وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
University of Kusdi Merbah Ouargla
كلية الرياضيات وعلوم المادة
Faculty of Mathematics and Sciences of matter

قسم الكيمياء

Department of chemistry

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

في الكيمياء

التخصص: كيمياء تحليلية

من إعداد الطالبة: بن نونة صبرين - شارف شهيناز

بعنوان:

تقييم كفاءة جودة محطة تقرت في معالجة مياه الصرف الصحي بالحمأة النشطة لمدة أربع سنوات سابقة من 2018 إلى 2021

نوقشت يوم : 2022/05/24

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

بلفار محمد الأخضر	أستاذ محاضر-(أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	**رئيسا**
نجيمي محمد السعيد	أستاذ محاضر-(أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	**مناقشا**
زروقي حياة	أستاذة محاضرة-(أ)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	**مؤطرا**
العابد ابراهيم	أستاذ التعليم العالي-(أ)	المدرسة العليا للأساتذة بورقلة	**مساعدا**

الموسم الجامعي : 2022/2021م

إهداء

أحمد الله عز وجل و أشكره على منه و عونه لإتمام المذكرة ،
طالما كان حلما ليصبح حقيقة بين مسارات الحياة ،
أرفع قبعتي لوالدي "أمي" و" أبي" اللذان خصهما الله عز وجل بالطاعة وميزهما برقي المنزلة و جعل بين أيدهما مفاتيح الجنة
"أهدي ثمرة جهدي"

إلى الملكة التي أنارت دربي بتعبها ، بسهرها ، و دعمها لي ، إلى التي لا يعوضها أحد ، إلى التي فتحت خطايا بصيرتي ، أنت الجنة بالنسبة لي ماذا اهديكي لكي اعبر عن قيمتك فأنت مصدر الدفء و الحنان و نور حياتي" حبيبتي أمي" حفظها الله

إلى الذي يتميز بوسع القلب ، إلى الذي شاب في تربيتي و كان خير السند في هذه الحياة ، إلى الذي مهد طريق العبور و زرع البسمة ، إلى صاحب السير العطر "أبي الغالي " حفظه الله

إلى وحيدتي و صغيرتي المدللة ، إلى صاحبة القلب الطاهر و النفس البريئة ، إلى ريحانة قلبي ، إلى من كانت ترسم البسمة بين مطبات الحياة ، أختي حبيبتي نور دربي " أماني "

إلى خالتاي اللواتي ترعرعت معهم و كبرت بين أعينهم "صليحة " و "جمعة " ، إلى خالتي و زوجها و أولادها ، إلى أخوالي و زوجاتهم و أولادهم كل باسمه ، الذين هم روح العائلة ،

إلى أعمامي و زوجاتهم و أولادهم ، إلى عماتي و أولادهم كل باسمه ،الذين هم زهور العائلة ،

إلى اللذان يحملان في عيونهم ذكريات طفولتي إخوتي في التربية "بحرية "و "معتز " و "مروة "

إلى الذين عشقتهم الروح أحبهم القلب ، إلى التي تعني كل شيء عائلتي "الأجداد و الأحفاد"

إلى من علمني حرف في هذه الدنيا الفانية
إلى معلمتي التي خطت يدي عندها أول حرف "عائشة " و إلى الأستاذة "زروقي حياة " التي أنارت لي الطريق خلال المشوار الجامعي ، إلى عزيزتي القلب " فطوم " و "أحلام " اللواتي تقاسمت معهم أجمل اللحظات في سير الدروب
إلى التي اجتازت معي عناء طريق للإجتياز المذكرة "صبرين"
إلى كل من ضاقت السطور ذكرهم فوسعهم قلبي " أحبابي " "أصدقائي " "زملائي " "أقاربي "

إلى كل من دعمني و لو بكلمة أو دعاء و شجعني في حياتي و أعطاني دفعة نحو الأمام لإكمال المشوار الدراسي لنيل شهادة الماستر
إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع .

شهيناز

إهداء

الى من وضع المولى-سبحانه وتعالى-الجنة تحت اقدامها ووقرها في كتابه العزيز.. إلى من أفضلها على نفسي.. إلى التي لم تدخر جهدا في سبيل إسعادي على الدوام.. إلى التي أدت دور الام ثم إلتحقت بدور الأب

أمي الحبيبة جميلة

الي خالد الذكر، وكان خير مثال لرب الاسرة، و الذي لم يتهاون يوم في توفير سبيل الخير والسعادة لي، فلقد كان له الفضل الأول في بلوغي التعليم العالي و الذي وافته المنية قبل ثلاثة سنوات ونصف

ابي الغالي رحمه الله

الى اخواتي الغوالي الذين يقاسمونني حي الوالدين: عبد المؤمن، عبد الحميد، سهام، سجود، اميرة وجدان

زوجة أخي دلال

الى كل افراد العائلتين الكريمين بن نونة وبن حمزة

كما لا انسى رفيق دربي زوجي المستقبلي الذي أعانني في مشواري الدراسي.

الي كل صديقاتي وجيراني ومن اعانني كل باسمه

صبرين بن نونة

شكر و عرفان

بعد عبور محطة قطار الاجتهاد والبحث ها نحن نحط رحال لمحطة إنجاز المذكرة،

نحمد الله عز وجل دائما ونشكره ، الذي وفقنا إلى ما نحن عليه لإتمام هذا البحث العلمي

الذي نرجو أن يستفيد منه كل طالب علم،

فالحمد لله حمدا كثيرا ليلا نهارا

بداية نتقدم بجزيل الشكر والعرفان للأستاذة الفاضلة "حياة زروقي" والأستاذ الفاضل "العابد إبراهيم"

على المجهودات والتوجيهات الهادفة والنصائح القيمة

التي قدمت لنا من أجل إثراء موضوع المذكرة.

كما نتقدم بالشكر إلى مدير الديوان الوطني للتطهير بتقرت "عبد المجيد بن هنية" على تسهيلات التي منحها إلينا

ونخص بالشكر كل من "فتحي بن نجمة"و"حيطة حنيفة" على التوجيهات وإرشادات والمساعدات

التي قدمت من طرفهم.

كما لا ننسى طاقم مؤسسة الديوان الوطني للتطهير بتقرت.

والشكر لمن قدم لنا يد العون والمساعدة من قريب أو بعيد والدعم المعنوي وانتظر نهاية هذا البحث بشوق.

نتقدم بأسمى معاني الشكر والتقدير وأجمل العبارات للجميع.

صبرين

شهيناز

الفهرس

إهداء /
شكر وعرفان /
الفهرس I
قائمة الجداول V
قائمة الأشكال VI
قائمة الرموز VII
مقدمة 1
مراجع المقدمة 3

الجزء النظري
الفصل الأول: عموميات حول تلوث المياه

I. عموميات حول تلوث المياه 6
1.I.تعريف التلوث البيئي 6
2.I.تعريف تلوث المياه 6
3.I.مصادر التلوث 6
4.I.أنواع التلوث 6
1.4.I.التلوث الفيزيائي 7
1.1.4.I.التلوث الحراري 7
2.1.4.I.التلوث الإشعاعي 7
2.4.I.التلوث البيولوجي 7
1.2.4.I.التلوث بمياه الصرف الصحي 7
2.2.4.I.التلوث بالطحالب 7
3.2.4.I.التلوث بالبكتيريا 8
3.4.I.التلوث الكيميائي 8
1.3.4.I.التلوث الصناعي 8
2.3.4.I.التلوث بالمبيدات 8
3.3.4.I.التلوث بالأسمدة الزراعية والكيماوية 8
4.3.4.I.التلوث بالمخلفات النفطية 9
5.3.4.I.التلوث بالأمطار الحامضية 9
مراجع الفصل الأول 11-10

الفصل الثاني : مياه الصرف الصحي وطرق معالجتها
1.II.تعريف مياه الصرف الصحي 13
2.II.مكونات مياه الصرف الصحي 13
3.II.أنواع مياه الصرف الصحي 13
1.3.II.المياه الرمادية Greywatre 13
2.3.II.المياه السوداء Blackwater 14
4.II.مصادر مياه الصرف الصحي 14
1.4.II.مياه الصرف الصحي المنزلية 14
2.4.II.مياه الصرف الصحي الصناعية 14

II.5.خواص مياه الصرف الصحي 14
II.5.1.الخواص الفيزيائية 15
II.5.1.1.اللون Collor 15
II.5.1.2.الأس الهيدروجيني PH 15
II.5.1.3.درجة الحرارة Température 15
II.5.1.4.الرائحة Odora 15
II.5.1.5.المواد الصلبة 15
II.5.1.6.مواد صلبة عضوية 15
II.5.1.7.المواد العالقة Matières en suspension 15
II.5.1.8.المواد الغروية 15
II.5.1.9.المواد الذائبة 16
II.5.1.10.الغازات الذائبة 16
II.5.1.11.السوائل المتطايرة 16
II.5.2.الخواص الكيميائية 16
II.5.2.1.العكارة
II.5.2.2.الناقلية 16
II.5.2.3.مواد غير عضوية 16
II.5.2.4.مواد عضوية 16
II.5.3.الخواص البيولوجية 16
II.5.3.1.بكتيريا هوائية 16
II.5.3.2.بكتيريا لاهوائية 17
II.5.3.3.بكتيريا مزدوجة 17
II.5.3.4.الكائنات الحية غير الدقيقة 17
II.5.3.5.الفيروسات 17
II.6.كيفية معالجة مياه الصرف الصحي 17
II.6.1.المعالجة الأولية 17
II.6.2.المعالجة الثانوية 17
II.6.3.التخلص من العناصر الغذائية 17
II.6.4.التعقيم 18
II.7.طرق معالجة مياه الصرف الصحي 18
II.7.1.معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام الممبرين MEMBRANEBIOREACTO 18
II.7.1.1.مرحلة الإستقبال والتصفية 18
II.7.1.2.مرحلة ما بعد التصفية 18
II . 7.1. 3.مرحلة تمرير المياه 18
II.7.1.4. مرحلة التحكم الآلي 19
II.7.2.معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام تقنية النانو تكنولوجي Nanotechnology for water treatment 19
II.7.2.1. تعريف تقنية النانوتكنولوجي 19
II.7.2.2.كيفية إستخدام تقنية النانوتكنولوجي في تحليل ومعالجة المياه 20
II.7.2.3.مزايا تكنولوجيا النانو 20
II.7.2.4.عيوب تقنية النانو في معالجة المياه 20
II.7.3.معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام النباتات 20
II.7.4.معالجة مياه الصرف الصحي بالحمأة النشطة 21

II.1.4.7. تعريف الحمأة النشطة 21
II.2.4.7.طريقة معالجة مياه الصرف الصحي بالحمأة النشطة 21
II.1.2.4.7.طريقة المعالجة بالهضم الهوائي Aerobic Digestion 21
II.2.2.4.7.طريقة الحمأة النشطة التقليدية Conventional Activatad Sludge Process- CASP 22
II.3.2.4.7.طريقة الحمأة النشطة متدرجة التهوية 22
II.4.2.4.7.طريقة الحمأة النشطة الممتدة التهوية 23
II.5.2.4.7.خنادق الأكسدة 23
II.6.2.4.7.طريقة الحمأة النشطة متجزئة التهوية 23
II.7.2.4.7.نظام التثبيت التلامسي 24
II.8.2.4.7.النترجة وإزالة النترجة 24
II.9.2.4.7.طريقة المعالجة بالحمأة النشطة المتتابع 24
II.10.2.4.7.الأهداف العامة للمعالجة بالحمأة المنشطة 25
II.11.2.4.7.أهم محاسن الحمأة المنشطة 25
II.12.2.4.7.العيوب الأساسية للحمأة المنشطة 25
II.13.2.4.7.أنواع أنظمة الحمأة المنشطة 25
II.4.7.14.2.معالجة الحمأة 26
II.8.أهمية معالجة مياه الصرف الصحي 26
II .1.8.الحفاظ على مصائد الأسماك 26
II.2.8. الحفاظ على الحياة المائية البرية 26
II .3.8.التقليل من المخاطر الصحية 26
II .4.8.الترفيه 26
مراجع الفصل الثاني 27

الجانب التطبيقي

الفصل الثالث: طرق وأدوات

III.1.تقديم منطقة الدراسة 30
III.1.1.الموقع الفلكي 30
II.2.1.الموقع الجغرافي 30
III.3.1.الدراسة المناخية للمنطقة 31
III.2.تقديم محطة التصفية بتقرت 31
III.3.مكونات نظام التصفية بالحمأة النشطة المستخدم في محطة تقرت 32
III.1.3.المعالجة الفيزيائية 32
III.1.1.3.عملية الغربلة (Le Dégrillage) 32
III.2.1.3.عملية نزع الأتربة والزيوت (*Dessablage-déshuilage*) 32
III.2.3.المعالجة البيولوجية 33
III.1.2.3.حوض التهوية (*Lebas sin d'aération*) 33
III.3.3.المعالجة الكيمائية 33
III.1.3.3.حوض الكلورير(*Bassin de chloration*) 33
III.4.3.إعادة الرسكلة (boues de recirculation) Vis d'archiméde 34
III.5.3.تثخين البكتيريا (*L'épaississeur (boues en excès*) 34
III.6.3.مقابر التجفيف (Les lits de séchage) 35
III.4.مخطط العام لتصفية المياه 35
III.5.مردود التنقية 35
III.6.تحديد الوسائط الفيزيوكيميائية المقاسة 36

1.6.III.طريقة أخذ العينات 36
2.6.III.تحديد المواد العالقة MES 36
3.6.III.تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) 38
4.6.III.تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين (DBO_5) 39
5.6.III.تحديد كمية النتريت $N\text{-}NO_2^-$ 41
6.6.III.تحديد كمية النترات $N\text{-}NO_3^-$ 42
7.6.III.تحديد كمية أورتوفوسفات $P\text{-}PO_4^{-3}$ 43
8.6.III.قياس كمية الأكسجين المنحل O_{diss} 43
9.6.III.قياس الأس الهيدروجيني pH 44
10.6.III.قياس درجة الحرارة T° C 44
11.6.III.قياس الناقلية الكهربائية CE 45
مراجع الفصل الثالث 46

الفصل الرابع: نتائج ومناقشة

1.IV.مقدمة 48
2.IV.معامل التحلل البيولوجي ($K = DCO/DBO_5$) 48
3.IV.خصائص مياه الصرف المستعملة (الداخلة) لمحطة التصفية 48
4.IV.أداء وكفاءة إزالة الملوثات بالمحطة 51
5.IV.مناقشة النتائج 53
1.5.IV. تطور درجة الحرارة T(°C) 53
2.5.IV. تطور الناقلية الكهربائية CE(ms/cm) 54
3.5.IV. تطور الملوحة (Sa(mg/l 55
4.5.IV.تطور الأس الهيدروجيني"Ph" 55
5.5.IV.تطور الأوكسجين المنحل(mg/l) "O_2dissous" 57
6.5.IV.تطور المواد الصلبة العالقة(mg/l) "MES" 58
7.5.IV.تطور الطلب الكيميائي للأوكسجين(mg/l) "DCO" 59
8.5.IV.تطور الطلب البيولوجي للأوكسجين(mg/l) "DBO_5" 60
9.5.IV.تطور الأمونيوم (mg/l) "$N\text{-}NH_4$" 61
10.5.IV.تطور النتريت (mg/l) "$N\text{-}NO_2$" 61
11.5.IV.تطور النترات (mg/l) "$N\text{-}NO_3$" 62
12.5.IV.تطور النيتروجين الكلي (mg/l) "N_T " 63
13.5.IV.تطور الأرثوفوسفور(mg/l)" PO_4^{3-}" 64
مراجع الفصل الرابع 68-66
خاتمة 70
الملحق /

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1.III	معامل تغير قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة المستعملة	40
1.IV	يوضح القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المستعملة (الداخلة) لمحطة التصفية	49
2.IV	قيم معامل التحلل البيولوجي للمياه المستعملة الداخلة لمحطة التصفية	50
2.IV	يوضح القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المعالجة (الخارجة) لمحطة التصفية	52
1.a	قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2012)	/
2.a	القيم الحدية لمحتوى المواد الضارة في مياه الصرف الصحي (المنزلية) عند تصريفها في نظام الصرف الصحي العام أو محطة المعالجة (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009)	/
3.a	القيم الحدية لمعلمات التفريغ في بيئة الإستقبال (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية- 2006)	/
4.a	معايير تصريف مياه الصرف الصحي حسب المنظمة العالمية (1971- OMS)	
5.a	مردود التنقية للوسائط الفيزيوكيميائية المقاسة	/

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1.II	صورة توضح مياه الصرف الصحي	13
2.II	صورة توضح مكونات مياه الفضلات ونسب تركيزها	14
1.III	صورة توضح الموقع الجغرافي لمدينة تقرت	30
2.III	صورة توضح محطة التصفية بتقرت	31
3.III	صورة توضح عملية الغربلة	32
4.III	صورة توضح عملية نزع الأتربة والزيوت	32
5.III	صورة توضح حوض التهوية	33
6.III	صورة توضح حوض الكلورير	34
7.III	صورة توضح كيفية أعادة رسكلة	34
8.III	صورة توضح كيفية تثخين البكتيريا	34
9.III	صورة توضح مقابر التجفيف	35
10.III	صورة توضح مخطط العام لتصفية المياه	35
11.III	صورة تمثل جهاز الطرد المركزي	38
12.III	صورة توضح الكاشف المستخدم لقياس DCO	39
13.III	زجاجيات قياس (DBO5)	41
14.III	جهاز DBO_5 (MF120)	41
15.III	صورة توضح الكاشف المستخدم لقياس النتريت.	42
16.III	صورة توضح الكاشف المستعمل لقياس الاورتوفوسفور	43
17.III	صورة توضح أجهزة قياس عناصر الكيميائية (الناقلية، الأوكسجين، أملاح و PH)	45
1.IV	التطور الزمني لدرجة الحرارة "T" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	53
2.IV	التطور الزمني للناقلية "CE" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	54
3.IV	التطور الزمني للملوحة للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	55
4.IV	التطور الزمني للأس الهيدروجيني "PH" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	56
5.IV	التطور الزمني للأوكسجين المنحل "O_{diss}" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	57
6.IV	التطور الزمني للمواد العالقة "MES" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	58
7.IV	التطور الزمني للطلب الكيميائي لأوكسجين "DCO" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	59
8.IV	التطور الزمني للطلب البيوكيميائي لأوكسجين "DBO_5" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	60
9.IV	التطور الزمني لإزالة الأمنيوم "$N\text{-}NH_4$" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	61
10.IV	التطور الزمني لإزالة النتريت $N\text{-}NO_2$للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	62
11.IV	التطور الزمني لإزالة النترات $N\text{-}NO_3$للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	63
12.IV	التطور الزمني لإزالة النيتروجين الكلي "N_T" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	64
13.IV	التطور الزمني للأرتوفوسفور"PO_4^{3-}" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة	65

قائمة الرموز

الرمز	التسمية
CE	**Conductivité électrique**
DCO	**Demande chimique en oxygène**
DBO_5	**Demande biochimique en oxygène (05 jours)**
MES	**Matières en suspension**
$N\text{-}NH_4^+$	**Amminoume**
N_T	**Azote Total**
$N\text{-}NO_2^-$	**Nitrite**
$N\text{-}NO_3^-$	**Nitrate**
O_{dissou}	**L'oxygène dissous**
OMS	**Organisation mondiale de la santé**
ONA	**Office nationale d'assainissement**
pH	**Potentiel d'hydrogène**
PO_4^{3-}	**Ortho phosphore**
T	**Température**

مقدمة

مقدمة :

تعتبر المياه عنصرا حياتيا داخل المنظومة البيئية كما تمثل رابطا أساسيا في السلاسل الغذائية، وخلال السنوات الأخيرة ازداد الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي اهتماما كبيرا ويرجع سبب هذا الاهتمام إلى نقص في الموارد المائية في معظم الدول النامية، حيث تواجه مشاكل شح الموارد المائية ونقصانها، فالماء ضروري لدوام الحياة بمختلف صورها، لقوله تعالى: "وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ"، "سورة الأنبياء الآية 30"، فلذلك الماء مهم في مجالات التنمية الزراعية والصناعية، بحيث يعاني هذا الأخير من ضغوط التلوث التي تأتي من عدة مصادر مختلفة من بينها نجد الفضلات الصناعية والزراعية والمنزلية، وغالبا ما تشكل مياه الصرف الصحي في المناطق العمرانية مشكلة كبيرة تنعكس سلبا على البيئة مع مرور الزمن، ذلك أن هذه المياه الآتية من المجمعات العمرانية تتطلب معالجة متكاملة ومراقبة مستمرة حتى يتسنى تصريفها بشكل منتظم إلى البيئة من دون أضرار بيئية ملموسة [1،2].

تحتوي مياه الصرف الصحي على مجموعة كبيرة ومتنوعة من الكائنات الحية الدقيقة، فتعد المياه العادمة هي المقصد لتطور وانتشار الحشرات الضارة التي يسبب بعضها عدة أمراض خطيرة للإنسان والحيوان والنبات، والأوبئة مثل التيفوئيد والكوليرا والتهاب الكبد....الخ، في حين أن غالبيتها غير ضارة بل يمكن أن تكون نافعة وتستعمل لتحسين تطهير المياه كأداة مهمة وفعالة[1،2]، وبناءا عليه تعد المعالجة البيولوجية والفيزيائية – الكيميائية في تحسين جودة مياه الصرف الصحي بالغة الأهمية في المناطق الريفية، تعتبر النسبة المئوية لسكان المتمتعين بنظام الصرف الصحي للبلديات عالية، في حين لا تزال العديد من القرى غير مجهزة بمحطات معالجة مياه الصرف الصحي، إذ ترتفع تكلفة تركيبها بشكل ملحوظ بزيادة كثافة السكانية [3]، لتصبح مشكلة مياه الصرف الصحي من بين المواضيع التي تواجه الإنسان في عصرنا الحالي، لدى لابد من وجود حلول لهذه المشكلة من خلال البحث واكتشاف الحقائق ومعالجتها [4].

لنجاح عملية إعادة استعمال المياه المعالجة أو تصريفها واستغلالها في الري أو سقي الغابات أو البناء ...الخ يتوقف على جملة المعايير البيئة المحددة، **ومن هنا نطرح التساؤل ما إذا كانت المياه المعالجة في محطة تقرت تخضع لهذه المعايير أم لا ؟**، لذا ارتأينا إلى دراسة معالجة مياه الصرف الصحي على مستوى محطة الديوان الوطني لتطهير ONA بتقرت للمياه الداخلة والخارجة.

بناءا على ما سبق فان الهدف من هذه الدراسة هو تنقية المياه وإزالة الملوثات بطريقة الحمأة النشطة بمحطة تقرت، ثم تحديد مدى مطابقتها للمعايير الدولية والعالمية للتلوث من خلال قياس الوسائط الفيزيوكيميائية للمياه المستعملة قبل وبعد المعالجة، إضافة إلى تقييم جودة المياه المعالجة ومقارنتها

بمعايير الصحة العالمية ومنظمة حماية البيئة قبل تصريفها في بيئات الاستقبال، وأخيرا تقييم كفاءة التقنية في إزالة الملوثات في المياه الواردة إلى محطة التصفية.

من أجل تحقيق هذه الأهداف تطرقنا في موضوعنا هذا إلى دراسة أربع فصول، يتمثل الفصل الأول والثاني في الجانب النظري والفصل الثالث والرابع في الجانب العملي على النحو التالي:

الجانب النظري ويتضمن مايلي :

- **الفصل الأول :** عموميات حول تلوث المياه.
- **الفصل الثاني :** مياه الصرف الصحي وطرق معالجتها.

الجانب العملي ويتناول ما يلي :

- **الفصل الثالث :** طرق وأدوات.
- **الفصل الرابع :** نتائج ومناقشة.

مراجع المقدمة :

المراجع باللغة الأجنبية :

[1] Cyprowski M, Szarapińska-Kwaszewska J, Dudkiewicz B, Krajewski JA, Szadkowska-Stańczyk I. Exposure assessment to harmful agents in workplaces in sewage plant workers. Medycyna Pracy. 2005;56(3):213–222.

[2] Cyprowski M, Stobnicka-Kupiec A, Ławniczek-Wałczyk A, Bakal-Kijek A, Gołofit-Szymczak M, Górny RL. Anaerobic bacteria in wastewater treatment plant. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2018;91(5):571–579.

[3] World Health Organization. A regional overview of wastewater management and reuse in the Eastern Mediterranean Region; 2005 (no. WHO-EM/CEH/139/E).

