وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الكيمياء

مذكرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي في الكيمياء

التخصص : كيمياء المحيط

من إعداد:

كل سارة هامل هبة الرحمان

تحت عنوان:

دراسة إستقصائية حول طرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة و الشبه الجافة.

نوقشت علنا يوم: 2022/06/09

أمام اللجنة المناقشة:

بن منين عبد القادر	أستاذ محاضر 'أ'	رئيس
مخلفي طارق	أستاذ محاضر 'أ'	مناقش
زاوي منال	أستاذ محاضر 'أ'	مؤطر
شاوش خولة	أستاذ محاضر 'ب'	مساعد مؤطر

السنة الجامعية: 2021 /2022

إهـــداء

أهدي هذا العمل المتواضع لمن هم أعزاء لي:

إلى والدي العزيز "الكتف القوي والعين الساهرة المتفهمة والشخص الذي يستحق تقديري واحترامي، ما من تكريم يعبر عن مشاعري ليحفظك الله ويعطيك الصحة والعمر المديد.

إلى أمي العزيزة "لقد منحتني الحياة والحنان والشجاعة للنجاح، كل ما يمكنني أن أقدمه لكي لن يكون قادرًا على التعبير عن الحب والامتنان الذي أحمله لكي في شهادتي.

أقدم لكم هذا العمل المتواضع لأشكركم على تضحياتكم وعلى المودة التي طالما أحطتموني بها.

إلى أختي العزيزة "مروة" التي ساعدتني وشجعتني دائمًا والتي كانت دائمًا بجانبي يحميك "الله."

إلى إخوتي الأعزاء "~صلاح الدين ~محمد طيب، أيوب، بلال وعبد الكريم" أحملكم دائمًا في قلبي وأتمنى لكم كل السعادة والفرح والنجاح في المشوار الدراسي و العملي.

لعائلة "كل" و "بيازيد" بأكملها، صغارًا وكبارًا..

إلى جميع أصدقائي وصديقاتي الذين شاركت معه أفضل لحظات حياتي.

سارة

إهـــداء

أهدي ثمرة جهدي هذا إلى من كانت دعواتها سر نجاحي إلى من دعمتني في أفراحي و أقراحي إلى التي جعل الله الجنة تحت أقدامها إلى نبع الحنان وبسمة الزمان وسر الكيان حفظها الله أمي الغالية "صونية" و إلى أمي الثانية جدتي " كمرشو مسعودة "رحمها الله"

إلى من ضحى لنعيش إلى من كافح لنتعلم على نبع العطاء وبلسم الشفاء إلى أبي الغالي " هامل عمار" " رحمه الله"

إلى أختي العزيزة "أميمة" التي ساعدتني وكانت معي خلال مشواري الدراسي وفقك الله

إلى سندي في الحياة إلى الذي دعمني ووقف بجانبي وضحى من أجلي إلى نصفي ثاني "لطفي"

وإلى من تحمل أعينهم ذكريات طفولتي أخواتي "أحمد ربيع" "محمد فراس""معتز بالله"

ولجميع صديقاتي"سارة" "حنان" "شروق" "مبروكة"

كانا لي سند في حياتي الجامعية أشكركم لأنكم كنت بجانبي ولعائلة "هامل" و "بودوح"بأكملها صغارا و كبارا

إلى جميع زميلاتي صاحبات التخصص كيمياء المحيط

هبة الرحمان

شكر و عرفان

نود أن نشكر الله تعالى على توجيهنا إلى الطريق الصحيح ومساعدتنا طوال سنوات دراستنا.

نتقدم بخالص الشكر إلى:

آباؤنا الأعزاء الذين منحونا الشجاعة لمواصلة العمل.

نتقدم بأحر شكرنا و الثناء و التقدير على التوجيهات و النصائح إلى:

- الأستاذة المشرفة زاوي منال
- الأستاذة المساعدة شاوش خولة

و نشكر أعضاء اللجنة كل من:

- الرئيس بن منين عبد القادر

- المناقش مخلفي طارق

على قبولهم في إثراء هذا العمل

نشكر جميع الأساتذة في الجامعة

وأولئك الذين ساعدونا من قريب أو بعيد لتطوير هذا العمل.

شكرا للجميع

قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
01	المكونات الأساسية لمياه الصرف الصحي	14
02	خصائص مياه الصرف الصحي	16
03	غربال حديدي لنزع الأجسام كبيرة	37
04	كاشطات إزالة الدهون و الزيوت	38
05	عمليات المعالجة الأولية للمياه العادمة.	39
06	طريقة المعالجة بالحمأة المنشطة .	41
07	أحواض التجفيف الطبيعي للحمأة .	47
08	تفاصيل أحواض الرمال لتجفيف وترشيح الحمأة في محطات كبيرة	47
09	الحمأة الجافة بعد عمليات الكمر	48
10	شكل لمصفوفة الحمأة وعمليات التنقيب الميكانيكي	49
11	مراحل المعالجة على مستوى محطة تماسين- ولاية تقرت	53
12	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر	55
13	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان تحت سطحي أفقي	55
14	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان تحت سطحي شاقولي	56
15	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان المهجن	58
16	صورة لجهاز تهوية السطحي	60
17	صورة لجهاز تهوية عن طريق نفخ الهواء	60
18	أنواع أحواض المهواة	61
19	رسم تخطيطي لمراحل معالجة بالأحواض المهواة	62
20	محطة معالجة بالبحيرات الطبيعية	62
21	رسم تخطيطي لمحطة المعالجة تعمل بتقنية الأحواض الطبيعية	63

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	المكونات الأساسية للمياه المستعملة ومصادرها وبعض مخاطر وطرق معالجتها.	15
02	القيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي لمعالجة الموجهة للري.	25
03	أهم آليات إزالة الرئيسية للملوثات ضمن الأحواض النباتات .	59
04	محاسن و مساوئ طرق المعالجة.	64
05	تقييم كفاءة بعض المحطات مياه الصرف الصحي في مدينة كركوك	72
06	Urban sewage wastewater treatement by theactivated sludge methode urban arid climate at Touggourt (South-East Algeria)	74
07	دراسة تأثير DCO إلى قيمة DBO_5لمياه الصرف على كفاءة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص	75
08	Seasonal Variations of Physical, Chemical Parameters in A Wastewater Treatment Plant By Aerated Lagoons at Southern-East Of Algeria	76
09	Performances d'abattement de la qualité physico-chimique et bactériologique en lagunage aéré sous climat aride, cas de la ville d'El Oued (Sud -Est d'Algérie) : Elimination des germes pathogènes et des œufs d'helminthes	78
10	Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride: cas de la filière de "traitement des eaux usées de la ville de Taourirt	80
11	Protection des eaux souterraines de la région d' Adrar des infiltration d'eaux usée par application du lagunage naturel	82
12	Epuration des eaux usées domestique par lagunage naturel dans cinq station d'épuration de la région de la Chaouia Ouradigha-MAROC	83
13	Etude de la qualité des eaux épurées par le lagunage Algérie	84
14	معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية	86
15	المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي باستخدام نبات عدس الماء في محطة الجنديرية نموذجا .	88
16	تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار – جنوب العراق	89

91	معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر(FWS)وباستخدام نبات القصبPhragmite Australis	17
92	Hybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics.	18
93	Long-term performance of an integrated constructed wetland for advanced treatment of mixed wastewater.	19

قائمة المختصرات

المختصر	المدلول	الترجمة
CE	Conductivité électrique	الناقلية الكهربائية
DBO_5	Demande Biochimique en Oxygène (05 jours)	الطلب البيوكيميائي للأوكسجين خلال 05 أيام
DCO	Demande Chimique en Oxygène	الطلب الكيميائي للأوكسجين
GAZ dissous	Gaz Dissous	الغازات الذائبة
MES	Matiérs en suspenséon	المواد العالقة
M_{inorg}	Matériaux Inorganique	المواد غير العضوية
MO	Matiére Organique	المواد العضوية
O_2 disson	l'oxygène dissous	الأوكسجين المنحل
ONA	Office nationale d'assainissement	ديوان الوطني للتطهير
TDS	Total Dissolved Solids	المواد الصلبة الذائبة الكلية
TSS	Total Suspeded Solids	المواد العالقة الصلبة
WWG	Waste water Gardens	حدائق معالجة المياه المستعملة

الفـهرس

	الصفحة
الإهداء1	i
الإهداء2	ii
شكر و عرفان	iii
قائمة الأشكال	iv
قائمة الجداول	v
قائمة المختصرات	vii
المقدمة العامة	01
قائمة المراجع	04
الفصل الأول: مياه الصرف الصحي	
المقدمة	06
I-1- عموميات حول المياه الملوثة	06
I-1-1- تعريف تلوث مياه.	06
I-1-2- ملوثات الماء .	06
I-1-3- مصادر تلوث مياه .	07
I-1-4- أنواع وحالات الملوثات المائية.	08
I-2- مياه الصرف الصحي	11
I-2-1- تاريخ معالجة مياه الصرف الصحي.	11
I-2-2- تعريف مياه الصرف الصحي.	12
I-2-3- مصادر وأنواع مياه الصرف الصحي.	13
I - 2-4- تركيب مياه الصرف الصحي المنزلي وأهم صفاتها.	14
I-2-5- خصائص مياه الصرف الصحي.	15
I-2-6- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه المستعملة.	22
I-2-7- إعادة إستعمال مياه الصرف الصحي .	25
I-2-8- أخطاء مرتبطة من جراء إستعمال مياه الصرف الصحي.	25
I-3- معالجة مياه الصرف الصحي.	26
I-3-1- تعريف معالجة مياه الصرف الصحي	26
I-3-2- إشكالية مياه الصرف الصحي .	26
I-3-3- محاسن مياه الصرف الصحي.	27

I-3-4- مساوئ مياه الصرف الصحي.	27
I-3-5-أهداف معالجة مياه الصحي.	27
I-3-6- أهم العوامل المؤثرة في إختيار طريقة المعالجة مناسبة	27
I-3-7- محطات تطهير وعمليات معالجة مستعملة	28
قائمة المراجع	31
الفصل الثاني: مراحل و طرق معالجة مياه الصرف الصحي	
المقدمة	36
II- 1- مراحل معالجة مياه الصرف الصحي	36
II-1-1- معالجة التمهيدية	36
II-1-2- معالجة أولية	38
II-1-3- معالجة ثانوية	39
II-2- طرق لمعالجة مياه الصرف الصحي	40
II-2-1- طريقة الحمأة المنشطة	40
II-2-1-1- تعريف طريقة الحمأة المنشطة	41
II-2-2-2- مبدأ طريقة الحماة المنشطة	41
II-2-1-3- تعريف الحمأة	41
II-2-1-4- أنواع الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي	42
II-2-1-5- خصائص الحماة	42
II-2-1-6- الأوحال المنشطة	45
II-2-1-7- عمل محطات التصفية بطريقة الحمأة المنشطة	46
II-2-1-8- التجفيف الطبيعي للحماة	47
II-2-1-9- أنواع أحواض تجفيف الحماة المنشطة	48
II-2-1-10- كمر الحمأة	49
II-2-1-11- طرق التخلص من الحمأة	49
II-2-2- طريقة المعالجة بواسطة النباتات	49
المقدمة	50
II-2-2-1- نبذة تاريخية	51
II-2-2-2- تعريف معالجة مياه الصرف الصحي بواسطة النباتات	51
II-2-2-3- تعريف محطات المعالجة WWG	52
II-2-2-4- مبدأ نظام WWG	52

II-2-2-5- مراحل المعالجة في نظام WWG	53
II-2-2-6- النباتات المائية المستخدمة ضمن محطات المعالجة النباتية	54
II-2-2-7- احواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي	58
II-2-2-8- آليات إزالة الملوثات وفعالية أحواض المعالجة بالنباتات	59
II-2-2-9- إستخدامات المياه المعالجة بالنباتات	59
II-2-3- طريقة البحيرات المهواة	59
المقدمة	59
II-2-3-1- تعريف طريقة معالجة بالبحيرات المهواة	59
II-2-3-2- مبدأ عملية معالجة	60
II-2-3-3- أنواع الأحواض المهواة	60
II-2-3-4- مراحل المعالجة بالبحيرات المهواة	61
II-2-4- طريقة البحيرات الطبيعية	62
II-2-4-1- تعريف طريقة البحيرات الطبيعية	62
II-2-4-2- مبدأ طريقة البحيرات الطبيعية	63
II-3- مساوئ و محاسن طرق معالجة مياه الصرف الصحي	64
قائمة مراجع	67
الفصل الثالث: تحليل دراسات السابقة حول طرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة و الشبه جافة.	
المقدمة	71
III -1- تحليل الدراسات السابقة	71
III-1-1- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام الحماة المنشطة.	71
III-1-2- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام البحيرات المهواة.	75
III-1-3- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام البحيرات الطبيعية.	79
III-1-4- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام النباتات	85
III-2- مناقشة النتائج المتحصل عليها	94
قائمة المراجع	97
الخلاصة العامة	101
الملاحق	I

المقـــدمـــة العامـــة

المـقدمـة العامة:

النمو الذي عرفته البلاد خلال هذه السنوات الأخيرة له إيجابيات و لكنه أدى أيضا إلى آثار سلبية على البيئة و خاصة على الموارد المائية بسبب رعاية الغير الكافية للبيئة.

في الواقع التلوث قد يكون السبب الرئيسي في نقص المياه في بلد شبه قاحل مثل بلدنا و من هنا جاءت الحاجة إلي قدر أكبر لحماية الموارد المائية.

لذا سياسة الصرف الصحي مطلوبة كأمر حتمي لا مفر منه للحماية من مخاطر التلوث الناتجة عن حماية هذه الأوساط و هي تعتمد بشكل خاص الحفاظ على الموارد الموجودة و تثمين مياه الصرف الصحي المعالجة و الحفاظ على صحة المواطنين و تنمية الإقتصادية.

شبكة التطهير الصرف الصحي الوطني شهدت إرتفاع حاد منذ تحقيق برنامج تنفيذ شبكات الصرف الصحي في جميع أنحاء البلاد، هذا مكن إلغاء جزء كبير من تصريف مياه الصرف الصحي الملوثة خصوصا في المناطق الحضرية، و القضاء عدد كبير من خنادق الصرف الصحي في جميع أنحاء البلاد، مما يقلل من خطر الإصابة بالأمراض المنقولة عن طريق المياه. نسبة ربط الصرف الصحي العام هو واحد من أكثر المؤشرات إستخداما لتقييم الجهود المبذولة من بلدان في مجال الصرف الصحي [01].

فيما يتعلق بمحطات المعالجة، نلاحظ أن في سنة 1999 كان عدد محطات معالجة المياه يقدر بـ 12 محطة عملية في عام 2000 بطاقة بقدرة لا تتجاوز 90 مليون م^3/ سنة. حاليا الجزائر لديها 177 محطة التطهير مع قدرة سعتها 13791687 مكافئة لعدد السكان أي 805 مليون م^3 / سنة منها 49 بسعة 6 ملايين مكافئة لعدد السكان الواقعة في المدن الساحلية الكبرى (الجزائر العاصمة، وهران، عين تموسنت، سكيكدة، عنابة و جيجل و بومرداس ...إلخ، وهذا لتحقيق أهداف إتفاقية برشلونة التي صادقت عليها الجزائر والتي هي إزالة كل تصريفات مياه الصرف الصحي في البحر[02].

فمياه الصرف الصحي لها عدة مصادر مختلفة منها منزلية و أخرى صناعية و مليئة بالملوثات منها الشوائب و العوالق و المواد العضوية و العناصر الثقيلة السامة و غيرها.

و لذلك تعددت طرق المعالجة من حيث طبيعة المناخ و نوع المنطقة كالريف مثلا يلجأ إلي طرق الطبيعية أي كل منطقة لها طريقة معالجة مياه الصرف الصحي خاصة لها، لدى تداعت الحاجة إلى تنقيته فإن معالجة مياه الصرف الصحي لها أنظمة تقليدية كـالحمأة المنشطة و البحيرات المهواة و توجد كذلك معالجة بواسطة النباتات و البحيرات الطبيعية و تعتبر أن هذين الأخيرين طرق طبيعية أي بدون تكلفة مقارنة بالطرق الأخرى.

من هنا نطرح الإشكالية

- ما هي مياه الصرف الصحي ؟
- فكيف تتم المعالجة بهذه الطرق؟
- هل الطرق الأربعة تستعمل في المناطق الجافة و الشبه الجافة؟
- ما الطرق الأكثر كفاءة من حيث إزالة الملوثات؟

و للأجابة على هذه التساؤلات قمنا بدراسة إستقصائية حول طرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة و الشبه الجافة، حيث قسمنا إلى ثلاث فصول و هي كالأتي:

- **الفصل الأول**: مياه الصرف الصحي .
- **الفصل الثاني**: طرق معالجة مياه الصرف الصحي .
- **الفصل الثالث**: تحليل دراسات سابقة حول طرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة و شبه جافة.
- **الخلاصة العامة**: حوصلة الدراسات السابقة.

قائـمة الـمراجـع

المراجع:

[01] htt://www.mre.gov.dz/wp-content/uploads /01-06-2022/20:18/graphe 01_asspng.

[02] htt://www.mre.gov.dz/wp-content/uploads /01-06-2022/20:18/graphe 02_asspng

الفصل الأول: مياه الصرف الصحي

ملخص الفصل:

تطرقنا في هذا الفصل إلي المياه الملوثة و مصادرها، و خصصنا بالذكر مياه الصرف الصحي نشأتها، تعريفها، مصدرها، أنواعها، خصائصها، مساوئ و محاسن معالجتها، أهداف معالجة مياه الصرف الصحي تناولنها في الأخير.

المقدمة:

الماء هو احد الموارد الأساسية لجميع الأنشطة الإجتماعية و الإقتصادية، ومع كثرة الطلب المتزايد المورد وسوء الإستعمال له أدى إلى تدهور بشكل كبير مما زاد من نسبة المياه المستعملة الملوثة على حساب مياه العذبة.

I – 1- عموميات حول المياه الملوثة :

I-1- 1- تعريف تلوث المياه :

عرفت منظمة الصحة العالمية عام 1961 تلوث المياه على أنه التغيير الذي يطرأ على الخصائص الطبيعية و الكيميائية و البيولوجية للمياه مما يؤدي إلى تغيير في حالتها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بحيث تصبح المياه أقل صلاحية للإستعمالات الطبيعية المخصصة لها، سواء الشرب أو الإستهلاك المنزلي أو الزراعي أو غيره.

وعرف هوبنكزوشرلز hopkinset schul سنة1954 الماء الملوث بأنه الماء الذي تنخفض درجة جودته نتيجة للإختلاطه بمخلفات الصرف الصحي أو غيرها فتجعله غير صالح للشرب أو للإستعمال في الأغراض الصناعية، و تأثير مكونات الماء على إستعماله يعتمد على تركيزها فيه فهناك العديد من المكونات التي يمكن الإعتراض على وجودها بتركيز مرتفع ولكن، يمكن أن تصبح مقبولة في حالة وجودها بتركيزات منخفضة عند إستخدام الماء في غرض معين[01].

وقد عرفتوه منظمة الصحة العالمية هو جاء في عام 1961 لأنه أي تغيير في الطبيعية و الكيميائية الماء يؤدي إلى تغيير حالته بشكل مباشرة و غير مباشر تصبح المياه أقل ملائمة للإستخدامات الطبيعية [02].

I-1-2- ملوثات الماء :

تنقسم الموارد التي لها تلويث المياه إلى ثماني مجموعات وكل منهم يضم عدد من المكونات لها خصائص أو تأثيرات معينة على نوعية الماء وتنحصر هذه المجموعات فيما يلي:

- **مواد بيولوجية:** مسببة لأمراض مثل البكتريا الممرضة، المؤثرة على صحة للإنسان و تسبب له أمراض مثل: حمى التيفويد، الكوليرا، حمى البارا تيفويد والدوسنتاريا.
- **مواد سامة:** مثل:الزرنيخ، الرصاص، الزئبق والكادميون بإضافة إلى مختلفة من المركبات الكيميائية العضوية (مبيدات، مذيبات، منظفات، زيوت، دهون).
- **مغذيات غير عضوية:** مثل نيتروجين، و الفسفور التي عن إضافة الأسمدة للأراضي الزراعية.
- **كيمياويات الذائبة في الماء:** أملاح، أحماض، أيونات، معادن ثقيلة.
- **مواد صلبة عالقة:** أتربة، مواد غير ذائبة.

- **مواد مشعة:** اليورانيوم، الراديوم ..... إلـخ.
- **حرارة:** ذوبانية الأوكسجين تعتمد على الحرارة.
- مخلفات تستهلك للأوكسجين الحيوي (مواد عضوية) [03].

I-1-3- مصادر تلوث المياه:

تصاب المياه بالتلوث من مصادر متعددة تتوقف على نوعيات المياه وخصائص ومواقع المسطحات المائية. ومن أهم مصادر تلوث المياه ما يلي:

I-1-3-1 - التلوث الطبيعي:

التلوث الطبيعي للمياه موجود في كل مكان، وكل زمان، فمخلفات الحيوانات والنباتات تجد طريقها دائما إلى الماء. فكلما تدفقت المياه الجارية على السطح إلتقطت فضلات عضوية و رواسب معدنية، و مع إزدياد أنشطة الإنسان التي تحد من الغطاء النبات كقطع الأشجار، زادت نسبة الجريان السطحي ووصول الملوثات الطبيعية العضوية و المعدنية إلى البحيرات، مما ساهم في زيادة التلوث الطبيعي [04].

I-1-3-2- الملوثات الناتجة عن النشاط الصناعي :

وهي تشمل المخلفات الناتجة عن المصانع الغذائية و الكيميائية و الألياف الصناعية، و التي تؤدي إلى تلوث الماء بالدهون و البكتيريا و الدماء و الأحماض و القلويات و الأصباغ و المشتقات النفطية و الكيماويات

و المواد السامة كالزرنيخ و الزئبق، و المعادن الثقيلة كالرصاص الكادميوم الذي يسبب اضطرابات في الجهاز الهضمي والبولي و ظهور تشوهات خلقية للأجنة [05].

- **الملوثات الناتجة عن النشاط البشري :**

1. **الصرف الصحي:** تعتبر الملوثات الموجودة في المياه العادمة من أخطر الملوثات فهي تحمل العديد من المسببات المرضية مثل أنواع من البكتيريا و الفطور و الفيروسات بالإضافة إلى المنظفات الكيميائية و الصابون و المواد العالقة...[05].
2. **النشاط المرتبطة بالمشتقات النفطية:** (استخراج النفط و مشتقاته استخدام المذيبات في ترسيب النفط في قاع البحر ناقلات النفط و السفن الكبيرة) عند تسر بالنفط إلى المياه يصبح على هيئة طبقة متماسكة تغطي مساحة واسعة و تبدو كما لو كانت عازلا يحول بين الماء و هواء الجو مما يعيق تشبع الماء بالأكسجين الجوي، فتقل نسبة الأكسجين المنحل في المياه وتعيق تلك الطبقة و صول الضوء (تقلل أو تمنع نفاذيته) إلى المياه فتعجز النباتات عن القيام بعملية التركيب الضوئي [05].

I-1-4- أنواع و حالات التلوث المائي:

تتم معالجة مياه الصرف وكذا عملية إختيار طريقة المعالجة الأنجع إتباعها، على حسب أنواع ومصادر المواد الملوثة للمياه، و بالتالي لابد من الإشارة إلى هذه الملوثات ودورها في تلويث المياه من خلال مناقشة حالا تتلوث المياه التالية:

I-1-4-1- التلوث الحراري:

هو من أهم حالات التلوث يحدث نتيجة الحمم البركانية و محطات توليد الطاقة الكهربائية، و كذلك طرح مياه الصرف الصناعية الحارة المستعملة من أجل التبريد في المصانع و المفاعلات الحرارية، و محطات تحلية المياه، و تمتاز هذه المياه بارتفاع درجة حرارتها عن المعدل العادي، مما يخلب التوازن البيئي و يحدث أضرار بالحياة النباتية و الحيوانية، ومن هي تضاعف معدلات لتفاعلات الكيميائية مما يتسبب في إبادة الأسماك والنباتات وإعاقة الحركة بالمجاري المائية [06،07].

I-1-4-2- التلوث الإشعاعي:

و هو يعبر عن تمركز العناصر المشعة في جسم الكائن الحي (تسبب أمراض خطيرة)، والتي قد تحدث طبيعيا في المياه السطحية التي قد تحتوي على عناصر مشعة طبيعيا، مثل: الراديوم، اليورانيوم، أو بشكل غير طبيعي ناتج من المخلفات الصناعية و التفجيرات النووية، و تعد المحطات الذرية و المستشفيات و مراكز الأبحاث العلمية و الصناعات الكهربائية و المولدات التي تعمل بالفحم أو البترول، و من أهم مصادر هذا النوع من التلوث[08،09].

I-1-4-3- التلوث الكيميائي:

1- التلوث الصناعي:

يسبب تلوث المياه بالملوثات الكيميائية الصناعية مشاكل خطيرة على الكائنات الحية (حيوانية، نباتية و الأحياء الدقيقة)، لأن هي تعتبر من أخطر أنواع التلوث، وقد برز كنتيجة طبيعية للتقدم الصناعي الهائل، و خاصة في مجال الصناعات الكيميائية.

حيث تقوم المنشآت الصناعية بصرف مخلفاتها ونواتجها الثانوية بدون معالجة في المجاري المائية، و بالتالي تشكل خطرا حقيقا على كل عناصر البيئة وذلك لاحتوائها على مركبات كيميائية سامة، و مما يزيدها خطورة أنا غلبها شديد الثبات و ذات أثر طويل. ومن أهم هذه المواد نجد:

الأحماض، القواعد المنظفات الصناعية، الأصباغ، بعض مركبات الفسفور و الكثير من المعادن الثقيلة السامة مثل الرصاص و الزئبق مما يتسبب عنها تلوث شديد للمياه التي تلقى فيها.

2- التلوث بالمبيدات:

تعد المبيدات المستخدمة في مكافحة الآفات الزراعية من أخطر الملوثات و أكثرها إنتشارا، و يؤدي الإسراف في إستخدامها إلى تلوث التربة الزراعية، فغالبا ما يبقى جزء كبير من هذه المبيدات في التربة (نحو 15 % من الكمية المستعملة)، ولا يزول أثرها إلا بعد سنوات، وقد تحمل مياه الأمطار بعض هذه المبيدات من التربة إلى المجاري المائية، حيث تسبب أضرار كبيرة للكائنات الحية الموجودة بها، و قد تضر أيضا كلا من الحيوانات و الإنسان، كذلك تمتص النباتات المزروعة بالتربة جزء من هذه الملوثات، و تقوم بتخزينها في أنسجتها، و من ثم تنتقل إلى الحيوانات التي تتغذى على تلك النباتات [10،11].

3- التلوث بالأسمدة الزراعية الطبيعية و الكيماوية:

يلجأ الكثير من الفلاحين والمزارعين إلى إستخدام المخصبات الزراعية كمركبات الفوسفات، النترات، وذلك بسبب محدودية الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة، و عند إستخدام هذه المخصبات عشوائيا، وبشكل غير محسوب فإن جزء منها يبقى في التربة كأحد عوامل تلوثها، فعند سقي هذه الأراضي الزراعية المحتوية على هذه المخصبات الزراعية الزائدة عن حاجة النبات، فإن جزء منها يذوب في مياه الري، و يصل إلى المياه الجوفية، و بالتالي يزيد من نسبة كل من مركبات الفوسفات و النترات في هذه المياه، كما تقوم مياه الأمطار بدور هام كذلك من حمل ونقل لهاته المركبات بمساهمة مياه الصرف الصحي الزراعي و المياه الجوفية و بالتالي نقلها إلى المجاري المائية المجاورة [12].

4- التلوث بالمخلفات النفطية:

تتلوث المياه البحار و المحيطات بزيت البترول لعدة أسباب منها الحوادث البحرية التي تحدث لناقلات البترول، أو بعض الحوادث التي تقع أحيانا أثناء عمليات الحفر لاستخراج البترول من الآبار البحرية، أو تسرب بالبترول من بعض الآبار المجاورة لمصادر المياه، أو تلف بعض خطوط نقل المحروقات، و ينتج أيضا هذا التلوث من خلال إلقاء بعض النفايات والمخلفات البترولية من ناقلات البترول أثناء سيرها في البحار والمحيطات.

يكون زيت البترول طبقة رقيقة تنتشر تدريجيا فوق سطح الماء، و تتسع رقعة هذه الطبقة مع الوقت نتيجة الرياح و الأمواج، وبمجرد انتشار الزيت فوق الماء تبدأ المكونات الطيارة من الزيت في التبخر، ملوثة هواء المنطقة المحيطة وغالبا ما تعمل بقع الزيت كم ذيب و تبدأ بإستخلاص كثير من المواد الكيميائية المنتشرة في مياه البحار كالمبيدات و المنظفات الصناعية، و غيرها من المواد التي يلقيها الإنسان في مياه البحار، مما يرفع في تركيزها في المنطقة المغطاة بالزيت.

وجزء منطبقة الزيت التي تغطي سطح الماء يختلط بالماء ليكون معه مستحلبا تتعلق به دقائق الزيت المتناهية الصغر، و بمرور الوقت يختلط هذا المستحلب بالمياه تحت السطحية و يمتزج به ملوث طبقات

المياه العميقة، كما يمتص المستحلب بعض العناصر الثقيلة كالزئبق و الرصاص و غيرها... فيزداد تركيزها في المنطقة المحيطة بالبقعة و تظهر أثارها السامة في هذه المنطقة، هذا وقد تدفع الرياح والأمواج الزيت إلى الشواطئ فتلوث رمالها، وتحولها إلى منطقة عديمة الفائدة [10،11].

5- التلوث بالأمطار الحمضية:

هي الأمطار الملوثة بالغازات الحمضية خاصة أكاسيد الكبريت و التي تتح و النتيجة سلسلة من التفاعلات إلى حمض الكبريتيك، و أكاسيد النيتروجين التي بدورها تتحول إلى حامض النتريت (ناتجة من انبعاث الغازات نتيجة عملية احتراق الوقود من الصناعات المختلفة)، و تعود هذه الأحماض إلى التربة و مختلف مصادر المياه في الطبيعة، و تؤدي إلى حدوث أضرار بمياه المسطحات المائية خاصة المقفلة نتيجة رفع حموضتها، ما يؤثر على الأسماك و كثير من الكائنات الحية الأخرى، و يحدث مثال هذا في الأنهار كذلك مثلا نهر" توفدال " Tovdal بالنرويج الشهير بوجود أسماك السلمون، و لكن أصبح بفعل هذه الأمطار الحمضية لا يوجد به أسماك أو أين و عمن أنواع الكائنات الحية الأخرى، وتؤثر كذلك الأمطار الحمضية على مياه الشرب عن طريق تسببها في تآكل بعض القنوات فتزداد نسبة الرصاص في مياه الشرب وحدث ذلك في أحد خزانات مياه الشرب لـ ولاية ماساشيترستس الأمريكية، و يؤدي كذلك تآكل القنوات إلى تسرب مياه الصرف الصحي واختلاطها بمياه الشرب. كما تتسبب بهذه الأمطار بإذابة بعض المعادن الثقيلة و المواد السامة مثل: الرصاص، الزئبق، الألمنيوم، النترات من التربة حاملة إياها إلى الأنهار و البحار والبحيرات، وكذلك المياه الجوفية مسببة أضرار للكائنات الحية، و تؤثر على صحة الإنسان من خلال شرب هذه المياه الملوثة و التغذية على الأسماك والكائنات البحرية [08].

I-1-4 - 4- التلوث البيولوجي :

1- التلوث بمياه الصرف الصحي:

هي مياه المجاري المستعملة والتي تحمل فضلات دورات المياه بما تحتوي من فضلات عضوية و شوائب و منظفات صناعية و بكتريا، و كذا فيروسات، الكائنات الدقيقة.....إلخ، وهي كذلك المياه التي استخدمت في الأغراض المختلفة من مصانع و خلافه، و يتم التخلص من هذه المياه في الكثير من الدول عن طرق تصريفها إلى المسطحات المائية المختلفة دون معالجتها، على الرغم من خطورة هذا العمل، حيث تكون هذه المياه ملوثة بالمواد العضوية و المواد الكيميائية (كالصابون والمنظفات الصناعية) وبعض أنواع البكتريا الضارة، بالإضافة إلى المعادن الثقيلة السامة و المركبات الهيدروكاربونية، و يؤدي ذلك إلى حدوث أضرار جسيمة مثل تقليل نسبة الأوكسجين في الماء و الموت الجماعي للأسماك و الأحياء المائية و تعفن المياه، كذلك تساهم في انتقال الكثير من مسببات الأمراض لخطيرة المتنقلة عبر

المياه و التي يمكن أن تصل الإنسان و تصيبه من جراء تلوث مصادر المياه بمياه المجاري (الغير معالجة)[10].

2- التلوث بالطحالب:

تحتوي المياه السطحية على الكثير من الكائنات الحية النباتية التي تغير من طبيعة المياه(الطعم، الرائحة، اللون) و نوعيتها حيث يتم حصرها فوق أسطح المياه مما يؤدي إلى انبعاث الروائح الكريهة، ومن المعروف أن صرف مياه المجاري في الأنهار والبحيرات يزيد من هذه المشكلة لأن المخلفات تعمل كسماد جيد للطحالب تزيد نموها بدرجة هائلة، كما أن للطحالب أضرار اقتصادية متمثلة في إتلاف السفن إذ تساهم في تكوين ما يعرف بإسم تلف المراكب إذ تترسب عليه هذه الطحالب بكثرة في جدران السفن (قد تصل إلى عشرات الأطنان) مما يؤدي إلى خفض سرعتها وزيادة استهلاك الوقود، ولذلك تطلى هياكل السفن بنوعية من الطلاء تحتوي على مركبات النحاس و الزئبق يعمل الأول على وقايتها من التآكل، و يعمل الثاني على حمايتها من ترسب الطحالب [08].

3- التلوث بالبكتريا:

نظرا لفقر الماء إلى العناصر الغذائية فإن معظم البكتيريا التي تصل إلى الماء الصافي أو النقي لا تستطيع النمو فيه، غير أنها يمكن أن تعيش لفترات متفاوتة قد تصل إلى عدة شهور، أما الأنواع الممرضة فإنها لا تستطيع النمو في هذا الوسط المائي.

تعتبر مياه الصرف هي المصدر الوحيد لتلوث مياه الشرب بالميكروبات الممرضة وهذه المياه إذا كان مصدرها أناسا أصحاء فإنها في الغالب لا تحتوي على ميكروبات ممرضة، أما إذا كانت ناتجة عن أشخاص مرض فإنها تشكل مصدر خطير للعدوى، و من أهم الأمراض هي: التيفود (البكتريا المسؤولة عنه هي جنس السالمونيلا) (Salmonella typhi) و الباراتيفودو الدوسنتاريا، والكوليرا Vibrio cholerea، لذلك فإن الأشخاص الذين يستعملون مياها لأنهار والبحيرات التي تلقى فيها مياه المجاري يكونون عرضة للإصابة بعديد من الأمراض، و إذا حدث تسرب من مياه المجاري إلى بئر أو مصدر مائي للشرب فأنه ينصح بأنه غير أمن للشرب، و لذلك فإنه من الطبيعي و الضروري اختبار الماء ميكروبيولوجيا وكيميائيا لضمان سلامته [13].

I-2 - مياه الصرف الصحي :

I-2-1- تاريخ معالجة مياه الصرف الصحي:

كان تطور معالجة مياه الصرف الصحي ملحوظا بأكبر صورة خلال القرن العشرين، لقد إعتبرت مياه الصرف الصحي، لزمن طويل تهديدا كامل للصحة و إزعاج للتجمعات العمرانية.

وكانت القيمة السمادية للمخلفات البشرية قد عرفت في الأزمنة الأولى، حيث إستخدام قدماء الإغريق (300 قبل الميلاد حتى 500 بعد الميلاد) المراحيض العامة التي كانت تصرف في المجاري تنقل مياه الصرف الصحي و مياه الأمطار أيضا إلى حوض تجميع خارج المدينة.

ومن هناك كانت القنوات المبطنة بالطوب تنقل مياه الصرف إلى الحقول الزراعية حيث يتم إستغلال تلك المياه الري وتسميد المحاصيل و البساتين. وكانت الخطوط الجوي تغسل بصورة دورية بدفق المياه الصرف الصحي .

I-2-2- تعريف مياه الصرف الصحي :

- ✓ وهو الماء الملوث الذي يتركب من المخلفات المنزلية و التي يشمل بقايا الدهون و الأطعمة و المنظفات الصناعية المستعملة في الغسيل و التنظيف و المواد العضوية و المخلفات الأدمية بالإضافة إلى مياه الشطف لساحات المنازل الحاملة للأتربة و بعض المواد كذلك المخلفات الصناعية و هي المياه الناتجة من المصانع وتحتوي على نسب مختلفة من المواد الغريبة و الكيماوية التي تفسد خواصه الكيميائية مما يجعله غير صالح للإنسان [14].
- ✓ هي عبارة عن المياه الملوثة التي تم التغيير في خصائصها الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية مما يجعلها غير صالحة للإنسان أو الحيوانات أو الكائنات التي تعيش في البحار و المحيطات و التي تتمثل في مياه الفضلات البشرية و المياه المستعملة في الغسيل و مياه المخلفات الصناعية و تتكون هذا المخلفات السائلة من 99% ماء و 100% من مواد الصلبة بعضها ذائب وبعضها معلق كما أن بعضها مواد عضوية و البعض الأخر مواد غير عضوية [15].
- ✓ تحتوي مياه الصرف الصحي عن ما يزيد عن 99% ماء و باقي عبارة عن خليط مواد ذائبة و غروية و جسيمات عضوية وغير عضوية بالإضافة إلى كائنات حية صغيرة (ميكروبات – فيروسات – بكتيريا – فطريات)، و هذا الخليط هو الذي يحدد نوعية الماء و الطبيعة الكيميائية و البيولوجية كما يعتبر المحتوى العضوي العامل الأساسي في تلوث المياه الصرف حيث تتمثل المواد البروتينية المجموعة الرئيسية للمحتوى العضوي وتقدر حوالي 50% ويليها في ذلك المواد الكربوهيدراتية التي تكون حوالي 45% ثم الدهون و الزيوت التي تكون حوالي 5%، تتحلل المواد البروتينية و الكربوهيدراتية تحلل سريع في حين إن الدهون و الزيوت تكون أكثر ثبات ويكون تحللها بطيء [01].

