رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

الجمهـورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العـالـي والبحث العلمـي

جـــامعة الشهيـد حمـة لخضـر الـوادي

كليــة علــوم الطبيعــة والحيــاة

قســم البيولــوجيــا

مـذكـــرة تخـــرج

لـنيـل شهـــادة مـــاستر أكـاديـمـي

ميدان: علــوم الطبيعــة والحيــاة

شعبــة العلــوم البيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع

المساهمة في دراسة الخصائص الفيزيوكميائية لمياه الصرف الخام والمعالجة لمنطقة وادي سوف

من إعداد:

- حند نصر الدين
- غمام نواس حمزة

نوقشت يوم 03 /2018/06 من طرف لجنة المناقشة :

حداد عزالدين	أستاذ محاضر (ب)	رئيسا	جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي
خزاني بشير	أستاذ مساعد (أ)	مؤطرا	جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي
بوصبيع إبراهيم عايدة	أستاذ مساعد (أ)	ممتحنة	جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي

الموسم الجامعي: 2017 / 2018.

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

تتقدم أولا بالشكر إلى من يصعد إليه الكلم الطيب و الدعاء الخالص إلى **الله** أحسن الأسماء وأجمل الحروف وأصدق العبارات وأثمن الكلمات رب العزة .

فلك و الحمد الشكر ربنا حتى ترضى و لك الحمد إذا رضيت و لك الحمد بعد الرضى .

تتقدم بأسمى عبارات الشكر و الامتنان إلى :

- إلى أستاذنا الفاضل **خزاني بشير** الذي لم يدخر جهدا لمساعدتنا ولم يبخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة والثمينة طوال مراحل إنجازنا لهذا العمل فله منا فائق الاحترام والشكر والتقدير نظير مجهوداته المبذولة .

- إلى أعضاء لجنة المناقشة:

الاستاذ الفاضل حداد عز الدين – الاستاذة المحترمة بوصبيع إبراهيم عايدة . على تكرمهم بمناقشة المذكرة و إثرائها بخبراتهم العلمية و مكتسباتهم الثرية و القيمة .

- كما نشكر كل من ساعدنا و مد لنا يد العون لإتمام هذا العمل خاصة مسؤولي محطات المعالجة (يوسف شتوح، يوسف قاقة و بهى ليلى) .
- و الشكر موصول إلى كل أساتذة و عمال جامعة الشهيد "حمة لخضر بالوادي خاصة أساتذة و عمال كلية علوم الطبيعة و الحياة .
- كما نتوجه بأعمق وأسمى عبارات الشكر والعرفان إلى كل أساتذتنا الكرام الذين لهم الفضل في وصولنا إلى هذا المستوى من **معلمينا بالابتدائي** إلى **أساتذتنا بالجامعة** .
- كما نتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم في إنجاز هذا العمل من قريب أو بعيد و لو بكلمة طيبة أو دعاء .

نصر الدين – حمزة

الشكر والعرفان
فهرس المحتويات
فهرس الجداول
فهرس الأشكال
فهرس الصور
قائمة الاختصارات والرموز
المقدمة

الجزء النظري

الفصل الأول: تلوث الماء وانعكاساته

I- تلوث المياه.....16
I- 1- تعريف تلوث المياه.....16
I- 2- مصادر تلوث المياه 16
I- 3- أنواع التلوث المائي 16
I- 3-1-التلوث الطبيعي 16
I- 3-2-التلوث الفيزيائي.....17
I- 3-2-1- التلوث الحراري.....17
I- 3-2-2-التلوث الإشعاعي.....17
I- 3-3- التلوث الكيميائي.....17
I- 3-3-1- التلوث الصناعي.....17
I- 3-3-2- التلوث بالمبيدات وبالأسمدة الزراعية.....17
I- 3-3-3- التلوث بالمخلفات النفطية 18
I- 3-3-4- التلوث بالأمطار الحامضية 18
I-3-4--التلوث البيولوجي.....19
II- مياه الصرف.....19
II -1- تعريفها 19
II- 2- أهم مصادر مياه الصرف 19
II- 2-1- مياه الأمطار.....19
II- 2-2- المياه المستعملة من قبل السكان.....19
II- 2-2-1-المياه الناتجة عن المطابخ.....19
II- 2-2-2- المياه الناتجة عن الحمامات والغسيل.....19

II- 2-2-3- المياه الناتجة عن دورات المياه.....20
II- 2-2-4-مياه الصرف الصناعي 20
II- 3- تركيب المياه العادمة وأهم صفاتها 20
II- 4- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة.....21
II- 4-1- المقاييس الفيزيائية.....21
II- 4-1-1- المواد العالقة MES 21
II- 4-1-2- الروائح 21
II- 4-1-3- درجة الحرارة 21
II- 4-1-4- اللون.....22
II- 4-1 -5- العكارة.....22
II- 4-1-6-الأس الهيدروجيني (pH).....22
II- 4-1-7-الناقلية الكهربائية (Conductivité électrique ms/cm).....22
II- 4-2-المقاييس الكيميائية.....22
II- 4-2-1- الأكسجين الحيوي الممتص لمدة خمسة أيام (DBO_5).....23
II- 4-2-2- الأكسجين الكيميائي المستهلك (DCO) 23
II- 4-2-3-المنظفات الصناعية.....23
II- 4-2-4- القاعدية 24
II- 4-2-5-الآزوت (N).....24
II- 4-2-6- النترات (NO^-_3).....24
II- 4-2-7- الأمونيوم (NH^+_4).....24
II- 4-2-8- النتريت (NO^-_2).....25
II- 4-2-9- الفوسفات (PO^-_4).....25
III-4-2-10- الحديد (Fe).....25
II- 2-2- 11- الرصاص (Pb).....25
II- 4-2-12- الكادميوم (Cd).....25
II- 4-2-13- الزئبق (Hg).....25
II- 4-2-14- السيانيد (Cn).....25
II- 4-2-15- الزرنيخ (As).....26
II- 4-3- المقاييس البيولوجية.....26

III- انعكاسات تلوث المياه على البيئة.....28
III-1- تأثيره على التربة.....28
III-3- تأثيره على المياه (الجوفية والسطحية).....28
III-2- تأثيره على النباتات.....28
IV-4- تأثيره على الإنسان.....28

الفصل الثاني :طرق معالجة مياه الصرف و اعادة استعمالها

I- معالجة المياه العادمة.....30
II- أهداف معالجة المياه المستعملة.....30
III - طرق معالجة المياه العادمة.....31
III -1-المعالجة الابتدائية الفيزيائية.....31
III -1-1-التصفية.....31
III -1-2-أحواض الترسيب.....32
III -1-3-أحواض التعديل.....32
III -1-4-إزالة الزيوت والدهون.....32
III -2-المعالجة البيولوجية.....32
III-2-1-عملية الحمأة المنشطة.....32
III-2-2- البحيرات المهواة.....34
III-2-3- الاقراص البيولوجية الدوارة.....34
III-2-4- المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة).....35
III -2-4-1- أنواع محطات المعالجة النباتية 36
III -2-4-1-1- محطات نباتية مائية نصف مغمورة 36
III-2-4-1- 2- محطات نباتيه مائية طافية.....37
III -3-المعالجة المتقدمة 38
III-3-1- العمليات الكيميائية.....38
III-3 -1-1- الترسيب الكيميائي.....38
III-3 -1-2-الإ متزاز بالكربون المنشط.....38
III -3-2-مرحلة التطهير.....38
III 3-2-1-الكلورة.....39
III-3-2-2-إستخدام الأوزون.....39

III-3-2-3-الترشيح المجهري 39
III-3-2-4 -استخدام الأشعة فوق البنفسجية.....39
III-3-3- نزع المغذيات البيولوجية.....40
IV- استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف.....40
IV -1- في مجال الري.....40
IV -2- في مجال الاستخدام الصناعي.....41
IV -4- في مجال إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية.....41
IV -5- في مجال الاستخدام كمياه للشرب.....42

الفصل الثالث : دراسة عامة لمنطقة وادي سوف

I-الموقع الجغرافي.....45
I-1- الموقع الجغرافي لولاية الوادي.....45
I-2- الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف.....45
II- الدراسة الطبوغرافية للمنطقة.....46
III- الدراسة الجيولوجية للمنطقة.....46
IV- الدراسة المناخية للمنطقة.....47
IV -1- درجة الحرارة 47
IV -2- التساقط 48
IV -3- الرطوبة النسبية 48
IV -4- الـريـاح.....49
IV - 5- التشمس.....49
IV -6- التبخر 50
IV-7-المنحي الحراري المطري.....51
IV -8 المنحنى المناخي لـ أمبرجي 51
V-الدراسة الهيدرولوجية 52
V-1- طبقة المياه السطحية (La nappe phréatique).....52
V- 2 - السماط المركب النهائي (Le complexe terminal).....53
V- 3- السماط القاري المتداخل (Le continental intercalaire).....53
VI- المشاكل البيئية للمنطقة.....53
VII- وصف محطات معالجة المياه العادمة بالأحواض المهواة.....55

VIII -1- المعالجة الاولية 57
VIII- 1-1- الغربال (Dégrillage).....57
VIII- 1-2- نازع الرمل (Déssableur) 57
VIII- 2- الجزء البيولوجي لمعالجة مياه الصرف.....58
VIII - 2-1- الأحواض المهواة - المرحلة الأولية (A).....58
VIII - 2-2- الأحواض المهواة - المرحلة الثانية (B).....59
VIII - 2-3- الأحواض النهائية أو التكميلية (F).....60
VIII- 3- جمع الأوحال.....61
VIII - 3-1- أماكن تجفيف الأوحال.....61
IX-1 - مقياس حجم الماء الداخل (Débit mètre).....61
IX-2- آخذ العينات (Préleveur).....62

الفصل الرابع: الطرق والوسائل ومناقشة النتائج

I-الطرق والوسائل ومناقشة النتائج.....64
I-1- الطرق والوسائل.....64
II -2- تحليل ومناقشة نتائج الدراسة الفيزيوكميائية.....64
II - 2-1- الرقم الهيدروجيني (pH).....64
II- 2-2-درجة الحرارة 66
II -2-3- الناقلية الكهربائية (Conductivité électrique).....67
II - 2-4- الأوكسجين المنحل في الماء 68
II - 2-5-الملوحة 69
II - 2-6-المواد العالقة (MES).....70
II- 2- 7-الطلب البيولوجي للأوكسجين لمدة خمسة ايام (DBO_5).....72
II - 2-8- الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO) 73
II - 2-9- الأمونيوم (NH^+_4) 75
II- 2-10-النتريت (NO_2).....77
II- 2-11- النترات (NO_3^-).....78
II- 2-12-الازوت الكلي (Nt).....79
II -2-13- الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$).....80
II-2-14- الفوسفات الكلي (Pt).....81

III- مقارنة بين أداء وكفاءة المعالجة في المحطات المدروسة 83
الخاتمة
قائمة المراجع
الملحق
الملخص

فهرس الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
1-1	أهم الملوثات الموجودة في المياه العادمة	20
2-1	القيم المسموح بها لصرف المياه المعالجة	27
1-2	بعض بلدان الشرق الأدنى التي تستخدم كميات كبيرة من المياه المعالجة في الري	41
1-3	مختلف محطات المعالجة لمنطقة سوف والبلديات التي تغطيها	54
2-3	معايير ما يدخل ويخرج من الملوثات في المحطات الثلاثة	55
3-3	الأحواض المهواة (المرحلة الثانية B)	59
3- 4	خصائص الاحواض المهواة (المرحلة الثانية B)	59
5-3	خصائص الاحواض النهائية للمحطات المدروسة	60
1-4	اهم المعايير المعتدة في التحاليل من قبل المحطات المدروسة	64
2-4	المتوسط الشهري للمردود عوامل التلوث في كل محطة	83
3-4	مقارنة النتائج المتحصل عليها مع معايير المسموح بها في المحطات لطرح المياه في الوسط	84

فهرس الأشكال

رقم الأشكال	العنوان	الصفحة
1-2	مراحل معالجة المياه العادمة	31
2-2	مخطط عملية نموذجية بالحمأة المنشطة	33
1-3	خريطة الموقع الجغرافي للمنطقة	45
2-3	المقاطع الجيولوجية للمنطقة	46
3-3	التغيرات الشهرية لدرجات الحرارة للفترة (2001-2016)	47
4-3	التغيرات الشهرية لقيمة التساقط (ملم) للفترة (2001-2016)	48
5-3	التغيرات الشهرية لقيم الرطوبة % للفترة (2001.2016)	48
6-3	التغيرات الشهرية لسرعة الرياح م/ثا للفترة (2001-2016)	49
7-3	التغيرات الشهرية لقيم التشمس (سا) للفترة (2001-2016)	50
8-3	التغيرات الشهرية لنسب التبخر في منطقة واد سوف للفترة (2001-2016)	50
9-3	منحنى بغنول وغوسن خلال الفترة الممتدة (2001-2016)	51
10-3	المنحنى المناخي ' EMBERGER لمنطقة واد سوف	52
11-3	خريطة توضح اتصال شبكة مياه الصرف بمحطات المعالجة (ONA.2018)	54
12-3	المخطط العام للمحطات الثلاثة	56
1-4	التغيرات الشهرية لقيم (pH) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	65
2-4	التغيرات الشهرية لقيم الحرارة (C^0) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	66
3-4	التغيرات الشهرية لقيم الناقلية المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	67
4-4	التغيرات الشهرية لقيم الاكسجين المنحل المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	69
5-4	التغيرات الشهرية لقيم الملوحة المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	70

6-4	التغيرات الشهرية لقيم المواد العالقة (MES) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**71**
7-4	التغيرات الشهرية لقيم (DBO_5) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**73**
8-4	التغيرات الشهرية لقيم (DOC) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**74**
9-4	التغيرات الشهرية لقيم الأمونيوم المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**76**
10-4	التغيرات الشهرية لقيم النتريت المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**77**
11-4	التغيرات الشهرية لقيم النترات المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**78**
12-4	التغيرات الشهرية لقيم الأزوت الكلي المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**80**
13-4	التغيرات الشهرية لقيم الأرثوفوسفات المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**81**
14-4	التغيرات الشهرية لقيم فوسفات الكلي المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة	**82**

فهرس الصور

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1-2	البحيرات المهواة	34
2-2	الاقراص البيولوجية الدوارة	35
3-2	النباتات المائية ضمن أحواض المعالجة بالنباتات	37
4-2	احدى المحطات النباتية المائية الطافية بالولايات المتحدة	37
1-3	الغربال	57
2-3	نازع الرمل	58
3-3	الأحواض المهواة (المرحلة الثانية B)	58
4-3	البحيرات المهواة (المرحلة الثانية)	59
5-3	الأحواض النهائية (F)	60
6-3	الاحواض الجافة	61
7-3	آخذ العينات	62

قائمة الاختصارات والرموز

الاختصار	المعنى
pH	الرقم الهيدروجيني
MES	المواد العالقة Matières en suspension
DBO_5	الطلب البيولوجي أو البيوكميائي للأوكسجين لمدة خمسة أيام
DCO	الطلب الكيميائي للأوكسجين
STEP	محطة معالجة المياه الملوثة Station des traitement de eaux polluee
COND	الناقلية الكهربائية
$T(C^0)$	درجة الحرارة
(E.B) Eau traite	الماء الداخل قبل المعالجة
(E.B) Eau brute	الماء الخارج بعد المعالجة
Ms/cm	مللي سيمنز لكل سنتيمتر
NO_2	النتريت
NO_3	النيترات
mg /l	مليغرام للتر الواحد
UV	الأشعة فوق البنفسجية
Oxy.diss	الأوكسجين المنحل في الماء
ONA	الديوان الوطني للتطهير
MTH	Maladies à transmissions hydrique

مقدمة

مـقدمـة

مما لا شك فيه أن مشكل التلوث من القضايا الشائكة التي باتت تؤرق شعوب الكثير من الدول مع إطلالة القرن الواحد والعشرين، حيث يعتبر تلوث الماء من أهم الموضوعات التي أعتنى بها العلماء والمختصون في مجال البيئة، ولعل السر في ذلك يعود إلى أهمية الماء وضرورته للحياة (الحايك، 2017).

تعد مياه الصرف الصحي أحد المصادر التي تلوث البيئة عموما والموارد المائية خصوصا، وذلك عندما تطرح بدون معالجة في الأنهار والبحيرات والشطوط أو على سطح الأرض مباشرة، حيث لا يقتصر هذا النوع من التلوث علي انتشار الأمراض والأوبئة فقط بل يتعدى ذلك الى الإضرار بالثروة الحيوانية والنباتية والمياه الجوفية وكذا بالسياحة، الأمر الذي يعود سلبا على الدخل القومي واقتصاد البلد (خنفر، 2007).

إن الأضرار الناتجة عن تلوث المياه أصبحت واقعا معاشا في الحياة اليومية للسكان، مما خلق لديهم وعيا بيئيا ترجم في ممارسات فعلية نتج عنها ظهور منظمات باتت تمارس على حكومات دولها ضغوطات كبيرة قصد اتخاذ الإجراءات الكفيلة بحماية بيئتها من هذا التلوث، حيث وضعت استراتيجيات لحماية البيئة تمثلت في إنشاء محطات معالجة المياه الصرف الصحي وكانت بداياتها في الدول الأوربية وأمريكا وكندا (سعيدي، 2005).

تعتبر الجزائر من بين الدول التي اعتمدت استراتيجية وطنية في مجال تطهير مياه الصرف الصحي، وهذا على نطاق المدن، حيث بلغ تعداد محطات معالجة المياه 12 محطة في سنة 1999 وبقدرة لا تتجاوز 90 مليون م^3/سنة، أما حاليا فالجزائر لديها 177 محطة التطهير مكافئة لعدد سكان يقدر بحوالي 14 مليون نسمة وبطاقة تصفية تقدر بـ 805 مليون م^3 / سنة (وزارة الموارد المائية، 2016).

تحوي منطقة وادي سوف بولاية الوادي أربعة محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي، هذه الأخيرة أنجزت في إطار عملية مكافحة مشكلة تلوث وصعود المياه الجوفية والتي أثرت سلبا على كل ميادين الحياة في المنطقة.

يعتمد نظام المعالجة في هذا النوع من المحطات على طريقة البحيرات المهواة، وهي الطريقة المعتمدة في معالجة المياه المستعملة في المناطق الصحراوية الجافة والحارة خصوصا، وذلك لتوفر المساحات الشاسعة من الأراضي من جهة، كما أن الظروف المناخية السائدة تساهم بفعالية في الرفع من كفاءة ومرود هذه الطريقة من جهة اخرى (محمد العدوي، 2008).

يعد موضوع معالجة المياه وإعادة استعمالها من أهم المواضيع البارزة في وقتنا الحاضر، حيث أثبتت الكثير من الدراسات العلمية في هذا الشأن أن معالجة مياه الصرف وإعادة استعمالها يمثل أحد الخيارات العملية في توفير مصادر جديدة للمياه لسد النقص في الموارد المائية، وتلبية الحاجة المتزايدة للمياه والحفاظ على الموارد الموجودة وصحة المواطنين والتنمية الاقتصادية (FAO, 2000).

هذا العمل هو عبارة عن مساهمة في دراسة بعض الخصائص الفيزيوكميائية لمياه الصرف الخام والمعالجة بالبحيرات المهواة بمنطقة وادي سوف، والتي شملت ثلاث محطات وهي محطة سيدي عون ومحطة حساني عبد الكريم ومحطة الرقيبة. هذه الدراسة تم فيها متابعة التغيرات في الخصائص الفيزيوكميائية لمياه الصرف قبل وبعد معالجتها لمدة سنة كاملة من جانفي 2017 حتى ديسمبر 2017، ثم مقارنة هذه النتائج مع المقاييس العالمية والوطنية بهدف التعرف علي كفاءة المحطات الثلاث ودورها في المحافظة على البيئة، وإمكانية استغلال المياه المعالجة في الري و تغذية المياه الجوفية .

ينقسم هذا العمل إلى جزئيين أساسيين نظري وعملي.

الجزء النظري: يحتوي على فصلين

- **الفصل الأول**: تطرقنا فيه الى مشكل تلوث المياه بمختلف أنواعه ومصادره وكذا انعكاس هذا الأخير على البيئة وعلى صحة الإنسان ومختلف الكائنات الحية.
- **الفصل الثاني**: في هذا الفصل نستعرض أهم طرق معالجة مياه الصرف الصحي المبتكرة وأكثرها استعمالا ونجاعة.

الجزء العملي: يحتوي على فصليين

- **الفصل الثالث**: وفيه قمنا بتقديم منطقة الدراسة والتعرف على أهم خصائصها المناخية والجغرافية وكذا الجيولوجية والهيدرولوجية.
- **الفصل الرابع**: تم فيه تحليل ومناقشة النتائج المتحصل عليها من طرف المحطات الثالثة المدروسة ودراسة مدى تطابقها مع المعايير الوطنية والدولية المعمول بها في مجال معالجة مياه الصرف وإمكانية اعادة استعمالها في بعض المجالات كالري وتغذية المياه الجوفية.

الجزء النظري

الفصل الأول

تلوث الماء وانعكاساته

I- تلوث المياه

I- 1- تعريف تلوث المياه

هو وجود الملوثات والعناصر غير المرغوب فيها في المياه بكميات ونسب كبيرة، أو بشكل يعيق استعمال المياه للأغراض المختلفة كالشرب والري والتبريد وغيرها، بحيث تصبح تلك المياه مصدرا لإصابة الإنسان والحيوانات بالأمراض الخطيرة (حسان وشحاته، 2005).

عرف هوبكنز وشولز الماء الملوث بأنه الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة لاختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها من المخلفات، فتجعله غير صالح للشرب أو الاستعمال في الأغراض الصناعية (جورجي، 2007)، وجاء في تعريف منظمة الصحة العالمية (1961) 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 (عبد القادروغازي، 2008).

I- 2- مصادر تلوث المياه

إن مصادر تلوث المياه متعددة وهي تقسم إلى:

* مصادر زراعية: كالأسمدة والمبيدات، مياه الري، الانجراف المائي للتربة، المخلفات الحيوانية....إلخ.
* مصادر بشرية: الصرف الصحي والصناعي، البناء، المناجم، المصانع...إلخ.
* مصادر طبيعية: تشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية...إلخ (عمر، 2004).

I- 3- أنواع التلوث المائي

يتم اختيار طريقة معالجة مياه الصرف على أساس أنواع ومصادر المواد الملوثة للمياه، ومنه يجب التعريج إلى هذه الملوثات ودورها في تلويث المياه بمناقشة حالات التلوث الآتية:

I- 3-1-التلوث الطبيعي

يقصد به التلوث الذي يغير من الخصائص الطبيعية للماء فيجعله غير مستساغ للاستعمال البشري، وذلك عن طريق تغير حرارته أو ملوحته أو ازدياد المواد العالقة به سواء كانت من أصل عضوي أو غير عضوي. يكون ازدياد ملوحة الماء في الغالب لازدياد كمية البخار لماء البحيرة أو النهر خصوصا في الأماكن الجافة دون تجديد لها، ويؤدي ذلك أيضا لاكتسابه الرائحة الكريهة أو تغير لونه أو مذاقه (عبد الرحمان، 2007).

I- 3-2-التلوث الفيزيائي

I- 3-2-1- التلوث الحراري

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

I- 3-2-2-التلوث الإشعاعي

تتعرض النظم البيئية بما تحتويه من كائنات حية وغير حية إلي أنواع متباينة من الإشعاع، بعضه ينطلق من مصادر طبيعية في المياه السطحية التي قد تحتوي على عناصر مشعة طبيعيا مثل اليورانيوم والراديوم، أو مصادر غير طبيعية ناتجة من مختلف المناجم والمخلفات الصناعية والتفجيرات النووية، وتعد المحطات النووية والمستشفيات ومراكز الأبحاث العلمية من أهم مصادر هذا التلوث (صابر، 2000).

I- 3-3- التلوث الكيميائي

I- 3-3-1- 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، و تتميز 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) (السعداني، 2008).

I- 3-3-2- التلوث بالمبيدات و بالأسمدة 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 (صابر، 2000).

I- 3-3-3- التلوث بالمخلفات النفطية

يعتبر النفط مصدرا من مصادر التلوث المائي، حيث يسبب اثرا خطيرا للكائنات الحية المائية سواء في البحار أو المحيطات، والمتمثل في هلاك النباتات المائية بما يحتويه من سموم. يشكل النفط طبقة عازلة تعوق تبادل الغازات بين الهواء والماء، بالإضافة إلي تلوث الشواطئ مما يؤثر على السياحة وصحة الإنسان كما يحدث هذا التلوث بسبب الحوادث البحرية التي بين الناقلات العملاقة، ومخلفات مصافي التكرير والسفن والترسبات التي تحدث في آبار النقط والأنابيب الناقلة (السعداني، 2008؛ حسان وشحاتة، 2007).

I- 3-3-4- التلوث بالأمطار الحامضية

تنتج الأمطار الحمضية من أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكربون، ويعد أهم مصادر هذه الملوثات هي البراكين واحتراق الوقود الاحفوري، عندما تصبح الظروف المناخية مناسبة لسقوط الأمطار فإنها تذوب في ماء المطر وتسقط علي سطح الأرض علي هيئة مطر حمضي .

وقد يتحد أكسيد الكبريت مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر في وجود الرطوبة ينتج في هذه الحالة مركب جديد هو كبريتات النشادر، وهذه الملوثات لا تعرف حدودا، أذ يمكن ان تنتقل لمسافات بعيدة تتراوح ما بين 1000-1500 كيلو متر عن مصادر التلوث الصناعي أو البراكين، فتهطل أمطار حمضية على مناطق لا علاقة لها بمصدر التلوث، وبالتالي تحدث أثارا بيئية سيئة علي المستوى المحلي والإقليمي والعالمي.

فالأمطار الحمضية تضر بجميع المسطحات المائية وخاصة منها المغلقة، فتعمل على رفع درجة حموضتها مما يؤثر على الكائنات الحية التي تعيش بداخلها، وتتسبب هذه الأمطار بإذابة بعض المعادن الثقيلة في التربة وحملها إلى البحيرات والأنهار وكذلك المياه الجوفية، مسببة أضرار للكائنات الحية بأنواعها وذلك بطريقة مباشرة أي باستعمال المياه الملوثة أو غير مباشرة عن طريق السلسلة الغذائية (الشحات، 2011).

I-3-4-التلوث البيولوجي

تتواجد الكائنات الحية الدقيقة بصورة طبيعية في مياه المجاري، وبجود المواد العضوية كغذاء لهذه الكائنات يجعلها في حالة نشاط وتكاثر مستمر **(**Ross, 2004**)**. عند طرح هذه المياه في الأوساط المائية النقية الصالحة للشرب وغير الصالحة مثل الأنهار والبحار، تعمل مياه المجاري على تزويد هذه المياه بالبكتيريا الممرضة و الحيوانات الأولية والفيروسات، فيؤدي ذلك إلى انخفاض نسبة الأكسجين في الماء وموت الأسماك وكذا تعفن المياه، وقد تستعمل الطحالب هذه المياه العادمة الغنية بالمواد العضوية كسماد فتزيد من انتشارها وكثافتها، وكل ذلك يؤدي إلى تلوث المياه (العدوي، 2008) .

II- مياه الصرف

II -1- تعريفها

يرى أغا (1988)، أن مياه الصرف هي عبارة عن المياه المستعملة من قبل المستهلكين أو المياه التي تطرح من الصناعات، حيث أن المياه تصبح قذرة وملوثة ويجب التخلص منها لما تحمله من فضلات قذرة ومواد سامة وبعض الجراثيم و الطفيليات الخطرة.

كما عرف اصفري (2004) مياه الصرف بأنها ذلك الماء الملوث الذي يتركب من المواد الغريبة التي تفسد خواصه الكيميائية أو تغير من طبيعته، مما يجعله غير صالح للإنسان والحيوان والنبات.

- تشكل مياه الصرف من حوالي 80% من المياه العذبة المستهلكة في المدن، وتتألف من الماء بنسبة 99% والشوائب والملوثات الضارة بنسبة حوالي 1%.

- تتغير كمية المياه العادمة المطروحة في شبكة المجاري بتغير معدل الاستهلاك المائي وبالتالي تختلف كمياتها باختلاف ساعات اليوم وأيام الأسبوع واشهر وفصول السنة (أصفري، 2004).

II- 2- أهم مصادر مياه الصرف

II- 2-1- مياه الأمطار

تتجمع مياه الأمطار المتساقطة على المناطق السكنية في المجارير العامة حاملة معها الاوساخ التي في الجو وعلى السطوح المتساقطة عليها، ولذلك فهناك اختلاف كبير في كمية تلك المياه ودرجة تلوثها من منطقة الى أخرى، ولا يمكن اعطاء معدلات عامة لها (الحايك، 2017). تكون مياه الأمطار غنية بالأكسجين وفقيرة من عاز الكربون ويمكن أن تحتوي على أثار النتريت والأمونياك، خاصة بالقرب من التجمعات السكانية وتكون أيضا محملة بملوثات حيوية، تتساقط هذه الأمطار على الأرض وتتجمع علي شكل مياه سطحية وباطنية وأهم هذه الملوثات (NO^-_3، SO^-_2) (عمر، 2004).

II- 2-2- المياه المستعملة من قبل السكان

II- 2-2-1-المياه الناتجة عن المطابخ

تحتوي على بقايا من مواد عالقة معدنية صادرة عن عملية غسل الخضار وبالأخص احتواء هذه المياه علي المواد الدهنية والشحمية، إذ توجد صعوبة في عملية معالجة هذه المياه ويتم فصلها في أحواض الترسيب الأولية (Ben Ali, 2014).

II- 2-2-2- المياه الناتجة عن الحمامات والغسيل

تحتوي هذه المياه على معلقات من أصل معدني وهي:

- الصابون مختلط بقليل من الدهون والشحوم.

- ❖ بعض المواد العالقة الناتجة عن المنظفات المنزلية.
- ❖ بعض الأملاح المنحلة الناتجة عن بودرة الغسيل (Ben Ali, 2014).

II- 2-2-3- المياه الناتجة عن دورات المياه

وهي غنية بالمواد الهيدروكربونية، كما تحتوي علي الآزوت والبكتيريا والفيروسات والطفيليات.

II- 2-2-4-مياه الصرف الصناعي

هي المياه الناتجة عن الاستعمالات الصناعية المختلفة والتي تكون ملوثة بالمواد العضوية والكيميائية، مواد عالقة، أحماض، قواعد، زيوت...الخ، أما طرح المواد السامة الناتجة عن الصناعة مثل السيانوروالمعادن الثقيلة و الفينولات فإنه يمنع طرحها مع مياه الصرف المنزلية، ويجب معالجة مياه الصرف الصناعية معالجة خاصة (Baumont et al, 2005).

