تأثير استعمال المياه الرمادية على الصفات الكيميائية للتربة وإنتاجية نبات السبانخ

م. منى بكور* د. مصطفى بدا**
م. رابعة الحايك*** م. أيمن حجازي****

الملخص

تتميز المياه الرمادية بأنها مصدر مائي مستدام لكونه الجزء الأكبر من مياه الصرف الصحي المنزلي، كما تعتبر نوعيتها أفضل من المياه السوداء، لذلك فإن معالجتها وإعادة استخدامها في الأغراض الزراعية يساهم في تقليل الطلب على المياه العذبة.

نُفذت الدراسة في محطة بحوث النشابية خلال الأعوام من2011 – 2015 على محصول السبانخ بهدف دراسة تأثير استخدام المياه الرمادية في الخصائص الكيميائية للتربة وعلى السبانخ، صُمّمت الدراسة وفق القطاعات العشوائية الكاملة باعتبار نوعيتي مياه الري معاملتين وبثلاث مكررات، حيث اعتمد في ري التجربة طريقة الري السطحي.

أظهرت الدراسة زيادة غير معنوية كمّاً ونوعاً لمحصول السبانخ المروي بالمياه الرمادية المعالجة مقارنةً بالمروي بالمياه الجوفية، وبلغ الانتاج في كل منهما على الترتيب (10.628 – 10.225) طن\هـ، وأن مستوى الملوثات المدروسة في المياه الرمادية منخفضاً حسب المواصفة السورية الخاصة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري الزراعي، وكانت هناك زيادة غير معنوية في درجة الحموضة وقيم الناقلية الكهربائية للترب المروية بالمياه الرمادية المعالجة مقارنةً بالترب المروية بالمياه الجوفية،

*الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – باحث مساعد.
**الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – باحث.
***الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – مركز بحوث السلمية – باحث مساعد.
****الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية – باحث مساعد.

كذلك كانت الزيادة غير معنوية في نسبة الصوديوم المدمص والبورون في الترب المروية بالمياه الرمادية المعالجة بقيمة بلغت (1.5 – 0.23) على التتالي مقارنةً بالترب المروية بالمياه الجوفية (0.111.02) على التتالي، انخفضت قيم الـ Biochemical oxygen demand (BOD) للمياه الرمادية بعد المعالجة، كما انخفض محتوى المياه الرمادية غير المعالجة من الكربون العضوي Total Organic Carbon (TOC) من 60 مغ /ليتر إلى 15 مغ/ليتر في المياه الرمادية المعالجة.

الكلمات المفتاحية: مياه رمادية، مياه معالجة، التلوث، المحافظة على البيئة، السبانخ.

Effect Of Grey Water Use On Soil Chemical Properties, And Spinach's Product

Eng. Mona Bakour **Dr ..Mustafa Badda**

eng. Ayman Hegazy **eng .Rabaa Al-Hayek**

Abstract

Greywater is a big source of water because it is a big part of home waste water, and its quality consider better than black water, so its treatment and reuse in agricultrual purposes contribute in reduse of fresh water demand; the study was done in Alnashabiah research station with 2 years of duration, starting in 2011untel 2015 with the spinach crop, and aimed to study the effect of using graywater on the soil chemical properties and yield. Statistic design of the study is (full random sectors) and consists of two treatments for quality of water (freshwater ,treatment greywater) each treatment includes three replications (2x1 m) and irrigated by surface method of irrigation with same normal of water. The most important results acheved in the study were: greywater can be used safly on cocked vegetables and fruitful trees irrigation, comparing with the Syrian Standrats N\2752\ as the filtration process helped in redusing the load of organic substances and consequatly the quantity of microbs particularly the Colonic bacteria will be decreased in the water, and the chemical soil properties, irrigated with the greywater, had not been effected during the period of the study, The BOD values for gray water decreased after treatment, and untreated gray water content from organic carbon (TOC) decreased from 60 mg / L to 15 mg / L in treated gray water

Key wards: Graywater, Treated Water, Contamination , Envinroment Conservation, spinach.

