بتحقيق الأمن الغذائي، ولزيادة هذا الإنتاج لابد من زيادة مساحة الأراضي الزراعية المروية مما يتطلب توفير المزيد من المياه، إلا أن تأمين احتياجات التنمية من المياه الطبيعية أي بلوغ مرحلة الأمن المائي الذي يعد أساس التنمية الزراعية المستدامة (Aboulroos and El-Falacky, 2005) من أهم التحديات التي تواجه دول كثيرة في العالم ومن ضمنها سورية التي تمتلك 10.5مليار متر مكعب من المصادر المائية المتجددة فقط والتي يستهلك منها 89% في ري 1.2 مليون هكتار من الأراضي الزراعية( المنظمة العربية للتنمية الزراعية،1999)، كما أن معظم الأراضي الصالحة للزراعة في سورية تقع ضمن المنطقتين الجافة وشبه الجافة، انطلاقاً من ذلك ونظراً لمحدودية الموارد المائية في الجمهورية السورية وما يترتب على ذلك من عجز تراكمي متزايد من الموارد المائية المتاحة للأغراض الزراعية كان لا بد من البحث عن مصادر مائية رديفة تدعم الموازنة المائية الحالية، والتي تهدف لوضع استراتيجية هامة تؤدي للتوفير في المياه العذبة الصالحة للشرب، وتحسين نوعية المياه السطحية عبر إعادة استعمال مياه الصرف الصحي ( العادمة)، إذ تنتج المياه العادمة نتيجة الاستهلاك اليومي للماء النقي في مختلف المجالات كالتنظيف، الغسيل، فضلاً عن استخدامها في الصناعات ...الخ ( سفر، 2006). إلا أن استعمال المياه العادمة بشكل عشوائي أدى إلى آثار بيئية هامة وضارة على كل من التربة والمحاصيل الزراعية والمياه السطحية والجوفية والصحة العامة والبيئة بشكل عام، إذ تسبب تغيرات في الخصائص الفيزيوكيميائية للتربة Abedi-koupai *et al.*, 2006; Alghobar and Suresh, (2016)، والمواد العضوية وغير العضوية بخاصة عند وجودها بتراكيز عالية، كما أنها تسبب زيادة ملوحة التربة (El-Motaium and Badawy, 2000 ;Rashed *et*

(*al.*, 2008)، وارتفاع محتوى الصوديوم الذائب في التربة (Shatanawi, 1994)، ومن الممكن أن تنتقل هذه المواد المتراكمة عبر السلسة الغذائية إلى النبات والحيوان فالإنسان مسببة أمراض خطيرة، كما تحتوي المياه العادمة على طيف واسع من الطفيليات التي لها تأثير سلبي في البيئة وصحة الانسان (Alzaubi,et,al,2014). ومن هذا المنطلق تم اللجوء إلى معالجة مياه الصرف الصحي واستخدام المياه المعالجة في مجال الري الزراعي، إذ أن معالجتها تقلل إلى حد كبير من الحمولة الممرضة للطفيليات (ناجي،2010 )، كما أنها تسبب في تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية (الجنيد وآخرون،2002 ؛Abdel–Aziz, 2015 )، إذ يرتفع محتوى التربة المروية بالمياه المعالجة من النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم (

Khan and Shaukat, 2009 ; Rusan *et al.*,2007)، بالإضافة إلى تسببها بزيادة المادة العضوية في التربة وبالتالي زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بكمية كبيرة من الماء لمدة أطول (عمر وآخرون، 2007)، مما يؤثر ايجاباً على نمو المحاصيل الزراعية وزيادة الإنتاج الزراعي، وهذا ماتم تأكيده من خلال الأبحاث السابقة التي تم فيها مقارنة استخدام المياه المعالجة مع مصادر مائية أخرى كالمياه الجوفية أو المياه العادمة في نمو المحاصيل الزراعية وقد كانت النتائج إيجابية سواء كانت في نمو محصول الذرة( قاسم و الجردي، 2014)، أو في الحمضيات /البرتقال أبو صرا/ ( جنيدي، 2013) أو محصول القطن ( منصور وآخرون، 2009) أو الشعير ( الحمداني وآخرون، 2016) الزيتون ( الوسلاتي وآخرون، 2020).

اهتمام الكثير من دول العالم باستخدام المياه العادمة في ري المحاصيل الزراعية في المائة السنة الأخيرة (Ozdemir and Dursum, 2004)، إذ يعتبر استخدامها في الري الطريقة الأكثر كفاءة اقتصادياً( Horswell *et al.*, 2003). وقد تم ادخال هذا

النوع من المياه غير التقليدية في سورية كمورد مائي إضافي متجدد ضمن الموازنة المائية الوطنية (سفر،2006).

ومن جانب آخر، من الممكن إدخال أنواع جديدة من المحاصيل الزراعية إلى سورية لزيادة الإنتاج الزراعي بشكل عام، ومن بين هذه المحاصيل أشجار الباولونيا التي تعد من أشجار الزينة الجميلة المظهر ولها منافع عديدة كشجرة مساعدة لنمو الأشجار فيما بينها كونها تنمو بسرعة إذ يصل طولها لأكثر من 3 أمتار في السنة الثانية، كما أن أوراقها وأزهارها غنية بالنتروجين المفيد كسماد أخضر، وللسبب ذاته فهي جيدة كعلف للحيوانات، كما أنها تشكل مصدراً هاماً للخشب الخفيف الذي يستعمل في تصنيع الأثاث والأرضيات، وتحسن أوراقها العريضة خصوبة التربة وخصائصها الفيزيائية بعد تساقطها وتحللها(García–Morote *et al.*, 2014)، ويمكن أيضاً تربية النحل على أزهار شجرة الباولونيا في الربيع (Daoud *et al.*, 2017) .ويمكن زراعة الباولونيا في كافة المناطق الجغرافية بدءاًمن الساحل وفي كافة أنواع الترب وحتى المحجرة وعلى ضفاف الأنهار ومسيلات الصرف الصحي حتى ارتفاع 2000م عن سطح البحر، وتتحمل درجة حرارة تحت الصفر شتاءً وحتى 50+ صيفاً(Llano *et al.*, 2010)،

**لذلك هدف هذا البحث** إلى دراسة تأثير استخدام أنواع مختلفة من المياه (عذبة ومياه عادمة معالجة وغير معالجة ) في بعض خصائص التربة الكيميائية وفي نمو شجرة الباولونيا تحت الظروف الجوية السائدة في سورية.

**ثانياً: مواد البحث و طرائقه**

1- **موقع تنفيذ التجربة:** تم تنفيذ تجربة البحث في الشروط الحقلية في قرية الناصرية التابعة إلى منطقة القصير التي تبعد 35كم عن مدينة حمص في الجهة الجنوبية الغربية لعام ( 2019-2020).

**2- مواد الدراسة**

**1.2.المياه:** استخدمت في التجربة ثلاثة أنواع من مصادر مياه الري

أ- مياه عذبة(F) من بئر عمقه 150م في منطقة الدراسة

ب- مياه صرف صحي معالجة(T) تم نقلها من المياه الخارجة من محطة الدوير بمدينة حمص بواسطة صهاريج خاصة صممت خصيصاً لذلك.

ت-مياه صرف صحي غير معالجة( مياه عادمة، W) تم نقلها من محطة الدوير قبل المعالجة بمدينة حمص بواسطة صهاريج خاصة تم تصميمها لذلك.

تم تصميم ثلاثة خزانات (خزان للمياه العذبة متصل بالغاطسة بالبئر الموجود في المنطقة، خزان لوضع المياه العادمة، خزان لوضع المياه الصرف الصحي المعالجة) ووصلها مع شبكة الري بالتنقيط والبدء بقطف عينات المياه لإجراء التحاليل اللازمة، إذ تم أخذ العينات خلال أشهر الصيف قبل موعد الزراعة وتم قياس الـ pH باستخدام جهاز الpH meter، وقياس الـ EC بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية ( Conductivity Electronic meter)، كلاً من الفوسفور، والنترات ($N-NO_3$ )، والأمونيوم($N-NH_4$)، والكبريتات($SO_4$) والكربونات($CO_3$)، وكذلك التركيز الكلي لبعض المعادن الثقيلة (الرصاص والكادميوم والنيكل)باستخدام جهاز الامتصاص الذري.

