بسم الله الرحمن الرحيم

الجمهورية اليمنية

تقييم كفاءة المراحل البيولوجية في محطة حجة في ازالة المواد العضوية من مياه الصرف الصحي

مؤتمر الخليج الحادي عشر المياه والمنعقد في سلطنة عمان

20-22 أكتوبر 2014م

إعداد

المهندس : باسم محمد علي علوي السقاف

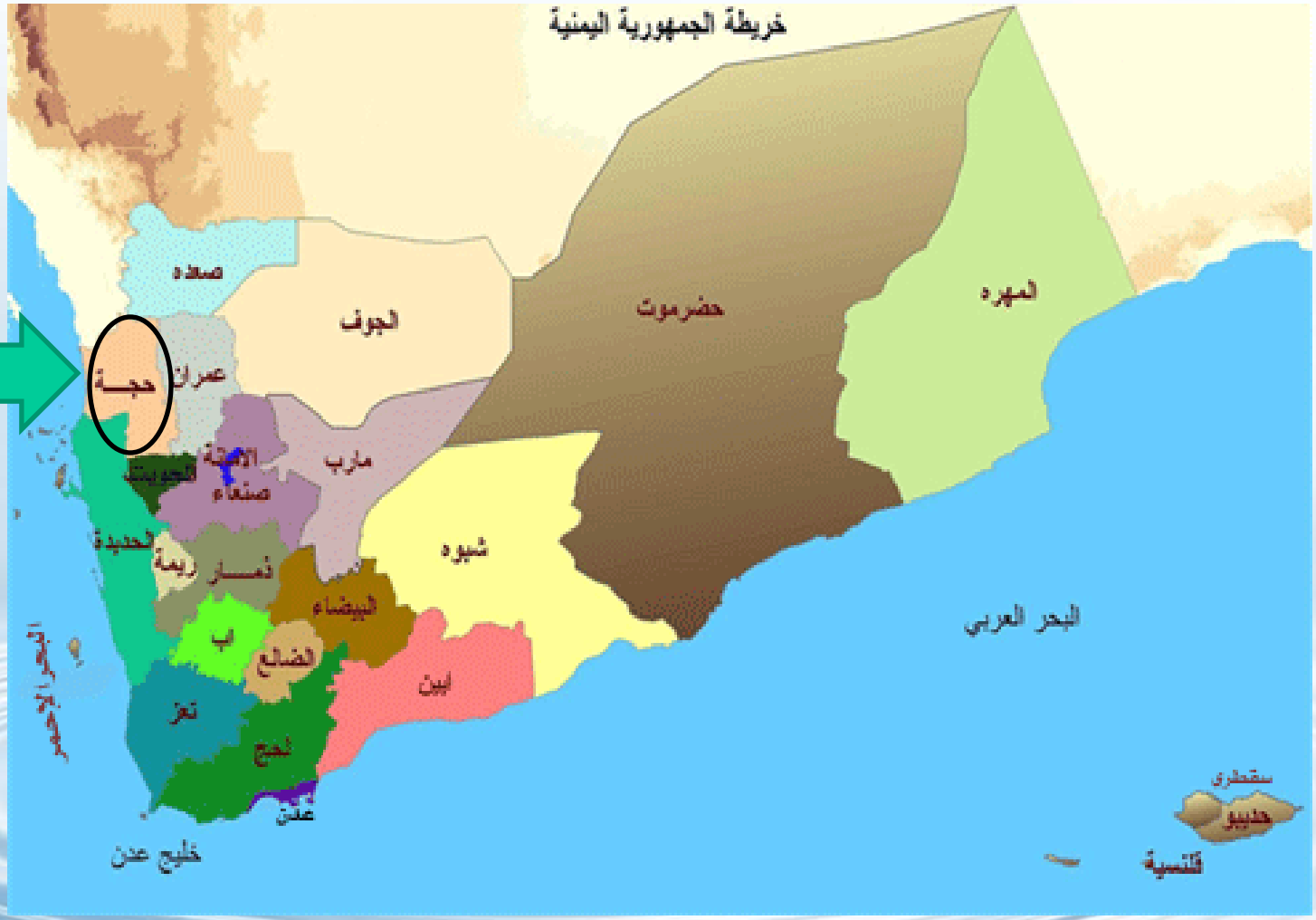
د.م. فضل علي صالح النزيلي

محتوى العرض

1. موقع محطة المعالجة – موضوع الدراسة
2. المعايير التصميمية للمحطة
3. المشكلة ودوافع البحث
4. أهداف البحث
5. منهجية البحث
6. النتائج
7. المناقشة
8. الاستنتاجات والتوصيات

1. موقع مدينة حجه في خريطة الجمهورية اليمنية

موقع
مدينة حجه



جانب من محطة المعالجة بحجه
موضوع الدراسة

المرشحات البيولوجية (بلاستيكيه تتبعها حجريه)

خزان امهوف

صوره (1) توضح المراحل البيولوجية في محطة حجة

2. المعايير التصمـيمية للمحـطة

الوصف	الوحدة	الأسس التصميمية للمحطة
عدد السكان	شخص	47602
معدل استهلاك الفرد	L\c.d	51
معدل التدفق	m^3\d	2428
تركيز BOD_5 الداخل	mg\l	843
الحمل العضوي BOD-Load	Kg\d	2047
سنة التصميم، التنفيذ، التشغيل	سنه	86، 96، 98

