مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(10) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (10) 2022

استخدام الصفائح الإسمنتية المموجة في نظام الأراضي الرطبة لمعالجة مياه الصرف الصحي

د. هيثم شاهين*

د. حسين جنيدي**

م. ساره اسعد***

(تاريخ الإيداع 2022/8/25 . قُبِل للنشر في 2022/11/6)

□ ملخّص□

أدى تفاقم تلوث المياه إلى الإضرار بصحة الناس، وشكل خطراً على الموارد المائية والبيئية. وقد أصبحت تقنيات معالجة مياه الصرف الصحي ذات تكلفة عالية واستهلاك مرتفع للطاقة.

تم استخدام تقنية الأراضي الرطبة بوصفها تقنية بديلة، لمعالجة مياه الصرف الصحي، حيث تكون ذات تكلفة أقل وفعالة، تستخدم في المناطق الريفية والنائية والمزارع البعيدة، فهي لا تحتاج الى تقنيات عالية، وتحقق المعايير المطلوبة للمياه، لكن هذه التقنية يمكن أن تتعرض لمشكلة، وهي انسداد منظومة المعالجة نتيجة تراكم الملوثات.

انطلاقاً مما سبق، كان من الضروري التخلص من نقاط الضعف، والبحث عن مادة خاملة ذات سطح كبير، تكون بمنزلة حوامل بيولوجية، تمنع حدوث الانسداد الأمر الذي يطيل من عمر استثمار هذه المنظومة، حيث تم اختيار الصفائح الإسمنتية المموجة، لتمثل هذه الحوامل بديلاً عن الحشوات التقليدية في الأراضي الرطبة.

تم بناء المنظومة، و وضعت في الاستثمار ضمن محطة خربة المعزة، لمعالجة مياه الصرف الصحي في محافظة طرطوس، حيث أجريت كافة الاختبارات المقيمة لأداء هذه المنظومة لمدة ستة أشهر.

أظهرت التحاليل المجراة على مياه الدخل والخرج كفاءة إزالة لكل من COD وBOD5 وصلت إلى 71.6% و NH4 إلى % 68.51 وpo4 إلى % 53.61 وذلك عند زمن مكوث 3 أيام في حين وصلت نسبة التخفيض إلى 90.2% ، % 88.3، 76.41%و 74.58% على التوالي، وذلك عند زمن مكوث 5 أيام .

❑ استناداً إلى القيم الناتجة من المنظومة تبين تحقيقها للمواصفة القياسية السورية لمياه الري رقم /2752/ 2008م الأمر الذي يجعلها صالحة للري .

الكلمات المفتاحية: معالجة مياه الصرف الصحي، المعالجة الطبيعية لمياه الصرف الصحي، الأراضي الرطبة، انسداد المنظومة، الحوامل البيولوجية، الصفائح الإسمنتية المموجة.

*أستاذ في قسم الهندسة البيئية– كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية.

** مدرس في قسم هندسة النظم البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية .

*** طالبة ماجستير في قسم الهندسة البيئية– كلية الهندسة المدنية– جامعة تشرين– سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (6) العدد(10) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (6) No. (10) 2022

Use of corrugated cement sheets in a wetland system wastewater treatment

Dr. Haytham shahin*
Dr. Hussien junaide**
Eng. Sarah Asaad***

(Received 25/8/ 2022 . Accepted 6/11/ 2022)

□ ABSTRACT

The aggravation of water pollution has harmed people's health and poses a threat to water resources and the environment. Wastewater treatment technologies have become high cost and high energy consumption. Wetland technology has been used as an alternative technology for sewage treatment, which is less costly and effective, used in rural and remote areas and remote farms, it does not need high technologies, and achieves the required standards for water, but this technology can be exposed to a problem which is clogging the treatment system as a result of the accumulation of pollutants.

Based on the foregoing, it was necessary to get rid of weaknesses and search for an inert material with a large surface that would serve as biological carriers that prevent clogging, thus prolonging the investment life of this system, as corrugated cement sheets were chosen to represent these carriers as an alternative to traditional fillings in wetlands.

The system was built and put into investment within the Khirbet Al-Maaza sewage treatment plant in Tartous Governorate, where all evaluation tests were conducted for the performance of this system for a period of six months. Galactic analyzes on the inlet and outlet water showed removal efficiency of COD and BOD5, which reached 71.6%, NH4 to 68.51%, and po4 to 53.61%, at a stay of 3 days, while the reduction percentage reached to 90.2%, 88.3%, 76.41%, and 74.58 %, respectively, at a stay of 5 days.

Based on the values resulting from the system, it was found that it fulfilled the Syrian standard specification for irrigation water No. / 2752/ 2008, which makes it suitable for irrigation.

Keywords: Wastewater treatment -Natural wastewater treatment - wetlands – system clogging – biological pregnant - corrugated cement sheets.

Tishreen University.
**Teacher, Environmental Systems Engineering Department, Higher Institute for Environmental Research , Tartous University.
***Master Student- Environmental Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, Tishreen University.

1- مقدمـــة:

تطور علم معالجة مياه الصرف الصحي بشكل كبير حتى أصبح بإمكاننا اليوم إنتاج مياه عالية الجودة وصولاً إلى معايير مياه الشرب، ومع ذلك لتحقيق أهداف معالجة عالية، تتطلب الأنظمة التقليدية مدخلات كبيرة من المواد الكيميائية والطاقة، تلك التي يتم تشغيلها بواسطة موظفين مدربين تدريباً خاصاً [1].

ونظراً للظروف التي يمر بها وطننا جراء العمليات الإرهابية، والنقص الحاد في حوامل الطاقة، تم التوجه إلى اقتراح تقنية بديلة أقل استهلاكاً للطاقة، وأبسط في التشغيل[2]، تلك التي تتميز بكلف اقتصادية منخفضة[3]، حيث وقع الاختيار على تقنية الأراضي الرطبة الاصطناعية التي تتم معالجة الملوثات فيها اعتماداً على العمليات الطبيعية، والجرثومية، والبيولوجية، والفيزيائية، والكيميائية [4] على عكس المعالجات الميكانيكية التي يرتبط كفاءة عملها بالطاقة المصروفة [5].

