تحسين مواصفات المياه الخارجة من محطة السلمية باستخدام المرشح البيولوجي الهوائي

طالبة الدراسات العليا: م.بتول حيدر

قسم الهندسة البيئية – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث

إشراف:

د.م. نعيمة عجيب **د.م. رصين زكية**

الملخص:

يعتبر مرشـــح الهواء البيولوجي (BAF) أحد أهم التطبيقات المســـتخدمة في معالجة مياه الصـرف الصـحي. لذلك، نتطلع في هذه الدراسـة إلى اكتشـاف كفاءة عمله باسـتخدام مادة ترشـيح عبارة عن نفايات بلاسـتيكية غير قابلة لإعادة التدوير. اسـتمرت هذه الدراســـة والتحقيقات لعدة أشـــهر باســـتخدام محطة تجريبية مصـــممة تم تركيبها وتصميمها في محطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة السلمية.

تم دراســـة تأثير أربعة أزمنة مكث هيدروليكيةh(2–1.5–1–0.5) وخمس معدلات ضـــخ هواء $H2O^{3}m.1h/l$(150–125–100–75–50)على كفاءة إزالة الملوثات مع إجراء التحليل البياني للنتائج، وتبين أن العلاقة بين زمن المكث الهيدروليكي وكفاءة إزالة الملوثات علاقة طردية، وتم الحصـول على أعلى كفاءة إزالة عند زمن مكث هيدروليكي 2h. وكانت كفاءة إزالة BOD_5 وCOD و TSS و NH_4^+على التوالي هي 73.91%، 85.11%، 90.16%،82.25%.

كما تبين أن العلاقة بين معدل ضـــخ الهواء وكفاءة إزالة الملوثات علاقة طردية ، وتم الحصـول على أعلى كفاءة إزالة عند معدل ضـخ هواء 150L/h. و كانت وكانت كفاءة إزالة BOD_5 و COD و TSS و NH_4^+على التوالي هي 91.67%، 94.12%، 90.91%، 93.05%.

كلمات مفتاحية: مرشـح بيولوجي هوائي، زمن مكث هيدروليكي، معدل ضـخ هواء، كفاءة إزالة الملوثات.

Improving the specification of wastewater coming out of Salamiyah wastewater treatment plant by using biological aerated filter

Graduate student: Eng. Batoul haider

Department of Environmental Engineering- Faculty of Civil Engineering- AL-Baath University

Supervised:

Dr. Eng. Naeima Ajib **Dr. Eng. Rasin Zakieh**

Abstract

A Biological aerated filter (BAF) is considered one of the most important applications used in wastewater treatment. Therefore, in this study, we were looking forward to how well it worked using a filter media that was non-recyclable plastic waste. This study and investigations operated for several months with a designed pilot plant installed and designed in Salamiyah Wastewater Treatment Plant.

The effect of four hydraulic retention time $(0.5-1-1.5-2)$ h and five aeration rate $(50-75-100-125-150)$ l/h.$1m^3$H2O on the removal rates was studied, with graphical analysis of the results

being conducted. It was found that The relationship between the Hydraulic Retention Time and removal rates is a direct relationship, and the highest removal rates was obtained at a Hydraulic Retention Time of 2 h. The removal rates ofBOD_5, COD, TSS and $NH_4^+$was respectively 73.91%, 85.11%, 90.16%, and 82.25%. It was also shown that the relationship between aeration rate and the removal rates is a direct relationship, and the highest removal rates was obtained at an aeration rate of 150 L/h. The removal rates ofBOD_5, COD, TSS, and NH_4^+were respectively 91.67%, 94.12%, 90.91%, 93.05%.

Keywords: Biological aerate filter, hydraulic retention time, aeration rate, removal rates.

1_المقدمة:

أدى التطور الذي شهدته معظم دول العالم إضافة لزيادة عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة إلى ارتفاع ملحوظ في الطلب على المياه حيث بات النقص في موارد المياه العذبة مشكلة تشغل بال المختصين كونها تؤثر على العجز المائي إضافة إلى متطلبات أخرى كالزراعة والصناعة مما دعا الى البحث عن حلول أخرى ممكنة وقابلة للتطبيق.

يعتبر المرشح البيولوجي الهوائي أحد هذه الحلول، فهو مفاعل لمعالجة مياه الصرف الصحي يجمع بين المعالجة البيولوجية الهوائية وفصل الكتلة الحيوية عن طريق الترشيح، حيث يتم فيه تمرير مياه المجاري من خلال مادة الترشيح مغطاة بطبقة بيولوجية مؤلفة من مستعمرات تضم الكثير من الأحياء الدقيقة التي تنمو في الظروف الهوائية. وبالتالي يمكن إجراء هضم المادة العضوية وترشيح المواد الصلبة في وحدة واحدة.

في عام 1913، بدأ تطوير تقنية المرشح البيولوجي الهوائي BAF في مدينة لورانس بالولايات المتحدة الأمريكية. كان يُطلق على المفاعل تسميه "مهويات التلامس المغمورة" SCA (submerged contact aerator)، وكان يستخدم طبقات من الألواح لتطوير الأغشية الحيوية ضمن المفاعل[1].