II- 3- تركيب المياه العادمة و أهم صفاتها

تتشعب آثار صرف المياه العادمة غير المعالجة في البيئة حسب نوع الملوثات وتركيزها.

الجدول (1-1): أهم الملوثات الموجودة في المياه العادمة وصفاتها

الملوثات	سبب الأهمية
المواد العالقة	قد تؤدي إلى ترسب الحماة و توليد ظروف لاهوائية إذا صرفت المياه العادمة غير المعالجة في البيئة المائية
المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي	تتكون أساسا من البروتينات والكربوهيدرات والدهون وتقاس عادة باستخدام الطلب البيولوجي على الأكسجين والطلب الكيميائي على الأكسجين، وتؤدي هذه المواد إلى استنفاد موارد الأكسجين الطبيعية ونشوء ظروف ضارة بالأنواع المائية
الكائنات المُمرضة	قد تسبب أمراضا معوية
المواد العضوية الشديدة المقاومة	تقاوم طرائق المعالجة التقليدية للمياه العادمة، و تضمّ العوامل ذات الفعالية السطحية الفينولات والمبيدات الزراعية
المعادن الثقيلة	تنتج من الأنشطة التجارية والصناعية ويجب إزالتها من المياه العادمة قبل إعادة استخدامها
المكونات المذابة غير العضوية	تضمّ الكالسيوم والصوديوم والكبريتات والنيتروجين والفوسفور، وهي عناصر غذائية هامة للنباتات ويجب التقليل منها لإعادة استخدام المياه العادمة في السقي

المصدر: (Metcalf and Eddy, 2002)

II- 4- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه العادمة

II- 4-1- المقاييس الفيزيائية

من أهم الخصائص الفيزيائية لمياه الصرف اللون والرائحة والحرارة والتعكر، والمحتويات غير المذابة منها الأجسام الصلبة والنفط والشحم، تصنف الأجسام الصلبة إلى مواد معلقة ومواد مذابة وأجزاء عضوية متطايرة وغير عضوية ثابتة وهي كالآتي:

II- 4-1-1- المواد العالقة MES

تمثل المواد الغير ذائبة، نحصل 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 (EPA, 2001).

II- 4-1-2- الروائح

تنبعث الروائح عادة من الغازات المتولدة من تحلل المواد العضوية أو من المواد المضافة إلى مياه الصرف قد تحتوى مياه الصرف الصناعي على مركبات ذات رائحة أو على مركبات تنبعث منها رائحة أثناء عملية المعالجة (Attab, 2011).

II- 4-1-3- درجة الحرارة

تعتبر درجة الحرارة من أهم المؤشرات المؤثرة في عملية المعالجة وذلك لتأثيرها على التفاعلات الكيميائية وسرعتها، وكذلك تؤثر على الكائنات الحية 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 لذلك فإن العديد من المنشآت الصناعية تولى اهتماما بالغا بدرجة حرارة المياه السطحية التي يتم استخدامها في عمليات التبريد.

بالإضافة إلى ما سبق فإن الأكسجين أقل ذوبانا في المياه الدافئة عن المياه الباردة، ولذلك فإنه عند ارتفاع درجة حرارة المياه في أشهر الصيف يزداد معدل التفاعلات البيو كيميائية مصاحبا لانخفاض في كمية الأكسجين المتواجدة في المياه السطحية، مما يؤدي إلى نفاذ حاد لتركيز الأكسجين الذائب في المياه (غرايبية، 2002؛ الحايك، 2017).

II- 4-1-4- 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 الحماة النشطة إزالة نسبة معينة لبعض أنواع المواد الملونة، وفى بعض الأحيان تحتاج إزالة المواد الملونة إلى عمليات الأكسدة الكيميائية (Attab, 2011).

II- 4-1-5- العكارة

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء، ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه المنصرفة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. وعموماً فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه غير المعالجة، ولكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها (Degrement, 1989).

II- 4-1-6-الأس الهيدروجيني (pH)

إن تركيز الأيون الهيدروجيني يعتبر أحد المؤشرات الهامة لمياه الصرف، ويعتبر مدى التركيز المناسب لتواجد معظم الحياة البيولوجية صغير جدا وحرجا. إن مياه الصرف ذات الأس الهيدروجيني الخارج عن المدى (8.5-6.5) من الصعب معالجتها بالطريقة البيولوجية، و بالتالي إذا لم يتم ضبط (pH) قبل الصرف فإنه سيؤثر عكسيا على قيم (pH) في المياه الطبيعية (Lounnas, 2009).

II- 4-1-7-الناقلية الكهربائية (Conductivité électrique ms/cm)

الناقلية الكهربائية تعرف على أنها الناقلية المحصورة بين قطبين مكونين من صفيحتين 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 (Rodier, 2009).

II- 4-2-المقاييس الكيميائية

الخصائص الكيميائية المرتبطة بالمحتويات العضوية وغير العضوية للمياه وهي كالآتي :

II- 4-2-1- الأكسجين الحيوي الممتص لمدة خمسة أيام (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.

يحتاج الحمل الزائد للأكسجين الحيوي الممتص الناتج من الزيادة في المخلفات العضوية إلى زيادة النشاط البكتيري والأكسجيني بالإضافة إلى زيادة في قدرة وحدة المعالجة البيولوجية.

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).

II- 4-2-2- الأكسجين الكيميائي المستهلك (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 والكروميك في درجة حرارة عالية، وهناك اختبار آخر لـ (DCO) تستخدم فيه البرمنجنات كعامل مؤكسد.

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) في مياه الصرف الصناعي التي تحتوى على مواد تتحلل بيولوجيا (مثل صناعة الأغذية). أما مياه الصرف ذات النسب (DCO/DBO) أعلى من 3 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 والورقية (Rodier, 2009).

II- 4-2-3-المنظفات الصناعية

وهى المسؤولة عن تشكل الرغوة في محطات معالجة مياه الصرف وفى المياه السطحية التي تصرف إليها، وتتجمع جزيئات المنظفات في الطبقة ما بين الهواء والماء كذلك تتجمع هذه المركبات على سطح

فقاعات الهواء أثناء عملية المعالجة البيولوجية مسببة رغوة تعيق عملية المعالجة (صديق ويسري، 2010).

II- 4-2-4- القاعدية

تنتج القاعدية من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات والبيكربونات، مثل الكالسيوم والمغنيزيوم والصوديوم والبوتاسيوم والأمونيا، ويعتبر الكالسيوم والمغنيسيوم هما الأكثر انتشارا. يساعد وجود القاعدية في مياه الصرف على مواجهة التغيرات في الأس الهيدروجيني الناتجة عن إضافة الأحماض، ويشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف أهمية من حيث التأثير على المعالجة الكيميائية والمعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات (عابد وغازي، 2008).

II- 4-2-5-الآزوت (N)

نظرا لأهمية النيتروجين كحجر أساس في سلسلة البروتين، فإن بيانات النيتروجين تستخدم لتقييم قابلية مياه الصرف للمعالجة البيولوجية (Kori, 1996). إن عدم وجود النيتروجين بشكل كاف يجعل من إضافته ضرورة لجعل مياه الصرف قابلة للمعالجة، ولكي يتم التحكم في نمو الطحالب في المياه المستقبلة فإن اختزال أو إزالة النيتروجين في مياه الصرف يعتبر ضرورة ملحة، ويشمل النيتروجين الكلي والمستخدم كمؤشر شائع على العديد من المركبات مثل الأمونيا وأيون الأمونيوم والنترات والنتريت واليوريا والنيتروجين العضوي (الأحماض الأمينية والأمينات) (EPA, 2001).

II- 4-2-6- النترات (NO^-_3)

أثبتت الأبحاث الطبية أن للنترات أضرار صحية كبيرة خاصة علي الأطفال الرضع، وقد يعود وجوده في مياه الصرف إلى نترجة الآزوت العضوي، كما أن النترات المتواجدة في المياه الطبيعية تأتي بفعل جريان الماء على سطح التربة التي تحتوي على الآزوت من جراء التوسع في استعمال الأسمدة الكيميائية (الحايك، 2017).

II- 4-2-7- الأمونيوم (NH^+_4)

تعتبر البقايا الحيوانية والنباتية الموجودة في التربة مصدرا أساسيا للأمونيوم، وذلك عن طريق تحطيم البروتينات والمركبات العضوية الآزوتية الأخرى المكونة لتلك البقايا حيث ينتقل قسم كبير من الأمونيوم المشكل إلى الأنهار، كما أن وجود الأمونيوم بكميات كبيرة في المياه السطحية دليلا عن التلوث الناتج عن مياه الصرف المطروحة في المجاري المائية (Kori, 1996).

II- 4-2-8- النتريت (NO^-_2)

تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية من شوارد النترات و شوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما، ولذلك فإن شوارد النتريت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النترات أوعن أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعي للنتريت (Lounnas, 2009).

II- 4-2-9- الفوسفات (PO^-_4)

يعتبر الفوسفات ضروري لنمو الطحالب وغيرها من الكائنات البيولوجية، ويكون الفوسفات العضوي أحد أهم المكونات لمياه الصرف الصناعي والحمأة (Rodier, 2009).

III-4-2-10- الحديد (Fe)

يتواجد في الماء علي هيئة ملح ذائب وهو بيكربونات الحديد ($Fe\ Co_3$) لا يغير طعم الماء، وينتج في المياه السطحية والجوفية من انحلال المركبات الحديدية الموجودة في التربة، كما يتواجد في المياه الصرف الصحي الحضرية والصناعية بشكل واسع (Kori, 1996).

II-2-2- 11- الرصاص (Pb)

ينحل الرصاص في التربة، وهو يشكل المصدر الطبيعي في المياه الجوفية والسطحية يصل تركيزه إلى (0.6 ملغ/ل) طبيعيا غير أن المصدر الأساسي للرصاص في المياه السطحية ناتج عن مياه الصرف خاصة الصناعية وتظهر سمية الرصاص علي الأحياء الدقيقة المائية ابتداء من تركيز قدره (0.1 ملغ/ل) (Rodier, 2009).

II- 4-2-12- الكادميوم (Cd)

وهو أحد العناصر الصغرى في تغذية النباتات عندما يكون تركيزه منخفضا، إلا انه يصبح ساما للنباتات والأحياء المائية عندما يزداد تركيزه على المستوى العادي ولو بقليل. ويعد عنصر الكادميوم من العناصر الثقيلة العالية السمية والتي تتراكم في اجسام الكائنات الحية عبر السلسلة الغذائية (الحايك، 2017).

II- 4-2-13- الزئبق (Hg)

يستخدم الزئبق في نطاق واسع في الصناعة والزراعة، ففي الحالة الطبيعية يتواجد بنسب قليلة جدا، أما النسبة الكبيرة توجد في مياه الصرف الصناعية، ويعد الزئبق واحد من أكثر العناصر الكيمائية سمية وقابلية للتراكم في أجسام الكائنات الحية (الشحات، 2010).

II- 4-2-14- السيانيد (Cn)

المياه الطبيعية خالية من السيانيد، ووجوده في المياه السطحية ناتج عن مياه الصرف الصناعية، ومن أهم الصناعات التي تطرح السيانيد صناعة الغاز والبتروكيمياء وغيرها. يتشرد حمض السيانيد في الماء معطيا شوارد السيانيد وتتعلق سمية السيانيد بعدة عوامل كالحرارة ونسبة التمعدن في الماء وكمية الأكسجين المنحل. تزداد سمية السيانيد بارتفاع درجة الحرارة وبانخفاض كمية الأكسجين المنحل، وبتناقص قيمة (pH) الوسط (الحايك، 2017).

II- 4-2-15- الزرنيخ (As)

يحدث تلوث المياه بالزرنيخ من عدة مصادر أكثرها التعرض لبقايا المبيدات بمختلف أنواعها، وترشحيها من التربة إلي مصادر المياه الجوفية كما يتواجد في مياه صرف المصانع (Kori, 1996).

II- 4-3- المقاييس البيولوجية

تحدد الاختبارات البيولوجية على مياه الصرف وجود البكتيريا الممرضة من عدمه بواسطة اختبار نوع معين من الكائنات المؤشرة. تحتوي مياه الصرف على العديد من الكائنات الحية الدقيقة خاصة بكتيريا القولون البرازية(Coliformes Fécale Bactérie)، تضم Les Entérobactéries مثل : *Escherichia*، *Nitrobacter klebsiella* ، *Entérobactérie*، والتي تتمثل : Les coliformes Totaux أما Les coliformes Fécaux فتتمثل في: *Escherichia coli* بالإضافة إلى البكتريا السباحية البرازية (Ross, 2004) les Streptocoques Fécaux).

أما الفيروسات الممرضة يصعب تحديدها، وذلك بسب حجمها الصغير جدا وتراكيزها المنخفضة، لذلك فليس هناك أي معايير قياسية لتحديد جودة المياه من ناحية احتوائها علي الفيروسات الممرضة، كما هو الامر في البكتيريا، تمثل المعلومات البيولوجية حاجة ملحة لتقييم نوع المعالجة لمياه الصرف قبل التخلص منها إلى البيئة (الصديق ويسري، 2010).

الجدول(1-2): القيم مسموح بها لطرح مياه الصرف في البيئة

المعايير	الحد المسموح به	الوحدة
الحرارة (TC^0)	30	C°
الاس الهيدروجيني (pH)	8.5-6.5	-
المواد العالقة (MES)	35	ملغ/ل
الطلب البيولوجي للأكسجين (DBO_5)	35	ملغ/ل
الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO)	120	ملغ/ل
الازوت الكلي (Nt)	30	ملغ/ل
الفوسفات الكلي (Pt)	10	ملغ/ل
الامونيوم (NH^+_4)	3	ملغ/ل
السيانيد (Cn)	0.1	ملغ/ل
الكادميوم (Cd)	0.2	ملغ/ل
الزئبق (Hg)	0.01	ملغ/ل
المغنيزيوم (Mg)	0.1	ملغ/ل
النيكل الكلي	0.5	ملغ/ل
الرصاص الكلي (Pb)	0.5	ملغ/ل
النحاس (Cu)	0.3	ملغ/ل
الزنك (Zn)	3	ملغ/ل
الزيوت والشحوم	20	ملغ/ل
الحديد (Fe)	03	ملغ/ل
الهيدروكربون	20	ملغ/ل
الفينول	15	ملغ/ل
الفلور (F)	0.3	ملغ/ل
المركبات العضوية المكلورة	0.5	ملغ/ل
الكلور النشط	1.0	ملغ/ل
الكروم (Cr)	0.5	ملغ/ل
المنظفات	2	ملغ/ل

المصدر: (الجريدة الرسمية، 2006)

III- انعكاسات تلوث المياه على البيئة

تؤثر مياه الصرف على عناصر البيئة المتمثلة في التربة والنبتات والمياه الجوفية والسطحية والإنسان والحيوان.

III-1- تأثيره على التربة

- تكون قشرة من الرواسب على السطح، مما يصعب عملية المبادلات الغازية ونمو النباتات.
- الحمأة غير المعالجة تعمل على التقليل من حجم مسامات التربة (العدوي، 2008).

III-2- تأثيره على النباتات

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

III-3- تأثيره على المياه (الجوفية والسطحية)

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

IV-4- تأثيره على الإنسان

تتسبب مياه الصرف في أمراض متعددة للإنسان، وذلك من خلال أكل ثمار النباتات المقاومة أو شبه المقاومة للتلوث، والتي تخزن النسب العالية من المواد الكيميائية في ثمارها، أو شربه للمياه الملوثة (عمر، 2004). هذه الأمراض نذكر منها:

* التيفوئيد والذي تسببه بكتيريا (السالمونيلا).
* الكوليرا تسببها بكتيريا (Vibrion Cholera).
* الإسهال العصوي والتسمم البولي وتحدثه ببكتيريا (Clostridium).
* التهاب الكبد الحاد والمزمن تسببه الفيروسات.
* البلهارسيا مرض طفيلي تسببه ديدان البلهارسيا.
* تخلفات عقلية عند الأطفال وذلك راجع للتسمم بالرصاص.
* اضطرابات كلوية ترجع الى التسمم بالزئبق.

الفصل الثاني

طرق معالجة مياه الصرف واعادة استخدامها

I - معالجة المياه العادمة

يقصد بمعالجة المياه العادمة جميع العمليات التي تهدف للتخلص من الملوثات المائية حسب الحاجة، فإذا كانت المياه المعالجة ستستعمل مثلا في الإنتاج الزراعي فلا داعي لمعالجة متقدمة للحصول على جودة مياه عالية. يوجد العديد من الطرق لمعالجة المياه العادمة في المرحلة الثانية، ويتطلب اختيار الطريقة المثلى أخذ العوامل البيئية والاقتصادية والتقنية والاجتماعية بالإضافة إلى الاستعمال النهائي للمياه العادمة المعالجة بعين الاعتبار. تشمل العوامل البيئية التأثيرات في البيئة المحيطة من تربة وماء وهواء وانعكاسها على الكائنات الحية، أما العوامل الاقتصادية فتشمل الكلفة الإنشائية والتشغيلية، كما تشمل العوامل التقنية توفر الخبرات وقطع الغيار والظروف المناخية والفاقد من المياه عن طريق التبخر وغيرها، في حين العوامل الاجتماعية فتشمل تقبل السكان للمحطة والمخاطر الصحية (عمر، 2004؛ الدريدي، 2000).

II- أهداف معالجة المياه المستعملة

تتم معالجة مياه الصرف من أجل :

* القضاء على الكائنات الدقيقة " خاصة الممرضة " التي تسبب الأمراض المتنقلة عبر المياه MTH (Maladies à Transmissions Hydrique).

* إزالة المواد العالقة.

وكنتيجة لذلك نتحصل على نقص في تركيز المواد الملوثة :

- 50% مواد عالقة MES .
- 30% DCO الطلب الكيميائي للأوكسجين.
- 10% من الأزوت والفسفور(العابد، 2015).

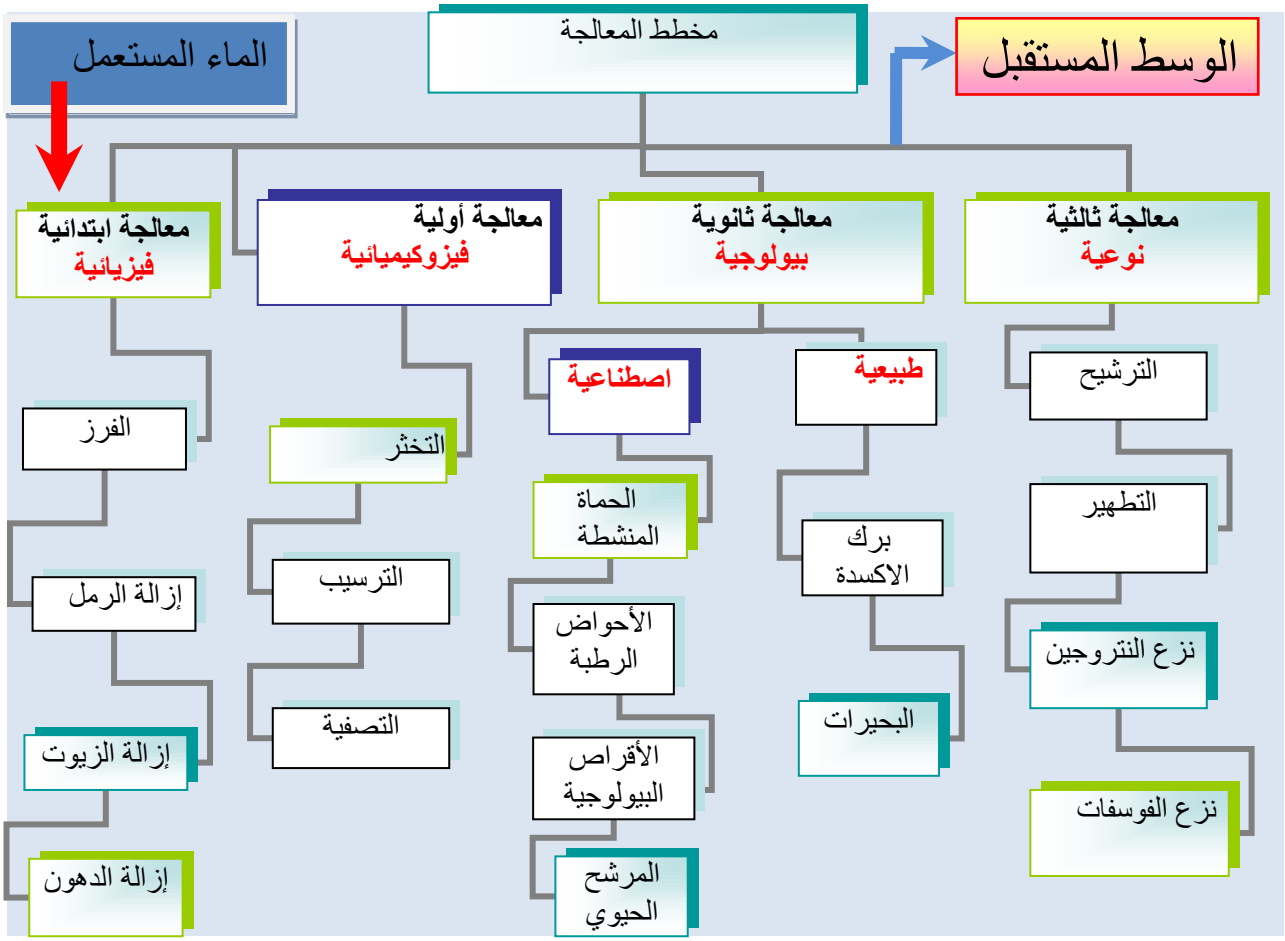
رغم إزالة تلك المواد إلا أن البعض منها يبقى في صورة منحلة مثل : الألمنيوم، الفسفور، وتتم إزالتها بطرق بيولوجية بهدف:

* التقليل من مقدار المادة العضوية.
* التخفيض من كمية النتريت وتحويله إلى نترات.
* تقليل كمية الأزوت بتحويله إلى أزوت جزيئي .
* التقليل من الفسفور.
* الحفاظ على الصحة العمومية والبيئة.
* استرجاع مياه الصرف من أجل إعادة استعمالها في عدة أغراض مختلفة.
* استعمال الحمأة المحصل عليها من المعالجة في عدة أغراض كالفلاحة (العدوي، 2008؛ اصفري، 2004).

III- طرق معالجة المياه العادمة

تتنوع عمليات معالجة المياه العادمة بين فيزيائية وكيميائية وبيولوجية، ويبين الشكل التالي العمليات التي تندرج في كل فئة.

الشكل (2-1): مراحل معالجة المياه العادمة



المصدر: (عصام والدريدي، 2000)

III-1-المعالجة الابتدائية الفيزيائية

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

III-1-1-التصفية

تؤدي تصفية المياه العادمة إلى إزالة الملوثات الكبيرة الحجم في حدود 20 الى30 % بالغربلة بهدف حماية المعدات الميكانيكية والمضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة، وتتألف أجهزة التصفية من قضبان متوازية أو شبكة أسلاك أو صفائح مثقوبة أو غيرها، ويتم التخلص من المواد المزالة بالتصفية إما بدفنها أو حرقها أو إرجاعها بعد عملية التنقية.

تصنف المصافي حسب حجم الفتحات الى مصافي خشنة ودقيقة وفائقة الدقة. فالمصافي الخشنة مثلا تضم المصافي ذات القضبان وشبكات تصفية النفايات التي يمكن تنظيفها بوسائل يدوية وميكانيكية، وتضم المعايير

المستخدمة في تصميم المصافي الخشنة حجم القضبان وتباعدها وانحناءها، عرض القناة، وسرعة التدفق (Mackenzie And Davis, 2010)

III-1-2- أحواض الترسيب

الغاية منها إزالة الرمال والحصى وبقية الأجسام التي مرت عبر المصافي، وبالتالي التقليل من حجم الرواسب في أحواض الترسيب. وهناك نوعين من أحواض الترسيب هما الأحواض المستطيلة والأحواض الدائرية (Michael, 2011).

III-1-3- أحواض التعديل

الغاية 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 (التركماني، 2001).

III-1-4- إزالة الزيوت والدهون

بعد تصفية المياه العادمة بواسطة المصافي وأحواض ترسيب الرمال، تبقى مواد صلبة وسائلة طافية على سطح المياه والتي لابد من التخلص منها لرفع كفاءة عمليات المعالجة ومن هذه المواد الزيوت والدهون. وتأتي الزيوت من المطاعم والسالخ ومصانع الأعلاف الحيوانية. ويتم فصل الدهون والزيوت والمواد الطافية الأخرى بواسطة كاشطات متحركة علي سطح الماء (غرابية، 2002).

III-2-المعالجة البيولوجية

تعتبر المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي من أهم مراحل المعالجة التي يجب تطبيقها على المياه في المحطة، وتهدف هذه المعالجة الى أكسدة المواد العضوية المختلفة الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها الى كتلة حيوية، ويتم ذلك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة المحللة (Mackenzie And Davis, 2010). تكون المعادلة الإجمالية من أجل تفكيك وتحلل المادة العضوية كالتالي:

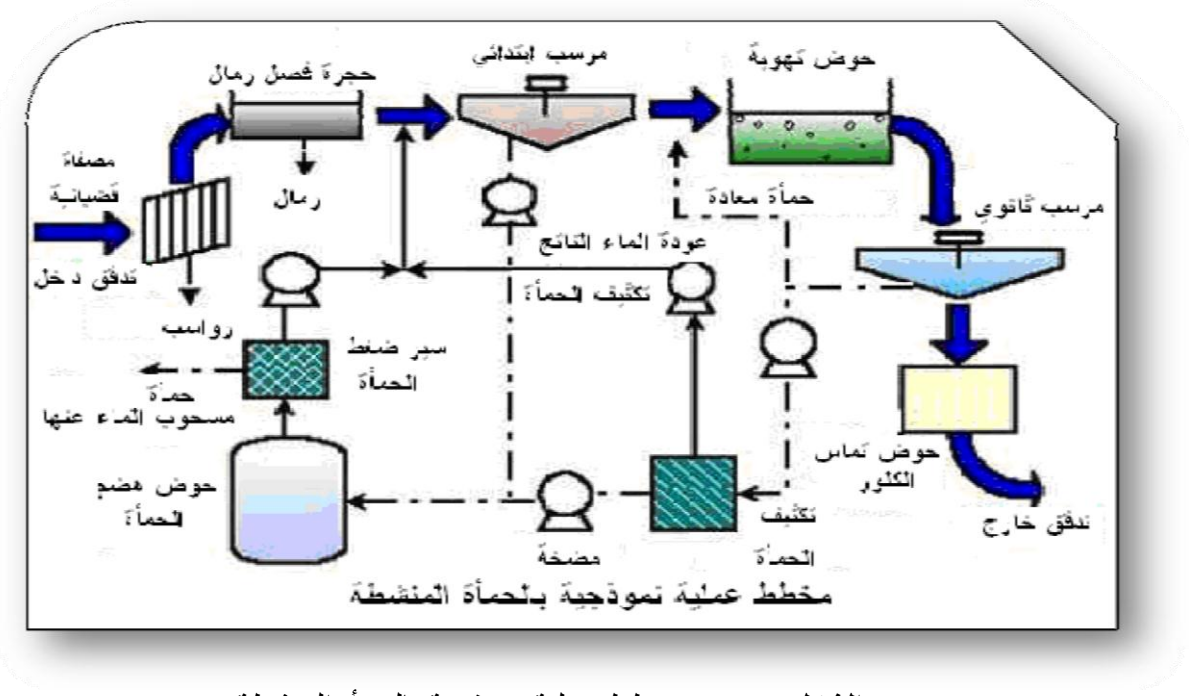
ماء+ ملوثات عضوية + كائنات حية دقيقة (بكتريا)+ أوكسجين ⟵ زيادة عدد الكائنات الحية (البكتريا الهوائية)+ CO_2 + ماء

في المرحلة الثانية يمكن معالجة المياه العادمة بعدة طرق من أهمها:

III-2-1-عملية الحمأة المنشطة

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 (زغدي، 2017). بعد مرور مياه الصرف بالمرحلة الأولية الفيزيوكميائية، تخضع هذه المياه للمعالجة البيولوجية وهي تمثل المرحلة الفعالة في عملية المعالجة (Attab, 2011).



الشكل (2-2): مخطط عملية نموذجية بالحمأة المنشطة

ولطريقة الحمأة المنشطة محاسن عديدة نذكر منها:

- لا تحتاج لمساحات واسعة من الأرض مقارنة مع طرق المعالجة الأخرى.
- تصل كفاءة هذه الطريقة الي حوالي 95 % ولاتتأثر بالصيف والشتاء.
- لا تحتاج لأيدي عاملة كثيرة.
- يمكن إنشاؤها بالقرب من المدن.
- لا تؤدي إلى انتشار الروائح وتجمع الحشرات الضارة كالذباب خاصة بتوفر التشغيل المثالي (Pepper, 2006)

لهذه الطريقة مساوئ نذكر ما منها يلي :

* احتواء الحمأة الثانوية على نسبة رطوبة عالية، مما يؤدي إلى زيادة كبيرة في حجمها ويصعب تجفيفها.
* ذات تكاليف عالية .
* تحتاج لتجهيزات كهربائية وميكانيكية مرتفعة الكلفة.
* تحتاج إلى كوادر فنية متخصصة للتشغيل وتندرج ضمنها طريقة التهوية المطولة (التركماني، 2001).

III -2- 2-البحيرات المهواة

بدأ الاهتمام بمعالجة المخلفات السائلة بهذه الطريقة من أجل المناطق الصحراوية الجافة والحارة خصوصا وذلك لتوفر مساحات شاسعة من الأراضي، وتعطي هذه الطريقة درجة عالية من الكفاءة وتشجع على إعادة استعمال المياه المعالجة والأهم من ذلك تجعل التخلص من الحمأة أمرا بسيطا وسهلا لا يمكن مقارنته بطرق المعالجة الأخرى والتي تمثل الحمأة فيها مشكلة رئيسية (العدوي، 2008).

تبدأ معالجة المياه العادمة في هذه البحيرات معالجة أولية حيث تنزع الفضلات كبيرة الحجم والصغيرة والرمال والزيت والدهون من المياه، ثم تدخل المياه إلي الحوض الأول يكون مجهز بآلات لتهويته، وهذا بغرض توفير الظروف المناسبة للكائنات الحية الدقيقة والطحالب اللذان يعملان على تفكيك وتحطيم الملوثات والمواد العضوية التي تحملها المياه المستعملة كما يسمح عمق الحوض ومدة مكوث المياه لمدة أسبوع أو الأكثر فيه بترسيب المواد العالقة في المياه، وتمر المياه من الحوض الأول إلى الأحواض الأخرى ببطء و التي تكون أقل عمقا منه ومجهزة بآلات التهوية، لتصل المياه إلى أخر حوض صافية (Pepper, 2006).