المقدمة

المياه عنصر استراتيجي وحيوي تتوقف عليه عجلة التنمية الاقتصادية والاجتماعية، لقد برزت قضية شح المياه وتردي نوعيتها في العديد من الدول وخاصة دول حوض المتوسط في شرقه وجنوبه نتيجة للتغيرات المناخية والنمو السكاني والنشاط الانساني غير المنظم (AL-jayyousi, 2003).

تعتبر مياه الصرف الصحي مورداً مائياً هاماً يمكن أن يشكل رديفاً للمياه العذبة في حال أحسن استخدامه واستثماره بشكل آمن بيئياً، لأنه يعمل على سد العجز الحاصل في الموازنة المائية على مستوى الجمهورية العربية السورية.

يشير مصطلح المياه الرمادية (Greywater). إلى مياه الصرف الصحي التي لم تختلط مع مياه المراحيض أو مياه شطافات الطهارة، وبالتالي يكون محتواها فقط من مياه الاستحمام والمغاسل والغسالات (Emmerson., et al, 1998)، وقد سميت بالمياه الرمادية لأنها فيما لو تركت فترة من الوقت فإن لونها سوف يتحول إلى اللون الرمادي (Nolde, 1999).

تقسم مياه الصرف الصحي المنزلية إلى:

المياه السوداء (Blackwater) ومصدرها مياه المراحيض ومياه شفاطات الطهارة وهي مياه تحتوي على كمية كبيرة من الممرضات، كما تحتوي على تركيز عالٍ من المواد العضوية بالإضافة إلى عناصر أخرى أهمها الآزوت والفسفور.

المياه الرمادية: هي المياه الناتجة عن الحمامات ومياه الغسيل والمطبخ والمغاسل وتشكل 80% من مياه الصرف المنزلي، وهي مصدر مائي مستدام وبعد معالجتها يمكن استخدامها للأغراض الزراعية على مستوى الأسرة الفلاحية، أو التجمعات السكانية العشوائية لأنها أقل تكلفة وضرراً بيئياً(Emmerson., et al, 1998).

تتنوع كمية مياه الصرف الصحي المنزلية التي تنتج من قبل أي أسرة بناءً على عوامل عديدة منها: عدد الأفراد الذين يعيشون في المنزل وأعمار الأفراد ونمط حياتهم كما تعتمد على نمط استهلاك المياه وثمنها.

يجب اختيار نظام معالجة للمياه الرمادية يأخذ بعين الاعتبار كميتها ونوعيتها ففي التجمعات السكانية الكبيرة تتميز المياه الرمادية بارتفاع تراكيز المواد العضوية والمواد الصلبة والزيوت والدهون.

وعموماً هناك عدداً من الأنظمة للمعالجة متبعة في عدد من دول العالم أكثرها انتشاراً نظام حوض التجميع المتبوع بالفلتر الرملي المتقطع التدفق وقد تم اختياره لتنفيذ البحث لسهولة تركيبه واستثماره ولقلة تكلفته.

مبررات البحث:

تشكل المياه الرمادية معظم مياه الصرف الصحي التي تنتج يومياً فهي تشكل تقريباً 60% منه (Beaver, 1995)، وتستخدم المياه الرمادية في كثير من الأغراض منها: ري الحدائق وري المروج الخضراء والشلالات والنوافير الترفيهية وغسيل السيارات وغيرها (Al-Jayyousi, 2002).

يمكن توفير كمية كبيرة من المياه العذبة المخصصة للشرب إذا ما تم استغلال وإعادة استخدام المياه الرمادية، حيث يؤدي ذلك إلى توفير 40% من كمية الاستهلاك الكلي من المياه العذبة للأسرة الواحدة (Coder,1999).