[4] HAFLIGER D.HUBNER P.,LUTHY J. Outbreak of viral gastroenteritisdue to sewage- contaminated drinking water. Int J Food Microbial, 2000, p54,123–126.

الجانب النظري

الفصل الأول
عموميات حول تلوث المياه

I. عموميات حول تلوث المياه

1.I. تعريف التلوث البيئي :

- هو وجود نوع من أنواع الملوثات في الأوساط البيئية (التربة، المياه، الهواء) بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، أو تغيير في تركيز مكونات الوسط البيئي بحيث يتعارض مع منظمة الصحة العالمية أو منظمة حماية البيئة، مما يؤدي إلى اضطراب في النظام البيئي واختلاله [1،2].
- كما يعرف في معاجم المتخصصة في اصطلاحات البيئة بأنه أي فساد مباشر للخصائص العضوية أو الحرارية أو البيولوجية أو الإشعاعية لأي جزء من البيئة، كمثال عن ذلك إيداع أو إطلاق نفايات والمواد تؤثر على الاستعمال المفيد أو تسبب أضرار أو الإضرار بالصحة العامة أو سلامة الحيوانات والموارد الحية والنباتات والمياه [3].

2.I. تعريف تلوث المياه :

- هو أي تغير فيزيائي أو كيميائي يحدث على المياه بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، يؤثر سلبا على المياه ويجعلها غير صالحة للاستخدامات المطلوبة كالشرب أو الاستهلاك المنزلي أو الزراعي...الخ، وكذا له تأثيرات كبيرة على حياة الفرد والأسرة والمجتمع، فالمياه تعد المطلب الحيوي للإنسان وسائر الكائنات الحية[4].
- كما تعرف المياه الملوثة أنها تلك المياه التي تؤثر على المجاري المائية والآبار والأنهار والبحار والمياه الجوفية وتغير من خواصها فتجعلها غير صالحة لاستعمالات الإنسان والنبات والحيوان[5].

3.I. مصادر التلوث :

تنقسم مصادر التلوث قسمين من بينها :

- **مصدر طبيعي:** هي مصادر طبيعية لا دخل للإنسان فيها ويصعب التنبؤ بها والسيطرة عليها، وينتج عن الظواهر الطبيعية كالزلازل والصواعق والبراكين والرياح والأمطار...وغيرها.
- **مصدر غير طبيعي :** وينتج بفعل نشاطات الإنسان المتعددة منها الصناعية (المصانع، المناجم، أنشطة البناء، أماكن إنتاج الإسمنت) والزراعية (الانجراف المائي لتربة، ميله الري والسقي، المبيدات والأسمدة الكيماوية) ومياه الصرف الصحي وغيرها[6،7].

4.I. أنواع التلوث:

لكي يتم معالجة مياه الصرف الصحي يتم اختيار طريقة لمعالجتها على حسب أنواع ومصادر المواد الملوثة للمياه، بحيث تتمثل في العناصر التالية :

1.4.I. التلوث الفيزيائي :

ويتمثل فيما يلي :

1.1.4.I. التلوث الحراري :

يعد من أهم حالات التلوث يحدث نتيجة الحمم البركانية ومحطات توليد الكهرباء وكذا محطات تحلية المياه ومياه الصرف الصناعية المستعلمة في تبريد، تمتاز هذه المياه بارتفاع درجة حرارتها عن المعدل العادي، مما يسبب خلل في التوازن البيئي ويحدث أضرار به مما يؤثر على الأسماك والنباتات وإعاقة الحركة بالمجاري المائية [8،9].

2.1.4.I. التلوث الإشعاعي :

يعبر عن تجمع العناصر المشعة في جسم الكائن الحي (تسبب في أمراض خطيرة)، والتي قد تحدث على مستوى المياه السطحية التي قد تحتوي على عناصر مشعة طبيعيا مثل الراديوم واليورانيوم أو الذي ينتج عن المخلفات الصناعية والتفجيرات النووية وكذا المستشفيات ومراكز الأبحاث العلمية والصناعات الكهربائية من بين أهم مصادر هذا النوع من التلوث[10] [11].

2.4.I. التلوث البيولوجي :

ويتمثل فيما يلي :

1.2.4.I. التلوث بمياه الصرف الصحي :

وهي مياه المجاري المستعملة والتي تحمل فضلات دورات المياه ومنظفات الصناعية والشوائب والبكتيريا والفيروسات وكذا الكائنات الحية الدقيقة.....الخ ونجد كذلك المياه التي استخدمت في الأغراض المختلفة من المصانع وخلافه، ويتم التخلص من هذه المياه عن طريق تصريفها إلى المسطحات المائية دون معالجة فيؤدي إلى أضرار جسيمة لأن المياه الملوثة تحتوي على مواد كيميائية وعضوية ويعطي أنواع البكتيريا الضارة إضافة إلى المعادن الثقيلة والسامة...الخ.

بدورها تؤدي إلى تقليل نسبة الأوكسجين في الماء ونفوق الأسماك والأحياء المائية وتعفن المياه وكذا تساهم في انتقال الأمراض الخطيرة عبر المياه والتي يمكن أن تصل إلى لإنسان فتصيبه من جراء التلوث بمياه المجاري (الغير معالجة) [12].

2.2.4.I. التلوث بالطحالب:

نجده في المياه السطحية لاحتوائها على الكثير من الكائنات الحية النباتية التي تغير من طبيعة المياه (اللون، الرائحة، الطعم) ونوعيتها حيث يتم حصرها فوق سطح المياه مما ينتج عنها انبعاث الروائح الكريهة، ومن المعروف عن مياه المجاري في الأنهار، البحيرات يؤدي إلى حدوث مشكلة لأن المخلفات تعمل كأسمدة للطحالب وتزيد من نموها بشكل كبير، كما أن لطحالب أضرار اقتصادية من بينها إتلاف

السفن بحيث تعمل على تكوين تلف المراكب إذ تترسب الطحالب على جدران بكميات هائلة، فتؤدي إلى خفض سرعتها واستهلاك الوقود[10].

I.3.2.4. التلوث بالبكتيريا :

هو عبارة عن مياه ملوثة تحتوي على ميكروبات ممرضة تسبب أمراض معدية ونذكر منها الدوسنتريا والكوليرا والبلهارسيا وغيرها من الأمراض، لذلك فانه من الضروري يتم إجراء اختبار الماء ميكروبيولوجيا وكيميائيا لضمان سلامته[13].

I.3.4. التلوث الكيميائي :

ونذكر منه ما يلي :

I.1.3.4. التلوث الصناعي :

يسبب هذا التلوث مشاكل خطيرة على الكائنات الحية (النبات، الحيوان، الأحياء الدقيقة) لأنه يعد من أخطر أنواع التلوث [12]، بحيث تقوم المنشآت الصناعية بصرف مخلفاتها بدون معالجة في المجاري المائية، مما يشكل خطرا على كل عناصر البيئة لاحتوائها على مركبات كيمائية سامة ومن بينها الأحماض، القواعد، المنظفات الصناعية، الأصباغ، مركبات مثل الفوسفور وبعض المعادن الثقيلة (الرصاص والزئبق) وهذا يسبب تلوث شديد للمياه التي تلقى فيها[12][14].

I.2.3.4. التلوث بالمبيدات :

تستخدم المبيدات في مكافحة الآفات الزراعية فهي من اخطر الملوثات وأكثرها انتشارا والإسراف في استعمالها يلوث التربة الزراعية، فغالبا ما يبقى جزء منها في التربة (نحو 15% من الكمية المستعملة) ولا تزول إلا بعد مرور سنوات، والأمطار قد تحمل بعض هذه المبيدات من التربة إلى المجاري المائية حيث تسبب أضرار كبيرة للكائنات الحية الموجودة بها قد تضر أيضا كلا من الإنسان والحيوان والنباتات المزروعة بالتربة تمتص جزء من هذه الملوثات وتقوم بتخزينها من ثم تنتقل إلى الحيوانات التي تتغذى على تلك النباتات[12][14].

I.3.3.4. التلوث بالأسمدة الزراعية والكيماوية :

يقوم الفلاحين والمزارعين باستخدام المخصبات الزراعية كمركبات الفوسفات، النيترات وذلك بسبب محدودية الأراضي الصالحة للزراعة وعند استخدامها بشكل عشوائي وغير منتظم فان جزء منها يبقى في التربة كأحد عوامل تلوثها فعند سقي هذه الأراضي التي تحتوي على المخصبات الزراعية بكميات زائدة عن حاجة النبات، فجزء منها يذوب في مياه الري ويصل إلى المياه الجوفية وبالتالي تزداد نسبة مركبات الفوسفات والنيترات في هده المياه، وكذا مياه الأمطار تقوم بدورها في حمل ونقل هاته المركبات بمساهمة مياه الصرف الصحي الزراعي والمياه الجوفية وبالتالي نقلها إلى المجاري المائية المجاورة [15].

4.3.4.I. التلوث بالمخلفات النفطية :

تعتبر الملوثات النفطية من أكبر مصادر التلوث المائي يحدث هذا التلوث نتيجة تسرب المواد النفطية إلى المسطحات المائية خاصة البحرية، والتي تمتد إلى سطح مياه المحيطات والطبقات العميقة من المياه[16].

بحيث تتلوث مياه البحار والمحيطات بزيت البترول لعدة أسباب منها حوادث التي تحدث لناقلات البترول أو بعض الحوادث التي تقع أثناء الحفر لاستخراج البترول من الآبار البحرية، أو التسرب الناتج عن آبار القريبة من مصادر المياه، أو تلف خطوط نقل المحروقات وكذلك ينتج عن نفايات أو المخلفات البترولية من ناقلات البترول أثناء سيرها في البحار والمحيطات[12] [14].

للنفط تأثير على الكائنات البحرية عندما تمتصه فتتجمع المواد الهيدروكربونية المكونة لنفط في الأنسجة الدهنية وكبد وبنكرياس الأسماك والتي بدورها تؤثر تأثيرا كبيرا على صحة الإنسان مما يسبب له أمراض منها الإصابة بالسرطان كما تزداد كلفة الحد من تأثيرات السلبية لنفط أو ما تدفعه الشركات الملاحية من تعويضات نتيجة للتلوث[17].

5.3.4.I. التلوث بالأمطار الحامضية :

عبارة عن أمطار ملوثة بالغازات الحمضية خاصة أكاسيد الكبريت والتي تتحول نتيجة التفاعلات متسلسلة لحمض كبريتيك وأكاسيد النيتروجين التي بدورها تتحول إلى حامض النتريك تعود هذه الأحماض إلى التربة ومختلف مصادر المياه في الطبيعة، بحيث تؤدي إلى حدوث أضرار بمياه المسطحات المائية التي تؤثر على الأسماك والكائنات الحية أخرى، كذلك تؤثر على مياه الشرب عن طريق تسببها في تآكل بعض القنوات فتزداد نسبة الرصاص في مياه الشرب وقنوات الصرف الصحي، فينتج عنه تسرب لمياه الصرف الصحي واختلاطها بمياه الشرب وتسبب في إذابة بعض المعادن الثقيلة والمواد السائلة مثل الرصاص، الزئبق، الألمنيوم، النترات المحمولة من التربة إلى الأنهار والبحار والبحيرات وكذا المياه الجوفية وعند شرب هذه المياه أو تغذي على الأسماك والكائنات البحرية فإنها تؤثر على صحة الإنسان [10].

مراجع الفصل الأول :

المراجع باللغة العربية :

[2] فرج صالح الهريش،1998،جرائم تلويث البيئة، القاهرة، المؤسسة الفرعية لطباعة والنشر.

[3] منصور مجاجي، المدلول العلمي والمفهوم القانوني للتلوث البيئي، مجلة المفكر كلية الحقوق والعلوم السياسية، جامعة محمد خيضر بسكرة، العدد 5، ص 102.

[4] فتحي مصيلحي ،2008،الجغرافيا الصحية والطبية، دار الماجد لنشر والتوزيع، القاهرة.

[5] مجلة كلية التربية جامعة واسطA (45)، 62A- 640، 2021.

[6] عارف صالح مخلف،2009، الإدارة البيئية، عماد، أردن، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع.

[7] فتحي دردار، البيئة في مواجهة التلوث، طبعة رقم 9، نشر المشترك والمؤلف ودار الأمل، 2008.

[8] أبو سعد محمد نجيب إبراهيم، 2000، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة ايجابيا وسلبيا، دار الفكر العربي القاهرة، ص (132-60).

[9] السعدي حسين علي، 2006، أساسيات عالم البيئة والتلوث، دار اليازوري العلمية عمان الأردن.

[12] السعداني عبد الرحمان والسيد عودة ثنائي مليجي، 2007 م، مشكلات بنية، طبيعتها – أسبابها أثارها كيفية معالجتها، دار الكتاب الحديثة، ص(55-45).

[13] طرابلسي يوسف إبراهيم، 2000، الميكروبيولوجية الزراعية، جامعة ملك سعود النشر العلمي والمطابع، ع ح / 6730/ 01، ص(388-255).

[14] عباس مصطفى عبد اللطيف، الطبعة الأولى، 2004، حماية البيئة من التلوث، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر /م ب 01/10614.

[16] محمد كمال عبد العزيز،1999 ، الصحة والبيئة، التلوث البيئي والخطر الداهم على صحتنا الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ص (50).

[17] فتحي محمد مصيلحي،2008 ، الجغرافيا الصحية والطبية، دار الماجد لنشر والتوزيع القاهرة، ص(110).

المراجع باللغة اللاتينية :

[1] Jerry A.Nathanson; "Pollution ", www.britannica.com, Retrieved Edited 14-4-2020.

[10] RAMADE FRANÇOIS; éléments d'écologie (écologie appliquée) Mcgraw-Hill, Paris, 1982, p372.

[11] BOUZIANI; l'eau de la pénurie aux maladies, Edition IBN Khaldoun, 2000, pp (247-249).

[15] NGO CHRISTIAN et REGENT ALAIN; Déchets et pollution impact sur l'environnement et la santé DUNOD, PARIS. 2004, pp (129-131).

الفصل الثاني

مياه الصرف الصحي الصحي و طرق معالجتها

1.II. تعريف مياه الصرف الصحي:

ويقصد بها المياه العادمة وهي مياه ملوثة بملوثات عضوية أو بكتيريا أو كائنات دقيقة سواء كانت من مصدر صناعي أو مجمعات سكانية وغيرها، والتي تحتوي على نسب عالية من المواد العضوية والكيميائية، من بينها مخلفات المصانع والصابون والمنظفات المختلفة وبقايا الطعام ومياه المنازل....إلخ[1،2].

الشكل (1.II):صورة توضح مياه الصرف الصحي

2.II. مكونات مياه الصرف الصحي:

تتكون مياه الصرف الصحي بنسبة 99.9% من المياه الطبيعية أما 0.1% تمثل نسبة الملوثات المتنوعة والتي بدورها تصبح غير قابلة للاستعمال وتتمثل في مايلي[2]:

- عناصر غذائية : كالفوسفور والنيتروجين.
- الدهون والزيوت والشحوم : كزيوت الطبخ ومرطبات الجسم.
- مسببات الأمراض : كالبكتيريا والفيروسات.
- الطلب البيولوجي الكيميائي على الأكسجين Demand Biochemical Oxygen : وهو مؤشر لكمية الأكسجين الذي تحتاجه البكتيريا اللاهوائية لتكسير المواد العضوية في المياه.
- مواد صلبة أخرى : كالخشب، الرمل...

3.II. أنواع مياه الصرف الصحي:

يوجد نوعان من مياه الصرف الصحي تتمثل في [2]:

1.3.II. المياه الرمادية Greywatre : تشمل المياه الصادرة من أحواض الاستحمام والمغاسل والغسالات عدا مياه المراحيض.

II.2.3. المياه السوداء Blackwater : هي المياه الخارجة من المراحيض والمياه المنبعثة عن أحواض المطبخ التي تتصف بشدة تلوثها بزيوت الطبخ والشحوم وبقايا الطعام.

II.4. مصادر مياه الصرف الصحي:

تصنف مصادر مياه الصرف الصحي إلى مصدرين هما [2]:

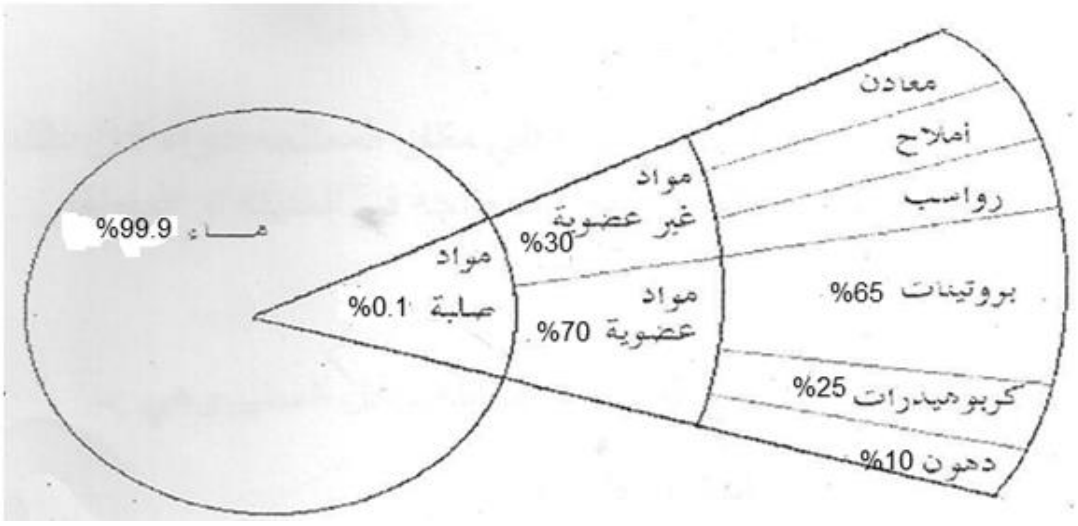
II.1.4. مياه الصرف الصحي المنزلية : تنتج عادة من الأنشطة (كالتنظيف والاستحمام، والطبخ، المرافق الصحية وغيرها)، والمياه الصادرة من المباني والمؤسسات الصناعية والتجارية، وجزء من المياه الجوفية، وكذلك المياه الناجمة عن العواصف المطرية.

إن معالجة المياه العادمة المنزلية هي الأكثر صعوبة لتواجد المواد الكيميائية بكميات كبيرة التي تتكون من أدوية ومنتجات عناية شخصية وغيرها.

II.2.4. مياه الصرف الصحي الصناعية: وهي المياه الصادرة عن العمليات الصناعية، وتعتبر معالجتها أكثر تعقيدا .لأنها تحتاج للكثير من الفحوصات أثناء معالجتها وتتكون أغلبها من ملوثات متعددة مثل : الزيوت، والأدوية، والمبيدات الحشرية، والطمي، والمواد الكيميائية، ومنتجات ثانوية أخرى.

II.5. خواص مياه الصرف الصحي:

تحتوي مياه الصرف على نسبة 99.9% من المياه والباقي مواد عضوية وغير عضوية ممثلة في الشكل التالي [1] :



الشكل (II.1) : صورة توضح مكونات مياه الفضلات ونسب تراكيزها

حيث يمثل مكونات الفضلات ونسبة تركيزها ومصادر هذه الملوثات يمكن أن يكون إما إنسانا إما حيوانا إما نباتا بحيث 70% يشكل المواد العضوية و 30% يشكل المواد الغير عضوية، في حين أن المواد العضوية تتكون من مركبات تحتوي على الكربون.

والنايتروجين والأكسجين إضافة إلى الكبريت والفوسفور والحديد أحيانا، فمن أهمها البروتينات التي تمثل 65% والكاربوهيدات تمثل 25% أما الدهون فتمثل 10%، أما المواد الغير عضوية فإنها تتكون من مركبات من الكبريت والكلوريدات والفوسفور.

II.1.5. الخواص الفيزيائية:

II.1.1.5. اللون Collor : يكون لون المياه رمادي عند وصولها إلى المحطة ورائحتها نفاذة وغير متعفنة وتحمل مواد كبيرة وصغيرة الحجم ومواد خفيفة أو ثقيلة وبمرور الزمن تتحول إلى اللون الأسود وتصبح ذات رائحة كريهة حيث تظهر أجزاء سوداء تطفو على السطح تسمى بالمجاري المتعفنة [1].

II.2.1.5. الأس الهيدروجيني PH: إن قيمة الأس الهيدروجيني تؤثر على عمليات المعالجة الهوائية، ويتم تشغيل عمليات المعالجة الهوائية في حدود (6.50-8.50)[1].

II.3.1.5. درجة الحرارةTempérature: تكون درجة حرارة مياه المجاري أكبر من درجة حرارة مياه الشرب نتيجة استخدامها في الأغراض المنزلية والصناعية، فتختلف حسب الموقع الجغرافي أو فصول السنة وعلى الموظفين بالصيانة مراقبة هذا التغير، فيمكن أن تكون الزيادة الكبيرة عن المعدل المعتاد أن يكون سببها صرف كمية زائدة من المخلفات الصناعية أما النقصان فيمكن أن يكون نتيجة لتسرب المياه من الكسور في شبكة الصرف[1].

II.4.1.5. الرائحة Odora: تحتوي مياه المجاري على كمية من الأكسجين وتكون رائحتها كرائحة التراب وعندما يستهلك الأكسجين الذائب تبدأ البكتيريا اللاهوائية في تحليل المواد العضوية وينتج من ذلك غاز حمض الكبريت (H_2S) رائحته كالبيض الفاسد، بالإضافة إلى وجود خليط من الغازات الأخرى ذات الروائح الكريهة [1]

II.5.1.5. المواد الصلبة : تنقسم المواد الصلبة الآتية في مياه المجاري إلى نوعين [1]:

مواد صلبة عضوية : وهي المواد التي يدخل في تركيبها الكربون والهيدروجين والبعض منها يكون متحد مع الهيدروجين أو الكبريت أو الفوسفور ومن هذه المواد البروتينات والمشويات والدهون حيث أن المواد العضوية دائما تتحلل وتتفكك بفعل نشاط البكتيريا الموجودة في مياه المجاري.

مواد صلبة غير عضوية : تمثل هذه المواد مثل الرمل والطمي والأملاح المعدنية الغير قابلة للتحلل وتوجد دائما ثابتة التركيب.

II.6.1.5. المواد العالقة Matières en suspension:

تنقسم المواد العالقة طبقا لكثافتها بالنسبة لمياه المجاري فالمواد الثقيلة تكون قابلية للترسيب بينما المواد الخفيفة قابلة للطفو فوق الماء[1].

II.7.1.5. المواد الغروية : تنتج من مخلفات المجازر والدهون والزيوت الذائبة في الماء، حيث أنها لا يمكن فصلها بالطرق الطبيعية أو الميكانيكية[1].

8.1.5.II المواد الذائبة : هي جميع المواد التي تمر من ورقة الترشيح وتتكون عادة من الأملاح الذائبة في الماء والمواد الغروية وهي تحتوي على مركبات عضوية قابلة للتحلل مواد غير عضوية ثابتة التركيب ولا تتحلل [1].

9.1.5.II الغازات الذائبة: يعتبر الأكسجين من أهم الغازات المرغوب في وجودها دائما في مياه المجاري وينتج عن مرور الهواء على سطح الماء وهو يساعد البكتيريا على استهلاك المواد العضوية وتحليلها إلى غاز CO_2 و H_2S وعند استهلاك الأكسجين الذائب تتواجد في الماء غازات ذات روائح كريهة وسامة مثل : غاز كبريت يد الهيدروجين والنشادر وغيرها. ينتج عن نشاط البكتيريا اللاهوائية وتحليلها للمواد العضوية.

10.1.5.II. السوائل المتطايرة : وهي السوائل التي تحتويها مياه المجاري والتي تكون قابلة للتطاير بسهولة تحت الظروف التي تجري فيها المياه.

2.5.II. الخواص الكيميائية:

1.2.5.II. العكارة : تعتبر العكارة مقياس لمدى تشتت الضوء وانتشاره من قبل المواد العالقة مثل دقائق التربة والطين والغرين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة في الماء كما يمكن أن تكون بسبب وجود البكتيريا والطحالب وكائنات حية أخرى [3].

2.2.5.II. الناقلية : تعرف بالتوصيلية الكهربائية للماء فهي قيمة عددية تشير إلى قابلية الماء لتوصيل التيار الكهربائي، وتعتمد هذه القيمة على تركيز وتكافؤ الأيونات الذائبة الموجودة في الماء وتأثير درجة حرارة الماء في أثناء القياس حيث أنه هناك علاقة وطيدة بين قابلية التوصيل الكهربائية والملوحة [3].