I-2-3- مصادر وأنواع مياه الصرف الصحي :

هنا كعدة تصنيفات لمياه الصرف : فقد صنفها CHOCAT (1997) و OUALI (2001) إلى مياه مستعملة صناعية و أخرى منزلية، ولكن (RICHARD 1996 et BOUZIANI 2000) [16،09] أضافوا المياه المستعملة الفلاحية و مياه الأمطار[06].

و من أهم أنواع مياه الصرف:

1- مياه الأمطار الملوثة:

مياه الأمطار تتسقط عموما ملوثة بسبب الملوثات الموجودة في هواء، المناطق الصناعية تكون ملوثة بدرجة قوية في الأماكن التي بها مصانع كيميائية كثيرة أو حينما تسقط على الأرض، فمنها ما يسقط على الأراضي الزراعية و منها ما يسقط على الطرقات و سطوح المنازل، و بالتالي في عامل من عوامل إيصال الرمال إلى شبكات الصرف. تجد مياه الأمطار طريقها إلى شبكة مواسير الصرف عن طريق بالوعات الشوارع حاملة معها بعض المواد العالقة مما قد تجده أمامها على الأسطح و الشوارع و الطرقات [06].

2- مياه غسل الشوارع:

تصرف البالوعات ومنها إلى شبكة الصرف حاملة معها بعض الرمال و الورق مما تجره أمامها في الطرق [03].

3- المياه الصناعية:

تشمل مياه الصرف المصانع المختلفة في المدينة و هي تختلف في كمياتها من مصنع إلى أخر فبينما نجد المياه المستعملة في التبريد تكاد تكون خالية من الشوائب كما نجد أن المخلفات الناتجة عن صناعة الورق مثلا تحتوي تركيز عالي جدا من المواد العالقة الذائبة العضوية كانت أم غير عضوية. و هذه المياه تختلف طبيعتها عن المياه المنزلية لاحتوائها على مواد كيميائية و مواد سامة الآتية من المصانع و كذا المخابر و المستشفيات، هذه المياه تطلق روائح كريهة و سامة خاصة عند إرتفاع درجة الحرارة [17].

4- مياه الرشح:

تمثل مياه السيلان التي قد تدخل إلى مواسير الصرف خلال الوصلات غير متقنة أو من خلال غطاء الماسورة نفسها إذا كان مساميا [03].

5- مياه الصرف المنزلي:

تأتي من مختلف الإستعمالات المنزلية للماء و تحمل خاصية التلوث العضوي و تنقسم إلى قسمين:

*مياه المنزلية: يكون مصدرها الحمامات، المطابخ، وهي في العموم تكون غنية بالمنظفات، الدهون، الصابون و الشوائب الأخرى.

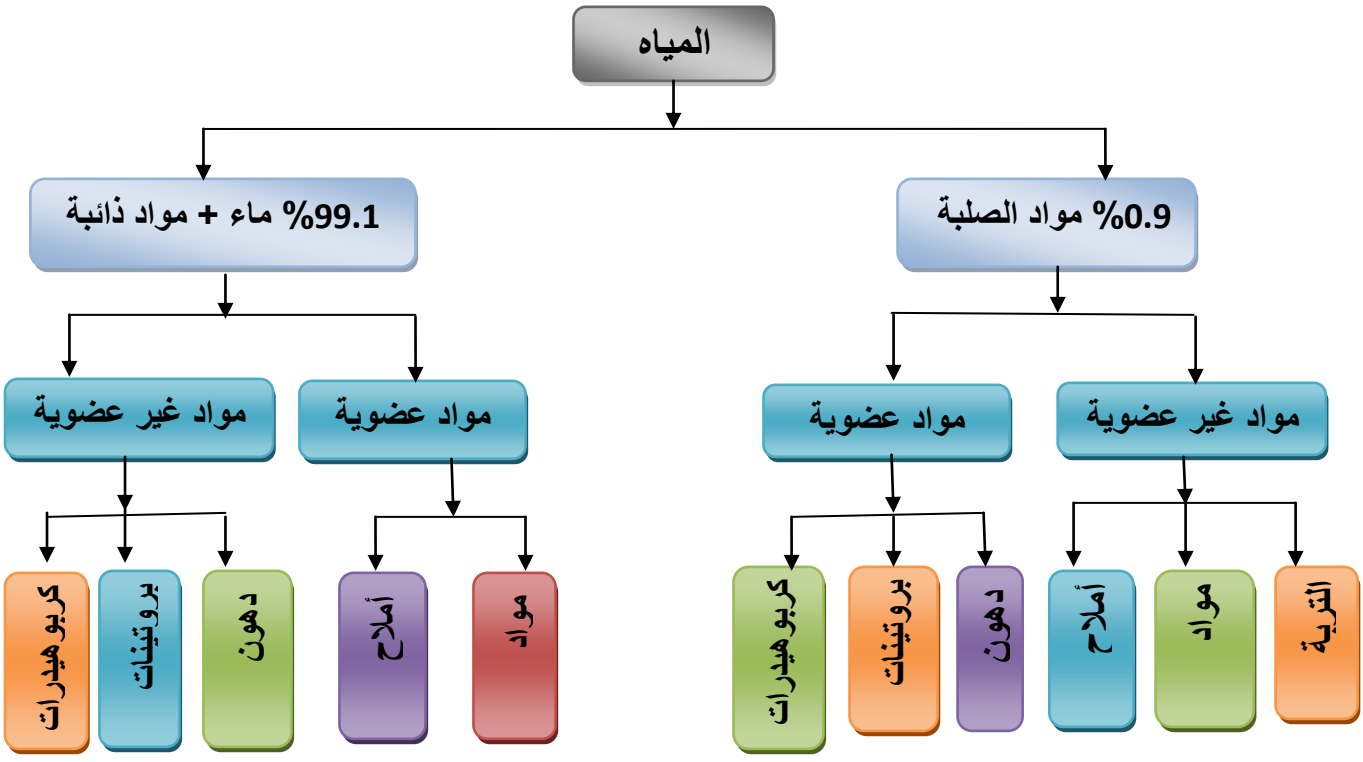
*مياه النفايات: التي تعتبر المراحيض التي تكون غنية بمختلف المواد العضوية الآزوتية (بوراز و بول) و الفيروسات الخطيرة [18،03].

I- 2 -4- تركيب مياه الصرف الصحي المنزلي و أهم صفاتها:

تتكون أساسا من المخلفات البشرية (بوراز، بول، مياه الغسيل) [19]. تتغير مكونات مياه الصرف الصحي

من وقت لأخر على مدار السنة و الشهر و اليوم بتغير كمياتها و تتكون في المتوسط من 99.1% ماء و مواد ذائبة 3.2% مواد صلبة و سواء كانت عالقة أو ذائبة عضوية أو غير عضوية المنشأ [20].

المخطط و الجدول التالي يوضحان بصفة عامة أهم المكونات الصلبة للمياه المستعملة المنزلية: [21،20].



الشكل (01): المكونات الأساسية لمياه الصرف الصحي

عندما نعاين و نحلل الماء المستعمل نجد فيه من بين الملوثات المكونة للمياه المستعملة تلك الممثلة في الجدول التالي:

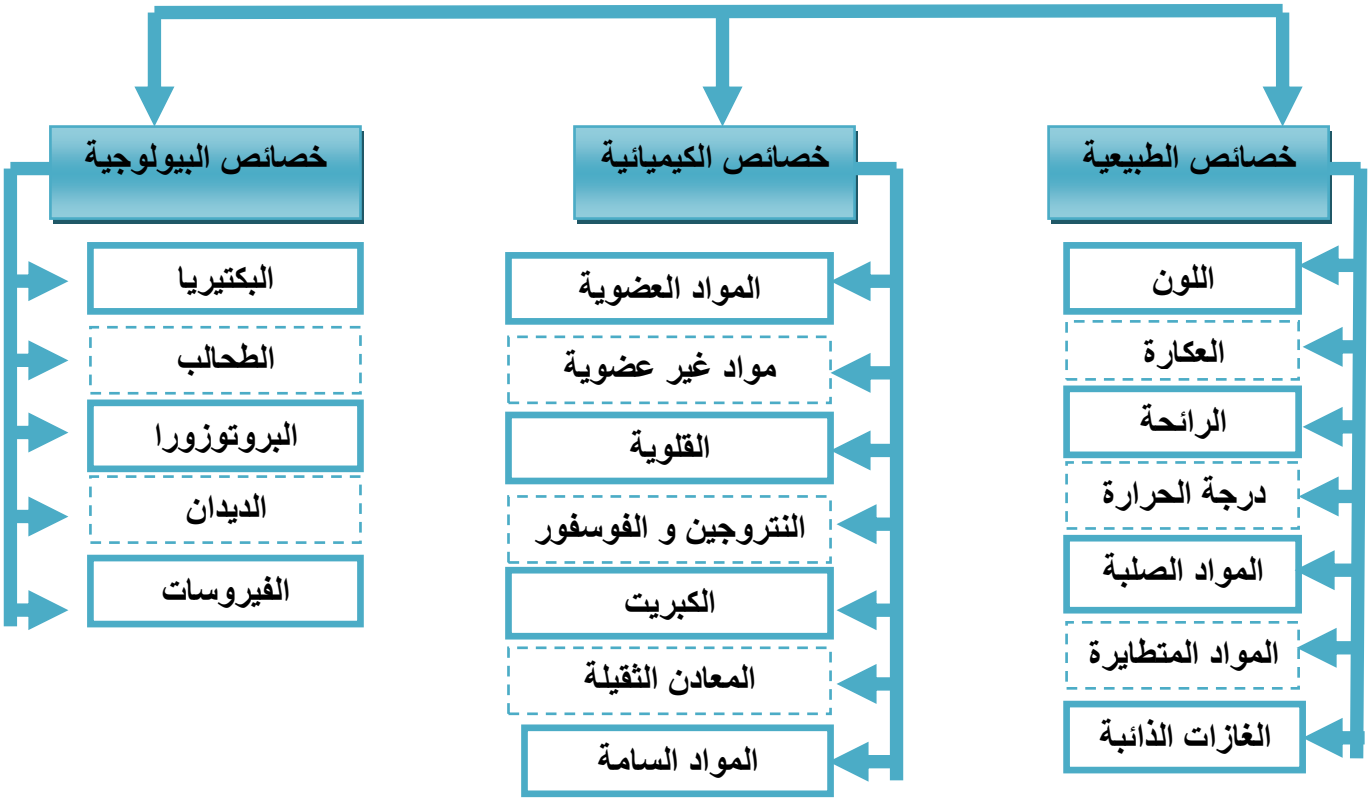
جدول (01): المكونات الأساسية للمياه المستعملة و مصادرها و بعض المخاطر و طرق معالجتها.

نوع الملوث	مصدره	المخاطر الناجمة	نوع المعالجة
مواد الصلبة (حجارة، مواد بلاستيكية، أتربة عالقة...)	- نفايات منزلية. - ما تجره السيول .	إعاقات في إستعمال هذه المياه (إنسداد أنابيب نقل المياه)	معالجة الفيزيائية كلاسيكية (غربلة، ترشيح، تركيد...)
زيوت صناعية	نفايات منزلية، نفايات صناعية (محطات الغسل و تشحيم السيارات ...)	- تلوث البيئة. - تسمم المياه.	معالجة فيزيائية كلاسيكية (فصل الزيوت)
مواد عضوية منحلة المواد كيميائية: (معادن ثقيلة مثل الرصاص، الزئبق)	✓ إستعمالات منزلية. ✓ مبيدات الفلاحية. ✓ مخلفات المستشفيات. ✓ مخلفات صناعية.	✓ حالات تسمم و أمراض أخرى خطيرة.	✓ معالجة بيولوجية. ✓ معالجة كيميائية.

I-2-5- خصائص مياه الصرف الصحي:

تحدد نوعية مياه الصرف الصحي حسب خصائصها الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية، فالخصائص الفيزيائية (الطبيعية) تشمل اللون، الرائحة، درجة الحرارة، درجة العكارة، و المحتويات غير المذابة، و منها المواد الصلبة إلى المواد الصلبة العالقة و الزيوت و الشحوم. و تصنف المواد الصلبة العالقة، مواد صلبة ذائبة، مواد صلبة عضوية متطايرة و غير عضوية ثابتة. ترتبط الخصائص الكيميائية بالمحتويات العضوية لمياه الصرف الصحي، حيث تشمل الطلب البيولوجي الكيميائي على الأوكسجين (DBO_5) و الطلب الكيميائي على الأكسجين (DCO) و مجموع الكربون العضوي و الطلب الكلي على الأكسجين، أما الخصائص الكيميائية غير العضوية فتشمل الملوحة، العسر، الرقم **الهيدروجيني**، الحموضة والقلوية بالإضافة إلى المعادن المؤينة كالحديد و المغنيزيوم، المواد الأنيوية ومنها كلوريدات، الكبريت، النترات، الكبريتيد، و الفوسفات.

و تضم الخصائص البيكتروبيولجية بكتيريا الكوليفورم، بكتيريا الكوليفورم الغائطية، العوامل الممرضة و الفيروسات، و تتغير مكونات المياه الصرف الصحي و مستويات التركيز مع الوقت و حسب الظروف المحلية، يوضح **الشكل (03)** مخطط لكافة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية لمياه الصرف الصحي [22].



الشكل(03): خصائص مياه الصرف الصحي

و نظرا لأهمية هذه الخصائص في معالجة سوف نتطرق إليها بالتفصيل:

I-2-5-1- خصائص الطبيعية:

1- اللون:

يكون لون المياه الصرف الصحي في بداية سريانه في شبكة الصرف الصحي رمادي حيث تحتوي على مواد برازية و تتحول تدريجيا إلى اللون الداكن عند حدوث التعفن و التحلل اللأهوائي، أما إذا كان لونها خلاف ذالك فهذا يعني إختلاط مياه صرف الصناعي بمياه الصرف الصحي.

2- العكارة:

العكارة هي مقياس لمرور الضوء خلال الماء، و يستخدم كإختبار لقياس من مدى الجودة مياه الصرف الصحي المعالجة بالنسبة للمواد الرغوية العالقة. عموما فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة و تركيز المواد العالقة في المياه غير المعالجة لكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة و نوعها و لونها و دقة حبيباتها. و غالبا تقاس العكارة للمياه المعالجة الناتجة كإختبار سريع لجودة المعالجة و مدى إحتوائها على مواد العالقة.

3- الرائحة:

مياه الصرف الصحي الخام لها رائحة مثل رائحة التربة و هيا ليست رائحة نافذة و خاصة عند توفر الأكسجين الذائب في مياه أثناء سريانها في شبكة، و تتأثر رائحة هذا المياه بقيمة تركيز الأوكسجين الذائب فيها، ففي حالة نقص الأوكسجين الذائب في مياه الصرف الصحي تبدأ البكتيريا اللأهوائية في نمو و النشاط و تأخذ في إستهلاك و تحليل المواد العضوية و تحويلها إلى أمونيا و غازات أخرى، و يصبح الماء حينئذ ذو رائحة كريهة جدا يسمى ماء متعفن (متحللا)، و يعد غاز الكبريتيد الهيدروجين من أكثر الغازات المسببة للروائح الكريهة في مياه الصرف الصحي تلجأ بعض محطات المعالجة لتقليل من هذا الروائح الكريهة الناتجة بإستخدام وحدات تتكون من الكربون النشط لامتزاز الروائح من الماء قبل صرفها على المياه المستقبلة إلى أن ذلك يعد مكلفا من الناحية الإقتصادية، كما تلجأ محطات أخرى لإستخدام الكلور و معالجة الروائح الشديدة المصاحبة لمياه صرف الصحي الخام عند دخولها المحطات.

4- درجة الحرارة (T°C):

تكون درجة حرارة مياه الصرف الصحي أعلى قليل من درجة حرارة الجو المحيط بسبب وجود مخلفات الآدمية و بسبب صرف مخلفات صناعية على الشبكة. و لدرجة الحرارة تأثير واضح على نشاط البكتريا سواء هوائية أو اللاهوائية، فزيادة الحرارة تزيد من نشاط البكتريا و ذلك إلى درجة معينة يأخذ بعدها النشاط البكتيري في التناقص و الهبوط بالتالي فإن إرتفاع درجة الحرارة يساهم في إسراع تحلل و تكسير المواد الصلبة العضوية، كما تزداد في هذه الظروف كمية الأجسام الدقيقة الصغيرة المتحللة و التي تكون معلقة داخلا المياه المسببة تزداد في عكرتها.

5- المواد الصلبة الكلية (TSS):

هي الجسيمات الصلبة الصغيرة التي تبقى عالقة في المياه أو بسبب حركة المياه، و تحمل الملوثات و الكائنات الدقيقة مسببة للأمراض على أسطح هذه الجسيمات. تعتبر قيمة المواد الصلبة العالقة إحدى أهم المؤشرات المهمة لمدى تلوث المياه.

و من ناحية العلمية يتم تعريف المواد الصلبة الكلية من مياه الصرف الصحي على أنها كل المواد التي تتبقى بعد التبخر عند درجة حرارة(105°C)، و يمكن تقسيم هذه المواد إلى مواد الصلبة عالقة و مواد صلبة ذائبة (لا يمكن فصلها بترشيح). و المواد الصلبة العالقة نفسها تنقسم إلى قسمين هما مواد قابلة للترسيب و مواد غير قابلة للترسيب (غروية).

6- المواد المتطايرة:

تتواجد في مياه الصرف الصحي بعض المواد المتطايرة التي في غالب مواد عضوية ناتجة عن التحلل الهوائي و اللاهوائية لمياه الصرف الصحي خلال سريانه في شبكة الصرف الصحي أو خلال مرورها في وحدات المعالجة المختلفة بالمحطة، و من أمثلة تلك المواد المتطايرة الأحماض العضوية مثل حمض خليك، الغازات العضوية مثل غاز الميثان و غاز الأمونيا و غاز الكبريتيد الهيدروجين [22].

7- الغازات الذائبة:

تحتوي مياه المجاري على نسبة صغيرة من الغازات الذائبة و يشكل الأكسجين أهمها و يكون جزءا أساسيا من مياه أصليا بالإضافة إلى الجزء الذي يذاب في مياه أثناء تلامسها مع الهواء و يعرف هذا الجزء بالأكسجين المذاب. و تحتوي مياه الفضلات بالإضافة إلى الأكسجين على ثاني أكسيد الكربون و غاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن تحلل المواد العضوية و غير العضوية [23].

I-2-5-2- خصائص الكيميائية:

1- المواد العضوية (MO):

تتكون المواد العضوية من خليط الكربون و الهيدروجين و الأوكسجين وفي الأحيان النيتروجين، هذا بإضافة إلى بعض العناصر الأخرى المهمة مثل الكبريت و الفسفور و الحديد. و من أمثلة المواد العضوية المتواجدة بكثرة في مياه الصرف الصحي المواد البروتينية الكربوهيدراتية و الدهون و الزيوت بإضافة إلى الكثير من كائنات الحية الدقيقة و التي هي في طبيعتها مواد عضوية.

و يمكن تقسيم المواد العضوية من حيث قابليتها للتحلل إلى:

- مواد عضوية قابلة للتحلل بيولوجيا وهي المواد التي يمكن تكسيرها و تحللها بفعل الكائنات الحية الدقيقة.
- المواد العضوية غير قابلة للتحلل بيولوجيا وهي التي لا تحلل بفعل الكائنات الحية الدقيقة و إنما قد تتحلل بفعل بعض الكيماويات المؤكسدة القوية .
- مواد عضوية غير قابلة للتحلل مطلقا [22].

ويتم قياس شدة التلوث بالمواد العضوية من خلال مؤشرين هما:

2- الطلب الحيوي للأوكسجين DBO_5:

يعد هذا المؤشر من أكثر مؤشرات التلوث العضوية واسعة الإستخدام في مجال مياه الصرف الصحي، كما يستخدم كمؤشر لمقياس مدى فعالية محطات معالجة مياه الصرف الصحي، حيث يمثل مقياس لكمية الأوكسجين التي تستهلكها الكائنات الدقيقة و البكتريا لتحليل المواد العضوية الذائبة أو الرغوية، ما يشكل حملا على الوحدات البيولوجية في محطات المعالجة.

و لقياسه تحضن العينة لمدة 5 أيام عند درجة حرارة 20°C في وسط مغلق و معزول عن الهواء، و تتلخص أهدافه فيما يلي:

- ✓ تحديد كمية المواد العضوية المنحلة و القابلة للتحلل.
- ✓ معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية.
- ✓ تحديد درجة التلوث العضوية [24].

3- الطلب الكيميائي للأوكسجين(DCO):

محتوى الأوكسجين الكيميائي مقياس أخر للمكونات العضوية القابلة للتحلل عن طريق الأكسدة بالطرق الكيميائية و ذلك للتعرف على الحمل العضوي الكلي للماء. ويعتبر مؤشرا قويا و أسرع للدلالة على وجود المركبات العضوية و كميتها. و بشكل عام فإن قيمة الأكسجين الكيميائي المستهلك لمياه الصرف أعلى من قيمة الأكسجين البيوكيميائي لأن المركبات يمكن أن تتأكسد كيميائيا و البعض فقط يمكن أن يتأكسد بيولوجيا.

وفي الغالب فإن نسبة الأكسجين الكيميائي إلى الأكسجين البيوكيميائي تكون محصورة في مجال [2- 1.5] mg/l بالنسبة مياه الصرف التي تحتوي على مواد تحلل بيولوجيا مثل الأغذية. أما مياه الصرف ذات النسبة ($\mathbf{DCO/DBO_5}$) ثابت التحلل الحيوي أعلى من 3 فإنه يمكن إعتبار أن المواد المؤكسدة الموجودة في العينة ليست بيولوجية التحلل. و غالبا ما يطلق على المواد غير المتحللة بيولوجيا مواد حرارية حيث توجد بصفة دائمة في مياه الصرف الناتجة من الصناعات مثل الورق و الكيماويات البسيطة [25].

4- المواد الغير العضوية:

تمثل المواد غير العضوية من 25% إلى 55% من المواد الصلبة الموجودة في مياه الصرف الصحي.

و تشمل المواد غير العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي حبيبات الرمل، بالإضافة إلى الملاح المعدنية مثل أملاح الكلوريدات، الصوديوم، البوتاسيوم و الكالسيوم، وهناك بعض المواد غير العضوية الذائبة في مياه الصرف الصحي مثل أملاح السيانيد و أملاح الثيوسيانات و أملاح الثيوسلفات. و تضم الخصائص الكيميائية غير العضوية مما يلي:

1- القلوية:

تنتج القلوية بمياه الصرف الصحي من وجود عناصر الهيدروكسيدات والكربونات و البيكربونات مثل أملاح الكالسيوم، المغنزيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، الأمونيا (أملاح الكالسيوم و المغنزيوم هما الأكثر إنتشارا).

يمكن إعتبار السيليكات و الفوسفات بالإضافة إلى مركبات مشابهة مكونة لجزء من القاعدية. و يساعد وجود القاعدية في مياه الصرف الصحي على مواجهة التغيرات في الأس الهيدروجيني الناتجة عن تكون الأحماض داخل الهاضمات اللاهوائية، كما يشكل تركيز القاعدية في مياه الصرف الصحي أهمية من حيث التأثير على كل من المعالجة الكيميائية و المعالجة البيولوجية للتخلص من المغذيات (الملوثات) كذلك إزالة الأمونيا بإستخدام الأكسدة الهوائية.

2- الأس الهيدروجيني (PH):

أحد العوامل الهامة المؤثرة على حياه الكائنات الدقيقة في مخلفات السائلة. و ضبط قيمة الرقم الهيدروجيني هو أحد المهام الرئيسية التي يجب التقيد بها لتوفير البيئة الملائمة للكائنات، وأفضل قيمة للرقم الهيدروجيني هي 7 أي يكون الوسط متعادلات، أما الإرتفاع أو الإنخفاض الكبير فإنه يؤدي إلى إضطراب في عملية المعالجة، و في مياه الصرف الصحي تميل القيمة قليلا نحو القلوية أي PH=7.2 تقريبا. كما يعتبر قيا الأس الهيدروجيني أحد أهم الأدلة للتعرف على صرف مخلفات صناعية على شبكة الصرف الصحي [22].

و إن مياه الصرف الصحي التي قيمتها أعلى من المحددات البيئية من الصعوبة معالجتها بيولوجيا، و تتأثر قيمة (PH) بالغازات الذائبة مثل غاز ثنائي أكسيد الكربون و كبريتيد الهيدروجين و الأمونيا، فضلا عن كمية الهائمات النباتية و الطحالب الموجودة في المياه [24].

3- الناقلية الكهربائية (CE):

الناقلية هي الخاصية التي يتمتع بها الماء لتعزيز مرور التيار الكهربائي، يرجع ذلك على وجود أيونات متحركة في وسط كهربائي في حين يعتمد على طبيعة هذا الأيونات الذائبة وتركيزها، و تقاس الناقلية الكهربائية بوحدة (S/m) [26]. هذه الخاصية تقدم مؤشرا دقيقا لمحتوى الأملاح الذائبة (ملوحة الماء)، و قياسها يجعل من الممكن تقييم التمعدن الكلي للمياه [27].

4- الكلوريدات:

تركيز الكلوريدات في المخلفات السائلة يكون عادة أكبر من تركيزها في مياه الشرب نتيجة لإستخدام كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في النشاط الآدمي بإستمرار، و ربما أضيفت عن طريق الرشح من المياه الجوفية على الشبكة الصرف الصحي أو صرف مخلفات صناعية، و لا تتأثر أملاح الكلوريدات بالمعالجة الطبيعية أو البيولوجية. كما أن زيادة الكلوريدات في المخلفات تضر الإنشاءات و التركيبات المعدنية [22].

5- الفوسفات الكلي (Phosphates total):

مركبات الفوسفات مركبات ثابتة حيث يبقى آثارها طويلا. كما أنها تتسم بأثرها السام على كل من الإنسان و الحيوان، وقد تبين أن زيادة نسبة مركبات الفوسفات في المياه تسبب نمو الطحالب و الكائنات المائية و الذي يمكن أن يصل بهذه المياه إلى درجة تشبع غذائي حيث تتحول إلى مستنقعات مائية خالية من الأكسجين [25].

6- النترات (NO^{-}_{3}):

وجود المركبات النيتروجينية مثل نترات الكالسيوم و نتيرات الأمونيوم بتركيزات عالية في مياه الصرف الصحي المعالجة و التي يعاد إستخدامها في الري يؤدي إلى تراكمها في التربة الزراعية، حيث النبات لا يستطيع إستهلاك كل كمية النيترات و بالتالي تنتقل النيترات مع مياه الري و مياه الأمطار إلى مياه الجوفية. و الفائض من مركبات النيترات يتحول إلى أيون النتريت الذي يؤدي إلى تسمم الدم.

7- النيتريت (NO^{-}_{2}):

أيون النيتريت أيون غير ثابت ويزداد نشاطه الكيميائي الذي يعطى له صفة السمية المميزة، و النيتريت يتكون من تحول جزء من النيترات إلى النيتريت. وأيون النيتريت يتفاعل مع الأمينات الموجودة في أجسام الكائنات الحية ليعطي مركبات النتروزامين وهي مركبات شديدة السمية ووجودها في جسم الإنسان يمثل خطورة كبيرة حيث تتسبب في حدوث الأورام في كل من المرئ و المعدة و البنكرياس و الكبد و الرئتين [25].

8- الكبريت (S):

يوجد الكبريت في المخلفات السائلة على هيئة كبريتيد الهيدروجين أو الكبريتات وفي تكوين المواد العضوية تتأكسد الكبريتيدات بيولوجيا في وجود الهواء الجوي مكونة حمض الكبريتيك الذي يهاجم المنشأت الإسمنتية كما يتم إختزال الكبريتات أيضا في غياب الأكسجين الذائب إلى كبريتيد الهيدروجين و هو غاز خانق و قابل للإنفجار إذا زاد تركيزه في الهواء. كما أنه يسبب رائحة كريهة المميزة للمياه

الصرف الصحي، و إلى جانب ذلك هو يستهلك جزءا من الأكسجين اللأزم للعمليات الحيوية في محطات المعالجة البيولوجية.

I-2-5-3- الخصائص البيولوجية:

يقصد بالخصائص البيولوجية ما تحتويه مياه الصرف الصحي من الكائنات الحية الدقيقة، بإضافة إلى المحتويات السابق ذكرها، تحتوي مياه الصرف الصحي على كثير من الكائنات الميكروسكوبية الدقيقة، و التي يوجد منها أعداد بالآلاف و ربما بالملايين في كل ml من مياه الصرف الصحي. إلا أن غالبية أنواع هذه الكائنات غير ضارة بل على العكس إن بعضها ضروري و له دور هام في عمليات المختلفة و ذلك فيما يتعلق بتثبيت المواد الصلبة العضوية و أكسدتها و تحويلها إلى مواد صلبة ثابتة غير عضوية[22].

I-2-6- مقاييس تصنيف الملوثات في المياه المستعملة:

أ- درجة الحرارة (T(°C:

تعتبر درجة الحرارة البيئة المائية عاملا مهما في التوازن البيئي، و التغير المفاجئ في درجة الحرارة يعود إلى طرح مخلفات صناعية منها الكيماوية و البترولية و بعض المعادن الثقيلة.

ب- الدليل الهيدروجيني (PH):

هو تركيز شوارد الهيدروجين في الماء,حيث يكون في الحالة الطبيعية بين (6- 8.5) و يشكل وسط واقي أي غير قابل للتحولات السريعة في PH، لكن مياه الصرف الصناعية تغير في قيمة المجرى المائي فمثلا مياه الصرف الناتجة عن مصانع الغازات يكون PH ما بين (3 -3.5) [28].

ت- الناقلية الكهربائية (CE):

تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الملاح المعدنية المتشردة و بالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية و تنتج الناقلية العالية عن إرتفاع نسبة ملوحة بسبب الملوثات المعدنية.

ث- المواد العالقة (MES):

تمثل المواد غير الذائبة و الموجودة في مياه الصرف و تضم المواد العضوية و المعدنية و يرمز لها ب: MES **أي Matiére en suspension** يعبر عنها بـ: mg/l. القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز 35 mg/l لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب (المرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ في 19 أفريل 2006)

ج- المواد العضوية:

تتواجد على أشكال مختلفة فيزيائية فقد تكون:

- ✓ جزيئات كبيرة أو صغيرة مثل: سكريات (نشاء، سيليلوز)، أحماض عضوية طيارة، البولة.
- ✓ غرويات منحلة: تتكون أساسا من مركبات الأزوت Azote، كربون Carbone، أوكسجين Oxygène، الكبريت Soufre، الفوسفور phosphore، و يتم تقييم المواد العضوية من خلال تحديد نسبة DBO_5 و DCO [29].

ح- إختبار الطلب البيوكيميائي للأوكسجين DBO_5:

و هو عبارة عن كمية الأكسجين المستهلكة من طرف الكائنات الحية الدقيقة الهوائية لتحليل أو تفكيك المادة العضوية مع إستهلاك الأوكسجين المنحل,يتم تقدير كمية الأوكسجين المفقود بحساب DBO_5، فكلما زاد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5، كلما كانت نسبة المواد العضوية كبير أي زيادة نسبة تلوث المياه القذرة.

كما يمكن تلخيص أهدافه بما يلي:

- تحديد كمية المواد العضوية الممثلة والقابلة للتحلل.
- معرفة قدرة الوسط على القيام بعملية التنقية الذاتية .
- تحديد درجة التلوث العضوي.

معدل DBO_5 في المياه المستعملة المنزلية (150-500) mg/l [13].

خ- إختبار الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO:

يعرف بأنه مقدار الأكسجين المستهلك من أجل أكسدة كيميائية للمواد العضوية المسببة لتلوث المياه لكل واحد لتر من المياه، هذه لا تتأثر بفعل الكائنات الحية الدقيقة و غير قابلة للتحلل البيولوجي و مثال ذلك المواد السيليلوزية.

و من اجل أكسدة هذه المواد تستعمل مؤكسدات قوية مثل ثاني كرومات البوتاسيوم، و بقياس DCO يمكن الحصول على نتائج سريعة، كما أن هذه عملية لا تحتاج إلى حضن العينات.

د- النيترات(NO^-_3):

أثبتت الأبحاث الطبية مضار النيترات على صحة و خاصة على الأطفال بالإضافة إلى تزايد النيترات بشكل كبير في المياه الجوفية والسطحية نتيجة التوسع الكبير في إستعمال الأسمدة الآزوتية و الكيماوية.

إن تحديد تلوث المياه بالنيترات عملية صعبة نتيجة التحولات المستمرة للأزوت ضمن حلقة متكاملة تعرف بحلقة الأزوت، توضح هذه الحلقة أن النيترات تمثل المرحلة النهائية لأكسدة المركبات العضوية الأزوتية و لذلك فإن وجودها في المياه الملوثة يشير إلى سير عملية التنقية الذاتية، تأتي بالنيترات

المتواجدة في المياه الطبيعية بفعل الجريان المياه على سطح التربة في محل تشكل الأنهار,يضاف إليها النيترات القادمة مع مياه الصرف، و النيترات الناتجة عن أكسدة البكتريا للفضلات العضوية الآزوتية.

ذ- النتريت(NO^-_2):

تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية من شوارد النيترات و شوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة و الإرجاع لهما، و ذلك فإن شوارد النتريت المتواجد في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النيترات أو عن أكسد شوارد الأمونيوم و لا يوجد مصدر طبيعي للنتريت.

ر- أرتوفوسفات(PO_4^{-3}):

ينشأ الفوسفات في المياه السطحية من المصدر صناعي كالأسمدة، المنظفات الصناعية تتواجد شوارد الفوسفات في الماء بأشكال مختلفة تبعا لقيمة PH الوسط حيث تكون المياه الطبيعية ذات بين (5-8) تحتوي شوارد الفوسفات أحادي وثنائية الهيدروجين (HPO_4^{-2} ، H_2PO_4)، يعتبر الفوسفات المنحل في مياه الري مادة مغذية للنباتات غيران إرتفاع نسبته أكثر من 60 mg/l يؤدي إلى تغير في بنية بعض النباتات كما أن الأسماك تتغذى بالفوسفات المنحل في المياه [30].

ز- الكائنات الحية الدقيقة:

تحتوي مياه الصرف على la flore: مجموع الكائنات الحية الدقيقة خاصة البكتريا القولون البرازية Bactérie Coliformes Fécaux، تضم Les Entérobactéries مثل Escherichia Nitrobacterklebsiellam Entérobactérie ,choli، و التي تتمثل: les coliformes Totaux أما les coliformes Fécaux فتتمثل في: ESCHRRICHIA Coli بالإضافة إلى البكتيريا السباحية البرازية (Sterptocoques Fécauxles) مثل: S.faecalis S.bovis تتواجد البكتيريا اللأهوائية إجباريا بإعداد أكبر من الهوائية في مياه الصرف الصحي غير المعالجة بمعدل 10^4 إلى 10^5 في ml. من المستحيل ذكر جميع الأجناس أو الأنواع أو المجموعات المتواجدة و المعروفة لأن الإنسان يحتوي على 300 إلى 400 جنس مختلف، كما نجد بكتيريا Aeromonas بتركيز مساوي أو اكبر من تركيز Entérobactérie، رغم مصدرها غير البرازي (من 10^5إلى 10^6 في 1 ml) [31].

- ✓ تتضمن الجريدة الرسمية الحاملة للعدد 41 و الصادرة بتاريخ الأحد 25 شعبان 1433 هـ و الموافق ل 15 جويلية 2012 م قيم الحد الأقصى لمعايير الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري و الموضحة في الجدول أدناه [32]:

الجدول (02): قيم الحد الأقصى لمعايير مياه الصرف الصحي المعالجة الموجهة للري .

	المقاييس	القيمة
الفيزيائية	درجة الحرارة (T)	30°c
	الأس الهيدروجيني (PH)	$6.5 \leq PH \leq 8.5$
	الناقلية الكهربائية (CE)	3ds/cm
	المواد العالقة (MES)	30 mg/l
الكيميائية	الطلب الحيوي الأوكسجين (DBO5)	30 mg/l
	الطلب الكيميائي للأوكسجين (DCO)	90 mg /l
	النيترات (NO^-_3)	30 mg/l

I-2-7- إعادة إستعمال مياه الصرف الصحي في حالة معالجتها:

يمكن إستعمال مياه الصرف بعد معالجتها في عدة مجالات و هذا طبعا بعد أن تجرى لها العديد من الفحوصات و التحاليل المخبرية لتأكد من صلاحية إستعمالها و منها:

- ✓ السقي و الري الفلاحي خاصة نباتات الزينة و الأشجار غير المثمرة.
- ✓ الاستعمال الصناعي، و كذا إستعمالها في غسيل الشوارع و الطرقات.
- ✓ الاستعمال المنزلي [18].

I-2-8- الأخطاء المرتبطة من جراء إستعمال المياه المستعملة:

أ- أخطار علم الأرض والفلاحة:

- ✓ زيادة الملوحة.
- ✓ نقل و إنتقال المواد السامة.
- ✓ خطر تلويث المياه الباطنية عن طريق الترشيح و النفاد المباشر للمياه المستعملة.

ب- الأخطار الصحية على الإنسان:

- ✓ الأمراض المنتقلة عن طريق المياه.
- ✓ الإصابات البكترية (الأمراض التي تسببها البكتريا).
- ✓ الكوليرا Le choléra: (Vibrio choléra)

- ✓ التيفويد Lesfievresthypho_ paratyphiques و البكتيريا المسؤولة عنه السالمونيلا .
- ✓ الإسهال العضوي و التسمم البوتيلي Boutliaue و البكتريا المسؤولة عنه هي : Clostridium

بالإضافة إلى الإصابات الفيروسية، الإصابات الطفيلة [03].

