دراسة تأثير تغير درجة الحموضة(pH) و معدلات التحميل الهيدروليكي السطحي في كفاءة إزالة الفوسفور من مياه الصرف الصناعي باستخدام النبات (عدس الماء)

شروق السعد* د.نعيمة عجيب** أ.د.سمير شمشم***

(الإيداع: 3 تموز 2024 ، القبول: 3 آيلول 2024)

الملخص:

تم إجراء البحث في مخبر الهندسة البيئية بكلية الهندسة المدنية – جامعة البعث، حيث كان الهدف الأساسي من البحث دراسة كفاءة نبات عدس الماء في تخفيض تراكيز الفوسفور الموجود في مياه الصرف الصناعي الناتجة عن المدينة الصناعية بحسياء التابعة لمحافظة حمص، من أجل إجراء البحث تم تصميم حوضين بارتفاعين مختلفين (H_1=65cm, H_2=25cm) وباعتماد زمنين للمكث فيهما (T_1=7day, T_2=15day) تم تطبيق أحمال هيدروليكية سطحية عند الزمن T_1 قيمها تتراوح ما بين (0.036 – 0.093 $m^3/m^2.d$) وقيمها عند الزمن T_2 تتراوح ما بين (0.016 – 0.043 $m^3/m^2.d$)، وبعد زراعة الحوضين بالنبات وأخذ عينات عند قيم للpH (pH_1=7.7, pH_2=4.7)، بينت نتائج القياسات المخبرية التي تم الحصول عليها أن نسبة إز الة الفوسفور كانت بحدود 62.51% عند العمق 25cm وبعد زمن مكث T=15day وعند تحميل هيدروليكي 0.016$m^3/m^2.d$، كما كانت كفاءة إزالة الفوسفور من المياه عند pH=7.7 كانت أعلى من المياه ذات pH=4.7، إذن أثبتت النتائج أن لنبات عدس الماء كفاءة جيدة في الإزالة كما بينت أن عدس الماء له قدرة على العيش والنمو في المجال الحراري المستخدم [12–20]°C، وأن طريقة المعالجة بالنباتات باستخدام نبات عدس الماء طريقة اقتصادية ممكن اعتمادها.

الكلمات المفتاحية: عدس الماء – معالجة بالنباتات – الفوسفور – مياه صرف صناعي–التحميل الهيدروليكي السطحي .

*طالبة دكتوراه– كلية الهندسة المدنية –جامعة البعث.

** أستاذ مساعد –كلية الهندسة المدنية–اختصاص بيئة– جامعة البعث.

*** أستاذ– اختصاص علم أراضي –كلية الهندسة الزراعية– جامعة البعث.

Studying The effect of Changing pH and Surface Hydraulic Loading Rates on The Efficiency of Removing Phosphorus From Industrial Wastewater By Using Duck Weed

Eng. Shorok Saad* Dr. Naima Ajeeb** Dr. Samir Shamsham***

(Received: 3 July 2024 , Accepted: 3 September 2024)

Abstract:

The research was conducted in the Environmental Engineering Laboratory at the Faculty of Civil Engineering Al-Baath University, where the primary objective of the research was to study the efficiency of the Duckweeds plant in reducing the concentrations of phosphorus present in the industrial wastewater resulting from the industrial city of Hassia in Homs Governorate. In order to conduct the research, two basins were designed with two different heights (H1 = 65cm, H2 = 25cm) and two residence times were adopted in them (T_1=7,T_2=15)day. Surface hydraulic loads were applied at time T_1, their values ranging from (0.036 – 0.093 m3/m2.d), and their values at time T_2 ranging from (0.016 – 0.043 m3/m2.d), after planting the two beds with plants and taking samples at Values for pH (pH1 = 7.7, pH2 = 4.7). The results of laboratory measurements obtained showed that the phosphorus removal rate was approximately 62.51% at a depth of 25 cm, after a dwell time T = 15 days, and at a hydraulic load of 0.016 m3/m2.d, as it was The efficiency of removing phosphorus from water at pH = 7.7 was higher than water with pH = 4.7. Therefore, the results proved that the water lentil plant has good removal efficiency. It also showed that the water lentil has the ability to live and grow in the temperature range used [12–20]°C. The method of phytoremediation using water lentil plants is an economical method that can be adopted.

Keywords: Duckweeds – Phytoextraction – phosphorus – industrial wastewater– Surface hydraulic loading.