تستطيع الهيئات المائية أن توفر مبالغ مالية كبيرة نتيجة إعادة استخدام المياه الرمادية، فإعادة استخدام المياه الرمادية تقلل من كمية المياه العادمة التي تتدفق في خطوط الصرف الصحي مما يؤدي إلى إبقاء الشبكة صالحة للعمل بكفاءة عالية وبدون أي تعديل إضافي عليها قد يُحمّل الدولة تكاليف إضافية (Davis, 1993).

لذلك فقد هدف البحث إلى دراسة تأثير استخدام المياه الرمادية على الخصائص الكيميائية للتربة وعلى إنتاجية محصول السبانخ.

مواد وطرائق البحث:

عينات المياه :

قُطفت عينات المياه من موقع البحث بمعدل مرّة كل خمسة عشر يوماً، وذلك باستعمال عبوات من البولي ايثيلين سعة (1) ليتر المغسولة بالماء والصابون، ثم بمحلول السلفوكروم ثم بالماء المقطر عدّة مرات، وجُمعت العينات المائية بعد غسل العبوة بماء العينة نفسها ثلاث مرات قبل ملئها، وإغلاقها بإحكام وكتابة البيانات اللازمة، ومن ثم نقلها إلى المختبر خلال (1-2) ساعة، حيث حُفظت بدرجة (4) درجة مئوية إلى حين تحليلها ودراستها.

عينات التربة:

جُمعت عينات التربة من القطع التجريبية لموقع البحث، ووُضعت في أكياس من النايلون وسُجّلت عليها المعلومات الخاصة بكل موقع ونُقلت إلى المخبر. تمّت في البداية تنقية عينات التربة من الحجارة وغيرها من الشوائب، ثم وُضعت في أكياس ورقية وجُفّفت بالمجفف على درجة حرارة 40 درجة مئوية لمدة 72 ساعة – ومن الممكن أن تجفف على درجة حرارة 100 درجة مئوية لمدة 2 ساعة- ومن ثم نُخلت بمنخل قطر ثقوبه 2مم، بعد جمع وتحضير عينات التربة أُجريت عليها التحاليل التالية:

- درجة حموضة التربة (pH): مستخلص (تربة– ماء 2.5:1) باستخدام (pH meter)، (Mclean, 1982).
- الناقلية الكهربائية (EC): مستخلص (تربة– ماء 5:1) باستخدام جهاز قياس الناقلية الكهربائية Electrical Conductivity Meter (Rhoadeset al., 1982).
- الأيونات الذائبة:

- الكلور Cl: معايرة بمحلول نترات الفضة$AgNO_3$، (Richards, 1954).
- الصوديوم: بوساطة جهاز اللهب Flam Photometer.
- الكالسيوم Ca، المغنيزيوم Mg: معايرة بالفيرسينات (EDTA)Ethylendiamenetetra acetic acid ايثيلين ثنائي الأمين رباعي حمض الخل.
- البورون الذائب B: بوساطة جهاز Spectrophotometer.

عينات النبات:

- **تقدير الرطوبة:** يتم تقدير الرطوبة في العينات الطازجة دون تحضير، في حال العينات الدرنية (شوندر علفي) يتم تقطيع العينة أو بشرها ببشارة مناسبة لضمان جفاف متجانس للعينة، يراعى أثناء الوزن نوع وتركيبة العينة بحيث تكون الوزنة المأخوذة ممثلة ما أمكن للعينة.

