وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة ضمن استكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الكيـمياء

التخصص: تلوث كيميائي و ادارة البيئة

من إعداد: يازي هبة الرحمان ، محجر نبيلة

بعنـوان

Variations saisonnières de la matière organique dans une station d'épuration des eaux usées urbains par lagunage aéré, sous climat aride de la ville d'Ouargla.

نوقشت علنا يوم: 2017 / 05 / 22 أمام لجنة المناقشة:

ذوادي علي	أستاذ محاضر صنف " أ "	رئيسا
العابد ابراهيم	أستاذ محاضر صنف " أ "	مناقشا
زبيدي عمار	أستاذ مساعد صنف " أ "	مـقررا

السنة الجامعية: 2017 / 2016

وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة ضمن استكمال متطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الكيـمياء

التخصص: تلوث كيميائي و إدارة البيئة

من إعداد: يازي هبة الرحمان ، محجر نبيلة

بعنـوان

تأثير التغيرات الفصلية على المادة العضوية في محطة معالجة مياه الصرف الحضرية بواسطة الاحواض المهواة، تحت ظل الظروف المناخية الجافة لمدينة ورقلة.

نوقشت علنا يوم: 2017 / 05 / 22 **أمام لجنة المناقشة:**

ذوادي علي	أستاذ محاضر صنف " أ "	رئيسا
العابد ابراهيم	أستاذ محاضر صنف " أ "	مناقشا
زبيدي عمار	أستاذ مساعد صنف " أ "	مـقررا

السنة الجامعية: 2017 / 2016

بسم الله الرحمان الرحيم

" وجعلنا من الماء كل شيء حي "

صدق الله العظيم

الانبياء . 30

الاهداء

أهدي ثمرة جهدي المتواضع إلى:

من كانا سببا في وجودي في هذه الحياة، إلى الشمعتين اللتين تحترقان من أجل أن تنيرا لي دربي أمـــي وأبي أدامهما الله ذخرا لي وأطال في عمرهما.

وإلى رفقاء دربي ومن قاسموني عناء مشواري إخوتي مروة، صفاء ،فردوس معمر، هناء وإلى كل العائلة الكريمة وبأخص الجدة الغالية أطال الله عمرها.

إلى من لم يبخل علي بالمساعدة بالأخص خالتي العزيزة صفيـــة.

إلى صديقات الطفولة والدراسة كل واحدة باسمها بالأخص فاطمة، صفاء ،فاطمة إلى أختي وزميلتي في المذكرة هبة الرحمان وإلى أساتذتنا الكرام كل واحد باسمه إلى كل من قدم لنا يد المساعدة في إنجاز هذا العمل الجد متواضع.

محجر نبيلة

الاهداء

اهدي ثمرة جهدي هذا الى من كانت دعواتها سر نجاحي الى من دعمتني في افراحي و اقراحي الى التي جعل الله الجنة تحت اقدامها الى نبع الحنان و بسمة الزمان و سر الكيان حفظها الله امي...

الى من ضحى لنعيش الى من كافح لنتعلم الى نبع العطاء الى بلسم الشفاء الى الغالي ادامه الله ابي...

الى سندي في الحياة الى الذي دعمني و وقف بجانبي و ضحى من اجلي الى نصفي الاخر الى قرة عيني و تاج رأسي زوجي...

الى من كانا والدين ثانيين رعاهما الله , الى التي قاست معي و تعبت لراحتي و انقصت من ذاتها لسعادتي الى التي اهدتني اغلى ما تملك الى امي ثانية والدة زوجي , الى من كان العون و السند بعد والدي الى ابي الثاني والد زوجي...

الى من تحمل اعينهم ذكريات طفولتي الى سندي في الحياة الى الذين تشد بهم الأزار اخوتي حفظهم الله الياس , اخلاص , ندى الريحان ,عبد القدوس...

الى الذين قدر لهم ان يكونوا اخوة لي و حملوا في قلوبهم لي كل التقدير و الاحترام اخوة زوجي كل باسمه و اخص بالذكر العزيزة مريم...

الى كل اهلي و اقاربي من الاجداد الى الاحفاد ...

الى التي تحملت معي متاعب هذا الجهد و تقاسمت معها شقاءه الى رفيقة دربي نبيلة....

الى من لا يقوى قلبي على فراقهن و لا تحلوا الحياة الا معهن صديقاتي العزيزات و اخص بالذكر صفاء , مريم , فاطمة الزهراء بن.ي و فاطمة الزهراء بن.ا....

الى كل دفعة الكيمياء 2017 التي تقاسمت معها حلاوة العلم...

الى كل من وسعه قلبي و لم يذكره لساني و لم تسعه اسطري و عباراتي...

اليكم جميعا اهدي عملي...

يازي هبة الرحمان

شكـــر و عرفان

بسم الله الرحمان الرحيم

"...و قالوا الحمد لله الذي هدانا لهذا و ما كنا لنهتدي لولا ان هدانا الله..."

صدق الله العظيم

سورة الاعراف . الآية 43

الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات ، اما بعد

فمع و ضع اللمسات الاخيرة لعملنا اغتنمنا الفرصة لنتوجه اليكم بهذه السطور التي تحمل في ثناياها لكم اسمى عبارات الشكر و التقدير.

شكرا لك استاذنا الفاضل **زبيدي عمار** على وقتك الثمين الذي قدمته لنا على جهودك التي بذلتها لتوجيهنا على كل ما اعطيته لنا فانت لم تبخل علينا، شكرا لقبولك الاشراف علينا، شكرا على كل قطرة عرق صببتها من جبينك الطاهر في سبيل تعليمنا .

شكرا لكم ايها الاساتذة الكرام **ذوادي علي** و **العابد ابراهيم** لقبولكم دعوة المناقشة

شكرا لكل العاملين في محطة تطهير المياه – ورقلة و نخص بالذكر **شطوح عبد السلام** و **مخلوف اسماعيل** لتقديمهم لنا يد المساعدة و تذليل الصعاب.

شكرا لكل من ساهم في اتمام هذا العمل من بعيد او من قريب.

لكم جميعا شكر ، شكرا ثم شكرا...

هبة الرحمان و نبيلة

قائمة الاختصارات

التسمية	الرمز
الجمعية الفرنسية لتوحيد القياسات Association française de normalisation	AFNOR
الناقلية الكهربائية Conductivité électrique	CE
الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 ايام Demande biochimique en oxygène (5j)	DBO_5
الطلب الكيميائي للأكسجين Demande chimique en oxygène	DCO
منظمة التغذية و الزراعية Food and agriculture organization	FAO
المواد العالقة Matières en suspension	MES
المواد الصلبة Matières solide	MS
الأس الهيدروجيني Potentiel d'hydrogène	pH
درجة الحرارة Température	T

فهرس الجداول و الاشكال

الجـــــــــداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
01	تصنيفات مياه المجاري في الولايات المتحدة الأمريكية بناءً على تراكيز الملوثات	08
02	الملوثات الهامة الموجودة في المياه العادمة وصفاتها	10
03	قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري	15
04	أبعاد محطة تعمل بتقنية الأسرَة البكتيرية	22
05	أبعاد محطة تعمل بتقنية الأقراص البيولوجية	23
06	أبعاد حوض التهوية في محطة للحمأة النشطة في حالة تهوية ممتدة	24
07	ايجابيات وسلبيات طرق المعالجة المركزة	25
08	مساحة الأحواض الطبيعية	26
09	قواعد تصميم أحواض التهوية	29
10	قواعد تصميم أحواض الترسيب	29
11	ايجابيات و سلبيات طرق المعالجة الموسعة	30
12	بعض بلدان الشرق الأدنى التي تستخدم كميات كبيرة من المياه المعالجة في الري	31
13	قواعد بيانات محطة معالجة مياه الصرف – ورقلة	35
14	معامل تغير قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة المستعملة	43
15	قيم التدفق في مدخل ومخرج المحطة	44
16	القيم الناتجة عن التحاليل الفيزيوكيميائية في مدخل و مخرج المحطة	46

الأشكـــــــــــــال

رقم الأشكال	العنوان	الصفحة
01	المكونات الأساسية لمياه الصرف	10
02	رسم تخطيطي لمحطة معالجة مياه الصرف تعمل بالأسرَة البكتيرية	22
03	رسم تخطيطي لمحطة معالجة مياه الصرف تعمل بتقنية الأقراص البيولوجية	23
04	رسم توضيحي لمبدأ عمل القرص البيولوجي	23
05	رسم تخطيطي لمحطة معالجة تعمل بتقنية الحمأة المنشطة- التهوية الممتدة	24
06	الآليات التي تحدث على مستوى الأحواض الطبيعية	26
07	النباتات المائية ضمن أحواض والمعالجة بالنباتات	27
08	رسم تخطيطي لحوض الرواسب اللاهوائية	28
09	رسم تخطيطي لحوض اختياري	28
10	رسم تخطيطي لمبدأ عمل الأحواض المهواة	29
11	الموقع الجغرافي لمدينة ورقلة	33
12	رسم تخطيطي لمحطة تصفية مياه الصرف - ورقلة	34
13	جهاز الفرز و الغربلة	36
14	جهاز نزع الرمل	36
15	حوض تهوية	37
16	مضخة ميكانيكية	37
17	حوض نهائي	38
18	جهاز قياس الاس الهيدروجيني pH-métre	39
19	جهاز قياس الناقلية Conductimétre	40
20	جهاز قياس المواد العالقة	41
21	نموذج ورق ترشيح للمواد العالقة	41
22	جهاز تسخين	42
23	جهاز مطيافية Spectrophotomètre	42
24	الكواشف المستعملة لقياس DCO	42
25	جهاز قياس الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 ايام DBO5-métre	43
26	تغيرات القيم المتوسطة للتدفق الداخل و الخارج من المحطة	45
27	تغيرات القيم المتوسطة للاس الهيدروجيني في مدخل و مخرج المحطة	47
28	تغيرات القيم المتوسطة لدرجة الحرارة في مدخل و مخرج المحطة	48
29	تغيرات القيم المتوسطة للناقلية في مدخل و مخرج المحطة	49
30	تغيرات القيم المتوسطة للمواد العالقة في مدخل و مخرج المحطة	50
31	تغيرات القيم المتوسطة للـ DBO_5 في مدخل و مخرج المحطة	51
32	تغيرات القيم المتوسطة للـ DCO في مدخل و مخرج المحطة	52

الفهـــــرس

قائمة الاختصارات V

قائمة الجداول و الاشكال VI

المقدمة 01

الجـــــــــانب النظـــــــري

الفصل الاول : تلوث المياه و انعكاساتها

1- عموميات حول المياه الملوثة 03

1-1- تعريف تلوث المياه 03

1-2- اهم ملوثات الماء 03

1-3- مصادر تلوث المياه 04

1-4- انواع و حالات التلوث المائي 04

1-4-1- التلوث الفيزيائي 05

1-4-2- التلوث الكيميائي 05

1-4-3- التلوث البيولوجي 06

2- مياه الصرف الصحي 06

2-1- تعريف مياه الصرف الصحي 06

2-2- الخواص الاساسية للمياه الملوثة 07

2-3- انواع مياه الصرف 08

2-3-1- مياه الامطار الملوثة 08

2-3-2- مياه غسيل الشوارع 08

2-3-3- مياه الرشح 08

2-3-4- المياه الصناعية 08

2-3-5- مياه الصرف المنزلي 09

2-4- تركيب مياه الصرف المنزلي و اهم صفاتها 09

3- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة 10

3-1- المقاييس الفيزيائية 10

3-2- المقاييس الكيميائية 12

3-3- المقاييس البيولوجية 14
4- المعايير و التراكيز المسموح بها للري 14
5- انعكاسات تلوث المياه على البيئة 15
5-1- التربة 15
5-2- النباتات 15
5-3- المياه السطحية و الجوفية 15
5-4- الانسان 16

الفصل الثاني : طرق معالجة مياه الصرف و إعادة استخدامها

1- معالجة مياه الصرف 17
2- أهداف معالجة مياه الصرف 17
3- العوامل المؤثرة في اختيار طريقة المعالجة 17
3-1- العوامل المناخية 17
3-2- العوامل الفيزيائية 18
3-3- العوامل الكيميائية 18
4- طرق معالجة مياه الصرف 19
4-1- العمليات الفيزيائية 19
4-2- العمليات الكيميائية 20
4-3- العمليات البيولوجية 21
4-3-1- طرق المعالجة المركزة 21
4-3-2- طرق المعالجة الموسعة 25
5- استرجاع و اعادة استخدام مياه الصرف 31

الجـــــــــزء العملـــــــــي

الفصل الثالث : الطرق و المواد المستعملة

1- تقديم منطقة الدراسة ورقلة 33
2- تقديم محطة التصفية ورقلة بسعيد عتبة 34
2-1- الموقع الجغرافي 34
2-2- مراحل المعالجة على مستوى المحطة 35
2-2-1- المعالجة الاولية 35

2-2-1-1- الفرز 35
2-2-1-2- نزع الرمل 36
2-2-2- المعالجة الثانوية (البيولوجية) 37
2-2-2-1- احواض التهوية 37
2-2-2-2- الاحواض النهائية 38
2-2-2-3- اسرة التجفيف 38
3- البروتوكول التجريبي 38
3-1- أخذ و نقل العينات 38
3-2- قياس الخواص الفيزيوكيميائية 39
3-2-1- الاس الهيدروجيني 39
3-2-2- الناقلية 40
3-2-3- درجة الحرارة 40
3-2-4- المواد العالقة 40
3-2-5- الطلب الكيميائي للأكسجين 41
3-2-6- الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 ايام 42
الفصل الرابع : النتائج و مناقشتها
1- تطور التدفق 44
2- تطور العوامل الفيزيوكيميائية 45
2-1- تطور الاس الهيدروجيني 47
2-2- تطور درجة الحرارة 48
2-3- تطور الناقلية 48
2-4- تطور المواد العالقة 49
2-5- تطور الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 ايام 50
2-6- تطور الطلب الكيميائي للأكسجين 51
الخاتمة 53
المراجع
الملخص

المقـدمة

إن تزايد الحاجة إلى الماء من طرف الإنسان كمًّا ونوعًا وبوتيرة متزايدة في الاستعمالات المنزلية والصناعية والزراعية، وينتج عن ذلك نفايات سائلة (مياه صرف) تحتوي على كميات كبيرة من المواد العضوية والبكتيريا والطفيليات بالإضافة إلى المغذيات والمركبات السامة، التي تشكل أخطار بيئية وصحية إن طرحت في الأوساط الطبيعية بدون معالجة .ونظرا لزيادة خطر هذه المياه وضعت استراتيجيات لحماية البيئة، وإعادة استعمال هذه المياه وذلك عن طريق معالجتها على النحو الملائم قبل صرفها.

تعد مصادر المياه في الجزائر جد محدودة حيث تقدر بـ 19,2 مليار متر^3 فقط منها 12,4 مليار متر^3 مياه سطحية، في حين انه قد تصل احتياجات المياه في حدود 2020 الى أكثر من 8,3 مليار متر^3 للعام الواحد وهو ما يمثل ضعف حجم التعبئة الحالي **(Boualla et *al* , 2011)**. و بالتالي فان معالجة مياه الصرف ضرورة حتمية من اجل حماية مصادر المياه و كذا اعادة تدويرها و استغلالها في الاغراض الصناعية و الزراعية **(Hartani , 2004)** .

بالنسبة للدول النامية فان اختيار طريقة معالجة مياه الصرف تخضع لعدة معايير أهمها التوافق مع المعايير الموضوعة للمياه الموجهة للري ومردود الاداء. لكن السؤال الذي يطرح هنا: هل تستجيب المياه المعالجة الصادرة عن محطة التطهير – ورقلة لهذه المعايير؟

تصنف طريقة معالجة مياه الصرف الصحي الحضرية بالأحواض المهواة ضمن الطرق الاكثر استعمالا في المناطق ذات المناخ الجاف وشبه الجاف. ففي اواخرالتسعينات، اعتمدت الجزائر طريقة الاحواض المهواة كحل تقني ملائم من الناحيتين الاقتصادية والمناخية لمعالجة مياه الصرف في المناطق الريفية والحضرية، وحسب تقرير صادر عن الدوان الوطني للتطهير في جويلية 2016 (**Rapport ONA, 2016)** أن عدد محطة التي تعمل بتقنية الاحواض المهواة بقدر ب 52 محطة من إجمالي 130 محطة بالميدان بطاقة استيعابية تقدر بـ8.984.294 مكافئ سكاني بقيمة تدفق تصل الى 1.380.319 متر^3/اليوم.

يعتمد مبدأ الاحواض المهواة على عمل البكتيريا الهوائية المتواجدة على مستوى احواض التهوية باستهلاك الاكسجين المذاب في الماء من اجل اكسدة المواد العضوية في المياه المستعملة **(OPOCE , 2001)** ، يتم تغذية البكتريا من خلال التزويد بالأكسجين ميكانيكيا عن طريق مضخات سطحية او عن طرق نفخ الهواء . وللإشارة أنه لا تختلف هذه الطريق عن طريقة الحمأة المنشطة سوى في تدوير الحمأة و كذا ازالتها بشكل دوري **(Zobeidi et Bebba , 2015).**

تم اجراء دراسات عديدة عن سلوك الأحواض المهواة فيما يتعلق بالعوامل الفيزيوكيميائية والبيئية **(Abdel-Shafy et Salem , 2007)** ، بالإضافة الى اداءها حول الحد من البكتيريا الممرضة و الطفيليات المعوية **(Abdel-Shafy et Salem , 2007; Shalaby et *al*, 2003)** . في

الجزائر، العديد من الدراسات حول هذا النظام بجانب التنقية البحت و الجودة الفيزيوكيميائية و البيولوجية لوحدات المعالجة المختلفة **(Zobeidi et Bebba, 2015 ; Hammadi et *al*, 2016)** .

ان الهدف الاساسي من هذا العمل هو دراسة العوامل الفيزوكيميائية لمياه الصرف الصحي قبل وبعد المعالجة مما يسمح لنا بتقييم اولي لجودة ودرجة تلوث المياه من جهة ، بالإضافة الى رصد التغيرات الموسمية خلال فترة الدراسة للمواد العضوية من مواد عالقة و الطلب الكيميائي و البيوكميائي للأكسجين.

ولتحقيق الأهداف المذكورة أنفا؛ اعتمدنا خطة قسمت الى جانبين نظري واخر عملي تسبقهما مقدمة وتليهما خاتمة وبعض التوصيات.

✓ الجزء النظري:

- الفصل الأول تناولنا فيه مصادر تلوث المياه و انعكاساته على الوسط المستقبل و ما يحيط به.
- الفصل الثاني تحدثنا عن أهم طرق معالجة المياه المستعملة ومحاول إعادة استخدامها.

✓ الجزء العملي:

- الفصل الثالث حمل لنا تقديم عن منطقة ومحطة الدراسة، والمواد والطرق المستعملة في القياسات.
- الفصل الرابع والأخير فقد حاولنا فيه تحليل و مناقشة النتائج المتحصل عليها في فترة الدراسة.

الجزء النظري

الفصل الاول : تلوث المياه و انعكاساتها

ملخص الفصل

استعرضنا في هذا الفصل كل ما يخص المياه الملوثة وبالأخص مياه الصرف الصحي ومقاييس تصنيف الملوثات فيها كما عرجنا على المعايير الجزائرية المسموح بها للري وانعكاسات هذه المياه على البيئة المتواجدة فيها .

الفهرس

1- عموميات حول المياه الملوثة	03
2- مياه الصرف الصحي	06
3- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة	10
4- المعايير و التراكيز المسموح بها للري	14
5- انعكاسات تلوث المياه على البيئة	15

1- عموميات حول المياه الملوثة

1-1- تعريف تلوث المياه

عرَف هوبكنز و شولز(Hopkins et Schulz) عام 1954م الماء الملوث بأنه : "الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة لاختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات فتجعله غير صالح للشرب أو للاستعمال في الأغراض الصناعية" **(جورجي، 2007)**.

وجاء في تعريف منظمة الصحة العالمية عام 1961م لتلوث المياه على أنه:" أي تغير يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغير في حالتها بطريقة مباشرة وغير مباشرة، بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء للشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره".

تلوث المياه بأية مخلفات من أي مصدر من المصادر التي يكون من شأنها التأثير في المياه وأوجه استخداماتها المختلفة أو أن تضر بصحة البيئة **(غرايبية و فرحان، 2002)**.

يتم تعريف تلوث المياه: "بأنه تلك التغيرات السلبية أو الضارة التي تطرأ على الخصائص الفيز وكيميائية والبيولوجية للمياه نتيجة النشاط الإنساني بشكل مباشر أو غير مباشر مما يجعلها غير صالحة للاستخدام" (**Metahri,2012**).