بين عامي 1925و 1928، في ألمانيا تم تطوير SCA ليصبح مرشح هوائي مغمور SAF (submerged aerated filters) إلا أنه لم يحتوي على آلية للغسيل العكسي. كانت عملية التهوية بواسطة أذرع ناشرة للهواء بحركة رقاص الساعة في أسفل المفاعل لمنع تراكم المواد الصلبة، وكان هناك حاجة لوجود مرحلة ترسيب لاحقة. استخدم فحم الكوك وقطع خشبية في البداية كمادة ترشيح، لكنهما لم ينجحا بسبب الانسداد وتم استبدالهما بقضبان خشبية لتقليل تراكم المواد الصلبة المعلقة. كان SCA

الألماني بعمق 3 أمتار وزمن مكث هيدروليكيHRT (Hydraulic Retention Time) 0.5–1 ساعة. تم اقتراح أنه يمكن تحقيق المعالجة البيولوجية الكاملة إذا تم زيادة زمن المكث الهيدروليكي إلى 4 ساعات، ولكن لم يتم اعتبار SCA مجدية اقتصاديًا، لأن تكاليف التشغيل كانت أعلى من تكاليف أنظمة الحمأة المنشطة[2].

بحلول عام 1943، تم تصميم مفاعل SCA بتدفق علوي في الولايات المتحدة، واستخدم ضمن المؤسسات العسكرية الذي يتراوح تعدادها السكاني 500–40000 نسمة. كانت مادة الترشيح عبارة عن وسائط أسطوانية حجرية أو خرسانية، وزمن مكث هيدروليكي 1.5–2.5 ساعة، رغم الصعوبة التي كانت في عملية التهوية إلا أن هذه العملية اتسمت بعدة مزايا مقارنة بأنظمة معالجة مياه الصرف الصحي الأخرى منها الاستقرار تحت أحمال الصدمات الهيدروليكية، التشغيل البسيط مقارنة بأنظمة الحمأة المنشطة بالإضافة إلى استخدام مساحات صغيرة[3].

في أوائل السبعينيات من القرن الماضي، في كندا صمم أول مرشح بيولوجي هوائي مشابه للمرشحات البيولوجية الهوائية الحديثة يدعى Lymflo BAF. يمكن تشغيل Lymflo BAF إما كمرشح تدفق لأعلى أو لأسفل، ويحتوي على مادة ترشيح ذات مسامية منخفضة وأحجام جزيئات مختلفة تتطلب غسيلًا عكسياً منتظماً. ولم يكن هناك حاجة إلى وجود مرحلة ترسيب لاحقة. تم منح هذا المفاعل براءة اختراع كندية في أغسطس عام 1974 [4].

خلال الفترة 1976و1980، تم إجراء بحث مكثف حول طرق الغسيل العكسي في المرشح البيولوجي الهوائي في جميع أنحاء العالم، لاسيما في فرنسا والولايات المتحدة الأمريكية. تستخدم BAF الحديثة مواد ترشيح ذات مساحات سطحية كبيرة ومسامية منخفضة والغسيل العكسي عملية معقدة ويجب التحكم به لضمان الاحتفاظ بالكتلة الحيوية المتشكلة على مادة الترشيح[5].

في عام 1996، تم إجراء بحث حول استخدام مواد بلاستيكية حبيبية كمادة ترشيح لأول مرة، بواسطة مرشح أسطواني الشكل وتحديد اتجاه تدفق نحو الأعلى والتهوية من خلال شبكة موضوعة في الجزء السفلي من المرشح مع زمن مكث هيدروليكي ثابت HRT=1h. متوسط القيم الداخلة من COD و TSS هي 350mg/l، 126mg/l على التوالي، ومتوسط القيم الخارجة هي 50mg/l، 26mg/l على التوالي. والنتائج أشارت إلى معدلات إزالة جيدة بدلالة الاحتياج الكيميائي للأكسجين COD بأعلى معدل 88%، و إزالة المواد العالقة الكلية TSS بأعلى معدل 64%، واعتبر أداءً معقولاً مقارنةً بالأنظمة الأخرى التي تعالج مياه الصرف الصحي المستقرة[6].

قام الباحثون Jiehui Ren et al بدراسة تأثير معدل ضخ الهواء على كفاءة الإزالة في المرشح البيولوجي الهوائي، تم استخدام محطة تجريبية بحجم $0.75m^3$ ودراسة تأثير ثلاث معدلات ضخ($45\ l/h - 65\ l/h - 90\ l/h$) لحجم $0.75m^3$ ،وبينت التجربة أنه عند معدلات ضخ هواء 65l/h سنحصل على كفاءة إزالة NH_4^+, COD تصل إلى $(91.9 \pm 3.5)\%$، $(48.2 \pm 11.8)\%$ [7].

في كوريا قام الباحثون Hyung-Soo Shin et al بدراسة كفاءة المرشح البيولوجي الهوائي و التخثير الكهربائي معاً كمعالجة متقدمة لمياه الصرف الصحي، وذلك باستخدام مادة ترشيح عبارة عن بكرات بلاستيكية مسامية وتم دراسة تأثير أزمنة المكث الهيدروليكية التالية h(3-1-0.5) وبينت التجارب أن زمن المكث الهيدروليكي يجب أن يكون ساعة على الأقل للحصول على معدلات إزالة عالية ولا يصل إلى ثلاث ساعات لأن التغير في معدل الإزالة يكون قليل جداً ،وأمكن الوصول لكفاءة إزالة عند زمن مكث هيدروليكي HRT=1h بالنسبة COD:97%، NH_4: 89.1%، أما التخثر الكهربائي تم تطبيقه كمرحلة لاحقه لعملية الترشيح وخلال زمن مكث هيدروليكي 5 min أمكن الوصول لكفاءة إزالة TP:94% [8].

قامت الباحثة ريم الحلفاوي وآخرون بدراسة كفاءة استخدام مادة البولي إيثلين كمادة ترشيح في المرشح البيولوجي الهوائي لمعالجة مياه الصرف الصحي، تمت دراسة تأثير الأكسجين المنحلDO(Dissolved Oxygen) وزمن المكث الهيدروليكي على معدلات الإزالة، حيث تم اختيار تراكيز الأكسجين المنحل عند $(\pm 3.17 , 0.2 \pm 2.53$ $0.33 , 4.67 \pm 0.2)$ mg/l وزمن مكث هيدروليكي(24, 36, 72) min.