– توزن الجفنة فارغة وجافة ويسجل الوزن بدقة ثلاث أرقام بعد الفاصلة،
– يوزن بحدود 3–5غ من العينة مع الجفنة بدقة ثلاث أرقام بعد الفاصلة،
– توضع في فرن التجفيف على حرارة 105 ْم حتى ثبات الوزن (يكفي ست ساعات عادة)،
– بعد انتهاء التجفيف تنقل العينات ساخنة إلى الديسيكيتور (Desiccator) مزود بمادة ماصة للرطوبة،
– توزن العينات الجافة بدقة ثلاث أرقام بعد الفاصلة.
– الحساب: نسبة الرطوبة % = (وزن الجفنة مع عينة رطبة – وزن الجفنة مع عينة جافة)×100/(وزن الجفنة مع عينة رطبة – وزن الجفنة فارغة)<

- **تقدير الألياف**

– زن بحدود 1غ من العينة بدقة ثلاث أرقام بعد الفاصلة وتوضع في بيشر مناسب،
– أضف 150 مل من حمض الكبريت بتركيز 1.25% ويضاف بضع قطرات من الاوكتانول،

- ضع على السخان الخاص وتوضع عليه الكرة الزجاجية المبردة (مزودة بتيار ماء متدفق للتبريد)، يغلى لمدة نصف ساعة،
- أضف 7.5مل من محلول ماءات الصوديوم بتركيز 400غ/ليتر، ويغلى لمدة نصف ساعة،
- أنقل العينة نقلا كميا إلى بوتقة زجاجية مسامية (Glass Filter Crucible) وتوضع البوتقة على جهاز شفط سوائل مخصص.
- رشح مع الغسيل بماء بدرجة الغليان لثلاث مرات ثم مرتين بالأسيتون البارد،
- جفف لمدة 8 ساعات على درجة حرارة 105°م، دعها تبرد في الديسيكيتور، زن،
- رمد على درجة حرارة 550°م لمدة ساعتين وبرد في الديسيكيتور، زن.
- الحسابات: CF% = (وزن البوتقة المسامية من البقايا – وزن البوتقة المسامية)×100/وزن العينة
- الرماد في CF% = (وزن البوتقة المسامية مع رماد–وزن البوتقة المسامية)×100/وزن العينة، (AOAC,1980)

- **تقدير السكريات**

- يؤخذ 2غ من المادة وتطحن وتوضع في أنبوب اختبار ويضاف لها 80 مل من الكحول الإيتيلي تركيز 80%.
- يوضع المزيج في حمام مائي بدرجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة.
- ندخل المزيج في جهاز الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة، ثم نجري الاستخلاص للمحلول الرائق ويتم إكمال المحلول إلى 25 مل بإضافة حمض البيروكلوريك، ثم يؤخذ 1 مل منه ونضيف له 1 مل من كاشف فينول مع 5 مل من حمض الكبريتيك ويلاحظ ظهور اللون البني.
- يقاس الامتصاص الضوئي بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer على طول موجة 490 نانوميتر، (AOAC,1980).