3.2.5.II. مواد غير عضوية : المواد الغير عضوية هي مواد غير قابلة للتحلل والتفكك وثابتة التلوين إما ذائبة أو عالقة أو صلبة كبيرة الحجم أو صغيرة ذو كثافة عالية أو خفيفة [1].

4.2.5.II. مواد عضوية : هو مواد قابلة للتحلل والتفكك بفعل البكتيريا الموجودة في الماء فنجد أن نواتج التحلل ضارة جدا وذات رائحة كريهة وغازات سامة يكون بعض منها قابلة للإشتعال [1].

3.5.II. الخواص البيولوجية :

تحتوي مياه المجاري على العديد من الكائنات الحية الدقيقة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ويمكن ملاحظتها بالمايكروسكوب ومعظم هذه الكائنات تتغذى على المواد العضوية فتنمو وتتجمع مع بعضها البعض وحسب ثقل وزنها تكون قابلة للترسيب والإنفصال عن الماء. وتنقسم هذه الكائنات إلى[1]:

1.3.5.II. بكتيريا هوائية : تتواجد البكتيريا الهوائية في الطبقات العليا لمياه الصرف الصحي نسبة لإعتمادها على الأوكسجين المنحل في هذه الطبقات.

II.2.3.5. بكتيريا لاهوائية : تنمو البكتيريا اللاهوائية وتتكاثر عندما يتم إستهلاك الأوكسجين المنحل وتنطلق الغازات الكريهة لنشاطها وغاز الميثان كذلك للإشتعال وغيرها من الغازات المسببة للتعفن يدل على وجودها ويكون من الصعب تنقيتها.

II.3.3.5. بكتيريا مزدوجة: هي نوع من أنواع البكتيريا تعيش بوجود الأوكسجين أو عدمه ويكون نشاطها مماثل للبكتيريا الهوائية في وجود الأكسجين المنحل.

II.4.3.5. الكائنات الحية غير الدقيقة : تعتبر الكائنات الأكبر حجما من سابقتها إلى درجة أن بعضها يمكن رؤيتها بالعين المجردة وتشمل الحشرات والقشريات وغيرها وتشارك هذه الكائنات في عملية التحلل البيولوجي للمواد العضوية.

II.5.3.5. الفيروسات : وهي كائنات متناهية في الصغر ولا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر الإلكتروني ولا تشارك الفيروسات في عمليات المعالجة ولكن وجودها يشكل خطرا على الصحة العامة فهي مسببة للكثير من الأمراض.

II.6.3.5. الأوكسجين الحيوي المستهلك : يعتبر مؤشر دقيق لكفاءة عمليات المعالجة البيولوجية وهو من أهم المقاييس التي تصمم على أساسها جميع محطات معالجة المخلفات السائلة ومن خلاله يمكن معرفة تركيز المواد العضوية وقياس الحمل العضوي الداخل [1].

II.7.3.5. الأوكسجين الكيميائي المستهلك : هو قياس لجميع المواد العضوية القابلة للتأكسد بالبكتيريا أو التي يصعب أكسدتها ويتم إنجاز إختبار لقياسه بإستخدام مادة مؤكسدة مثل الكرومات أو برمنغنات البوتاسيوم [1].

II.6. كيفية معالجة مياه الصرف الصحي :

يتم معالجة المياه إنطلاقا من المراحل التالية[2]:

II.1.6. المعالجة الأولية : وتشمل إزالة المواد الصلبة الكبيرة الحجم كالمخلفات المكونة من العبوات البلاستيكية وغيرها، وبعد ذلك يتم تمرير المياه خلال أسطح مسامية للتخلص من الجسيمات الصغيرة الحجم كالرمال والحصى وفي الأخير تدفق المياه العادمة إلى خزانات كبيرة وتترك لفترة زمنية لترسب باقي المواد الصلبة كالطين، كما يتم التخلص من المواد الزيتية والرغوية من سطح المياه.

II.2.6. المعالجة الثانوية : نقوم بإضافة كائنات حية دقيقة جدا إلى المياه العادمة والهدف منها تحليل المواد الذائبة المتبقية في المياه وتفكيكها، فتلتصق هذه الكائنات والمخلفات الأخرى في الطين.

II.3.6. التخلص من العناصر الغذائية : تؤدي العناصر الغذائية كالنيتروجين والفوسفور إلى تكاثر الطحالب والبكتيريا في مجاري المياه، مما يتسبب في الخطر على الحياة المائية، بالإضافة إلى التلوث البصري المسببة له، كما يستخدم الأكسجين المذاب لمساعدة الكائنات البحرية على العيش في العديد من المحطات تتخلى عن هذه المرحلة بسبب الزيادة في التكلفة بالنسبة للمعدات الخاصة بها.

4.6.II. التعقيم : تعتمد هذه المرحلة في التخلص من الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض على طرق معتدلة التكلفة على مستوى المدن، وذلك من خلال المواد الكيميائية إلى الملوثات السائلة وتعريضها للأشعة فوق البنفسجية، أما في بعض المحطات المتواجدة في المناطق السكانية الأقل كثافة تجمع الملوثات السائلة لفترة محددة تكون جميع الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض ميتة دون اللجوء إلى عملية التعقيم.

7.II. طرق معالجة مياه الصرف الصحي :

1.7.II. معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام الممبرين "Membrane à bioréacteur"[4]:

وهي أحدث الوسائل والتقنيات الحديثة المستخدمة لمعالجة مياه الصرف الصحي بحيث يتم تجميع المِياه المستخدمة في البيوت ومياه الأمطار وغيرها عن طريق شبكة مياه الصرف وتسري المياه عن طريق الانحدار إلى محطات الرفع الفرعية، حيث يتم تجميع هذه المياه وضخها إلى محطات الرفع الرئيسية وبعد ذلك يتم ضخ المياه المجمعة إلى محطة الرفع الرئيسية وغالبا ما تكون خارج المناطق العمرانية، وعن طريق محطات الرفع الرئيسية يتم ضخ المياه إلى محطة المعالجة الرئيسية بحيث تبدأ مراحل معالجة المياه كمايلي :

1.1.7.II. مرحلة الإستقبال والتصفية :

يتم إستقبال المياه القادمة في محطات المعالجة عند وحدة المصافي الرئيسية وتنقسم إلى مصافي ميكانيكية يدوية، بحيث يتم حجز الجزيئات الصلبة كبيرة الحجم ومنعها من الدخول، وكذلك المصافي الميكانيكية الآلية فيتم تجميع المخلفات كبيرة الحجم عن طريق سير ناقل ويتم التخلص منها، وبعد ذلك تمر المياه بعد التصفية إلى مراحل إزالة الرمال العالقة عن طريق أحواض ترسيب الرمال ثم تمر عن طريق بوابات الحجز إلى أنابيب التغذية الرئيسية، وتمر من خلال هذه الأخيرة إلى خزان التغذية الرئيسية، ويوجد فيه مضخات غاطسة تقوم برفع المياه إلى وحدات المصافي الدقيقة، ويتم تجميع المخلفات الصلبة في ناقلات القمامة.

2.1.7.II. مرحلة ما بعد التصفية :

بعد تصفية المياه تدخل إلى خزانات التهوية ويعتبر هذا الخزان من أهم مراحل المعالجة، بحيث يتم تربية نوع معين من البكتيريا ليتغذى على المخلفات العضوية الدقيقة الموجودة في الماء، ويتم ضخ الهواء خلاله لتوفير حياة ملائمة للبكتيريا لكي تنمو وتتغذى على جميع المواد العضوية الموجودة في الماء بحيث يتم ضخه عن طريق نوافخ الهواء.

3.1.7.II. مرحلة تمرير المياه:

تمر المياه من خلال بوابات خاصة للغاية يتم فيها فصل المياه النقية تماما من أي شوائب مهما كان حجمها وينقسم مسار المياه إلى قسمين في هذا الخزان:

- **المسار الأول :** هو مسار المياه المرشحة يتم تجميعها في أنابيب خاصة وتنتقل بالإنحدار إلى مضخات طرد المياه النقية ويتم ضخ المياه الناتجة إلى خزان تجميع المياه المعالجة، وبعدها يتم إضافة بعض المواد الكيميائية لتحسين خواص المياه المعالجة وذلك عن طريق مضخات الحقن الكيميائية، ويتم بعد ذلك مرور المياه المعالجة عن طريق الإنحدار إلى مضخات الري بحيث يتم ضخ المياه المعالجة إلى شبكة الري الرئيسية وتستخدم في ري الغابات وري الأشجار غير المثمرة.
- **المسار الثاني :** هو مسار الشوائب والمخلفات بحيث يتم رفعها عن طريق مضخات غاطسة خزانات الفلترة، ويتم ضخ هذه المياه إلى أحواض تكثيف الحمأة، ويتم تكثيفها داخل هذا الخزان ثم تضخ الحمأة عن طريق مضخات نقل الحمأة وتقوم هذه المضخات بضخ الحمأة إلى أحواض التجفيف وتجفف عن طريق أشعة الشمس ثم تجمع وتستخدم كسماد عضوي لتخصيب الأراضي الزراعية للأشجار الغير مثمرة طبقا لتعليمات البيئة والصحة.

II.4.1.7. مرحلة التحكم الآلي :

يتم التحكم آليا في تشغيل جميع المعدات والآلات عن طريق غرفة التحكم والسيطرة، وهذه الغرفة تشبه عقل الإنسان الذي يصدر الأوامر عن طريق نظام تحكم يسمى غرفة التحكم، بحيث تقوم جميع المعدات بالعمل آليا حسب برنامج موضوع التحكم.

II.2.7. معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام تقنية النانوتكنولوجي " Nanotechnology for water treatment"[5]:

II.1.2.7. تعريف تقنية النانوتكنولوجي :

اشتقت كلمة نانو من كلمة إغريقية تعني القزم واحد نانو متر جزء من البليون أو تقدر بطول عشرة ذرات هيدروجين في صف واحد في الطبيعة وكذلك النباتات لها القدرة على تحويل ثاني أكسيد الكربون بإستخدام الطاقة الضوئية إلى أكسجين خلال عملية البناء الضوئي تقوم هذه العملية أساسا على النانوتكنولوجي.

وتم تطبيق هذه التقنية سنة 2008 حيث تم إنتاج أغشية من مواد نانونية مثل الأنابيب الكربونية، بينما نجد أن الإدمصاص فعال علمي وإقتصادي في عملية إزالة الملوثات من المياه وتشمل : الكربون النشط، السليكا، الزيوليت. ومن تطبيقات النانو في معالجة المياه تعقيم المياه تحت الأشعة فوق البنفسجية بإستخدام ثاني أكسيد التياتنيوم في عملية تعرف بالحفز الضوئي.

II.2.2.7. كيفية إستخدام تقنية النانوتكنولوجي في تحليل ومعالجة المياه :

تم التوصل لتصنيع أغشية بإستخدام هذه التقنية بالنسبة لمياه الشرب إذا تم استخدامها تنتج لنا مياه نقية جدا وعالية النقاوة بنسبة كبيرة من الأغشية العادية، أما بالنسبة لمياه الصرف فتعطى كبس أكبر بكثير للحمأة من إستخدام البوليمر العادي أو عدم إستخدام البوليمر في حالة إستخدام النانوبوليمر.

II.3.2.7. مزايا تكنولوجيا النانو :

- وضعت حلولا لبعض الأمراض التي يصعب لتعافي المصاب بها.
- فتحت أفاقا جديدة للصناعة وتطويرها.
- تعمل على الخفض من تكاليف الكثير من الصناعات وذلك من خلال تخفيف وزن الآلات وتقليل حجمها وزيادة مساحة سطح المواد الكيميائية المستخدمة في هذه الصناعات.

II.4.2.7. عيوب تقنية النانو في معالجة المياه :

لا يوجد مخاطر محددة من التواجد المطلق للأجسام النانونية بل ممكن أن تكون مخلفات ناتجة عن الصناعات التي تستخدم هذه التقنية خطيرة على البيئة وهو ما يسمى بالتلوث النانوني.

II.3.7. معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام النباتات[6،7]:

لمعالجة مياه الصرف الصحي نستخدم بعض أنواع النباتات المائية فقد تكون طافية أو مغمورة أو ظاهرة فمن بين هذه الأنواع : النباتات القصبية، نباتات عائمة وجذورها مثبتة في التربة، نباتات جذورها مغمورة وسيقانها وأوراقها ظاهرة، نباتات مغمورة كليا في الماء، نباتات طافية على الماء وتسمى بـ Macrophytes وهي قادرة على إمتصاص كميات كبيرة من العناصر الغذائية (النيتروجين، الفوسفور، العناصر الثقيلة كالكادميوم والنحاس والزئبق...) كنتيجة طبيعية لنمو النباتات كما يتوقف معدل نمو هذه النباتات وقدرته الإمتصاصية على تركيز الملوثات في الماء وكثافة النبات، ولمعالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام النباتات نعتمد على :

- قدرة ريزومات النباتات على النمو رأسيا وأفقيا في التربة وبالتالي تعمل على تحسين التوصيل الهيدروليكي والزيادة المسامية.
- الخفض في تركيز المواد العضوية والنيتروجين بواسطة النشاط البكتيري، بحيث تتم المعالجة الهوائية في منطقة إنتشار الجذور الغير مشبعة أما المعالجة اللاهوائية فتتم في التربة المحيطة بالجذور المغمورة.
- تتم إزالة العناصر الغذائية الصغرى والعناصر الثقيلة عن طريق الإمتصاص بواسطة النباتات.

II.4.7. معالجة مياه الصرف الصحي بالحمأة النشطة:

II.1.4.7. تعريف الحمأة النشطة [8]:

هي عبارة عن خليط من الكائنات الدقيقة من البكتيريا، والطحالب والفطريات والكائنات الأولية، الجراثيم والخلايا، التي يتم الإحتفاظ بها عن طريق التهوية.

II.2.4.7. طريقة معالجة مياه الصرف الصحي بالحمأة النشطة :

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

يوصف نظام الحمأة المنشطة بأنه نظام يقوم على خلط المياه العادمة المنسابة إلى خزان التهوية مع الحمأة النشطة المتواجدة فيه بصورة عالقة، حيث يسمى السائل الناتج عن عملية الخلط بالسائل المختلط الذي يمتاز بلون يميل إلى اللون البني في حالة المعالجة السليمة.

إن مهمة المعالجة لا تقتصر على قيام البكتيريا بهضم المواد العضوية فقط، بل معرفة كيفية فصل البكتيريا من المياه الخارجة من خزان التهوية وبسبب أن وزن البكتيريا أكثر من الماء فإن ترسبها فرديا يكون بطيئا، فلهذا فإننا نعطي لها فترة كافية من أجل التجمع مع بعضها مكونة بشوائب كبيرة، حيث تتراوح فترة مكوث البكتيريا المتوسطة والتي تضمن الترسيب الفعال حوالي 3 إلى 4 أيام، وتكون تصميمات أشكال خزانات الترسيب في نظام الحمأة النشطة إما مستطيلة أو دائرية، وفي جميع الحالات يتم التخلص من الحمأة من قاع الخزان ميكانيكيا[8].

II.1.2.4.7. طريقة المعالجة بالهضم الهوائي Aerobic Digestion [9]: معالجة الحمأة بالهضم الهوائي عبارة عن إجراء عملية تهوية مستقلة للحمأة في خزان مفتوح أو مغلق عن طريق توفير قدر مناسب من الأكسجين المذاب على الهواء في الحمأة.

يعتبر الهضم الهوائي أسلوب من أساليب المعالجة بالحمأة النشطة بنظام الخلط الكامل وبتغذية على دفعات أو مستمرة، حيث يتم تهوية المحتويات لمدة تتراوح مابين 12-22 يوم حسب نوعية الحمأة لتقوم الكائنات باستهلاك الغداء أثناء عملية التهوية، وبالتالي يتناقص وتبدأ الكائنات بهضم خلاياها الذاتية لتعويض الطاقة، وتحويل الخلايا إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وأمونيا، لتتحول هذه الأخيرة في وقت لاحق إلى نترات مع إستمرار عملية التخمر.

يؤدي إستمرار التهوية والهضم إلى سهولة فصل المواد الصلبة من المياه بحيث تتم عملية التهوية والخلط لعدة أيام والترسب عند توقيف عملية الخلط فتفصل الحمأة عن المادة الطافية في نفس الخزان، وتبنى برك التخمر إما دائرية أو مستطيلة وتتم عملية التهوية بطريقة ميكانيكية وقد يستخدم الأكسجين في

عملية التهوية ويتم إرسال المادة الطافية إلى المعالجة الأولية أو الثانوية ولا يؤدي ذلك إلى حمل إضافي على مراحل المعالجة.

وتهدف هذه الطريقة في المعالجة إلى التخلص من أية روائح كريهة للحمأة، بالإضافة إلى الخفض في نسب التلوث بالمواد الصلبة قبل التخلص النهائي منها.

II.2.2.4.7. طريقة الحمأة النشطة التقليدية Conventional Activatad Sludge Process CASP[8]:

يعرف عادة النظام التقليدي الأساسي لأنظمة الحمأة النشطة بنظام المفاعل دائم الخلط مستمر الدفق ومسترجع الحمأة ويتكون من خزان التهوية، وخزان الترسيب الثانوي وخط تدوير الحمأة ونموذج الدفق المستعمل في خزان التهوية، هو النموذج التدافعي أو المتوالي أي أن شرائح المياه العرضية المنسابة من المدخل إلى المخرج تتدافع الواحدة تلو الأخرى دون أن تختلط مع بعضها، حيث يتم وضع المياه العادمة والحمأة المسترجعة إلى مقدمة الخزان وتمكث فيه مدة 6 ساعات تقريبيا فيتم الخلط مع بعضهما بفعل المهويات الميكانيكية بطريقة تضمن توزع الهواء بصورة متساوية على طول الخزان، وخلال سريان المياه في الخزان يحدث تحطيم وأكسدة المادة العضوية.

بعد خروج السائل المختلط يتم ترسيبه في خزان ترسيب الحمأة، وعمر الحمأة عموما أقل من 15 يوما، وعادة ما يكون أفضل عمر لها خلال فترة تتراوح مابين 3-10 أيام ويسترجع حوالي مابين 25-50% من الحمأة إلى مقدمة خزان التهوية، حينها ظهرت الحاجة إلى طرق بيولوجية أكثر تقدما للحصول على جودة أعلى للتدفقات السائلة الخارجة، بهدف تلبية الإشتراطات البيئية الصارمة والمتزايدة للسماح بصرف المياه المعالجة على المصارف العمومية، أو إعادة إستخدامها في الإستخدامات الصناعية والإستخدامات الأخرى من حيث محتواها المتمثل في طلب الأكسجين الكيميائي الحيوي DBO ونسب المغديات من النتروجين والفوسفور، وعلى ذلك فإنه لضمان الوفاء بتحقيق تلك المعايير البيئية الصارمة فإن بعض التعديلات المختلفة يتم إضافتها إلى التصميم الأساسي لمحطات المعالجة التي تعمل بطريقة الحمأة النشطة التقليدية.

وتطورت هذه الطريقة لتشمل مجموعة من الطرق تتمثل في :

II.3.2.4.7. طريقة الحمأة النشطة متدرجة التهوية :

تعتمد هذه الطريقة على إعطاء كمية من الهواء تتناسب مع حاجة الكائنات الدقيقة لها أثناء إنسياب السائل المختلط على طول الخزان، ولهذا فإن هذا النظام يغير فقط في أماكن توزيع أنابيب نفث الهواء وبذلك يمكن إعتباره تحسين بسيط على نظام الحمأة النشطة التقليدي عند مدخل خزان التهوية بحيث تخلط المياه العادمة مع الحمأة المسترجعة ويكون استهلاك الأكسجين عاليا فلذلك توضع ناشرات الهواء قريبة من بعضها البعض لتكفي حاجة الكائنات الحية الدقيقة من الهواء في هذه المنطقة من الخزان ومع جريان

السائل المختلط في الخزان تزداد أعداد الكائنات الحية الدقيقة ويقل الغذاء وبذلك تقل نسبة الغذاء إلى الكائنات الحية الدقيقة فيقل إستهلاك الأكسجين ولذا توضع ناشرات الهواء على مسافات متباعدة للتقليل من كمية الأكسجين المضاف. ويتميز هذا النظام من طرق المعالجة البيولوجية بتقليل كمية الأكسجين المضافة[8].

II.4.2.4.7. طريقة الحمأة النشطة الممتدة التهوية :

هي طريقة سهلة ومرنة في تشغيلها ويمكن الإستغناء عن مرحلة الترسيب الإبتدائية وتعد طريقة معدلة من طريقة المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة النشطة التقليدي تدخل المياه العادمة في هذه الطريقة إلى أحواض التهوية بحيث تنشط البكتيريا الهوائية في أكسدة المواد العضوية ويساعد على ذلك عملية التهوية الميكانيكية التي تمد المياه بالأكسجين الذائب وتسبب مزج وتحريك مستمر للسائل ضمن الحوض مما يزيد من فعالية عملية المعالجة فتخرج المياه من أحواض التهوية لأحواض الترسيب فتترسب المواد العالقة وما بها من الكائنات الحية الدقيقة ثم يعاد نسبة كبيرة من هذه الرواسب إلى أحواض التهوية للحفاظ على التركيز المناسب من المواد العالقة وما تحمله من البكتيريا التي تقوم بعملية الأكسدة، ومن مزايا هذه الطريقة[10] :

- تثبيت المواد العضوية.
- الإستغناء عن معالجة الرواسب قبل تجفيفها أو إستعمالها.

في حين أن خزانات هذه الطريقة تتميز بكبر حجمها لتعطى زمن مكوث التهوية أعلى من 15 ساعة وزمن إستخدام الحمأة مابين 15-30 يوم وهذا ما يؤدي إلى نتائج معلجة أفضل للمياه العادمة مع تولد كميات أقل من الحمأة الزائدة كمخلفات.

II.5.2.4.7. خنادق الأكسدة :

تعتبر هذه الطريقة من أحد طرق التهوية الممتدة وتصمم بنفس الأسلوب ويكون شكل خزانها كبير بيضاوي عمقه مابين 0.6 و 1.5 متر من سطح الأرض، مما يؤدي إلى منع توفر الظروف اللاهوائية في قاع الخزان ويتم دخول المياه العادمة لتخلط مع الحمأة النشطة في خندق الأكسدة لتعالج بيولوجيا ويتم تصفية مياه خندق الأكسدة في خزان ثانوي، ويتم استرجاع جزء من الحمأة المستقرة للمحافظة عليها[10].

II.6.2.4.7. طريقة الحمأة النشطة متجزئة التهوية :

تعرف أيضا بالتهوية على خطوات، وتعتبر طريقة معدلة من طريقة الحمأة النشطة فيتم دخول المياه إلى خزان التهوية بعد تجزئتها من عدة أماكن على طوله وتهدف هذه التجزئة إلى مساواة كمية الغذاء مع حاجة الكائنات الحية الدقيقة إليها وبذلك يقل الطلب الأقصى من الأكسجين في خزان التهوية، ويسمح هذا النظام بتوزيع أكثر انتظاما للطلب على الأكسجين مما يساعد على الإستغلال الأفضل

للأكسجين المضاف وتسترجع الحمأة النشطة في هذا النظام إلى القناة الأولى فقط، ويتميز هذا النظام بمرونة التشغيل[8].

II.7.2.4.7.نظام التثبيت التلامسي :

تعد هذه الطريقة تطوير النظام المعالجة بالحمأة النشطة التقليدي بهدف الإستفادة من الخصائص الإمتصاصية للحمأة النشطة فعادة ما تتم عملية إزالة طلب الأكسجين الكيميائي الحيوي على مرحلتين لتتم في خزانات مختلفة عكس الأنظمة السابقة التي تكون المرحلتين في خزان واحد، حيث يتم تهوية مياه الصرف مع الحمأة المسترجعة في خزان التلامس لمدة 30-60 دقيقة ويتم إمتصاص معظم الغروانيات والعوالق الدقيقة والمواد العضوية الذائبة، فيتم فصل الحمأة من المياه المعالجة بطريقة الترسيب فتتم عملية التهوية للحمأة المسترجعة لفترة مابين ساعة أو ساعتين في خزان تهوية الحمأة. وخلال ذلك تستعمل المواد العضوية الممتصة لإنتاج الطاقة في الخلايا الجديدة وتحتاج عملية التهوية إلى زيادة ضخ الهواء فقد تصل إلى حوالي 50% من عمليات الحمأة التقليدية ولهذا يمكن مضاعفة قدرة المحطات التقليدية بإعادة تصميمها للتناسب مع طريقة المعالجة بنظام التثبيت التلامسي[10].