أمكن الوصول لكفاءة إزالة بالنسبة COD: 68.06%،BOD:69.18% ، TSS:70.4%عند تركيز أكسجين منحل 0.2 ± 4.67=DO mg/l وزمن مكث هيدروليكي HRT=72 min [9].

2-هدف البحث:

1_ دراسة كفاءة المرشحات البيولوجية الهوائية كمرحلة معالجة معمقة في تخفيض قيمةBOD_5 $TSS,COD,$ للمياه الخارجة بعد عملية المعالجة البيولوجية(برك الأكسدة).

2-دراسة تأثير عملية المعالجة على قيم الأمونيومNH_4^+ في المياه الخارجة بعد عملية المعالجة البيولوجية.

3-مواد وطرائق البحث:

تمت الدراسة بواسطة مرشح بيولوجي هوائي تجريبي صمم ووضع في محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة السلمية موضح بالشكل (1) ومؤلف من:

1_ حوض الترشيح من البلاستيك ارتفاع (50cm) و عرض (30cm).

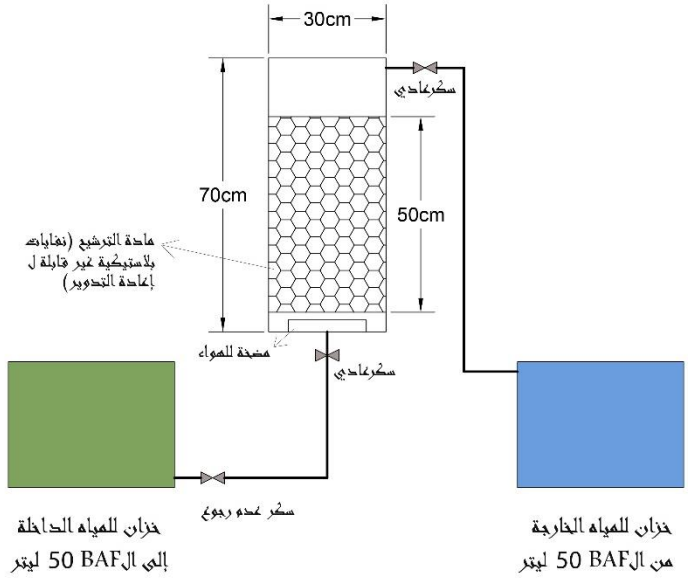
2_ خزانين للمياه الداخلة و الخارجة من الفلتر.

3_ مضـــخة هواء باســـتطاعة ضـــخ عظمى قدرها 150l/h مثبتة في قاعدة المرشح.

4_ شبك بلاستيكي بثقوب أقل من (0.5cm) لحمل مادة الترشيح.

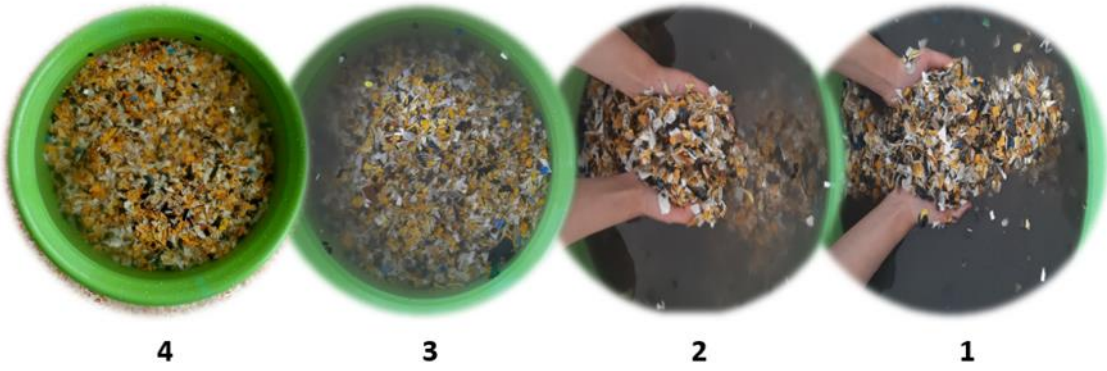
5_ أنابيب(BBr) قطر (25mm) تستخدم كوصلات بين المرشح و الخزانين.

6_ مادة الترشـيح عبارة عن نفايات بلاسـتيكية غير قابلة لإعادة التدوير الناتجة عن مصنع لإنتاج الأنابيب و الأحواض البلاستيكية.



الشكل (1) مخطط كروكي للمحطة التجريبية

حيث تم غسل المادة البلاستيكية على 4 مراحل بمياه نظيفة لأنها تحتوي على غبار ناتج عن مراحل التصـــنيع، حيث أن هذا الغبار يمكن أن يوثر على العمليات البيولوجية ضمن المرشح فيما بعد، والشكل (2) يوضح دورات الغسيل.



الشكل (2) يوضح مراحل غسيل مادة الترشيح قبل الاستخدام

تم دراســة تأثير زمن المكث الهيدروليكي ومعدل ضــخ الهواء على كفاءة الإزالة في المرشح البيولوجي الهوائي، حيث تم حساب مردود المعالجة باستخدام المعادلة التالية:

$$\mathrm{M} = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in}}$$

حيث أن:

_ M: مردود المعالجة (%)

C_{in}_: تركيز الملوثات الداخلة إلى المرشح (mg/l).

C_{out}_: تركيز الملوثات الخارجة من المرشح (mg/l).