PhD student – Al-Baath University – Faculty of Civil Engineering

Assistant Professor– Al-Baath University–Syria– Faculty of Civil Engineering – Environmental specialty.

Dr. Samir Shamsham: Professor – Al-Baath University – Syria– Faculty of Agricultural Engineering – Specialization in Land Science.

1–المقدمة:

توسعت أساليب التنمية، وشيدت عديد من المصانع في العقود المنصرمة، غير أن الكثير منها لم يأخذ بعين الحسبان التأثيرات البيئية، الأمر الذي ألحق الضرر بمكونات البيئة، كما أدى تمركز الصناعة في المدن وما يلحق بها من نشاطات تجارية وزيادة وسائط نقل إلى تغير في البيئة. تحتوي المنصرفات الصناعية على الأصبغة والمركبات الكيميائية السامة ومخلفات الدباغة ومواد خطرة مثل: النترات – الفوسفور – الرصاص – الكادميوم – الزرنيخ – الكروم – المذيبات العضوية والمشتقات النفطية ذات التأثير السام والمسرطن.

تفضل الشركات الصناعية التخلص من مخلفاتها السائلة بصرفها مباشرة إلى شبكة الصرف الصحي، لذا من الضروري منع تصريف أي مياه صناعية إلى هذه الشبكات قبل معرفة خواص هذه المياه، ومدى قدرة شبكات مياه الصرف الصحي على استيعابها.

2–الهدف من البحث:

- تحتوي مياه الصرف الصناعي وخصوصاً المياه الناتجة عن صناعة المنظفات، كمية كبيرة جداً من الفوسفور، وهذه المياه يتم رميها في المجاري المائية بدون معالجة، مما يشكل خطراً على الحياة المائية، لذلك كان من الضروري معالجة هذه المياه بأقل تكلفة.
- تحديد التصميم الهندسي الأمثل لأحواض المعالجة بالنباتات (نبات عدس الماء)، وزمن المكث الذي يعطي أعلى مردود للإزالة.

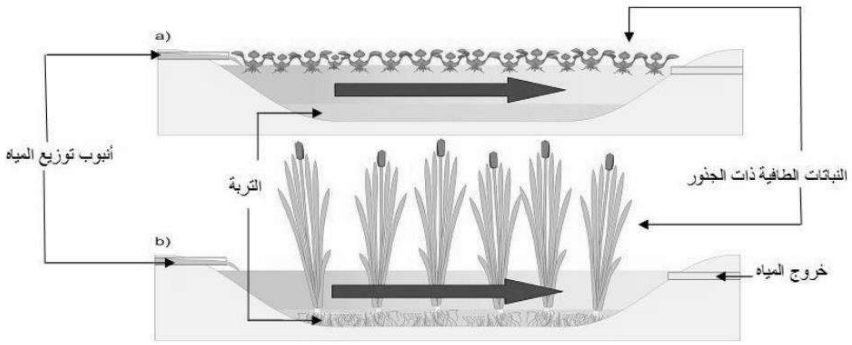
3–مواد وطرائق البحث:

1– الأراضي الرطبة المصطنعة:

هي عبارة عن تصاميم هندسية تستخدم العمليات الطبيعية من النباتات والترب وتجمعاتها البكترية، وتعتبر مناسبة جداً للمعالجة في محطات المعالجة، بسبب اقتصاديتها وكلفة تشغيلها المنخفضة وفعاليتها، إضافة إلى زيادة المساحات الخضراء في المناطق المقامة بها، وتصنف أحواض النباتات المستخدمة في معالجة مياه الصرف بناءً على مسار التدفق عبر أنظمة CW،وهناك أربعة أنظمة مستعملة في معالجة المياه:

- الأحواض ذات الجريان السطحي الحر Free Water Surface (FWS).
- الأحواض ذات الجريان السطحي الأفقي Horizontal Flow (HF).
- الأحواض ذات الجريان السطحي الشاقولي Vertical Flow (VF).
- الأحواض ذات الجريان المتنوع (المهجن) "أفقي+ شاقولي"

والأحواض المستخدمة في البحث هي الأحواض ذات الجريان السطحي الحر: وهي أحواض ضحلة أو قنوات تحتوي على طبقة من التربة (بسماكة 30–40cm) تزرع فيها نباتات عدة، أكثر النباتات شيوعاً هي: (Duck weed, Typha)، ويوجد فوق طبقة التربة عمود مائي (عمق 20–40cm) أو أعمق يتعرض للغلاف الجوي والإشعاع الشمسي، يتدفق الماء عبر جذوع النبات ويتلامس مع الطبقة العليا من التربة وأجزاء النبات، مما يسمح بإزالة الملوثات من خلال مختلف العمليات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية، ويبين الشكل (1) حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر.