II.8.2.4.7. النترجة وإزالة النترجة :

تجرى هذه العملية بشكل خاص لإزالة النتروجين وهي طريقة معدلة عن الحمأة النشطة التقليدية ويكون للبكتيريا دور واضح في عمليات التحلل للمركبات النيتروجينية خلال عمليات النشدرة والنترجة وإزالة النترجة والتي يشارك فيها أنواع مختلفة ومتعددة من البكتيريا، تحدث عملية النترجة عندما يتأكسد الأمونيوم إلى نيتريت ثم إلى نترات بواسطة بكتيريا النتروزوموناس وبكتيريا النتروباكتور في أحواض التهوية وفي وجود وفرة من الأكسجين، تتم عملية إزالة النترجة في أحواض الترسيب الثانوية وذلك بتأمين زمن تهوية طويل وإضافة مصدر كربون عضوي وتتميز هذه الطريقة بأنها موثوقة وسهلة التشغيل، تزيل حوالي 60-95% من النيتروجين وتحتاج إلى مساحات أراضي صغيرة وذات تكلفة إستثمارية وتشغيلية متوسطة[8].

II.9.2.4.7. طريقة المعالجة بالحمأة النشطة المتتابع :

هو أحد أساليب التشغيل المتطورة بنظام المفاعل الدفعي المتتابع لمعالجة مياه الصرف الناتجة عن الصناعات البترولية والبتروكيماوية وتعتمد هذه الطريقة على نفس النظرية التقليدية لمعالجة الحمأة النشطة وبإضافة نظرية المليء والإفراغ حيث أن عمليات التهوية والترسيب والترويق متماثلة في كلا الطريقتين والإختلاف الوحيد هو أن خطوات المعالجة في الطريقة التقليدية تتم في خزانات منفصلة أما في هذه الطريقة فإن جميع الخطوات تتم بطريقة متتابعة في نفس الخزان. كما يعتبر التخلص من الحمأة من أهم خطوات عملية المفاعل الدفعي المتتابع والتي تؤثر بشدة على الأداء العام للعملية وتحدث هذه العملية عادة خلال مرحلة الترسيب ومن ضمن المميزات لهذا النظام هو عدم الحاجة إلى نظام إعادة الحمأة

النشطة يمكن أن تعالج بنظام المفاعل الدفعي المتتابع وتتم العملية خلال أربع ساعات أو أقل وبالتالي يمكن الإستغناء من أحواض الترويق النهائية ومضخات إعادة ضخ الحمأة المسترجعة مما يؤدي إلى انخفاض في التكلفة التشغيلية والإستثمارية لمعالجة المياه بالطرق البيولوجية. ومن أهم ميزات هذا النظام المتطور أنه هو الغالب على المشاكل التشغيلية الناجمة عن أسلوب المعالجة بالحمأة النشطة التقليدي والخاص بصعود الحمأة وتضخمها.

II.10.2.4.7. الأهداف العامة للمعالجة بالحمأة المنشطة [11]:

- المعالجة الهوائية للفضلات السائلة بطريقة مستمرة أو غير مستمرة.
- أكسدة المواد الكربوهيدراتية.
- إتمام عملية النترتة.

II.11.2.4.7. أهم محاسن الحمأة المنشطة [12]:

- إنتاج سائل نهائي صافي وغير منفر.
- خلو النظام من الروائح الكريهة أثناء التشغيل.
- عدم الإحتياج إلى مساحات كبيرة.
- إمكانية تسويق المخلفات الناتجة (الحمأة).

II.12.2.4.7. العيوب الأساسية للحمأة المنشطة [12]:

- إحتياجات إلى مراقبة تصميم وإنشاء.
- إحتياجات إلى عمال ماهرين للتشغيل والصيانة.
- نتائجها متدنية للأحمال الصدمة والمفاجئة والتغيرات في الدفق.
- تنتج حجما كبير من الحمأة (الأوساخ) مما يزيد من مشاكل إزالة الماء من الحمأة.
- ذات تكلفة إنشاء أولية عالية.

II.13.2.4.7. أنواع أنظمة الحمأة المنشطة [1]:

تختلف أنظمة الحمأة المنشطة في أدائها حسب عدة متغيرات منها :

1- وضع النظم.
2- طريقة إدخال الهواء والفضلات للمفاعل.
3- زمن التهوية.
4- تركيز النمو الحيوي المنشط.
5- حجم المفاعل.
6- درجة المزج.

4.7.14.2.II. معالجة الحمأة :

كانت تعالج الحمأة في بعض الدول بطرق تقليدية ويتم التخلص منها عن طريق دفن 60% منها في الأرض ونتج من ذلك تلوث المياه الجوفية وإشعال لبعض الحرائق من الحرارة الناتجة عن تخمر الحمأة حيث في أواخر السبعينات مع الزيادة في كمية الحمأة لمحطات المعالجة زادت مشاكل التخلص منها وعليه بدأ البحث في البدائل للمساعدة في حل مشكلة الحمأة التي بدأت تتفاقم في الولايات الأمريكية والدليل على ذلك التوصية التي قامت بها كلية الهندسة جامعة كليمزون حيث أن نقل الحمأة أدى إلى مشاكل هندسية وبيئية صعبة في المدن الرئيسية فمن خلالها قام الباحثون بدراسات أفضل الطرق لتصميم مواسير نقل الحمأة ومحاولة معالجتها والتخلص منها [1].

تؤدي معالجة الحمأة إلى التقليل من حجم الحمأة الناتجة عن المعالجة وزيادة تركيزها وإزالة الملوثات الحيوية (الجرثومية) مما يجعلها صالحة لبعض الإستخدامات كمحسنات للتربة [7].

8.II. أهمية معالجة مياه الصرف الصحي :

معالجة مياه الصرف الصحي هي عملية إزالة الشوائب والملوثات من المياه الملوثة قبل وصولها إلى مصادر المياه الجوفية أو مسطحات المياه الطبيعية، ومن أهم أسباب معالجة مياه الصرف الصحي مايلي [2]:

1.8.II. الحفاظ على مصائد الأسماك : المياه النظيفة من أهم العوامل التي تساعد الحيوان والنبات على العيش فيها.

2.8.II. الحفاظ على الحياة المائية البرية : ترتبط الأنهار والمحيطات وغيرها بحياة العديد من الكائنات التي تعتمد على السواحل والشواطئ والمستنقعات للحصول على الغذاء والراحة.

3.8.II. التقليل من المخاطر الصحية : تنقل المياه الملوثة بالبكتيريا الضارة العديد من الأمراض وبالتالي يجب المحافظة عليها وتنظيفها.

4.8.II. الترفيه : تعتبر المناطق المائية مصدر رفاهية للعديد من الناس فمنها ما يمثل مناطق سياحية ومنها ما يعتبر مكانا للعيش للذين يفضلون العيش بالقرب من المياه.

مراجع الفصل الثاني :

المراجع باللغة الأجنبية :

[1] مذكرة ماجستير 2017-2018 (دراسة أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي) مصطفى جعفر محمد.

[2] إبراهيم أبو غزالة 24 /2020/11 ،ماهية المياه العادمة.

[3] المجلة العربية للبحث العلمي، دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتيرية لمياه شاطىء البحر برجيش في مدينة المهدية – تونس 2020/9.

[5] النانوتكنولوجي في الأغذية للدكتور أسعد رحمان سعيد الحلفي.

[6] الدكتور العابد إبراهيم 2015، أطروحة دكتوراه لمعالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، كلية الرياضيات وعلوم المادة، قسم الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

[7] عبد العزيز إبراهيم الشيخان 2019، درجة الماجستير في الهندسة الزراعية لمقارنة كفاءة إستخدام نوعين من النباتات في الأراضي الرطبة المصطنعة لمعالجة مياه الصرف الصحي، كلية الهندسة الزراعية، قسم الهندسة الريفية، جامعة حلب.

[8] منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، أبريل-نيسان 2019،تقنيات معالجة مياه الصرف الصناعي لمشروعات البتروكيماويات (دولة الكويت).

[9] "معالجة الحمأة والتخلص منها. فعالة وآمنة ".www.enderss.com.2018.03.14

[10] م/ سعيد صالح الدين حسن ،2015-2016 ،تقنيات ونظم معالجة مياه الصرف الصحي. Code . PLN.203

[11] السيد داريل جاكسون، الدكتور ميركو وينكلر، ألستاذ ثور -أكسيل ستنيروم ، 2019 ،التخطيط لسلامة الصرف الصحي.

المراجع باللغة الأجنبية :

[4]Article:Experimental Study and Design of a Submerged Membrane Distillation Bioreactor.January,2009

[12]Elizabeth Tilley, Lukas Ulrich, Christoph Lüthi,Philippe Reymond, Roland Schertenleib and Christian Zurbrügg Sewerage systems and technologies,2008.

الجانب التطبيقي

الفصل الثالث
طرق و أدوات

1.III. تقديم منطقة الدراسة [1]:

1.1.III. الموقع الفلكي :

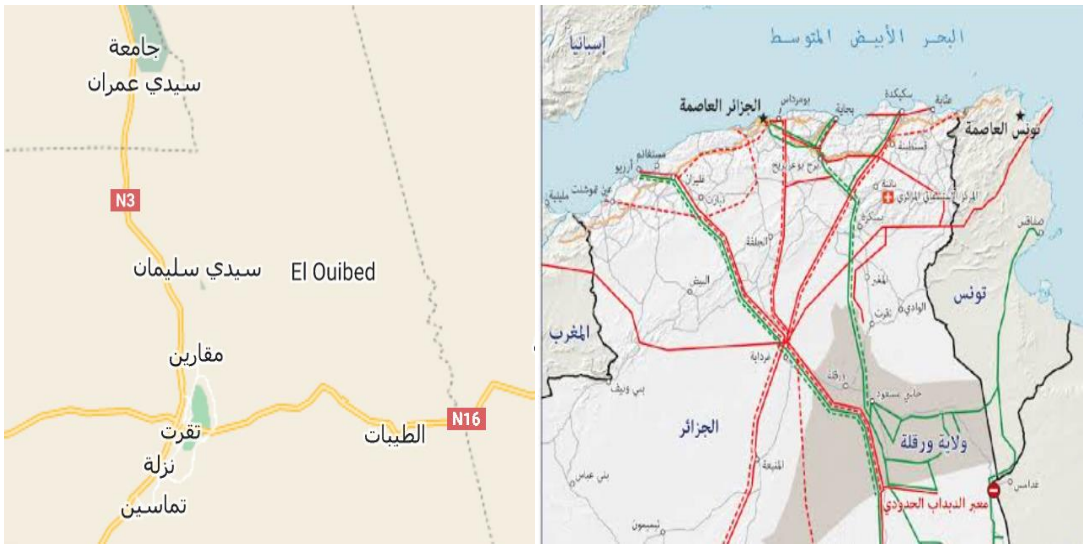
تقع مدينة تقرت بمنخفض وادي ريغ في نقطة تقاطع بين :

- دائرة عرض 33.116 درجة شمالا.
- خط طول 6.0783 درجة شرقا.

2.1.III.الموقع الجغرافي[2،1]:

تقع مدينة تقرت في المنطقة الشرقية للجزائر يحدها:

- من الجنوب مدينة ورقلة (مقر الولاية) على الطريق الوطني رقم 32 ب 160 كلم.
- من الشرق مدينة الوادي على الطريق الوطني رقم 16 ب95 كلم.
- من الشمال مدينة بسكرة على الطريق الوطني رقم 03 ب220 كلم.
- من الجنوب الغربي مدينة غرداية على طريق القرارة و بريان ب350 كلم ومدينة الجلفة على طريق مسعد ب 380 كلم، وتبعد عن الجزائر العاصمة ب 650 كلم.



الشكل (1.III):صورة توضح الموقع الجغرافي لمدينة تقرت.

مدينة تقرت عاصمة إقليم وادي ريغ الذي يمتد على مسافة أكثر من 160 كلم من الجنوب إلى الشمال، من قرية قوق إلى شط ملغيغ (اللورير) وشط مروان. حيث يقع وادي ريغ على الجهة الغربية للعرق الشرقي الكبير بالصحراء الشمالية الشرقية للجزائر، ترتفع على مستوى سطح البحر ب70 متر، تتربع مدينة تقرت على مساحة إجمالية تقدر ب481 كلم^2 [3][4].

3.1.III. الدراسة المناخية للمنطقة :

- **درجة الحرارة :** تتميز هذه المنطقة بمناخ جد حار وشتاء بارد قارص، كما يتكون الصقيع في بعض أيام الشتاء، صيف جاف وحار.
- **الرطوبة:** تتميز المنطقة بالرطوبة، لأنها المنطقة سبخية.
- **الرياح :** تهب على المنطقة رياح تدعى السروكو (ومحليا تسمى بالشهيلي).
- **الأمطار:** تمتاز هذه المنطقة بمنسوب أمطار قليل في فترة الشتاء.

2.III. تقديم محطة التصفية بتقرت :

تقع على : - خط عرض '16 °33 شمالا.

- خط طول '04 °6 شرقا.

في الشمال الشرقي لولاية ورقلة تقع محطة تصفية المياه المستعملة بتقرت بني أسود، التابعة لبلدية تبسبست دائرة تقرت على الطريق الوطني رقم 16 بين مدينة تقرت ومدينة الوادي، تتربع هذه المحطة على مساحة 5 هكتارات، بدأت تعمل في 1993/11/20م، توقفت عن العمل سنة 1995م وأعيد تأهيلها في سنة 2003، وبدأت العمل من جديد في 2004/02/24 تحت إشراف الديوان الوطني للتطهير (ONA)، وحاليا مخصصة لتنقية جزء من المياه المستعملة لمدينة تقرت الكبرى [5].

الدراسة أجريت من طرف المكتب الوطني للدراسات الهيدروليكية (PNEH) مع الشركة البلجيكية لتنقية المياه في سنة 1982 رقم العملية 5.392.1666.00.02 تحت اسم وحدة التطهير بتقرت هذه الوحدة أنجزت في إطار برنامج تطوير بلدي.

الشكل (2.III): صورة توضح محطة التصفية بتقرت

3.III. مكونات نظام التصفية بالحمأة النشطة المستخدم في محطة تقرت:

تستقبل المحطة المياه الملوثة بتعدد الأنشطة البشرية و التي تحتوي على عدة أنواع من ملوثات حيث تختلف مراحل معالجتها [6] والتي تنقسم على النحو التالي :

1.3.III. المعالجة الفيزيائية:

وهي المرحلة الأولية و تتم فيها العمليات التالية:

1.1.3.III. عملية الغربلة (Le Dégrillage):

يتم فيها نزع و غربلة الشوائب التي تأتي من شبكات الضخ إلى المحطة و تتم على مرحلتين : مرحلة شبكة آلية وأخرى تلقائية، بحيث تبلغ سعة المياه 400 ملم و عرض القناة 800متر.

الشكل (3.III): صورة توضح عملية الغربلة

2.1.3.III.عملية نزع الأتربة و الزيوت (*Dessablage-déshuilage*) :

في هذه العملية يتم ضخ المياه الناتجة عن عملية الغربلة حاملة للأتربة و الزيوت في الحوض يبلغ 15متر و بواسطة مضخة هوائية يتم فصل بين الزيوت و الأتربة بحيث يتم التخلص من الأتربة في حوض يبلغ 2 متر و حوض الزيوت يبلغ 1.10متر.

الشكل (4.III):صورة توضح عملية نزع الأتربة و الزيوت

2.3.III. المعالجة البيولوجية:

تعد هذه المرحلة من أهم مراحل المعالجة، بحيث يتم تهوية المياه باستعمال مراوح تدور بسرعة عالية تقوم بتزويد أحواض التهوية بالأوكسجين لتنشيط البكتيريا، التي تتغذى على المواد العضوية المتواجدة في المياه لتنقل بعدها إلى أحواض الترسيب، والذي يتم فيه فصل الماء عن الحمأة هذه الأخيرة تضخ في حوض تثخين بكتيريا الميتة، أما البكتيريا الحية تعاد إلى حوض التهوية بواسطة لولب إعادة الحمأة النشطة، لتنتقل المياه المجمعة إلى أحواض المعالجة الكيميائية و البكتيريا الميتة الناتجة عن حوض التثخين ترسل إلى مقابر الجفيف [6]، و تتم العمليات وفق مايلي:

1.2.3.III. حوض التهوية (*Lebas sin d'aération*):

الماء الناتج يتم صبه في حوضين لتهوية ذات الشكل المستطيل ومنها ينشط الأوكسجين عن طريق 04 تربينات هوائية و المياه الزائدة يتم نقلها إلي مصبين بواسطة 02 منزلق أفقي.

نوع التحويل : بيولوجي /حجم الحوضين :7200متر مكعب /العرض: 20 متر /الطول :40متر

عمق المياه: 405 متر /التركيز: غ/مول

الوقت المتوسط :18.5 ساعة

السرعة الداخلة و الخارجة : 31/1450 دورة/دقيقة.

الشكل (5.III):صورة توضح حوض التهوية

3.3.III.المعالجة الكيمائية:

يتم تعقيم المياه المعالجة بإضافة ماء جافيل من اجل قضاء على مكروبات المتبقية في المياه و تكون كما يلي :

1.3.3.III.حوض الكلورير(*Bassin de chloration*) :

تعقيم المياه في حوض الكلورير المستطيلي يتم بإضافة كلور الصوديوم (NaCl) والتحول ضروري و مفروض للمياه إما الداخلة أو الخارجة من حوض الكلورير، و ضمان التزام بالوقت المرتبط بالتدفق و المياه المعقمة يتم إخلاء الفائض منها من قناة المستنقع لتمر ضمن قناة واد ريغ.

الطول: 15.7متر/العرض : 6متر

العمق الإجمالي : 3.20متر

العمق المستعمل : 2.96متر

حجم الماء: 278.8متر مكعب.

الشكل (6.III): صورة توضح حوض الكلورير

4.3.III. إعادة الرسكلة (boues de recirculation) Vis d'archiméde:

تنشأ عن المصبين بحيث تضخ البكتيريا بقوة وترجع نحو أحواض التهوية من أجل الحفاظ على التركيز والبكتيريا تضخ إلى حوض السماكة.

الزاوية : 30 درجة قطر المحرك: 0.85متر

قطر العارضة : 0.455متر

ارتفاع تعبئة : 0.565 متر

طول مسامير: 3.23متر

سرعة داخلة خارجة : 50/1500 دورة / دقيقة.

الشكل (7.III): صورة توضح كيفية إعادة الرسكلة

5.3.III. تثخين البكتيريا (*L'épaississeur (boues en excès*):

يتم تثخين البكتيريا قبل أن تجفف في حوض مخروطي الشكل، و السماكة هي الهدف الأول لزيادة تركيز البكتيريا، بحيث تقدر إنتاجية المضخة حوالي 20 متر مكعب /ساعة.

إرتفاع المخروط : 4.3متر

ارتفاع ماء المحيط : 4 متر

عمق المخروط : 0.5 متر /القطر : 8 متر

مساحة السطح : 50متر مربع

الحجم : 208متر مكعب /الحجم المتوسط للبكتيريا السميكة : 62.5 متر مكعب.

الشكل (8.III): صورة توضح كيفية تثخين البكتيريا

6.3.III. مقابر التجفيف (Les lits de séchage):

بعدما يتم تثخين البكتيريا تصب في مقابر التجفيف لتجفف و تستعمل كأسمدة عضوية، يبلغ الحجم الكلي لقاع التجفيف حوالي 18.250 متر مكعب الطول : 25 متر.

العرض : 8 متر.

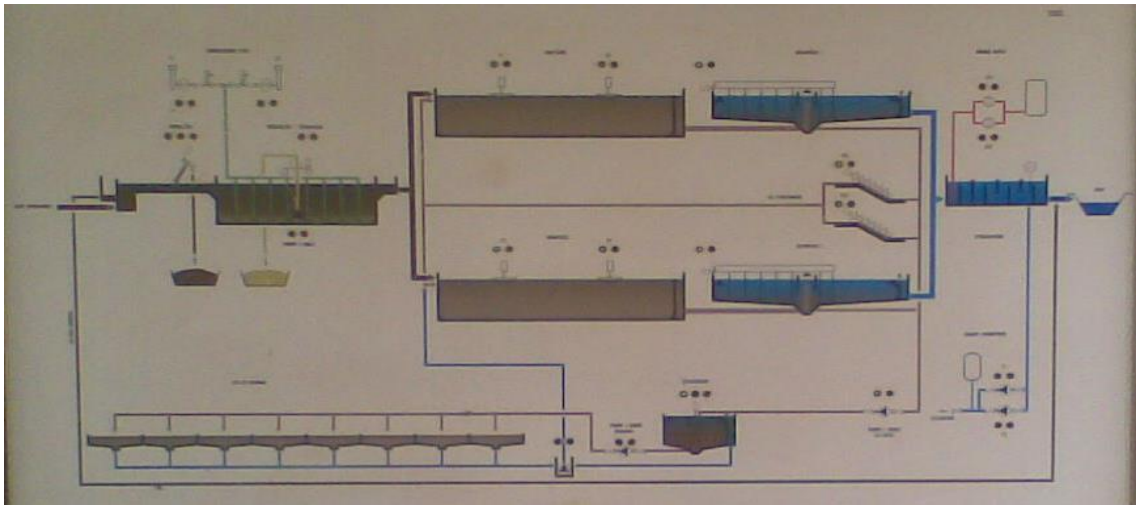
مساحة السطح : 200متر مربع.

ارتفاع تعبئة : 0.4 متر.

الشكل (9.III): صورة توضح مقابر التجفيف

4.III.مخطط العام لتصفية المياه :

ويتمثل هذا المخطط في النموذج التالي الذي يوضح عمل نظام التصفية بالمحطة بداية بمرحلة الغربلة بعد وصول المياه الملوثة بحيث تمر بالمراحل (فيزيائية و كيميائية و بيولوجية) وصولا إلى أحواض الكلورير ومن ثم تنتهي بمقابر التجفيف.



الشكل (10.III): صورة توضح مخطط العام لتصفية المياه

5.III. مردود التنقية :

لتحديد كفاءة مردود التنقية بواسطة الحمأة النشطة بتقرت للوسائط المدروسة وفق المعادلة التالية :

$$R\% = ((C_E - C_S)/ C_E) * 100$$

R: مردود التنقية.

C_E: تركيز الوسائط المتواجدة في المياه المستعملة الداخلة للحوض (mg/l).

Cs: تركيز الوسائط المتواجدة في المياه المستعملة الخارجة من الحوض (mg/l).

6.III. تحديد الوسائط الفيزيوكيميائية المقاسة :

1.6.III. طريقة أخذ العينات:

إن أخذ عينة من مياه المحطة عملية دقيقة يجب أن تؤخذ بعناية فائقة فهي شرط ضروري لتفسير نتائج و بيانات بدقة، تم أخذ عينات لإجراء التحاليل الفيزيائية و الكيميائية في مختبر الديوان الوطني لتطهير ONA خلال أربع مواسم من 2018 إلى غاية 2021 في الصباح من الساعة (08:00 إلى 10:00)، تؤخذ العينات في عبوات زجاجية من البولي إيثلين المعقم أو البورسليكات نظيفة معنونة بمكان وتاريخ ووقت.

2.6.III. تحديد المواد العالقة MES:

الطريقة المتبعة لقياس كمية المواد العالقة MES(NF;T90-105) تمت وفق طريقتين :

- **الطريقة الأولى** : طريقة الترشيح استعملناها عندما تكون المياه قليلة المواد العالقة.
- **الطريقة الثانية** : طريقة الطرد المركزي (Centrifugation) استعملناها عندما تكون المياه ذات كثافة عالية بالمواد العالقة.

- **الأدوات والأجهزة المستعملة**:

- الحاضنة Etuve (150°C).
- جهاز نزع الرطوبة Dessiccateur.
- ميزان إلكتروني.
- جهاز الطرد المركزي ذو معدل سرعته (2800-3200) دورة في الدقيقة.
- جهاز الترشيح تحت الضغط (rampe de fibration).
- حوجلة عيارية.
- بوتقات Capsule.
- أوراق ترشيح (GF/C).

- **طريقة الترشيح :**

- نبلل ورقة الترشيح بالماء المقطر ثم نضعها داخل الحاضنة على درجة حرارة 150 °C بضعة دقائق.
- نخرج ورقة الترشيح ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة dessiccateur
- نزن ورقة الترشيح وهي فارغة ونسجل وزنها M_0.
- نأخذ حوجلة ذات سعة 100ml نغسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر.
- نأخذ 100ml من العينة ثم نسكبها على ورقة الترشيح في جهاز الترشيح.

