وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

جامعـة قاصـدي مربـاح ورقلـة

كليـة الرياضيات وعلـوم المـادة

قسـم الكيمياء

مذكـرة مقدمة لنيل شهادة ماستر أكاديمي

فـي الكيـمياء

التخصص: التلوث الكيميائي وتسيير المحيط

من إعداد: صندالي مريم و زعباب كنزة

بعنـوان

تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات : مقارنة بين محطتي أنقوسة و تماسين

نوقشت علنا يوم: 21 ماي 2017 أمام لجنة المناقشة:

العابد إبراهيم	أستاذ محاضر أ	المدرسة العليا للأساتذة ورقلة	رئيسا
زبيدي عمار	أستاذ مساعد أ	جامعة ورقلة	مناقشا
ذوادي علي	أستاذ محاضر أ	جامعة ورقلة	مـقررا

السنة الجامعية : 2016 / 2017

شكر وعرفان

الحمد الله الذي وفقنا وأعاننا على إنجاز هذه المذكرة.
من دواعي سرورنا أن نتوجه بجزيل الشكر والإمتنان إلى أستاذنا الفاضل المشرف على هذه المذكرة **ذوادي علي** على قبوله الإشراف على هذه المذكرة، حيث لم يبخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة.

كما نتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أساتذتنا الأفاضل، الأستاذ **العابد إبراهيم** أستاذ محاضر (أ) بالمدرسة العليا للأساتذة بورقلة على قبوله ترأس لجنة المناقشة والأستاذ **زبيدي عمار** أستاذ مساعد (أ) بجامعة ورقلة على قبوله المشاركة في لجنة المناقشة.

كما نتقدم بجزيل الشكر إلى كل عمال مخبر محطة الديوان الوطني للتنقية والتطهير بورقلة وتقرت: نخص بالذكر مدير المؤسسة **مخلوفي اسماعيل** بورقلة و**عبد المجيد بن هنية** بمؤسسة تقرت.

كما نشكر كل من ساعدنا من قريب أو بعيد على إنجاز هذه المذكرة.

كما لايفوتنا أن نتقدم بجزيل الشكر إلى كل أفراد عائلتينا الكبيرة والصغيرة وإلى جميع الأصدقاء.

الفهرس

المقدمة 01

الجزء النظري

الفصل الأول : تلوث المياه

I عموميات حول المياه الملوثة 02

1.I تلوث المياه 02

1.1.I تعريف تلوث المياه 02

2.1.I مصادر تلوث المياه 02

3.1.I أنواع التلوث المائي 02

2 .I مياه الصرف الصحي 04

1.2 .I تعريف مياه الصرف الصحي 04

2.2 .I خصائص مياه الصرف الصحي 04

3 .2 .I أنواع مياه الصرف الصحي 05

3 .I مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي 05

الفصل الثاني : معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال النباتات

II معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال بالنباتات 09

1 .II خطوات المعالجة 09

2.II محطات المعالجة بالنباتات 09

1.2. II تصنيف محطات المعالجة بالنباتات 10

1.1.2 . II تصنيف الأراضي الرطبة تبعا للنباتات المستخدمة ضمنها 10

2. 1.2. II أحواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي 10

3. II دور النباتات المائية في محطات المعالجة بالنباتات 15

4. II النباتات المائية المستعملة في التنقية 18

1.4. II نبات الأسل المفترس Juncus *effusus* 18

1.1.4. II التصنيف العلمي 18

2.1.4. II وصف نبات الأسل المفترس 18

3.1.4.II استعمالات نبات الأسل المفترس 19

2.4. II نبات البردي Cyperus papyrus 19

1.2.4.II التصنيف العلمي 19

2.2.4.II وصف نبات البردي 19

II .3.2.4 استعمالات نبات البردي 20

II .3.4 نبات البوط عريض الأوراق*Typha latifolia* 20

II .1.3.4 التصنيف العلمي 20

II .2. 3.4 وصف نبات البوط عريض الأوراق 21

II 3 3.4 استعمالات نبات البوط عريض الأوراق 21

II .4. 4 نبات الـــدفلـــــة *Nerium oleander* 22

II .1 .4.4 التصنيف العلمي 22

II .2. 4 .4 وصف نبات الدفلة 22

II .3. 4 . 4 استعمالات نبات الدفلة 22

II .5 .4 نبات القنا *Canna indica* 23

II .1.5.4 التصنيف العلمي 23

II .2.5. 4 وصف نبات القنا 23

II .3.5. 4 استعمالات نبات القنا 23

II .6.4 نبات القصب *Phragmites communis* 24

II .1. 6.4 التصنيف العلمي 24

II .2.6.4 وصف نبات القصب 24

II .3. 6.4 استعمالات نبات القصب 24

الجزء العملي

الفصل الثالث: الجزء العملي

III .1 تقديم منطقة الدراسة:أنقوسة 25

III .1.1 الموقع الجغرافي 25

III .1.1 2 تقديم محطة أنقوسة

III .1 3. نظام التدفق داخل المحطة 26

III .1 4. النباتات المستخدمة داخل المحطة 27

III .2 تقديم منطقة الدراسة:تماسين 28

III .2. 1. الموقع الجغرافي 28

2 .2.III	تقديم محطة تماسين	28
3 .2.III	نظام التدفق داخل المحطة	29
4 .2.III	النباتات المستخدمة في التنقية داخل المحطة	29
3.III	الوسائط الفيزيوكيميائية	30
1.3.III	تحديد المواد العالقة MES	30
2.3.III	تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين DCO	32
3.3.III	تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5	33
4.3.III	تحديد كمية النتريت NO_2^-	34
5.3.III	قياس الناقلية الكهربائية	35
6.3.III	قياس الدليل الهيدروجيني pH	35
7.3.III	قياس درجة الحرارة	36

الفصل الرابع النتائج والمناقشة

IV	النتائج و المناقشة	37
1.IV	نوعية المياه المستعملة على مستوى المحطة	37
1.1.IV	عامل التلوث DCO	38
2.1.IV	عامل التلوث DBO_5	40
3.1.IV	عامل التلوث MES	42
4.1.IV	عامل التلوث NO_2^-	44
5. 1.IV	عامل التلوث الناقلية الكهربائية CE	47
6. 1.IV	عامل التلوث pH	48
7.1.IV	عامل التلوث درجة الحرارة T	49
8.1.IV	عامل التلوث درجة الملوحة	50
2. IV	إختيار طريقة المعالجة لمياه الصرف الصحي	51
الخلاصة		53
المراجع		54
الملحق		56

قائمة الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	أنواع محطات المعالجة بالنباتات حسب اتجاه و نوع الجريان.	11
02	مكونات محطة المعالجة بالنباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي	11
03	حوض المعالجة بالنباتات ذات الجريان الأفقي	12
04	الحصى المستخدم في الفلترة	13
05	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر	13
06	حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي.	14
07	أحواض معالجة بالنباتات ذات الجريان المتنوع (الأفقي و الشاقولي)	15
08	تشكل مستعمرات من الطحالب و البكتريا على سيقان النباتات المغمورة بالمياه	16
09	الفجوات الهوائية الموجودة في أحد جذور النباتات	16
10	نقل الأكسجين الجوي للنبات عبر الجذور	17
11	نبات الأسل المفترس *Juncus effusus*	18
12	نبات البردي *Cyperus papyrus*	19
13	نبات البوط عريض الأوراق *Typha latifolia*	20
14	نبات الـــدفلـــــة *Nerium oleander*	22
15	نبات القنا *Canna indica*	23
16	نبات القصب *Phragmites communis*	24
17	الخريطة الجغرافية لمنطقة أنقوسة	25
18	منظر جوي لمحطة أنقوسة	26
19	المخطط العام لمحطة التنقية بأنقوسة	27
20	الخريطة الجغرافية لمنطقة تماسين	28
21	مراحل معالجة المياه الملوثة بإستخدام النباتات	29
22	التطور الزمني للطلب الكيميائي للأكسجين DCO في المدخل والمخرج للمحطتين	39
23	التطور الزمني للطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 في المدخل والمخرج للمحطتين	41
24	التطور الزمني للمواد العالقة MES في المدخل والمخرج للمحطتين	43
25	التطور الزمني للنتريت NO_2^- في المدخل والمخرج للمحطتين	45
26	التطور الزمني للناقلية الكهربائية CE في المدخل والمخرج للمحطتين	47
27	التطور الزمني للأس الهيدروجيني ال pH في المدخل والمخرج للمحطتين	48
28	التطور الزمني لدرجة الحرارة T في المدخل والمخرج للمحطتين	49
29	التطور الزمني لدرجة الملوحة في المدخل والمخرج للمحطتين	50

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	دور النباتات ضمن محطات المعالجة بالنباتات	17
2	حجم العينة بدلالة DCO	33
3	نتائج تحاليل قياس DCO، DBO_5، NO_2^-، MES للمياه الداخلة إلى المحطة.	37
4	نتائج تحاليل قياسDCO، DBO_5، NO_2^-،MES للمياه الخارجة من المحطة.	38
5	نتائج تحاليل قياس T، pH، CE، الملوحة، للمياه الداخلة إلى المحطة.	46
6	نتائج تحاليل قياسT، pH، CE، الملوحة، للمياه الخارجة من المحطة	46
7	نوع المعالجة المناسب لمياه الصرف الصحي.	50
8	المردود المتوسط لعوامل التلوث بعد المعالجة في كل محطة.	51
9	نسبة DCO وDBO_5 وNO_2^- وMES للمياه الخارجة للمحطتين.	55
10	القرار الوزاري رقم 26المتعلق بالمعايير الجزائرية الخاصة بمياه مصبات الملوثات السائلة الصناعية.	55
11	القرار الوزاري رقم 41 المتعلق بالمعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي.	56
12	معايير منظمة الصحة العالمية OMS للمياه الملوثة .	56

قائمة الرموز

الرمز	التسمية
MES	المواد العالقة
CE	الناقلية الكهربائية
pH	الأس الهيدروجيني
DCO	الطلب الكيميائي للأكسجين
Sal	الملوحة
DBO_5	الطلب البيوكيميائي للأكسجين
NO_2^-	النتريت
ONA	الديوان الوطني للتطهير
STEP	محطة المعالجة
OMS	منظمة الصحة العالمية

المقدمة

مقدمة

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 إلى التأثير السلبي في الدخل القومي واقتصاد البلد، وتلافياً لهذه الأضرار لابد من معالجة مياه الصرف الصحي قبل طرحها للاستفادة منها في أغراض اقتصادية. انتشرت في الوقت الحاضر تقنيات سليمة بيئياً والتي تحسن الأداء البيئي بشكل ملحوظ وتساعد على الاستمرارية والاستدامة البيئية عند تطبيقها وتعتبر اقل تلويثاً من غيرها، و تستخدم المصادر الطبيعية بشكل يضمن استدامتها. ومن أهم هذه التقنيات هي المعالجة الحيوية ويتم من خلالها استخدام كائنات حية (نباتات أو أحياء دقيقة) لإزالة سمية الملوثات من البيئات المختلفة وهذه المعالجة هي عملية لا تقدر بثمن لأوسع تطبيق في مجال حماية البيئة. المعالجة النباتية هي شكل من أشكال المعالجة الحيوية وتعني استخدام نباتات معينة لها القدرة على تقليل مستويات التلوث عن طريق آليات أيضية معينة يقوم بها النبات وتؤدي إلى إزالة أو حجز أو تحليل الملوثات المختلفة. ومن أهم تطبيقات المعالجة النباتية هو استخدام أحد أنظمة الأراضي الرطبة المصطنعة وهذا النظام عبارة عن محطات معالجة بالنباتات يتم تصميمها هندسيا تمر فيها المياه الملوثة المعالجة أولياً بالترسيب عبر أحواض مزروعة بالنباتات ومملوءة بوسط حصوي أو رملي أو مزيج منهما، والتي تعمل على خفض تركيز الملوثات الموجودة في مياه الصرف الصحي بشكل كبير. من بين النباتات المستعملة في تنقية المياه الملوثة نذكر على سبيل المثال:الاسل المفترس، القصب، البردي.....إلخ والتي تلعب دورا كبيرا في معالجة مياه الصرف الصحي، مما شجع الكثير من الباحثين على التفكير في الاستفادة منها لمعالجة مياه الصرف الصحي. يعد موضوع تنقية مياه الصرف الصحي من المواضيع البارزة في وقتنا الحاضر وهذا لأهمية المياه بالنسبة للكائنات الحية ومن الدراسات التي تطرقت لهذا الموضوع نذكر باباي وسيلة - سوفي أمال [1]، العابد إبراهيم [2].

في عملنا هذا سوف نقوم بدراسة مردود تنقية محطتين تعملان بنظام التصفية بالنباتات (أنقوسة و تماسين) و المقارنة بينهما من حيث الكفاءة في إزالة العوامل الملوثة.

يتضمن عملنا هذا :

الفصل الأول : تلوث المياه

الفصل الثاني : معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال النباتات

الفصل الثالث : الجزء العملي

الفصل الرابع : النتائج و المناقشة

الفصل الأول
تلوث المياه

I. عموميات حول المياه الملوثة

1.I تلوث المياه :

1.1.I تعريف تلوث المياه:

هو أي تغير غير مرغوب به يؤثر فيزيائيا أو بيولوجيا أو كيميائيا في نوعية المياه، يؤثر سلباً على الكائنات الحية، أو يجعل المياه غير صالحة للاستخدامات المطلوبة.

وتعرف الملوثات بحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها أي مادة فيزيائية أو كيميائية أو عضوية أو إشعاعية موجودة في مياه الصرف وتعمل على تدني نوعية هذه المياه، وتشكل خطورة تمنع الاستفادة منها.

أ.التغير الفيزيائي: التحولات التي تطرأ على المياه في اللون والطعم والرائحة والناقلية الكهربائية و القساوة ودرجة الحرارة وبقية الخواص الفيزيائية.

ب.التغير البيولوجي: يتناول طبيعة وتعداد البكتريا والطفيليات والفطريات والفيروسات التي يمكن أن تتواجد فيها.

ج.التغير الكيميائي: التغيرمن حيث التكوين وطبيعة وتراكيز المعادن والشوارد والأملاح والرقم الهدروجيني (pH) والقلوية وغيرها من الخواص الكيميائية والإشعاعية[3].

2.1.I مصادر تلوث المياه:

تتعدد مصادر تلوث المياه ويمكن تقسيمها إلى:

- مصادرطبيعية: وتشمل الجو، المعادن الذائبة، تحلل المواد النباتية، والجريان السطحي للأملاح والكيماويات.
- مصادر زراعية: وتشمل الانجراف المائي للتربة، مخلفات حيوانية (مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن)، أسمدة كيميائية ومبيدات، مياه الري.
- مياه الصرف وتشمل الصرف الصحي، الصرف الصناعي، المركبات البحرية والحوادث البحرية.
- مصادر أخرى متنوعة مثل أنشطة البناء، المناجم، الماء الجوفي، أماكن تجمع القمامة، وأماكن إنتاج الإسمنت، .....الخ [4،5].

3.1.I أنواع الملوثات المائية:

1. التلوث الطبيعي: وهو موجود وجوداً دائماً، فالمخلفات العضوية وجدت في الماء منذ ظهور الكائنات الحية النباتية والحيوانية على سطح الأرض، إذ تأخذ المخلفات الطبيعية الناتجة عن أجسام الكائنات الحية والمواد العضوية الميتة طريقها إلى الماء في كل مرة تتدفق فيها المياه الجارية، وخصوصاً لدى هطول الأمطار فوق التربة والصخور والرواسب المعدنية والفضلات العضوية. ومع ذلك فربما يكون الإنسان

مسؤولا في كثير من الحالات عن زيادة التلوث الطبيعي، نتيجة لتعدياته على الغابات وأشكال الغطاء النباتي المختلفة.

2. التلوث الحراري: ويحدث عادة حيثما توجد محطات توليد الطاقة الكهربائية والمصانع التي تستخدم الماء للتبريد، إذ تضيف هذه المنشآت إلى المسطحات المائية ماء ذا درجة حرارة مرتفعة، وهو ما يسبب في كثير من الأحيان أضراراً للحياة النباتية والحيوانية أكثر مما تسببه المواد الملوثة التي تقذفها المصانع ذاتها، فكل زيادة عن درجة الحرارة الطبيعية في الكتل المائية تخل بالتوازن الطبيعي [6،7].

3. التلوث البكتيري : ويقصد به وجود ميكروبات في الماء وهي تسبب عدداً من الأمراض المعدية مثل الدوسنتريا والكوليرا والبلهارسيا وغيرها من الأمراض.

4. النفط : ويعد هو ومشتقاته واحداً من أهم الملوثات المائية المتميزة بانتشارها السريع، فقد يصل إلى مسافة تبعد 700Km عن منطقة تسربه، ويصدر هذا التلوث عن حوادث ناقلات النفط الخام أو المكرر، كما تُعد المصافي النفطية واحدة من المصادر الهامة لتلوث الماء بالنفط، لأن المصافي تستهلك كمية من الماء، ثم تلقيه في البحار أو الأنهار مع مقدار من النفط، كما أن الاستثمار في عرض البحر سواء في مرحلة التنقيب أو الإنتاج يشكل مصدراً إضافياً للتلوث بالنفط عن طريق التسرب، كما يتسرب النفط أثناء تحميل وتفريغ الناقلات.

5. المخلفات الصناعية : ويعد تلوث الماء بالمواد الكيميائية الناتجة عن الصناعات المختلفة واحدة من أعقد المشكلات التي تواجه الإنسان، ومن أهم هذه الملوثات الكيميائية المعادن الثقيلة : الرصاص، الزئبق، الكادميوم والنحاس والزنك وغيرهم من معادن ومواد.

6. التلوث الإشعاعي : والتلوث بها واحد من صور التلوث الشديدة الخطورة، فالمواد المشعة تصل إلى المياه نتيجة للتجارب النووية وعمل المفاعلات ومحطات الطاقة الكهروذرية، وبسبب حفظ النفايات المشعة في أعماق البحار والمحيطات، وهو ما يؤدي إلى رفع تركيز هذه المواد في المياه.

7. التلوث البيولوجي: هي مياه المجاري المستعملة حيث تحتوي على فضلات دورات المياه وشوائب ومنظفات صناعية وبكتيريا، يتم التخلص من هذه المياه في معظم الدول عن طريق تصريفها في المسطحات المائية دون معالجتها حيث تكون المياه ملوثة بالمنظفات الصناعية والصابون وبعض أنواع البكتيريا الضارة .....الخ، ينتج عن ذلك حدوث أضرار جسمية وتقليل نسبة الأكسجين في الماء والتي تؤدي إلى موت الكائنات المائية وتعفن المياه[3].