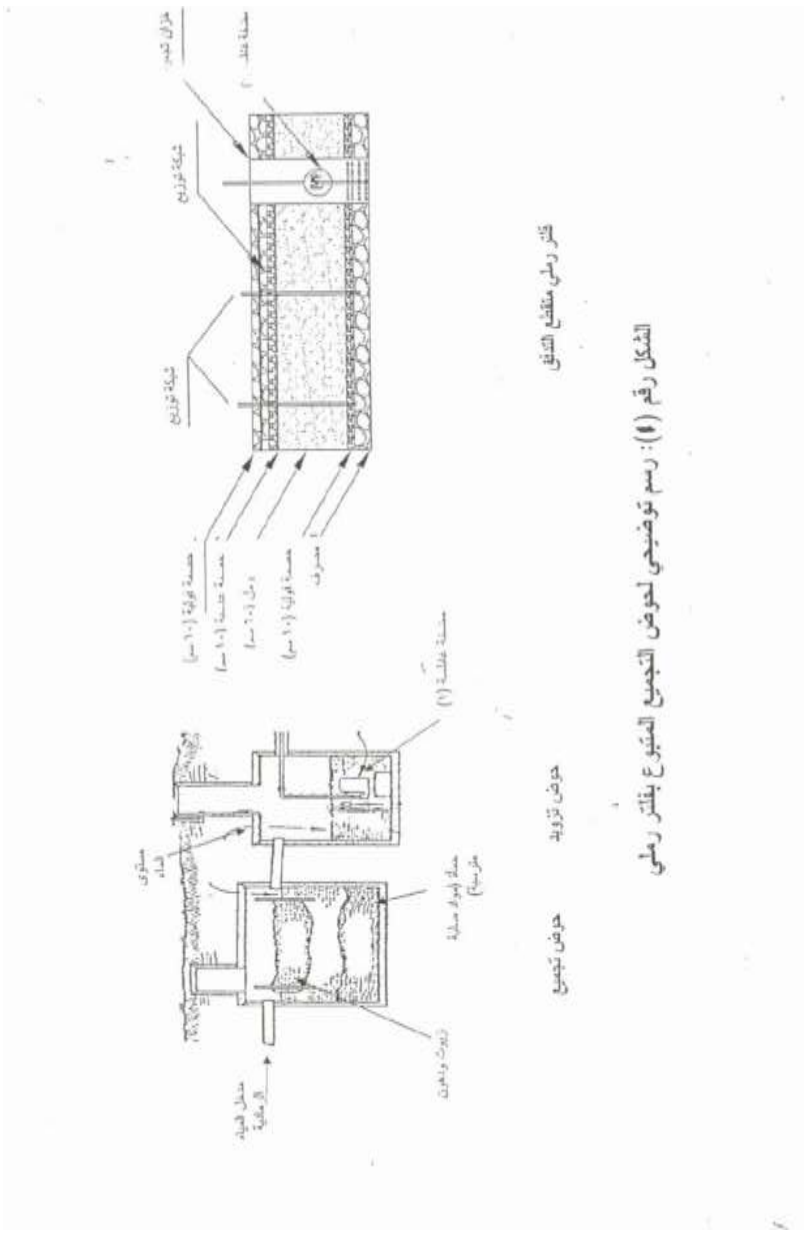
- **تقدير فيتامين C**

- يسحب 10 مغ من العينة يضاف إليها 5 مل من النشاء تركيزه 1% و 100 مل من الماء.
- تملأ السحاحة بمحلول من اليود تركيزه 0.1 نظامي.
- تغطى وتغلف السحاحة بالكامل بالسلوفان،كما تغطى فوهة الدورق بالسلوقان.
- يثقب غطاء دورق المعايرة بالسحاحة ويعاير مع محلول اليود الموجود بالسحاحة حتى ظهور اللون الأزرق الذي يمثل نقطة نهاية التفاعل.
- يعاد التسحيح ثلاث مرات ويؤخذ معدل الحجم.
- تحسب نسبة فيتامين C من العلاقة التالية:
- 1 مل من محلول اليود (0.1) نظامي يكافئ 0.008807 غ من فيتامين C حسب العلاقة:
- 1ml of I2 = 176.14/1000*10*2= g of Vita
- حيث أن الرقم (176.14) يمثل الوزن الجزيئي لحمض الأسكوربيك
- ومنها وزن الحمض بالغرام في المحلول المعاير = متوسط الحجم المستهلك من اليود X 0.008807، (AOAC,1980).

صُمّمت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة (Complete Radomiz Block)(CRB)، وأُنجزت التحاليل الإحصائية باستخدام البرنامج لإحصائي الأكثر استخداماً GenStat 12th Edition وذلك باستخدام تحليل ANOVA ومن ثم حساب الاختبارات البعدية لحساب قيمة أقل فرق معنوي L.S.D(Least Significant Difference) عند مستوى معنوية 5% بين المعاملات، باعتبار كل من نوعية المياه معاملة وكل معاملة تحوي ثلاث مكررات (المكرر عبارة عن مسكبة 2 X 1 م)، ونُفذت التجربة الزراعية على مدار عامين متتاليين، واستغرق العمل المكتبي باقي الوقت بسبب الأزمة.

المحصول: تمت زراعة محصول السبانخ.