وقد بينت نتائج التحليل للمياه المستخدمة كما هو موضح بالجدول رقم (1) بأن ملوحة المياه خفيفة الملوحة إلى متوسطة إذ أشارت النتائج إلى وجود فروق معنوية واضحة ($P<0.05$) لجميع الخصائص المدروسة للمياه المستخدمة ، كما بينت كذلك نتائج تحليل محتوى المياه المستخدمة من المعادن الثقيلة (الجدول رقم 2) بأن هناك فروق معنوية ($P<0.05$) بين أنواع المياه، إذ احتوت المياه العادمة على تراكيز أعلى من الرصاص، النيكل والكادميوم مقارنة مع المياه العذبة التي احتوت على التركيز الأقل من العناصر

الثلاثة، بينما اتسمت المياه المعالجة بمحتوى متوسط من العناصر الثقيلة بين النوعين من المياه العذبة والعادمة.

**جدول (1): تحليل عينات المياه المستخدمة في التجربة (منصور وآخرون، 2009)**

| مياه الري* | pH | EC ميليموز/سم | N-NO3 ملغ/ل | N-NH4 ملغ/ل | P-Po4 ملغ/ل | K ملغ/ل | So4 ملغ/ل | الكربونات الكلية % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F | 7.99±0.08[a] | 0.20±0.02[c] | 6.34±0.84[c] | 3.02±0.42[c] | 4.92±0.34[b] | 5.88±0.36[b] | 4.90±0.62[b] | 17.83±4.10[b] |
| T | 8.26±0.17[a] | 0.79±0.05[a] | 33.23±3.23[a] | 11.43±0.86[a] | 12.97±1.56[a] | 17.23±1.12[a] | 28.07±7.41[a] | 46.47±8.43[a] |
| W | 7.36±0.16[b] | 0.39±0.08[b] | 23.57±2.16[b] | 6.70±1.02[b] | 11.53±0.71[a] | 16.43±1.15[a] | 16.12±2.73[b] | 25.93±5.02[b] |
| *P*[#] | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.003 |

*** مصادر مياه الري المستخدمة هي F(المياه العذبة)، T(المياه المعالجة) و W (المياه العادمة)**

**# وجود الأحرف المختلفة بنفس العمود تدل على وجود اختلافات معنوية عند *P*< 0.05**

**جدول ر (2): تحليل محتوى المياه المستخدمة في التجربة من المعادن الثقيلة**

| مياه الري* | رصاص، ملغ/ل | كادميوم، ملغ/ل | نيكل، ملغ/ل |
|---|---|---|---|
| F | 0.028±0.004[c] | 0.0045±0.001[c] | 0.0013±0.001[c] |
| T | 0.140±0.046[b] | 0.012±0.003[b] | 0.0177±0.002[b] |
| W | 0.403±0.015[a] | 0.044±0.007[a] | 0.033±0.003[a] |
| *P*[#] | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

*** وجود الأحرف المختلفة بنفس العمود تدل على وجود اختلافات معنوية عند *P*< 0.05**

**2.2. التربة** : تم جمع عينات التربة من ثلاثة أعماق ( 0 – 15)، (15–30)، ( 30–45 ) سم، وتم إجراء بعض التحاليل التي تحدد بعض الخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من المعادن الثقيلة قبل الزراعة وفي نهاية التجربة، إذ تم تحديد الخواص الكيميائية للتربة من خلال قياس المؤشرات التالية حسب عودة وشمشم (2007):

- الناقلية الكهربائية (EC) في مستخلص مائي للتربة (5:1) بواسطة جهاز الناقلية الكهربائية Electronic Conductivity meter (Rhoades, 1990).
- الـ pH: القياس في معلق تربة بنسبة 1: 2.5 باستخدام جهاز الـ pH meter (Peech, 1965).
- الكربونات الكلية بطريقة الكالسيميتر( Jackson, 1958).
- الكلس الفعال بطريقة دورينو – غالية.( Melean, 1982)
- المادة العضوية بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkley and Black, 1934)
- الفوسفور المتاح أو القابل للإفادة بطريقة أولسن . Olsen, ) (1954.وذلك باستخدام محلول من بيكربونات الصوديوم عيار ( 0.2 N) ويتم إظهار اللون الأزرق بإضافة مولبيدات الأمونيوم والقياس بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer على طول موجة 660 نانومتر.
- البوتاسيوم و الصوديوم المتبادلين يتم الاستخلاص بمحلول خلات الأمونيوم والقياس على جهاز مطياف اللهب ( Jackson, 1965;1958).

- التركيز الكلي من الرصاص والكادميوم والنيكل باستخدام جهاز الامتصاص الذري(عودة وشمشم،2007).

نتائج التحليل الكيميائي للتربة قبل الزراعة ومحتواها من المعادن الثقيلة كما هو موضحة بالجدول (3 ).

**الجدول رقم (3) نتائج التحليل الكيميائي للتربة ومحتواها من العناصر الثقيلة قبل الزراعة**

| العمق سم | عجينة مشبعة | | كربونات كلية% | كلس فعال% | المادة العضوية % | فوسفور متاح ppm | بوتاسيوم ppm | رصاص ppm | كادميوم ppm | نيكل ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PH | الناقلية الكهربائية ميليموز/سم | | | | | | | | |
| **15-0** | 8.04 | 0.39 | 9.8 | 4.6 | 1.56 | 29.5 | 116.3 | 2.9 | 1.04 | 3.1 |
| **30-15** | 8.02 | 0.38 | 10.2 | 5.02 | 1.45 | 24.4 | 105.5 | 2.5 | 0.98 | 3.3 |
| **45-30** | 8.01 | 0.36 | 10.8 | 5.2 | 1.38 | 21.2 | 94.8 | 2.02 | 1.03 | 2.98 |

**3.2. المادة النباتية (الباولونيا):** تعد شجرة الباولونيا من النباتات التي لا تتطلب عمليات زراعية كثيرة طوال فترة حياتها، ولن تحتاج للتقليم أو الرش بالمبيدات أو أي عمليات زراعية أخرى، تم احضار الشتول البارولونيا بعمر 1 شهر من لبنان مزروعة بأصص تحتوي على التورب بحجم 200سم$^3$، نقلت الشتول إلى أصص بحجم 2 ل بعد أن تم تجهيز خلطة ترابية بمعدل ثلث تورب إلى ثلثين تربة في المنطقة المدروسة (حجماً)، وتم ريها بالمياه العذبة لمدة 3 أشهر تقريباً ، ثم نقلت بعد ذلك إلى الحفر المجهزة مسبقاً على عمق(50-60) سم في الأرض الدائمة على مسافة (5*5.5)م، حيث كانت المسافة( 5)م بين الشتول على نفس الخط، و( 5.5)م بين الخط

والاخر،بمعدل3 شتول في الخط الواحد وبالتالي يكون إجمالي عدد الشتول3 ( معاملات) 3x( نباتات في الخط )3x( مكررات)= 27 شتلة، وتمت متابعة الري بالمياه العذبة لمدة حوالي السنة (من 2019/10/15 حتى 2020/9/2)، تم بعدها قص الشجيرات على ارتفاع 10 سم عن سطح الأرض على ارتفاع برعمين تراوح طول الشجيرات آنذاك بين 100–110 سم ومحيط الساق بحدود 8 سم في منطقة القص، ثم تم بدء ري الشتول بطريقة الري بالتنقيط، إذ تم تصميم شبكة ري بالتنقيط بحيث تكون خطوط الري موازية لخطوط الزراعة وبجانب كل شتلة وضع جهاز تنقيط معدل تصريفه ( 4 )لتر/ساعة للري مصادر مختلفة من المياه (مياه بئرعذبةF– مياه صرف صحي معالجة T– مياه صرف صحي عادمةW ) من تاريخ 2020/9/4 حتى 2020/9/15 وتم تقييم إنتاجية أشجار الباولونيا من خلال قياس كلاً من طول الساق ومحيط جذع الشجرة.

**التحليل الإحصائي :**

تم تصميم التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD، Randomized Complete Blocks Design)، إذ تكونت التجربة من ثلاث معاملات وبمعدل ثلاث مكررات للمعاملة الواحدة وبالتالي فقد بلغ عدد القطع التجريبية تسع قطع ، تم تحليل البيانات بواسطة برنامج Minitab16 باستخدام تحليل التباين لعاملين ANOVA Two Ways للخواص الكيميائية للتربة ومحتواها من المعادن الثقيلة وتحليل التباين لمتغير واحد ANOVA One Way بما يخص القراءات النباتية لأشجار الباولونيا، وتم استخدام تحليل Tuckey لتحديد أقل فرق معنوي عند مستوى المعنوية $P<0.05$.

**ثالثاً: النتائج والمناقشة**

**1- تأثير نوعية مياه الري في بعض الخصائص الكيميائية للتربة**

يبين الجدول رقم (4) تأثير نوعية مياه الري (العذبة، المعالجة والعادمة) في بعض الخصائص الكيميائية للتربة على عدة أعماق 0-15سم، 15-30سم و30-45سم. وسيتم مناقشة كل مؤشر على حدا.