1-2- أهم ملوثات الماء

تشتمل الملوثات المتواجدة في مياه الفضلات على ما يلي **(منظمة الصحة العالمية، 2004)**:

أ .العوامل الممرضة

تحتوي مياه الفضلات على كثير من مسببات المرض، مثل الجراثيم والفيروسات والديدان المعوية . لذا يجب التخلص من هذه العوامل حتى لا تتعرض صحة المجتمع العامة للخطر، خصوصًا في تلك الأماكن التي تقع بجانب مواقع تصريف مياه الفضلات كالأماكن الترفيهية مثلا، أو أن يتم أخذ الاحتياطات عند التعرض لهذه المياه.

ب .المواد العالقة

تعمل المواد المعلقة في مياه الفضلات على تغليف الجراثيم ووقايتها من ملامسة مواد التطهير التي تفتك بها .لذا فإن إزالتها يزيد من كفاءة التطهير، ويزيل في نفس الوقت جزءًا لا يُستهان به من المواد العضوية وغير العضوية الموجودة في مياه الفضلات .

ج .الفسفور و الازوت

يؤدي توفر الفسفور والازوت في المياه بشكل عام إلى نمو غير مرغوب به للطحالب في المواقع التي تكون فيها المياه ساكنة كأماكن السدود وما شابهها .ومن مضار هذا النمو أنه يعمل على تشكيل طبقة على سطح الماء تنبعث منها روائح كريهة، وتغير طعم الماء، وتعيق عمليات تنقية المياه، هذا بالإضافة إلى أن موت الطحالب يؤدي إلى زيادة الطلب على الأكسجين مما يقلل من تراكيزه في الماء.

د .المعادن الثقيلة

تتسرب المعادن الثقيلة مثل الفضة والزنك والرصاص وغيرها إلى مياه الفضلات من المصانع المنتشرة داخل التجمعات السكنية .ويشكل تواجدها في المياه، ولو بنسب ضئيلة، خطورة على الصحة العامة ويعيق أعمال المعالجة أيضًا.

ه .الأملاح الذائبة

يؤدي استعمال المياه في المنازل إلى إضافة ما يقارب من 300- 400 مغ / لتر من الأملاح المعدنية الذائبة إليها .ومن هذه الأملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والكلوريد والكبريت والفوسفات . ويُطلق على مجموع هذه الأملاح مصطلح المواد الذائبة الكلية .وقد يؤدي تواجدها بتراكيز عالية في مياه الفضلات إلى الحد من استعمالات المياه في الزراعة وغيرها (**جورجي، 2007**).

1-3- مصادر تلوث المياه

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى (**العابد، 2015**):

- **مصادر طبيعية:** و تشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، و الجريان السطحي للأملاح و الكيماويات.
- **مصادر زراعية**: و تشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية (مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن) ، أسمدة كيماوية ومبيدات، مياه الري.
- **مياه الصرف**: و تشمل الصرف الصحي، الصرف الصناعي، مركبات البحرية و الحوادث البحرية.
- **مصادر أخرى متنوعة**: مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، و أماكن إنتاج الإسمنت،... الخ.

1-4- أنواع وحالات التلوث المائي

إن اختيار الطريقة الانجع إتباعها في معالجة مياه الصرف تتم على حسب أنواع ومصادر المواد الملوثة للمياه، وبالتالي لابد من الإشارة إلى هذه الملوثات ودورها في تلويث المياه من خلال مناقشة حالات تلوث المياه التالية:

1-4-1- التلوث الفيزيائي

أ- التلوث الحراري

يحدث هذا النوع من التلوث عند تواصل الحمم البركانية بالمياه وكذا استعمال الماء كوسيلة للتبريد في محطات توليد الطاقة الكهربائية والمصانع ومحطات تحلية المياه، وطرح هذه المياه الساخنة بالبحيرات والأنهار أو المجاري المائية، حيث أن هذا الارتفاع في درجة حرارة المياه، يتسبب بإخلال توازن العمليات البيولوجية الخاصة بالنبتات والحيوانات في تلك المياه، ومنه يختل التوازن البيئي (**عفيفي ، 2000 ؛ السعدي،2006**).

ب- التلوث الإشعاعي

وهو يترجم بتمركز العناصر المشعة في جسم الكائن الحي (تسبب أمراض خطيرة)، وذلك بسبب النشاط الإشعاعي الناتج عن المواد المشعة لمختلف المناجم والمخلفات الصناعية والتفجيرات النووية، وتعد المحطات النووية والمستشفيات ومراكز الأبحاث العلمية من أهم مصادر هذا التلوث وذلك بشريا، أما طبيعيا قد تكون المياه السطحية التي قد تحتوي على عناصر مشعة طبيعيا مثل اليورانيوم والراديوم(**Ramade,1982**).

1-4-2- التلوث الكيميائي

أ- التلوث الصناعي

يحدث هذا النوع من التلوث عند صرف المنشآت الصناعية لمخلفاتها ونواتجها الثانوية بدون معالجة في المجاري المائية، ومنه فإنها تشكل خطرا على كل العناصر البيئية، وهذا راجع لاحتوائها على مركبات كيميائية سامة وتتميز المياه الملوثة الصناعية بوجود:

- المواد الدهنية والعضوية (الصناعات الغذائية، معامل السلخ)؛
- المعادن الثقيلة (صناعة المعادن)؛
- الأحماض، القواعد، بعض مركبات الفسفور (الصناعة الكيميائية ....)؛
- المواد المشعة (المفاعلات النووية معالجة الفضلات الإشعاعية) (**حسان، 2000 ؛ السعداني و السيد عودة،2007**).

ب- التلوث بالمبيدات وبالأسمدة الزراعية

إن المبيدات التي تستعمل في مكافحة الآفات الزراعية تصنف من أخطر الملوثات وأكثرها انتشارا، فإن الإسراف في استعمالاتها يؤدي إلى تلويث التربة، ومنه إما يستعملها النبات مباشرة وبذلك تؤثر على الحيوان العشبي ومنه إلى غيره، أو تقوم الأمطار بجرفها إلى المجاري المائية فتضر بجميع الكائنات

الحية فيها، وهذا الأخير يحصل أيضا مع الأسمدة الزراعية، وقد تضر بالحيوان والإنسان بطريقة مباشرة أو غير مباشرة (**أبو سعدة و نجيب ،2000**).

ج- التلوث بالمخلفات النفطية

يعتبر النفط مصدر من مصادر التلوث المائي ويسبب إثر خطيرا للكائنات الحية المائية سواء في البحار أو المحيطات والمتمثل في هلاك النباتات المائية بما يحتويه من سموم حيث يشكل طبقة عازلة تعوق تبادل الغازات بين الهواء والماء بالإضافة إلى تلوث الشواطئ مما يؤثر السياحة وصحة الإنسان كما يحدث هذا التلوث بسبب الحوادث البحرية التي بين الناقلات العملاقة، ومن مخلفات مصافي التكرير والسفن والترسبات التي تحدث من آبار النقط والأنابيب الناقلة (**Bouziani, 2000**) .

د- التلوث بالأمطار الحامضية

أي أنها تكون ملوثة بالغازات الحمضية، مثل أكسيد الكبريت و أكسيد الازوت، اللذان يتحولا إلى الكبريتيك و النتريك، المنبعثة من البراكين و احتراق الوقود، و منه تعود إلى التربة و باقي مصادر المياه في الطبيعة، فتضر بجميع المسطحات المائية وخاصة منها المغلقة، فتعمل على رفع درجة حموضتها مما يؤثر على الكائنات الحية التي تعيش بداخلها، و مثالا على ذلك: نهر «**توفدال Tovdal**» بالنرويج الشهير بوجود أسماك السَّلمون و الذي انعدمت به الحياة- وأيضا تتسبب هذه الأمطار بإذابة بعض المعادن الثقيلة من التربة و تحملها إلى البحيرات و الأنهار و كذلك المياه الجوفية، مسببة أضرار للكائنات الحية بأنواعها، وذلك بطريقة مباشرة أي باستعمال المياه الملوثة أو غير مباشرة عن طريق السلسلة الغذائية (**Ramade,1982**).

1-4-3- التلوث البيولوجي

وهذا ناتج عن طرح مياه الصرف في الأوساط المائية النقية، الصالحة للشرب وغير الصالحة مثل الأنهار و البحار، فتعمل على تزويد هذه المياه بالبكتيريا الممرضة و الحيوانات الأولية، الفيروسات، فيؤدي ذلك إلى انخفاض نسبة الأكسجين في الماء و موت الأسماك، تعفن المياه، وقد تستعمل الطحالب هذه المياه الملوثة الغنية بالمواد العضوية كسماد فتزيد من انتشارها و كثافتها، و كل ذلك يؤدي إلى تلوث المياه (**عفيفي ، 2000 ؛ أبو سعدة و نجيب، 2000).**

2- مياه الصرف الصحي

2-1- تعريف مياه الصرف الصحي

مياه الصرف عبارة عن سوائل ذو تركيبة غير متجانسة غنية بالمواد العضوية والمعدنية، تكون عالقة أو منحلة، وقد تكون ذو خاصية سامة (**Khemici , 2014**).

المياه المستعملة أو مياه الصرف هي تلك المياه الغنية بالفضلات المنحلة وغير المنحلة نتيجة نشاط الإنسان الصناعي أو الزراعي والتي تسري في قنوات خاصة بالصرف الصحي نحو محطات المعالجة. تمثل هذه المياه جزء من حجم الموارد المائية القابلة للاستخدام، ولكن جودتها السيئة تتطلب معالجتها قبل التخلص منها في البيئة الطبيعية(**Dahou et Brek, 2013**) .

2-2- الخواص الأساسية للمياه الملوثة

من أهم هذه الخواص الأساسية نجد مايلي:

أ- الشوائب الصلبة العالقة: أجسام صلبة ذات كثافة أعلى من كثافة الماء، ذات طبيعة معدنية أو عضوية، وبقاءها على شكل معلق مرتبط بقوة حركة المياه (**Peng, 2000**).

ب- المواد الصلبة المنحلة: ومنها أملاح معدنية منحلة، ومركبات عضوية طبيعية ناتجة عن انحلال البقايا النباتية والحيوانية. (**Peng, 2000**).

ج- الغازات المنحلة: تحتوي مياه المجاري على نسبة صغيرة من الغازات الذائبة ويشكل الأكسجين أهمها ويكون جزءًا أساسيا من المياه الأصلية بالإضافة إلى الجزء الذي يذاب في المياه أثناء تلامسها مع الهواء ويعرف هذا الجزء بالأكسجين المذاب. وبالإضافة إلى الأكسجين فإنها تحتوي كذلك على ثاني أكسيد الكربون وغاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية وغير العضوية **(منظمة الصحة العالمية ، 2004).**

د- الأحياء الدقيقة: وهي الكائنات التي تتواجد في مياه المجاري بصورة طبيعية، وتتغذى على المواد العضوية الموجودة فيها . وهذه الكائنات مهمة في عمليات المعالجة البيولوجية، ويتوقف نجاح عملية المعالجة في الأساس على مقدرة هذه الكائنات على التكاثر وتحليل المادة العضوية **(منظمة الصحة العالمية ، 2004).**

الجدول (1): تصنيفات مياه المجاري في الولايات المتحدة الأمريكية بناءً على تراكيز الملوثات

المكون	التصنيف		
	شديدة التراكيز	متوسطة التراكيز	ضعيفة التراكيز
المواد الصلبة الكلية	1200	720	350
المواد الذائبة الكلية	850	500	250
المواد العالقة الكلية	350	220	100
المواد الصلبة المترسبة (مل/ل)	20	10	5
الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 ايام	400	220	110
	1000	500	250
الطلب الكيميائي الأكسجين	85	40	20
الازوت الكلي	15	8	4
الفسفور الكلي	200	100	50
القلوية (ممثلة بكربونات البوتاسيوم)	150	100	50
الشحوم			

(منظمة الصحة العالمية ، 2004)

2-3- أنواع مياه الصرف

هناك عدة تصنيفات لمياه الصرف ومن أهم أنواعها مايلي (**العابد، 2015**):

2-3-1- مياه الأمطار الملوثة: وتتلوث بفعل الملوثات المتواجدة في الهواء نتيجة النشاط الصناعي، كما أن سقوطها على الأراضي الزراعية والطرقات وأسطح المنازل يجعلها أحد عوامل إيصال الرمال والمواد العالقة إلى شبكات الصرف الصحي.

2-3-2- مياه غسيل الشوارع: تصرف في البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال والورق مما تجره أمامها في الطرقات.

2-3-3- المياه الرشح: تمثل مياه السيلان التي قد تدخل إلى مواسير الصرف خلال الوصلات غير متقنة أو من خلال غطاء الماسورة نفسها إذا كان مساميا.

2-3-4- المياه الصناعية: تشمل مياه صرف المصانع المختلفة في المدينة وهي تختلف في كمياتها من مصنع إلى أخر. وهي تختلف في طبيعتها عن المياه المنزلية لاحتوائها على مواد كيميائية ومواد سامة

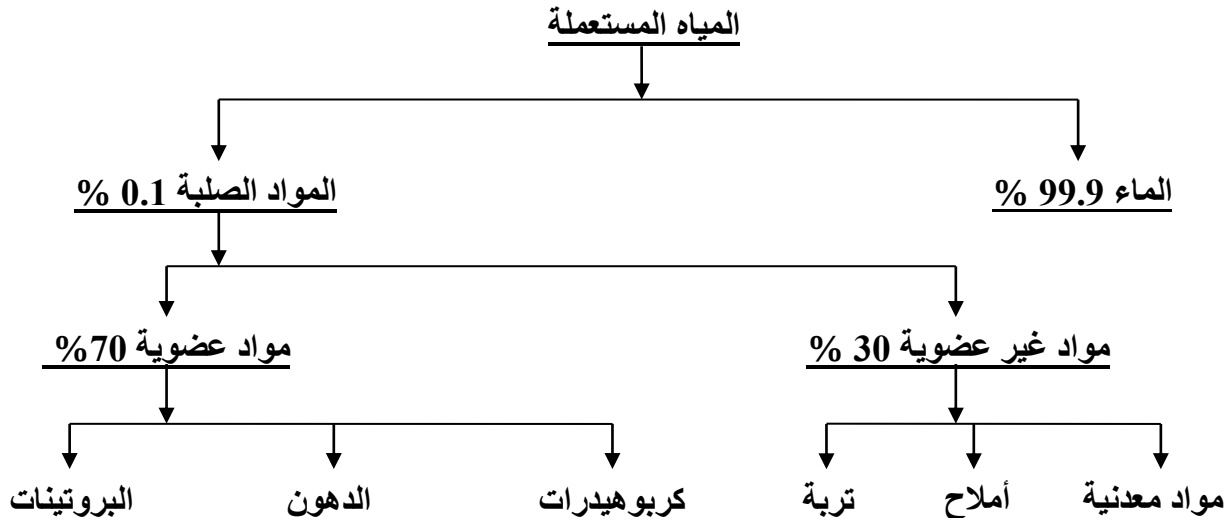
الآتية من المصانع وكذا المخابر والمستشفيات، وتطلق روائح كريهة وسامة خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة.

2-3-5- مياه الصرف المنزلي: تأتي من مختلف الاستعمالات المنزلية للماء وتحمل خاصية التلوث العضوي وتنقسم إلى قسمين:

- المياه المنزلية يكون مصدرها الحمامات، المطابخ وهي في العموم تكون غنية بالمنظفات، الدهون، الصابون وشوائب أخرى؛
- مياه النفايات التي تعبر المراحيض التي تكون غنية بمختلف المواد العضوية الآزوتية (براز و البولة) و الفيروسات الخطيرة.

2-4- تركيب مياه الصرف المنزلي وأهم صفاتها

تحتوي مياه الفضلات على ما نسبته 99.9 % من الماء والباقي مواد عضوية وغير عضوية تمت إضافتها للمياه نتيجة استعمالها كناقل للرواسب أو ما أضيف إليها أثناء الاستعمال، والشكل أدناه يبين مكونات مياه الفضلات ونسب تركيزها ومصدر هذه الملوثات الذي يمكن أن يكون إنسانيا أو حيوانيا أو نباتيا. **(منظمة الصحة العالمية ، 2004)**



الشكل (1): المكونات الأساسية لمياه الصرف (**آغا ،1988**)

الجدول (2): الملوثات الهامة الموجودة في المياه العادمة وصفاتها.

الملوثات	سبب الأهمية
المواد العالقة	قد تؤدي إلى ترسب الحمأة و توليد ظروف لا هوائية إذا صرفت المياه العادمة غير المعالجة في البيئة المائية.
المواد العضوية غير القابلة للتحلل الحيوي	تتكون أساسا من البروتينات و الكربوهيدرات و الدهون وتقاس عادة باستخدام الطلب البيولوجي الكيميائي على الأكسجين و الطلب الكيميائي على الأكسجين. و بسبب ثباتها البيولوجي، و تؤدي هذه المواد إذا أُلقيت في المياه الداخلية، إلى استنفاد موارد الأكسجين الطبيعية و نشوء ظروف ضارة بالأنواع المائية.
الكائنات المُمرضة	قد تسبب أمراضا معوية.
الملوثات ذات الأولوية	تضم مركبات عضوية و غير عضوية، و قد تكون سميّة و سرطانية و مؤلدة للتغييرات الوراثية أو التشوهات الخلقية.
المواد العضوية الشديدة المقاومة	تقاوم طرائق المعالجة التقليدية للمياه الملوثة، و تضمّ العوامل ذات الفعالية السطحية و الفينولات و المبيدات الزراعية
المعادن الثقيلة	تنتج من الأنشطة التجارية و الصناعية .و يجب إزالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها.
المكونات المذابة غير العضوية	تضمّ الكالسيوم و الصوديوم و الكبريتات، و تضاف غالبا إلى المياه المعدة للاستخدام المنزلي و يجب إزالتها لإعادة استخدام المياه العادمة.

(Metcalf et Eddy, 2002)

3- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة

3-1- المقاييس الفيزيائية

من أهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف هو اللون والرائحة والحرارة والعكارة، والمواد غير المذابة، ومنها الأجسام الصلبة والنفط والشحم، والأجسام الصلبة تصّنف إلى أجسام عالقة و أجسام مُنحلة و أجزاء عضوية متطايرة و غير عضوية ثابتة و هي كالآتي:

3-1-1- المواد العالقة MES

تمثل المواد الغير ذائبة، نتحصل عليها بواسطة الترشيح وهي تمثل معيار مهم في تعين درجة تلوث المياه الحضرية والصناعية وتنقسم إلى فئتين:

- مواد متبخرة: نتحصل عليها بتسخين المواد العالقة عند درجة حرارة عالية جدا والتي تمثل المواد العضوية

- مواد ثابتة: تمثل المواد المعدنية (**Didier, 1995**).

3-1-2- الروائح

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف وقد تحتوي مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة (**عيدة و غمام، 2011**).

3-1-3- درجة الحرارة

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الأحياء المائية، وعلى مدى ملائمة المياه للاستخدامات المفيدة. فمثلا ارتفاع درجة الحرارة قد يؤدى إلى اختلاف في فصائل الأسماك المتواجدة في البيئة المائية المستقبلة لمياه الصرف. ولذلك فإن العديد من المنشآت الصناعية تولى اهتماماً بالغاً بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عمليات التبريد. بالإضافة إلى ما سبق فإن الأكسجين أقل ذوباناً في المياه الدافئة عن المياه الباردة، ولذلك فإنه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في أشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيوكيميائية مصاحباً لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية، مما قد يؤدي إلى النفاذ الحاد لتركيز الأكسجين الذائب في المياه (**غرايبية و فرحان ، 2002؛ أبو سعدة و نجيب ، 2000**).

3-1-4- اللون

يختلف لون مياه الصرف الصناعي طبقاً لنوع الصناعة ولذلك فإنه من المهم معرفة خواص وطرق قياس اللون. ولا يمكن لطرق المعالجة التقليدية إزالة اللون وذلك لأن أغلب المواد الملونة تكون في الحالة الذائبة ولكن يمكن لبعض وحدات المعالجة الثانوية مثل الحمأة النشطة والمرشحات الرملية إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة وفى بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية (**عيدة وغمام، 2011**).

3-1-5- العُكارة

العُكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. وعموماً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العُكارة وتركيز المواد العالقة في المياه الغير معالجة ولكن تتوقف درجة العُكارة على كمية المواد العالقة و نوعها و لونها و دقة حبيباتها (**Degrement,1989**).