الشكل رقم (1): حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر

تميل هذه الأحواض إلى جذب البعوض، خاصةً عندما يظل الماء شبه راكد، كما تتطلب مساحة أعلى مقارنة بأنواع أخرى لنفس خصائص مياه الصرف الصحي. يعمل هذا النظام بشكلٍ جيد في إزالة المواد الصلبة العالقة (TSS) والطلب الكيميائي الحيوي للأوكسجين BOD_5 وإزالة النتروجين N ومسببات الأمراض، وإزالة نسبة كبيرة من المعادن الثقيلة وإزالة الفوسفور.

2- نبات عدس الماء (Lemna minor):

يعود للعائلة اللمينية (Lemnaceae) من رتبة Arales ذوات الفلقة الواحدة اسمه بالإنكليزية (Duck weed)، نبات صغير طافٍ، يتجمع في مجموعات تتكون 2–5 نباتات، قطره من 3–6 mm شبه كروي أو اهليلجي مسطح على الوجهين يتنشر في المياه العذبة الراكدة في دمشق و حمص و القنيطرة و اللاذقية، ويبين الشكل (2) نبات عدس الماء.

الشكل (2): نبات عدس الماء

يعتمد نمو عدس الماء على عوامل عدة:

- درجة الحرارة المثالية للنمو(15–25) درجة مئوية ولكن ممكن أن ينمو في درجة حرارة أقل من 7 درجة مئوية.
- ينمو ضمن مجال [4–9]= pH .
- يلعب الحصاد دوراً كبيراً في كفاءة الإزالة و النمو، حيث يزداد النمو مع الحصاد اليومي و بالتالي تزداد كفاءة المعالجة.والوقت المثالي للحصاد كل أربع أيام حتى لا يتموت النبات و يترسب.

3- إزالة الفوسفور:

الفسفور عنصر شائع في الطبيعة حيث يتواجد في الصخوروالرسوبيات، وهو عنصر قليل التواجد في المياه الطبيعية بسبب أن أغلب مركبات الفسفور قليلة الذوبان في المياه، يتراوح مجال ذوبانها من mg\l (0.1–0.01) . تمتاز مركبات الفسفور بقدرتها على الامنزاز في التربة لتلعب دوراً في عملية التغذية النباتية والدخول في دورة الفسفور الطبيعية.

يتواجد الفسفور في الصرف الصحي والصناعي يسبب الكثير من المشاكل، كنمو الطحالب في البيئات المائية ليسبب موت الحياة المائية.

- يستعمل الفسفور في المجالات الصناعية التالية:
  - صناعة المبيدات الحشرية .
  - صناعة الأسمدة الفوسفاتية.
  - صناعة المنظفات الصنعية .

من خلال هذه الاستخدامات يكثر تواجد الفسفور في مياه الصرف الصناعي، بمايزيد عن 20mg\l لذا يشكل خطر على البيئة المائية في حال لم تتم معالجته بالشكل المناسب.

4- الدراسة المرجعية

في دراسة أجريت عام (2004) في مصر على مياه صرف صحي تم تصميم نظام معالجة ثانوية مكون من ثلاثة أحواض عدس الماء مع زمن مكث 15 يوم، خلال الموسم الدافئ ، حقق نظام المعالجة قيم إزالة بلغت 93%و96% و91% لـ CODو BODوTSS، على التوالي، وكانت القيم المتبقية للأمونيا و TKNوالفوسفور الكلي 0.41 mg\lو 4.4 mg\l و 1.11 mg\l على التوالي، مع كفاءة إزالة 98% و 85% و78%على التوالي.