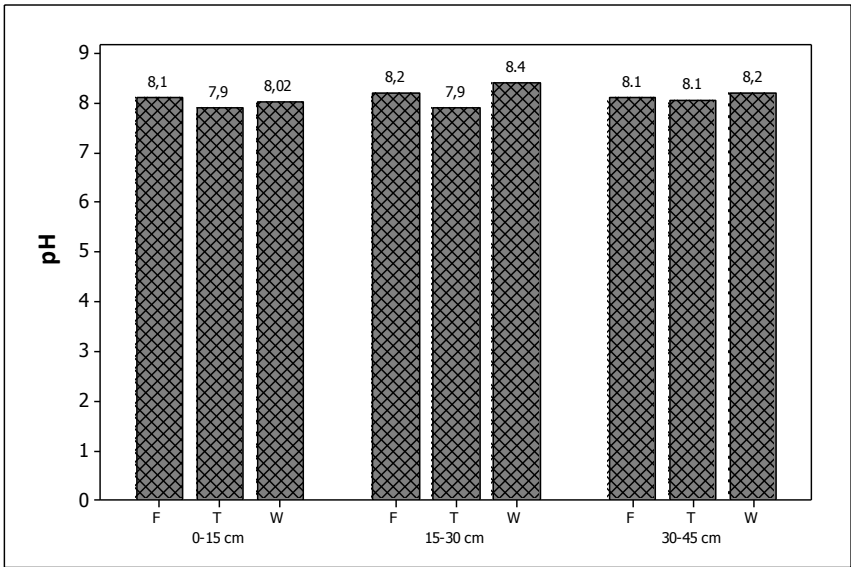
**الجدول رقم (4) تأثير استخدام مصادر مختلفة من مياه الري في بعض الخوص الكيميائية للتربة وبأعماق مختلفة**

| المتغيرات* | | عجينة مشبعة | | كربونات كلية% | كلس فعال% | المادة العضوية% | فوسفور ppm | بوتاسيوم ppm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PH | الناقلية الكهربائية ميليموز /سم | | | | | |
| المعاملة | F | 8.13±0.12 A | 0.30±0.04 B | 12.6±3.4 C | 6.6±0.09 C | 1.25±0.18 B | 15.77±3.95 B | 111.3±10.2 B |
| | T | 7.95±0.10 B | 0.35±0.08 B | 19.8±0.8 B | 9.8±0.2 B | 1.56±0.09 A | 22.07±3.66 A | 126.5±12.9 A |
| | W | 8.21±0.18 A | 045±0.84 A | 24.8±1.2 A | 13.2±0.5 A | 1.39±0.03 B | 18.13 ±4.14 B | 120.1±12.0 A B |
| العمق | 15-0 | 8.01±0.11 | 0.43±0.07 a | 18.5±5.4 | 10.0±3.0 | 1.49±0.10 a | 21.26±2.69 a | 127.0±7.7 a |
| | 30-15 | 8.17±0.24 | 0.39±0.09 a | 20.3±5.2 | 9.6±2.6 | 1.35±0.09 b | 13.46±2.97 b | 103.9±5.0 b |
| | 45-30 | 8.12±0.10 | 0.28±0.04 b | 18.4±6.4 | 10.0±3.0 | 1.36±0.25 b | 21.26±2.69 a | 127.0±7.7 a |
| P | المعاملة | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | العمق | 0.111 | 0.000 | 0.116 | 0.654 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | المعاملة* العمق | 0.019 | 0.000 | 0.564 | 0.000 | 0.000 | 0.331 | 0.195 |

***وجود الأحرف المختلفة A,B,C في نفس العمود يدل على وجود اختلاف معنوي ( $P \leq 0.05$ ) لتأثير المعاملة**

**وجود الأحرف المختلفة a,b,c في نفس العمود يدل على وجود اختلاف معنوي ( P ≤ 0.05) لتأثير عمق التربة**

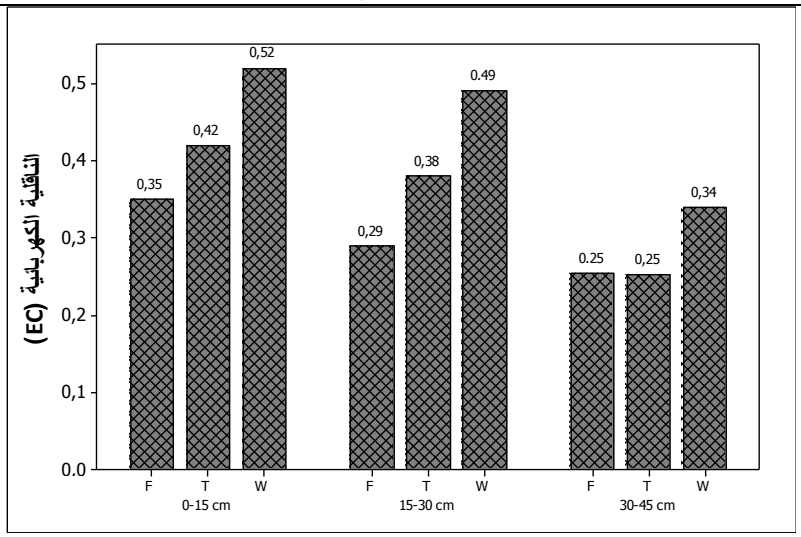
**أ. درجة حموضة التربة (pH):** بينت النتائج كما هو موضح بالجدول (4) بأن تأثير نوعية مياه الري كان معنوياً في قيم الـ pH ($P$<0.05)، إذ أن المياه المعالجةT كانت 7.95 منخفضة عن المياه العذبة والعادمةW(8.13، 8.21 على التوالي)، بينما لم يكن لتأثير عمق التربة تأثير معنوي في قيم الـpH ، وقد أظهر التداخل بين تأثير المعاملة والعمق اختلاف معنوي ($P$<0.05)، وهذا يشير باختلاف تأثير نوعية مياه الري في قيم pH التربة حسب عمقها كما هو موضح بالمخطط رقم (1)، إذ أن نوعية مياه الري لم تؤثر معنوياً في قيم pH التربة السطحية (0–15سم)، بينما كان تأثيرها أكثر وضوحاً في العمق المتوسط (15–30سم) حيث كانت القيمة الأعلى للـ pH عند استخدام المياه العادمة (8.4) والقيمة الأقل عند استخدام المياه المعالجة (7.9) بينما كانت قيمة الـ pH عند استخدام المياه العذبة متوسطة بين النوعين الأخرى من المياه، بينما في التربة العميقة (30–45سم) فقد بينت النتائج بأن قيمة الـ pH كانت أعلى أيضاً عند استخدام المياه العادمة (8.2) مقارنة مع قيم الـ pH عند استخدام كلاً من المياه العذبة والمياه المعالجة (8.1 لكلاً منهما).




**المخطط رقم (1): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في قيم pH التربة**

وعند المقارنة مع قيم pH التربة قبل الزراعة، فقد تبين أن استخدام المياه العادمة إدى إلى ازدياد قيم pH التربة عند عمق 15–30سم و 30–45سم بينما لم تتأثر قيم الـ pH عند استخدام المياه العذبة والمياه المعالجة في الأعماق الثلاثة المدروسة.

**ب.الناقلية الكهربائية (EC)**: بينت النتائج بأن تأثير نوعية المياه الري كان معنوياً في الناقلية الكهربائية للتربة ($P<0.05$)، إذ لوحظ زيادة الناقلية الكهربائية للتربة عند استخدام المياه العادمة (0.45) مقارنة مع استخدام كلاً من المياه العذبة والمياه المعالجة (0.30، 0.35 على التوالي)، وكذلك اختلفت الناقلية الكهربائية للتربة حسب عمقها، إذ كانت الناقلية الكهربائية للتربة السطحية 0–15سم (0.43) أعلى مقارنة مع التربة التي على عمق 15–30سم والتربة العميقة 30–45سم(0.39، 0.28 على التوالي)، كما تبين بأن التداخل بين نوعية المياه وعمق التربة كان معنوياً في قيم الناقلية الكهربائية وهذا يشير باختلاف تأثير المياه حسب العمق كما هو موضح بالمخطط رقم (2)، إذ لوحظ بأن استخدام المياه العادمة أدى إلى ارتفاع الناقلية الكهربائية للتربة المأخوذة من الأعماق الثلاثة المدروسة مقارنة مع المياه العذبة والمعالجة، إلا أن االناقلية الكهربائية للتربة لم تتأثر معنوياً عند استخدام المياه العذبة أو المعالجة في الطبقة العميقة (30–45سم) بينما تأثرت بشكل معنوي في الأعماق الأخرى المأخوذة (0–15سم، 15–30سم)، إذ ارتفعت الناقلية الكهربائية بشكل معنوي عند استخدام المياه المعالجة مقارنة مع استخدام المياه العذبة وقد يعزى السبب إلى أن المياه العادمة والمياه المعالجة تحتوي على نسبة من الأملاح وقد تكون نسبة هذه الأملاح مرتفعة أكثر بالمياه العادمة أكثر من المياه المعالجة بسبب أنها مياه تحتوي على نسبة مرتفعة من مخلفات المعامل والمصانع.