3-2- المقاييس الكيميائية

الخصائص الكيميائية المرتبطة بالمحتويات العضوية للمياه الملوثة تشمل الطلب البيولوجي على الأكسجين، و الطلب الكيميائي على الأكسجين، و مجموع الكربون العضوي، و الطلب الكلي على الأكسجين؛ أما الخصائص الكيميائية غير العضوية فتشمل الملوحة، الرقم الهيدروجيني و الحموضة و القلوية، بالإضافة إلى المعادن المؤينة، و منها الحديد، المنغنيز، الكيانات الأنيونية، و منها الكلورينات و الكبريت و النيترات و الكبريتيد، الفوسفات و هي كالآتي:

3-2-1- الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 ايام (DBO_5)

يعتبر هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الاستخدام في مجال مياه الصرف وعادة ما يتكون الأكسجين الحيوي الممتص بسبب المواد العضوية الرغوية والذائبة مما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة. ويلزم توفير الأكسجين اللازم لنمو البكتريا لتقوم بأكسدة المواد العضوية. ويحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوي الممتص الناتج من الزيادة في المخلفات العضوية إلى زيادة النشاط البكتيري و الأكسجيني بالإضافة إلى زيادة في قدرة وحدة المعالجة البيولوجية.

يتم تحديد الأكسجين الحيوي الممتص لقياس الأكسجين الذائب المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة في عملية الأكسدة البيوكيميائية للمواد العضوية. ولقياس الأكسجين الحيوي الممتص يتم عمل تخفيفات لمياه الصرف بماء مشبع بالأكسجين في زجاجات خاصة يضاف إليها البكتيريا. تحضر أيضا زجاجة تحكم معبئة بماء وبكتيريا فقط.

يتم وضع الزجاجات في حضانة لمدة خمسة أيام على درجة 20°م، وبذلك تسمى العملية باختبارات الخمسة أيام للأكسجين الحيوي الممتص (DBO_5) ويستخدم الفرق بين تركيز الأكسجين في زجاجة التحكم والأكسجين المتبقي في الزجاجات الأخرى بعد خمسة أيام في حساب الأكسجين الحيوي الممتص مقدرا بـ ملغ/لتر، وتستخدم نتائج الأكسجين الحيوي الممتص (DBO_5) في الآتي:

- تحديد كمية الأكسجين اللازمة للتثبيت البيولوجي للمادة العضوية الموجودة بمياه الصرف؛
- تحديد قدرة محطات معالجة مياه الصرف؛
- قياس كفاءة بعض عمليات المعالجة؛
- تحديد مدى التوافق مع الحدود القانونية للصرف (**Rejsek, 2002**).

3-2-2- الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO)

يستخدم اختبار الأكسجين الكيميائي المستهلك لقياس المواد العضوية في مياه الصرف التي تحتوي على مركبات سامة للحياة البيولوجية، ويتم بأكسدة المركبات المختزلة في مياه الصرف من خلال تفاعل

مع خليط من حمضي الكبريتيك و الكروميك في درجة حرارة عالية. وهناك اختبار آخر لـ (DCO) تستخدم فيه البرمنغنات كعامل مؤكسد، ولكن هذا الاختبار يعطى نتائج ذات قيم منخفضة وليست لها علاقة مباشرة بالاختبار المعياري للأكسجين الكيميائي المستهلك.

وبشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين الحيوي الممتص، لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائيا والبعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجيا، وبالنسبة لأنواع كثيرة من مياه الصرف فإنه من السهل الربط بين الأكسجين الكيميائي المستهلك والأكسجين الحيوي الممتص. وهذا يعتبر ذو فائدة لأن الأكسجين الكيميائي المستهلك يمكن تعيينه خلال 3 ساعات فقط بالمقارنة بالأكسجين الحيوي الممتص والذي يلزم لتقديره 5 أيام. وعندما تحدد العلاقة بينهما فإن قياسات الأكسجين الكيميائي المستهلك يمكن استخدامها كمؤشر لكفاءة عمليات التشغيل والتحكم في محطات المعالجة.

وفي الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائي المستهلك إلى الأكسجين الحيوي الممتص (1,5- 2,5) في مياه الصرف الصناعي التي تحتوي على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (DCO/DBO) أعلى من 2,5، فإنه يمكن اعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل. في بعض الأحيان يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الناتجة من الصناعات الكيماوية و الورقية (**Rodier, 1996**).

3-2-3- الأس الهيدروجيني (pH)

إن تركيز الأيون الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف. ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغيرا جدا وحرجا. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجيني الخارج عن المدى من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، وبالتالي إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على (pH) في المياه الطبيعية (**الحايك، 1989**).

3-2-4- الناقلية الكهربائية

الناقلية الكهربائية تعرف على أنها الناقلية المحصورة بين قطبين مكونين من صفحتين مساحة كل منها 1سم^2 . تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة ومنه تشارك معا بالناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية لارتفاع نسبة الملوحة بفعل الملوثات المعدنية (**Didier, 1995**).

3-2-5- الآزوت (N)

نظرا لأهمية الازوت كحجر أساس في سلسلة البروتين، فإن بيانات الازوت تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية. إن عدم وجود الازوت بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة. ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة الازوت في مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة. ويشمل الازوت الكلي - والمستخدم كمؤشر شائع - على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنتريت والازوت العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات) **(خليل ، 2003)**.

3-2-6- الفسفور (P)

يعتبر الفسفور ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية ويكون الفسفور العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحمأة **(Rodier, 1996)**.

3-3- المقاييس البيولوجية

تضم بكتيريا الكوليفورم وبكتيريا الكوليفورم البرازية و العوامل الممرضة و الفيروسات تتغيّر مكونات المياه الملوثة و مستويات التركيز مع الوقت وحسب الظروف المحلية. و بعض الصناعات ينتج عنها نوع معين من البكتيريا الممرضة مثل المجازر الآلية والبعض الآخر ينتج عنه طفيليات وفطريات مثل مصانع النشا والخميرة. وتحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختبار نوع معين من الكائنات المؤشرة. وتمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة **(Haslay, 1993)**.

4- المعايير والتراكيز المسموح بها للري

تتضمن الجريدة الرسمية الحاملة للعدد 41 والصادرة بتاريخ الأحد 25 شعبان 1433 والموافق لـ 15 جويلية 2012 قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري والموضحة في الجدول أدناه (**الجريدة الرسمية، 2012) :**

الجدول (3): قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري

المقاييس	القيمة
درجة الحرارة	30°م
pH	6.5-8.5
الناقلية الكهربائية	3 ديسي سيمانس/م
المواد العالقة(MES)	30ملغ/ل
الطلب الحيوي للأوكسجين(DBO_5)	30 ملغ/ل
الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO)	90ملغ/ل
الأزوت NO_3	30ملغ/ل

(الجريدة الرسمية ، 2012)

5- انعكاسات تلوث المياه على البيئة

تؤثر مياه الصرف على عناصر البيئة المتمثلة في التربة، النبتات، المياه الجوفية والسطحية، الإنسان والحيوان:

5-1- التربة:

- تكوين قشرة من الرواسب على السطح، مما يصعب عملية المبادلات الغازية ونمو النباتات.
- الحمأة غير المعالجة تعمل على التقليل من حجم مسامات التربة (**عبد الجواد، 1993**).

5-2- النباتات

- زيادة في تركيز المواد الغذائية في الأنسجة مما يؤدي إلى تسمم النبات.
- زيادة ملوحة التربة، مما يؤدي إلى زيادة الضغط الأسموزي لمحلول التربة، وذلك يصعب على النبات عملية امتصاص الماء.
- تقسم النباتات إلى حساسة وشبه مقاومة ومقاومة (**العدوي، 2008**).

5-3- المياه (الجوفية والسطحية)

تقوم مياه الصرف بتلويث المياه الجوفية وذلك بزيادة نسبة المواد الكيميائية فيها، فتؤثر على التربة بزيادة ملوحتها من خلال السقي أو عن طريق الخاصية الشعرية، وذلك بسبب قرب سطح التربة من المياه الجوفية في بعض المناطق، ومنه تؤثر كذلك على النبات والحيوان والإنسان **(العدوي، 2008).**

وتؤثر أيضا على المياه السطحية (البحار والمحيطات) عندما تلقى فيها، فتؤدي إلى تسمم الكائنات الحية بداخلها، وقد تموت أو تزيد من تكاثر نوع على حساب الآخر، ومنه تؤدي إلى الإخلال بالنظام البيئي.

4-5- الإنسان

تتسبب مياه الصرف في أمراض متعددة للإنسان، وذلك من خلال أكل ثمار النباتات المقاومة أو شبه المقومة للتلوث، والتي تخزن النسب العالية من المواد الكيميائية في ثمارها، أو شربه للمياه الملوثة ومن هذه الأمراض:

- التيفويد بكتيريا (السالمونيلا).
- الكوليرا بكتيريا (Vibrion Cholera).
- الإسهال العصوي والتسمم البوتيلي بكتيريا (Clostridium).
- التهاب الكبد الحاد والمزمن تسببه الفيروسات.
- البلهارسيا مرض طفيلي (ديدان البلهارسيا).
- الإسكارس مرض طفيلي (ديدان الإسكارس).
- تخلفات عقلية عند الأطفال (التسمم بالرصاص).
- اضطرابات كلوية (التسمم الزئبق).
- الإصابة بالأمراض الجلدية (التسمم بالزرنيخ) (**الحايك،2003 ؛ أبو سعدة و نجيب، 1989**).

الفصل الثاني : طرق معالجة مياه الصرف و اعادة استخدامها

ملخص الفصل

في هذا الفصل تطرقنا إلى موضوع معالجة مياه الصرف الصحي والأهداف المرجوة من ذلك ،كما تحدثنا عن طرق المعالجة والعوامل المتحكمة في اختيارها كما تطرقنا الى مجالات اعادة استخدام هذه المياه بعد معالجتها.

الفهرس

1- معالجة مياه الصرف	17
2- اهداف معالجة مياه الصرف	17
3- العوامل المؤثرة في اختيار طريقة المعالجة	17
4- طرق معالجة مياه الصرف	19
5- استرجاع و اعادة استخدام مياه الصرف	31

1- معالجة مياه الصرف

يقصد بمعالجة مياه الصرف إزالة المواد العضوية وغير العضوية العالقة والمنحلة في الماء، بالإضافة إلى مختلف النفايات وذلك من اجل الحصول على مياه خالية من الملوثات موافقة لمعايير التصريف. وتهدف المعالجة إلى تصريف مياه غير ملوثة نحو الوسط الطبيعي المستقبل من اجل ضمان عدم تلوثه أو تقليل حدة ذلك**(Bachi, 2010) .**

2- أهداف معالجة مياه الصرف

بعد إدخال التوسع في إنشاء شبكات توزيع المياه للمناطق السكنية أصبح الماء في متناول أيدي الناس مما جعله دون منازع وسيلة تصريف المخلفات البشرية وغيرها .واستدعى ذلك ضرورة معالجته لمعظم الكميات المنتجة منه وذلك لضمان **(منظمة الصحة العالمية ، 2004).**

- المحافظة على مرافق تزويد مياه الشرب خالية من التلوث؛
- منع انتشار الأمراض والأوبئة؛
- تفادي إزعاج ومضايقة الناس؛
- المحافظة على صلاحية المياه المستخدمة للأغراض الترويحية والترفيهية، كالسباحة؛
- المحافظة على المياه صالحة لتكاثر ومعيشة الأسماك؛
- المحافظة على صلاحية المياه للأغراض الزراعية والصناعية؛
- تفادي الترسبات في القنوات الملاحية.

3- العوامل المؤثرة في اختيار طريقة المعالجة

3-1- العوامل المناخية

3-1-1- أشعة الشمس

تمتلك أشعة الشمس فوق البنفسجية خاصية مهمة جدا تتمثل في كونها مبيد للجراثيم مما جعلها إحدى العوامل الجيدة للتعقيم الطبيعي. وتكمن أهميتها بالتحديد في كونها تلعب دور في القضاء على الجراثيم المتواجدة على مستوى أحواض المعالجة والتي يصعب تقديرها **(Idder, 1998)** .

3-1-2- درجة الحرارة

تعد درجة الحرارة عامل مهم، إذ أنها تؤثر مباشرة على سرعة التفاعلات البيولوجية. و يعد النشاط البيولوجي أكثر أهمية من ارتفاع درجة الحرارة **(Boukhetala et Iddou, 2010)** .

3-1-3- الرياح

تسبب الرياح اضطرابات على مستوى الأحواض مما يسمح بخلط المياه و بالتالي ضمان تزويدها بالأكسجين **(Dahou et Brek, 2013)**.

3-1-4- التبخر

من شأنه رفع تركيز الحمولة العضوية في السطح بالإضافة إلى خفض جودة مياه الصرف المراد معالجتها **(Barika et Senoussi, 2005)** .

3-2- العوامل الفيزيائية

3-2-1- شكل، عمق وحجم الأحواض

يجب أن يكون شكل الحوض بسيط، ذلك لضمان سهولة تنقل مياه الصرف. يعمل العمق مباشرة على اختراق الضوء الذي يعزز عملية التركيب الضوئي.

من جهة أخرى، يسمح حجم الأحواض مع معدلات التدفق بتحديد زمن مكوث امثل يتأثر بالحمولة المقبولة و درجة التنقية المطلوبة **(Labadi et Moukar, 2010)**.

3-2-2- زمن المكوث في الأحواض

هو الزمن اللازم الذي تبقى فيه مياه الصرف داخل الأحواض من اجل معالجتها. يتغير هذا الزمن بتغير الظروف المناخية، مما يؤثر بشكل غير مباشر على مردود المعالجة.

يمكن لعملية التبخر العالية المسجلة خلال الفصول الحارة ان ترفع زمن المكوث بشكل واضح مما يؤثر على المردود. وعلى العكس، فان طبقة اللزجة المتكونة على سطح المياه خلال فصل الشتاء تقلل من زمن المكوث داخل الأحواض **(Dahou et Brek, 2013)**.

3-3- العوامل الكيميائية

3-3-1- الأس الهيدروجيني

يعد الأس الهيدروجيني عامل مهم لتحديد نجاعة المعالجة. إن الوسط شديد القلوية أو الحمضية لا يمكن تحمله، ثم ان هناك حد للتحمل مفروض من قبل الكائنات الدقيقة **(Dekkich, 2007)** .

3-3-2- الحمولة العضوية

لكمية الحمولة العضوية تأثير على فعالية المعالجة. إذ يجب اختيارها وفقا لمتطلبات الكائنات الحية الدقيقة دون تسجيل أي زيادة أو نقصان عن الحد المطلوب**(Dahou et Brek, 2013)**.

3-3-3- تركيبة الأملاح المعدنية

يجب أن تكون هذه التركيبة كافية لضمان النمو الطبيعي للنباتات، ويمكن لأي فائض أن يخل بهذا النمو الطبيعي **(Bekkouche et Zidane, 2004)** .

4- طرق معالجة مياه الصرف

تتنوع عمليات معالجة المياه الملوثة بين فيزيائية وكيميائية وبيولوجية وهي كالاتي:

4-1- العمليات الفيزيائية

بدأ استخدام العمليات الفيزيائية منذ زمن طويل ولا تزال أساسا لمعظم أنظمة المعالجة.

4-1-1- الغربلة

تؤدي تصفية المياه الملوثة إلى إزالة الملوثات الكبيرة الحجم بهدف حماية معدات أسفل المجرى و منع المواد العائمة من دخول خزانات الترسب، و تتألف أجهزة التصفية من قضبان متوازية أو شبكة أسلاك أو صفائح مثقوبة أو غيرها، و يجري التخلص من المواد المزالة بالتصفية إما بدفنها أو حرقها أو إرجاعها بعد عملية التنقية **((WEF) et (ASCE),1992)**.

4-1-2- أحواض الترسيب

الغاية منها إزالة الرمال والمواد الحصوية الناعمة التي مرت عبر المصافي وبالتالي الإقلال من حجم الرواسب في أحواض الترسيب وهناك نوعين من أحواض الترسيب هما الأحواض المستطيلة والأحواض المستديرة **(عيدة و غمام ، 2011 ؛ غرايبية و فرحان، 2002)**.

4-1-3- أحواض التعديل

والغاية منها تخفيف حدة التغيرات في كمية الجريان أو شدة مياه المجاري الواصلة لمحطة المعالجة وذلك للحصول على معدل شبه ثابت للجريان وتركيز شبه ثابت للملوثات الموجودة في مياه المجاري الداخلة للمعالجة وهي تستعمل عندما تدعو الحاجة لذلك **(عيدة و غمام ، 2011 ؛ غرايبية و فرحان، 2002)**.

4-1-4- إزالة الزيوت و الدهون

بعد تصفية المياه الملوثة بواسطة المصافي و أحواض الترسيب الرمال تبقي مواد صلبة وسائلة طافية علي سطح المياه والتي لابد من التخلص منها لرفع كفاءة عمليات المعالجة ومن هذه المواد الزيوت والدهون . وتأتي الزيوت من المطاعم والمسالخ ومصانع الأعلاف الحيوانية .ويتم فصل الدهون والزيوت والمواد الطافية الأخرى بواسطة كاشطات متحركة علي سطح الماء **(عيدة و غمام ، 2011)**.

4-1-5- أحواض الترسيب الابتدائي

تنحصر وظيفة أحواض الترسيب الابتدائية في ترسيب أكبر كمية ممكنة من المواد العالقة التي يقل حجمها عن 0.2 مم. وتستعمل هذه الأحواض ليس فقط في المرحلة الميكانيكية وإنما أيضا في المرحلة الحيوية والثانية في ترسيب الحمأة **(عيدة و غمام ، 2011)**.

4-2- العمليات الكيميائية

تعمل الوسائل الكيميائية المستخدمة لمعالجة المياه الملوثة عن طريق التفاعلات الكيميائية، وتدمج عادة مع العمليات الفيزيائية والبيولوجية. ومن أهم أضرار هذه العمليات، أنّها تراكمية، تساهم في زيادة المواد المذابة في المياه الملوثة، وهذا قد يشكل عاملا هاما لدى إعادة استخدام المياه الملوثة. وتتضمن الفقرات التالية عرضا لأهم العمليات الكيميائية المستخدمة.

4-2-1- الترسيب الكيميائي

يساعد التخثير الكيميائي للمياه الملوثة الخام قبل الترسيب في تلبد الأجسام الصلبة المجزأة لتشكل كتلا سهلة الترسيب. و بهذه الطريقة، تزيد فعالية إزالة المواد الصلبة العالقة و الفوسفور و غيرها بالمقارنة مع الترسيب العادي بدون تخثير. و تتأثر درجة التصفية الناتجة بكمية المواد الكيميائية المضافة و دقة التحكم بالعملية **(Metcalf et Eddy ,1991)**.

4-2-2- الامتزاز بالكربون النشط

الامتزاز هو عملية تجميع المواد الذائبة في محلول على سطح مناسب. و تعالج المياه الملوثة عادة بالكربون المنشط بعد المعالجة البيولوجية العادية بهدف إزالة قسم من المادة العضوية الذائبة المتبقية أو الجسيمات. و يصنع الكربون المنشط بتسخين الفحم إلى حرارة عالية و من ثم تنشيطه عبر تعريضه لغاز مؤكسد. و يؤدي الغاز إلى إنتاج مسام في الفحم بحيث يزيد من مساحة السطوح الداخلية. و يشيع استخدام نوعين من الكربون المنشط هما: الكربون المنشط الحبيبي، و قطره أكبر من 0.1 مم، و مسحوق الكربون المنشط و قطره أقل من 200 ميكرون **(Metcalf et Eddy , 1991)**.

4-2-3- التطهير

يعرف التطهير بأنه الإتلاف الانتقائي للمتعضيات الصغيرة الممرضة، و يعتبر عملية هامة في معالجة المياه الملوثة بسبب نوعية هذه المياه و احتوائها على أنواع مختلفة من المتعضيات المعوية البشرية المسببة لعدد من الأمراض المنقولة بالمياه. و يجري التطهير عادة باستخدام إحدى الطرائق التالية: العوامل الفيزيائية و منها الحرارة والضوء؛ و العوامل الميكانيكية و منها التصفية و الترسيب و الترشيح و غيرها؛ و الإشعاع باستخدام أشعة غاما؛ و العوامل الكيميائية و منها الكلور و مركباته و البروم و اليود و الأوزون و الفينول و المركبات الفينولية و الكحول و المعادن الثقيلة و الأصباغ و

الصابون و المنظفات الاصطناعية و غيرها. أما المواد الأكثر استعمالا فهي الكلور و المواد الكيميائية المؤكسدة **(Qasim, 1999).**

4-2-4- نزع الكلور

ينبغي نزع رواسب الكلور من المياه الملوثة المعالَجة بالكلور قبل إعادة استخدامها أو صرفها في المياه المستقبِلة. و تتفاعل مركبات الكلور مع عدد كبير من المركبات العضوية في المياه الملوثة، منتجة مركبات سامة غير مرغوب فيها، و محدثة آثارا سلبية طويلة الأجل على البيئة المائية و المتعضيات الصغيرة فيها. و يمكن نزع الكلور باستخدام الكربون المنشط أو بإضافة عامل اختزال، كثاني أكسيد الكبريت وكبريتات الصوديوم، غير أن نزع الكلور لا يزيل المخلفات الثانوية السامة التي تكون قد أنتجت سابقا **(Qasim,1999)** .