درس تأثير زمن المكث الهيدروليكي و معدل ضــخ الهواء على كفاءة الإزالة في المرشـح البيولوجي الهوائي ، وتمت مقارنة النتائج مع المواصفة القياسية السورية 2752 لاستخدام مياه الصرف الصحي لأغراض الري الموضحة في الجدول(1) [10]:

الجدول(1) المواصفات القياسية السورية لاستخدام مياه الصرف الصحي لأغراض الري

المؤشر	الخضار المطبوخة	المنتزهات و الملاعب وجوانب الطرق	الملاعب الرياضية	الأشجار المثمرة	جوانب الطرق الخارجية	المسطحات الخضراء	الحبوب والمحاصيل العلفية	المحاصيل الصناعية	الأشجار الحرجية
المؤشر	أ			ب			ج		
BOD_5(mg/l)	30			100			150		
COD(mg/l)	75			200			300		
DO(mg/l)	أكبر من 4			–			–		
TDS(mg/l)	15000			1500			–		
SS(mg/l)	50			150			150		
SAR	9								
pH	9_6								
CL2residual	0.5			–			–		
NO_3–N (mg/l)	20			25			25		

NH_4–N (mg/l)	3	5	–
So_4 (mg/l)	300	500	500
PO_4 (mg/l)		20	
HCO_3 (mg/l)		520	
Cl (mg/l)		350	
الزيوت والشحوم		5	
MBAS (mg/l)		50	
Phenol (mg/l)		0.002	
Na (mg/l)		230	
Mg (mg/l)		60	
	معايير صحية		
E. Coli CFU عصية /100ميللتر	>100	100_1000	

بويضة واحدة على الأقل	**بيوض الديدان المعوية (بيضة/لتر)**

العناصر النادرة		
الاستعمال قصير الأجل(حتى 20 سنة كحد أقصى)	**الاستعمال طويل الأجل (بشكل دائم)**	
20	5	Al (mg/l)
2	0.1	As (mg/l)
0.5	0.1	Be (mg/l)
2	0.75	B (mg/l)
0.05	0.01	Cd (mg/l)
1	0.1	Cr (mg/l)
5	0.05	Co (mg/l)
5	0.2	Cu (mg/l)
15	1	F (mg/l)
20	5	Fe (mg/l)

Li (mg/l)	2.5	2.5
Mn (mg/l)	0.2	10
Mo (mg/l)	0.01	0.05
Ni (mg/l)	0.2	2
Se (mg/l)	0.02	0.02
Zn (mg/l)	2	10

4_ النتائج و المناقشة:

_ دراسة تأثير زمن المكث:

درس تأثير أربع أزمنة مكث هيدروليكية مختلفة على كفاءة الترشـــيح مع تثبيت تأثير عامل معدل ضـــخ الهواء على كفاءة الترشـــيح حيث تم ضـــخ هواء بمعدل ثابت $120\,l/h\,.\,1m^3H2O$ والرقم الهيدروجيني(Ph(7.6–8.1، وأجريت عملية الغســـيل العكسي للمرشح كل ثلاث أيام مرة واحدة بشدة غسيل $10\,l/sec.m^2$.

تم التحكم بزمن المكث الهيدروليكي عن طريق تغيير الغزارة الداخلة إلى المرشــح كما هو موضح بالجدول (2):

الجدول(2) غزارة المياه الموافقة لزمن المكث الهيدروليكي المدروس

الغزارة (l/min)	**زمن المكث الهيدروليكي (h)**
1.16	0.5
0.58	1

1.5	0.39
2	0.3

وتراكيز الملوثات الداخلة والخارجة كما هو موضح بالجدول (3):

الجدول(3)تراكيز الملوثات الداخلة و الخارجة من المرشح البيولوجي الهوائي عند دراسة تأثير زمن المكث الهيدروليكي

زمن المكث الهيدروليكي	BOD_5 mg/l		COD mg/l		TSS mg/l		NH_4^+ mg/l	
hour	الداخل	الخارج	الداخل	الخارج	الداخل	الخارج	الداخل	الخارج
0.5	130	80	270	120	131	60	45.2	28.4
1	125	70	251	90	125	45	43.6	19.7
1.5	120	50	240	55	80	15	41.7	13.3
2	115	30	235	35	61	6	27.6	4.9

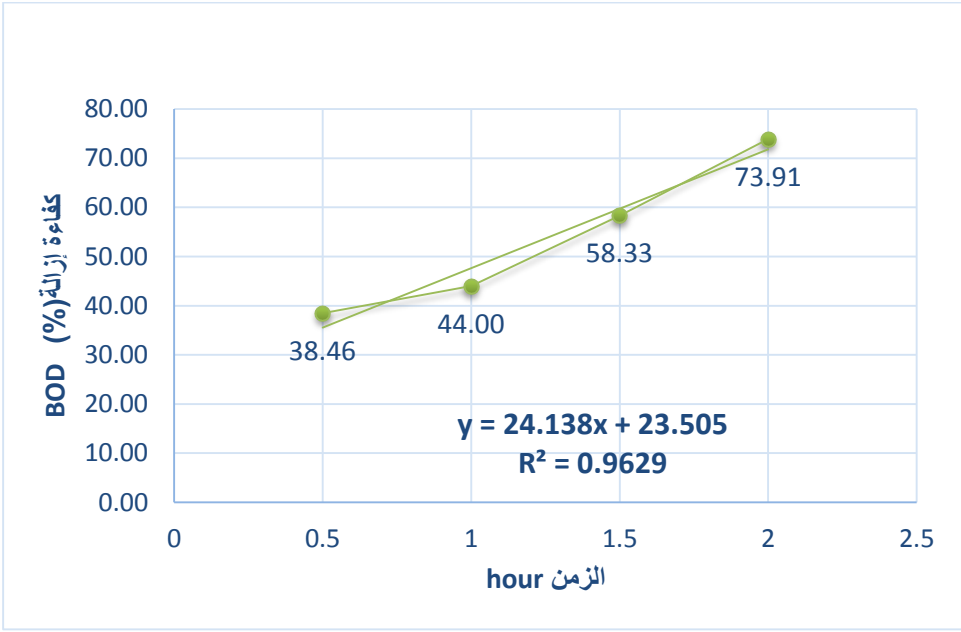
وبالتالي كفاءة إزالة الملوثات الموافقة لأزمنة المكث الهيدروليكي المدروسة كما هو موضح بالجدول (4):