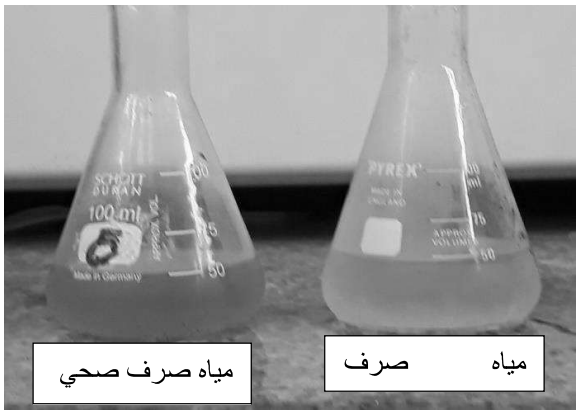
في دراسة أجريت عام (1998)في ألمانيا نظام معالجة مياه الصرف الصحي مكون من أحواض الترسيب ونبات عدس الماء. تم تحليل عينات من وسط مياه الصرف الصحي في كل من حوض الترسيب وحوض عدس الماء ،كان متوسط كفاءات إزالة TSS و BOD و COD و NH3–N و $N0_2$–N و $N0_3$–N و TN و TP و TDS و EC والبكتيريا القولونية البرازية وإجمالي عدد البكتيريا لحوض الترسيب 55%، 27% ، 24% ، 26% ،30%، 27% ،19% ، 32% ،6% ،4%، 50%، 39% على التوالي. في حين أن متوسط كفاءات إزالة BOD و COD و TSS و TDS و EC و NH3–Nو N02–N و N03–N و TN و TP والبكتيريا القولونية البرازية وإجمالي عدد البكتيريا لحوض عدس الماء كانت 60% ، 54%، 63% ، 9% ، 5% ، 63% ،64% ، 63% ، 63% ، 65% ، 96% ، 98% في زمن مكث شهر.

أجريت دراسةعام (2016) في سورية لمحطة الجنديرية في اللاذقية للاستفادة من الأحواض الموجودة في المحطة، تم استزراع نبات عدس الماء في أحواض الري و أحواض إطفاء الحريق، بأبعاد m(2.25–5.5–6.5). كان عمق الماء في الحوض 1.75m، مع زمن بقاء أسبوع بينت النتائج ارتفاع كفاءة إزالة الفوسفور مع زيادة نمو النبات في الحوض و مع ازدياد زمن المكث.

اجريت في البرازيل عام (2010) دراسة حول كفاءة عدس الماء باستزراع النبات باستخدام اربعة احواض مربوطة على التسلسل عمق كل حوض 0.9 متر ومساحته 2.57 متر مربع وحجمه 2.3 متر مكعب مع غزارة 2.9 m^3/ d اي بتحميل هيدروليكي 1.1 $m^3/m^2.d$ كان زمن المكث يوم لكل حوض وصلت ازالة فوسفات و النتروجين 51.8 %، 40.5 % على التوالي .

أما في الولايات المتحدة الامريكية عام (2003) تم استخدام هذا النوع من المعالجة النباتية في عدد من الولايات وصل تركيز Tp الخارجة من المحطة دون (2 mg/l)واعتمدت الدراسة زمن مكث وعمق كبير تراوح زمن المكث من عشرة الى ثلاثين يوم وعمق الحوض من 1.5 الى 2.5 متر مما استدعى زيادة المساحة السطحية لبرك المعالجة ومعدل تحميل هدروليكي0.006 $m^3/m^2.d$ فكانت التركيز الخارجة Tp < 2mg/l.

5– الدراسة التجريبية : تم أخذ عينات من مياه الصرف الصناعي و الصحي من محطة الصرف الصحي الناتج عن المدينة الصناعية بحسياء في حمص.



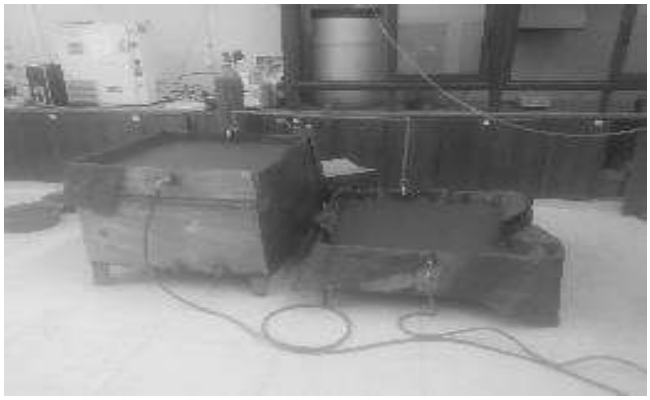
الشكل رقم (3): عينات مياه صرف صحي و مياه صرف صناعي من المحطة

- **تحاليل عينات المياه الملوثة :**
- تقدير (PO_4^{-3}) بطريقة Spectrophotometer بعد إضافة المولبيدات – فاندات.
- تقدير pH باستخدام جهاز pH METER.