تحتاج أنظمة الأراضي الرطبة إلى جهود تشغيل ضئيلة [6]، لكونها تعتمد على معاينة وفحص أسبوعي أو شهري مع أخذ عينات لتحليلها أسبوعياً من فتحات تفريغ المياه المعالجة. تشمل أعمال الصيانة غالباً التخلص من النباتات المائية، ومكافحة العوامل الممرضة، ولا سيما البعوض مع بعض عمليات التخلص من النباتات الميتة، وإعادة زرع نباتات جديدة لضمان استمرار أشكال التدفق وعمليات المعالجة.

تمت دراسة حشوات الخبث والحصى إضافة إلى الدولوميت، والزيوليت، والبوكسيت [7] على نطاق واسع وغيرها العديد من الحشوات الأخرى في نظام الأراضي الرطبة، حيث حققت نتائج جيدة في معالجة مياه الصرف الصحي إلا أن هذه التقنية يمكن أن تتعرض لمشكلة، وهي انسداد منظومة المعالجة[8] نتيجة تراكم الملوثات ضمن هذه الحشوات، وهذا ما يعطل عمل تلك المنظومة.

يهدف هذا العمل إلى تقييم كفاءة الأراضي الرطبة ذوات الصفائح الإسمنتية المموجة من حيث إزالة ملوثات مياه الصرف الصحي، وتحسين ظروف عملها، نتيجة لغياب مشكلة انسداد الحشوة المستخدمة في الأراضي الرطبة التقليدية.

تم في هذا البحث تطوير تقنية الأراضي الرطبة لمعالجة مياه الصرف الصحي باستخدام نوع جديد من الحشوات، وهي الصفائح الإسمنتية المموجة، والتي تتميز بمساحة سطح كبيرة فضلاً عن طريقة توضع تلك الصفائح، وهذا ما يضمن عمل المنظومة دون حدوث أي انسدادات.

2- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في تطوير تقنية بديلة لمعالجة مياه الصرف الصحي بتكلفة منخفضة وأداء فعال باستخدام نوع جديد من الحشوات، وهي الصفائح الإسمنتية المموجة، وبذلك فقد تم تسليط الضوء على نوع جديد من الحشوات تلك التي يمكن استخدامها، وتمنع حدوث الانسداد.

3- هدف البحث:

يهدف البحث الى التحقق من كفاءة الأراضي الرطبة ذات التدفق العمودي في إزالة الملوثات من مياه الصرف الصحي المزودة بحوامل بيولوجية (حشوة) هي الصفائح الإسمنتية المموجة، لما لهذه الصفائح من خصائص مميزة نتيجة لخشونة سطحها ومساحته الكبيرة مما يوفر إمكانية التصاق الكائنات الدقيقة على تلك الصفائح.

4- مواد وطرق البحث:

4-1. منطقة الدراسة: يقوم البحث على اختبار أداء محطة معالجة لمياه الصرف المنزلية، والتي تمّ تشييدها في موقع محطة معالجة خربة المعزة التابعة لمحافظة طرطوس حيث تقع جنوب شرق مدينة طرطوس عند منتصف طريق طرطوس صافيتا الرئيسي، إحداثيات الطول والعرض (35.94464، 34.80349)، ترتفع عن سطح البحر حوالي 150m.

الشكل(1): صورة جوية تبين المنطقة التي تمت فيها الدراسة في محطة خربة المعزة التابعة لمحافظة طرطوس

4-2. المواد المستخدمة في البحث:

- ✓ خزان ترسيب سعته 200 لتر.
- ✓ منخل ضمن خزان الترسيب: قطر الفتحات 3mm.
- ✓ حوضان للأراضي الرطبة سعة الحوض الواحد 1000L.
- ✓ قاعدة حديدية موضوعة أسفل كل حوض من أحواض الأراضي الرطبة، أبعاد القاعدة الحديدية: 85*85*15)cm).
- ✓ صفائح اسمنتية مموجة: (17) صفيحة في كل حوض من الأحواض الرطبة، أبعاد الصفيحة الواحدة (60*85)cm، المسافة الفاصلة بين الصفائح 3cm .
- ✓ غطاء مثقب بأبعاد (0.95*0.95)m لكل حوض من أحواض الأراضي الرطبة حيث قطرالثقب الواحد 6 mm والمسافة الفاصلة بين الثقوب 3cm .
- ✓ منخل لكل حوض بأبعاد (0.95 *0.95)m.
- ✓ أنابيب توزيع المياه وتوصيلها حيث تم استخدام أنابيب من البولي ايتيلين بقطر 1 إنش.
- ✓ سكر مياه عدد (4) .
- ✓ البحص.
- ✓ نبات القصب.

وتبين الأشكال (من2 حتى11) التجهيزات المستخدمة والحوض الرطب:

الشكل (2): خزان الترسيب

الشكل (3): منخل ضمن خزان الترسيب

الشكل (4): أحواض الأراضي الرطبة المستخدمة

الشكل (5): القاعدة الحديدية

الشكل (6): الصفائح الإسمنتية المموجة

الشكل (7): الصفيحة المثقبة

الشكل (8): سكر مياه

الشكل(9): منخل فوق الصفيحة المثقبة

الشكل(10): طبقة من البحص سماكة 15cm

الشكل(11): نبات القصب

مواصفات وأهمية نبات القصب في عملية إزالة الملوثات :

يعتبر القصب الشائع الأكثر انتشاراً في الشرق الأوسط حيث ينتشر على ضفاف الأقنية والبحيرات والأنهر، وفيما يلي بعض مواصفاته التصميمية :

1- المجموعة الجذرية تنفذ بشكل رأسي ولعمق 20-100/CM/ وسطيا 60CM .

2- يقاوم الملوحة ويعيش في رقم هيدروجين ما بين / 2-8/ :PH أي يقاوم الحموضة .

