دراسة تقيمية عن كفاءة استخدام المرشحات الرملية فى تنقية المياه العادمة

رمضان علي ميلاد
جامعة سرت، كلية الزراعة
سرت، ليبيا
gathwar.omar67@gmail.com

مصطفى علي بن زقطة
جامعة مصراتة، كلية الزراعة
مصراتة، ليبيا
m.benzaghta@agr.misuratau.edu.ly

محمود عياش امعرف
جامعة سرت، كلية الزراعة
سرت، ليبيا
mahmoudayash24@gmail.com

أبوبكر الجيلاني السنوسي
جامعة سرت، كلية الزراعة
سرت، ليبيا
abobaker.alsanose@su.edu.ly

الملخص - **هدفت هذه الدراسة لبحث تأثير المرشحات الرملية علي معالجة المياه العادمة بمنطقة رأس لا نوف ، ليبيا في الفترة من2013 إلي 2014. صممت ثلاثة أعمدة بأطوال مختلفة (0.5 = T1 متر، 1 = T2 متر، 1.5 = T3 متر) وملئت بأحجام مختلفة من الرمل (0.02 و 0.5 و خليط بنسبة 50%) . مررت المياه العادمة خلال أعمدة الرمل (رملية طمية) و من ثم تم تجميع المياه الراشحة من كل عمود علي حده. أجريت مجموعة من التحاليل الكيميائية لعينات المياه قبل و بعد المعالجة لتقيم مستوي كفاءة المعالجة. شملت التحاليل الكيميائية مستويات تركيز العناصر التالية بالملجرام /لتر (الكلور، الكالسيم، الصوديم، البوتاسيم، الماغنزيم، النترات-نتروجين، الفسفور، الكبريتات، الكروم، النحاس، الزنك، و المنجنيز، و الحديد) إضافة للموصلية الكهربية (EC dS/m) و الأس الهيدروجيني pH ونسبة إدمصاص الصوديم SAR. أظهرت النتائج ان الرمل الناعم سجل أعلي زمن رشح بينما الرمل الخشن أظهر أقل زمن. كفاءة الرمل في معالجة المياه العادمة أظهرت نتائج متناقضة، حيث قلل الرمل من تراكيز النحاس، الزنك، الحديد، الكروم، المنجنيز والفوسفور والنترات -نتروجين، بينما زادت من تراكيز الموصلية و الكبريتات، البوتاسيوم، الكلور و الماغنزيم، الرمل الخشن أعطي أعلي نسبة إنقاص لتراكيز الكلور و الكالسيم و الماغنزيم، بينما الرمل الخليط خفض من تراكيز البوتاسيم و الكروم و النحاس. من جهة أخري أطوال أعمدة الرمل أظهرت أداء متباينا ، عموما العمود T1 كان أفضل أداء في تقليل تراكيز الفسفور، و المنجنيز و النترات - نتروجين، بينما T2 كان الأفضل مع النحاس و الموصلية الكهربائية و T3 كانت الأفضل مع الكلور و الكروم و الصوديم. خلصت هذه الدراسة إلي أنه يمكن أستخدام أعمدة الرمل في معالجة المياه العادمة بفعالية أكبر بعد تحديد مكونات المياه من الملوثات.**

الكلمات المفتاحية: **مياه العادمة، أعمدة الرمل، الخواص الكيميائية، كفاءة المعالجة**

1. المقدمة

تشيرالدراسات الحديثة إلي أن العالم مواجه بندرة في مصادر المياه العذبة نتيجة لزيادة عدد السكان و النمو الصناعي و التنمية الإقتصادية المتسارعة، مما يستدعي الإدارة الجيدة لهذه المصادر مع التفكير الجاد في مصادر المياه غير التقليدية و التي تمثل المياه العادمة أحد هذه المصادر. المياه العادمة تمثل المياه المتدفقة من المنازل و المجمعات التجارية و الصناعية لحقول المعالجة [1].و تعتبر ذات جودة هامشية و ذلك لإحتوائيها علي الكثير من الملوثات، حيث تتكون من 99.9% مياه بالضافة لكمية قليلة من المواد الذائبة و المعلقة من المواد العضوية و غير العضوية [2]. صنف Martens and Westermann [3] مكونات المواد التي تحتويها هذه المياه لمجموعة من الفئات، مواد عضوية، ممرضات، المغذيات ، العناصر الثقيلة و المواد المسمة. يعتبر قطاع الزراعة من أكثر القطاعات إستهلاكا للمياه و لهذا من الصعب الإيفاء بطلب الماء للري من مصادر المياه التقليدية، لهذا تعتبر المياه العادمة واحدة من الخيارات الحيوية للإستخدام الزراعي [4]. كما أن استخدام المياه العادمة في الزراعة يعمل علي حفظ المياه العذبة للإستخدامات الأخري التي تطلب جودة عالية للمياه، يحسن من خواص التربة و يقلل من المخاطر البيئية [5, 6].