2.I مياه الصرف الصحي

1.2.I تعريفها

- هي المياه التي استخدمت من طرف الإنسان في مختلف المجالات تكون هذه المياه ملوثة بواسطة مواد تغير من خصائصها الكيميائية أو تغير من طبيعتها مما يجعلها غير صالحة للإنسان أو الحيوانات أو النباتات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات [8].
- الماء المستعمل هو الماء الملوث الذي يتركب من المواد الغريبة التي تفسد خواصه الكيميائية مما يجعله غير صالح للإنسان أو كما يمكن أن تكون ذات مصدر صناعي ذو مكونات مختلفة سواء كانت كيميائية، عضوية أو معدنية حسب طبيعة النشاط الصناعي.
- تحتوى مياه الصرف عن ما يزيد عن 99% ماء والباقي عبارة عن خليط مواد ذائبة وغروية وجسيمات عضوية وغير عضوية، بالإضافة إلى كائنات حية صغيرة (ميكروبات، فيروسات، بكتيريا، فطريات)، هذا الخليط هو الذي يحدد نوعية الماء الطبيعية والكيميائية والبيولوجية. تتحدد نوعية مياه الصرف الطبيعية باللون، الرائحة، العكارة، درجة الحرارة، التي تكون عادة أعلى من حرارة الجو. تتحدد نوعية مياه الصرف الكيميائية بمحتواها من المواد العضوية وغير العضوية.
- يعتبر المحتوى العضوي العامل الأساسي في تلوث مياه الصرف، حيث تمثل المواد البروتينية المجموعة الرئيسية للمحتوى العضوي وتقدر بحوالي 50% ويليها في ذلك المواد الكربوهيدراتية التي تكون حوالي 45% ثم الدّهون والزيوت التي تكون حوالي 5%، تتحلل المواد البروتينية والكربوهيدراتية تحلل سريع في حين أن الدّهون والزيوت تكون أكثر ثبات ويكون تحللها بطيء [9].

2.I. 2 خصائص مياه الصرف الصحي

تتصف مياه الصرف الصحي عموما بأنها مصدر هام من مصادر التلوث الذي يعتبر خطرا على الصحة العامة نظرا لاحتوائها على العديد من الملوثات التي يمكن أن تكون:

- **1. ملوثات فيزيائية :** يمكن إزالتها بعمليات فيزيائية مباشرة كالترسيب أو الترشيح أو التصفية أو الامتزاز أو الفصل الغشائي أو التبخير ... الخ. ومن أهم هذه الملوثات الرمال والشوائب الخاملة.
- **2. المواد الصلبة المنحلة :** تكون هذه الملوثات عضوية ومنها الهيدركربونات والدسم والزيوت والشحوم والمبيدات الحشرية والعشبية والبروتينات والفينولات ... الخ، أو لا عضوية ومنها القلويات والأحماض والكلوريدات والمعادن الثقيلة والنتروجين والفوسفور والكبريت.
- الغازات المنحلة : ومنها غاز كبريت الهيدروجين والأمونيا والميثان والأكسجين.

- **3. ملوثات حيوية :** وتتطلب لإزالتها تطبيق بعض العمليات الحيوية أو الفيزيوكيميائية كالمعالجة الحيوية أو التعقيم .ومن أهم هذه الملوثات الحيوانات الميتة وبعض أنواع الكائنات العضوية المجهرية (الأحياء الدقيقة) ومنها البكتيريا والفيروسات وكذلك الديدان وبعض أنواع النباتات [3].

3.2.I أنواع مياه الصرف الصحي:

1. مياه الصرف الصحي المنزلي : تأتي من مختلف الاستخدامات المحلية للمياه والمرافق والخدمات السكنية، و التي تنبع في الغالب من عملية التمثيل الغذائي للإنسان ومن الأنشطة المنزلية، وهذا الصرف الصحي يشمل المياه والمراحيض الرمادية (صمامات المياه).

المياه الرمادية تحتوي على المواد الصلبة العالقة (التربة والرمال والنفايات والنباتات والدهون الحيوانية) والمواد الذائبة (المعادن والمواد العضوية). صمامات المياه تحتوي على المعادن، السليلوز والدهون والبروتين واليوريا وحمض اليوريك، والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والكحول والكربوهيدرات.

2. مياه الصرف الصحي الصناعي : هي مختلفة جدا عن مياه الصرف الصحي المنزلية وملامحها تختلف من صناعة إلى أخرى حيث تشمل جميع المخلفات والنفايات الصناعية التي تنتج أثناء استخراج وتصنيع المواد الخام إلى منتجات صناعية.

تحتوي على مواد عضوية وغير عضوية ومواد ربما سامة قد تسبب عدم التوازن البيئي وتتطلب معاملة خاصة تبعا لنوع المركبات قبل تصريفها[10].

3.I مقاييس تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي:

أ. درجة الحرارة T : تعتبر درجة حرارة البيئة المائية عاملا مهما في التوازن البيئي، والتغير المفاجئ في درجة الحرارة يعود إلى طرح مخلفات صناعية منها الكيميائية والبترولية وبعض المعادن الثقيلة،تكون القيمة القصوى لدرجة الحرارة المياه المستعملة في حدود 30 C°.

ب. الدليل الهيدروجيني (pH): هو تركيز شوارد الهيدروجين H^+ في الماء، حيث يكون في الحالة الطبيعية بين (6 - 8.5) ويشكل 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 مابين (3- 3.5)[11] .

ج. الناقلية الكهربائية (CE) : تحتوي المياه الطبيعية على تراكيز خفيفة من الأملاح المعدنية المتشردة وبالتالي فجميعها تشارك في الناقلية الكهربائية وتنتج الناقلية العالية عن ارتفاع نسبة الملوحة بسبب الملوثات المعدنية القيمة القصوى الناقلية الكهربائية لا تتجاوز3 dS/m.

د. المواد العالقة (MES) : تمثل المواد غير الذائبة و الموجودة في مياه الصرف وتضم المواد العضوية و المعدنية ويرمز لها بـ: MES أي Matière en suspension يعبر عنها ب: mg/l. القيمة القصوى للمواد العالقة لا تتجاوز35 mg/l لكي نستطيع رميها في المحيط بدون خطورة أما إذا تجاوزتها تصبح خطر على المحيط فيجب معالجة هذه المياه حسب المرسوم التنفيذي رقم 06-141 المؤرخ في 23 أفريل 2006(أنظر الملحق الجدول 10ص56).

هـ. المـــواد العضويـــــــة:

تتواجد على أشكال مختلفة فيزيائية فقد تكون :

- جزيئات كبيرة أو صغيرة مثل: سكريات، أحماض عضوية طيارة، نشاء، سيليلوز، البولة.
- غرويات منحلة: تتكون أساسا من مركبات الأزوت Azote، كربون Carbone، أوكسجين Oxygène، الكبريت Soufre، الفسفور Phosphore، ويتم تقييم المواد العضوية من خلال تحديد نسبة DCO، DBO_5 [12].

- **الطلب البيو كيميائي للأوكسجين DBO_5:** وهو يساوي كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك (أكسدة) المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة تحت درجة حرارة 20 درجة مئوية وخلال خمسة أيام وذلك بواسطة أنواع من الكائنات الدقيقة المجهرية الهوائية وأهمها البكتيريا. هذه الكمية تساوي حوالي 0.66 من كمية الأكسجين اللازمة لتفكيك كافة المواد العضوية القابلة للهضم الحيوي الكامل والتي تتطلب فترة طويلة من الزمن، وكلما كان مرتفع DBO_5 كلما كان التلوث العضوي في مياه الصرف الصحي عالياً. ويكون معدل الطلب البيوكيميائي للأوكسجين في المياه المستعملة المنزلية (150-500mg/l).

ويمكن تلخيص أهدافه كمايلي :

- تحديد درجة التلوث العضوي.
- تحديد كمية المواد العضوية القابلة للتحلل.

-الطلب الكيميائي للأوكسجين DCO: وهو يساوي كمية الأوكسجين اللازمة للأكسدة الكيميائية (وليست الحيوية) للمواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي وتحويلها إلى مركبات بسيطة ثابتة وذلك بواسطة مادة كيميائية مؤكسدة. وهذا المعيار ذو قيمة أكبر عادة من قيمة DBO_5 نظرا لأن جزءا من المواد العضوية القابلة للتأكسد الموجودة في مياه الصرف الصحي لا يمكن تفكيكها (أكسدتها) بالفعل الحيوي (أي بتأثير الكائنات العضوية المجهرية) وإنما يلزم إضافة مركب مؤكسد قوي مثل ثاني كرومات البوتاسيوم إليه لإنجاز عملية الأكسدة، وهذا يحدث عادة عند التعامل مع مياه الصرف الصحي الصناعي الواردة من العديد من مراكز الصناعة [3].

-التحلل البيولوجي يعكس قدرة النفايات السائلة المائية على التحلل أو التأكسد بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تنطوي عليها عملية المعالجة البيولوجية للمياه. يتم التعبير عن التحلل البيولوجي بالمعامل K.

$$K = DCO/DBO_5$$

قيمة المعامل K تحدد اختيار عملية المعالجة الواجب إعتمادها.

النفايات السائلة القابلة للتحلل	$K < 1.5$
النفايات السائلة القابلة للتحلل قليلا	$1.5 < K < 2.5$
النفايات السائلة غير القابلة للتحلل	$K \geq 2.5$

وارتفاع معامل K قد يعكس وجوده في الماء من الإدلاء بالبيانات إلى وجود مثبطات.
إذا كانت النفايات السائلة قابلة للتحلل نطبق المعالجة البيولوجية وإلا فإنها بحاجة إلى معالجة فيزيائية وكيميائية [13].

و. النيترات (NO_3^-) : أثبتت الأبحاث الطبية مضار النيترات على الصحة وخاصة على الأطفال بالإضافة إلى تزايد النيترات بشكل كبير في المياه الجوفية والسطحية نتيجة التوسع الكبير في استعمال الأسمدة الآزوتية والكيميائية.

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 الآزوتية ولذلك فإن وجودها في المياه الملوثة يشير إلى سير عملية التنقية الذاتية، تأتي النيترات المتواجدة في المياه الطبيعية بفعل جريان المياه على سطح التربة في مرحلة تشكل الأنهار، يضاف إليها النيترات القادمة مع مياه الصرف، والنيترات الناتجة عن أكسدة البكتريا للفضلات العضوية الآزوتية.

ي. النتريت (NO_2^-) : تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية من شوارد النيترات وشوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما، أي أن شوارد النتريت المتواجدة في الوسط المائي ناتجة عن إرجاع النيترات أو عن أكسدة شوارد الأمونيوم ولا يوجد مصدر طبيعي للنتريت.

ز. أرتوفوسفور (PO_4^{-3}) : ينشأ الفوسفات في المياه السطحية من مصدر طبيعي ومصدر صناعي كالأسمدة والمنظفات الصناعية، يتواجد أرتوفوسفور في الماء بأشكال مختلفة تبعا لقيمة pH الوسط، حيث تكون المياه الطبيعية ذات pH بين (5 - 8) تحتوي أرتوفوسفور أحادية وثنائية الهيدروجين ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{-2})، يعتبر الفوسفات المنحل في مياه الري مادة مغذية للنباتات غير أن ارتفاع نسبته أكثرمن المسموح به يؤدي إلى تغير في بنية بعض النباتات كما أن الأسماك تتغذى بالفوسفات المنحل في المياه [2].

الفصل الثاني
معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال بالنباتات

II. معالجة مياه الصرف الصحي باستعمال بالنباتات

تعتبر طريقة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام النباتات تقنية بسيطة ورخيصة تخلص المياه من الملوثات بيولوجيا دون إضافة مواد كيميائية تلوث البيئة مما يجعلها تقنية ليست نظيفة فقط ولكن منتجة حيث أن الأرض المستعملة للتنقية يتم أيضا إستغلالها في إنتاج نباتات ذات قيمة إقتصادية معقولة كما أنها تتميز بكونها بسيطة وغير معقدة بحيث لاتستهلك طاقة ولا يستخدم فيها آلات تحتاج لصيانة مكلفة كما هو متبع في التقنيات التقليدية [14].

1.II خطوات المعالجة:

- المعالجة الأولية :

تمر المياه التي تم تجميعها عبر ثلاث حجرات حيث يتم ترسيب المواد العالقة والشوائب في القاع وتبقى المياه مدة عدةى أيام ثم تمر عبر مصفاة محاطة بشبكة من البلاستيك ومملوءة بالليف إلى أحواض المعالجة الثانوية.

- المعالجة الثانوية :

يتم دخول المياه إلى الأحواض و التي تكون مزروعة بالنباتات وتحتوي مواد التعبئة حيث يتم في هذه المرحلة المعالجة بيولوجية من خلال التقليل من مستويات التلوث عن طريق أليات ايضية يقوم بها النبات تؤدي إلى إزالة أو حجزأو تحلبل الملوثات المختلفة حيث تمكث المياه داخل هذه الأحواض لعدة أيام وهذاعلى حسب نوع الحوض المستخدم في المعالجة.

المعالجة النهائية :

خروج المياه المعالجة واستخدامها في سقي المساحات الخضراء أوطرحها في المسطحات المائية.

2.II محطات المعالجة بالنباتات

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

إن وجود النباتات ضمن أحواض الأراضي الرطبة تشكل عبر جذورها وسيقانها وأوراقها مكانا ملائما لنمو الكائنات الدقيقة التي تقوم بتحطيم المواد العضوية الموجودة ضمن مياه المجاري. تجمع هذه الكائنات الدقيقة المتنوعة يطلق عليها اسم بيريفايتون (Periphyton). إن دور البيريفايتون والعمليات الفيزيائية و البيولوجية والكيميائية الطبيعية يقود إلى التخلص من 90% تقريبا من الملوثات بينما تقوم النباتات نفسها بإزالة بين 7-10%من الملوثات فقط،من خلال قدرتها على إستنفاذ المعادن بمعدلات مختلفة وذلك حسب نوع النبات بالإضافة إلى دورها كمصدر كربوني للميكروبات عند تحلل هذه النباتات بعد موتها.

1.2.II تصنيف محطات المعالجة بالنباتات

يمكن تصنيف الأراضي الرطبة تبعا للنباتات المائية المستخدمة ضمنها أو تبعا لنوع جريان مياه المجاري عبرها من خلال الشكل (1):

1.1.2.II تصنيف الأراضي الرطبة تبعا للنباتات المستخدمة ضمنها:

-محطة المعالجة ذات النباتات الطافية

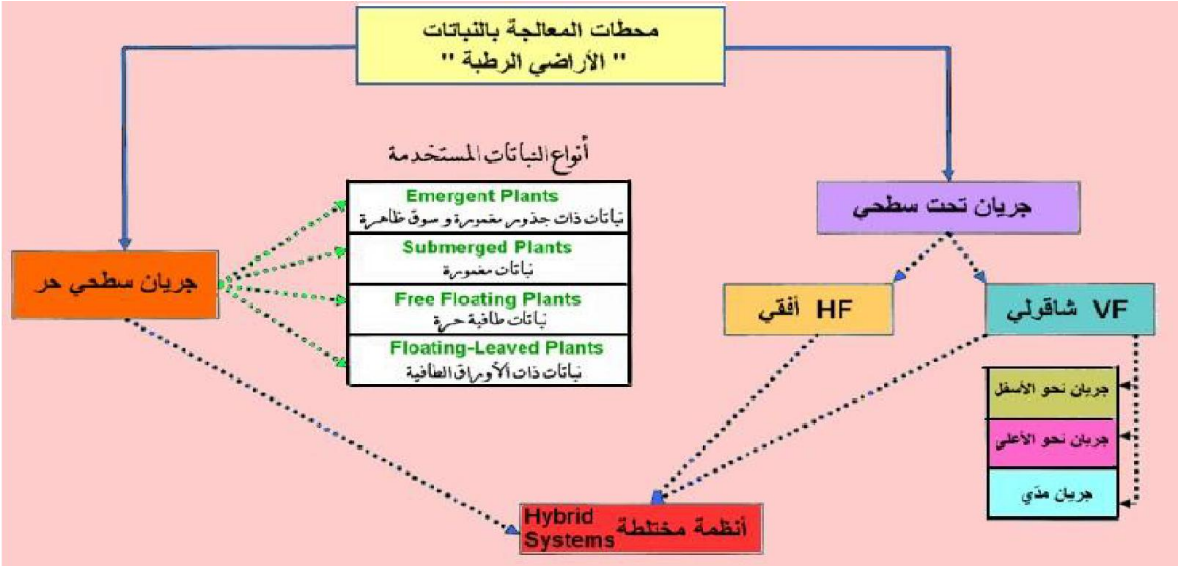
-محطة المعالجة ذات النباتات المغمورة

- محطة المعالجة بالنباتات ذات الجذور المغمورة والسيقان الظاهرة

2.1.2.II أحواض النباتات المستعملة في تنقية مياه الصرف الصحي

هناك أربعة أنظمة تستعمل في معالجة مياه الصرف الصحي:

- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الأفقي
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان الشاقولي
- الأحواض المغروسة بالنباتات ذات الجريان الأفقي + الشاقولي



الشكل (1): أنواع محطات المعالجة بالنباتات حسب اتجاه و نوع الجريان

أ. أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي:

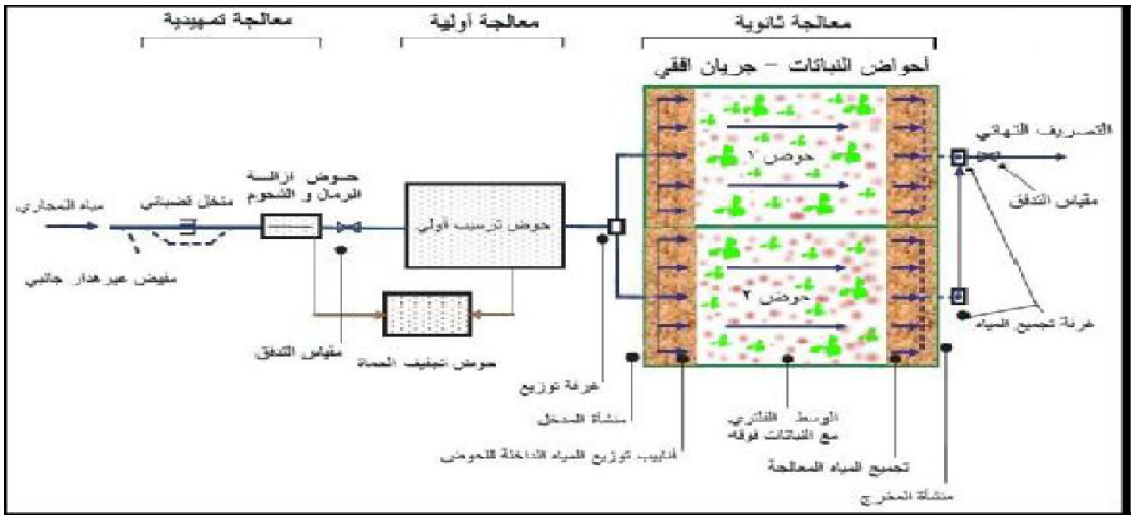
تتكون هذه الأحواض الشكل (2)عادة من:

1-حوض كتيم

2-مادة الوسط (الفلتر) غالبا من الحصى

3-النباتات المائية

4-منشآت المدخل و المخرج

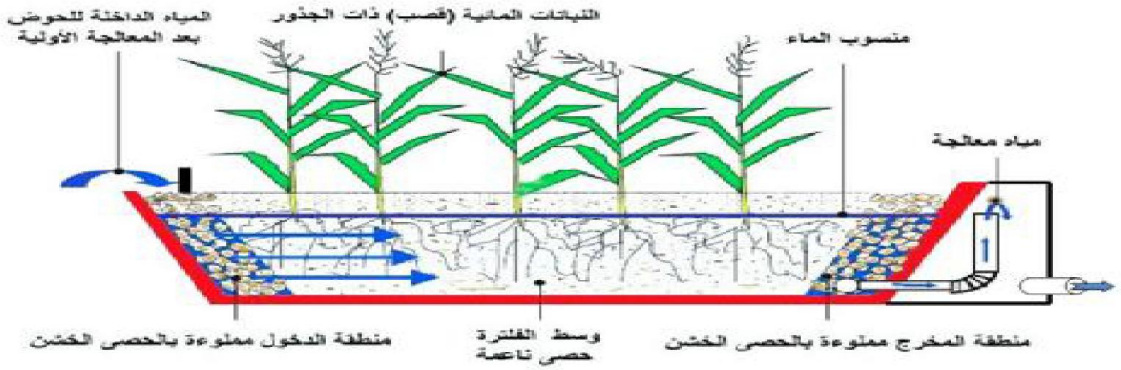


الشكل (2): مكونات محطة المعالجة بالنباتات ذات الجريان تحت السطحي الأفقي

هي أحواض مملؤة بطريقة متجانسة بالرمل الخشن أو بالحصى والتربة التي تغرس فيها النباتات حيث تدخل المياه إلى الحوض وتشغل مساحة الحوض كاملة بواسطة نظام موزع موجود أمام مدخل الحوض وتعبر مواد

التعبئة وفق جريان أفقي. تغذية الأحواض تكون بطريقة مستمرة مع بقاء مواد التعبئة دائما مشبعة بالمياه. عند اختيار مواد التعبئة يجب مراعاة خاصية الناقلية الهيدروليكية.