الصورة (2-1): البحيرات المهواة

ومن المميزات التي تجعل لهذه الطريقة أهمية خاصة في الدول النامية:

* إن استخدام التهوية في البحيرات يتميز عن برك الاكسدة الطبيعية بصغر مساحات الأرض التي تحتاجها والتخلص من مشاكل الحشرات الضارة والرائحة.
* ملائمة هذه الطريقة لجميع مجالات إعادة استعمال المياه.
* سهولة التشغيل وقلة التكلفة (زغدي، 2017).

III- 2-3- الأقراص البيولوجية الدوارة

تتألف الاقراص البيولوجية الدوارة من حوض أو أكثر تدور فيه ببطء أقراص دائرية متقاربة ومركبة على أعمدة أفقية. و تغمر الأقراص جزئيا في المياه العادمة بحيث تتشكل طبقة من الوحل البكتيري على سطحها الرطب، ويبلغ معدل التنقية 85% (Mackenzie And Davis, 2010).

من اهمم مزايا الاقراص الدوارة الحيوية التالي :

*استغلالها مساحة صغيرة

*استهلاك اقل طاقة من ذلك المستغلة في النظم المستخدمة للحماة النشطة (عصام والدريدي، 2000)

الصورة (2-2) الأقراص البيولوجية الدوارة

III-2-4- المعالجة بالنباتات (الأراضي الرطبة)

يطلق علي محطات المعالجة النباتية والتي تمر فيها المياه الملوثة بمعالجة أولية عبر أحواض مزروعة بالنباتات (القصب مثلا) بالأراضي الرطبة المصطنعة، وتكون أحواض المعالجة في هذه الأنظمة مملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما معا، وتعرف على انها 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 ثالثيه حسب الاستخدام للأحواض المختلفة (ذات جريان تحت سطحي وسطحي) على اعتبار إن المياه الملوثة الداخلة إليها تكون قد عولجت بشكل أولي (العابد، 2015). إن استخدام الأراضي الرطبة الطبيعية لتنقية المياه يعود الى آلاف السنين إلى الوراء فقد استخدمها الصينيون. أما استخدام الأراضي الرطبة الاصطناعية (أحواض المعالجة بالنباتات) لمعالجة المياه الملوثة فيعود إلى سنة 1905 في استراليا، ولكنها بقيت قليلة الاستخدام حتى اعتمد عليها الأوربيون منذ عام 1950 عبر الألمان واستخدامها الأمريكيون عام 1970، واليوم تنتشر آلاف محطات المعالجة بالنباتات عبر الولايات المتحدة الأمريكية والعالم (Pepper, 2006).

تعتمد هذه المحطات في معالجة المياه العادمة على النباتات المائية (يستعمل أكثر من 500 نوع من النباتات المائية) والوسط الذي تعيش فيه من مكونات حية (منتجات ومستهلكات ومحللات) ومكونات غير حية (شمس ورياح وتربة ومياه). وتعد هذه المحطات من التقنيات الطبيعية البسيطة التي اثبتت نجاعتها في مختلف مناطق العالم خصوصا في المناطق ذات الكثافة السكانية القليلة والمتوسطة. وقد ساعد في انتشار هذه الطريقة الأسباب التالية :

* معالجة المياه العادمة بتكلفة معقولة (بناء وتشغيل وصيانة) وكفاءة جيدة.
* استغلال المصادر الطبيعية المتجددة من نبات وشمس ورياح وغيرها.
* إعطاء المنطقة منظرا جميلا وتوفير الموطن والغذاء للحياة البرية.
* الإزالة الفعالة للملوثات والعوامل الممرضة وبيوض الديدان.
* إعادة استخدام المياه في ري المحاصيل والاستفادة من النباتات بعد حصادها لإنتاج الورق أو الغاز الحيوي والعلف للحيوانات.

ومن الجدير بالذكر أن محطات الأراضي الرطبة المشيدة بعض السلبيات الواجب أخذها بعين الاعتبار مثل:

* الحاجة إلى مساحة أرض اكبر من المساحة التي تحتاجها معالجة المياه العادمة التقليدية.
* لا تعمل هذه المحطات بكفاءة جيدة في المناطق الرطبة.
* قد ينتج عن هذه المحطات مشكلة تكاثر البيوض.
* لا تزال تقنيات بناء وتشغيل هذه المحطات بحاجة لبحث وتطوير (Pepper, 2006).

III-2-4-1- أنواع محطات المعالجة النباتية

حسب نوع النباتات المستعملة في محطات الأراضي الرطبة المشيدة نميز نوعين رئيسين من المحطات:

III-2-4-1-1- محطات نباتية مائية نصف مغمورة

يعتمد تصميم هذه المحطات على نوعية المياه المراد معالجتها وكفاءة معالجة المياه العادمة في المرحلة الأولى والظروف المناخية في المنطقة ودرجة معالجة المياه المطلوبة وهي تتكون من النباتات والتربة.

❖ **النباتات المائية**

تساهم النباتات المائية في معالجة المياه العادمة من خلال :

- ✓ **امتصاص المغذيات النباتية**: أخذ الأملاح الغذائية التي تحتاجها النباتات بواسطة الجذور (الفوسفور البوتاس والكالسيوم .....).
- ✓ **التراكم و التركيز الحيوي:** يتم تركيز المعادن الثقيلة في الأنسجة والخلايا.

- ✓ **الترشيح الجذري:** عن طريق الشبكة الجذرية (Marquita, 2010).

❖ **التربة**

تستعمل التربة في معالجة المياه العادمة عند توفر مساحات واسعة من الأراضي البعيدة عن مصادر المياه حيث تصل كفاءة إزالة البكتيريا والفيروسات والفوسفات والمواد العالقة والمواد العضوية من المياه العادمة إلى حوالي 99 %. أما النسبة لكفأه إزالة المواد النيتروجينية فتتراوح مابين70 الى90 % (زغدي، 2015).

الصورة (2-3): النباتات المائية ضمن أحواض المعالجة بالنباتات

III-2-4-1- 2- محطات نباتيه مائية طافية

تعالج المياه العادمة بعد المعالجة الأولية في أحواض تتم زراعة النباتات المائية الطافية فيها. ومن أشهر وأهم أنواع هده النباتات زنبقة المياه الاستوائية (Pepper, 2006).

الصورة (2-4): تبين إحدى محطات النباتية المائية الطافية بالولايات المتحدة الأمريكية

III-3-المعالجة المتقدمة

تحقق المعالجة المتقدمة مستوى أعلى من المعالجة عبر نزع كميات كبيرة من النتروجين والفوسفور والمعادن الثقيلة والمواد العضوية المنحلة حيويا والبكتيريا والفيروسات. وإضافة إلى نزع المغذيات بيولوجيا، تضم المعالجة المتقدمة التخثر الكيميائي والترسيب، يتبعها الترشيح بالكربون المنشط.

III-3-1-العمليات الكيميائية

تعمل الوسائل الكيميائية المستخدمة لمعالجة المياه العادمة عن طريق التفاعلات الكيميائية، وتدمج عادة مع العمليات الفيزيائية والبيولوجية.

III-3-1-1- الترسيب الكيميائي

يساعد التخثير الكيميائي للمياه العادمة الخام قبل الترسيب في تكاثف الأجسام الصلبة المجزأة لتشكل كتلا سهلة الترسيب، وبهذه الطريقة تزيد فعالية إزالة المواد الصلبة المعلقة والفوسفور وغيرها بالمقارنة مع الترسيب العادي بدون تخثير، وتتأثر درجة التصفية الناتجة بكمية المواد الكيميائية المضافة ودقة التحكم بالعملية (Metcalf And Eddy, 2002).

ومن المخثرات المستعملة عادة لمعالجة المياه العادمة وكلوريد الحديديك وكبريت الحديديك والكبريت الحديدي والكلس، على الرغم من فعالية الترسيب الكيميائي إلا أنها تمتاز بصعوبة التطبيق وارتفاع كلفة التشغيل (Marquita, 2010).

III-3-1-2-الإ متزاز بالكربون المنشط

الإمتزاز هو عملية تجميع المواد الذائبة في محلول على سطح مناسب. وتعالج المياه العادمة عادة بالكربون المنشط بعد المعالجة البيولوجية العادية بهدف إزالة قسم من المادة العضوية الذائبة المتبقية. يصنع الكربون المنشط بتسخين الفحم إلى حرارة عالية ومن ثم تنشيطه عبر تعريضه لغاز مؤكسد، ويشيع استخدام نوعين من الكربون المنشط هما الكربون المنشط الحبيبي، ومسحوق الكربون المنشط (Metcalf And Eddy , 2002).

لمعالجة المياه العادمة باستخدام مسحوق الكربون المنشط، يضاف المسحوق مباشرة إلى المياه في خزان للتلامس لبعض الوقت، حيث يترسب المسحوق في القاع ويزال. ويمكن إزالة مسحوق الكربون بسهولة أكبر بالترشيح عبر وسائط حبيبية (Mackenzie And Davis, 2010).

III-3-2-مرحلة التطهير

تطهير المياه هي عملية القضاء على الأحياء الدقيقة الممرضة التي يمكن أن تجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المخصصة لها، وقد عرفت تكنولوجية المعالجة المائية الكثير من طرق التطهير والتي

يسند اختيارها إلى الكثير من العوامل المتعلقة بتصريف ونوعية المياه المراد معالجتها، وكذا درجة التنقية الأولية وإمكانية فعالية عمليات التطهير (الحايك، 2017) .

ويمكن تصنيف العمليات التطهيرية إلى:

- ❖ الكلورة Chloration
- ❖ استخدام الأوزون Ozonisation
- ❖ الترشيح المجهري Microfiltration
- ❖ استخدام الأشعة فوق البنفسجية .U.V

III-3-2-1-الكلورة

ورغم وجود العديد من المعقمات لكن الكلور(CL) يبقى الأكثر انتشارا وشيوعا في مجال التعقيم ، والكلور مؤكسد قوي يتفاعل مع الكثير من المواد العضوية وغير العضوية.

وهو مطهر جيد وفعال ضد البكتريا لكنه أقل فعالية ضد الفيروسات، يستخدم الكلور إما في حالته الغازية أو السائلة (Attab, 2011).

III-3-2-2-إستخدام الأوزون

الأوزون (O_3) عبارة عن غاز غير ثابت يتكون من ثلاث ذرات أوكسجين، وهو أكثر فعالية من الكلور يحضرالأوزون بواسطة تمرير الهواء في حقل كهربائي أو بواسطة الأشعة فوق بنفسجية . لغرض الوصول إلى التطهير الجيد يستخدم الأوزون بتركيز (0.4ملغ/ل) لمدة 4 دقائق ويجب أن تكون هناك تغذية مستمرة بالأوزون لأنه لا يبقى منحلا في الماء لمدة طويلة (Pepper, 2006).

III-3-2-3-الترشيح المجهري

إن أغلب الأحياء الممرضة، باستثناء الفيروسات تملك أبعاد أكبر من واحد ميكرون لذلك فإن ترشيحها خلال أوساط بمسامات أقل من 01 ميكرون سوف يخلص الماء منها. إن أغلب المرشحات المستخدمة في هذا المجال فائقة الدقة (ultra filtration) المصنوعة من الخزف المسامي أو الخزف الصيني أو المرشحات الغشائية (Mackenzie And Davis, 2010).

III-3-2-4 -استخدام الأشعة فوق البنفسجية

يعتمد مبدأ هذه العملية على تعريض العينات المائية للأشعة فوق البنفسجية (U.V) Ultra- violet لا تحتاج هذه الطريقة إلى إضافة مواد كيميائية لذا لا ينتج عنها أي طعم أو رائحة ولا تراكم للمواد غير المرغوب فيها، ومن مساوئها أنها تثبط البكتريا دون إقصائها **(**Baumont et al, 2005**)**.

III-3-3- نزع المغذيات البيولوجية

من أهم المغذيات التي ينبغي نزعها من المياه العادمة النتروجين والفوسفور، بسبب قدرتهما على تغير لون ورائحة وطعم البحيرات والخزانات ونمو الطحالب. فالنتروجين المركز يستطيع أن يستنزف الأكسجين المذاب في المياه المستقبلة، ويسمم الحياة المائية، ويعرقل فعالية التطهير بالكلور، ويشكل خطرا على الصحة العامة، ويؤثر في صلاحية إعادة استخدام المياه. ويمكن إزالة النتروجين والفوسفور بوسائل فيزيائية وكيميائية وبيولوجية (غرابية، 2002؛ عمر، 2004).

وينزع النتروجين بيولوجيا بعمليتي النترتة ثم إزالة النترات. فعملية النترجة تؤدي إلى تحويل الأمونيا إلى نتريت ثم إلى نترات باستخدام نوعين من البكتيريا **(**Ross, 2004**)**، و يمكن تحقيق عملية إزالة النترجة وتحول النترات إلى غاز النتروجين في ظروف نقص الأكسجين (Franck, 2002).

و يزال نحو 10 إلى 30 ٪ من الفوسفور الموجود في المياه العادمة خلال المعالجة البيولوجية الثانوية، وفي ما يتعلق بالمعالجة الكيمائية والفزيائية تضاف بعض المواد الكيميائية مثل أملاح الحديد والألومنيوم، التي تعمل علي ترسيب الفوسفات، وهذه العملية هي الأكثر استخداما حاليا، وتتراوح نسبة كفاءة هذه التقنية ما بين 80 الى 90% (Attab, 2011).

IV- استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف

إزاء تزايد الطلب على المياه والاستهلاك غير المستدام لموارد المياه الطبيعية، يلقى موضوع استرجاع وإعادة استخدام مياه الصرف اهتماما متزايدا في الآونة الأخيرة. وتعتبر نوعية المياه المسترجعة شأنا أساسيا في تطبيقات إعادة الاستخدام، وتحدد تسلسل عملية معالجة المياه العادمة. ويصف هذا القسم التطبيقات المختلفة لإعادة استخدام مياه الصرف مع التركيز على نوعية المياه المسترجعة (التركماني، 2001).

IV-1-في مجال الري

يمكن إعادة استخدام المياه العادمة المعالَجة لري المحاصيل والمناظر الطبيعية. وتعتبر نوعية المياه المعالجة وملاءمتها لنمو الزرع العامل الأساسي في هذا التطبيق. ولبعض مكونات المياه المسترجعة أهمية خاصة في الري الزراعي، ومنها التركيزات المرتفعة للمواد المذابة ومواد الكيميائية ومغذيات. ومن الاعتبارات البالغة الأهمية أيضا المخاطر التي يطرحها، على الصحة والسلامة العامة، احتمال وجود عوامل ممرضة جرثومية، وديدان وكائنات وحيدة الخلية وفيروسات (FAO, 2000).

تختلف أهمية هذه العوامل حسب الاستخدام في الري ودرجة التلامس البشري. ومن العوامل المقيدة لاستخدام المياه العادمة المعالجة في الري تسويق المحاصيل وتقبل العامة، وتلوّث المياه السطحية والجوفية وارتفاع تكاليف ضخ المياه المسترجعة إلى الأراضي الزراعية (OMS, 1989).

الجدول(2-1): 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

المصدر: مكتب الشرق الأوسط (FAO, 2000)

IV -2-في مجال الصناعي

يتم اعادة استخدام الماء المستعمل المعالج داخل المنشئات الصناعية المعنية بإعادة دوران السائل النهائي المعالج كما يحدث مثلا في صناعة الحديد والالكترونيات والمواد الكيميائية، وتختلف المعايير حسب نوع الصناعة والمنتج وانماط المعالجة المبدئية والنهائية (Attab, 2011).

IV-3-في مجال الترفيه

تستخدم المياه المسترجعة لأغراض ترفيهية تشمل صيانة المناظر الطبيعية والنفورات وصناعة الثلج، تربية السمك، وتغذية البحيرات المخصصة للسباحة والصيد وميادين الغولف (دريدي وعصام، 2008).

IV-4-في مجال إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية

تساعد تغذية طبقات المياه الجوفية في المحافظة على مستوياتها وحمايتها من تسرب المياه المالحة، كما تكون طريقة لحفظ المياه المسترجعة للاستعمال المستقبلي. وتجري تغذية المياه الجوفية بالنشر السطحي في أحواض أو الحقن المباشر في مجاري المياه الجوفية، فطريقة النشر السطحي تستخدم الغمر والتخديد والأراضي الرطبة الاصطناعية وأحواض التسريب، وتحسن نوعية المياه المسترجعة كثيرا بسبب ترشحها عبر التربة، وطريقة الحقن المباشر مكلفة بسبب ارتفاع كلفة معالجة مياه الصرف وكلفة معدات الحقن. ومن أخطار تغذية طبقات المياه الجوفية بمياه مسترجعة احتمال التلوث (دريدي وعصام، 2008).

IV -5-في مجال استخدام كمياه للشرب

يثير استخدام المياه المسترجعة للشرب حذرا شديدا، بسبب رفض العامة ومخاطر الصحة والسلامة. ومع الأبحاث الشاملة التي أجريت في هذا المجال، يواجه هذا الاستخدام عدة قيود، ولاسيما في وضع معيار مناسب لنوعية المياه. ولذلك يقتصر استخدام المياه الصرف المنزلية المسترجعة للشرب على الحالات القصوى (Marquita, 2010).

الجزء العملي

الفصل الثالث

تقديم منطقة الدراسة

I-الموقع الجغرافي

I-1- الموقع الجغرافي لولاية الوادي

تعتبر ولاية الوادي من بين الولايات التي انبثقت عن التقسيم الإداري لسنة 1984، وهي إحدى ولايات الجنوب بحيث تقع في الشمال الشرقي للصحراء يحدها من:

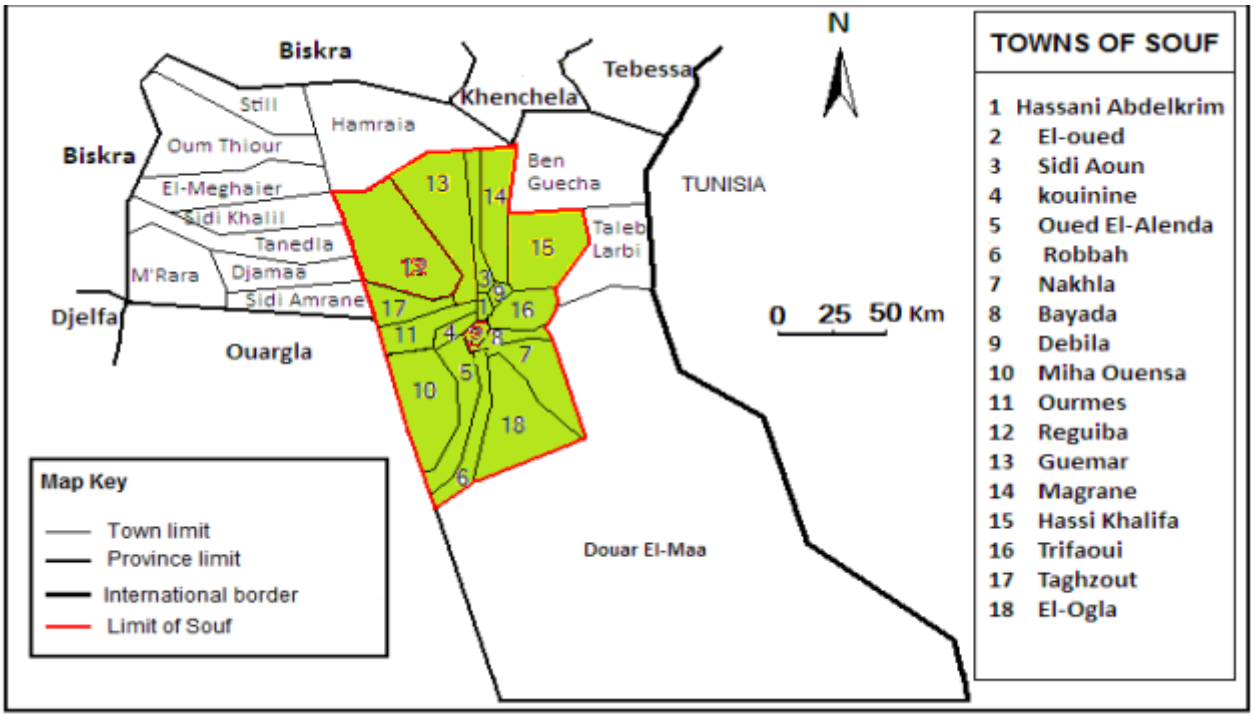
- الشمال: ولاية تبسة وخنشلة وبسكرة.
- الجنوب: ولاية ورقلة.
- الغرب: ولاية ورقلة وبسكرة والجلفة.
- الشرق: حدود الجمهورية التونسية.

تتربع الولاية على مساحة قدرها 44586.8 كلم مربع وتضم 12 دائرة و30 بلدية وتنقسم إلى منطقتين متميزتين هما: منطقة وادي ريغ في الجهة الغربية ومنطقة سوف في الجهة الشرقية.

I-2- الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف

تقع منطقة سوف في مركز ولاية الوادي، وتتربع على مساحة تقدر بـ .11738.4 كلم^2 يحدها:

- شمالا: بلدية بن قشة، الطالب العربي، بلدية الحمراية.
- جنوبا: بلدية دوار الماء، دائرة الطالب العربي.
- شرقا: الطلب العربي. بن قشة ودوار الماء
- غربا: بلدية جامعة، بلدية لمغير، سيدي عمران، تندلة، سيدي خليل، وكذا حدود ولاية ورقلة.



الشكل (3-1): خريطة الموقع الجغرافي للمنطقة المصدر: (Khezzani And Bouchemal, 2018)

II- الدراسة الطبوغرافية للمنطقة

تمتاز المنطقة بكثرة الرمال التي تغطي السطح على شكل كثبان رملية مختلفة الشكل والارتفاع، أرضية المنطقة مسطحة وضعيفة الانحدار إذ يتراوح ما بين (0 - 2%).

***منطقة منخفضة**

وتظم أغلبية الغيطان (واحات النخيل) الموجودة بالمدينة التي تمتد من شمال المنطقة إلى غربها.

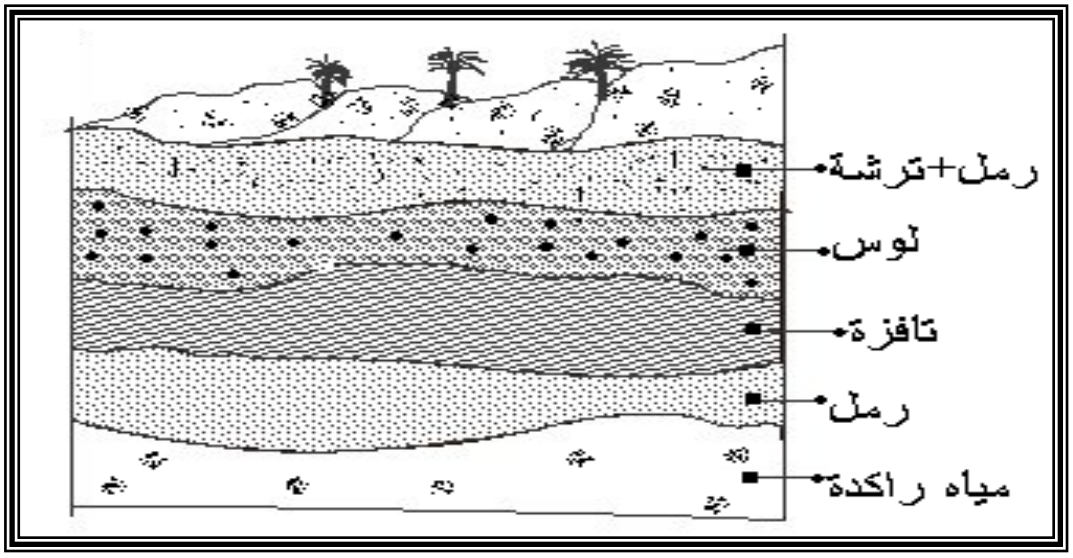
*** منطقة مرتفعة**

تتشكل من مجموعة كثبان رملية وتتميز بانحدارات شديدة يصل ارتفاعها الأقصى إلى (100 متر) (Khezzani And Bouchemal, 2018).

III- الدراسة الجيولوجية للمنطقة

تعود المنطقة إلى الزمن الرابع القاري بالإضافة إلى وجود كثبان رملية حديثة، وتظهر المكونات الجيولوجية في شكل طبقات متتالية وهي كالآتي:

من الأعلى طبقة الرمال وتتمثل في حجارة الترشة والحجارة الرملية الجبسية وهي طرية نوعا ما، وتستعمل أحيانا لصناعة الجبس عندما يكون في العمق، هذه الطبقة سهلة السحق في الصحون بحيث تتشكل من بلورات دقيقة تعطي مظهرا صلصاليا (خزفيا)، ثم نجد طبقة من الرمل الدقيق سمكها (1 متر) تقريبا تغطي اللوس، ثم الطبقة الكلسية وهي أكثر تراصا وعمقا نوعا ما (تافزة)، وهي تمثل الحجر الذي يسخن حتى نحصل على الجبس، وهو حجر مترسب أبيض قاس نوعا ما، ترتبط هذه التكوينات بالتركيبات الهيدرولوجية للمنطقة (بن سلطان، 2007).



الشكل (3-2): المقاطع الجيولوجية للمنطقة

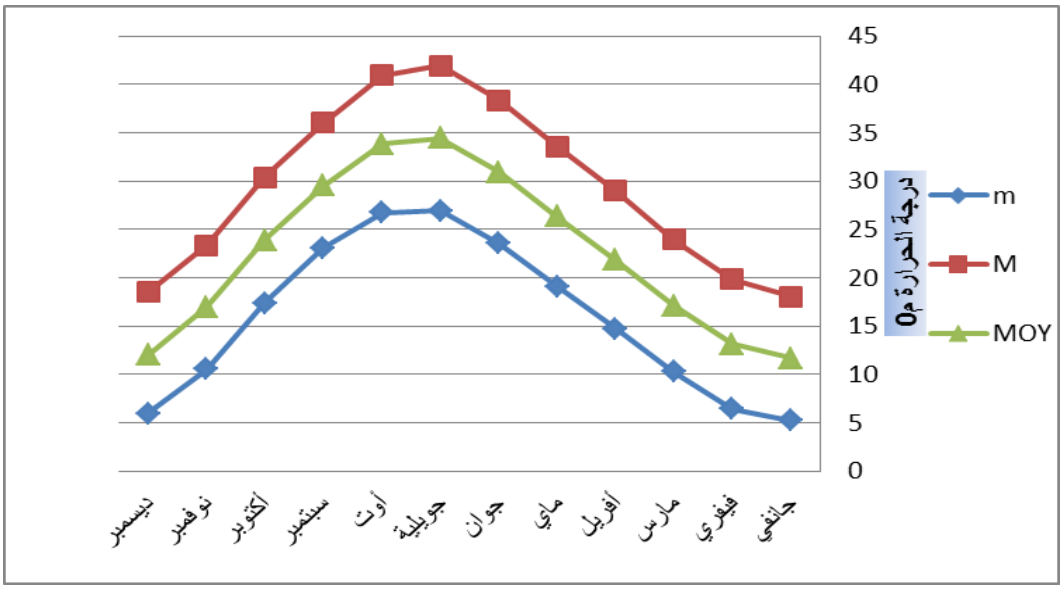
IV- الدراسة المناخية للمنطقة

يسود منطقة سوف المناخ الصحراوي الجاف، الذي يتميز بقلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة صيفا التي تصل إلى حد (49 م^0) درجة مئوية وتنخفض في فصل الشتاء إلى درجة واحدة.

لدراسة مناخ المنطقة تم الاعتماد على معطيات محطة الرصد الجوي لقمار في الفترة الممتدة من سنة 2001 الى غاية سنة 2016، حيث تشتمل هذه المعطيات على (الحرارة، الرطوبة، التساقط، الرياح والتشمس)، وسيتم التطرق في دراستنا إلى تحديد التغيرات في المعطيات المذكورة سالفا.

IV -1- درجة الحرارة

تتميز المنطقة باختلاف كبير في درجة حرارة الصيف والشتاء حيث يسود المنطقة صيف شديد الحرارة وشتاء بارد نوعا ما، كما تتميز بفوارق فصلية وشهرية كبيرة، حيث أن الفرق بين شهر وآخر يتراوح ما بين (3- 4م^0) أو أكثر في بعض الأحيان، و بإختلاف كبير في درجات الحرارة بين الليل والنهار وهذا راجع إلى عدة عوامل طبيعية نذكر منها الموقع الجغرافي.



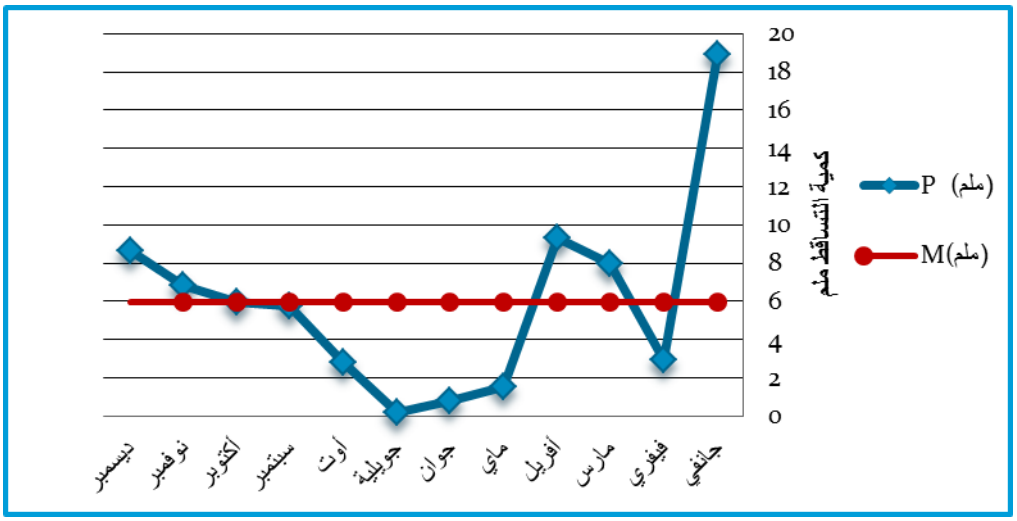
الشكل (3-3): التغيرات الشهرية لدرجات الحرارة للفترة (2001-2016)

M- درجة الحرارة القصوى (م°) **-m** درجة الحرارة الدنيا (م°) **- moy** متوسط درجة الحرارة (م°)

ومن خلال المنحنى نلاحظ أن أقصى قيمة للمتوسط الحراري سجلت في شهر جويلية وقدرت بـ (34.4 م°)، وأدنى قيمة سجلت في شهر جانفي بـ (11.67 م°)، ويقدر متوسط الحرارة السنوي للفترة (2001-2016) بـ (22.64 م°).