- بعد نهاية الترشيح نأخذ ورقة الترشيح ونضعها داخل الحاضنة على درجة حرارة 150°C لمدة ساعتين
- نخرج ورقة الترشيح من الحاضنة ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل dessiccateur لمدة 15دقيقة.
- نزن ورقة الترشيح ونسجل وزنها M1.

حساب النتيجة:

كمية المواد العالقة تحسب بالفرق في وزن ورق الترشيح بعد التجفيف و وزن ورق الترشيح وهو فارغ، انطلاقا من العلاقة التالية وتعطي بـ (mg/l).

$$C(MES)= (M_1-M_0)/V$$

C(MES) : تركيز المواد العالقة (mg/l).

M_0: وزن ورق الترشيح وهو فارغ (mg).

M_1 : وزن ورق الترشيح بعد التجفيف (mg).

V : حجم الماء المستعمل من العينة (ml).

- **طريقة الطرد المركزي(Centrifugation):**

- نأخذ 100ml من العينة و نضعها داخل إناء pots ذو سعة 100ml.
- نخضعهما لطرد مركزي لمدة 20 دقيقة حتى نحصل على الراسب .
- ننزع الماء العالق ثم نغسل الراسب بالماء المقطر ثم نخضعه مرة أخرى للطرد المركزي لمدة 20 دقيقة .
- نزن بوتقة نظيفة (Capsule) ونسجل وزنها M_0
- نسكب الراسب داخل Capsule ثم نضعها داخل الحاضنة (Etuve) على درجة حرارة 105°C حتى نحصل على وزن مستقر.
- نخرج البوتقة (Capsule) من الحاضنة ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل dessiccateur
- نزن البوتقة (Capsule) مع الراسب الجاف ونسجل وزنها M_1.

حساب النتيجة : تركيز MES يحسب من العلاقة التالية :

$$MES= (M_1-M_0)X1000/V$$

ويعطى بوحدة (mg/l)

M_0: وزن البوتقة Capsule قبل الاستعمال (mg)

M_1: وزن البوتقة مع الراسب بعد الاستعمال (mg)

V: حجم الماء المستعمل مع العينة (ml)

الشكل (11.III): صورة تمثل جهاز الطرد المركزي

3.6.III. تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين (DCO):

تم تحديد DCO بطريقة اللأكسدة بواسطة بيكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الفضة $AgSO_4$ و سلفات الزئبق $HgSO_4$ بواسطة جهاز (spectrophotomètre DR3900) بطريقة Digestion par rèacteur، وفي قياسنا لDCO استعملنا كبسولات تحتوي على الكاشف التجاري محضر سابقا.

- **الأدوات والأجهزة المستعملة :**

- جهاز Thermoré spectrophotomètre DR3900.
- مولد للحرارة Thermo réacteur.
- حامل – كأس بيشر – ماصة – ماء مقطر.

- **طريقة العمل :**

- نرج كبسولة تحتوي على المتفاعلات جيدا من أجل مزج المواد المترسبة.
- بواسطة ماصة نظيفة نأخذ 2 ml *من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوب* (كبسولة) التي تحتوي على المتفاعل بحيث تكون الكبسولة بشكل مائل.
- نغلق الكبسولة بإحكام و نرجها جيدا.
- نسخن الكبسولة لمدة 120 دقيقة على درجة حرارة C°148 داخل مولد الحرارة Thermo-rèacteur.
- نخرج الكبسولة من Thermo-rèacteur ونتركها تبرد على حامل لمدة 10 دقائق.
- بعد 10 دقائق نرج الأنبوبة (الكبسولة) جيدا ثم نتركها تبرد على درجة حرارة عادية (زمن التبريد حوالي 30 دقيقة أو أكثر).
- بعد انتهاء وقت التبريد نضع الكبسولة داخل جهاز spectrophotométre,DR3900.
- نقرأ قيمة DCO من الجهاز مباشرة تبقى النتيجة مستقرة لمدة زمنية والنتيجة يعبر عنها بـ (mg/l).

الشكل (12.III): صورة توضح الكاشف المستخدم لقياس DCO.

4.6.III. تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين (DBO_5):

تم تحديد كمية DBO_5 باستعمال جهاز (ISO5813) DBO (MF120) بطريقة manométrique

- **الأدوات والمواد المستعملة :**

- جهاز قياس DBO_5.
- قضيب مغناطيسي.
- حاضنة (20°C).
- قارورات الحضن عازلة لضوء ذات سعة 500ml مزودة بغطاء داخلي وغطاء خارجي.
- ملقط.
- حوجلة عيارية.
- مثبط 1-alkyle-2-Thio-urée(C4H8N2S).
- هيدروكسيد البوتاسيوم.

- **طريقة العمل:**

- إن تحديد تركيز الـ DCO أمر ضروري لمعرفة الحجم الذي سيتم تحليله من أجل تحديد الـ DBO_5.
- يتم تحديد حجم المأخود لحساب الـ DBO_5 بالعلاقة التالية :

$$DBO5 = DCO\ (mg/l) * 0.85$$

- نحصل على قيمة نسقطها في الجدول التالي ونتحصل على الحجم المراد تحليله.

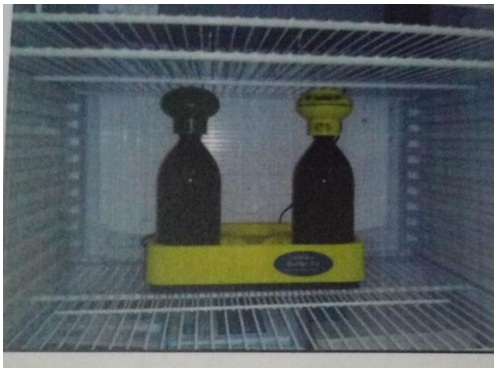
الجدول (1.III): معامل تغير قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة المستعملة.

مجال القياس	حجم العينة	المعامل	قطرات المثبط
0-40	432	1	9
0-80	365	2	7
0-200	250	5	5
0-400	164	10	3
0-800	97	20	2
0-2000	43.5	50	1
0-4000	22.7	100	0.5

- نقيس بواسطة دورق مدرج كمية العينة اللازمة للتحليل ثم نسكبها داخل قارورات الحضن نظيفة.
- نضع القضيب المغناطيسي داخل كل قارورة.
- نظيف قطرات من المثبط.
- بواسطة ملقط نظيف قرصين من هيدروكسيد الصوديوم NaOH في كل غطاء داخلي للقارورة.
- نغلق القارورة بإحكام بواسطة TOP OXI.
- نضغط على الزرين (S+M) في وقت واحد لمدة 3 ثواني حتى تظهر على الشاشة القيمة (00).
- نثبت درجة حرارة الثلاجة على درجة حرارة 20 درجة مئوية ونتركها لمدة خمس أيام.
- نقرأ القيمة المعروضة على الشاشة بعد خمسة أيام ونحسب قيمة الـ DBO_5 بالعلاقة التالية:

$$DBO_5\ (mgO_2/l) = \text{قراءة قيمة X المعامل}$$

- قيمة القراءة : هي القيمة المتحصل عليها من الجهاز
- المعامل : يتم تحديده من خلال الجدول أدناه الذي يربط العلاقة بين قيمة DBO_5 بدلالة حجم العينة لأن كمية الطلب البيوكيميائي للأكسجين للعينة يتعلق بكمية المواد العضوية العالقة، قيمة DBO_5 تمثل نسبة 80% من قيمة DCO.



الشكل (13.III): زجاجيات قياس (DBO5)

الشكل (14.III): جهاز (DBO_5) (MF120)

5.6.III. تحديد كمية النتريت $N\text{-}NO_2$:

تم تحديد كمية النتريت بواسطة جهاز (spectrophotomètre DR3900) بطريقة Diazotation.

- **الأدوات والأجهزة المستعملة :**

- جهاز spectrophotomètre DR3900.
- أنبوب كالورومتريك Cuvette colorimétrique بسعة 25ml,20ml,10ml.
- كأس بيشر بسعة 50 ml.

*** المتفاعلات :**

- كاشف (Nitri Ver 3) بشكل كيس تجاري محضر مسبق.
- ماء مقطر.

*** طريقة العمل :**

- نأخذ 10ml من العينة نضعها داخل جهاز spectrophotomètre DR3900.
- نسكب محتوى الكاشف داخل الأنبوب.
- نغلق الأنبوب بإحكام ونرج جيدا ونتركه لمدة 15 دقيقة لتتفاعل.
- نأخذ 10ml من الماء المقطر (الشاهد) ونضعها داخل أنبوب كالورمتري ثاني ثم نسكب محتوى الكاشف ونرج جيدا ثم نضعه داخل جهاز spectrophotomètre DR3900.
- نضبط الجهاز على الصفر.
- بعد 15 دقيقة من التفاعل نضع الأنبوب الذي يحتوي على العينة داخل جهاز القياس ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز.

الشكل (15.III): صورة توضح الكاشف المستخدم لقياس النتريت

6.6.III. تحديد كمية النترات $N\text{-}NO_3^-$:

تم تحديد كمية النترات NO_3^- بواسطة جهاز (spectrophotomètre DR3900) والطريقة المتبعة Réduction au Cadmium.

- **الأدوات والأجهزة المستعملة:**

- جهاز spectrophotomètre DR3900.
- كأس بيشر بسعة 50 ml.
- أنبوب كالورومتري Cuvette Colorimétrique بسعة 10ml , 20ml , 05ml.

*** المتفاعلات :**

كاشف (Nitri Ver5) بشكل كيس تجاري محضر مسبقا.

- **طريقة العمل :**

- نسكب 10ml من العينة داخل أنبوب كالورمتري.
- نسكب محتوى الكيس Nitri Ver 5 داخل الأنبوب.
- نغلق الأنبوب بإحكام ونرج جيدا مدة دقيقة واحدة.
- نترك الأنبوب مدة 5 دقائق ليتفاعل.
- نأخذ 10 ml من الماء المقطر (الشاهد) ونضعها داخل أنبوب كالورمتري آخر ثم نضيف له محتوى كيس Nitri Ver5.
- ثم نضعه داخل جهاز spectrophotomètre DR3900 من أجل ضبط الجهاز على الصفر.

7.6.III. تحديد كمية أورتوفوسفات $P\text{-}PO_4^{3-}$:

تم تحديد كمية أورتوفسفات بواسطة جهاز DR3900 spectrophotomètre حسب طريقة Phos Ver3 (حمض الاسكوربيك).

- **الأدوات والأجهزة المستعملة :**

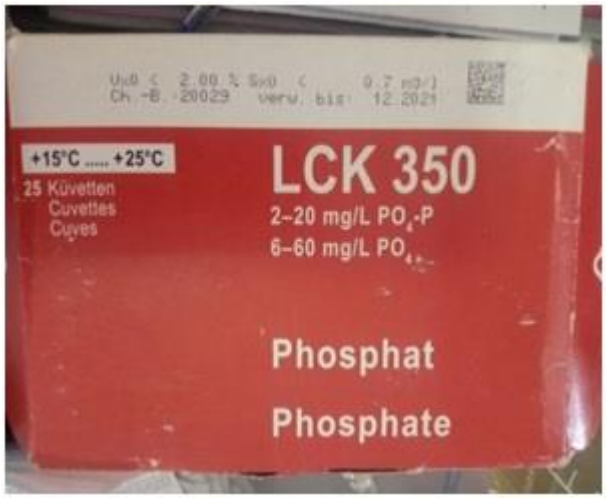
- جهاز spectrophotomètre DR3900.
- كأس بيشر.
- أنبوب كالورومتري Cuvette Colorimétrique بسعة 10ml , 20ml , 25ml.

*** المتفاعلات :**

كاشف Phos Ver3: بشكل كيس تجاري محضر مسبقا.

- **طريقة العمل:**

- نأخذ 10ml من العينة ونضعها داخل أنبوب كالورومتري.
- نضيف للأنبوبة محتوى الكيس Phos Ver3.
- نغلق الأنبوب جيدا ثم نرجه و نتركه لمدة دقيقتين ليتفاعل.
- أثناء مدة التفاعل نحضر أنبوب ثاني ونضيف له 10ml من الماء المقطر (الشاهد) ونضيف له المتفاعل Phos Ver3.
- نضع أنبوب الشاهد على الجهاز ونضبط الجهاز على الصفر.
- نأخذ الأنبوب الذي يحتوي على العينة ونضعه داخل الجهاز spectrophotomètre DR3900
- ثم نقرأ النتيجة على الجهاز spectrophotomètre DR3900 مباشرة بـ (mg/l).



الشكل (16.III): صورة توضح الكاشف المستعمل لقياس الاورتوفوسفور

8.6.III. قياس كمية الأكسجين المنحل O_{diss} :

تم قياس الأكسجين المنحل داخل العينة بالطريقة الأمبيرومترية Ampérométrique

- جهاز القياس Oxymétrie BPL Inolab.

- **طريقة العمل :**

- نفتح الجهاز.
- نغسل قطب الجهاز بالماء المقطر.
- نأخذ 100ml من العينة ونضعها داخل كأس بيشر.
- نغمس قطب الجهاز في بيشر ونتركه حتى يستقر.
- نسجل من الجهاز النتائج (التركيز- التشبع - الضغط الجزئي للأكسجين) عند ثبوتها على الجهاز.
- بحيث القراءة تأخذ مباشرة من الجهاز.

9.6.III. قياس الأس الهيدروجيني pH :

تم قياس pH بواسطة جهاز pH متر.

- **طريقة قياس pH :**

- ضبط الجهاز.
- نشغل جهاز pH متر.
- غسل القطب بالماء المقطر.
- نضع داخل كأس بيشر صغير محلول موقي PH =7.
- ضبط جهاز الرج على أقل سرعة (سرعة ضعيفة).
- ندخل قطب داخل المحلول الموقي.
- نتركه مدة صغيرة حتى يستقر و يظهر على الجهاز طلب إدخال المحلول الموقي الثاني.
- نسحب القطب ثم نغسله جيدا بالماء المقطر ثم ندخله في كأس بيشر رقم 2 يحتوي على محلول موقي (pH = 4 أو pH =10) حسب طبيعة الوسط المراد قياسه.
- نسحب قطب الجهاز ونغسله بالماء المقطر.

10.6.III. قياس درجة الحرارة T °C:

في قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز متعدد القياسات (Analyseur multi paramètres) كما يمكن استعمال جهاز في قياس الناقلية والملوحة وفي قياس درجة الحرارة في الوسط المائي.

طريقة العمل :

- نشغل الجهاز.

- نقوم بغمس قطب الجهاز داخل العينة.
- نقرأ مباشرة درجة الحرارة عند استقرارها على الجهاز.

11.6.III. قياس الناقلية الكهربائية CE:

تم قياس الناقلية الكهربائية بواسطة جهاز قياس الناقلية Condictiveté

- **طريقة العمل :**

- نوصل القطب الخاص بقياس ناقلية بمكانه المخصص في الجهاز.
- نغسل القطب بالماء المقطر.
- ندخل القطب داخل كأس بيشر المحتوي على العينة.
- نقرأ القيمة ناقلية الكهربائية مباشرة من الجهاز عند استقرارها.

الشكل (17.III): صورة توضح أجهزة قياس عناصر الكيميائية (الناقلية، الأوكسجين، أملاح و PH)

مراجع الفصل الثالث :

المراجع باللغة العربية :

[1] عبد الرحمان ابن خلدون، 1983، كتاب العبلر و ديوان المبتدأ أو الخبر، المجلد السابع، بيروت ولبنان ج 13، ص 98.

[2] عبد الرحمان الجيلاني، 1980، تاريخ الجزائر العام، دار الثقافة بيروت ج1، ص 138.

[3] عبد الرحمان إبراهيم قادري، 1999، التعريف بوادي ريغ منشورات جمعية الوفاء لشهيد تقرت الآمال للطباعة –الوادي، ص 09/06/05

[4] إبراهيم بن محمد الساسي العوامر، 1977، الصروف في تاريخ الصحراء و سوف – الدار التونسية للنشر، ص 78.

[5] العابد إبراهيم، 2015، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة ص 11، 15، 18، 20، 22.

المراجع باللغة الأجنبية:

[6] ONA-Station d’épuration des eaux usées Touggourt.

الفصل الرابع
نتائج ومناقشة

1.IV. مقدمة :

تمت دراسة ومتابعة نتائج بمخبر محطة التصفية لسنة 2018-2021 بالديوان الوطني لتطهير وكذا تحديد المعايير الفيزيوكيميائية لمياه المعالجة الخارجة من المحطة وإجراء تحاليل للمياه المغذية للأحواض ويتم تقييم دراسة كفاءة تقنية المعالجة بالحمأة المنشطة بمحطة تقرت.

2.IV. معامل التحلل البيولوجي ($K = DCO/DBO_5$):

لكي يتم تعيين نوع المعالجة المطبقة على المياه يرتبط بمدى قابلية الماء على التحلل البيولوجي بحيث تحدد النسبة (DCO/DBO_5) المعبر عنها بالمعامل **K** قابلية التحلل للمواد العضوية في مياه الصرف الصحي المستقبلة من طرف المحطة، فإن النسبة المتحصل عليها تساوي أو تزيد عن **3** توضح ضعف التحلل البيولوجي والذي يفسر مقاومة المادة العضوية في المياه، ومنه المياه تحتاج إلى طرق أكثر فاعلية في المعالجة.

ولمعرفة طبيعة المياه الواردة إلى المحطة يكون على حسب قيمة المعامل **K** فذا كانت النسبة:

- $K < 3$ المياه الداخلة إلى المحطة مياه حضرية.
- $K \geq 3$ المياه الداخلة إلى المحطة مياه مختلطة صناعية وحضرية.

3.IV. خصائص مياه الصرف المستعملة (الداخلة) لمحطة التصفية:

لتحديد خصائص مياه الصرف الصحي في محطة التصفية **بتقرت** تم إجراء تحاليل الفيزيوكيميائية لمعايير التلوث المتمثلة في قياس كل من :

O_2dissous, DBO5, DCO, MES, pH, Conductivité, Salinité, Température N-NO2, N-NO3 N-NH4, PO_4^{3-}.

وتم أخذ القيم المتوسطة للوسائط المقاسة لمياه الصرف الصحي في المحطة خلال أربع سنوات من **2018** إلى **2021**، فكانت النتائج كما يلي :

الجدول (1.IV): يوضح القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المستعملة (الداخلة) لمحطة التصفية.

السنوات وعدد العينات / الوسائط المدروسة	عدد العينات	2018			عدد العينات	2019			عدد العينات	2020			عدد العينات	2021		
		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا
Température	48	32.1	28.425	21.1	48	33.1	26.95	19.8	48	34.30	28.3	21.40	40	33.60	28.55	21.60
Conductivité	48	24.63	6.295	4.87	48	6.22	5.66	5.2	48	7.78	5.93	4.78	40	6.55	5.07	2.63
Salinité	48	3.9	3.45	2.7	48	3.3	3.05	2.8	48	3.4	2.95	2.6	40	3.4	2.7	1.4
PH	48	8.9	7.58	7.4	48	7.57	7.33	7.06	48	8.25	7.38	5.65	40	7.81	7.3	7.01
O_2 dissous	48	0.83	0.1975	0.92	48	0.94	0.205	0.09	48	0.810	0.165	0.100	40	0.970	0.28	0.120
$N\text{-}NH_4$ mg/l	16	31.7	15.805	13.35	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
$N\text{-}NO_2$ mg/l	48	0.37	0.102	0.04	48	0.141	0.101	0.032	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
$N\text{-}NO_3$ mg/l	48	33.4	20.65	0.25	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
NT mg/l	32	18.6	14.155	6.9	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
PO_4 mg/l	48	17.95	8.31	5.85	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
MES mg/l	48	973.43	269.95	125.7	48	296.00	165.25	47.00	48	170.00	120.00	76.90	40	354.00	198.335	120.00
DCO mg/l	48	380.5	271.835	203.25	48	378.00	288.5	249.00	48	372.00	270.00	192.00	40	290.00	234.00	114.00
DBO_5 mg/l	48	185.00	122.5	86.67	48	200.00	135.0	90.00	48	200.00	115.00	75.00	40	180.00	130.00	90.00

الجدول (2.IV): قيم معامل التحلل البيولوجي للمياه المستعملة الداخلة لمحطة التصفية

الأشهر		2018	2019	2020	2021
جانفي	DCO	234.69	275.00	255.00	114.00
	DBO_5	113.86	110.00	90.00	110.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.06	2.5	2.83	1.03
فيفري	DCO	253.25	254.00	323.00	190.00
	DBO_5	117.50	140.00	150.00	110.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.15	1.81	2.15	1.72
مارس	DCO	289.25	358.00	320.00	238.00
	DBO_5	97.50	150.00	120.00	90.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.96	2.38	2.66	2.64
أفريل	DCO	269.00	274.00	238.00	180.00
	DBO_5	125.00	130.00	90.00	140.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.15	2.10	2.64	1.28
ماي	DCO	291.00	298.00	220.00	230.00
	DBO_5	137.50	150.00	110.00	120.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.11	1.98	2	1.91
جوان	DCO	210.75	341.00	341.00	186.00
	DBO_5	86.67	200.00	200.00	160.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.43	1.70	1.70	1.16
جويلية	DCO	203.25	256.00	262.00	255.00
	DBO_5	97.50	150.00	140.00	160.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.08	1.70	1.87	1.59
أوت	DCO	274.67	249.00	249.00	246.00
	DBO_5	156.67	90.00	90.00	90.00
	$K = DCO/DBO_5$	1.75	2.76	2.76	2.73
سبتمبر	DCO	305.50	378.00	372.00	290.00
	DBO_5	185.00	140.00	123.00	180.00
	$K = DCO/DBO_5$	1.65	2.7	**3.02**	1.61
أكتوبر	DCO	288.00	298.00	192.00	280.00
	DBO_5	120.00	130.00	75.00	150.00
	$K = DCO/DBO_5$	2.4	2.29	2.56	1.86
نوفمبر	DCO	230.00	305.00	350.00	/
	DBO_5	170.00	130.00	90.00	/
	$K = DCO/DBO_5$	1.35	2.34	**3.88**	/
ديسمبر	DCO	380.50	279.00	278.00	/
	DBO_5	185.00	110.00	120.00	/
	$K = DCO/DBO_5$	2.056	2.53	2.31	/
القيمة المتوسطة		**2.095**	**2.315**	**2.6**	**1.665**

من خلال قيم الوسائط المقاسة للمياه المستعملة الداخلة للمحطة في السنوات الأربع المدروسة من 2018 إلى 2021 الموضحة في الجدول (**1.IV**) يتبين لنا أن المياه المستعملة الداخلة للمحطة ضمن معايير المياه الصرف المنزلي حسب الجريدة الرسمية الجزائرية 2009.

أما بالنسبة لمعامل التحلل البيولوجي **($K = DCO/DBO_5$)** الموضح في الجدول (**2.IV**) المياه المستعملة هي مياه صرف منزلي وقابلة لتحلل البيولوجي حيث بلغت القيمة المتوسطة 2.095، 2.315، 2.6 و1.665 في سنة 2018، 2019، 2020 و2021 على ترتيب، باستثناء شهر سبتمبر ونوفمبر بلغت 3.02، 3.88 على توالي في المحطة ويعود ذلك إلى زيادة نسبة المذابح لوجود مناسبات في المنطقة، إضافة إلى ارتفاع الحمولة العضوية نتيجة الدماء المحملة التي تصرف في قنوات صرف المنزلي، وبالتالي انطلاقا من القيم المقدمة في الجداول (**1.IV**) و(**2.IV**) والملاحظات المقدمة تبين لنا أن المياه الصرف الصحي هي مياه حضرية وغياب التصريفات الصناعية.