إن أول استخدام لهذه التكنولوجيا ظهر في المانيا سنة 1964 وأول من استعمل هذه الطريقة العالم الألماني Kickuth، حيث سمى هذا النظام على اسمه وطبقت هذه الطريقة في امريكا سنة 1974، ولها عدة استعمالات.



الشكل (3): حوض المعالجة بالنباتات ذات الجريان 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 انتقلت إلى أوربا حيث تلقت هذه الطريقة انتقادات من طرف الباحثين لأن تطبيقها يتطلب أماكن شاسعة والمواد المستعملة في وسط الفلترة غير حاجزة للمياه.

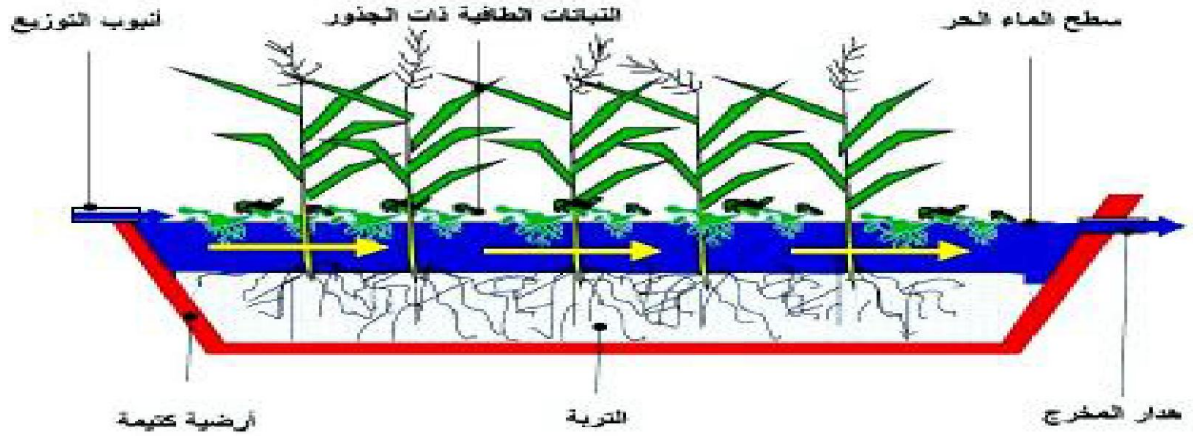
ظهرت هذه الطريقة باستعمال الرمل ولكنها غير واسعة الانتشار. يستخدم الحصى الخشن والناعم أو الرمل الخشن مما يعطى مساحات واسعة تنمو عليها الطبقة البيولوجية للملوثات Biofilm ويستحسن أن لا يتعدى عمق الحوض 1m حتى يضمن وصول الأكسجين إلى المناطق السفلية للحوض عن طريق وصول جذور النباتات إليها، لان المياه داخل الحوض قليلة الأكسجين حيث يعمل على أكسدة الأملاح المعدنية وتحطيم المواد العضوية بداخله.

جريان المياه تحت السطحي الأفقي يمنع انتشار الروائح والحشرات، وهذا النوع من الأنظمة له فعالية كبيرة في إزالة المواد الصلبة العالقة والمواد العضوية DBO_5 والعوامل الممرضة.

الشكل (4): الحصى المستخدم في الفلترة

ب. أحواض النباتات ذات الجريان السطحي الحر:

هي الأحواض التي تكون فيها النباتات ذات السيقان المغروسة في الطبقة العلوية ويتراوح عمق المياه بين 0.05m إلى 0.8m وتوجد على أطرافها أوساط من الحصى أو الرمال أو التربة لتساعد على نمو النباتات، وتحتوي على نباتات مائية متنوعة منها النباتات المغمورة كليا بالماء أو النباتات الصغيرة الطافية على سطح الماء وذات الجذور المائية.



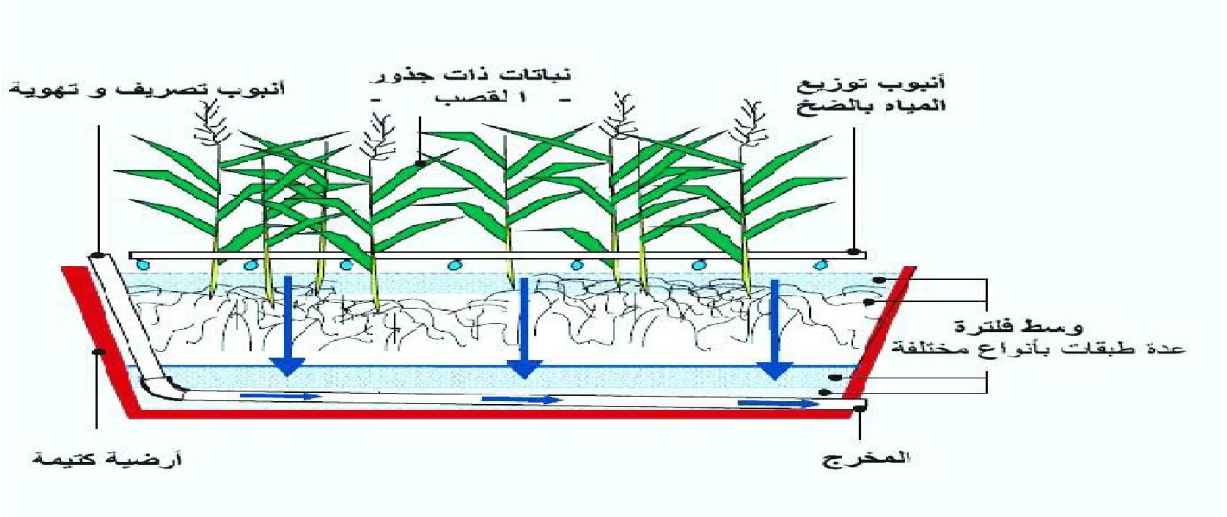
الشكل (5): حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان السطحي الحر

يستعمل هذا النوع من الأحواض كمرحلة معالجة ثالثية لإزالة العوامل الممرضة بسبب تعرض المياه لأشعة الشمس كما أن المغذيات المتبقية في المياه الداخلة إليها تزال ضمنها إلى حد تمنع معه إمكانية حصول ظاهرة النمو الطحلبي في مياه الأنهار أو البحيرات المستقبلة للمياه المعالجة وكل هذه الأمور فإن الأحواض ذات الجريان السطحي الحر تستخدم كمرحلة أخيرة من مراحل المعالجة.

تتكون الأنظمة ذات الجريان السطحي و بشكل نموذجي من أحواض مزودة بحواجز طبيعية أو اصطناعية غير نفوذة لمنع الارتشاح. أما النباتات المزروعة فتكون سيقانها مغمورة بينما تكون الجذور مثبتة ضمن طبقة رقيقة من التربة، وتعمل النباتات في هذه الأنظمة كوسط داعم لنمو البكتريا على سطوحها والتصاقها لتشكل الطبقة البيولوجية وتعمل الأوراق فوق سطح الماء كنظام تظليل لها وبالتالي تقلل من احتمال نمو الطحالب. ينتقل الأكسجين من الأوراق إلى منطقة الجذور، وقد تتسرب كمية محدودة من الأكسجين خارج السيقان المغمورة لتساعد على نمو البكتريا الملتصقة والتي تقوم بعملية المعالجة بالإضافة إلى العمليات الفيزيائية والكيميائية الأخرى. يتراوح زمن المكوث بين 2- 5 أيام.

ج. أحواض النباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي:

هي الأحواض المملوءة بالحصى بشكل متجانس وتحتوي على طبقة علوية من الرمل تغرس فيها النباتات المائية ولقد جاءت هذه الأحواض كبديل عن الأحواض ذات الجريان تحت السطحي الأفقي حيث تتميز بإتمامها لعملية النترجة عبر التشغيل المتقطع وعبر ارتفاع الأحواض المنخفض. كما أن هذه الأحواض تستخدم بمرحلة منفصلة لتجفيف وتثبيت الحمأة الأولية الناتجة عن مرحلة المعالجة الأولية لمياه المجاري، حيث تمر المياه المعالجة بشكل أولي والمراد معالجتها من أعلى السطح عبر شبكة أنابيب مثقبة ومضغوطة إلى أسفل الحوض عبر الوسط الحصوي أو الرملي أو الوسط الخليط.



الشكل (6): حوض معالجة بالنباتات ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي

يتم جمع المياه المعالجة عبر شبكة أنابيب سفلية للتصريف أو عبر طرق أخرى منها تهوية القنوات من السطح مباشرة أو باستعمال مضخات أو عن طريق النباتات، حيث تمتص الأكسجين من الهواء إلى أسفل الحوض ويوزع عن طريق الجذور وتتم تغذية الحوض بشكل متقطع بحيث أن الفراغات بين الوسط الرملي

أو الحصوي في فترة الراحة تعود وتمتلئ بالهواء، ولذلك فإن الأكسجين اللازم لعملية النترجة يكون متوفرأو تحصل عملية النترجة بشكل كامل ضمن هذه الأحواض ومع ذلك فإن جزءا بسيطا من النترات يتم تحويله إلى غاز النيتروجين .

الفرق بين أحواض الجريان تحت السطحي الأفقي والجريان تحت السطحي الشاقولي، هو أن هذا الأخير يكون له التهوية أفضل من الأول، وبهذا تكون عملية أكسدة النتريت أفضل و نقص البكتريا اللاهوائية تؤدي إلى نقص الرائحة هذا النظام يحتاج إلى راحة منتظمة من اجل تحطيم المواد العضوية المثبتة في وسط الفلترة وتستعمل الفلترة باستعمال الأحواض ذات الجريان تحت السطحي الشاقولي في حالة المياه كثيرة التلوث زمن مكوث المياه في الأحواض الشاقولية هو عدة ساعات وأن أول من استعمل الفلترة الشاقولية هو العالم الألماني فلدس سنة 1970 حيث سميت هذه الفلترة بترشيح فلدس (Fields).

د. أحواض النباتات ذات الجريان المتنوع (الأفقي و الشاقولي):

أحواض المعالجة ذات الجريان الشاقولي عبارة عن أحواض هوائية تتم فيها عملية النترجة بشكل جيد بينما تعتبر الأحواض ذات الجريان الأفقي ذات كفاءة عالية في إزالة النترجة ولذلك فإن دمج النوعين السابقين يساعد في التخلص من النتروجين عند الحاجة لذلك. كما أن أحواض الجريان الحر يمكن أن تستخدم كمعالجة معمقة بعد أحواض المعالجة الأفقية أو الشاقولية.

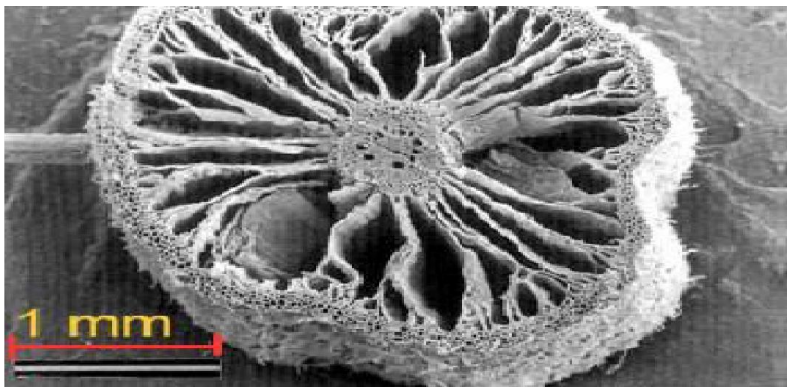
الشكل(7): أحواض معالجة النباتات ذات الجريان المتنوع (الأفقي و الشاقولي)

3.II دور النباتات المائية في محطات المعالجة بالنباتات:

يعتبر وجود النباتات أحد أهم السمات المميزة لمحطات المعالجة بالنباتات مقارنة مع الأنظمة الطبيعية الأخرى المستخدمة لمعالجة مياه المجاري حيث تقوم الأوراق و سيقان النباتات المغمورة بالماء بتأمين سطوح لنمو الكتلة البيولوجية عليها، كما أن أنسجة النباتات المغمورة بالماء تستعمر من قبل الطحلبيات والبكتريا (الشكل 8)، حيث تقوم الطحالب باستهلاك المغذيات وبتزويد المياه بالأكسجين المنحل نتيجة التركيب الضوئي وتقوم البكتريا بهضم المواد العضوية.

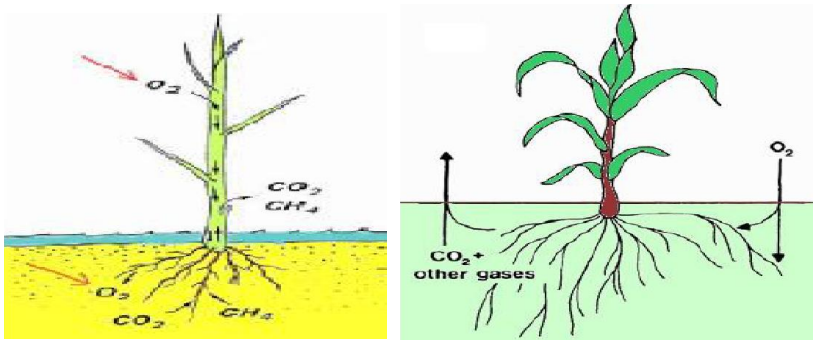
الشكل(8): تشكل مستعمرات من الطحالب و البكتريا على سيقان النباتات المغمورة بالمياه

يعد وجود فراغات هوائية و فجوات (الشكل 9) ضمن الجذور وأشباه الجذور والسيقان والأوراق من أهم ما يميز النباتات المائية من الناحية البنيوية، كما أن وجود الأنسجة النباتية الممتلئة بالهواء يساعد هذه النباتات على النمو ضمن الترب اللاهوائية و شبه اللاهوائية.



الشكل (9): الفجوات الهوائية الموجودة في أحد جذور النباتات

إن وجود الفجوات الكثيف مع الفواصل بينها يؤدي إلى الحفاظ على التكامل الهيكلي للنبات و يحصنها من أي أثر سلبي للماء عليها، فالماء يمكن أن يحتل حجما 60% من الحجم الكلي للأنسجة الخلوية، حيث إن هذه الفراغات تلعب دور مخازن للأكسجين الذي ينتقل بدوره ليتحرر للوسط عبر الجذور وعبر الأجزاء المغمورة من النبات(الشكل 10).



الشكل (10): نقل الأكسجين الجوي للنبات عبر الجذور

يمكن تلخيص دور النباتات ضمن محطات المعالجة بالنباتات في الجدول التالي:

الجدول (1):دور النباتات ضمن محطات المعالجة بالنباتات [15].

أجزاء النبات	الأهمية في المعالجة
أنسجة النبات المحاطة بالهواء الجوي	• ضوء خفيف ← نمو منخفض للعوالق النباتية • تأثير التغير الطفيف بالمناخ ← العزل الحراري أثناء طقس الشتاء • سرعة الريح المنخفضة ← تخفض من خطر قلع النباتات بقوة الريح • منظر جمالي لمحطة المعالجة • تخزين المغذيات ضمنها
أنسجة النبات المغمور بالماء	• تأثير الترشيح ← طرد المواد المترسبة الكبيرة إلى الخارج • تؤمن مساحة سطحية لنمو الطبقة البيولوجية Biofilm • تطرح الأكسجين المنحل للوسط المائي مما يزيد التحلل الهوائي للملوثات. • تستهلك المغذيات.
الجذور وأشباه الجذور (الجدمور) ضمن وسط الفلترة أو التربة	• تؤمن نباتية سطح الفلترة (التربة). • تمنع الانسداد في الأحواض ذات الجريان الشاقولي. • تحرير الأكسجين مما يساعد على النترجة. • تستهلك المغذيات. • تحرير مضادات حيوية.