3- يقاوم الجفاف .

4- يتكاثر بشكل كبيرو يجتاح المواقع الرطبة بشكل كبير .

5- يدوم أكثر من الأنواع الأخرى.

6- .يزرع بشكل فسائل وشتلات جذعية، أو كتل من القصب .

7- يمكن وضع حتى عشرة شتول صغيرة أو (مقطوعة) لكل $1m^2$ من الحوض .

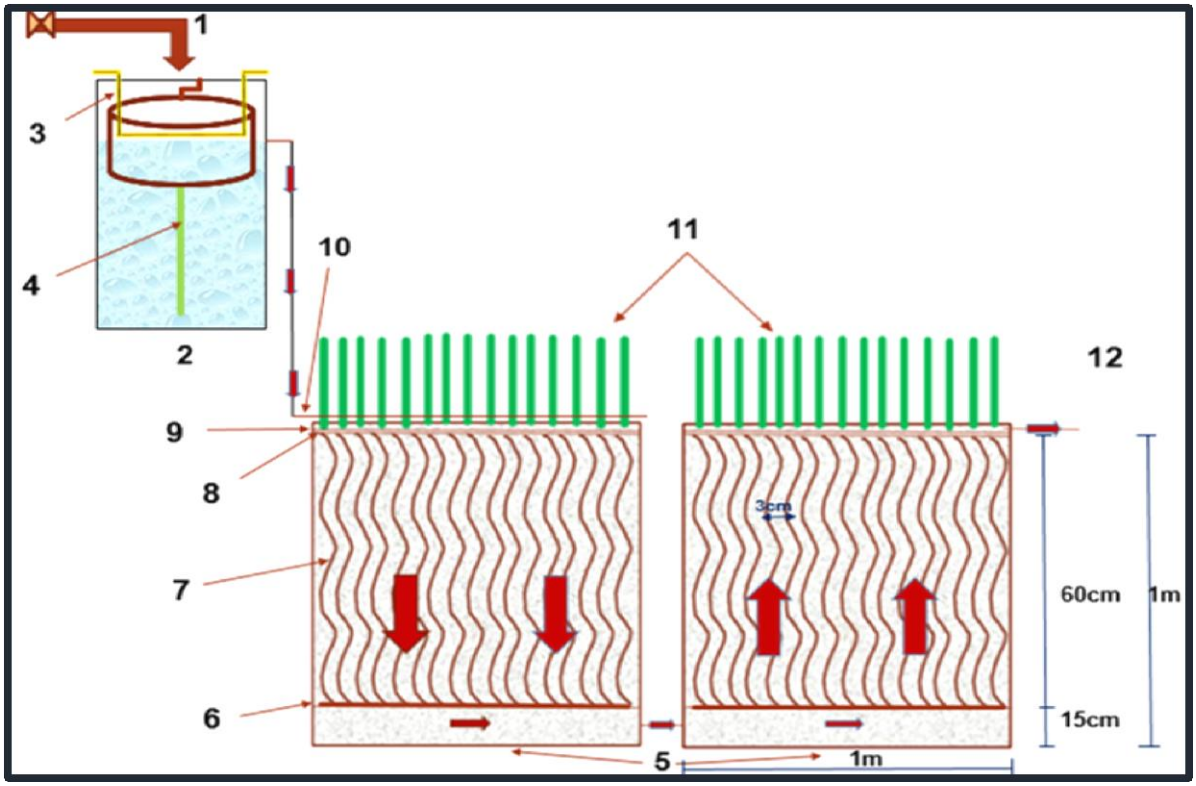
8- وقت الزراعة: يفضل الربيع أو أوائل الصيف ويمكن كذلك أن يزرع في الخريف .

9- الزراعة : عند الزراعة تكون المياه عالية في الحوض ومن ثم يتم تخفيضها تباعاً وتقوم الجذور بالامتداد واللحاق بالماء نحو الأسفل .

حيث تم أخذ العينات وإجراء التحاليل عليها بعد 45 يوم من زراعة نبات القصب.

4-3. النموذج المقترح:

تم تصميم النموذج وفق الشكل التالي:



الشكل (12): الشكل العالم لمنظومة المعالجة

حيث إن:

1- مدخل مياه الصرف الصحي.
2- خزان الترسيب.
3- شبكة لحجز المواد كبيرة الحجم.
4- أنبوب إيصال المياه إلى أسفل الحوض.
5- الأحواض الرطبة.
6- القاعدة الحديدية.
7- الصفائح الإسمنتية المموجة.
8- الصفيحة المثقبة.
9- منخل فوق الصفيحة المثقبة.
10- أنبوب مثقب لتوزيع المياه.
11- نبات القصب.
12 - مخرج المياه المعالجة.

4-4. إنشاء محطة المعالجة:

- تم وضع خزان الترسيب بسعةL 200 عند مدخل مياه الصرف الصحي، بعد مرور المياه على الشبكة الخشنة حيث المياه تأتي إلى خزان الترسيب مباشرة بعد أن تكون قد مرت فقط على الشبكة الخشنة الموجودة أساساً في محطة خربة المعزة.

- تم وضع حوضي الأراضي الرطبة، حجم الحوض الواحد L 1000 إلى جانب بعضهما على منسوب أخفض من منسوب حوض الترسيب بحيث تجري المياه بالإسالة .

- تم الحصول على الصفائح الإسمنتية المموجة، وقطعت بالأبعاد المطلوبة بما يتلاءم مع حجم الأحواض، أبعاد اللوح الواحد cm(85*60) والمسافة الفاصلة بين الصفائح 3cm.

- تم وضع القاعدة الحديدية في أرضية كل حوض من الأحواض الرطبة أبعاد القاعدة الواحدة cm(85*85*15).

- تم تركيب الصفائح الإسمنتية على القاعدة الحديدية في كل من حوضي الأراضي الرطبة.

- تم وضع صفيحة مثقبة يعلوها منخل بأبعاد cm(0.95*0.95) فوق الصفائح الإسمنتية.