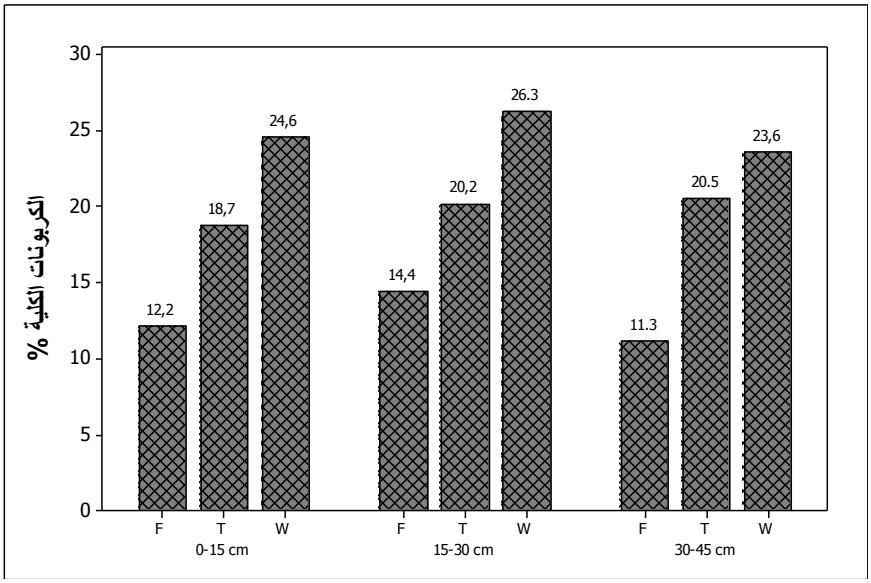

**المخطط رقم (2): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في الناقلية الكهربائية للتربة**

وعند مقارنة الناقلية الكهربائية للتربة قبل الزراعة وللتربة بعد استخدام الأنواع الثلاثة من مياه الري فقد تبين بأن استخدام المياه العذبة والمعالجة لم تؤثر بشكل ملحوظ في الناقلية الكهربائة للتربة في الأعماق السطحية (0–15سم و 15–30سم) وانخفضت قليلاً في الطبقة العميقة، بينما استخدام المياه العادمة أدى إلى ارتفاع الناقلية الكهربائية للتربة بنسبة 33% للتربة السطحية و 29% للتربة بعمق 15–30سم بينما لم تؤثر في الطبقة العميقة (30–45سم) هذه النتائج توافقت مع نتائج الدراسة

. **(El-Motaium, and Badawy ; 2000, Rashed *et. al*, 2008)**

**ج. الكربونات الكلية %:** لوحظ بأن نوعية مياه الري كان لها تأثير معنوي($0.05>P$) في نسبة الكربونات الكلية في التربة، إذ كانت النسبة الأعلى للكربونات في التربة عند استخدام المياه العادمة (24.8%) تليها استخدام المياه المعالجة (19.8%) والأقل كانت عند استخدام المياه العذبة (12.6%)، بينما لم تتأثر معنوياً ($0.05<P$) نسبة الكربونات في التربة على أعماق مختلفة،و لم يكن التداخل بين استخدام الأنواع الثلاثة

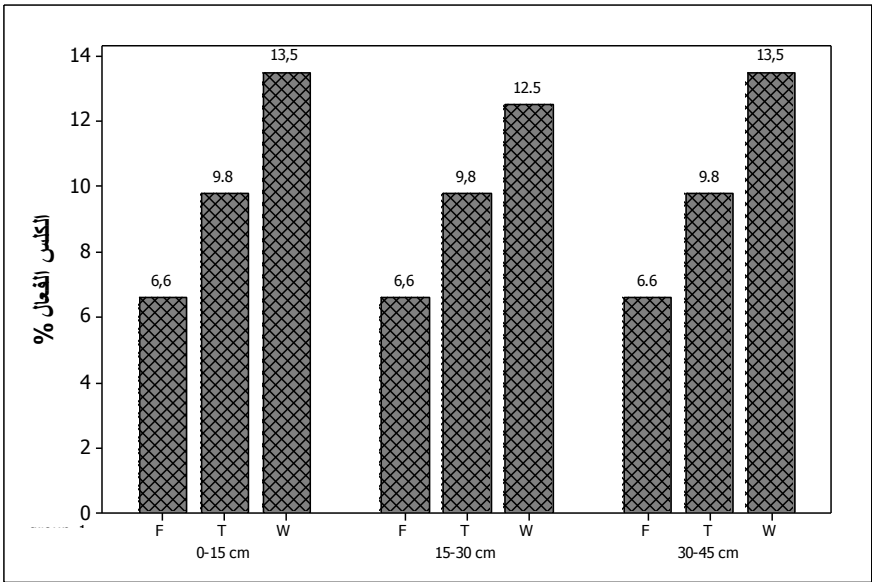
من المياه مع عمق التربة التأثير المعنوي في نسبة الكربونات الكلية في التربة كما هو موضح بالمخطط رقم (3).




**المخطط رقم (3): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في نسبة الكربونات الكلية للتربة**

وبالمقارنة مع نسبة الكربونات الكلية في التربة ماقبل الزراعة، فقد أدى استخدام المصادر الثلاثة لمياه الري إلى ارتفاع نسبة الكربونات بشكل عام في الطبقات الثلاثة للتربة، إلا أن هذا الارتفاع كان أكثر وضوحاً عند استخدام المياه العادمة، إذ أدى استخدامها إلى ارتفاع نسبة الكربونات بنسبة 147% بالمتوسط على الأعماق الثلاثة للتربة، وزادت أيضاً باستخدام المياه المعالجة بنسبة 93% وقد يعزى السبب إلى المياه العادمة والمياه المعالجة تحتوي على نسبة من الكربونات الكلية وهذه النسبة تكون في المياه العادمة قبل المعالجة أعلى منها في المياه المعالجة وبالتالي تزيد من نسبة وجودها في التربة نتيجة ري الأرض بها.

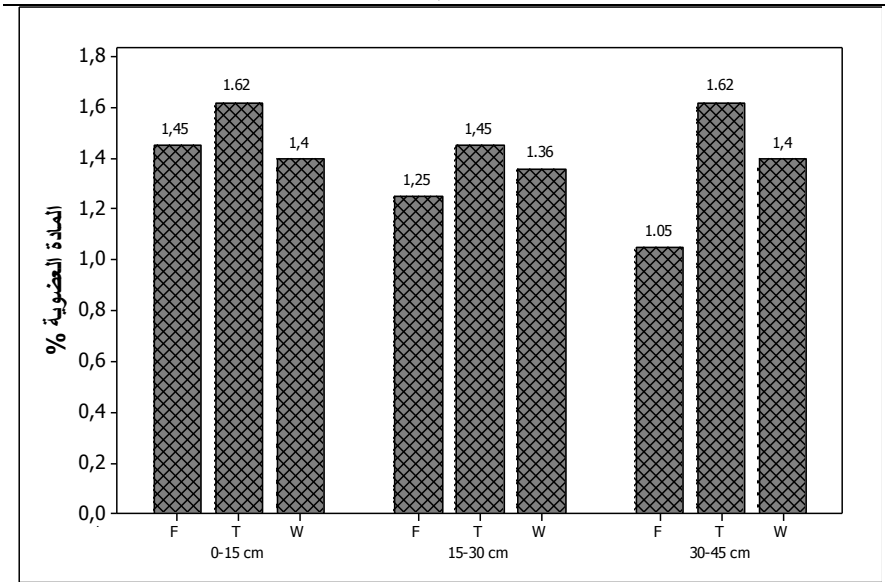
**د. كلس فعال %:** لوحظ بأن نوعية مياه الري كان لها تأثير معنوي($P<0.05$) في نسبة الكلس الفعال في التربة، إذ كانت النسبة الأعلى للكربونات في التربة عند استخدام المياه العادمة (13.2%) تليها استخدام المياه المعالجة (9.8%) والأقل كانت عند استخدام المياه العذبة (6.6%)، بينما لم تتأثر معنوياً ($P>0.05$) نسبة الكلس الفعال في التربة على أعماق مختلفة،و لم يكن التداخل بين استخدام الأنواع الثلاثة من المياه مع عمق التربة التأثير المعنوي في نسبة الكلس الفعال في التربة كما هو موضح بالمخطط رقم (4)، إذ أن تأثير نوعية مياه الري كان نفسه في الأعماق الثلاثة المدروسة.