الجدول رقم (1): نتائج قياس عينات مياه صرف من محطة صرف المدينة الصناعية في حسياء

المؤشر	الواحدة	مياه صرف صحي	مياه صرف صناعي	المواصفة القياسية السوريةرقم 2009\3474	المواصفة القياسية السوريةرقم 2008/2580
pH	–	7.6	7.8	9–6	9.5–6.5
PO_4^{-3}	mg\l	27	700	15	20
Cl^-	mg\l	232	204	200	600

سيتم تلويث المياه مخبرياً بمقادير تلوث تحاكي التلوث الموجود في مياه الصرف الصناعي في حسياء ، دراسة تأثير التلوث في نظام عمل معالجة المياه باستخدام نبات عدس الماء(Duckweeds). تمت الدراسة بواسطة محطة تجربية عبارة عن خزانين ماء بارتفاعات مختلفة (ارتفاع الأول 65cm – ارتفاع الثاني 25cm) بمساحة سطح $1m^2$ يدخل الماء إلى الخرانات بواسطة انابيب تغذية وتتم التغذية من خزان تجميع لضمان استمرارية الجريان و عند المخرج تم وضع سكور عند ارتفاع الماء المطلوب للدراسة.كما في الصورة



الشكل رقم (4): النموذج التجريبي في مخبر الهندسة البيئية

–تصميم الأحواض: تم تصميم الأحواض وفق العوامل التصميمية التالية :

التحميل الهيدروليكي السطحي	$q=Q/A$
الغزارة	$Q=V/T$
أبعاد الحوض الأول	$(1*1*0,65)$ m
حجم الحوض	$0.65m^3$
بفرض زمن المكث	$T_1=7day$
غزارة الحوض	$Q=V/T=0.65/7=0.093m^3/d$
التحميل الهيدروليكي السطحي	$q=Q/A=0.093/1=0.093\ m^3/m^2.d$
أبعاد الحوض الأول	$(1*1*0,65)$ m
حجم الحوض	$0.65m^3$
بفرض زمن المكث	$T_2=15day$
غزارة الحوض	$Q=V/T=0.65/15=0.043m^3/d$
التحميل الهيدروليكي السطحي	$q=Q/A=0.043/1=0.043\ m^3/m^2.d$
أبعاد الحوض الثاني	$(1*1*0,25)$ m
حجم الحوض	$0.25m^3$
بفرض زمن المكث	$T_1=7day$
غزارة الحوض	$Q=V/T=0.25/7=0.036m^3/d$
التحميل الهيدروليكي السطحي	$q=Q/A=0.036/1=0.036m^3/m^2.d$
أبعاد الحوض الثاني	$(1*1*0,25)$ m
حجم الحوض	$0.25m^3$
بفرض زمن المكث	$T_2=15day$
غزارة الحوض	$Q=V/T=0.25/15=0.016m^3/d$
التحميل الهيدروليكي السطحي	$q=Q/A=0.016/1=0.016\ m^3/m^2.d$
كفاءة إزالة الفسفور E%	[(قيمة الفسفور عند المدخل – قيمة الفسفورعند المخرج)/قيمة الفسفور عند المدخل]*100

الجدول رقم (2): العوامل التصميمية للأحواض عند زمن مكث T_1=7day

رقم الحوض	حجم الماء m^3	الغزارة الداخلة للحوض m^3/d	زمن المكث day	التحميل الهيدروليكي السطحي $m^3/m^2.d$	جرعة البدار من نبات عدس الماء gr
1	0.65	0.093	7	0.093	500
2	0.25	0.036	7	0.036	500

الجدول رقم (3) : العوامل التصميمية للأحواض عند زمن مكث T_2=15day

رقم الحوض	حجم الماء m^3	الغزارة الداخلة للحوض m^3/d	زمن المكث day	التحميل الهيدروليكي السطحي $m^3/m^2.d$	جرعة البدار من نبات عدس الماء gr
1	0.65	0.043	15	0.043	500
2	0.25	0.016	15	0.016	500