IV -2- التساقط

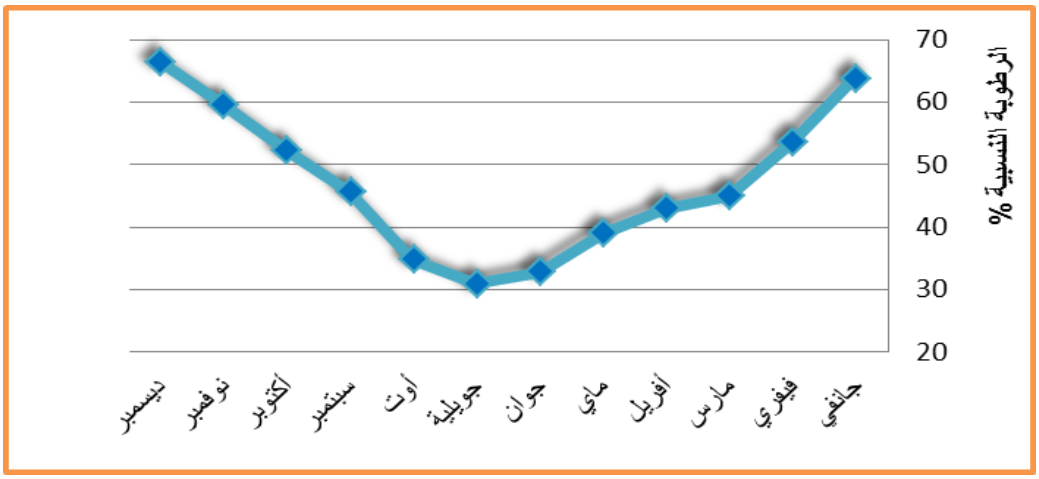
تمتاز المناطق الصحراوية بقلة التساقط وتذبذبه من سنة لأخرى ومن شهر لأخر، حيث يوضح المنحني البياني الممثل للتغيرات الشهرية للتساقط للفترة (2001-2016)، أن أكبر قيمة للتساقط سجلت في شهر جانفي بما قيمته (18.9 ملم)، وأقل قيمة سجلت في جويلية بما قيمته (0.19 ملم)، وتقدر كمية التساقط السنوي بحوالي (71.67 ملم)، وهي قيمة ضعيفة في منطقة تكون فيها قيمة التبخر عالية جدا.



الشكل (3-4): التغيرات الشهرية لقيمة التساقط (ملم) للفترة (2001-2016)

IV -3- الرطوبة النسبية

الرطوبة هي كمية بخار الماء الموجودة في الهواء وخاصة في طبقة التروبوسفير. تكون الرطوبة ضعيفة صيفا بينما في فصل الشتاء الذي يتميز بالبرودة الشديدة وقلة الأمطار، فتكون الرطوبة مرتفعة نسبيا في الهواء. والمنحني البياني يوضح تغيرات الرطوبة النسبية خلال الفترة (2001-2016).



الشكل (3-5): التغيرات الشهرية لقيم الرطوبة % للفترة(2001.2016)

كما هو موضح في المنحني البياني نلاحظ أن متوسط الرطوبة يصل إلى 47.22 %، وأعلى نسبة للرطوبة تظهر في الأشهر(نوفمبر، ديسمبر، جانفي، فيفري)، وأدناها في جويلية تصل إلى 30.96 %.

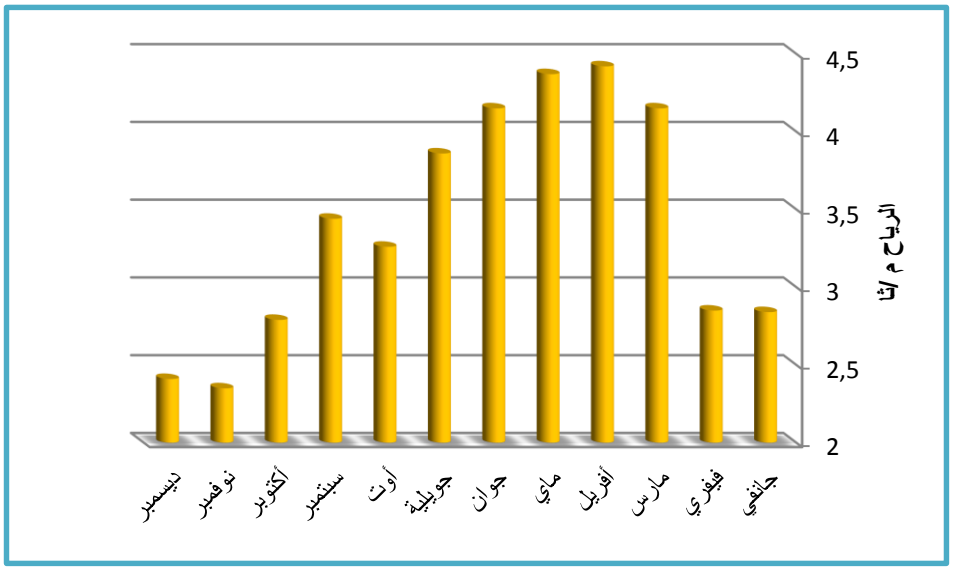
IV -4- الرياح

الرياح هي حركة الهواء من المناطق ذات الضغط الجوي المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض. تكثر في فصل الصيف والربيع، ومن أهم الرياح السائدة في المنطقة وأشدها قوة هي الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية المحملة بالغبار والتي تكون حارة، وأهم أنواع هذه الرياح هي الظهراوي، الشهيلي، البحري والتي تكون كما يلي:

* الظهراوي: تتراوح سرعتها بين (3.61 -4.44 م/ثا) فهي ذات سرعة كبيرة وتهب في فصل الربيع في الاتجاه الشمال الغربي والجنوب الشرقي.

* الشهيلي (السيروكو): وهي رياح جنوبية غربية، تهب في فصل الصيف وتسبب الجفاف بزيادة درجة التبخر، تتراوح سرعتها بين (2.77- 4.72 م/ثا).

* البحري: وهي رياح تهب باتجاه شرق غرب إبتداءا من شهر أوت حتى أكتوبر وهي رياح محببة وتكون محملة بالرطوبة، وتتراوح سرعتها بين (2.77- 3.05 م/ثا).

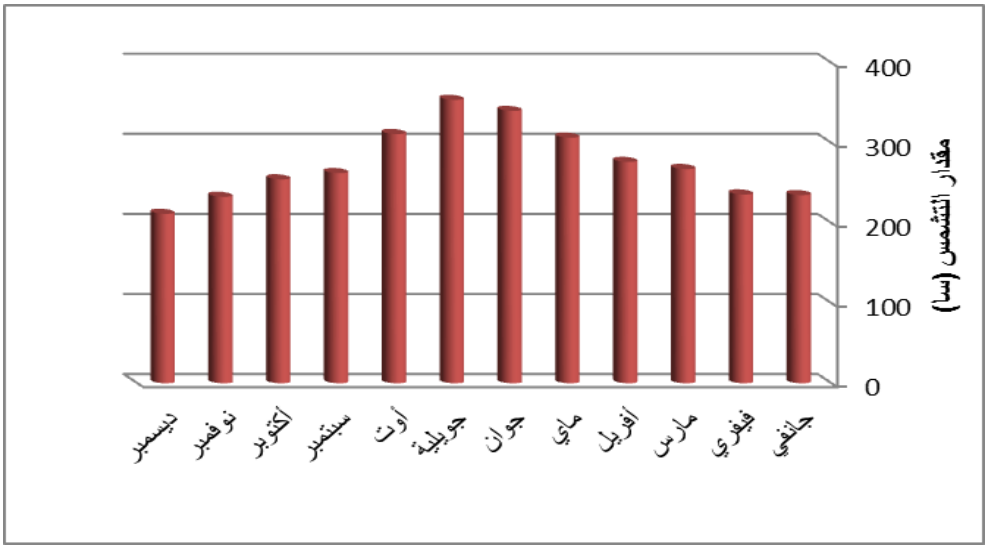


الشكل (3-6): التغيرات الشهرية لسرعة الرياح م/ثا للفترة (2001-2016)

من خلال المنحنى البياني نجد أن سرعة الرياح المتوسطة تتغير من شهر إلى أخر، إذ بلغت أقصى سرعة في شهر أفريل، حيث وصلت إلى (4.42 م/ثا) كما بلغت أدنى قيمة لها في شهر نوفمبر (2.35 م/ثا).

IV- 5 -التشمس

تستقبل الأرض في منطقة سوف كمية عالية من الأشعة الشمسية وذلك نتيجة للصفاء الشبه دائم للغلاف الجوي وندرة السحب والضباب بحيث تصل إلى حوالي 3300 ساعة في السنة.

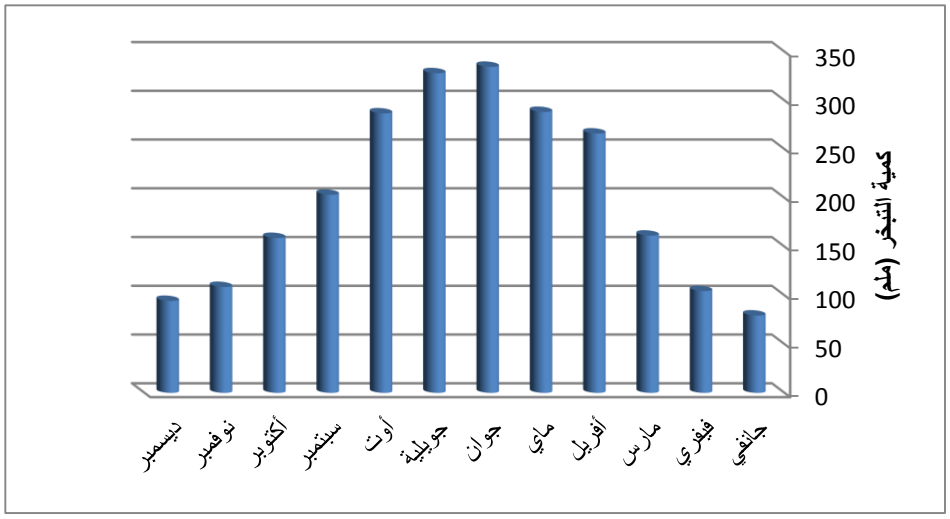


الشكل (3-7): التغيرات الشهرية لقيم التشمس (سا) للفترة (2001-2016)

من خلال المنحنى البياني نجد أن أقصى مدة تشمس سجلت في شهر جويلية قدرت بـ (353.86 ساعة) ساعة، أما أدنى مدة تشمس فكانت في شهر ديسمبر والتي قدرت بـ (211.56 ساعة)، في حين المجموع السنوي للتشمس فقدر بـ (3300 ساعة).

IV -6- التبخر

التبخر ظاهرة فيزيائية تزداد بزيادة الحرارة وجفاف الهواء وحركته. تمتاز معدلات التبخر في منطقة وادي سوف بنسبها العالية، كما ان هذه النسب تختلف من فصل الى اخر (حليس،2007).

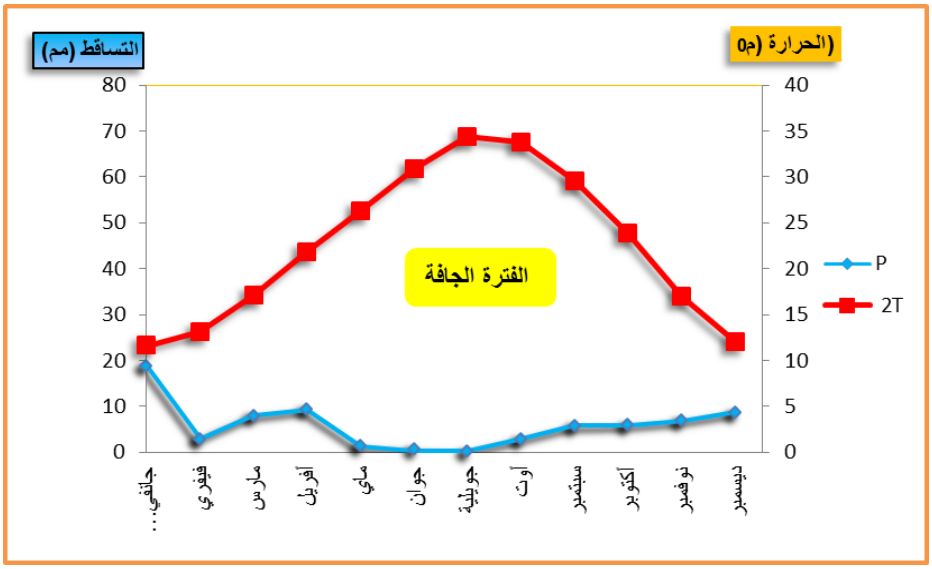


الشكل (3-8): التغيرات الشهرية لقيم التبخر في منطقة وادي سوف للفترة (2001-2016)

من خلال المنحنى نلاحظ ان نسبة التبخر تكون مرتفعة في الفترة الممتدة من شهر مارس الى أوت حيث سجلت أقصى قيمة للتبخر في شهر جوان والتي قدرت بـ (334.36 ملم).

IV-7-المنحنى الحراري المطري

يرسم المنحني المطري الحراري بغنول وغوسن عن طريق معدل الأمطار السنوي ومتوسط درجة الحرارة السنوي بحيث (P = 2T).



الشكل (3-9): منحنى بغنول وغوسن خلال الفترة الممتدة (2001-2016)

من خلال المحنى المبين في الشكل (3-9) يتبين لنا أن شهر جانفي وديسمبر الأكثر برودة، وشهر جويلية الأكثر حرارة حيث تبلغ حرارته المتوسطة (34.8 م°)، كما نلاحظ أن شهر جانفي الأكثر تساقط بمعدل سنوي (18.9 ملم)، وشهر جويلية الأكثر جفافا بـ (0.19 ملم).

ومنه نستنتج أن الفترة الجافة ممتدة طيلة السنة ولا تتخللها أي فترة رطبة.

IV-8- المنحنى المناخي لأمبرجي

للتعرف على مناخ المنطقة نستعمل المنحنى المناخي لـ امبيرجي الذي يعطى بالعلاقة:-$Q=3.43P/M-m$ حيث:

P: مجموع التساقط السنوي ملم.

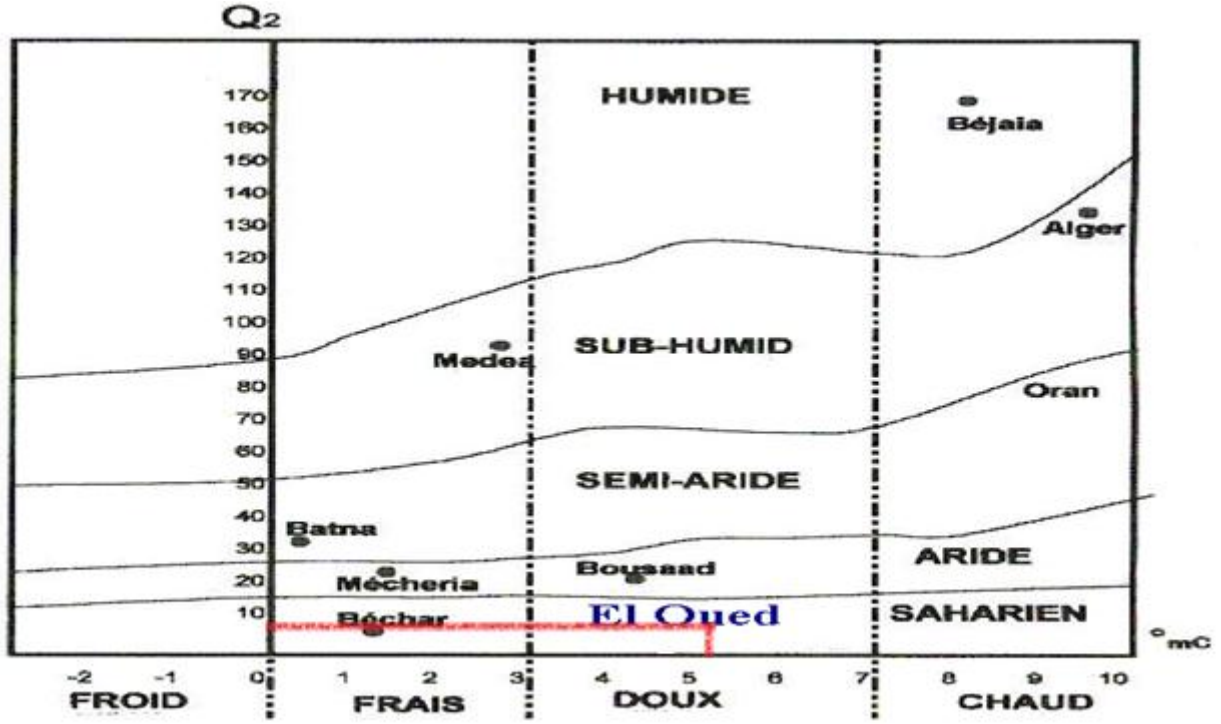
M: درجة الحرارة القصوى للشهر الأكثر حرارة (م°).

m: درجة الحرارة الدنيا للشهر الأقل حرارة (م°).

- درجة الحرارة القصوى للشهر الأكثر حرارة وبلغت (41.96 م°) في شهر جويلية.
- درجة الحرارة الدنيا للشهر الأقل حرارة والتي وصلت (5.27 م°) في شهر جانفي.
- مجموع التساقط السنوي والذي بلغ (71.67 ملم).

وبالتطبيق العددي للعلاقة (41.96 - 5.27)/ (71.67)×3.43=Q نجد أن (Q=6.70)

ومنه فان المنطقة المدروسة تقع ضمن النطاق الصحراوي



الشكل (3-10): منحنى أمبرجي للطوابق المناخية لمنطقة واد سوف

V- الدراسة الهيدرولوجية للمنطقة

إن التراكمات الرسوبية الهائلة التي عرفتها الصحراء نتيجة عوامل التعرية، كانت بمثابة خزانات هائلة للمياه خلال الفترات الرطبة التي مرت بها الصحراء، وبالتالي ندرة التساقطات عوضت بتلك الخزانات المائية الكبيرة، وذلك باستغلالها لتغطية الحاجيات خاصة في المجال الزراعي (بن سلطان، 2007).

ومن خلال الدراسة الهيدرولوجية ومما تم التنقيب لاستخراجه تبين لنا وجود ثلاثة خزانات تمثل الأسمطة المائية التالية:

V-1- طبقة المياه السطحية (La nappe phréatique)

وهي طبقة مياه حرة وغير إرتوازية أي أن المياه بهذه الطبقة تخضع للضغط الجوي وللاستفادة من المياه بها عبر الآبار لابد من عملية الضخ. يبلغ عمق هذه الطبقة ما بين (30 – 60 م) وقد يوجد بأقل عمق، وهي مشكلة من الملح والرمل مع بعض الجبس، التدفق من هذه الطبقة يبلغ (5 – 10 ل/ثا) (غمام، 2016).

هذه الطبقة تعتبر العنصر الهام الأساسي لمياه النخيل، حيث تستغل عن طريق آبار تقليدية يصل عددها إلى 28000 بئر، وتعتبر حركة المياه في هذه الطبقة بطيئة بكامل المنطقة خاصة المتواجد بها العدسات الطينية

والتي ترسب فيها المياه حسب نفاذية الرمال، مع زيادة ارتفاع استعمال المياه الموجهة للسقي خاصة في السنوات الأخيرة، إذ تعتبر الأمطار المصدر الأساسي لتغذية هذا السماط (Khezzani And Bouchemal, 2018).

V- 2 - السماط المركب النهائي (Le complexe terminal)

يحتل مساحة تقدر بـ: 350000 كم^2 يغطي أغلبية العرق الشرقي الكبير للصحراء الشمالية الشرقية، ويتغذى هذا السماط من عدة مصادر أهمها:

- إصطدامات جنوب الأطلس الصحراوي.
- عن طريق تسربات الفيضانات لوديان الجهة الخلفية للإصطدامات الأطلسية.

ويتكون السماط المركب النهائي من سماطين هما:

V- 2-1- السماط الرملي

عمقه يمتد بين 400- 450 م، ويتراوح سمكه في المنطقة بحوالي 280 متر، ويوجد في هذا المستوى سماطين من النوع الجبس، وهذه الطبقة تعرف استغلالا كبيرا بالمنطقة.

V–2 -2- السماط الكلسي

يتراوح سمك هذا السماط بين 500- 800 م ويتكون من مستويين، المستوى العلوي والمستوى السفلي وهذه الطبقة غير مستغلة تماما بالمنطقة (Khezzani and Bouchemal, 2018).

V- 3- السماط القاري المتداخل (Le continental intercalaire)

يحتل مساحة قدرها 600000 كم^2، يمتد من الأطلس الصحراوي إلى الطاسيلي (الهقار)، من الشمال إلى الجنوب، و من الغرب إلى الشرق (واد الساورة إلى ليبيا)، هذه الطبقة مشكلة من صخور مترسبة و صلصال رملي عمقها محصور بين (1800 – 2200 م)، ويتغذى أساسا من أقدام الجبال الأطلسية من الجنوب، ومن هضبة تادميت والطاهير بتونس، كما يحوي هذا السماط خزان مائي ضخم، إذ يعتبر مصدر حياة الطبقة الارتوازية لحوض الصحراء الشمالية، ليصل تدفق هذا السماط إلى 250 ل/ثا، لتكون ميزة مياهه الحرارة الشديدة التي تتراوح بين (40 م° -60 م°) (خزاني، 2007).

VI- المشاكل البيئية للمنطقة

تعاني منطقة وادي سوف جملة من المشاكل البيئية ولعل اهمها ما تعلق بقطاع الموارد المائية، حيث أدى الاستغلال المكثف للطبقات المائية العميقة وفي غياب نظام صرف طبيعي اواصطناعي الى استعمال الطبقة السطحية كمصرف للمياه القذرة، والتي ارتفع منسوب مياهها إلى درجة التشبع بالمياه الزائدة عن حاجتها، فتشكلت بذلك ظاهرة سيئة تعرف بظاهرة صعود المياه كما ادت ايضا إلي تلوث مياه السماط السطحي وانتشار الأمراض والأوبئة، من بين الحلول المنجزة للقضاء على ظاهرة صعود المياه الجوفية وإيقاف تلوثها، تم إنجاز

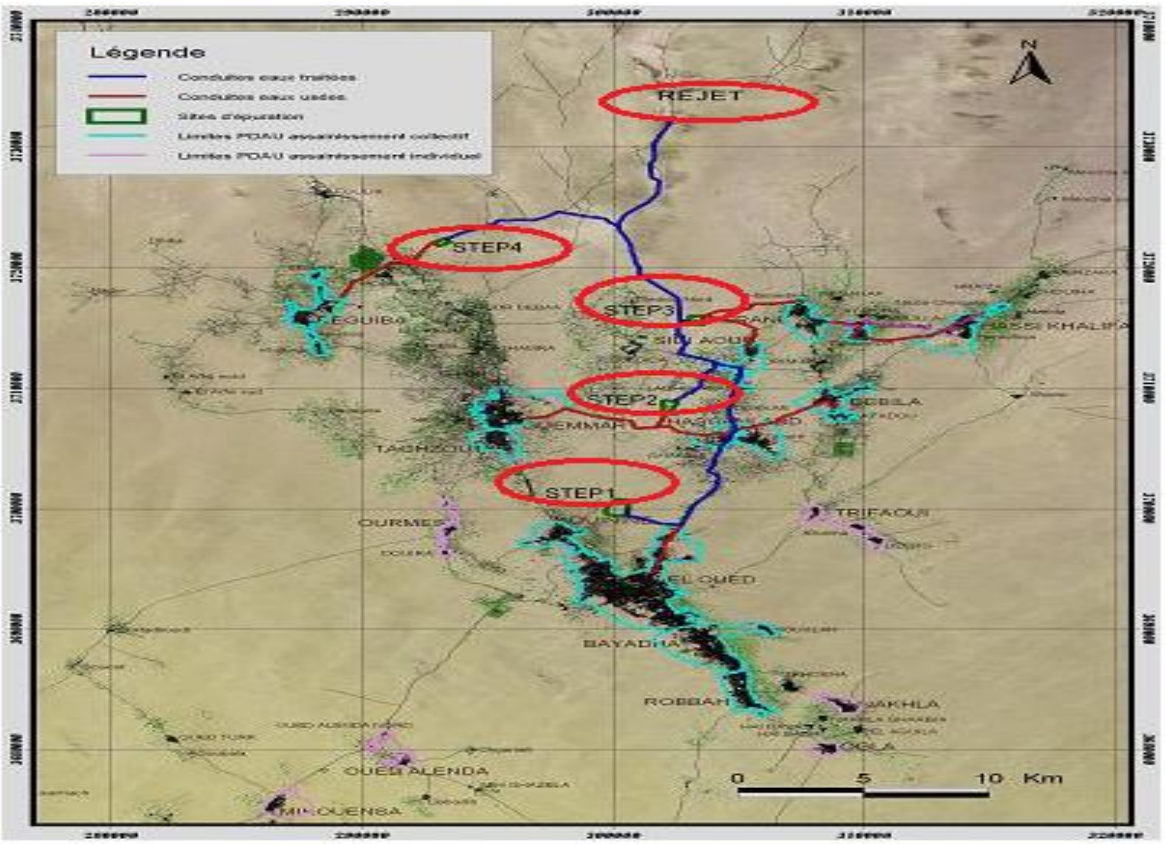
أربع محطات لمعالجة مياه الصرف موزعة على 12 بلدية من منطقة وادي سوف الجدول (3-1) هذه المحطات دخلت الخدمة ابتداء من سنة (2009).

الجدول(3-1): مختلف محطات المعالجة لمنطقة سوف والبلديات التي تغطيها.

المحطات	البلديات التي تغطيها
المحطة (1)	الواد، البياضة، الرباح، كوينين
المحطة (2)	قمار، تغزوت، الدبيلة، حساني عبد الكريم
المحطة (3)	حاسي خليفة، المقرن، سيدي عون
المحطة (4)	الرقيبة

المصدر: (خزاني، 2007)

تقوم المحطات المذكورة بمعالجة المياه القذرة التي تأتيها من شبكة الصرف الصحي المتواجدة عبر مختلف الأحياء، عن طريق 64 محطة ضخ، ويتم توجيه المياه بعد تصفيتها باتجاه الشمال إلى شط حلوفة الذي يبعد عن مركز الولاية بحوالي 50 كلم.



المصدر:(ONA, 2018)

الشكل (3-11): خريطة توضح إتصال شبكة مياه الصرف بالمحطات (1 ،2 ،3 ،4)

VII- وصف محطات معالجة المياه العادمة بالأحواض المهواة

مبدأ معالجة مياه الصرف في هذه المحطات يرتكز على الأحواض المهوات، وتتم عبر المراحل الأساسية الآتية:

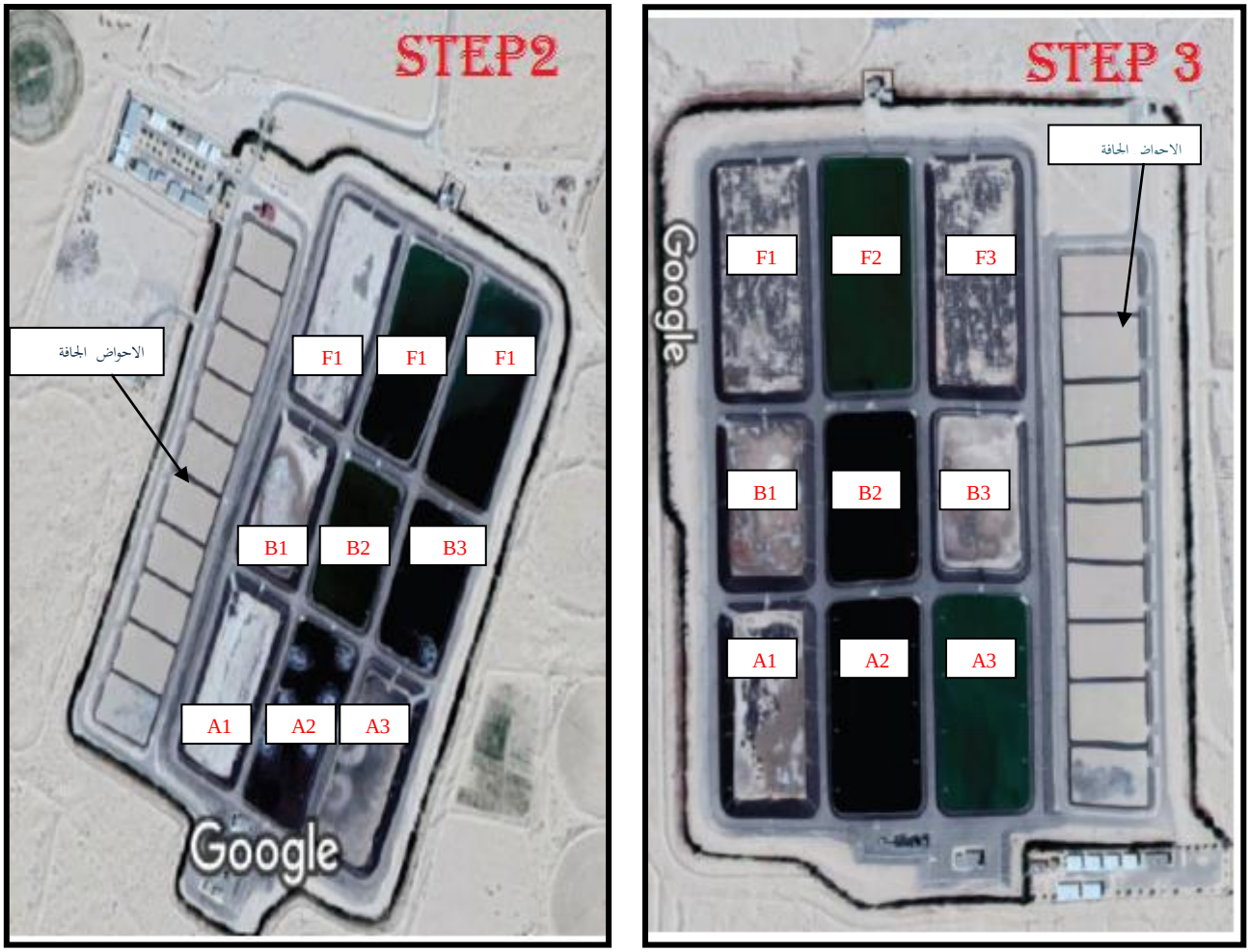
* المعالجة الأولية تبدأ بالغربال ثم نازع الرمل وبشكل طولي.
* حوض النشاط الأولي .
* حوض النشاط الثانوي.
* حوض المعالجة النهائية .
* معالجة الأوحال (Les Boues)

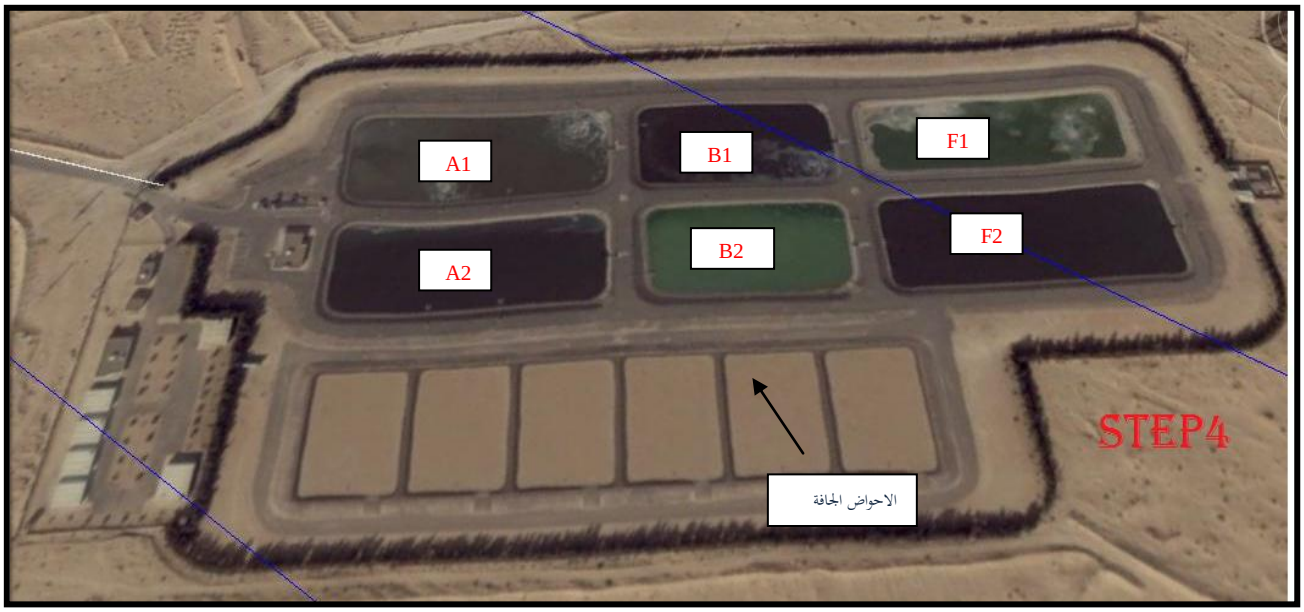
يبن الجدول التالي حمولة التلوث التي تؤخذ بعين الاعتبار لتحديد حجم المحطات وكذللك جودة المعالجة

الجدول(3-2) معايير ما يدخل ويخرج من الملوثات في المحطات الثلاثة

المحطة 2				
المقاييس	**قبل المعالجة**	**التراكيز**	**بعد المعالجة**	**التراكيز**
DBO_5	3583 كغ/يوم	250 ملغ/ل	573.28 كغ/يوم	40 ملغ/ل
DCO	7166 كغ/يوم	500 ملغ/ل	1791 كغ/يوم	125 ملغ/ل
MES	5173.85 كغ/يوم	361 ملغ/ل	573.28 كغ/يوم	40 ملغ/ل
المحطة 3				
المقاييس	**قبل المعالجة**	**التراكيز**	**بعد المعالجة**	**التراكيز**
DBO5	3252.75 كغ/يوم	250 ملغ/ل	520.44 كغ/يوم	40 ملغ/ل
DCO	6505.5 كغ/يوم	500 ملغ/ل	1626.37 كغ/يوم	125 ملغ/ل
MES	4696.971 كغ/يوم	361 ملغ/ل	520.44 كغ/يوم	40 ملغ/ل
المحطة 4				
المقاييس	**قبل المعالجة**	**التراكيز**	**بعد المعالجة**	**التراكيز**
DBO5	3252.75 كغ/يوم	250 ملغ/ل	520.44 كغ/يوم	40 ملغ/ل
DCO	6505.5 كغ/يوم	500 ملغ/ل	1626.37 كغ/يوم	125 ملغ/ل
MES	4696.971 كغ/يوم	361 ملغ/ل	520.44 كغ/يوم	40 ملغ/ل

المصدر: (ONA, 2018)





الشكل (3-12):المخطط العام للمحطات الثلاثة

المصدر: (قوقل ايرث، 2018)

VIII -1-المعالجة الاولية

VIII- 1-1- الغربال (Dégrillage)

مشكل من الإسمنت، به غرفتين مجهزة بغربال للجزيئات المتواجدة في مياه الصرف، وكذلك غرفة من أجل الإحتياط تفتح في حالة حدوث أي طارئ يقع قبل مجمع الغربلة، تتكون وحدات الغربلة أو التصفية من مشبك وهو عبارة عن شبكة سلكية يطلق على هذه الشبكة السلكية الغربال أو المصفاة .