- تم توزيع طبقة البحص بسماكة 15cm على كامل سطح الحوضين.

- تم تركيب أنابيب توزيع المياه وتجميعها، حيث يوجد أنبوب واحد لتوزيع المياه تم وضعه على سطح طبقة البحص

في الحوض الأول.

- بعد ذلك تمت زراعة نبات القصب على سطح الأراضي الرطبة ليصبح الشكل العام للمنظومة مبيناً في الشكل:

الشكل (13): الشكل العام لمنظومة المعالجة

5- النتائج والمناقشة:

تم تشغيل المحطة واختبارها على فترتين:

1- تشغيل المحطة واختبارها على زمن مكوث3 أيام: استمرت هذه الفترة 78 يوماً من 2022/4/3 وحتى 2022/6/19 كما مبين في الجدول (1).

2- تشغيل المحطة واختبارها على زمن مكوث 5 أيام: استمرت هذه الفترة 78 يوماً من 2022/7/3 وحتى 2022/9/18 كما مبين في الجدول (2).

حيث زمن المكوث: هو الفترة الزمنية التي تمضيها عينة المياه داخل منظومة المعالجة.

الأجهزة المخبرية التي تم استخدامها:

تم قياس البارامترات (PH و T و TDS و EC) بواسطة جهاز HI 9811-5 ماركة HANNA

تم قياس (NO3 و PO4) بواسطة جهاز DR/890 ماركة HACH

تم قياس (COD) بواسطة جهاز DR/4000U ماركة HACH

توضح كل من الأشكال (14 و 15 و16) أجهزة القياس المستخدمة.

الشكل(14): جهاز قياس

(PH – T – TDS – EC)

الشكل(15): جهاز قياس

NO3 و PO4

الشكل(16): جهاز قياس

COD

<u>نتائج التحليل بعد زمن مكوث 3 يوم:</u>

يبين الجدول (1) نتائج التحليل بعد زمن مكوث يساوي 3 يوم:

تاريخ أخذ وتحليل العينة / قيمة المؤشر	3/4/2022		18/4/2022		2/5/2022		16/5/2022		2/6/2022		19/6/2022		
	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	الحد المسموح حسب المواصفة القياسية السورية للري
T	17.1	18.2	17.3	17.5	18	18.5	18.4	18.9	20.5	21.6	21	22.3	
PH	6.70	6.9	6.8	7	7.1	7.2	7.3	7.5	6.5	6.6	6.8	6.85	6.5-7.5
COD(mg/l)	110	70	194	64	191.2	51	230.5	37.4	201	32.4	203.6	30	75 mg/l
BOD(mg/l)	60	36.1	93	34.2	94.5	25	115	15	90.3	16	100.1	14.1	30 mg/l
TDS(mg/l)	1832	926	1714	923	1312	714	1935	1001	1532	915	1701	955	1200 mg/l
EC(µs/cm)	2134	1647	2032	1623	1846	1197	2190	1630	2034	1504	2320	1529	
NH4(mg/l)	38	17.9	36.1	12	46	11.2	39.8	9.2	40	13.2	37.3	10.5	20 mg/l
NO3(mg/l)	19.8	24	21.1	43.8	23.05	40.9	25.6	43.5	21.6	55.2	20.8	43	60 mg/l
PO4(mg/l)	11	8.4	19.5	9	17.6	9.4	21.9	7.2	14.2	6	18.7	5.1	20 mg/l

حيث:

الناقلية الكهربائية :EC — درجة الحرارة :T

الأمونيوم :NH4 — حموضة المياه :PH

النترات :NO3 — الطلب الكيميائي للأكسجين :COD

الفوسفور :PO4 — الطلب البيوكيميائي للأكسجين;BOD5

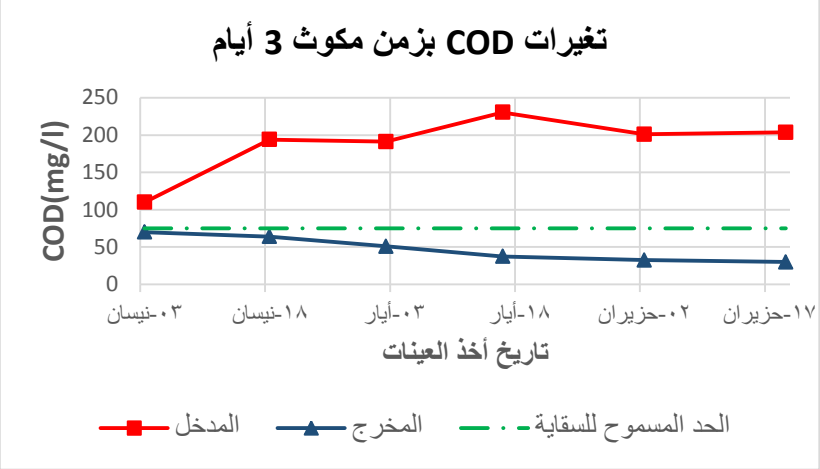
نتائج التحليل بعد زمن مكوث 5 يوم:

يبين الجدول (2) نتائج التحليل بعد زمن مكوث يساوي 5 يوم:

