

تأثير إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري على بعض الخواص الكيميائية للتربة

ونمو محصول القمح

*محمود عياش إمعرف	مصطفى علي بن زقطة	رمضان علي ميلاد
قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة سرت	القسم العام، كلية الزراعة، جامعة مصراتة	قسم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة سرت

mohmoudavash24@gmail.com

<https://doi.org/10.36602/jmuas.2019.v01.01.15>

الملخص

يساهم استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة إلى توفير في المياه والتوسع في المساحات الزراعية لإنتاج محاصيل متنوعة وأيضاً إلى تقليل من التكاليف المتعلقة بإنتاج واستيراد واستعمال الأسمدة بسبب وجود العناصر الضرورية للنبات في تلك المياه هدفت هذه الدراسة لبحث مدى مناسبة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري محصول القمح وتأثيرها على خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية. أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي 2014-2015 م في منطقة سرت، ليبيا، وصممت التجربة لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بمعاملات مختلفة: مياه عذبة (W_1) (النهر الصناعي)، خلط مياه الصرف مع المياه العذبة (W_2) بنسبة 50%، ثم الخلط بنسبة 67% مياه صرف و33% مياه عذبة (W_3) ومياه الصرف الصحي المعالجة (W_4). تم استخدام نوعين من التربة (رملية ورملية طميية). وأستخدم محصول القمح كمحصول إرشادي. وأجريت التحاليل المعملية (الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية) على عينات التربة والماء وفق طرق معتمدة والتي اشتملت: تقدير القوام والكثافة الظاهرية ونسبة الرطوبة والتوصيل الكهربائي (EC) والرقم الهيدروجيني (pH) والأنيونات والكاتيونات الذائبة والبكتريا القولونية. أيضاً تمت دراسة مكونات عوامل نمو محصول القمح باستخدام طرق معتمدة. وجدت نوعية المياه المستخدمة جميعاً ضمن الحدود الآمنة لمعيار منظمة الأغذية العالمية (FAO) لمياه الري مع ملاحظة وجود زيادة في نسبة الرصاص عن الحد المسموح به. من جهة أخرى أظهرت مياه الصرف الصحي فرق معنوي عالي في زيادة متوسطات عوامل نمو القمح مقارنة بالمياه العذبة حيث سجلت أقل قيم. الخصائص الكيميائية لمستخلص التربة تحت معاملات الري المختلفة لم يلاحظ عليها فروق معنوية في معظمها عدا الكلور والرصاص حيث أظهرت التربة الرملية الطميية فرق معنوي فيهما على التربة الرملية وبينما أظهرت التربة الرملية فرق معنوي في زيادة نسبة الكربونات. من جهة أخرى أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية بين الترتين في تأثيرهما على نمو القمح. مياه الصرف الصحي (W_4) وجدت أكثر إضافاتاً لأعداد بكتريا القولون الغائبية /100مل تلتها (W_3) بينما سجلت المياه العذبة أقل إضافة للبكتريا. خلصت الدراسة إلى بإمكانية استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في ري المحاصيل الزراعية مع ضرورة وجود نظام مراقبة جيد.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي - خواص التربة - نمو القمح - البكتريا القولونية

المقدمة

يعتبر الماء هو أساس الحياة على سطح الأرض وثروة مهمة من الثروات الضرورية وهو المصدر الرئيسي المحدد لحياة كل من الإنسان والحيوان والنبات. لقد ازدادت أهمية الماء يوماً بعد يوم لما له من دور كبير ومؤثر وفعال في مشاريع التنمية الزراعية في جميع دول العالم. والموارد المائية على اختلاف أنواعها تعتبر أحد الدعائم الرئيسية لتحقيق الحياة الاقتصادية والبشرية والصناعية والزراعية وأهداف الأمن الغذائي الليبي. بالنظر إلى أهمية المياه في جميع مجالات الحياة وفي جميع القطاعات، لا سيما أن القطاعات الزراعية العربية تستغل حالياً حوالي 80 % من إجمالي موارد المياه المتاحة، نلاحظ أن القطاع الزراعي يستهلك

المياه بمعدل أكبر من القطاعات. وهذه الكميات الهائلة من المياه المستخدمة في الزراعة لا تستغل بشكل جيد من قبل المزارعين حيث يوجد إسراف في استخدام المياه، ولذلك يجب إتباع سياسة زراعية تعمل على إدارة الموارد المائية بشكل جيد (اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي، 1999).