4-3- العمليات البيولوجية

تستخدم العمليات البيولوجية لتحويل المواد العضوية المفتتة والذائبة في المياه الملوثة إلى أجسام صلبة عضوية و غير عضوية ملبدة وقابلة للترسب. ذلك بواسطة المتعضيات الصغيرة (الكائنات الحية الدقيقة المحللة)، وتستعمل العمليات البيولوجية عادة بالاقتران مع العمليات الفيزيائية والكيميائية بهدف خفض محتوى المياه الملوثة من المواد العضوية والمغذيات كالأزوت والفوسفور. وفي المرحلة الثانية يمكن معالجة المياه الملوثة بعدة طرق من أهمها **(عيدة و غمام ، 2011)**:

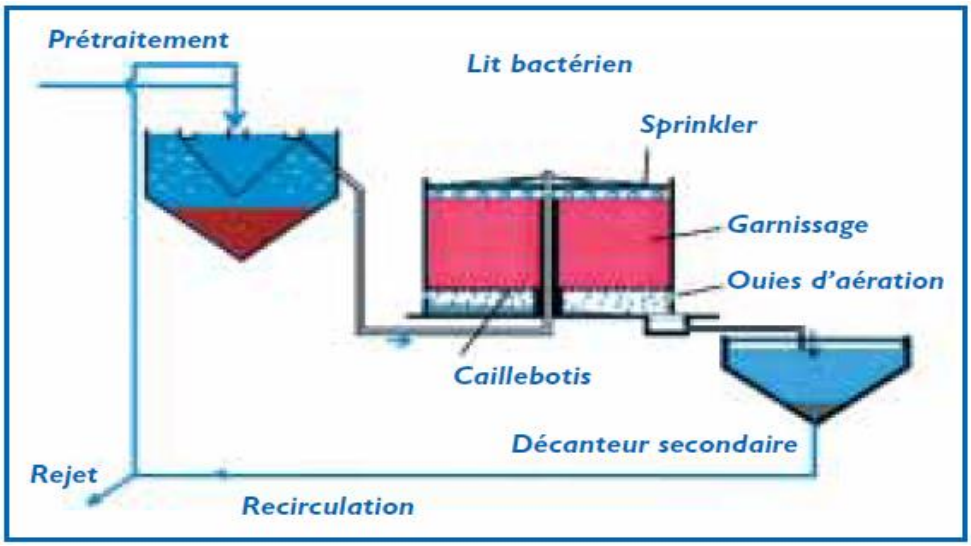
4-3-1- طرق المعالجة المركزة (Techniques intensives)

تعتبر طرق المعالجة المركزة اكثر التقنيات البيولوجية تطورا على مستوى محطات معالجة مياه الصرف الحضرية. يعتمد مبدأ هاته الطرق على توفير مساحات صغيرة ، تكثيف ظاهرة التحويل و اتلاف المواد العضوية التي يمكن ملاحظتها في الوسط الطبيعي **(OPOCE , 2001)** .

أ- الأسرَة البكتيرية أو أسرة الترشيح (Lits Bactériens/lits filtrants)

الأسرَة البكتيرية من أقدم عمليات المعالجة البيولوجية الهوائية استخداما لإزالة المواد العضوية من المياه الملوثة. و يتكون هذا النوع من الأنظمة من طبقة غشائية رقيقة لزجة تدعى Zooglée ذات طبيعة بيولوجية تحتوي على كائنات حية دقيقة مختلفة التي تؤكسد المادة العضوية الملوثة، بحيث تشكل طبقة من الطين البيولوجي، تترشح المياه عبرها. ويتكون المرشح عادة من حجر أو مادة حشو بلاستيكية. وتتحلل المواد العضوية الموجودة في المياه الملوثة عبر امتزازها على طبقة الطين البيولوجي. و في القسم الخارجي لطبقة الطين هذه، تتحلل المواد العضوية عن طريق المتعضيات الصغيرة الهوائية .و عندما تنمو المتعضيات الصغيرة، تزيد سماكة طبقة الطين و يستنفد الأكسجين قبل أن يدخل إلى عمق الطبقة، بحيث تتكون بيئة لا هوائية قرب سطح المرشح. و كلما ازدادت سماكة طبقة

الطين، تبدأ المواد العضوية بالتحلل قبل الوصول إلى المتعضيات الصغيرة الموجودة على سطح المرشح، فتموت هذه المتعضيات و تنجرف مع المياه المتدفقة، ثم تنمو طبقة جديدة من الطين مكان الطبقة السابقة، و هذا يعرف بالسلخ **(Qasim, 1999)**.



الشكل (2): رسم تخطيطي لمحطة معالجة مياه الصرف تعمل بالأسرَة البكتيرية

الجدول (4): أبعاد محطة تعمل بتقنية الأسرَة البكتيرية

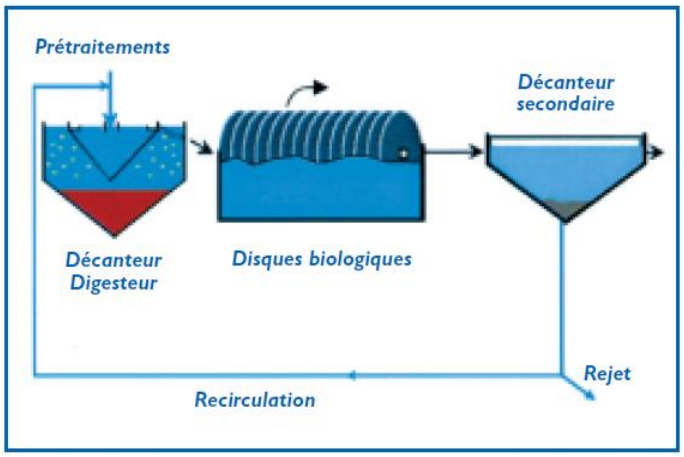
الهدف من التصريف	نوع الأسرَة	الحمولة العضوية القصوى (كغ DBO_5/متر^3.اليوم)	الحد الأدنى لارتفاع المادة (م)	الحد الأدنى للحمولة المائية(م/سا)	الحد الأدنى لزمن إعادة التدوير
≤ 35 مغ DBO_5 / ل	تقليدي	0.7	2.5	1	2
	بلاستيكي	0.7	4	2.2	2
≤ 25 مغ DBO_5 / ل	تقليدي	0.4	2.5	0.7	2.5
	بلاستيكي	0.4	5	1.8	2.5

(OPOCE , 2001)

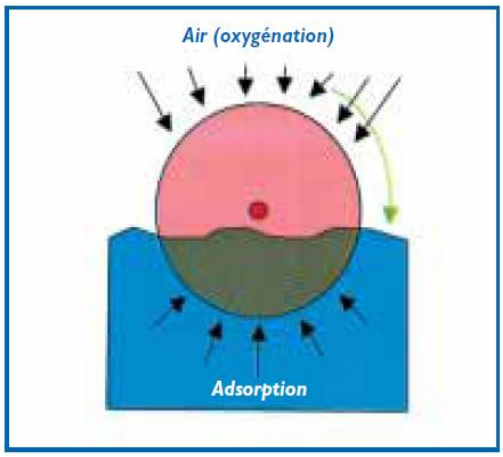
ب-الأقراص البيولوجية

تُـكون الاقراص البيولوجية الدوارة نظما بيولوجية بطبقة غشائية رقيقة لزجة تدعى Zooglée ذات طبيعة بيولوجية تحتوي على كائنات حية دقيقة مختلفة التي تؤكسد المادة العضوية الملوثة، وتتألف من حوض أو أكثر تدور فيه ببطء أقراص دائرية متقاربة ومركبة على أعمدة أفقية، حيث تغمر الأقراص المصنوعة من البولسترين أو الكلوريد المتعدد الفاينل جزئيا في المياه الملوثة بحيث تتشكل طبقة من الوحل البكتيري على سطحها الرطب. ويسمح دوران هذه الأقراص بتعرض البكتيريا للمياه الملوثة حيث تمتز المواد العضوية، ثم للهواء حيث تمتص الأكسجين. ويساعد الدوران أيضا على إزالة البكتيريا الزائدة من سطح الأقراص والحفاظ على أجسام بيولوجية صلبة مسلوخة وعالقة. ويلي ذلك خزان ترسيب نهائي لنزع الأجسام الصلبة المسلوخة. وتتحلل المواد العضوية بنفس طريقة الأسرَة

البكتيرية. و تستخدم الملامسات البيولوجية الدوارة المغمورة جزئيا. لنزع الطلب البيولوجي على الأكسجين الكربوني، و الأكسدة الكربونية و النترجة **(Qasim, 1999) .**



الشكل (3): رسم تخطيطي لمحطة معالجة مياه الصرف تعمل بتقنية الأقراص البيولوجية



الشكل (4): رسم توضيحي لمبدأ عمل القرص البيولوجي

الجدول (5): أبعاد محطة تعمل بتقنية الأقراص البيولوجية

الهدف من التصريف	الحمولة العضوية المراد تطبيقها (بعد الترسيب الأولي)
≤ 35 مغ DBO_5 / لتر	9 غ DBO_5 / متر^2.اليوم
≤ 25 مغ DBO_5 / لتر	7 غ DBO_5 / متر^2.اليوم

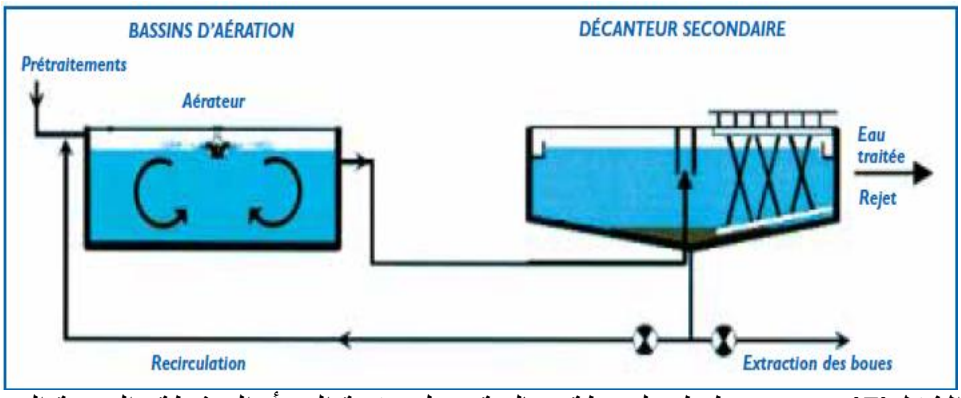
(OPOCE , 2001)

ج- الحمأة المنشطة (Boues Activeés)

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعاً في الوقت الحاضر بسبب فاعليتها العالية في المعالجة وسميت بهذا الاسم لأنه يتم إعادة جزء من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة الحيوية في حوض التهوية وبالتالي زيادة معدل الأكسدة وتفكيك المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية.

وتبدأ المعالجة بعزل المواد الطافية والمواد الصلبة الخشنة العالقة اثناء دخول مياه المجاري إلى محطات المعالجة حيث يتم سحق المواد الصلبة وإعادة إدخالها مره أخرى في المجرى الرئيسي المؤدى إلى داخل المحطة بعد ذلك تمر مياه المجاري في مجرى به رمل خشن وذلك لترسيب الرمل والمعادن الثقيلة الصلبة ثم يتم إدخال المياه التي تحتوي على مواد صلبة دقيقة بالإضافة إلى المواد الذائبة إلى خزان الترسيب حيث تترسب الأجزاء الثقيلة في شكل حماه وتزال هذه الحماة من خزانات الترسيب وتسمى بالحماة الخام ثم تعامل منفصلة تحت ظروف لاهوائية إما الرشح فيتم إدخاله إلى خزان التهوية

حيث تضبط الحالة الغذائية إذا لزم الأمر بإضافة الازوت او الفوسفات أو أي عناصر غذائية أخرى مطلوبة ثم يضاف إلى الخزان لقاح من الحماة المنشطة وهذا اللقاح عبارة عن كتله متلبدة من الحماة ثم تهويتها ميكانيكيا بواسطة ضخ الهواء إليها لينمو بها اكبر عدد ممكن من خليط البكتريا ومعظمها من البكتريا الهلامية **(عيدة و غمام، 2011 ؛ غرابية و فرحان 2002).**



الشكل(5): رسم تخطيطي لمحطة معالجة تعمل بتقنية الحمأة المنشطة- التهوية الممتدة

الجدول (6): أبعاد حوض التهوية في محطة للحمأة النشطة في حالة تهوية ممتدة

الحمولة الكتلية	≥ 0.1 كغ DBO_5 / كغ MES. اليوم
الحمولة الحجمية	≥ 0.35 كغ DBO_5 / متر^3. اليوم
تركيز الحمأة	4 إلى 5 MS / لتر
زمن المكوث	حوالي 24 سا
كمية الـ O_2 اللازمة	1.8 كغ O_2 / كغ DBO_5
قوة التخمر	3 إلى 10 وات / متر^3 بالنسبة للمخمرات 10 إلى 20 وات / متر^3 بالنسبة لأنظمة التهوية ذات فقاعات الهواء الدقيقة

(OPOCE , 2001)

- **ايجابيات وسلبيات مختلف طرق المعالجة المركزة**

الجدول (7): ايجابيات وسلبيات طرق المعالجة المركزة

طرق المعالجة	الايجابيات	السلبيات
الأسرَة البكتيرية و الأقراص البيولوجية	• استهلاك ضئيل للطاقة. • تقنية بسيطة تتطلب صيانة ومراقبة اقل مقارنة بنظام الحمأة النشطة. • ترسيب أفضل للحمأة. • حساسية جد ضئيلة لتغيرات الحمولة والسَمية مقارنة بالحمأة النشطة. • تقام عموما للمجتمعات الصغيرة. • مقاومة للبرودة.	• أداء جد ضعيف مقارنة بالحمأة النشطة. • تكاليف استثمار جد عالية. • ضرورة إجراء معالجة ابتدائية فعالة. • حساسة اتجاه الانسداد.
الحمأة النشطة	• مناسبة لأي حجم من التجمعات (عدا التجمعات الجد صغيرة). • إزالة جيدة لعوامل التلوث. • مناسبة لحماية الأوساط المستقبلة الحساسة. • حمأة اقل استقرار. • سهولة ازالة الفوسفات في نفس الوقت	• تكاليف استثمار جد عالية. • استهلاك عالي للطاقة. • تحتاج موظفين مؤهلين وكذا إشراف منتظم. • حساسة اتجاه الزيادة في الحمولة المائية. • تفتقد لسهولة إتقان ترسيب الحمأة بشكل دائم. • إنتاج عالي للحمأة التي يجب أن تكون مركزة.

(OPOCE , 2001)

4-2- طرق المعالجة الموسعة (Techniques extensives):

تعد طرق المعالجة الموسعة تقنيات لتنفيذ المعالجة بمساعدة النباتات الثابتة و الحرة و ذلك في و جود الطاقة الشمسية التي تسمح بإنتاج الاكسجين من خلال التركيب الضوئي. ومن مميزات هذه الطرق انه يمكن تشغيلها دون طاقة كهربائية باستثناء الاحواض المهواة لاحتوائها على مضخات هوائية او اجهزة نفخ الهواء. تختلف هذه الطرق عن تلك المذكورة سابقا والتي تتطلب مساحات صغيرة فهي تحتاج الى مساحات اكبر.

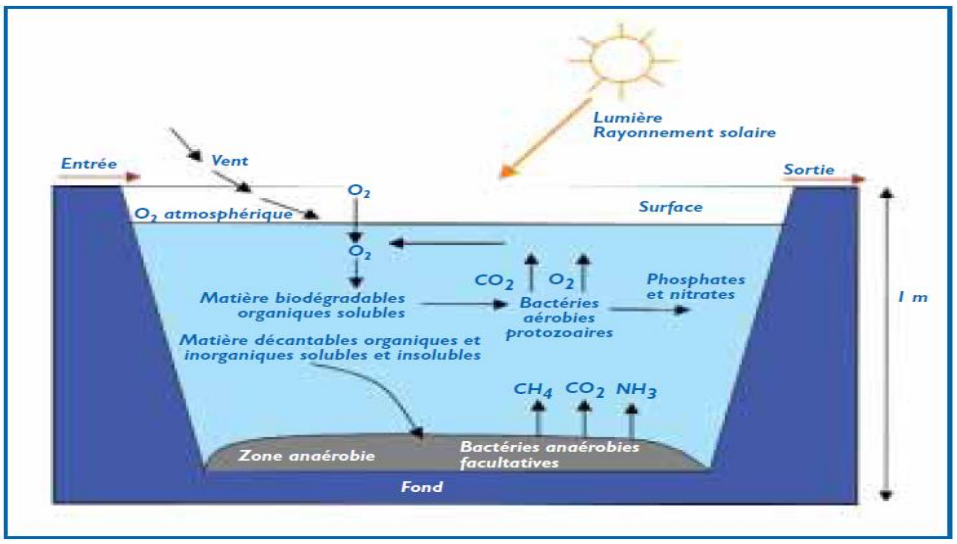
في بعض الدول ، تم تطوير هاته الطرق لتتمكن المحطة من استيعاب التجمعات السكنية التي تقدر بـاقل من 500 مكافئ سكاني بصفة عامة ، الا انه يمكن استخدامها لقيمة اكبر من ذلك مع اتخاذ الاحتياطات اللازمة **(OPOCE , 2001)** .

4-2-1- الأحواض الطبيعية

تعتمد هذه المعالجة على طول زمن مكوث حيث قد يصل الى 70 يوم وذلك تحت تأثير درجة الحرارة ومساحة أحواض مياه الصرف على التسلسل **(Radoux et *al*, 2000)**. من جهة أخرى،

عدد الأحواض الأكثر شيوعا في المحطات هو 3 أحواض. ومع ذلك، فإن توفير 4 إلى 6 أحواض يضمن معالجة وتنقية أفضل.