المعايير التصميمية لخزان امهوف

الوصف	الوحدة	الأسس التصميمية للمحطة
خزان امهوف		
تركيز BOD_5 الداخل إلى خزان امهوف Imhof tank	mg\l	843
تركيز BOD_5 الخارج من خزان امهوف Imhof tank	mg\l	588
كفاءة المعالجة في خزان امهوف Imhof tank	%	30
الحمل العضوي BOD-Load	Kg\d	2047

المعايير التصميمية للمرشحات البيولوجية

المرشحات البلاستيكية

الوصف	الوحدة	الأسس التصميمية للمحطة
المرشح البلاستيكي TFP	mg\l	BODin > 400
الحمل الهيدروليكي	$m^3\backslash m^2.d$	36
تركيز BOD_5 الداخل إلى Trickling filter 1	mg\l	588
تركيز BOD_5 الخارج من Trickling filter 1	mg\l	117
كفاءة المعالجة في المرشح البلاستيكيTrickling filter 1	%	81
الحمل العضوي BOD-Load	Kg\d	1428
الحمل العضوي الحجمي	kgBOD/m3.d	0.5-1.5

المعايير التصميمية للمرشحات البيولوجية

المرشحات الحجرية

الوصف	الوحدة	الأسس التصميمية للمحطة
المرشح الحجري	mg\l	BODin > 200
الحمل الهيدروليكي	$m^3/m^2.d$	14.4
تركيز BOD_5 الداخل إلى المرشح الحجري Trickling filter 2	mg\l	117
تركيز BOD_5 الخارج من المرشح الحجري Trickling filter2	mg\l	20
كفاءة المعالجة في المرشح الحجري Trickling filter 2	%	83
الحمل العضوي BOD-Load	Kg\d	284
الحمل العضوي الحجمي	$kgBOD/m^3.d$	0.5-1.5

3. المشكلة ومبررات البحث

- شحة المياه في اليمن عامة ومنها مدينة حجه.
- ارتفاع تركيز مياه الصرف الصحي.
- اختلاف المعايير التصميمية عن المدخلات الفعلية.
- الحاجة إلى تقييم كفاءة محطة حجه بناء على هذه المتغيرات.

4. أهداف (البحث)

يهدف هذه البحث إلى :-

تقييم كفاءة المراحل البيولوجية والتي تشمل:

-خزان امهوف

-مرشحات بيولوجيه بلاستيكية

- مرشحات بيولوجيه حجرية

في محطة حجة في إزالة المواد العضوية من مياه الصرف الصحي

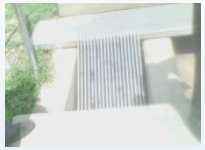
5. منهجية البحث

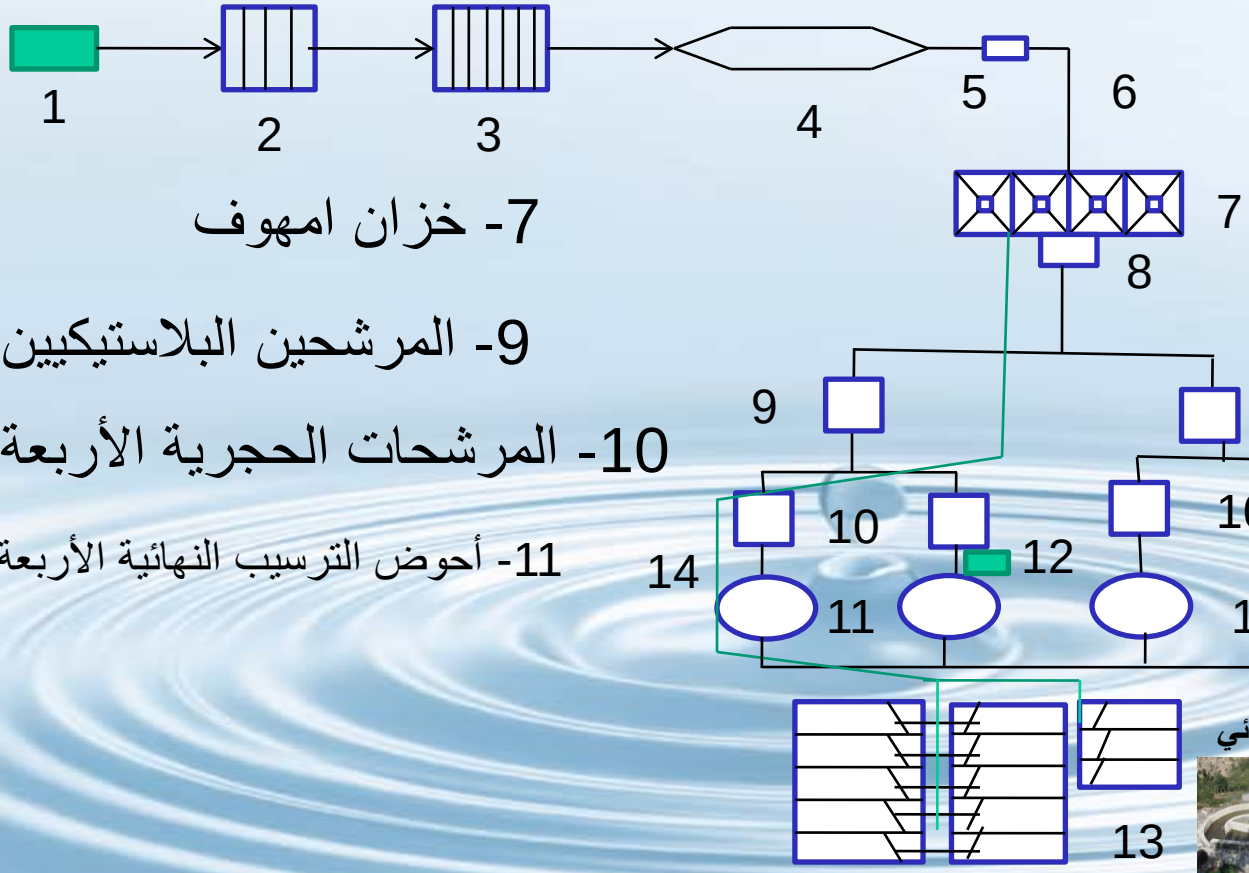
تقييم المحطة في كل من فصلي الشتاء والصيف وتم تنفيذ المنهجية كالتالي :