4.II النباتات المائية المستعملة في التنقية:

1.4.II نبات الأسل المفترس *Juncus effusus*

1.1.4.II التصنيف العلمي :

النطاق : حقيقيات النوى Eucaryote

المملكة : النباتات Plantea

الشعبة : البذريات Phanerogams

الشعيبة : مستورات البذور Angiospermes

الصنف: أحادية الفلقة Monocotylédone

الرتبة : القبائيات Juncales

الفصيلة : الأسيلة Juncaceae

الجنس : الأسل *Juncus*

النوع : المفترس *effusus*

الاسم العلمي : *Juncus effusus*

الشكل(11): نبات الأسل المفترس

II.1.4. 2 وصف نبات الأسل المفترس

المعروف بإسم السمارهو نبات عشبي معمر يشبه النجيليات، و ينتشر بالجداميرر، وله سيقان كثيرة من القاعدة اسطوانية رقيقة وقائمة، فنبات الأسل المفترس يوصف بأن له لون وردي، وهذا راجع إلى طبيعته المعشوشبة وإنشائه البراعم الأرضية. فالأسل في البداية يكون عبارة عن مجموعة من البراعم التى تنمو بشكل دائري تحت الأرض. فالجذور الأرضية للأسل تنتج فسيلات زهرية وعقيمة يمكن أن يصل ارتفاع كل نبات إلى 1.5m في المدن الوسطى، كإنجلترا وغرب ايرلندا في كل من بيلاكوريد ومايو بالنسبة لأوراق الاسل فيميل لونها إلى الأحمر البني، تنمو سيقان الاسل الأرضية أفقيا بعمق يتراوح بين 1.5cmإلى 3cm تحت سطح الأرض، مشكلة بذلك بساط كثيف تحت الأرض نسبة نمو الجذمور يكون 2cm في السنة بعض الجذور الأصلية تنمو بشكل عمودي ما بين 15cmإلى22.5cm تحت الأرض.

يتميز بعيشه في الظروف الرطبة، لكن بإمكانه العيش في الأماكن الأقل رطوبة التي تتميز بأراضي نصف مشبعة، أو التي تعرف التشبع بالماء غير مستمر ودائم خلال السنة. كما أن الأسل نادرا ما ينمو في الأماكن المغمورة بالمياه بشكل دائم وطول السنة، نبات الأسل ينمو في الأماكن التي تتعرض إلى التهوية المباشرة، كما انه ينمو في الأماكن السطحية المفتوحة والأقل انحدار. نبات الاسل يستطيع أيضا أن ينمو في الأماكن التي يوجد بها الظل، لكن اقل نمو وإزهارا في الأماكن ذات الظل الثقيل (ظل يميل إلى الظلمة) كما تجدر الإشارة إلى أن نبات الاسل مقاوم لبرودة الشتاء وينتشر في التربة الأكثر حموضة، و التي تتراوح قيمة pH فيها مابين (3.5-7) أي تكون $7 \geq pH \geq 3.5$ نادرا ما تكون أكبر من7. يعتبر الأسل المفترس من النباتات الأولى التي يمكنها النمو في الأماكن الوحلة الجافة والمستنقعات والمناطق الجافة.

II. 3.1.4 إستعمالات نبات الأسل المفترس

يستعمل نبات الأسل المفترس في تقليل نسبة المعادن في المياه الملوثة. كما يستعمل في صناعة القوارب، و جزء منها يؤكل من طرف الحيوانات كما يستعمل في تنقية المياه الملوثة في المناطق الرطبة للمحافظة على البيئة من التلوث.

2.4.II نبات البردي *Cyperus papyrus*

1.2.4.II التصنيف العلمي:

النطاق: حقيقيات النوى	Eucaryot
المملكة: النباتات	Plantea
الشعبة: البذريات	Phanerogams
الشعيبة: مستورات البذور	Angiospermes
الصنف: أحاديات الفلقة	Monocotylédone
الرتبة: القبائيات	Cyperales
الفصيلة:	Cyperaceae
الجنس:	*Cyperus*
النوع:	*papyrus*
الاسم العلمي:	*Cyperus papyrus*

الشكل(12): نبات البردي

2.2. 4.II وصف نبات البردي:

المعروف بالإسم الشائع النجم والمظهر الذي يمثل نبات البردي هو اللون الأخضر الفاتح و الناعم، وسيقان جوفاء بشكل حزم مستديرة يصل سمكها إلى 40mm وطولها 5m في الظروف المثالية، تنتهي نبتة البردي في الأعلى بمجموعة من السيقان الفرعية ذات اللون الأخضر الفاتح والبراق مشكلة ما يشبه مظلة مقلوبة السيقان الفرعية تمتد وتنحني إلى الأسفل تحت ضغط وزنها وهذا ما يجعل البوتقة النباتية تأخذ الشكل البيضوي في فصل الصيف، السيقان تحمل مجموعة من الزهور وفي الأخير عدد من الثمار الصغيرة ذات اللون الأسود المسمر السيقان الجوفاء تكون مرتبطة بالجدمور الأفقي تحت الماء والتي بدورها تكون مرتبطة بالجذور الأصلية. عادة الجزء الفتي من الجدمور يكون مغطى بقشرة ثلاثية الشكل تحمل اللون الأحمر الذي يميل إلى الاسمرار هذه القشرة تغطي أيضا أواخر السيقان الجوفاء مشكلة بذلك أوراق ناقصة. و لذلك لا يمكن اعتبار نبات البردي عديم الأوراق. يتميز الجزء العلوي للسيقان الجوفاء البينية شبه ورقية ذات اللون الأسمر، والتي تأخذ مكان لها تحت البوتقة النباتية (Cluster) كما لها جدع مثالي يتراوح طوله مابين (1.5cm -1.2cm) لقدرته على العيش، والنمو يتطلب توفر الضوء و درجة حرارة لا تقل عن 15 درجة مئوية.

3.2.4.II إستعمالات نبات البردي

استعملت الحضارات القديمة ومن بينها الحضارة المصرية نبات البردي في عدة مجالات حيث استخدمت السيقان في صناعة الأحذية والمساكن وصناعة الورق كما أستعمل الجزء العلوي كتاج يوضع على رؤوس الآلهة، وصنعوا من الجذور الغليظة الحطبية الأواني وصنعوا من السيقان العمودية للنبات قوارب قصبية كما استعملوا النبات كعلف للحيوانات.

II. 3.4 نبات البوط عريض الأوراق *Typha latifolia*

1.3.4.II التصنيف العلمي:

الشكل(13): نبات البوط عريض الأوراق

النطاق: حقيقيات النوى	Eucaryote
المملكة: النباتات	Plantea
الشعبة: البذريات	Phanerogams
الشعيبة: مستورات البذور	Angiospermes
الصف: أحاديات الفلقة	Monocotylédone
الرتبة: القبائيات	Typhales
الفصيلة: البوطية	Typhaceae
الجنس: البو ط	*Typha*
النوع: عريض الأوراق	*latifolia*
الاسم العلمي:	*Typha latifolia*

2.3.4.II وصف نبات البوط عريض الأوراق

البوط عريض الأوراق نبات عشبي معمر من جنس البوط Typha من الفصيلة البوطية Typhaceae يصل طولها من 1.5m إلى 3m وهي نبتة خشنة ذات أوراق تشبه الحزم يتراوح عرضها من 2cm إلى 4cm وتنمو من 0,75m إلى 1m تحت الماء وهي وحيدة الفلقة وتصل من 12 إلى 16 ورقة يصل جدعها من 1m إلى 3m و تختلف البراعـم بين الذكر والأنثى. الأزهار الذكرية تكون في أعلى الجدع بلون بني فاتح وسرعان ما تسقط مخلفة سيقان عارية أما الأزهار الأنثوية تكون تحت الأزهار الذكرية بلون بني داكن تدوم هذه الزهور عدة شهور، لا توجد مسافة بين الزهور الذكرية والأنثوية حيث تسقط الزهور الذكرية بينما تبقى الزهور الأنثوية صلبـة ورمادية. تتفتح الأزهار الأنثوية في فصل الصيف، بعد التلقيح وتتحول إلى

اللون البني مثل البذور الناضجة وتشكل اسطوانة مألوفة. في فصل الخريف تتحول الأوراق إلى اللون الأصفر البني، إن هذه النبتة تصمد أمام الحرائق وحتى إن تم حرقها تبقى البذور كي تنمو بعد فترة من إطفاء الحريق وإزالة أثاره. تتكاثر هذه النبتة بغزارة كبيرة وبطريقة سريعة الانتشار فهي تتكاثر بطريقتين جنسية وساكنة، في الطريقة الجنسية تنمو البذور في الوحل وبجانب الوديان وتحت الماء وهنا البذور تتكاثر أكثر من النبتة في حد ذاتها لأن النبتة تنبت وتتأقلم مع المناخ الرطب. في المراحل الأولى تعتمد على التنفس تحت الماء وبمجرد أن تنمو فوق الماء تعتمد على التنفس الجوي الهوائي. يصل محصول هذه النبتة إلى 3 طن في الهكتار وهي نبتة دائمة الحياة على مدار السنة.

II.4.3. 3 إستعمالات نبات البوط عريض الأوراق:

إن لهذه النبتة استعمالات كثيرة فقد استعملت قديما كغذاء وهي مصدر قوي وغني بالألياف كما استعملت لتضميد الجروح كما يستفاد منها لأغراض منزلية مثل حشو الوسائد والمطارح وصناعة الكراسي والسلال حيث تجمع خضراء وتجفف في مكان واسع ومضلل.

وهي نبتة سهلة النمو والانتشار خاصة في المناطق الساحلية حيث تساعد على الوقاية من الفيضانات وفي معالجة المياه الراكدة وكذلك الانسدادات في المناطق المائية، كما تستعمل في معالجة النفايات البشرية والزراعية والصناعية وامتصاص الفضلات الصلبة وهي مهمة في تخفيض الكميات الزائدة من نسبة الزنك والنحاس والنيكل كما أنها. تعتبر مأوى لكثير من الحشرات والزواحف فهي غذاء لها ومكان لوضع بيوضها [2].

II.4.4 *نبات الدفلة Nerium oleander*

II.5.1.4 التصنيف العلمي:

النطاق: حقيقيات النوى	Eucaryote
المملكة: النباتات	Plantea
الشعبة:البذريات	Phanerogams
الشعيبة: مستورات البذور	Angiospermes
الفصيلة :الدفليات	Apocyanaceae
الجنس :	*Nerium*
النوع:	*oleander*
الإسم العلمي:	*Nerium oleander*

الشكل(14):**نبات الدفلة**

II.4. 4. 2 وصف نبات الدفلة :

شجيرة برية وتزينية معمرة من فصيلة الدفليات تعلو من مترين إلى أربعة أمتار. تنبت في بطون الأودية بالخصوص في شكل سيقان عديدة متراصة. أوراقها عروية متقابلة أو ضمية ثنائية أو ثلاثية التجميع معنقة تطول من6cm إلى 14cm وعرض يقارب 2cm نصلها جامد رمحي الشكل، أخضر من فوق، رمادي من أسفل، معرق. أزهارها عديدة الألوان : حمراء، بيضاء، وردية، خماسية السبلات المتلاسقة لتشكل ما يشبه الأنبوب المفصص الطرف. خماسية البتلات و الأسديات. أزهارها تخلف خراريب كأنها قرونا تطول نحو الشبر، محشوة بعروق شعرية حمراء، مثلثة الشكل، فإذا إنتهى نضجها إنقسمت إلى ثلاث أشطار و خرج من داخلها شيء يشبه الصوف، في طرفه بزر رقيق قدر حب الجلجلان تتكاثر الدفلة في فصل الربيع وتمتاز بتحملها لمختلف الظروف الجوية من ارتفاع الحرارة وملوحة التربة إلى البرودة الشديدة والرطوبة العالية فهي متأقلمة مع جميع الأجواء وتنتشر كذلك في المناطق المعتدلة المناخ.

II.4. 3.4 إستعمالات نبات الدفلة:

يعتبر نبات الدفلة الحمراء أحد نباتات الزينة المعروفة بتحملها للظروف المناخية المتباينة من ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة كما أنها نبات طبي معروف بفوائده العلاجية فرغم سميتها العالية استفاد منها القدماء في علاج الكثير من الأمراض خاصة الجلدية كما تم استخراج مادة منشطة لعضلات القلب وكذلك لعلاج إرتفاع سكر الدم كما استفاد منها في علاج الملاريا والتهاب الكبد الفيروسي كما تم استخدام الدفلة كمبيد حشري ضد البراغيث[16] .

II.4. 5 نبات القنا *Canna indica*

II.4. 5. 1 التصنيف العلمي:

المملكة: النباتات	Plantea
الشعبة : كاسيات البذور	Magnoliophyta
الصف : أحاديات الفلقة	Liliopsida
الرتبة: الزنجبيليات	Zingiberales
الفصيلة : القنيات	Cannaceae
الجنس: القنا	*Canna*
النوع:	*indica*
الإسم العلمي:	*Canna indica*

الشكل (15): نبات القنا

II.4. 5. 2 وصف نبات القنا

نبتة معمرة دائمة الخضرة سريعة النمو ويتميز هذا النوع بالأوراق الكبيرة الجذابة، يمكن زراعتها في مجموعات أو عند الأطراف مع نباتات أخرى، تعطي تأثيراً شبيهاً بالنباتات الاستوائية حيث تم تطوير معظم الأصناف في مناخات معتدلة وتسهل زراعتها في معظم دول العالم طالما أنه يوجد بها وقت متوسط لساعات ضوء الشمس ما بين 6 إلى 8 ساعات أثناء الصيف، تتميز بأزهارها الحمراء أو الصفراء أو البرتقالية وقد حولها المتخصصون في البساتين إلى نبات حدائق له زهور كبيرة ويتسم بالبريق. وبالإضافة إلى ذلك، فإنها واحدة من أغنى مصادر النشا في العالم.

II.4. 5. 3 إستعمالات نبات القنا

يمكن استخدام القنا لمعالجة المياه المستعملة الصناعية من خلال الأراضي الرطبة المصطنعة وهو فعال لإزالة الحمولة (Charge) العضوية، واللون والمركبات العضوية المكلورة من مياه الصرف الصحي الآتية من مصانع الورق مثلا [17].

II.4. 6 نبات القصب *Phragmites communis*

II.4. 6. 1 التصنيف العلمي:

النطاق: حقيقيات النوى	Eucaryote
المملكة: النباتات	Plantea
الشعبة: البذريات	Phanerogams
الشعيبة: مستورات البذور	Angiospermes
الجنس:	Phragmites
النوع:	cammunis
الإسم العلمي:	*Phragmites cammunis*

الشكل (16): نبات القصب

II.4. 6. 2 وصف نبات القصب:

نبتة معمرة ذات جذور زاحفة وتحتوي العديد من السيقان المرتفعة والتي تصل إلى علو4m وسيقان مستقيمة (على استقامة) وقاسية وأوراق ذات لون أخضر شاحب مع شعر قصير وهي متناوبة وحادة الطرف، والأزهار ذات لون بني مصفر وتتألف من العديد من السنيبلات وهي تنمو في المناطق الرطبة في سرير الوديان، في المصارف وبالقرب من بساتين النخيل و يعتبر شهري أفريل وماي موسم الأزهار لهذه النبتة.

II.4. 6. 3 استعمال نبات القصب:

تقطع وتجمع سيقان النبات للاستعمال كملجأ ضد الشمس وكأداة لصنع السجاد التقليدي. كما تستعمل لصنع "القلم" ريشة الكتابة على ألواح حفظ القرآن. وهي مراعي جيدة للماشية [10].

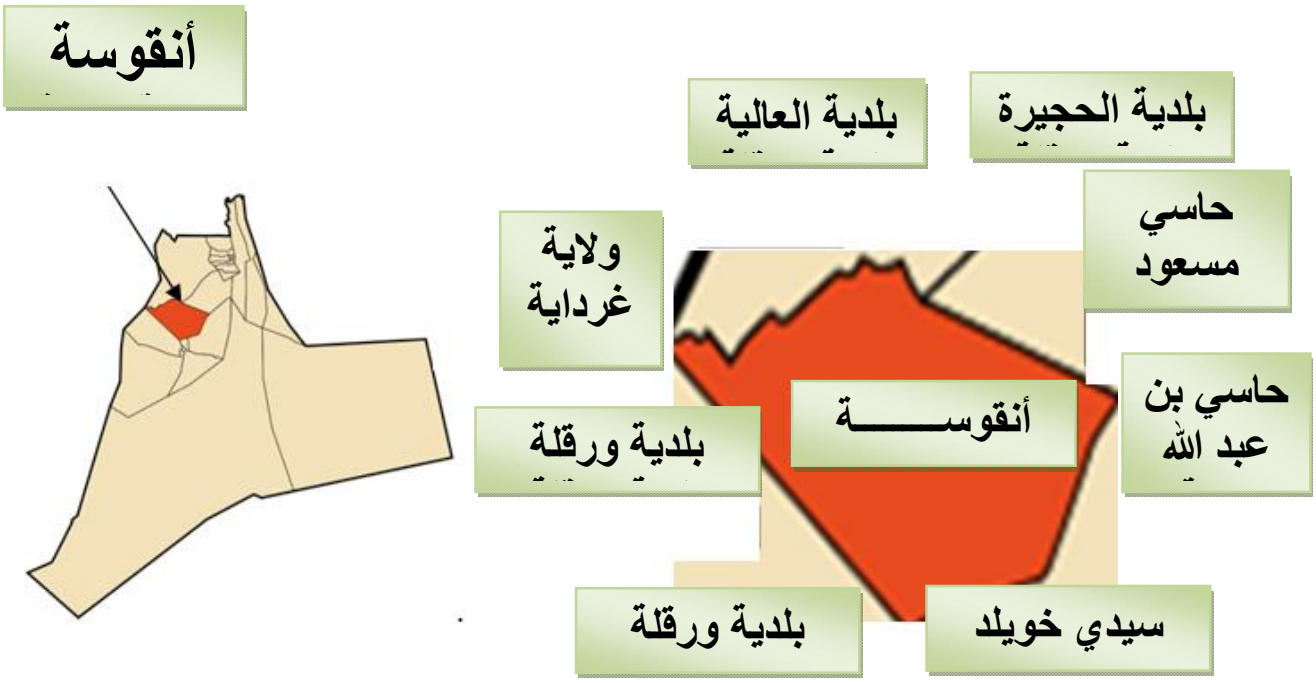
الفصل الثالث
الجزء العملي

III الجزء العملي

III. 1 تقديم منطقة الدراسة : أنقوسة

تقع بلدية أنقوسة في الشمال الغربي لولاية ورقلة و تبعد عن مقر الولاية بـ20Km.

بلدية أنقوسة تتكون من ثلاث مجموعات سكانية كبيرة هي أنقوسة، البور، أفران و خمسة تجمعات سكانية ثانوية هي الخبنة، غرس بوغفالة، عقلة الأرباع، دبيش، الكم.



الشكل(17): الخريطة الجغرافية لمنطقة أنقوسة

III.1.1 الموقع الجغرافي

يحدها:

من الشمال: بلديتي الحجيرة و العالية

ومن الغرب: بلدية ورقلة وولاية غرداية

ومن الجنوب: بلديتي ورقلة وسيدي خويلد

ومن الشرق: بلديتي حاسي مسعود وحاسي بن عبد الله

الموقع الفلكي:

تقع أنقوسة بين خطي طول (45' 5°) و(44' 4°) درجة شرقا وخطي عرض (2' 31°) و(39' 32°) درجة شمالا.