الآلية الأساسية التي تعتمد عليها تقنية الأحواض الطبيعية هي عملية التمثيل الضوئي. تتعرض الطبقة السطحية للمياه في الأحواض للضوء، مما يسمح بتواجد الطحالب التي تنتج الأكسجين الضروري لنمو البكتيريا الهوائية المسؤولية عن تحلل المواد العضوية. يسمح ثاني أكسيد الكربون المتكون من البكتيريا والمعادن المتواجدة في مياه الصرف الصحي بتكاثر الطحالب. وبالتالي فانه يوجد مجتمعين مترابطين هما: البكتيريا والطحالب العالقة والتي تسمى أيضا بالنباتات ذات الأوراق الصغيرة. وتحقق هذه العملية اكتفاء ذاتيا طالما انه يتم تزويد النظام بالطاقة الشمسية والمادة العضوية في قاع الأحواض، حيث لا يصل الضوء، تتواجد بكتيريا لاهوائية مسؤولة عن تحلل الرواسب الناتجة عن المواد العضوية المترسبة **. (OPOCE , 2001)**



الشكل (6): الآليات التي تحدث على مستوى الأحواض الطبيعية

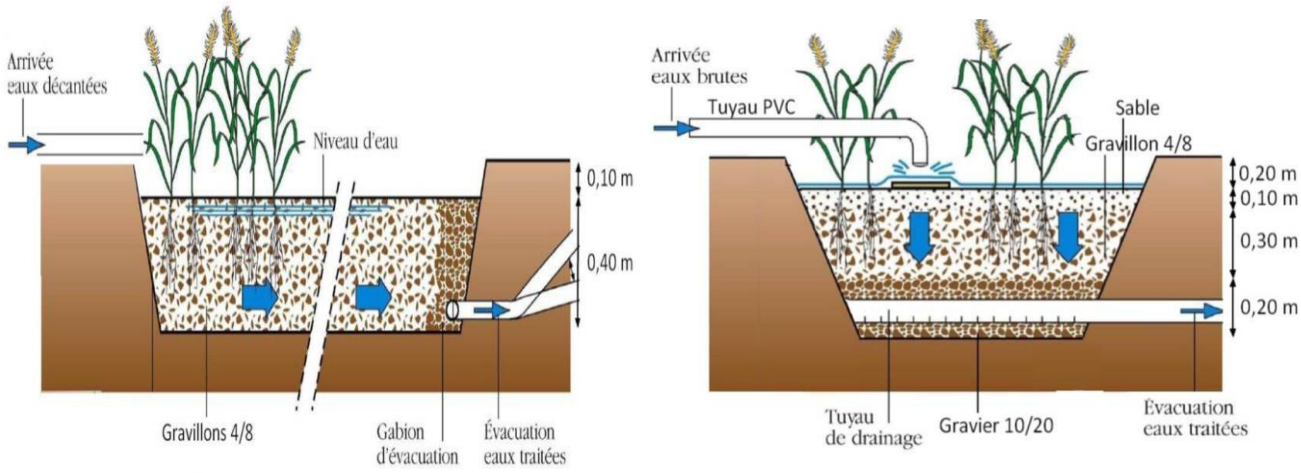
الجدول (8): مساحة الأحواض الطبيعية

عدد الأحواض	تصميم الأحواض	
	مساحة الحوض الأول	**مساحة الحوضين الثاني و الثالث معا**
3 أحواض	6 متر^2 / مكافئ سكاني	5 متر^2 / مكافئ سكاني

(OPOCE , 2001)

4-2-2- أحواض المعالجة بالنباتات (Procédé de phytoépuration)

يطلق على محطات المعالجة النباتية والتي تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أوليا عبر أحواض مزروعة بالنباتات (القصب مثلا) بالأراضي الرطبة المصطنعة. تكون أحواض المعالجة في هذه الأنظمة مملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا. وهي تعرف على إنها مناطق مشبعة بالمياه يتم تصميمها هندسيا (غير طبيعية) بحيث تكون قادرة على إزالة الملوثات من مياه المجاري الخام، وبالتالي تحسين مواصفات المياه المعالجة النهائية قبل تصريفها أو إعادة استخدامها. كما أنها تصنف كمرحلة معالجة ثانوية أو ثلاثية حسب الاستخدام للأحواض المختلفة (ذات جريان تحت سطحي وسطحي) على اعتبار إن المياه الملوثة الداخلة إليها تكون قد عولجت بشكل أولي.



الشكل (7): النباتات المائية ضمن أحواض المعالجة بالنباتات.

4-2-3- الأحواض المهواة (Language aéré)

نظرا لارتباط هذا النوع من التنقية بموضوع الرسالة سوف نتعرض له بالتفصيل.

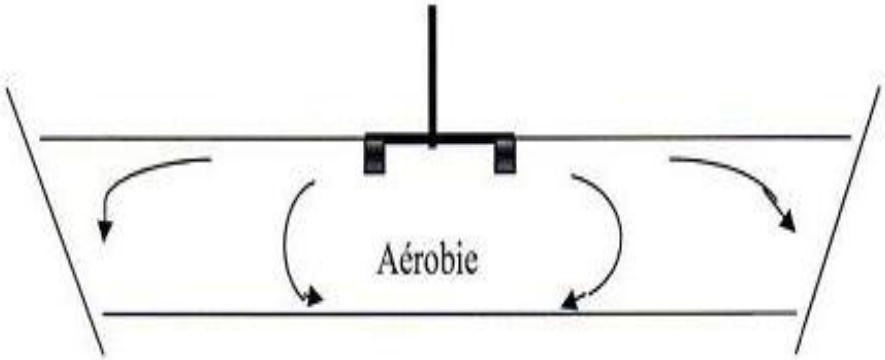
4-2-3-1- تعريف: الأحواض المهواة عبارة عن تقنية معالجة بيولوجية التي تتميز بتعدد الأحواض التي يتم فيها تحلل المادة العضوية بفضل البكتيريا، و يتم هذا التحلل في ظروف هوائية بفضل تزويد الماء بالأكسجين اصطناعيا عن طريق أجهزة التهوية **(Dahou et Brek, 2013)**.

في حالة الأحواض المهواة لا يتم إعادة تدوير البكتيريا كما هو الحال في الحمأة النشطة.

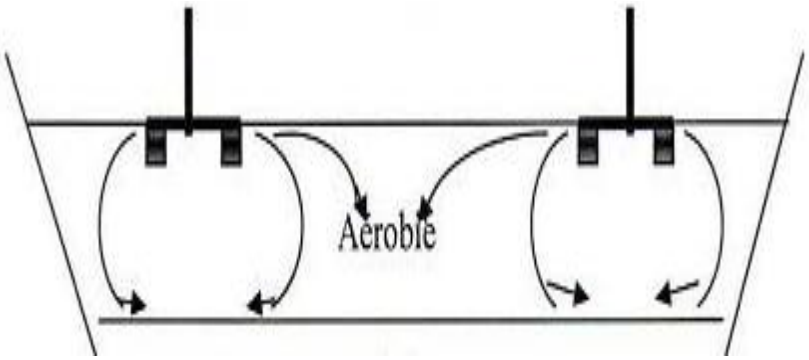
4-2-3-2- أنواع الأحواض المهواة: نميز نوعين من الأحواض المهواة هما **(Dahou et Brek, 2013)**:

أ- الأحواض المهواة الهوائية: في هذا النوع من الأحواض، تتم المحافظة على نفس تركيز الأكسجين على مستوى كامل الحوض. يكون عمق الحوض حوالي 2.4 إلى 2.8 متر، بحيث يتم توزيع كل من الأكسجين و المواد العالقة بشكل متساو داخل الحوض.

ب- الأحواض المهواة الاختيارية: في هذا النوع من الأحواض، نحافظ على بقاء الأكسجين في الجزء العلوي فقط من الحوض في حين أن الجزء الأكبر من المواد الخاملة العالقة و المواد البيولوجية غير القابلة للأكسدة ترسب في عمق الحوض أين يتم تحليلها لاهوائيا. يمكن تعديل الحوض ليتضمن حجرة ترسيب منفصلة قادرة على توفير مياه صرف أنقى.



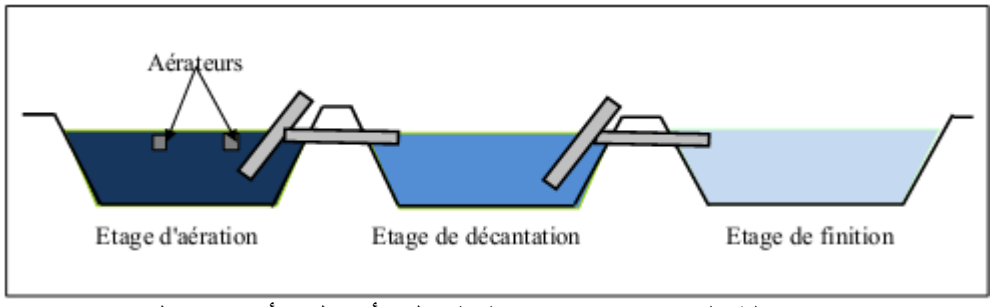
الشكل (8): رسم تخطيطي لحوض الرواسب اللاهوائية



الشكل (9): رسم تخطيطي لحوض اختياري

4-2-3-3- مبدأ عمل الطريقة: في حالة الأحواض المهواة، يتم التزويد بالأكسجين ميكانيكيا عن طريق مضخات الهواء المتواجدة على السطح أو عن طريق نفخه.

الآليات التي تحدث في مختلف المستويات**(Dahou et Brek, 2013)**:



الشكل (10): رسم تخطيطي لمبدأ عمل الأحواض المهواة

أ- **في طابق التهوية:** تستهلك الكائنات الحية الدقيقة العناصر الغذائية التي يشكلها التلوث الذي يتعين القضاء عليه في المياه المراد معالجتها. تتمثل هذه الكائنات الدقيقة في البكتيريا و الفطريات.

الجدول (9): قواعد تصميم أحواض التهوية

الخصائص	قواعد التصميم
زمن المكوث	20 يوم
الحجم	3 متر^3
الارتفاع	2 إلى 3 متر في حالة مضخات سطحية > 4 متر في حالة نفخ الهواء
شكل الحوض	مربع حول كل مضخة هواء
سعة المضخات الهوائية	حوالي 5 إلى 6 وات / متر^3

(OPOCE , 2001)

ب- **في طابق الترسيب:** ترسب المواد العالقة التي تمثل مجموع الكائنات الحية الدقيقة و الجسيمات العالقة لتشكيل الحمأة. يتم ضخ الحمأة بانتظام أو إزالتها من الأحواض عند تشكل حجم كبير جدا منها.

الجدول (10): قواعد تصميم أحواض الترسيب

الخصائص	قواعد التصميم
الحجم	0.6 إلى 1 متر^3
شكل الحوض	مستطيل بنسبة عرض / طول يعادل 2/1 أو 3/1
الارتفاع	2 متر

(OPOCE , 2001)

ت- **في الطابق النهائي:** تفتقد هذه البحيرات إلى أنظمة التخمر، مما يسمح بالفصل الفيزيائي للحمأة عن المياه المعالجة.

- **ايجابيات و سلبيات مختلف طرق المعالجة الموسعة**

الجدول (11): ايجابيات و سلبيات طرق المعالجة الموسعة

طرق المعالجة	الايجابيات	السلبيات
الأحواض الطبيعية	• تظل التقنية بسيطة لكن إذا لم يتم تنظيف الأحواض في الوقت المناسب فإن أداء المحطة سيقل. • تزيل جزء كبير من المغذيات: الفسفور و النيتروجين (في الصيف). • تصريف اقل و إزالة جيدة لمسببات الأمراض في الصيف. • تتكيف بشكل جيد مع التغيرات في الحمولة الهيدروليكية. • سهلة البناء و كذا الهندسة المعمارية. • تعطي منظر طبيعي جيد. • تخلو من الإزعاج السمعي. • الحمأة المتشكلة تكون أكثر استقرارا عدا تلك التي تكون في الحوض الأول.	• التكلفة الاستثمارية تتعلق بطبيعة الأرضية. • أداءها اقل كفاءة من الطرق المركزة بالنسبة للمواد العضوية. • جودة المياه المعالجة تتأثر بالتغيرات الفصلية. • محدودية السيطرة على التوازن البيولوجي و عمليات المعالجة.
الأحواض المهواة	• تتحمل تغيرات الحمولة الهيدروليكية و/أو العضوية المعتبرة. • يمكنها معالجة مياه صرف عالية التركيز. • تستقبل مياه الصرف غير المتزنة من ناحية المغذيات. • يمكنها معالجة كل من مياه الصرف الصحي المنزلي و الصناعي القابلة للتحلل معا و في نفس الوقت. • تعطي منظر طبيعي جيد. • الحمأة المتشكلة تكون مستقرة.	• مياه معالجة متوسطة الجودة بالنسبة لجميع عوامل المقاسة. • وجود المعدات الكهربائية يتطلب وجود عامل مختص من اجل الصيانة. • ينتج عنها إزعاج سمعي مرتبط بوجود المضخات الهوائية. • استهلاك عال للطاقة.

(OPOCE , 2001)

5- إسترجاع و إعادة استخدام مياه الصرف

إزاء تزايد الطلب على المياه، و الاستهلاك غير المستدام لموارد المياه الطبيعية، يلقى موضوع استرجاع و إعادة استخدام مياه الصرف اهتماما متزايدا في الآونة الأخيرة. و تعتبر نوعية المياه المسترجعة شأنا أساسيا في تطبيقات إعادة الاستخدام، و تحدد تسلسل عملية معالجة المياه الملوثة. و يصف هذا القسم التطبيقات المختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف مع التركيز على نوعية المياه المسترجعة **(عيدة و غمام ، 2011)**.

أ- الري

يمكن إعادة استخدام المياه الملوثة المعالَجة لري المحاصيل و المناظر الطبيعية. و تعتبر نوعية المياه المعالجة و ملاءمتها لنمو الزرع العامل الأساسي في هذا التطبيق. و لبعض مكونات المياه المسترجعة أهمية خاصة في الري الزراعي، و منها التركيزات المرتفعة للجوامد المذابة و المواد الكيميائية السامة و الكلور المترسب و المغذيات. و من الاعتبارات البالغة الأهمية أيضا المخاطر التي يطرحها، على الصحة و السلامة العامة، احتمال وجود عوامل ممرضة جرثومية، و ديدان و كائنات وحيدة الخلية و فيروسات. و تختلف أهمية هذه العوامل حسب الاستخدام في الري و درجة التلامس البشري. و من العوامل المقيدة لاستخدام المياه الملوثة المعالجة في الري تسويق المحاصيل و تقبل العامة، و تلوّث المياه السطحية و الجوفية، و ارتفاع تكاليف ضخ المياه المسترجعة إلى الأراضي الزراعية **(Qasim, 1999)**.

الجدول(12): بعض بلدان الشرق الادني التي تستخدم كميات كبيرة من المياه المعالجة في الري

البلد	كمية المياه العادمة مليون $م^3$/سنة	%النسبة من مجموع المياه المستعملة في الري	%النسبة من المياه المسحوبة في البلد
مصر	200	16.7	0.36
الكويت	52	4.3	9.67
السعودية	217	18.1	1.28
سوريا	370	30.8	257
الإمارات المتحدة	108	9	5.12
البلدان الأخرى 24	253	21.1	0.06

(مكتب الشرق الأوسط (FAO)).

ب- الإستخدام الصناعي:

المياه الملوثة المسترجعة هي مصدر مثالي للاستخدامات الصناعية، لأن العمليات الصناعية، و منها التبريد التبخيري و تغذية المرجل، لا تتطلب مياه فائقة الجودة. و لكل استخدام قيود تحد من قابلية تطبيقه، فاستخدام المياه المسترجعة في أبراج التبريد، مثلا يسبب مشاكل عدة منها التقشر و التآكل و النمو البيولوجي و الحشف و الإرغاء، و يسبب استخدام المياه العذبة المشاكل ذاتها، و لكن بمعدل تكرار أقل. أما في تغذية المرجل، فينبغي خفض عسر المياه و نزع المعادن من المياه الملوثة قبل استخدامها**(Rowe et Abdel Magid ,1995)**.

ت- الاستخدامات الترفيهية

تستخدم المياه المسترجعة لأغراض ترفيهية تشمل صيانة المناظر الطبيعية و الخزانات الجمالية، و إحتجاز المياه و النوافير، و صناعة الثلج، و تربية السمك، و تغذية البحيرات المخصصة للسباحة و الصيد و القوارب **(Qasim, 1999)**. و يحدد المستوى المطلوب لمعالجة المياه المسترجعة حسب الاستخدام المقصود، و يرفع مع درجة التلامس البشري. فللاستخدام الترفيهي غير المقيد، مثلا تعالج المياه بالتخثر و الترشيح و التطهير للحصول على عدد بكتيريا الكوليفورم أقل من 3 في كل 100 مل **(Rowe et Abdel Magid ,1995)**.

ث- تغذية طبقات المياه الجوفية

تساعد تغذية طبقات المياه الجوفية في المحافظة على مستوياتها و حمايتها من تسرب المياه المالحة، كما تكون طريقة لحفظ المياه المسترجعة للاستعمال المستقبلي. و تجري تغذية المياه الجوفية بالنشر السطحي في أحواض أو الحقن المباشر في مجاري المياه الجوفية. فطريقة النشر السطحي تستخدم الغمر و التخديد و الأراضي الرطبة الاصطناعية و أحواض التسريب، و تحسن نوعية المياه المسترجعة كثيرا بسبب ترشحها عبر التربة و المنطقة غير المشبعة و مجمع المياه الجوفية؛ و طريقة الحقن المباشر مكلفة بسبب ارتفاع كلفة معالجة مياه الصرف و كلفة معدات الحقن. و من أخطار تغذية طبقات المياه الجوفية بمياه مسترجعة احتمال التلوث **(Qasim, 1999)**.

ج- إعادة الإستخدام كمياه للشرب

يثير استخدام المياه المسترجعة للشرب حذرا شديدا، بسبب رفض العامة و مخاطر الصحة و السلامة. و مع الأبحاث الشاملة التي أجريت في هذا المجال، يواجه هذا الاستخدام عدة قيود، و لا سيما في وضع معيار مناسب لنوعية المياه. و لذلك يقتصر استخدام المياه الملوثة البلدية المسترجعة للشرب على الحالات القصوى **(عيدة و غمام ، 2011)**.

الجزء العملي

الفصل الثالث : الطرق و المواد المستعملة

ملخص الفصل

في هذا الفصل حاولنا ان نستعرض تقديم المنطقة ومحطة الدراسة (ورقلة) لنتطرق فيما بعد الى البروتوكول التجريبي المتبع في القياس من أخذ العينة الى اجراء تحاليل المخبرية مع ذكر أجهزة القياس وطريقة العمل.

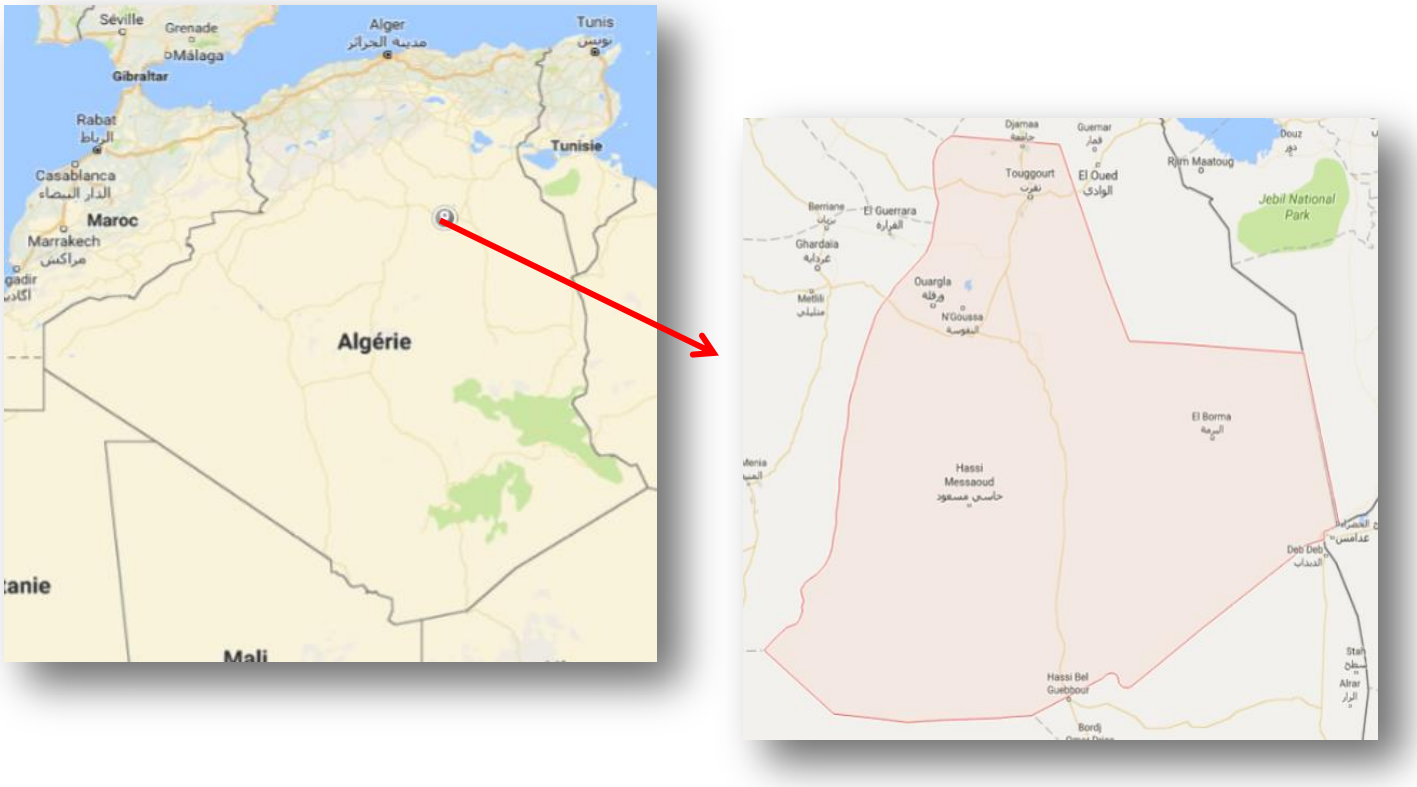
الفهرس

1- تقديم منطقة الدراسة – ورقلة	33
2- تقديم محطة التصفية – ورقلة بسعيد عتبة	34
3- البروتكول التجريبي	38

1- تقديم منطقة الدراسة ورقلة

تقع مدينة ورقلة جنوب شرق الجزائر، على مسافة 800 كم من الجزائر العاصمة. ولاية ورقلة تغطي مساحة 163,000 كيلومتر مربع. ويقدر عدد سكانها 400,000 نسمة سنة 2016 ، موزعة على 21 بلدية . يحدها:

- من الشمال ولايتي الجلفة والواد؛
- من الجنوب ولايتي إليزي وتمنراست؛
- من الغرب ولاية غرداية؛
- من الشرق دولة تونس (**Khadraoui, 2006**).