- النزول الميداني ومتابعة خطوات سير عملية معالجة مياه الصرف الصحي في الموقع خلال فترة البحث (01/04/2012 - 11/02/2013).
- عمل قياسات للجريان الداخل في الشتاء والصيف .
- جمع عينات مركبه من كل من مياه الصرف الصحي الداخل والخارج من كل من الوحدات البيولوجية (المدخل، بعد خزان امهوف، بعد المرشحات البيولوجية البلاستيكية،بعد المرشحات البيولوجية الحجرية) .
- تحليل مياه الصرف الصحي الموقعية والعينات المركبة.

النزول الميداني إلى الوحدات البيولوجية التي تم دراستها

1 2 3 4 5 6 7 8





7- خزان امهوف

9- المرشحين البلاستيكيين

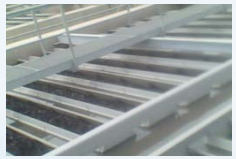
10- المرشحات الحجرية الأربعة

11- أحوض الترسيب النهائية الأربعة

الشلال والمخرج النهائي

الصور (2)مكونات محطة حجه

9

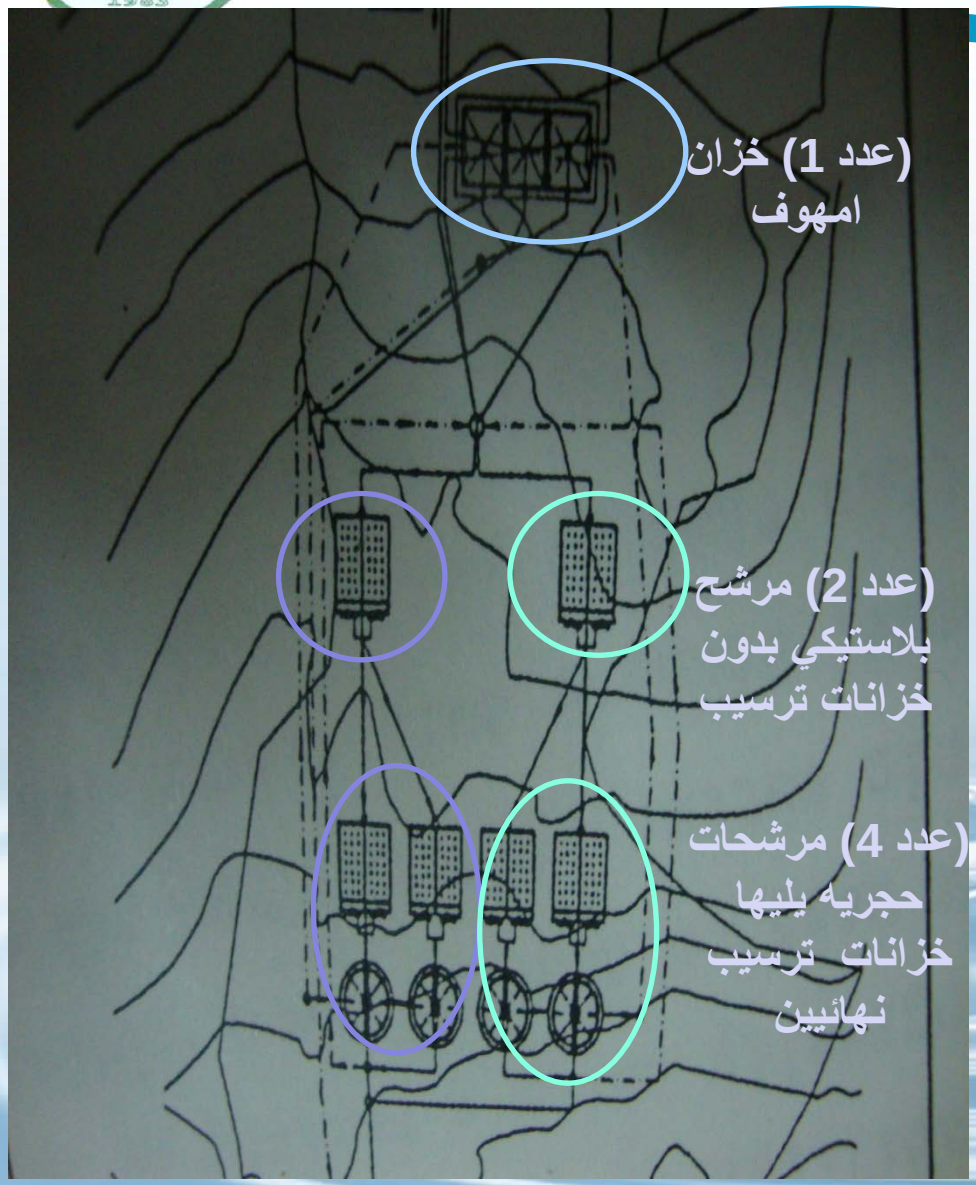
10

11

12

13

15

يوجد خطي معالجة على التوازي للمراحل البيولوجية في المحطة بعد خزان امهوف



بعد خزان امهوف يوجد خطي معالجه

خط المعالجة الأول :-

يتكون من مرشح بلاستيكي عدد 1+
مرشح حجري عدد 2 على التوازي +
أحواض ترسيب نهائي عدد 2 على التوازي.

خط المعالجة الثاني :-

يتكون من مرشح بلاستيكي عدد 1+
مرشح حجري عدد 2 على التوازي +
أحواض ترسيب نهائي عدد 2 على التوازي.

الشكل (3) الشكل التخطيطي لخطي المعالجة

المرحلة الأولى للمرشحات البيولوجية
عدد 2 مرشحات بلاستيكية على التوازي

- يتم استقبال مياه الصرف الخارجة من خزان امهوف بالانسياب الطبيعي بواسطة أنابيب الى: **المرشحات البلاستيكية.**

- يتم توزيع مياه الصرف الصحي من خلال **فتحات التوزيع** كل (40 سم) على قنوات التوزيع فوق المرشح و ابعاده **(10m*11m)**بارتفاع **4m.**