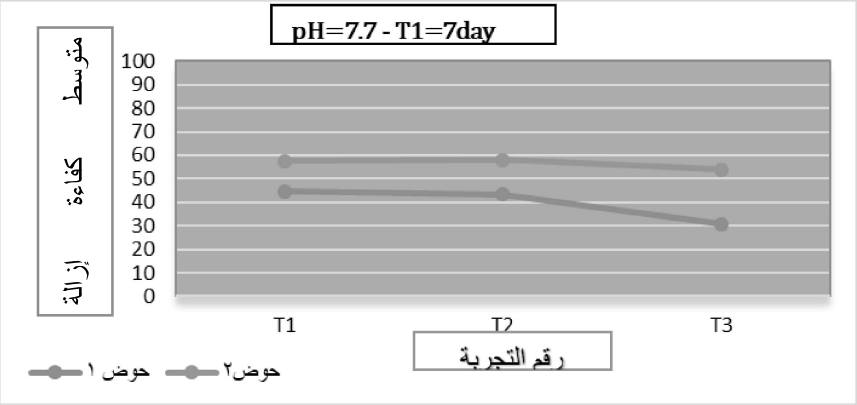
-**الزراعة:** تمت زراعة النبات بأربع حالات و تم تكرار كل حالة ثلاث مرات مع الحفاظ على نفس قيمة للتلوث، في كل مرحلة من المراحل و تغير كل من زمن المكث و pH في كل تجربة لدراسة تأثير كفاءة إزالة الفسفور.

–نتائج التجارب:

- الحالة الأولى (زمن مكث T_1=7day و pH=7.7)

الجدول رقم (3): نتائج تحليل الفسفور مع زمن مكث T1=7day و pH=7.7 وكفاءة الإزالة E%

رقم التجربة	مدخل الأحواض التجريبية	مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي (0.093 $m^3.m^2\backslash d$)		مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي (0.036 $m^3.m^2\backslash d$)	
	(PO_4^{-3})mg\l	(PO_4^{-3})	E%	(PO_4^{-3})	E%
T3	1300	900	30.76	600	53.84
	1310	903	31.01	610	53.84
	1305	905	30.65	596	54.32
T2	750	425	43.33	315	58
	745	422	43.35	325	56.37
	750	423	43.6	333	55.6
T1	756	410	45.76	322	57.40
	744	423	43.14	325	56.31
	751	416	44.60	323	56.99
متوسط كفاءة الإزالة	–	–	39.58	–	55.85



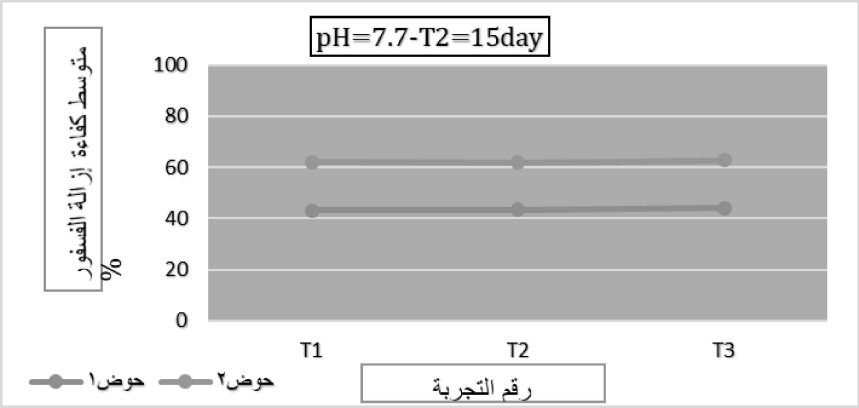
الشكل رقم (5): مخطط متوسط كفاءة إزالة الفسفور في 3 تجارب مع زمن مكث 7 أيام و pH=7.7

بينت النتائج في الحالة الأولى أن متوسط كفاءة الإزالة كان في الحوض الثاني أفضل من متوسط كفاءة الإزالة في الحوض الأول،لم تكن كفاءة الإزالة أكثر من 60% في كلا الحوضين يعود ذلك للقيمة المرتفعة جداً للفسفور في الماء.

- **الحالة الثانية:(زمن مكث T_2=15day و pH=7.7)**

الجدول رقم (4): نتائج تحليل الفسفور مع زمن مكث T_2=15day وpH=7.7 وكفاءة الإزالة E%

رقم التجربة	مدخل الأحواض التجريبية	مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي (0.043 $m^3.m^2\backslash d$)		مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي (0.016 $m^3.m^2\backslash d$)	
	(PO_4^{-3})mg\l	(PO_4^{-3})	E%	(PO_4^{-3})	E%
T3	754	425	43.63	270	64.19
	740	422	42.97	276	62.70
	750	420	44	270	64
T2	704	401	43.04	264	62.5
	715	404	43.49	273	61.81
	710	402	43.38	273	61.5
T1	715	410	42.65	272	61.95
	713	405	43.18	270	62.13
	710	400	43.66	271	61.83
متوسط كفاءة الإزالة	–	–	43.33	–	62.51