I-3- معالجة مياه الصرف الصحي:

بعد التطور الذي طال شبكات التوزيع المياه للمناطق العمرانية و توسيعها أصبح الماء في متناول الجميع السكان، فإن أي شيء تقوم بغسله أثناء تنظيف وعند استخدامك للمغاسل و غيرها يعتبر مياه عادمة لذلك أصبح لا غني عن معالجة مياه العادمة لحماية الصحة العمومية، و لكنها تستدعي أيضا إدارة آمنة لسلسة من خدمات و طرق المعالجة المختلفة برمتها إبتداء بعملية جمع مياه الصرف الصحي و نقلها و إنتهاء بإستخدامات في مجالات مناسبة.

I-3-1-تعريف معالجة مياه الصرف الصحي :

هي مجموعة من العمليات الطبيعية و الكيميائية و البيولوجية التي يتم فيها عزل المواد الصلبة و العضوية و غير العضوية العالقة و المنحلة في الماء بالإضافة إلى عدد معين من الفيروسات والميكروبات و النفايات المختلفة للحصول على مياه نقية وفقا للمعايير التصريف.

- ✓ الغرض من معالجة مياه الصرف الصحي هو تصريف المياه ذات الجودة الكافية في البيئة الطبيعية لتقليل الأضرار التي تلحق بالبيئة المستقبلية [33].

I-3-2- إشكالية مياه صرف الصحي :

الماء أساس الحياة وهو ضروري لحياه الإنسان و الكائنات الحية لكنه هش بيئيا فهو يتلوث بسرعة لأنه وسط مساعد على تجمع و نمو العديد من الملوثات العضوية و المعدنية الناجمة عن الاستعمالات المنزلية و الصناعية، و لكن مشكلة المياه لاتقتصر فقط على انه سريع التلوث و إنما على نوعية المياه و مدى صلاحية إستغلالها حيث يعتمد بعض الدول على شراء المياه النقية من الدول المجاورة,أو معالجة مياه البحر، أو معالجة مياه الصرف الصحي بإزالة المواد الصلبة و المواد الطافية و الزيوت.....إلخ، ومن هذا المنطلق فإن الماء مهم جدا وقلة مصادره خاصة في بلادنا تستدعي ضرورة إسترجاعه، هذه ضرورة تطرح عدة إشكاليات و تحديات نظرا لما سبق ذكره.

I-3-3- محاسن معالجة مياه الصرف الصحي:

من محاسن إستعمال مياه الصرف الصحي المعالجة المحافظة على إحتياطي المياه حيث إستعمالها في الزراعة أو أي إستعمالات أخرى بدلا عن المياه الصالحة للشرب يؤدي إلى توفير هذه المياه و التوسع في المساحات الزراعية لإنتاج محاصيل متنوعة و بسعر أقل كما يؤدي أيضا إلى التقليل من التكاليف المتعلقة بإنتاج و إستيراد و إستعمال الأسمدة بسبب وجود العناصر الضرورية للنبات في تلك المياه و التقليل من تكاليف الحصول على مياه في الزراعة خاصة إذا كانت مصادر تلك المياه الجوفية.

I-3-3- مساوئ معالجة مياه الصرف الصحي:

من مساوئ إستعمال مياه الصرف الصحي أنها تسبب مشاكل صحية إذا لم تتم معالجتها بشكل صحيح بسبب وجود أنواع مختلفة من الفيروسات و البكتيريا و غيرها إضافة إلى تركيزات عالية من المواد الكيميائية التي لا تتم إزالتها في مراحل المعالجة المختلفة قد تسبب أضرارا للنباتات أما في حال إستعمالها في التغذية المياه الجوفية وعدم معالجتها بطريقة صحيحة فإنه بالإمكان تلوث تلك المياه كما أنها قد تسبب إنسداد لشبكات الري عند إستعمالها [34].

I-3-4- أهداف معالجة مياه الصرف الصحي:

نتيجة لتقدم العلم في مجال الكيمياء و علم الحياء الدقيقة و زيادة المعرفة بتأثير الملوثات مياه الصرف الصحي و تصريفها غير لائف على البيئة سواء على مدى القريب أو البعيد إضافة على التقدم الصناعي ما جعل من الضروري معالجة المياه المستعملة بهدف:

- منع إنتشار الأمراض و الأوبئة متعلقة بالمياه.
- تفادي الإزعاج و مضايقة الناس.
- تفادي ترسبات في قنوات الصرف الصحي.
- تطوير إمدادات المياه و إصحاح النظافة.
- منع تلوث ومحافظة على مياه الجوفية و مرافق تزويد مياه الشرب.
- المحافظة على صلاحية المياه للأغراض الزراعية و الصناعية .
- توفير مناصب العمل [35].

I-3-5- أهم العوامل المؤثرة في إختيار طريقة المعالجة المناسبة:

إن تحقيق المردود المطلوب من المعالجة يمكن تحقيقه بعدة طرائق معالجة، من ناحية أخرى إن لكل طريقة من طرائق حدود الإستخدام [36].

و بالتالي يعتمد إختيار طريقة واحدة على أخرى على مما يلي:

أ- نوعية النفايات السائلة المطلوب معالجتها.

ب- حمل الملوثات أو الحمولة العضوية للمياه.

ت- توفير مساحة الأرضية و تكلفة.

ث- طبيعة التربة للمنطقة.

ج- العوامل المناخية كدرجة الحرارة و الرياح و الرطوبة [37].

I-3-6- محطات تطهير و عمليات معالجة مستعملة:

I-3-6-1- تعريف محطة معالجة المياه:

هي وحدات ضخمة تستعملها السلطات المسؤولة عن هذا القطاع لضمان معالجة كميات هائلة من المياه العادمة و ضمان خلوها من المكروبات و النواتج الضارة [03].

✓ في الجزائر تم إطلاق برامج مهمة لحماية موارد المياه و الساحل من خلال بناء محطات معالجة الحمأة المنشطة التي تعتمد على العمليات الفيزيائية و الكيميائية و البيولوجية و محطات البحيرات الطبيعية و البحيرات الهوائية و كذا أحواض معالجة بواسطة النباتات التي تتبنى مبدأ المعالجة النباتية، حيث أكدت الإحصائيات في عام 2014، بلغ عدد محطات معالجة مياه الصرف الصحي العاملة في الجزائر 108 محطات (48 محطة لمعالجة الحمأة المنشطة و 60 محطة بحيرة)، بسعة 7351282 eq/ hab ، أي متوسط التدفق الأسمى $1143451 m^3/j$ [38].

كما أن يمكن تلخيص دور هذه المحطات في النقاط التالية:

- معالجة المياه.
- حماية البيئة .
- حماية الصحة العامة.
- إستيراد المياه النقية و الحمأة من المعالجة (إختياري) [39]

✓ عملية التنقية في هذه الوحدات تعتمد على ثلاث مراحل مختلفة:

المرحلة 01: المعالجة الأولية :

وتشمل إزالة المخلفات الصلبة بأحجامها المختلفة، ثم ترسيب المواد الصلبة العالقة، إزالة الدهون.

المرحلة 02: المعالجة الثانوية (الحيوية):

ويتم فيها تحليل الحيوي أو البيولوجي للمواد العضوية الصلبة المترسبة من المرحلة الأولى على عدة مراحل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة متمثلة في نوعين من البكتريا النشيطة البكتريا الهوائية البكتريا اللاهوائية و ذلك بتوفر شروط مناسبة لإتمام عملية التحلل البيولوجي وحصول مياه نقية.

ومن أهم أنواع البكتيريا النشطة المهمة في هذه المرحلة : Alcoligenes, Zooglaea , Achromobacter Fusarium ,Trisporo

المرحلة 03: المعالجة المتقدمة:

ويتم في هذه المرحلة التخلص من أي عناصر ملوثة قد تكون باقية بعد المرحلة السابقة، مثل الحبيبات الصغيرة و عناصر مركبات الفوسفات و النتريت ثم معالجتها بالكلور وهذا من أجل ضمان القضاء على أي ميكروبات قد تكون باقية. و في هذه المرحلة يكون لدينا ناتج نظيف غير ملوث ذو محتوى DBO_5 منخفض يمكن ضخه في المسطحات المائية المختلفة أو إستعماله في ري المزروعات، دون أي إحتمال يخشى منه [40].

I-3-6-2- طرق المعالجة المياه المستعملة في المناطق الجافة و الشبه الجافة:

هناك طرق عديدة متعمدة لمعالجة المياه المستعملة سنحاول أن نتطرق إلى أنجع الطرق في تصفية مياه الصرف حيث تشترك هاته طرق بمرحلة أولى من المعالجة (معالجة فيزيائية) نفسها المتبعة في محطات التصفية و تختلف في مرحلة الثانوية (البيولوجية) و تتمثل في:

- ✓ طريقة الحمأة المنشطة.
- ✓ طريقة معالجة بواسطة النباتات.
- ✓ طريقة البحيرات المهواة.
- ✓ طريقة البحيرات الطبيعية.

و هذا الذي سنتطرق له في فصلنا الثاني الذي يفصل كل طريقة على حدى .....

قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية:

[03] العابد إبراهيم، (2018)، معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة النباتات المنقية المحلية، أطروحة دكتورة جامعة ورقلة ص 11-16-18-20-22.

[04] أحمد السروري، مقدمة في الكيمياء التلوث البيئي، دار الحامد للنشر و التوزيع،عمات 2014 ،صفحة [107-188].

[06] خزان إسماعيل-دراسة التحكم بمصادر التلوث النقطية و اللانقطية في بحيرة سد التورة بإستخدم GIS، رسالة علمية لنيل درجة الماجيستر في الهندسة المدنية البيئة، كلية الهندسة المدنية،جامعة تشريف – سوريا،2016 م.

[06] ابو السعد م،نجيب إبراهيم،2000،التلوث البيئي ،و دور كائنات الدقيقة إيجابية وسلبيا دار الفكر العربي-القاهرة،ص:6-132.

[07] السعدي حسين علي،2006، أساسيات علم البيئة و التلوث، دار اليازوري العلمية عمان الأردن.

[10] جورجي نسيم ماهر، 2007، تحليل و تقويمية جودة المياه ، دار النشاة المعارف جلال حزي و شركائه ص ،2004.

[11] عباس المصطفى عبد الطيف، الطبعة الاولى،2004،النشر/م ب01/10614.

[13] طوابلسي يوسف إبراهيم، 2000، الميكروليجية الزراعية، جامعة الملك السعود، النشر العلميا و المطابع،ع ح/01/6730.ص:388،266.

[20] محمد علي فرج 2000, موسوعة الهندسة الصحية, شبكات الصرف الصحي (تنقية المياه و معالجة الهندسة لتلوث البيئة). الطبعة لأولى . دار الكتب الحديثة.

[22] الشركة القابضة لمياه الشرب و الصرف الصحي, برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب و الصرف الصحي, برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب و الصرف الصحي – دليل المتدرب فني تشغيل الصرف الصحي – مواصفات و خصائص مياه الصرف الصحي \ الدرجة الثالثة 2015 م .

[23] أحمد حسان، محاضرات تدريبية لمشغلي محطات مياه الفضلات، عمان 2001 م.

[24] أ.م .د. نجلة عجيل محمد, محدادات تلوث مياه الصرف الصحي في محافظة كربلاء لسنة 2016, مجلة كلية التربية الأساسية لمجلد 25,العدد 103, سنة 2019م , صفحة [923- 925] .

[25] أمانة المجلس البلدي – مكة المكرمة, معالجة مياه الصرف الصحي بمحطة الصرف الصحي بالعكاشية مكة المكرمة, مركز فقيه للأبحاث و التطوير 2007 م.

[28] نصر الحايك 1989 تلوث المياه و تنقيتها الطبعة الثالثة , ديوان المطبوعات الجامعية , ص 6- 31- 126.

[34] منظمة الصحة العالمية المكتب الإقليمية للشرق المتوسط محاضرات تدريبية لمشغلي محطات معالجة مياه الفضلات .المركز الإقليمية لأنشطة صحة البيئة عمان – الأردن ,2004.

[35] تقرير زيارة محطة معالجة مياه الصرف الصحي .أسامة سمواري 2009/60 عامر أحمد سفيان 284/ 2009 .

[36] الحوراء محمد خضير الزبيدي بحث مقدم لنيل شهادة البكالوريورس في كلية العلوم / قسم علوم المياه (محطات معالجة مياه الصرف الصحي و دورها في التقليل من مخاطر البيئية في محافظة الديوانية)، 2017.

المراجع باللغة اللاتينية:

[1] Alexandrosi.stefamakis2015.Constructed wetkand Descriptiom and Bemefits of an Ecotech water Treatment system, Research Gates.

[2] LANGEVIN,J;Lefelvre,R;Toutant,C. 1997Histoire d'eau tout ce que il faut savoir sur l'eau et l'hygieme publique.Editions berger.Mortréal.

[8] RAMADE FRANçois:1982,elements d'ecologie (écologie appliquée) Mcgraw _ Hill , paris ,p 372

[9] Bouziani :2000.l'eau de la pémurie aux maladies, Edition IBN khaldounpp 247_249

[12] NGO CHRISTIAN et REGE NTALAIN;2004 . Déchets et pollution inpact sur l'environnement et la sante du NOD .paris. Pp 129.131

[14] Karen sayuri ITO sakurai, carolime Moçoerba Pompéi , In es N.Tonita , Alvaro J. santos _ Neto. Gustavo Henrique Ribeiro Silva,2021, hybrid constucted wetlands as post _ treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics, journal of Enviromment al management , vol 11552,NO278, p 1-8

[15] SATIN, M, ; SELMI , B. 1995: Guide techmique de l'assainissenent : Evacuation des eaux uses et pluviales conceptiom et composamt des réseaux . épuration des eaux et protection de l'environnement ,exploitqtion et gestion des sustémes d'assainissement , ISBN_ 2_281_1152_0, Edition le moniteus , paris, Pp 75_ 86

[16] RICHARD CLAUDE.1996 . Les bactéries, les hommes et les animaux, collection option Bio, Paris, p 82

[17] cardot , C.1999. Genie de l'environnement , les traitements de l'eau .Ellipses edition Markctins .S.A; Paris. ISBN. 7298 / 5981-0, Pp : 17,31,-34,110,116,121,127,185,188.

[18] NIANG, S. 1999. Utilisation des eaux uses brutes dans l'agriculture urbaine au Senegal. Bialn et perspectives, In agriculture urbaim en Afrique de l'Ouest. Une contribution à la sécurité alinentaire et à l'assqinissement des villes. Ed .O.Smith ,CRDI/CTA, Pp 104_ 125

[19] LANGE VIN, J; LEFELVRE, R; Toutant ,C. 1997. HISTOIRES D'eaux tout ce que il faut savoir sur l'eaux et l'hygiéne publique . Editions berger , Montréal . ISBN 2-9214116-13-1 , pp157-159

[21] AYAZ,S : AKCA , L. 2001. Treatement of wasterwater y natural sustems. Environnement international . 26 : pp 189-195.

[26] BENGOUGA Khalila , Contribution a L'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans les régions Arides, Mémoire présenté en vue de

L’obtention du diplôme de magister, Biskra : Univairsité Mohamed Khider , 2010.

[27] Rodier J, Legube B, Merlet N, Brunet R et coll, Analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, Dunod, 9 ème éd. Paris , 2009.

[29] REJSEK FRANCK, 2002, Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, CRDP d’Aquitaine pp 125-255

[30] RODIER JEAN , 1996. L'analyse De L'eau (chimie, physico-chimie,microbiologie, biologie, interprétation des résultats) DUNOD paris , 8e édition , pp36-63-745-809…..

[31] HASLAY. C, LECLERC. H, 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation (Londres NEW York) 11,rue Lavoisier . pp 201-234

[33] Bachi O E K . Diagnostic sur la valorisation de quelques plantes du gardian d’épuration de station du vieux ksar Témacin. Mémoire présenté en vue de L’obtention du diplôme de magister. Ouargla : Université Kasdi Merbah ; 2010

[37] Office international de eaux2020

[38] APPLICATIONS OF PHYTOREMEDIATION IN WASTEWATER TREATMENT IN ALGERIA (GHERIB A.*1, BOUFENDI M.2, TEMIME A.2, BEDOUH Y.1)

[39] Etude d'amelioration des performances de la station d'eputation de zemmouri- Draa el guendoul Nawal – lounis madyina 2016/ 2017

[40] AYAZ,S : AKCA , L. 2001. Treatement of wasterwater y natural sustems. Environnement international . 26 : pp 189-195.

الفصل الثاني: مراحل طرق معالجة مياه الصرف الصحي

ملخص الفصل:

استعرضنا في هذا الفصل موضوع معالجة مياه الصرف الصحي الحضرية و مراحل معالجة المياه بصفة أولية و أهم الطرق المتبعة في معالجة طريقة الحمأة المنشطة و طريقة معالجة بواسطة النباتات و طريقة البحيرات المهواة و طريقة البحيرات الطبيعية، و كل طريقة كيف تتم بالتفصيل.

المقدمة:

لقد كانت العمليات الطبيعية التي تحدث في البيئية كافية للتحكم في تلوث الماء كالتنقية الذاتية للأنهار والبحيرات إلا انه مع الزيادة الحادة المطردة في مصادر التلوث وكميته، وتنوع الملوثات التي تلقى في المسطحات المائية، لم تعد العمليات الكافية لتنقية الماء وكان لابد من تدخل الإنسان للحد من هذه الملوثات الضارة. مما دفع العلماء إلى البحث عن طرق وسائل تكفل التقليل من حجم الملوثات الملقاة، و التحكم في نوعية بعضها و السيطرة عليها و الحد من تأثيرها [41].

وتشمل معالجة مياه الملوثة المنزلية أو مياه الصناعية أو مياه الأمطار... إلخ، والتي تعرف بمعالجة مياه الصرف الصحي مجموعة عمليات فيزيائية إلى كيميائية و البيولوجية التي يتم فيها إزالة المواد الصلبة و العضوية و الكائنات الدقيقة أو تقليلها إلى درجة مقبولة، و قد يشمل ذلك إزالة بعض العناصر الغذائية ذات التركيز العالي مثل الفوسفور، والنيتروجين في تلك المياه.

II-1 – مراحل لمعالجة مياه الصرف الصحي:

II-1-1 – المعالجة التمهيدية:

يجب أن تخضع مياه الخام للمعالجة المسبقة. توجد أجهزة ما قبل المعالجة في جميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي، بغض النظر عن العمليات المنفذة و التي تهدف إلى إستخراج أكثر كمية كبيرة محتملة من المواد القابلة للفصل و التي قد تتداخل مع المعالجة في وقت لاحق هناك 04 إجراءات للمعالجة في وقت لاحق:

II-1-1-1- الفرز:

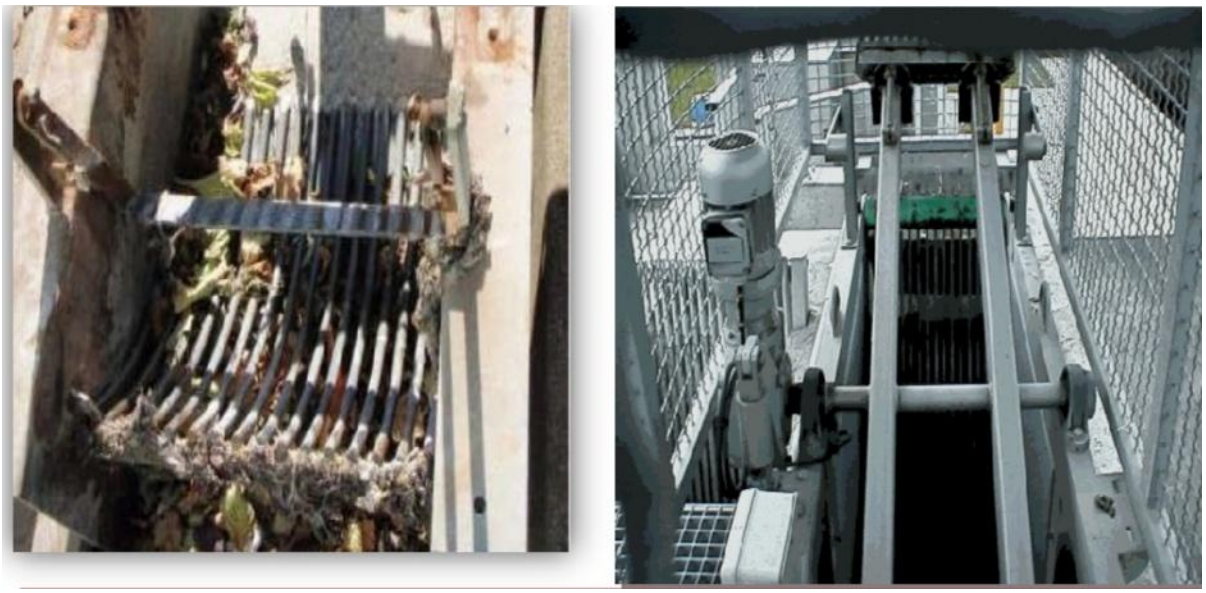
يتضمن ذلك الاحتفاظ بالنفايات الصلبة التي قد تصل إلى محطة المعالجة عن طريق تمرير النفايات السائلة المراد بمعالجتها من خلال شبكات متباعدة على بعض سنتيمترات، من أجل حماية الهياكل في إتجاه مجرى النهر. يمكن أن تكون العملية الفعالة إلى حجمها أو آقل إعتمادا على المسافة بين قضبان الشبكات، فنحن نميز:

- الغربلة الدقيقة: للفجوة من 3 إلى 10 mm.
- الغربلة المتوسطة: للفجوة من 10 إلى 25mm.
- الغربلة المسبقة: للفجوة من 30 إلى 100mm.

II-1-1-2- الغربلة:

تشكل هذه العملية فحصا دقيقا، و يتم تنفيذها بالتمرير النفايات السائلة من خلال المناخل ذات التقاوي الدقيقة، يتم تنفيذ في حالة مياه الصرف المحملة. بمواد صلبة عالقة صغيرة أو خامدة:

- ❖ غربلة كبيرة بحجم شبكة أكبر من 260µm .
- ❖ غربلة دقيقة بحجم شبكة بين (160-30)µm.



الشكل (03): غربال حديدي لنزع الأجسام الكبيرة

II-1-1-3- التفكيك:

يتعلق التفكيك بالجسيمات المعدنية التي يزيد قطرها عن 0.2mm وكتلة محددة حوالي $2.65\ g/cm^3$ من المستحسن بالفعل إستعادة المنبع من المحطة من أجل:

- تجنب الترسبات في القنوات و الأنابيب.
- حماية المضخات و الأجهزة الأخرى من التآكل.

II-1-1-4- إزالة الدهون الزيوت:

الغرض من مزيل الدهون هو الإحتفاظ بالشحوم التعويم الطبيعي أو يتم تسريعها عن طريق حقن الفقاعات الدقيقة لترتفع بسرعة دهون سطحية من الضروري الحد من مشاكل:

- إنخفاض في الأوكسجين في مرافق معالجة البيولوجية.
- لكي تكون إزالة الشحوم فعالة، يجب أن تكون درجة الحرارة الماء أقل من 30°c.

وتنفذ هذه العملية في نفس حوض إزالة الرمل [42].

الشكل (04): كاشطات إزالة الدهون و الزيوت

II-1-2-المعالجة الأولية:

الغرض من هذه المعالجة هو إزالة المواد العضوية والمواد الصلبة الغير عضوية القابلة للفصل من خلال عملية الترسيب ونسبة من المواد العالقة، و تحتوي الوحدة الخاصة بالمعالجة الأولية على أحواض الترسيب بالإضافة المرافق الموجودة في وحدة المعالجة التمهيدية، و ربما تحتوي على وحدات تغذية لبعض المواد الكيميائية إضافة إلى أجهزة لخلط تلك المواد مع المياه وتستعمل في عمليات التالية:

II-1-2-1- الترسيب:

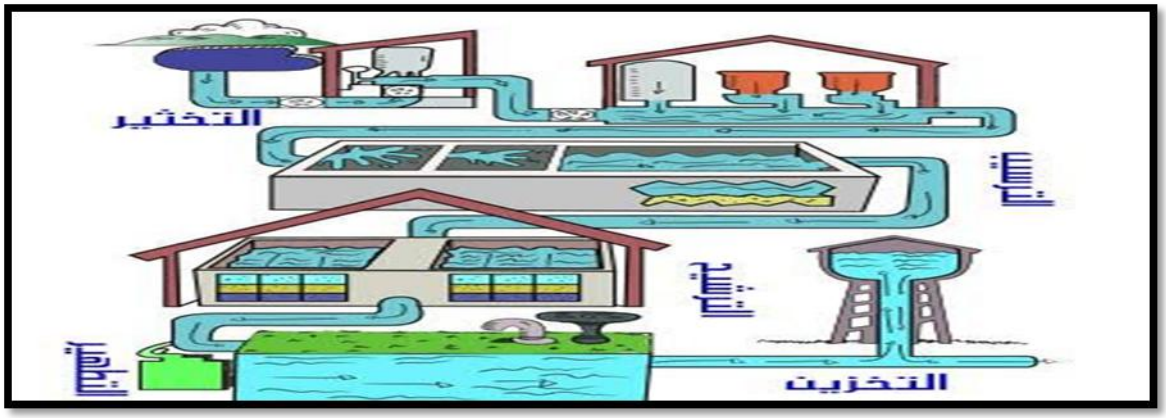
مبدأ فصل بين السائل و الصلب هو الجاذبية و تهدف هذا الطريقة لفصل المواد العالقة أو الغروية عن السائل من خلال ترسيبها.

II-1-2-2- الترشيح:

تتم هذا العملية من خلال مرور الخليط الصلب – السائل عبر الوسط المسامي (مرشح)، فتحتجز المواد الصلبة (كعكة الترشيح) و يسمح للسائل بالمرور الرشاحة.

II-1-2-3- التعويم:

على عكس الترسيب، فإن التعويم هو عملية فصل سائل ـصلب أو سائل ـ سائل يتم تطبيقه على الجسيمات التي تكون كثافتها الفعلية أو الظاهرية أقل من كثافة السائل الذي يحتوي عليها [43].



الشكل (05): عملية المعالجة الأولية للمياه العادمة

II-1-3- المعالجة الثانوية:

II-1-3-1- معالجة الفيزيائية والكيميائية:

وتنطبق بدلا من ذلك علة تنقية الفيزيائية الكيميائية، وهي عملية مكلفة وصعبة التنفيذ. مياه الصرف الصناعي أو مياه الصرف الصحي التي تحتوي على نسبة كبيرة من مخلفات المصانع التي يمكن أن تعيق تطور العمليات بيولوجية [44].

- **التخثر:**

يسمح الترسيب الأول بالتخلص من المركبات العضوية و المعدنية على أكثر كثافة، لكن الجزء الغروي الذي يتكون من جسيمات ذات أبعاد صغيرة من $mm(10^{8}\text{-}10^{-2})$ لا يتم التخلص منه.

1- الغرويات في المحلول:

هناك فئتان من الغرويات:

- الغرويات المحبة للماء التي لها صلة قوية بجزيئات الماء التي تتحد بها عن طريق الرابطة الهيدروجينية تحتوي هذه الغرويات على:

  المجموعات المحبة للماء (OH, NH_2, COOH.....) المتأينة كليا أو جزئيا.

  مثل: البروتينات، المنظفات الإصطناعية، المادة الدبالية، الصابون.

- الغرويات الكارهة للماء و هي جسيمات قليلة الإنجذاب للماء و التي يرجع إستقرارها إلى الشحنات الكهربائية التى تحملها، تولد تنافر متبادلا يمنعها من التكتل بين هاتين الفئتين من الغرويات، من الممكن العثور على مجموعة كاملة من السلوكيات الوسيطة.

2- إستقرار الغرويات :

تخضع الجسيمات الغروية في المحلول النوعين من القوى:

- قوى الجذب London_vanDar wallas
- قوى التنافر الإلكتروستاتيكي .

في ممارسة العملية، يمكن إجراء زعزعة الإستقرار إما عن طريق إضافة كواشف المعدنية التي تحتوي على كاتيونات والتي سيتم إمتصاصها على مستوى سطح الغروانية، هناك بعد ذلك تحييد الشحنة الكهربائية أي إنخفاض في قوى التنافر الكهروستاتيكي.

هذه العملية تسمى التخثر، إما عن طريق التكتل الغرويات التي يتم تفريغها عن طريق التحريض اللطيف، يسمح إستخدام الإلكتروليتات المتعددة (الجزيئات الكبيرة العضوية) و يسمح لقوى van DarWaals الجاذبة بتجميع الجزيئات معا لتكوينها [45].

II-1-3-2- المعالجة البيولوجية:

تعتمد التنقية البيولوجية على نفس الظواهر خاصة التطهير الذاتي الطبيعي لمجاري المياه (الأنهار، البحيرات، السدود، البحر) تحت تأثير الكائنات الحية الدقيقة.

القدرة على إستقلاب المركبات العضوية و المركبات المعدنية غير المؤكسدة (H_2S,NH_3, NO_2) وهناك بكتيريا يمكنها استيعاب المركبات السامة مثل الفينول، الفورمالدهيد، السيانيد ....إلخ [46].

II-2- طرق لمعالجة مياه الصرف الصحي:

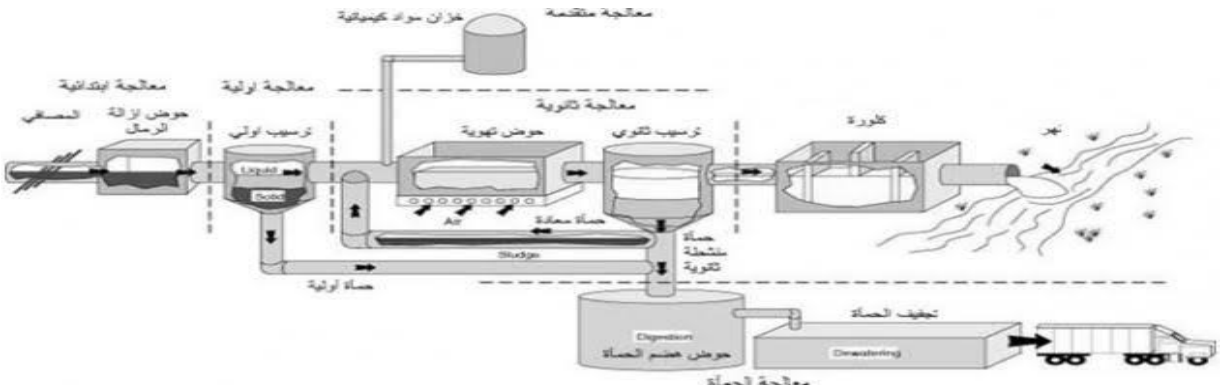
II-2-1- طريقة الحمأة المنشطة:

إن عمليات المعالجة معرفا مبدئيا تبعا لصفات لمياه الصرف وطبيعة الوسط المستخدم فيه، فلكل منطقة طريقة خاصة بها و سنتطرق لإحدى أنجح طرق في معالجة من حيث نتائج معالجة لمياه العادة ألا وهي طريقة الحمأة المنشطة.

II-2-1- تعريف طريقة الحماة المنشطة:

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق شيوعا في الوقت الحاضر بسبب فعاليتها العالية في معالجة و سميت بهذا الإسم لأنه يتم إعادة جزء من الحماة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية على حوض التهوية وذلك بشكل مستمر وهذا يساعد في تسريع العملية البيولوجية و زيادة كفاءتها بسبب زيادة كثافة الكتلة

الحيوية في حوض التهوية و بالتالي زيادة معدل الأكسدة وتفكيك المواد العضوية إلى مكوناتها الأساسية.



الشكل (06): طريقة المعالجة بالحماة المنشطة

II-2-2- مبدأ طريقة الحمأة المنشطة:

يكمن مبدأ طريقة الحماة المنشطة في تكشف عمليات التطهير الذاتي عن طريق إعادة جزء من حماة و نفث الأكسجين اللازم لنمو بكتيريا و تكاثرها في حوض تهوية موجودة في محطة المعالجة.

ويتكاثر البكتريا يؤدي إلى تخلص المياه من المادة العضوية المنحلة و تحويلها إلى مادة غير منحلة قابلة للترسيب في حوض الترسيب النهائي اللاحق لحوض التهوية في محطة [47].

II-2-3- تعريف الحمأة:

هي المواد الصلبة (الجوامد) العالقة سواء كانت مواد عضوية أو غير عضوية في مياه الصرف الصحي، و التي ترسبت في أحواض الترسيب بمحطات المعالجة.

و عندما تترسب الحمأة نجدها ممزوجة بكمية كبيرة من المياه، و تختلف نسبة الماء بإختلاف نوعية مياه الصرف الصحي و خصائصه و كذلك نظم المعالجة، فمثالا لذلك نجد أن نسبة المياه بالحمأة المنشطة حوالي 98.5 % بينما نسبتها بالحمأة العادية الراسبة بأحواض الترسيب الإبتدائية حوالي 95 %.

II-2-4- أنواع الحمأة الناتجة من مياه الصرف الصحي :

أ- الحمأة الإبتدائية:

تعرف الحماة الإبتدائية أو الخام بأنها الحمأة الناتجة عن ترسيب المواد العالقة في أحواض الترسيب الإبتدائية، و تتميز برائحتها الكريهة و تتراوح نسبة الرطوبة بها بين 95- 98 %.

ب- الحماة المنشطة:

تعرف بالحماة الناتجة من أحواض الترسيب النهائية التي تلي أحواض التهوية في مرحلة المعالجة البيولوجية، ونظرا لتعرض هذا النوع من الحماة إلى عمليات تهوية قوية و مستمرة فلذلك لا تظهر له رائحة.

ح- الحمأة المترسبة الكيميائية:

يمكن إستخدام بعض العمليات الكيميائية المساعدة لإنجاز عمليات الترسيب بسرعة و كفاءة مقبولة في بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وخصوصا في محطات معالجة مياه الصرف الصناعية، رغم سهولة الترسيب بإستخدام العمليات الكيميائية إلا أن الحماة الناتجة تتميز بمحتواها المائي المرتفع و الذي يجعل من الصعب إستخدام أحواض التجفيف مباشرة. و عادة ما يتم تخميرها قبل التخلص منها.

خ- الحماة المهضومة أو (المخمرة):

تنتج الحمأة المهضومة أو المخمرة من العمليات الخاصة يتخمر الحمأة بمعزل عن الهواء (أي في عدم وجود الأكسجين Amaerobic Condition)، وهي عمليات بيولوجية تهدف إلى تحلل أكبر قدر ممكن من المواد العضوية الموجودة بطريقة غير هوائية وذلك بفعل البكتريا اللاهوائية، فهي لا تحتاج الأوكسجين بل تحصل على الطاقة من مركبات أخرى و يمكن أن تؤذي إلى:

- ✓ أكسدة المواد القابلة لا هوائيا.
- ✓ الفصل الكامل للمواد الصلبة عن السائل تمهيداً لتجفيفها.
- ✓ خفض كتلة الحمأة بنسب تتراوح بين 25 -40 %.

وتتميز الحماة المهضومة بلونها القاتم و بتجانسها، كما أن لها رائحة محتملة عندما تكون رطبة، و يتم تجفيفها بعد ذلك في أحواض التجفيف نظرا لإنخفاض محتواها المائي نتيجة لعمليات الهضم.

II-2-5- خصائص الحماة:

تتميز الحمأة الناتجة من أحواض الترسيب الإبتدائية براحتها الكريهة بسبب الأمونيا، كما تتراوح نسبة الماء الذي تحتويه بين 94-99 % و يتأثر حجم الحمأة إلى حد كبير بنسبة إحتوائها على الماء مع بقاء كمية المواد الصلبة كما هي فإن الحجم الكلي للحمأة سوف يزداد تبعا لذلك [48].

II-2-6- الأوحـــال المنـــشـــطة :

طريقة الأوحال المنشطة هي الطريقة المثلى و فعالة و لأكثر إستعمال في محطات المعالجة لكي تتم هذه العملية يجب توفر الشروط التالية:

- التهوية الجيدة و المستمر.
- الكائنات الحية الدقيقة.
- المادة العضوية.

بعد مرور مياه الصرف بالمرحلة الأولية الفيزيوكيميائية Dessablage Dégrillage و Deshuilage تخضع للمرحلة الثاني {المعالجة البيولوجية} وهي تمثل المرحلة الفعالة في معالجة ككل، أثناء هذه المرحلة تمر المياه بعدة مراحل هي:

- **حوض الترسيب الإبتدائي:** يتم التخلص من المادة العالقة MESبنسبة 70% خلال عدة ساعات بترسبها مشكلة أوحال إبتدائية Boues primaires [47].
- **أحواض التهوية les Bassims d'aérationm:** نتيجة تعرض مياه الصرف الناتجة من الحوض الأول لتهوية شديدة :mg/l(1-2) يتم أكسدة المادة العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة "بكتيريا هوائية" (البكتريا ذات مصدر العلوي Bactéries intestinales) قليلة مقارنة بالبكتيريا (Aeromonas وخاصة Achomobacter , Flavobacterium , Cytophage (وهي ذات الدور الأكثر نشاط). مشكلة les flocs وهذه الأخيرة تترسب وتتجمع وتعطي les boues activées [47].