- أثناء سقوط مياه الصرف على المرشح يتم صعود الأوكسجين من خلال الفتحات الموجودة على الجوانب للقيام بعملية **التهوية للمرشح.**

- **البلاستيكي** وتحميله بأكبر كمية من الأوكسجين.

الصور (4) المرشح البلاستيكي

المرحلة الأولى للمرشحات البيولوجية
عدد 2 مرشحات بلاستيكية على التوازي

صورة (5) المرشح البلاستيكي والتنظيف بالعمال

- يتم أعمال التنظيف لفتحات خطوط التوزيع من الانسدادات.
- وتتم أعمال **التنظيف بواسطة العمال**.

المرحلة الثانية للمرشحات البيولوجية

عدد 4 مرشحات حجرية على التوازي

- تنساب مياه الصرف الصحي مباشرة من المرشحات البيولوجية البلاستيكية إلى **المرشحات البيولوجية الحجرية** وذلك عن طريق الانسياب الذاتي وأبعاد المرشح (10m*11m) بارتفاع 4m.
- يتم توزيع المياه خلال **فتحات التوزيع** كل **40** سم
- على **خطوط التوزيع** فوق المرشح

- يتكون المرشح الحجري من أحجار مختلفة الأحجام من أسفل إلى أعلى بحيث تكون الأحجار الأكبر في الأسفل ويقل الحجم للأحجار باتجاه الأعلى والتي تتراوح أقطارها (**5cm -40cm**) وذلك حتى تستطيع القيام بعملية الترشيح لأجل تسهيل عملية الانسلاخ للطبقات الشبه هلامية .

الصور (6) المرشح الحجري وفتحات التوزيع

تدوير المياه المعالجة لتخفيف الحمل العضوي على المرشحات

- أن نوعية المرشحات تعتبر من النوع السريع فلابد من القيام بعملية التدوير أي إعادة مياه الصرف المعالجة الى مدخل المرشحات لتخفيف الحمل العضوي عليها .
- والصوره التالية توضح:-

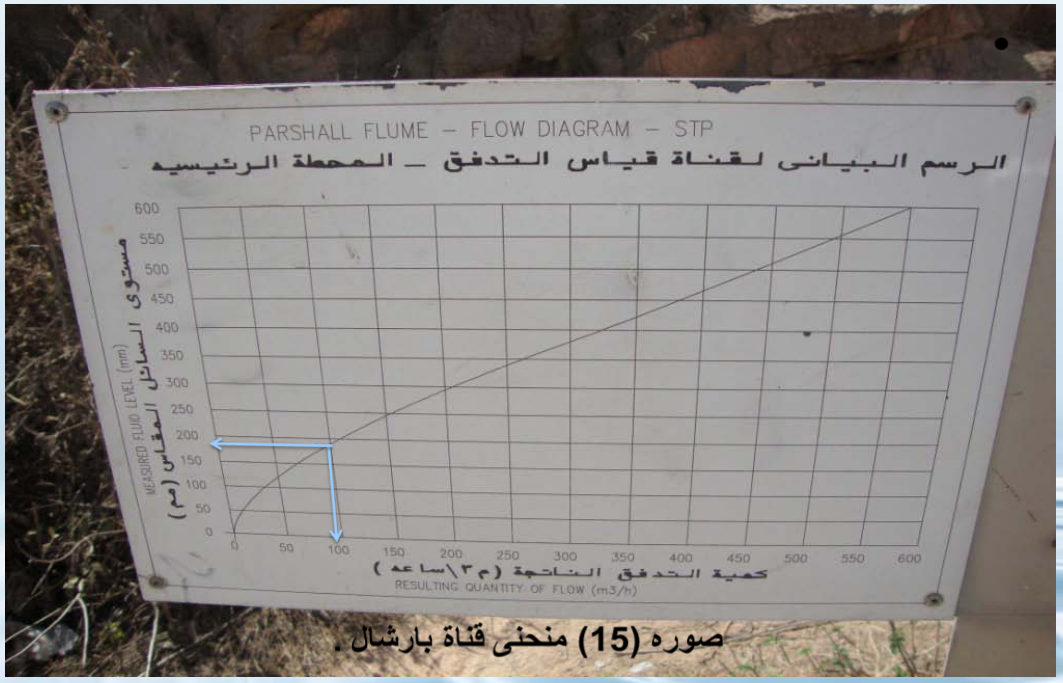
- أنابيب مياه الصرف الداخلة الى المرشحات البلاستيكية
- أنبوب مياه الصرف المعادة
- مكان خلط المياه التي يتم تدويرها