4.IV. أداء وكفاءة إزالة الملوثات بالمحطة :

في هذه الدراسة تم تقييم أداء المحطة من حيث إزالة الملوثات من مياه الصرف المستعملة بطريقة الحمأة النشطة، وكذا دراسة الوسائط الفيزيوكيمائية الموضحة في الجدول أدناه:

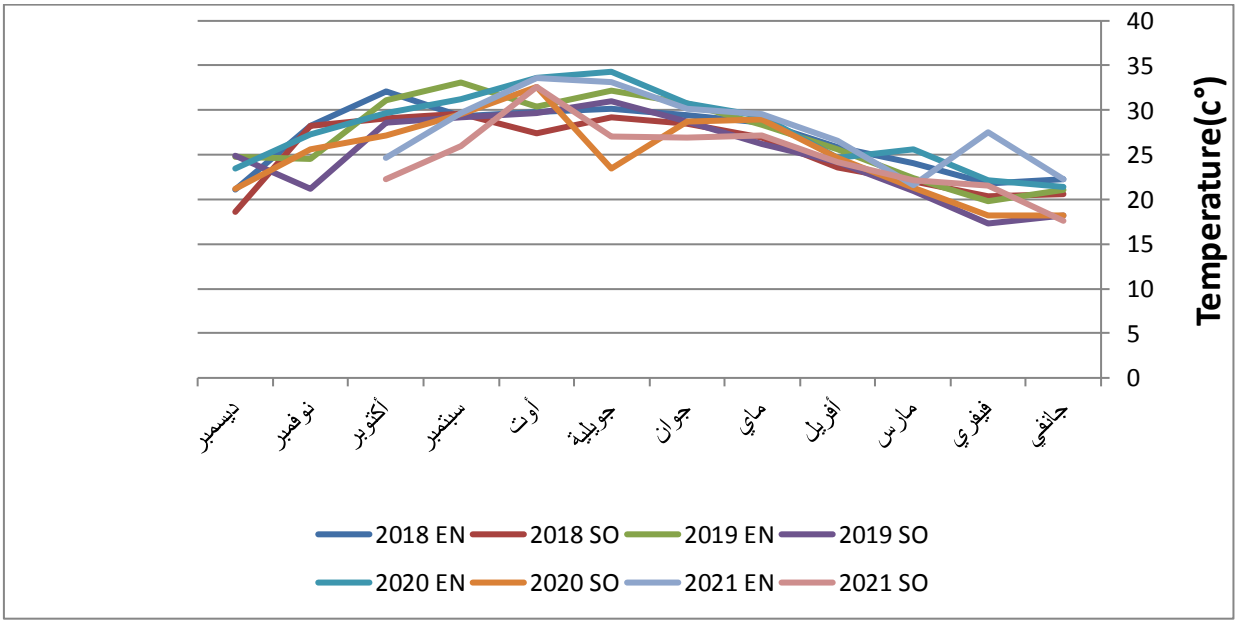
الجدول (3.IV): يوضح القيم المتوسطة للوسائط المقاسة للمياه المعالجة (الخارجة) لمحطة التصفية

السنوات وعدد العينات / الوسائط المدروسة	عدد العينات	2018			عدد العينات	2019			عدد العينات	2020			عدد العينات	2021		
		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا		القيمة العظمى	القيمة الوسطى	القيمة الدنيا
Température	48	29.6	27.165	18.6	48	31.00	25.55	17.3	48	32.6	25.1	18.20	40	32.60	25.1	17.60
Conductivité	48	7.08	6.255	5.3	48	5.95	5.545	4.27	48	7.66	5.59	5.13	40	6.20	4.93	3.31
Salinité	48	3.9	3.4	3.00	48	3.2	3.1	2.7	48	3.4	2.95	2.8	40	3.1	2.55	1.7
PH	48	7.98	7.56	5.16	48	7.67	7.36	7.28	48	8.28	7.4	7.86	40	7.86	7.565	6.98
O_2 dissous	48	5.67	3.3865	1.33	48	5.28	4.345	2.11	48	6.3	4.94	3.090	40	5.66	4.4	3.110
$N\text{-}NH_4$ mg/l	48	7.24	4.67	1.37	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
$N\text{-}NO_2$ mg/l	48	0.105	0.0765	0.002	48	0.095	0.0425	0.014	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
$N\text{-}NO_3$ mg/l	48	5.61	2.9	0.09	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
NT mg/l	48	7.78	6.075	4.25	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
PO_4 mg/l	48	6.3	1.01	0.58	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00	00	0.00	0.00	0.00
MES mg/l	48	25.3	21.71	11.3	48	24.00	20.00	13.4	48	25.00	20.5	22.00	40	22.00	16.25	5.00
DCO mg/l	48	147.5	27.425	16.1	48	42.5	29.95	13.8	48	159.00	30.00	41.00	40	41.00	26.00	19.90
DBO_5 mg/l	48	15.67	5.415	4.25	48	21.00	13.5	1.00	48	19.00	8.00	4.00	40	19.00	6.00	5.00

5.IV. مناقشة النتائج :

1.5.IV. تطور درجة الحرارة T(°C):

من خلال الشكل (1.IV) نلاحظ أن درجات الحرارة مختلفة حسب السنوات التالية : 2018-2019-2020-2021 بالنسبة للمياه الداخلة والخارجة من المحطة حيث كانت القيمة العظمى 34.30°C في شهرجويلية سنة 2020 ومتوسطها 28.3°C في حين كانت القيمة الدنيا 19.8°C في شهر فيفري سنة 2019 أما في السنوات الأخرى فكانت القيم المتوسطة لها 28.55°C سنة 2021 و26.95°C سنة 2019 و28.425°C سنة 2018 بالنسبة للمياه المستعملة، أما بالنسبة للمياه المعالجة فإن القيمة العظمى تقدر ب 32.60°C في شهر أوت سنة 2020 وسنة 2021 والقيمة الدنيا 17.3°C في شهر فيفري سنة 2019 في حين كانت القيم المتوسطة تقدر ب25.1°C لكلا السنتين 2020 و 2021، حيث أن هذه القيم ضمن معايير مياه الصرف المنزلي (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009) الجدول (2.a). والقيم الحدية لمعلمات التفريغ في بيئة الإستقبال (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية- 2006) الجدول (3.a).



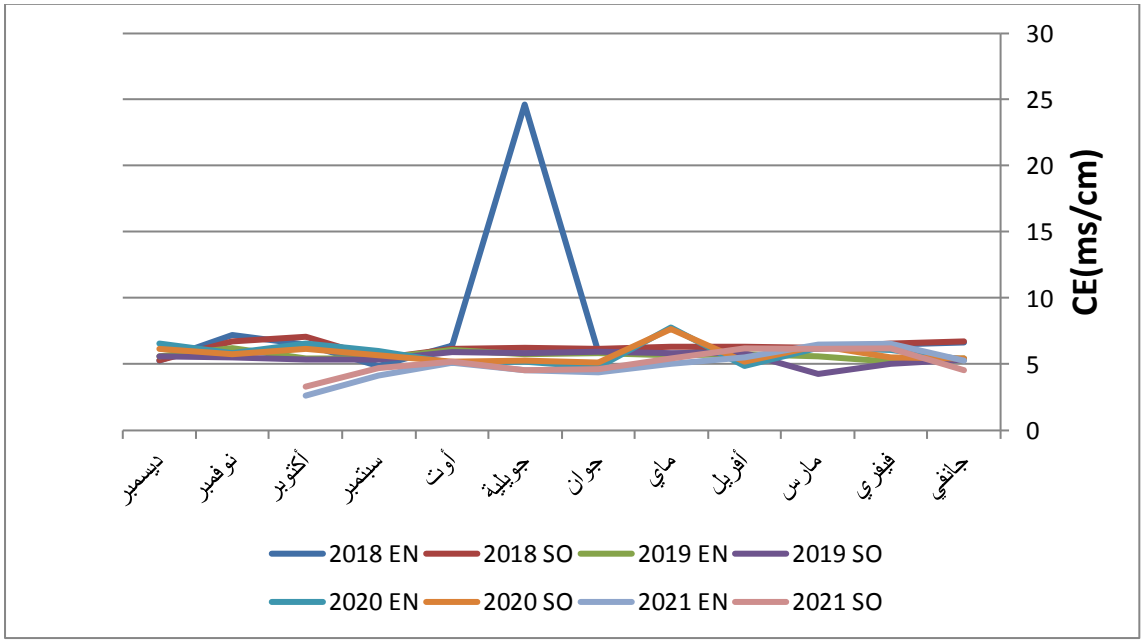
الشكل (1.IV): التطور الزمني لدرجة الحرارة "T "للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

التفسير:

يؤدي التغير في درجة الحرارة إلى التغير في الظروف المناخية ويفسر انخفاض درجة حرارة المياه الخام لنقص البكتيريا (التي تعمل على التكاثر وتحدث لها تفاعلات بيوكيميائية فتكون ناشر للحرارة وبالتالي تزداد درجة الحرارة) وعليه تنقص التفاعلات البيوكيميائية **[1].**

2.5.IV. تطور الناقلية الكهربائية (ms/cm)"CE" :

من خلال الشكل **(2.IV)** نلاحظ أن قيم الناقلية الكهربائية في المياه المستعملة سجلت القيمة العظمى لها 24.63ms/cm في شهر جويلية سنة 2018 في حين كانت القيمة الدنيا 2.63ms/cm في شهر أكتوبر سنة 2021 وكانت القيم المتوسطة كما يلي : 6.295ms/cm سنة 2018، 5.66ms/cm سنة 2019، 5.93ms/cm سنة 2020 و 5.07 ms/cm سنة 2021، أما بالنسبة للمياه المعالجة نجد القيمة العظمى 7.66 ms/cm في شهر ماي سنة 2020 والقيمة الدنيا3.31 ms/cm في شهر أكتوبر سنة 2021 في حين كانت القيم المتوسطة 6.255ms/cm سنة 2018، 5.545 ms/cm سنة 2019، 5.59 ms/cm سنة 2020، 4.93 ms/cm سنة 2021، حيث أنه بمقارنة هذه القيم بمعايير منظمة الصحة العالمية 1971 نجد أنها تجاوزت الحد المسموح به الجدول (4.a).



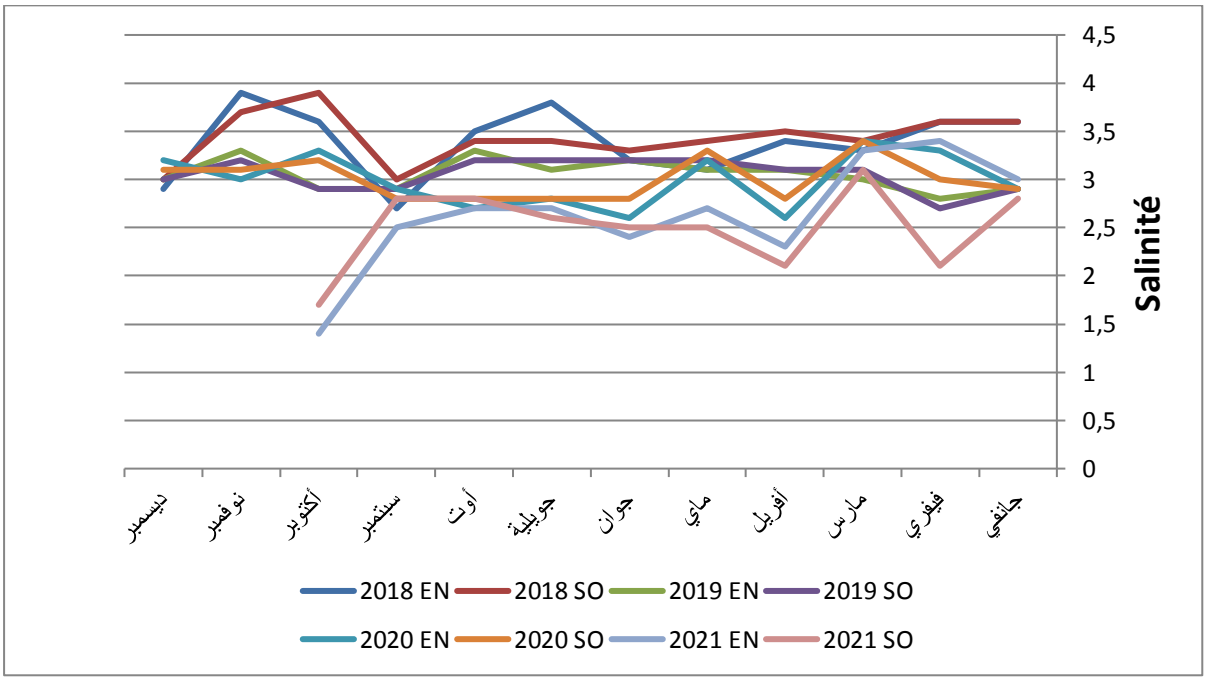
الشكل (2.IV): التطور الزمني للناقلية "CE" للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

التفسير:

في غالبية الأحيان تكون الناقلية مرتفعة ويفسر ذلك بالتغير في تركيز الأملاح الدابة كالكالسيوم والكلوريدات الصوديوم المغنزيوم في المياه الداخلية للمحطة. ويمكن أيضا أن يفسر بعمليات التصفية كترشيح المعادن من الأتربة، كما يمكن التحكم في ناقلية المياه بشكل أساسي من خلال تبخر الماء في الأحواض حسب المناخ الجاف فتكون درجة الحرارة في الصيف مرتفعة جدا.[2]

3.5.IV. تطور الملوحة (mg/l)"Sa" :

نلاحظ من خلال الشكل (**3.IV**) أن القيمة العظمى لدرجة الملوحة تقدر بـ 3.9mg/l في شهري جانفي وفيفري سنة 2018 والقيمة الدنيا 1.7mg/l في شهر أكتوبر سنة 2021، في حين نجد القيم المتوسطة التالية : 3.4mg/l سنة 2018، 3.1mg/l سنة 2019، 2.95mg/l سنة 2020، 2.55mg/l سنة 2021 للمياه المعالجة، أما بالنسبة للمياه المستعملة فنجد القيمة العظمى تقدر بـ 3.9mg/l في شهر نوفمبر سنة 2018 والقيمة الدنيا 1.4mg/l في شهر أكتوبر سنة 2021 في حين كانت القيم المتوسطة : 3.45mg/l سنة 2018، 3.05mg/l سنة 2019، 2.95 mg/l سنة 2020 و2.7mg/l سنة 2021.



الشكل (3.IV): التطور الزمني للملوحة للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

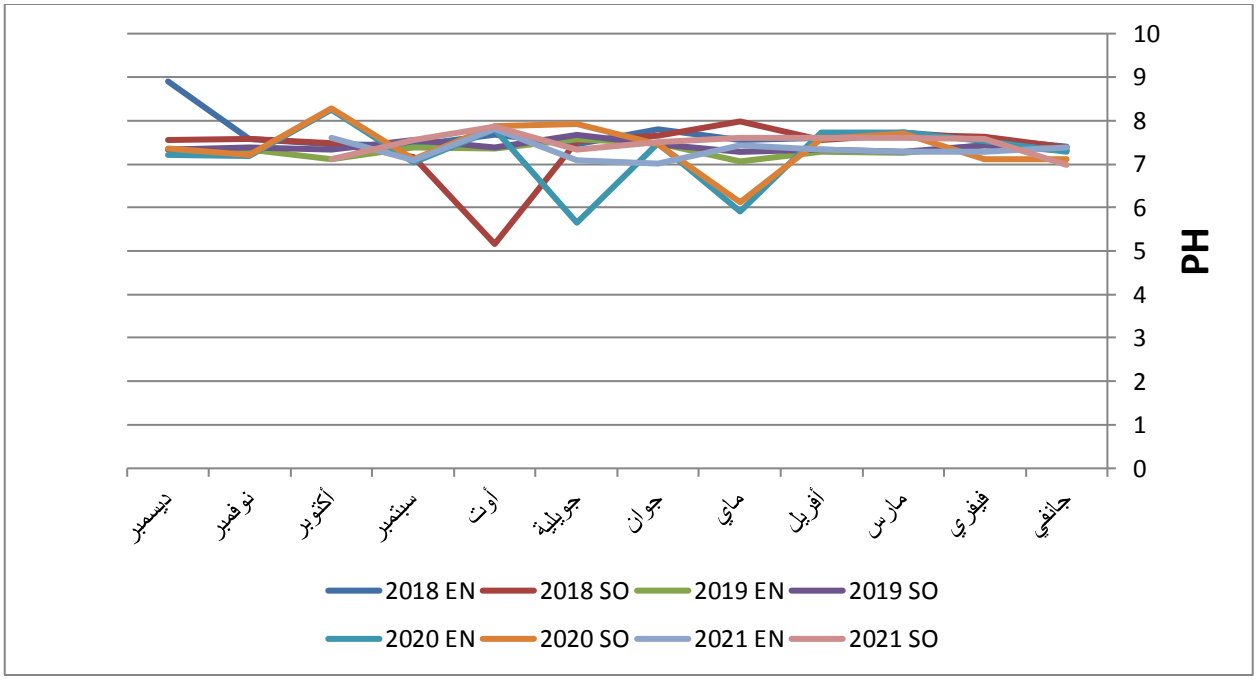
التفسير:

يفسر إرتفاع درجات الملوحة في محطة مياه الصرف الصحي حسب طبيعة مياه المنطقة التي تكون مالحة، واستعمال المنظفات في المنازل وتكون هذه الأملاح على شكل كلوريدات أو كبريتات أو فوسفات وتسمى بالمواد الذائبة كليا [3].

4.5.IV. تطور الأس الهيدروجيني "Ph":

من خلال الشكل (**4.IV**) نلاحظ القيم المتوسطة للأس الهيدروجيني للمياه المستعملة خلال مدة الدراسة بحيث كانت القيمة القصوى بمعدل 8.9 mg/l في شهر ديسمبر سنة 2018 والقيمة الدنيا mg/l 7.4 بمتوسط 7.58 mg/l، أما خلال السنوات 2019، 2020 و2021 كانت القيم المتوسطة على الترتيب 7.36 mg/l، 7.4 mg/l و 7.565 mg/l، في حين كانت نتائج المياه المعالجة خلال سنة

2018 بقيمة دنيا 5.16 وكذلك سنة 2020 كانت 6.12 mg/l ليتم تسجيل متوسط القيمة لكل من 2018 و2020 بمعدل 7.56 mg/l و 7.4 mg/l على الترتيب وخلال السنتين 2019 و2021 كانت النتائج ضمن مجال القاعدية، وبالتالي فإن قيم الأس الهيدروجيني خلال فترة الدراسة تميل إلى القاعدية وبهذا كانت القيم المتوسطة خلال الأربع سنوات من 2018 إلى 2021 عند المياه الخارجة كانت موافقة للمعايير العالمية والمعايير الجزائرية عند المجال [6.5-8.5] الجدول (4.a) و (1.a).



الشكل (4.IV): التطور الزمني للأس الهيدروجيني "PH" للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

التفسير:

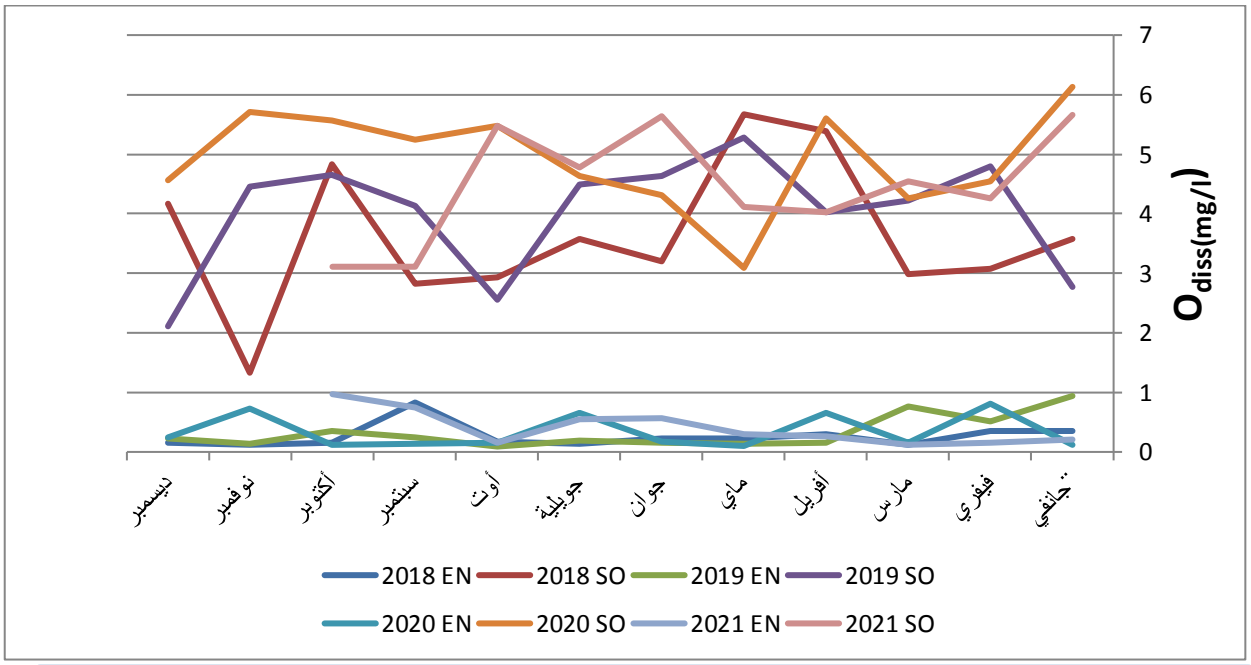
نفسر ذلك لوجود عملية التهوية التي تحتاج إليها الكتل الحيوية بوجود حموضة تكون في مجال مسموح به لتقوم بنشاط التطهير الذاتي، وأكسدة DCO ينتج عنها CO_2 وأكسدة النيتريت إلى نيترات يؤدي إلى انخفاض في الأس الهيدروجيني ويعود سبب ذلك إلى[4،5]:

- تجمع الهيدروجين نتيجة نشاط البكتيريا المسؤولة عن عملية النترجة Nitrifiantes.
- وجود CO_2 نتيجة تحطيم المواد العضوية من طرف البكتيريا[6،7].
- تأثير عمليات التمثيل الضوئي على الأس الهيدروجيني وذلك باستهلاك غاز ثاني أكسيد الكربون فيزداد معدل الأس الهيدروجيني [8].

5.5.IV. تطور الأوكسجين المنحل "O_2dissous" (mg/l):

نلاحظ من خلال الشكل (**5.IV**) أن قيم الأوكسجين المنحل تنخفض في المياه المستعملة مقارنة مع المياه المعالجة، في حالة المياه المستعملة نسجل قيمة عظمى لسنة 2021 خلال شهر أكتوبر بمعدل mg/l 0.97 وقيمة دنيا mg/l 0.100 لشهر ديسمبر سنة 2020 بمعدل قيم متوسطة mg/l 0.1975، mg/l 0.205، mg/l 0.165، mg/l 0.28 خلال سنوات 2018، 2019، 2020 و2021 على الترتيب، هذه القيم ضمن معايير مياه الصرف المنزلي (حسب الجريدة الرسمية 2009) الجدول (2.a).

حالة المياه المعالجة نلاحظ متوسط القيم لكل من سنة 2018، 2019، 2020 و2021 يكون بمعدل mg/l 3.3865، mg/l 4.345، mg/l 4.94 و mg/l 4.4 على التوالي بحيث نجد القيمة العظمى mg/l 6.13 في شهر جانفي سنة 2020 والقيمة الدنيا mg/l 2.11 في ديسمبر 2019، هذه القيم ضمن المعايير العالمية الدولية 1971 والمعايير الوطنية الجزائرية 2012 الجدول (1.a).