وكلما زاد عدد السكان زاد الطلب على إنتاج الغذاء وبالتالي زاد الطلب على الماء. وعرف الإنسان منذ القدم أهمية المياه وقد استخدم الإنسان منذ القدم مياه الأنهار ومياه الأمطار والمياه الجوفية إلا أنه لم يتجه نحو استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة إلا عندما شعر بأن مياه الأنهار والأمطار والمياه الجوفية أصبحت أقل وأدنى من أن تلي الاحتياجات المائية، وأن مصادر المياه في ليبيا والمتمثلة في مياه الأمطار والمياه الجوفية غير كافية من حيث الكمية، وكذلك موقع البلاد الجغرافي يضعها ضمن المناطق الشبه صحراوية (جافة - شبه جافة) والتي تتميز بنقص الماء والجفاف والمعدلات المنخفضة من الأمطار وارتفاع مقدار البحر (Pescod, 1992). تعتبر مياه الصرف المعالجة مصدرًا مستدامًا لمياه الري لأغراض الزراعة ويمكن استخدامها لحل الخلل بين الطلب على المياه والعرض، مع أهمية ليس فقط في تلبية احتياجات المحاصيل من المياه (Becerra-Castro et al., 2015) ولكن أيضًا في تشجيع الكائنات الحية الدقيقة في التربة، بما تحمل من المواد العضوية (García-Orenes et al., 2015)، ولا سيما العناصر الغذائية النباتية مثل الفسفور، والتي تدعم إنتاجية المحاصيل وغيرها من معايير النمو (Abdoulkader et al., 2015). أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة يمكن أن يحرر مقدارًا هائلًا من المياه العذبة المستخدمة حاليًا في الري، لتقابل الاحتياجات المتصاعدة للمياه العذبة في القرى والمدن في الدول النامية (Widaa and Saeed 2008).

ونظرًا لمحدودية المياه السطحية في ليبيا وعدم قدرتها على مواجهة الاحتياجات المائية المتزايدة لمختلف أنواع الاستهلاك لجأت ليبيا إلى التوسع في تنمية ما يتوفر لديها من مياه جوفية، وأدى ذلك إلى تكثيف السحب من الأحواض المائية الجوفية غير المتجددة أو المحدودة التجدد، والذي أدى بدوره إلى بعض الآثار السلبية وإلى تدهور التربة. وهذه الآثار قد تتفاقم مع مرور الزمن، ويصعب معالجتها معها، وقد أدى استعمالها للزراعة إلى زيادة الملوحة، وتدهور التربة. وهذه الآثار قد تتفاقم مع مرور الزمن، ويصعب معالجتها وتفايدي نتائجها المستقبلية ولذا يجب البحث على مصادر إضافية لمياه الري بما في ذلك مياه الصرف الصحي المعالجة. وتعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة أحد الموارد المائية الهامة التي يجب العناية بها ودراسة كيفية الاستفادة منها واستخدامها (عون، 2002).

وخلال العقدين الماضيين زاد استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة بصورة كبيرة، نظرًا لزيادة المساحة الزراعية وكذلك زيادة الكثافة السكانية مع محدودية موارد المياه المتاحة في معظم دول العالم، وذلك محاولة لتقليل استنزاف مصادر المياه التقليدية خاصة المستخدمة في الزراعة حيث إن معظم دول العالم تستهلك ما بين 60 - 93% من الاستهلاك المائي الكلي في الزراعة وكذلك لتقليل الآثار البيئية للتخلص من مياه الصرف الصحي. والزراعة في معظم دول العالم الثالث هي المستخدم الرئيسي للمياه يليها في ذلك بفارق كبير الاستخدامات السكنية والصناعية والسياحية. ولذلك يجب رفع كفاءة استغلال

المياه المتاحة أولاً، وإيجاد مصادر مائية إضافية تقليدية وغير تقليدية، ومن ضمن المصادر غير التقليدية معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استعمالها (عون، 2002).

مياه الصرف الصحي هي مياه تتميز بمكوناتها المختلفة نتيجة لاختلاف مصادر التدفق مثل البلديات والمجمعات التجارية والصناعية والصرف الزراعي ورعاية الحيوان وغيرها (Scott et al., 2000). تحتوي مياه الصرف الصحي على عدد من العناصر والمعادن التي بعضها يكون مفيداً للنبات مما يؤدي إلى زيادة إنتاجيته، والقسم الآخر قد يكون ضاراً للنبات والتربة وكذلك الحيوان والإنسان حسب نوعية هذه المياه وخواص التربة، والظروف المناخية والعمليات الزراعية المتبعة (Widaa and Saeed, 2008).

وهنا قلق بشأن الآثار السلبية التي قد يسببها استخدام مياه الصرف الصحي في ري المحاصيل الحقلية على صحة الإنسان والحيوان لذا اهتمت العديد من المنظمات الدولية كمنظمة الصحة العالمية بوضع معايير لاستخدام تلك المياه في الزراعة. إن زيادة الاهتمام بالمحافظة على البيئة والصحة العامة في بلاد العالم الثالث رافقه التخلص من مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل سليم والحد من تلوث شواطئ البحار. كما أن هناك زيادة كبيرة في إنتاج مياه الصرف الصحي المعالجة، وكان ذلك نتيجة لإنشاء شبكات صرف صحي ومحطات معالجة وتزويد السكان بشبكات مياه الشرب مرفقة بشبكات الصرف الصحي ومحطات التنقية. وتعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة كمصدر للعناصر الغذائية والتي يمكن استغلالها لزيادة الإنتاج الزراعي (Palese et al., 2006)، قليل من استخدام الأسمدة، والتقليل من استنزاف المياه الجوفية، ويمكن استعمالها في الصناعة وحقن المياه الجوفية واستصلاح الأراضي الصحراوية ومكافحة التصحر وتحسين البيئة. هدفت هذه الدراسة إلى بحث تأثير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة على بعض خواص التربة الكيميائية والطبيعية والبيولوجية وعلى إنتاجية محصول القمح. إضافة إلى مدى إمكانية الاستفادة من هذه المياه في عملية الري والحد من تلوث مياه البحر.