صورة (7) موقع خلط المياه المدورة في مدخل المرشحات

منهجية البحث

- خطوات تحديد كمية التدفق : -

❖ تؤخذ قراءات عمق التدفق يدوياً من قناة بارشال بواسطة مسطرة مدرجة بالمليمتر وتحول هذه القراءة إلى معدل تدفق ساعي باستعمال المنحنى الخاص بهذه القناة .



صوره (15) منحنى قناة بارشال .

منهجية البحث

- جمع العينات المركبة:
- جمع عينات مركبه (عدد7) في الصيف و(عدد 7) في الشتاء من 10 مواقع في المحطة في المواقع التالية بأجمالي 140 عينة :

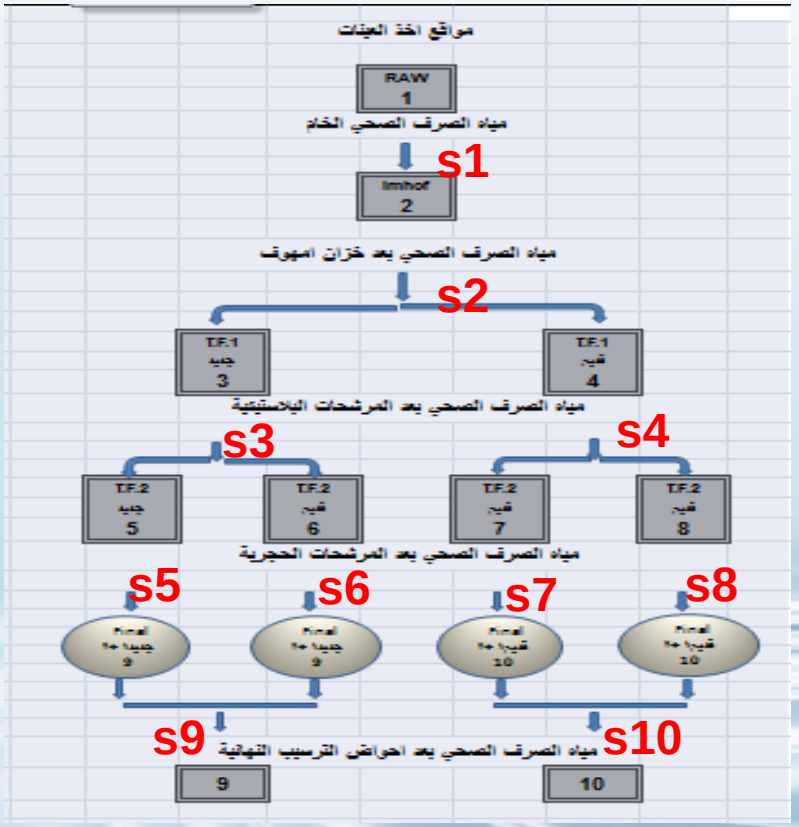
S1 : مدخل خزن امهوف.

S2 : مدخل المرشحات البلاستيكية.

S3 ، S4 : مدخل المرشحات الحجرية.

S5، S6، S7، S8 : مدخل أحواض الترسيب النهائية.

S9، S10: مخرج أحواض الترسيب النهائية.



منهجية البحث

العينات المركبة

العينات الفردية

صوره (9) العينات الفردية و المركبة

منهجية البحث

- تحليل مياه الصرف الصحي الموقعية والعينات المركبة

- القيام بعمل التحاليل الموقعية:
  - درجة الحرارة، pH، DO، EC
- القيام بالتحاليل المعملية:
  - قياس BOD.
  - حساب كفاءة كل من أحواض امهوف والمرشحات البيولوجية البلاستيكية والحجرية.

منهجية البحث

الأجهزة المستخدمة في التشغيل والمراقبة والتحليل في محطة المعالجة بحجه

- جهاز قياس الـ BOD_5 بواسطة رؤوس الكترونية
- .Model : MARK – 6 (6pcs)
- جهاز لحفظ العينات عند درجة حرارة 20 C (حاضنة)لإجراء تجربة الـ BOD

- **Type : TS 606 / 2**
- جهاز لقياس التوصيلية الكهربية (**COND**).
- **Made in Germany**
-

- جهاز لقياس **pH, temp**

- جهاز لقياس **DO**

الصور (10) الأجهزة المستخدمة في التشغيل والمراقبة

6-النتائج

نتائج قياس التدفق وتركيز BOD

- تستقبل المحطة حالياً تدفق يتراوح من (1,000-1,300 م3/ يوم). وهذه القيمة تعادل 50 % من الطاقة التصميمية الهيدروليكية (2,428 م3/يوم).
- بلغ تركيز المادة العضوية 2500mgBOD/L وهذا التركيز أعلى من التركيز التصميمي 1350mgBOD/L
- مما يدل على أن شحة المياه قد أثرت على استهلاك السكان ورفع تركيز مياه الصرف الصحي .