مياه الصرف تشق الغربال بأحجام مختلفة، فتبقى الأحجام الكبيرة عالقة، بعد التنقية يتم التنظيف بواسطة نظام خراطة ميكانيكية، وتُصنف الغرابيل حسب طريقة تنظيفها إلى يدوية التنظيف أو آلية التنظيف، تكون أبعاد فتحات الغرابيل 2مم فأقل. وتكمن أهمية الغرابيل في حماية المضخات والصمامات من التلف أو الانسداد.

الصورة (3-1): الغربال

VIII- 1-2- نازع الرمل (Déssableur)

مشكل من الإسمنت، مقسم إلى 3 غرف. في هذه المنطقة الرمل الموجود في مياه الصرف يتجمع بسبب منتوج السيلان و قوة الحصى، هذه الجزيئات تمتص بواسطة جسر جارف مكون من محرك كهربائي ومضخات ماصة مع نظام تحويل، هذا الخليط من الماء والرمل يسيل بالناقلات في أنبوب الجسر الجارف نحو الناقل الآخر، ثم تصعد على الغلاف الداخلي لنازع الرمل ثم نحو مصنف الرمل من أجل نزع الماء.

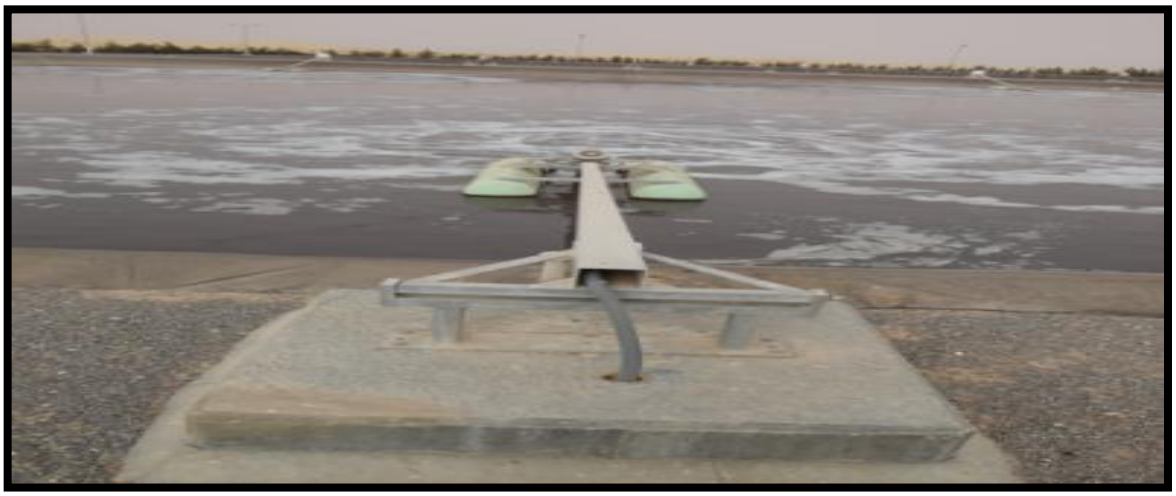
الصورة (3-2): نازع الرمل

VIII- 2- الجزء البيولوجي لمعالجة مياه الصرف

VIII - 2-1- الأحواض المهواة- المرحلة الأولية (A)

بعدما تدخل المياه الصرف إلى المجمع الأول يقوم الأخير بتوزيعه بقنوات نحو الأحواض (A) الثلاثة المتشابهة في الحجم للمعالجة البيولوجية في (المحطة 2 والمحطة 3) والحوضين المتشابهين في (المحطة 4) ويتم فيها تفكيك المواد العضوية والملوثات الأخرى الموجودة بتدخل الكائنات الدقيقة و التهوية المنتجة بوسطة مضخات هواء إلى داخل الماء و ذلك للحصول على تحلل للملوثات العضوية بين 70-80 %. يتم كالآتي:

ماء + ملوثات عضوية + كائنات دقيقة + O_2 ⟵ كتلة حية + $CO_2 + H_2O$



الصورة (3-3): الاحواض المهواة (المرحلة الثانية B)

الجدول (3- 3): الأحواض المهواة (المرحلة الثانية B)

	المعطيات	المحطة 2	المحطة 3	المحطة 4
الأحواض المهواة - المرحلة الأولية	عدد الاحواض	03	03	02
	الطول(م)	142	136	82
	العرض (م)	66	63	108
	عمق الماء(م)	3.6	3.6	3.6
	حجم الحوض (م)	28774	25912	15205
	عدد اجهزة التهوية	03	03	02
	مدة بقاء الماء في الحوض اليوم	08	08	07

VIII - 2-2- الأحواض المهواة - المرحلة الثانية (B)

مصممة لنفس غرض (A) ولكن للحصول على تحلل بين 20-30 % من المواد العضوية.

الصورة (3-4): البحيرات المهواة (المرحلة الثانية B)

الجول (3-4): خصائص الاحواض المهواة (المرحلة الثانية B)

	المعطيات	المحطة 2	المحطة 3	المحطة 4
الأحواض المهواة - المرحلة الثانية	عدد الاحواض	03	03	02
	الطول(م)	115	110	82
	العرض (م)	66	63	49
	عمق الماء(م)	2.9	2.9	3.2
	حجم الحوض ($م^3$)	19091	17311	10342
	عدد اجهزة التهوية	08	07	04
	مدة بقاء الماء في الحوض ($م^3$)	05	05	05

VIII - 2-3- الأحواض النهائية أو التكميلية (F)

هي اقل عمق من الاحواض (A, B) وذلك لتسهيل عملية التبادل بين سطح الماء مع الأكسجين الهوائي وتحسين جودة المياه المعالجة بيولوجيا، أكثرية المواد المحللة تبقى في الأحواض (A, B). ولهذا الأوحال بالحوض التكميلي النهائي تزداد مع مرور وقت، والوقت اللازم لتنظيف الأوحال مقترن بتعبئة الأحواض المهواة، ونستطيع تحديده بين 8-10 سنوات. والماء المعالج يوجه نحو محطة التحويل.

الصورة (3-5): الاحواض النهائية (F)

الجدول (3-5): خصائص الاحواض النهائية للمحطات المدروسة

	المعطيات	STEP2	STEP3	STEP4
الأحواض النهائية	عدد الاحواض	03	03	02
	الطول(م)	154	147	114
	العرض (م)	66	63	49
	عمق الماء(م)	1.5	1.5	1.5
	حجم الحوض ($م^3$)	14272	12963	7662
	عدد اجهزة التهوية	00	00	00
	مدة بقاء الماء في الحوض اليوم	03	03	03

VIII- 3- جمع الأوحال

VIII - 3-1- أماكن تجفيف الأوحال

هي عبارة عن أحواض ترابية مملوءة بالحصى مختلفه الأحجام ومغطاة بالرمل كغطاء، مصنوع من أوراق (Godèrent) لمنع تسرب مياه الأوحال إلى المياه الجوفية، يتم نقل الحماة إليه بوسطه آلة كاشطة. ليتم بعدها فصل وإزالة المواد الصلبة العالقة القابلة للترسيب عن المياه المستعملة. وتتجمع الحماة على سطح الأحواض لتصبح بعد ذلك مادة عضوية في وقت يتراوح بين 15 - 18 يوم، أما الماء فيتجمع في حفرة مركزية ليسهل سحبه وإرجاعه إلى أحواض المعالجة الثانوية.

تحتوي المحطة (2) على 9 أحواض جافة أما المحطة (3) بها 6 احواض جافة. وفي المحطة (4) توجد بها أربعة أحواض جافة.

الصورة (3-6): الأحواض الجافة

IX- مقياس مستوى الماء وآخذ العينات

IX-1 - مقياس حجم الماء الداخل (Débit mètre)

من أجل قياس حجم المياه الداخلة، نظام القياس هذا يتوضع على قناة مسرعة ومحولة للماء إلى المستوى الحقيقي، وهذه القناة توجد بعد نازع الرمل بشكل طولي في جميع المحطات .

للعلم هذه المحطات لها قدرة استيعاب حتي 2030 ويصل اقصي تدفق للمحطة (2) 14332م^3 /اليوم ،اما المحطة (3) يصل اقصي تدفق في اليوم الى13011م^3، في حين انه في المحطة (4) يصل أقصى تدفق في اليوم إلى 5151 م^3.

IX-2- آخذ العينات (Préleveur)

يأتي مباشرة بعد قناة السرعة، هذا النظام يعمل يدويا من أجل العينات الحديثة وأوتوماتيكيا لأجل كمية ووقت أخذ العينة، هذا النظام يعمل على أخذ العينات لمدة 24 ساعة ليضعها على شكل خليط يومي، ويوجد جهازان لأخذ العينات الأول للماء الداخل (Brute) والثاني للماء المعالج (Traité).

الصورة (3-7): جهاز آخذ العينات

الفصل الرابع

الطرق والوسائل ومناقشة النتائج

I–الطرق والوسائل ومناقشة النتائج

I-1- الطرق والوسائل

يعتمد هذا العمل على نتائج التحاليل الفيزيوكميائية التي يجريها الديوان الوطني للتطهير بصفة دورية على المياه الخام والمياه المعالجة. المعطيات التي تم الحصول عليها تخص محطات التصفية (2 ،3 ،4) خلال الفترة من جانفي الي غاية ديسمبر 2017، تجدر الإشارة الى انه تعذر الحصول على معطيات المحطة (1).

وتضمنت الأعمال المخبرية خلال هذا العمل فحوصات متنوعة قبل وبعد المعالجة شهريا.

الجدول (4-1): يوضح أهم المعايير المعتدة في التحاليل من قبل المحطات المدروسة

المعايير	الوحدة
الرقم الهيدروجيني (pH)	-
درجة الحرارة (C^0)	C°
الناقلية الكهربائية (conductivité électrique)	mS/cm
الاكسجين المنحل في الماء	ملغ/ل
الملوحة (salinité)	ملغ/ل
المواد العالقة (MES)	ملغ/ل
الطلب البيولوجي للأكسجين (DBO_5)	ملغ/ل
الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO)	ملغ/ل
الأمونيوم (NH^+_4)	ملغ/ل
النيترات (NO_3^-)	ملغ/ل
النيتريت (NO_2)	ملغ/ل
الازوت الكلي (NT)	ملغ/ل
الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$)	ملغ/ل
الفوسفات الكلي (Pt)	ملغ/ل

II -2- تحليل ومناقشة نتائج الدراسة الفيزيوكميائية

II -2-1- الرقم الهيدروجيني : (pH)

الرقم الهيدروجيني (pH) هو أحد أهم معايير جودة المياه يجب مراقبته عن كثب خلال عمليات المعالجة (Ridier, 2009). إن درجة (pH) المناسبة مع درجة الحرارة المعتدلة تشكل ظروف بيئية مثالية لنشاط

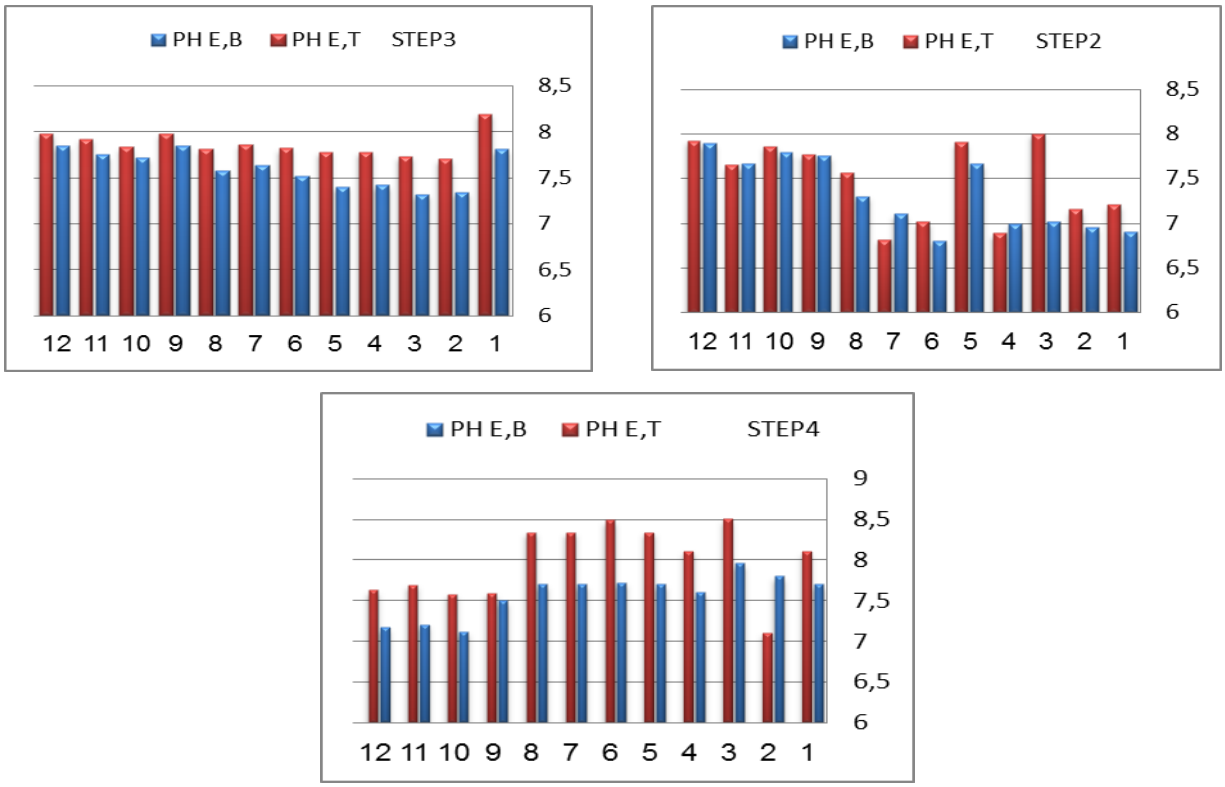
وانتشار الكائنات الحية الدقيقة، بحيث تعمل هذه الكائنات علي تفكيك المادة العضوية فيؤدي ذلك الي تنقية المياه وحدوث توازن بيولوجي (Zobeidi, 2017).

من خلال الشكل الشكل (4-1) نلاحظ تغير في قيم (pH) المتوسطة لجميع المحطات كما يلي:

* المحطة (2): قيم (pH) المتوسط محصورة في المياه الخام بين القيمتين $6.8 \leq pH \leq 7.89$، أما في المياه المعالجة فإن قيم (pH) تتراوح بين $6.56 \leq pH \leq 8.00$.

* المحطة (3): قيم (pH) المتوسط محصورة في المياه الخام بين القيمتين $7.4 \leq pH \leq 7.85$، أما في المياه المعالجة فإن قيم (pH) هي تتراوح بين $7.70 \leq pH \leq 8.19$.

* المحطة (4): قيم (pH) المتوسطة محصورة في المياه الخام بين القيمتين $7.12 \leq pH \leq 7.96$، أما في المياه المعالجة فإن قيم (pH) تتراوح بين $7.1 \leq pH \leq 8.49$.



الشكل (4-1): التغيرات الشهرية لقيم (pH) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة

من خلال الشكل رقم (4-1) نلاحظ تقارب في مستوى الـ (pH) في المحطات الثلاثة، حيث ان قيم (pH)المتوسطة ترتفع في المياه المعالجة مقارنة مع المياه غير المعالجة، وذلك راجع الى التفاعلات البيو كيميائية التي تقوم بها الكائنات الدقيقة لتفكيك الملوثات البيولوجية مما يؤدي إلي تفكك الروابط الهيدروجينية (الحايك، 2017). ومنه فإن هذه النتائج مقبولة بالنسبة للمقاييس العالمية (FAO, 2003) والمقاييس الوطنية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف في البيئة ومعايير الجريدة الرسمية لمياه الصرف الصحي المعالجة المستعملة لأغراض الري (2012) والمحصورة في $6.5 \leq pH \leq 8.5$.

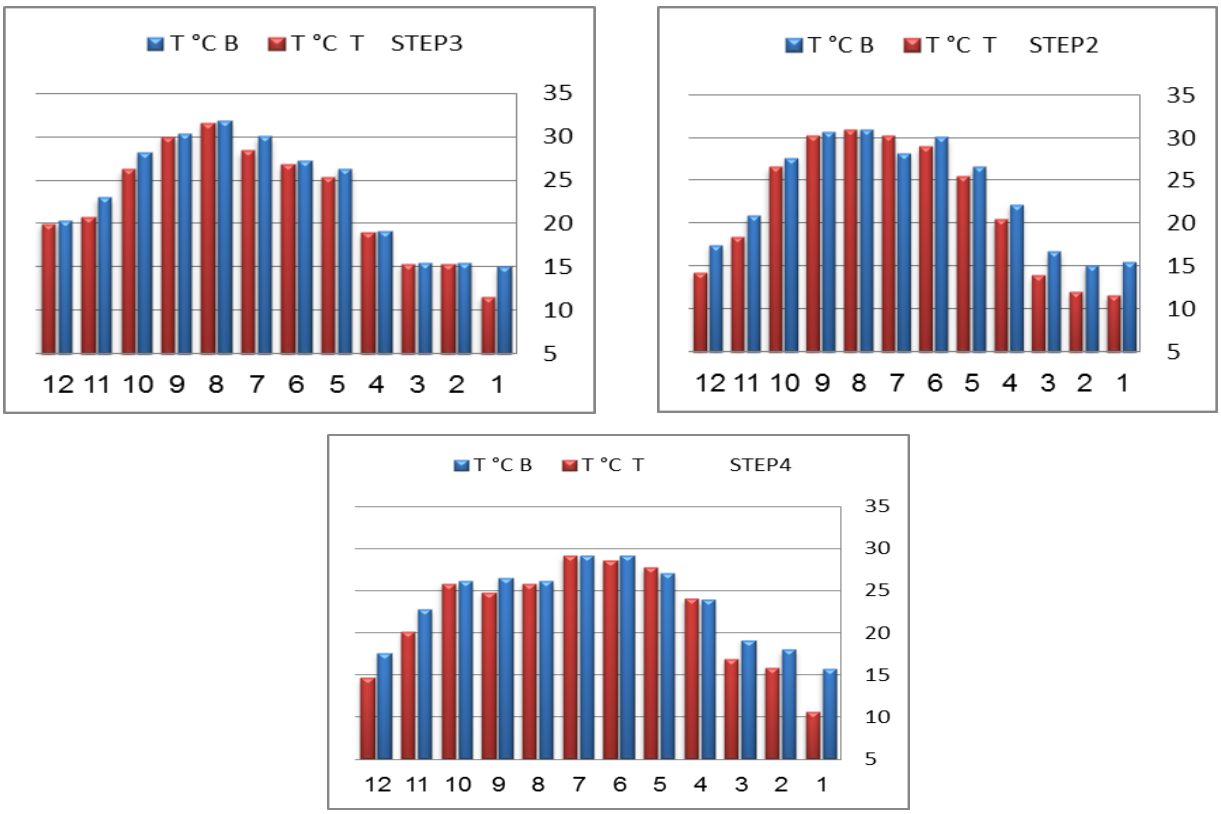
II- 2-2-درجة الحرارة

من خلال الشكل (2-4) نلاحظ أن القيم المتوسطة لدرجة الحرارة تنخفض في المياه المعالجة في مختلف المحطات مقارنة بالمياه غير المعالجة ، ومن خلال النتائج المتحصل عليها في كل محطة سجلت القيم التالية :

* المحطة (2): قيم درجة الحرارة محصورة في المياه الخام بين القيمتين $15.11 \geq TC^0 \geq 30.91$، أما في المياه المعالجة (E.T) فإن قيم درجة الحرارة تتراوح بين $11.61 \geq TC^0 \geq 30.96$.

* المحطة (3): قيم الحرارة محصورة في المياه الخام بين القيمتين $15.02 \geq TC^0 \geq 31.9$، أما في المياه المعالجة فإن قيم الحرارة تتراوح بين$11.54 \geq TC^0 \geq 31.59$.

* المحطة (4): قيم درجة الحرارة محصورة في المياه الخام بين القيمتين $15.70 \geq TC^0 \geq 29.2$، أما في المياه المعالجة فإن قيم الحرارة منخفضة مقارنة بـ المياه الخام وهي تتراوح بين $10.60 \geq TC^0 \geq 29.1$.



الشكل (2-4): التغيرات الشهرية لقيم الحرارة (C^0) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة

نلاحظ من خلال الشكل (2-4) ارتفاع تدريجي لدرجة الحرارة في المحطات الثلاثة ابتداء شهر جانفي وفيفري أين تكون بأقل قيم لها، حتى تصل الي قيمها القصوى في شهر جويلية وأوت، ويفسر هذا الارتفاع التدريجي بتغير الظروف المناخية الخاصة بمنطقة وادي سوف. أما انخفاض درجة الحرارة في المياه المعالجة في مختلف المحطات مقارنة بالمياه غير المعالجة راجع إلي تناقص التفاعلات البيوكيميائية ونقص عدد البكتريا في الماء، أي أن نواتج نشاطها أقل مما كان عليه في الماء الداخل (العابد، 2015).

تعتبر هذه القيم مقبولة بالنسبة للمقاييس العالمية لمنظمة التغذية (FAO, 2003) والمقاييس الوطنية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة، ومعايير الوطنية لاستعمال مياه الصرف المعالجة لأغراض الري (2012) والتي تقدر بـ (T<30°C).

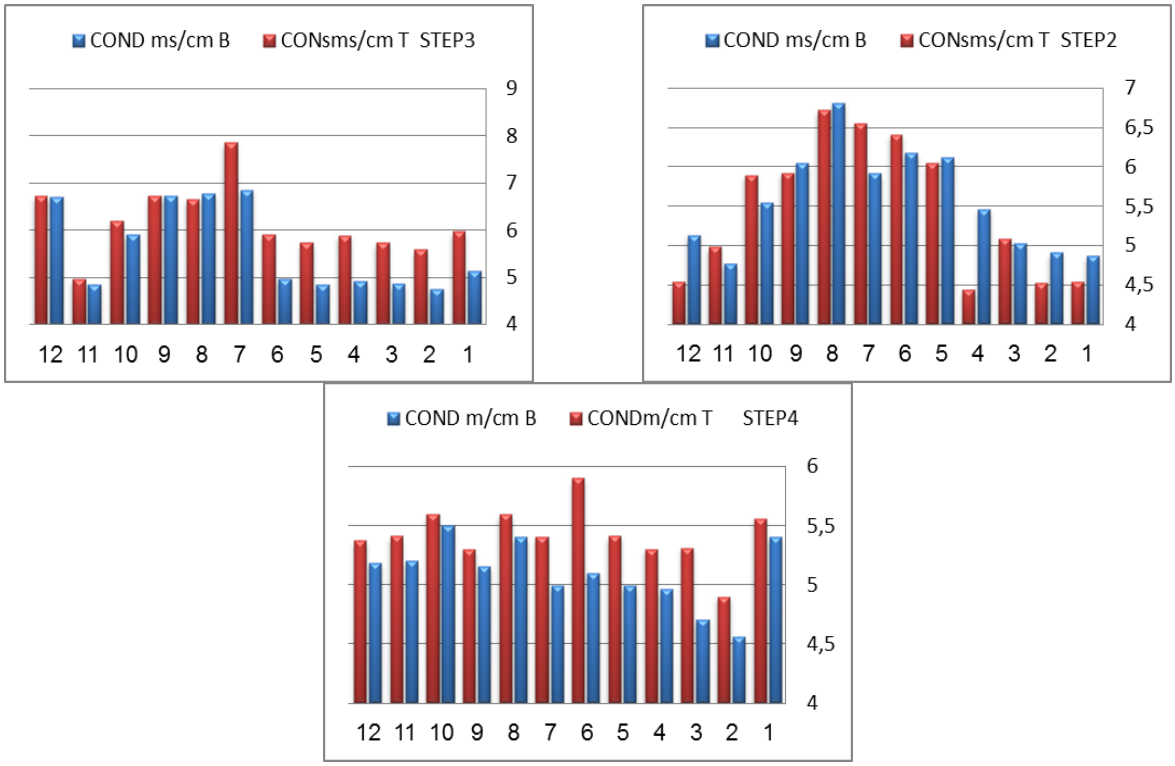
II- 2-3- الناقلية الكهربائية (Conductivité électrique)

تعتبر الناقلية الكهربائية مقياس حقيقي لتشبع المياه بالأملاح المعدنية الذائبة وهذه النتائج المتحصل عليها في الشكل (4-3) توحى أن القيم في جميع المحطات كانت مرتفعة في المياه غير معالجة كما تظهر زيادة طفيفة ومعتبرة في المياه المعالجة خاصة في فصل الصيف والربيع، وتمثلت النتائج في المحطات الثلاثة كالتالي :

المحطة (02): الناقلية الكهربائية تتراوح بين (4.76-6.81 mS/cm). في المياه غير معالجة، أما في المياه المعالجة فإن قيم الناقلية الكهربائية تتراوح بين (4.52-6.72 mS/cm).

المحطة (03): تتراوح قيم الناقلية الكهربائية بين (4.75-6.85 mS/cm). في المياه غير المعالجة، أما في المياه المعالجة فإنها تتراوح بين (4.95-7.85 mS/cm).

المحطة (04): قيم الناقلية الكهربائية تتراوح بين (4.56- 5,5 mS/cm). في المياه غير المعالجة، أما في المياه المعالجة فإن تتراوح بين (4,9- 5,59 mS/cm).



الشكل (4-3): التغيرات الشهرية المتوسطة لقيم الناقلية الكهربائية COND على مستوى المحطات الثلاثة

يرجع ارتفاع الناقلية الكهربائية في المياه المعالجة إلى تفكك المادة العضوية وتحويلها بفضل البكتريا إلى مواد معدنية تزيد من تركيز الأملاح في الأحواض مما يؤدي إلى زيادة الشوارد، أما الزيادة في قيم الناقلية الكهربائية في فصل الصيف والربيع راجع الي درجة الحرارة العالية التي تعمل على تبخر المياه في الأحواض.

تتناسب الناقلية الكهربائية طرديا مع درجة الحرارة، فبزيادة درجة الحرارة يزداد نشاط البكتريا. وبالتالي زيادة المواد المنحلة وهذا ما يزيد في نسبة الملوحة والشوارد الذائبة التي تعمل على الرفع من الناقلية الكهربائية.

حسب المعايير الدولية التي صرحت به منظمة التغذية العالمية (FAO, 2003) ومعايير الجريدة الرسمية لمياه الصرف الصحي المعالجة المستعملة لأغراض الري (2012) فإن قيم الناقلية المسجلة في هذه الدراسة تعتبر مرتفعة ولا تنتمي للمجال المسموح به للسقي والمقدر بـ (0-3 mS/cm).