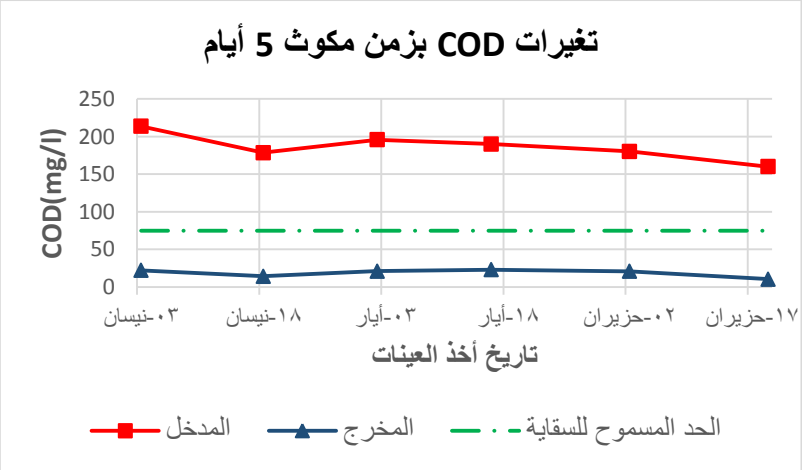
تاريخ أخذ وتحليل العينة / قيمة المؤشر	3/7/2022		17/7/2022		1/8/2022		15/8/2022		4/9/2022		18/9/2022		
	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	المدخل	المخرج	الحد المسموح حسب المواصفة القياسية السورية للري
T(c)	26.1	28.7	28.1	28.7	25.5	25.7	26.2	28.1	26	27.3	27.5	28.1	
PH	7.3	7	7.4	7.2	7.1	7	7.2	7.1	7.5	7.3	6.9	6.51	6.5-7.5
COD(mg/l)	213.5	22.3	178.5	14.3	195.7	21.1	190	23	180.1	18.5	160	10.5	75 mg/l
BOD(mg/l)	112.8	15	94.2	9	103.2	11	98.2	13.3	93.4	12	100.7	9	30 mg/l
TDS(mg/l)	1223	725	924	515	1327	745	1220	726	1315	702	1151	410	1200 mg/l
EC(µs/cm)	1987	1245	1652	981	1913	1160	1841	1013	1970	1352	1856	1098	
NH4(mg/l)	41	9	39	11.3	43.6	8	39.2	7.2	42.2	12.5	40.4	9.8	20 mg/l
NO3(mg/l)	25.07	53.1	21.3	48.6	19.4	40.1	20.3	43.8	23.4	45.8	23.7	53.6	60 mg/l
PO4(mg/l)	21.4	5.7	19.4	2.7	15.1	5.3	17.5	4	14.3	4.8	19.1	3.9	20 mg/l

- **تأثير استخدام المنظومة المقترحة على قيم COD عند المدخل والمخرج:**

يبين الشكلان (17 و 18) مقارنة لقيم COD عند المدخل والمخرج بعد زمن مكوث 3 و 5 يوم مع القيم المسموحة للسقاية:



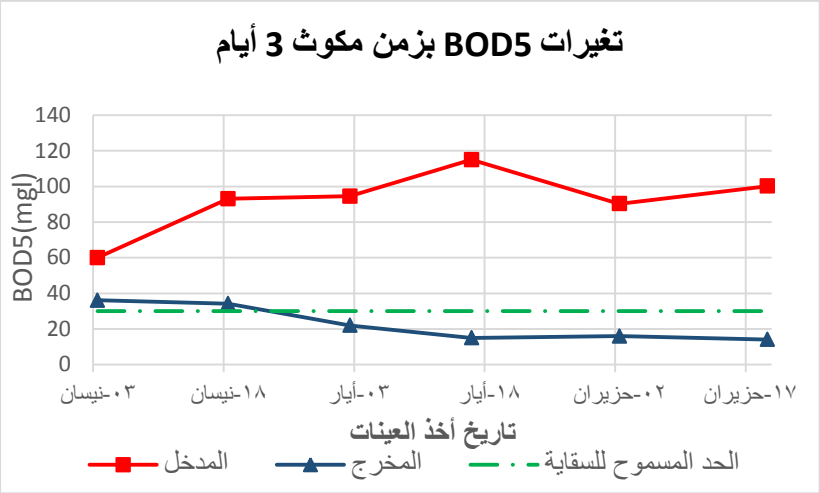
الشكل (17): تغيرات COD بزمن مكوث 3 أيام



الشكل (18): تغيرات COD بزمن مكوث 5 أيام

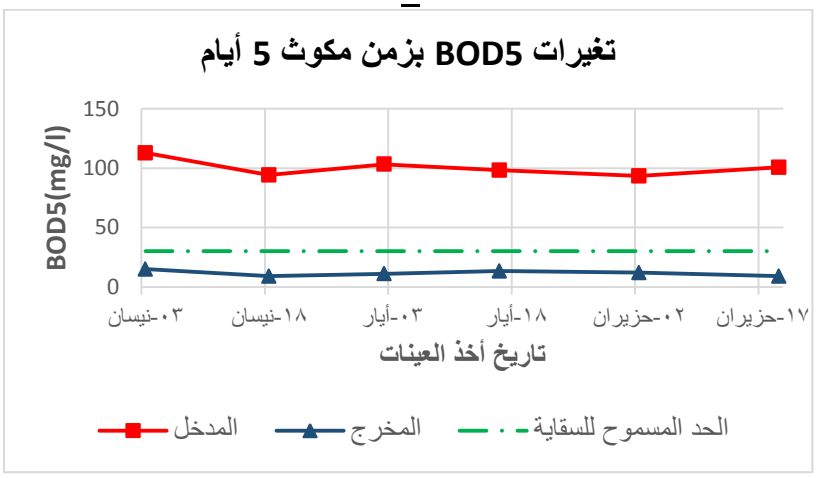
- **تأثير استخدام المنظومة المقترحة على قيم BOD5 عند المدخل والمخرج:**

يبين الشكلان (19 و 20) مقارنة لقيم BOD5 عند المدخل والمخرج بعد زمن مكوث 3 و 5 يوم مع القيم المسموحة للسقاية:



الشكل (19): تغيرات BOD5 بزمن مكوث 3 أيام

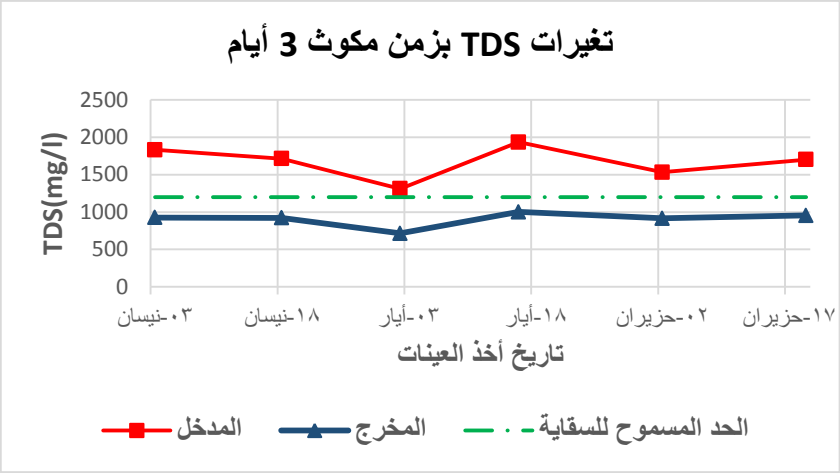
1



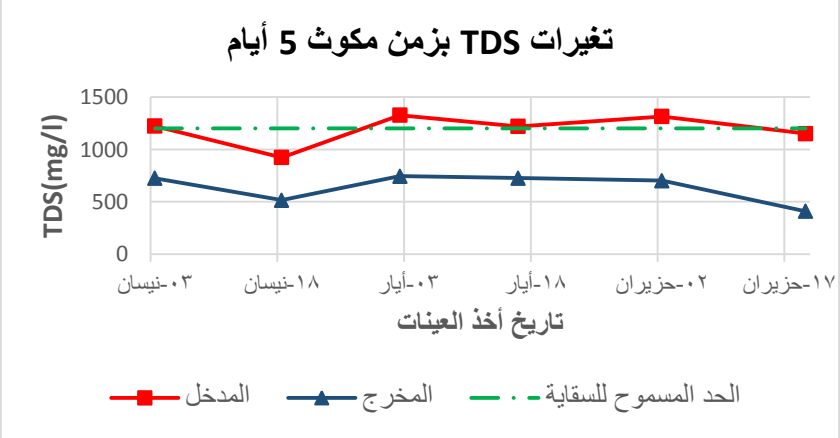
الشكل (20): تغيرات BOD5 بزمن مكوث 5 أيام

- **تأثير استخدام المنظومة المقترحة على قيم TDS عند المدخل والمخرج:**

يبين الشكلان (21 و22) مقارنة لقيم TDS عند المدخل والمخرج بعد زمن مكوث 3 و 5 يوم مع القيم المسموحة للسقاية:



الشكل (21): تغيرات TDS بزمن مكوث 3 أيام

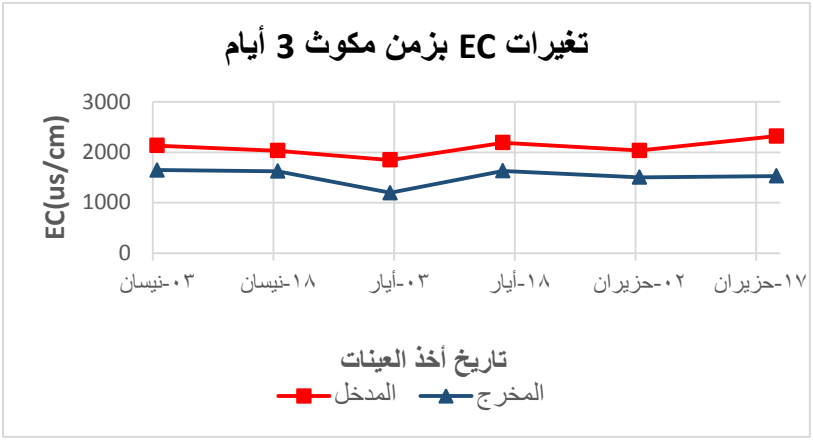


الشكل (22): تغيرات TDS بزمن مكوث 5 أيام

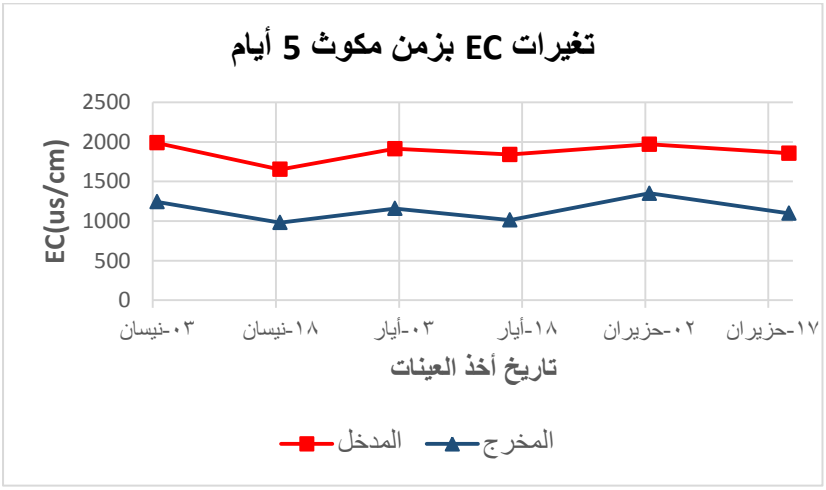
المواد الصلبة المعلقة يتم حجزها عن طريق الترسيب في حين أن المواد العضوية يتم أكسدتها وتحويلها إلى مواد قابلة للتحلل، من خلال الطبقة البيولوجية المتشكلة على سطح الحشوة (الصفائح الإسمنتية المموجة) وعلى جذور النباتات.