اتبعت طريقة الري السطحي في سقاية جميع المعاملات، بعد جمع المياه الرمادية من مغاسل مكاتب موظفي محطة بحوث النشابية ومعالجتها باستخدام حوض التجميع المتبوع بالفلتر الرملي، كما الشكل رقم(1)، وتم تقديم 6 سقايات بمعدل 200 م3/هـ، مجموع كمية المياه المقدمة خلال الموسم 1200م3/هـ لكل من المعاملتين بالإضافة لكمية الأمطار الهاطلة (1017 م3/هـ).



الشكل رقم (1): رسم توضيحي لحوض التجميع المتبوع بفلتر رملي

النتائج

انتاجية نبات السبانخ

من الناحية الكمية

أظهرت الدراسة لمتوسط عامين من التجربة زيادة غير معنوية في إنتاجية السبانخ المروي بالمياه الرمادية المعالجة مقارنةً بالمروي بالمياه الجوفية بقيمة لأقل فرق معنوي بلغت (L.S.D = 0.62)، وبلغ الانتاج في كل منهما على الترتيب (10.628 – 10.225) طن \هـ كما هو موضح بالشكل (2).

الشكل رقم(2). إنتاج لمحصول السبانخ تبعاً لنوعية مياه الري

من الناحية النوعية :

أظهرت الدراسة الاحصائية للتحاليل النوعية التي أجريت على أوراق نباتات السبانخ الخضراء الموضحة في الجدول رقم(1)،عدم وجود فروق معنوية في تراكيز فيتامين C

والمـــادة الجافـــة والحموضـــة والألـيـــاف وكـــذلك نســـبة الســـكريات بـــين المعـــاملتين (جوفية – رمادية) وجميعها ضمن الحدود الطبيعية.

الجدول رقم (1). بعض مؤشرات الصفات الكمية في أوراق السبانخ

المؤشر / نوعية المياه	مادة جافة	pH	الألياف	فيتامين C	السكريات
مياه جوفية	65	8.99	5.5	0.7	4.44
مياه رمادية	66	8.14	5.51	0.61	4.05
الحدود الطبيعية	70-40	9-7	6-5	أقل من 1	5-4
L.S.D	1.13	1.02	0.23	0.14	0.41

نوعية المياه:

تشير النتائج الموضحة في الجدول رقم (2) أن مستوى الملوثات المدروسة في المياه الرمادية منخفضاً حسب المعايير الموصى بها في المواصفة السورية رقم 2752 لعام (2008) الخاصة باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري الزراعي وتبعاً لقيم الـ BOD يلاحظ صلاحية المياه الرمادية غير المعالجة لري الأشجار المثمرة ومحاصيل الحبوب ونباتات الزينة، أما المياه الرمادية المعالجة فهي ملائمة لري كافة أنواع المحاصيل الزراعية والخضار التي تؤكل مطبوخة، وحسب قيم الملوحة فإن جميع أنواع المياه السابقة غير مالحة وصالحة للري في معظم أنواع الترب ولمختلف المحاصيل، أما فيما يتعلق نسبة الصوديوم المدمص Sodium Adsorption Ratio(SAR) فقد تراوحت قيمه بين 1.02 و1.5 وبالتالي تعتبر جميع أنواع المياه السابقة صالحة للري في معظم أنواع الترب دون أي تأثير يذكر على قلوية التربة، كما تظهر النتائج أن محتوى المياه الرمادية من شوارد الصوديوم والكلور وعنصر البورون

أعلى من محتوى المياه الجوفية لهذه العناصر (لمحتوى مركبات المنظفات للعناصر المذكورة) ورغم ذلك تبقى بعيدة عن الحدود الرقمية للتلوث الواردة في المواصفة السورية رقم (2752, 2008).