ملاحظة:

- تتواجد الحيوانات الأولية les protozoaires في الحماة المنشطة نتيجة لتغذيتها على البكتيريا الظاهرة الـ Bulking تعد مشكلة لأنها تعيق تشكل الحماة و ترسبها وبالتالي تعطي ماء غير جيد التصفية ذو نوعية سيئة.
- تسبب هذه الظاهرة Bulking نمو وتكاثر الفطريات التي تؤدي إلى تكوين شروط غير عادية وغير ملائمة لنمو البكتريا (وسط حامضي PH ضعيف، O_2 قليل) وكذلك تسببها البكتريا الخيطية (Bacteris filamenteuses) مثل "Sphaertilous" و " Thiothrix".
- كما يحدث في هذه المرحلة عمليتي النترجة {Nitrification} و إزالة النترجة {Dénitrification} الأولى تحدث أثناء التهوية و بتدخل نوعين من البكتريا Nitrosomonas التي تؤكسد (NH^+_4) Ammonium إلى (NO_2^-) Nitrite و Nitrobacter التي تؤكسد Nitrite إلى (NO^-_3) Nitrate.

$$NH^+_4 + 5/2O_2 + 2é \longrightarrow NO_3^- + 2H_2O$$

أما الثانية فتحدث في الشروط اللاهوائية، حيث تستعمل بكتريا النترات NO^-_3 بدلا عن الأكسجين الهوائي، محررة الأزوت الغازي N_2.

$$NO^-_3 + 6\ H^+ + 5é \longrightarrow 1/2\ N_2 + 3H_2O$$

- **حوض الترسيب الثانوي Les Bassins De Décantation Secondaire**: [15]

تخضع المياه الناتجة من حوض التهوية إلى الترسيب الثانوي،عند تراكم الحماة المنشطة، يعاد جزء إلى حوض التهوية للتنشيط من جديد مع المياه الآتية من حوض الترسيب الأول فبدل أن تستغرق عدة أسابيع تستغرق عدة ساعات، أما الأوحال المتبقية تعرض للتخمر اللأهوائي "الهواضم اللاهوائية" من

أجل قتل البكتريا. المعالجة بالأوحال النشطة تضمن نقص في DBO_5 بنسبة 90% و معالجة 100L من مياه الصرف تعطي 500g من الوحل.

- **التخمر اللأهوائي Digestion anaérobie**: يستعمل التخمر اللأهوائي لمعالجة الأوحال النشطة المتبقية من المرحلة السابقة حيث يتم التخمر في مخمرات كبيرة Digesteur بحيث تحول البكتريا المادة العضوية منتجة غازات :N_2، H_2 و خاصة CO_2، CH_4 وهذه الأخيرة تستعمل كمصدر للطاقة.

- تغذي المخمرات بأوحال فتية "حديثة" و جزء من الأوحال الناضجة أي ناتجة من تخمر سابق في شروط مثالية من درجة الحرارة و PH، تتدخل في هذا التخمر بكتيريا لا هوائية خاصة لاهوائية إجباريا، مكونة الميثان وتتمثل:Methanococcus, Methanosarcina, Méthanobacteriun [15].

تواجد و نمو Desuifovibrio راجع إلى وجود Sulfattes، وهي معيقة لعملية التخمر، لأنها تنتج غازات كريهة H_2S و فقيرة من حيث الطاقة.

- لإتمام عملية التخمر يجب توفر شروط مثلى كدرجة الحرارة التي تتراوح بين °C(50- 60) و هي مفضلة غير بكتيريا المحبة للحرارة " Thermopile" لشرع عملية الهدم.
- تستغرق أسبوعين إلى ثلاثة أحيانا أكثر.
- الأوحال الناتجة من عملية التخمر اللأهوائي تكون خالية من الأحياء الدقيقة الممرضة، و ناقصة من حيث الحجم و المادة العضوية "مختزلة " [19].
- نظرا لإنعدام الهواضم اللأهوائية ببلادنا و ذلك لتكاليفها الباهظة فإن معظم محطات تنقية المياه القدرة بالجزائر تعتمد مباشرة على تجفيف الأوحال الناتجة عوضا عن تخميرها و ذلك بأسرة التجفيف
- الماء المعالج و الخارج من محطات المعالجة يوجه إلى ميدان الري بعد تطهيره من أجل القضاء على كامل الأحياء الدقيقة و الممرضة.

- **التخمر الهوائي:** التخمر الهوائي للحمأة يعتبر كنظام التهوية الممتدة للحمأة المنشطة في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي، و تتراوح فترة المكث للتهوية 12 أيام للحمأة الناتجة من المعالجة الإبتدائية و 10 أيام للحمأة الناتجة من كل من محطة (المعالجة البيولوجية)، كما أن إرتفاع درجة الحرارة الحماة يساعد على سرعة التخمر الهوائي في التشغيل وتقليل فترة المكث، و من المميزات التخمر الهوائي للحمأة المرونة في التشغيل وتحمله للأحمال العضوية المفاجئة وخاصة في المخلفات العضوية الصناعية، كذلك إنخفاض تكاليف لإنشاء المبدئية بالمقارنة بالتخمر اللأهوائي للحماة، و لكن من عيوبه الزيادة الكبيرة في تكاليف التشغيل و الصيانة [48].

II-2-7- عمل محطات التصفية بطريقة الحمأة المنشطة :

إن عمليات المعالجة المعرفة مبدئيا تبعا لصفات مياه الصرف وطبيعة الوسط المستخدم تتضمن عمليات التصفية مياه المستعملة بطريقة الحمأة المنشطة 3 مراحل متتالية وهي على توالي:

أ- المعالجة الأولية (المعالجة الفيزيائية):

- فصل الصلب عن السائل وكذلك فصل الأطوار غير مائية مثل الزيت عن الماء.
- ظهرت المعالجة الفيزيائية – كيميائية المستقلة كمنافس للمعالجة البيولوجية منذ حوالي 1970. إن المعالجة الكيميائية الأكثر إنتشارا هي ضبط PH المياه الملوثة وذلك لأن المياه الملوثة الصناعية لا يسمح بصرفها مباشرة إلى الشبكات الصرف الصحي أو المياه الطبيعية مالم يتم تعديلها لقيم وسطية لتجنب الضرر البيئي. المياه الملوثة القلوية تعديل بإستخدام حمض الكبريت مثلا و المياه الحامضية تعدل بإستخدام ماءات أو كربونات الصوديوم [15].

المرحلة الأولى (الغربلة):

يتم فيها إزالة الجزيئات اللأعضوية كبيرة الحجم وكذلك الألياف الغير قابلة للانحلال بنسبة 20 % إلى 30% بالغربلة Tamissage أو بالترسيب البسيط أو الغير بسيط بإضافة عوامل كيميائية مخثرة Les Agents chimiques coagulamts و هي المعالجة ضرورية لحماية المنشآت الميكانيكية و المضخات المختلفة الموجودة في المراحل اللاحقة من المعالجة، كما تهدف هذه المرحلة أيضا تجانس هذه و خاصة عندما تصب في المحطة من حين إلى آخر كميات كبيرة من مياه الفضلات الصناعية.

1- **نزع المواد كبيرة الحجم:** يتم في هذه المرحلة فصل المواد الصلبة بوسائل ميكانيكية مناسبة حيث تمر المياه القذرة في مصافي المعدنية ذات فتحات مناسبة من أجل فصل مواد الصلبة الكبيرة، تترسب المياه المعدنية في أحواض مناسبة و في هذه المرحلة يتم فصل المواد الطافية و الرغوية من فوق سطح المياه بوسائل معدنية.

2- **نزع الرمل:** ينزع الرمل و الحصى و باقي الجزيئات الداخلة في محتوى مياه الصرف و تستعمل بكثرة أحواض الترسيب المهواة من الأسفل بحركة هرمية مع تحريك دائري و بهذا ينزع الرمل و يفرغ.

3- **الترسيب:** خلال هذه المرحلة تمر مياه الصرف إلى أحواض الترسيب التي تتلقى ترسيب أولي للجزيئات الثقيلة بالجاذبية و هذا الترسيب يسمح بنزع 50% من المجموع المحتوى الصلب لمياه الصرف ومن (40-60)% من الجزئيات الصلبة [15].

4- **أحواض التعديل:** و الغاية منها تخفيف حدة التغيرات في كمية الجريان أو شدة المجاري الواصلة لمحطة المعالجة و ذلك للحصول على معدل شبه ثابت للجريان و تركيز شبه ثابت للملوثات موجودة في مياه المجاري الداخلة للمعالجة.

المرحلة الثانية:

يتم فيها فصل المواد الصلبة الدقيقة عن طريق الترسيب و من أهم مكونات هذه المرحلة:

1- **حوض إزالة الرمال:** هو حوض ذو زمن مكوث قصير لإزالة الرمال الدقيقة و الثقيلة الوزن سريعة الترسيب ذات القطر مابين mm(0.2-0.1) و تصمم الأحواض هذه بحيث تكون سرعة الجريان 0.3mm.

2- **حوض الثاني:** حوض الترسيب الأول إزالة المواد الصلبة بطيئة التركيد إذا يبلغ زمن المكوث هنا اكثر الساعتين القطرات الزيتية الأخف من الماء تطفو على السطح في نفس الوقت الذي تترسب فيه المواد الصلبة الأثقل من الماء إلى قاع الحوض، و كلا الطبقتين السفلي التي تشكل المواد الصلبة و العلوية التي تشكل المواد الصلبة و العلوية التي تشكل فليم الزيتي يجب إزالتها بآلية مناسبة تعمل بشكل مستمر أو مقطع.

3- **نزع الزيوت :** و يتم نزع دهون و الزيوت الطافية بواسطة كاشطات، وهي الطريقة المستعملة بكل محطات التنقية على مستوى الوطن [21].

أ- المعالجة البيولوجية :

يتم فيها القضاء على المادة العضوية القابلة للتحلل من طرف كائنات الحية الدقيقة les micro orgamismes وهذا في وجود الهواء حيث تقوم هذه الأخيرة بإمتصاص المواد العضوية الملوثة (تحلل بيولوجي هوائي يعتمد فيه على النشاط الهوائي للبكتريا) [49].

و المعادلة الإجمالية من اجل تفكيك وتحلل هذه المادة العضوية تكون كالتالي:

ماء+ ملوثات عضوية+ كائنات حية دقيقة (بكتريا)+ أوكسجين ⟵ زيادة عدد الكائنات الحية (البكتريا الهوائية) + $H_2O + CO_2$

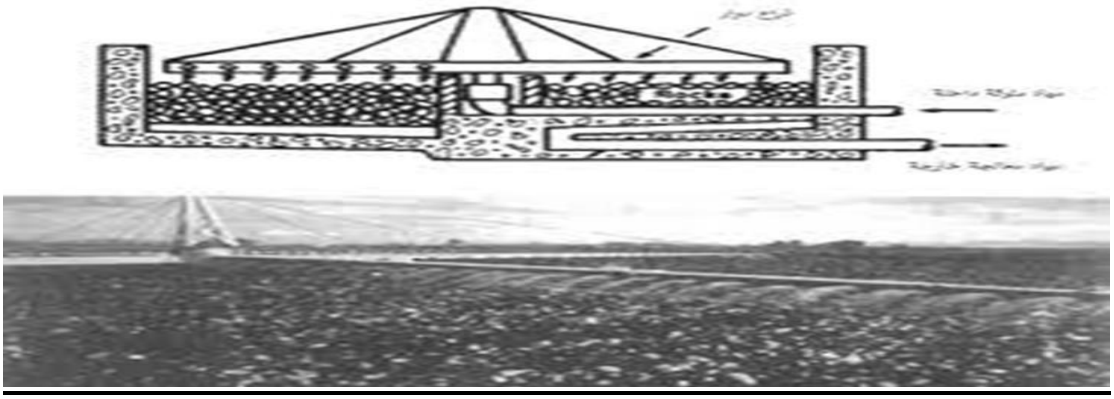
II-2-8- التجفيف الطبيعي للحـمأة:

و طريقة التجفيف الطبيعي هي المستخدمة جمهورية مصر العربية في جميع عمليات المعالجة، و تعتبر من أفضل العمليات من الناحية الإقتصادية سواء في التكلفة الإنشائية أو تكلفة التشغيل و الصيانة، و تعتمد طريقة التجفيف (الترشيح) هذه على الترسب جزء من المياه خلال الطبقات المسامية (الرمل و الزلط) إلى أسفل أحواض الترشيح، بينما يتبخر جزء أخر من الماء من سطح الأحواض المعرضة للهواء و أشعة الشمس و درجة الحرارة المرتفعة في مناخ جمهورية مصر العربية كما هو موضح في الشكل [48]:

الشكل (07): أحواض التجفيف الطبيعي للحماة

II-2-9- أنواع أحواض التجفيف الحمأة المنشطة:

أحواض التجفيف الرملية العادية: تتم عملية التجفيف بالاعتماد على التبخير الطبيعي للمياه و ذلك بنشر الحماة في الأحواض، و تزود الأحواض بنظام صرف السفلي مغطى بطبقة من الصخور المجروشة تعلوها طبقة من الزلط، و الأخير تعلوها طبقة من الرمال بسمك يتراوح بين (15-20)cm .



الشكل (08): تفاصيل أحواض الرمال لتجفيف و ترشيح الحمأة في محطات الكبيرة

الأحواض الإسفلتية لتجفيف الحمأة: تم إستخدام النوع من الأحواض حديثا لما له من مميزات عديدة، يمكن تحقيقها إذا تم تصميمه و تشغله بدقة. و ينشأ هذا النوع من الأحواض من الإسفلت و له جانبين مائلين إلى مجرى تصريف جهة الوسط بعرض 30cm، و يمتد مجرى التصريف بطول الحوض و يزود بمواسير تصريف 7.5 أو 10 cm عند إلقاع مغطاة بالصخور و الزلط و الرمل مثل أحواض التجفيف العادية و عند نهاية الخط توضع عادة طبقة تنظيف وصمام تحكم في الإنسياب الخارج من الحوض.

II-2-10- كمر الحـــمـــأة:

هي عملية تحلل بيولوجي للمواد العضوية، وقد إستخدمت عملية الكمر لسنوات عديدة للحصول على سماد جاف منخفض الرائحة و مهضوم نسبيا، فعند كمر السماد الجاف ترتفع درجة حرارته إلى (70-50)°c فتعرض البكتريا الممرضة للقتل، كما تهدف عملية الكمر أيضا إلى تقليل الرطوبة حيث ينخفض تركيز المواد العضوية الطيارة [48].

II-2-10-1- أنواع الكمر:

يوجد نوعان من الكمر هما: الكمر الهوائي – لا هوائي، و يتميز النظام الهوائي بإنخفاض تركيز الروائح الناتجة منه مقارنة بالكمر اللاهوائي، و تتم عملية الكمر الهوائي بتقليب محتويات الحمأة أو تهويتها بمصدر هو إخارجي أو بنظام مشترك.

II-2-10-2- مراحل عملية الكمر :

تمر الحمأة المكمورة على ثلاث مراحل :

- مرحلة الكمر عند درجة حرارة منخفضة (40°C) و تسمى ميزوفيلك.
- مرحلة الكمر عند درجة حرارة مرتفعة (70-40)°C و تسمى ثرموفيلك.
- مرحلة التبريد وتصاحب المرحلة الأولى ظهور بكتيريا حمضية و بعض الفطريات، و تصاحب مرحلة الثانية ظهور بكتيريا أخرى تسمى بكتيريا ثرموفيلك، و في هذه المرحلة يتم تكسير و هضم الحماة الجافة تماما، أما مرحلة التبريد فينخفض فيها نشاط البكتيريا الممرضة وتحل بكتيريا المرحلة الثانية محل بكتيريا الأولى، مع إنخفاض مستوى الرطوبة و كذا إستقرار الرقم الهيدروجيني، و تستخدم بعض الأصناف للمساعدة في عملية الكمر مثل قش الأرز و نشأة الخشب.

الشكل (09): الحمأة الجافة بعد عمليات الكمر

II-2-10-3- مدة الكـمر:

- **عند إستخدام مصدر هواء خارجي:** يتم التقليب لمدة 25 jours ثم يترك ساكنا لمدة 30 jours أخرى على هيئة كومة بإرتفاع 2.5m ثم تغطى بطبقة من التراب أو الرمل لعزله تماما.
- **عند الكمر في خنادق مكشوفة:** يتم التقليب لمدة 25 jours بمعدل خمس مرات ثم يترك 30 jours أخرى مع تغطيته أيضا بالأتربة وتشون على هيئة هرم قاعدته 3m و إرتفاعه 1.5m وتصل درجة الحرارة عندئذ إلى 55°c.

الشكل (10): شكل مصفوفة الحمأة وعمليات التنقيب الميكانيكي

II-2-10- طرق التخلص من الحمـــأة :

يتم التخلص من الحمأة المجففة بالطريق الآتية:

- إستعمال الحمأة المجففة كسماد.
- حرق الحمأة المجففة.
- صناعة الإسمنت (تستخدم كمصدر للطاقة الحرارية).
- دفن الحمأة.

II-2-2- طريقة معالجة بواسطة النباتات :

إن نظام حدائق معالجة المياه المستعملة (Gardens Wastewater Treatmen) (WWG) يعتبر كمنطقة رطبة إصطناعية و يعتمد فيها على توفير نفس الشروط المناطق الرطبة الطبيعية، و تدعى رئة الأرض (Poumonde la terre)، و ذلك نظرا لقدرة الكبيرة لهذه المناطق الرطبة الاصطناعية (humides artificielles) (ZHA) على تنظيم و معالجة المياه القذرة، حماية البيئة وهذا بفضل النشاط و الدور الكبير التي تقوم به النباتات، و الكائنات الحية الدقيقة وهذا مقارنة بالعديد من الأراضي الرطبة الطبيعية.

يتكون نظام حدائق معالجة المياه المستعملة من طبقة سميكة من الحصى (Gravier) الهدف منه أن يكون كدعامة لجذور النباتات، حيث يكون وسط دائما مملوء و مشبع بالماء، و هذه النباتات لا تعتبر نباتات مائية لعدم وجود مياه على السطح.

تبدأ مراحل المعالجة في نظام WWG من حوض التجميع (Fosse).

Septique لجمع المياه القذرة حيث تحدث فيه معالجة أولية، ثم يمر الماء إلى حوض النباتات يتكون النظام من جزء واحد أو أكثر حيث يعتمد العدد على حجم النظام المطلوب و المساحة المتاحة للبناء كما يتم وضع وتثبيت مربع (عنصر التحكم) و تسمى هذه النقطة بعلبة المراقبة (Boite de control)، و من هذه العلبة يتم صرف المياه المعالجة و كذلك منها تأخذ العينات من أجل إجراء عليها مختلف التحاليل المخبرية للتحقق من نوعية المياه المعالجة و كفاءة النظام في معالجة المياه القدرة.

إن حدائق معالجة المياه المستعملة هي جزء من نظام تدفق المياه الجوفية، يعني أنه لا يكون معرض للهواء في أي وقت، مما يمنع و يحول دون ملامسة للهواء، قد يصبح من خلالها خطر على الإنسان لذلك يمنع لمسه و يؤدي إنتشار الروائح الكريهة و البعوض.

تكمن فعالية حوض WWG بالاعتماد في ذلك على وقت إقامة المياه داخل هذه الوحدة، أي يتحكم في حجم الوحدة WWG و كفأتها وقت الإحتفاظ بالماء داخل الحديقة لمدة كبيرة أو أطول وقت ممكن و الوقت المفضل لبقاء الماء داخل الحوض من (4-5) أيام، و بالتالي يستحسن أن يكون حوض الحديقة كبير بحيث يسمح للمياه بالإقامة المدة المطلوبة من اجل الحصول على معالجة عالية الجودة، و للحصول على نتائج إيجابية نحتاج إلى زيادة وقت إقامة الماء في حوض الحديقة، أو تأمين طريقة يهوى بها الماء (مما يزيد نشاط الكائنات الحية الدقيقة في تفكيك الملوثات و المواد العضوية).

إن وجود النباتات ضمن أحواض الأراضي الرطبة تشكل عبر جذورها وسيقانها و أوراقها مكانا ملائما لنمو الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحطيم المواد العضوية الموجودة ضمن مياه المجاري. تجمع هذه الكائنات الدقيقة المتنوعة يطلق عليها إسم بيريفايتون (Periphyton) إن دور البيريفايتون و العمليات الفيزيائية و البيولوجية و الكيميائية الطبيعية يقود إلى التخلص من 90% تقريبا من الملوثات كما أن محطات المعالجة بالأراضي الرطبة لا تتطلب تقديم تهوية ميكانيكية وما يرافق ذلك إستهلاك كبير للطاقة [50،51].

II-2-2-1- نبذة تاريخية:

إن معالجة المياه المستعملة بإستخدام المرشحات المزروعة هي طريقة تم تطويرها مبدئيا في وحدة إختبار Biosfera في عام 1987م بواسطة الدكتور مارك نيلسون، ليتم تشغيله في أول مختبر بيئي عالمي مقره في أريزونا من(1991م إلى 1994م)، و تم إختبارها لأول مرة في الجزائر في منطقتين تماسين و نقوسة بواسطة نظام حديقة معالجة مياه الصرف الصحي، وفقا لمقال صحفي نشر في 30 أبريل 2013 بعنوان "الجزائر- سيتم قريبا تخصيص ميزانية إنشاء حدائق ترشيح لتنقية المياه العادمة" أقنع نجاح هذه التجربة الرائدة و زير الموارد المائية بتعميم إستخدام هذه التقنية البيئية و غير مكلفة في مناطق الواحات الأخرى، حيث تم الإعلان عن بناء 100 حدائق تصفية، و التي سيتم إدراجها في الميزانية في قانون التمويل التكميلي لعام2013، في

إجتماع تنفيذ برنامج تطوير ولايات صحراء. و لكن في عام 2014 لم تشكل سوى 3% من إجمالي محطات ترشيح بالنباتات التي تضم فقط محطتي تماسين و نقوسة والتي تسمى المحطات التجريبية [38].

II-2-2-2- تعريف معالجة المياه الصرف بواسطة النباتات:

المعالجة بالنباتات هي عملية تنطوي على إستخدام النباتات أثناء المعالجة، يتم إزالة الملوثات أو تحويلها إلى أشكال غير مؤذية و أحيانا قيمة، تستخدم العملية العديد من النباتات لتحلل أو إستخراج، أو إحتواء الملوثات من التربة و المياه، على الرغم من أن المعالجة النباتية قد حظيت إهتمام على مر السنين وعادة ما يتم تصنيفها على أنها طريقة نظيفة و رخيصة، إلا أن لها القيود التالية:

- ✓ تعتمد العملية على نمو النبات، و هذا يجعل الأمر يستغرق وقتا أطول حتى يتم إجراء المعالجة.
- ✓ لكي تتم المعالجة، يجب أن يتم الإتصال بين جذر النبات والملوث، و بالتالي يجب أن يكون قادرا على تمديد جذوره إلى الملوث أو يجب نقل الوسائط الملوثة إلى مدى وصول النبات.

يعتمد هذا النظام على إمرار تيار مياه الصرف الصحي في أحواض مبطنة بغشاء غير منفذ ومملوء بالحصول و مزروعة بأنواع من نبات البوط أو البردي...، هذه البيئة توفر الظروف المناسبة للكائنات الدقيقة لكي تتمركز حول جذور النباتات و تبدأ في تكسير المواد العضوية و الملوثات المختلفة أثناء مرور المياه الصرف من خلال جذور النباتات [52].

و هي شكل من أشكال المعالجة الحيوية تعني إستخدام نباتات معينة لها القدرة على تقليل مستويات التلوث عن طريق آليات آيضية معينة و غيرها يقوم بها النبات و تؤدي إلى إزالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة [50].

II-2-2-3- تعريف محطات المعالجة WWG:

من أهم تطبيقات المعالجة النباتية هو إستخدام أنظمة حدائق معالجة المياه المستعملة (TrématentGardens (Wastewater (WWG) هي عبارة عن حوض مقاوم للماء، المليئ بالحصى و النباتات التي تحمل جذورها ظروف تشبع بالماء يسمح هذا النظام بمعالجة المياه القذرة دون إستعمال مواد كيميائية ولا طاقة وكذلك سقي النباتات، يعتبر هذا النظام كمنطقة رطبة إصطناعية ويعتمد فيها على توفير نفس الشروط المناطق الرطبة الطبيعية، و تدعى كلية الأرض و ذلك نظرا للقدرة الكبيرة لهذا المناطق الرطبة الإصطناعية على تنظيف و معالجة المياه القذرة، و حماية البيئة و هذا بفضل الدور الكبير الذي تقوم بيه به النباتات، و نشاط الكائنات الحية الدقيقة و المقارنة بالعديد من الأراضي الرطبة الطبيعية هذا النظام مدة صلاحيته سنة في حالة صيانته [03].

II-2-2-4- مبدأ نظامWWG :

نظام هو عملية بيولوجية معقدة تستند أساسا إلى التفاعلات التكافلية بين النباتات القادرة على العيش في وسط المغمور بالمياه و الحصى و الكائنات الدقيقة. تتغذى الكائنات الحية الدقيقة على المركبات العضوية أو الغير العضوية الموجودة في النفايات السائلة. حيث تتميز المياه العادمة بأنها غنية بالمركبات التي يتم إستخدامها كمصدر طاقة للكائنات الحية الدقيقة، و الجذور التي توفر وسط مهما لنموها بالإضافة إلى إنزيمات التي تنتجها الجذور تعمل على قضاء المواد الضارة في المياه المستعملة [38،50].

II-2-2-5- مراحل المعالجة في نظام WWG:

1- معالجة فيزيائية:

تبدأ مراحل المعالجة من خزان الصرف الصحي لجمع المياه القذرة القادمة لمحطة المعالجة حيث تبدأ عملية ترسيب للمواد العالقة وشوائب موجودة في المياه في قاع الخزان، وتدوم فترة إقامة المياه من (3-4) أيام، ثم تمر المياه بأنبوب بمرشح، أو مصفاة يعمل على لإزالة الأجسام الصلبة الدقيقة العالقة في المياه الصرف لتنتقل إلى مرحلة أخرى. تعتبر هذه المرحلة مهم جدا حيث تمنع حدوث إنسداد في نظام وفشل عملية المعالجة.

2- معالجة البيولوجية :

بعد مرحلة المعالجة الفيزيائية ينتقل الماء إلى حوض حديقة معالجة المياه المستعملة الذي يتألف من طبقة سميكة من الحصى أو الرمل الخشن الهدف منه أن يكون كدعامة للجذور النباتات، حيث يكون وسط دائما مملوء ومشبع بالماء، و هذه النباتات لا تعتبر نباتات مائية لعدم وجود مياه على السطح النباتات. يتكون النظام من جزء واحد أو أكثر حيث يعتمد العدد على حجم النظام المطلوب و المساحة المتاحة للبناء، تكمن فعالية حوض WWG بالإعتماد في ذلك على وقت إقامة المياه داخل هذه الوحدة، أي يتحكم في حجم وحدة WWG وكفأتها وقت الاحتفاظ بالماء داخل الحديقة لمدة كبيرة أو أطول وقت ممكن و الوقت المفضل لبقاء الماء داخل الحوض هو من (4-5) أيام، و بالتالي يستحسن أن يكون حوض الحديقة كبير بحيث يسمح للمياه بالإقامة المدة المطلوبة من أجل الحصول على معالجة عالية الجودة، أن النباتات تنتج عن طريق الجذور وشبه الجذور بعض المضادات الحيوية لمواد المثبطة (مواد سامة) التي تقضي على بعض الأجسام المجهرية الضارة في مياه الصرف الصحي تجمع هذه الكائنات الدقيقة المتنوعة يطلق عليها إسم بيريفايتون (Periphyton) إن دور البيريفايتون و العمليات الفيزيائية و البيولوجية والكيميائية الطبيعية يقود إلى التخلص من 90% تقريبا من الملوثات في مياه العادمة منتجة مياه نقية [50،53].

الشكل (11): مراحل المعالجة على مستوى محطة تماسين – ولاية تقرت

II-2-2-6- النباتات المائية المستخدمة ضمن محطات المعالجة النباتية:

توجد أنواع مختلفة من النباتات المستخدمة في المعالجة تم تصنيفها ضمن مجموعات: النباتات العائمة ذات الجذور المثبتة في التربة، النباتات ذات الجذور المغمورة و الأوراق الظاهرة، كليا بالمياه، النباتات القصبية ذات النبتة الخشبية، النباتات القصبية ذات النبتة العشبية و النباتات الطافية ذات الجذور المعلقة.....إلخ

و عادة يتم إستخدام النباتات المتوفرة في منطقة إنشاء المحطة نظرا لتكيفها مع ظروف المنطقة [49].

وفي عام 1920 قام العالم البيئي أربرArber بتقسيم مجموعات النباتية المائية (وعائيات البذور) إلى نباتات ذات جذور و عديمة الجذور، وذلك تبعا لنوع الأوراق ونوع الأزهار، وتبعا لكون الأزهار و الأوراق مغمورة بالماء أو طافية على سطح الماء أو الظاهرة بحيث تعلو سطح الماء، و بناء على هذا فقد ظهرت لاحقا تصنيفات سهلة و شائعة لأنواع النباتات المائية عبر أبحاث العلماء مثل العالم Cléments (1929) و العالم Daubenmire (1947) و العالم Scultharpe (1967) و هذه الأنواع تتلخص في ما يلي:

1. **النباتات المائية بارزة:**

وهي التي تكون جميع أو بعض أعضائها الخضرية بارزة أو منتقبة خارج سطح الماء [54،55].

و من أمثلة على هذه النباتات القصب (Phragmites) و نبات (Typha).

2. **النباتات المائية الغاطسة:**

و هي التي تنمو كليا تحت سطح الماء أو تظهر أزهارها أحيانا خارج سطح الماء و تنتمي إلى مجموعة النباتات متغايرة الأطوار (Heterogeneous Group) وجودها ضمن المياه بشكل دائم وضعف الضوء ضمن المياه أدى

على حدوث تغيرات في بنيتها بحيث أصبحت تتكيف مع النمو و التكاثر ضمن المياه و هي مغمورة وعموما هذا الصنف من النباتات المائية يضم الأنواع التالية: (Eggeria densa Coratophylun spp coontails)

3. **النباتات المائية الطافية:**

و هي التي تكون جميع أو بعض أعضائها الخضرية طافية [29].

- **النباتات الطافية الحرة:**

هذا النوع من النباتات يعيش على سطح و له أنواع كثيرة حسب الظروف البيئية المناسبة و غالبا ما تكون النبتة على سطح الماء و جذورها تمتد ضمن الماء وهذه الجذور إما أن تكون قصيرة أو طويلة نوعا ما.

و أمثلة على هذا النوع (Eichhornia crassipes(Water hyacinth), lemnaceac(Duck weeds.

- **النباتات الطافية ذات الجذور الممتدة داخل التربة :**

هذه النباتات الطافية قادرة على بلوغ القاع عبر سيقانها الطويلة حيث تنمو جذورها ضمن قاع الحوض [54،55]

ومن الأمثلة عليها: Nuphar or Nymphaea ,Brassenis,potamogéton natans.

عوامل إختيار النباتات:

- يجب إختيار النباتات التي تنمو في البيئة الطبيعية في المنطقة و تتكيف مع مناخها.
- النباتات يجب أن تكون من النوع الذي ينمو حالما يتم زرع مجموعة جذرية منه.
- يأخذ في الاعتبار الكتلة الحيوية للنبات، و كذا قوته مطهرة.
- يمكن المزج بين نوعين من النباتات لتغطي أعماق مختلفة من المياه.

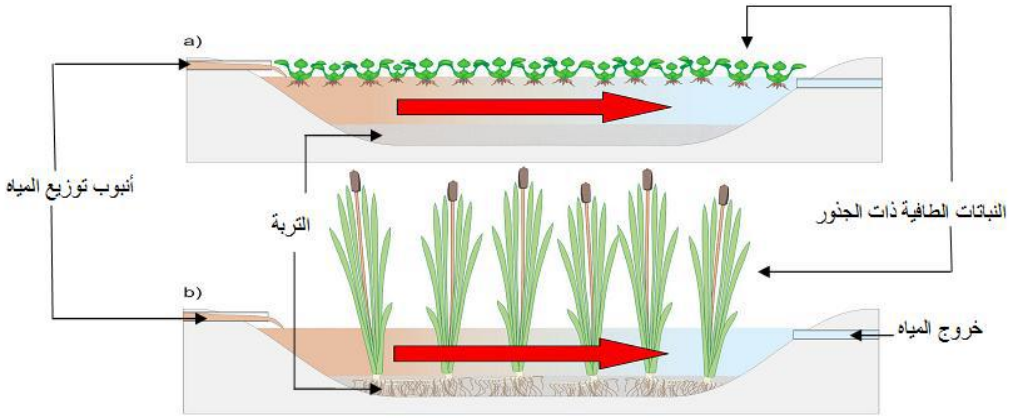
II-2-2-7- أحواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي:

هناك أربعة أنظمة تستعمل في معالجة المياه المستعملة [50]:

- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر.
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الأفقي.
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان الشاقولي.
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان المتنوع (المهجن).

1- أحواض النباتات ذات الجريان السطحي الحر:

هي الأحواض التي تكون فيها النباتات ذات السيقان المغروسة في الطبقة العلوية لمواد التعبئة يكون سمك المياه داخل الحوض حوالي 40cm، تحتوي هذه الأحواض على نباتات مائية منها النباتات المغمورة كليا بالماء أو النباتات الصغيرة على سطح الماء وذات الجذور المائية.



الشكل (12): حوض المعالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر

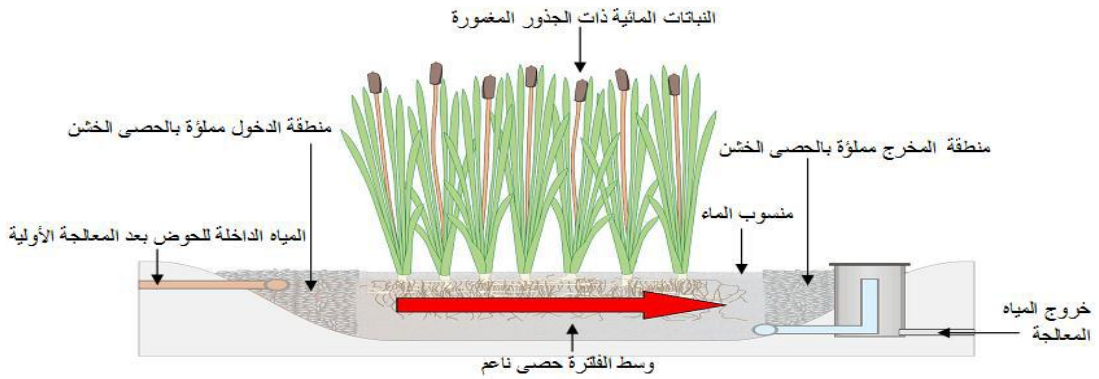
حيث تستعمل هذه الأحواض كمرحلة معالجة ثالثة لإزالة العوامل الممرضة بسب تعرض المياه إلى أشعة الشمس. في هذا النظام تتم عمليات أكسدة الملوثات و إزالة نسبة كبيرة من المعادن الثقيلة مما يحسن نوعية المياه الخارجة منها، لهذا فإن الأحواض ذات الجريان السطحي الحر تستخدم كمرحلة الأخيرة من مراحل المعالجة [50] نظرا لمتطلبات الاستغلال الثقيلة، هذه الطريقة أصبحت قليلة الإستعمال.

2- أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي:

هي أحواض مملؤة بطريقة متجانسة بالرمل الخشن أو بالحصى و التربة التي تغرس فيها النباتات.

و المياه المستعملة تدخل إلى الحوض و تشغل مساحة الحوض كاملة بواسطة نظام موزع موجود أمام مدخل حوض المياه تجري بطريقة أفقية تعبر مواد التعبئة و تغذية الأحواض تكون بطريقة مستمرة مع بقاء مواد التعبئة دائما مشبعة بالمياه. عند إختيار مواد التعبئة يجب مراعاة خاصية الناقلية الهيدروليكية [56].

إن أول إستخدام لهذه التكنولوجيا ظهر في ألمانيا سنة 1964 و أول من إستعمال هذه الطريقة العالم الألماني kickuth، حيث سميا هذا النظام على اسمه و طبقت هذه الطريقة في أمريكا سنة 1974، و لها عدة إستعمالات



الشكل (13): حوض المعالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الأفقي

تستعمل للتصفية الثانوية للمياه المستعملة لبعض القرى ذات كثافة سكانية قليلة بعد عملية الترسيب كذلك تستعمل في المرحلة الثالثة بعد التصفية البيولوجية أو بعد أحواض الجريان الشاقولي كذلك لمعالجة مياه الأمطار ثم إنتقلت إلى أوروبا حيث تلقيت هذه الطريقة إنتقادات من طرف الباحثين لأن تطبيقها يتطلب أماكن شاسعة و المواد المستعملة في وسط الفلترة غير حاجزة للمياه [58،57].

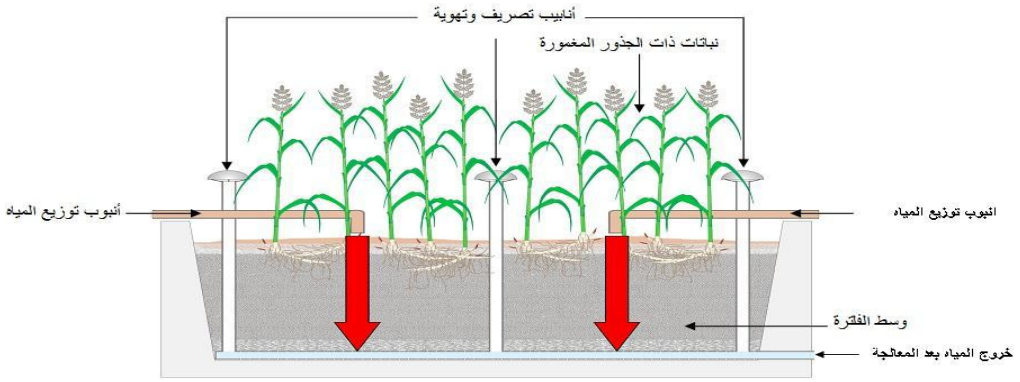
ظهرت هذه الطريقة بإستعمال الرمل و لكنها غير واسعة الإنتشار [59]، إستخدام الحصى الخشن و الناعم أو الرمل الخشن مما يعطى مساحات واسعة تنمو عليها طبقة البيولوجية للملوثات Biofilm.

و يستحسن أن لا يتعدى عمق الحوض 1m حتى يضمن وصول الأكسجين إلى المناطق السفلية للحوض عن طريق وصول جذور النباتات إليها، لأن المياه داخل الحوض قليلة الأكسجين حيث يعمل على أكسدة الأملاح المعدنية و تحطيم المواد العضوية بداخله [60،58].

جريان المياه تحت السطحي الأفقي يمنع إنتشار الروائح و الحشرات، وهذا النوع من الأنظمة له فعالية كبيرة في إزالة المواد الصلبة العالقة و المواد العضوية DBO_5 و العوامل الممرضة.

3- أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي:

هي الأحواض المملوءة بالحصى بشكل متجانس و تحتوي على طبقة علوية من الرمل تغرس فيها النباتات المائية.



الشكل (14): حوض المعالجة بالنباتات بجريان تحت السطحي الشاقولي

حسب الدراسات التي أجريت في فرنسا من طرف الباحثين في منظمة "سي مقراف" (Cemagraef) إستعملو هذا الأحواض بالتوازي بطريقة الرمل و النباتات وكانت طريقة الغرس بشكل تجمعات نباتية [64،61]. تزويد الحوض بالمياه يكون عن طريق إستعمال مضخة أو أنابيب من حوض تجمع مياه الصرف الصحي الخام بعد نزع المواد العالقة الثقيلة، و هذه الطريقة تستغرق وقت أطول، حيث استعمل الدكتور الألماني سيدال (Seidel) حوض تصفية شاقولي وأربعة تصفية أفقية و الأخير إستعمل فيه نباتات (Scirpes et iris) بينما الباحثين في منظمة Cemagraef إستعملوا نفس الطريقة مع زيادة حوض تصفية شاقولي.

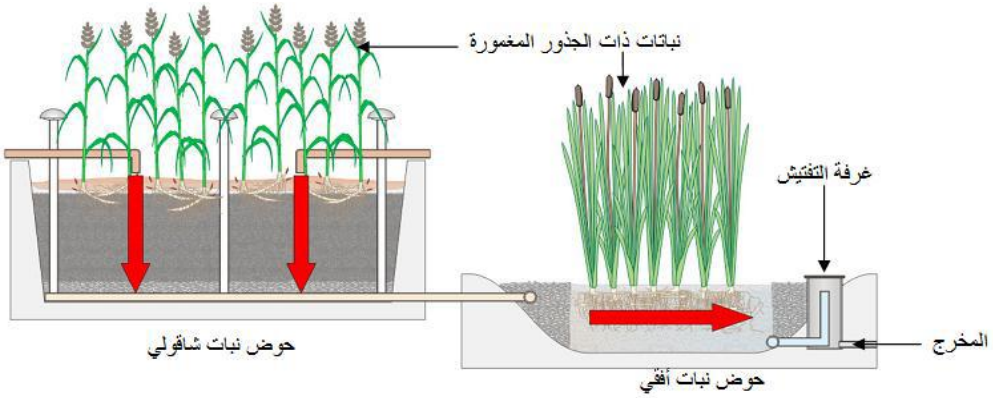
يتم جمع المياه المعالجة عبر شبكة أنابيب سفلية للتصريف أو عبر طرق أخرى منها تهوية القنوات من السطح مباشرة أو بإستعمال مضخات أو عن طريق النباتات، حيث تمتص الأكسجين من الهواء إلى أسفل الحوض و يوزع عن طريق الجذور و تتم تغذية الحوض بشكل متقطع بحيث أن الفراغات بين الوسط الرملي أو الحصوي في فترة الراحة تعود وتمتلئ بالهواء، و لذلك فإن الأكسجين اللازم لعملية النترجة يكون متوفر أو تحصل عملية النترجة بشكل كامل ضمن هذه الأحواض و مع ذلك فان جزءا بسيطا من النترات يتم تحويله إلى غاز النيتروجين.

الفرق بين أحواض الجريان تحت السطحي الأفقي و الجريان تحت السطحي الشاقولي هو أن هذا الأخير يكون له التهوية أفضل من الأول، و بهذا تكون عملية أكسدة النتريت أفضل و نقص البكتريا اللاهوائية تؤدي إلى نقص الرائحة هذا النظام يحتاج إلى راحة منتظمة من أجل تحطيم المواد العضوية المثبتة في الوسط الفلترة.

و تستعمل الفلترة بإستعمال الأحواض ذات الجريان السطحي الشاقولي في حالة مياه كثيرة التلوث زمن مكوث المياه في الأحواض الشاقولية هو عدة ساعات و أن أول من استعمل الفلترة الشاقولية هو العالم الألماني فلدس سنة 1970 حيث سميت هذه الفلترة بترشيح فلدس (Fields).

4- أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع المهجن (أفقي + شاقولي):

النظام المهجن هو عبارة عن سلسلة أحواض أفقية و شاقولية في بعض الأحيان يضاف أحواض الجريان السطحي الحر.



الشكل (15): حوض المعالجة بالنباتات بالجريان المتنوع (المهجن)

آخر عمل بهذه الطريقة قام بها الدكتور k.Seidiel هذه الطريقة استعملت بعدد محدود من الأحواض في الولايات المتحدة لأمريكية وألمانيا و فرنسا [65]. يتكون هذا النوع من الأحواض من طابقين متوازيين من الأحواض الشاقولية متبوعة بطابقين أو ثلاثة من الأحواض الأفقية على التسلسلن الفائدة من هذه السلسلة هو تحسين عملية النترجة في الأحواض الشاقولية لأنها مهوئة وعملية إزالة النترجة في الأحواض الأفقية أين يكون غياب الأكسجين اللازم لهذه العملية [66]. مردود إزالة النترجة يكون ضعيف حيث البكتريا المزيلة للنتروجين تحتاج إلى المواد العضوية بنموها وإزالة النتريت لأن في مخرج الحوض الشاقولي أغلب المواد العضوية تحللت. هناك دراسات أخرى نذكر منها الدينمارك [67]. أين نجد تسلسل أحواض الأفقية متبوعة بأحواض شاقولية.

الأحواض الأفقية تعمل على إزالة مواد الأفقية العالقة و المواد العضوية أما الأحواض الشاقولية لها تهوية أحسن تعمل على عملية النترجة nitrification ثم إعادة تدوير المياه من جديد لإزالة النترجة nitrificationdé و من عيوب هذه الطريقة تحتاج إلى مضخات وبرمجة.

II-2-2-8- آليات إزالة الملوثات و فعالية أحواض المعالجة بالنباتات:

آليات الإزالة مرتبطة بأنظمة فيزيائية و كيميائية و فيزيوكيميائية و أيضا بيولوجية الملخصة في الجدول أدناه[3]:

جدول رقم (03): أهم آليات إزالة الرئيسية للملوثات ضمن أحواض النباتات.

ملوثات	آليات الإزالة الرئيسية
المواد العضوية	التحليل البيولوجي (هدم ميكروبي هوائي و لاهوائي) (catabolisne)
المواد الصلبة العالقة	الترسيب الفيزيائي، الفلترة الفيزيائية و التحلل البيولوجي.
النتروجين	النترجة وإزالة النترجة البيولوجية. عمليات الإمتصاص الفيزيائية و الكيميائية ضمن وسط الفلترة من طرف النبات.
الفوسفور	عمليات الإمتصاص الفيزيائية و الكيميائية ضمن وسط الفلترة من طرف النبات.
المعادن	إمتصاص ومعادن الكاتيونات. تشكيل مركبات. ترسيب – إمتصاص من طرف النبات. أكسدة و إرجاع من طرف الميكروبات.
العوامل الممرضة	الإفتراس البيولوجي والموت الطبيعي وعمليات الترسيب الفلترة الفيزيائية. إفراز مضادات حيوية من طرف جذور النبات.

II-3-9- إستخدامات المياه المعالجة بالنباتات:

يتمّ استخدام المياه المعالجة و خاصّة المياه العادمة الحضرية المعالجة بالنباتات في ريّ المزروعات الاستهلاكية، و النباتات غير المثمرة إذ يعد القطاع الزراعيّ الأكثر استهلاك المياه بنسبة تتراوح بين (70-80)% فهذه المياه غنية بالنترات و الفسفور مما يغنينا عن شراء الأسمدة و كذلك تكون خالية من الملوثات الكيميائيّة و البيولوجيّة. كما يمكن أن تستخدم المياه المعالجة في مجال الصناعة. و من الأمثلة على الدول التي تستخدم المياه المعالجة النباتات هي الدول الأوروبية، إذ يصل استخدام المياه المعالجة في بعض الدول كسويسرا وهولندا في الشرب، و تعد ألمانيا و سنغافورة أكثر الدول زيادة في هذا المجال [68].

II-3- طريقة معالجة بالبحيرات المهواة:

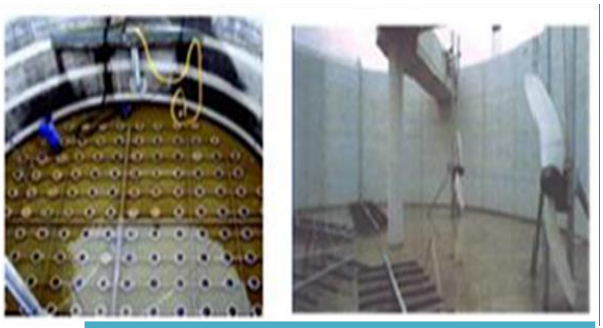
II-3-1- تعريف طريقة معالجة بالبحيرات المهواة :

هي عملية معالجة بيولوجية هوائية بشكل رئيسي بوجود البكتريا الحرة و التي تختلف عن الحمأة المنشطة بسبب عدم إعادة تدوير الحمأة المفصولة عن طريق الترسيب قبل تصريف المياه المعالجة [69].

يتم توفير الأكسجين في الأحواض بالوسائل الميكانيكية، بالإضافة إلى أن تركيز البكتريا أعلى منه في البحيرة الطبيعية. مدة الإقامة حوالي أسبوع واحد و العمق يتراوح من (1-4)m، يمكن أن يكون المردود حوالي 80% [70].

II-3-2- مبدأ العملية:

يتم توفير الأكسجين في حالة البحيرة الهوائية ميكانيكيا عن طريق جهاز تهوية السطح أو نفخ الهواء [71].



الشكل (16): جهاز تهوية السطحي

الشكل (17): جهاز تهوية عن طريق نفخ الهواء

II-3-3- أنواع الأحواض المهواة :

هناك نوعان من الأحواض المهواة:

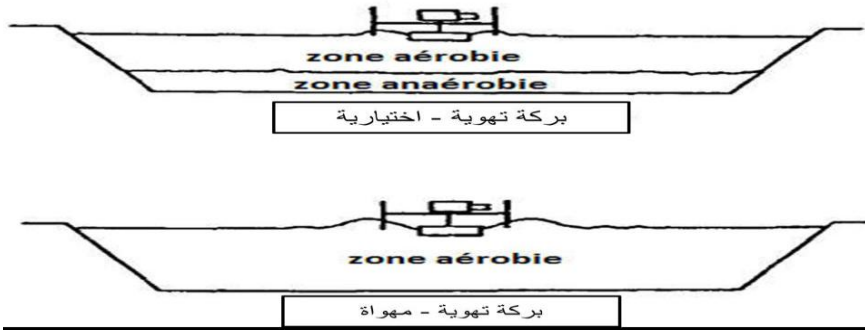
- **الأحواض المهواة الهوائية:**

في مرحلة التهوية تكون المياه المراد معالجتها في وجود الكائنات الحية الدقيقة المستهلكة للعناصر الغذائية التي يشكلها التلوث المراد القضاء عليه,هذه الكائنات الحية الدقيقة هي في الأساس بكتريا وفطريات (مماثلة لتلك الموجودة في محطات الحماة المنشطة) [72]، و يستلزم وجود تهوية كافية للحفاظ على الحوض هوائيا. يحدث التمثيل الغذائي الهوائي في حوض كبير مع نظام تهوية اصطناعي يضمن أنسجة مياه الصرف الصحي، و هذا لضمان الأكسدة البيوكيميائية للمادة العضوية. أن تحلل جميع المواد العضوية، البروتينة، الدهون، أو الكربوهيدرات هو نتيجة لتطور الكائنات الحية الدقيقة.

إن عملية التنقية الهوائية هي عملية لثلاث مراحل أساسية (الإمتزاز، الإمتصاص، الأكسدة) و نواتج هذه الأكسدة هي: (CO_2 وH_2O) [71].

- **الأحواض المهواة الإختيارية:**

في هذا النوع من الأحواض يتم الحفاظ على الأوكسجين في الجزء العلوي فقط، بالإضافة إلى أن معظم المواد الموارد الخاملة العالقة و المواد البيولوجية غير المؤكسدة تستقر و تترسب في قاع الحوض ليتم تحليلها لا هوائيا. يمكن تعديل الحوض ليشمل حجرة ترسيب منفصلة لها القدرة على توفير مياه الصرف صافية.



الشكل (18): أنواع البحيرات المهواة

II-2-3-4- مراحل المعالجة بالبحيرة المهواة:

تتم عملية المعالجة في الأحواض المهواة على ثلاث مستويات [71]:

- **في حوض التهوية:**

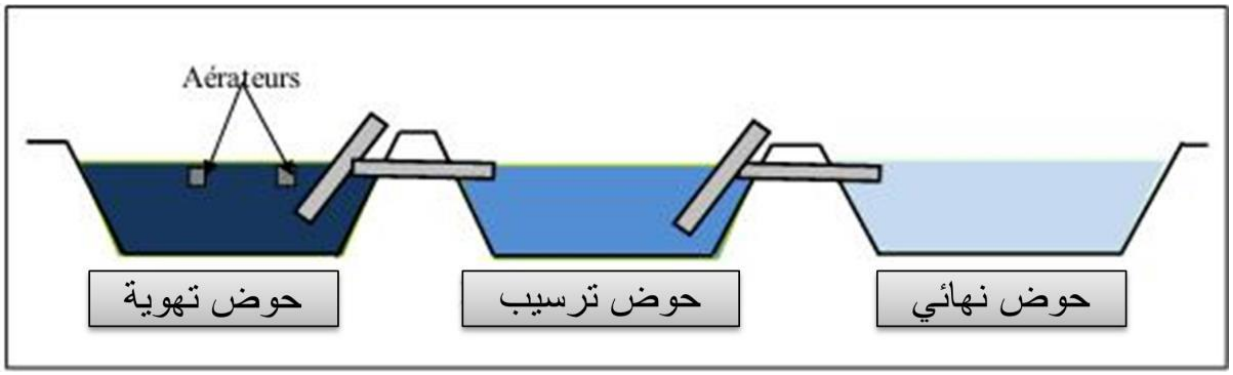
تتحلل المياه العادمة بسبب الكائنات الحية الدقيقة التي تستهلك العناصر الغذائية. المبدأ الأساسي هو نفسه مبدأ الحماة المنشطة بكثافة منخفضة من البكتريا و غياب إعادة تدوير الحمأة. يتم توفير الأكسجين عن طريق جهاز تهوية السطح أو نفخ الهواء. تعزز التهوية الميكانيكية تطور البكتريا على حساب الطحالب و الحد من الرواسب التي يمكن أن تعطل العلاج ومنع تكوين الطحالب المجهرية من الضروري زيادة حجم التهوية.

- **في حوض الترسيب:**

و الذي يضم بشكل أساسي حوضا واحدا أو حوضين لترسيب المواد العالقة التي تجمع بين الكائنات الحية الدقيقة الجسيمات العالقة لتشكيل الحمأة، يتم ضخ و إستخراج الحمأة بإنتظام و إزالتها من الأحواض عند تراكمها بأحجام كبيرة. أحواض الترسيب هي مكان الفصل المادي للحماة البيولوجية و المياه المنقاة (المعالجة)، يجب تنظيف هذا البحيرة بإنتظام لتجنب الروائح وتدهور المعالجة بسبب تدفق الحمأة. يجب أن يكون شكل الحوض مستطيلا ونسبة الطول و العرض من (2-3)m.

- **في الحوض النهائي:**

في هذه المرحلة تكون الأحواض خالية من أنظمة الخلط و التهوية، مما يسمح بالفصل الفيزيائي للحمأة عن المياه المعالجة. يمكن إضافة حوض نهائي مختلط (microphyles et macrophyles) لتحسين المعالجة خاصة النتيروجين أو حتى الفوسفور.



الشكل (19): رسم تخطيطي لمراحل المعالجة بالأحواض المهواة

II-2-4- طريقة البحيرات الطبيعية:

يعتبر نظام برك التثبيت من أكثر الطرق استخدام من حيث الكفاءة في معالجة مياه الصرف الصحي. يعتمد على أقل التقنيات و البساطة في الإنشاء و التشغيل و التكلفة المنخفضة و خاصة في المناطق ذات المناخ الدافئ مثل المناطق الجافة وشبه الجافة.

و نظرا لأن هذا النوع من التنقية مرتبط مباشرة بما تحويه الرسالة المقدمة سوف نتطرق له بالتفصيل

II-2-4-1- تعريف طريقة البحيرات الطبيعية:

برك تثبيت المخلفات السائلة (مياه الصرف الصحي) هي عبارة عن برك كبيرة ضخمة محاطة بسدود ترابية، يتم فيها تثبيت المخلفات السائلة لمدة تتراوح من (4-100) أيام إعتمادا على درجات الحرارة

و درجة المعالجة المطلوبة، و تتم عملية المعالجة بيولوجي أو بطريقة طبيعية بفضل أشعة الشمس و الرياح حيث تقوم الطحالب و البكتيريا بأكسدة المواد العضوية.

تنشأ هذه البحيرات بطرق هندسية بسيطة لا تتعدى في بعض الأحيان أعمال الحفر و التمهيد و التسوية إذا كانت التربة قوية و متماسك، يكون عمقا عادة صغير أو مساحتها كبيرة.

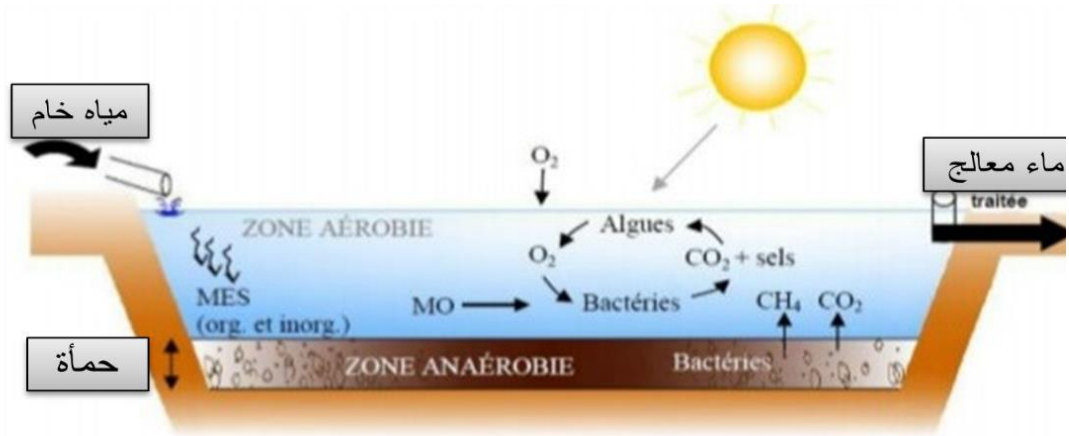
الشكل (20): محطة معالجة بالبحيرات الطبيعية

- مبـدأ التنقية:

تتم معالجة المخلفات السائلة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك تقوم به الطحالب و البكتيريا بالإستعانة بأشعة الشمس و بعض العناصر الموجودة أصلا في مخلفات السائلة، حيث تستخدم البيكتيريا الهوائية الأكسجين الذائب في المياه لأكسدة المواد العضوية فينتج عن هذه الأكسدة مواد عضوية مثبتة و ثاني أكسيد الكربون، و الطحالب بدورها تستخدم ثاني أكسيد الكربون مع بعض الأملاح في عملية تحليلها الضوئي بمساعدة أشعة الشمس و تعطي أكسجين و هو من إحتياجات البكتريا.

معنى ذلك أن كل من الطحالب و البكتيريا تعطي للآخر ما يحتاجه و يكون النشاط البكتيري أكبر ما يمكن في الطبقات السطحية من المياه و التي تصل إليها أشعة الشمس و تكون هذه الطبقات بها تراكيز عالية من الأكسجين أثناء النهار. أما خلال ساعات الليل فينعكس نشاط الطحالب و تبدأ في إستهلاك الأكسجين الذائب في المياه و إعطاء ثاني أكسيد الكربون الأمر الذي يتسبب في نقص الأكسجين الذائب في المياه أو إختفائه [73].

أما الطبقات السفلى من البحيرات و التي لا تصل إليها أشعة الشمس فهي أيضا منطقة تترسب فيها المواد العالقة و تنشط فيها التفاعلات اللأهوائية لتثبيت المواد العضوية بهذه الرواسب، و على ذلك فلا يتم تثبيت المواد العضوية في الطبقات السطحية فقط و لكن نسبة من هذه المواد يتم تثبيتها بواسطة البكتيريا اللأهوائية، و تلعب الطبقة السطحية الغنية بالأكسجين دورا هام إضافيا علاوة على الأكسدة الهوائية للمواد العضوية بها و هو التحكم في نواتج التفاعلات اللأهوائية التي تحدث في قاع و منها الغازات الكريهة و الأحماض العضوية.



الشكل (21): رسم تخطيطي لمحطة معالجة تعمل بتقنية الأحواض الطبيعية

و يفضل قبل أعمال التصميم و التنفيذ عمل دراسة للأمور التالية: طبوغرافية المنطقة و ما يحيطها خصائص مياه الصرف، شكل البحيرات المناسب و أسلوب تشغيلها الأمثل، تكاليف الإنشاء و الأرض والتشغيل، مجالات استعمال المخلفات السائلة بعد معالجتها .و يجب أن يحقق شكل البحيرات وعددها الأمور التالية: مرونة التشغيل، إمكانية وقف تشغيل أي وحدة دون التأثير على باقي الوحدات و ذلك لعمل الصيانة و تفريغ الرواسب، إذا ساعدت طبوغرافية الأرض على تصميم بحيرات طويلة بعرض صغير فهذا يعطي كفاءة أفضل (بشرط تعميق البحيرة في منطقة المدخل) لمرونة التشغيل. و تستخدم بحيرات الأكسدة عادة للتدفقات الصغيرة و لكن يمنع استخدامها للتدفقات الكبيرة عند توفر مساحات كافية من الأرض بسعر مناسب، و على سبيل المثال فقد استخدمت بحيرات الأكسدة في كاليفورنيا بأمريكا الشمالية بمساحة 250 ha و ذلك لمعالجة تدفق يبلغ $250000m^3/j$ [73].

جدول (04): محاسن و مساوئ طرق معالجة مياه الصرف الصحي.

المعالجة	المحاسن	المساوئ
الأحواض الطبيعية	- كلفة تشغيل و صيانة منخفضة. - بسيطة الإنشاء و لا تستعمل آليات كثيرة. - تخلو من إزعاج السمعي. - مقاومة الأحمال العضوية و الهيدروليكية المفاجئة. - لا تتطلب طاقة كهربائية . - تخفيض كبير لنسبة المواد الصلبة و الطلب البيولوجي لأكسجين، و مسببات الأمراض. - ليس لديها مشكل في معالجة الحماة التي تترسب في القاع و تجمع كل مدة (1- 5) سنوات .	- تتطلب مساحة أرض كبيرة. - تكاليف رأس المال مرتفعة اعتمادا على أسعار الأراضي. - إنتشار الروائح و البعوض. - فقدان كمية كبيرة من الماء بسبب التبخر. - جودة المياه تتأثر بالتغيرات الفصلية.
الأحواض المهواة	- تتحمل تغيرات الحمولة العضوية و الهيدروليكية. - لا توجد مشاكل حقيقة مع الحشرات أو الروائح إذا تم تصميمها و تشغيلها بشكل صحيح. - يمكنها معالجة مياه الصرف عالية تركيز. - الحمأة المتشكلة تكون مستقرة .	- تتطلب مساحة أرض شاسعة. - إرتفاع إستهلاك الطاقة، فهناك حاجة إلى مصدر دائم للكهرباء. - تكاليف رأس المال و التشغيل مرتفعة، إعتماد على أسعار الأراضي و الكهرباء. - تتطلب أن يقوم بأعمال

		التشغيل و الصيانة أفراد ذوي خبرة. - تستلزم خبرة في التصميم و الإنشاء.
أحواض المعالجة بالنباتات	- لها شكل جمالي وكذلك توفر مسكنا للحيوانات. - تخفيض لقيمة الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5، و العوالق. - كافة البناء و التشغيل المنخفضة. - قدرتها الكبيرة على تحمل تذبذبات التدفقات.	- تتطلب فترة طويلة لبدء التشغيل حتى تعمل بكامل قدرتها . - تتطلب خبرة في التصميم و الإنشاء. - قد تسهل من تكاثر البعوض.
الحمأة المنشطة	- تخفيض كبير لقيمة الطلب البيوكيميائي للأوكسجين ، و مسببات الأمراض بنسبة تصل إلى 90%. - إمكانية الإزالة الكبيرة للمغذيات. - يمكن تعديلها لتلبية المواصفات و الحدود الخاصة بالتصريف. - مناسبة لأي حجم من التجمعات (عدا التجمعات الصغيرة جدا) - مناسبة لحماية الأوساط المستقبلة الحساسة. - حمأة أقل إستقرار.	- تكاليف الإستثمار جد عالية. - إستهلاك الطاقة المرتفعة و هناك حاجة إلى مصدر دائم للكهرباء. - تتطلب أن يقوم بأعمال التشغيل و الصيانة أفراد مؤهلين ذوي خبرة . - الحمأة و التدفقات السائلة و الخارجة تحتاج مزيدا من المعالجة. - عرضة لمشاكل كيميائية و ميكروبيولوجية معقدة. - حساسة إتجاه في زيادة الحمولة المائية.

قائـمة الـمراجـع

المراجع باللغة العربية:

[41] أحمد السروري، مقدمة في كيمياء التلوث البيئي، دار الحامد للنشر و التوزيع عمان 2014، صفحة [185-170].

[48] أشرف علي عبد المحسن، طارق إبراهيم عبد العزيز، مصطفى محمد محمد، محمد محمود الديب، دكتور حسام عبد الوكيل الشربيني، رمزي حلمي إبراهيم، أشرف حنفي محمود، مصطفى أحمد حافظ، محمد حلمي عبد العال، إيمان قاسم عبد الحميد، صلاح إبراهيم سيد، سعيد صلاح الدين حسن، صلاح الدين عبد الله عبد الله، عصام عبد العزيز غنيم، مجدي علي عبد الهادي، محمد نظير حسين،عبد الحليم مهدي عبد الحليم، سامي يوسف قنديل، عادل محمود أبو طالب، مصطفى محمد فراج، دليل المتدرب الفني صرف الصحي معالجة الحمأة – الدرجة الثالثة – 2015- الشركة القابضة لمياه الشرب و الصرف الصحي قطاع تنمية الموارد البشرية و بناء القدرات- الإدارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي – مصر – صفحة (2،6، 7,8،9، 17،20)

[50] عبد الرزاق التركماني، 2009 محطات معالجة بالنباتات، دليل تخطيط و تصميم و تنفيذ محطات معالجة بالنباتات، شبكة خبراء المياه السوريين، ص 22- 28 .

[68] الربيع السعيد 2009/2008 دراسة العليا "دو ر البلدية في إنجاز عملية التهيئة الحضرية لقصر تماسين كنموذج.

[73] فرج بوبكر المبروك, أهمية معالجة مياه الصرف الصحي بالطرق الطبيعية في المناطق الجافة و شبه جافة، أكاديمية الدراسات العليا – المنطقة الشرقية، 2017م.

المراجع باللغة اللاتينية:

[42] A. Stoddard et al, Municipal Wastewater treatment: Evaluation improvement in national water quality, John Wiley et sons, Inc, (2002).

[43] Cindy Bassompierre , Procède a boues activées pour le traitement d’effluents papetiers :de la conception d'un pilote a la validation de modèles , These pour obtenir le grade de docteur de L’INP Grenoble dans le cadre de l’Ecole Doctorale EEATS , France , 2007.

[44] H. Roques, Fondement théoriques du traitement des eaux, Tec et doc Lavoisier éd, Paris (1990).

[45] E.S. Manahan, Fundamentals of Environmental Chemistry, Boca Raton,CRCPress LLC,(2001).

[46] G. Martin, L'épuration et le traitement des effluents (eau et air), Ed TEC et DOC (1985).

[47] PROCÉDÉS EXTENSIFS D'ÉPURATION DES EAUX USÉES pp 4-8

[57] ARMSTRONG J. and ARMSTRONG W. 1990. Pathways and

mechanisms of oxygen transport in Phragmites australis (Cav.) Trin ex Steud. In : Constructed Wetlands in Water Pollution

Control, P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 529-534.

[58] BRIX H. AND SCHIERUP H.H .1990. Soil oxygenation in constructed reed beds: the rôle of macrophyte and soil-atmosphere interface oxygen transport. In : Constructed Wetlands in Water Pollution Control, P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 53-66.

[59] HABERL R., PERFLER R. 1990. Seven years of research work and experience with wastewater treatment by a reed bed system. In : Constructed Wetlands in Water Pollution Control, P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 215-214.

[60] ARMSTRONG J. and ARMSTRONG W. 1988. Phragmites australis – preliminary study of soiloxidising sites and internal gas transport pathways. New Phytol., **108**, pp373-382.

[61] LIÉNARD A., BOUTIN C. and ESSER, D. 1990. Domestic wastewater treatment with emergent hydrophyte beds in France. In : onstructed Wetland in Water Pollution Control (Adv. Wat. Pollut. Control n°11). P.F. Cooper and B.C. Findlater (Eds), Pergamon Press, pp 183-192.

[62] GUILLOTEAU J.A., LIENARD A., VACHON A., LESAVRE J. 1993. Wastewater treatment by infiltration basins. Case study : Saint Symphorien de Lay, France. Wat. Sci. Tech., **27 (9)**, pp 97-104.

[63] GUILLOTEAU J.A., LESAVRE J., LIÉNARD A. AND GENTY P. 1993. Wastewater treatment over 71 sand columns. Treatment yields, localisation of the biomass and gaz renewal. Wat. Sci. Tech., **28 (10)**, pp 251-261.

[64] BOUTIN C., LIENARD A., ESSER D. 1997. Development of a new Generation of Reed-Bed Filters in France : First results. Wat.Sci.Tech., **35 (5)**, pp 315-322

[65] BOUTIN C. 1987. Domestic wastewater treatment in tanks planted with rooted macrophytes:case study, description of the system, design criteria and efficiency. Wat.Sci. Tech. **19(10),**pp 29-40

[66] FABIO MASI & NICOLA MARTINUZZI. 2006. Constructed wetlands for the Mediterranean countries: Hybrid systems for water reuse and sustainable sanitation, Italy, pp 14-18

[67] VYZAMAL J., BRIX H, COOPER P.F.,GREEN M.B., HABERL R. 1998. constructed wetlands for wastewater treatment in Europe; Backhuys publ, Leiden. **76**: pp; 16-17-18

[69] Ahmed Rassam , Abdelaziz Chaouch , Brahim Bourkhiss et M'barek Bourkhiss , Performances de la dégradation de la matière organique par lagunage aéré dans la station d'épuration des eaux usées de la ville d'Oujda (Maroc oriental) , 2012, p121-125.

[70] Hatem Dhaouadi, Traitement des Eaux Usées Urbaines- Les procédés biologiques d'épuration, Univairsité Virtuelle de Tunis, 2008.

[71] 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.

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

الفصل الثالث:

تحليل دراسات السابقة حول طرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة و الشبه الجافة

المقدمة:

إن تنقية مياه الصرف الصحي تعتمد على عدة أنظمة لمعالجتها حيث قمنا بدراسة تحليلية لعدة دراسات مرجعية سابقة و التي توجد طرق تقليدية و طرق طبيعية لإزالة الملوثات مياه الصرف الصحي، و ذلك بالمناطق الجافة و الشبه الجافة.

III-1- تحليل الدراسات السابقة:

للقيام بهذه الدراسة التحليلية إخترنا 15 دراسة سابقة في السنوات الممتدة من 2010 إلي 2022 التي تلخصها الجداول آدناه:

III-1-1- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام الحمأة المنشطة:

دراسة التحليلية (01) :

توجد في مدينة كركوك العديد من محطات معالجة مياه الصرف الصحي و رغم ذلك فإن محطات معالج مياه الصرف الصحي المنفذة تعاني من المشاكل عديدة ناجمة عن قلة الكفاءة في تشغيل و متابعة المحطات. لذلك اجري في هذا البحث تقييم كفاءة المعالجة وجودة التدفق النهائي لمياه الصرف الصحي لثلاث محطات معالجة في مدينة كركوك إحداهم يعمل بنظام الحمأة المنشطة (محطة مستشفى آزادي)، و اثنتان تعملان بنظام المفاعلات الدفقية المتسلسلة (محطة مستشفى الأطفال- محطة شوراو).

الجدول (05) أهم النتائج المتحصل عليها في هذه المعالجة [01].

عنوان	تقييم كفاءة بعض المحطات مياه الصرف الصحي في مدينة كركوك								
المنطقة الدراسة	مدينة كركوك (منطقة جافة) /2022								
طريقة المعالجة	الحمأة المنشطة								
محطة المعالجة	محطة مستشفى آزادي محطة مستشفى الأطفال محطة شوراو								
الخصائص الفيزيوكيميائية للمياه الداخلة و الخارجة للمحطة	المحطة	محطة مستشفى آزادي		E%	محطة مستشفى الأطفال		E%	محطة شوراو		E%
		الداخلة	الخارجة		الداخلة	الخارجة		الداخلة	الخارجة	
	PH	7.437	7.562	/	7.862	7.687	/	7.437	7.537	/
	O_{diss} mg/l	1.487	2.775	/	0.887	3.012	/	0.912	1.9	/
	DBO_5 mg/l	84.125	37.125	**55.87**	113.5	45.125	**60.24**	357.875	78.75	**77.9643**
	DCO mg/l	218	87.5	**59.86**	180.62	111.5	**38.27**	578.125	132.875	**77.0162**
	TSSmg/l	165.125	49.375	**70.1**	173.75	95.625	**44.96**	455.875	141.125	**69.043**
	SO_4 mg/l	60.5	52.25	**13.64**	143.37	154.12	**7.1**	169.062	191.562	**13.3087**
	PO_4 mg/l	4.127	0.682	**83.46**	3.111	1.927	**38.04**	12.967	6.311	**51.330**
	NO_3 mg/l	0.771	0.225	**70.83**	0.921	0.538	**41.59**	5.373	6.662	**23.982**
نتيجة الدراسة	أظهرت النتائج الدراسة عدم صلاحية استخدام المياه الخارجة من المحطات لأغراض الشرب و الري المقيد لتجاوز تركيز بعض المحددات المسموح بها للمواصفات القياسية العراقية، و كذلك المحددات العالمية، و أن كفاءة المحطات كانت جيدة نسبيا في تخفيض قيم الملوثات.									

تحليل النتائج :

تبين نتائج تحليل الدراسة لـثلاثة محطات لمعالجة مياه الصرف الصحي مراقبة المياه الداخلة و الخارجة من محطات المعالجة، حيث نلاحظ أن قيم الـ PH قاعدية في المحطات الثلاثة و قد يرجع سبب هذا التغيير في الأس الهيدروجيني للمياه القاعدية الغنية بالبيكاربونات. أما قيم الـ O_{diss} للمياه المعالجة منخفظة في محطة شوارو راجع سبب انخفاض إلى نقص التهوية الكافية. و بينت النتائج تجاوز في القيم الـ DBO_5 في محطات ثلاثة مقارنة بالمعايير العالمية لمياه الصرف الصحي حيث أعلى قيمة سجلتها محطة شوارو سبب ارتفاع الـ DBO_5 للمياه المعالجة إلى قلة فعالية المعالجة البيولوجية و قلة تركيز الأكسجين المذاب في أحواض المعالجة و زيادة الشحوم و الزيوت التي تعمل على رفع مستويات الطلب البيوكيميائي للأوكسجين.أما الـ DCO نلاحظ أن قيم التراكيز الخارجة من المحطات تتجاوز قيم المعايير الدولية و مقارنة بين المحطات حيث بينت أن محطة شوراو هي الأفضل من حيث إزالة الملوثات. أما قيم تراكيز الـ TSS مرتفعة مقارنة بالمعايير الدولية بالمحطات الثلاثة إذ بلغت أعلى قيمة لتركيز المواد العالقة في محطة مستشفى آزادي سبب ذلك إلى ضعف وحدات المعالجة الأولية و الثانوية و إلى زيادة تراكم كمية الحمأة في أحواض الترسيب. في حين تجاوز قيم تراكيز الـSO_4 و الـ PO_4 و الـ NO_3 للمعايير دولية في المحطات و أظهرت محطة آزادي فعالية في تخفيض التراكيز وقد يرجع سبب انخفاض في تركيز الفوسفور للمياه المعالجة إلى قيم الـPH متزايدة التي كانت تميل إلى قاعدية حيث تزيد من نسبة ترسيب الفوسفور على هيئة مركبات الكالسيوم و المغنزيوم القليلة ذوبان في الماء، و سبب إنخفاض النترات نفسره بأكسدة المركبات النتروجينية و حدوث عملية النترجة.

دراسة تحليلية (02):

يخضع إختيار نظام معالجة مياه الصرف الصحي في البلدان النامية إلى عدة معايير أهمها أداء تنقية النظام بالحماة المنشطة التي كانت الأكثر شيوعا، حيث هذه الدراسة بوصف و تقدير بعض المعايير الفيزيائية و الكيميائية مع توفير و تقييم الأولي لجودة و درجة تلوث المياه، تحقيق تغيرات زمنية للفترات الساخنة و الباردة في تكوين مياه الصرف الصحي كمقياس للأداء العام للمحطة معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية.

الجدول (06) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي المعالجة لطريقة الحمأة المنشطة [02].