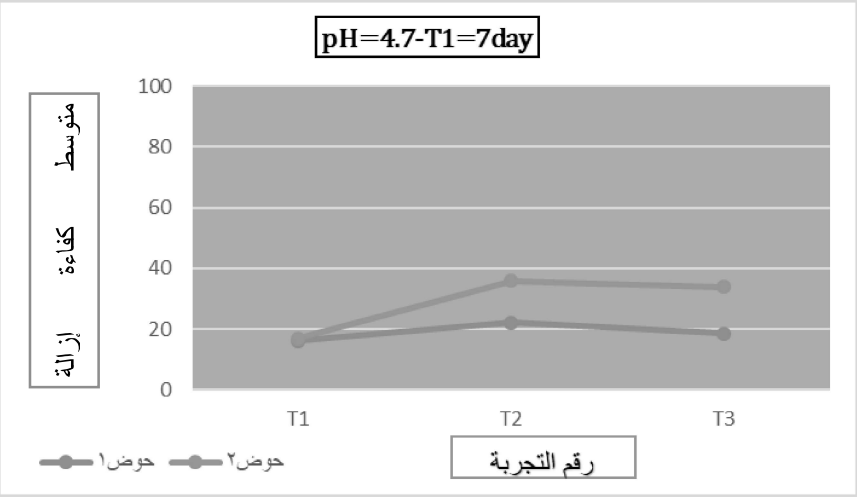
الشكل رقم (6): مخطط متوسط كفاءة إزالة الفسفور في 3 تجارب مع زمن مكث 15 أيام و pH=7.7

بينت نتائج الحالة الثانية ارتفاع نسبة الإزالة عن الحالة الأولى،بالتالي زيادة الكفاءة مع زيادة زمن المكث،وكان الحوض ذو العمق الأصغر أكثر كفاءة من الحوض الأول ذو العمق الأكبر.

- **الحالة الثالثة: (زمن مكث T_1=7day و pH=4.7)**

الجدول رقم (5): نتائج تحليل الفسفور مع زمن مكث T_1=7day و pH=4.7 وكفاءة الإزالة E%

رقم التجربة	مدخل الأحواض التجريبية	مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي 0.093 ($m^3.m^2\d$)		مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي 0.036 ($m^3.m^2\d$)	
	(PO_4^{-3})mg\l	(PO_4^{-3})	E%	(PO_4^{-3})	E%
T3	1100	922.5	16.15	912.5	17.04
	1100	922.8	16.11	912.8	17.01
	1100	922.3	16.15	912.3	17.06
T2	650	525	19.23	425	34.6
	655	510	22.13	420	35.8
	645	513	20.46	425	34.10
T1	710	578	18.59	475	33.10
	715	578	18.63	473	33.84
	703	575	18.20	471	33
متوسط كفاءة الإزالة	–	–	18.40	–	28.44



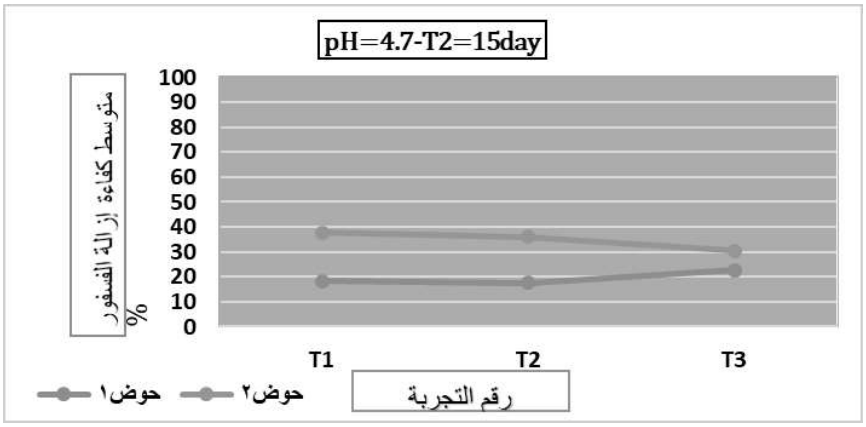
الشكل(7)مخطط متوسط كفاءة إزالة الفسفور في 3 تجارب مع زمن مكث 7 أيام و pH=4.7

بينت نتائج الحالة الثالثة انخفاض متوسط كفاءة الإزالة مع انخفاض قيمة الpH،ومع ارتفاع قيمة الفسفور في كلا الحوضين،إضافة إلى ضعف نمو النبات في الوسط الحمضي بشكل كبيرو بداية تموتة في كلا الحوضين بعد 7أيام.