الخصائص الكيميائية للمياه المستعملة في الري جدول(2)

نوعية المياه / المؤشر المدروس	مياه رمادية	مياه رمادية معالجة	مياه جوفية	المواصفة القياسية السورية (م. ق.س)
pH	8.5	7.9	8	9-6
EC(d.S/m)	2.03	1.23	1.07	2.23
الكلورمغ/ ل	121.4	111.4	90.5	350
الصوديوم مغ/ ل	77.7	72.5	55.7	230
SAR	1.5	1.27	1.02	9
البورون مغ/ ل	0.23	0.07	0.11	2-0.75
BOD مغ/ ل	47	20	1.7	30*

* الجدود القصوى المسموح بها لاستعمال المياه لري الخضار التي تؤكل مطبوخة حسب المواصفة السورية

التربة:

أظهرت الدراسة زيادة غير معنوية في درجة pH وقيم الناقلية الكهربائية للترب المروية بالمياه الرمادية المعالجة مقارنةً بالترب المروية بالمياه الجوفية وبلغت قيمة درجة

pH فيهما على الترتيب (7.83 – 7.74)، وبلغت قيمة الناقلية الكهربائية لكل منهما على الترتيب (0.61 – 0.54 d.S/m) كما هو موضح في الجدول (3).

أظهرت النتائج زيادة غير معنوية في كمية الكلور والصوديوم للترب المروية بالمياه الرمادية المعالجة والتي بلغت كميتهما (24.42 – 9.2مغ\كغ) مقارنةً بالترب المروية بالمياه الجوفية والتي بلغت فيها كميتهما (22.58 – 8.74مغ\كغ) على الترتيب كما هو موضح بالجدول (3)، كما أظهرت النتائج الموضحة في الجدول (3) زيادة غير معنوية في نسبة الصوديوم المدمص(Sodium Adsorption Ratio(SAR في الترب المروية بالمياه الرمادية المعالجة بقيمة بلغت (0.4) مقارنةً بالترب المروية بالمياه الجوفية والتي بلغت (0.38)، كذلك الحال بالنسبة لكمية البورون والذي بلغت كميته في الترب المروية بالمياه الرمادية المعالجة والمياه الجوفية على الترتيب (0.43 – 0.78) وكانت الزيادة غير معنوية وبقيت جميع المؤشرات المدروسة دون حدود السميّة في الترب الزراعية (ADRIANO, 1986).

الجدول رقم (3). التحليل الكيميائي للتربة

نوع التربة / المؤشرات	تربة مروية بالمياه الجوفية	تربة مروية بالمياه الرمادية المعالجة	الحدود المسموح بها	L.S.D
قوام التربة	طينية	طينية		
EC(d.S/m)	0.61	0.54	4.7-1.5	0.09
pH	7.74	7.83	7.9-7.5	1.03
الكلور مغ/ كغ	22.58	24.42	350-10	1.95
الصوديوم مغ/ كغ	8.74	9.2	250-10	0.82
SAR	0.38	0.4	9	0.03
البورون مغ/ كغ	0.28	0.43	5 - 3	0.23

من خلال تحليل الجدولين رقم /2و3/ يتبين أن قيمة PH في المياه الجوفية والمياه الرمادية المعالجة هي ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة السورية، وكذلك حسب

قيم معامل SAR لا يتوقع أن تسبب هذه المياه أية مشاكل في قلوية التربة أو حدوث ظاهرة الصودية.

– كفاءة المعالجة (الفلترة):

إن التأثير الأساسي لعملية معالجة المياه الرمادية يبدو واضحاً على خفض قيم مؤشر الـ BOD (الاحتياج الحيوي للأكسجين) حيث انخفضت قيم الـ BOD للمياه الرمادية من 47 إلى 20 مغ /ليتر بعد المعالجة كما هو موضح في الجدول رقم (4)، ويعني هذا تخفيف حمولة المياه الرمادية من المواد العضوية، حيث انخفض محتوى المياه الرمادية غير المعالجة من الكربون العضوي (TOC) من 60 مغ /ليتر في المياه غير المعالجة إلى 15 مغ/ليتر في المياه الرمادية المعالجة وبالتالي تقليل عدد الأحياء الدقيقة والجراثيم ومنها الجراثيم القولونية البرازية.