المواد وطرق البحث

1. وصف منطقة أخذ العينات:

تقع منطقتي الدراسة بمزرعة أبحاث كلية الزراعة بجامعة سرت، وممثل القرضابية في منطقة سرت، الواقعتان على خط عرض 16.10 درجة شمالاً وخط طول 31.30 درجة شرقاً.

وضعت التجربة في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، حيث أجريت الزراعة في أنابيب بلاستيكية طولها (115 cm) وقطرها (11.5 cm) وذلك لما حكاها قطاع التربة وعددها 24 عمود ونوعين من التربة: رملية- رملية طميية. ملئت 12 عمود لكل نوع تربة بالتربة المحففة بعد أن تمت غربلتها بغربال قطر فتحاته 2 ملم، وتم الري بنوعين من المياه، مياه الصرف الصحي المعالجة ومياه عذبة (النهر الصناعي) باستخدام أربعة معاملات مختلفة: مياه عذبة 100% (W_1)، خلط بنسبة 50% (W_2)، خلط بنسبة 67% مياه الصرف المعالجة بالطرق المتقدمة و33% مياه عذبة (W_3) و ومياه صرف

صحي معالجة 100 % بالطرق المتقدمة (W₄). تمت زراعة محصول القمح (*Triticum aestivum L.*) بمعدل زرع 20 بذرة لكل عمود علي عمق حوالي 2.5 سم من سطح التربة، وبعد الإنبات تم خف النباتات لتصبح 10 نباتات لكل عمود. بدأت التجربة في 24-11-2014 وانتهت بالحصاد في 23-4-2015.

2. المواد وجمع العينات

جمعت عينات الترب من أعماق مختلفة لتمثل قطاع التربة 0-25 و 25-55 و 55-110 سم، حيث أخذت كمية تقدر ب3 كيلو جرام لكل عينة ليبلغ عدد العينات 72 عينة، وضعت في أكياس، بعد كتابة البيانات الأساسية عليها ونقلت إلى المعمل، وتم تخفيف العينات هوائيا لفترة كافية، وتفتيتها وطحنها وغربلتها بواسطة غربال قطره 2 ملم، وفصل الحبيبات أقل من 2 ملم، ثم وضعت في أكياس بلاستيكية وتم غلقها جيدا وحفظت العينات لحين إجراء التحاليل المعملية المطلوبة على العينات.

جمعت عينات الماء للتحليل من مصادرها، المياه العذبة من مياه النهر الصناعي ومياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمراحلها المتقدمة بمدينة سرت. استخدمت الطرق العلمية الموصي بها (Apha 2012) في عملية جمع عينات المياه وذلك باستخدام قناني بلاستيكية بحجم 5 لتر غسلت بالمطهرات والماء المقطر الساخن وكررت العملية عدة مرات ثم غسلت مرة أخرى لإزالة أثر المطهرات، ومن ثم ملئت بالماء وأحكمت الإغلاق بغطاء محكم ونقلت إلى المختبر لغرض التحليل. حيث أجريت التحاليل المعملية المختلفة على هذه المياه تمهيدا لاستخدامها في معاملات الري المختلفة في هذه الدراسة. أضيفت مياه الري بأنواعها المختلفة بمعدل ثابت وهو 2600 مل/أسبوع. وهو المعدل المناسب لنمو المحصول باحتياجاته المائية وباستخدام مخبار مدرج سعة واحد لتر.

3. القياسات والتحليل المعملية للتربة والمياه:

تم تقدير القوام بطريقة الهيدروميتر Hydrometer Method حيث قدرت النسبة المئوية لكل من الرمل والصلت والطين على أساس الوزن الجاف، واستخدم مثلث القوام Textural Triangle لتحديد قوام التربة (Hesse, 1971).
تم تقدير الكثافة الظاهرية باستخدام طريقة اسطوانة العينات (Dewis and Freitas, 1970).
تم تقدير مسامية التربة وذلك بمعلومية الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية حيث تم حساب المسامية الكلية كالاتي (Sanchez-
(Maranon et al., 2002):

$$\text{المسامية الكلية للتربة} = 100 \times \left(\frac{\text{الكثافة الظاهرية}}{\text{الكثافة الحقيقية}} - 1 \right)$$

تم تقدير المحتوى الرطوب للتربة بالطريقة الوزنية وتلخص في أخذ عينة تربة ووزن العينة وهي رطبة ثم تخفيفها وتقدير وزن العينة وهي جافة، ثم ينسب وزن الماء في العينة إلى وزن التربة الجافة. (Dewis and Freitas, 1970)

تم تقدير pH في عينات المستخلص المائي للتربة وكذلك المياه باستخدام جهاز قياس الرقم الهيدروجيني pH - meter نوع (Jenway , 3510) (Black et al.,1965).

تم قياس التوصيل الكهربائي للمستخلصات المائية للتربة والمياه عند 25 درجة مئوية باستخدام جهاز قياس الايصالية الكهربائية (EC-meter) نوع Cond. 315/SET (WTW) بعد معايرته بمحلول، KCl (0.02 M) (Hesse, 1971).