التذبذب الساعي للتدفق الداخل المحطة في الصيف والشتاء

كفاءة إزالة BOD_5 في الصيف مقارنة بالأسس التصميمية

رقم العينة	التركيز الداخل	بعد خزان امهوف	الكفاءة (%)	بعد المرشحات البلاستيكية	الكفاءة (%)	بعد المرشحات الحجرية	الكفاءة (%)	كفاءة المحطة كليا	الكفاءة المتوقعة باستخدام المنحى للمرشح الحجري ذو مرحلتين (المعدل)	
	تركيز BOD_5	تركيز BOD_5	%	تركيز BOD_5	%	تركيز BOD_5	%	%	التركيز المعدل BOD_5 $g/m^3.d$	% من المنحنى
القيمة التصميمية	**843**	**588**	**30**	**117**	**81**	**20**	**83**	**98**	-	-
sample-1	2300	460	80	365	21	140	62	94	585	**76**
sample-2	1350	820	39	340	59	175	49	87	2023	**65**
sample-3	1700	820	52	395	52	140	65	92	1714	**67**
sample-4	1450	860	41	385	55	190	51	87	1901	**66**
sample-5	1650	740	55	410	45	105	74	94	1355	**70**
sample-6	1700	780	54	370	53	155	58	91	1675	**67**
sample-7	1800	940	48	335	64	180	49	90	2585	**63**
متوسط الصيف	**1707**	**774**	**53**	**371**	**50**	**155**	**58**	**91**	**1691**	**68**

كفاءة إزالة BOD_5 في الشتاء مقارنة بالأسس التصميمية

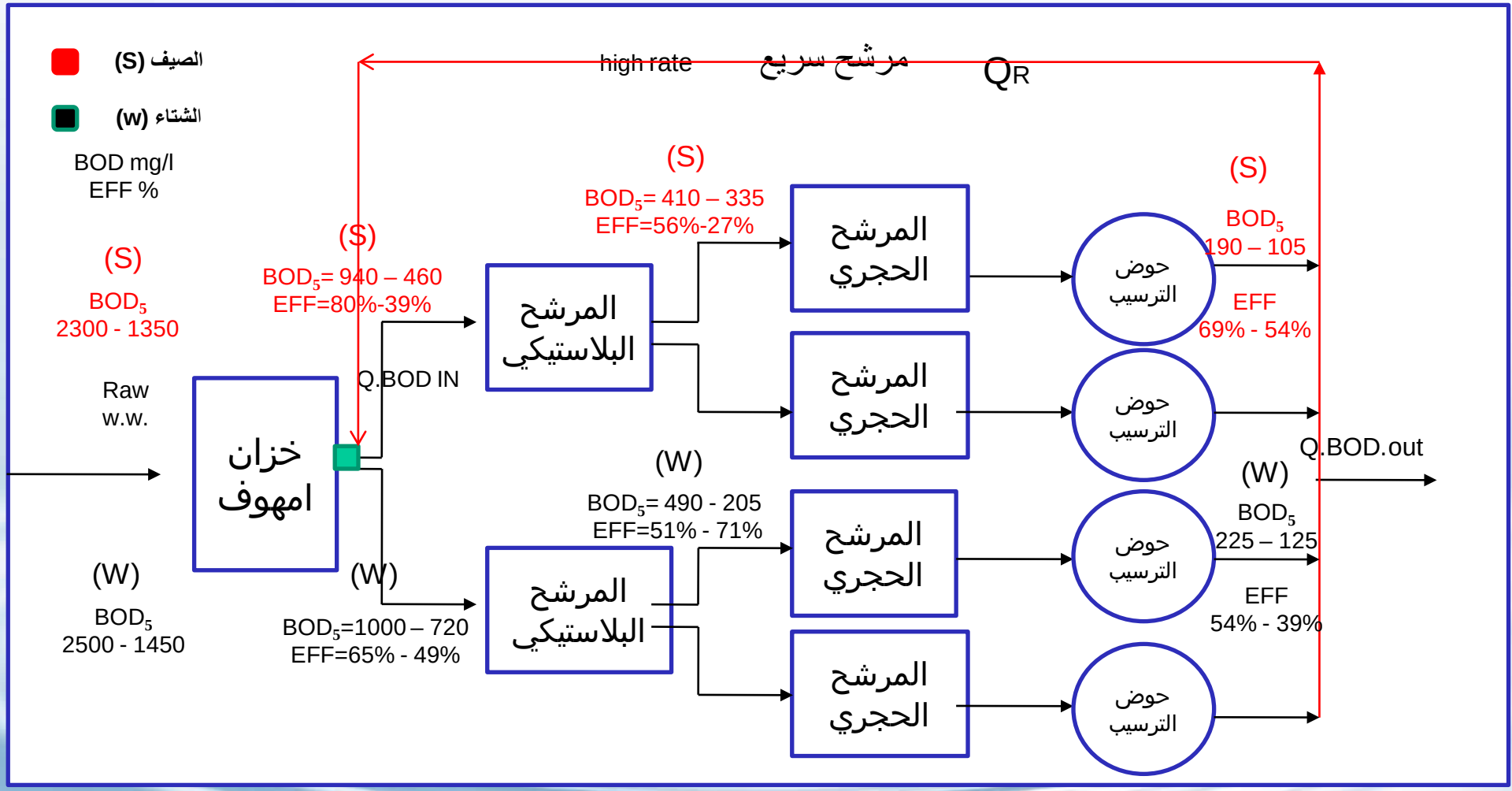
رقم العينة	التركيز الداخل	بعد خزان امهوف	الكفاءة (%)	بعد المرشحات البلاستيكية	الكفاءة (%)	بعد المرشحات الحجرية	الكفاءة (%)	كفاءة المحطة كليا	الكفاءة المتوقعة باستخدام المنحى للمرشح الحجري ذو مرحلتين (المعدل)	
	تركيز BOD_5	تركيز BOD_5	%	تركيز BOD_5	%	تركيز BOD_5	%	%	التركيز المعدل BOD_5 $g/m^3.d$	% من المنحنى
القيمة التصميمية	**843**	**588**	**30**	**117**	**81**	**20**	**83**	**98**	-	-
sample-1	2500	880	65	490	44	215	56	91	1563	**68**
sample-2	2100	940	55	455	52	225	44	89	1975	**66**
sample-3	2000	720	64	345	52	155	55	92	1497	**68**
sample-4	2000	720	64	210	71	160	24	92	2497	**63**
sample-5	1500	720	52	280	61	210	25	86	1841	**67**
sample-6	1450	740	49	205	72	125	39	91	2615	**63**
sample-7	2300	1000	57	405	60	195	52	92	2531	**63**
متوسط الشتاء	**1979**	**817**	**58**	**341**	**59**	**184**	**42**	**91**	**2074**	**65**

