

## تأثير إضافة مياه الصرف الصحي المعالجة والحماة المجففة في تلوث التربة ببعض البكتيريا المرضية

بهاء عبد الجبار عبد الحميد

حيدر محمد شاكر

أستاذ مساعد

باحث

baha\_Jabar1952@yahoo.com

haideralfarraj@yahoo.com

كلية الزراعة-جامعة بغداد

دائرة البحوث الزراعية-وزارة العلوم والتكنولوجيا

## المستخلص

أجري هذا البحث لدراسة تأثير استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة والحماة (Sewage sludge) في تلوث التربة ببعض البكتيريا المرضية (pathogenic microorganisms)، ومنها بكتيريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *Pseudomonas aeruginosa*، التي استخدمت كدليل بكتيري في تلوث التربة بالأحياء المجهرية المرضية. أضيفت الحماة بنوعها متحللة وغير متحللة بهدف معرفة مدى تأثير عملية التحلل (Composting) في أعداد البكتيريا المرضية في التربة. جرى تشخيص وعد البكتيريا المرضية في التربة عند مدتي منتصف ونهاية موسم الزراعة، في تجربة تضمنت اثنا عشر معاملة وهي: معاملة مقارنة بدون إضافة، ومعاملة مياه صرف صحي (W2) وماء اسالة (W1) ومعاملة حماة غير متحللة (T1) وحماة متحللة (T2) وبثلاثة مستويات 0، 30، 60 طن.هكتار<sup>-1</sup>. صممت تجربة عاملية بأستعمال توزيع CRD وبثلاثة مكررات. أستخدمت أصص سعة 10 كغم تربة مزيج طينية غرينية. و زرع نبات الدخن *Panicum miliane* دليل نباتي. أظهرت النتائج أن اعداد البكتيريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *P.aeruginosa* ازدادت بشكل ملحوظ في معاملات اضافة مياه الصرف الصحي (W2)، إذ بلغت أعدادها  $5.88, 4.48, 5.37 \text{ cfu(g soil dry wt)}^{-1}$  على التوالي مقارنة مع ماء الأسالة التي أعطت  $4.54, 4.29, 2.97 \text{ Log cfu(g soil dry wt)}^{-1}$  على التوالي. كما أشارت النتائج الى أن أعداد البكتيريا المرضية في التربة ازدادت بشكل ملحوظ مع زيادة مستويات إضافة الحماة الى التربة، اظهرت النتائج أن مستوى إضافة 60 طن. هكتار<sup>-1</sup> من الحماة المضافة الى التربة، قد أعطت أعلى أعداد البكتيريا المرضية في التربة والتي بلغت  $5.78, 5.24, 6.21 \text{ cfu(g dry wt)}^{-1}$  على التوالي مقارنة مع معاملة القياس والتي كانت  $3.43, 2.46, 4.03 \text{ log cfu(g dry wt)}^{-1}$  على التوالي كما أنخفضت اعداد البكتيريا المرضية في التربة المعاملة بالحماة المخمرة (T2)، مقارنة بأعدادها في التربة المعاملة بالحماة غير مخمرة (T1). بنسبة انخفاض 9.78 و 6.67 و 8.50 % على التوالي.

الكلمات المفتاحية: المخاطر الصحية، البكتيريا المرضية، تلوث التربة، مياه الصرف الصحي.  
\*مستل من رسالة ماجستير الباحث الاول.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 47(2): 627-634, 2016

Shaker &amp; Abd Alhameed

EFFECT OF APPLICATION TREAED WATER AND DRY SLUDGE ON SIIL  
CONTAMINATION WITH PATHOGENIC BACTREIA

H. M. Shaker\*

B. A. Abd Alhameed\*\*

Researcher

Assist prof.

\*Directrate of Agriculture research College of Agric.

\*\*Ministry of Tech&amp; Science - University of Baghdad

## ABSTRACT

Research was conducted to assess the effect of treated waste water and dry sludge application on soil contamination by some pathogenic bacteria such as *Pseudomonas aeruginosa*, *Fecal coliform* and *Fecal streptococci*, which used as an indicator organisms for soil contamination by bathogenic bacteria. Composting sludge (T2) and non composting dry sludge (T1) applied to soil to assess the effect of compost of sludge on the number of pathogenic bacteria and soil contamination. Research consisted to identification and enumeration. The three pathogenic bacteria were examined at the mid and end of cultivation season. Factorial experiment with three replicate, using waste water treatment (W2) as a source of irrigation water, compared with tap water (W1). Composting sludge (T2) and non-composting sludge (T1), added and mixed with soil in three different levels 0, 30, 60 ton.ha<sup>-1</sup>. *Panicum milicine* was cultivated in pots weighted 10 Kg of silty clay loam soil. Results showed that the number of pathogenic bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, *Fecal coliform* and *Fecal streptococci*. Were increased significantly with soil irrigated with waste water treatment, giving 5.88, 5.48 and 5.37 log cfu g<sup>-1</sup>dry soil respectively, compared with tap water 4.45, 4.29 and 2.97 log cfu g<sup>-1</sup>dry soil respectively. Results showed also significantly increment in the number of pathogenic bacteria with increase rate of dry sludge utilized to soil. The rate 60 ton.ha<sup>-1</sup> was the highest number of pathogenic bacteria in soil 6.21, 5.78 and 5.24 log cfu g<sup>-1</sup>dry soil respectively. Results showed reduced in the number of pathogenic bacteria in composting sludge compared with non-composting sludge, with reduced proportion of 9.78, 6.67 and 8.50 % respectively.