تم تقدير الكالسيوم للتربة وفي عينات المياه في وجود دليل الميروكسيد (Merioxide) وإضافة (NaOH) للوصول إلى pH=12 ومعايرة حجم معلوم من المستخلص بمحلول (EDTA) بتركيز 0.01 N (Graham et al., 1962).

تم تقدير الكالسيوم والمغنسيوم الدائبين بمعايرة حجم معين من مستخلص المائي للتربة مع محلول الفرسينيت (EDTA) بتركيز 0.01N في وجود دليل اريوكروم بلاك تي (Eriochrom Black T) (Graham et al., 1962).

كما تم تقدير الصوديوم والبوتاسيوم الدائبين في المستخلص المائي للتربة باستخدام جهاز قياس طيف اللهب (Flame Photometer) نوع Jenway , PFP 7 (Jackson, 1967).

تم تقدير الكربونات والبيكربونات في مستخلصات التربة بطريقة المعايرة بحمض الكبريتيك بتركيز 0.01N في وجود دليل فينول فيثالين (Phenol phthalein) في حالة تقدير الكربونات ودليل برتقالي الميثيل (Methyl orange indicator) في حالة تقدير البيكربونات (Hesse, 1971).

تم تقدير الكلوريد باستخدام طريق موهر (Mohr) عن طريق المعايرة باستخدام محلول نترات الفضة المخفف (0.005N) في وجود دليل كرومات البوتاسيوم (K₂CrO₄) (Ryan et al.,2001). تم تقدير تركيز العناصر الثقيلة بعد الزراعة في مستخلصات التربة (5:1) وعينات المياه المستخدمة لكل المعاملات باستخدام جهاز قياس الامتصاص الذري (Atomic Absorption Spectroscopy) حيث تم استخلاص الصورة المتاحة من العناصر الدقيقة والثقيلة باستخدام محلول:

(Ammonium Acetate & EDTA) وهذه العناصر هي: الحديد Fe - المنجنيز Mn - الزنك Zn - النحاس Cu - الرصاص Pb - الكروم Cr - النيكل Ni (Hesse,1971).

تم تقدير الخواص الميكروبيولوجية للتربة في مركز العالمية للتحاليل الكيميائية والفيزيائية الميكروبيولوجية في مدينة بنغازي. وأجريت التحاليل الميكروبيولوجية على عينات التربة مباشرة بعد وصولها إلى المختبر. تم تقدير عدد مجموعة بكتيريا القولون الغائطية في التربة بإتباع طريقة العدد الأكثر احتمالاً (ROPME, 1999) باستعمال بيئة Brilliant Green Bile Broth من صنع شركة (OXOID) لإجراء الاختبار الافتراضي والتحصين عند درجة حرارة 44.5 ± 0.2 °م لمدة 24 ساعة. وبيئة

Tryptone Water من صنع شركة (IDG) مع التحضين عند درجة حرارة 44.5 ± 0.2 °م لمدة 24 ساعة. تم إضافة Kovac's Indole Reagent لإجراء الاختبار التأكيدي وتم تقدير الأعداد بالرجوع إلى جداول العد الأكثر احتمالاً. تم تقدير الخواص الميكروبيولوجية لمياه الصرف الصحي المعالجة والتي استخدمت في التجربة في مركز العالمية للتحاليل الكيميائية والفيزيائية والميكروبيولوجية بنغازي.

4. الصفات المورفولوجية لمحصول القمح ومكوناته:

عند الحصاد تم قياس ارتفاع النبات من قاعدة النبات إلى السنبله وطول السنبله بقياس طول السنبله من قاعدة السنبله إلى قمته. ثم أخذ عينات المحصول عند نهاية التجربة على النباتات النامية في كل عمود تربة بشق الاسطوانة البلاستيكية طولياً باستخدام منشار كهربائي لإخراج عمود التربة من داخله والحصول على النباتات المزروعة وجذورها سليمة. وبعد ذلك تم ترطيب الطبقة السطحية من عمود التربة ترطيب بسيط حتى يتمكن من الحصول على النباتات كاملة وذلك بتفكيك حبيبات التربة المتجمعة. ثم نقلت النباتات النامية في كل وحدة تجريبية (عمود التربة) إلى المعمل وتم غسل جذور النباتات بالماء للتخلص من بقايا حبيبات التربة، ثم تجفيفها بورق تجفيف وتركها في الهواء. ثم تقدير الوزن الكلي الطازج للنباتات لكل وحدة تجريبية. وإجراء تجفيف النباتات في الفرن على درجة حرارة 70 درجة مئوية لمدة 24 ساعة. وتم تجزئ مكونات النباتات من- جذور- مجموع خضري - سنابل وتم تقدير وزنها الجاف.

النتائج والمناقشة

1. الخصائص الكيميائية لنوعية مياه الري

تم تحليل عينات المياه المستخدمة في عملية الري حسب نوعية مياه الري (المعاملات) حيث تم استخدام نوعين من المياه، مياه عذبة من النهر الصناعي (W_1) ومياه الصرف الصحي المعالجة (W_4) إضافة لخلط هذه المياه بنسبة 50% لتعطي (W_2) وبنسبة 67% من مياه الصرف الصحي و33% من المياه العذبة (W_3)، جدول (1). وجدت نوعية المياه المستخدمة ضمن الحدود الآمنة لمعيار منظمة الأغذية العالمية (FAO, 2007) لمياه الري مع ملاحظة وجود زيادة في نسبة الرصاص عن الحد المسموح به.