- **<u>تأثير استخدام المنظومة المقترحة على قيم EC عند المدخل والمخرج:</u>**

يبين الشكلان (23 و24) مقارنة لقيم EC عند المدخل والمخرج بعد زمن مكوث 3 و 5 يوم مع القيم المسموحة للسقاية:



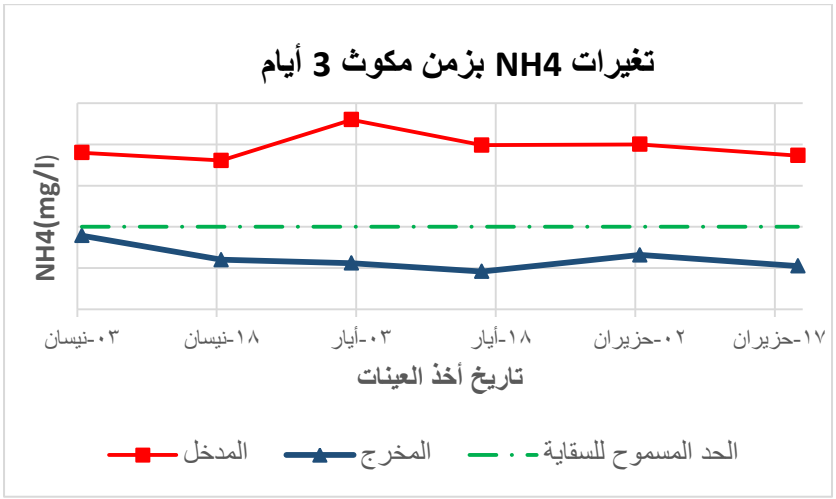
الشكل (23): تغيرات EC بزمن مكوث 3 أيام



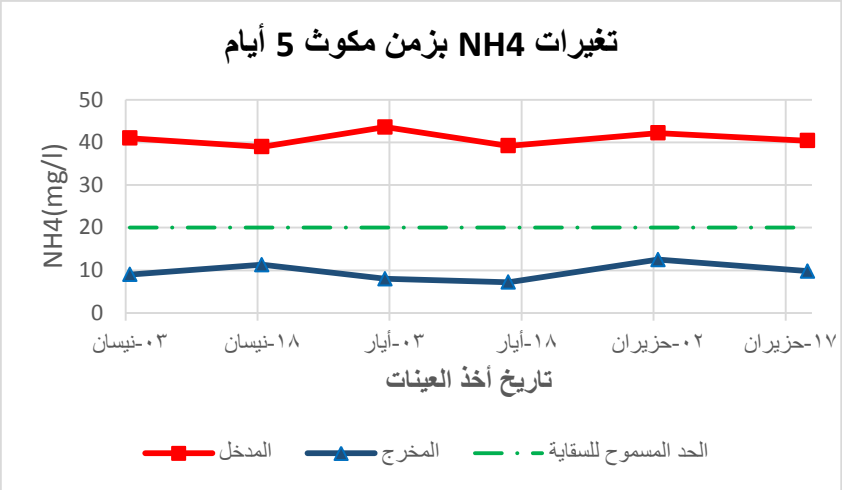
الشكل (24): تغيرات EC بزمن مكوث 5 أيام

- **<u>تأثير استخدام المنظومة المقترحة على قيم NH4 عند المدخل والمخرج:</u>**

يبين الشكلان (25 و 26) مقارنة لقيم NH4 عند المدخل والمخرج بعد زمن مكوث 3 و 5 يوم مع القيم المسموحة للسقاية:



الشكل (25): تغيرات NH4 بزمن مكوث 3 أيام

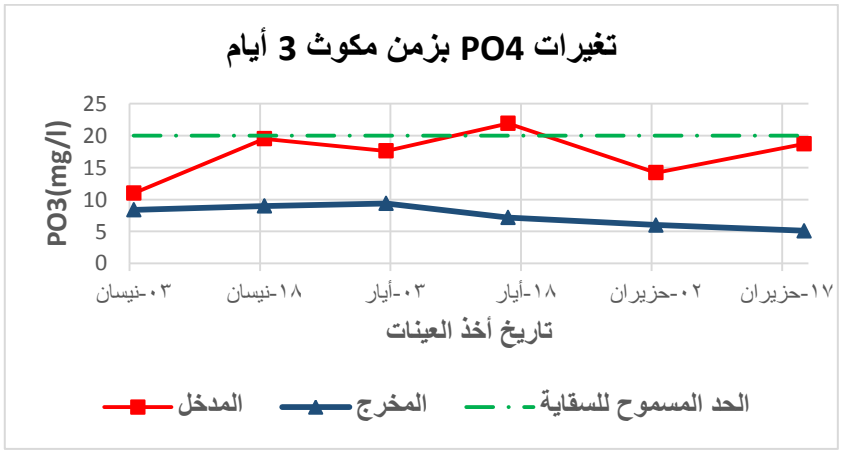


الشكل (26): تغيرات NH4 بزمن مكوث 5 أيام

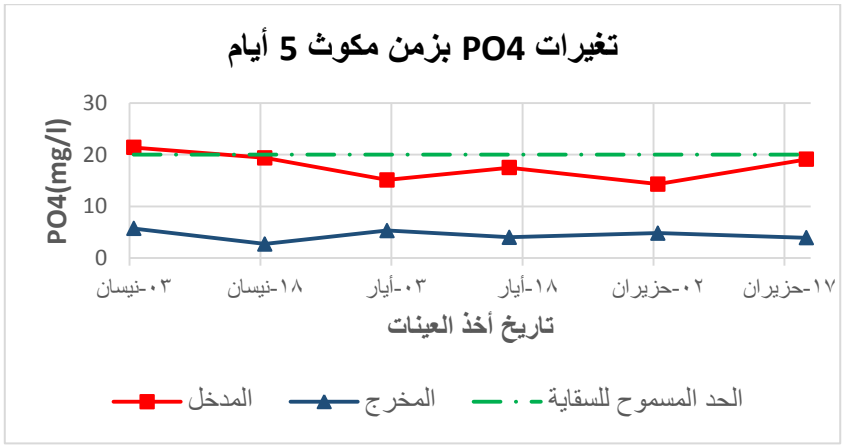
تنخفض تراكيز الأمونيوم نتيجة عملية النترجة، حيث تتحول الأمونيوم إلى نتريت ونترات بفعل البكتريا نتيجة توافر الأوكسجين في منطقة الجذور أو تقوم النباتات بامتصاصه عبر جذورها[9]،[10].