Keywords: Health risk, Bacteria pathogens, Soil contamination, wastewater irrigation.

\*Part of MSe. thesis of the first author.

## المقدمة

للمجتمع (9). قسمت الاحياء المجهرية المرضية حسب كثافة وجودها في فضلات المدن السائلة الى أربع فئات رئيسية وهي البكتريا و الفايروسات والطفيليات و البروتوزوا (22). أن مدى خطورة تأثير التلوث البيولوجي بالبكتريا المرضية *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *Pseudomonas aeruginosa* ، في تلوث البيئة هو امكانياتها في أحداث أصابات مرضية للإنسان والحيوان والنبات مسببة مشاكل صحية قد تؤدي أحيانا الى الموت عن طريق التماس المباشر مع التربة الملوثة ، أستهلاك المياه الملوثة، مثل ، المياه السطحية والجوفية أو عن طريق أنقال البكتريا المرضية من التربة الى المصادر الطبيعية للمياه (8). تنتقل البكتريا المرضية عن طريق تناول الغذاء الملوث و كثير من الدراسات ذكرت أن أعداد كبيرة من بكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* وجدت على المحاصيل الزراعية المروية بمياه الصرف الصحي المعالج (1 و 10). كما كشف اخرون عن وجود بكتريا مرضية مثل *Salmonella* و *Streptococci* و *Clostridium* و *Shigella* و *Vibrio spp* (4). أن من أكثر انواع البكتريا المرضية شيوعا في مياه الصرف الصحي هي البكتريا المعوية (Enteric pathogens)، التي غالبا ماتسبب أمراض معوية خطيرة للإنسان (Faeco-oral)، (24) أن تركيز البكتريا المرضية *Fecal coliform* و *Sallmonellassp* و *Enter streptococci* و بيوض الديدان تراوحت بين  $10^6-10^9$  ،  $2.3 \times 10^9$  و  $1.5 \times 10^6$  و  $6-93$  بضة/لتر على التتابع. لذلك فأن تقدير تركيز ونوع الاحياء المرضية الموجودة في مياه الصرف الصحي تعد من الامور المهمة لمعرفة مصادر واسباب انتقال الامراض. ان المخاطر الحقيقية لأستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة ، تعتمد بشكل رئيسي على عدد من العوامل منها خصائص الاحياء المجهرية المرضية الموجودة في المياه الملوثة، وهذا يعني الاشكال التي تتواجد بها هذه الاحياء في التربة والنبات والمياه السطحية التي تتلوث جراء اعادة استعمال هذه المياه، و طريقة الري ونوع المحصول المزروع، التي تحدد مستقبلا طبيعة الاتصال بين المياه الملوثة والنبات و الانسان الذي يصبح مضيف لهذه الامراض الانتقالية. كل هذه العوامل تكون في حالة تغير ديناميكي تسهم في زيادة مخاطر تلوث

نظرا لزيادة الطلب على الغذاء وأتساع مشكلة شحة مصادر المياه العذبة وتوسع رقعة الاراضي الزراعية توجهت الجهود في البحث عن مصادر بديلة لتوفير المياه و لاسيما اعادة أستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة في المجالات الزراعية بهدف زيادة الانتاج واستغلال اوسع للأراضي الزراعية (6). أن المقاييس البيئية تتطلب التأكد من الاستخدامات الأمنة للمياه العادمة ، وتجنب المخاطر البيولوجية التي يمكن أن تتعرض لها المجتمعات الانسانية. في هذا السياق فأن انتشار الاحياء المجهرية المرضية عن طريق تدفق المياه العادمة الى المصادر الطبيعية للمياه والتربة قد يساهم وبشكل كبير في تلوث البيئة وتدهور مصادر المياه الطبيعية فضلا عن التأثير في نوعية التربة. أن العديد من الدراسات أظهرت استخدام مياه الصرف الصحي في مجالات ري الأراضي الزراعية قد زادت محتوى التربة من المادة العضوية، فضلا عن ذلك أحتوائها على تراكيز من العناصر الغذائية المختلفة الضرورية لنمو النبات، مثل النايتروجين والفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والمنغنيز والحديد (16 و 22 و 24). فقد قدر عالميا بنسبة 18 % من الاراضي المزروعة بمحاصيل الخضر التي تنتج 40 % من الغذاء العالمي تروى بمياه الصرف الصحي المعالج وغير المعالج (11) . إضافة الى ان 20 مليون هكتار من الاراضي الزراعية في 50 دولة من العالم تستعمل فضلات المدن السائلة في عمليات ري المحاصيل الزراعية (12) وأن المجتمعات السكانية تستهلك غذاء منتج من اراضي تروى بمياه فضلات المدن السائلة (27). نتيجة للزيادة السنوية الكبيرة في كميات فضلات المدن السائلة الناتجة عن زيادة اعداد السكان، وبسبب أحتوائها على مواد ومركبات سامة ملوثة للبيئة (17)، فأن عملية التخلص منها اصبحت من المشاكل المعقدة والمكلفة اقتصاديا، والتي تشمل طرائق عديدة منها ، دفنها تحت سطح الارض او رميها في مياه البحار والمحيطات مسببة تلوث للبيئة وللأحياء المائية. تعد المخلفات العضوية للإنسان والحيوان (Mannur & sludge) مصدر رئيسا لوجود الاحياء المرضية في مياه الصرف الصحي، لذا فأن اعدادها في المياه الملوثة تعتمد على طبيعة العادات الغذائية للإنسان والصحة العامة