**المخطط رقم (4): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في نسبة الكلس الفعال في التربة**

وبالمقارنة مع نسبة الكلس الفعال في التربة ماقبل الزراعة، فقد أدى استخدام المصادر الثلاثة لمياه الري إلى ارتفاع نسبة الكلس الفعال بشكل عام إلا ان نسبة الارتفاع اختلفت حسب نوعية المياه، فقد أدى استخدام المياه العادمة والمعالجة إلى ارتفاع نسبة الكلس الفعال بالمتوسط في الأعماق الثلاثة المدروسة بنسبة 165%، 98% على التوالي وقد يعزى السبب إلى أن المياه العادمة والمياه المعالجة تحتوي على نسبة مرتفعة من الكلس تزيد من محتوى التربة به نتيجة الري بهذه المياه العادمة والمعالجة

**هـ.المادة العضوية %:** بينت النتائج بأن تأثير نوعية المياه الري كان معنوياً ($P<0.05$) في نسبة المادة العضوية للتربة ، إذ لوحظ زيادة في نسبة المادة العضوية للتربة عند استخدام المياه المعالجة(1.56%) مقارنة مع استخدام كلاً من المياه العذبة والمياه العادمة (1.25، 1.39 على التوالي)، وكذلك اختلفت نسبة المادة العضوية في التربة معنوياً ($P<0.05$) حسب عمقها ، إذ كانت النسبة الأعلى للمادة العضوية في التربة السطحية 0–15سم (1.49) مقارنة مع التربة التي على عمق 15–30سم والتربة العميقة 30–45سم(1.35، 1.36 على التوالي)، كما تبين بأن التداخل بين نوعية المياه وعمق التربة كان معنوياً في النسبة المئوية للمادة العضوية في التربة، وهذا يشير إلى اختلاف تأثير نوعية مياه الري حسب عمق التربة كما هو موضح بالمخطط رقم (5)، إذ يلاحظ بأن نسبة المادة العضوية في التربة السطحية (0–15سم) زادت عند استخدام المياه المعالجة مقارنة مع استخدام كلاً من المياه العادمة والمياه العذبة التي لم يكن لاستخدامهما فرق في نسبة المادة العضوية في التربة السطحية، بينما على عمق متوسط (15–30سم) للتربة فقد لوحظ بأن نسبة المادة العضوية لم تتغير كثيراً باختلاف نوعية مياه الري، وعلى عمق 30–45سم للتربة فإن نسبة المادة العضوية كانت الأقل عند استخدام المياه العذبة والأعلى عند استخدام المياه المعالجة.

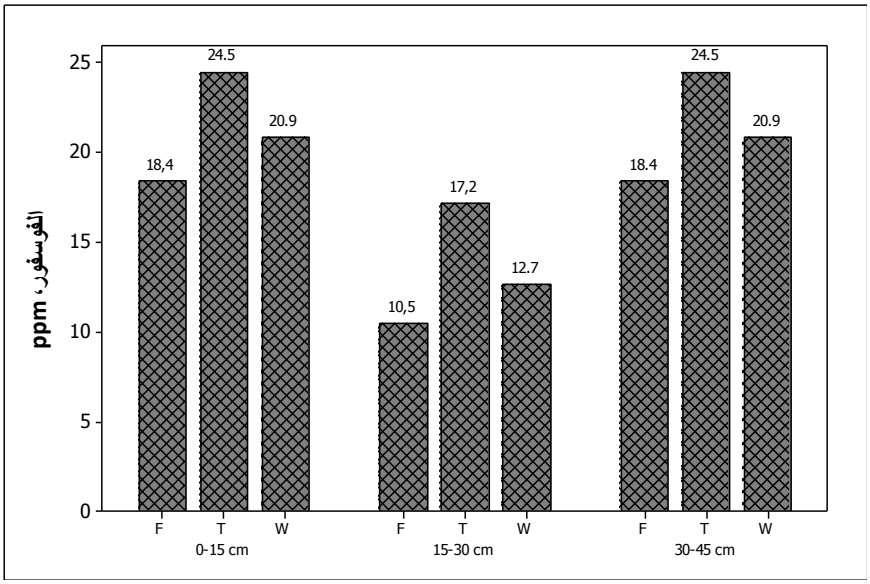



**المخطط رقم (5): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في نسبة المادة العضوية في التربة**

وعند مقارنة نسبة المادة العضوية للتربة قبل الزراعة وللتربة بعد استخدام الأنواع الثلاثة من مياه الري فقد تبين بأن نسبة المادة العضوية لم تتغير بشكل ملحوظ بعد استخدام المصادر الثلاثة من مياه الري، إلا أن استخدام المياه المعالجة قد زاد من نسبة المادة العضوية بنسبة 4% بالرغم من أنه من المفترض أن لاتزيد نسبة المادة العضوية في المياه المعالجة عنه بالمياه العادمة ولكن قد يعزى إلى توقف عمل المحطة لفترة خلال جائحة كورونا وبالتالي تم التأثير على نوعية المياه في هذه الفترة

**و. الفوسفور:** بينت النتائج بأن تأثير نوعية المياه الري كان معنوياً ($P<0.05$) في تركيز الفوسفور المتاح في التربة، إذ كان تركيزه أعلى عند استخدام المياه المعالجة مقارنة مع استخدام كلاً من المياه العذبة والمياه العادمة التي لم يلاحظ فرق معنوي في تركيز الفوسفور عند استخدام هذين النوعين من المياه. كذلك كان لعمق التربة تأثير معنوي($P<0.05$) في تركيز الفوسفور، إذ لوحظ بأن التركيز الأقل للفوسفور كان في

الطبقة المتوسطة العمق (15–30سم) بينما كان أعلى في الطبقة السطحية (0–15سم) والطبقة العميقة (30–45سم) دون وجود فروق معنوي بين الطبقيتين المذكورتين آخراً. بينما لم يكن للتداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة تأثير معنوي في تركيز الفوسفور كما هو موضح بالمخطط رقم (6)، إذ أن تأثير نوعية مياه الري لم يختلف باختلاف عمق التربة.

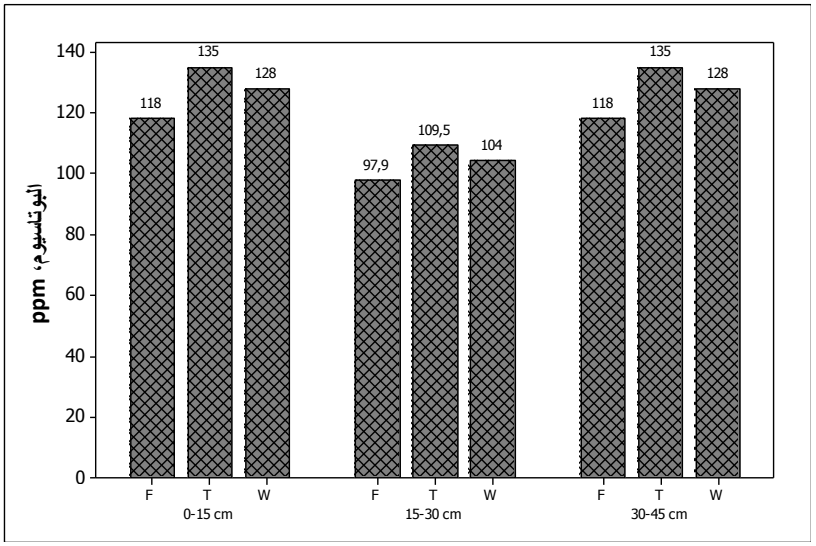



**المخطط رقم (6): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في تركيز الفوسفور في للتربة**

وعند مقارنة تركيز الفوسفور في التربة قبل الزراعة وبعد استخدام الأنواع المختلفة من مياه الري، فقد تبين بأن تركيز الفوسفور المتاح عند استخدام المياه المعالجة كان أعلى مقارنة مع المياه العذبة كما ارتفع عند الري بالمياه العادمة ولكن عند الري بالمياه المعالجة كان بشكل أوضح وقد يعود السبب إلى أن المياه المعالجة تحتوي على نسبة مرتفعة من الفوسفور المتاح مقارنة مع المياه العادمة بالرغم من أن المياه العادمة تحتوي

على نسبة أعلى من المركبات الفوسفورية في مخلفات المعامل والمصانع ولكن بالمياه المعالجة يكون الفوسفور المتاح أعلى مقارنة مع احتواء المياه العادمة منه.