II - 2-4- الأوكسجين المنحل في الماء

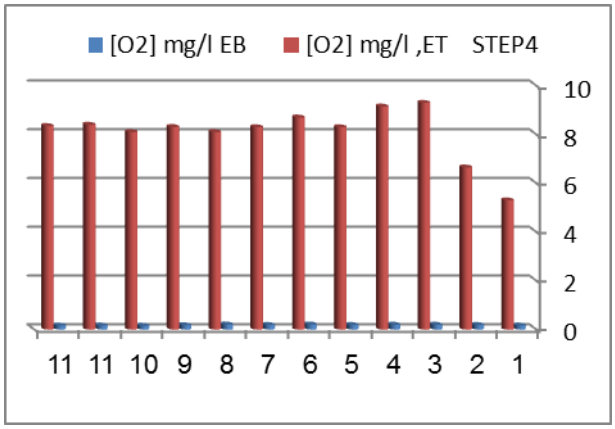
من خلال الشكل (4-4) نلاحظ أن القيم المتوسطة للأوكسجين المنحل تزداد في المياه المعالجة لجميع المحطات مقارنة مع المياه غير معالجة، بحيث نلاحظ أن قيم الأكسجين المنحل متغيره في كل محطة وتمثلت النتائج كما يلي :

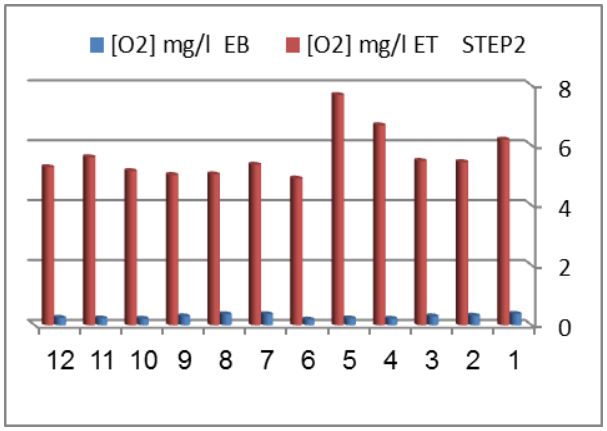
* المحطة (02)**:** سجلت أعلى قيمة في شهر جانفي (0.38 مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر جوان (0.19 مغ/ل) بالنسبة للمياه غير المعالجة ، أما في المياه المعالجة تأخذ أعلى قيمة في شهر ماي (7.69 مغ/ل)، وأدنى قيمة في شهر جوان (4.90 مغ/ل).

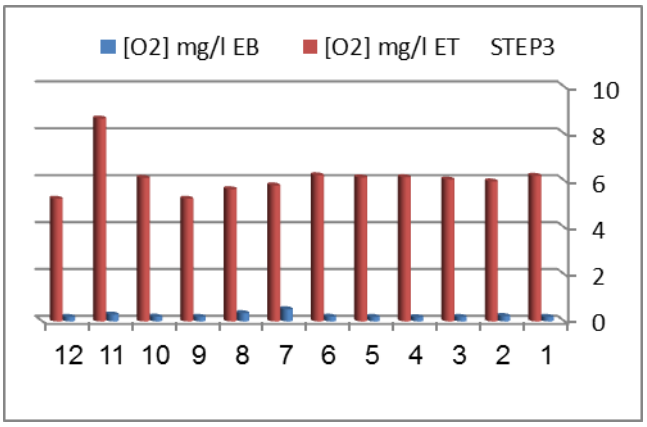
* المحطة (03): سجلت أعلي قيمة في شهر أوت (0.35مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر أفريل (0.18 مغ/ل) بالنسبة للمياه غير المعالجة، أما في المياه المعالجة تأخذ أعلى قيمة في شهر جوان (8,65 مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر سبتمبر (5.23 مغ/ل).

* المحطة (04): سجلت أعلى قيمة في شهر أوت (0.21 مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر أكتوبر (0.16 مغ/ل) بالنسبة للمياه غير معالجة ، أما في المياه المعالجة تأخذ أعلى قيمة لها في شهر مارس (9.30 مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر جانفي (5.30 مغ/ل).

تكون قيم الأكسجين المنحل منخفضة في المياه الخام، وذلك راجع للعدد الهائل للكائنات الحية الدقيقة (البكتريا، الفطريات....) التي تقوم باستهلاك كميات كبيرة من الأوكسجين لاستغلاله في عملها ونشاطها المتمثل في عمليات الأكسدة، بالإضافة إلى ارتفاع درجة العكارة التي تؤدي إعاقة نفاذية الأوكسجين الهوائي داخل مياه الصرف بينما تزداد قيمته في المياه المعالجة وهذا راجع للنقص الكبير في عدد الكائنات الحية، وكذا ملامسة الماء للهواء الخارجي.







الشكل (4-4): التغيرات الشهرية المتوسطة لقيم الأوكسجين المنحل علي مستوى المحطات الثلاثة

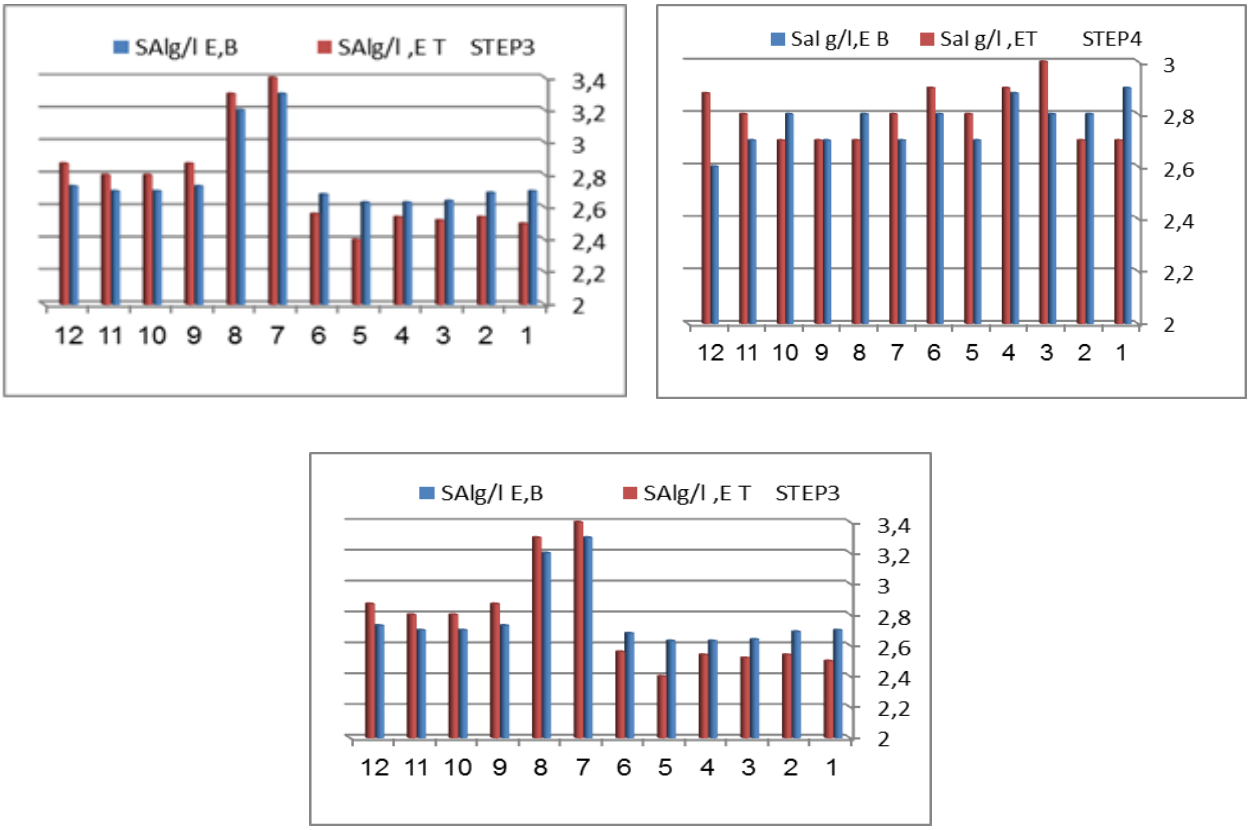
II - 5-2-الملوحة

من خلال الشكل (4-5): نلاحظ أن قيم الملوحة في المياه غير المعالجة تتراوح بين (2.9 -2.6 غ/ل) في المحطة (04). أما بالنسبة المحطة (02) كانت قيم الملوحة تتراوح بين (2.9-3.29 غ/ل)، في حين انها بـالمحطة (03) تتراوح بين (2.63-3.3 غ/ل).

أما بعد عملية المعالجة نلاحظ أن قيم الملوحة تتغير بين (2.9 -2.7 غ/ل) في المحطة (04)، أما في المحطة(02) تنحصر القيم بين (3.33 -2.85 غ/ل)، أما بالنسبة للمحطة (03) كانت القيم محصورة بين (2.4-3.3 غ/ل).

تفسر الزيادة في قيم الملوحة للمياه المعالجة في فصل الصيف بحدوث تبخر للمياه نتيجة إرتفاع درجات الحرارة كما تلعب درجة الحرارة دورا هاما في زيادة نشاط البكتريا، وبالتالي زيادة المواد المنحلة وهذا ما يزيد في نسبة الملوحة والشوارد الذائبة. أما الزيادة في قيم الملوحة في باقي الفصول الأخرى يرجع الي تفكك المادة العضوية وتحويلها بفضل البكتريا إلى مواد معدنية تزيد من تركيز الأملاح في الوسط . إن قيم الملوحة

المسجلة في هذه الدراسة تعتبر مرتفعة ويمكن مواجهة الملوحة باستعمال تقنيات خاصة للسقي واختيار المحاصيل المتحملة للملوحة والقادرة علي امتصاص مقادير كبيرة من الأملاح .

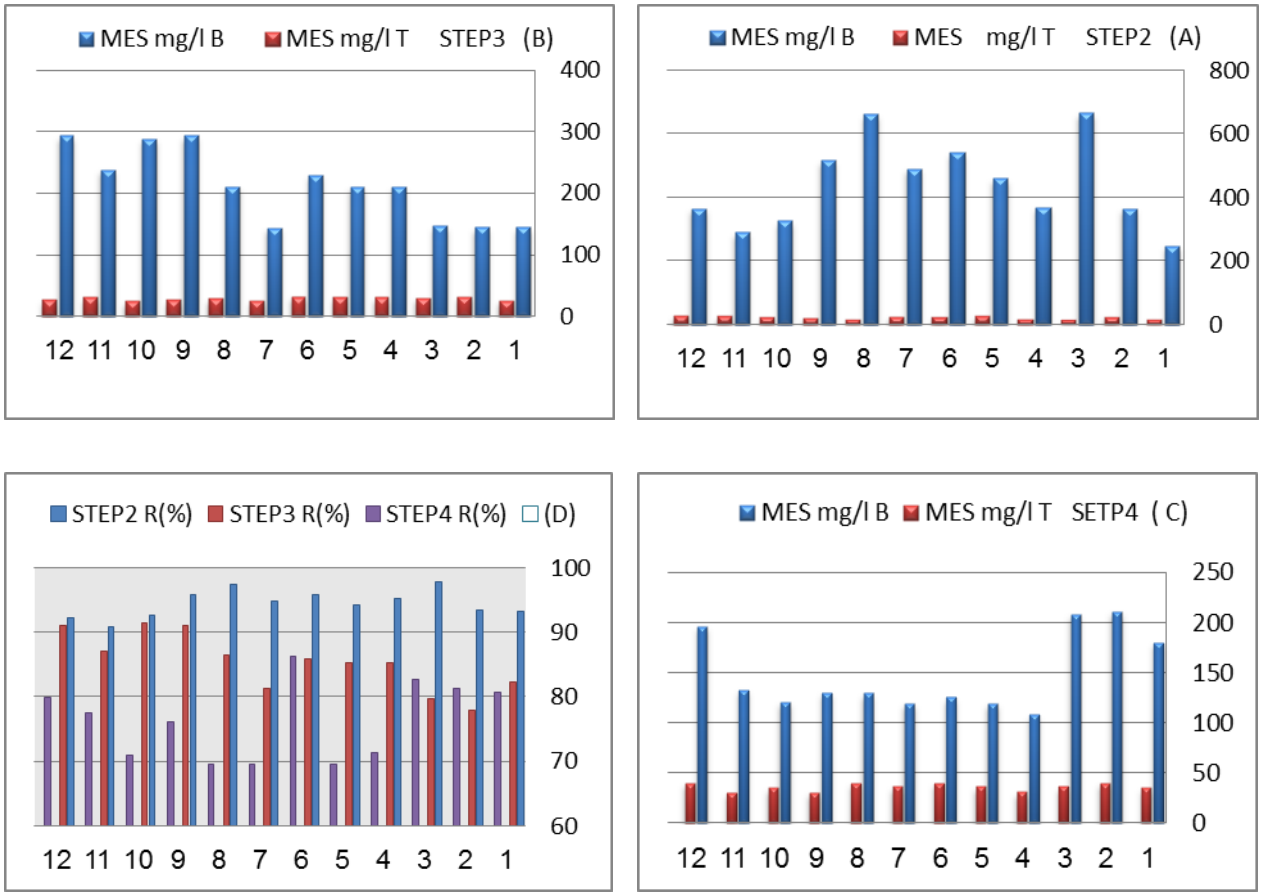


الشكل (4-5): التغيرات الشهرية المتوسطة لقيم الملوحة على مستوى المحطات الثلاثة

II-6-2-المواد العالقة (MES)

من الشكل (4-6) يتبين أن قيم المواد العالقة في المحطة (4) تتغير بين أعلى قيمة (201.66 مغ/ل) في شهر فيفري وأدنى قيمة في شهر أفريل (108 مغ/ل) في مياه الصرف الخام، أما في المياه المعالجة فتتغير بين أعلى قيمة (39.5 مغ/ل) في شهر ديسمبر وأدنى قيمة في شهر نوفمبر(29.9 مغ/ل)، بالنسبة المحطة (02) سجلت أعلي قيمة في شهر مارس (665 مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر جانفي (246.52 مغ/ل) في المياه الخام، أما في المياه المعالجة تتغيربين أعلى قيمة (28.33 مغ/ل) في شهر ديسمبر وأدنى قيمة في شهر مارس (15 مغ/ل). في حين أن القيم المحطة (03) تتغيربين أعلى قيمة (293.33 مغ/ل) في شهر ديسمبر وأدنى قيمة في شهر جانفي (144.28 مغ/ل) بالنسبة للمياه الخام، وأما في المياه المعالجة تتغير بين أعلى قيمة (31.93 مغ/ل) في شهر فيفري وأدنى قيمة في شهر أكتوبر(25 مغ/ل).

من خلال النتائج نلاحظ انخفاض كمية المواد العالقة للمحطات الثلاثة المدروسة، فالمحطة (2) سجلت أفضل كفاءة بمردود94.40 %، أما المحطة (03) كانت نسبة الازالة بمردود 85.39 %، وأدنى كفاءة سجلت في المحطة (4) بمردود 76.24 %.



الشكل (4-6): (A.B.C) التغيرات الشهرية لـ (MES) المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة
(D) المردود الشهري لـ (MES) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة

يفسر انخفاض كمية المواد العالقة في الماء الخام مقارنة بالماء المعالج بترسب جزء منها في الأحواض وتتفكك وتحلل جزء أخر من طرف البكتيريا والميكروبات الموجودة في الماء، كما يتطاير جزء منها في الجو .

وبمقارنة هذه النتائج مع الحد المسموح به حسب المقاييس الوطنية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة نجدها مقبولة في جميع المحطات (40مغ/ل)، أما عند مقارنتها مع المقاييس العالمية (OMS, 1989) (35 مغ/ل) والمعايير الوطنية لاستعمال المياه المعالجة في الري (2012) (اقل من 30 مغ/ل) نجدها في الغالب مرتفعة في المحطة (4) أكثر من الحد المسموح به وتكون مقبولة في المحطة (02) والمحطة (03).

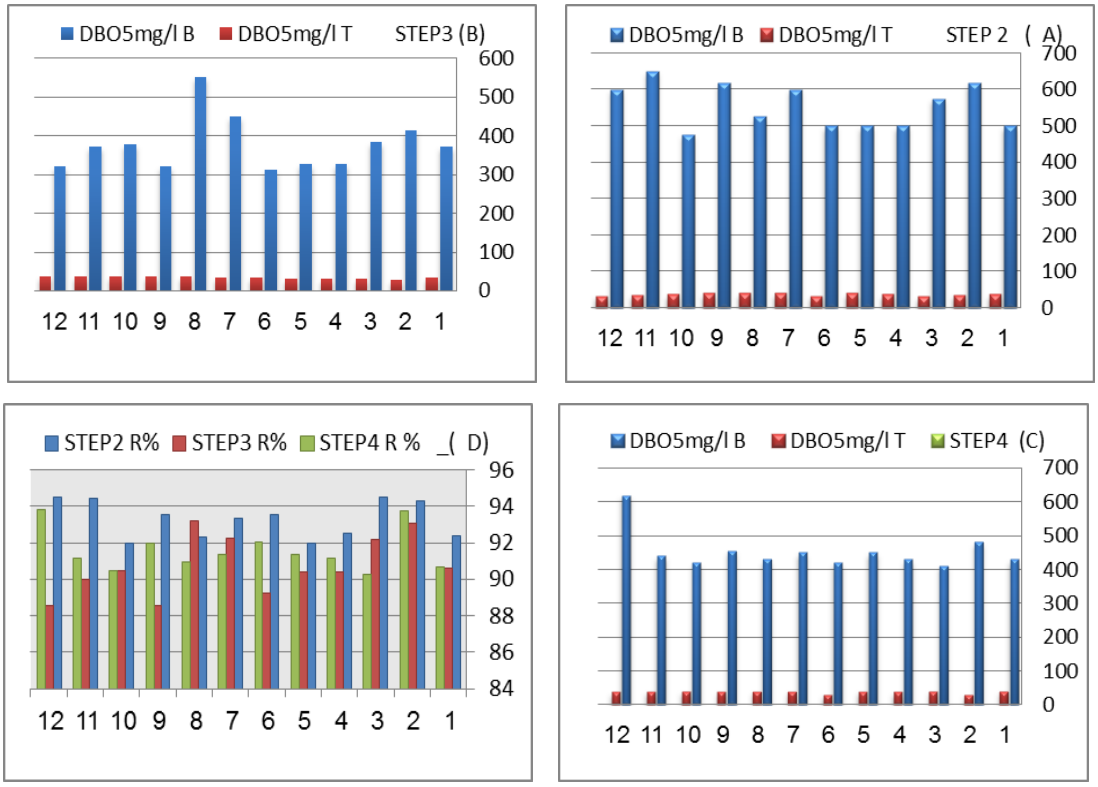
II - 2- 7-الطلب البيولوجي للأوكسجين لمدة خمسة (DBO_5)

من خلال الشكل (4-7) نلاحظ أن القيم المتوسطة لـ (DBO_5) للمياه غير المعالجة في المحطة (4) تتغير بين أعلي قيمة لشهر ديسمبر (618 مغ/ل)، وأدنى قيمة (410 مغ/ل) سجلت في شهر مارس، أما بالنسبة المحطة (02) سجلت أعلي قيمة في شهر سبتمبر (616.67 مغ/ل) وأدنى قيمة (500 مغ/ل) سجلت في شهر جانفي، كما سجلت أعلي قيمة في المحطة 3 في شهر اوت (550 مغ/ل) وأدنى قيمة (312.4 مغ/ل) سجلت في شهر جوان.

أما القيم المتوسطة لـ (DBO_5) بالمياه معالجة لـ المحطة (4) تتغير بين أعلي قيمة في شهر جانفي (40 مغ/ل) وأدنى قيمة (38.33 مغ/ل) في شهر ديسمبر، أما بالنسبة المحطة (02) سجلت أعلي قيمة في شهر أوت(40.5 مغ/ل) وأدنى قيمة (31.5 مغ/ل) في شهر مارس، في حين سجلت أعلي قيمة في المحطة (3) لشهر ديسمبر(36.67مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر فبفيري (28.67 مغ/ل).

من خلال المردود الشهري لإزالة (DBO_5) للمحطات الثلاثة المدروسة، نلاحظ أن أفضل كفاءة لإزالة (DBO_5) سجلت في المحطة المحطة (02) بمردود 93.25 % ، وأدني كفاءة سجلت في المحطة (03) بمردود 90.72 %، أما المحطة (4) كانت نسبة الإزالة بمردود 91.75 % .

ويتضح كذلك من البيان أن كمية الأكسيجين المستهلكة من أجل أكسدة وتفكيك المادة العضوية بيولوجيا في المياه الخام أكبر منها في المياه المعالجة بنسبة كبيرة، وهذا راجع إلى كمية الملوثات (المادة العضوية) المستعملة من طرف البكتيريا، وذلك بتوفر الشروط الملائمة للبكتيريا المحللة حتى تقوم بعملية هدم المواد العضوية وامتصاص الأوكسجين من الماء.



الشكل (4-7): (A.B.C) التغيرات الشهرية لـ (DBO_5) المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة
(D) المردود الشهري (DBO_5) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة

وتعتبر هذه القيم مسموح بها ضمن المقاييس الوطنية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة (اقل من 40 مغ /ل)، وحسب المعايير الوطنية لمياه الصرف الصحي المعالجة المستعملة لأغراض الري (2012) فإن القيم المسجلة في هذه الدراسة تعتبر مرتفعة ولا تنتمي للمجال المسموح به للسقي (أقل من 30 مغ /ل)، وتعتبر مرتفعة بمقارنتها مع المعاير الدولية (OMS, 1989) أقل من (25 مغ/ل).

II - 2-8- الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO)

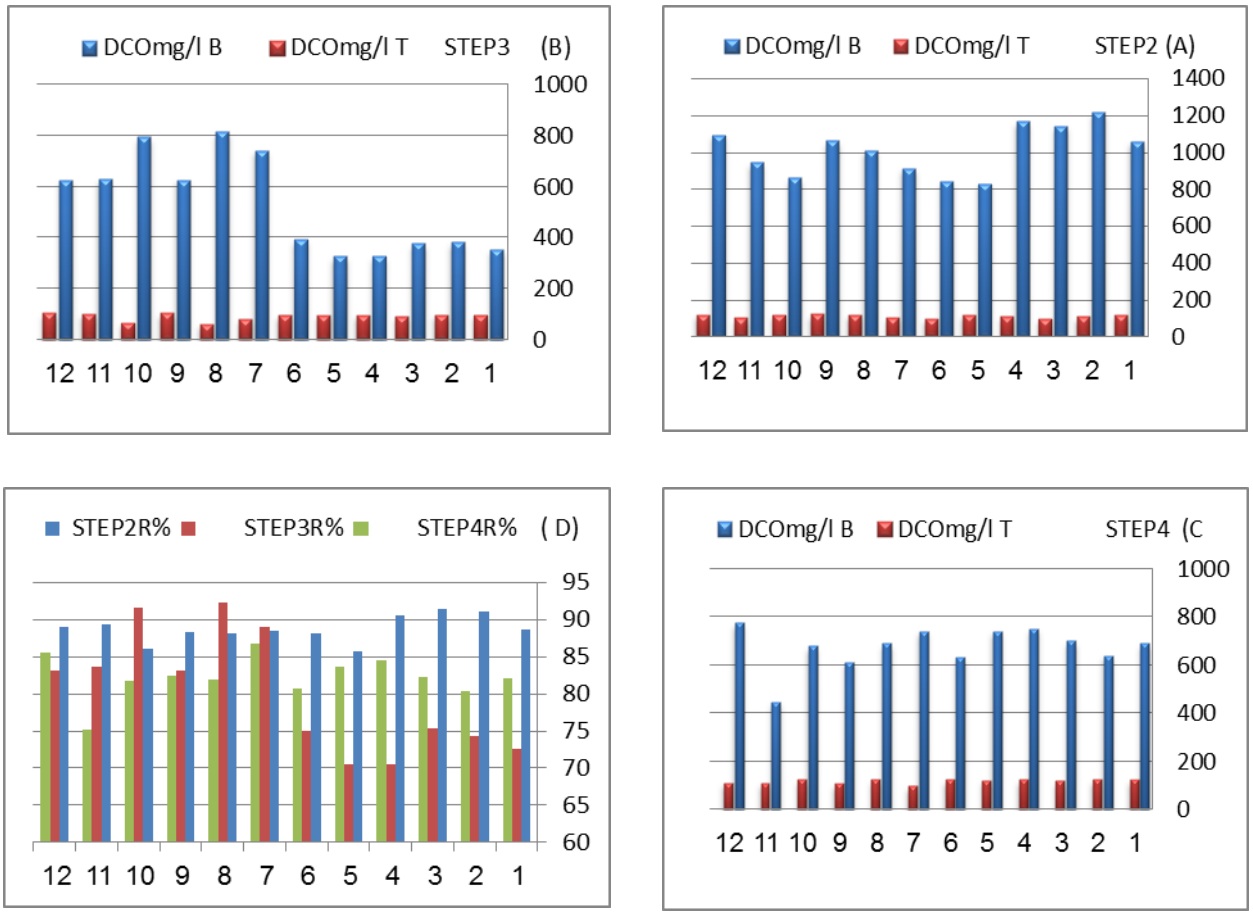
من خلال الشكل (4-8) نلاحظ أن القيم المتوسطة لـ (DCO) في المياه غير المعالجة لـ المحطة (4) تتغير بين أعلى قيمة في شهر ديسمبر(774.5 مغ/ل)، وأدنى قيمة (612 مغ/ل) في شهر سبتمبر، أما بالنسبة المحطة (02) سجلت أعلي قيمة في شهر فيفري (1216.67 مغ/ل)، وأدنى قيمة (830 مغ/ل) في شهر ماي، أما بالنسبة المحطة (3) أعلى قيمة سجلت في شهر أوت (815 مغ/ل)، وأدنى قيمة (327 مغ/ل) سجلت في شهر أفريل، وعند مقارنة هذه النتائج مع الحد المسموح به وطنيا (500 مغ/ل) يتبين أنها مرتفعة في جميع المحطات وخاصة المحطة الثانية، وذلك راجع لوجود مياه الصرف الصناعي (Zobeidi. 2017).

أما القيم المتوسطة لـ (DCO) للمياه المعالجة في المحطة (4) فتتغير بين أعلى قيمة في شهر فيفري (125 مغ/ل)، وأدنى قيمة (98 مغ/ل) في شهر جويلية، أما بالنسبة المحطة (2) سجلت أعلى قيمة في شهر

سبتمبر (121.33 مغ/ل)، وأدنى قيمة (98.33 مغ/ل) في شهر مارس، في حين سجلت أعلي قيمة في شهر ديسمبر(106مغ/ل) في المحطة (3) ، وأدنى قيمة في شهر سبتمبر (62.11 مغ/ل)، ويرجع انخفاض الطلب الكيميائي للأكسجين في المياه المعالجة الي تفكك وتحطم المواد العضوية التي تتأكسد كيميائيا.

من خلال نتائج المحطات الثلاثة المدروسة نلاحظ أن أفضل كفاءة لإزالة (DCO) سجلت في المحطة (2) بمردود 88.72 % ، وأدني كفاءة سجلت في المحطة (3) بمردود 80.10 %، أما المحطة (4) كانت نسبة الازالة بمردود 82.28 % .

بمقارنة هاته النتائج بالمعايير المسموح بها حسب المعايير الوطنية لمياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الري (2012) المقدرة بـ (90 مغ/ل) نجد بأنها قيم مرتفعة وتتعدى الحد الأقصى المسموح به في كل المحطات، وهي ضمن المجال المسموح به حسب المعايير الوطنية (2006) (أقل من 120 مغ/ل) للطرح المياه الصرف في البيئة، وكذا حسب معايير منظمة الصحة العالمية (OMS, 1989) أقل من (125 مغ/ل).



الشكل (4-8): (A.B.C) التغيرات الشهرية (DCO) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة
(D) المردود الشهري (DCO) المتوسطة على مستوى المحطات الثلاثة

II - 2-9- الأمونيوم (NH^+_4)

ان متوسط القيم المسجلة في الشكل (4-9) لشوارد NH^+_4 كانت مرتفعة بالنسبة لمياه الصرف غير معالجة ففي المحطة (4) تتراوح بين (93-28 مغ/ل)، أما بالمحطة (2) فتتراوح بين (55 - 107.5 مغ/ل)، في حين انها في المحطة (3) تتراوح بين (72-24.23 مغ/ل).