- **الحالة الرابعة: (زمن مكث T_2=15day و pH=4.7)**

الجدول رقم (6):نتائج تحليل الفسفور مع زمن مكث T_2=15day وpH=4.7 وكفاءة الإزالة E%

رقم التجربة	مدخل الأحواض التجريبية	مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي (0.043 $m^3.m^2\backslash d$)		مخرج الحوض ذو التحميل الهيدروليكي السطحي (0.016 $m^3.m^2\backslash d$)	
	(PO_4^{-3})mg\l	(PO_4^{-3})	E%	(PO_4^{-3})	E%
T3	834	684	17.98	520	37.64
	830	679	18.19	517	37.71
	832	684	17.78	516	37.98
T2	820	675	17.68	525	35.97
	814	682	16.21	520	36.11
	822	673	18.12	525	36.13
T1	680	522	23.23	475	30.14
	685	529	22.77	473	30.44
	689	529	23.22	471	31.64
متوسط كفاءة الإزالة %	–	–	19.34	–	34.89



الشكل رقم (8): مخطط متوسط كفاءة إزالة الفسفور في 3 تجارب مع زمن مكث 15 أيام و pH=4.7

بينت نتائج الحالة الرابعة أن إزالة الفسفور ازدادت مع زيادة زمن المكث،لكن بمقدار قليل جداً ونمو النبات كان ضعيف في كلا الحوضين **كما في الشكل(9)**.

الشكل رقم (9): تموت نبات عدس الماء في الوسط الحمضي

- **النتائج والتوصيات:**

بينت نتائج قياس كفاءة إزالة الفوسفور من المياه مايلي :

1–كفاءة إزالة الفوسفور من المياه عند pH =7.7 كانت أعلى من المياه ذات PH =4.7 وبحسب الدرسات أفضل قيمة pH لإزالة الفوسفور من المياه (9–9.5).

2– حقق النبات نسبة إزالة للفسفور 62.51% عند العمق 25cm ، مع زمن مكث T=15dayعند تحميل هيدروليكي $0.016m^3/m^2.d$.

3–عدم كفاية نبات عدس الماء لإزالة الفوسفور من الماء، لزيادة المردود لابد من زيادة زمن مكث الماء.

4–ممكن تحقيق كفاءة مثالية و تحقق المواصفة السورية كمعالجة ثانوية أو ثالثية للمياه.

5–تعود عدم الكفاية لارتفاع قيمة الفوسفور بشكل كبير جداً ،ممكن تحقيق مردود إزالة مثالي و موافق للمواصفة السورية لمياه الصرف الصحي.

المراجع:

1- الجمهورية العربية السورية، وزارة الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، مياه الصرف الصحي المعالجة للبيئة المائية (2580) 2008.

2- الجمهورية العربية السورية، وزارة الصناعة، هيئةالمواصفات والمقاييس العربية السورية، للمخلفات السائلة الصناعية، المسموح بطرحها إلى البيئة المائية (3474)2009.

3- ديمة العقدة ، المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي باستخدام نبت عدس الماء في محطة الجنديرية نموذجا- مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد 38، العدد(3)2016.

4- Abdel-Aziz S.(2004), Nutrient Recovery from Domestic Wastewater Using a UASB-Duckweed Ponds System. Submitted in Fulfilment of The Requirements of The Academie Board of Wageningen University and The Academie Board of the UNESCO-IHE Institute for Water Education.

5- Flavia de Almeida Tavares, Flavio Rubens Lapolli Rodrigo Roubach, Mariele Katherine Jungles, Debora Machado Fracalossi, Aquiles Moreira de Moraes(2010). Use of Domestic effluent through duckweeds and red tilapia farming in integrated system. Pan-American Journal of Aquatic Sciences 5(1): 1-10.

6- George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, & H. David Stensel,(2003) Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, Metcalf and Eddy, 4 Edition, USA

7- Körner, S., Lyatuu, G.B. and Vermaat, J.E. (1998). The influence of Lemna gibba L. on the degradation of organic material in duckweed-covered domestic wastewater. Wat. Res., 32, 3092–3098.