من جهة أخرى أظهرت مياه الصرف الصحي فرق معنوي عالي على مستوى المعنوية 5% في زيادة متوسطات عوامل نمو القمح مقارنة بالمياه العذبة حيث سجلت أقل قيم (جدول 2). وتعزى هذه النتيجة لغني مياه الصرف الصحي بالمادة العضوية والمغذيات التي يحتاجها النبات. هذه النتائج تتفق مع ما تم نشره في دراسات سابقة (Martens and Westermann, 1991, Pescod, 1992, Widaa& and SAeed 2008).

جدول (1) الخصائص الكيميائية لعينات المياه المستخدمة في الري

المعاملة	pH	EC	Na	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	pb	Fe
W ₁	7.49	200	4.6	0.2	0.2	0.6	0.5	1.35	1.03
W ₂	7.84	250	6.5	0.5	0.7	1.0	1.0	1.5	1.11
W ₃	7.94	260	6.9	0.6	0.5	1.0	1.0	0.6	1.09
W ₄	7.71	290	8.6	0.3	0.4	0.8	0.7	0.98	0.97
FAO	6.5-8.4	300	9	42	20	8.5	10	0.1	5

جدول (2) تأثير نوعية الماء على مكونات نمو القمح

نوعية المياه	طول النبات (سم)	طول السنبل (سم)	الوزن الجاف للسنبل (طن/هكتار)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (طن/هكتار)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (طن/هكتار)
W ₁	47.32 ^b	13.47 ^c	3.61 ^b	4.72 ^b	1.68 ^a
W ₂	57.37 ^a	15.58 ^b	4.82 ^a	6.5 ^a	2.73 ^a
W ₃	53.50 ^a	15.15 ^b	5.39 ^a	6.73 ^a	2.67 ^a
W ₄	55.35 ^a	16.38 ^a	5.56 ^a	6.97 ^a	2.52 ^a
L.S.D.	5.98	1.04	1.41	1.61	1.27

المتوسطات المتبوعة بنفس الحرف على مستوى الأعمدة لا يوجد بينها فرق معنوي على مستوى المعنوية 5%

2. التحليل الميكانيكي للتربة

من نتائج التحليل الميكانيكي لعينات التربة الموضحة في الجدول (3) وبصفة عامة يتضح أن التربة الأولى ذات قوام رملي (S₁) والتربة الثانية ذات قوام رملي طمي (S₂)، حيث تتميز بالصرف الجيد وبانخفاض محتواها من المادة العضوية وقدرتها المنخفضة لخفض الماء. يلعب قوام التربة دورا هاما في تحديد العديد من خصائص التربة، فيحدد مدى قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وحركة الماء والهواء فيها ودرجة الصرف، وينعكس ذلك كله على خصوبة التربة وقدرتها الإنتاجية (بن محمود، 1995). أظهرت النتائج في جدول (4) أن الكثافة الظاهرية للتربتين (S₁ و S₂) كانت 1.65 و 1.66 جم/سم³ على التوالي. وتعتبر الكثافة الظاهرية أحد أهم الخصائص الفيزيائية للتربة، فهي مؤشر لجودة البناء والانضغاطية، وحالة التهوية وقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة وسهولة امتصاصها بواسطة النبات.

جدول (3) التحليل الميكانيكي والتوزيع الحجمي لحبيبات للتربة

التوزيع الحجمي للحبيبات للتربة (%)						الرمل	السلت	الطين
ناعم جدا	ناعم	متوسط	خشن	خشن جدا	القوام	(%)	(%)	(%)
70.05	7.23	8.83	3.68	0.23	S ₁	90.02	7.64	2.34
72.11	7.15	4.89	0.39	0.99	S ₂	85.53	10.45	4.02

جدول (4) الخواص الطبيعية لترب الدراسة

القوام	الكثافة الظاهرية (جم / سم ³)	المسامية %	الاحتوي الرطوبي %
رملية (S ₁)	1.65	37	3.99
رملية طمية (S ₂)	1.66	38	12.53