استلمت الورقة بالكامل في 2 اكتوبر 2019 وروجعت في 21 اكتوبر 2019 وقبلت للنشر في 11 ديسمبر 2019

ونشرت ومتاحة على الشبكة العنكبوتية في 12 ديسمبر 2019

الري بالمياه العادمة هو عبارة عن التخلص من الملوثات وفي نفس الوقت الإستخدام اللأمثل للمياه و التخفيف من مشاكل تلوث المياه السطحية و الاستفادة من ذلك في تغذية المحاصيل، مما يقلل أو يلغي الحاجة للأسمدة التجارية [7-9].

العناصر الثقيلة هي مجموعة من العناصر لها كثافة أكبر من 4 جرام / سم المكعب، وتشمل الزرنيخ (Ar)، الكادميوم (Kd)، الكروم (Cr)، النحاس (Cu)، الرصاص (Pb)، الزئبق (Hg)، و الزنك (Zn)، النيكل (Ag)، موليبدنيم (Md) و المجنيز (Mn). هذه العناصر تهظهر في المياه العادمة قادمة من مصادر مختلفة مثل المجمعات السكنية و الصناعية و التجارية و الزراعية و تصريف البلديات وغيرها [2، 10، 11].

ترسب العناصر الثقيلة الذائبة في التربة تعتمد على pH التربة والرطوبة والقوام وحجم الحبيبات والأكسدة والإختزال. اشارت الدراسات أن الري بمياه العادمة المعالجة يؤدى لتراكم العناصر الثقيلة في التربة بتركيزات عالية [12, 13]. اكدت الدراسات أن pH المياه العادمة يجب أن يكون في حدود (6.5 – 8.5) وأن تراكم المواد وعوالق المجاري يؤدي لإنخفاضpH [14-16] .

إن المعادن الثقيلة بمياه العادمة قد تأتي من الأمطار الحامضية التي تنقل الملوثات العالقة بالجو [17]. و اكد أبو مدين [18] علي عدم التخلص من مياه الصرف الصناعي للمجاري بدون معالجة يؤدي الى تراكم المعادن الثقيلة. كذلك وجد في دراسة (Abou El Naga e t al 1999س) على الأراضي المصرية أن الري بالمياه العادمة أدى لزيادة تركيز الزنك في التربة إلى 750 ملجرام/لتر مقارنة بالأراضي التي لم تروى بهذه المياه كما أن تركيز Mn – Cu – Zn وصل إلى 5 أضعافه في الطبقة السطحية للتربة [19]. كما وجد أن تركيز الحديد والزنك والنحاس والمنجنيز والماغنيسيوم والرصاص قد زادت في بعض النباتات التي نمت في ترب معرضة لمياه المجاري لمدة من الزمن، وكذلك أن الري بالمياه العادمة المعالجة أدى لتراكم العناصر الثقيلة بكميات كبيرة في الطبقة السطحية للتربة [20، 21].

إدارة المياه العادمة من خلال المعالجة يحمي البيئة من الملوثات و بالتالي يقلل من المخاطر الصحية [22, 23].عملية المعالجة هي عملية مركبة تهدف لتقليل و إزالة المادة العضوية و المواد الصلبة و المغذيات و مسببات الأمراض و الملوثات الأخري [9, 24, 25] .المياه العادمة يجب التعامل معها كمصدر مائي بديل ليخفف من الضغط علي المصادر المائية التقليدية كما يجب أن تدرج في الموازنة المائية للدولة.[26-30]

هدفت هذه الدراسة لتقيم كفاءة أعمدة الرمل في معالجة المياه العادمة لغرض الري و ذلك باستخدام رمل ناعم و خشن و خليط من الأثنين بنسبة 50% و ثلاثة أطوال 0.5 ، 1 ، 1.5 متر.

2. المواد وطرق البحث

أجريت التجربة بمحطة المعالجة بمنطقة رأس لانوف في موسمي 2013 - 2014 . يسود المنطقة مناخ البحر الأبيض المتوسط ، و تصنف تربة المنطقة علي أنها تربة رملية طمية.

جمعت عينات المياه من وحدة تنقية المياه العادمة و التي تقدر مساحتها الإجمالية بحوالي واحد هكتار ، وقد بدأ العمل بها سنة 1983 ، وتحتوي

على مراحل التنقية الآتية : المرحلة الابتدائية، المرحلة البيولوجية، مرحلة الترسيب، مرحلة التطهير بالكلور .

أخذت عينات المياه العادمة من حوض الترسيب بعد أن مرت المياه بالمرحلة الإبتدائية و البيولوجية لإجراء الإختبارات عليها لمعرفة كفاءة المرشحات الرملية في التخلص من الملوثات المختلفة. استخدمت أطوال مختلفة (0.5 و 1 و 1.5 متر) من أعمدة البلاستيك بقطر(10 سم). ملئت الأعمدة بالرمل بدرجات خشونة مختلفة (ناعم مم0.02، خشن 0.5 مم و خليط 50/50) و ذلك بعد جمع عينات الرمل من عمق 30 سم، تركت لتجف هوائياً لمدة 24 ساعة، ثم غربلت بمناخل مختلفة (2 ، 1، 0.5 ، 0.02 mm) للحصول علي درجات الرمل المطلوبة.