- **تأثير استخدام المنظومة المقترحة على قيم PO4 عند المدخل والمخرج:**

يبين الشكلان (27 و28) مقارنة لقيم PO4 عند المدخل والمخرج بعد زمن مكوث 3 و 5 يوم مع القيم المسموحة للسقاية:



الشكل (27): تغيرات PO4 بزمن مكوث 3 أيام



الشكل (28): تغيرات PO4 بزمن مكوث 5 أيام

يقوم النبات بامتصاص الفوسفات، أو يتم امتزازه إلى داخل الطبقة البيولوجية الرقيقة المتشكلة على جذور النبات.

الدراسة الإحصائية:

تم إجراء دراسة إحصائية للنتائج بواسطة برنامج التحليل الإحصائي SPSS لبيان معنوية الفروق كما في الجدول (3):

المجموعات	F	قيمةSIG	t	درجات الحرية	تباين المتوسطات
زمن مكوث 3 أيام	0.450	30.00	0.208	14.783	308.5414
زمن مكوث 5 أيام	1.042	250.00	0.370	14.231	314.0836

من خلال قراءة الجدول نلاحظ أن قيم F موجبة وان قيمة sig في المجموعة الثانية أكبر منها في المجموعة الأولى وأنها أصغر من قيمة sig الاسمية SIG=0.05 وبالتالي نرفض الفرضية الصفرية التي تقول أنه لا توجد فروق جوهرية بين كفاءة منظومة معالجة مياه الصرف الصحي عند زمن مكوث ثلاثة أيام و زمن مكوث خمسة أيام ونقبل الفرضية البديلة التي تقول: توجد فروق جوهرية بين كفاءة منظومة معالجة مياه الصرف الصحي عند زمن مكوث ثلاثة أيام و زمن مكوث خمسة أيام ، مما يدل على أن فاعلية وكفاءة المنظومة عند زمن مكوث 5 أيام أكبر منها عند زمن مكوث ثلاثة أيام.

6- الاستنتاجات:

- وصلت نسبة التخفيض لكل من COD و BOD5 إلى 71.6% عند زمن مكوث 3 أيام، في حين وصلت نسبة التخفيض لكل منهما إلى 90.2% و 88.3% على التوالي وذلك عند زمن مكوث 5 أيام .
- وصلت نسبة التخفيض ل NH4 إلى 68.51% و po4 إلى 53.61% وذلك عند زمن مكوث 3 أيام في حين وصلت نسبة التخفيض لكل منهما عند زمن مكوث 5 أيام إلى 76.41% و 74.58% على التوالي، وبذلك تفوقت مدة المكوث 5 أيام على مدة المكوث 3 أيام في كل مؤشرات التلوث.
- أثبتت طريقة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الصفائح الإسمنتية المموجة في نظام الأراضي الرطبة وباستخدام نبات القصب كفاءتها في إزالة الملوثات وخفض مستويات التلوث إلى الحدود التي يسمح بها وفق المواصفات والمقاييس السورية /2752/ لعام 2008 [11] في الري بمياه الصرف الصحي المعالجة، وذلك دون الحاجة إلى تقنيات معالجة متقدمة وبتكلفة بسيطة.
- أدى استخدام الصفائح الإسمنتية المموجة بوصفها حشوة بديلة في نظام الأراضي الرطبة إلى تحسين أداء منظومة الأراضي الرطبة وكفاءتها مع غياب إمكانية الانسداد، كذلك ساهمت الحوامل البيولوجية في زيادة مساحة السطح الذي تنمو عليه طبقة Biofilm .

7- التوصيات:

- متابعة الأبحاث في الأراضي الرطبة المصطنعة لاختبار كفاءة نباتات وأوساط أخرى إضافة إلى دراسة نوع الجريان في تلك الأراضي.
- دراسة تأثير كل من المسافة الفاصلة بين الألواح الإسمنتية المموجة و سماكة طبقة البحص في المنظومة المقترحة.
- قياس مؤشرات أخرى لم يتطرق إليها البحث.

المراجع:

[1] Tsihrintzis, V. A. (2017). The use of vertical flow constructed wetlands in wastewater treatment. Water resources management, 31(10), 3245-3270.

[2] Korkusuz, E. A., Beklioğlu, M., & Demirer, G. N. (2005). Comparison of the treatment performances of blast furnace slag-based and gravel-based vertical flow wetlands operated identically for domestic wastewater treatment in Turkey. Ecological Engineering, 24(3), 185-198.

[3] Schaafsma, J. A., Baldwin, A. H., & Streb, C. A. (1999). An evaluation of a constructed wetland to treat wastewater from a dairy farm in Maryland, USA. Ecological Engineering, 14(1-2), 199-206.

[4] Shaheen, Haytham. (2015). Subsurface vertical flow, Eoro-Arab Conference For Environment Protection, Germany.

[5] Eng. Mohamed Maan Baradei. (2018). Design Guide for Wastewater Treatment Plants, United Arab Emirates.

[6] Shahin, Haytham. Hossean, Ali.(2017) Evaluation of the efficiency of the wetland system for the treatment of Wastewater for Irrigation Purposes in the Conditions of the Syrian Coast, University Journal Tishreen for Research and Scientific Studies. Engineering Sciences Series, Folder 39Number 6.

[7] Zhang, G., Ma, K., Zhang, Z., Shang, X., & Wu, F. (2020). Waste brick as constructed wetland fillers to treat the tail water of sewage treatment plant. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 104(2), 273-281.

[8] Morari, F., & Giardini, L. (2009). Municipal wastewater treatment with vertical flow constructed wetlands for irrigation reuse. Ecological Engineering, 35(5), 643-653.

[9] Sheikhan, Abdul Aziz. (2019) - Comparison of the use efficiency of two types of plants in an artificial wetland for wastewater treatment, Faculty of Agricultural Engineering, University of Aleppo.

[10] Abou-Elela, S. I., & Hellal, M. S. (2012). Municipal wastewater treatment using vertical flow constructed wetlands planted with Canna, Phragmites and Cyprus. Ecological engineering, 47, 209-213.

[11] Syrian standard specifications for irrigation water /22752 / for the year 2008 .