الجدول(4) كفاءة إزالة الملوثات عند دراسة زمن المكث الهيدروليكي

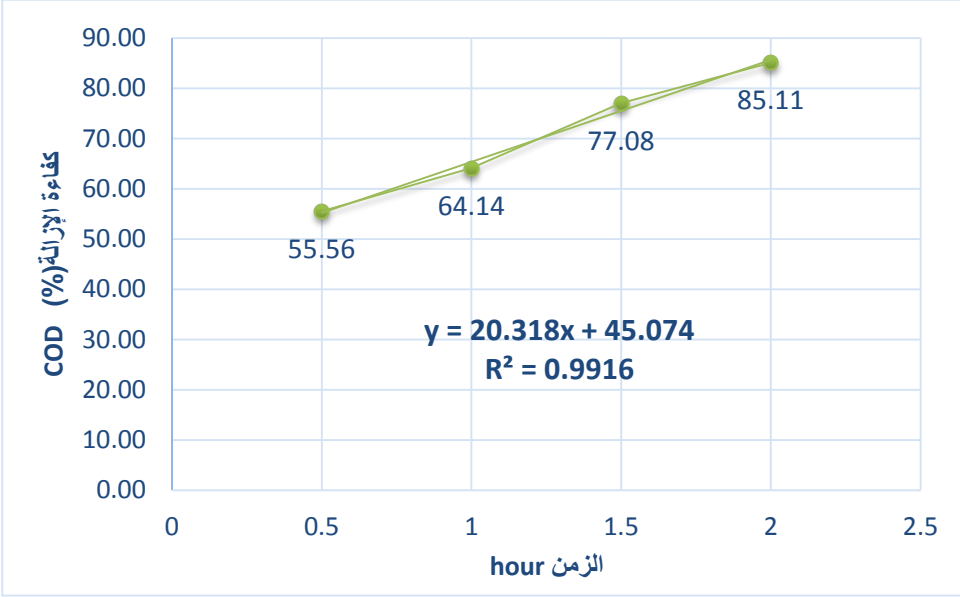
زمن المكث الهيدروليكي	كفاءة الإزالة			
hour	BOD_5 %	COD %	TSS %	NH_4^+ %
0.5	38.46	55.56	54.20	37.17
1	44.00	64.14	64.00	54.82
1.5	58.33	77.08	81.25	68.11
2	73.91	85.11	90.16	82.25

الشكل(3) التغير في ورقة الترشيح لقياس TSS لدراسة تأثير زمن المكث الهيدروليكي

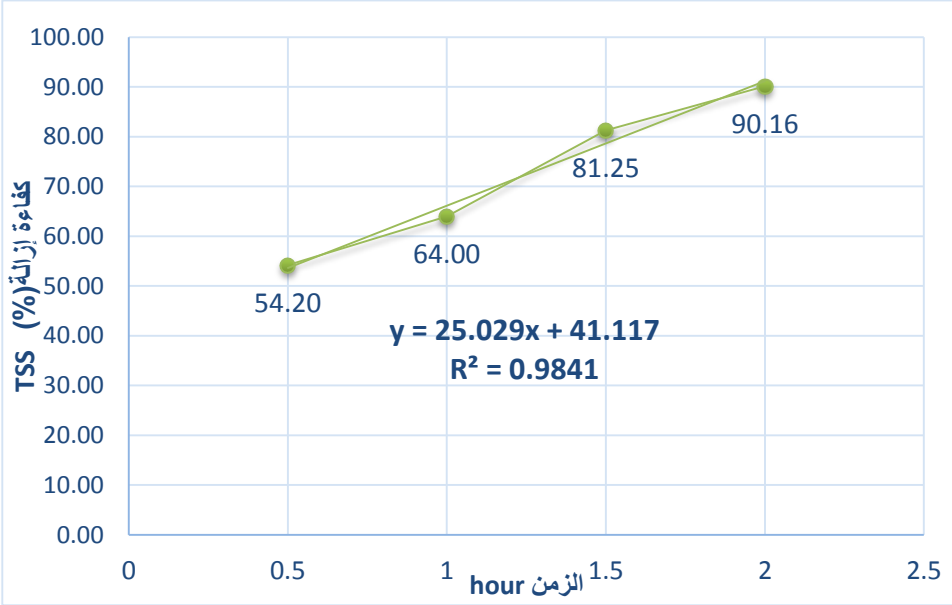
تم تمثيل تأثير زمن المكث الهيدروليكي على كفاءة إزالة الملوثات مع إيجاد النموذج الرياضي للمعادلة بواسطة برنامج SPSS كما هو موضح بالمخططات الآتية:



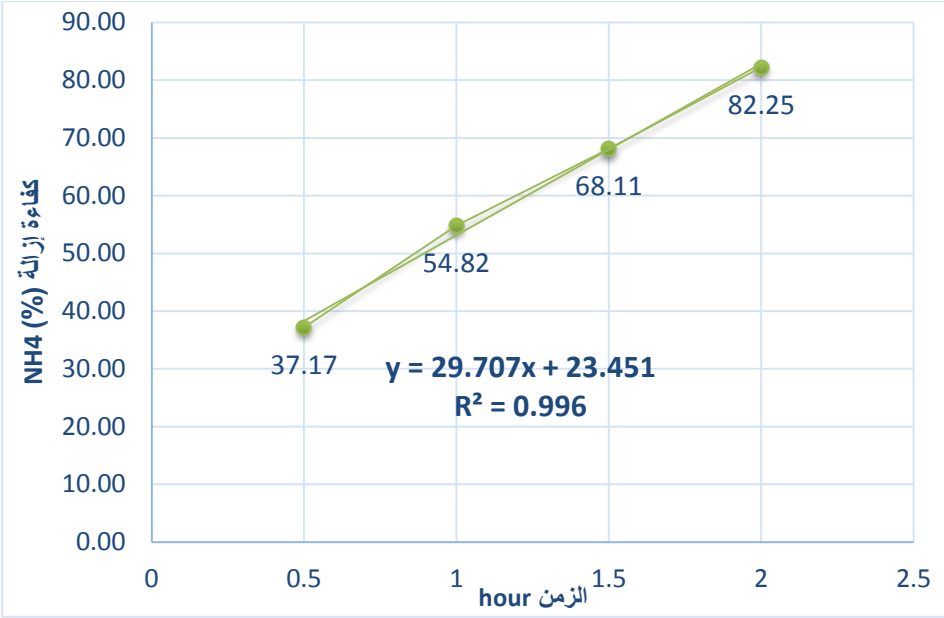
الشكل(4) العلاقة بين زمن المكث الهيدروليكي وكفاءة إزالة BOD_5



الشكل (5) العلاقة بين زمن المكث الهيدروليكي وكفاءة إزالة COD



الشكل (6) العلاقة بين زمن المكث الهيدروليكي وكفاءة إزالة TSS



الشكل (7) العلاقة بين زمن المكث الهيدروليكي وكفاءة إزالة NH_4^+

بالمقارنة بين نتائج التجربة في الجدول(3) مع المواصفة القياسية السورية رقم 2752 الخاصة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي لأغراض الري في الجدول(1) نجد أن:

- عند زمن مكث هيدروليكي HRT=0.5h كانت جميع القيم لا تتوافق مع القيم وبالتالي لا يمكن استخدام المياه لأغراض الري.
- عند زمن مكث هيدروليكي HRT=1h كانت التراكيز تتوافق مع القيم المسموحة للفئة (ج) فقط.
- عند زمن مكث هيدروليكي HRT=1.5h كانت التراكيز تتوافق مع القيم المسموحة للفئة (ج) فقط.

عند زمن مكث هيدروليكي HRT=2h كانت التراكيز تتوافق مع القيم المسموحة للفئات(ب و ج)، وهذا تتفق مع الدراسة التي قامت بها(Reem et al.,2022) والتي

بينت أن زيادة زمن المكث الهيدروليكي يزيد من كفاءة إزالة الملوثات، وكان زمن المكث الهيدروليكي الأعلى في بحثها هو HRT=72min.

-دراسة تأثير معدل ضخ الهواء:

درس تأثير خمسة معدلات ضخ هواء مختلفة على كفاءة الترشيح مع تثبيت تأثير عامل زمن المكث الهيدروليكي على كفاءة الترشيح حيث كان زمن المكث 2h بغزارة $0.3\,l/min$ والرقم الهيدروجيني Ph(7.9-8.2)،و أجريت عملية الغسيل العكسي للمرشح كل ثلاث أيام مرة واحدة بشدة غسيل $10\,l/sec.m^2$، و كانت تراكيز الملوثات الداخلة والخارجة كما هي موضحة بالجدول الآتي:

الجدول(5) تراكيز الملوثات الداخلة والخارجة من المرشح البيولوجي الهوائي عند دراسة معدل ضخ الهواء

معدل ضخ الهواء l/h	BOD_5 mg/l		COD mg/l		TSS mg/l		NH_4^+ mg/l	
	الداخل	الخارج	الداخل	الخارج	الداخل	الخارج	الداخل	الخارج
50	130	70	298	91	100	26	43.7	25.65
75	135	55	270	71.5	85	17	42.2	13.15
100	130	35	245	45	61	10	51	10
125	125	20	250	30	50	6	41.3	5.3
150	120	10	255	15	55	5	40.3	2.8

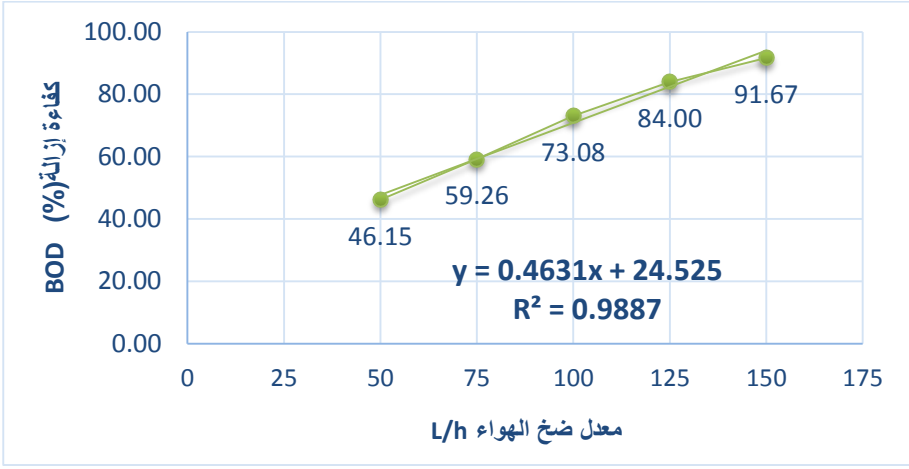
وبالتالي كفاءة إزالة الملوثات الموافقة لمعدلات ضخ الهواء المدروسة كما هو موضح بالجدول الآتي:

الجدول(6) كفاءة إزالة الملوثات عند دراسة معدل ضخ الهواء

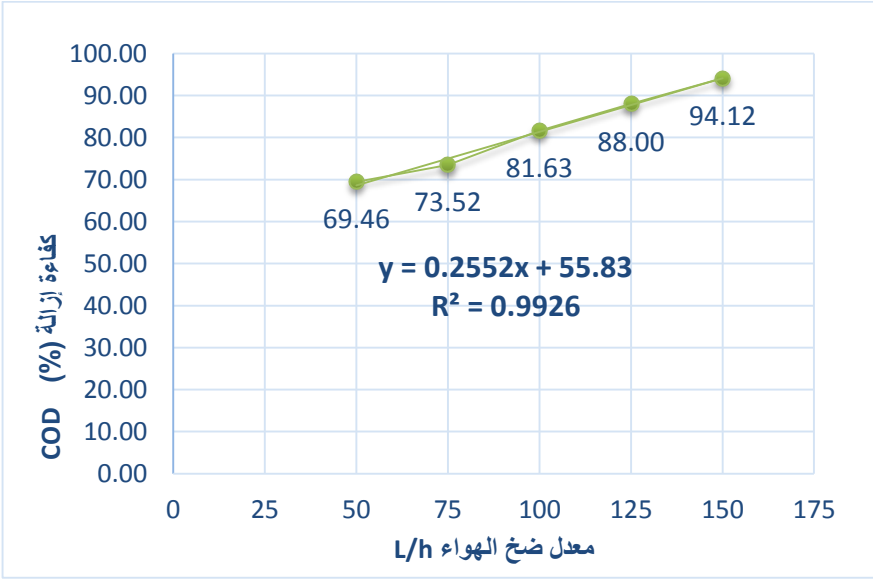
كفاءة الإزالة	

معدل ضخ الهواء l/h	BOD_5 %	COD %	TSS %	NH_4^+ %
50	46.15	69.46	74.00	41.30
75	59.26	73.52	80.00	68.84
100	73.08	81.63	83.61	80.39
125	84.00	88.00	88.00	87.17
150	91.67	94.12	90.91	93.05

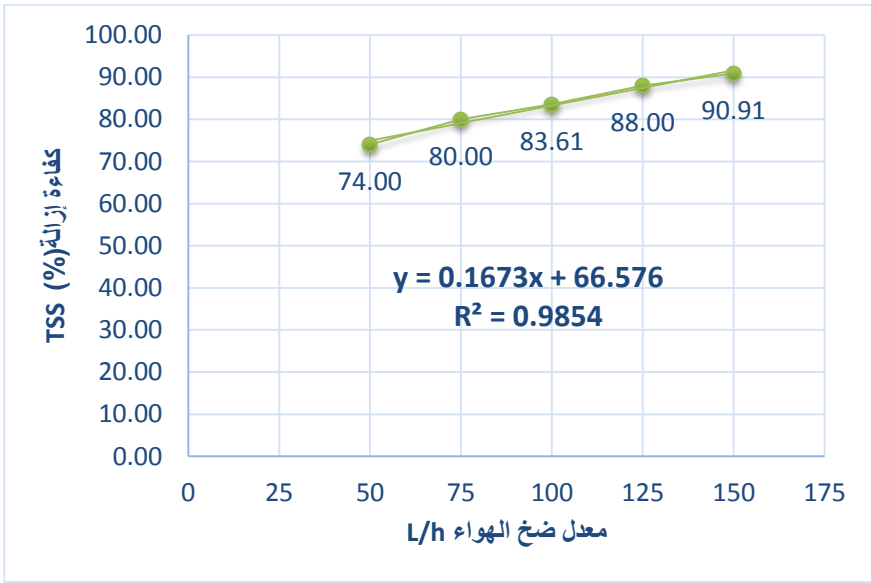
تم تمثيل نتائج تأثير معدل ضخ الهواء على كفاءة إزالة الملوثات مع إيجاد النموذج الرياضي للمعادلة بواسطة برنامج SPSS.



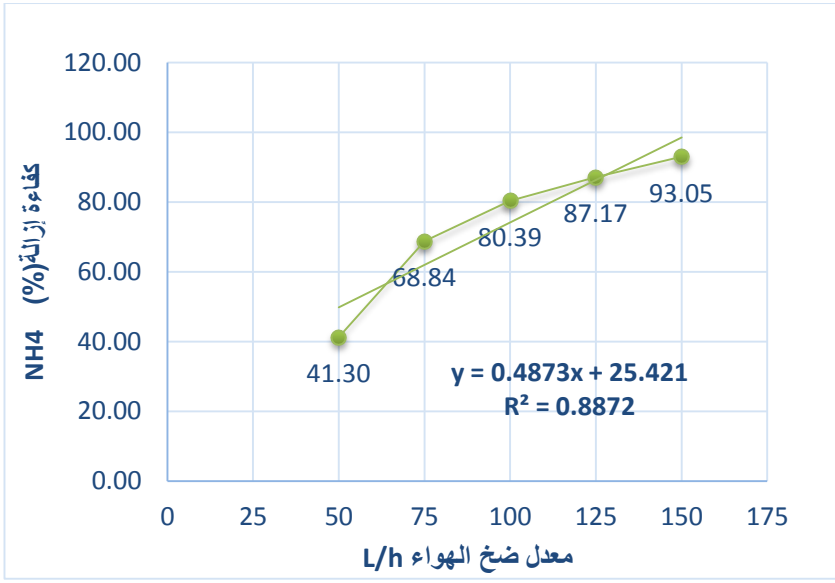
الشكل(8) العلاقة بين معدل ضخ الهواء و كفاءة إزالة BOD_5