الشكل (5.IV): التطور الزمني للأوكسجين المنحل "O_{diss}" للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

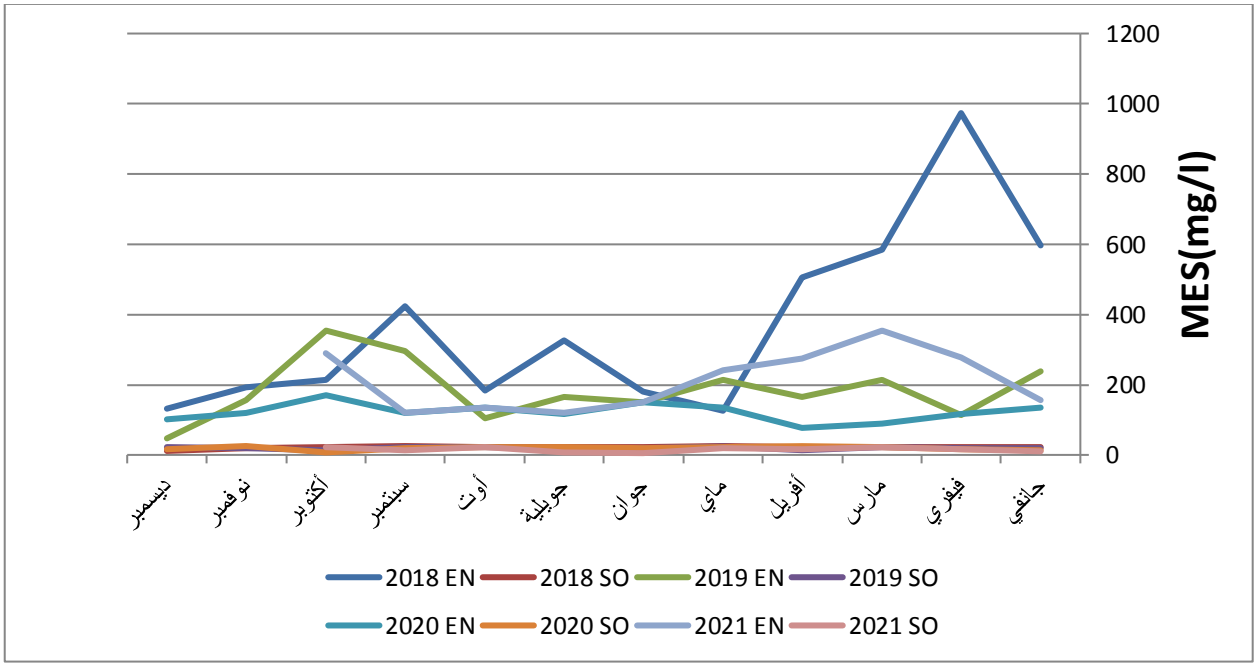
التفسير :

نفسر انخفاض نسبة الأوكسجين المنحل عند المدخل في المياه المستعملة لوفرته بالمواد العضوية والمذيبات غير العضوية ووجود الشحوم والمنظفات وكذلك الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا والفطريات ...الخ)، التي تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين لاستغلاله في عملية الأكسدة، ارتفاع درجة العكارة تؤدي إلى إعاقة نفادية الأوكسجين إلى داخل مياه الصرف وزيادة الأوكسجين المذاب في المياه المعالجة يؤدي إلى تهوية جيدة للمياه على مستوى أحواض التهوية لتطوير الكائنات الحية الدقيقة لضمان أكسدة

المادة العضوية، عمق الأحواض يلعب دورا كبيرا في نسبة الأوكسجين في المياه المستعملة والمياه المعالجة [2]، كذلك يرتبط تغير الأوكسجين المنحل في المياه بالتغيرات الموسمية مثل درجة الحرارة وملوحة المياه [9].

6.5.IV. تطور المواد الصلبة العالقة (mg/l)"MES":

من خلال الشكل (**6.IV**) نلاحظ تطور MES في المياه الداخلة لتصل إلى 973.43 mg/l في شهر فيفري لسنة 2018 كقيمة عظمى وقيمة دنيا 47 mg/l في شهر ديسمبر لسنة 2019 بمتوسط قدره 269.95 ملغ/ل خلال سنة 2018، هذه القيم ضمن معايير مياه الصرف المنزلي (حسب الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009) جدول (2.a)، أما بالنسبة للمياه المعالجة كانت القيمة العظمى 25.3 mg/l لشهر سبتمبر سنة 2018 والقيمة الدنيا 5 mg/l لشهر جوان 2021 بمتوسط قدره 21.71 mg/l، حيث بلغ مردود التصفية خلال سنة 2018 أعلى قيمة 91.95 % مقارنة بسنوات 2019، 2020 و 2021 التي وصلت القيمة إلى 87.89 %، 82.91 % و 91.80 % على الترتيب الموضح في الجدول (5.a)، هذه القيم ضمن المستويات المطلوبة للتفريغ في بيئة الاستقبال 35 mg/l.



الشكل (6.IV): التطور الزمني للمواد العالقة "MES" للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

التفسير :

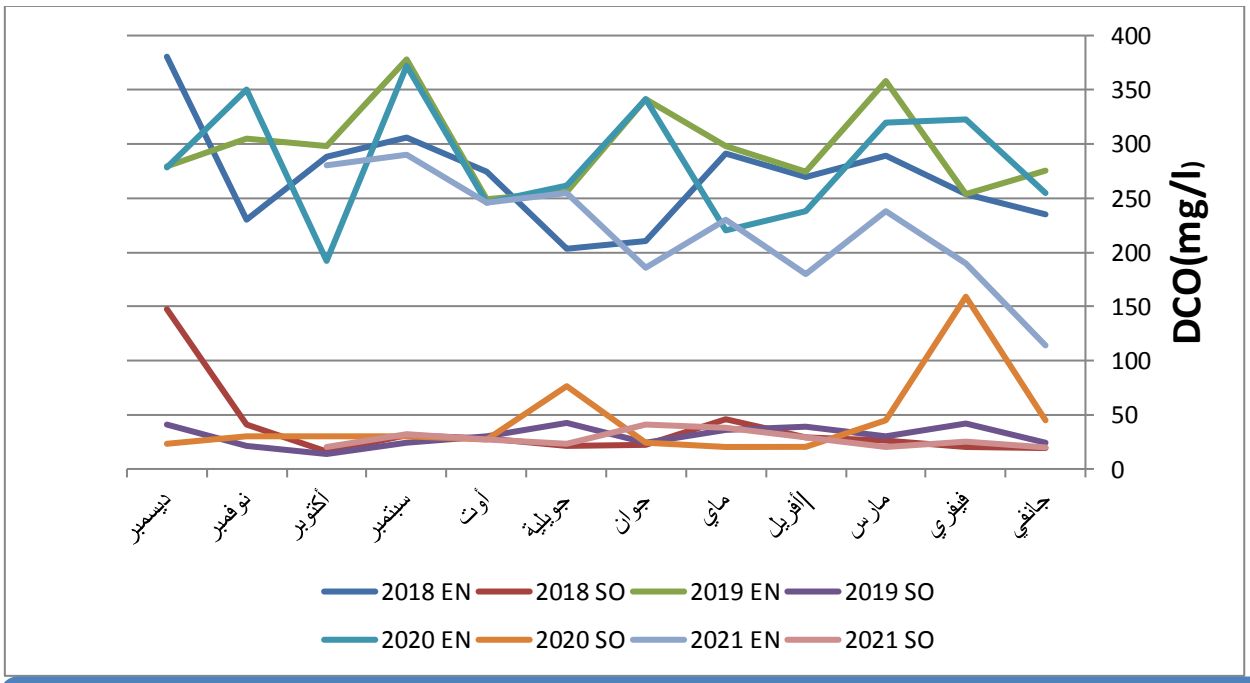
من خلال القيم المسجلة للمواد العالقة MES هناك فرق بين المياه الداخلة والمياه الخارجة، فكانت كفاءة أداء المحطة في الإزالة عالية خلال سنوات المدروسة 2018 إلى 2021 نفسر ذلك بالعمليات الفيزيائية التي تحدث في مرحلة المعالجة أولية من ترسيب وترشيح والإمتزاز [10]، وكذلك المواد

المحملة التي تكون خشنة تحجز في أعلى أما المواد الدقيقة تمر عبر مسامات المصفاة أو تحدث لها تفاعلات كيميائية[11].

7.5.IV. تطور الطلب الكيميائي للأوكسجين(mg/l) "DCO":

نلاحظ من خلال الشكل (**7.IV**) أن الطلب الكيميائي للأوكسجين ينخفض في المياه المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة، حيث بلغت القيمة العظمى في المياه المستعملة سنة 2018 لشهر ديسمبر mg/l 380.5 والقيمة الدنيا قدرت ب 114 mg/l سنة 2021 لشهر جانفي، بمتوسط بلغ 234 mg/l لسنة 2021، هذه القيم ضمن معايير مياه الصرف المنزلي حسب الجريدة الرسمية (2009) الجدول (2.a).

في حالة المياه المعالجة بلغت القيمة العظمى 159 mg/l لسنة 2020 في شهر فيفري والقيمة الدنيا 13.8 mg/l لسنة 2019 بمتوسط قدره 29.25 mg/l، ليبلغ مردود التصفية في المحطة نسبة عالية سنة 2018 بقيمة 89.91 % مقارنة مع السنوات الأخرى التي بلغت 89.61 %، 88.88 %، 88.88 % خلال 2019، 2020 و2021 على التوالي الموضح في الجدول (5.a)، هذه القيم ضمن المعايير الوطنية الجزائرية (2012) الجدول (1.a) والمعايير الدولية (1971) الجدول (4.a).



الشكل (7.IV): التطور الزمني للطلب الكيميائي لأوكسجين"DCO" للمياه الداخلة و الخارجة من المحطة

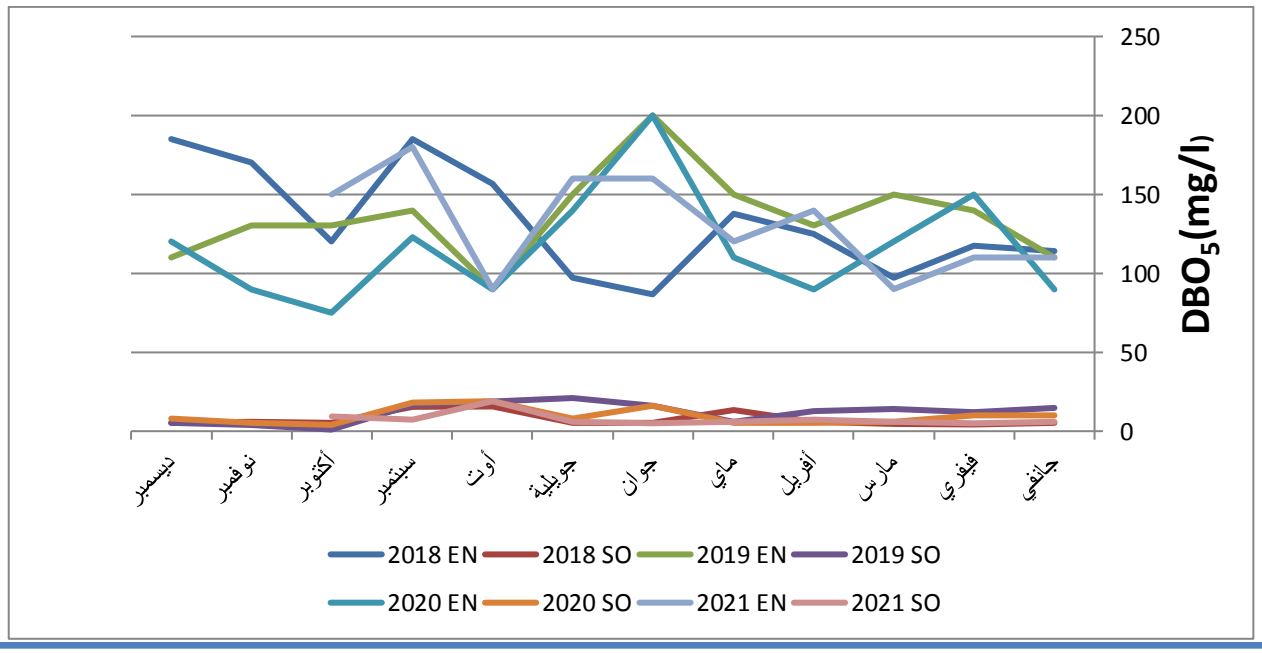
التفسير:

انخفاض DCO في المياه المعالجة مقارنة مع المياه المستعملة يعود إلى انخفاض المواد العضوية عن طريق الأكسدة الكيميائية للجزيئات في المياه المستعملة، وهذا بفضل المرشحات الحيوية التي تعمل

على الأكسدة البيولوجية، هذه الأخيرة تستدعي الطلب الكيميائي للأوكسجين بحيث يعطي كمية الأوكسجين المطلوب لأكسدة هاته المواد العضوية وغير العضوية القابلة للأكسدة [2]، وكذلك تعد هذه المياه مناسبة للاستعمال الزراعي والري [1].

8.5.IV. تطور الطلب البيولوجي للأوكسجين(mg/l) "DBO_5" :

من خلال التطور الزمني لـ DBO_5 في الشكل (**8.IV**) نلاحظ أن القيمة العظمى بلغت mg/l 200 خلال سنة 2019 و2020 لشهر جوان، والقيمة الدنيا بلغت mg/l 75 بمتوسط قدره mg/l 115، هذه القيم ضمن معايير نظام الصرف المنزلي (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009) المحدد ب mg/l 500 الجدول (2.a)، في حين أن المياه المعالجة بلغت قيمتها العظمى mg/l 21 خلال سنة 2019 لشهر جويلية وبقيمة دنيا mg/l 1 لشهر أكتوبر، وبمتوسط يبلغ mg/l 13.5، هذه القيم ضمن القيم الحدية للمعلمات التفريغ في البيئة حسب الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2006) الجدول (3.a) والتي تبلغ mg/l 35 ومعايير تصريف مياه الصرف الصحي حسب المنظمة العالمية (1971) الجدول (4.a)، حيث يتراوح مردود التصفية بين (% 90 - % 95.57) خلال السنوات الأربع من 2018 إلى 2021 الجدول (5.a)، هذه النسب العالية تدل على فعالية المحطة في إزالة الملوثات بواسطة الحمأة النشطة.



الشكل (8.IV): التطور الزمني للطلب البيوكيميائي لأوكسجين " DBO_5" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة

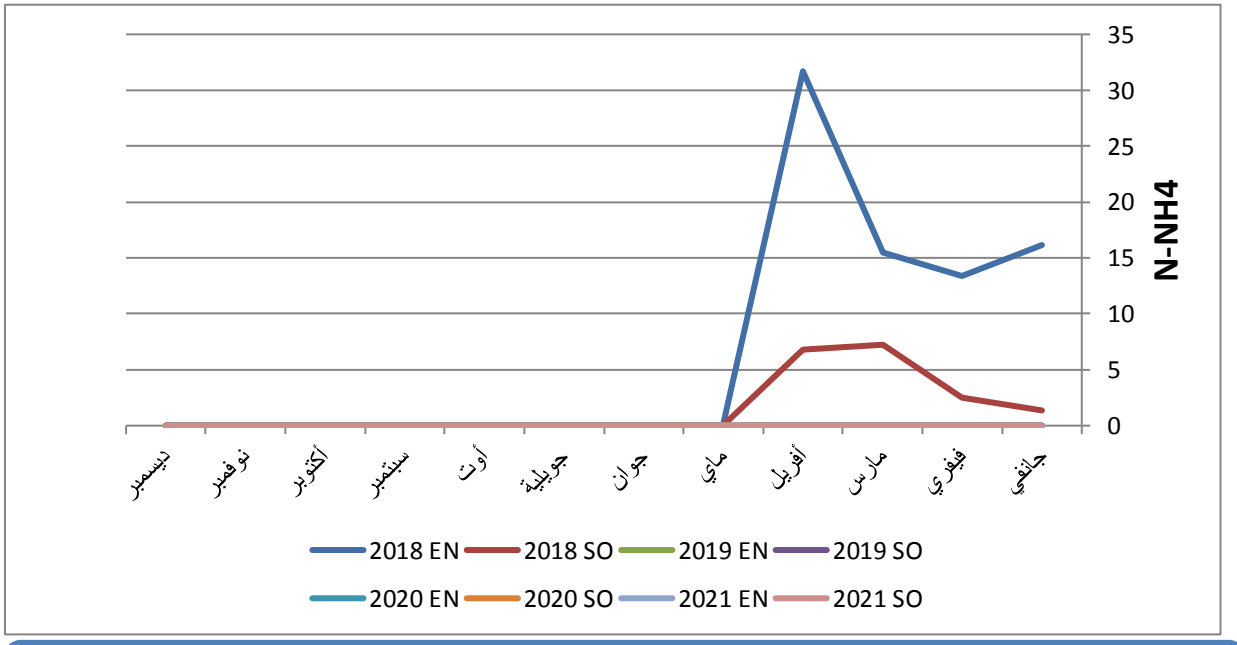
التفسير:

نفسر الفرق المتباين بين المياه المستعملة والمياه المعالجة بطبيعة الملوثات الآتية من التجمعات السكانية، وكذلك انخفاض DBO_5 بشكل كبير في المياه المعالجة يدل على:

- نقص كمية المواد العضوية القابلة لتحلل [12].
- زيادة انخفاض سرعة التدفق وارتفاع درجة حرارة المياه مما يؤدي إلى زيادة الكائنات الحية الدقيقة [1].

9.5.IV. تطور الأمونيوم (mg/l) "$N\text{-}NH_4$" :

من خلال الشكل (**9.IV**) نلاحظ أن متوسط تركيز الأمونيوم يقدر بـ 15.805mg/l والقيمة العظمى 31.7mg/l في شهر أفريل والقيمة الدنيا 13.35mg/l في شهر فيفري سنة 2018 بالنسبة للمياه المستعملة، أما بالنسبة للمياه المعالجة فإن متوسطه 4.67mg/l والقيمة العظمى 7.24mg/l في شهر مارس والقيمة الدنيا 1.37mg/l في شهر جانفي سنة 2018، في حين يكون المردود 70.45%، في حين لم يسجل أي قيمة لسنوات أخرى لعدم توفر الكاشف.



الشكل (9.IV): التطور الزمني لإزالة الأمنيوم " $N\text{-}NH_4$ "للمياه الداخلة والخارجة من المحطة

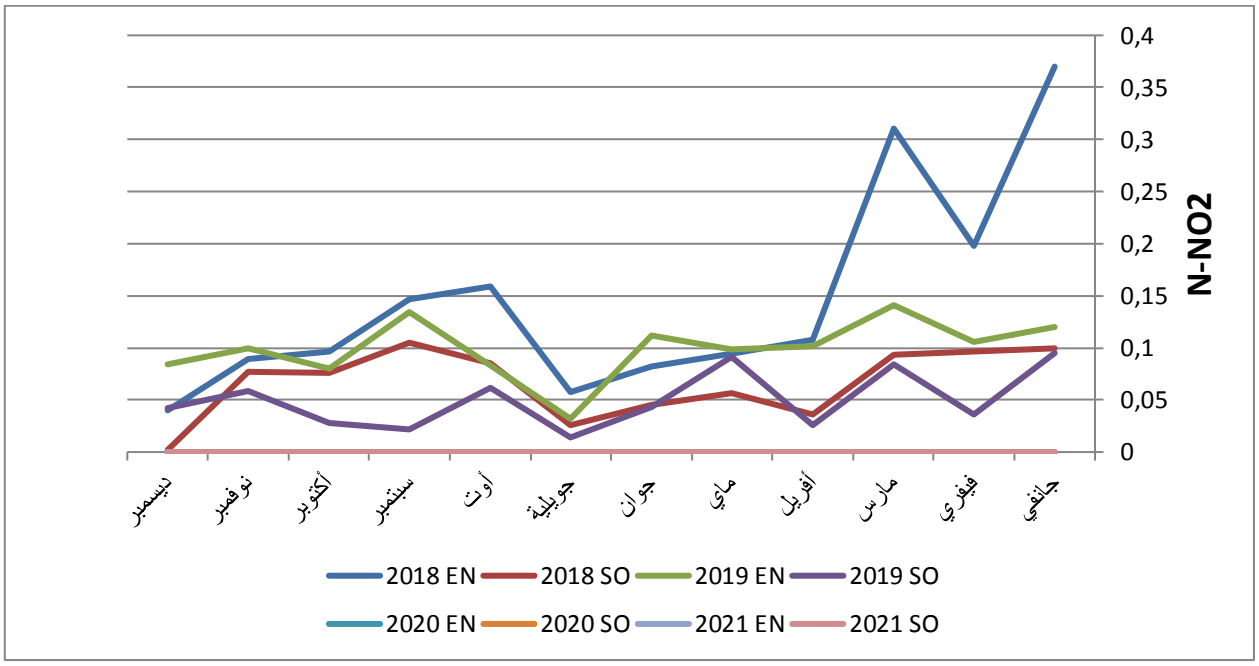
التفسير :

الأمونيوم هو أكثر أشكال النيتروجين سمية [13]، يتأكسد نيتروجين الأمونيا بالنترجة إلى نيتريت ثم نترات في وجود الأكسجين بواسطة بكتيريا آزوتية[14]، ويزداد الأكسجين بانخفاض الأمونيا [2].

10.5.IV.تطور النتريت (mg/l) "$N\text{-}NO_2$" :

من خلال الشكل (**10.IV**) نلاحظ أن تركيز النتريت للمياه المستعملة ذو قيمة عظمى 0.37 mg/l في شهر جانفي سنة 2018 وقيمة دنيا 0.032mg/l في شهر جويلية سنة 2019 وقيم متوسطة 0.102mg/l

سنة 2018 و 0.101mg/l سنة 2019، بحيث يكون المردود يقدر ب 25%. أما بالنسبة للمياه المعالجة نجد القيمة العظمى 0.105 mg/l سبتمبر والقيمة الدنيا 0.002mg/l في شهر ديسمبر ومتوسطها 0.0765mg/l سنة 2018 في حين تكون القيمة المتوسطة 0.0425 mg/l سنة 2019 ولم نسجل أي قيمة لسنتين 2020 و 2021 لعدم توفر الكاشف، بحيث يكون المردود يقدر ب 57.92%، حيث بمقارنة هذه القيم بمعايير منظمة الصحة العالمية 1971 الجدول (4.a) ومعايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009 الجدول (2.a) نجد أنها ضمن المعايير.



الشكل (10.IV): التطور الزمني لإزالة النتريت $N\text{-}NO_2$ للمياه الداخلة والخارجة من المحطة

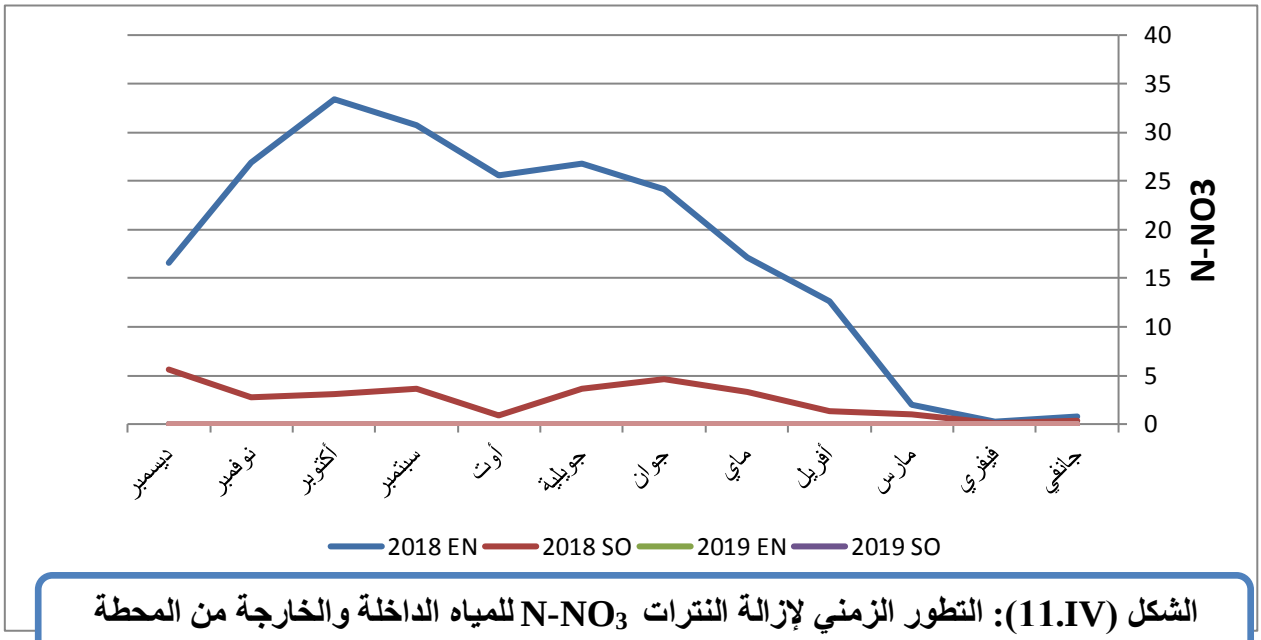
التفسير:

تتحول الأمونيا بعملية النترجة إلى نيتريت ثم نترات بفعل البكتيريا اللاهوائية والمقصود به أن تركيز النترات يزداد بزيادة الأكسجين وينخفض بالإنخفاض في مستوى المخلفات المنزلية أو أن النترات تتحول إلى النيتروجين الحر وأحيانا إلى أمونيا بواسطة البكتيريا اللاهوائية.[15]

11.5.IV. تطور النترات (mg/l) "$N\text{-}NO_3$":

من خلال الشكل (**11.IV**) نلاحظ أن تركيز النترات للمياه المعالجة سنة 2018 سجل مايلي : القيمة العظمى 5.61mg/l في شهر ديسمبر والقيمة الدنيا 0.09mg/l في شهر فيفري والقيمة المتوسطة2.9mg/l، أما بالنسبة للمياه المستعملة فإن القيمة القصوى تقدر ب 33.4mg/l في شهر أكتوبر والقيمة الدنيا0.25mg/l في شهر فيفري والقيمة المتوسطة 20.65mg/l سنة 2018، بحيث يكون المردود 85.95%، في حين لم يسجل أي قيمة للسنوات : 2019- 2020 -2021 لعدم توفر الكاشف،

وبمقارنة هذه القيم بمعايير منظمة الصحة العالمية 1971 الجدول (4.a)، ومعايير الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009 الجدول (2.a) نجد أنها ضمن المعايير.