**البوتاسيوم:** بينت النتائج بأن تأثير نوعية المياه الري كان معنوياً ($P<0.05$) في تركيز البوتاسيوم المتاح في التربة، إذ كان تركيزه أعلى عند استخدام المياه المعالجة مقارنة مع استخدام كلاً من المياه العذبة والمياه العادمة. كذلك كان لعمق التربة تأثير معنوي($P<0.05$) في تركيز البوتاسيوم، إذ لوحظ بأن التركيز الأقل للبوتاسيوم كان في الطبقة المتوسطة العمق (15–30سم) بينما كان أعلى في الطبقة السطحية (0–15سم) والطبقة العميقة (30–45سم) دون وجود فروق معنوي بين الطبقيتين المذكورتين . بينما لم يكن للتداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة تأثير معنوي في تركيز البوتاسيوم كما هو موضح بالمخطط رقم (7)، إذ أن تأثير نوعية مياه الري لم يختلف باختلاف عمق التربة.




**المخطط رقم (7): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في تركيز البوتاسيوم في التربة**

وعند مقارنة تركيز البوتاسيوم في التربة قبل الزراعة وبعد استخدام الأنواع المختلفة من مياه الري، فقد تبين بأن تركيز البوتاسيوم ارتفع بشكل غير معنوي عند استخدام مصادر مياه الري الثلاثة مقارنة مع تركيزه في التربة قبل الزراعة، إذ ارتفع تركيز البوتاسيوم بالمتوسط في الأعماق الثلاثة المدروسة بنسبة 21، 15 % عند استخدام المياه المعالجة، العادمة على التوالي وقد يكون السبب أن المياه المعالجة والمياه العادمة تحتوي على مركبات البوتاسيوم ولكن بالمياه المعالجة تكون نسبة البوتاسيوم المتاح أعلى منه مقارنة مع المياه العادمة.

وهذه النتائج المتعلقة بنسبة المادية العضوية ومحتوى التربة من الفوسفور والبوتاسيوم توافقت مع نتائج الدراسات(Khan and Shaukat, 2009 ; Rusan *et al.*,2007) (سيف المنصوري و آخرون،2016).

**2- تأثير نوعية مياه الري في محتوى التربة من المعادن الثقيلة**

يبين الجدول رقم (5) تأثير نوعية مياه الري (العذبة، المعالجة والعادمة) في محتوى التربة من العناصر الثقيلة (الرصاص، الكادميوم والنيكل) على عدة أعماق (0-15سم، 15-30سم و30-45سم)، وسيتم مناقشة كل عنصر على حدا.

**الجدول رقم (5) تأثير استخدام مصادر مختلفة من مياه الري في محتوى التربة من بعض المعادن الثقيلة**

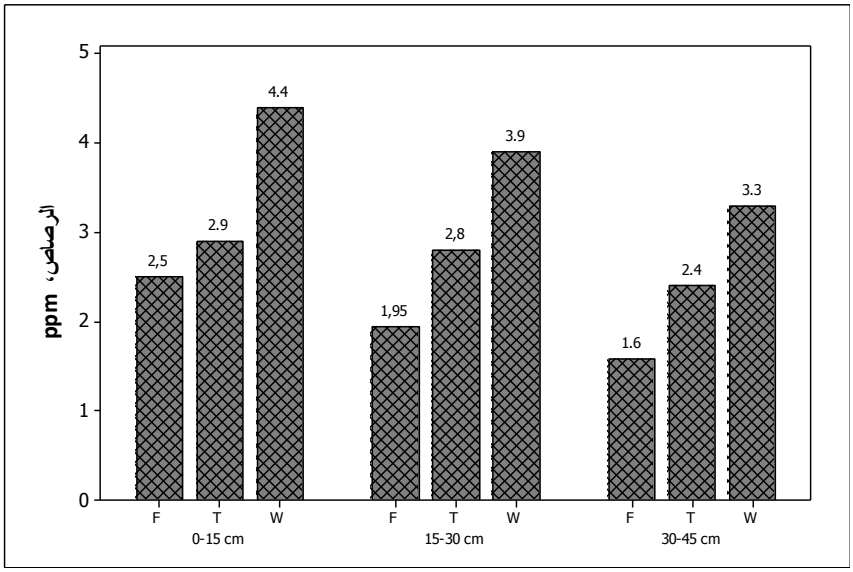
| المتغيرات* | | الرصاص، ppm | الكادميوم، ppm | النيكل، ppm |
|---|---|---|---|---|
| المعاملة | F | $2,01\pm0,41^{C}$ | $0,66\pm0,27^{C}$ | $1,41\pm0,36^{A}$ |
| | T | $2,70\pm0,26^{B}$ | $1,22\pm0,26^{B}$ | $2,20\pm0,32^{B}$ |
| | W | $3,87\pm0,49^{A}$ | $2,27\pm0,44^{A}$ | $3,11\pm0,35^{C}$ |
| العمق | 15-0 | $3.27\pm0.88^{a}$ | $1.66\pm0.97^{a}$ | $2.63\pm0.76^{a}$ |
| | 30-15 | $2.88\pm0.85^{b}$ | $1.39\pm0.64^{b}$ | $2.16\pm0.72^{b}$ |
| | 45-30 | $2.43\pm0.75^{c}$ | $1.10\pm0.56^{c}$ | $1.93\pm0.78^{c}$ |
| *P* | المعاملة | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | العمق | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | المعاملة* العمق | 0.08 | 0.06 | 0.638 |

***وجود الأحرف المختلفة A,B,C في نفس العمود يدل على وجود اختلاف معنوي ( $P \leq 0.05$ ) لتأثير المعاملة**

**وجود الأحرف المختلفة a,b,c في نفس العمود يدل على وجود اختلاف معنوي ( P ≤ 0.05) لتأثير عمق التربة**

أ. **الرصاص:** يلاحظ من الجدول رقم (5) بأن تركيز الرصاص اختلف بشكل معنوي باختلاف نوعية مياه الري، إذ كان تركيزه الأعلى عند استخدام المياه العادمة (3.87) مقارنة مع استخدام المياه المعالجة والمياه العذبة (2.7، 2.0 على التوالي)، كما كان لعمق التربة تأثيراً معنوياً في تركيز الرصاص في التربة، إذ انخفض تركيز الرصاص بشكل طردي مع ازداد عمق التربة، ولم يكن للتداخل بين

نوعية مياه الري وعمق التربة تأثير معنوي في تركيز الرصاص، أي أن تأثير نوعية المياه لم يختلف باختلاف عمق التربة كما هو موضح بالمخطط رقم (8).

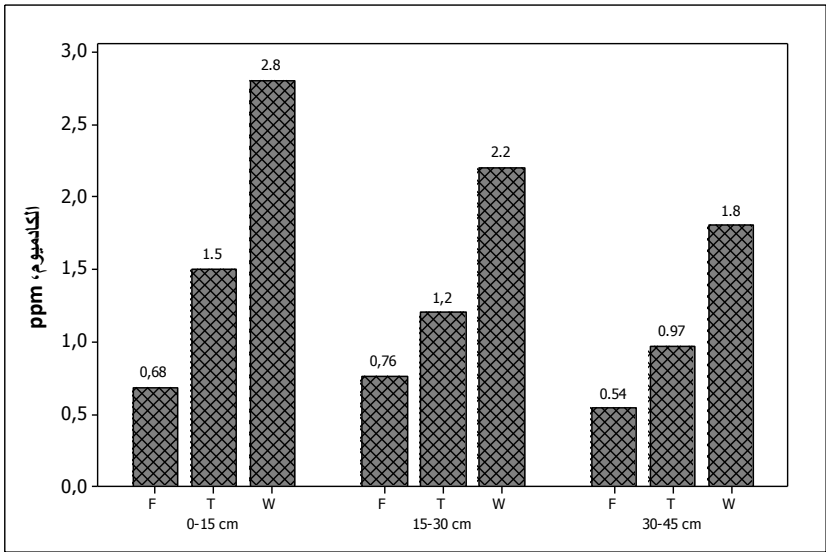



**المخطط رقم (8): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في تركيز الرصاص في التربة**

وعند مقارنة تركيز الرصاص (ppm) في التربة قبل الزراعة وبعد استخدام الأنواع الثلاثة من مياه الري، فقد تبين بأن استخدام المياه العادمة أدى إلى ازدياد في تركيز الرصاص في التربة بنسبة (57%)، ;وقد زاد أيضاً باستخدام المياه المعالجة ولكن بنسبة قليلة (+10%) وقد يعزى السبب إلى أن المياه العادمة تحتوي على نسبة مرتفعة من مركبات الرصاص لأن هذه المياه غنية بمخلفات المعامل والمصانع وتكون أيضاً موجودة بالمياه المعالجة ولكن بنسبة أقل بينما استخدام المياه العذبة أدى إلى انخفاض تركيز الرصاص في التربة بنسبة (−19%).