صمم عمود الرمل بعمل ثقب من أسفل قاعدة العمود، ثم وضع شاش علي قاعدة العمود و زلط بأرتفاع 1 سم و من ثم الرمل، وتركت 10 سم أعلي العمود فارغة لتعبئتها بمياه العادمة. استقبلت المياه الراشحة عبر الثقب من الاسفل بواسطة مخبار مدرج سعته 1 لتر. بعد تجميع المياه من كل عمود علي حده أجريت عليها التحاليل الكيميائية.

3. النتائج والمناقشة

من خلال النتائج المتحصل عليها في هذه الدراسة يظهر الشكل (1) أن الرمل الناعم (0.02 مم) سجل أعلي زمن رشح علي مختلف أطوال الأعمدة، بينما الرمل الخشن أظهر أقل زمن لرشح الماء. هذه النتائج تعتبر طبيعية، وذلك لكبر حجم فراغات الرمل الخشن مقارنة بالرمل الناعم، والتي زادة من سرعة حركة الماء.

شكل (1) *زمن عملية الرشح خلال الأعمدة*

يظهر الجدول رقم (1) والجدول رقم (2) أداء أعمدة الرمل في معالجة المياه العادمة. حيث بينت النتائج أن أعمدة الرمل كانت ذات جدوي في أنقاص تراكيز الزنك (Zn)، الحديد (Fe)، الكروم (Cr)، المنجنيز (Mn)، النحاس (Cu) و ناتروجين- نترات (NO_3 - N). بينما زادت من تراكيز الموصلية الكهربية (EC)، الكبريتات (SO_4)، الكلور(Cl)، البوتاسيم (K) و المغنزيم (Mg). تعزي هذه النتائج إلي أن الترب عموما تعمل علي مسك العناصر الثقيلة بينما تحرر العناصر الأخري. يدعم هذا الإتجاه ما توصل إليه Qian and Mechem [21] حيث أفاد أن الري بالمياه العادمة يؤدى لتراكم العناصر الثقيلة بكميات كبيرة في الطبقة السطحية للتربة.

من جهة أخري الرمل الناعم عمل علي زيادة تراكيز EC, SO_4 Na,، بنسبة تفوق 100 % ، بينما الزيادة كانت أقل في الرمل الخشن بنسب 14، 19، 1 % علي التوالي. أيضا أظهرت النتائج أن الرمل الناعم عمل علي إنقاص تراكيز المنجنيز، الحديد، الزنك، الفسفور، نترات – نتروجين، مقارنة بأنواع الرمل الأخري. بينما الرمل الخليط خفض من تراكيز البوتاسيم و الكروم و النحاس، أما الرمل الخشن أعطي أعلي نسبة إنقاص لتراكيز الكلور و الكالسيم و الماغنزيم. هذه النتائج يمكن إرجاعها إلي أن الرمل الناعم يعمل علي تحرير أكبر قدر من العناصر، وذلك نتيجة لغسلها مع المياه مقارنة بأنواع الرمل الأخري. زيادة تراكيزالأملاح و بعض العناصر يعزي لأحتواء الرمل عليها بتراكيز عالية و بالتالي قامت المياه العادمة بغسلها خارج أعمدة الرمل.هذه النتاج تتفق مع ما توصل إليه الديباني (2001) [31] حيث أوضحا أن ارتفاع درجة الحرارة تزيد من البخر و بالتالي زيادة تراكيز الأملاح وبعض العناصر علي التربة السطحية.

جدول (1). خواص مياه العادمة قبل و بعد المعالجة بأعمدة الرمل

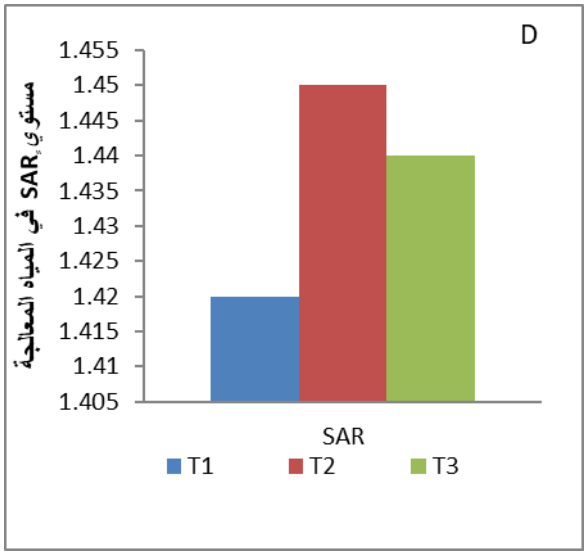
خواص الماء	الوحدة	قبل المعالجة	بعد المعالجة: رمل ناعم (0.02)	بعد المعالجة: رمل خشن (0.5)	بعد المعالجة: مختلط (50/50)
pH		7.5	7.8	8	8
EC	ds/m	1.4	2.8	1.6	1.8
SAR		2.14	1.4	2.22	2.04
SO_4	mg/l	220	725	263	374
Cl	mg/l	319	600	287	370
K	mg/l	144	72	62	43
Na	mg/l	240	520	244	356
No_3-N	mg/l	24.8	0.37	5.5	3
P	mg/l	2.14	0.95	1.52	1.3
Ca	mg/l	88	350	58	131
Mg	mg/l	17	149	41	40
Zn	mg/l	0.25	0.07	0.07	0.13
Fe	mg/l	0.37	0.05	0.31	0.05
Cr	mg/l	3	3	2.82	2.79
Mn	mg/l	0.19	0.14	0.16	0.16
Cu	mg/l	0.18	0.18	0.17	0.17