الشكل (11): الموقع الجغرافي لمدينة ورقلة

2- تقديم محطة التصفية ورقلة بسعيد عتبة

2-1- الموقع الجغرافي

تقع محطة التصفية في منطقة سعيد عتبة شمال –شرق بلدية ورقلة بحيث تبعد عنها بمسافة 3 كم، تتمثل الإحداثيات الفلكية للمحطة في :31°شمالا و 5°شرقا ، تستقبل مياه صرف البلديات الثلاث المتمثلة في: ورقلة، الرويسات وعين البيضاء. دخلت حيز التنفيذ عام 2009 م بهدف الحد من تلوث المياه و إعادة استخدامها للري **(Ounoki et Achour,2014).**

تقدر طاقة استيعاب المحطة ب 400,000 مكافئ سكاني بإجمالي مساحة تقدر بـ 80 هكتار.

تضم المحطة 8 أحواض مقسمة على 3 مستويات **(الجدول 12)** و11 سرير تجفيف في سطر واحد.

1- أحواض التهوية للمستوى الأول(A)

2- أحواض التهوية للمستوى الثاني (B)

3- الأحواض النهائية للمستوى الثالث (F)

4- أسرَة التجفيف

الشكل (12): رسم تخطيطي لمحطة تصفية مياه الصرف – ورقلة

الجدول (13): قواعد البيانات محطة معالجة مياه الصرف ورقلة

الخواص	المستوى الاول	المستوى الثاني	المستوى الثالث
عدد الأحواض	4	2	2
الحجم الكلي	3408000 متر^3	227200متر^3	380متر^3
الطول	250 متر	290متر	129متر
العرض	97 متر	141متر	148054متر
حجم كل وحدة حوض	85200 متر^3	113600متر^3	74027متر^3
المساحة الكلية	9.6 هكتار	8.2هكتار	9.8هكتار
مساحة وحدة كل حوض	2.4 هكتار	4.1هكتار	4.9هكتار
عمق الحوض	3.5 متر	2.8متر	1.5متر
عدد المضخات	12	6	-
نسبة التصفية	% 80-70	% 30-20	-

(**Dahou et Brek,2013**)

2-2- مراحل المعالجة على مستوى المحطة

2-2-1- المعالجة الأولية

تتضمن مرحلة المعالجة الأولية مايلي :

2-2-1-1- الغربلة Dégrillage: يتكون النظام من جهازي غربلة آليان(تقدر المسافة بين قضبان الجهاز 25 مم) متواضعان على التوازي، بالإضافة إلى قناة احتياطية مزودة بشبكة احتياطية (تقدر المسافة بين قضبانها 40 مم) موضوعة كذلك على التوازي تسمح بحجز الفضلات في حالة إيقاف تشغيل أجهزة الغربلة الآلية.

الشكل (13) :جهاز الفرز و الغربلة

2-2-1-2- نزع الرمل(Dessablage):يتم نزع الرمل بفضل ثلاث قنوات متوازية يقدر طولها بـ 23 متر وعرضها بـ 2 متر. تم تجهيز كل قناة بجسر كاشط يسمح بتجمع الرمال داخل حفرة الترسيب المتواجدة في نهاية كل منها، في حين تعمل المضخة على استخلاص هذه الرمال وتوجيهها نحو مصنف الرمل.

يعمل هذا المصنف كمقسم تترسب فيه جزيئات الرمل المستخلصة من قبل، في حين يتم استرداد المياه في الجزء العلوي بعد أن تعبر الصمام. يتم تخزين الرمال المستخرجة فيما بعد في خزانات خاصة.

يجدر الإشارة إلى أن المحطة غير مزودة بجهاز نزع الزيوت.

الشكل (14) :جهاز نزع الرمل

2-2-2- المعالجة الثانوية(المعالجة البيولوجية)

بعد المعالجة الابتدائية، تتعرض مياه الصرف للمعالجة بواسطة الأحواض المهواة. تتكون هذه المرحلة من مستويي تهوية ومستوى نهائي.

2-2-2-1- أحواض التهوية : تغلف أحواض التهوية بواسطة أغشية أرضية حجرية من نوع PHD (بولي ايثيلان ذو كثافة عالية polyéthylène haute densité) . تتشكل هذه الأغشية من رباط حجري الذي يتضمن في القلب وعلى السطح نسيج ارضي من بوليستر غير محبوك. يعطي هذا النسيج للأغشية خصائصه الميكانيكية بالإضافة الى التغليف.

أ- **أحواض التهوية في المستوى الأول (A):** توزع مياه الصرف على الأحواض الأربعة بفضل موزع خاص. في مستوى التهوية يتم التزويد بالأكسجين بفضل مضخات هوائية سطحية. هذه التهوية الميكانيكية تعزز نمو البكتيريا التي تسمح بتحليل المادة العضوية وهضم المغذيات.

قنوات الجاذبية الرابطة (مصنوعة من الاسمنت) بين قنوات الموزع وأحواض المستوى الأول، بالإضافة إلى انه عند التوصيل بين حوضين من مستويين مختلفين نستخدم أغشية من نفس النوع السابق (PHD) من اجل تسهيل عملية اللحام وتجنب عملية الترشيح وبالتالي تفادي نزول المياه للطبقات الجوفية.

حاليا حسب المحطة فان عدد الأحواض التي تتم على مستواها المعالجة هي حوضين فقط.

الشكل (15):حوض تهوية

الشكل (16):مضخة ميكانيكية

ب- **أحواض التهوية في المستوى الثاني (B):** في هذا المستوى، يكون عدد الأحواض و كذا مضخات التهوية اقل من المستوى السابق. المياه التي يتم معالجتها تمر بواسطة الجاذبية من أحواض المستوى الأول نحو أحواض المستوى الثاني. في الوقت الحالي يعمل حوض واحد فقط في هذا المستوى (**Messaoudi ,2011**).

2-2-2-2-الأحواض النهائية أو التكميلية (F): مصممة من أجل نفس غرض (A, B) ولكن لتحسين جودة المياه المعالجة بيولوجيا. أكثرية المواد المحللة تبقى في الأحواض (A, B). ولهذا الأوحال بالحوض التكميلي تزداد مع مرور وقت (**عيدة وغمام ،2011**).

الشكل (17): حوض نهـــــــــــائي

2-2-2-3- اسرة التجفيف : مكونة من 11سرير في سطر واحد مملوءة بحصى مختلف الأحجام ومغطاة بالرمل بالإضافة إلى غطاء أرضي مع صفائح لمنع تسرب مياه الأوحال إلى المياه الجوفية ومنافذ لإخراج الأوحال.

من أجل نزع الأوحال من أحواض المياه الملوثة، تستعمل مضخة تجمع الماء والوحل وتحوله إلى قنوات التحويل ، الأوحال الممتصة تسيل نحو مكان التجفيف . الأوحال المخزنة في هذه الأماكن تجف تحت الظروف الطبيعية للمنطقة في زمن مكوث يتراوح بين 15-18 يوم لنحصل في الأخير على حجم مواد مجففة يتراوح بين 400-450 كغ/م^3 **(Messaoudi ,2011).**

3- البرتوكول التجريبي

3-1- أخذ ونقل العينات

تعد عملية أخذ العينة عملية جد حساسة، إذ أنها يجب أن تتم بأكبر قدر من العناية فهي التي تحدد النتائج التحليلية والتفسيرات المتوقع الحصول عليها. يجب أن تكون العينة المأخوذة متجانسة ومتماثلة دون اي تعديل للخصائص الفيزيوكيميائية للمياه **(Dahou et Brek, 2013).**

تعتبر العينات المأخوذة من مياه المجاري الموجه الرئيسي في تصميم المحطة والمراحل المختلفة للمعالجة ضمنها. لذلك يجب إتباع القواعد الصحيحة في أخذ تلك العينات منها:

- تؤخذ عينات مياه المجاري على مدى 24 ساعة لتحديد تراكيز المواد الموجودة فيها وسطيا وفي ساعات الذروة وعادة يستمر أخذ العينات لفترة أسبوع لتحديد تراكيز الملوثات الصناعية في حال وجودها؛
- يجب إجراء الفحوصات والتحاليل اللازمة خلال فترة لا تزيد على 24 ساعة من أخذ العينة للحصول على تصور دقيق عن الخصائص وشدة مياه المجاري؛
- مقدار العينة لا يقل عن 0.5 لتر ويملأ كامل الوعاء التي يحويها دون ترك أي حيز لهواء؛
- يجب عدم أخذ العينات في أوعية معدنية بل يجب ان تؤخذ في عبوة من زجاج قوي مثل البيريكس تم وضعها في فرن حرق عند درجة 450°م قبل عملية أخذ العينة ب 24 ساعة بالنسبة للمكونات العضوية، أما المكونات غير العضوية فتؤخذ في عبوة من البوليمر مثل PTFE : Polytetrafluoroethylene ؛
- تحفظ العينات في وسط بارد إلى حين إجراء التحاليل **(بشماف و سعيد ،2007).**

بالنسبة للدراسة التي قمنا بها، تم أخذ نتائج المحطة بعد اخذ العينة بشكل يومي خلال فترة المعالجة عند مدخل ومخرج المحطة في الصباح على الساعة $08:00^h$ لمدة سنة كاملة ابتداء من جوان 2015 إلى غاية ماي 2016. وتم إجراء بعض القياسات على مستوى مخبر محطة معالجة مياه الصرف الصحي ورقلة خلال الفترة الممتدة بين ديسمبر 2016 إلى مارس 2017.

3-2- قياس الخواص الفيزيوكيميائية

3-2-1- الأس الهيدروجيني pH

تم قياس pH بواسطة جهاز pH متر يدوي من نوع (EUTECH Instruments 510)

الشكل (18): pH-mètre

طريقة العمل

لقياس الـــpH يتم تشغيل الجهاز ثم يغسل الالكترود بالماء المقطر ويمسح بورق ترشيح وبعد ذلك نغمس في 100 مل من الماء الملوث أو المعالج وبعد ثبات القيمة نقوم بالقراءة.

3-2-2- الناقلية

تم قياس الناقلية الكهربائية بواسطة جهاز قياس الناقلية من نوع Cond 340 i

طريقة العمل

لقياس الناقلية نوصل القطب الخاص بقياسها بمكانه المخصص في الجهاز ثم نغسل القطب بالماء المقطر ثم يتم غمسه داخل العينة، بعدها نقرأ قيمة الناقلية من الجهاز عند ثباتها .

الشكل(19): Conductimètre

3-2-3- درجة الحرارة:

استعملنا جهاز قياس الناقلية في قياس درجة الحرارة

طريقة العمل

نشغل الجهاز ثم نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة بعدها نقرا مباشرة القيمة عند ثباتها في الجهاز.

3-2-4- المواد العالقة:

تم قياس كمية المواد العالقة عن طريق ترشيح العينة وفقا لـ (**AFNOR NFT90-105**) .

طريقة العمل

نبلل ورق الترشيح بالماء المقطر ثم توضع داخل مجفف في درجة حرارة 105°م لمدة 5 دقائق ثم يتم وزنها ونقوم بتسجيل M_0 و بعد ترشيح العينة تحت الفراغ و تجفيف ورقة الترشيح يتم الوزن من جديد و تسجيل M_1.

يتم حساب محتوى المواد وفق العلاقة:

$$MES = \frac{(M_1 - M_0)}{V} \times 1000$$

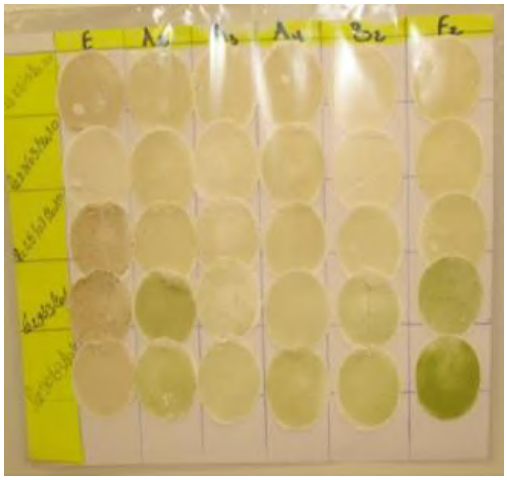
MES: محتوى المواد العالقة بـ (مغ / لتر).

M_1 :كتلة ورقة الترشيح التي تحتوي على العينة بعد التجفيف بـ (مغ).

M_0 :كتلة ورقة الترشيح فارغة بـ (مغ).

V :حجم عينة الاختبار بـ (مل).

الشكل(20) : جهاز قياس المواد العالقة



الشكل(21): نموذج ورق الترشيح للمواد العالقة

3-2-5- الطلب الكيميائي للأوكسجين

تم تحديد DCO بطريقة الأكسدة بواسطة بيكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الفضة وسلفات الزئبق بواسطة جهازالمطيافية، وفق لـ (AFNOR T90-101) .في قياسنا لـ DCO استعملنا كبسولات تحتوي على الكاشف التجاري محضر مسبقا برمز LCK 114 للمياه الملوثة و LCK 314 للمياه المعالجة.

طريقة العمل

ترج الكبسولة التي تحتوي على الكاشف ثم يضاف لها 2 مل من العينة ويتم تسخينها لمدة ساعتين في درجة حرارة 148°م وبعد إخراجها يتم تبريدها لمدة نصف ساعة ثم نقوم بالقراءة بواسطة جهاز المطيافية

الشكل (22) : جهاز التسخين

الشكل (23): spectrophotometer

.

الشكل (24): الكواشـــــــــــف المستعملة لقياس DCO

3-2-6- الطلب البيوكيميائي للأوكسجين خلال 5 ايام

تم تحديد كمية DBO_5 باستعمال الجهاز OxiTop بطريقة manométrique وفق (AFNOR T90-103).

طريقة العمل

يؤخذ حجم العينة حسب مجال القياس ويوضع في قارورة الجهاز ويضاف 3 إلى 4 اقراص من هيدروكسيد البوتاسيوم يضبط الجهاز وتحضن العينة في درجة حرارة 20°م ونقوم بقراءتها بعد 5 أيام.

تحسب قيمة الحقيقية لـ DBO_5من العلاقة:

$$\mathbf{DBO_5}\left(\mathbf{mg}\frac{\mathbf{O_2}}{\mathbf{l}}\right) = \text{قيمة القراءة} \times \text{المعامل}$$

- **قيمة القراءة**: هي القيمة المتحصل عليها من الجهاز.

- **المعامـــل**: يتم تحديده من خلال الجدول أدناه الذي يربط العلاقة بين قيمة DBO_5بدلالة حجم العينة لان كمية الطلب البيوكيميائي للأوكسجين للعينة يتعلق بكمية المواد العضوية العالقة، قيمةDBO_5تمثل نسبة 80%من قيمة DCO.

الجدول (14): معامل تغير قيمةDBO_5بدلالة حجم العينة المستعملة

مجال القياس	حجم العينة (مل)	المعامل
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43.5	50
0-4000	22.7	100

(Dahou et Brek,2013)

الشكل (25): DBO-mètre

الفصل الرابع : النتائج و مناقشتها

ملخص الفصل

في هذا الفصل الاخير استعرضنا فيه النتائج المتحصل عليها من التحاليل المخبرية و نقاشنا كل عامل على حدا من خلال المخططات المنجزة ، كما تمت مقارنة نسب عوامل التلوث الثلاثة بنسب محطات اخرى الاولى تعمل بنفس التقنية (الاحواض المهواة) لأجل تحديد الكفاءة و الثانية تعمل بتقنية مختلفة (الحمأة المنشطة) لأجل تحديد تأثر كليهما بالظروف المناخية للمنطقة.

الفهرس

1- تطور التدفق	44
2- تطور العوامل الفيزيوكيميائية	45

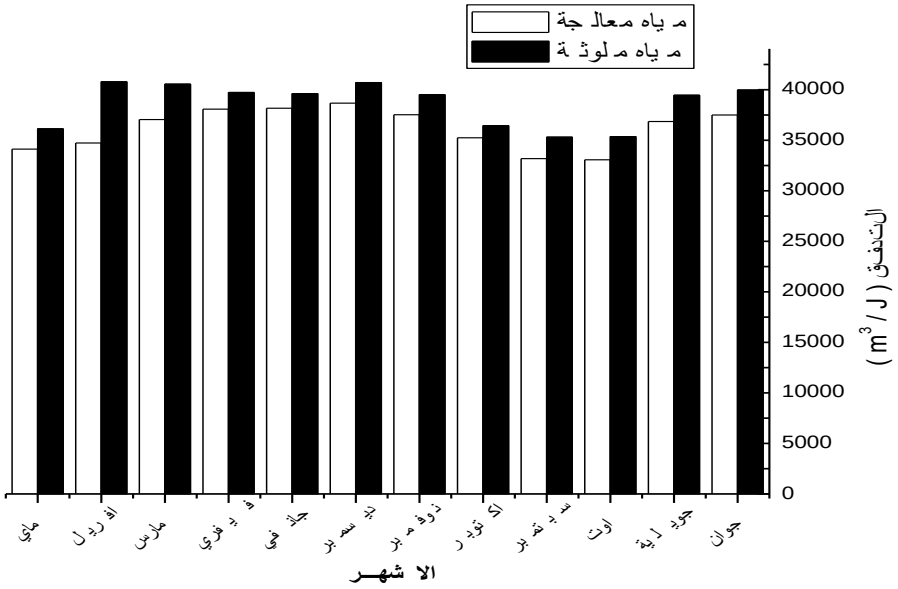
تم الحصول على النتائج التفصيلية والتحليلات للتدفق و الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي الخام والمعالجة لمحطة التطهير المياه المستعملة بطريقة الأحواض المهواة ورقلة خلال الأشهر من جوان 2015 إلى ماي 2016، وذلك من أجل مراقبة تغيير الفصول وتأثيره على فاعلية المحطة، حيث كان زمن المكوث في مدة الدراسة حوالي 16 يوم مع العلم أنــه لا يمكن التحكم في زمن المكوث بــل يتغير مع زيادة ونقصان التدفق.

1- تطور قيم التدفق

النتائج المدونة في الجدول ادناه تمثل قيم التدفق المسجلة خلال فترة الدراسة الممتدة بين جوان 2015 و ماي 2016 عند مدخل و مخرج المحطة.

الجدول (15): قيم التدفق في مدخل ومخرج المحطة.

الأشهر	التدفق الداخل م^3/اليوم	التدفق الخارج م^3/اليوم	متوسط القيم الفصلية	
			الداخل	الخارج
جوان 2015	39.974,33	37.507,00	38.266,48	35.814,06
جويلية 2015	39.457,10	36.864,19		
أوت 2015	35.368,00	33.071,00		
سبتمر 2015	35.314,14	33.186,55	37.092,93	35.320,77
أكتوبر 2015	36.450,65	35.247,10		
نوفمبر 2015	39.514,00	37.528,67		
ديسمبر 2015	40.708,710	38.674,84	40.021,71	38.310,66
جانفي 2016	39.621,79	38.176,79		
فيفري 2016	39.734,64	38.080,36		
مارس 2016	40.550,97	37.052,58	39.159,42	35.302,55
أفريل 2016	40.786,33	34.728,00		
ماي 2016	36.140,97	34.127,08		



الشكل (26): تغيرات القيم المتوسطة للتدفق الداخل و الخارج من المحطة

من خلال **الشكل(26)**، نلاحظ أن قيم التدفق الداخل تتغير بين 35.314,14 (م^3/اليوم) في شهر سبتمبر و 40.786,33 (م^3/اليوم) في شهر أفريل ،بمتوسط قدره 38.635,14 (م^3/اليوم) . أما بالنسبة المياه المعالجة نلاحظ انخفاض في القيم بحيث نسجل 33.071,00 (م^3/اليوم) في شهر أوت و 38.674,84(م^3/اليوم) في شهر ديسمبر، بمتوسط قدره 36.187,01 (م^3/اليوم).

قيمة التدفق الداخل للمحطة أقل من حجم استيعاب المحطة الذي يقدر ب 74.027,00 (م^3/اليوم) في حدود 2030 بنسبة 47%. من جهة نلاحظ أن التدفق الخارج أقل من التدفق الداخل، وهذا نتيجة تبخر على مستوى الأحواض. ومن جهة أخرى، نرى أن التدفق في الفترة الشتوية (الخريف - الشتاء) يفوق تدفق الفترة الصيفية (الربيع- الصيف) وهذا راجع إلى انخفاض التجمعات السكانية في الفترة الصيفية.