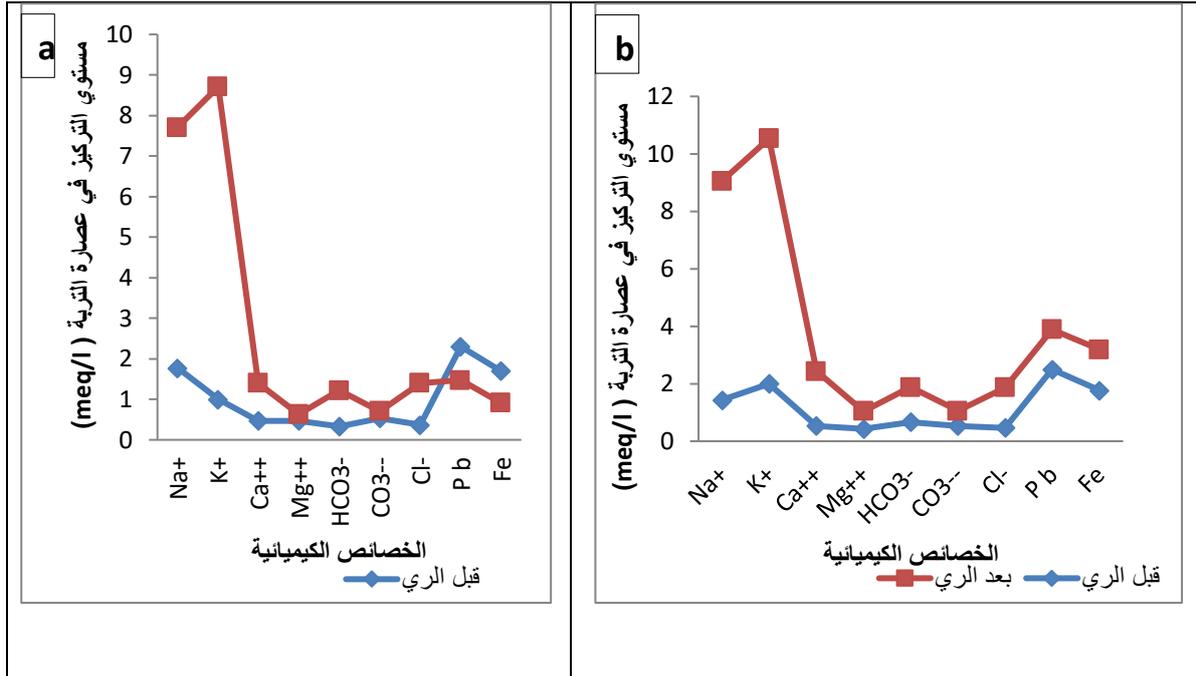
3. الخواص الكيميائية للتربة

من النتائج الموضحة في الجدول (5) لمتوسطات قيم الخواص الكيميائية لمستخلص الترتين، تحت معاملات الري المختلفة يظهر عدم وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في معظم الخصائص الكيميائية المقدره عدا الكلور والرصاص حيث أظهرت التربة الرملية الطمية فرق معنوي على التربة الرملية وبينما أظهرت التربة الرملية فرق معنوي في زيادة نسبة الكربونات. من جهة أخرى زادت نسبة هذه الخصائص في الترتين بعد عملية الري مقارنة بالاحتوي قبل عملية الري (الشكل 1).

جدول (5) متوسطات قيم الخواص الكيميائية لمستخلص التربة الرملية والرملية الطمية لجميع المعاملات

التربة	EC μS/cm	pH	Ca meq/l	Mg meq/l	K meq/l	Na meq/l	Cl meq/l	CO ₃ meq/l	HCO ₃ meq/l	Fe mg/l	Pb mg/l
S ₁	475a	7.45 ^a	0.79 ^a	0.63 ^a	8.71 ^a	7.71 ^a	1.4 ^b	0.71 ^a	1.22 ^a	1.47 ^a	0.91 ^b
S ₂	486a	7.49 ^a	0.75 ^a	0.61 ^a	8.53 ^a	7.63 ^a	1.9 ^a	0.53 ^b	1.21 ^a	1.39 ^a	1.42 ^a
L.S. D	79	0.15	0.17	0.24	0.74	1.18	0.31	0.16	0.25	0.44	0.29

المتوسطات المتبوعة بنفس الحرف على مستوي الأعمدة لا يوجد بينها فرق معنوي على مستوي المعنوية 5%



شكل (1) متوسط خصائص التربة الكيميائية قبل وبعد عمليات الري (a)الرملية (b)الرملية الطميية.

4. عوامل نمو القمح في ترب الدراسة

أظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) في طول النبات الجاف للسنبل، الوزن الجاف للمجموع الخضري، الوزن الجاف للمجموع الجذري، بين الترتين، (جدول 6). ويمكن أن يعزى هذا لتشابه الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربتين.