تقييم الوحدات البيولوجية

- خزانات امهوف
- المرشحات البلاستيكية
- المرشحات الحجرية

ملخص كفاءة المراحل البيولوجية في المحطة

(تركيز الـ BOD_5 عند كل مرحلة (في الصيف والشتاء))



شكل (5) كفاءة المراحل البيولوجية

7-المناقشة

أولا خزان امهوف

- من خلال العينات التي تم تجميعها خلال الصيف والشتاء وجد أن كفاءة خزان امهوف مرتفعة وقد وصلت الكفاءة إلى 80% أي أن خزان امهوف يعمل بشكل جيد أفضل مما كان متوقعا بحسب التصميم والتي كانت 30% .
- ومن خلال مراجعة نتائج الكفاءة الكلية للمحطة نلاحظ أنه عند تفريغ خزان امهوف بتاريخ 12/01/2013 تم جمع العينة الثانية عشره (في الشتاء) بتاريخ 20/01/2013 م ولوحظ تدني كفاءة المعالجة الكلية للمحطة إلى 86% حيث تعتبر اقل كفاء للمحطة طوال فترة اخذ العينات.

ثانيا : المرشحات البيولوجية البلاستيكية

- من خلال تحليل العينات التي تم جمعها من المحطة ، لوحظ انخفاض كفاءة المرشح البلاستيكي رقم (4) مقارنة بالمرشح البلاستيكي رقم (3) وذلك بسبب القيام بتوقيف المرشح البلاستيكي رقم (4)لأعمال الصيانة مما يدل على عدم اكتمال تكوين الخلايا البكتيرية حتى تستطيع القيام بعملية الانسلاخ ولوحظ الارتفاع في كفاءة المعالجة في هذا المرشح عند تشغيل عملية التدوير في العينة السابعة بتاريخ 10/07/2012 م .

ثالثا : المرشحات البيولوجية الحجرية

- من خلال نتائج تحليل العينات التي تم جمعها أثناء البحث لوحظ ارتفاع كفاءة المعالجة في إحدى المرشحات الحجرية الأربعة وهو المرشح الحجري رقم (7) والذي تم التأكد من قبل مشغلي المحطة انه يتم بشكل دوري التنظيف في هذا المرشح والذي بدوره يساعد في عملية الانسلاخ أي أن عملية التشغيل والصيانة تساعد في رفع كفاءة المعالجة.

- بعد المرشح الحجري اتضح وجود فارق بين المخرجات من المرشح نفسه والمخرجات من خزانات الترسيب النهائي مما يدل على إن الأمر يتطلب ضرورة وجود خزان ترسيب بعد المرشح البلاستيكي حتى لا تدخل البكتيريا والمواد المترسبة الخارجة من المرشحات البلاستيكية إلى المرشحات الحجرية مباشرة دون المرور بخزان الترسيب والتي تؤدي إلى انسداده.

8-الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- تستقبل محطة معالجة الصرف الصحي بحجه تدفق يتراوح بين m^3/day (1000-1300) وهذه القيمة تعادل 50% من الطاقة التصميمية الهيدروليكية ($2428\ m^3/day$).
- وجود ارتفاع كبير في تركيز BOD_5 الداخل المحطة حيث وصل 2500 mg/l، والذي يمثل 3 أضعاف التركيز التصميمي والمقدر 843 mg/l .
- بلغ الحمل العضوي على المحطة خلال فترة الدراسة 2978 Kg/d بينما الحمل التصميمي 2047 Kg/d وبالتالي يعتبر هذا الحمل اكبر من الحدود التصميمية.
- يعمل خزان امهوف بكفاءة معالجة عاليه تتراوح في الصيف بين (39%-80%)وفي الشتاء بين (65-49)% والتي تفوق الأسس التصميمية والمقدرة 30% مما يعني أن المعالجة اللاهوائية ناجحة في هذه المحطة خاصة وبشكل عام في الوحدات اللاهوائية عندما يزيد الحمل العضوي عن التصميمي.