أعداد بكتريا *Pseudomonas aeruginosa* بأستعمال الوسط الزرعي *Pseudomonas Agar* و *Fecal coliform* بأستعمال *MacConky Agar* و *Fecal streptococci* بأستعمال *Pfizer Agar* (19).

جدول 1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية لتربة الدراسة.

القيم	نوع التحليل	
7.79	درجة التفاعل الوسط pH في مستخلص تربة:ماء 1:1	
2.64	EC ديسي سمينز. م <sup>-1</sup>	
149.6	مفصولات التربة (غم.كغم <sup>-1</sup> )	
470.6		الرمل
379.8		الطين
مزيجة طينية غرينية	صنف النسجة	
260 غم.كغم <sup>-1</sup>	CaCO <sub>3</sub> equivalent	
11.7 غم.كغم <sup>-1</sup>	OM	
1.3*10 <sup>3</sup>	<i>Pseudomonas</i>	
1.1*10 <sup>2</sup>	( <i>aeruginosa</i> CFU.gdry.wt soil)	
≥30	(CFU.g.drywt.soil) <i>Total coliform</i>	
	(CFU.g.drywt soil) <i>Fecal streptococci</i>	

جدول 2. يوضح الخصائص الفيزيائية والكيميائية

والبايولوجية لمياه الصرف الصحي وماء الاسالة

مياه الاسالة	مياه الصرف الصحي	الخصائص
7.8	7.7	pH
0.92	2.3	EC ديسي سمينز.م <sup>-1</sup>
4.0	41	متطلبات الاوكسجين الحيوي BOD
Zero	385	متطلبات الاوكسجين الكيماوي COD
3.0	106	الدقائق العالقة SS ملغم. كغم <sup>-1</sup>
77.7	194.99	Na ملغم.كغم <sup>-1</sup>
116	141.2	Ca ملغم.كغم <sup>-1</sup>
42.12	66.95	Mg ملغم.كغم <sup>-1</sup>
8.89	18.58	SAR
Zero	48	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> MPN/100 ml
Zero	28	<i>Total coliform</i> MPN/100 ml
Zero	17	<i>Fecal streptococci</i> MPN/100 ml

جلبت المادة العضوية (الحمأة) من محطة الرستمية لمعالجة المخلفات السائلة لمدينة بغداد، و جفت هوائيا، ثم مررت من منخل قطر فتحاته 2ملم. حضنت الحمأة هوائيا في حاوية بلاستيكية سعة 10 كغم متقبة من السطح العلوي لغرض توفير التهوية الملائمة، قلبت ثلاث مرات اسبوعيا لغرض توفير تهوية مع إضافة ماء مع كل تقليب، والحفاظ على مستوى رطوبي 40-50% (15)، وأجريت التجربة بأستخدام توزيع CRD، لتجربة عاملية بثلاثة مكررات بتاريخ. نقلت تربة الزراعة من محطة أبحاث دائرة البحوث الزراعية في وزارة العلوم والتكنولوجيا، الواقعة في منطقة التويته جنوب شرق بغداد. مررت التربة من منخل 4 ملم، ثم وزعت على 36 أصيص سعة 10

البيئة، جراء أستخدم مياه الصرف الصحي في المجالات الزراعية. ذكر Cooles (7) أن مدة بقاء الاحياء المجهرية المرضية في التربة والنبات والماء، تتأثر بعدة عوامل أحيائية وغيرأحيائية (abiotic و biotic). (30 و 26) لذا هدفت الدراسة الى :

1- الكشف عن بعض المسببات المرضية المنقولة نتيجة لأستخدم مياه الصرف الصحي المعالجة ومنها بكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *Pseudomonas aeruginosa* في التربة.  
2-تقويم تأثير عملية التحلل للحمأة في اعداد البكتريا المرضية في التربة ومقارنتها مع الحمأة غير المتحللة.  
3-تأثير المدة الزمنية بين منتصف ونهاية الموسم في أعداد البكتريا المرضية ومدى تأثير مدة بقائها في التربة على تلوث البيئة وصحة الأتسان.