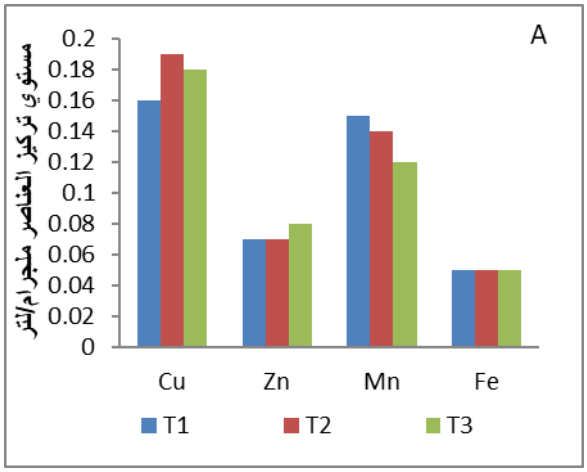
جدول (2). كفاءة المعالجة تحت مستويات الرمل المختلفة (%)

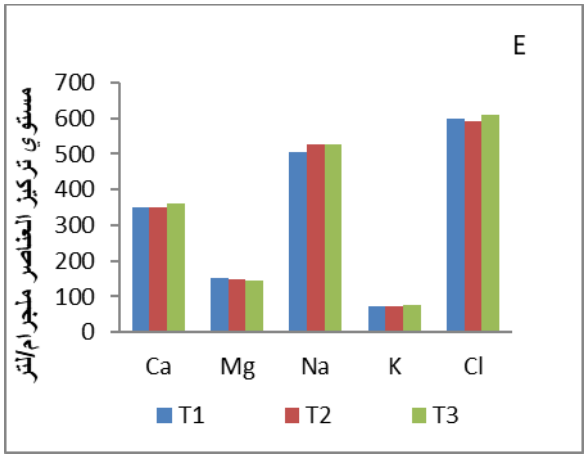
خواص الماء	رمل ناعم (0.02 مم): الكفاءة %	رمل ناعم (0.02 مم): نسبة* التركيز	رمل خشن (0.5 مم): الكفاءة %	رمل خشن (0.5 مم): نسبة * التركيز	مختلط (50/50): الكفاءة %	مختلط (50/50): نسبة* التركيز
pH	104	+4	106	+6	106	+6
EC	200	+100	114	+14	128	+28
SAR	65	-35	104	+4	95	-5
SO_4	329	+229	119	+19	170	+70
Cl	188	+88	90	-10	116	+16
K	50	-50	43	-57	30	-70
Na	216	+116	101	+1	148	+48
No_3-N	1.5	-98.5	22	-78	12	-88
P	44	-66	71	-29	61	-39
Ca	397	+297	66	-34	149	+49
Mg	876	+776	241	-141	235	-135
Zn	28	-72	28	-72	52	-48
Fe	13	-87	84	-16	13	-87
Cr	100	0	94	-6	93	-7
Mn	74	-26	84	-16	84	-16
Cu	100	0	94	-6	94	-6

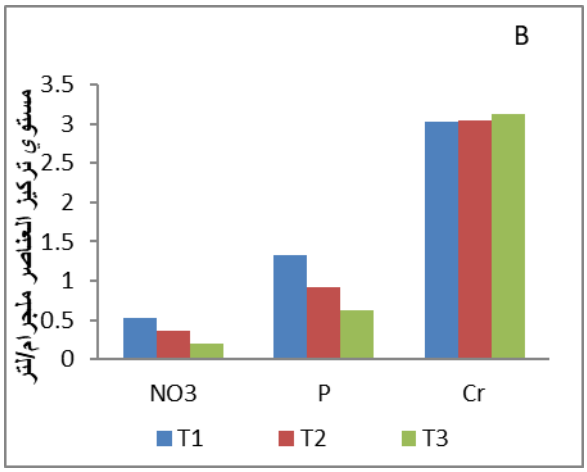
(+) نسبة زيادة التركيز في مياه الصرف (-) نسبة الإستخلاص وتقليل التركيز * نسبة زيادة او خفض التركيز