ب. **الكادميوم:** يلاحظ من الجدول رقم (5) بأن تركيز الكادميوم اختلف بشكل معنوي باختلاف نوعية مياه الري، إذ كان تركيزه الأعلى عند استخدام المياه العادمة

(2.27) مقارنة مع استخدام المياه المعالجة والمياه العذبة (1.22، 0.66 على التوالي)، كما كان لعمق التربة تأثيراً معنوياً في تركيز الكادميوم في التربة، إذ انخفض تركيز الكادميوم بشكل طردي مع ازداد عمق التربة، ولم يكن للتداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة تأثير معنوي في تركيز الكادميوم، أي أن تأثير نوعية المياه لم يختلف باختلاف عمق التربة كما هو موضح بالمخطط رقم (9).



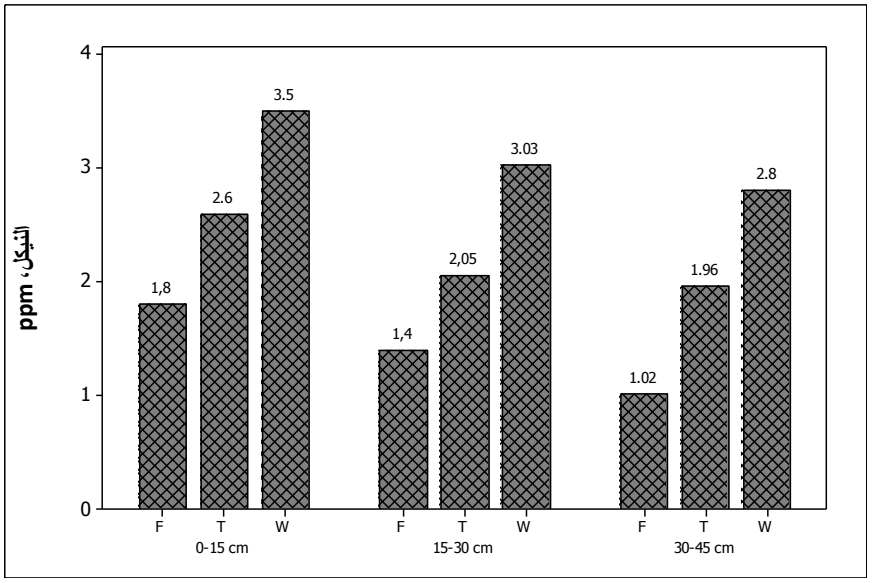

**المخطط رقم (9): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في تركيز الكادميوم في التربة**

وعند مقارنة تركيز الكادميوم في التربة قبل الزراعة وبعد استخدام مصادر المياه المختلفة، فقد تبين بأن استخدام المياه العادمة أدت إلى ازدياد تركيز الكادميوم بنسبة كبيرة تصل بالمتوسط بين الأعماق الثلاثة المدروسة إلى 122%، وكذلك الأمر بالنسبة لاستخدام المياه المعالجة، إذ زاد تركيز الكادميوم بالمتوسط بنسبة 20%

بينما لوحظ انخفاض تركيز الكادميوم عند استخدام المياه العذبة بنسبة تقريباً (-35%) مقارنة مع تركيزه في التربة قبل الزراعة.

ج. **النيكل** : يلاحظ من الجدول رقم (5) بأن تركيز النيكل اختلف بشكل معنوي باختلاف نوعية مياه الري، إذ كان تركيزه الأعلى عند استخدام المياه العادمة (3.11) مقارنة مع استخدام المياه المعالجة والمياه العذبة (2.2، 1.4 على التوالي)، كما كان لعمق التربة تأثيراً معنوياً في تركيز الكادميوم في التربة، إذ انخفض تركيز النيكل بشكل طردي مع ازداد عمق التربة، ولم يكن للتداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة تأثير معنوي في تركيز النيكل، أي أن تأثير نوعية المياه لم يختلف باختلاف عمق التربة كما هو موضح بالمخطط رقم (10).

وإن النتائج التي توصلت إلها هذه الدراسة من حيث محتوى التربة من المعادن الثقيلة كالرصاص والنحاس والنيكل توافقت مع نتائج دراسة (حسنين،2002).




**المخطط رقم (10): تأثير التداخل بين نوعية مياه الري وعمق التربة في تركيز النيكل في التربة**

وعند مقارنة تركيز النيكل في التربة قبل الزراعة وبعد استخدام المصادر الثلاثة من مياه الري، فقد تبين بأن استخدام المياه العذبة أدت إلى انخفاض تركيز النيكل بشكل ملحوظ في الأعماق الثلاثة المدروسة بنسبة تصل في المتوسط –55%، كما أدى أيضاً استخدام المياه المعالجة إلى خفض تركيز النيكل في التربة ولكن بنسبة أقل مما هو عليه عند استخدام المياه العذبة (–29%)، بينما استخدام المياه العادمة لم يؤثر في تركيز النيكل في التربة ، بل على العكس فقد أدى استخدامها إلى ارتفاع تركيز النيكل في الطبقة السطحية بنسبة 13% عما كانت عليه في التربة السطحية قبل الزراعة.

**تأثير نوعية مياه الري في القراءات النباتية لأشجار الباولونيا بعض المؤشرات البيومترية:** يبين الجدول رقم (6) تأثير نوعية مياه الري (العذبة، المعالجة والعادمة) في مؤشرات النمو النباتي لأشجار الباولونيا، إذ يلاحظ التأثير المعنوي لنوعية مياه الري في كلاً من طول الساق ومحيط الجذع لأشجار الباولونيا، فقد كان ساق الأشجار بطول أكبر عند استخدام المياه المعالجة والمياه العادمة (175، 145 سم على التوالي) مقارنة مع المياه العذبة (100 سم)، وكذلك الأمر بالنسبة لمحيط جذع الأشجار، إذ أنه كان أكبر عند استخدام المياه المعالجة والمياه العادمة (14، 10.5 سم على التوالي) مقارنة مع استخدام المياه العذبة (8سم) وقد يعزى السبب إلى أن المياه المعالجة تحتوي على نسبة أعلى من مغزيات التربة كالمادة العضوية والفوسفور والبوتاسيوم المتاحين للنبات وبالتالي زاد من سرعة نمو النبات وطول الساق ومحيط الجذع.

**الجدول رقم (6): تأثير استخدام أنواع مختلفة من المياه في بعض المؤشرات البيومترية للباولونيا**

| المعاملة* | طول الساق، سم | محيط الجذع، سم |
|---|---|---|
| F | $100\pm2^{c}$ | $8\pm1^{b}$ |
| T | $175\pm3^{a}$ | $14\pm2^{a}$ |
| W | $145\pm5^{b}$ | $10.5\pm1^{b}$ |
| *P* | 0.000 | 0.000 |

*** وجود الأحرف المختلفة a,b,c في نفس العمود يدل على وجود اختلاف معنوي ($P \leq 0.05$) لتأثير عمق التربة**

**الاستنتاجات والتوصيات**

**الاستنتاجات:**

1- ارتفعت نسبة الفوسفور والبوتاسيوم المتاح في لتربة المروية بالمياه المعالجة والمياه العادمة.

2- ارتفعت نسبة المادة العضوية بشكل ملموس في التربة المروية بالمياه المعالجة وترافق ذلك مع انخفاض في درجة الـpH.

3- أدى الري بالمياه المعالجة إلى زيادة ملحوظة في ارتفاع طول الساق وزيادة في قطر محيط أشجار الباولونيا.

4- أدى الري بالمياه المعالجة إلى زيادة في طول الساق ومحيط الجذع لأشجار الباولونيا مقارنة مع الأشجار المروية بالمياه العذبة.

5- أدى الري بالمياه العادمة والمعالجة إلى ارتفاع في محتوى التربة من المعادن الثقيلة كالرصاص والكادميوم والنيكل ولكن كانت زيادة طفيفة بحيث لم تتجاوز الحدود القصوى المسموح بها بالتربة وبالتالي فإن هذه المياه قابلة للري مقارنتها مع مواصفات المياه القياسية الصالحة للري بحسب المواصفات القياسية المعتمدة من قبل منظمة الFAO منظمة الأغذية والصحة العالمية.

**التوصيات :**

**1**- نظراً لمحدودية المياه محاولة إيجاد بدائل للمياه العذبة يمكن استخدام المياه العادمة والمياه المعالجة لري أشجار مثل أشجار الباولونيا.

**2**- إجراء دراسات باستخدام المياه العادمة والمياه المعالجة لري أشجار الباولونيا وتأثيرها على نوعية الأخشاب.

**3**- دراسة تأثير استخدام المياه العادمة والمياه المعالجة على تراكم المعادن الثقيلة في أوراق أشجار الباولونيا ومدى صلاحيتها في استخدامها كعلف للحيوانات.