يبلغ الارتفاع على مستوى سطح البحرمن 115m إلى 129m.

III.1. 2 تقديم محطة أنقوسة:

تقع محطة تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات في بلدية أنقوسة في النقطة الأشد إنخفاضا لشبكة تصريف المياه الملوثة، أنجزت في 2010 وبدأت العمل في 2011. ويتم استعمال الطاقة الشمسية في المحطة للأغراض الشخصية للعمال كتشغيل مكيف التهوية والأنارة وهو مشروع تجريبي للمحطة.أما خصائص مياه الصرف فعادة ما تكون مياه صرف منزلية .

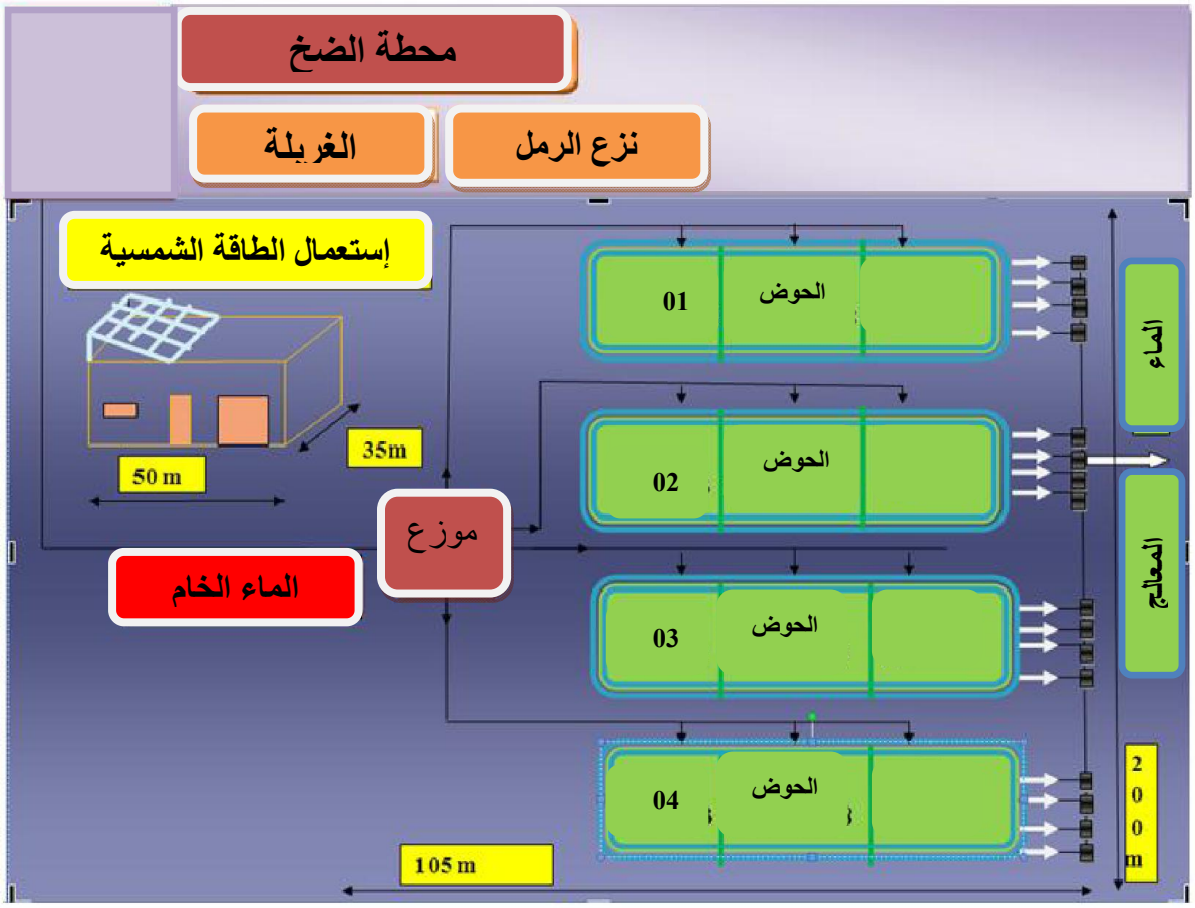
الشكل (18): منظر جوي لمحطة أنقوسة

III. 3.1 نظام التدفق داخل المحطة:

تعمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمنطقة أنقوسة بنظام تدفق شاقولي مكون من أربعة أحواض موازية مزروعة بالقصب، وينقسم كل حوض إلى ثلاثة أجزاء متساوية تعمل بالتناوب. كل حوض من ثلاثة مداخل رئيسية موزعة بانتظام على طول الحوض (إدخال واحد لكل طرف)، وتجمع المياه المعالجة أمام التجمع الثاني لإعادة استخدامها في سقي أشجار المنتجع ويتم طرح الباقي في سبخة أنقوسة.

- التدفق المتوسط المعالج: $800m^3/jour$
- التدفق الأقصى :$1743m^3/jour$
- السعة : 11000Eq/hab
- زمن الإقامة (البقاء): ثلاثة أيام لكل حوض.

كثافة الزرع : 200– 250 نبتة من القصب في كل $1m^3$



الشكل (19): المخطط العام لمحطة التنقية بأنقوسة

مساحة كل حوض $S=63m \times 36m=2268m^2$

المساحة الكلية للأحواض $S_t=2268\times4=9072m^2$

المساحة الكلية للمحطة $S_T=(200\times105)+(35\times50)=22750m^2$

عمق الحوض :80cm

ميل عمق السرير:% 8 حيث يسمح السيلان وفق الوزن بتفريغ كلي للمرشح.

III. 4.1 النباتات المستخدمة داخل المحطة:

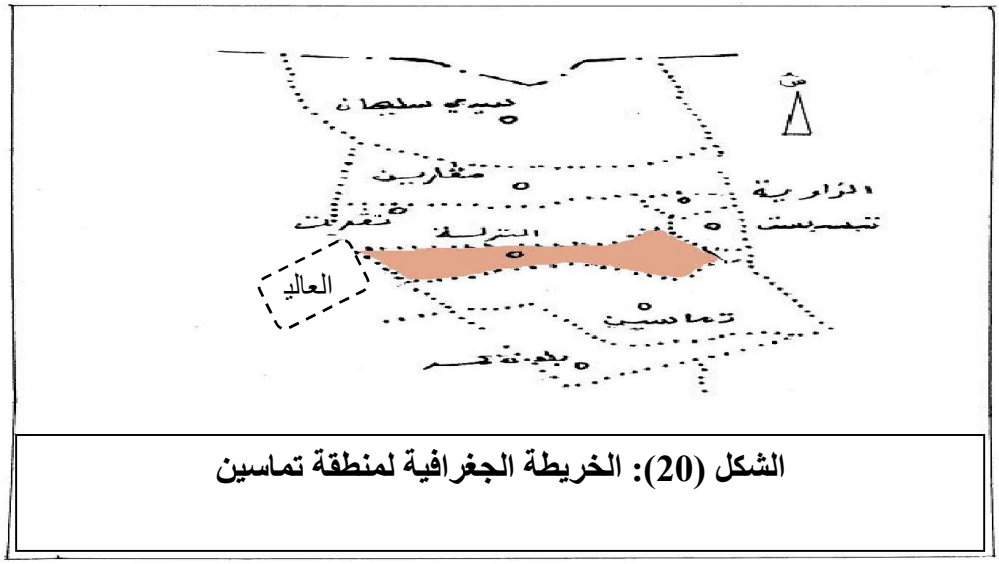
تعتمد محطة أنقوسة في تنقية مياه الصرف الصحي على نبات القصب.

III. 2 تقديم منطقة الدراسة: تماسين

III .1.2 الموقع الجغرافي:

تقع بلدية تماسين في الجنوب الشرقي للوطن على الشريط الصحراوي الكبير و تنتمي إداريا لولاية ورقلة يحدها :

- من الجنوب بلدة عمر(دائرة تماسين).
- من الشرق دائرة الطيبات.
- من الشمال بلدية النزلة (دائرة تقرت).
- من الغرب بلدية العالية (دائرة الحجيرة).



الشكل (20): الخريطة الجغرافية لمنطقة تماسين

الموقع الفلكي: تماسين محصورة بين

- خطي طول° 1'6 شرقا.
- خطي عرض°1'33شمالا.

III.2.2 تقديم محطة تماسين:

هي أول محطة لمعالجة المياه المستعملة حضريا في منطقة القصر القديم بتماسين تقرت أنجزت في جويلية سنة 2007.

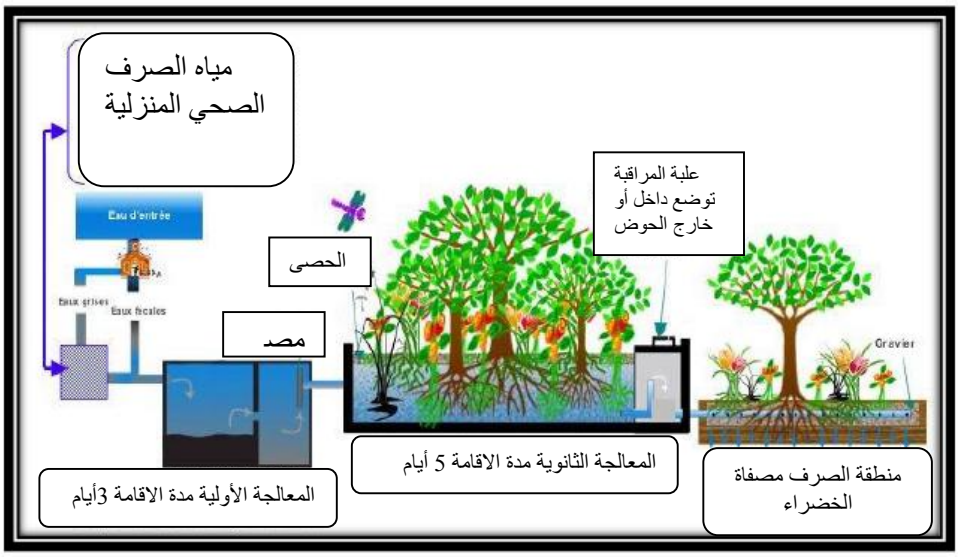
يحتوي الحوض تقريبا على 941 نبتة معروفة بقدرتها على العيش في الوسط المائي :الدفلة، الكركدي، القنا، البردي، الآسل.

- التدفق المتوسط المعالج $15m^2/jour$.

- مساحة حوض المعالج $400m^2$.
- حجم المياه في الحوض $88m^3$.
- منسوب المياه في الحوض 0.55m.
- سمك طبقة الحصى90cm [1].

III.2. 3 نظام التدفق داخل المحطة :

تعمل محطة معالجة مياه الصرف الصحي بتماسين بنظام تدفق تحت سطحي أفقي.



الشكل(21): مراحل معالجة المياه الملوثة بإستخدام النباتات

III.2. 4 النباتات المستخدمة في التنقية داخل المحطة:

- نبات *Juncus effusus* نوع نباتي ينتمي إلى جنس الأسل *Juncus* من الفصيلة الأسلية Juncaceae
- نبات *Cyperus papyrus* نوع نباتي ينتمي إلى جنس *Cyperus* من الفصيلة السعدية Cyperaceae
- نبات *Typha latifolia* نوع نباتي ينتمي إلى جنس البوط *Typha* من الفصيلة البوطية Typhaceae
- نبات *Nerium oleander* نوع نباتي ينتمي إلى جنس *Nerium* من الفصيلة الدفلية Apocyanacaea
- نبات *Canna indica* نوع نباتي ينتمي إلى جنس القنا *Canna* من فصيلة القنيات Cannaceae

من خلال الدراسة المخبرية التي أقيمت في الديوان الوطني للتطهير بكل من محطتي ورقلة وتقرت تحصلنا على نتائج قياس عوامل التلوث بمحطتي المعالجة بالنباتات خلال الفترة مابين جانفي الى غاية ديسمبر 2016.

تضمنت الأعمال المخبرية خلال هذا العمل فحوصات متنوعة للمدخل والمخرج شهريا.

- الطلب الكيميائي للأكسجين DCO
- الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5

- المادة العالقة MES
- النتريت NO_2^-
- الناقلية الكهربائية CE
- الأس الهيدروجيني pH
- درجة الحرارة T

3.III الوسائط الفيزيوكيميائية

1.3.III تحديد المواد العالقة MES

هناك طريقتين لقياس كمية المواد العالقة :

-الطريقة الأولى: طريقة الترشيح ونستعملها عندما تكون المياه قليلة المواد العالقة.

-الطريقة الثانية: طريقة الطرد المركزي (Centrifugation) نستعملها عندما تكون المياه ذات كثافة عالية بالمواد العالقة.

الأدوات و الأجهزة المستعملة

-الحاضنة Etuve

-جهاز نزع الرطوبة dessicateur

-ميزان إلكتروني

-جهاز الترشيح تحت الضغط

- زجاجة ساعة

-بوتقات Capsules

-أوراق ترشيح نوع (C/GF)

1. طريقة الترشيح

- طريقة الترشيح بالماء المقطر:

- نبلل ورقة الترشيح بالماء المقطر
- نضعها داخل الحاضنة على درجة حرارة 105°C لمدة بضعة دقائق (5 دقائق).
- نخرج ورقة الترشيح و نتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة dessiccateur.
- نزن ورقة الترشيح وهي فارغة و نسجل وزنها M_0

ترشيح العينات:

- نأخذ حوجلة ذات سعة 100ml نغسلها جيدا بالماء العادي ثم بالماء المقطر.
- نأخذ 100ml من العينة ثم نسكبها على ورقة الترشيح في جهاز الترشيح.
- بعد نهاية الترشيح نأخذ ورقة الترشيح و نضعها داخل الحاضنة على درجة حرارة 105°C لمدة ساعتين.
- نخرج ورقة الترشيح من الحاضنة ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل dessicateur لمدة 15 دقيقة.
- نزن ورقة الترشيح ونسجل وزنها M_1

لحساب كمية المواد العالقة MES نحسب النسبة بين الفرق في الوزن و حجم العينة المستعمل انطلاقا من العلاقة التالية:

$$[MES] = 1000(M_1-M_2)/V$$

[MES] : تركيز المواد العالقة mgl

M_1 : وزن ورق الترشيح وهو فارغ mg

M_2 : وزن ورق الترشيح بعد الاستعمال mg

V : حجم الماء المستعمل من العينة ml

2. طريقة الطرد المركزي (Centrifugation)

- نخضعهما لطرد مركزي لمدة 20 دقيقة حتى نحصل على الراسب.
- نأخذ من العينة 100ml و نضعها داخل إناء ذو سعة 100ml.
- ننزع الماء العالق ثم نغسل الراسب بالماء المقطر ثم نخضعه مرة أخرى للطرد المركزي لمدة 20 دقيقة.
- نزن بوتقة نظيفة (Capsule) ونسجل وزنها M_1
- نسكب الراسب داخل بوتقة ثم نضعها داخل الحاضنة (Etuve) تحت درجة حرارة 105°C.

ونخرج البوتقة من الحاضنة ونتركها تبرد بعيدا عن الرطوبة داخل جهاز نزع الرطوبة.

- نزن البوتقة مع الراسب الجاف ونسجل وزنها M_2

حساب النتيجة : تركيز MES يحسب من العلاقة التالية:

$MES= (M_1-M_2)*1000/V$

M_1 : وزن البوتقة Capsule قبل الاستعمال

M_2 : وزن البوتقة مع الراسب بعد الاستعمال

V : حجم الماء المستعمل

2.3.III تحديد الطلب الكيميائي للأكسجين DCO

يتم تحديد DCO بطريقة الأكسدة بواسطة بيكرومات البوتاسيوم في وسط حمضي بوجود سلفات الفضة و سلفات الزئبق بواسطة جهاز (colorimétre HAC ,DR/390)

بطريقة réacteur par digestion. في قياسنا لـ DCO استعملنا كبسولات تحتوي على الكاشف التجاري محضر سابقا .

الأدوات والأجهزة المستعملة

- جهاز Colorimétre HACH;DR/390
- مولد للحرارة Thermoréacteur
- حامل - كأس بيشر- ماصة - ماء مقطر

طريقة العمل

- نرج كبسولة تحتوي على المتفاعلات جيدا من أجل مزج المواد المترسبة.
- بواسطة ماصة نأخذ 2ml من العينة ونسكبها على الجدار الداخلي للأنبوبة (كبسولة) التي تحتوي على المتفاعل بحيث تكون الكبسولة بشكل مائل.
- نغلق الكبسولة بإحكام ونرجها جيدا.
- نسخن الكبسولة لمدة 120 دقيقة على درجة حرارة 148°C داخل مولد للحرارة Themoréacteur
- نخرج الكبسولة من الجهاز ونتركها تبرد لمدة 10دقائق.
- بعد 10 دقائق نرج الكبسولة جيدا ثم نتركها تبرد على درجة حرارة عادية حوالي 30 دقيقة أو أكثر.
- بعد انتهاء وقت التبريد نضع الكبسولة داخل جهاز colorimètre DR/ 390.
- نقرأ قيمة DCO مباشرة من الجهاز والنتيجة يعبر عنها ب(mgO_2/l)

3.3.III تحديد الطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5

1.دليل عوامل التلوث، محطةONA ورقلة.

الجدول(2): حجم العينة بدلالة DCO

حجم العينة ml	DCO(mg/l)x0.8	المعامل
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43.5	0-2000	50
22.7	0-4000	100

تم تحديد كمية DBO_5 باستعمال جهاز Oxitom (DBO MF 120 (ISO 5813

الأدوات و المواد المستعملة:

- جهاز الرج المغناطيسي.
- جهاز قياس الضغط Manométre de mercure DBO_5 (MF120) Oxitom
- حاضنة
- قارورات الحضن عازلة للضوء ذات سعة 500ml مزودة بغطاء داخلي و غطاء خارجي.
- حوجلة عيارية
- ملقط
- هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)

طريقة العمل

- نقيس بواسطة دوارق مدرجة كمية العينة اللازمة للتحليل ثم نسكبها داخل قارورات حضن نظيفة.
- نضع القضيب المغناطيسي داخل كل قارورة.
- بواسطة ملقط نضيف قرصين من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH في كل غطاء داخلي للقارورة.

- نضع القارورات على جهاز الرج على درجة حرارة 20°C و نتركها لمدة 30 دقيقة من أجل استقرار توازني ثم تغلق القارورات بإحكام.

- نأخذ القراءة كل يوم لمدة 5 أيام وفي الأخير نطرح بين كل نتيجة محصل عليها في يومين متتالين ونجمع النتيجة و الحاصل يضرب في المعامل.