تبين الأشكال (2، 3، 4) أداء أعمدة الرمل المختلفة. نجد أن أطوال هذه الأعمدة بالمتر (T1 = 0.5 ، T2 = 1 ، T3 = 1.5) أظهرت أداء متباينا، في الرمل الناعم وجد أن الطول T1 أظهر أداء أفضل في تقليل تراكيز الفسفور، المنجنيز و النترات، بينما الطول T2 كان الأفضل بالنسبة للنحاس و الموصلية الكهربية و نسبة إدمصاص الصوديم، و الطول T3 أظهر أفضلية في معالجة تراكيز الكروم و الكلور. في حالة الرمل الخشن سجل طول العمود T1 الأداء الأفضل لمعالجة تركيز الحديد، و النترات، الفسفور، و الموصلية الكهربية، وكذلك الطول T3 كان أكثر فعالية في تقليل تراكيز الصوديم، الزنك، المنجنيز و نسبة إدمصاص الصديوم، بينما الطول T2 لم يظهر اي أفضلية علي بقية الأطوال. اما في الرمل الخليط أظهر الطول T1 افضلية بالنسبة للزنك و الفسفور، بينما الطول T3 كانت فعاليته افضل للتراكيز النترات و الكروم و الكبريتات.

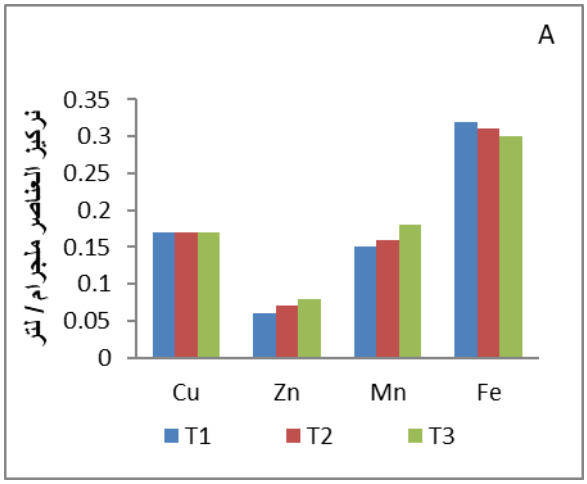


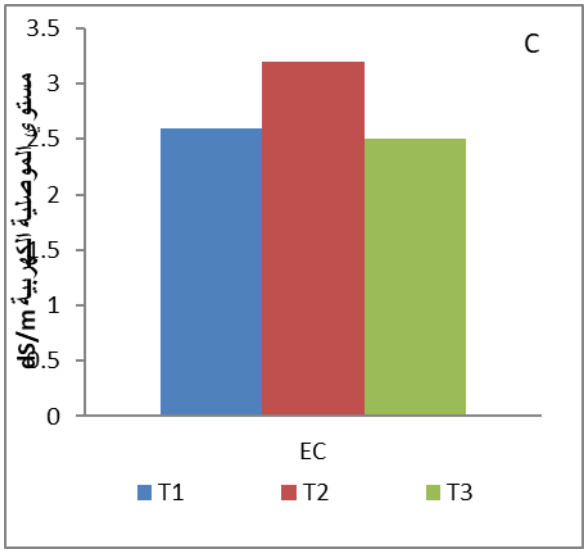


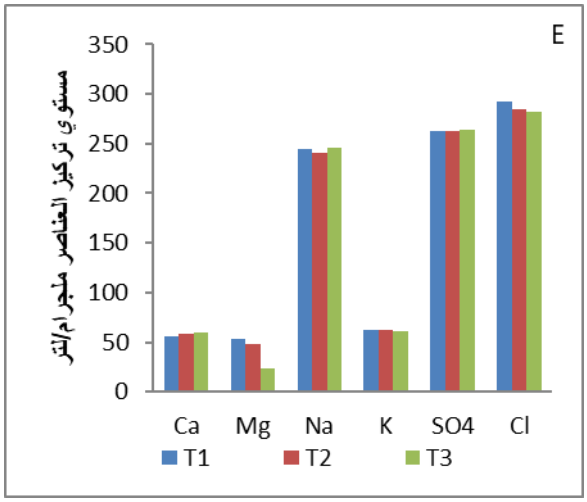


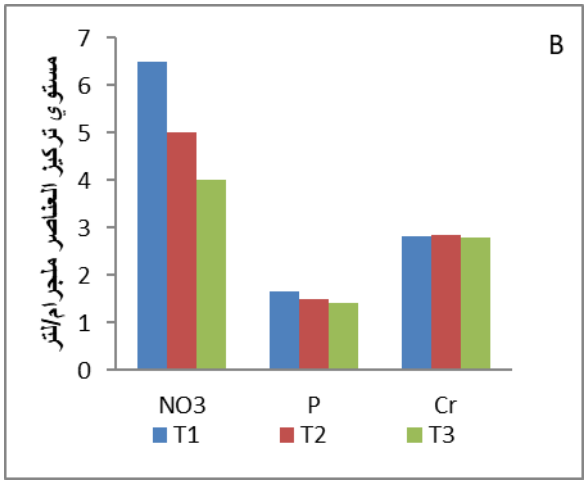


شكل (2). A,B,C,D,E تراكيز مكونات ماء الصرف الصحي بعد المعالجة بأعمدة الرمل الناعم