#### المواد والطرائق

نفذ البحث في دائرة البحوث الزراعية/ وزارة العلوم والتكنولوجيا، الواقعة في جنوب شرق بغداد. اجري البحث في 24-5-2015 لدراسة تأثير استخدام مياه الصرف الصحي و ثلاثة مستويات من الحمأة (0، 30، 60) طن/ه<sup>-1</sup> في تلوث التربة بالبكتريا المرضية وتأثيراتها على البيئة والصحة العامة. نقلت مياه الصرف الصحي المعالجة من محطة معالجة الرستمية / بغداد الرصافة. و خصائص مياه الصرف الصحي والحمأة والتربة مبينة في الجدولين (1 و 2). أستخدم نبات الدخن *Panicum miliane* دليلا نباتيا في التجربة. أستخدم طريقة 15 MPN/100 ML، 15 أنبوب أختبار ثلاث تخافيف (5) للكشف عن عدد بكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *P.aeruginosa*. أستخدم *Asparagines broth* للأختبار الافتراضي ووسط *Citremaid broth* للأختبار التاكيدي لبكتريا *P.aeruginosa*. كما أستخدم الوسط *MacConkey broth* للكشف عن بكتريا *Fecal coliform*. أستخدم الوسط *Azide dextrose broth* للكشف عن بكتريا *Fecal streptococci* وأستخدم الجدول الاحصائي الخاص بطريقة MPN/100ml لعد البكتريا . تم قياس الايصالية الكهربائية ودرجة تفاعل التربة في مستخلص 1:1 والتوزيع الحجمي لمفصولات التربة قدرت بطريقة الماصة و مكافئ كاربونات الكالسيوم قدرت بطريقة التسحيح (20) والمادة العضوية قدرت بطريقة الاكسدة الرطبة (13). قدرت

التربة من 36 وحدة تجريبية، وعند مدتي منتصف ونهاية الموسم الزراعي. وضعت في علب بلاستيكية، ثم نقلت الى المختبر. أخذ 10 غم من كل عينة تربة جففت هوائياً عند درجة حرارة الغرفة، وضع في دورق زجاجي مع 90 ملتر من المحلول الملحي الفسلجي (Normal Salina) 0.85 % من NaCl مزج المحتوى بجهاز stirrer ولمدة 15 دقيقة لغرض عمل معلق بكتيري. أجريت سلسلة من التخفيف العشرية 1:10، 1:100، 1:1000، 1:10,000، 1:100,000 في أنابيب اختبار تحتوي على 9 ملتر من المحلول الملحي الفسيولوجي. وفي الوقت نفسه أخذ 10 غم تربة آخر من عينة تربة، جفف في فرن كهربائي عند 105 م° ولمدة 24 ساعة، لتقدير الوزن الجاف للتربة. شملت التحليل المايكروبيولوجية. التشخيص والعد الكلي لبكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *Pseudomonas aeruginosa*.

#### النتائج والمناقشة

أشارت نتائج الدراسة في الجدول (3) وجود زيادة معنوية في أعداد بكتريا *Pseudomonas aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* في التربة عند استعمال مياه الصرف الصحي (W2)، أذ اعطت قيمة مقدارها 5.88،  $4.48 \log \text{cfu g}^{-1} \text{soil}$ ،  $5.37 \log \text{cfu g}^{-1} \text{soil}$  على الترتيب مقارنة مع أعدادها عند استعمال مياه الاسالة (W1) التي سجلت 4.54،  $2.20 \log \text{cfu g}^{-1} \text{soil}$  على التوالي، عند مدة منتصف الموسم. في حين انخفضت أعداد البكتريا في معاملة إضافة مياه الصرف الصحي (W2) عند مدة نهاية الموسم أذ كانت  $3.15 \log \text{cfu g}^{-1} \text{soil}$ ،  $5.20 \log \text{cfu g}^{-1} \text{soil}$ ،  $4.35 \log \text{cfu g}^{-1} \text{soil}$  على التتابع.

كغم تربة. أضيفت الحمأة المجففة هوائياً المتحللة وغير المتحللة الى التربة بثلاثة مستويات (0، 30، 60) طن/هـ<sup>-1</sup>، و كانت الاضافة 0 و 150 و 300 غم مادة عضوية لكل أصيص سعة 10 كغم تربة مع معاملة مقارنة بدون إضافة. وأستخدم نوعين من المياه، مياه صرف صحي معالجة (W2) وماء الاسالة (W1) لأغراض المقارنة. زرع نبات الدخن دليلاً نباتياً. حضرت جميع الاوساط الزراعية الصلبة (Solid media) حسب تعليمات الشركة المصنعة، أذ تم اذابتها بماء مقطر وعدل pH الوسط بواسطة محلول NaOH (1مولاري) ، وقيس بواسطة جهاز Ph نوع (WTW)، ثم عقم بجهاز الأوتوكليف عند درجة حرارة 121 م° وتحت ضغط 1.5 بار ولمدة 15 دقيقة. حضر وسط MacConkey agar من أذابة 51.5 غم في 1 لتر ماء مقطر، و 24.2 غم من وسط Pseudomonas agar في 1 لتر ماء مقطر، و 58.0 غم من وسط Pizer agar في 1 لتر ماء مقطر، و 34.7 غم من وسط Azid Agar في 1 لتر ماء مقطر. استخدمت الاختبارات الكيموحيوية في الكشف عن بكتريا الدراسة، واستخدمت طريقة التخفيف والعد بالاطباق plate count Methods لعد البكتريا. ولتحضير الاوساط السائلة أذيب 40 غم من وسط MacConkey broth في 1 لتر ماء مقطر و 34.7 غم من وسط Azid dextrose broth في 1 لتر من ماء مقطر و 35.5 غم من وسط الستريمايد 0.03 % في 1 لتر ماء مقطر وعقم بجهاز الأوتوكليف. استخدمت طريقة MPN (most Probable Number Tests) في الكشف والعد لبكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *P.aeruginosa*. في مياه الصرف الصحي المعالجة باستخدام الجداول الخاصة بطريقة MPN. جمعت عينات

جدول 3. تأثير مياه الصرف الصحي المعالج في أعداد البكتريا المرضية عند مدتي منتصف ونهاية الموسم.