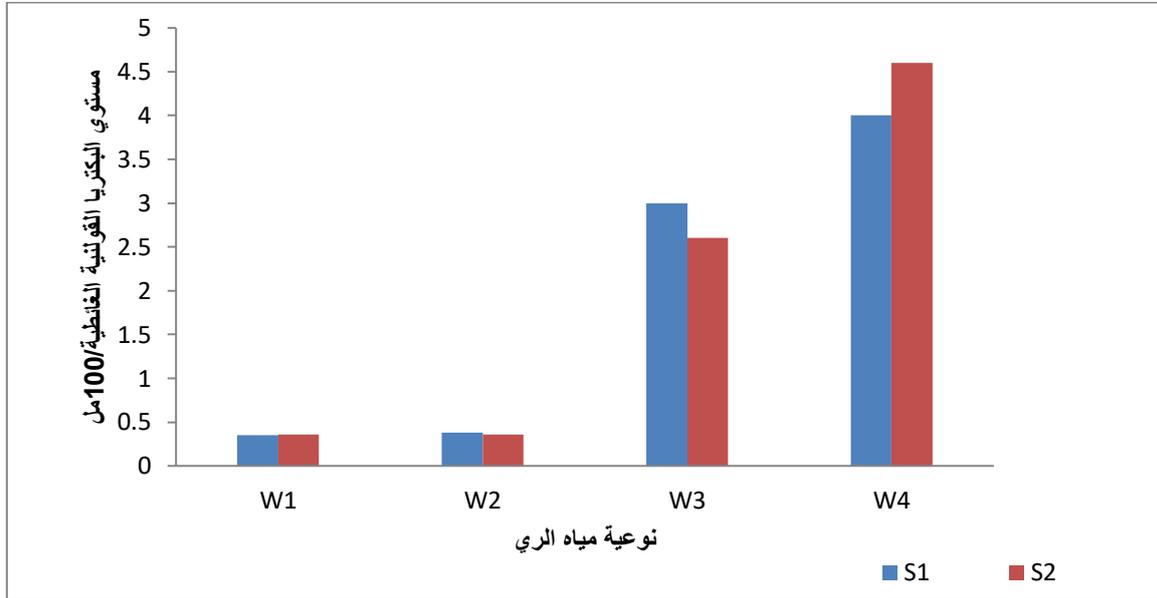
جدول (6) متوسطات قيم عوامل نمو القمح في الترب الرملية والرملية الطميية

التربة	طول النبات (سم)	طول السنبل (سم)	الوزن الجاف للسنبل (طن/هكتار)	الوزن الجاف للمجموع الخضري (طن/هكتار)	الوزن الجاف للمجموع الجذري (طن/هكتار)
S ₁	53.3 ^a	14.75 ^b	4.91 ^a	6.19 ^a	2.34 ^a
S ₂	53.4 ^a	15.54 ^a	4.28 ^a	5.77 ^a	2.16 ^a
L.S.D	4.23	0.74	0.99	1.14	0.89

5. القياسات الميكروبيولوجية للتربة:

يبين الشكل (2) تعداد بكتريا القولون الغائطية حيث أظهرت مياه الصرف الصحي (W₄) أكثر إضافة للبكتريا القولونية تلتها (W₃) بينما سجلت المياه العذبة أقل إضافة للبكتريا. من ناحية أخرى مقارنة بالإضافة في الترتين أظهرت تباين حيث سجلت التربة الرملية الطميية أكثر إضافة مع (W₄) بينما التربة الرملية سجلت أكثر إضافة مع (W₃). مع هذه الإضافات

نجد أن العد الكلي للبكتيريا القولونية الغائطية في الحدود المسموح بها حسب مكتب حماية البيئة (EPB, 2004) والحد المسموح به للزراعة هو (20000g / 100مل).



الشكل (2) العدد الأكثر احتمالاً لمجموعة بكتيريا القولون الغائطية/100 مل في التربة تحت معاملات الري المختلفة.

الخلاصة

نستخلص من هذه الدراسة أن نوعية المياه المستخدمة جميعها كانت ضمن الحدود الآمنة لمعيار منظمة الأغذية العالمية (FAO) لمياه الري. مع ملاحظة وجود زيادة في نسبة الرصاص عن الحد المسموح به. من جهة أخرى أظهرت مياه الصرف الصحي زيادة متوسطة عوامل نمو القمح مقارنة بالمياه العذبة وتعزي هذه النتيجة لغني مياه الصرف الصحي بالمادة العضوية والمغذيات التي يحتاجها النبات. نلاحظ خلال النتائج أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة لم تؤثر تأثيراً واضحاً على الخوض التربة الفيزيائية التي تم دراستها. أما تعداد بكتيريا القولون الغائطية نجد أن العد الكلي للبكتيريا القولونية الغائطية في الحدود المسموح بها حسب مكتب حماية البيئة (EPB, 2004) والحد المسموح به للزراعة هو (20000g / 100مل).

المراجع

اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي, (1999). دراسة الوضع المائي لليبيا والاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية, الجزئين الأول والثالث, طرابلس.

بن محمود, خ. ر., (1995). الترب الليبية. المجلس القومي للبحث العلمي. طرابلس, ليبيا.

عون, أ. أ., (2002). الماء من المصادر إلى المكب, منشورات الهيئة العامة للبيئة, ليبيا.

Abdoulkader, B. A., B. Mohamed, M. Nabil, B. Alaoui-Sossé, C. Eric, and L. Aleya. (2015). Wastewater use in agriculture in Djibouti: Effectiveness of sand filtration treatments and impact of wastewater irrigation on growth and yield of Panicum maximum. *Ecological Engineering*, 84: 607-614.

APHA, AWWA, WEF. (2012). *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 1360 pp. ISBN 978-087553-013-0.

Becerra-Castro, C., A. R. Lopes, I. Vaz-Moreira, E. F. Silva, C. M. Manaia, and O. C. Nunes. (2015). Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. *Environment International*, 75: 117-135.

Black, C.A., D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White, and F.E. Clark. (1965). *Methods of Soil Analysis*, Part I. Physical Analysis, American Soc. Agronomy. Inc. Madison Wisconsin. USA.

Dewis, J and F. Feritas (1970). "Physical and chemical methods of soil and water analysis", FAO, Rome, soil Bulletin., No.10.