الاستنتاجات

- تتم المعالجة في المرشحات البيولوجية البلاستيكية بنسبة كفاءة (27% - 56%) في الصيف و (-51% 71%) في الشتاء اقل من نسبة الكفاءة التصميمية والتي تقدر 81% أي أن المرشحات البلاستيكية لم تصل إلى كفاءة المعالجة المطلوبة بحسب التصاميم بالرغم من نقص الحمل العضوي التشغيلي 1191 Kg/d عن التصميمي 1428 Kg/d،
- ويعزو هذا التدني إلى قلة نسبة تدوير مياه الصرف الصحي نتيجة لتعطل مضخة التدوير بينما وجد ارتفاع ملحوظ في تركيز الأوكسجين DO عندما تم إصلاح وتركيب مضخة إعادة التدوير.
- وطالما يعتبر الحمل العضوي قريب من الحدود التصميمية فإن المحطة يجب أن تعمل بكامل طاقتها بتشغيل المرشحين البلاستيكيين وعدم الاعتماد على مرشح واحد أثناء الصيانة.

الاستنتاجات

- تتم المعالجة في المرشحات البيولوجية الحجرية بنسبة كفاءة(54% - 69%) في الصيف و(- 54% 39%) في الشتاء اقل من نسبة الكفاءة التصميمية والتي تقدر 83% وذلك بسبب أن الحمل العضوي على المرشحات الحجرية يتراوح kg/d (200 – 455) في الصيف و kg/d (250 – 384) في الشتاء أي يقع ضمن وأكثر من الحمل العضوي التصميمي والذي يقدر 284 Kg/d والذي بدوره يسبب انسدادات في المرشح ثم تدني للكفاءة. لذلك يجب أن تعمل بكامل طاقتها بتشغيل المرشحات الحجرية كاملة وعدم الإعتماد على نصفها أثناء الصيانة. كما يتطلب الأمر أيضا ضرورة إنشاء أحواض ترسيب قبل المرشح الحجري نظرا لأن هناك مواد عضويه (بكتريا) تدخل في المرشح وترفع قيمة الحمل العضوي،أو إمكانية استبدال المرشحات الحجرية بمرشحات بلاستيكية.

الاستنتاجات

- تراوحت درجة الحرارة في مراحل المعالجة ما بين (21.5-22.8) درجة مئوية والتي تعتبر ضمن درجة الحرارة المناسبة والمطلوبة لحدوث المعالجة البيولوجية والتي تتراوح ما بين (20-30) درجة مئوية .

- وجود قصور في عملية التدوير لمياه الصرف الصحي بسبب عدم توفير مصدر كهرباء بشكل مستمر ونتيجة للانقطاعات المستمرة للكهرباء وعدم إمكانية توفير مادة الديزل بشكل مستمر.
- عدم وجود طحالب عند المخرج للمحطة مع مياه الصرف الصحي والتي قد تكون سببا في ارتفاع تركيز BOD_5 مما يعني أن النتائج صحيحة ولا يوجد أي مسببا خارجي، وكذا عدم وجود طبقات بروتينية متراكمة عند المخرج مما يعني انه لا يوجد مواد صناعية تدخل إلى المحطة وأن الزيادة في قيم BOD ناتجة عن قلة استهلاك المياه نتيجة لشحتها.

التوصـــيات

1) تعميم استخدام المعالجة اللاهوائية مثل خزان امهوف في جميع المدن اليمنية نظرا لزيادة تركيز المادة العضوية في مياه الصرف الصحي من ناحية ومن ناحية أخرى تحويل الغاز الحيوي إلى طاقه كهربائية يتم الإستفاده منها في محطة المعالجة

2) تنفيذ أحواض ترسيب بعد المرشحات البلاستيكية لمنع انسداد المرشح الحجري أو استبدال المرشحات الحجرية بمرشحات بلاستيكية لتوسيع مساماتها.

3) عدم توقيف احد المرشحات البلاستيكية أو الحجرية لغرض الصيانة كونه نتيجة للتوقف يؤدي إلى تدني المعالجة وانخفاض الكفاءة عما كان عليه أثناء التشغيل الكامل.

4) توفير مصدر الكهرباء أو المواد البترولية حتى يتم تشغيل مضخات إعادة التدوير بشكل مستمر وعدم توقفها حتى تتم عملية المعالجة بالشكل الصحيح، كما يمكن الاستفادة من مياه الأمطار وتجميعها في خزان ومن ثم تصريفها إلى مدخل المحطة حتى يتم تخفيف تركيز BOD_5 الداخل المحطة ورفع نسبة التدوير وبالتالي رفع كفاءة المرشحات البيولوجية.

5) توفير مضخات لعملية التنظيف والصيانة لمنع انسداد الفتحات التي توزع الماء في المرشحات بالتساوي والتي من خلالها ترتفع عملية المعالجة.

شكراً
جزيلاً
لانتباهكم