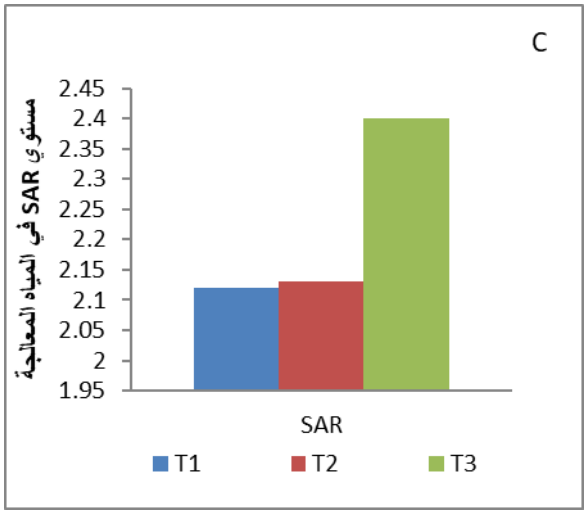


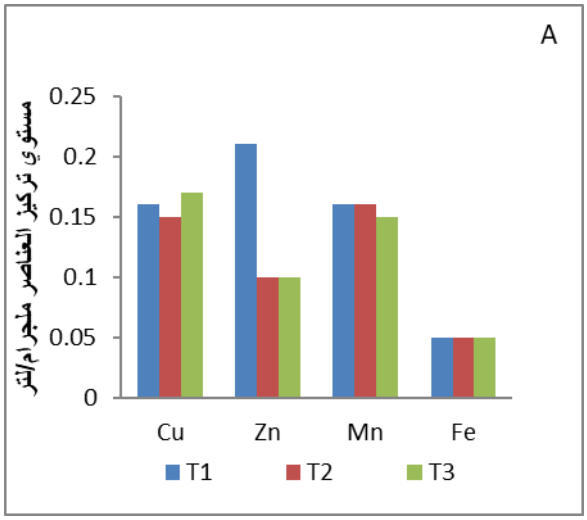


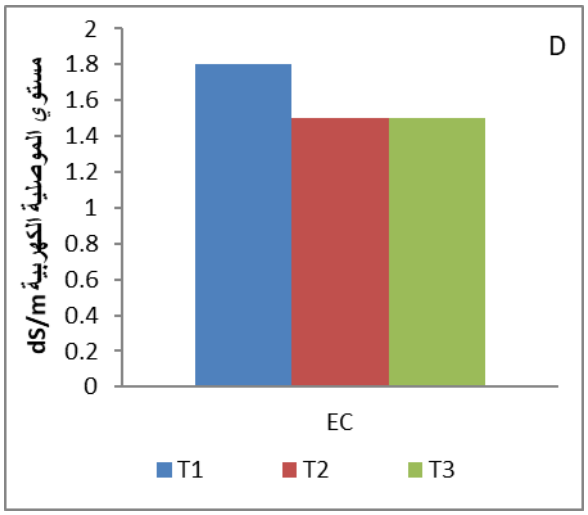


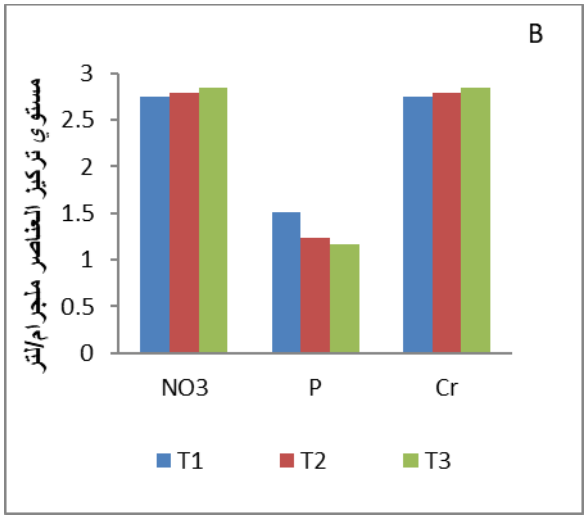


شكل (3). A,B,C,D,E تراكيز مكونات ماء الصرف الصحي بعد المعالجة بأعمدة الرمل الخشن









4. الخلاصة والتوصيات

خلصت هذه الدراسة إلي إن الترب الناعمة أكثر مسكا للعناصر الثقيلة مقارنة بالترب الخشنة. كذلك بينت الدراسة أن إستخدام الترب التي تميل إلي الملحية كمرشحات تنقية يعمل علي زيادة تركيز الموصلية الكهربية في المياه الراشحة بدرجة أكبر من المستوي قبل المعالجة. من جهة أخري لم تظهر أطوال الأعمدة إي نتائج واضحة يمكن أن تبني عليها توصية. ختاما هذه الدراسة توصي بأستخدام الرمل في معالجة المياه العادمة و سيكون ذو فعالية أكبر عند تحديد مكونات المياه العادمة من الملوثات.