Environmental Protection Bureau „EPB“, Treated Municipal Wastewater Irrigation Guidelines. (2004). EPB 235. Saskatchewan Environment- Canada.

FAO. 2007. Modernizing irrigation management – the MASSCOTE approach: Mapping System and Services for Canal Operation Techniques. Prepared by Renault, D., Facon, T. & Wahaj, R. FAO Irrigation and Drainage Paper, No 63.

García-Orenes, F., F. Caravaca, A. Morugán-Coronado, and A. Roldán. (2015). Prolonged irrigation with municipal wastewater promotes a persistent and active soil microbial community in a semiarid agroecosystem. *Agricultural Water Management*, 149: 115-122.

Graham, H.G., J.R. Mcright, and E.D. Frenlich. (1962). Determination of Calcium in phosphate materials by titration with EDTA in the Presence of calcium indicator, *J. Agric. Food Chem.*, 16:447-450.

Hesse, P. R (1971). "A Textbook of Soil chemical Analysis". John Murry (publishers) Ltd, 50 Albermarle Street, London.

Hesse, P.R. (1995). A Textbook of Soil Chemical Analysis, 1971. John Murray London. Kim, H., Soil Sampling Preparation and Analysis, The University of Georgia Athens, Georgia, USA.

Jackson, M. L (1967). "Soil Chemical Analysis Advanced Course" publisher by the author, Dept. of soils, Univ. of Wisconsin, Madison 6, Wisconsin, U.S.A.

Martens, D.C, and D.T Westermann. (1991). Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies in agriculture, Soil Science society of America, Book series No. 4.

Palese, A.M., G. Celano, S. Masi, and C. Xiloyannis. (2006). Treated wastewater for irrigation of olive trees: effects on yield and oil quality. In: Olive biotechnology, Mazara del Vallo, Marsala, Italy, pp. 123–129.

Pescod, M.B. (1992). Treated wastewater treatment and use in agriculture. FAO irrigation and drainage paper, 47, FAO, Rome.

Ryan, J., G. (2001). Estefan and Abdul Rashid, Soil and Plant Analysis, Laboratory Manual, Second Edition. Jointly published by the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) and the National Agricultural Research Center (NARC).

Sanchez-Maranon, M., M. Soriano, G. Delgado, and R. Delgado. (2002). Soil Quality in Mediterranean Mountains Environments. Effects of Land Use Change, Soil Sci. Soc. 66:948-958.

Scott, C.A., J. A Zarazua, and G. Levine. (2000). Urban-wastewater reuse for crop production in the water-short Guanajuato river basin, Mexico. Colombo, Sri Lanka. Research report 41: International Water Management Institute (IWMI).

Widaa A. M, and A.B. Saeed. (2008). "Impact of using treated wastewater for irrigation on soil chemical properties, plant growth and forage yield", University of Khartoum journal of Agricultural science, 16(1): 75-87.

The effect of reusing treated wastewater in irrigation on some chemical soil properties and wheat crop growth

Ramadan. A. Milad **Mostafa. A. Benzaghta** ***Mahmoud. A. Amaref**
Department of Soil and Water, General Department, Department of Soil and Water,
Agriculture Faculty, Agriculture Faculty, Agriculture Faculty,
Sirte University, Libya Misurata University, Libya Sirte University, Libya

mohmoudayash24@gmail.com

<https://doi.org/10.36602/jmuas.2019.v01.01.15>

Abstract

This study was aimed to investigate the suitability of reusing of treated wastewater to irrigate wheat crop and its impact on soil properties. The study was conducted during the Agricultural season 2014-2015, at Sirte, Libya. The climate of this area characterized by dry and hot in summer, cool and rained in winter, as well as the annual rainfall in the range of 175 mm to 200 mm, so the area is considered as semi-arid area. The experiment was designed to use treated wastewater under different managements ((W₁) 100% fresh water (from artificial stream), (W₂) Mixed by 50% fresh water and treated wastewater, (W₃) mixed by 33% fresh water and 67% treated wastewater and (W₄) 100% treated wastewater). Two soil profiles were selected and described, namely Sandy (S₁) and Sandy loam (S₂) soils. Wheat crop was used as indicator. The chemical, physical and microbiological analyses were done for water and soil samples using standard methods. The analyses include soil texture, bulk density, moisture content, electrical conductivity, pH, anions, cations, and E coli form. Also, the wheat crop growth components were studied. The quality of used water was found within the permissible levels of the Food and Agricultural Organization of the United Nation (FAO) for irrigation water, while lead was found exceeding the sever permissible level. From the other hand treated wastewater showed significant difference at P≤0.05 in increasing the average values of wheat crop growth components, in compare with fresh water, which recorded the lowest values. The chemical properties of soils extractions showed non -significant difference at P≤0.05 under the different irrigation managements, while the chloride and lead showed significant increase in sand loamy soil and carbonate in sandy soil. On the other hand, the both soils showed the same performance in increasing wheat growth components. The treated wastewater (W₄) supplied significant numbers of E coli form 100/ml to the both soils followed by (W₃), while fresh water recorded less values. The study concluded that using of treated wastewater in irrigation of agricultural crops under monitoring system has economic feasibility.

Key words: wastewater - soil properties - wheat growth - coliform bacteria