الشكل (11.IV): التطور الزمني لإزالة النترات $N\text{-}NO_3$ للمياه الداخلة والخارجة من المحطة

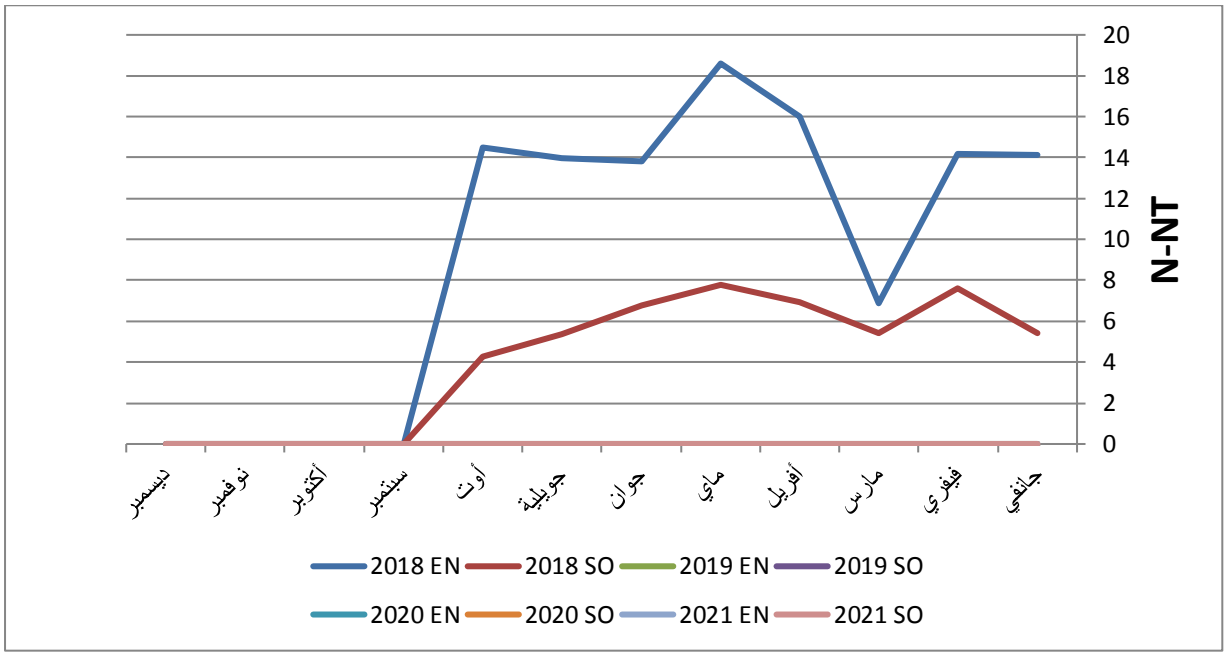
التفسير:

من خلال خطوات المعالجة المختلفة تميل مياه الصرف إلى أن تصبح مستنفدة من مواد الإختزال العضوية وغنية بالأكسجين مما يجعله متاحا لمواد أخرى وهذا ما يفسر زيادة تركيز نترات في جميع عينات مياه الصرف الصحي المعالجة [16].

تؤدي الزيادة في مستوى الأكسجين المذاب إلى الزيادة في تركيز النترات [17].

12.5.IV. تطور النيتروجين الكلي (mg/l) "N_T" :

من خلال الشكل (**12.IV**) نلاحظ أن متوسط تركيز النيتروجين الكلي 6.075mg/l والقيمة الدنيا 4.25 في شهر أوت والقيمة العظمى 7.78mg/l في شهر ماي لسنة 2018 بالنسبة للمياه المعالجة، أما المياه المستعملة نجد أن القيمة العظمى 18.6mg/l في شهر ماي والقيمة الدنيا 6.9mg/l في شهر مارس والقيمة المتوسطة 14.155mg/l لسنة 2018 ويكون المردود يقدر ب 57.08%، في حين لم يسجل أي قيمة للسنوات الأخرى لعدم توفر الكاشف، بمقارنة هذه القيم مع معايير منظمة الصحة العالمية 1971 نجد أنها تجاوزت الحد المسموح به (4.a).



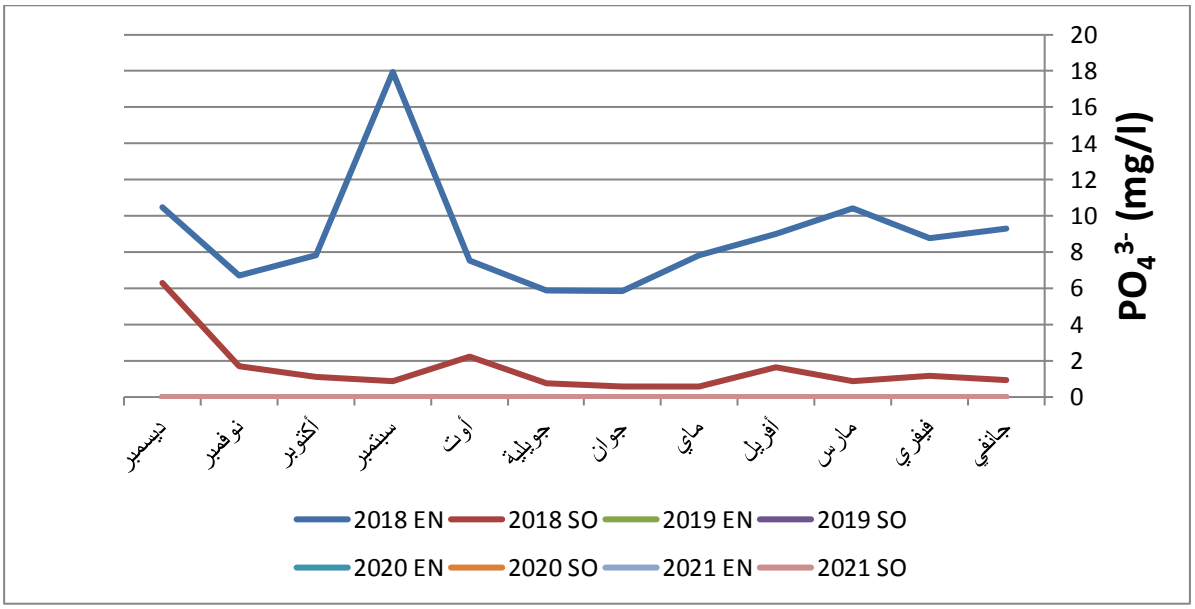
الشكل (12.IV): التطور الزمني لإزالة النيتروجين الكلي "N_T" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة

التفسير :

التركيز العالي للنيتروجين الكلي والأمونيا يؤدي إلى تثبيط نشاط التمثيل الضوئي للطحالب [18].
يمكن أن يتمعدن النيتروجين العضوي إلى النيتروجين الأموني فكان من الأشكال الأولية التي ساهمت في إجمالي الأزوت في مياه الصرف فنستنتج أن الأزوت ينخفض بإنخفاض الأمونيا [1].

13.5.IV. تطور الأرثوفوسفور (mg/l) "PO_4^{3-}":

نلاحظ من خلال الشكل (**13.IV**) تركيز المياه المستعملة لسنة 2018 بلغ أعلى قيمة mg/l 17.95 لشهر سبتمبر وقيمة دنيا mg/l 5.85 لشهر نوفمبر بمتوسط قدره mg/l 8.3، في حين كانت المياه المعالجة بقيمة عظمى mg/l 6.3 وقيمة دنيا mg/l 0.58 ليبلغ متوسط إلى mg/l 1.01، وبلغت نسبة الإزالة بالمحطة % 87.84 لسنة 2018 بحيث هذه القيم خارج معايير تصريف مياه الصرف الصحي (OMS- 1971) الجدول (4.a)، وضمن معايير الوطنية الجزائرية 2006 الجدول (3.a)، أما بالنسبة للسنوات 2019-2020-2021 لم تتم الدراسة لعدم توفر كاشف PO_4^{3-} خلال تلك الفترة.



الشكل (13.IV): التطور الزمني للأرثوفوسفور"PO_4^{3-}" للمياه الداخلة والخارجة من المحطة

التفسير:

نفسر الاختلاف في تركيز الأرثوفوسفور بين المياه المستعملة والمياه المعالجة بسبب نشاط الكائنات الحية دقيقة التي تقوم بتحويل الفوسفور العضوي إلى متعدد الفوسفات والأرثوفوسفات [19].

مراجع الفصل الرابع :

مراجع باللغة العربية :

[3] عبد العزيز إبراهيم الشيخان 2019، درجة الماجستير في الهندسة الزراعية لمقارنة كفاءة إستخدام نوعين من النباتات في الأراضي الرطبة المصطنعة لمعالجة مياه الصرف الصحي، كلية الهندسة الزراعية، قسم الهندسة الريفية، جامعة حلب.

[15] إبتسام جعفر عبد علي 2017، دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه الصرف الصحي في البراكية، كلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة الكوفة.

[16] المجلة العربية للبحث العلمي 2021. تقييم التلوث الفيزيائي – الكيميائي والميكروبي لمياه الصرف الصحي ومياه البحر في خمس دول متوسطية.

المراجع باللغة الأجنبية :

[1] Amiri Khaled (contribution a l'évaluation et au traitement des eaux usées dans le sud est du Sahara Algérien. Application au sud de la région d'oued righ (Touggourt) doctorat université Ouargla 2020.

[2] Zobeidi A, "Epuration des eaux usées par Lagunage aéré en zone aride-Cas de la région d'El-Oued Paramètres influents et choix des conditions optimales,Thèse de doctorat ,Université Kasdi Merbah-Ouargla,2018.

[4] DOMMERGUES Y.et Mangenot F. Ecologie microbinne du sol. Paris: Masson et Cie, 1970. p 796.

[5] MUCH C, KUSCHK P. 2004. La stimulation racinaire de l'élimination de l'azote concerne-t-elle des zones limitées ou l'ensemble d'un marais artificiel ? Ingénieries N° spécial 2004, pp5-11.

[6] ATTIONU. R. H. "Some effects of water lettuce (Pistiastratiotes, L.) on its habitat." Hydrobiologia 50(3): 1976; pp 245-254.

[7] SRIDHAR. M. K. C. and SHARMA. B. M. Some observation son the oxygen changes in a lake covered with Pistia stratiotes L. "Water Res 19(7): 1985; pp935-939.

[8] Goldman, C.R. and A.J. Horne Limnology. Mc Graw- Hill int. B. Co. USA. 1983 ; pp 464.

[9] Hammadi Belkacem, Lagunage Aéré en Zone Aride Performances Epuratoires, Paramètres Influents: Cas de la Région de Ouargla, Thèse Pour obtenir le Diplôme Docteur en Science, Ouargla: Université Kasdi Merbah, 2017.

[10] USEPA,. Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. United States Environmental Protection Agency, EPA/625/R-99/010, Cincinnati, Ohio, USA; 2000.

[11] CHACHUAT B. Traitment d'effluents concentrés par culture fixes sur gravier. Rapport de DEA, ENGEES-Cemagref,1998 , p 118.

[12] SATIN,M; SELMI, B. : Guide technique de l'assainissement : Evacuation des eaux usées et pluviales conception et composant des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement; 1995.

[13] TABET Mouna : Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration, thèse Doctorat 3eme cycle Sciences Biologiques, Université 8 Mai 1945 Guelma 2015.

[14] MLLE Derradji Manel : Contribution à l'étude de la tolérance des plantes épuratirices dans l'épuration des eaux usée : stratégie et application. Thèse doctorat, Université BADJI MOKTAR – ANNABA 2015.

[17] NH3-N and COD Reduction in Endek (Balinese Textile) Wastewater by Activated Sludge under Different DO Condition with Ozone Pretreatment .

[18] NacirS, OuazzaniN, Vasel J.L, Jupsin H et Manil. Traitement des eaux usées domestiques par un chenal algal à haut rendement (CAHR) agité par air lift sous climat semi aride. Rev .Sci. Eau .2010.

[19] Loudadji, D. Etude de la capacité d'utilisation des eaux de la station d'épuration de Koléa à des fins d'irrigation'. ENSH, Algérie : s.n., 2007.

خاتمة

خاتمة:

تلعب محطات التصفية دورا هاما في حماية البيئة من مخاطر الناجمة عن مياه الصرف الصحي كالروائح الكريهة والأمراض المتنقلة، في دراستنا هذه تناولنا موضوع معالجة مياه الصرف الصحي وإمكانية استخدامه، حيث قمنا بإجراء تحاليل للمياه الخام (المستعملة) والمياه المستعملة بمحطة تقرت التي تعتمد على المعالجة بواسطة الحمأة النشطة، حيث قمنا بدراسة نتائج الوسائط الفيزيوكيميائية المقدمة من طرف الديوان الوطني للتطهير بتقرت لأربع سنوات سابقة 2018-2019-2020-2021، ومن خلال تتبع معايير التلوث وقيمة التحلل البيولوجي DCO/DBO_5 المقاسة توصلنا إلى أن المياه العادمة المستقبلة من طرف المحطة قابلة للتحلل البيولوجي وهي مياه ذات طابع حضري، ولتقييم كفاءة أداء هذه التقنية في إزالة الملوثات، قمنا بدراسة تغيرات الوسائط الفيزيائية والكيميائية للمياه الداخلة والخارجة محطة، إذ بلغ مردود إزالة الملوثات نسبة عالية خلال سنة 2018 على النحو التالي :

$MES(\%91.95)$، $DCO(\%89.91)$، $DBO_5(\%95.57)$، $N\text{-}NH_4(\%70.45)$، $N\text{-}NO_2(\%25)$، $N\text{-}NO_3(\%85.95)$، $N_T(\%57.08)$، $PO_4^{3-}(\%87.84)$ مقارنة مع السنوات السابقة 2019، 2020 و2021.

من خلال النتائج المتحصل عليها أثبتت تقنية المعالجة بواسطة الحمأة النشطة المستخدمة في محطة تقرت، أنها ذات فعالية وكفاءة عالية في إزالة الملوثات وموافقتها للمعايير الدولية جريدة الرسمية الجزائرية (2012) ومعايير المنظمة العالمية (OMS -1971) المسموح بها، لتصريفها في البيئة واستخدامها في الري الزراعي وكذلك في الأعمال العمرانية كالبناء.

الآفاق المستقبلية لهذا العمل :

- استغلال المياه المعالجة الناتجة من المحطة في المجال الفلاحي وذلك بسقي الأشجار والمساحات الخضراء والمزروعات.
- إعطاء أهمية بالغة لمخبر التحاليل ودعمه بوسائل والمواد اللازمة لتحليل العينات.
- توسيع دراسة إجراء كل من تحاليل المكروبيولوجية والمعادن الثقيلة لضمان جودة المياه المعالجة.
- القيام بحملات التحسيسية وتوعوية للإشادة بأهمية مياه الصرف الصحي المعالجة في المجال الفلاحي، حيث تستدعي الفلاحين لاستغلال المياه المعالجة وكذا الحمأة المجففة الناتجة عن التصفية.

الملحق

الجدول (1.a) : قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2012).

1. Paramètres physico-chimiques

PARAMETRES		UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	6.5 ≤ pH ≤ 8.5
	MES	mg/l	30
	CE	dS/m	3
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE	dS/m ou mS/cm	0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12		0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO3 - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO3)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
	Zinc	mg/l	10.0

(*) : Pour type de sols ‡ texture fine, neutre ou alcalin.

الجدول (2.a): القيم الحدية لمحتوى المواد الضارة في مياه الصرف الصحي (المنزلية) عند تصريفها في نظام الصرف الصحي العام أو محطة المعالجة (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية 2009).

Art. 10. — L'autorisation de déversement des eaux usées autres que domestiques est retirée dans les cas suivants :

— non-respect des obligations et prescriptions fixées par la décision autorisant le déversement ;

— lorsqu'il est fait obstacle à l'accomplissement des contrôles opérés dans les conditions fixées par le présent décret ;

— cessation d'activité de l'établissement au titre de laquelle l'autorisation de déversement a été octroyée.

CHAPITRE II
CONTROLES

Art. 11. — Des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyse peuvent être effectués à tout moment dans le regard de branchement de l'établissement par les représentants de l'administration de wilaya chargée des ressources en eau afin de vérifier si les caractéristiques des eaux usées déversées dans le réseau public d'assainissement ou dans la station d'épuration sont conformes aux valeurs maximales fixées par le présent décret.

Art. 12. — Lorsque les résultats d'analyse montrent que les eaux usées ne sont pas en conformité avec les valeurs fixées dans la décision d'autorisation, l'administration de wilaya chargée des ressources en eau met en demeure le propriétaire de l'établissement de prendre, dans le délai qu'elle lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions à même de rendre le déversement conforme aux prescriptions de l'autorisation.

Art. 13. — A l'expiration du délai fixé par la mise en demeure indiquée à l'article 12 ci-dessus, et faute par le propriétaire de l'établissement de se conformer à la mise en demeure, les administrations de wilaya chargées des ressources en eau et de l'environnement doivent procéder à la fermeture de l'établissement jusqu'à exécution des mesures prescrites, et ce, sans préjudice des poursuites judiciaires prévues par la législation en vigueur.

Art. 14. — Les analyses d'échantillons d'eaux usées autres que domestiques prévues à l'article 11 ci-dessus sont effectuées par des laboratoires agréés par le ministre chargé des ressources en eau.

CHAPITRE III
DISPOSITIONS FINALES

Art. 15. — Les installations de prétraitement existantes doivent être mises en conformité avec les prescriptions du présent décret dans un délai n'excédant pas un (1) an après la date de publication du présent décret au *Journal officiel*.

Art. 16. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 17 Joumada Ethania 1430 correspondant au 11 juin 2009.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE

Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration

PARAMETRES	VALEURS LIMITES MAXIMALES (mg/l)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Béryllium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène (DBO5)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

° Température : inférieure ou égale à 30° C
° PH : compris entre 5,5 et 8,5

الجدول (3.a): القيم الحدية لمعلمات التفريغ في بيئة الإستقبال (الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية- 2006).

PARAMETRES	VALEURS LIMITES	UNITES
Température	30	C°
PH	6,5 à 8,5	-
MES	35	mg /l
DBO5	35	mg/l
DCO	120	mg/l
Azote kjeldahl	30	mg/l
Phosphates	02	mg/l
Phosphore total	10	mg/l
Cyanures	0,1	mg/l
Aluminium	03	mg/l
Cadmium	0,2	mg/l
Fer	03	mg/l
Manganèse	01	mg/l
Mercure total	0,01	mg/l
Nickel total	0,5	mg/l
Plomb total	0,5	mg/l
Cuivre total	0,5	mg/l
Zinc total	03	mg/l
Huiles et Graisses	20	mg/l
Hydrocarbures totaux	10	mg /l
Indice phénols	0,3	mg/l
Fluor et composés	15	mg/l
Etain total	02	mg/l
Composés organiques chlorés	05	mg/l
Chrome total	0,5	mg/l
(*)Chrome III+	03	mg/l
(*)Chrome VI+	0,1	mg/l
(*)Solvants organiques	20	mg/l
(*)Chlore actif	1,0	mg/l
(*)PCB	0,001	mg/l
(*)Détergents	2	mg/l
(*)Tensioactifs anioniques	10	mg/l

الجدول (4.a): معايير تصريف مياه الصرف الصحي حسب المنظمة العالمية (OMS-1971).

Paramètres	Bonne ou trés bonne qualité	Qualité acceptable	Qualité médiocre	Mauvaise ou trés mauvaise
O_2 dissous mg/l	>5	≥3	≥1	<1
O_2 dissous %	≥70	≥50	≥10	<10
DBO_5 mg / l	≤5	≤10	25	>25
DCO mg / l	≤25	≤40	80	>80
NO_3 mg / l	≤25	≤50	80	>80
NH_4^+ mg / l	≤0.5	≤2	8	>8
NO_2^- mg / l	≤0.3	≤1	>1	-
NTK mg / l	≤2	≤3	10	>10
PO3-4 mg / l	≤0.5	≤1	2	>2
MES mg / l	≤70	-	>70	-
Phosphore total mg / l	≤0.3	≤0.6	1	>1
Conductivité	≤2	-	2000	-
Ph	≥6,5 et ≤ 8,5	-	<6,5 ou >8,5	-

الجدول (5.a): مردود التنقية للوسائط الفيزيوكيميائية المقاسة.

سنوات الوسائط	2018	2019	2020	2021
MES	%91.95	%87.89	%82.91	%91.80
DCO	%89.91	%89.61	%88.88	%88.88
DBO_5	%95.57	%90	%93.04	%95.38
$N\text{-}NH_4$	%70.45	%0	%0	%0
$N\text{-}NO_2$	%25	%57.92	%0	%0
$N\text{-}NO_3$	%85.95	%0	%0	%0
NT	%57.08	%0	%0	%0
PO_4^{-3}	%87.84	%0	%0	%0

الملخص : الهدف من الدراسة هو تقييم كفاءة جودة محطة مياه الصرف الصحي تحت ظروف مناخية مختلفة حيث تمت الدراسة إعتمادا على النتائج المقدمة من طرف مؤسسة الديوان الوطني للتطهير ONA بمنطقة تقرت خلال أربع سنوات 2018-2019-2020-2021، وذلك من خلال تحليل بعض الوسائط الفيزيوكيميائية للمياه المستعملة (الخام) والمياه المعالجة (الخارجة)، فمن خلال هذه الدراسة تحصلنا على مردود جيد لإزالة الملوثات خلال سنة 2018 كما يلي : المواد العالقة MES (91.95%)، الطلب الكيميائية للأكسجين DCO (89.91%)، الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 (95.57%)، الأزوت الكلي N_T (57.08%)، الأورثوفسفور Po_4 (87.84%)، النترات $N\text{-}No_3$ (85.95%)، الأمونيوم $N\text{-}NH_4$ (70.45%) مقارنة مع السنوات الأخرى : 2019- 2020- 2021 عدا النتريت $N\text{-}No_2$ (25%).

الكلمات المفتاحية : منطقة تقرت، كفاءة، محطة مياه الصرف الصحي، معالجة المياه، الوسائط الفيزيوكيميائية.

Résumé : Le but de l' étude est d' évaluer l' efficacité de la qualité de la station d'épuration sous différentes conditions climatiques, car l'étude a été réalisée sur la base des résultats présentés par l' Office National de Désinfection ONA de la région de Touggourt durant quatre années 2018-2019-2020-2021, à travers l'analyse de certains milieux Physico-chimiques pour les eaux usées brutes et les eaux traitées(sortie), à travers cette (étude), nous avons obtenu un bon rendement d'élimination des polluants au cours de l' année 2018 comme suit : matières en suspension MES (91.95%), demande chimique en oxygène DCO (89.91%), demande biochimique en oxygène DBO_5 (95.57%), azote total N_T (57.08%), orthophosphore Po_4^{-3} (87.84%), nitrate $N\text{-}NO_3$ (85.95%), ammonium $N\text{-}NH_4$ (70.45%), par rapport aux autres années :2019-2020-2021 sauf nitrite $N\text{-}NO_2$ (%25)

Mots-clés : Territoire de Touggourt, efficacité, station d'épuration, traitement des eaux, milieux physico-chimiques.

Abstract: The aim of the study is to evaluate the efficiency of the quality of the wastewater plant under different climatic condition, as the study was carried out based on the results presented by the National Office for Disinfection ONA in the Touggourt region during for years 2018-2019-2020-2021 . through the analysis of some media Physicochemical for waste water (raw) and treated water (exit), through this study, we obtained a good return for removing pollutants during the year 2018 as follows : MES (91.95%), chemical demand for oxygen DCO (89.91%), biochemical demand for oxygen DBO_5 (95.57%), total nitrogen N_T (57.08%), orthophosphorous Po_4 (87.84%), nitrate $N\text{-}NO_3$ (85.95%), ammonium $N\text{-}NH_4$(70.45%), compared to other years : 2019-2020-2021 except for nitrite $N\text{-}NO_2$(25%)

Keywords : Touggourt area, Efficiency, Sewage plant, Water treatment, Physicochemical media.