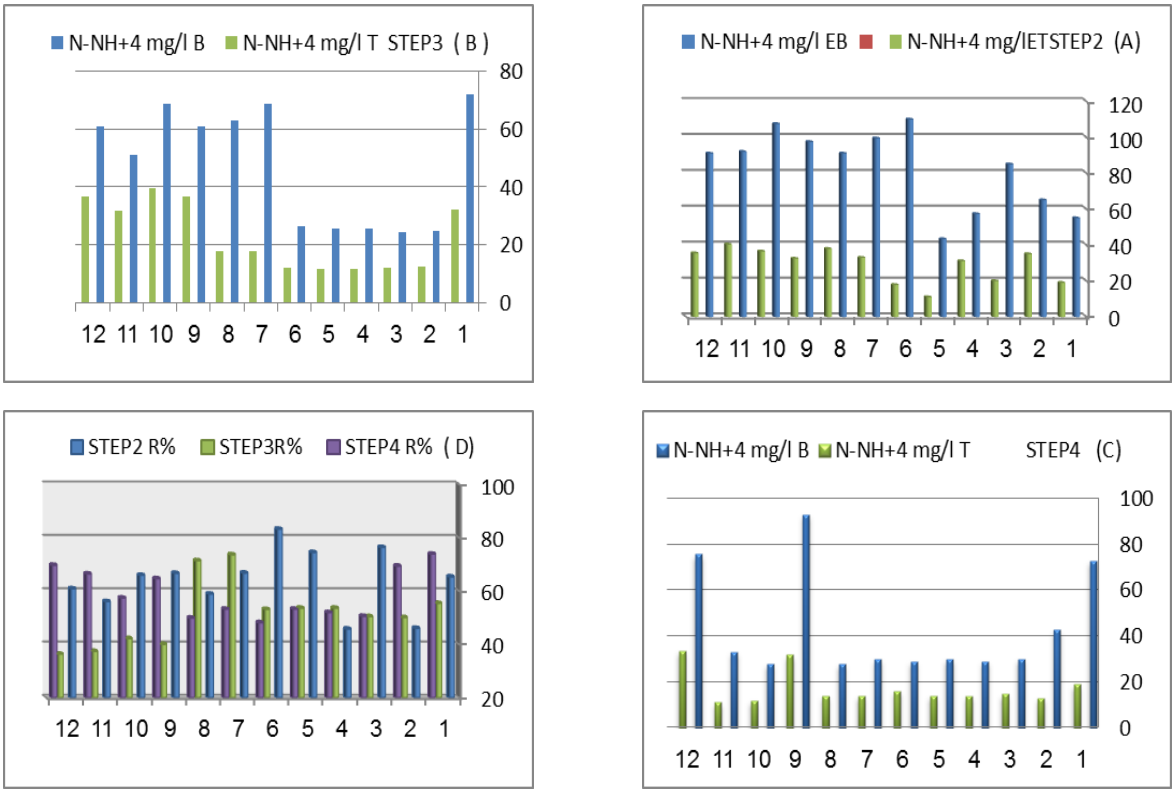
مما يجعلنا نجزم ان مياه الصرف الخام تحتوي على ملوثات أزوتية وذلك راجع إلى تحلل المادة العضوية بحدوث النشدرة وهذا الدور تقوم به البكتيريا (germes hétérotrophes) وذلك لجعل المركبات الآزوتية سهلة التفكك كما هو موضح في المعادلة التالية (1).

$$R\text{-}NH_2 \Longrightarrow R\text{-}NH^+_3 \Longrightarrow R\text{-}NH^+_4 \qquad (1)$$

بالرجوع الي الشكل (4-9) نجد أن قيم الأمونيوم تنخفض في المياه المعالجة لجميع المحطات، حيث أنها في المحطة (4) تتراوح بين (23.7-11.1 مغ/ل)، أما بالنسبة لـ المحطة (2) فتتراوح بين (40.33 - 11 مغ/ل)، في حين أنها في المحطة (3) تتراوح بين (39.5-11.00 مغ/ل)، وذلك راجع إلى تفكك المادة العضوية وتحول الأمونيوم إلى نتريت ونترات بعملية النترجة كما موضح في المعادلة التاليتين (2) و (3).

$$2NH^+_4 + 3O_2 \xrightarrow{\text{Nitrosomonas البكتيريا}} 2\,NO^-_2 + 4H^+ + 2HO_2 \qquad 2$$

$$2NO^-_2 + O2 \xrightarrow{\text{Nitrobacte البكتيريا}} 2NO^-_3 \qquad (3)$$



الشكل (4-9): (A.B.C) التغيرات الشهرية NH^{+}_{4}المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة
(D) المردود الشهري لـNH^{+}_{4} المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة

من خلال المردود الشهري للأمونيوم للمحطات الثلاثة، نلاحظ أن أفضل كفاءة لإزالة الأمونيوم سجلت في المحطة (2) بمردود63.9 % ، وأدني كفاءة سجلت في المحطة (3) بمردود 47.37 %، أما المحطة (4) كانت نسبة الإزالة بمردود 59.10 % .

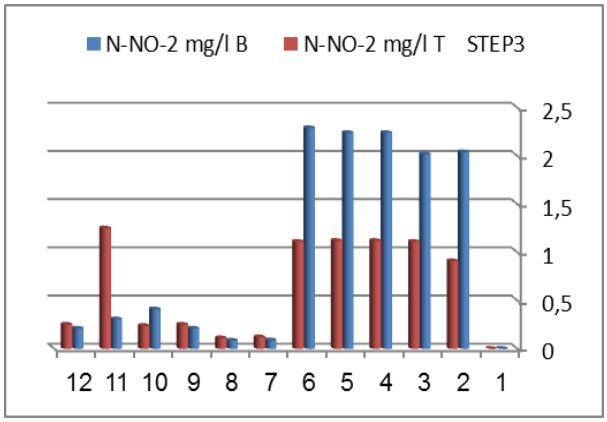
عند مقارنة قيم الامونياك بالقيم المسموح بها للسقي حسب مقاييس الجريدة الرسمية الجزائرية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة وحسب المعايير الدولية التي صرحت به منظمة التغذية العالمية (FAO, 2003) المحددة باقل من(20 ملغ\ل)، ومنه نجد أن قيم الامونياك في المحطة (4) والمحطة (3) داخل المجال المسموح بها للسقي، أما قيم الامونياك المسجلة في المحطة (2) تعتبر مرتفعة ولا تنتمي للمجال المسموح به للسقي.

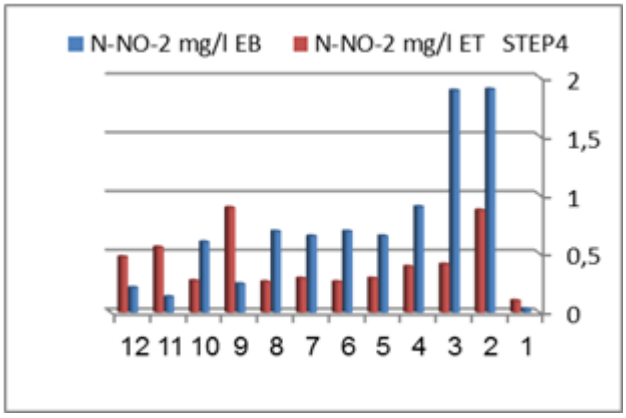
II- 2-10-النتريت (NO_2)

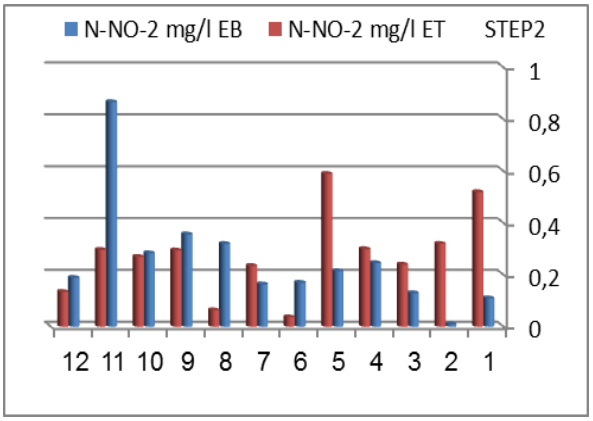
ايون النتريت غير ثابت ويزداد نشاطه الكيميائي الذي يعطيه السمية المميزة من ازدياد ايون النترات الذي يتحول الي نتريت وايون النتريت يتفاعل مع الأمينات الموجودة في اجسام الكائنات الحية (زغدي،2017).

من خلال الشكل (4-10) نلاحظ أن قيم النتريت (NO^-_2) في المياه الخام كانت تتراوح بين (1.89- 0.03 ملغ/ل) في المحطة (4) ، أما بالنسبة المحطة (2) كانت تتراوح بين (0.867-0.01 ملغ/ل)، في حين أنها في المحطة (3) كانت تتراوح بين (2.29-0.307 ملغ/ل)، ويرجع انخفاض قيم النتريت في جميع المحطات إلى نقص عمل البكتيريا بسبب نقص (O_2).

أما بعد عملية المعالجة نلاحظ أن قيم (NO^-_2) تتغير بين (0.555-0.1 ملغ/ل) في المحطة (4) ، أما بالنسبة المحطة (2) كانت تتراوح بين (0.59-0.037 ملغ/ل)، في حين تتراوح بين (1.12-0.11 ملغ/ل) في المحطة (3)







الشكل (4-10) التغيرات الشهرية لقيم النتريت (NO^-_2) المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة

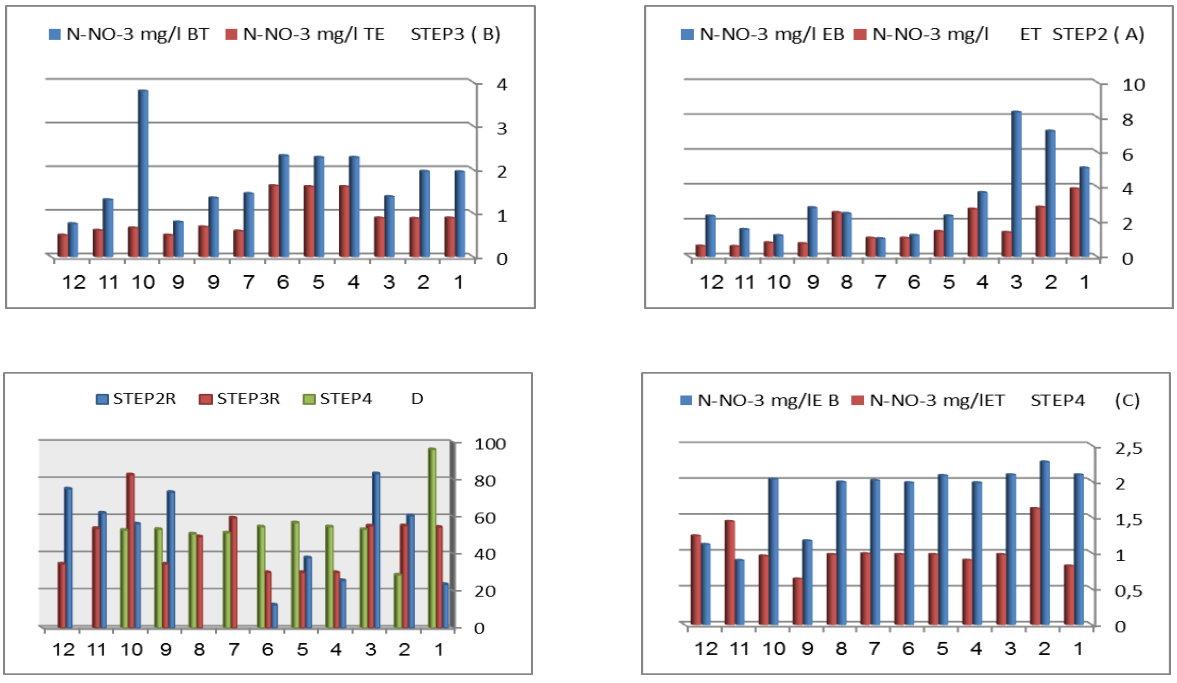
يفسر تناقص وزيادة النتريت من المياه المعالجة مقارنة مع المياه الصرف الخام بتوفر بعض الشروط كوقت بقاء الماء في الأحواض ودرجة الحرارة التي تؤثر في نشاط الكتلة الازوتية ومعدل عمل النترجة.

حسب المعايير الدولية (OMS ، 1989) فإن قيم النتريت في جميع المحطات المسجلة تعتبر ضمن مجال المياه الصالحة للسقي (1 مغ/ل).

II-11-2- النترات : (NO_3^-)

من خلال الشكل (4-11): نلاحظ أن قيم النترات (NO_3^-) في المياه غير المعالجة في المحطة (4) كانت تتراوح بين (2.08- 0.897 ملغ/ل)، أما بالنسبة للقيم في المحطة (2) كانت تتراوح بين (8.3-1.04 ملغ/ل)، في حين تراوحت قيم المحطة (3) بين (2.28-0.759 ملغ/ل)، ويرجع وجود النتروجين في مياه الصرف إلى أصل بشري بحيث تشير التقديرات الي ان حوالي 13 غرام في اليوم يطرحها الشخص البالغ (Zobeidi, 2017).

أما بعد عملية المعالجة نلاحظ أن قيم (NO_3^-) تتغير في المياه المعالجة بين (1.62-0.638 ملغ/ل) في المحطة (4) بمردود ازاله55.15 % ، أما بالنسبة المحطة (2) كانت تتراوح بين (3.9- 0.597 ملغ/ل) بمردود ازاله 50.94 %، أما بالنسبة المحطة (3) كانت تتراوح بين (1.63- 0.497 ملغ/ل) مردود ازاله 47.35 %..



الشكل (4-11): (A.B.C) التغيرات الشهرية النترات (NO_3^-) المتوسطة علي مستوي المحطات الثلاثة.

(D) المردود الشهري النتريت (NO_3^-) المتوسطة علي مستوي المحطات الثلاثة

إن التغير في الكمية المزالة للنترات ومردود التنقية يرجع الي بكتريا Anammoxالمسؤولة عن أكسدة الأمونيوم الي عنصر الازوت N2، بالإضافة الي تحول (NO_2) إلى (NO_3) بواسطة البكتيريا (Nitrobacter) وهذه العملية تتطلب مدة زمنية كافية وهي آلية غير ثابتة عموما (العابد، 2015).

عند مقارنة قيم النترات بالقيم المسموح بها للسقي حسب المعايير الوطنية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة و حسب المعايير الدولية (FAO, 2003) المحددة باقل من (30 ملغ/ل) نجد أن قيم النترات في جميع المحطات داخل المجال المسموح به للسقي.

II- 2-12-الأزوت الكلي (Nt)

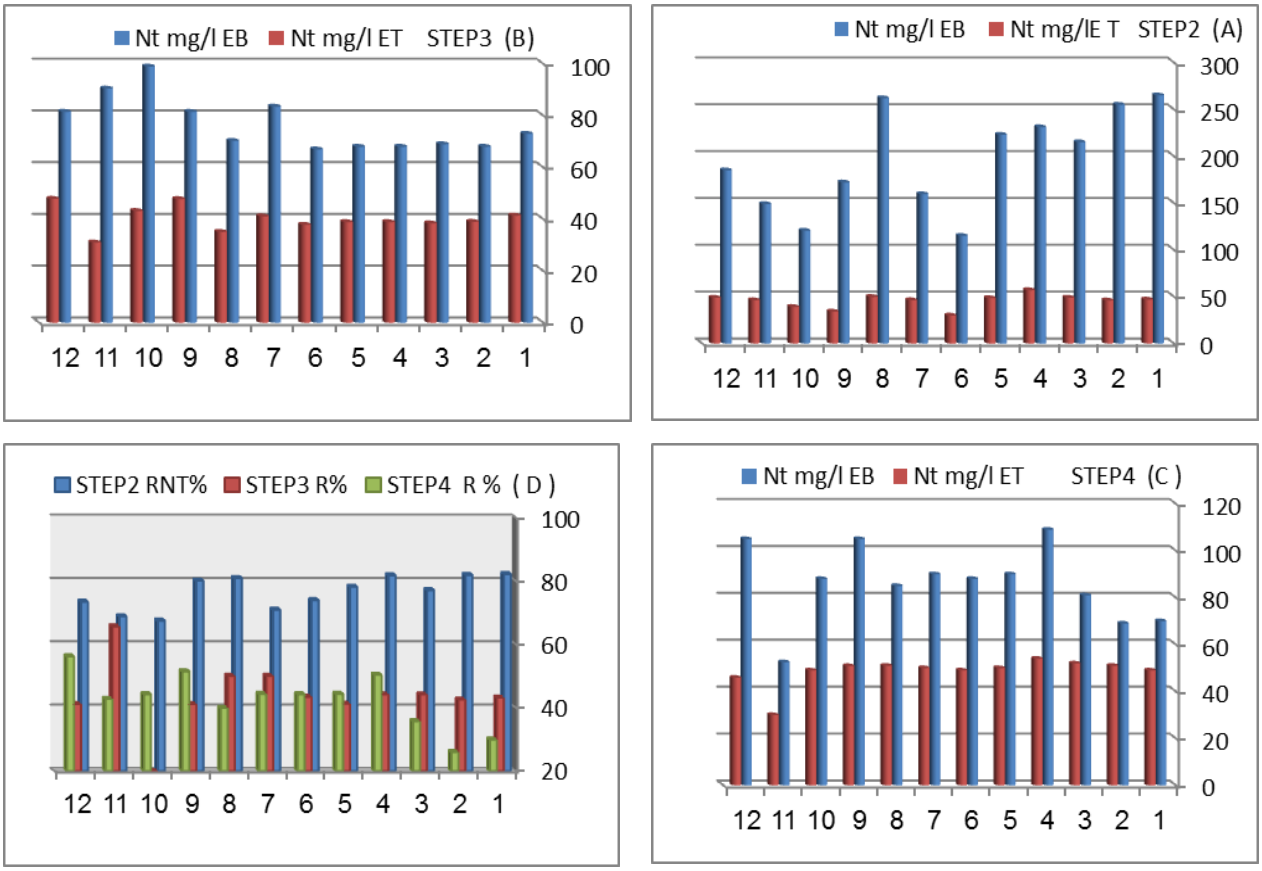
من خلال الشكل (4-12) نلاحظ أن القيم المتوسطة الآزوت الكلي (Nt) للمياه غير المعالجة في المحطة (4) تتغير بين أعلي قيمة لشهر أفريل (109 مغ/ل) وأدنى قيمة (52.5 مغ/ل) سجلت في لشهر ديسمبر، أما بالنسبة للمحطة (2) سجلت أعلى قيمة في شهر جانفي (265 مغ/ل) وأدنى قيمة (115 مغ/ل) سجلت في شهر جوان، أما بالنسبة المحطة (3) أعلى قيمة سجلت في شهر أكتوبر(99 مغ/ل) وأدنى قيمة (67 مغ/ل) سجلت في شهر مارس.

أما القيم المتوسطة الآزوت الكلي (Nt) للمياه المعالجة في المحطة (4) تتغير بين أعلى قيمة في شهر أفريل (54مغ/ل) وأدنى قيمة (30 مغ/ل) سجلت في شهر نوفمبر، أما بالنسبة للمحطة (2) سجلت أعلى قيمة في شهر أفريل (57 مغ/ل) وأدنى قيمة (29.9 مغ/ل) سجلت في شهر جوان، في حين ان في المحطة (2) سجلت أعلى قيمة في شهر ديسمبر(47.9 مغ/ل) وأدنى قيمة في شهر نوفمبر(31 مغ/ل).

من خلال المردود الشهري لقيم الازوت الكلي للمحطات، نلاحظ أن أفضل كفاءة لإزالة الآزوت الكلي (Nt) سجلت في المحطة (2) بمردود 76.46 % ، وأدني كفاءة سجلت في المحطة (4) بمردود 42.54 %، اما المحطة (3) كانت نسبة الازالة بمردود47.21 % .

يفسر تناقص الازوت الكلي في المياه المعالجة مقارنة مع مياه الصرف الخام بامتصاصه طرف الطحالب والعوالق الحيوانية وتفكك المواد العضوية وترسب جزء منه في أسفل الأحواض، بالإضافة الى أكسدة الأمونيوم الي عنصر غاز ثنائي الذرة N2.

عند مقارنة قيم الازوت الكلي في جميع المحطات بالقيم المسموح بها حسب الجريدة الرسمية الجزائرية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة (30 مغ/ل)، نجدها خارج المعايير المسموح بها ،وعند مقارنة قيم الازوت الكلي بالقيم المسموح بها لسقي حسب معاير الدولية (OMS , 1989) أقل من (15 مغ/ل).ومنه نجد قيم الآزوت خارج المعايير المسموح بها للسقي في جميع المحطات.



الشكل (4-12): (A.B.C) التغيرات الشهرية لقيم الازوت المتوسطة المنحل علي مستوى المحطات الثلاثة

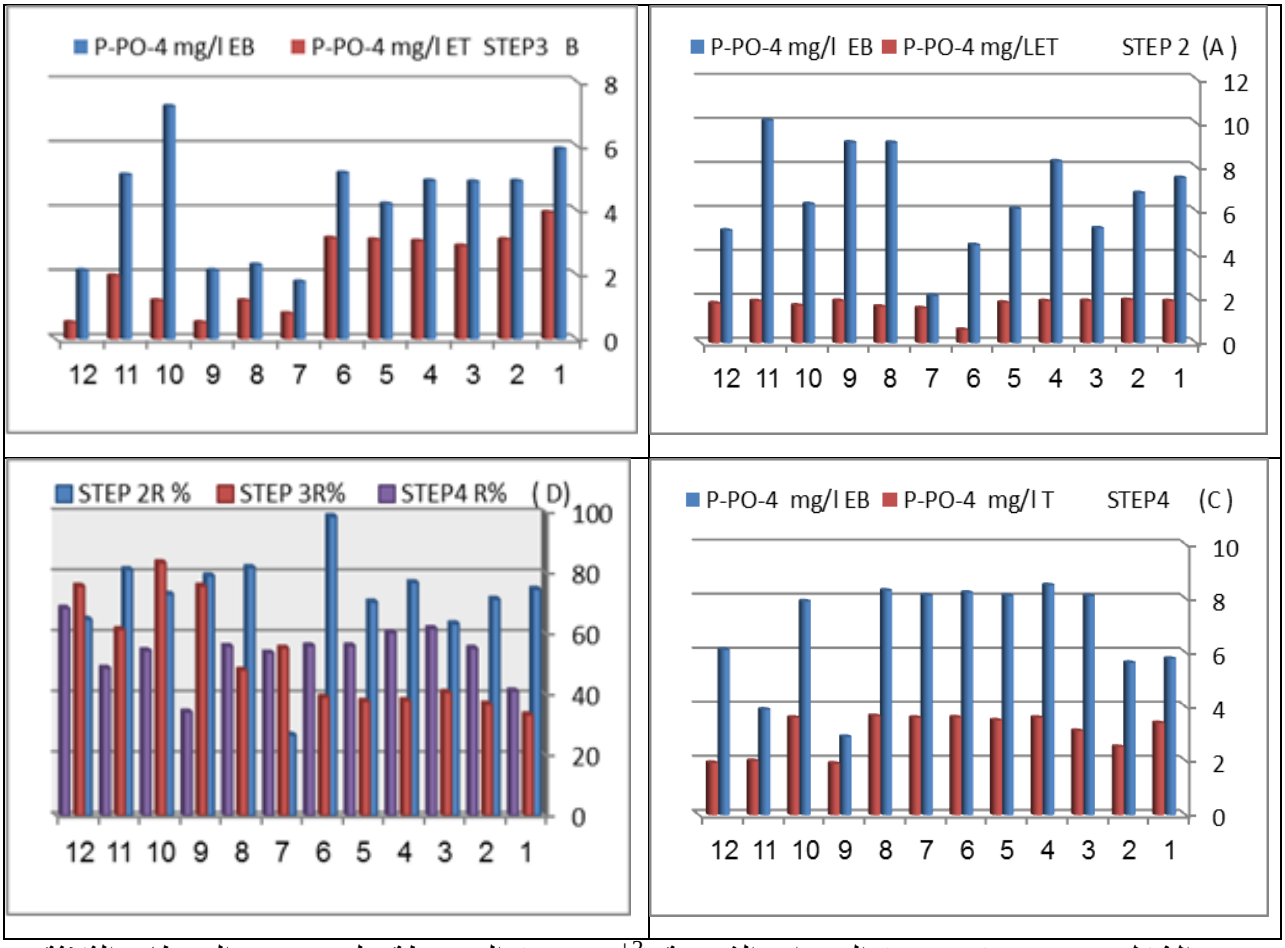
(D) المردود الشهري للآزوت الكلي المتوسط على مستوى المحطات الثلاثة

II -13-2- الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$)

من خلال الشكل (4-13): نلاحظ أن قيم الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$) في المياه غير المعالجة في المحطة (4) تتغير بين أعلى قيمة في شهر جوان (8.22 مغ/ل) وأدنى قيمة (3.9 مغ/ل) سجلت في شهر نوفمبر، أما بالنسبة للمحطة (2) سجلت أعلي قيمة في شهر نوفمبر (10.11 مغ/ل) وأدنى قيمة (2.14 مغ/ل) سجلت في شهر جويلية، أما بالنسبة للمحطة (3) أعلى قيمة سجلت في شهر أكتوبر (7.23 مغ/ل) وأدنى قيمة (1.78 مغ/ل) سجلت في في شهر جويلية، ووجود الأرثوفوسفات يهذه النسب راجع إلى تحلل المواد العضوية النباتية والحيوانية حيث يتحول الفوسفات العضوي إلى فوسفات معدني.

أما القيم المتوسطة الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$) للمياه المعالجة في المحطة (4) تتغير بين أعلى قيمة في شهر اوت (3.66 مغ/ل) وأدنى قيمة (1.93 مغ/ل) سجلت في شهر ديسمبر، أما بالنسبة المحطة (2) سجلت أعلي قيمة لشهر سبتمبر (5.91 مغ/ل) وأدنى قيمة(0.6 مغ/ل) سجلت في لشهر جوان، أما بالنسبة للمحطة (3) أعلى قيمة سجلت في شهر جانفي (3.94مغ/ل) وأدنى قيمة سجلت في شهر سبتمبر (0.52 مغ/ل). ويرجع هذا النقص لاستغلاله من طرف الطحالب وترسبه في اسفل الأحواض.

ومن خلال المردود الشهري لقيم الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$) الشكل (4-13) نلاحظ أن أفضل كفاءة لإزالة الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$) سجلت في المحطة (3) بمردود 71.84 %، وأدنى كفاءة سجلت في المحطة (3) بمردود 52.11 %، اما المحطة (4) كانت نسبة الازالة بمردود 54.94 % .



الشكل (4-13): (A.B.C) التغيرات الشهرية ($P\text{-}PO_4^{+3}$) المتوسطة علي مستوي المحطات الثلاثة

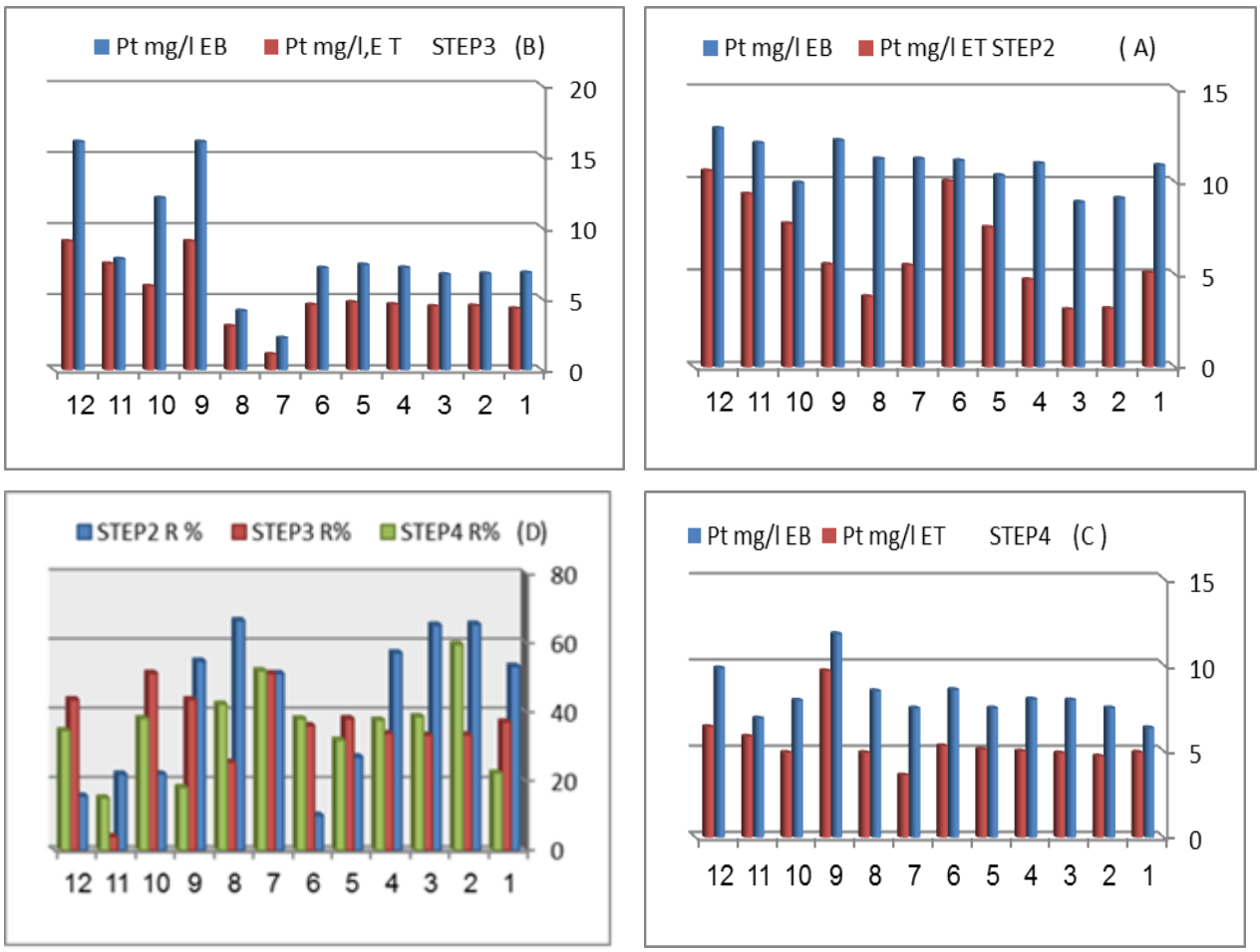
(D) المردود الشهري ($P\text{-}PO_4^{+3}$) المتوسطة علي مستوي المحطات الثلاثة

وعند مقارنة قيم الأرثوفوسفات ($P\text{-}PO_4^{+3}$) بالقيم المسموح بها حسب (ONA) والمحددة بـ (10-20 مغ/ل) ومنه نجد ان جميع نتائج المحطات ضمن المعايير المسموح للطرح في البيئة.

II - 2-14- الفوسفات الكلي (Pt)

من خلال الشكل (4-14) نلاحظ أن قيم الفوسفات الكلي (Pt) في الماء الخام كانت تتراوح بين (6.34-9.81 ملغ/ل) في المحطة (4)، أما بالنسبة للمحطة (2) كانت تتراوح بين (8.91-12.9ملغ/ل)، في حين كانت القيم في المحطة (3) تتراوح بين (2.25 -16.05 ملغ/ل)، ويرجع وجود الفوسفات الكلي في مياه الصرف إلى المواد العضوية النباتية والحيوانية حيث يدخل في تركيبة الغشاء البلازمي و (ADN) و(ARN) والمنظفات الكيميائية.

أما بعد عملية المعالجة نلاحظ أن قيم (Pt) تتغير بين (3.6-6.41 ملغ/ل) في المحطة (4)، أما في المحطة (2) كانت تتراوح بين (3.1-10.6 ملغ/ل)، وفي المحطة (3) كانت تتراوح بين (1.1-9.05 مغ/ل)، ويرجع هذا النقص لاستغلاله من طرف الطحالب وترسبه مع الكالسيوم في اسفل الاحواض .



الشكل (4-14): (A.B.C) التغيرات الشهرية الفوسفات (PT) المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة (D) المردود الشهري للفوسفات (PT) المتوسطة علي مستوى المحطات الثلاثة

يبين الشكل (4-14) المردود الشهري لإزالة الفوسفات الكلي خلال فترة الدراسة للمحطات الثلاثة.

ويختلف مردود إزاله الفوسفات الكلي من شهر الي أخر ومن محطة الي اخري. أفضل كفاءة لإزالة الفوسفات الكلي سجلت في المحطة (2) بمردود 42.51 %، وأدني كفاءة سجلت في المحطة (4) بمردود 35.73 %، أما المحطة (3) كانت نسبة الازالة بمردود 35.93 % .

وهذه القيم مسموح بها ضمن المقاييس الوطنية حسب الجريدة الرسمية الجزائرية (2006) لطرح مخلفات مياه الصرف علي البيئة (اقل من 10 مغ/ل)، وتعتبر مرتفعة بمقراتها مع معاير الدولية (OMS، 1989) محددة (2 مغ/ل).