المراجع

[1] F. Armitage, *Irrigated forestry in arid and semi-arid lands: a synthesis*. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1985.

[2] M. Pescod, "*Wastewater treatment and use in agriculture*," 1992.

[3] D. Martens and D. Westermann, "*Fertilizer application for correcting micronutrient deficiencies*," 1991.

[4] A. Zouboulis, G. Traskas, and P. J. D. Samaras, "*Comparison of single and dual media filtration in a full-scale drinking water treatment plant*," vol. 213, no. 1-3, pp. 334-342, 2007.

[5] N. Kretschmer, L. Ribbe, H. J. T. R. M. Gaese, and D.-S. C. f. S. Development, "*Wastewater reuse for agriculture*," vol. 2, pp. 37-64, 2002.

[6] E. J. Martijn, M. J. I. Redwood, D. T. j. o. t. I. C. o. Irrigation, and Drainage, "*Wastewater irrigation in developing countries—limitations for farmers to adopt appropriate practices*," vol. 54, no. S1, pp. S63-S70, 2005.

[7] A. A. Aljanabi, L. W. Mays, and P. J. E. N. R. R. Fox, "*A reclaimed wastewater allocation optimization model for agricultural irrigation," vol. 8, 2018.*

[8] A. Aslam, F. Jabeen, and M. Salman, "Concentration level of Lead (Pb) in plants and soil of Faisalabad irrigated with waste water," 2017.

[9] M. Mcheik et al., "Reuse of Treated Municipal Wastewater under Different Growing Seasons for the Spinach Production," vol. 9, no. 10, p. 482, 2018.

[10] T. A. Elbana, N. Bakr, and M. Elbana, "Reuse of treated wastewater in Egypt: challenges and opportunities," in Unconventional Water Resources and Agriculture in Egypt: Springer, 2017, pp. 429-453.

[11] S. Oladeji and M. Saeed, "Effect of Phosphate levels on vegetables irrigated with wastewater," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, vol. 342, no. 1, p. 012093: IOP Publishing.

[12] X. Zhang and L. J. E. E. Guo, "Studies on the heavy metals pollution of soil and plant in Tianjin wastewater irrigated area," vol. 10, no. 1, pp. 87-97, 1991.

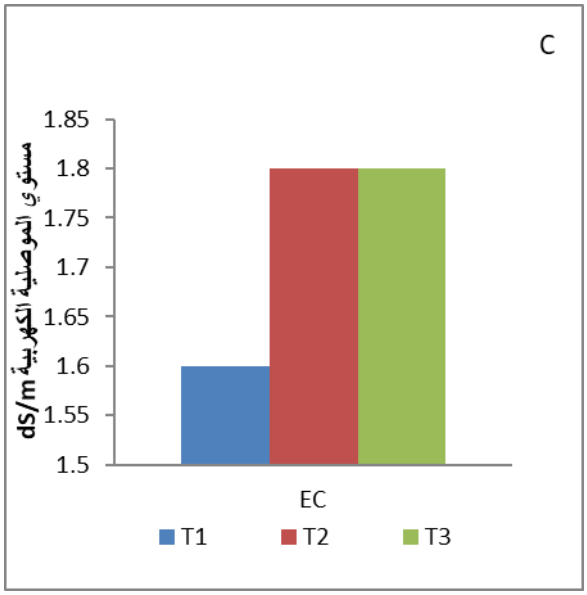
[13] S. Elfanssi, N. Ouazzani, and L. J. A. w. m. Mandi, "Soil properties and agro-physiological responses of alfalfa (Medicago sativa L.) irrigated by treated domestic wastewater," vol. 202, pp. 231-240, 2018.

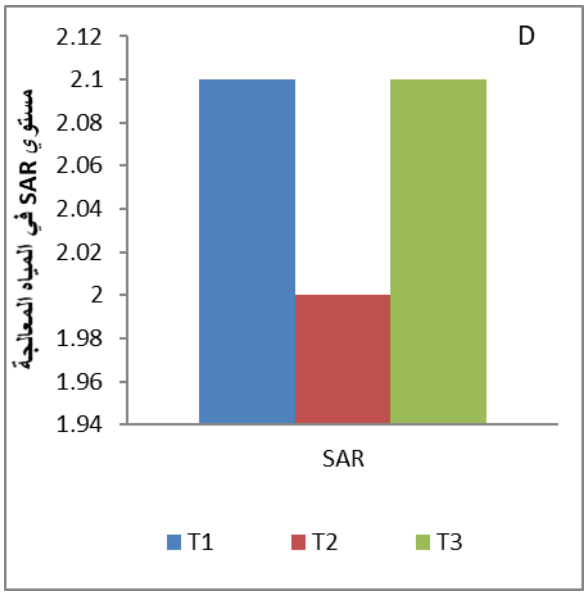
[14] M. Ashraf et al., "Challenges and opportunities for using wastewater in agriculture: a review," vol. 2, no. 2, pp. 1-20, 2018.