الشكل(9) العلاقة بين معدل ضخ الهواء وكفاءة إزالة COD



الشكل (10) العلاقة بين معدل ضخ الهواء وكفاءة إزالة TSS



الشكل(11) العلاقة بين معدل ضخ الهواء وكفاءة إزالة NH_4^+

بالمقارنة بين نتائج التجربة في الجدول(5) مع المواصفة القياسية السورية رقم 2752 الخاصة بإعادة استخدام مياه الصرف الصحي لأغراض الري في الجدول(1) نجد أن:

- عند معدل ضخ هواء L/h(50_75_100) كانت التراكيز تتوافق مع القيم المسموحة للفئة (ج).
- عند معدل ضخ هواء 125L/h كانت التراكيز تتوافق مع القيم المسموحة لأغراض الري للفئتين (ب و ج).
- عند معدل ضخ هواء 150L/h كانت التراكيز تتوافق مع القيم المسموحة للفئات (أ و ب و ج).

5_الاستنتاجات والتوصيات:

_ الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:

1-العلاقة بين زمن المكث الهيدروليكي h(2-0.5) وكفاءة إزالة الملوثات علاقة طردية، وتم الحصول على أعلى كفاءة إزالة عند زمن مكث هيدروليكي HRT=2h. وكانت كفاءة إزالة BOD_5 و COD و TSS و NH_4^+ على التوالي هي 73.91%، 85.11%، 90.16%،82.25%.

2- العلاقة بين معدل ضخ الهواء وكفاءة إزالة الملوثات علاقة طردية ، وتم الحصول على أعلى كفاءة إزالة عند معدل ضخ هواء 150L/h. و كانت وكانت كفاءة إزالة BOD_5 و COD و TSS و NH_4^+ على التوالي هي 91.67%، 94.12%، 90.91%، 93.05%.

3- لاستخدام المياه لأغراض الري من الفئة (ج) يجب أن يكون زمن المكث الهيدروليكي HRT=2h ومعدل ضخ الهواء L/h (100-50).

4- لاستخدام المياه لأغراض الري من الفئة (ب) يجب أن يكون زمن المكث الهيدروليكيHRT=2h ومعدل ضخ الهواء L/h (150-125).

5- لاستخدام المياه لأغراض الري من الفئة (أ) يجب أن يكون زمن المكث الهيدروليكي HRT=2h ومعدل ضخ الهواء 150L/h.

6_ لتصريف المياه المعالجة إلى البيئة المائية (نهر العاصي) يجب أن يكون زمن المكث الهيدروليكي HRT=2h و معدل ضخ الهواء L/h (150-125).

_ التوصيات:

لاستكمال ما تّم التوصل إليه في هذه الدراسة فإنه يوصى بدراسة المحاور الآتية:

- المزيد في البحث حول زمن المكث الهيدروليكي، ودراسة تأثير أزمنه المكث الأكبر على كفاءة الإزالة.
- التوسع في دراسة نوع مادة الترشيح وتأثيرها على كفاءة المعالجة.
- دراسة عوامل مؤثرة مثل درجة الحرارة وعلاقتها بعملية النترجة.

- دراسة الجدوى الاقتصادية من استخدام المرشح البيولوجي الهوائي كبديل لأنظمة المعالجة بالطرق التقليدية (الحمأة المنشطة، برك الأكسدة...).

المراجع العلمية:

المراجع العربية:

10_ المواصفة السورية القياسية 2572 مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري،2008.

المراجع الأجنبية:

1_CLARKH, W.1930 Past and present developments in sewage disposal and purification, Sweden, 561P.

2- IMHOK. AFNDF B, U SWELLA. M.1928 Submerged contact aerators for sewage treatment, England, New-Record, 580P.

3_ GRIFFITHL, B.1943 Contact aeration for sewage treatment, England. News-Record, 138P.

4- TYMOSZCUJK.1974, Biological Aerated filters. Canadian Patent, No. **953039**. Patent Office, Ottawa. Canada.

5_ PWDL, R., CANER, J. P. AND IWEMA.A.1992 Biological aerated filters: an attractive and alternative biological process, Mat. Sci. Techno, 693P.

6- Tom Stephenson and Dr.Bruce Jefferson,1996 Development of a recirculating plastic media biological aerated filter (REBAF), The School of Water Sciences, UK.

7- Jiehui Ren, a Wen Cheng, a Tian Wana, Min Wanga and Meng Jiao b,2018, Effect of aeration rates on hydraulic characteristics and pollutant removal in an up-flow biological

aerated filter, Environmental Science-Water Research & Technology, China.

8- Hyung-Soo Shin, Woo-Yeol Kim, Dong-Jin Son1, and Ki-Ho Hong,2020, Performance Assessment of a Combined System Using a Biological Aerated Filter and Electro-coagulation for Advanced Wastewater Treatment ,Konkuk University, Seoul, Republic of Korea.

9- Reem A. Elhalafawy. M. Hassanain b and Rehab El Hefny, 2022, Using Polyethylene Bio Media as A New Floated Media in a Biological Aerated Filter (BAF) to Treat Primary Effluent Wastewater, Egyptian Journal of Chemistry , Egypt J. Chem. Vol. 65, No. SI:13B, pp. 1221 - 1229.