الجدول رقم (4). قيم الـ BOD وTOC للمياه المستخدمة للري و مراحل معالجة المياه الرمادية (مغ/ليتر)

نوع المياه	جوفية	صنبور	رمادية غير معالجة	رمادية بعد الترسيب	رمادية معالجة
BOD	1.75	1	47	45	20
TOC	4	4	60	55	15

الاستنتاجات:

1. استناداً للمواصفة السورية رقم /2752/ لعام 2008 الخاصة باستخدام المياه العادمة المعالجة في الري ، يمكن استخدام المياه الرمادية المعالجة في ري الخضار التي تؤكل مطبوخة وأشجار الفاكهة ونباتات الزينة.
2. التأثير الأساسي لعملية معالجة المياه الرمادية(الفلترة) هو تقليل الاحتياج الحيوي للأكسجين (BOD) من خلال إزالة المواد العضوية من المياه.
3. لا يتأثر مردود محصول السبانخ (سلباً) عند استخدام المياه الرمادية المعالجة في الري مقارنةً مع استخدام المياه الجوفية.
4. ينصح في المناطق الممطرة اعادة استعمال المياه الرمادية للمحاصيل الشتوية بشكل آمن لأن الأمطار تعمل على غسل التربة.

المقترحات:

1. الاستمرار بتنفيذ التجارب لحين تأكيد النتائج والتوصل إلى المعايير الناظمة لاستثمار المياه الرمادية.
2. تعميم البحث وتنفيذه في مواقع أخرى تشمل مصادر متنوعة للمياه الرمادية (منازل ريفية – مكاتب – مدارس – جوامع).

المراجع

- المواصفة السورية لمياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري رقم / 2752 /.
- ADRIANO D.C., 1986-Trace Elements in the Terrestrial Environment. Springer– Verlag, Berlin, Heidelberg, NewYork, Tokyo. 536.
- Al-JAYYOUSI, O.R. 2003-Preliminary Investigation on Greywater Treatment M.Sc. thesis. Jordan. University. P. 117-145.
- Al-JAYYOUSI, O.R. 2002-Focused Environmental Analysis for Greywater Reuse in Jordan. Env. Eng. Policy. 3(2): 67-73.
- AOAC . 1980- Official methods of analysis of the AOAC, 13th ed. Edited by WILLIAM HORWITZ. The Association of Official Analytical Chemists, 1111 N. 19th St., Arlington, VA 22209. 1980.
- BEAVER, P. 1995-Greywater as an Alternative Water Source, Effluent Reuse and Alternative Treatment Seminar, Townsville, 17-19 May.
- CODER, K. 1999-Using Greywater on the Landscape. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences. USA.
- DAVIS, C. 1993-Wastewater Treatment in Australia. Waste Management and Environment. 4. (10): 26-37.
- EMMERSON, G. 1998-Every Drop is Precious, Greywater as an Alternative Water Source, Queensland Parliamentary Library, July, P. 211-243.

- MCLEAN, E.O. 1982-Soil Ph and Lime Requirement. In: Methods of Soil Analysis Part II., A. L. (ed.). Am. Soc. Agron., Madison, Wis. Agronomy 9: p: 199-224.
- NOLDE, E.1999- Greywater Reuse System for Toilet Flushing in Multi-Story Buildings Over Ten Years' Experience in Berlin. Urban Water, p. 275-284.
- RHOADES, J.D., SOLUBLE SALTS, IN., PAGE, A.L., MILLER, R.H., KEENEY, D.R. (Eds.)., 1982-Methods of Soil Analysis. Part II. 2nd Edn. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. USA.
- RICHARDS, L. A. 1954-Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U. S. Dept. Agron. Agric. Handbook 9: p:83-126.

تاريخ الموافقة 2021/06/29