العنوان	**Urban sewage wastewater treatement by the activated sludge methode urban arid climate at Touggourt (South-East Algeria).**						
طريقة المعالجة	طريقة الحمأة المنشطة						
منطقة الدراسة	الوادي (منطقة جافة) /2016						
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	Paramétrer		**DCO** (mg/l)	**DBO_5** (mg/l)	**TSS** (mg/l)	**C** (s/cm)	**PH**	**T** (°C)
	Vied	P.Cold	90.3	90.6	94.3	/	/	/
		P.Hot	88.9	90.2	94.7	/	/	/
	Entrance	P.Cold	411.6	325.8	529.3	6.30	7.3	23
		P.Hot	358.2	283.1	466.6	7.11	7.3	24
	Exit	P.Cold	39.8	30.6	29.9	7.42	7.3	25.9
		P.Hot	39.9	27.7	24.8	7.39	7.2	22.7
	NB: Hot period: spring – summer. Cold period: autumn winter.							
نتيجة الدراسة	أظهرت النتائج المقدمة أن عملية الحمأة المنشطة فعالة في معالجة مياه الصرف الصحي في ظل الظروف المناخية لمدينة تقرت بالنظر إلى كمية المخلفات السائلة للمعالجة الفيزيائية و الكيميائية، و سيعتمد العالم معالجة نظام القيادة عادة على الموسم.						

تحليل النتائج :

تبين النتائج من خلال الدراسة أن قيم إزالة الـ DCO و الـ DBO مقارنة تقريبا للمعايير الدولية و تتجلى الزيادة بشكل أكبر في الطقس الحار و نلاحظ انخفاض كبير في الـ TSS بين المياه الخام و المياه المعالجة و أن درجة الحموضة القلوية و درجة الحرارة المعتدلة هي ظروف المثالية لـ : تكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تنشأ توازنا بيولوجيا مثاليا، مما يسمح بتدهور المادة العضوية مما يؤدي إلى تطهير المياه. يمكن تفسير هذه زيادة من خلال نشاط بكتيري مكثف في بحيرة التنشيط و بالتالي ارتفاع استهلاك الأكسجين و بالتالي ارتفاع ثاني أكسيد الكربون.

III-1-2- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام البحيرات المهواة:

دراسة تحليلية (01) :

يتناول البحث عمل محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص التي تعالج مياه الصرف الصحي الناتجة عن الصرف الصحي المعاشين و عن بعض المنشآت و الورش الأخرى في مدينة حمص، تستخدم هذه المحطة وحدات معالجة البيولوجية أحواض التهوية العاملة بالحمأة المنشطة التقليد.

الجدول (08) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية لمعالجة مياه الصرف الصحي **[04]**.

العنوان	دراسة تأثير قيمة DCO إلى قيمة DBO_5 لمياه الصرف على كفاءة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص.
منطقة الدراسة	سورية بحمص(منطقة جافة) /2019
طريقة المعالجة	أحواض التهوية العاملة بالحمأة المنشطة التقليدية
نسبة إزالة الملوثات	• النسبة DCO/DBO_5 لمياه مجاري مدينة حمص ضمن مجال (1.2-4.4). • كفاءة إزالة DBO_5 خلال هذه السنوات الخمس محصورة ضمن مجال (70.4% - 99.5 %).
نتيجة الدراسة	ينصح بإتباع نظام المعالجة البيولوجية الهوائية بالحمأة المنشطة التقليدية في محطات التي تستقبل مياه الصرف الصحي ذات مواصفات متغيرة من حيث الحمل العضوي الداخل للمحطة و نسبة DCO/DBO_5 بحيث لا تزيد هذه النسبة عن (4) حيث أن هذا النوع من المعالجة أثبت مرونته في تلقي الصدمات، و لزيادة الأمان يمكن استخدام أحواض التهوية ذات المزج الكامل أو استخدام أحواض تهوية تحوي بالقسم الأول منها مزج كامل.

تحليل النتائج:

إن مجال النسبة DCO/DBO_5 هو (4.89 – 1.03) للمياه الخام و (4.4 – 1.03) للمعالجة أوليا الداخلة لوحدات المعالجة البيولوجيا، وهذه الدراسة النسبة قريبة بشكل كبير من القيم المرجعية و التصميمية للمحطة، أي قيم الكفاءة المعالجة البيولوجيا جيدة جدا و تقع ضمن المجال (98% – 75%) حيث عوامل الكفاءة إزالة ترتبط بمتغيرات أخرى عديدة أهمها (كتلة الحمأة MLSS، نسبة إعادة الحمأة، تركيز المواد العضوية في المياه الداخلة للأحواض، درجة الحرارة، تركيز الأوكسجين المنحل).

دراسة تحليلية (02) :

عانت منطقة الوادي (جنوب شرق الجزائر) من العديد من القضايا المتعلقة بالمياه، مما أدى إلى تصريف مياه الصرف الصحي شديدة التلوث في البيئة المستقبلة دون أي معالجة. هذه قضية تثير قلقا متزايدا بسبب الآثار الجانبية التي يمكن أن تسببها الملوثات مشاكل بيئية و صحية. يخضع اختيار نظام معالجة مياه الصرف الصحي في البلدان النامية لعدة معايير أهمها كفاءة معالجة النظام. معالجة مياه الصرف الصحي بالبحيرات الهوائية من بين الأكثر استخداما في البلدان ذات المناخ الحار.

الجدول (09) أهم النتائج المتحصل عليها لإزالة الملوثات بمنطقة الوادي [05].

العنوان	**Seasonal Variations of Physical, Chemical Parameters in A Wastewater Treatment Plant By Aerated Lagoons at Southern-East Of Algeria.**						
منطقة الدراسة	ولاية الوادي / ولاية ورقلة (منطقة جافة) /2015						
طريقة المعالجة	البحيرات المهواة						
الهدف من الدراسة	توصيف و تقدير بعض المعايير الفيزيائية و الكيميائية مع توفير تقييم أولي لجودة و درجة تلوث المياه علاوة على ذلك تحقيق تغييرات زمنية للفترات الساخنة و الباردة في تكوين مياه الصرف كمقياس للأداء العام لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي التقليدية .						
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	paramètre	Sampler numbres	Cold period			Hot period		
			Row sewge	Finaleffluent	**E%**	Row sewge	Finalefflu ent	**E%**
	DCO(mg/l)	72	428	67	**84**	354	100	**72**
	DBO_5(mg/l)	104	211	23	**89**	247	40	**84**
	TSS(mg/l)	104	253	15	**94**	245	49.8	**80**
	NH_4-N(mg/l)	72	52.1	37.7	**28**	54.6	34	**38**
	NO_3-N(mg/l)	72	0.51	3.23	/	0.43	5.72	/
	NO_2-N(mg/l)	72	0.307	1.2	/	0.263	2	/
	TN(mg/l)	72	83	45.2	**46**	70	47	**33**
	TP(mg/l)	72	10.2	6.91	**32**	8.5	5.4	**36**
	O_{diss}(mg/l)	208	1.99	8.22	/	0.59	8.32	/
	Turbidity(NTU)	208	329	20	**93**	247	41.5	**83**
	PH	208	7.93	7.96	/	7.8	8.01	/
نتيجة الدراسة	أظهرت النتائج المتقدمة أن عملية البحيرة الهوائية فعالة في معالجة الناطق الحضرية في ظل الظروف المناخية لمدينة الوادي، مع الأخذ في الاعتبار الكمية الفيزيائية و الكيمائية للنفايات السائلة فإن نظام المعالجة، يعتمد بشكل عام على التخلص من المواد العضوية و المواد الصلبة العالقة أمر مهم و له فترات من العمل الجيد و السيئ على تراكم الطحالب, لاحظ أن التدفق النهائي غني بالمواد المغذية أثناء وجوده على النيتروجين لا تشكل المياه العادمة المعالجة أي خطر لحدوث آثار سمية للمعادن الثقيلة، في النهاية، العمل مع علماء الأوبئة لتحديد مخاطر الاضافية مثل: إمكانية تسلل النترات و النتريت في المياه الجوفية و تراكم المعادن الثقيلة في التربة و الغطاء النباتي و رصد طفيليات الأمعاء (الديدان المعوية الطفليات...) إستهلاك بعد استخدام المياه العادمة في الري.							

تحليل النتائج:

من خلال هذه النتائج نلاحظ أن التطور الزمني لـدرجات الحرارة المياه و وجود قيم متوسطة تكون مرتفعة في الصيف ما بين (20.3 – 22.7) درجة مئوية و منخفضة في الشتاء ما بين (14.7–18.8) درجة مئوية. و تراوحت قيم العكارة المخزنة في مياه الصرف الصحي قبل المعالجة من (329–247)NTU، ثم نلاحظ بشكل عام أن عائدا جيدا لإختلافها بعد معالجة المياه تحت تأثير إرتفاع درجة الحرارة ذلك يعزز نمو الطحالب المفرط، و بالتالي فإن زيادة قيمة العكارة تكون أكبر في الموسم الحار.

بالنسبة لقيم الـ O_{diss}التي تما الحصول عليها من (0.59 – 1.99)mg/l إنخفاض خصائص مدخل مياه الصرف الصحي الغني بالمواد العضوية و غير العضوية المذابة و تعطيل تبادل الهواء في السطح بسبب وجود الدهون و المنظفات. و فيما يتعلق بالتدفق النهائي، فإن مستويات الأكسجين المذاب المسجلة في المخرج أكبر بكثير من تلك الموجودة في المدخل، و تتراوح ما بين (8.22 – 8.32)mg/l و يرجع ذلك إلى تهوية مستوى الماء في التهوية السطحية المرتبطة بتهوية الحوض وهي ضرورية لتطوير الكائنات الدقيقة الهوائية، أكسدة المواد العضوية مما يؤدي إلى معالجة بيولوجيا جيدة لمياه الصرف الصحي. تتراوح قيمة الـ PH لمياه الصرف الصحي قبل المعالجة بين (7.8 – 7.93) و هي الأكثر ملائمة للعمل البكتيري لعملية المعالجة الهوائية و اللاهوائية. و يمكن أن تصل القيم إلى متوسط سنوي إلى 8.03 وهو ثابت تقريبا خلال دراسات الفترة يمكن تفسير هذه الزيادة من خلال نشاط جرثومي مكثف في بحيرة التنشيط حيث يكون استهلاك الأكسجين مهما لإطلاق غاز الـ CO_2. فإن زيادة درجة الحموضة القلوية و بيئة درجة الحرارة المعتدلة هي ظروف مثالية لتكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تؤسس استقرارا بيولوجيا مثاليا، مما يسمح بتدهور المواد العضوية مما يؤدي إلى إزالة تلوث المياه.

أوضحت النتائج دراسة أن مياه الصرف الصحي الخام لم تكن محملة بالمواد العضوية و المواد الصلبة العالقة، و يمكن أن تميز النسبة بين DCO و DBO_5 لـطبيعة النفايات السائلة التي تدخل محطات المعالجة مياه الصرف الصحي، و تؤدي إلى إستنتاج مفاده أن هذا تميز التأثير الإجمالي قابل للتحلل البيولوجي بسهولة. و من المثير للإهتمام نلاحظ إنخفاض في الكفاءة الكلية لـجميع المعاملات التي تميز المادة العضوية DCO و DBO_5 و TSS. حيث نلاحظ أن قيم المياه المعالجة لـ DBO_5 متغيرة في فترة البرد 23mg/l و فترة الحارة 40mg/l و التي ترتبط هذه الزيادة وفقا للطحالب الموجودة في البركة نتيجة لزيادة تركيز الأوكسجين و ظاهرة التمثيل الضوئي. أما بالنسبة لـ إزالة النتروجين و الفوسفور التركيزات ثابتا تقريبا، هناك زيادة في مستويات النترات راجع إلى نتيجة العوامل التي تؤثر على نمو البيكتريا الآزوتية و هي محتوى الركيزة و درجة الحرارة و أكسدة أكسجين المذاب و درجة الحموضة.

و بالنسبة لمتوسط محتوى الفوسفور في مستوى بين التدفق و النفايات السائلة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي لا يمكن إهماله، وهي تتراوح بين (5.4 – 6.9)mg/l و هذا التركيز ثابت تقريبا بغض النظر عن الفترة الزمنية.

دراسة التحليلية (03):

شهدت منطقة الوادي (جنوب شرق الجزائر) العديد من المشاكل المتعلقة بالمياه، بما في ذلك تصريف مياه الصرف الصحي التي تحتوي على ملوثات في بيئة الإستقبال دون أي معالجة هذه المسألة هي مصدر قلق متزايد بسبب الآثار الثانوية التي يمكن أن تسبب الملوثات مشاكل صحية و بيئية.

الجدول (10) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي [07].

العنوان	**Performances d'abattement de la qualité physico-chimique et bactériologique en lagunage aéré sous climat aride, cas de la ville d'El Oued (Sud -Est d'Algérie) : Elimination des germes pathogènes et des œufs d'helminthes.**		
منطقة الدراسة	الوادي (منطقة جافة) /2019		
طريقة المعالجة	البحيرة المهواة		
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	**ملوث**	**بعد المعالجة**	**قبل المعالجة**
	T (°c)	7.7	26.2
	PH	8.6	28.3
	O_{diss} (mg/l)	3.3	0.16
	DCO (%)	83.7	
	DBO_5 (%)	86.2	
	MES (%)	87	
	Dureté de l'eau (NTU)	448 - 206	40 – 13.9
نتيجة الدراسة	تنقية المياه العادمة بطريقة البحيرات المهواة حل جيدا للغاية يجب تطويره و له حدود معينة. إنه يضمن التخلص بشكل أفضل من المؤشرات البرازية و الجراثيم المسببة للأمراض، و أن هذا الداء المختلف يختلف من فترة إلى آخرى و كذلك نوعية مياه الصرف الصحي للمعالجة. فيما يتعلق الدراسة الفيزيائية و الكيميائية، أظهرت النتائج التخثث على مستوى القطاع المدروس. التخلص من العناصر الغذائية (في النيتروجين و الفوسفور) منخفض للغاية تظل التركيزات المتبقية عالية جدا في النفايات السائلة المعالجة و يمكن أن تشكل خطرا كبيرا من التخثث للتصريفات في البيئات الحساسة.		

تحليل النتائج :

أن القيم تدل على وقت أخذ العينات تعتمد على معدلات التدفق و الظروف الجوية حيث المياه العادمة لها درجة الحموضة أساسية على مدار العام. حيث نلاحظ قيم الـ PH للمياه المعالجة تتوافق مع المعايير الجزائرية و المعايير الدولية لإعادة الإستخدام في الري يمكن تفسير ذلك من خلال نشاط بكتيري مكثف في البحيرة. و إستهلاك الكبير للأكسجين و بالتالي إطلاق كبير لثاني أوكسيد الكربون، يعتبر الأس الهيدروجيني القلوي و درجة الحرارة المعتدلة ظروفا بيئية مثالية لتكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي تنشئ توازنا بيولوجيا مثاليا، مما يسمح بتدهور المادة العضوية التي تؤدي إلى تطهير المياه. و نلاحظ قيم العكارة للمياه المعالجة هناك إنخفاظ كبير و قريبة للمعايير و إختلافاتهم في المياه النقية تحت تأثير إرتفاع درجة الحرارة الذي يعزز نمو الطحالب. بالنسبة للأكسجين المذاب فإن القيم التي تما الحصول عليها قبل المعالجة منخفضة التي أي غني بالمواد العضوية الذائبة وغير العضوية بلإضافة إلي إضطراب التبادلات الجوية بسبب وجود الدهون، و المنظفات وغيرها و إرتفاع الأكسجين المذاب بعد المعالجة بسب أكسدة المواد العضوية الذي يؤدي إلي تنقية بيولوجية جيدة لمياه الصرف الصحي.

و أيضا التركيز العالي لنتروجين و الأمونيا تؤدي إلي تثبيط نشاط التمثيل الضوئي للطحالب، الذي يمكن أن يتسبب في إختلال توازن TP و TN و DBO_5 و هذي التركيزات غير مستقرة و نتيجة النترجة و نزع النتروجين من مياه الصرف الصحي في حوض التهوية حيث تلتقي الظروف الملائمة من الأس الهيدروجيني و الأكسجين المذاب و درجة الحرارة.

III-1-3- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام البحيرات الطبيعية:

دراسة تحليلية (01):

يتم تصريف كميات متزايدة من مياه الصرف الصحي في النظم الإيكولوجية المائية في جميع أنحاء العالم، حيث تستخدم تنقية مياه الصرف الصحي المنزلية تقنيات فيزيائية و كيميائية و بيولوجية بطريقة البحيرات الشاطئية الطبيعية و التي تزداد أهميتها في جميع أنحاء العالم و خاصة البلدان ذات مناخ الحار حيث يكون محصول التمثيل الضوئي مرتفعا، وهي من أكثر العمليات فعالة في القضاء على الجراثيم المسببة للأمراض.

الجدول (11) أهم النتائج لإزالة الملوثات لمياه الصرف الصحي [08].

العنوان	**Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride: cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt.**	
المؤلف/السنة	*Abdeslem FAGROUCH, Saloua AMYAY, Ali BERRAHOU, Hassan EL HALOUANI, Hanae ABDELMOUMEN/2010*	
منطقة الدراسة	المغرب مدينة تاوريت (مناخ جاف) /2010	
طريقة المعالجة	طريقة البحيرات الطبيعية	
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	**تركيز المياه بعد المعالجة**	**تركيز المياه قبل المعالجة**
	7.4	7.8
	23	26
	2	3
	150	1550
	580	2550
	300	150
	3.9	3
	9.9	6.8
	0.6	0.5
	7.9	0.6
نتيجة الدراسة	إن معالجة مياه العادمة بطريقة البحيرات الشاطئية الطبيعية حلا جيدا للتطوير، لكن لها حدود معينة يضمن القضاء بشكل أفضل على المؤشرات البرازية و الجراثيم المسببة للأمراض، وأن أداء البحيرة يختلف من فترة إلى أخرى و كما تختلف تبعا لنوعية المياه العادمة المعالجة فيما يتعلق بالدراسة الفيزيائية و الكيميائية.	

ملوث	تركيز المياه قبل المعالجة	تركيز المياه بعد المعالجة
PH	7.8	7.4
T (°C)	26	23
O_{diss} (mg/l)	3	2
DBO_5 (mg/l)	1550	150
DCO (mg/l)	2550	580
MES (mg/l)	150	300
$N\text{-}NO_3$ (mg/l)	3	3.9
$N\text{-}NH_4$ (mg/l)	6.8	9.9
$P\text{-}PO_4$ (mg/l)	0.5	0.6
$N\text{-}NO_2$ (mg/l)	0.6	7.9

تحليل النتائج:

التقلبات اليومية في الهواء المحيط لها تأثير محدود للغاية على درجة الحرارة حيث تتراوح درجة حرارة الماء من (26 – 23) درجة مئوية و مع ذلك فإن الأحواض الضحلة لها حد أدنى من التصور الذاتي الحراري. تصل درجة الحموضة القلوية الأولية (8.19 – 7.4) أثناء النضج مياه الصرف الصحي من بحيرة تاوريت عالية التمعدن.

تستخدم الـ DBO_5 و الـ DCO و الـ MES على نطاق واسع في مجال دراسة التنقية و نوعية المياه السطحية، و هذه المعاملات لها أهمية محدودة فقط في حالة البحيرات بإستثناء التدابير المتخذة على المياه الخام المراد معالجتتها.

في الواقع إذا كان التحديد تحليلي لـ DBO_5 لا يشكل مسبقا أي صعوبات في القياس المياه العادمة المحتوية على البكتيريا فإن الأمر نفسه لا يكون صحيحا عند وجود الطحالب (حالة العينات في أحواض البحيرة) وفي ظاهرة استهلاك الـO_{diss} تقتصر على البكتيريا لمياه الصرف الصحي. حيث يظهر الـ DBO_5 و الـ DCO انخفاضا واضحا و كبير مقارنة بالمياه الداخلة و الخارجة من محطة يسلط تحليل TSS أيضا على تأثير المخزن المؤقت للحوض الأول، و لكن تقليل الحمل لهذه المعامل يكون أكثر محدودية حيث يتراوح TSS (12- 8.6)mg/l. نلاحظ أيضا أن كثافة العالية أو الأقل للطحالب لها تأثير مباشر على محتوى نضج المواد الصلبة العالقة يواجه تركيز المذاب زيادة طفيفة في مجرى العلاج. على أساس هذه المعطيات يمكن تلخيص فعالية و دور الأحواض و البحيرات المختلفة على النحو التالي: بالنسبة للمنشأت التي يكون فيها البحيرات الشاطئية هو العلاج الرئيسي، و أن الحوض الأول يلعب دورا رئيسيا في تقليل المواد العضوية يتم تعبير عنه حوالي 60% من الحمل العضوي في DCO حيث جودة المياه الخارجة من هذا الحوض الأول مستقر، وذلك بسبب السعة العالية، في الأحواض التالية: لم بعد DCO يتأثر بعد خلال فترات معينة عند تكاثر الطحالب، يمكن أن يرفع محتوى الـ DCO بالنسبة لجزء الفوسفور، لوحظ أيضا انخفاض منتظم من المنبع لتوفير إجمالي تخفيض بمتوسط 70% تظهر تركيزات النترات و الأمونيوم و النتروجين تطورا معاكسا مع زيادة معنوية أثناء النضج من ناحية أخرى.

دراسة تحليلية (02) :

أدى النمو الديمغرافي للسكان إلى زيادة في استهلاك المياه، فإن زيادة حجم المياه العادمة أصبحت كذلك تهدد الصحة العامة و النظم البيئية وحتى على الاقتصاد و لمواجهة الاحتياجات المتزايدة للمياه لجأنا إلى معالجة مياه الصرف الصحي بتقنية البحيرات الطبيعية للتقليل من ذلك.

الجدول (12) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي بطريقة البحيرات [09].

العنوان	Protection des eaux souterraines de la région d' Adrar des infiltration d'eaux usée par application du lagunage naturel.			
منطقة الدراسة	ولاية أدرار (منطقة جافة) /2011			
طريقةالمعالجة	البحيرات الطبيعية			
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	ملوث	تركيز مياه قبل معالجة	تركيز مياه بعد المعالجة	E%
	PH	8.10	8.03	/
	T(°c)	27.80	27	/
	G (ms/cm)	1.82	0.74	/
	NH^{+}_{4} (mg/l)	2.20	1.30	/
	NO^{-}_{2} (mg/l)	0.19	0.04	**78.94**
	NO^{-}_{3} (mg/l)	7	2	**71.43**
	PO^{-3}_{4} (mg/l)	14.80	8.60	**41.89**
	DCO (mg/l)	249	90	**63.85**
	TUB (mg/l)	60	20	**66.67**
نتيجة الدراسة	المياه ضرورية للحياة، لكنها يمكن أن تكون مصدرا للمرض بالنسبة لمدينة أدرار،لأنالمياه الجوفية هي المصدر الوحيد لإمدادات مياه الشرب و على الرغم من أن هذه المياه العميقة يمكن أن تلوث خاصة بالمياه الخام التي تفرغها المدينة بالنفايات المنزلية.			

تحليل النتائج:

إجراء التحليل الفيزيائي و الكيميائي على عدة عينات التي تم أخذها، حيث لاحظنا انخفاض في كل التراكيز وأما بالنسبة لتركيز الـDCO ينخفض بشكل كبير أي مطابق للمعايير الدولية لمياه الصرف الصحي، نفسر ذلك بـ:

إرتفاع في قيمة الـ PH بعد المعالجة سببه تفاعل النترجة التي تطلق أيونات H^{+}، و المتعلقة كذلك بـإرتفاع في درجات الحرارة التي تعمل على زيادة الأس الهيدروجيني.

دراسة التحليلية (03) :

يظل نظام معالجة مياه الصرف المنزلي عن طريق البحيرات الشاطئية الطبيعية من بين العمليات الأكثر استخدام في البلدان ذات المناخ الحارة و الجافة إلى الشبه الجافة. منذ نهاية التسعينات تبنى المغرب البحيرات الشاطئية الطبيعية كحل لمعالجة مياه الصرف الصحي من المراكز الريفية و الحضرية.

الجدول (13) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية بطريقة البحيرات الطبيعية [10].

العنوان	Epuration des eaux usées domestique par lagunage naturel dans cinq station d'épuration de la région de la Chaouia Ouradigha-MAROC.					
طريقة المعالجة	طريقة البحيرات الطبيعية					
منطقة الدراسة	منطقة الشاوية وردیغة بالمغرب (منطقة شبه جافة) /2013					
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	المحطات / الملوث	Setta	Berrechid	Ben Ahmed	El Gara	Soualem-Sahel	متوسط الكفاءة
	DBO_5 %	92	78	74	79	88	82
	DCO %	84	72	65	68	77	73
	MES %	88	65	70	69	80	74
	NTK %	52	53	20	38	46	42
	TP %	45	46	18	25	40	35
	DCO/DBO_5	2.37	2.27	2.49	2.29	2.33	/
نتيجة الدراسة	يوضح معامل التحلل البيولوجي للنفايات السائلة أن مياه المدن المدروسة هي مياه محلية بحتة و مواتية لمعالجة نوع البحيرة الطبيعية. يعتبر أداء التنقية في المناخ الجاف لنظام البحيرات مع مستويين أو ثلاثة مستويات من الأحواض مرضيا للتلوث العضوي مع عائد يتجاوز 70% لجميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي. من الملاحظة أن قطاع التنقية بشكل عام من طريق البحيرات الشاطئية يتكيف جيدا مع السياق منطقة الدراسة.						

تحليل النتائج:

من خلال النتائج التي تما دراستها نلاحظ انخفاضا في أعلى متوسط الحد من التلوث لـ DBO_5 إذ بلغ في محطة سطات بنسبة 92% و التي تحتوي على أحواض نضج تزيد من دفع العلاج، و أقل قيمة في محطة بن أحمد بنسبة 74% حيث معدل متوسط الكفاءة في مناطق الدراسة تبلغ 82%. و يختلف متوسط كفاءة من حيث الـ DCO التي كانت ما بين (84 – 65)% التي تعد نتائج مرتفع مقارنة بالمعايير الدولية. و يتراوح متوسط إنتاجية التنقية من الـ MES بين (88 – 65)% و يتم التقليل منها بالترسيب في نظام البحيرة بشكل الرئيسي إذ بلغ أعلى متوسط في محطة سطات بتخفيض قدر بـ 88% بشكل عام. و بالنسبة للنتروجين فإن أداء التنقية غير مستقر للغاية و يعتمد على موسم حيث يتراوح متوسط التخفيضات بين (53 - 20)% و نلاحظ أعلى متوسط إنتاج لمحطة معالجة مياه الصحي كانت بحطة براشد بتخفيض بلغ 53%. و بالنسبة للفوسفور فإن مستوى التخلص منه منخفض و غير مستقر بمتوسط كفاءة الإزالة تتراوح بين (64 – 18)%.

دراسة التحليلية (04) :

إن الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي في الجزائر ليس فقط محاربة التلوث، و لكن أيضا مورد جديد للمياه، مما يخفف من أزمة نقص المياه خاصة في مجال الري الزراعي. تستخدم البحيرة الطبيعية بشكل عام في المعالجة الثانوية لمياه الصرف الصحي في المناطق الريفية بسبب بساطتها و عدم تكلفتها.

الجدول (14) أهم النتائج لإزالة الملوثات في منطقة الريفية [11].

العنوان	Etude de la qualité des eaux épurées par le lagunage Algérie.			
منطقة الدراسة	ولايتي تلمسان و عين تموشنت غرب الجزائر (شبه جافة) /2013			
طريقة المعالجة	البحرات الطبيعية			
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	محطة الأمير عبد القادر		محطة سيدي السنوسي	
المحطة / ملوث	تركيز المياه الخارجة	تركيز المياه الداخلة	تركيز المياه الخارجة	تركيز المياه الداخلة
PH	7.69	7.55	7.71	7.10
DBO_5 (mg/l)	45.67	467.27	59.36	209.74
DCO (mg/l)	121.72	/	132.24	/
MES (mg/l)	30	/	/	/
NH_4^+(mg/l)	21.8	101.93	54.55	108.86
NO_3^- (mg/l)	20.38	38.40	24.32	32.74
نتيجة الدراسة	وفقا لنتائج تحليلنا التي تم إجراؤها على مياه الصرف الصحي الواردة و الصادرة من بحيرتي سيدي السنوسي و الأمير عبد القادر، فقد توصلنا إلى ما يلي: بالنسبة لمعامل الPH فإن التركيزات في المياه المعالجة تتوافق مع المعايير المطلوبة لإعادة الاستخدام الزراعي و بالنسبة للمعامل الـ DCO و الـ DBO_5 و NO_3 و NH_4 تتقلب حول القيمة المحددة بواسطة معيار إعادة الاستخدام، لمعاملات التراكيز. في المياه المعالجة لا تمثل المعالجة لا تمثل لمعايير إعادة الاستخدام و الحفاظ على البيئة المستقبلة، لذا فإن النظام التنقية المسمى بالبحيرات الطبيعية و حده لا يكفي للحصول على مياه نقية مناسبة لإعادة الاستخدام الزراعي و حتى للحفاظ على البيئة الطبيعية. و نقترح إضافة أحواض الترشيح المزروعة في اتجاه مجرى البحيرات الطبيعية، و التي تعتبر فعالة للغاية في تنقية المياه العادمة في المناطق الريفية و تعطى تركيزات في المياه النقية تتناسب تمام مع معايير إعادة الاستخدام الزراعي.			

تحليل النتائج:

من خلال نتائج تما تحليل المياه الداخلة و الخارجة من البحيرتين:

نتائج الـ PH نلاحظ أنه بالنسبة لبحيرتين القيم المياه الخارجة مرتفعة قليلة مقارنة بالمعايير الدولية يمكن أن نفسر ذلك من خلال تفاعل النترجة الذي يطلق أيونات H^+.

نتائج الـ DBO_5 نلاحظ أنه بالنسبة إلى البحيرتين زيادة في المحصول بمرور الوقت، يمكن تفسير هذه الزيادة من خلال التحسن في النشاط البكتريا المطهرة (نمو التجمعات البكتيرية).

نتائج الـ DCO نلاحظ أن هناك انخفاض جيدا في البحيرتين و لكن التركيزات الخارجة أعلى مقارنتا من معايير الدولية.

III-1-4- معالجة مياه الصرف الصحي بإستخدام النباتات:

دراسة تحليلية (01) :

تلعب النباتات المائية دورا مهما في إدارة الأراضي الرطبة و الأهوار و الأنهار و في حماية المياه من التلوث. و استخدام النباتات لحل مشكل التلوث آو الحد منه و التي تكون ضارة للنظم البيئية الأخرى، مثل استخدام الأراضي الرطبة لمعالجة مياه الصرف الصحي، حيث استعمل في دراسته ثلاثة أنواع من النباتات المائية التي لها قدرة و التأقلم مع المناخ المنطقة و هي Juncus effusus و Cyperus papyrus و Typha latifofia.

الجدول (14) أهم نتائج إزالة الملوثات بالنباتات بمنطقة تقرت [12].

<table>
<tr><td>العنوان</td><td colspan="5">معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية.</td></tr>
<tr><td>المنطقة الدراسة</td><td colspan="5">تقرت (منطقة جافة) /2015</td></tr>
<tr><td>الطريقة المستعملة</td><td colspan="5">المعالجة باستعمال النباتات</td></tr>
<tr><td>النبات المستعمل</td><td colspan="5">• Juncus effusus
• Cyperus papyrus
• Typha latifolia</td></tr>
<tr><td>الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي</td><td>نوع النباتات المزروعة / ملوث</td><td>الحوض Juncus effusus</td><td>الحوض Cyperus papyrus</td><td>الحوض Typha latifolia</td><td>الحوض الشاهد</td></tr>
<tr><td></td><td>PH</td><td>6.73</td><td>6.77</td><td>6.86</td><td>7.28</td></tr>
<tr><td></td><td>CE (ms/cm)</td><td>18.39</td><td>16.73</td><td>11.21</td><td>8.21</td></tr>
<tr><td></td><td>MES (mg/l)</td><td>23.84</td><td>25</td><td>21.17</td><td>27.94</td></tr>
<tr><td></td><td>DCO (mg/l)</td><td>50.33</td><td>54.75</td><td>43.08</td><td>77.66</td></tr>
<tr><td></td><td>DBO_5 (mg/l)</td><td>31.58</td><td>34.50</td><td>25.41</td><td>50.41</td></tr>
<tr><td></td><td>NO_2^- (mg/l)</td><td>0.037</td><td>0.039</td><td>0.040</td><td>0.073</td></tr>
<tr><td></td><td>NO_3^- (mg/l)</td><td>3.87</td><td>5.99</td><td>3.76</td><td>11.11</td></tr>
<tr><td></td><td>PO_4^{-3} (mg/l)</td><td>5.85</td><td>6.29</td><td>4.89</td><td>11.63</td></tr>
<tr><td>نتيجة الدراسة</td><td colspan="5">أظهرت النتائج المتحصل عليها أن نسبة النشاط تختلف من نبات آخر، كما أن نباتTypha latifolia له فعالية كبيرة في المعالجة، ويعتبر نبات ذو نشاط ملحوظ و الأكثر نموا واستقرارا حيث أعطت نتائج أحسن PO_4 مقارنة بالنبتتين الأخريين من حيث أدائها وقدرتها على إزالة المواد العضوية و أورتو فوسفور Typha latifofia و Cyperus papyrus ثم يليها نبات Juncus effusus و يوجد فرق في إزالة النتريت و النترات و البيكتريا بالنسبة للنباتات. فيما يخص الوسائط الفيزيائية و البيكترولوجية، قدرة التنقية بالأحواض المغروسة بالنباتات كانت أعلى من الأحواض غير المغروسة (الشاهد).
الهدف المرجو من هذه الدراسة هو إظهار مدى قدرة أداء النباتات المزروعة في معالجة المياه المستعملة الحضرية، في مناخ شبه جاف، وذلك بتزويد الأحواض بتدفق أفقي تحت السطحي، حيث كان مكوث الماء خمسة أيام داخل الأحواض كاف إزالة الملوثات بشكل مقبول. هذه الدراسة أظهرت أن وجود النبات له تأثير إيجابي على النشاط البيولوجي باستعمال السقي تحت السطحي الأفقي، أظهرت النتائج المحصل عليها بوضوح تخفيض معتبر في أنواع التلوث الأساسية : التلوث العضوي الأزوتي الفسفوري و البيولوجيي بنسب معتبرة، كما أن النباتات أبدت تأقلم وتعايش باستعمال هذه المياه في مناخ المنطقة شبه الجاف. رغم اختلاف درجات الحرارة من فصل آخر خلال مدة الدراسة، فإن هذه النباتات أعطت نتائج جيدة من حيث التنقية و كانت درجات الحرارة متقاربة داخل عمق الأحواض. أظهرت هذه النتائج أن العامل الأساسي المؤثر على النشاط البيولوجي هو وجود النبات و الكائنات المجهرية وتطور النبتة بحد ذاتها .النباتات الثالث أثبتت كفاءتها وقدرتها على تحقيق المواصفات المرغوبة لتنقية مياه الصرف، عن طريق إنقاص نسبة الملوثات والعوامل الممرضة، و الوصول</td></tr>
</table>

	إلى الحدود المسموحة لإستخدام المياه الناتجة من أحواض المعالجة بالنباتات في الزراعة (سقي الأشجار والفواكه والحبوب)، التي لها القدرة على تحمل ملوحة هذه المياه بدون استخدام المحاليل الكيميائية وبتكلفة أقل بالمقارنة مع غيرها من تقنيات المعالجة.

تحليل النتائج:

من خلال تحليلنا لهذه النتائج نلاحظ أن الـ PH الحوض الغير مزروع (شاهد) مرتفعا بالنسبة للأحواض المزروعة بالنباتات و منخفض من بين الأحواض الأخرى المزروعة الحوض المزروع بنبات Juncus effusus نفسر إنخفاض الـ PH إلى عدة عوامل منها أكسدة النتريت، و أكسدة DCO ينتج عنها CO_2، بدوره يؤدي إلى حموضة الوسط و أكسدة النتريت إلى نترات يؤدي إلى حوضة الوسط و يعود سبب ذلك إلى:

- تجمع الهيدروجين نتيجة نشاط البكتيريا المسؤولة على النترجة.
- إنتاج أيونات H^+ من طرف النبات لتعويض بعض الكاتيونات الداخلة في التغذية المعدنية للنبات

أما بالنسبة الناقلية الكهربائية CE نلاحظ إنخفاض بالحوض الشاهد و إرتفاع في الأحواض المزروعة و خاصة الحوض بنبات Juncus effusus يعود سبب الإرتفاع CE نتيجة تحول المواد العضوية إلى مواد معدنية.

و بالنسبة لـ MES تركيزها ينخفض في المياه المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة و كذلك يكون تركيز متناقص في الحوض المزروع بنبات Typha latifolia مقارنة بالشاهد حيث المياه المعالجة بالأحوض المزروعة تكون أكثر تعكر من المياه الغير معالجة بالحوض (الشاهد) سببه ناتج عن النبات المغروس في الحوض. وجود الجذور و الجذمور يشكل (يحدث) قنوات داخل مواد التعبئة، عن طريقها تعبر المواد الدقيقة و تظهر في المياه المعالجة.

بالنسبة لتركيز الـ DCO ينخفض في المياه المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة أما بالأحواض المزروعة نلاحظ تركيز الحوض المزروع بنبات Typha latifolia اقل من أخريين سبب هذا الإنخفاض وجود النبات الذي يوفر شروط فيزيوكيميائية يؤمن الأكسجين للوسط المصفى عن طريق الأوراق إلى السيقان ثم الجذور بواسطة الكائنات البكتيرية التي تسبب أكسدة DCO.

بالنسبة لتركيز الـ DBO_5 نلاحظ إنخفاض المياه المعالجة مقارنة بالمياه المستعملة أما في الأحواض يكون الحوض المزروع بنبات Typha latifolia أقل تركيز من الأحواض آخرى و ذلك بسبب خاصية نبات

الذي يملكها حيث تعمل على إمتصاص الأكسجين من الجو لتحرير عبر جذورها في المنطقة المحيطة بالجذور، هذا الأكسجين ينشط البكتيريا حيث تعمل على أكسدة و تحطيم المواد العضوية.