III- مقارنة بين أداء وكفاءة المعالجة في المحطات المدروسة

يعبر المردود عن النسبة المئوية لمدى فعالية ونجاعة المعالجة ، ومن خلال الجدول (4-2) الذي يوضح مردود المعالجة بالنسبة للمعايير الفيزيوكميائية (..NT ،NH_4 NO_2، MES، DBO_5، DCO ، هذه المعايير هي الأكثر دلالة على التلوث) نجد أن المحطة (2) تقوم بمعالجة جيدة وفعالة خاصة في التقليل من الملوثات العضوية وبعض الملوثات المعدنية وهي اكثر كفاءة ونجاعة من المحطة (3) و(4) ويرجع الاختلاف في إزالة الملوثات في المحطات الي عدة اسباب وهي:

- مدة بقاء الماء في الاحواض
- كمية ونوعية مياه الصرف الخام
- العوامل التقنية (مشاكل الصيانة، والكهرباء)
- المحطة (3) المخبر لا يعمل (لا يوجد مخبري) مع قلة الكواشف في المحطة (2) و(3)

الجدول (4-2): المتوسط الشهري للمردود عوامل التلوث في كل محطة

مقياس التلوث	المحطة 2	المحطة 3	المحطة 4
DBO_5	% 93.25	%90.72	%91.75
MES	%94.40	%85.39	%76.24
DCO	%88.72	%80.10	%82.28
NH4	63.97	47.37	59.10
NO3	%50.94	%55.15	%47.35
NT	%76.46	%47.4	%42.54
PO4	%71.84	%52.11	%54.94
PT	%42.31	%35.93	%35.73

من خلال النتائج المتحصل عليها في المحطات الثلاثة نجد أن قيم كل من (MES, DCO, DBO) وهي معايير اساسية للتحديد مدى تلوث المياه) كانت مطابقة للمقاييس الوطنية والدولية المسموح بها لطرح المياه في الاوساط الطبيعية

الجدول (4-3): مقارنة النتائج المتحصل عليها مع معايير المسموح بها في المحطات لطرح المياه في الوسط.

مقياس التلوث	**المحطة 2**		**المحطة 3**		**المحطة 4**	
	النتائج المتحصل عليها	**معيار المحطة ONA**	**النتائج المتحصل عليها**	**معيار المحطة ONA**	**النتائج المتحصل عليها**	**معيار المحطة ONA**
DBO_5 مغ/ل	31.5-40.5	40	28.6-36.6	40	38.3-40	40
MES مغ/ل	15-28.36	40	25-31.93	40	29.9-39.5	40
DCO مغ/ل	98.3-121.3	125	62.1-106	120	98-125	120

الخاتمة

الخاتمة

معالجة مياه الصرف الصحي هي وسيلة لجعل المياه المعالجة أقل تلوثا والاستفادة منها أو رميها في الطبيعة دون تسببها بالتلوث للمحيط. إن الغرض الرئيسي لعملية المعالجة هو توفير مياه نوعية ذات خصائص كيمائية وفيزيائية وبيكترولوجية لا تشكل خطورة على الصحة العامة والبيئة، كما يمكن استغلالها في الاحتياجات الصناعية والمنزلية والزراعية.

منطقة وادي سوف والتي تقع في الجنوب الشرقي الجزائري عانت ولمدة طويلة من ظاهرة طبيعية تسمى ظاهرة صعود المياه الجوفية وذلك بسبب استعمال الطبقة المائية السطحية كمصرف طبيعي للمياه القذرة طبعا في غياب نظام طرف صحي. هذه الطبقة أيضا أظهرت مؤشرات تلوث عالية، الأمر الذي شكل ولايزال خطرا حقيقيا على البيئة والصحة العامة.

بعد عدة دراسات مستفيضة من طرف السلطات المحلية، تم اعتماد العديد من الحلول لعل أهمها يتمثل في إنجاز نظام طرف صحي مزودا بأربع محطات للتصفية، هذه الأخيرة دخلت أولاها حيز الخدمة ابتداء من سنة 2009.

يهدف هذا العمل الى دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الخام والمعالجة لثلاث محطات مختارة، كما يهدف أيضا إلى تقييم كفاءة وفعالية هذه المحطات، أيضا مقارنة نوعية المياه الناتجة عن هذه المحطات بالمعايير الوطنية والدولية لصرف هذه المياه في المحيط او استعمالها لغرض الري.

للوصول إلى الهدف المنشود تم استغلال نتائج التحاليل المخبرية الدورية التي أجريت في الديوان الوطني للتطهير والمتعلقة من بالمحطات رقم 2، 3 و4 وذلك للفترة الممتدة من شهر جانفي2017 إلى شهر ديسمبر2017.

تم اختيار جملة من المعايير الفيزيائية والكيميائية والتي تشمل كل من

$$(MES, DBO_5, DCO, pH, NT, TC^0, NH_4, NO_3, PT, PO4, O_2,)$$

النتائج المتحصل عليها تبين أن المحطات الثلاث المدروسة تستعمل تقنية التصفية بالبحيرات المهواة، وهذا نظرا لملائمتها للظروف السائدة في المنطقة خاصة المناخية منها. أيضا تبين النتائج الدور الفعال لهذه المحطات في معالجة مياه الصرف وإزالة الملوثات أو التخفيف منها، حيث وجدنا انخفاضا كبيرا في كل المقاييس السابقة مع ملاحظة أن هذا الانخفاض يختلف من محطة إلى أخرى.

وهذا يدل على أن كفاءة ونجاعة التخلص من الملوثات يرجع إلى عدة عوامل متعلقة بنوعية وكمية المياه الخام من جهة، وعوامل تقنية من جهة أخرى، حيث كانت المحطة رقم 2 أكثر كفاءة من المحطة رقم 3 و4.

من خلال مقارنة النتائج المتحصل عليها مع المقاييس الوطنية والعالمية المعمول بها في طرح مياه الصرف في البيئة، نجد أن معظم المعايير المدروسة في المحطات الثلاثة لا تشكل خطرا على المصب النهائي (شط حلوفه). من ناحية أخرى، مطابقة نتائج التحاليل الفيزيوكميائية للمياه المعالجة للمحطات الثلاث مع المقاييس الوطنية والدولية المسموح بها في الري، نجد أن أغلب هذه النتائج مرتفعة نوعا ما خاصة في المحطة الثالثة.

من الجدير بالذكر أن التراكيز العالية لبعض العناصر المدروسة، يمكن أن تعدل وتصبح في المجالات المسموحة عند اختلاط مياه الصرف المعالجة للمحطات في القناة الرئيسية للصرف، ومع ذلك توصي الدراسة بالتشديد على وجوب احترام المعايير الوطنية والدولية لصرف المياه. كما توصي الدراسة ايضا في الاسراع في ايجاد استراتيجية لاستغلال هذه المياه في السقي خاصة ان مناطق عديدة من وادي سوف تعاني من ندرة حقيقية في الموارد المائية وذلك بسبب النمو المتزايد للقطاع الزراعي.

أيضا توصي الدراسة بمايلي:

- القضاء على الحيوانات المائية (الزغلال) والطحالب، لأنها قد تتكاثر على حساب المحاصيل ، وهذه موجودة في الحوض الأخير بكثرة وتتدفق مع الماء المعالج.

- اختيار المحاصيل المناسبة التي تتماشى والمعايير المحققة.

- اختيار طريقة السقي المناسبة (السقي بالتقطير).

- اتخاذ العمال كل سبل الوقاية الخاصة لتجنب عدم إتصالهم بهذه المياه لأنها تحتوي على أنواع من البكتيريا.

- استعمال نواتج المعالجة في تخصيب التربة.

قائمة المراجع باللغة العربية

التركماني عبد الرزاق، (2001). محطة المعالجة بالنباتات: دليل تخطيط وتصميم وتنفيذ المعالجة بالنباتات. شبكة خبراء المياه السوريين، سوريا. 80ص.

الحايك نصر، (2017). مدخل إلى كيمياء المياه. منشورات المعهد العالي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا، الجمهورية العربية السورية. 582 ص.

الدريدي محمد الطاهر، التيجاني اسماعيل الجزولي، (2000). الفضلات السائلة. دار جامعة السودان للطباعة، الخرطوم، السودان.277 ص.

أصفري أحمد فيصل، (2004). إرشادات في تصميم وتشغيل وصيانة محطات معالجة المياه العادمة. المركز الاقليمي لأنشطة صحة البيئة، عمان، الاردن. 121 ص.

السعدي حسين، (2017). علم البيئة. دار اليازوري العلمية، عمان، الأردن. 359 ص.

السعدي حسين، (2005). البيئة المائية. دار اليازوري العلمية، عمان، الأردن. 302 ص.

السيد أحمد الخطيب، (2004). تلوث التربة. المكتبة المصرية، الإسكندرية، مصر. 135ص.

الشحات حسن عبد اللطيف، (2011). الملوثات الكيميائية وآثارها على الصحة والبيئة. دار النشر للجامعات، القاهرة، مصر. 272 ص.

العابد، (2015). معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية. مذكرة دكتوراه، جامعة قاصدي مرباح- ورقلة. 156 ص.

العدوي محمد الصادق، (2008). هندسة حماية البيئة وإدارة المخلفات. دار الفكر العربي، القاهرة، مصر. 496 ص.

آغا محمد، (1988). الهندسة البيئية. منشورات جامعة حلب، سوريا.

بن سلطان حنان، (2007). دراسة مخطط شغل الاراضي رقم (7). مكتب الدراسات والإنجازات والتعمير، بسكرة، الجزائر. 51ص.

جورجي نسيم، (2007). تحليل وتقويم جودة المياه. دار المعارف ،الاسكندرية، مصر.

حليس يوسف، (2007). الموسوعة النباتية لمنطقة سوف. مطبعة الوليد، الواد. الجزائر.

خزاني بشير، (2007). البيئة والتهيئة في واد سوف: استغلال الوارد المائية والتنمية المستدامة. مذكرة ماجستير. المركز الجامعي العربي بن مهيدي-أم البواقي. 140ص.

سحر أمين كاتوت، (2008).علم المياه. دار دجلة للنشر، بغداد، العراق. 252 ص.

شحاته حسن أحمد، محمد حسان عوض، (2005). مقدمة في علم البيئة. جامعة الازهر، مصر. 164 ص.

صديق حسان، نائل يسري، (2010). كيمياء البيئة. منشورات جامعة حلب، سوريا. 325 ص.

صندالي مريم، (2017). تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات: مقارنة بين محطتي أنقوسة وتماسين. مذكرة ماجيستير، جامعة قاصدي مرباح- ورقلة.75 ص.

عابد عبد القادر، غازي السفاريني، (2008). اساسيات علم البيئة. دار وائل، عمان، الاردن. 328 ص.

عمر محمد إسماعيل، (2004). معالجة المياه. دار الكتب العلمية، القاهرة، مصر. 202 ص.

غرائبية سامح، (2002). المدخل الى العلوم البيئية. دار الشروق للنشر، 443 ص.

غمام أعماره الجيلاني، (2016). دراسة تأثير الأسمدة العضوية المختلفة في مستوى النيتروجين لنمو وإنتاجية البطاطا صنف سبوتنا. مذكرة دكتوراه، جامعة قسنطينة. 209ص.

محمد صابر، (2000). الانسان وتلوث البيئة. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم، المملكة العربية السعودية. 71 ص.

منظمة التغذية والزراعة للأمم المتحدة، (2000). دليل استعمال المياه العادمة المعالجة في الري، المكتب الإقليمي للشرق الاوسط، القاهرة، مصر. 65 ص.

نسيم يازجي، (1993). البيئة وحمايتها، دار علاء الدين للنشر، دمشق، سوريا ص 172.

قائمة المراجع باللغة الأجنبية

A.N.A.T. (2003).Etude prospective de développement et d'aménagement de la Wilaya d'El Oued. Rapport, Agence National d'Aménagement du Territoire, (ANAT). Alger, Algerie.100p .

Attab, S. (2011). Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées de la station d'épuration Haoud Berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local. Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 152P.

Baument, S. (2005). Réutilisation des eaux usées épurées. Edition Eyrolles, Parise, France. 277p .

Degrement, R. (1989). Memento technique de l'eau usée. Lavoisier, Paris, France ,360p .

Environment, Delhi, India, 120p. Mining

E.P.A. (2001). Parametres of water quality. Rapport, Environmental Protection Agency, (EPA). 133p.

Frank, R. (2002). Analyse des eaux Aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén , Bordeaux, pp165-239.

Khezzani, B., Bouchemal, S. (2017). Demographic and spatio-temporal distribution of cutaneous leishmaniasis in the souf oasis(Estern South of Algeria): Results of 13 years. Acta Tropica, Vol.166(2017); 74-80.

Khezzani, B., Bouchmal, S. (2016). A Study of Epidemic of Typhoid Fever in Souf Oasis. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, Vol. 7(3);1299-1307.

Kori, R. (1996). Guide manuel water and waste water. Cambridge University, New York, USA,189p.

Lounnas, A. (2009). Amelioration des procedes de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. Mémoire de Magister, Universite 20 Aout 1955 Skikda, 120p.

Mackenzie, L. (2010).Water and waste water engineering. The McGraw-Hill, New York, USA, 1301p .

Marquita, K. (2010).Understanding environmental pollution. Cambridge University, New York, USA, 603p.

Metcalf and Eddy, Inc, Wastewater engineering: treatment and reuse. 4th Ed. New York, McGraw Hill, 2002.P 1350.

Michael, R. (2011), Introduction to waste water treatment. Prentice-Hall, New York, USA, 180p.

Mohamed Ben Ali, R. (2015), Evaluation de la pollution des eaux usees de la zone industrielle de Skikda. Memiore de Magister, Universite Constontine1, 145p.

Natraj, N. (2001), Water and waste water analysis. Centre of

OMS, (1989), L utilisation des eaux usees en agriculture et aquiculture: recommendation a visees sanitaires. Rapport, Organisation Mondial de la santé, (OMS). Genève, 81p.

Pepper, R. (2006), Environmental and pollution. Elsevier, New York, USA, 553p.

Rejesk, F. (2002), Analyse des eaux: aspect réglementaire et technique

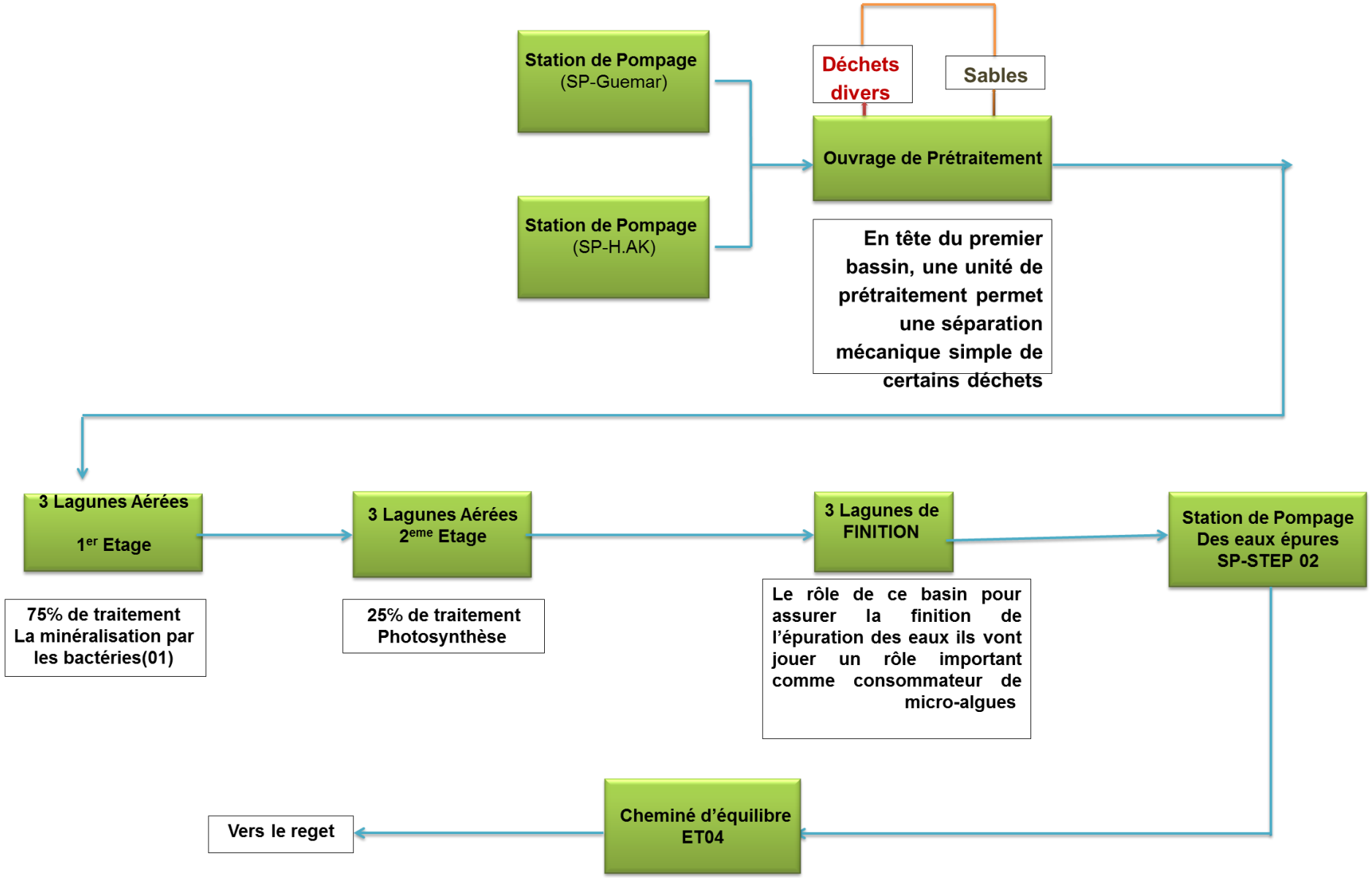
Rodier, J. (2009), Analyse de l'eau. Dunod, Paris, France, 1579p.

Ross, E. (2004), Environmental pollution control microbiologie. Libery of congress, New York, USA, 453p.

Zerdi, S. (2017), Identification des plantes épuratrices locales et leur utilisation dans l'épuration des eaux usées de la région d'El Oued . Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 166p .

Zobeidi, A. (2017), Epuration des eaux usées urbaines par lagunage aéré en zone aride: cas de la région d'El Oued. Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 202p.

المُلحق


Station de Pompage
(SP-Guemar)
Station de Pompage
(SP-H.AK)
Déchets divers
Sables
Ouvrage de Prétraitement
En tête du premier bassin, une unité de prétraitement permet une séparation mécanique simple de certains déchets
3 Lagunes Aérées
1er Etage
75% de traitement
La minéralisation par les bactéries(01)
3 Lagunes Aérées
2eme Etage
25% de traitement
Photosynthèse
3 Lagunes de FINITION
Le rôle de ce basin pour assurer la finition de l'épuration des eaux ils vont jouer un rôle important comme consommateur de micro-algues
Station de Pompage
Des eaux épures
SP-STEP 02
Cheminé d'équilibre
ET04
Vers le reget

Quatre (4) Stations d'épuration de type lagunage aéré:

- **STEP 1 à Kouinine :**
  - 188 354 EH (2015) ; 246 300 EH (2030),
  - 04 communes (El Oued, Kouinine, Robbah et Bayadha)
- **STEP 2 à Hassani Abdelkrim** :
  - 61 055 EH (2015) ; 79 620 EH (2030)
  - 04 communes (Hassani Abdelkrim, Guemmar,Taghzoult et Debila)
- **STEP 3 à Sidi Aoun** :
  - 56 452 EH (2015) ; 72 286 EH (2030)
  - 03 communes (Sidi Aoun, Hassi Khalifa et Magrane)
- **STEP 4 à Réguiba :** 01 commune (Reguiba)
  - 22 648 EH (2015) ; 28 451 EH (2030)

Centres	Réseaux de collecte (km)	Conduites refoulement (km)	Forages	Stations de pompage	Stations d'épuration
Robbah Bayadha El Oued Kouinine	215	95	51	17	STEP 1
Guemmar Taghzout Hassani Abdelkrim, Debila.	189	23	-	16	STEP 2
Hassi Khalifa Sidi Aoun Magrane	143	17	-	12	STEP 3
Reguiba	53	15	-	06	STEP 4
Totaux	600	150	51	51	04

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

— — — — — — — —

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO_5 : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

Normes de qualité physico-chimique d'eau usée pour l'irrigation (FAO 2003).

Problèmes Potentiels en Irrigation	Unités	Degré de restriction à l'usage		
		Aucun	Léger à modéré	Sévère
Salinité				
EC_w[1]	dS/m	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
ou				
TDS	mg/l	< 450	450 – 2000	> 2000
Infiltration				
SAR[2] =0 - 3 et EC_w =	dS/m	> 0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
=3 – 6 =		> 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
=6 – 12 =		> 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
=12 – 20 =		> 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
=20 – 40 =		> 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Toxicité Spécifique des ions				
Sodium (Na)				
Irrigation de surface	SAR	< 3	3 – 9	> 9
Irrigation par aspersion	méq/l	< 3	> 3	
Chlorure(Cl)				
Irrigation de surface	méq/l	< 4	4 – 10	> 10
Irrigation par aspersion	méq/l	< 3	> 3	
Bore (B)	mg/l	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
effets divers				
Azote (NO_3-N)[3]	mg/l	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonate (HCO_3)	méq/l	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
pH	Gamme normale 6.5 - 8.4			

1 ECw signifie la conductivité électrique en deciSiemens par mètre à 25°C.
2 SAR signifie le taux d'adsorption de sodium (sodium adsorption ratio).
3 NO_3 -N signifie l'azote sous forme de nitrate rapporté en terme d'azote élémentaire. NH_4-N et N-organique devraient être également examinés dans les eaux usées.

Valeurs recommandées en éléments traces dans les eaux usées épurées destinées à l'irrigation (FAO 2003).

Constituent	Utilisation à long terme[b] (mg/l)	Court terme[c] (mg/l)
Aluminium	5.0	20.0
Arsenic	0.10	2.0
Béryllium	0.10	0.5
Bore	0.75	2.0
Cadmium	0.01	0.05
Chrome	0.1	1.0
Cobalt	0.05	5.0
Cuivre	0.2	5.0
Fluor	1.0	15.0
Fer	5.0	20.0
Plomb	5.0	10.0
Lithium	2.5	2.5
Manganèse	0.2	10.0
Molybdène	0.01	0.05
Nickel	0.2	2.0
Sélénium	0.02	0.02
Vanadium	0.1	1.0
Zinc	2.0	10.0

Normes de rejet d'une station d'épuration : concentrations maximales autorisées e: azote et phosphore (OMS, 1989).

	Paramètre	Charge brute de pollution organique reçue en kg par jour	Concentration maximale autorisée
Zone sensible à l'azote	NGL*	600 à 6000	15 mg/l
		> 6000	10 mg/l
Zone sensible au phosphore	PT	600 à 6000	2 mg/l
		> 6000	1 mg/l

* Ces exigences se réfèrent à une température de l'eau du réacteur biologique aérobie de la station d'épuration d'au moins 12° C. Cette condition de température peut être remplacée par la fixation de périodes d'exigibilité déterminées en fonction des conditions climatiques régionales.

Normes de rejet d'une station d'épuration : concentrations maximales autorisées en DBO_5, DCO et MES (OMS, 1989).

Paramètre	Concentration maximale autorisée
$DB0_5$	25 mg/l
DC0	125 mg/l
MES	35 mg/l*

* Pour les rejets dans le milieu naturel de bassins de lagunage, cette valeur est fixée à 150 mg/l

2 – المعايير الفيزيائية والكيميائية

المعايير		الوحدة	التركيز الأقصى المقبول
فيزيائية	pH	–	6.5 ≤ pH ≤ 8.5
	المواد المترسبة	مغ / ل	30
	CE	دسم سيمنس / م	3
	تسرب SAR = 0 – 3 CE	دسم سيمنس / م	0.2
	3 – 6		0.3
	6 – 12		0.5
	12 – 20		1.3
	20 – 40		3
كيميائية	DBO5	مغ / ل	30
	DCO	مغ / ل	90
	كلوريت (CI)	مل مكافىء / ل	10
	أزوت (NO3 - N)	مغ / ل	30
	بيكاربونات (HCO3)	مل مكافىء / ل	8.5
مواد سامة (*)	الألمنيوم	مغ / ل	20.0
	الأرسونيك	مغ / ل	2.0
	البريليوم	مغ / ل	0.5
	البور	مغ / ل	2.0
	الكادميوم	مغ / ل	0.05
	الكروم	مغ / ل	1.0
	الكوبالت	مغ / ل	5.0
	النحاس	مغ / ل	5.0
	السيانور	مغ / ل	0.5
	الفليور	مغ / ل	15.0
	الحديد	مغ / ل	20.0
	الفينول	مغ / ل	0.002
	الرصاص	مغ / ل	10.0
	الليتيوم	مغ / ل	2.5
	المنغنيز	مغ / ل	10.0
	الزئبق	مغ / ل	0.01
	الموليبدان	مغ / ل	0.05
	النيكل	مغ / ل	2.0
	السلينيوم	مغ / ل	0.02
	الفناديوم	مغ / ل	1.0
	الزنك	مغ / ل	10.0

(*) : لنوعية التربة ذات التركيبة الناعمة، المحايدة أو القاعدية.

الملحق

خصائص المياه القذرة المصفاة المستعملة لأغراض السقي

1 – المعايير الميكروبيولوجية

مجموعات المزروعات	المعايير الميكروبيولوجية	
	كولونيات (100 ملل/CFU) (المعدل الهندسي)	سلكيات معوية (بيض / ل) (المعدل الجبري)
سقي غير حصري. المنتوجات التي يمكن استهلاكها نيئة.	< 100	لا شيء
الخضر التي لا يمكن استهلاكها إلا مطهية. الخضر الموجهة للتصدير أو التحويل غير الغذائي.	< 250	< 0,1
الأشجار المثمرة(1) مزروعات وشجيرات عشبية(2) مزروعات حبوبية مزروعات صناعية(3) أشجار غابية نباتات زهرية ونباتات التزيين(4)	الحد الموصى به < 1000	< 1
مزروعات المجموعة السابقة (100 ملل/CFU) باستعمال السقي المحلي(5) (6)	لا يوجد أي مقياس موصى به	لا يوجد أي مقياس موصى به

(1) ينبغي التوقف عن السقي أسبوعين قبل الجني، لا ينبغي جمع الفواكه الواقعة على الأرض، يجب اجتناب السقي بالرش.

(2) يمنع الرعي المباشر، يوصى بالتوقف عن السقي على الأقل أسبوع قبل القطع.

(3) يمكن اعتماد معايير أكثر سهولة بالنسبة للمزروعات الصناعية والأشجار الغابية.

(4) تعليمة أكثر صرامة (200 > كولونيات لكل 100 ملل) يتم تعديلها لسقي الحدائق والمساحات الخضراء التي يكون للعامة اتصال مباشر معها كحدائق الفنادق.

(5) تتطلب تقنية سقي تحد من تبلل الفواكه والخضر.

(6) يشترط أن يتحكم عمال الزراعة المجاورون في تسيير السقي المحلي ويحترمون قواعد النظافة المطلوبة أيا كان السكان المجاورون.

جدول يبين دليل تقييم مياه الري(FAO 1985) المكتب الاقليمي FAO بمصر(القاهرة 2000)

مشكلة الري المحتملة	الوحدة	درجة تقييد الاستعمال		
		لاتوجد قيود	قيود خفيفة الى متوسطة	قيود شديدة
الملوحة				
الناقلية الكهربائية CE	ds / m	0.7 >	0.7 - 3.0	3.0 <
أو TDS	mg / l	450 >	450 - 2000	2000 <
نافذية التربة (التسرب)				
الناقلية الكهربائية CE ومعدل ادمصاص الصوديوم SAR				
0 - 3	ds / m	0.2 >	0.2 - 0.7	0.7 <
3 - 6		0.3 >	0.3 - 1.2	1.2 <
6 - 12		0.5 >	0.5 - 1.9	1.9 <
12 - 20		1.3 >	1.3 - 2.9	2.9 <
20 - 40		2.9 >	2.9 - 5.0	5.0 <
التسمم بالأيونات				
الصوديوم(Na^+)				
الري السطحي		3 >	3 - 9	9 <
الري بالرش		3 >	3 <	
الكلوريد(CL^-)				
الري السطحي	meq/l	4 >	4 - 10	10 <
الري بالرش	m^3/l	3 >	3	
البورون (B)	meq/l	0.7 >	0.7 - 3.0	3.0 <

تأثيرات متنوعة				
النترات(NO_3- N)	mg/l	5 >	5 - 30	30 <
البيكربونات (HCO_3)	meq/I	1.5 >	1.5 - 8.5	8.5 <
PH	تتراوح النسبة المعتادة بين 6.5 - 8.5			

الملخص

يهدف هذا العمل إلى معرفة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الخام والمعالجة لثلاث محطات تصفية تقع في منطقة وادي سوف، بولاية الوادي، حيث تم الإعتماد على التحاليل المخبرية الدورية التي يقوم بها الديوان الوطني لتطهير خلال سنة 2017.

يستند مبدأ العمل لهذه المحطات الثلاث على المعالجة بطريقة البحيرات الهوائية. أظهرت النتائج أن المحطات قامت بعمل جيد وفعال خاصة في التخلص من الملوثات (MES، DBO5، DCO). تختلف الكفاءة بين هذه المحطات الثلاث، وهذا راجع إلى اختلاف نوعية وكمية الماء والعوامل التقنية، أيضا بمقارنة النتائج نجد أن المحطة الثانية (02) تعطي مردودا جيدا مقارنة بالمحطات الأخرى.

حسب النتائج الفيزيوكميائية المتحصل عليها، فإن خصائص الماء المعالج الصادرة عن المحطات المدروسة يعتبر مقبولا بالنسبة للمعايير الوطنية والدولية لطرح المياه المعالجة في البيئة، في حين أن خصائص هذه المياه كانت مخالفة نوعا ما للمعايير الدولية والوطنية للسقي.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف - التلوث –معالجة المياه – محطة تصفية – التحاليل الفيزيوكميائية.

Abstract

The objective of this work is to know some of the physiochemical properties of the raw and treated wastewater of three filter stations located in the Souf area, in the El-Oued province, where it was based on periodic laboratory analyzes carried out by the National sanitation office during the year 2017.

The working principle of these three stations is based on the treatment with method of aerated lagoons. The obtained results showed that the stations performed a good and effective work, especially in the disposal of contaminants (MES, DBO5, DCO). The efficiency is different between these stations, and this is a result of different quality and quantity of water and technical factors. Also, comparing the results, we find that the second station (02) gives a good return compared to other stations.

According to the obtained physiochemical results, the treated water characteristics of the stations studied are acceptable for national and international standards for the disposal of treated wastewater in the environment, while the characteristics of these water were in some way contrary to international and national standards for use in irrigation.

Keywords: wastewater - pollution - water treatment - STEP - physico-chemical analysis.