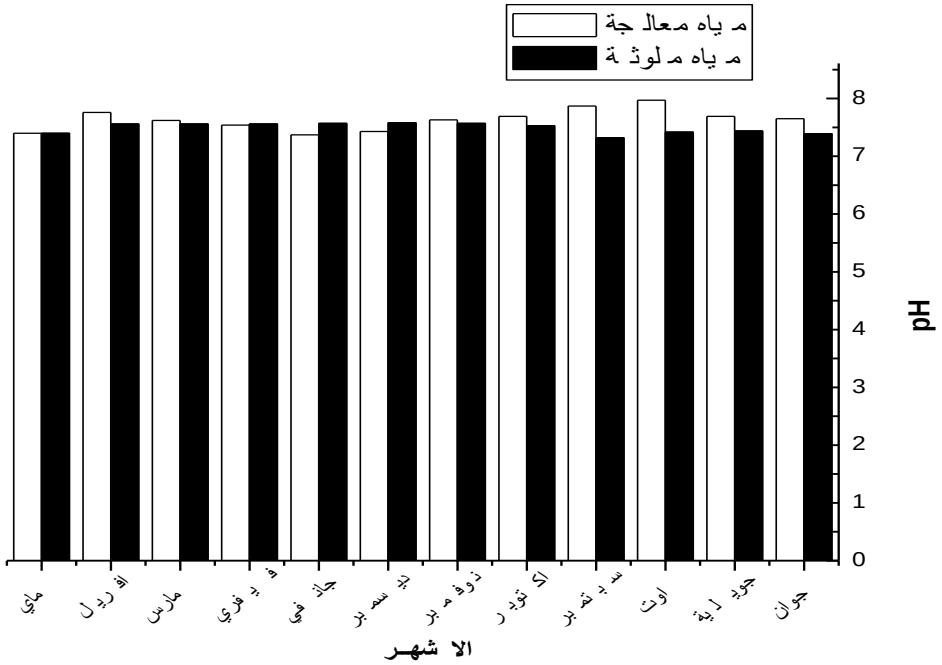
2- تطور العوامل الفيزيوكيميائية

النتائج المدونة في الجدول ادناه تمثل القيم الناتجة عن التحاليل الفيزيوكيميائية المسجلة خلال فترة الدراسة الممتدة بين جوان 2015 و ماي 2016 عند مدخل و مخرج المحطة.

الجدول (16) : القيم الناتجة عن التحاليل الفيزيوكيميائية في مدخل و مخرج المحطة

الأشهر		pH	T (°C)	CE (µS/cm)	MES (mg/L)	DBO_5 (mg/L)	DCO (mg/L)	K	MES %	DBO_5 %	DCO %
جوان 2015	المدخل	7,39	28,94	17.835	188	75	298	**3,97**	**8,76**	**58,66**	**63,25**
	المخرج	7,65	26,20	12.641,50	119	41,67	131,47				
جويلية 2015	المدخل	7,44	30,19	12.383	77	103,33	341	**3,04**			
	المخرج	7,69	27,99	11.816	116	32	111				
أوت 2015	المدخل	7,42	31,03	14.027	169	66,67	339,33	**5,09**			
	المخرج	7,97	28,48	12.988,57	101	25	114				
سبتمبر2015	المدخل	7,32	30,20	13.843	95,50	90	432	**4,8**	**34,18**	**74,53**	**69,26**
	المخرج	7,87	26,73	11.816	88	30	136				
أكتوبر2015	المدخل	7,53	27,95	13.556,67	207,33	130	346,67	**2,67**			
	المخرج	7,69	27,99	11.816	81	27,50	119,67				
نوفمبر2015	المدخل	7,57	24,03	13.423	103,67	130	344,67	**2,65**			
	المخرج	7,63	19,01	12.143	68,67	28,50	90,40				
ديسمبر2015	المدخل	7,58	20,17	13.853,33	188,33	108,33	310	**2,86**	**59,10**	**77,66**	**74,66**
	المخرج	7,43	15,40	12.275,91	55	31,33	85,93				
جانفي2016	المدخل	7,57	20,68	15.593,33	143,33	140	366,67	**2,62**			
	المخرج	7,37	15,91	13.173	52,33	23,67	89,87				
فيفري2016	المدخل	7,56	20,98	14.430	157,33	125	389	**3,11**			
	المخرج	7,54	16,21	18.511	89,67	26,50	92,60				
مارس2016	المدخل	7,56	22,48	12.950	138	120	374	**3,12**	**49,95**	**64,19**	**59,83**
	المخرج	7,62	17,96	12.452,17	75,33	37,67	105,20				
أفريل2016	المدخل	7,56	22,58	11.703,33	228,33	133,33	308	**2,31**			
	المخرج	7,76	22,53	12.088	103,67	43,33	126,67				
ماي 2016	المدخل	7,40	28	12.825	208	103,33	298,67	**2,89**			
	المخرج	7,4	24,52	13.164,55	104,33	45	153,07				
المتوسط	المدخل	**7,49**	**25,60**	**13.868,56**	**158,65**	**110,42**	**345,67**	**3,13**	**38**	**68,76**	**66,75**
	المخرج	**7,62**	**22,41**	**12.907,14**	**87,83**	**32,68**	**112,99**				

2-1- تطور الأس الهيدروجيني

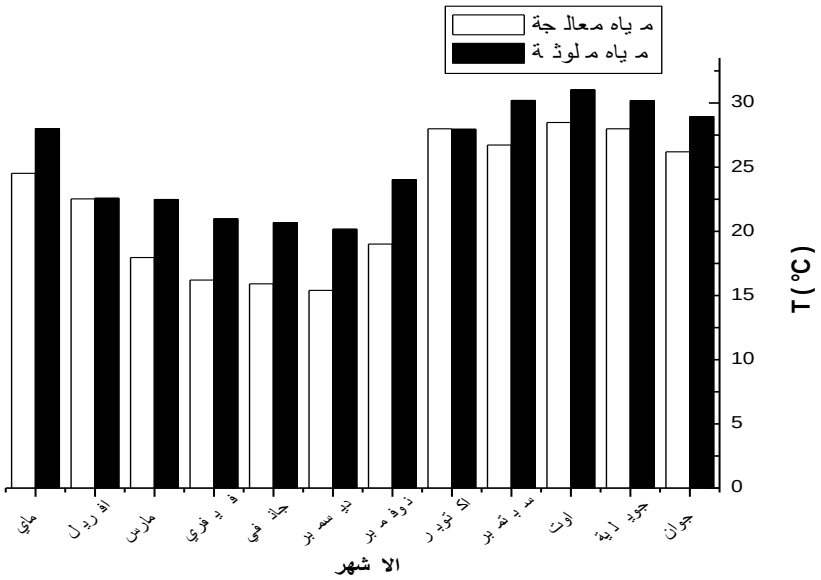


الشكل (27): تغيرات القيم المتوسطة للاس الهيدروجيني في مدخل و مخرج المحطة

من خلال **الشكل (27)** أعلاه، نلاحظ أن قيم pH المياه الملوثة في المدخل تتراوح بين 7,32 في شهر سبتمبر و 7,58 في شهر ديسمبر بمتوسط قدره 7,47، في حين تتراوح قيم المياه المعالجة بين 7,37 في شهر جانفي و 7,97 في شهر أوت بمتوسط قدره 7,62. و بشكل عام، فإن الفارق بين قيم المياه الملوثة و المعالجة لم يتجاوز الوحدة ، كما نلاحظ أن جميع قيم pH خلال فترة الدراسة تميل إلى القاعدية. و مع هذا فان pH القيم المعالجة يتواجد ضمن المجال المسموح به للحد الاقصى للمياه الموجهة للري [6,5 – 8,5] وفق المعايير الجزائرية.

ولما كان pH أحواض التهوية ذو صفة قاعدية، أمكن بذلك أن يصل متوسط القيم في فترة الدراسة إلى 7,37. ويمكن ان يفسر ارتفاع القيم بالنشاط البكتيري المكثف في الاحواض الذي يرافقه ارتفاع نسبة استهلاك الاكسجين و الناتج عنه طرح غاز ثاني اكسيد الكربون بشكل مرتفع. و من خلال الدراسة التي أجراها **(Zobeidi et Bebba, 2015)**، فإن درجة pH القاعدية و درجة الحرارة المعتدلة هي الظروف المثلى لتكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تضمن الاتزان البيولوجي و تحليل المواد العضوية مما يؤدي إلى ازالة التلوث من المياه .

2-2- تطور درجة الحرارة

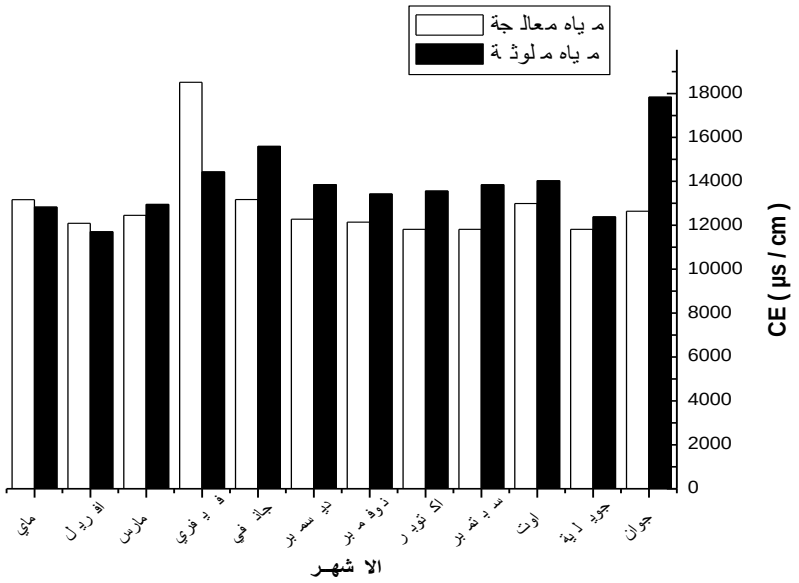


الشكل (28): تغيرات القيم المتوسطة لدرجة الحرارة في مدخل و مخرج المحطة

نلاحظ من خلال **الشكل (28)** أعلاه ان درجات الحرارة المسجلة خلال فترة الدراسة جد متقاربة ، فعند مدخل المحطة نسجل قيم تتراوح بين 20,17°م في شهر ديسمبر و 31,03°م في شهر أوت بمتوسط قدره 25,6°م ، أما في المخرج فالقيم تتراوح بين 15,40°م في شهر ديسمبر و 28,48°م في شهر أوت بمتوسط قدره 22,41°م . و الملاحظ كذلك أن متوسطات درجات الحرارة عند المدخل و المخرج كانت تقارب درجة حرارة المحيط ، بالإضافة إلى أن درجة حرارة المياه المعالجة تبقى دائما أقل من درجة حرارة المياه الملوثة. بالنسبة لهذه القيم فهي تتأثر بساعة أخذ العينة ، التدفق و الظروف المناخية ، و مقارنة مع المعايير الجزائرية المسموح بها للري [30°م] فهي تفوقها فقط بمقدار الوحدة تقريبا.

3-2- تطور الناقلية

من خلال **الشكل (29)** أدناه، نلاحظ ان الناقلية هي ترجمة لدرجة التمعدن العامة فهي توفر لنا معلومات عن نسبة الملوحة. إن قيم الناقلية المسجلة بالنسبة للمياه الخام لمدينة ورقلة تتغير بين11.703,33 ميكرو سيمنس/سم في شهر افريل و 17.835 ميكرو سيمنس/سم في شهر جوان بمتوسط قدره 13.868,56 ميكرو سيمنس/سم في حين تتراوح قيم المياه المعالجة بين 11.816 ميكرو سيمنس/سم في شهر جويلية، سبتمبر و اكتوبر و 18.511ميكرو سيمنس/سم في شهر فيفري بمتوسط قدره12.907,14 ميكرو سيمنس/سم.



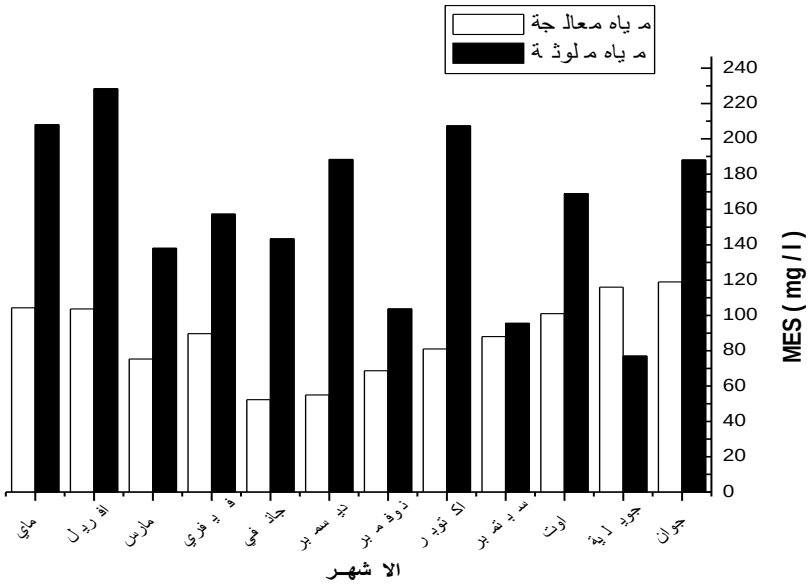
الشكل (29) : تغيرات القيم المتوسطة للناقلية في مدخل و مخرج المحطة

و مقارنة مع المعايير الجزائرية المسموح بها للري [3.000 ميكرو سيمنس/سم] فهي تفوقها بشكل كبير و واضح. ويمكن تفسير ذلك بمياه الصرف الصادرة عن الوحدات الصناعية الصغيرة المتصلة بشبكات الصرف المنزلي بالإضافة إلى طبيعة المياه في المنطقة. كما يمكن تفسير ذلك وفقا بعملية التبخر التي تحدث على مستوى الاحواض**(Boutayeb et al, 2012)** بالإضافة الى المواد المعدنية الناتجة عن تحلل المواد العضوية.

3-4- تطور المواد العالقة

من خلال **الشكل (30)** أدناه نلاحظ ان كمية المواد العالقة في مدخل المحطة تتغير بين 77 مغ/ل في شهر جويلية و 228,33 مغ/ل في شهر افريل بمتوسط قدره 158,65 مغ/ل في حين تتغير المياه المعالجة بين 52,33 مغ/ل في شهر جانفي و 119 مغ/ل في شهر جوان بمتوسط قدره 87,83 مغ/ل. أظهرت مقارنة نتائج المياه المعالجة بالمعايير الجزائرية المسموح بها للمياه الموجهة للري [90 مغ/ل] ان هذه المياه غير صالحة للاستعمال الزراعي.

كان متوسط اداء التنقية على مستوى احواض التهوية جد منخفض بالنسبة للمواد العالقة حيث قدرت نسبته بـ 38 % في حين ان محطة الوادي حسب **(Zobeidi et Bebba, 2015)** سجلت 85 %. و قد سجلنا اعلى نسبة اداء في الفترة الشتوية و قدرت بـ 46,68% و هو ما يتوافق مع ما سجل في محطة الوادي بقيمة 94 %، الا ان أداء المحطة لا يسير دائما في اتجاه ازالة هذه المواد العالقة فالمخطط ادناه يظهر قمة تترجم زيادة المواد العالقة في المياه المعالجة. و الملاحظ أن هذه الظاهرة تحدث في الفترة الصيفية بنسبة اداء 29.35 % في حين تسجل محطة الوادي 80 % .



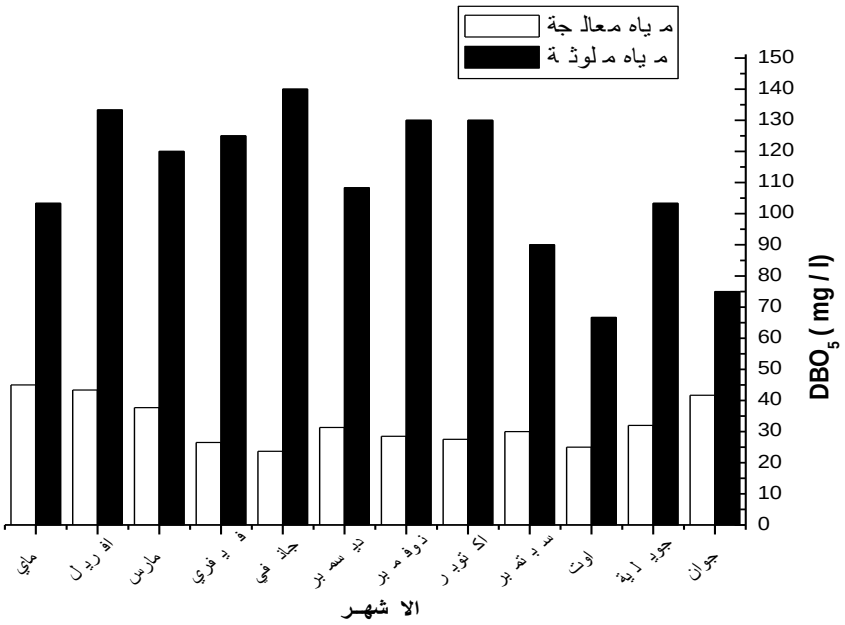
الشكل (30) : تغيرات القيم المتوسطة للمواد العالقة في مدخل و مخرج المحطة

من جهة أخرى فان تقنية الحمأة المنشطة بتقرت في نفس الظروف المناخية حسب **(Ben djeddou, 2014)** اعطت نسبة ازالة كلية 94,51 % الا انه لا يوجد اختلاف معتبر بين الفترتين الشتوية و الصيفية حيث سجلت القيم 94,7 % و 94,3 % على التوالي.

3-5- تطور الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال خمسة ايام

من خلال **الشكل (31)** أدناه نلاحظ ان قيم DBO_5 تتراوح بين 66,67 مغ/ل في شهر اوت و 140 مغ/ل في شهر افريل بمتوسط قدره 110,42 مغ/ل بالنسبة للمياه الملوثة، و تفسر هذه التراكيز بطبيعة الملوثات الناتجة عن التجمعات السكانية. في حين ان المعالجة البيولوجية اعطت قيم تتراوح بين 45 مغ/ل في شهر ماي و 23,76 مغ/ل في شهر جانفي بمتوسط قدره 32,68 مغ/ل ، و بمقارنة هذه النتائج مع المعايير الجزائرية للمياه الموجهة للري [30 مغ/ل] وجدنا انها تفوق الحد المسموح به.

و رغم ذلك فإن قيمة الازاحة بمقارنة تراكيز المياه الملوثة بالمعالجة تبيَن فعالية الاحواض المهواة فيما يتعلق بإزالة التلوث العضوي حيث وصل مردود المحطة الى 68,76 % في حين ان محطة الوادي حسب **(Zobeidi et Bebba, 2015)** سجلت 86,5 %، الا أن هذا الاداء ينخفض في الفترة الصيفية الى 61,42 % مقارنة بالفترة الشتوية التي سجلنا فيه ما مقداره 76,09 % التي تنتشر خلالها العوالق النباتية بشكل كبير و هو ما تأكده الدراسة المذكورة عن محطة الوادي حيث تم تسجيل 84 % في الفترة الصيفية و 89 % في الفترة الشتوية. يجدر الاشارة الى ان نظام الاحواض لا يضمن القضاء التام على المواد العضوية، لكنه يحول جزء كبير من هذه المواد المنحلة الى مواد عضوية جسيمية في شكل كتلة حيوية طحلبية.



الشكل (31) : تغيرات القيم المتوسطة للـ DBO_5 في مدخل و مخرج المحطة

و من جهة اخرى حسب **(Ben djeddou, 2014)** فان محطة تقرت سجلت نسبة ازالة اجمالية تقدر بـ 90,42 % في حين تقدر نسبة الازالة في الفترة الشتوية بـ 90,2 % اما في الفترة الصيفية فقدرت بـ 90,6 %.