نلاحظ أن التراكيز كل من الـNO_2^- و الـNO_3^- و الـPO_4^{-3} تكون المياه المعالجة منخفضة من المياه المستعملة أما بالنسبة للأحواض المزروعة يكون تركيز الـ NO_2^- حوض نبات Juncus effusus أقل من حوضين أخريين سببه أن الأكسجين ينشط البيكتيريا التي تعمل على تحويل النتريت إلى النترات في منطقة الجذور و تسمى بعملية النترجة. و تركيز الـ NO_3^- و الـ PO_4^{-3} في الحوض المزروع بنبات Typha latifolia أقل من الحوضين أخريين يعود سبب إزالة NO_3^- إلى وجود بكتريا Anamox المسؤولة عن الأكسدة الهوائية للأمونيوم إلى عنصر الأزوت N_2، و سبب انخفاض تركيز PO_4^{-3} في الأحواض امتصاصه في المصفاة (الجسم المرشح)، كذلك نوعية التربة و الحصى تساعد على امتصاصه.

دراسة تحليلية (02):

يشكل تلوث مياه الصرف الصحي تهديدا متزايدا للناس و الحياة البحرية و يشكل أكبر نسبة من التلوث في جميع أنحاء العالم، لذلك في هذه الدراسة تطرق بطريقة المعالجة بنبات العدس الماء بمنطقة سورية.

الجدول (15) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية بالمعالجة بنبات عدس الماء [18].

العنوان	**المعالجة الثالثية لمياه الصرف الصحي باستخدام نبات عدس الماء في محطة الجنديرية نموذجا.**	
المنطقة الدراسة	سورية (منطقة جافة) /2017	
الطريقة المستعملة	معالجة بإستعمال نبات	
النبات المستعمل	نبات العدس الماء	
نسبة إزالة الملوثات	**كفاءة الإزالة (%)**	**ملوث**
	21.8 – 17	**T °c**
	18.90	**NH_4**
	19.91	**NO_3**
	34.73	**PO_3**
نتيجة دراسة	كفاءة نبات العدس الماء في إزالة الأمونيوم و النترات و الفوسفات من مياه الصرف الصحي المعالجة ثانويا. انخفاض نمو نبات العدس الماء مع انخفاض درجة الحرارة، و بالتالي انخفاض كتلته الحيوية الذي ينعكس سلبا على كفاءة الإزالة.	

تحليل النتائج:

نتائج الدراسة نلاحظ أن الكفاءة الأعلى في الإزالة كانت بالنسبة للفوسفات، يمكن ذلك بأن إزالة الفوسفور تتم بآليات مختلفة منها امتصاص النبات و الترسيب الكيميائي مع Al^{+3} ، Fe^{+3} ، Ca^{+2} و الأمتصاص المكروبي، و بالتالي هناك عوامل أخرى ساهمت مع النبات في إزالة الفوسفور.

انخفاض الكفاءة ملوثات و قد يرجع ذلك إلى انخفاض درجة الحرارة المياه التي تؤثر في نمو النبات و بالتالي انخفاض الكتلة الحيوية، حيث يرتبط معدل إزالة المغذيات بشكل طردي مع معدل نمو النبات. و نفسر زيادة النترات في حوض النبات بأنه عند تراكيز عالية من الأمونيوم يكون امتصاص عدس الماء للنترات محدودا و يساهم في تراكم النترات في الوسط، كما نفسر سبب حدوث عمليات النترجة، و تشير الأبحاث إلى أن عدس الماء يفضل امتصاص الأمونيوم عن النترات.

دراسة تحليلية (03):

يعد الماء أحد أهم أساسيات الضرورية لوجد الحياة فإن تلوث الماء أحد المخاطر الرئيسية التي تهدد الإنسان و الحيوان و مختلف الكائنات الحية الأخرى لذلك نلجأ إلى أحد الطرق لمعالجة ألا و هي طريقة معالجة بنبات الشمبلان.

الجدول (16) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية لمعالجة مياه الصرف الصحي بنبات الشمبلان [19]

العنوان	**تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار – جنوب العراق.**		
المنطقة الدراسة	بمحافظة ذي قار جنوب العراق (منطقة جافة) /2018		
الطريقة المستعملة	المعالجة النباتية		
النبات المستعمل	نبات الشمبلان		
خصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي	**ملوث**	**قبل المعالجة**	**بعد المعالجة**
	T (°c)	29.38	27.46
	PH	7.39	7.64
	TSS (mg/l)	497	269
	TDS (mg/l)	2528	2596
	NO_3^- (mg/l)	14.75	18.03
	PO_4^{-3}(mg/l)	4.48	4.08
	DBO_5 (mg/l)	194	92
	DCO (mg/l)	368	240
	Cd (mg/l)	3.43	1.98
	Pd (mg/l)	1.78	1.26

	3.07	6.03	**Ni (mg/l)**
	76.1	84.5	**Zn (mg/l)**
نتيجة دراسة	في ضوء ما تقدم من نتائج هذه الدراسة يمكن أن نستنتج التالي: 1. ظهر أن نسبة الإزالة للعناصر النزرة (Cd, Zn) في نبات الشمبلانC.demersum أعلى مما هو عليه العناصر الأخرى. 2. وجود ضعف في كفاءة أداء محطة المعالجة أداء محطة المعالجة إذ أن طرح المياه الملوثة في الصورة الحالية من المحطة من دون المعالجة يؤدي إلى رفع ملوثات المياه. 3. أظهرت المعالجة النباتية (Phytoremediation) باستخدام نبات الشمبلان في نظام أسطح الجريان الحر كفاءة عالية في تحسين نوعية مياه الصرف الصحي من خلال خفض قيمة العوامل البيئية المختلفة.		

تحليل النتائج:

من خلال هذه الدراسة نلاحظ انخفاض في درجة الحرارة حيث أظهرت نتائج الدراسة تغاير في درجة الحرارة بين المعالجة النباتية لمياه الصرف الصحي لنبات الشملان C.demersum و أن هذا الاختلاف في القيم درجات الحرارة يعود إلى الإختلاف في وقت إجراء المعالجة.

و بينت النتائج الدراسة الحالية أن قيم الـ PH في أحواض المعالجة النباتية مرتفعة قليلا سبب ذلك قيام النباتات الشمبلان بعملية التركيب الضوئي إذ إستهلاك ثنائي أوكسيد الكربون على شكل بيكاربونات و كاربونات. أما التراكيز الـ TDS و الـ TSS و الـ NO_3 و الـ PO_3 و الـ DCO و الـ DBO_5 حيث أثبتت النباتات الشمبلان في خفضها، حيث أن النترات من المغذيات المهمة للنباتات إذ تمتصها النباتات و تدخل في بناء بروتوبلازم Protoplasm للخلايا النباتية لأن هي الحالة المؤكسدة للنتروجين و هي الأكثر استقرارا. و الفوسفات من المغذيات الضرورية لنمو النباتات المائية، تتواجد الفوسفات بشكل ذائب و بتراكيز قليل و متغاير تبعا لكمية (المتدفقات الصناعية و الزراعية) و التي ترمى في المياه أنظمة المعالجة النباتية بغستعمال اسطح الجريان الحر حيث تعد من الأنظمة الضرورية لمعالجة المياه الملوثة ذات المحتوى العالي من الفوسفات. و يعد والـ O_{diss} في الماء أحد العوامل التي تؤثر في نوعية المياه و مؤشرات العضوية و سبب الإرتفاع فعالية البناء الضوئي. أما العناصر الثقيلة للنباتات المائية لها دورا رئيسيا إنخفاضهم نتيجة إستهلاكها النباتات.

دراسة تحليلية (04):

تعد مياه الصرف الصحي أحدى مصادر تلوث البيئة عموما و الموارد المائية خصوصا، و ذلك عندما تطرح من دون معالجة في الأنهار و البحار و البحيرات، ولا يقتصر هذا التلوث على إنتشار الأمراض و الأوبئة فقط، بل و يؤثر أيضا في الثروة الزراعية و الحيوانية، و بالتالي نبات القصب من أكثر النباتات المائية البارزة التي تلعب دورا كبيرا في معالجة مياه الصرف الصحي.

الجدول (17) أهم الخصائص الفيزيوكيميائية لمعالجة مياه الصرف الصحي بنظام الجريان السطحي الحر [20].

العنوان	معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر(FWS)وباستخدام نبات القصب.Phragmite Australis		
المنطقة الدراسة	البصرة – العراق (منطقة جافة) /2014		
الطريقة المستعملة	معالجة نباتية		
النبات المستعمل	نبات القصب Phragmites Australis reed(Arundineae)		
الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه الصرف الصحي قبل و بعد المعالجة	الملوث	تركيز مياه قبل معالجة	تركيز مياه بعد المعالجة
	PH	7.83	7.83
	TSS (mg/l)	170.33	6.33
	TDS (mg/l)	3474	1547.33
	DBO_5(mg/l)	173.33	4.33
	DCO (mg/l)	274.67	18.33
	NO_3^- (mg/l)	19.03	2.6
	PO_4^{-3}(mg/l)	4.8	0.87
نتيجة دراسة	إن دراسة الحالية نجاح كفاءة المعالجة الحيوية Bioremediation في التخلص من الجزء الأعظم من المواد العضوية الموجودة بمياه الصرف الصحي و هي لا تتطلب استخدام أية معدات ميكانيكية و تتميز بانخفاض تكاليف التنفيذ، إذ تعتبر واحدة من التقنيات الصديقة للبيئة و أقل تكلفة بين التكنولوجيا المعالجة المعروفة. كما حققت تكلفة بين المعالجة النباتيةPhytoremediation باستخدام نظام أسطح الجريان الحر(FWS) كفاءة عالية في تحسين نوعية مياه الصرف الصحي، و سجل نبات القصب اختزال للعوامل البيئة المختلفة و إن المياه المعالجة مقبولة من حيث إزالة الحمل العضوي الملوث و المواد العالقة و الأملاح و كذلك محتواها من النترات و الفوسفات.		

تحليل النتائج:

إن نظام المعالجة باستخدام أسطح الجريان الحر (FWS) بمثابة الأراضي الرطبة الطبيعية، بسبب قدرته العالية على إزالة المغذيات اللازمة لبقائها و نموها و بالمقارنة بالتراكيز قبل و بعد لمياه الصرف الصحي حيث نلاحظ انخفاض في تراكيز كل من الـ DCO و الـ NO_3^- و الـ PO_4^{-3} و سجل إرتفاعا بسيطا في الـ PH ويرجع ذلك إلى عملية التركيب الضوئي التي تقوم بها نباتات المعالجة ستؤدي إلى استمرار تفكك أيونات الكربونات و البيكاربونات لتعطي أيون الهيدروكسيل و غاز ثنائي أوكسيد الكاربون و الذي بدوره سيؤدي إلى رفع قيمة الأس الهيدروجيني نهارا و يحدث العكس ليلا وأن الـ PH يتاثر بالعوامل المنظمة خصوصا CO_2^- و HCO_3^- و بعض النباتات لها القدرة بإن تعمل كعمل منظم من خلال تحرير أو أخذ للأيونات الموجبة و السالبة لإنجاز التوازن داخل البيئة.

دراسة التحليلية (05) :

أصبح سوء الإدارة إلى جانب الإستخدام غير الملائم لمصادر المياه مشكل إجتماعية مقلقة تتطلب حلولا بديلة و إرشادات علمية و تنقية للسيطرة على الإختلالات المتولد و الحد منها.

الجدول (18) أهم النتائج المتحصل عليها لإزالة الملوثات مياه الصرف الصحي بإستعمال نبات [21].

العنوان	**Hybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics.**	
المنطقة الدراسة	بلدية ساوكارلوس، ولاية باولو، البرازيل (منطقة شبه جافة) /2021	
الطريقة المستعملة	طريقة النباتات (أراضي رطبة)	
النبات المستعمل	Canna x generalis (Cannaceae)	
نسبة إزالة ملوثات	**كفاءة الإزالة (%)**	**ملوث**
	79	**DCO**
	93	**DBO_5**
	49	**TN**
	60	**TP**
	80	**TC**
نتيجة دراسة	يعتبر نظام HCW حلا للمعالجة اللامركزية لمياه الصرف الصحي في البرازيل، نظرا لأن البلاد لديها درجات الحرارة دافئة، و واسعة النطاق و لأشعاع الشمس، و الأراضي المتاحة و بهذه يمكن استعادة العناصر الغذائية و إعادة إستخدام المياه العادمة المعالجة بتقليل النقل بين مصدر توليدها و موقع معالجتها و الإسعادة و الأنظمة إعادة الإستخدام من وجود إمكانية عالية لنظام.	

تحليل النتائج:

من خلال النتائج الدراسة نلاحظ لم تظهر قيم الأس الهيدروجيني أي تغيير كبير و يرجع ذلك إلى عملية النترجة ،و زيادة كفاءة إزالة DCO و DBO_5 و TN مع زيادة درجة الحرارة بسبب زيادة التفاعلات الكيميائية و الفيزيائية و الميكروبيولوجيا التي يقوم بيها النبات و زيادة الأملاح و المواد الصلبة الذائبة مما يزيد في الناقلية الكهربائية، و كثافة النباتات تلعب دورا أساسيا في متطلبات المادة العضوية.

دراسة التحليلية (06):

نظرا لأن بناء المعالجة الثلاثية للمعالجة المتقدمة لمياه الصرف الصحي المعالجة الثانوية، يمكن للأراضي الرطبة المبنية أن تقلل من الملوثات المياه و من هذه الدراسة أثبتت تقييم المعالجة بالنباتات.

الجدول (19) أهم النتائج المتحصل عليها لإزالة الملوثات مياه الصرف الصحي بإستعمال نبات [22].

العنوان	**Long-term performance of an integrated constructed wetland for advanced treatment of mixed wastewater.**	
المنطقة الدراسة	شمال غرب مدينة هان بمقاطعة غوانغدونغ في جنوب الصين (112°58'16.74)شرقا (23°12'37.70) شمالا /2017	
الطريقة المستعملة	طريقة النباتات (الأراضي الرطبة)	
نسبة إزالة ملوثات	**كفاءة الإزالة الكاملة (%)**	**ملوث**
	/	**T**
	/	**O_{diss}**
	/	**PH**
	70	**DCO**
	70	**NH_4-N**
	43	**NO_3-N**
	74	**TSS**
	21	**F^-**
	43	**Ni**
نتيجة دراسة	لمعالجة مياه الصرف الصحي و الصناعية المختلطة، تم إنشاء و تشغيل نظام CW متكامل شامل، بما في ذلك VSF CW و FWS CW و HSF WC و تم تشغيله بشكل مستمر لأكثر من ثماني سنوات. أظهرت البيانات من عملية مدتها ست سنوات أن نظام CW هذا يوفر معالجة مرضية لـ DCO و NH_4 و NO_3 و TN و TP و TSS و Ni و E.coli على وجه الخصوص، تم الحصول على كفاءات إزالة عالية من DCO و النتروجين و تم التحسين عملية نزع النتروجين في النظام المتكامل، و الذي كان يرجع بشكل أساسي إلى التخطيط الجيد و إستراتيجية إدارة المصنع. تم التقليل NH_4 في غالب في VSF و تم تقليل في NO_3 بشكل فعال في HSF CW كان أداء العلاج النظام على القولونية أيضا.	

تحليل النتائج:

من خلال نظام الأراضي الرطبة المتكامل و الذي يتكون من تدفق عمودي تحت السطح، و التدفق الأفقي تحت السطحي، حيث أظهرت النتائج أن النظام أدى إلى كفاءة إزالة ممتازة للمواد العضوية و ارتفاع درجات الحرارة عند المدخل و قيمة الأس الهيدروجيني و إنخفاضها عند المخرج بسبب تحليليها للمواد العضوية.

III-2- مناقشة النتائج المتحصل عليها:

من خلال تحليلنا لـ 15 دراسات مرجعية في السنوات الأخيرة الممتدة من (2010 إلي 2022) حول طرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة و الشبه الجافة و التي تصنف ضمن مناطق دافئة حيث إستخلصنا لكل معالجة و كيف عملت على إزالة الملوثات.

- **المعالجة بالحمأة المشطة:**

حللنا 02 مقالتين حيث أظهرت أن الـ PH قاعدية بسب زيادة البيكاربونات أما الـ O_{diss} مرتبط بالتهوية الأحواض و كذلك تركيزالـ DCO متعلق بتركيز الشحوم و الزيوت و المنظفات التي تعمل على رفعه، و زيادة تركيز الـ TSS يؤدي إلي تراكم كمية الحمأة، و إنخفاض تراكيز الـ SO_4، الـ PO_4، الـNO_3 يرجع سبب إنخفاظ الفوسفور للمياه الخام إلي قيم الـ PH المتزايدة التي كانت تميل إلي قاعدية حيث تزيد من نسبة الترسيب الفوسفور على هيئة مركبات الكالسيوم و المغنيزيوم قليلة الذوبان في الماء و سبب إنخفاظ النترات نفسره بأكسدة المركبات النتروجينية و حدوث عملية النترجة.

- **المعالجة بالبحيرات المهواة:**

حللنا 03 مقالة حيث نلاحظ أن إرتفاع درج الحرارة يعزز نمو الطحالب المفرط و بالتالي زيادة في قيمة العكارة تكون أكبر خاصة في الموسم الحار و إنخفاض الـ O_{diss} التي تكون غنية بالمواد العضوية و الغير العضوية المذابة بسبب وجود دهون و المنظفات و إرتفاعه كذلك مرتبط بالتهوية السطحية للأحواض و هي عملية ضرورية تؤدي إلي تطوير الكائنات الحية الدقيقة الهوائية. و أكسد المواد العضوية يؤدي إلي معالجة بيولوجية جيدة للمياه حيث قيمة الـ PH تتراوح ما بين (7.8- 7.93) و هي الملائمة الأكثر للعمل البكتيري لعملية المعالجة الهوائية و اللاهوائية و يمكن أن تصل إلي 8.03 و ذلك لزيادة نشاط الجرثومي المكثف في بحيرة التنشيط حيث يكون إستهلاك الأوكسجين مهما لإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، و زيادة درجة الحرارة و درجة الحموضة القلوية هي ظروف المثالية لتكاثر الكائنات الحية الدقيقة التي

تؤسس إستقرارا بيولوجيا مثاليا مما يسمح بتدهور المادة العضوية و مما يؤدي إلي إزالة تلوث المياه، و يمكن تميز النسبة بين الـ DCO و الـ DBO_5 لطبيعة النفايات السائلة التي تدخل لمحطات المعالجة مياه الصرف الصحي نستنتج مفاده التأثير الإجمالي قابل للتحلل البيولوجي بسهولة، و أن تركيز الأكسجين يزداد بزيادة الطحالب الموجودة في الأحواض و هذه ظاهرة تسمى عملية التمثيل الضوئي. أما بالنسبة لزيادة النتروجين و الفوسفور راجع بسبب النترات نتيجة العوامل التي تؤثر على نمو بكتيريا الآزوتية و هي درجة الحرارة أكسدة أكسجين المذاب و درجة الحموضة.

- **المعالجة بالبحيرات الطبيعية:**

حللنا 04 مقالة حيث نلاحظ أن المعالجة تعتمد على عامل أساسيين هما الرياح و أشعة الشمس و في وجود الطحالب تقتصر المعالجة فيظهر تناقص للأكسجين المذاب فينخفض تركيز الـ DCO و الـ DBO_5 و للطحالب لها تأثير مباشر على محتوى نضج المواد الصلبة العالقة و درجات الحرارة بسبب أشعة الشمس مما تؤدي إلي زيادة في درجة الحموضة و ذلك لعملية النترجة.

- **المعالجة بالنباتات:**

حللنا 06 مقالة حيث نلاحظ أن بإختلاف نوع نباتات أو المنطقة المعالجة أنه له القدرة على إزالة الملوثات، نلاحظ إنخفاظ الـ PH له عدة عوامل منها أكسدة النتريت و أكسدة DCO ينتج عنها CO_2 بدوره يؤدي إلي حموضة الوسط و أكسدة النتريت إلي نترات يؤدي إلي حموضة الوسط و يعود سبب ذلك إلي:

- تجمع الهيدروجين نتيجة نشاط البكتيريا المسؤولة على النترجة.
- إنتاج أيونات H^+ من طرف النبات لتعويض بعض الكاتيونات الداخلة في التغذية المعدنية للنبات.

أما بالنسبة إرتفاع الناقلية الكهربائية نتيجة تحول المواد العوية إلي مواد معدنية. و إنخفاض تركيز الـ MES في مياه الخام ذلك لوجود الجذور و الجذمور حيث يشكل قنوات داخل مواد التعبئة عن طريقها تعبر عن المواد الدقيقة و تظهر في المياه المعالجة. تركيز الـ DCO حيث نبات الذي يوفر شروط فيزيوكيميائية يؤمن للوسط عن طريق الأوراق ثم إلي السيقان إلي الجذور بواسطة الكائنات البكتيرية التي تسبب أكسدة DCO و الـ DBO_5 يعمل نبات على خفضه بإمتصاص الأكسجين من الجو لتحرير عبر الجذور في منطقة المحيطة بالجذور حيث الأكسجين ينشط البكتيريا التي تعمل على أكسدته و تحطيم المواد العضوية. و أن الـ NO_2 ينشط البكتيريا التي تعمل على تحويل النتريت إلي نترات في منطقة الجذور و تسمى بعملية النترجة. و إزالة الـ NO_3 و الـ PO_4 ذلك إلي وجود بكتيريا مسؤولة عن اكسدة الهوائية للأمونيوم إلي عنصر الآزوت.

قائـمة الـمراجـع

المراجع باللغة العربية:

[1] زهير جرجيس جمعة، طاوس محمد كامل أحمد الشواني،2019، تقييم كفاءة أداء بعض محطات معالجة مياه الصحي في مدينة كركوك،مجلة جامعة كركوك للعلوم الزراعية، 10، ع. 2، ص. 128-133.

[3] حسن محمد النور محمد نور، التجاني الطاهر هجو، مقارنة بين كفاءة الخلية الحيوية و الحمأة المنشطة في مياه الصرف الصحي، SUST Journal of Engineering and Computer Sciences (JECS), Vol. 21,No.1, 2020, 1 – 10.

[4] رصيد زكية، قمر أحمد المصطفى، دراسة تأثر نسبة قيمة DCO إلى DBO_5لمياه الصرف على كفاءة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص، مجلة جامعة تشرين. العلوم الهندسية المجلد (41) العدد (5) 2019، 760 - 773.

[11] العابد إبراهيم، مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية، أطروحة الدكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2015.

[12] ديما محمد علي عقده، استخدام عدس (Lemna minor L.) كمعالجة ثالثية لمياه الصرف الصحي في المنطقة الساحلية السورية، جامعة تشرين، المعهد العالي لبحوث البيئة، قسم الكيمياء البيئية، 2017.

[13] افراح عبد مكطوف،باسم يوسف الخفاجي،رشا صالح نهير،ماجدة صبيح الغنزي، تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار – جنوب العراق، مجلة الهندسة و التكنولوجيا، مجلد 36، العدد الخاص 3، 2018، 236 – 246.

[14] منال محمد اكبر، ابتسام مهدي عبد الصاحب، ماجدة صباح العنزي، معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر(FWS) وباستخدام نبات القصبPhragmite Australis ، مجلة أبحاث البصرة ((العلميات)) العدد 40. الجزء 3، 2014، 105 – 115.

المراجع باللغة اللاتينية:

[2] Abdelhamid Benhaoued, Samir Kateb, Ammar zobeidi, Djamal Aita, Urban sewage wastewater treatement by the activated sludge methode urban arid climate at Touggourt (South-East Algeria), Laboratory Engineering of Water

and Enivironment in Saharan Environment,University, University of Echahid Hamma Lakhdar El Oeud, 2016, Algeria 399 – 402.

[5] Ammar ZOBEIDI , Ahmed Abdelhafid BEBBA, Seasonal Variations of Physical, Chemical Parameters in A Wastewater Treatment Plant By Aerated Lagoons at Southern-East Of Algeria, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2015, Page NO. 1097 - 1102.

[6] Hibaterrahmane YAZI, Ammar ZOBEIDI, Abasse KAMARCHOU, Salem ATIA, Djamal ATIA , Performances d'abattement de la qualité physico-chimique et bactériologique en lagunage aéré sous climat aride, cas de la ville d'El Oued (Sud -Est d'Algérie) : Elimination des germes pathogènes et des œufs d'helminthes, Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement, 12-14 Mars 2019, Ouargla (Algérie), 609 – 614.

[7] Abdeslem FAGROUCH, Saloua AMYAY, Ali BERRAHOU, Hassan EL HALOUANI, Hanae ABDELMOUMEN, Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride: cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt, Afrique SCIENCE 06(3) (2010) 87 – 102.

[8] N.Nedjah, O.Hamdaoui N.Laskri, Protection des eaux souterraines de la région d' Adrar des infiltration d'eaux usée par application du lagunage naturel, Revue des Energies Renouvelables ICESD'11 Adrar (2011) 227 – 232.

[9] Mohammed BOUTAYEB, Abdelhamid BOUZIDI, Epuration des eaux usées domestique par lagunage naturel dans cinq station d'épuration de la région de la Chaouia Ouradigha-MAROC, Revue « Natue & Technologie ». C-Sciences de l'Environnement, n· 08/Janvier 2013. Pages 49 à 53.

[10] Mounira CHACHOUA, Abdlai SEDDINI, Etude de la qualité des eaux épurées par le lagunage Algérie, Afrique SCIENCE 09(3) (2013) 113 – 121.

[15] Karen Sayuri Ito Sakura et al, Hybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics, Journal of Environmel Mangement 278 (2021) 111552.

[16] Yingai wua, Rui hanc, Xunan yanga, Yukui zhang b, Renduo zhanga, Long-term performance of an integrated constructed wetland for advanced treatment of mixed wasterwater, Y. Wu et al. / Ecological Engineering 99 (2017) 91- 98.

الخـــلاصـــة العـامـة

الخلاصة العامة:

يهدف عملنا إلي التقييم النظري لمدى فعالية طرق المعالجة على تنقية مياه الصرف الصحي من خلال تحليلنا لدراسات سابقة (15 مقالة) في السنوات الأخيرة الممتدة من 2010 إلي 2022 توصلنا أن كل طريقة لما مميزاتها و خصائصها و التي كانت كما يلي:

حيث أن طريقة الحمأة المنشطة كانت أنجع طريقة في معالجة مياه الخام من خلال نسبة إزالة الملوثات.

أما طريقة البحيرات الطبيعية التي كانت أبسط طريقة في المعالجة حيث كانت نسبة إزالة الملوثات جيدة مقارنة بالطرق الأخرى و التي إعتمدت هذه الأخيرة على عاملين أساسين هما أشعة الشمس (درجة الحرارة) و الرياح.

و بالنسبة لطريقة البحيرات المهواة إعتمدت في طريقة معالجتها على كمية الأكسجين المنحل الـ O_{diss} و التي تختلف على عن طريقة الحمأة المنشطة بسبب عدم تدوير الحمأة المفصولة.

أما الطريقة المعالجة بالنباتات المدروسة لها العديد من أنظمة في معالجة مياه الخام بالرغم من إختلاف أنواع النباتات إلا أن نسبة إزالة النباتات تتأثر بعمرها.

الأفاق المستقبلية لهذه الدراسة

- التهجين بين نظاميين لإعطاء كفاءة أحسن و أفضل في إزالة الملوثات.
- الإستفادة من المياه المعالجة كموارد مائي ثانوي يستفاد منه و خاصة المكافحة من الأمراض.
- إقامة حزمة الخضراء حول المدن لتثبيت التربة و تحسين البيئة.

الـمـلاحـق

الدراسة (01)

تقييم كفاءة أداء بعض محطات معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة كركوك

زهير جرجيس جمعة (الباحث) طاووس محمد كامل احمد الشواني
جامعة الموصل/ كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة كركوك/كلية التربية للعلوم الصرفة

الملخص

توجد في مدينة كركوك العديد من محطات معالجة مياه الصرف الصحي ورغم ذلك فإن محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنفذة تعاني من مشاكل عديدة ناجمة عن قلة الكفاءة في التشغيل ومتابعة عمل المحطات. ولذلك اجري في هذا البحث تقييم لكفاءة المعالجة وجودة الشق النهائي لمياه الصرف الصحي لثلاث محطات معالجة في مدينة كركوك احدهم يعمل بنظام الحماة المنشطة، واثنتان تعملان بنظام المفاعلات الدفقية المتسلسلة. وقد أجريت الفحوصات المختبرية لمدة ثمانية اشهر ابتداء من شهر تموز 2016 ولغاية شهر شباط 2017، للخصائص الكيميائية، كالأس الهيدروجيني (PH) والأوكسجين المذاب (DO)، المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) والمواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)، وتركيز كل من الكبريتات(SO4)، الفسفور(PO4)، النترات(NO3) فأظهرت نتائج الدراسة عدم صلاحية إستخدام المياه الخارجة من المحطات لأغراض الشرب والري المقيد لتجاوز تركيز بعض المحددات الحدود المسموح بها للمواصفات القياسية العراقية، وكذلك المحددات العالمية، وأن كفاءة المحطات كانت جيدة نسبيا في تخفيض قيم الملوثات.

الكلمات المفتاحية: تقييم، كفاءة، محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

*بحث مستل من رسالة ماجستير (الباحث)

المقدمة

إن مياه الصرف الصحي Sewage هي خليط من المياه الناتجة عن أنشطة الإنسان في السكن والصناعة والزراعة فضلاً عن إفرازات الحيوانات، والتي تصل إلى شبكة المجاري نتيجة للاستخدام المنزلي، والصناعي، والاستخدام العام وإن الملوثات العضوية وغير العضوية والجرثومية توجد في المياه العائمة على شكل مواد متراسبة ومواد عالقة ومواد ذائبة أو على شكل غرويد وإن خصائص وتركيب المياه العائمة تعتمد على مصدرها الذي هو في حالة تغير مستمر، والذي يحدث مع مرور الزمن والسكان ونتيجة للفعالية البيولوجية خلال ساعات النهار فإن نوعية الفضلات في الصباح تكون مختلفة عنه في المساء (غريبة، 1987 ؛ الفتلاوي، 2000)، ويزداد حجم الماء الملوث نتيجة للاستهلاك المنزلي والخدمي والصناعي للمياه فضلاً عن مياه الأمطار المتساقطة والتي تؤثر في نوعية المياه الطبيعية وفي التربة وبالتالي على صحة الإنسان و الكائنات الحية بشكل عام (Tchobanoglous, 1996).

إن مياه الصرف الصحي غير معالجة أو معالجة جزئيا تشكل مخاطر بيئية وصحية عند صرفها إلى المياه السطحية أو الجوفية، وخاصة عند استخدامها في الري مما يعرض المستهلكين للمحاصيل الغذائية إلى مشكلات صحية (UNEP, 2008)، لذلك فإن الهدف من إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي هو حماية صحة الإنسان والبيئة من خلال تقليل نسبة الملوثات المطروحة والقضاء على العوامل المرضية، إذ يتم تطبيق العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية لإزالة الملوثات وتخفيضها، وإن مواصفات مياه الصرف الصحي

الدراسة (02)

urban sewage wastewater treatment by the activated sludge method under arid climate at Touggourt (South-East Algeria).

Abdelhamid Benhaoued[a1], Samir Kateb[2], Ammar Zobeidi[3], Djamal Atia[4],

(1,2,3) Laboratory Engineering of Water and Environment in Saharan Environment, University of Kasdi Merbah Ouargla, Algeria.
(4) University of Echahid Hamma Lakhdar El Oued, Algeria.
[1]bhaoued@gmail.com
[2]Katebsamir304@gmail.com
[3]Zobeidi.aa@gmail.com

***Abstract*— The treatment of urban wastewater in an activated sludge treatment plant under the climatic conditions of the city Touggourt leads to an effluent of physicochemical quality and satisfactory organic materials. A reduction of all parameters characterizing the organic load: COD and BOD_5 with average annual percentages of 89.7% and 90.1% respectively are achieved. This reduction is made in parallel with a reduction of more than 94.3% for the MES, with a residence time of 18 hour.**

***Key-Words*—** Wastewater, activated sludge, arid zone, seasonal variation, Touggourt

1. INTRODUCTION

The choice of a wastewater treatment system in developing countries is subject to several criteria, the most important of which is the purification performance of the system. Does the activated sludge treatment plant in the town of Touggourt meet this criterion? Aerobic bacteria in the aerated lagoon aeration consume dissolved oxygen in the medium for oxidation of organic matter from the wastewater. This system is widely used in the treatment of wastewater from agri-food industries such as wastewater from sweets and dairies. It has allowed to obtain strong reduction of all the parameters characterize the organic load: DBO_5, COD and initial MES for stays of 2 hours to 1.5 days. Alongside this satisfactory reduction of pollutant organic matter and pathogens, the system produces water for irrigation. We present in this work, the study of the activated sludge treatment plant of Touggourt (Algeria). The physicochemical quality of the effluent produced has been characterized.

2. Materials and methods

2.1 Description of the site:

The activated sludge treatment plant is located north east and 07 km from the town of Touggourt. It was commissioned in November 1993 and rehabilitated in 2003 covers an area of 5 ha. It has a unitary sanitation network, it aims to treat a domestic wastewater effluent with a nominal flow of 9360 m^3/d, corresponds to 240000 Eq / ha, but the average current flow is 8017 m3 / d (Fig.1). Climate of the region is hyper-arid type, with an average annual temperature of 26.37 °C, the monthly average varies from 22.10 ° C in January and to 30.45 ° C in July, in the last 10 years (2003-2013).

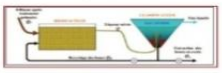


Figure 1: Schematic diagram of the activated sludge treatment process

2.2 Sampling methodology:

999

الدراسة (03)

دراسة تأثير نسبة قيمة COD إلى قيمة BOD_5 لمياه الصرف على كفاءة المعالجة البيولوجية في محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص

د. رصين زكية *
قمر احمد المصطفى **

(تاريخ الإيداع 23 / 5 / 2019. قبل للنشر في 31/ 10 / 2019)

□ ملخص □

يتناول البحث عمل محطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص التي تعالج مياه الصرف الصحي الناتجة عن الصرف الصحي المعاشي وعن بعض المنشآت والورش الأخرى الموجودة في مدينة حمص، تستخدم هذه المحطة وحدات معالجة بيولوجية عاملة بالحماة المنشطة التقليدية.

يعتبر مؤشري COD وBOD_5 من المؤشرات الهامة في تحديد درجة تلوث مياه المجاري ووضع المعايير التصميمية لبناء وتشغيل وحدات المعالجة البيولوجية.

البحث عبارة عن دراسة إحصائية تم من خلالها دراسة تأثير النسبة COD/BOD_5 على كفاءة المعالجة البيولوجية (كفاءة إزالة BOD_5)، حيث أخذت القيم اليومية لكل من مؤشري COD وBOD_5 المدونة في السجلات المخبرية للمحطة، وتمت دراسة علاقة النسبة COD/BOD_5 مع قيم الكفاءة اليومية كما أخذنا بعين الاعتبار النسبة التي تعطي الكفاءة الأعظمية خلال كل شهر من أشهر السنوات ضمن الفترة التي تغطيها الدراسة من 2007 وحتى 2011، وتم تمثيل العلاقة بينهما بالشكل بياني لكل سنة.

تراوحت نسبة COD/BOD_5 لمياه مجاري مدينة حمص ضمن المجال (1.2-4.4) وهي بالتالي تعتبر قابلة للتحلل البيولوجي بشكل كبير حيث كانت كفاءة إزالة BOD_5 خلال هذه السنوات الخمس محصورة ضمن المجال (70.4% - 99.5%)، وتبين من خلال دراستنا الاحصائية بواسطة برنامج SPSS أن كفاءة المعالجة البيولوجية تكون أفضل ضمن المجال (1.2-3) للنسبة COD/BOD_5 ولكنها أظهرت انخفاض تأثير هذه النسبة على كفاءة إزالة BOD_5 خلال الفترة (2007-2011) وذلك بسبب انتظام عمل المحطة واستقرار وضع السكان ونوعية وكمية التدفقات القادمة للمحطة كما أن الكفاءة ترتبط أيضاً بمتغيرات كثيرة أهمها بارامترات تشغيل أحواض التهوية.

الكلمات المفتاحية: المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي- الطلب البيوكيميائي لأكسجين BOD_5- الطلب الكيميائي لأكسجين COD _ مؤشر التحلل البيولوجي.

* أستاذ مساعد - قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص- سورية.
** طالبة ماجستير - قسم الهندسة البيئية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص- سورية.

الدراسة رقم (04)

ISSN: 0975-8585

Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences

Seasonal Variations of Physical, Chemical Parameters in A Wastewater Treatment Plant By Aerated Lagoons at Southern-East Of Algeria.

Ammar ZOBEIDI[1]*, and Ahmed Abdelhafid BEBBA[2].

[1] Wastewater treatment plant laboratory aerated lagoon 01 Kouinine 39000 El-Oued, Algeria
[2] Valuation Laboratory Saharan Resources Technology, University of Kasdi Merbah Ouargla P.O.Box 511, 30000 Ouargla, Algeria.

ABSTRACT

Aerated lagoons are commonly used to treat the domestic sewage of small communities, and industrial wastes, when land is inexpensive, they represent low capital and maintenance costs as compared to other treatment processes. They are also simple to operate and show stabilities to handle shock loads, both organic and hydraulic. However, in the arid and semi-arid regions the salination due to the evaporation is one of the main problems. This study detailed the effect under local climatic conditions on the characteristics of El-Oued aerated lagoons wastewater treatment plants (WWTPs), located in Southern East Algeria. The plant performance was evaluated through descriptive analysis with quantity and quality data of both raw wastewaters and treated effluent over a period of two years (2014 – 2015). Results showed that the removal of the BOD, TSS, COD and bacteria required 15 days retention time as the optimum operating conditions to reach 78% (COD), (BOD5) 85.5% and 85% (TSS).

Keywords: El-Oued, Seasonal variations, Wastewater, Aerated lagoon, Removal efficiency.

*Corresponding author

الدراسة رقم (05)

Séminaire International sur
l'Hydrogéologie et l'Environnement
12 – 14 Mars 2019, Ouargla (Algérie)

Performances d'abattement de la qualité physico-chimique et bactériologique en lagunage aéré sous climat aride, cas de la ville d'El Oued (Sud -Est d'Algérie) - Elimination des germes pathogènes et des œufs d'helminthes.