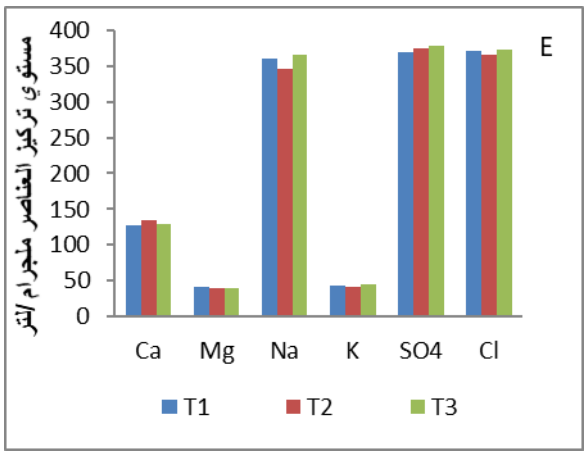
[15] J. C. Intriago et al., "Agricultural reuse of municipal wastewater through an integral water reclamation management," vol. 213, pp. 135-141, 2018.

[16] I. Paudel, A. Bar-Tal, G. J. Levy, N. Rotbart, J. E. Ephrath, and S. J. A. W. M. Cohen, "Treated wastewater irrigation: Soil variables and grapefruit tree performance," vol. 204, pp. 126-137, 2018.

[17] E. J. W. p. Friedler, "Water reuse—an integral part of water resources management:: Israel as a case study," vol. 3, no. 1, pp. 29-39, 2001.







شكل (4). A,B,C,D,E تراكيز مكونات ماء الصرف الصحي بعد المعالجة بأعمدة الرمل الخليط

[18] أ. م. محمد، دراسة ميدانية عن تأثير بعض مصادر التلوث على جودة المياه الجوفية بمدينة بنغازي جامعة قاريونس: منشورات جامعة قاريونس، 1999

[19] S. Abou-El-Naga, M. El-Shinnawi, M. El-Swaaby, and M. J. E. J. o. S. S. Salem, "Chemical pollution of soils, water and plants at the industrial area of Helwan city in Egypt," 1999.

[20] T. Chiroma, R. Ebewele, F. J. J. o. e. s. Hymore, and engineering, "Heavy Metals in Soils and Vegetables Irrigated with Urban Grey Waste Water in Fagge, Kano, Nigeria," vol. 56, no. 1, p. 31, 2014.

[21] Y. L. Qian and B. J. A. J. Mecham, "Long-term effects of recycled wastewater irrigation on soil chemical properties on golf course fairways," vol. 97, no. 3, pp. 717-721, 2005.

[22] M. Bazza, "Wastewater Recycling and Reuse in the Near East Region: Experience and Issues," in IWA-Regional Symposium on Water Recycling in Mediterranean Region, Iraklion, Greece, 1: 43-60, 2002, vol. 1, pp. 43-60.

[23] S. Khalid et al., "A review of environmental contamination and health risk assessment of wastewater use for crop irrigation with a focus on low and high-income countries," vol. 15, no. 5, p. 895, 2018.

[24] G. Crini, E. Lichtfouse, L. D. Wilson, and N. J. E. C. L. Morin-Crini, "Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment," vol. 17, no. 1, pp. 195-213, 2019.

[25] A. Matilainen, M. Vepsäläinen, M. J. A. i. c. Sillanpää, and i. science, "Natural organic matter removal by coagulation during drinking water treatment: a review," vol. 159, no. 2, pp. 189-197, 2010.

[26] S. Chaoua, S. Boussaa, A. El Gharmali, and A. J. J. o. t. S. S. o. A. S. Boumezzough, "Impact of irrigation with wastewater on accumulation of heavy metals in soil and crops in the region of Marrakech in Morocco," 2018.

[27] A. Libutti et al., "Agro-industrial wastewater reuse for irrigation of a vegetable crop succession under Mediterranean conditions," vol. 196, pp. 1-14, 2018.

[28] A. Christou et al., "The potential implications of reclaimed wastewater reuse for irrigation on the agricultural environment: the knowns and unknowns of the fate of antibiotics and antibiotic resistant bacteria and resistance genes–a review," vol. 123, pp. 448-467, 2017.

[29] M. E. Verbyla et al., "Managing microbial risks from indirect wastewater reuse for irrigation in urbanizing watersheds," vol. 50, no. 13, pp. 6803-6813, 2016.

[30] M. Jaramillo and I. J. S. Restrepo, "Wastewater reuse in agriculture: A review about its limitations and benefits," vol. 9, no. 10, p. 1734, 2017.

[31] ا. ص. رجب، تأثير جودة مياه الري على الخصائص الكيميائية والفيزيائية للترب. منشورات كلية الزراعة جامعة عمر المختار، 2001.