حساب النتيجة

قيمة DBO_5 الحقيقية تحسب من العلاقة التالية :

DBO_5 (mgO_2/l) = قيمة القراءة * المعامل

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

4.3.III تحديد كمية النتريت $N\text{-}NO_2^-$

تم تحديد كمية النتريت بواسطة جهاز (Colorimètre HACH DR/ 390) بطريقة Diazotation

الأدوات و الأجهزة المستعملة:

- جهاز Colorimètre DR/390
- أنبوب كالورمتريك بسعة 10ml , 20ml , 25ml
- كأس بيشر بسعة 50ml
- المتفاعلات (متفاعلات خاصة لتمديد تركيز NO_2^-).
- كاشف (Nitri Ver3) بشكل كيس تجاري محضر مسبقا.
- ماء مقطر

طريقة العمل

- نأخذ 10ml من العينة نضعها داخل أنبوب كالورمتريك و نسكب محتوى الكاشف داخل الأنبوب.
- نغلق الأنبوب بإحكام و نرج جيدا و نتركه لمدة 15 دقيقة لتتفاعل.
- نأخذ 10ml من الماء المقطر كدليل و نضعها داخل أنبوب كالورمتريك ثاني ثم نسكب محتوى الكاشف و نرج جيدا ثم نضعه داخل جهاز نضبطه على الصفر.

- بعد ربع ساعة من التفاعل نضع الأنبوب الذي يحتوي على العينة داخل جهاز القياس ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز.

5.3.III قياس الناقلية الكهربائية

تم قياس الناقلية الكهربائية بواسطة جهاز قياس الناقلية Conductimétre من نوع Tacussel.

طريقة العمـــــل:

- نحضر العينة المراد قياس الناقلية الكهربائية لها.
- نوصل القطب الخاص بقياس الناقلية بمكانه المخصص في الجهاز.
- ننظف القطب بالماء المقطر.
- نضع القطب داخل كأس بيشر الذي يحتوي على العينة.
- نقرأ قيمة الناقلية الكهربائية مباشرة.

6.3.II قياس الدليل الهيدروجيني pH:

تم قياس pH بواسطة جهازpH مترمن نوع Orion.

طريقة قياس pH

- نضبط جهاز pH بواسطة محلولين واقيين.
- نأخذ100ml من العينة ونضعها داخل كأس بيشر.
- ندخل مسرى الجهاز داخل البيشر.
- نتركه حتى يستقر ثم نقرأ النتيجة مباشرة على الجهاز.

7.3.III قياس درجة الحرارة

في قياس درجة الحرارة استعملنا جهاز متعدد القياسات.

يمكن استعمال جهاز لقياس الناقلية و الملوحة في قياس درجة الحرارة في الوسط المائي.

طريقة العمـــــل:

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

الفصل الرابع
النتائج والمناقشة

IV النتائج و المناقشة :

في هذا الجزء ندرس نوعية المياه المستعملة والمعالجة بواسطة نبات القصب في محطة التنقية للمياه الملوثة بأنقوسة ومحطة تماسين التي تقوم بتنقية المياه الملوثة بإستخدام مجموعة من النباتات.

حساب مردود المعالجة يكون وفق المعادلة التالية:

$$R\% = (X_E - X_S) / X_E \times 100$$

R : مردود التنقية%

X_E: تركيز الوسائط المتواجدة في المياه المستعملة الداخلة للمحطة (mg/l).

X_S: تركيز الوسائط المتواجدة في المياه المستعملة الخارجة من المحطة (mg/l) .

1.IV نوعية المياه المستعملة على مستوى المحطة:

لمياه الصرف الصحي المأخوذة عند مدخل و MES ،$N\text{-}NO_2^-$، DBO_5، DCO- نتائج تحليل عوامل مخرج المحطتين ممثلة في الجدولين التاليين:

الجدول (3): نتائج تحاليل قياس DCO، DBO_5، $N\text{-}NO_2^-$، MES للمياه الداخلة إلى المحطة.

	أنقوسة				تماسين			
عوامل التلوث / الأشهر	**DCO** mg/l	**DBO_5** mg/l	**$N\text{-}NO_2^-$** mg/l	**MES** mg/l	**DCO** mg/l	**DBO_5** mg/l	**NO_2^-** mg/l	**MES** mg/l
جانفي	486	70	0.216	152	/	/	/	/
فيفري	414	170	/	227	316.95	220	0.123	195.5
مارس	452	260	/	58	444	112	0.024	429.5
أفريل	570	200	/	223	/	/	/	/
ماي	701	300	/	303	318	227	0.049	258
جوان	420	210	/	215	191	150	0.044	244
جويلية	687	/	/	254	194	115	0.037	993
أوت	416	/	/	30.50	/	/	/	/
سبتمبر	98.60	/	/	15	238	130	0.025	720
أكتوبر	626	/	/	226	301	190	0.061	118
نوفمبر	320	/	/	88.50	213	192	0.068	290
ديسمبر	477	290	0.222	106	227	130	0.100	200
القيمة المتوسطة	472.30	214.29	0.22	158.17	271.44	162.89	0.06	383.11

الجدول (4): نتائج تحاليل قياس DCO، DBO_5 ، $N\text{-}NO_2^-$، MES للمياه الخارجة من المحطة.

عوامل التلوث / الأشهر	أنقوسة				تماسين			
	DCO mg/l	**DBO_5** mg/l	**$N\text{-}NO_2^-$** mg/l	**MES** mg/l	**DCO** mg/l	**DBO_5** mg/l	**NO_2^-** mg/l	**MES** mg/l
جانفي	68.40	18	0.056	21	/	/	/	/
فيفري	66	16	/	104	233.35	25	0.008	162.5
مارس	41	20	/	7	34.95	9.95	0.005	25
أفريل	102.20	6	/	40	/	/	/	/
ماي	171	70	/	43	39.4	23	0.006	25
جوان	88.30	38	/	21	31.5	18	0.004	27
جويلية	137	/	/	/	19.8	22	0.003	22
أوت	65.70	/	/	28	/	/	/	/
سبتمبر	44.40	/	/	9	53.3	23	0.002	23
أكتوبر	125	/	/	43	45.1	26	0.001	25
نوفمبر	88.20	/	/	61	39.1	22	0.003	24
ديسمبر	142	25	0.05	53	29.6	17	0.033	24
القيمة المتوسطة	94.93	27.57	0.05	39.09	58.46	20.66	0.01	39.72

مقارنة النتائج المتحصل عليها في الجدولين3 و4 مع قائمة تصنيف المياه الجدولين 10و11 تسمح بإستنتاج الخلاصات التالية:

1.IV عامل التلوث DCO:

عند المدخل:

عامل DCO سجل تركيزا متوسطا بقيمة 472.30mg/l بمحطة أنقوسة، و271.44mg/l بمحطة تماسين.
وسجلت محطة أنقوسة أدنى قيمة لها 98.60mg/l في شهر سبتمبر وأقصى قيمة 701mg/l في شهر ماي.
بالمقابل سجلت محطة تماسين أدنى قيمة لها 191mg/l في شهر جوان وأقصى قيمة 444mg/l في شهر مارس.
إذن [DCO] > 120mg/l أي أن هذه القيم تفوق المعايير الجزائرية للمياه الملوثة و بذلك تمثل تلوثا عاليا جدا.

عند المخرج:

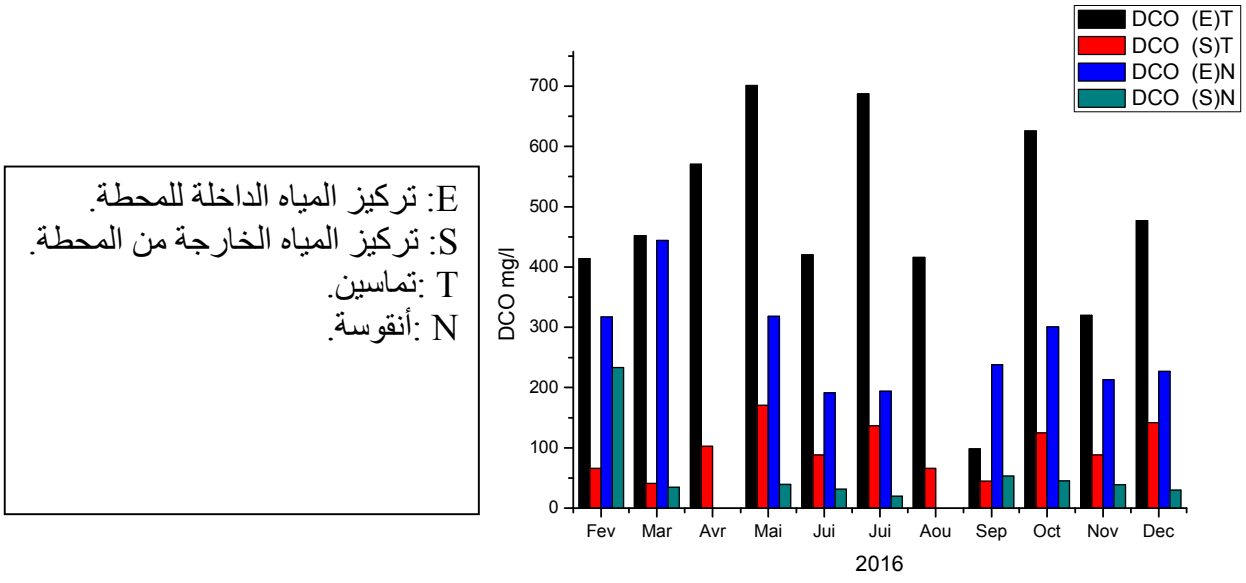
نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل DCO الذي يتغير من قيمة متوسطة 472.30mg/l= [DCO]عند المدخل إلى قيمة متوسطة 94.93mg/l= [DCO]عند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 79.90% بالنسبة لمحطة أنقوسة.

كما نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل DCO الذي يتغير من قيمة متوسطة 271.44mg/l= [DCO]عند المدخل إلى قيمة متوسطة 58.46mg/l= [DCO]عند المخرج مما يمثل إنخفاضا بنسبة 78.46% بالنسبة لمحطة تماسين.

إذن 90mg/l < [DCO] أي أن هذه القيم تفوق المعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي بالنسبة لأنقوسة.

أما بالنسبة لتماسين فإن 90mg/l > [DCO] أي أن هذه القيم توافق المعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي.

تطور DCO للمحطتين ممثل في المخطط التالي:



E: تركيز المياه الداخلة للمحطة.
S: تركيز المياه الخارجة من المحطة.
T :تماسين.
N :أنقوسة.

الشكل (22): التطور الزمني للطلب الكيميائي للأكسجين (DCO) في المدخل و المخرج للمحطتين

خلال التطور الزمني لDCO في الشكل (22) والجدول (9) نلاحظ أعلى كمية إزالة كانت في شهر مارس بمردود91% بالنسبة لأنقوسة، و92% في شهر مارس بالنسبة لتماسين، وأدنى نسبة لإزالة DCO كانت في شهر سبتمبر بمردود 55% وفيفري بمردود 26% بالنسبة لأنقوسة و تماسين على التوالي.

التحليل أعطى فرق متباين بين المحطتين، هذا ناتج عن الامتصاص الفيزيائي للمواد العضوية في مياه الصرف الصحي في المصفاة وتهوية الوسط عن طريق الكائنات البكتيرية. حيث محطة تماسين أعطت مردودا أحسن مقارنة بمحطة أنقوسة.

تفسير: هذا الإنخفاض ناتج عن تحطم جزء من الفضلات العضوية النباتية بسهولة نتيجة الأكسدة البيولوجية وبعضها تحتاج إلى اكسدة أقوى أو مانسميه بالمتطلب الكيميائي للأكسجين إذ يعطي المتطلب الكيميائي دلالة على كمية الأكسجين المطلوب لأكسدة المواد العضوية وغير العضوية القابلة للأكسدة بالعمليات الكيميائية [18].

2.IV عامل التلوث DBO_5:

عند المدخل:

عامل DBO_5 سجل تركيزا متوسطا بقيمة 214.28mg/l في محطة أنقوسة، و162.89mg/lفي محطة تماسين.

و أدنى قيمة سجلت 70mg/l في شهر جانفي وأعلى قيمة سجلت 300mg/l في شهر ماي وهذا في محطة أنقوسة.

كما سجلت أدنى قيمة 112mg/l في شهر مارس وأعلى قيمة سجلت 227mg/l في شهر ماي وهذا في محطة تماسين.

إذن $[DBO_5] > 35mg/l$ أي أن هذه القيم تفوق المعايير الجزائرية للمياه الملوثة و بذلك تمثل تلوثا عاليا جدا.

عند المخرج:

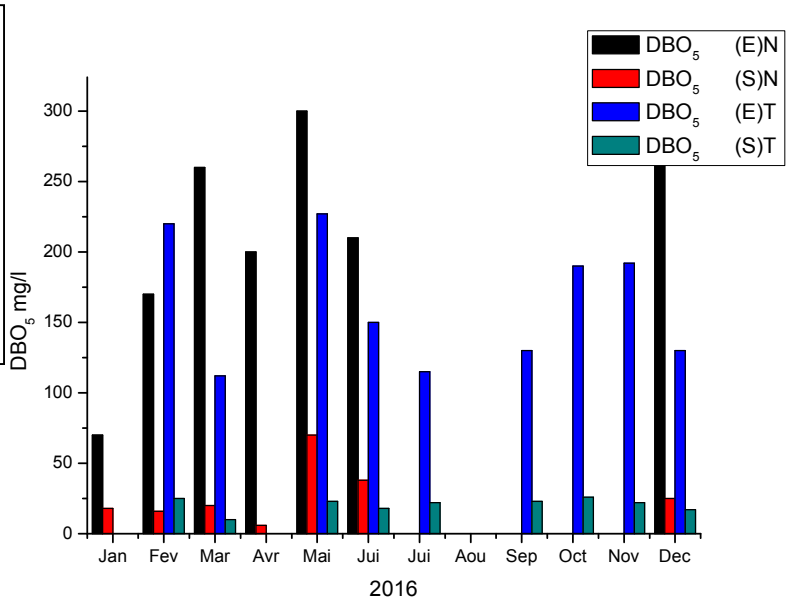
نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل DBO_5 الذي يتغير من قيمة متوسطة $[DBO_5]$ =214.28mg/lعند المدخل إلى قيمة متوسطة $[DBO_5]$ =27.57mg/lعند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 87.13% بالنسبة لمحطة أنقوسة.

كما نلاحظ إنخفاضا لعامل DBO_5 الذي يتغير من قيمة متوسطة $[DBO_5]$ =162.89 mg/l عند المدخل إلى قيمة متوسطة $[DBO_5]$ =20.66mg/lعند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 87.31% بالنسبة لمحطة تماسين.

إذن $[DBO_5] < 30mg/l$ أي أن هذه القيم موافقة للمعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي.

تطور DBO_5 للمحطتين ممثل في المخطط التالي:

E:تركيز المياه الداخلة للمحطة.
S: تركيز المياه الخارجة من المحطة.
T: تماسين.
N:أنقوسة.



الشكل (23): التطور الزمني للطلب البيوكيميائي للأكسجين DBO_5 في المدخل و المخرج للمحطتين

الطلب البيوكيميائي للأكسيجين DBO_5 في المياه المستعملة يتغير بين 70mg/l إلى 300mg/l، 112mg/l إلى 227mg/l لكل من أنقوسة وتماسين على التوالي الشكل (23) والجدول (9)، نلاحظ أن أعلى كمية إزالة كانت في شهر أفريل بمردود 97% بالنسبة لأنقوسة و90% في شهر ماي بالنسبة لتماسين. وأدنى نسبة لإزالة DBO_5 كانت في شهر جانفي بمردود 74% و81% في شهر جويلية بالنسبة لأنقوسة و تماسين على التوالي.

مقارنة النتائج أعطت فرقا متباينا بين محطة أنقوسة ومحطة تماسين وكذلك فرق في إزالة DBO_5 في كل من المحطتين سببه وجود نباتات مائية تملك خاصية إمتصاص الأكسجين من الجو لتحريره عبر جذورها في المنطقة المحيطة بالجذور، هذا الأكسجين ينشط البكتيريا، حيث يعمل على أكسدة وتحطيم المواد العضوية.

3.IV عامل التلوث MES:

عند المدخل:

عامل MES سجل تركيزا متوسطا بقيمة 158.17mg/l في محطة أنقوسة و383.11mg/l بمحطة تماسين.

أدنى قيمة 15mg/l سجلت في شهر سبتمبر وأعلى قيمة 303mg/l سجلت في شهر ماي بمحطة أنقوسة.

في حين أدنى قيمة 118mg/l سجلت في شهر أكتوبر وأعلى قيمة 993mg/l سجلت في شهر جويلية بمحطة تماسين.

إذن 35mg/l < [MES] أي أن هذه القيم تفوق المعايير الجزائرية للمياه الملوثة وبذلك تمثل تلوثا عاليا جدا.

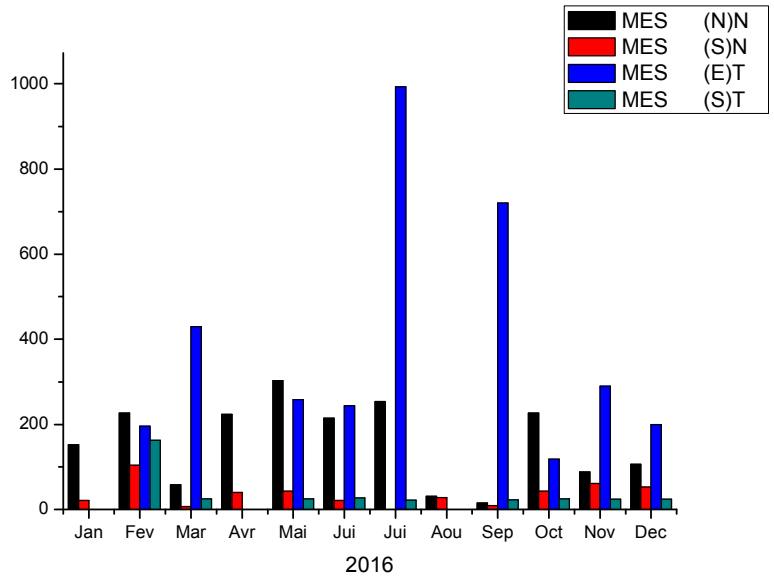
عند المخرج:

نلاحظ انخفاض ملحوظ لعامل MES الذي يتغير من قيمة متوسطة 158.17 mg/l= [MES]عند المدخل إلى قيمة متوسطة 39.09mg/l=[MES] عند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 75.29% بالنسبة لمحطة أنقوسة.

كما نلاحظ إنخفاضا ملحوظ لعامل MES الذي يتغير من قيمة متوسطة 383.11mg/l=[MES] عند المدخل إلى قيمة متوسطة39.72mg/l=[MES] عند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 89.63% بالنسبة لمحطة تماسين.

إذن 30 mg/l < [MES] أي أن هذه القيم تفوق المعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي.

تطورMES للمحطتين ممثل في المخطط التالي:



E:تركيز المياه الداخلة للمحطة.
S :تركيز المياه الخارجة من المحطة.
T: تماسين.
N:أنقوسة.