Hibaterrahmane Yazi [1,*], Ammar Zobeidi [2,*], Abasse Kamarchou [2], Salem Atia [3], Djamal Atia [2]

[1,2,3]Laboratoire de Valorisation et de Promotion des Ressources Sahariennes, Université Kasdi Merbah, Ouargla,
[2]Université d'Echahid Hamma Lakhdar El Oued, Algérie
[3]Laboratoire Génie de l'Eau et de l'Environnement en Milieu Saharien,
Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algérie.
Email * (auteur principal) : hibayazi@yahoo.com ,[2*] zobeidi.aa@gmail.com

Résume.–Ce travail porte sur l'étude des caractéristiques physico-chimique et microbiologique de la station d'épuration à lagunage aéré de la ville d'El Oued (Sud-est Algérie).
Des échantillons d'eau ont été prélevés suivant une fréquence hebdomadaire durant l'année 2017. Les rendements épuratoires moyens atteignent 87 % pour les MES, 83,7 % pour la DCO et 86,2 % pour la DBO5. L'élimination du phosphore total est faible et instable avec un rendement moyen de 35,3 %. La réduction de la pollution azotée atteint en moyenne 35,5 % en azote ammoniacal. De manière globale, les teneurs résiduelles en azote et en phosphore restent assez élevées et instable par rapport à la limite tolérable pour un rejet d'effluent dans un écosystème sensible à l'eutrophisation.
L'abattement de la pollution bactérienne est important et atteint 83% pour SF, et rendement proche de 100% pour les CF et CT; mais la teneur résiduelle reste supérieure a la directive de l'OMS (≤ 1 000 ufc/100 mL) pour une réutilisation non restrictive en irrigation. Concernant la charge parasitaire, les études ont montrés que la filière assure une élimination totale (100 %) des œufs d'helminthes.

MOTS-CLÉS: lagunage aéré, germes pathogènes, performance d'abattement, zone aride, El Oued.

1. INTRODUCTION

La région d'El-oued (Sud- Est Algérie) a connu divers problèmes liés à l'eau, y compris les rejets d'eaux usées contenant des polluants dans le milieu récepteur sans aucun traitement. Cette question est un sujet de préoccupation croissante en raison des effets secondaires que les polluants peuvent causer des problèmes environnementaux et sanitaires. Le choix d'un système de traitement des eaux usées dans les pays en voie développement est subordonné à plusieurs critères dont le plus important est le rendement épuratoire du système. La station d'épuration à lagunage aéré da la ville dEl-Oued répond-elle à ce critère ?.
Le système d'épuration des eaux usées domestiques par lagunage aéré demeure parmi les procédés les plus utilisés dans les pays à climats chauds arides à semi-arides.
Depuis la fin des années 90, l'Algérie a adopté pour le traitement des eaux usées des centres ruraux et urbains le lagunage aéré comme étant la solution technique la plus adaptée au contexte économique et climatique. Les bactéries aérobies qui se trouvent dans la lagune d'aération à lagunage aéré consomment l'oxygène dissous dans le milieu pour l'oxydation de la matière organique de l'eau usées [1]. L'oxygénation est, dans le cas du lagunage aéré, apportée mécaniquement par un aérateur de surface, ce principe ne se différencie des boues activées que par l'absence de système de recyclage des boues ou d'extraction des boues en continu. De nombreux travaux [2 zobeidi] ont été alors effectués sur les performances de lagunage aéré en secteurs international et national, mais ce travail est considéré le premier qui a été effectué dans la STEP 01 Kouinine, afin d'évaluer d'une façon approfondie les performances épuratoires de ce système d'épuration en zone hyper- aride.
L'objectif de cette étude est donc la caractérisation et la quantification de certains paramètres physico-chimiques et bactériologique par l'évaluation préliminaire de la qualité et le degré de pollution des eaux usée brutes et épurées de la STEP1 de la ville d'El Oued et pouvoir valoriser ses eaux épurées en irrigation.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Description du site:

La station d'épuration de lagunage aéré de Kouinine 01 est située au Nord Est et à 07 Km de la ville d'El-

الدراسة رقم (06)

Afrique SCIENCE 06(3)(2010) 87 - 102
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

87

Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride : cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt

Abdeslem FAGROUCH[1*], Salaou AMYAY[1], Ali BERRAHOU[1], Hassan EL HALOUANI[1] et Hanoe ABDELMOUMEN[2]

[1] *Université Mohamed Premier, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Ecologie Générale, BP. 524, 60000 Oujda, Maroc*
[2] *Université Mohamed Premier, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire de Biologie des plantes et des Microorganismes, BP. 524, 60000 Oujda, Maroc*

* Correspondance, courriel : *fabdeslem@yahoo.fr*

Résumé

La qualité de l'eau est une priorité environnementale. Les impératifs du développement imposent au Maroc d'accorder une place de plus en plus importante aux techniques préventives contre la pollution de l'eau. Dans le domaine du lagunage naturel, l'adaptation de la filière à des conditions spécifiques n'est pas récente et de nombreux exemples existent, en particulier en Afrique. Dans notre pays, l'Office National de l'Eau Potable (O.N.E.P) met l'accent sur le traitement des eaux usées par la recherche de procédés fiables et bénéfiques adaptés aux conditions particulières, ce qui permettra, en cas de succès, d'offrir de nouvelles technologies pour le traitement des eaux usées. Dans une station d'épuration naturelle ou un pilote de laboratoire, le traitement biologique d'un effluent contaminé entraîne une réduction de la charge microorganismes.
Le présent travail a pour objectif principal, d'étudier la performance de la station d'épuration de la ville de Taourirt par l'étude du degrés d'abattement des germes totaux aérobies et anaérobies, et les microorganismes pathogènes entre l'entrée et la sortie de filière de traitement des eaux usées, qui s'installe par lagunage naturel, située sous climat aride à semi aride.
La caractérisation physico-chimique des eaux usées de cette station a aussi réalisée. Cela a permis de constater que ces eaux usées sont relativement chargées en divers polluants. Elles se caractérisent par une charge organique élevée et des teneurs en ammonium, orthophosphates et en sulfates également élevés et une faible teneur en oxygène.

Mots-clés : *Maroc Oriental, lagunage naturel, eaux usées, germes pathogènes, performance d'abattement, climat aride à semi aride*

Abstract

Performances of abatement of the pathogenic germs in natural lagunage under arid climate: case of the die of treatment of wastewater of the town of Taourirt

The quality of water is an environmental priority. The requirements of the development force Morocco to grant an increasingly important place to the preventive techniques against the water pollution. In the field

الدراسة رقم (07)

Revue des Energies Renouvelables ICESD'11 Adrar (2011) 227 – 232

Protection des eaux souterraines de la région d'Adrar des infiltrations d'eau usée par application du lagunage naturel

N. Nedjah [1*], O. Hamdaoui [2†] et N. Laskri [1]

[1] Laboratoire de Développement Durable et d'Informatique,
Faculté des Sciences et Science de l'Ingénieur,
Université Africaine Ahmed Draïa, Adrar, Algérie
[2] Laboratoire d'Environnement, Faculté des Sciences et Science de l'Ingénieur
Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie

Résumé – *L'accroissement démographique de la population a engendré une croissance de la consommation d'eau; par conséquent, une augmentation du volume d'eau usée rejetée dans les milieux récepteurs. La couverture des besoins en eau potable et en assainissement devient un objectif de plus en plus difficile à atteindre dans notre pays. A cet effet l'eau usée est un sérieux danger pour la santé publique, les écosystèmes, et même pour l'économie. Devant les besoins croissants en eau potable, notre pays est conduite à préserver la qualité de ces eaux potables surtout les eaux souterraines et à développer divers procédés permettant de l'obtenir à partir des eaux de mers, et des eaux usées dans des conditions admissibles techniquement et économiquement et écologiquement [1]. Adrar, ville située à l'extrême Sud Ouest de l'Algérie utilise comme seule source d'eau potable, les eaux de la nappe souterraine. Malheureusement cette nappe est sujette de contamination par le rejet incessant des eaux usées urbaines rejetées par la ville. L'objectif de ce travail est d'étudier l'efficacité du traitement biologique par lagunage naturel de ces eaux brutes; avant leur rejet au milieu récepteur; par l'élimination des éléments caractéristiques de pollution essentiellement DCO, MES, P et N, et de ce fait, préserver la qualité de l'eau souterraine, seule source d'eau potable de la ville d'Adrar [2].*

Mots clés: Eau usée, Eau souterraine, Traitement biologique, Lagunage.

1. INTRODUCTION

Notre pays n'échappe pas au défi de la problématique de croissance et de l'aménagement du territoire et de conjuguer harmonieusement l'économie et l'écologie, c'est-à-dire répondre aux besoins de produire des biens et services sans altérer, ni porter atteinte ou détruire la qualité de l'eau, du sol, et de l'air [3]. Notre objectif dans ce travail est d'essayer d'appliquer un traitement biologique pour éliminer les polluants organiques des rejets des eaux usées tout en sauvegardant la qualité de notre eau souterraine.

2. REGION D'ADRAR

Adrar, première des 48 wilayas algériennes, selon le découpage administratif de 1995, est une ville saharienne située dans le Sud Ouest Algérien. Elle est située entre 1° et 3° Ouest de la ligne de Greenwich et entre le cercle 20° à 30° Nord de l'équateur, bordée au Nord par les wilayas de El Bayadh et de Ghardaïa, à l'Ouest par les wilayas de Béchar et de Tindouf, à l'Est par la wilaya de Tamanrasset, et au Sud par la Mauritanie et le Mali.

* nedjah_nawel@yahoo.fr , laskri_n@yahoo.fr
† o.hamdaoui@yahoo.fr

الدراسة رقم (08)

Afrique SCIENCE 06(3) (2010) 87 - 102 87
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Performances d'abattement des germes pathogènes en lagunage naturel sous climat aride : cas de la filière de traitement des eaux usées de la ville de Taourirt

Abdeslem FAGROUCH[1*], Salouo AMYAY[1], Ali BERRAHOU[1], Hassan EL HALOUANI[1] et Hanae ABDELMOUMEN[2]

[1]Université Mohamed Premier, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire d'Hydrobiologie et d'Ecologie Générale, BP 524, 60000 Oujda, Maroc
[2]Université Mohamed Premier, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Laboratoire de Biologie des plantes et des Microorganismes, BP. 524, 60000 Oujda, Maroc

* Correspondance, courriel : fabdeslem@yahoo.fr

Résumé

La qualité de l'eau est une priorité environnementale. Les impératifs du développement imposent au Maroc d'accorder une place de plus en plus importante aux techniques préventives contre la pollution de l'eau. Dans le domaine du lagunage naturel, l'adaptation de la filière à des conditions spécifiques n'est pas récente et de nombreux exemples existent, en particulier en Afrique. Dans notre pays, l'Office National de l'Eau Potable (O.N.E.P) met l'accent sur le traitement des eaux usées par la recherche de procédés fiables et bénéfiques adaptés aux conditions particulières, ce qui permettra, en cas de succès, d'offrir de nouvelles technologies pour le traitement des eaux usées. Dans une station d'épuration naturelle ou un pilote de laboratoire, le traitement biologique d'un effluent contaminé entraîne une réduction de la charge microorganismes.

Le présent travail a pour objectif principal, d'étudier la performance de la station d'épuration de la ville de Taourirt par l'étude du degrés d'abattement des germes totaux nérobies et anaérobies, et les microorganismes pathogènes entre l'entrée et la sortie de filière de traitement des eaux usées, qui s'installe par lagunage naturel, située sous climat aride à semi aride.

La caractérisation physico-chimique des eaux usées de cette station a aussi réalisée. Cela a permis de constater que ces eaux usées sont relativement chargées en divers polluants. Elles se caractérisent par une charge organique élevée et des teneurs en ammonium, orthophosphates et en sulfates également élevés et une faible teneur en oxygène.

Mots-clés : *Maroc Oriental, lagunage naturel, eaux usées, germes pathogènes, performance d'abattement, climat aride à semi aride*

Abstract

Performances of abatement of the pathogenic germs in natural lagunage under arid climate: case of the dia of treatment of wastewater of the town of Taourirt

The quality of water is an environmental priority. The requirements of the development force Morocco to grant an increasingly important place to the preventive techniques against the water pollution. In the field

الدراسة رقم (09)

Afrique SCIENCE 09(3) (2013) 113 – 121 113
ISSN 1813-548X, http://www.afriquescience.info

Étude de la qualité des eaux épurées par le lagunage naturel en Algérie

Mounira CHACHOUA[1*] et Abdelali SEDDINI[2]

[1,2]Département d'hydraulique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, Algérie, Subdivision d'hydraulique, BP 260 Maghnia, 13300 Tlemcen, Algerie
[2]Seddiniabdelali département d'hydraulique, Faculté de Technologie, BP 230 Chetouane, Tlemcen 13000, Algérie

* Correspondance, courriel : mounira_hydraulique@yahoo.fr

Résumé

L'Algérie est l'un des pays les plus affecté par la rareté des ressources en eau, et la mauvaise répartition des précipitations, à laquelle il faut ajouter le problème de pollution des ressources en eau. Les procédés d'épuration les plus utilisé en Algérie sont les stations des boues activées et les stations de lagunage naturel. En Algérie, le lagunage naturel se présente comme la meilleure solution, il n'exige que des efforts minimaux d'entretien, d'opération et de maintenance, la mécanisation est presque' absente. En plus ce système est le meilleur procédé d'épuration du côté bactériologique, pour cette raison nous avons effectué une recherche sur les performances épuratoires de lagunage naturel en Algérie. Pour aboutir à ce but, nous avons choisi deux stations de lagunage naturel fonctionnel, station de Sidi Senoussi et station d'El Emir Abel Kader. Nous avons analysé les eaux entrantes et sortantes des deux lagunages, les paramètres analysés sont : (MES, DBO ; DCO, PH , $N\text{-}NH_4^+$ $N\text{-}NO_3$) durant les années 2010 ;2011 et 2012 pour le lagunage d'El Emir et 2010 ,2011 pour Sidi Senoussi. D'après les résultats nous avons conclu que le lagunage naturel ne suffit pas pour préserver l'environnement, il faut ajouter d'autres ouvrages d'épuration pour aboutir à la qualité requise pour la préservation de l'environnement, ou bien pour une éventuelle réutilisation. Nous proposons l'ajout des bassins de filtre planté à l'aval des bassins de lagunage naturel.

Mots-clés : *lagunage naturel, performances, eaux usées, Algérie.*

Abstract

The quality of treated waste water by natural lagoon in Algeria

Algeria is one of the most affected by the scarcity of water resources countries sand poor rainfall distribution, which must be added the problem of pollution of water resources. Processes the ost used in Algeria purification stations are activated sludge stations and natural lagoons. In Algeria, the natural lagoon looks like the best solution, it requires only minimal maintenance efforts, operation and maintenance, mechanization is almost absent in most systems this is the best treatment processes of bacteriological side, for this reason we search don the treatment performance of waste stabilization ponds in Algeria. To achieve our goal, we have chose'n two stations lagoon natural functional station and station Senussi Sidi El Emir AbelKader.

الدراسة رقم (10)

49

Soumis le : 03 Janvier 2012
Forme révisée acceptée le : 13 Avril 2012
Email de l'auteur correspondant :
m.boutayeb@yahoo.fr

Nature & Technologie

Epuration des eaux usées domestiques par lagunage naturel dans cinq stations d'épuration de la région de la Chaouia Ouardigha-Maroc

Mohammed Boutayeb[a], Abdelhamid Bouzidi[a]

Université Hassan 1er, Faculté des Sciences et techniques de Settat, laboratoire de Science de l'environnement et du développement, B.P : 577 Settat, Maroc.

Résumé

La disponibilité du foncier et les conditions climatiques encourageis par la situation géographique du Marroc, ont poussé ce pays à adopter depuis les années 90 le lagunage naturel comme étant la solution technique la plus adaptée au contexte économique et climatique, ainsi, de nombreuses stations de traitement des eaux usées ont été déjà réalisées. Le présent travail a pour objectif d'effectuer un suivi et une analyse des performances épuratoires de cinq stations d'épuration (STEP) par lagunage naturel traitant les eaux usées des villes de Settat, de Berrechid, de Ben Ahmed, d'El Gara et de Soualem-Sahel, et d'examiner la fiabilité de cette filière d'épuration dans la zone d'étude. Les rendements épuratoires observés pour l'ensemble des stations d'épuration varient de 74 à 92% comme abattement pour la DBO5. Ce rendement moyen varie entre 63 et 83% pour la DCO, et entre 54 et 87% pour les Matières en suspension (MES). Les performances épuratoires sont faibles et variables et demeurent dépendants de la saison pour l'azote et le phosphore pour lesquels les abattements moyens observés varient entre 14 et 59% pour l'azote et entre 11 et 43% pour le phosphore

Mots clés :Maroc, Région Chaouia Ourdigha, eaux usées, lagunage naturel, rendement épuratoire

1. Introduction

Le système d'épuration des eaux usées domestiques par lagunage naturel demeure parmi les procédés les plus utilisés dans les pays à climats chauds arides à semi-arides. Depuis la fin des années 90, le Maroc a adopté pour le traitement des eaux usées des centres ruraux et urbains le lagunage naturel comme étant la solution technique la plus adaptée au contexte économique et climatique.

La particularité de ce procédé c'est qu'il nécessite un faible coût d'investissement et d'exploitation avec peu d'expertise technique. Par ailleurs, l'utilisation de grandes superficies demeure une contrainte majeure de ce procédé particulièrement dans les zones urbaines où le foncier est coûteux et parfois non disponible.

En comparaison avec les filières de traitement des eaux usées déjà expérimentées au Maroc, le lagunage reste le plus répandu. En effet, le nombre important de stations réalisées ou en cours de réalisation (villes d'Essaouira, Ouarzazat, Skhirat, Dérouа…etc) confirme ce constat. Malgré ces nombreuses réalisations, très peu d'études ont été réalisées pour l'évaluation de l'amélioration des performances épuratoires au niveau des différentes régions.

Le présent travail a pour objectif l'étude de la nature des effluents des eaux usées et la comparative des performances épuratoires de cinq stations d'épuration (STEP) par lagunage naturel traitent les eaux usées domestiques des villes de Settat, de Berrechid, de Ben Ahmed, d'El Gara et de Soualem-Sahel relevant de la région Chaouia-Ouardigha, et le suivi de la fiabilité de la filière de traitement par lagunage naturel dans la zone d'étude.

2. Présentation des stations d'épuration

Les cinq stations d'épuration, objet de la présente étude, sont situées dans la région Chaouia-Ouardigha, caractérisée par un climat de type subhumide à semi-aride, et influencé par l'océan atlantique, avec des hivers humides tempérés et des étés secs et chauds, et des températures moyennes variant entre 11 et 25°C et des précipitations moyenne annuelles de 350 mm. Les données démographiques des villes et les caractéristiques des STEP sont présentées dans les tableaux I et II.

الدراسة رقم (11)

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جـــامـــعـة قاصدي مرباح ورقـــلـــة
كلية الرياضيات وعلوم المادة
قسم الكيمياء

اطروحة محضرة لنيل شهادة دكتوراه علوم

تخصص : كيمياء عضوية تطبيقية

من طرف : العابد ابراهيم

تحت عنوان

معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية محلية

نوقشت يوم: 2015/04/12

أمام لجنة المناقشة:

سكتي لمجال	أستاذ تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح	رئيسا
زاقي عمار	أستاذ تعليم عالي جامعة أم البواقي	مناقشا
وهراني محمد رضا	أستاذ تعليم عالي جامعة الوادي	مناقشا
صغيري لخضر	أستاذ تعليم عالي جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مناقشا
بية أحمد عبد الحفيظ	أستاذ محاضر (أ) جامعة قاصدي مرباح ورقلة	مشرفا ومقررا
غراف نور الدين	أستاذ تعليم عالي جامعة أم البواقي	مساعد مشرف

السنة الجامعية: 2015/2014

الدراسة رقم (12)

مجلة الهندسة والتكنولوجيا مجلد 36، العدد الخامس 3، 2018

DOI : http://dx.doi.org/10.30684/etj.36.3C.4

المؤتمر العلمي الثالث للهيئة والتنمية المستدامة، بغداد، 15-16 تشرين الثاني 2017

تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار-جنوب العراق

اقراح عبد مكطوف
قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة ذي قار، العراق

ياسم يوسف الخفاجي
قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة ذي قار، العراق

رشا صالح نهير
قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة ذي قار، العراق

مانجدة صباح العزي
قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة البصرة، العراق

الخلاصة: تجرت الدراسة الحالية لبيان مدى وامكانية الاستفادة من المياه الغير تقليدية ومنها مياه الصرف الصحي ومعالجتها بدائل محلية واستخدامها في الجانب الزراعي. تناولت الدراسة تطبيق نظام المعالجة النباتية Phytoremediation لمعالجة مياه الصرف الصحي من جوانب التنمية الداخلي وذلك بعد خروجها من محطة معالجة مياه الصرف الصحي بجوب محافظة ذي قار. وقد صممت حقول مياه الصرف الصحي خلال ربيع 2016 م استخدم نظام المعالجة النباتية للأحقة لقاعة نبات الشمبلان في بعض قيم مؤشرات التلوث وتحسين نوعية المياه ومقارنتها مع قبل ذلك المؤشرات في المياه الخارجة من المحطة المذكورة.

بينت الدراسة بعض الخصائص الكيميائية قبل وبعد المعالجة فضلاً عن ذلك تم قياس تراكيز اربعة من العناصر الثقيلة (الكادميوم، الخارصين، النيكل والرصاص) اظهر نبات الشمبلان كفاءة عالية في خفض تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية والمواد الصلبة العالقة الكلية والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين والنترات والفوسفات بنسب (92.42%، 95.47%، 90.98%، 87.97%، 84.42%) على التوالي، وسجل كفاءة فعالية لإزالة العناصر الثقيلة قيد الدراسة (الكادميوم، الخارصين، النيكل والرصاص) بمقدار (79.58%، 78.67%، 67.64%) على التوالي وتوصلت الدراسة بأن نبات الشمبلان سجل كفاءة لإزالة الملوثات في معالجة مياه الصرف الصحي.

الكلمات المفتاحية: مياه الصرف الصحي، المعالجة النباتية، نبات الشمبلان، العناصر الثقيلة.

Evaluation the Efficiency of *Ceratophyllum demersum* in Wastewater Treatment Wastewater in Thi-Qar Province–South Iraq

Abstract: This present study was conducted to show the extent of using non-traditional water resource such as sewage after its treatment with local alternative chemicals and using the resulting water in agriculture parts. The study with the current application of phytoremediation system for sewage treatment crude from the inner collected during the spring season 2016. Phytoremediation is used to note the efficiency of Ceratophyllum *demersum* in reducing the values of pollution indicators, improve water quality, and compare it with the values of those indicators in station water. Measuring of some physical and chemical before and after treatments. Moreover, we measured four metals (Cd, Zn, Ni and Cd). *C. demersum* showed highly efficient in removing total dissolved solid, total suspended solid, biological oxygen demand, chemical oxygen demined, nitrate, phosphate rates (43.22%, 95.55%, 90.72%, 90.49%, 88.19% and 85.71%) respectively. Efficiency to remove the concentrations of trace metals under study (Cadmium, Zinc, Nickel and Lead) (24.27, 9.94, 49.08 and 29.21) mg/l respectively. The study reached the following result, the *C. demersum* have a high efficiency removal in treatment of wastewater.

Keywords: Wastewaters, Phytoremediation, C. demersum, Trace metals

كيف تستشهد بهذه المقالة: مكطوف، اقراح عبد والخفاجي، ياسم يوسف وزهير، رشا صالح والعزي، مانجدة صبيح، "تقييم كفاءة نبات الشمبلان في معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة ذي قار-جنوب العراق." مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 36، العدد الخامس 3، 229-239، 2018.

1. المقدمة

يعد الماء احد اركان الحياة الاساسية وتوافره ضرورة لوجود الحياة على الارض [1]، لذا فان تلوث الماء يعد احد المخاطر الرئيسية التي تهدد حياة الكائنات كافة ومنها الانسان، ان تلوث الماء قد يؤثر في حي الاحياء او يتداخل مع السلسة الغذائية او يضيف بعض المواد السامة مما يسبب ضرراً في صحة الانسان ويعيق استخدامه في حياته اليومية [2]. ان الماء له القدرة على تنقية نفسه بنفسه مما يقلل به من التراب ويساعد العوامل البيئية الاخرى اذا ما كانت الشوائب ضمن قابلية المصدر المائي على تحملها ومعالجتها [3]. اما اذا زادت هذه الملوثات عن تراكيزها بكميات كبيرة فان يواثر التردي في نوعية المياه لبدأ بالظهور على ذلك المصدر المائي [4]. ان معظم المستوطنات الحضرية من دول العالم الثالث تطرح مياه المجاري في الأنهار والبحار والبحيرات، ولا يخفى ما يعود الطريق لحدوث مشاكل بيئية خطرة [5]. فالتأثير السلبي لعدم الاهتمام في معالجة مياه الصرف الصحي يتعكس على الدخل القومي والاقتصاد البلاد، ولعرض معالجة

Copyright © 2018 by UOT, IRAQ

الدراسة رقم (13)

مجلة ابحاث البصرة ((العلميات)) العدد (ق)، الجزء 3، B ..... (2014)

متوفرة على الموقع: http://www.basra-science-journal.org

ISSN -1817 -2695

معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام الجريان السطحي الحر (FWS) وباستخدام نبات القصب *Phragmites australis*

منال محمد اكبر[1] ايثسام مهدي عبدالصاحب[2] *مانجدة صباح العزي[1]

[1] قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة البصرة

[2] قسم الأحياء البحرية / مركز علوم البحار / جامعة البصرة

*e-mail: tamammsd@yahoo.com

الاستلام 26-3-2014 ، القبول 29-9-2014

الخلاصة

تناولت الدراسة الحالية معالجة مياه الصرف الصحي بتطبيق نظام المعالجة ذات الجريان السطحي الحر (FWS) باستخدام نبات القصب *Phragmites australis* (Cav.) Trin Ex. Steudel ولمدة ستة أسابيع . إذ أثبتت نتائج التجربة كفاءة نبات القصب في هذا النظام ودوره الفعال من خلال اختزال ابرز مؤشرات التلوث pH ، TDS ، TSS ، BOD_5 ، COD فضلاً عن النترات NO_3 والفوسفات PO_4 لمياه الصرف الصحي المعالج أولياً والذي تم جمعه من أحواض الترسيب الابتدائي لمحطة حمدان المركزية – البصرة. وتحسين نوعية المياه . فكان الارتفاع البسيط في قيم pH من 7.53 الى 7.83 وانخفضت قيم TSS من 170.33 ملغم/لتر الى 6.33 ملغم/لتر ، و انخفضت قيم TDS من 3474 ملغم/لتر ليصل الى 1547.33 ملغم/لتر وتناقصت قيم الـ BOD_5 من 173.33 ملغم/لتر الى 4.33 ملغم/لتر وكان الانخفاض لقيم الـ COD من 274.67 ملغم/لتر الى 18.33 ملغم/لتر، أما قيم النترات وتركيز الفوسفات فقد انخفضت من 19.03 ملغم/لتر الى 2.6 ملغم/لتر ومن 4.8 ملغم/لتر الى 0.87 ملغم/لتر على التوالي .

الكلمات المفتاحية: نظام المعالجة بالأسطح للجريان الحر (FWS) ، نبات القصب *Phragmites australis* ، مياه الصرف الصحي.

1. المقدمة

تعد مياه الصرف الصحي أحدى مصادر تلوث البيئة عموماً والموارد المائية خصوصاً، وذلك عندما تطرح من دون معالجة في الأنهار والبحار والبحيرات، ولا يقتصر هذا التلوث على انتشار الأمراض والأوبئة فقط، بل ويؤثر أيضا في الثروة الزراعية والحيوانية، وفي الناحية السياحية للمنطقة، وبالتالي يؤدي الى التأثير السلبي في الدخل القومي واقتصاد البلد، وتلافياً لهذه الأضرار لابد من معالجة مياه الصرف الصحي قبل طرحها للاستفادة منها في أغراض اقتصادية. وانتشرت بالوقت الحاضر التقانات السليمة بيئياً والتي تحسن الأداء

الدراسة رقم (14)

Journal of Environmental Management 279 (2021) 111552

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: http://www.elsevier.com/locate/jenvman

Research article

Hybrid constructed wetlands as post-treatment of blackwater: An assessment of the removal of antibiotics

Karen Sayuri Ito Sakurai[a], Caroline Moço Erba Pompei[b,*], Inês N. Tomita[c], Álvaro J. Santos-Neto[d], Gustavo Henrique Ribeiro Silva[b]

[a] University of São Paulo (USP), São Carlos School of Engineering, Department of Hydraulics and Sanitation, São Carlos, SP, Brazil

[b] São Paulo State University (UNESP), School of Engineering Assets, Department of Civil and Environmental Engineering, Bauru, SP, Brazil

[c] Biological Processes Laboratory, Center for Research, Development and Innovation in Environmental Engineering, São Carlos School of Engineering (EESC), University of São Paulo (USP), São Carlos, SP, Brazil

[d] São Carlos Institute of Chemistry, University of São Paulo, São Carlos, SP, Brazil

ABSTRACT

New sanitation systems have been developed to treat, recover energy and nutrients, and permit reuse processes at the source of generation, minimizing water use and flow segregation. Thus, this study was carried out with the objective of evaluating the potential of hybrid constructed wetlands in the removal of organic matter, nutrients, pathogenic microorganisms, and 12 antibiotics from blackwater previously treated by an upflow anaerobic sludge blanket reactor. A hybrid system of constructed wetlands was used, comprised of a horizontal subsurface flow constructed wetland with a total volume of 0.68 m^3 followed by a vertical subsurface flow constructed wetland with a total volume of 0.28 m^3. Three different hydraulic retention times were comparatively tested (1.0, 2.0, and 3.0 days for the horizontal subsurface flow constructed wetland, and 1.1, 0.9, and 0.4 days for the vertical subsurface flow constructed wetland) in four distinct stages. The plant species used was *Canna x generalis*. The results from this study demonstrate the potential of constructed wetlands as a suitable technology for post-treatment of segregated domestic wastewater (anaerobically-digested blackwater). Different reductions of COD, BOD_5, total nitrogen, and total phosphorus (74, 93, 50, and 61%, respectively) was achieved, with a hydraulic retention time of 3.0 and 1.1 days for horizontal and vertical subsurface flow constructed wetland, respectively (stage IV). The presence of ciprofloxacin was confirmed by chromatographic and mass spectrometric analysis in an average concentration of 442.6 ng.L^{-1} at the inflow of the horizontal subsurface flow constructed wetland, but was not observed at the outflow.

ARTICLE INFO

Keywords:
Hybrid constructed wetlands
Blackwater
New sanitation
Post-treatment
Antibiotics removal

1. Introduction

Mismanagement, along with the inappropriate use of water resources, has become a worrying social problem which requires alternative solutions and scientific and technical guidance for the control and reduction of the generated imbalances.

The majority of sewage treatment systems are not sustainably effective in removing nutrients. In addition, they were not designed for removing micropollutants, such as pharmaceuticals, which are widely detected in surface water, groundwater, and drinking water (Pompei et al., 2019; Rabello et al., 2019) and may still cause unknown damage to the health of both, humans and the ecosystem (Peasrtolet et al., 2018; Wielemaker et al., 2018; Larsen et al., 2016).

Moreover, the increasing scarcity of water in the world, along with the rapid increase in population, and others, emphasizes the need for proper water management practices, including no-potable water reuse (Cassardo and Jones, 2011; Ahmed et al., 2020).

To address these issues, a new sanitation system has been developed in developed countries (Lundeng, 2013; Leal et al., 2017).

Zeeman (2012) defined the concept of new sanitation as the collection, transportation, treatment, recovery, and reuse of domestic sewage. Often, these systems may include a segregation of flows between blackwater and greywater, thus offering an increased possibility for the recovery of nutrients and the removal of micropollutants (Peasrtolet

* Corresponding author.
E-mail addresses: sayurisakurai.30@hotmail.com (K.S.I. Sakurai), caroline.erba@yahoo.com.br, caroline.erba@yahoo.com.br (C.M.E. Pompei), tarcomita@gmail.com (I.N. Tomita), alvarojsan@sc.usp.br (A.J. Santos-Neto), gustavo.ribeiro@unesp.br (G.H.R. Silva).

https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111552
Received 28 February 2020; Received in revised form 16 October 2020; Accepted 18 October 2020
Available online 28 October 2020

0301-4797/© 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved.

الدراسة رقم (15)

Ecological Engineering 99 (2017) 91–98

Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Engineering

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecoleng

Long-term performance of an integrated constructed wetland for advanced treatment of mixed wastewater

Yinghai Wu[a,b], Rui Han[c], Xunan Yang[a], Yukui Zhang[b], Renduo Zhang[a,*]

[a] School of Environmental Science and Engineering, Guangdong Provincial Key Laboratory of Environmental Pollution Control and Remediation Technology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

[b] South China Institute of Environmental Science, Ministry of Environment Protection, Guangzhou 510655, China

[c] School of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510000, China

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate long-term performance of a full-scale integrated constructed wetland (CW) system for advanced treatment of sanitary and industrial mixed wastewater. The system consisted of a vertical subsurface flow (VSF) CW, a free water surface (FWS) CW, and a horizontal subsurface flow (HSF) CW in series. Results from six-year operation showed that the system resulted in average removal efficiencies of 70%, 70%, 34%, 52%, 45%, 74%, 21%, 43%, and 98% for COD, NH_4-N, NO_3-N, TN, TP, TSS, F , Ni, and E. coli, respectively. Especially, NH_4-N was effectively removed by the VSF CW. With relatively high hydraulic loading rates (18.0–43.6 $cm\,d^{-1}$) and short hydraulic retention times (1.04–2.51 d), the removal efficiencies of the system were quite stable for most of the water quality parameters, while the removal efficiency of TN increased from 40% to 60% during the six years. The removal efficiencies of the system were generally stable with the change of seasons. This study demonstrates that the VSF + FWS + HSF CW system can be a valuable approach for advanced wastewater treatment to meet the more stringent discharge requirement.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

ARTICLE INFO

Article history:
Received 17 September 2015
Received in revised form
19 September 2016
Accepted 13 November 2016

Keywords:
Integrated constructed wetland
Advanced treatment
Nitrogen removal
Mixed wastewater

1. Introduction

As the tertiary treatment construction for advanced treatment of secondary-treated wastewater, constructed wetlands (CWs) can further reduced regional water pollutant emission (Xiong et al., 2011). Studies have shown CWs' ecological and economic benefits (Mitsch et al., 2005; Teng et al., 2012). Most of CWs have been utilized to treat domestic and agricultural wastewater. To meet the more stringent discharge requirement, CWs are increasingly used for treatment of industrial wastewater (Calheiros et al., 2009; Wu et al., 2015).

As typically environmentally-friendly engineering systems, free water surface (FWS) CW, horizontal subsurface flow (HSF) CW, and vertical subsurface flow (VSF) CW have been designed to remove pollutants from contaminated water. Single-type CWs have been studied and applied for many years. However, deficiencies for wastewater treatment exist in the single-type CWs. For example, in a VSF system, ammonia can be oxidized to nitrate, but nitrate is difficult to be well denitrified (Vymazal, 2007). In a HSF system, nitrate can be denitrified to nitrogen gas (N_2), but ammonia is difficult to be oxidized. Carbon sources are not sufficient for denitrification in HSF and VSF systems, while biological oxygen demand (BOD) is difficult to be degraded in the FWS system. The different performances in single-type CWs are attributable to their different structures and environmental conditions, such as microbial communities, oxidation-reduction potential, and pH value (Faulwetter et al., 2009; Wu et al., 2016).

An integrated CW system (also called a hybrid system) is composed of two or more types of CWs to take the advantages of individual systems and complement each other (Vymazal, 2013). Different combinations of FWS, HSF, and VSF CWs have been compared for their treatment performance of pollutants in wastewater (Vymazal, 2013; Zhang et al., 2014). However, some combinations of CWs, such as VSF + FWS + HSF CWs, have not been investigated. Based on the following assumptions, VSF + FWS + HSF CWs may be developed as a valuable system for wastewater treatment. Built followed the secondary treatment facility, the VSF CW can utilize the excess oxygen produced by the traditional aeration treatment, which should enhance the nitrification process. The following FWS CW should have a good function for ammonia volatilization. The

* Corresponding author at: School of Environmental Science and Engineering, Sun Yat-sen University, No. 135, Xingang Xi Road, Guangzhou 510275, China.
E-mail address: zhangrd@mail.sysu.edu.cn (R. Zhang).

http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.11.032
0925-8574/© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

الملخص:

الهدف من عملنا هو التقييم النظري لطرق معالجة مياه الصرف الصحي بالمناطق الجافة والشبه الجافة و ذلك من خلال تحليلنا لدراسات السابقة لـ 15 دراسة مرجعية، و بمقارنة نسبة إزالة الملوثات (DCO، DBO_5، NO_2، PO_3) بين كل طريقة، و التي تبين أن كلا من طريقة الحمأة المنشطة و البحيرات المهواة تكون فيها نسبة الإزالة قريبة مقارنة بالمعايير الوطنية و الدولية أما بالنسبة للطريقتين تبين المعالجة بالنباتات و البحيرات الطبيعية كانتا لهما قدرة في إزالة الملوثات لكن بمدة أطول و بتكلفة أقل عكس الطريقتين الأخريين.

الكلمات المفتاحية: طرق معالجة مياه الصرف الصحي- الحمأة المنشطة- البحيرات المهواة- البحيرات الطبيعية- المعالجة بالنباتات- المناطق الجافة- المناطق الشبه الجافة.

Abstract:

The aim of our work is to theoretically evaluate wastewater treatment methods in arid and semi-arid areas through our analysis of previous studies of 15 reference studies, and by comparing the percentage of pollutant removal **(DCO, DBO5, NO2, PO3)** between each method, which shows that both the activated sludge method and aerated lakes, the removal is percentage is close compared to the national and international standards. As for the two methods treated with plants and natural lakes, they had the ability to remove pollutants, but with a longer period and at a lower cost, unlike the other two methods.

Key words: wastewater treatment methods - activated sludge - aerated lakes - natural lakes - treated plants - dry areas - semi-arid areas.