نوع المياه	أعداد البكتريا Log.CFU.g.dry soil			أعداد البكتريا Log.CFU.g.dry soil		
	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>	<i>P.aeru ginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>
	عند مدة منتصف الموسم			عند مدة نهاية الموسم		
W2	5.88	5.37	4.48	4.35	5.20	3.15
W1	4.54	4.29	2.97	3.79	3.95	2.60
LSD-005 w2	0.36	0.28	0.59	0.14	0.18	0.04

الحماة المضافة الى التربة، أذ اعطت المعاملات C30، اعداد بلغت  $5.34 \log \text{cfu.g}^{-1} \text{dry soil}$ ،  $5.27 \log \text{cfu.g}^{-1} \text{dry soil}$ ،  $3.58 \log \text{cfu.g}^{-1} \text{dry soil}$  في حين ارتفعت اعداد البكتريا عند المعاملة C60 والتي سجلت اعدادا مقدارها  $6.21 \log \text{cfu.g}^{-1}$ ،  $5.78 \log \text{cfu.g}^{-1}$ ،  $5.24 \log \text{cfu.g}^{-1}$

كما أشارت النتائج في الجدول (4) وجود تأثير معنوي لدور المادة العضوية (الحمأة) المضافة الى التربة في زيادة اعداد البكتريا *Pseudomonas aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal Streptococci* مع زيادة كمية

التوالي، مقارنة مع معاملة المقارنة التي سجلت قيم مقدارها 4.03, 3.43, 2.46 log cfu.g<sup>-1</sup> dry soil على التتابع. كما أوضحت نتائج الجدول أنخفاض في أعداد البكتريا في التربة عند مدة نهاية الموسم.

جدول 4. تأثير إضافة مستويات مختلفة من الحماية في أعداد البكتريا المرضية في التربة

المعاملات	أعداد البكتريا Log.CFU.g <sup>-1</sup> .dry soil			أعداد البكتريا Log.CFU.g <sup>-1</sup> .dry soil		
	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>
	عند مدة منتصف الموسم			عند مدة نهاية الموسم		
CO	4.03	3.43	2.46	3.09	3.10	2.33
C30	5.34	5.27	3.58	4.22	4.85	2.93
C60	6.21	5.78	5.24	4.89	5.76	3.47

كما اظهرت النتائج في الجدول (5) التأثيرات المتداخلة بين نوع المياه المستخدمة ومستويات اضافة الحماية الى التربة وجود زيادة معنوية في اعداد بكتريا *P.aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* في التربة عند المعاملة W2C60 التي بلغت 7.12, 6.22, 5.80 log cfu.g<sup>-1</sup> dry soil على التوالي. في حين انخفضت اعداد هذه البكتريا في المعاملات W2C30 التي بلغت 5.88, 5.92, 4.21 log cfu.g<sup>-1</sup> dry soil مقارنة مع معاملة المقارنة التي بلغت 3.43, 2.44, 1.59 log cfu.g<sup>-1</sup> dry soil من جانب آخر اوضحت النتائج في الجدول (6). أن جميع أعداد البكتريا المرضية *P.aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* في التربة قد انخفضت في التربة المعاملة بالحماة المتحللة (T2)، التي بلغت 4.94, 4.60, 3.60 log cfu.g<sup>-1</sup> dry soil مقارنة مع أعدادها في التربة المعاملة بالحماة غير المتحللة (T1)، التي أعطت 5.36, 5.05, 3.84 log cfu.g dry wt على التوالي. كما اشارت نتائج الجدول بان انخفاض اعداد البكتريا عند المعاملة T2 (حماة متحللة) كانت أعلى من نسبة انخفاض البكتريا في التربة المعاملة بمعاملة T1 (حماة غير متحللة)، عند مدة نهاية الموسم. أد اعطت المعاملة T2 انخفاضا بنسبة 54.37 و 6.48 و 31.38% على التوالي، مقارنة مع نسبة الانخفاض في المعاملة T1 التي أعطت 27.01 و 4.98 و 28.0% على الترتيب.