**4**- تشجيع زراعة أشجار الباولونيا على أطراف نهر العاصي وأطراف مجاري المياه العادمة والمياه المعالجة لما لذلك من أهمية في استهلاك المياه الملوثة والاستفادة منها لري أشجار الباولونيا التي تعود بكل الفائدة للإنسان والبيئة والحيوان.

**5**- في ظروف مماثلة لظروف التجربة من حيث نوع التربة والمناخ التشجيع على زراعة أشجار كأشجار الباولونيا واستخدام أنواع مختلفة من المياه كالمياه العادمة ومياه الصرف الصحي المعالجة وغير المعالجة لري أشجار الباولونيا

**المراجع العربية**

1- **الجردي، أحمد (1992)**. فيزياء الأراضي الجزء العملي كلية الزراعة مطبوعات جامعة حلب 196 صفحة.

2- **الجنيد، علي مشهور؛ عباس، باوزير**(2002). أثر الري بالمياه العادمة المعالجة على الخواص الفيزيائية للتربة، ورشة عمل حول مشكلة المياه في الوطن العربي.

3- **الحمداني، فوزي؛ الحديثي، ياسر و حميد، كمال (2016)**. تأثير مياه الصرف الصحي المعالجة ببعض المواد ومستويات من المادة العضوية في نمو نبات الشعير مجلة الآبار للعلوم الزراعية مجلد 14.

4- **الوسلاتي، أميرة؛ عليبي، سناء و بنمنصور، الهادي (2020)**. دراسة تأثير الري بالمياه المستعملة على النمو النباتي لأشجار الزيتون وعلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. المجلة العربية للبحث العلمي، العدد(2).

5- **جنيدي، حسين (2013)**. ورقة بحثية بعنوان تأثير الري بميته الصرف الصحي المعالجة في نمو وإنتاج شجرة البرتقال الفتية قسم التربة واستصلاح الزراعي كلية الزراعة جامعة تشرين.

6- **سفر، عادل ( 2006)**،ندوة دولية حول تحديث طرق الري المنظمة من قبل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة – الفاو ووزارة الزراعة ونوسيتاوايكاردا وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ووكالة التعاون الفني الألمانية وجامعة دمشق 2006/4/3.

7- **عمر، نجية حسن؛ الجنيد، علي مشهور وعبدالله، عبد المجيد المجيدي (2007)**. تأثير الري بنسب مختلفة من مياه الصرف الصحي المعالجة ومياه الآبار على نمو و كمية المادة الجافة لعلف الذرة الرفيعة والشامية في نوعين من الترب المجلة اليمنية للبحوث الزراعية العدد (24) ص61 -80

8- **عودة، محمود و شمشم، سمير (2007 )**. خصوبة التربة وتغذية النبات- الجزء العملي مديرية الكتب والمطبوعات جامعة البعث 290 صفحة.

9- **قاسم، صفاء؛ الجردي، أحمد (2014)**. تأثير الري بمياه صرف معمل السماد في خصائص التربة وانتاجية الذرة الصفراء قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الزراعة جامعة البعث مجلة العلوم الزراعية العراقية مجلة46 العدد(1):ص81-86.

10-**منصور،سوسن ،الجردي، أحمد ، الخوري ، عصام** (2009)، تأثير الري بمياه الآبار والمياه المعالجة على بعض خصائص التربة وانتاجية محصول القطن في منطقة الدوير بحمص قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الزراعة جامعة البعث مجلة العلوم الزراعية الأردنية العدد 63 ص 74-81.

11-**منصور،سوسن؛ الجردي، أحمد والخوري، عصام (2009)**. تأثير الري بمياه الآبار ومياه نهر العاصي على بعض خصائص التربة وانتاجية محصول القطن في منطقة الدوير بحمص قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الزراعة جامعة البعث مجلة العلوم الزراعية العدد 6 ص 121-128.

12-**ناجي، رؤوف سلطان (2010)**. تأثر الري بمياه الصرف الصحي الأدمي والصناعي على التربة وبعض النباتات الاقتصادية في اليمن ( رسالة ماجستير ) قسم البيولوجي ، كلية العلوم التطبيقية جامعة تعز 181ص.

## المراجع الأجنبية


13- **Abedi-Koupai, J., Mostafazadeh-Fard, B., Afyuni, M., & Bagheri, M. R. (2006).** Effect of treated wastewater on soil chemical and physical properties in an arid region. *Plant Soil and Environment*, *52*(8), 335.

14- **Abdel-Aziz, R. (2015).** Impact of treated wastewater irrigation on soil chemical properties and crop productivity. *Journal of Water Resources and Arid Environments*, *4*(1), 30-36.

15- **Alghobar, M. A., & Suresha, S. (2016).** Effect of wastewater irrigation on growth and yield of rice crop and uptake and accumulation of nutrient and heavy metals in soil. *Applied Ecology and Environmental Sciences*, *4*(3), 53-60.

16- **Alzoubi, M .M; O.Jouzdan; A. Majar; M. N. Haboub;M. Hakkoun; and H. Drwesh (2014**). treated waste water use in agriculture.General commission for scientific Agricultural Research Damascus, Syria pp2-63.

17- **Aboulroos,S.A. and El-Falacky (2005).** Pollution of soils and water in 21- Arabic, Syrian puplisher.

18- **Daoud, R., Peter, M., George, A., & Dani, F. (2017).** Efficiency of drip irrigation system for «paulownia» trees in the Aakkar coastal plain of Lebanon. *International Journal of Plant, Animal, and Environmental Sciences*, *7*(2), 1-7

19- **El-Motaium, R. A., & Badawy, S. H. (2000).** Effect of irrigation using sewage water on the distribution of some heavy metals in bulk and rhizosphere soils and different plant

species: cabbage plants (Brassica oleracea L.) and orange trees (Citrus sinensis L.). *Egyptian Journal of Soil Science*, *40*(1/2), 285-303.

20- **García-Morote, F. A., López-Serrano, F. R., Martínez-García, E., Andrés-Abellán, M., Dadi, T., Candel, D., ... & Lucas-Borja, M. E(2014).** Stem biomass production of Paulownia elongata× P. fortunei under low irrigation in a semi-arid environment. *Forests*, *5*(10), 2505-2520.

21- **Horswell, J., Speir, T. W., & Van Schaik, A. P. (2003).** Bio-indicators to assess impacts of heavy metals in land-applied sewage sludge. *Soil Biology and Biochemistry*, *35*(11), 1501-1505.

22- **Jackson, M. L. (1958).** Soil chemical analysis prentice Hall. *Inc., Englewood Cliffs, NJ*, *498*, 183-204.

23- **Jackson, M. L. (1965).** Free oxides, hydroxides, and amorphous aluminosilicates. *Methods of Soil Analysis: Part 1 Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*, *9*, 578-603.

24- **Khan, M. A., & Shaukat, S. S. (2009).** Growth, yield and nutrient content of sunflower (Helianthus annuus L.) using treated wastewater from waste stabilization ponds. *Pakistan journal of botany*, *41*(3), 1391-1399.

25- **Llano-Sotelo, J. M., Alcaraz-Melendez, L., & Castellanos Villegas, A. E. (2010).** Gas exchange in Paulownia species growing under different soil moisture conditions in the field. *Journal of Environmental Biology*, *31*(4), 497-502.

**26- Melean , A.O (1982).** Soil PH and Lime requirement. In: Page , A. L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (eds)Methods of soil analysis . Part (2) Madison ,WI: American Society of Agronomy.P1159.

**27- Rusan, M. J. M., Hinnawi, S., & Rousan, L. (2007).** Long term effect of wastewater irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Desalination*, *215*(1-3), 143-152.

**28- Olsen, S. R. (1954).** *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate* (No. 939). US Department of Agriculture.

**29- Ozdemir, C., & Dursun, S. (2004).** Trihalomethane determination and removals from the main discharge channel of Konya City (Turkey). *Environmental technology*, *25*(9), 1091-1096.

**30- Peech, M. (1965).** Hydrogen-Ion Activity. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. *Am. Soc. of Agronomy* American Society of Agron.Madison, Wi.P:914-924.

**31- Rashed, A. R., El–Dayem, A., Fayed, M. A., & El-Sisi, S. E. M. (2008).** Assessment of using sewage water effluent on some soil characteristics. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, *33*(3), 2435-2445.

**32- Rhoades, J. D. (1990).** Determining soil salinity from measurements of electrical conductivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *21*(13-16), 1887-1926.

**33- Shatanawi, M. (1994).** Minimizing environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan valley-phase I. In *Technical Report No. 18*. Water and Environmental Research and Study Center, University of Jordan Amman, Jordan.

**34- Walkley, A., & Black, I. A. (1934).** An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, *37*(1), 29-38.