الشكل(24): التطور الزمني للمواد العالقة MES في المدخل و المخرج للمحطتين

يبين الشكل (24) والجدول (9) تطور المواد العالقة MES، بين القيمة الدنيا 15mg/l والقيمة القصوى 303mg/l بالنسبة لأنقوسة والقيمة الدنيا 118mg/l والقيمة القصوى 993mg/l بالنسبة لتماسين في مياه الصرف الصحي، كما نلاحظ أعلى كمية إزالة كانت في شهر جوان بمردود 90% بالنسبة لأنقوسة، أما بالنسبة لتماسين كانت أعلى كمية في شهر جويلية بمردود 98%، وأدنى نسبة لإزالة MES كانت في شهر أوت بمردود 8% و17% في شهر فيفري بالنسبة لأنقوسة وتماسين على التوالي.

مقارنة النتائج أظهرت فرقا متباينا بين المحطتين. تناقص تركيز MES في مختلف المياه المعالجة ناتج أساسا على المعالجة الفيزيائية مثل الترشيح، حيث المواد الخشنة تبقى عالقة والمواد الدقيقة تحجز في مسامات المصفاة (الليف في محطة تماسين).

تفسير: انخفاض قيم MES يعود إلى القدرة العالية للنبات على ترشيح وترسيب المواد العالقة الصلبة إذا قام بدور مرشحات حيوية عن طريق جذب المواد العالقة والذائبة بالماء وامتصاصها أو دفعها إلى القاع للترسيب مما يعطي الماء شفافية.

تعمل النباتات على ترسيب المواد الصلبة العالقة و تجعلها راكدة بالطبقة السفلى أما عملية الترشيح فتعمل على التصاق الجسيمات عند السطح العلوي للأجزاء المغمورة من النبات مكونة طبقة حيوية رقيقة تساهم في جذب الأحياء الدقيقة.

كما أن عمليتي الترشيح والترسيب تلعب دورا كبير في إزالة المواد العضوية والمغذيات ومسببات الأمراض [18].

4.IV عامل التلوث $N\text{-}NO_2^-$:

عند المدخل:

عامل $N\text{-}NO_2^-$ سجل تركيزا متوسطا بقيمة 0.22mg/l بمحطة أنقوسة و0.06mg/l بمحطة تماسين.

أدنى قيمة 0.216 mg/l سجلت في شهر جانفي وأعلى قيمة 0.222 mg/l سجلت في شهر ديسمبر بمحطة أنقوسة.

أدنى قيمة 0.024mg/l سجلت في شهر مارس وأعلى قيمة 0.123mg/l سجلت في شهر فيفري بمحطة تماسين.

عند المخرج:

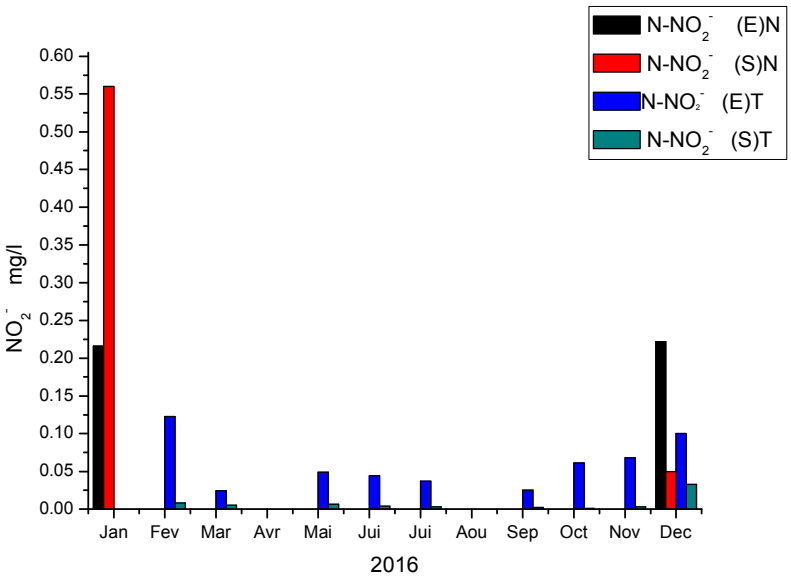
نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل NO_2^- الذي يتغير من قيمة متوسطة 0.22mg/l= $[N\text{-}NO_2^-]$عند المدخل إلى قيمة متوسطة0.05mg/l=$[N\text{-}NO_2^-]$ عند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 77.27%بالنسبة لمحطة أنقوسة.

كما نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل $N\text{-}NO_2^-$ الذي يتغير من قيمة متوسطة $[N\text{-}NO_2^-]$ =0.06mg/l عند المدخل إلى قيمة متوسطة $[N\text{-}NO_2^-]$ =0.01mg/l عند مخرج المحطة مما يمثل إنخفاضا بنسبة 83.33% بالنسبة لمحطة تماسين.

إذن $N\text{-}NO_2^-$ <1mg/l أي أن هذه القيم موافقة لمعايير منظمة الصحة العالمية.

تطور NO_2^- للمحطتين ممثل في المخطط التالي:

E:تركيز المياه الداخلة للمحطة.
S :تركيز المياه الخارجة من المحطة.
T :تماسين.
N :أنقوسة.



الشكل (25): التطور الزمني للنتريت $N\text{-}NO_2^-$ في المدخل والمخرج للمحطتين

من خلال التطور الزمني للنتريت $N\text{-}NO_2^-$ في الشكل (25) والجدول(9)، نلاحظ أن أعلى كمية لإزالة النتريت كانت في شهر ديسمبر بمردود تنقية 77% وفي شهر أكتوبر بمردود 98% بالنسبة لأنقوسة و تماسين على التوالي، وأدنى نسبة لإزالة النتريت كانت في شهر جانفي بالنسبة لأنقوسة بمردود 74%، أما بالنسبة لتماسين كانت أدنى نسبة لإزالة النتريت في شهر ديسمبر بمردود67%. بصفة عامة تركيز النتريت NO_2^- في مياه الصرف الصحي يتغير مع الزمن، ويكون أكبر من تركيز $N\text{-}NO_2^-$ في المياه المعالجة.

مقارنة النتائج أعطت فرقا بين المحطتين، حيث مردود إزالة النتريت $N\text{-}NO_2^-$ هو98%، 77% بكل من محطة تماسين وأنقوسة على التوالي، ويعود الفرق في إزالة $N\text{-}NO_2^-$ بين المحطتين إلى وجود نباتات مائية تملك خاصية امتصاص الأكسجين من الجو، ويتم نقلها عن طريق الأوراق ثم الساق إلى الجذور و الجذامير. هذا الأكسجين ينشط البكتيريا التي تعمل على تحويل النتريت $N\text{-}NO_2^-$ إلى نيترات NO_3^- في منطقة الجذور وتسمى هذه العملية بالنترجة.

نتائج تحليل عوامل T، pH، CE، الملوحة، لمياه الصرف الصحي المأخوذة عند مدخل ومخرج المحطتين ممثلة بالجدول التاليين:

الجدول(5): نتائج تحاليل قياس T، pH، CE، الملوحة، للمياه الداخلة إلى المحطة.

	أنقوسة				تماسين			
عوامل التلوث / الأشهر	الأس الهيدروجيني	درجة الحرارة T(°C)	الناقلية الكهربائية (mS/cm)	الملوحة mg/l	الأس الهيدروجيني	درجة الحرارة T(°C)	الناقلية الكهربائية (mS/cm)	الملوحة mg/l
جانفي	7.54	16.7	8.7	4.7	/	/	/	/
فيفري	7.33	19.2	10.36	5.9	7.15	21.15	3.03	1.55
مارس	7.52	19.1	6.85	3.7	7.23	17	3.005	1.55
أفريل	7.37	24.1	6.56	3.6	/	/	/	/
ماي	7.37	28.3	6.83	3.6	7.36	28.8	3.43	1.65
جوان	7.47	27.8	5.54	3	7.33	27.8	3.09	1.6
جويلية	7.3	30.7	5.71	3.1	7.35	34.1	3.21	1.7
أوت	7.42	30.8	5.76	3.1	/	/	/	/
سبتمبر	7.32	30.8	7.04	3.8	7.38	28.8	3.30	1.7
أكتوبر	7.4	29.8	6.58	3.8	7.3	28.4	3.47	1.8
نوفمبر	7.19	25.84	22.41	13.6	7.25	26.1	3.18	1.7
ديسمبر	7.29	12.7	5.49	2.9	7.49	19.3	3.27	1.7
القيمة المتوسطة	7.38	24.65	8.15	4.57	7.31	25.72	3.22	1.66

الجدول (6): نتائج تحاليل قياس T، pH، CE، الملوحة، للمياه الخارجة من المحطة.

	أنقوسة				تماسين			
عوامل التلوث / الأشهر	الأس الهيدروجيني	درجة الحرارة T(°C)	الناقلية الكهربائية (mS/cm)	الملوحة mg/l	الأس الهيدروجيني	درجة الحرارة T(°C)	الناقلية الكهربائية (mS/cm)	الملوحة mg/l
جانفي	7.01	18.7	6.69	3.6	/	/	/	/
فيفري	6.83	17.3	9.98	5.6	6.82	17.85	3.26	1.7
مارس	7.56	19.4	7.80	4.3	6.83	16.9	3.80	2
أفريل	7.03	23.5	8.24	4.6	/	/	/	/
ماي	7.03	28.6	6.15	3.2	6.77	27.05	3.89	2.05
جوان	7.30	27.4	8	4.5	6.83	27.9	4.77	2.5
جويلية	6.98	30.4	6.69	3.7	6.94	31.4	4.41	2.3
أوت	7.11	30.4	7.39	4.1	/	/	/	/
سبتمبر	7.28	30.4	7.20	3.8	7.12	27.5	4.17	2.2
أكتوبر	7.14	29.5	7.54	4.2	7.05	16.8	5.56	2
نوفمبر	7.39	18.38	14.02	8.11	7.06	24.67	3.45	1.8
ديسمبر	7.39	16.7	5.59	3	7.13	19.30	3.80	2
القيمة المتوسطة	7.17	24.22	7.94	4.39	6.95	23.26	4.12	2.06

5.IV عامل التلوث CE:

عند المدخل :

من خلال النتائج سجلت أنقوسة أدنى قيمة للناقلية الكهربائية 5.49mS/cm في شهر ديسمبر وأعلى قيمة 22.41mS/cm في شهر نوفمبر، أما محطة تماسين سجلت أدنى قيمة 3.005mS/cm في شهر مارس وأعلى قيمة 3.47mS/cm في شهر أكتوبر.

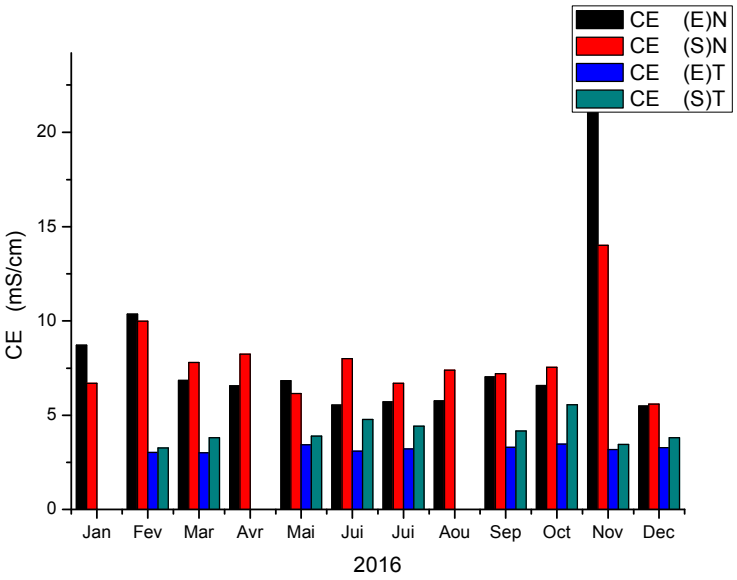
عند المخرج:

نلاحظ إنخفاضا لعامل CE الذي يتغير من قيمة متوسطة CE =8.15mS/cm عند المدخل إلى قيمة متوسطة CE =7.94mS/cm عند مخرج محطة أنقوسة .

كما نلاحظ إرتفاع ملحوظ لعامل CE الذي يتغير من قيمة متوسطة CE=3.24mS/cm عند المدخل إلى القيمة متوسطة CE=4.12mS/cm عند مخرج محطة تماسين .

إذن CE > 3mS/cm أي أن هذه القيم تفوق المعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي.

تطورCE للمحطتين ممثل في المخطط التالي:



E:تركيز المياه الداخلة للمحطة.
S :تركيز المياه الخارجة من للمحطة.
T: تماسين.
N: أنقوسة.

الشكل (26):التطور الزمني للناقلية الكهربائية CE في المدخل والمخرج للمحطتين

6.IV عامل التلوث pH:

عند المدخل :

سجلت محطة أنقوسة أدنى قيمة 7.19 في شهر نوفمبر وأعلى قيمة 7.54 في شهر جانفي، بالمقابل سجلت محطة تماسين أدنى قيمة 7.15 في شهر فيفري وأعلى قيمة 7.49 في شهر ديسمبر.

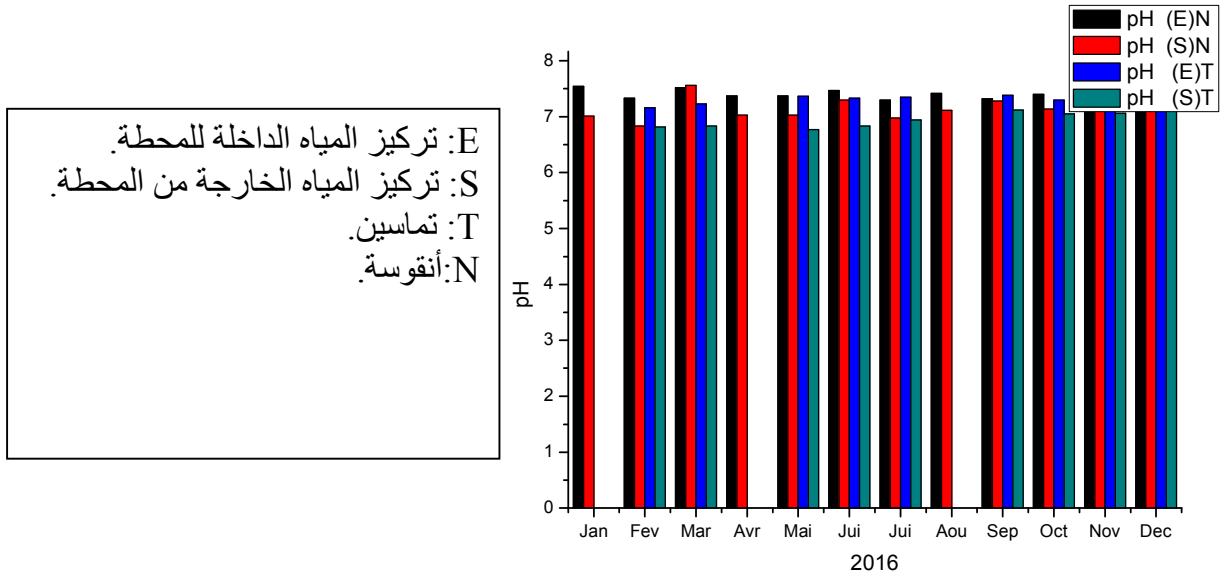
عند المخرج:

نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل pH الذي يتغير من قيمة متوسطة pH=7.38 عند المدخل إلى قيمة متوسطة pH=7.17 عند مخرج محطة أنقوسة.

كما نلاحظ إنخفاضا لعامل pH الذي يتغير من قيمة متوسطةpH=7.31 عند المدخل إلى قيمة متوسطة pH=6.95 عند مخرج محطة تماسين.

إذن$6.5< pH <8.5$ أي أن هذه القيم موافقة للمعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي .

تطورpH للمحطتين ممثل في المخطط التالي:



الشكل (27): التطور الزمني للأس الهيدروجيني pH في المدخل والمخرج للمحطتين

نفسر الانخفاض في الأس الهيدروجيني (حموضة الوسط) إلى أكسدة النتريت وDCO . أكسدة DCO ينتج عنها CO_2 الذي بدوره يؤدي إلى حموضة الوسط وأكسدة النتريت يؤدي إلى نيترات، ويؤدي بدوره إلى حموضة الوسط ،كما أن إنخفاض pH لا يؤثر على نمو النبتة، لأن $6>pH>4$ يمثل مجال النمو الملائم للنبتة .

7.IV عامل التلوث T:

عند المدخل :

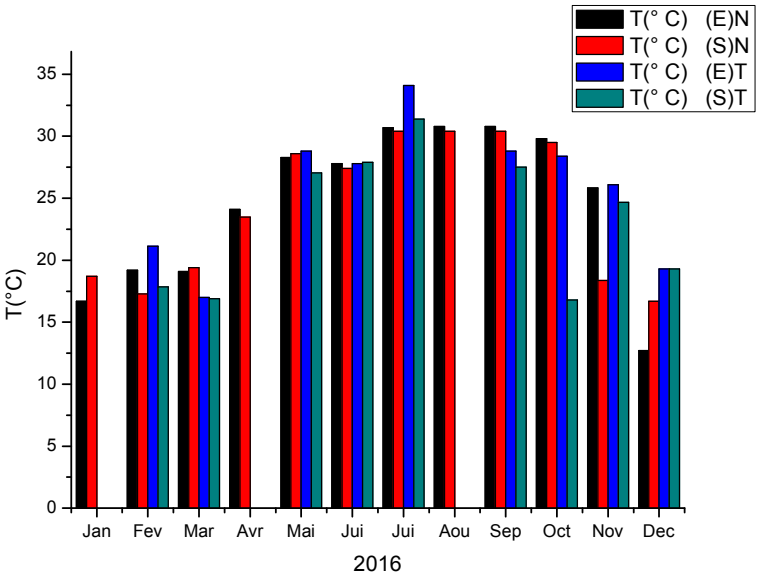
سجلت محطة أنقوسة أدنى قيمة 12.7^0C في شهر ديسمبر و أعلى قيمة30.8^0C في شهر أوت وسبتمبر، في حين سجلت محطة تماسين أدنى قيمة 17^0C في شهر مارس وأعلى قيمة 34.1^0C في شهر جويلية.

عند المخرج:

نلاحظ إنخفاضا ملحوظا لعامل T الذي يتغير من قيمة متوسطة$T= 24.65^0C$ عند المدخل إلى قيمة متوسطة $T=24.22^0C$ عند مخرج محطة أنقوسة.

كما نلاحظ إنخفاضا لعامل T الذي يتغير من قيمة متوسطة $T= 25.72^0C$عند المدخل إلى قيمة متوسطة $T= 23.26^0C$ عند مخرج محطة تماسين.