جدول 5. يوضح تأثير التداخل بين نوع المياه ومستويات إضافة الحماية في أعداد البكتريا

المعاملات	أعداد البكتريا log.CFU.g <sup>-1</sup> .dry soil			أعداد البكتريا Log.CFU.g <sup>-1</sup> .dry soil		
	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>
	عند منتصف الموسم			عند مدة نهاية الموسم		
W2C0	4.63	4.27	3.43	3.32	4.07	2.64
W2C30	5.88	5.92	4.21	4.69	5.18	3.08
W2C60	7.12	6.22	5.80	5.27	5.79	3.73

جدول 6. يوضح تأثير عملية التحلل في أعداد البكتريا المرضية في التربة

المعاملات	أعداد البكتريا log.CFU.g <sup>-1</sup> .dry soil			أعداد البكتريا log.CFU.g <sup>-1</sup> .dry soil		
	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>Fecal coliform</i>	<i>Fecal streptococci</i>
	عند منتصف الموسم			عند نهاية الموسم		
T2	4.94	4.60	3.60	3.20	4.32	2.74
T1	5.36	5.05	3.84	4.22	4.81	3.00

الصرف الصحي رغم معالجتها للتخلص من الاحياء المرضية فيها الا أنها كانت تحتوي على أعداد من مسببات المرضية. أشارت نتائج دراسات سابقة، أذ ذكر Akponikpe (1)، أن اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالج في ري الاراضي الزراعية ادت الى تلوث التربة بالبكتريا المرضية، كما وجد أن كثافة بكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* كانت 10.11, 5.97, 9.89 log cfu.g<sup>-1</sup> dry soil على الترتيب، أذ أدى استخدام

#### المناقشة

وجد من خلال هذه الدراسة أن إضافة مياه الصرف الصحي كانت أكثر خطورة من مياه الاسالة في تلوث التربة بايولوجيا. أذ أن اعداد بكتريا *P.aeruginosa* و *Fecal coliform* و بكتريا *Fecal streptococci* ازدادت بشكل ملحوظ مع إضافة مياه الصرف الصحي الى التربة وبنسبة زيادة 26.02% و 3.16% و 29.68% على التوالي مقارنة مع معاملة إضافة مياه الاسالة. وهذا يشير الى أن مياه

الكثافة العددية للبكتريا المرضية الناتجة من اضافة الحماة مع مياه الصرف الصحي المعالجة الامر الذي أدى الى زيادة كثافة البكتريا المرضية في التربة. وهذه النتائج تشير الى أن استخدام مياه الصرف الصحي المعالج مع اضافة الحماة كمصدر سمادي ومحسنات للتربة زاد من خطر تلوث التربة بالبكتريا المرضية. أن نتائج البحث أظهرت وجود فروقات معنوية في أعداد البكتريا المرضية في التربة *P.aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* بين الحماة المتحللة T2 والحماة غير المتحللة T1. أذ أظهرت نتائج الجدول (6) انخفاض في اعداد البكتريا المرضية عند المعاملة (T2) مقارنة مع أعدادها في المعاملة (T1) وبنسبة انخفاض 8.50 ، 9.78 و 6.66 log cfu غم<sup>-1</sup> تربة جافة. أن سبب الانخفاض في اعداد البكتريا المرضية هو ارتفاع درجات الحرارة أثناء عملية التحلل لتتفوق 55 م°، مع زيادة مدة التحلل الى 60 يوم، الامر الذي أدى الى موت العديد من البكتريا المرضية. وهذا يتفق مع USEPA (28)، التي حددت من استخدام المخلفات العضوية غير المعاملة. وذكرت أن عملية تحلل الحماة تقلل من أعداد الاحياء المرضية ، وتعد احد طرائق المعالجات البايولوجية للمخلفات العضوية. كما اشارت نتائج البحث الى وجود فروقات معنوية في أعداد البكتريا المرضية *p.aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* في التربة بين مدتي منتصف ونهاية الموسم. أن الانخفاض في اعداد البكتريا المرضية في التربة عند مدة نهاية الموسم، وبنسبة 35.10 و 7.42 و 55.49 % مقارنة مع مدة منتصف الموسم، بسبب تأثير الظروف المحيطة بتجربة البحث ومنها عوامل المناخ مثل الارتفاع في درجات الحرارة وزيادات مدة سطوع الشمس اضافة الى تنافس احياء التربة المجهرية التي ازداد نشاطها مع زيادة اضافة الحماة التي تعتبر كمصدر رئيسي لأحياء التربة المجهرية (2). ذكر Warnes و Keevil (29)، أن البكتريا البرازية ، أكثر تأثراً بالظروف المناخية المتنوعة والعوامل الاحيائية الاخرى مثل التنافس مع مجتمع أحياء التربة المجهرية المستوطنة في التربة، وذكر أيضا أن 90 % من بكتريا *Fecal coliform* في التربة تموت خلال 3.3 يوم خلال فصل الصيف، مقارنة مع مدة بقائها في فصل الشتاء التي تصل الى 13.4 يوم.