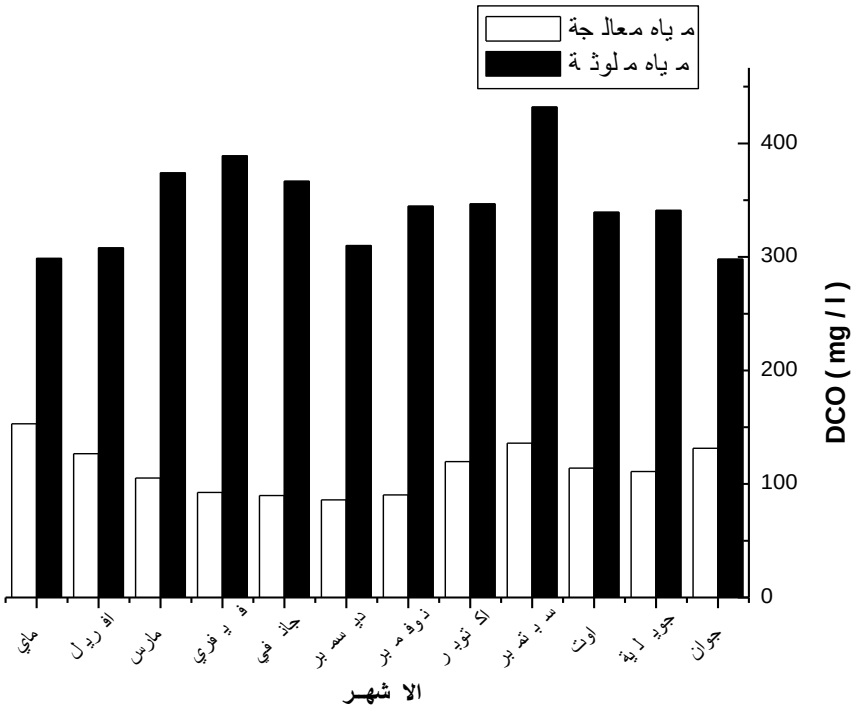
3-6- تطور الطلب الكيميائي للأكسجين

الشكل (32) يُظهر أن التراكيز الشهرية للـ DCO للمياه الخام تتراوح بين 298 مغ/ل في شهر جوان و 432 مغ/ل في شهر سبتمبر بمتوسط قدره 345,67 مغ/ل ، و يحتمل ارجاع هذه الزيادة إلى تأثير الكمية المعتبرة للزيوت التي تدخل لمحطة المعالجة خاصة و أن المحطة غير مزودة بجهاز نزع الزيوت . أما فيما يخص المياه المعالجة فقد تم تسجيل قيم تتراوح بين 85,93مغ/ل في شهر ديسمبر و 153,07 مغ/ل في شهر ماي بمتوسط قدره 113 مغ/ل ، كما تظهر هذه القيم تخفيض التلوث بالكربون بشكل جيد على مستوى أحواض التهوية. و من جهة فإن مقارنة نتائج DCO لمحطة ورقلة بالمعايير الجزائرية للمياه الموجهة للري [90 مغ/ل] أظهرت أن هذه المياه غير مناسبة للري الزراعي.

تضمن محطة ورقلة إزالة معتبرة للـ DCO تصل إلى 71,96 % مسجلة في الفترة الشتوية في حين ان محطة الوادي حسب **(Zobeidi et Bebba, 2015)** سجلت 84 % ، بالإضافة إلى أن الطبيعة الموسمية تُغير من عمل الأحواض. و خلال الفترة الصيفية ، فإن نسبة إزالة DCO لا تتعدى

61,54 % ، في حين محطة الوادي تسجل 72 % ،كما أن DCO يتطور في الاتجاه المعاكس مع الاكسجين المذاب ، مما يترجم احتمالية استهلاك الاكسجين من اجل تحليل المواد العضوية.

بلغت نسبة الازالة خلال فترة الدراسة 66,75 %، في حين سجلت محطة الوادي 78 % ، ذلك ما يوفر معلومات كاملة عن فعالية الاحواض المهواة لمحطة ورقلة في معالجة هذا النوع من التلوث.



الشكل (32): تغيرات القيم المتوسطة للـ DCO في مدخل و مخرج المحطة

من جهة اخرى حسب **(Ben djeddou , 2014)** فان نسبة الازالة الاجمالية قدرت بـ 89,6 % في حين قدرت نسبة الازالة في الفترة الشتوية بـ 88,9 % و قدرت بـ 90,3 % في الفترة الصيفية.

بعد حساب عامل التحلل $K=DCO/DBO_5$ و جد انه يقدر بـ 3,45 و هو بذلك اكبر من 2,5 و بالتالي فانه يفترض ان تكون هذه الملوثات غير قابلة للتحلل، مما يلزمنا حسب النتائج الأولية إضافة معالجة تكميلية أخرى لضمان جودة المياه الخارجة من المحطة.

الخـاتمة

إن الدراسة الميدانية التي قمنا بها على مدى سنة كاملة (جوان 2015 الى ماي 2016)، تهدف إلى رصد أداء تنقية مياه الصرف الصحي لمحطة التطهير بطريقة بالبحيرات المهواة في منطقة ورقلة في المناخ الجاف ونصف جاف، من خلال تتبع إنقاص الملوثات العامة للمادة عضوية مثل (المواد العالقة الكلية، الطلب الكيميائي للأكسجين والطلب البيوكيميائي للأكسجين في 5 أيام) وبعض العوامل الفيزيائية (الاس الهيدروجيني ، درجة الحرارة، الناقلية الكهربائية)، ومقارنة النتائج المتحصل عليها، مع المقاييس الوطنية المعمول بها في السقي.

ومن جهة أخرى تتبع تأثير تغيير الفصول على مردود وفاعلية المحطة وبالخصوص المواد العضوية.

أظهرت النتائج، أن نميز الفرق بين قيـــم المياه المعالجة وتلك المياه الخام، وهذا يشير إلى أن عملية البحيرات الهوائية مفيد جدا لمعالجة مياه الصرف الصحي، فقد تم تسجيل متوسط نسبة ازالة 38 % بالنسبة للـ MES، 68,76 % بالنسبة للـ DBO_5 و66,75 % بالنسبة للـ DCO، وهذه القيم تعتبر منخفضة من خلال مقارنتها مع دراسة أخرى أجريت في سنوات فائته. وهذه يرجع حسب الدراسة الأولية الى ارتفاع معامل قابلية التحلل البيولوجي مما يؤكد أن مياه الصرف بالمنطقة ليست منزلية بحت وانما تتواجد فيها مياه صادرة عن وحدات صناعية صغير، مما يقلل من كفاءة المعالجة بهذا النظام.

النتائج الأخرى المتوفرة في المحطة تظهر إزالة منخفضة من التلوث الأزوتي (الأمونيوم، النتريت والنترات)، كما هو الحال مع إجمالي إزالة الفوسفور.

من ناحية اخرى، فان هذه النتائج اظهرت ان هذا النظام يتأثر فعلا بالتغيرات المناخية وهذا انطلاقا من القيم المتحصل عليها وهو ما اكدته الدراسة التي اجريت على محطة الوادي ،الا ان هذه الاخيرة تبدو أكثر كفاءة من نظيرتها في ورقلة فهي تضمن نسبة ازالة عالية مما يضمن جودة المياه الصادرة عنها، على عكس المحطة التي تعمل بتقنية الحمأة المنشطة التي أظهر دراسة أخرى، عدم تأثرها بالتغيرات المناخية.

وفي الاخير يجدر الاشارة الى انه لا يمكن الحكم على ان هذه المياه صالحة للري ام لا، اذ انه يجب ان تتبع هذه القياسات بقياسات اخرى مع المتابعة المستمرة والمتمثلة في تجمع النيترات والنيتريت والمعادن الثقيلة في التربة والنباتات، وكذا متابعة الطفيليات الممرضة (helminthes et protozoaires...) التي من شأنها ان تشغيل تفكير المزارعين عن مصير محاصيلهم.

من خلال هذه الدراسة نقترح التوصيات التالية :

- تعميق الدراسات حول اداء محطات المعالجة بالأحواض المهواة في ظل الظروف المناخية الجافة.
- تزويد المحطة بنظام نزع الزيوت في مرحلة المعالجة الاولية لضمان الاداء السليم لأحواض التهوية.

- اضافة معالجة ابتدائية (الترسيب) لضمان ازالة جيدة للمواد الغروية و العالقة من اجل تسهيل المعالجة البيولوجية.
- دعم القياسات بإجراء تحاليل عن الطفيليات من اجل ضمان الجودة المكروبيولوجية للمياه المعالجة.
- حل مشكلة تكاثر الطحالب على مستوى الاحواض من اجل ارتفاع مردود القضاء على المواد العالقة.
- ضرورة اضافة معالجة ثالثية تكميلية (التطهير) لضمان المعالجة التامة لهذه المياه.

الآفاق المستقبلية لهذا العمل:

في اطار توجيه هذه المياه بعد المعالجة للري فانه يتوجب علينا ما يلي :

- اجراء دراسات حول الفوسفور و الازوت؛
- اجراء دراسات حول تجمع المعادن الثقيلة؛
- اجراء دراسات حول العوامل الممرضة في هذه المياه.

المـراجع

مراجع باللغة العربية

1- أبو سعدة م و نجيب ابراهيم . **التلوث البيئي و دور الكائنات الدقيقة إيجابيا و سلبيا** . دار الفكر العربي . القاهرة ، 2000.

2- آغا محمد احمد مراد. **الهندسة البيئية** . منشورات جامعة حلب كلية الهندسة المدنية .سوريا ، 1988.

3- الجريدة الرسمية الصادرة في يوم الاحد 25 شعبان 1433 الموافق لـ 15 جويلية 2012 الحاملة للعدد 41.

4- الحايك نصر . **تلوث المياه و تنقيتها**. الطبعة الثالثة . ديوان المطبوعات الجامعية . الجزائر ، 1989.

5- السعداني عبد الرحمان و السيد عودة ثناء المليجي. **مشكلات بيئية: طبيعتها- أسبابها- أثارها- كيفية معالجتها** . دار الكتب الحديثة . 2007 .

6- السعدي حسين علي . **أساسيات علم البيئة و التلوث** . دار اليازوري العلمية . عمان - الأردن ، 2006 .

7- العابد ابراهيم . **معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية** . اطروحة محضرة لنيل شهادة دكتواره . كلية الرياضيات و علوم المادة ، جامعة قاصدي مرباح . ورقلة ، 2015.

8- العدوي محمد صادق . **هندسة حماية البيئة و إدارة المخلفات** . دار الفكر العربي. القاهرة ، 2008.

9- بشماف كمال و سعيد حاتم . **دراسة محطة تحلية مياه مجارير صغيرة الحجم** . مشروع لنيل اجازة في الهندسة الميكانيكية . كلية الهندسة الميكانيكية ، جامعة حلب . سوريا ، 2007.

10- جورجي نسيم ماهر . **تحليل و تقويم جودة المياه** . دار مشأة المعارف جلال حزي و شركاءه . مصر ، 2007.

11- حسان حسن أحمد حسن . **التلوث البيئي و أثره على النظام البيئي و الحد من آثاره** . دار الفكر للنشر و الطباعة و التوزيع . عمان - الاردن ، 2000.

12- خليل محمد أحمد السيد . **إعداد المياه للشرب و الاستعمال المنزلي** . الطبعة الاولى . المكتبة الاكاديمية . القاهرة ، 2003.

13- عبد الجواد أحمد عبد الوهاب . **تسميد التربة** . الدار العربية للنشر و التوزيع . 1993.

14- عفيفي فتحي عبد العزيز . **دور السموم و الملوثات البيئية في مكونات النظام البيئي** . دار الفجر للنشر و التوزيع . القاهرة ، 2000.

15- عيدة منير و غمام نواس حمزة . **دراسة مساهمة محطة معالجة مياه الصرف بالبحيرات المهوات في حماية البيئة - واد سوف** . مذكرة تخرج لنيل شهادة مهندس دولة في البيئة و المحيط . كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة ، جامعة العربي بن مهيدي . ام البواقي ، 2011.

16- غرايبية سامح و فرحان يحيى . **مدخل إلى العلوم البيئية** . الطبعة الثالثة .دار اشروق للنشر و التوزيع . عمان ، 2002.

17- منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمي لشرق المتوسط . **محاضرا ت تدريبية لمشغلي محطات معالجة مياه الفضلات** . المركز الإقليمي لأنشطة صحة البيئة .عمان- الأردن، 2004.

مراجع باللغة الاجنبية

18- Abdel shafy H I , Salem M A M. **Efficiency of oxidation ponds for wastewater treatment in Egypt.** Water Research & Pollution Control Dept; 2007.

19- Bachi O E K **. Diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du gardin d'épuration de station du vieux ksar Témacin**. Mémoire présenté en vue de L'obtention du diplôme de magister. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2010.

20- Barika A, Senoussi D. **Dimensionnement d'une station d'épuration de la ville de Hassi Messaoud**. Memoire ingénieur hydraulique saharienne. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2005.

21- Bekkouche M , Zidane F **. Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage**. Memoire ingénieur hydraulique saharienne. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2004.

22- Ben djeddou F , **Epuration des eaux urbaines par procédé à la boue activée de la région aride cas Touggourt. Paramètres influant – variation saisonnées**. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2014.

23- Boualla N, Hadj hassan B, Benziane A , Derrich Z . **L'expérience algérienne en matière d'épuration des eaux usées**. Science libre, option environnement, volume 3 n° 111-115. 2011.

24- Boukhatala Y et Iddou K. **Etude de rendement épuratoire de la nouvelle station d'épuration par lagunage de la ville d'Ouargla**. Mémoire ingénieur hydraulique. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2010.

25- Boutayeb M , Bouzidi M , Fekhaoui M. **Bulletin de l'Institut Scientifique**. Section sciences de la Vie. n° 34 (2) . Rabat ; 2012.

26- Bouziani . **L'eau de la pénurie à la maladie**. Édition Iben Khaldoun ; 2000.

27- Dahou A , Brek A . **Lagunage aére en zone aride performance epuratoires , cas de (Region d'Ouargla)**. Mémoire master academique. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2013.

28- Dekkich S **. Conception d'une station d'épuration des eaux usées par lagunage commune de Zaouïa El Abedia-Touggourte**. Mémoire ingénieur hydraulique. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2007.

29- Degremont . **Mémento technique (Traiter l'eau protéger l'environnement)**, Lavoisier technique et documentation . Paris ; 1989.

30- Didier G . **La pollution des milieux aquatique** . Technique et documentation Lavoisier . Paris ;1995.

31- Hammadi H , Bebba A A , Gherraf N . **Degradation of organic pollution aerated lagoons. In an arid climate: the case the treatment plant Ouargla (Algeria)**. Acta Ecologica Sinica 36 ;2016.

32- Hartani T . **la réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie**. Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée. Rabat : Maroc ; 2004.

33- Haslay C , Leclerc H . **Microbiologie des eaux d'alimentation (Londres New York),** Lavoisier. Paris ; 1993.

34- Idder T **. La dégradation de l'environnement urbain liée au excédents hydriques au Sahara algérienne. Impacte des rejets d'origine agricole et urbaine et technique de remédiassions proposées. L'exemple de Ouargla**. Université Angers . 1998**.**

35- Khadraoui A **. Eaux et sols en Algérie, gestion et impact sur l'environnement**. Ed EMPAC. Constantine Algérie**;** 2006.

36- Khemici Y . **Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau usée épurée par un lit de plantes.** Mémoire master professionnel. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2014.

37- Labadi K , Moukar M **. Etude des performances de la station de traitement des eaux usées urbaines par lagunage de la ville de Ouargla**. Mémoire ingénieur Ecologie et Env. Ouargla : Université Kasdi Merbah **;** 2010.

38- Messaoudi O . **La réutilisation des eaux usees epurees pour irrigaton des terres agricoles de la ville d'Ouargla (W.Ouargla)**. BLIDA: Ecole national superieur de l'hydraulique ''ARBAOUI Abdallah''; 2011**.**

39- Metahri M S , **Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes , Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.** Tizi-Ouzou: Université Mouloud Mammer ; 2012.

40- Metcalf , Eddy, Inc. **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse**. 3rd ed. New York : Mc Graw Hill; 1991.

41- Metcalf , Eddy, Inc. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4th Ed. New York: Mc Graw Hill ; 2002.

42- Ounoki , Achour **. Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla, possibilité de leur valorisation en irrigation** . Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N°20. Décembre 2014.

43- Office des publications officielles des Communautés européennes (OPOCE). **Procédés extensifs d'épuration des eaux usées, adaptés aux petites et moyennes collectivités** . N° 91/271. 2001.

44- Office National de l'Assainissement . **Tableau de bord mensuel** . Alger ; 2016.

45- Peng X L and al. **Rapid detection of shigella species in environmental sewage by in immuncapture PCR with universal primers**. Journal of applied microbiology. 2000.

46- Qasim S R . **Wastewater treatment plants: planning, design and opération**. 2éme Éd. Lancaster, Pensylvania Technomic Publishing Company. 1999.

47- Radoux M , Cadelli D , Nemcova M , Ennabili A , Ezzahri J and Ater M. **Optimisation of natural wastewater treatment technologies in the MHEA(experimental centre in M'Diq, Mediterranean coast of Morocco)** . 7th International Conference on Wetlands Systems for Water Pollution Control . Florida USA ; 2000**.**

48- Ramade F . **Élément d'écologie (écologie appliquée)**. McGraw Hill: New York; 1982.

49- Rejsek F . **Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques** . Canopé - CRDP de Bordeaux; 2002.

50- Rodier J et *al*. **L'analyse de l'eau (chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie interprétation des résultats)**. 8 éme Edition. DUNOD . Paris; 1996.

51- Rowe D R , Abdel magid I H . **Handbook of wastewater reclamation and reuse**. Boca Raton: Lewis; 1995.

52- Shalaby I M , Dewedar A , Bahgat M M , Fahmi M F , Salem M A . **Assessment of the effectiveness of the aerated lagoons system in sewage treatment with reference to the removal of protozoan and helminth eggs**. J. Zool . Egypt ; 2003.

53- Water environment Federation (WEF) and American Society of Civil Engineers (ASCE). **Design of municipal wastewater treatment plants (Volume1)**. WEF Manual of Practice No.8 and (ASCE) Manual and Report on Engineering Practice No76, Vermount, Book Press, Inc ; 1992.

54- Zobeidi A , Bebba A.A . **Seasonal variations of physical, chemical parameters in a wastewater treatment plant by aerated lagoons at southern-east of Algeria** . RJPBCS,6 (3) ; 2015.

الملخص: تعتمد الدراسة على معالجة مياه الصرف الصحي في المناطق الحضرية في محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي والبحيرات المهواة في ظل الظروف المناخية لمدينة ورقلة من خلال دراسة الخواص الفيزيوكيميائية للمياه الخام (الملوثة) و المعالجة. لهذا اخترنا قياس مجموعة عوامل تتمثل في : درجة الحرارة ، الأس الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية، الطلب البيوكيميائي للأكسجين خلال 5 أيام، الطلب الكيميائي للأكسجين و المواد العالقة. حيث أجريت هذه الدراسة خلال الفترة الممتدة بين جوان 2015 و ماي 2016، لنتحصل على قيم المردود و التي تميز التلوث العضوي: DCO وDBO_5 مع متوسط النسب المئوية السنوية من 66.75٪ و 68.76٪ على التوالي. وينفذ هذا التخفيض بالتوازي مع انخفاض 38٪ لـ MES، مع الاحتفاظ بوقت المكوث حوالي 16 يوما.

الكلمات الدالة: الأحواض المهواة، المياه المستعملة الحضرية، تغيرات فصلية، مواد عضوية، ورقلة.

Résume : Notre étude repose sur le traitement des eaux usées urbaines dans une station d'épuration par lagunage aéré sous les conditions climatiques de la ville d'Ouargla d'après l'étude des paramètre qualité physico-chimique. Pour cela, nous avons réalisé un ensemble de mesures tels que : la température, le pH et la conductivité, la demande biochimique en oxygène DBO_5, la demande chimique en oxygène DCO et les matières en suspension MES dans la période entre Juin 2015 au Mai 2016. Une réduction de tous les paramètres caractérisant la charge organique : DCO et DBO_5 avec des pourcentages moyens annuels de 66.75% et 68.76% respectivement sont atteins. Cette réduction est opérée parallèlement à un abattement supérieur à 38 % pour les MES, avec un temps de séjour de 16 jours.

Mots-clés: Eau usée urbaine, Lagunage aéré, Matière organique, Ouargla, Variations saisonnières.

Abstract: Our study is based on the treatment of urban wastewater in a purified lagoon treatment plant under the climatic conditions of the zone of Ouargla by the study of physicochemical parameters. For this we have carried out a set of measurements such as: temperature, pH and conductivity, biochemical oxygen demand BOD_5, chemical oxygen demand COD and suspended solids SS in the period between June 2015 to May 2016. A reduction of all the parameters characterizing the organic load: COD and BOD_5 with average annual percentages of 66.75% and 68.76% respectively are reached. This reduction is carried out in parallel to a reduction of more than 38% for TSS, with a residence time of 16 days.

Keywords: Aerated lagooning, Organic matter, Ouargla, Seasonal variations, Urban wastewater.