تطور T للمحطتين ممثل في المخطط التالي:



E: تركيز المياه الداخلة للمحطة.
S: تركيز المياه الخارجة من المحطة
T:تماسين.
N: أنقوسة.

الشكل (28): التطور الزمني لدرجة الحرارة T في المدخل والمخرج للمحطتين

هذا التذبذب له علاقة بالظروف المناخية المحلية و بشكل خاص مع درجة حرارة الجو وظهور تبخر الماء في فصل الصيف وارتفاع منسوب الماء في الشتاء.

يفسر انخفاض درجة الحرارة في المحطتين بتناقص عدد البكتريا ونقص التفاعلات البيوكيميائية.

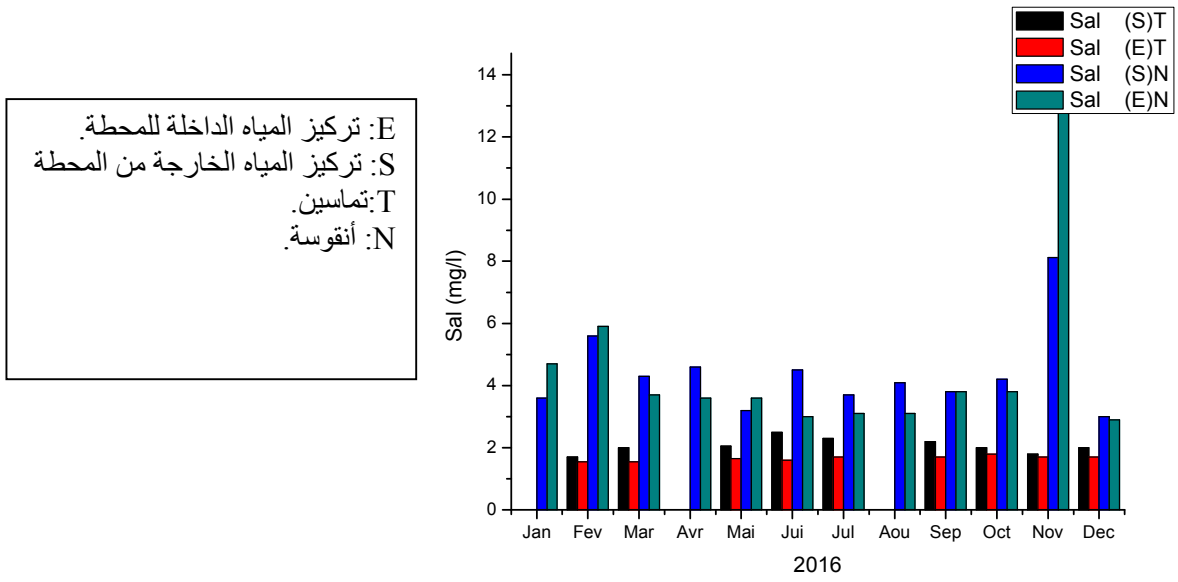
8.IV عامل التلوث درجة الملوحة:

عند المدخل:

من خلال النتائج سجلت أنقوسة أدنى قيمة للملوحة 2.9mg /l في شهر ديسمبر وأعلى قيمة 13.6mg /l في شهر نوفمبر، أما محطة تماسين سجلت أدنى قيمة للملوحة 1.55mg /l في شهر فيفري ومارس وأعلى قيمة 1.8mg/l في شهر أكتوبر.

عند المخرج:

نلاحظ إنخفاض لعامل الملوحة الذي يتغيرمن قيمة متوسطة 4.57 mg/l عند المدخل إلى قيمة متوسطة 4.39mg/l عند المخرج لمحطة أنقوسة، كما نلاحظ إرتفاع عامل الملوحة الذي يتغير من قيمة متوسطة 1.66mg/l عند المدخل إلى قيمة متوسطة 2.06 mg/l عند المخرج بالنسبة لمحطة تماسين.



الشكل (29) : التطور الزمني لدرجة الملوحة في المدخل و المخرج للمحطتين

IV .2 إختيار طريقة المعالجة لمياه الصرف الصحي:

تحديد المعالجة المطبقة للماء ترتبط بمدى قابليته للتحلل البيولوجي، في حالتنا معامل قابلية التحلل الشهري K حسب بهدف إختيار طريقة المعالجة المناسبة لخصوصيات مياه الصرف الصحي لكل منطقة .

الجدول (7): نوع المعالجة المناسب لمياه الصرف الصحي:

	أنقوسة		**تماسين**	
الأشهر	**$K = DCO/DBO_5$**	**نوع المعالجة**	**$K = DCO/DBO_5$**	**نوع المعالجة**
جانفي	6.94	**$K \geq 2.5$** خلال المدة الكلية للدراسة فإن الملوثات ليست سهلت التحلل بيولوجيا إذن تحتاج إلى معالجة فيزيائية و كيميائية.	/	**$1.5 < K < 2.5$** خلال المدة الكلية للدراسة فإن الملوث سهل التحلل بيولوجيا إذن يحتاج إلى معالجة بيولوجية.
فيفري	2.43		1.44	
مارس	1.73		3.96	
أفريل	2 .85		/	
ماي	2.00		1.4	
جوان	/		1.27	
جويلية	/		1.68	
أوت	/		/	
سبتمبر	/		1.83	
أكتوبر	/		1.58	
نوفمبر	/		1.10	
ديسمبر	1.64		1.74	
القيمة المتوسطة	2.93		1.77	

يظهر من خلال الجدول (7) إن إزالة التلوث لمياه الصرف الصحي لمنطقة تماسين تحتاج إلى تطبيق نوع معالجة بيولوجية خلال مدة الدراسة في حين تحتاج محطة أنقوسة إلى نوع معالجة فيزيائية وكيميائية .

الجدول (8): المردود المتوسط لعوامل التلوث بعد المعالجة في كل محطة.

عوامل التلوث	متوسط مردود محطة أنقوسة %	متوسط مردود محطة تماسين %
DCO (mg /l)	78.25	79.11
DBO_5 (mg/l)	86.14	86.89
MES (mg/l)	63.27	82.67
NO_2^- (mg/l)	75.5	88.33

بالمقارنة بين مردودي التنقية لمحطتي تماسين و أنقوسة نلاحظ أن مردود كل من DBO_5، DCO متقارب أما بالنسبة لمردود NO_2^-، MES فإن محطة تماسين سجلت مردودا أفضل من أنقوسة وقد يعود السبب إلى:

- تعدد النباتات المستعملة في محطة تماسين على العكس في محطة أنقوسة حيث تستعمل نبات واحد.
- زمن بقاء الماء الملوث داخل الأحواض حيث مدة الإقامة في تماسين أربعة أيام أما أنقوسة فتتم في ثلاثة أيام.

اجمالا يمكن القول أن محطة تماسين لها مردود أفضل من محطة أنقوسة.

الخلاصة

الخلاصـــــــــة:

معالجة مياه الصرف الصحي هي وسيلة لجعلها أقل تلوثا والإستفادة منها أو رميها في الطبيعة دون تلوث المحيط ومن خلال الدراسة المخبرية التي أقيمت في الديوان الوطني للتطهير بكل من محطتي المعالجة بالنباتات في ورقلة وتقرت تحصلنا على نتائج قياس عوامل التلوث خلال الفترة مابين جانفي الى غاية ديسمبر 2016 وهذا بهدف دراسة معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية في محطة أنقوسة التي تعتمد على نبات القصب، ومحطة تماسين التي تعتمد على مجموعة من النباتات (البردي، الأسل المفترس، البوط عريض الأوراق....) ومقارنة مدى كفاءة المحطتين في إزالة الملوثات وهذا من خلال التركيز على التغييرات في المعايير الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية خلال زمن المعالجة، وتتبع نجاعة التنقية في كل محطة، إذ أثبتت النتائج كفاءة هذه النباتات ودورها الفعال من خلال إختزال أبرز مؤشرات التلوث حيث لوحظ انخفاض في المعايير التالية :

(DCO) أعطى إزالة بمردود 78.25% بالنسبة لمحطة أنقوسة و79% بالنسبة لمحطة تماسين،(DBO_5) بنسبة 86.14% بمحطة أنقوسة و86.89% بمحطة تماسين، (MES) بنسبة 63.27% بمحطة أنقوسة و82.67% بمحطة تماسين، (NO_2^-) سجلت محطة أنقوسة مردود 75.5% ومحطة تماسين% 88.33.

على الرغم من أن محطة أنقوسة التي تعمل بتدفق ($800m^3/J$) وتفوق محطة القصر القديم بتماسين ($15m^3/J$) بأكثر من خمسين مرة ولكنها أعطت مردود أقل من محطة تماسين من حيث إزالة الملوثات.

من خلال النتائج المتحصل عليها فإن تنقية المياه الملوثة بإستخدام مجموعة من النباتات تعطي مردود أفضل من حيث إزالة الملوثات مقارنة مع الاعتماد على نوع واحد من النبات كما أن زمن مكوث المياه الملوثة داخل الأحواض يساهم في إزالة الملوثات من خلال إعطاء مردود أفضل للتنقية.

الإقتراحات:

1. تعميم طريقة المعالجة بواسطة النباتات في الارياف و القرى متوسطة الكثافة السكانية.
2. الاعتماد في المعالجة على مجموعة من النباتات القادرة على العيش في هذه الأوساط بدلا من النبات الواحد.

المراجع

المراجع باللغة العربية

[2] إبراهيم العابد، أطروحة دكتوراه، جامعة ورقلة، 2015، ص . 1،7،8،18-21.

[3] سعيدة كاكي، ازدهاربلحسن، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة، 2016، ص. 2-7.

[4] جورجي نسيم ماهر، تحليل و تقويم جودة المياه، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، 2007، ص.121.

[5] الشرابي نجم الدين، هابيل منير، أبو لبدة زياد، أساسيات الأحياء الدقيقة : الجزء العملي، المطبعة الجديدة : دمشق، 1987، ص.71،72.

[6] أبو سعد نجيب ابراهيم، التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة ايجابيا وسلبيا، دار الفكر العربي : القاهرة، 2000، ص. 6،132.

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

[11] نصر الحايك، تلوث المياه و تنقيتها، الطبعة الثالثة، ديوان المطبوعات الجامعية : الجزائر، 1989، ص6- 126،31

[14] ممدوح فتحي عبد الصبور، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد التاسع عشر، جويلية 2000.

[15] عبد الرزاق محمد سعيد التركماني، محطات معالجة بالنباتات، موقع الهندسة البيئية (www.4enveng.com)، 2009، ص.1-19.

[16] عبد القادر حليمي، النباتات الطبية، الطبعة الأولى، منشورات برتي : الجزائر، 1997، ص.12.

[18] مازن نزار فضل السنجري ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، عدد فيفري 2011، ص. 124،125.

المراجع باللغة الأجنبية

[1] Babay O., Soufi A., Mémoire de Master, Université d'Ouargla, 2016.

[8] Peng X., Luo W., Zhang J., Wang S., Lin S.. Rapid detection of *Shigella* species in environmental sewage by an immunocapture PCR with universal primers, *Applied and Environmental Microbiology*, **2002**, 68(5), 2580–2583.

[9] Satin M., Selmi B., Guide technique de l'assainissement : Evacuation des eaux usées et pluviales conception et composant des réseaux, épuration des eaux et protection de l'environnement, exploitation et gestion des systèmes d'assainissement, Ed. le moniteur : Paris, 1995, p.75-86

[10] Rahmani A., Mémoire de Master, Université d'Ouargla, 2015, p.4-39.

[12] Rejsek F., Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques, Ed. CRDP : Bordeaux, 2002, p.125.

[13] Ben Djedou F., Mémoire de Master, Université d'Ouargla, 2014, p.8.

[17] Choudhary A. K. et al., Performance of constructed wetland for the treatment of pulp and paper mill wastewater, 2011, Palm Springs, California.

الملحق

الجدول (9): نسبة DCO وDBO_5 و NO_2^- و MES للمياه الخارجة للمحطتين.

الاشهر	أنقوسة				تماسين			
	DCO %	DBO_5 %	NO_2^- %	MES %	DCO %	DBO_5 %	NO_2^- %	MES %
جانفي	86	74	74	86	/	/	/	/
فيفري	84	90	/	54	26	89	93	17
مارس	91	92	/	88	92	91	79	94
أفريل	82	97	/	82	/	/	/	/
ماي	76	77	/	86	88	90	88	90
جوان	79	82	/	90	83	88	91	89
جويلية	80	/	/	/	90	81	92	98
أوت	84	/	/	8	/	/	/	/
سبتمبر	55	/	/	40	78	82	92	97
أكتوبر	80	/	/	81	85	86	98	79
نوفمبر	72	/	/	31	82	88	95	92
ديسمبر	70	91	77	50	87	87	67	88
القيمة المتوسطة	78.25	86.14	75.5	63.27	79	86.89	88.33	82.67

الجدول (10) : القرار الوزاري رقم 26 المتعلق بالمعايير الجزائرية الخاصة بمياه مصبات الملوثات السائلة الصناعية.

القياس	المعايير المستخدمة
درجة الحرارة(°C)T	30°C
Ph	8.5-6.5
DCO	120mg/l
DBO_5	35mg/l
MES	35mg/l
P_T	-
NH_4^+	-
NO_2^-	-
NO_3^-	-
PO_4^{3-}	-
O_{diss}	-

المصدر: الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2006/04/23).

الجدول (11): القرار الوزاري رقم 41 المتعلق بالمعايير الجزائرية للمياه المعالجة المخصصة للسقي.

القياس	المعايير المستخدمة
CE	3dS/m
pH	8.5-6.5
DCO	90mg/l
DBO_5	30mg/l
MES	30mg/l
P_T	-
NH_4^+	-
NO_2^-	-
NO_3^-	30mg/l
PO_4^{3-}	-
O_{diss}	-

المصدر:الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2012/07/15).

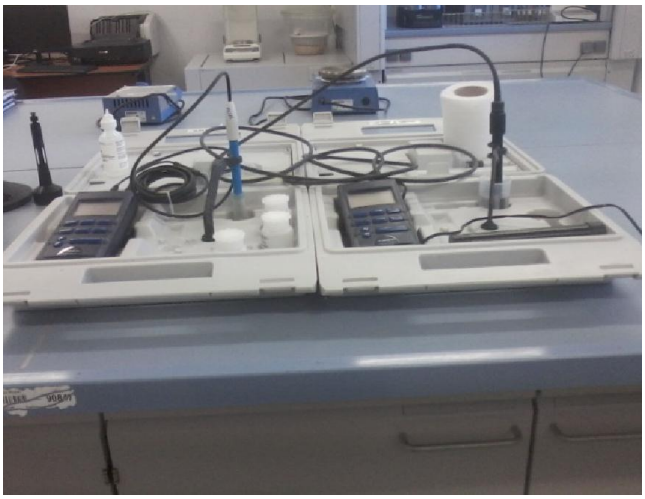
الجدول(12): معايير منظمة الصحة العالمية OMS للمياه الملوثة.

القياس	المعايير المستخدمة
درجة الحرارة(°C)T	30°C>
pH	8.5-6.5
DCO	90mg/l>
DBO_5	30mg/l>
MES	20mg/l>
NH_4^+	0.5mg/l>
NO_2^-	1mg/l
NO_3^-	1mg/l>
PO_4^{3-}	2mg/l>

صور بعض الأجهزة المستعملة في التحاليل الفيزيوكيميائية

Le système de test en cuve

Dispositif de filtration sous vide



Conductimètre,pH-mettre

DBO mètre

الملخص:
الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة مردود تنقية المياه الملوثة في محطتي (أنقوسة و تماسين) واللتان تعملان بالنباتات ومدى كفاءة المحطتين في إزالة عوامل التلوث مثل: المواد العالقة (MES)، الطلب الكيميائي للأكسجين(DCO)، الطلب البيوكيميائي للأكسجين(DBO_5)، النتريت (NO_2^-) ... الخ. إستمرت الدراسة من جانفي إلى غاية ديسمبر2016 وتحصلنا على نتائج إزالة الملوثات في كل محطة. (DCO) أعطى إزالة بمردود 78.25% بالنسبة لمحطة أنقوسة و79% بالنسبة لمحطة تماسين،(DBO_5) بنسبة 86.14% بمحطة أنقوسة و86.89% بمحطة تماسين، (MES) بنسبة 63.27% بمحطة أنقوسة و82.67% بمحطة تماسين، (NO_2^-) سجلت محطة أنقوسة مردود 75.5% ومحطة تماسين88.33% .
إجمالا ومن خلال الدراسة فإن محطة تماسين التي تعمل بوجود مجموعة من النباتات أعطت مردود أفضل من محطة أنقوسة التي تعتمد على نوع واحد من النبات في المعالجة .
الكلمات المفتاحية: محطة التنقية، مردود التنقية، التنقية بالنباتات، عوامل التلوث، أنقوسة، تماسين.

Résumé :
Le but de cette étude est de comparer le rendement de la purification des eaux usées de deux stations d'épuration (STEP) ; la station d'épuration de N'goussa et celle de Témacine, qui utilisent la phyto-épuration comme technique d'épuration et l'efficacité des deux stations à éliminer des paramètres de pollution tels que : les matières en suspension (MES), la demande chimique d'oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), les nitrites NO_2^-... etc.
Nous avons suivi du rendement épuratoire de chaque station de la période allant de Janvier à Décembre 2016.
Une réduction des paramètres DCO, DBO_5, MES, NO_2^- : 79%, 86.89%, 82.67%, 88.33% respectivement, pour la station de Témacine.
Une réduction des paramètres DCO, DBO_5, MES, NO_2^- : 78.25%, 86.14%, 63.27%, 75.5% respectivement, pour la station de N'goussa.
Globalement la station de Témacine qui utilisent plusieurs plantes a donné un bon rendement par rapport à celle de N'goussa qui utilise un seul type de plantes.
Mots clés : Station d'épuration, rendement épuratoire, phyto-épuration, paramètres de pollution, N'goussa, Témacine.

Abstract :
The purpose of this study is to compare the wastewater purification efficiency of two treatment plants (WWTP); The N'goussa and Témacine treatment plants, which use phyto-epuration as a purification technique and the efficiency of both stations to eliminate pollution parameters such as : suspended solids (SS), chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD_5), nitrites (NO_2-), etc. We monitored the purification yield of each station from January to December 2016.
A reduction of the COD, BOD_5, MES, NO_2^- parameters: 79 %, 86.89%, 82.67%, 88.33%, respectively, for the Témacine plant.
A reduction of the COD, BOD_5, MES, NO_2^- parameters: 78.25%, 86.14%, 63.27%, 75.5%respectively for the N'goussa plant.
Overall, the Témacine plant, which uses several plants, gave a good yield compared to that of N'goussa, which uses only one type of plant.
Key words: Sewage treatment plant, purification yield, phyto-epuration, pollution parameters, N'goussa, Témacine