مياه الصرف الصحي الى تلوث التربة بالبكتريا المرضية، التي ربما تصبح مصدرا لتلوث البيئة وتشكل خطرا على صحة الكائنات الحية. ذكر Jimenze (14) ان اعداد بكتريا *Fecal streptococci* و *Fecal coliform* في مياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة لاغراض ري المحاصيل كانت  $10^7 - 10^9$  ،  $10^6 - 10^9$  MPN/100 ml ، و أدت الى تلوث التربة بالبكتريا المرضية. كما أن بكتريا *P.aeruginosa* ، *Fecal streptococci* و *Fecal coliform* ، ازدادت بشكل ملحوظ مع زيادة معدلات اضافة الحماة للتربة . أذ أظهرت النتائج أن أعلى معدل للبكتريا المرضية كان عند مستوى اضافة 60 طن. هكتار<sup>-1</sup> التي اعطت 6.21, 5.78, 5.24 log cfu.g dry soil على التوالي مقارنة مع معاملة المقارنة. كما اشارت النتائج الى ان الزيادة المتنوعة في أعداد البكتريا بسبب الكثافة العالية للبكتريا المرضية في الحماة المضافة الى التربة. بالرغم من الفائدة الواضحة جراء استخدام الحماة في تحسين خواص التربة، ألا أن استخدامها بشكل متكرر يفتح نافذة للجدل حول المخاطر البيئية المتمثلة بوجود الاحياء المرضية التي يمكن أن تشكل خطرا على صحة الكائنات الحية التي تعيش في بيئة ملوثة. ، أن أعداد بكتريا *Fecal coliform* ازدادت نسبيا مع زيادة مستوى اضافة الحماة الى التربة، (18 و 12 و 29) ان اضافة الحماة بشكل متكرر الى التربة أدى الى تراكم الاحياء المرضية في التربة بسبب احتوائها على تراكيز عالية من البكتريا والفايروسات والبروتوزوا. أن أعلى أعداد للبكتريا المرضية *P.aeruginosa* و *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* وجدت في المعاملة المضاف لها أعلى مستوى من الحماة 60 طن. هكتار<sup>-1</sup> ومياه صرف صحي معالج ، التي أعطت 7.12 و 6.22 و 5.80 log cfu غم<sup>-1</sup> تربة جافة ، مقارنة مع معاملة المقارنة كما موضحة في الجدول(5). ذكر Akponikpeo (1) ، أن اضافة كميات كبيرة ويشكل متكرر من الحماة مع مياه صرف صحي معالجة ادت الى زيادة في اعداد البكتريا *Fecal coliform* و *Fecal streptococci* و *P.aeruginosa* كانت  $5.4 \times 10^7$  و  $9.4 \times 10^4$  و  $7.9 \times 10^7$  على التوالي. أن سبب ارتفاع اعداد البكتريا المرضية في التربة هو زيادة

Escheichi coil diarrhea in rural. Journal of Environmental Quality 29:1821-1825.

6. Cameron, H. J. Di and R. G. McLaren, 1997. "is soil an Appropriate Dumping Ground for our wastes ? Aust. J. of soil Res., 35(5): 995-1035.

7. Chen, F. ying G., Kong L, Wang L, Zhao J, Zhou L, Zhang L, 2011. Distribution and Accumulation of endocrine-disrupting-chemicals and pharmaceuticals in wastewater irrigated soils in Hebei, China. Environ poll.;159:1490-1498.

8. Cooles, R. Merckx, K. Vlassak and J. Verhaegen, 2001., survival of E-coli and Enterococcus ssp. Derived from pig slurry in soils of Different Texture "Applied soil Ecology, 17, I.53-80.

9. DaCosta, P., P. Vaz-pires, F. Bernardo 2006. Antimicrobial resistance in Enterococcus spp. Isolate in inflow, effluent and sludge from municipal sewage water treatment Plants. Water Res.; 40: 1735-1740.

10. Friedel, J. K., T. Langer, C. Siebe, & K. Stahr, 2000. Effects of long-term waste water irrigation on soil organic matter, soil microbial biomass and its activities in central Mexico. Biology and Fertility of Soils, 31, 414-421.

11. Gleick, P. H. 2000. The Worlds Water 2000-2001: The Biennial Report on Fresh Water Resources Island Press, Washington DC.315 pp. Summary Report of Final Results, Accra, Ghana.

12. Hussain, I., L. Raschid, M. HanJra, F. Marikar, and W. vanerHoke, 2001. A framework for analyzing socioeconomic, health and environmental impacts of waste water use in Agriculture in developing countries, working paper 26. International water management institute (IWMI), Colombo, srilanka, 31 pp.

13. Jakson, M. L. Soil Chemical Analysis. 1958. Prentice-Hall Inc. Englewood, Cliffs, N. J.

14. Jimenez, B., et al, 2001. The removal of a diversity of micro-organisms indifferent stages of waste water treatment. Water Sci and Tech., 43(10): 155-162.

15. Lester, R. K. 1989. Composting sewage sludge by mechanical Aerated windrow system. Hazardous waste.1671-1678.

16. Manas, P., E. Castro, J. Heras De las. 2009. Irrigation with treated wastewater

مما تقدم يمكن الاستنتاج أن الفضلات الصلبة أو السائلة للمياه الثقيلة يجب أن يتم معالجتها بوحدة معالجة ذات كفاءة عالية ويتم اختبار المياه المعالجة والفضلات الصلبة بشكل دقيق ومراقبة مقدار التلوث الذي تسببه هذه الفضلات لاسيما أنها تحتوي على أعداد لا حصر لها من الاحياء المجهرية المرضية التي عند اضافتها الى التربة سوف تؤدي الى تغير في طبيعة المجتمع المايكروبي في منطقة الرايزوسفير وتحصل عملية تضاد وتنافس مع احياء منطقة الرايزوسفير وهذا ينعكس سلبا على النبات وربما تسبب له اصابات مرضية كثيرة تؤدي الى تدهور الانتاج الزراعي كما ونوعا فضلا عن اصابة المزارعين بكثير من الامراض التي تسببها هذه البكتريا كما أن الماشية التي يرببها المزارعين عرضة للاصابة ببعض المسببات المرضية التي تحملها الفضلات الثقيلة غير المعالجة، وهذا يسبب اضرار اقتصادية وبيئية كبيرة لدى المزارعين، كما يؤدي الى تلوث التربة وضعف قدرتها الانتاجية.

## REFERENCES

1. Akponikpe, P. Wimak, H. Yakouba, A. Mermoud, 2011. Reuse of domestic waste water treated in macrophyttrpondsto irrigate tomato and egg plants in semi-arid west-Africa: benefits and risks. Agric water Manag.; 98:834-840.
2. Amahmid, O., S. Asmama, & K. Bouhoum, 1999. The effect of waste water reuse in irrigation on the contamination level of food crops by Giardiacysts and Ascaris eggs. International J. of food and Micro, 49(1-2), 19-26.
3. American Public Health Associated . 1992. Fecal Streptococci And Enterococcus Group In Standard Methods For The Examination of Water and Waste Water, 20<sup>th</sup> Edition. APHA, AWWA, WEF, Washington, Dc.
4. Bhattacharya M., S. S. Roy, D. Biswas, R. Kumar, 2000. Effect of Mg<sup>+2</sup> ion in protein secretion by magnesium-resistant strains of Pseudomonas aeruginosa and Vibro parahaemolytics isolated from the coastal water of Haldia port. FEMS Microbiol. Lett. 185,151-156.
5. Bitton, G. and R. Hsrvey, 1992. Transport of pathogens through soils and aquifers incidence and severity of rotavirus and

- effects on soil ,lettuce(*lactuca sativa*) crop and dynamic of microorganisms. *J. Environ Sci Heal A* 44: 1261-1273.
17. Metcalf and Eddy Inc. (ed). 19951 and Reuse. McGraw-Hill, New Yourk, 1819 pp.
18. Nguyen The B.L., Greinert H.2000. Effect of the sewage sludge on soil microflora and growth and chemical composition of pea (*pisumsativum* L.). *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej W Szczecinie*. 83, 119,.[In polish].
19. Oron . G., , R. Arman, Y. Mandelbaum, C. Manor, L. Campos, L. Gillerman, M. Salgot, C. Gerba, I. Klein, and C. Enriqmez, 2001. secondary waste water disposal for crop irrigation with minimal risks. *Water sci. and Tech.*, IWA publishing .43 (10):139-146.
20. Page, A. L. R. H. Miller, and Kenney. *Methods of soil analysis, Part (2)*.2<sup>nd</sup> Ed. Am. Soc. of Agron. Crop Sci.
21. Pillai, 1996. K.W. Widmer, S. E. Dowd and S. C. Ricke "Occurance of Air Borne Bacteria and pathogen indicator during land Application of sewage sludge." *Applied and Environmental Microbiology* , .62(I):.296-299.
22. Rattan, R. K, S. P. Datta, P. K. Chhonkar, K. Suribabu, A. K. Singh, 2005. Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and ground water-acase study. *Agriculture.Ecosystem and Environment* 109,310-322.
23. Rose, J. B. and R. P. Carnahan, 1992. Pathogen Removal by Full Scale Waste water Treatment. Report to Department of Environmental Regulation, State of Florida.
24. Sacks M, Bernstein. 2011. Utilization of reclaimed wastewater for irrigation of field – grown melons by surface and subsurface drip irrigation. *I J plant Sci.*;59:159-169.
25. Scott, C. A., A. J. Zarazua, and G. Levine, 2000. Urban-waste water Reuse for crop production in the water-short GuanaJuato River Basin, Mexico. (IIMI), Colombo, srilanka.
26. Shovel, I. H. I., A. Adin, FATTAL, b., E. Rawitz, p. Yekuticl, 1986. *Waste Water Irrigation in Developing Countries: Health Effects and Technical Solutions* (Technical paper No. 51).World Bank, washington, DC.
27. Smit, J. and J. Nasr, 1992. *Urban Agriculture for sustainable cities: using waste and idle land and water bodies as resources.* *Environment and Urbanization* 49(2), 141-152.
28. U. S. EPA . 1989. " *Aplian English guide to the EPA part 503 biosolids rule .*" USEPA REP. 832 / r-93/003,USEPA. Washington DC, USA,1989.
29. Warnes, S. and C. W. Keevil, 2003. *Survival of Cryptosporidium Parvum in Facel Waste and Salad Crops.* Teagasc Irish Agriculture and Food Development Authority.
30. World Health Organization. 1989. *Health Guid Liens for the Use of Waste Water in Agriculture and Aquaculture.*Report of WHO Scientific Group. Geneva, world Health organization, (WHO) Technical Report Series No.778.
31. Wortmann. 2005. *Sewage sludge Utilization for crop production,* "Department of Agronomy and Horticulture , university of Nebraska- lincoln, .